

Rapport:

FUNDERINGSADVIES

Nieuwbouw woning, Bazeldijk 78a
te **Meerkerk**

Opdrachtgever:

Dhr. M. Sterk

Projectnummer:

2300835-XF

Versie: 1

Rapportdatum:

11 mei 2023

Norm / richtlijn:

NEN 9997-1+C2:2017 nl

Auteur:

ir. E. Corovic

Vrijgave:

ir. E. Corovic

12-5-2023

X 

Ondertekend door: E. Corovic

Inhoudsopgave

1	Projectbeschrijving	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Locatiegegevens	1
1.3	Plangegevens	1
1.3.1	Bouwplan	1
1.3.2	Verstreckte plangegevens	1
2	Onderzoeksprogramma	2
2.1	Veldonderzoek	2
2.2	Archief-/dossieronderzoek	2
2.3	Overleg / inventarisatie	2
3	Bodem, water en omgeving	3
3.1	Hoogte maaiveld	3
3.2	Bodem	3
3.2.1	Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de planlocatie	3
3.2.2	Geologie van de planlocatie en omgeving	3
3.3	Water	3
3.3.1	Oppervlaktewater	3
3.3.2	Grondwater	3
4	Funderingsadvies	4
4.1	Funderingsontwerp	4
4.1.1	Funderingskeuze	4
4.1.2	Paalkeuze	5
4.1.3	Beschrijving paaltype: Houten paal	5
4.1.4	Beschrijving paaltype: Prefab betonpaal	6
4.1.5	Algemeen	6
4.2	Bekrachtiging funderingskeuze / toetsing grenstoestanden	7
5	Berekening fundering op palen	8
5.1	Uitgangspunten berekening	8
5.1.1	Rekenmethode	8
5.1.2	Geometrische gegevens	8
5.1.3	Geotechnische gegevens	8
5.1.4	Opgegeven belastingen en vervormingseisen	9
5.2	Rekenresultaten	9
5.2.1	Paaldiameter en paalpuntniveau	9
5.2.2	Maximumdraagkracht van de grond op druk	10
5.2.3	Zakking van de bovenkant van de paalfundering	10
6	Richtlijnen voor ontwerp, berekening en uitvoering	11
6.1	Algemeen	11
6.2	Richtlijnen uitvoering houten palen	11
6.3	Richtlijnen uitvoering prefab betonpalen	11
6.4	Vloer	11
6.5	Richtlijnen nieuwbouw/uitbreiding/belending	11
6.6	Slotopmerking(en)	12

Bijlagen

Bijlage 1: Berekeningsresultaten fundering op palen

Bijlage 2: Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp

1 Projectbeschrijving

1.1 Inleiding

Door Wiha Grondmechanica is een grondonderzoek uitgevoerd voor het project "Nieuwbouw woning, Bazeldijk 78a te Meerkerk". In onderhavig rapport wordt een funderingsadvies uitgewerkt voor dit project.

1.2 Locatiegegevens

De locatiekenmerken zijn samengevat in de navolgende tabel.

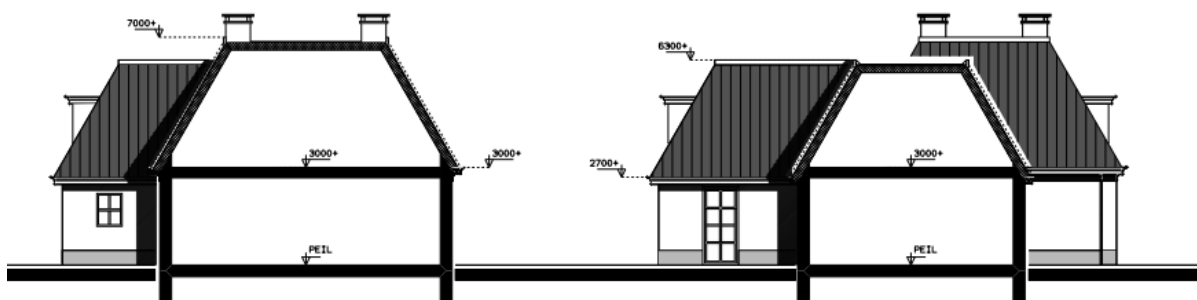
Locatie-eigenschap	Omschrijving / kenmerk (ten tijde van het onderzoek, tenzij anders vermeld)
Straat / huisnummer:	Bezeldijk 78a
Plaats (gemeente):	Meerkerk (Vijfheerenlanden)
Provincie:	Utrecht
RD-coördinaten [km]:	X: 127,944 / Y: 435,194
Bebouwing op de planlocatie:	Aanwezig / Te slopen
Bebouwing op de bouwplaats:	Aanwezig / Te slopen
Belendingen:	Aanwezig op enige afstand
Overige kenmerken:	Bouwplan ligt aan een dijk

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 met bijgebouw(en)	
Materiaal (dominant):	Metselwerk, Beton, Hout	
Bouwlagen/dak:	2 / Schilddak	Zie Figuur 1.1
Kelder:	Geen kelder	
Positionering:	Vrijstaand	Zie situatieschets rapportage grondonderzoek



Figuur 1.1 Doorsnedes (bron: opdrachtgever)

1.3.2 Verstrekte 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 stukken¹.

Rapportnummer, -versie en -datum	Titel	Uitvoerende partij	Uitgevoerd onderzoek
2300835 v1 9-5-2023	Nieuwbouw, Bazeldijk 78a te Meerkerk	WIHA geo- en milieutechniek	5 x sondering, 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 telefonisch overleg gepleegd met de opdrachtgever.

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

3 Bodem, water en omgeving

3.1 Hoogte maaiveld

De maaiveldhoogte ter plaatse van de onderzoekspunten varieert van 0,44 m - tot 0,94 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. 7 à 8	Klei en/of veen, slap	Tussenzandlaag(en)
ca. 26	Zand, matig vast tot (zeer) vast	Plaatselijke teruggangen in conusweerstand door zand met een hogere silt-/kleifraction en/of een lossere pakking

3.2.2 Geologie van de planlocatie en omgeving

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

Diepte tot* [m - NAP]	Formatienaam*	Kenmerken	Dominante lithologie
ca. 8	Holocene afzettingen	jonge fluviatiele, mariene, lagunaire en strandafzettingen	klei, veen, zand
ca. 23	Kreftenheye	Fluviatiele afzettingen van de Rijn en de Eridanos uit het Holocene en Laat-Pleistoceen. Afzetting vond onder andere plaats in geulen en riviervlaktes.	Zand en grind, met sporadisch fijne lagen siltige klei of kleig veen.
ca. 31	Urk	Pleistocene fluviatiele afzettingen van de Rijn, lokaal overgaand in estuariene getijde-afzettingen. Lokaal ook een ondiep marien karakter.	Zand, lokaal sterk grindig. Lokaal zandige en siltige kleilagen. Grind met rode zandsteen en witte kwarts.
ca. 50	Sterksel	Fluviatiele afzettingen van het Rijn-Maas systeem uit het Pleistoceen. Afzetting vond ook plaats in geulen en crevasses.	Grof zand en grind. Lokaal siltige en zandige klei.

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

3.3 Water

3.3.1 Oppervlaktewater

Het niveau van het nabijgelegen open water is ingemeten op 0,84 m + tot 0,78 - NAP.

3.3.2 Grondwater

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

Meetpunt [nr.]	Meetdiepte	Meetmoment [datum]	[relatief]	Waterspiegel ¹⁾ [m - mv] [m - NAP]
PB	-	april/mei 2023	Peilbuis derden	0,30 0,78

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

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

4 Funderingsadvies

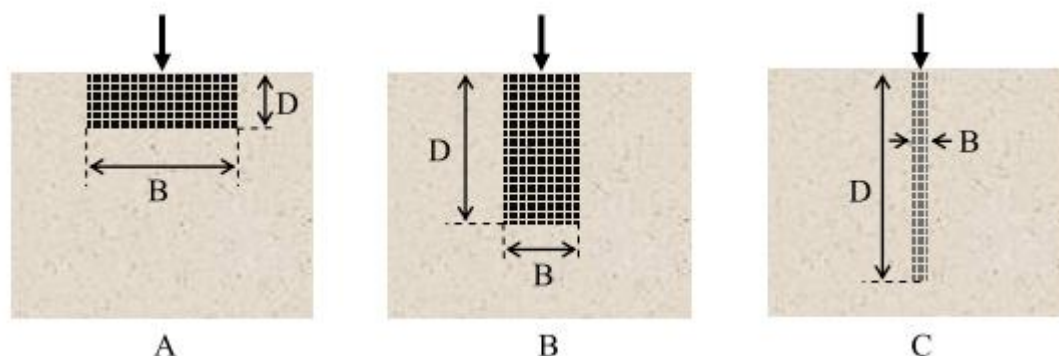
4.1 Funderingsontwerp

4.1.1 Funderingskeuze

Er zijn 3 hoofdtypen funderingen, te weten:

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

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



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

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

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

* 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.

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

Opmerking

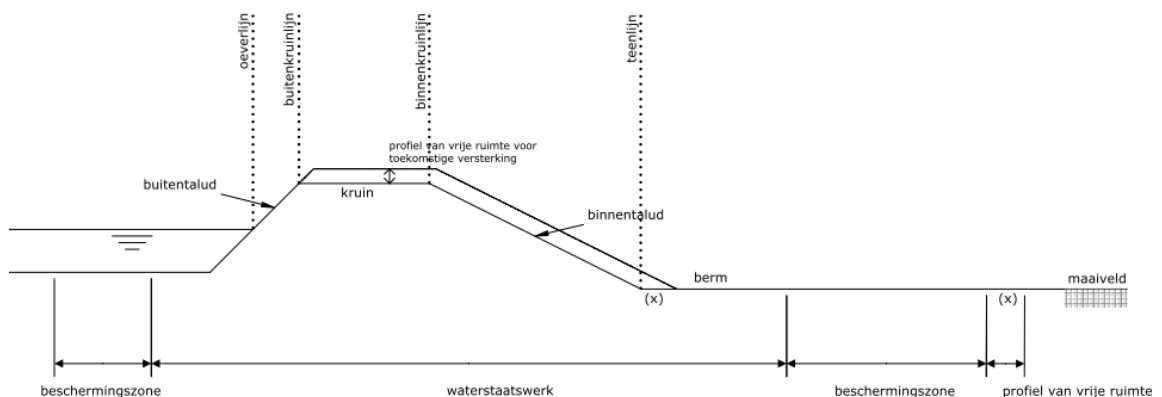
Het vrijblijvende keuzeadvies is gebaseerd op de voorhanden zijnde en verstrekte gegevens. Aanvullende milieukundige, archeologische, economische of bijvoorbeeld uitvoeringstechnische randvoorwaarden kunnen aanleiding geven tot een wijziging van het keuzeadvies.

4.1.2 Paalkeuze

In dit rapport wordt in overleg met de opdrachtgever een fundering op prefab betonpalen (woning) en op houten palen (bijgebouw) nader uitgewerkt.

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

- Bij de toepassing van geheide palen zullen heitruillingen in de bodem worden opgewekt, waarbij het risico bestaat voor schade aan bebouwing en constructies in de omgeving. Indien er twijfel bestaat over de toelaatbaarheid van de trillingen wordt geadviseerd een nadere risicoafweging te maken en zo nodig een rekenkundige trillings-predictie 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 eventuele 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 geluidsvorschriften uit het Bouwbesluit kunnen worden uitgevoerd, al dan niet met ontheffing.
- De paalsysteemkeuze is gebaseerd op de voorhanden zijnde en verstrekte gegevens. Aanvullende milieukundige, archeologische, geohydrologische, gemeentelijke of overige randvoorwaarden kunnen aanleiding geven tot een wijziging van het paaltype.
- Er wordt op gewezen dat op het terrein mogelijk palen aanwezig zijn van gesloopte gebouwen. Wij adviseren deze palen niet te verwijderen indien dat niet nodig is om grondontspanning te voorkomen. Deze palen kunnen uiteraard ook niet zonder meer onderdeel vormen van de nieuwe fundering.
- De keuze voor alternatieve paalsystemen is niet uitgesloten.

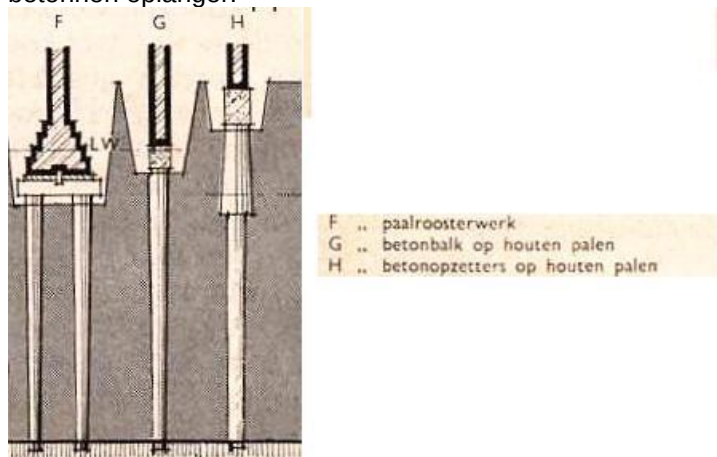


- *De onderzoeks-locatie is (deels) gelegen binnen de beschermingszone van een regionale waterkering. Binnen deze zone gelden verbodsbepalingen en beleidsregels ten aanzien van de uit te voeren werken, waaronder bouw-, graaf- en funderingswerken. Nagegaan dient te worden welke bepalingen en regels gelden ten aanzien van onderhavig project. Mogelijk dient een ontheffing te worden aangevraagd voor de werkzaamheden, en dient men in het funderingsontwerp rekening te houden 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.*

4.1.3 Beschrijving paaltype: Houten paal

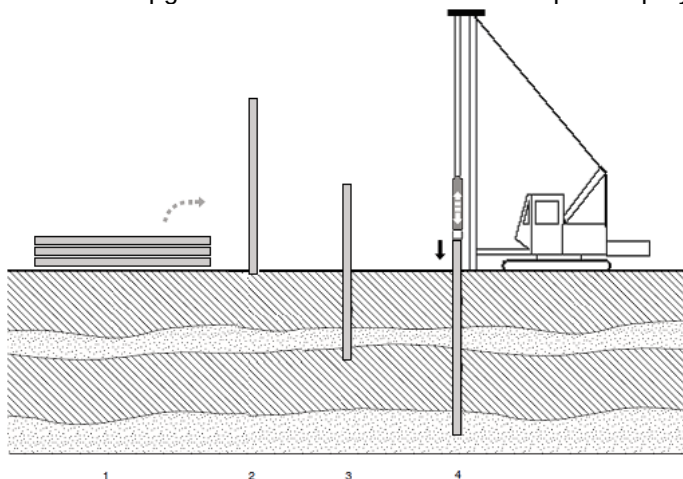
Een houten paal is een funderingspaal van hout. De palen worden drukkend, trillend of heiend grondverdringend op diepte gebracht. De afmeting van de palen wordt door de puntdiameter gedefinieerd; er wordt uitgegaan van een paalschacht welke met gemiddeld 7,5 mm/m toeneemt.

De paal-kop dient tot tenminste 0,5 meter onder het laagste polderpeil c.q. de laagste grondwaterstand te worden weg-geheid. Zo nodig dienen de palen te worden voorzien van een betonnen oplanger.



4.1.4 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 de bouwplaats getransporteerd en gelost. De prefab paal wordt op het maaiveld geplaatst en grond-verdringend 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 paal-kop verwijderd. Indien de paalwapening in de constructie opgenomen moet worden wordt de paal-kop hydraulisch gekraakt of handmatig gesneld.



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

4.1.5 Algemeen

In verband met (een eventuele toekomstige dijkophoging) kunnen horizontale krachten ontstaan op de palen. Een beschouwing van eventuele horizontale krachten en de gevolgen daarvan voor de paalfundering vormt geen onderdeel van onderhavig rapport. Opgemerkt wordt dat het optreden van horizontale krachten mogelijk wel aanleiding kan geven tot wijzigingen in paalpuntniveau, paaldiameter of zelfs paaltype.

4.2 Bekrachtiging funderingskeuze / toetsing grenstoestanden

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

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

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

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

Opmerking

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

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

5 Berekening fundering op palen

5.1 Uitgangspunten berekening

5.1.1 Rekenmethode

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

5.1.2 Geometrische gegevens

- Op basis van de verstrekte plangegevens (zie § 1.3.2) en aanvullende informatie van de opdrachtgever zijn de navolgende peilen aangenomen:

Woonhuis

- Bouwpeil 0,2 m - NAP
- Maaiveld 0,3 m - NAP
- Paalkopniveau 1,0 m - NAP

Bijgebouw

- Bouwpeil 0,4 m - NAP
- Maaiveld 0,5 m - NAP
- Paalkopniveau 1,2 m - NAP
- Het terrein zal ca. 0,1 à 0,5 meter worden opgehoogd.
- Voor de berekeningen is uitgegaan van een minimale grondwaterstand van 2,5 m - NAP.

5.1.3 Geotechnische gegevens

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

Paaltype:	α_p	α_s^*	α_t^*	β	L-Z diagr.	Bijzonderheden
Prefab betonpaal	0,70	0,010	0,007	1,0	1	-
Houten paal taps	0,70	0,012	0,007	1,0	1	-

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

- Conform NEN 9997-1 § 7.6 is, voor op druk belaste palen, de schachtwrijving berekend voor de grondlagen boven paalpuntniveau tot het niveau waarbij deze grondlagen *overwegend* bestaan uit zand-, klei- en leemlagen met conusweerstand groter dan 2 MPa.
- Omdat de verwachte potentiële maaiveldzakking na het installeren van de palen meer dan 0,1 m bedraagt is de maximumwaarde van de negatieve kleeft F_{nk} beschouwd als een belasting op de palen. Hierbij is gerekend met een bodemprofiel met samendrukbare lagen tot een diepte van ca. 7,6 à 8 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 belastingen en vervormingseisen

- Op het moment van schrijven zijn er (nog) geen belastingen bekend bij ons bureau.
- 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:

- Prefab betonpalen met een schachtafmeting van ∇ 220, ∇ 250 en ∇ 290 mm
- Houten palen met een schachtdiameter van $\varnothing$ 140, $\varnothing$ 150 en $\varnothing$ 160 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), paaltype, en paalafmeting(en) dient door de opdrachtgever en/of constructeur te geschieden, op basis van deze tabel en de rekenresultaten (zie § 0 en 5.2.3).

Woonhuis - prefab betonpalen

Sondering [nr.]	Maaiveldhoogte [m - NAP]	Paalpuntniveau [m - NAP] Berekend	Preferent
D1	0,53	9,0 t/m 15,0	-
D2	0,66	9,0 t/m 15,0	-

Bijgebouw(en) - Houten palen

Sondering [nr.]	Maaiveldhoogte [m - NAP]	Paalpuntniveau [m - NAP] Berekend	Preferent
D3	0,44	8,5 t/m 11,0	9,0 t/m 10,0
D4	0,94	8,5 t/m 11,0	8,5 t/m 10,0
D5	0,76	8,5 t/m 11,0	9,0 t/m 10,0

Opmerkingen / toelichting

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

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 een rekenvoorbeeld weergegeven van:

- Een prefab betonpaal met een schachtafmeting van ∇ 220 mm op 14,0 m - NAP (D2);
- Een prefab betonpaal met een schachtafmeting van ∇ 250 mm op 13,5 m - NAP (D2);
- Een houten paal met een schachtdiameter van $\varnothing$ 140 mm op 9,5 m - NAP (D3);
- Een houten paal met een schachtdiameter van $\varnothing$ 150 mm op 9,0 m - NAP (D3);

Opmerking

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

5.2.3 Zakking van de bovenkant van de paalfundering

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

- de berekende maximumdraagkracht van de paalpunt ($R_{b,cal,max}$)
- de maximumwrijvingskracht over het deel van de schacht dat meedoet in de bepaling van de draagkracht ($R_{s,cal,max}$)
- de lastzakingsdiagrammen 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-zakingsdiagrammen zijn weergegeven voor de als rekenvoorbeeld gekozen paal/palen. Last-zakingsdiagrammen voor andere sonderingen, palen, paalconfiguraties of belastingen kunnen desgewenst in een aanvullende opdracht worden uitgewerkt.

6 Richtlijnen voor ontwerp, berekening en uitvoering

6.1 Algemeen

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

6.2 Richtlijnen uitvoering houten palen

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

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

Volgens het handboek funderingen dient de minimale hart-op-hart-afstand tussen de palen bij de uitvoering normaliter $2,5 d_{kop}$ te zijn. Bij kleine hart-op-hart-afstanden kan door de verdichting van de zandlagen zwaar heiwerk 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 0,5 m. Indien de stelling een hoek moet maken met de gevellijn, moet rekening worden gehouden met een grotere afstand. Bij een kleine tussenafstand moet de mogelijke invloed van de uitvoering op de eventuele belendingen worden onderzocht.

6.3 Richtlijnen uitvoering prefab betonpalen

Voor algemene richtlijnen en aanwijzingen voor de 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 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. De heikbaarheid moet hierbij wel nader worden onderzocht, mede gelet op de mogelijke heiverdichting bij paalgroepen. De minimale tussenafstand tot eventuele belendingen bedraagt normaliter $0,4$ à $1,0$ m in verband met de uitvoering. Indien de stelling een hoek moet maken met de gevellijn, moet rekening worden gehouden met een grotere afstand. Bij een kleine tussenafstand moet de mogelijke invloed van de uitvoering op de eventuele belendingen worden onderzocht.

Geadviseerd wordt op de overgang van een vaste (zand)laag naar onderliggende slappe lagen met een gereduceerd vermogen te heien (geringere valhoogte) om het risico van paalbreuk als gevolg van het doorschieten van de palen tot een minimum te beperken.

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

6.4 Vloer

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.

6.5 Richtlijnen nieuwbouw/uitbreiding/belending

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

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

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

- de nieuwe palen moeten worden aangebracht op maximale afstand van de bestaande palen. Bij een beperkte afstand tussen de bestaande en de nieuwe palen kan zich een aantal verschijnselen voordoen die leiden tot schade aan de bestaande fundering;
- bij het doorheien van onsamendrukbare lagen zoals kleilagen kunnen de bestaande palen onderhevig zijn aan opheien;
- bij het doorheien van zandige lagen kan een neerwaarts gerichte wrijving op de bestaande palen optreden;
- tijdens de ontwikkeling van de belasting op de nieuwe palen kan de afgifte van wrijving langs de omtrek van deze palen (vergroting van de) negatieve kleef bij de oude palen veroorzaken;
- bij voorkeur worden de nieuwe palen niet dieper gefundeerd dan de bestaande. Als dit wel zou gebeuren, zouden de heitrillingen 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.
 - Bij een paalpuntniveau, van de nieuwe palen, dieper dan 2 m onder dat van de palen van de belending wordt bij avegaarpalen een minimale h.o.h. paalafstand van $5 D_{eq}$ geadviseerd met een minimum van 2 m.

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

6.6 Slotopmerking(en)

In overweging wordt gegeven om aan de oostzijde van de woning (na de sloop van de bestaande bebouwing) aanvullend een sondering te laten uitvoeren om de betrouwbaarheid van het paalpuntniveau/draagkracht te verifiëren. Opgemerkt wordt dat eventueel aanvullend grondonderzoek aanleiding kan geven tot wijzigingen van paalpuntniveaus, draagkracht of zelfs paaltype.

Bijlage 1 : Berekeningsresultaten fundering op palen

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina1 van 6
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

Woning

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]	$F_{s,nk;d}$ [kN]	$R_{c,net;d}$ [kN]
D1	-0,53	-9,00	4,8	231	72	182	43	139
		-9,50	4,9	236	120	214	43	171
		-10,00	4,9	236	172	245	43	202
		-10,50	4,9	239	211	270	43	227
		-11,00	4,9	238	246	290	43	247
		-11,50	4,3	210	284	296	43	253
		-12,00	4,3	207	317	314	43	271
		-12,50	4,8	231	347	347	43	304
		-13,00	4,8	233	387	372	43	329
		-13,50	6,0	292	424	430	43	387
		-14,00	8,2	398	475	524	43	481
		-14,50	8,0	389	528	550	43	507
		-15,00	8,4	408	581	593	43	550
D2	-0,66	-9,00	5,8	282	111	236	41	195
		-9,50	5,0	241	161	242	41	201
		-10,00	4,7	225	213	263	41	222
		-10,50	4,4	213	250	278	41	237
		-11,00	4,7	228	281	305	41	264
		-11,50	4,8	233	315	329	41	288
		-12,00	4,5	217	351	341	41	300
		-12,50	4,4	212	385	358	41	317
		-13,00	4,8	231	415	388	41	347
		-13,50	4,7	227	452	407	41	367
		-14,00	5,9	284	490	465	41	424
		-14,50	7,1	343	540	529	41	489
		-15,00	6,3	304	592	538	41	497

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
-9,00	139	195
-9,50	171	201
-10,00	202	222
-10,50	227	237
-11,00	247	264
-11,50	253	288
-12,00	271	300
-12,50	304	317
-13,00	329	347
-13,50	387	367
-14,00	481	424
-14,50	507	489
-15,00	550	497

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 6
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 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]	$F_{s,nk,d}$ [kN]	$R_{c,net,d}$ [kN]
D1	-0,53	-9,00	4,6	289	82	223	49	174
		-9,50	4,6	288	137	255	49	206
		-10,00	4,7	295	195	294	49	245
		-10,50	4,9	307	239	328	49	279
		-11,00	4,6	287	280	340	49	291
		-11,50	4,3	271	323	356	49	307
		-12,00	4,3	268	360	377	49	328
		-12,50	4,8	299	394	416	49	367
		-13,00	4,8	300	440	444	49	395
		-13,50	6,1	378	482	516	49	467
		-14,00	7,8	489	540	617	49	568
		-14,50	7,9	492	600	655	49	606
D2	-0,66	-15,00	8,3	518	660	706	49	658
		-9,00	5,3	330	127	274	46	228
		-9,50	4,6	285	183	281	46	235
		-10,00	4,6	286	242	316	46	270
		-10,50	4,4	275	284	336	46	289
		-11,00	4,7	294	319	368	46	321
		-11,50	4,8	299	357	394	46	347
		-12,00	4,5	280	399	407	46	361
		-12,50	4,4	273	437	426	46	380
		-13,00	4,8	298	472	462	46	416
		-13,50	4,7	294	514	484	46	438
		-14,00	5,9	369	557	555	46	509
		-14,50	6,6	412	613	615	46	569
		-15,00	6,2	389	673	637	46	591

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
-9,00	174	228
-9,50	206	235
-10,00	245	270
-10,50	279	289
-11,00	291	321
-11,50	307	347
-12,00	328	361
-12,50	367	380
-13,00	395	416
-13,50	467	438
-14,00	568	509
-14,50	606	569
-15,00	658	591

Toelichting rekenresultaten

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

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1, pagina 3 van 6
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 prefab betonpaal NEN9997-1:2017, afmeting $\varnothing 290 / 290$ mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

Sondering	Maaiveld [m tov NAP]	PPN [m tov NAP]	$q_{b,max}$ [MPa]	$R_{b,cal,max}$ [kN]	$R_{s,cal,max}$ [kN]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{s,nk;d}$ [kN]	$R_{c,net;d}$ [kN]
D1	-0,53	-9,00	4,4	367	95	278	57	221
		-9,50	4,4	370	159	317	57	260
		-10,00	4,4	374	226	360	57	303
		-10,50	4,8	403	278	409	57	352
		-11,00	4,6	386	324	426	57	369
		-11,50	4,3	364	375	443	57	386
		-12,00	4,3	360	418	466	57	410
		-12,50	4,8	402	457	516	57	459
		-13,00	4,8	403	510	548	57	491
		-13,50	6,2	518	559	646	57	590
		-14,00	7,7	650	626	766	57	709
		-14,50	7,7	649	696	807	57	750
		-15,00	8,2	687	765	871	57	815
D2	-0,66	-9,00	4,7	397	147	326	54	272
		-9,50	4,2	356	213	341	54	288
		-10,00	4,3	366	280	387	54	334
		-10,50	4,4	369	330	419	54	366
		-11,00	4,7	395	370	459	54	405
		-11,50	4,5	382	415	478	54	424
		-12,00	4,5	376	463	503	54	450
		-12,50	4,4	368	507	525	54	471
		-13,00	4,8	400	548	569	54	515
		-13,50	4,8	401	596	598	54	544
		-14,00	6,0	508	646	692	54	639
		-14,50	6,4	541	711	751	54	697
		-15,00	6,1	516	781	778	54	724

Netto Draagkracht in [kN]

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

PPN [m tov NAP]	D1	D2
-9,00	221	272
-9,50	260	288
-10,00	303	334
-10,50	352	366
-11,00	369	405
-11,50	386	424
-12,00	410	450
-12,50	459	471
-13,00	491	515
-13,50	590	544
-14,00	709	639
-14,50	750	697
-15,00	815	724

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 6
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

Bijgebouw

Rekenresultaten

Paaltype houten paal taps NEN9997-1:2017, afmeting Ø140 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]
D3	-0,44	-8,50	5,3	81	20	61	39	22
		-9,00	6,9	107	53	96	39	56
		-9,50	8,3	128	86	128	40	89
		-10,00	5,4	83	120	122	40	82
		-10,50	4,8	74	150	134	41	93
		-11,00	4,5	70	172	145	41	104
D4	-0,94	-8,50	6,2	96	38	80	26	54
		-9,00	6,8	104	70	104	27	78
		-9,50	7,9	121	100	133	27	106
		-10,00	6,4	99	134	140	27	113
		-10,50	6,5	99	167	160	28	132
		-11,00	4,5	70	202	163	28	135
D5	-0,76	-8,50	5,1	79	20	60	32	27
		-9,00	6,3	96	52	89	32	57
		-9,50	6,2	96	84	108	33	75
		-10,00	4,2	64	117	109	33	75
		-10,50	3,1	47	137	111	34	77
		-11,00	3,7	56	154	126	34	92

Netto Draagkracht in [kN]

Paaltype houten paal taps NEN9997-1:2017, afmeting Ø140 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	D3	D4	D5
-8,50	22	54	27
-9,00	56	78	57
-9,50	89	106	75
-10,00	82	113	75
-10,50	93	132	77
-11,00	104	135	92

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 6
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

Rekenresultaten

Paaltype houten paal taps NEN9997-1:2017, afmeting Ø150 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]
D3	-0,44	-8,50	5,2	92	22	68	41	27
		-9,00	6,8	119	57	106	42	64
		-9,50	8,1	143	92	141	42	99
		-10,00	5,2	92	128	132	42	90
		-10,50	4,8	85	160	147	43	104
		-11,00	4,5	80	183	158	43	115
D4	-0,94	-8,50	6,1	108	41	89	28	61
		-9,00	6,7	118	74	116	28	87
		-9,50	7,9	140	106	148	29	119
		-10,00	6,4	114	143	154	29	126
		-10,50	6,1	108	178	172	29	143
		-11,00	4,5	80	215	177	29	148
D5	-0,76	-8,50	5,1	89	22	67	34	33
		-9,00	6,1	108	56	98	34	64
		-9,50	6,2	109	90	119	35	85
		-10,00	3,9	69	125	116	35	81
		-10,50	3,1	54	146	120	35	85
		-11,00	3,6	64	164	137	36	101

Netto Draagkracht in [kN]

Paaltype houten paal taps NEN9997-1:2017, afmeting Ø150 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	D3	D4	D5
-8,50	27	61	33
-9,00	64	87	64
-9,50	99	119	85
-10,00	90	126	81
-10,50	104	143	85
-11,00	115	148	101

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 6
voor axiaal belaste funderingspalen.

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

Rekenresultaten

Paaltype houten paal taps NEN9997-1:2017, afmeting Ø160 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]
D3	-0,44	-8,50	5,1	103	23	76	43	33
		-9,00	6,6	133	60	116	44	72
		-9,50	7,7	155	97	151	44	107
		-10,00	5,1	103	136	144	45	99
		-10,50	4,8	96	170	159	45	114
		-11,00	4,5	91	194	171	46	126
D4	-0,94	-8,50	6,0	120	43	98	30	69
		-9,00	6,5	131	79	126	30	96
		-9,50	8,0	160	113	164	30	134
		-10,00	6,4	130	152	169	30	139
		-10,50	6,0	120	190	186	31	155
		-11,00	4,5	91	228	192	31	161
D5	-0,76	-8,50	5,0	100	23	74	36	38
		-9,00	6,0	120	60	108	36	71
		-9,50	6,0	120	96	129	37	93
		-10,00	3,8	76	133	125	37	88
		-10,50	3,1	62	156	130	37	93
		-11,00	3,7	74	174	149	38	111

Netto Draagkracht in [kN]

Paaltype houten paal taps NEN9997-1:2017, afmeting Ø160 mm, $\xi_3 = 1,39$ en $\xi_4 = 1,39$

PPN [m tov NAP]	D3	D4	D5
-8,50	33	69	38
-9,00	72	96	71
-9,50	107	134	93
-10,00	99	139	88
-10,50	114	155	93
-11,00	126	161	111

Toelichting rekenresultaten

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

Voorbeeldberekening

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

Uitgangspunten

Referentie niveau:	NAP
Gehanteerde sondering:	D2
Paaltype:	prefab betonpaal NEN9997-1:2017
Paalpuntniveau:	-14 meter
Schachtafmeting:	220 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	-0,66 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	-0,3 meter
Aanlegniveau fundering:	-1 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	-2,5 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,36 meter
Schachtwrijving startniveau:	-7,6 meter
Schachtwrijving eindniveau:	-14 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	9,9	MPa
$q_{c,II,gem}$ =	9,8	MPa
$q_{c,III,gem}$ =	6,9	MPa
α_p =	0,7	
β =	1	
s =	1	
$p_{r,max;punt}$ =	5,88	MPa
a_s =	0,01	
$q_{c,z;a}$ =	8,7	MPa
$q_{s,max}$ =	0,087	MPa
$R_{s,cal,max}$ =	490,148	kN
A_{punt} =	0,048	m ²
Q_s =	0,88	m
Δ_L =	6,4	m
$R_{b,cal,max}$ =	284	kN
$R_{c,cal,max}$ =	775	kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39	
$R_{c,cal,max;k}$ =	558	kN
γ_t =	1,2	
$R_{c;d}$ =	465	kN
$R_{c;net;d}$ =	424	kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	-0,3	meter
Negatieve kleef eindniveau:	-7,6	meter
Gebruikte waterstand:	-2,5	meter
F_{snkd} =	41	kN

Tabel volumegewichten

Diepte [m]	Grondsoort	volumegewicht [kN/m ³]	γ -waarde	$K_0;rep * \tan \gamma;rep$
-0,3	Zand Schoon Los	17	30	0,29
-1,22	Veen Niet-Voorbelast Slap	5	15	0,25
-3,14	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-3,68	Veen Niet-Voorbelast Slap	11	15	0,25
-4,68	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-5,82	Zand Schoon Los	19	30	0,29
-6,62	Zand Schoon Matig	20	32,5	0,29
-7,26	Veen Matig-Voorbelast Matig	12	20	0,25



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

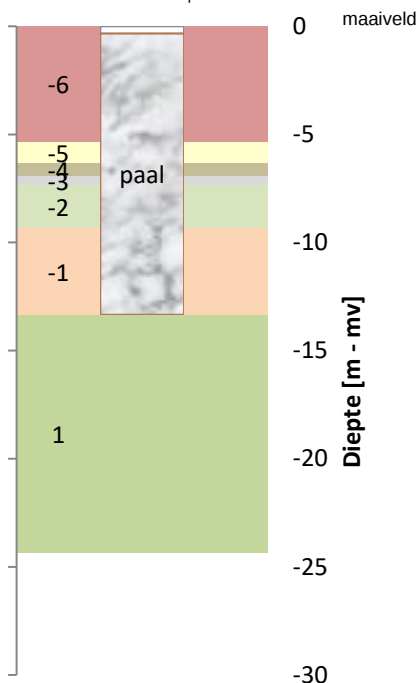
Bodemeigenschappen (aanname)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	-0,66 [m NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	-0,66 [m NAP]
Hoge grondwaterstand	-0,5 [m NAP]
Lage grondwaterstand	-2,5 [m NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m ²]

Paaleigenschappen

Paaltype	Prefab_betonpaal
E-modulus [Gpa] (kern)	2,0E+01
Last-zakkingsdiagram	1
Paalkopniveau	-1,00 [m tov NAP]
Paalpuntniveau	-14,00 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	-7,60 [m tov NAP]
Aantal palen (X x Y)	1 x 2

Dwarsdoorsnede bodemopbouw



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

laag	onderzijde [m NAP]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	CR [-]	C_α [-]
-6	-6,0	10,5	11,0	15,0	0,460	0,023
-5	-7,0	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
-4	-7,6	12,0	14,0	17,5	0,329	0,013
-3	-8,0	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
-2	-10,0	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
-1	-14,0	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
1	-25,0	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000

Symbolen en eenheden

γ	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m ³	Fc	Paalbelasting	kN
γ_{sat}	volumieke gewicht van verzadigde grond	kN/m ³	F _{nk}	Negatieve kleef	kN
ϕ'	effectieve hoek van inwendige wrijving	°	F _{c,netto}	Netto paalbelasting (Fc-F _{nk})	kN
CR	compression ration (Cc/(1+e0))	-	S _b	Paalpuntzакking tgv bovenbelasting	mm
Ca	secundaire samendrukkingsindex	-	S _{el}	Elastische verkorting paal	mm
			S ₁	S _b + S _{el}	mm
R _s	Schachtweerstand	kN	S ₂	Zакking tgv samendrukking lagen onder paal	mm
R _b	Puntweerstand	kN	S _d	Rekenwaarde paalkopzакking (= S ₁ + S ₂)	mm
R _c	weerstand van de grond op druk	kN	kv	statische veercoëfficiënt (Fc / S _d)	kN/mm



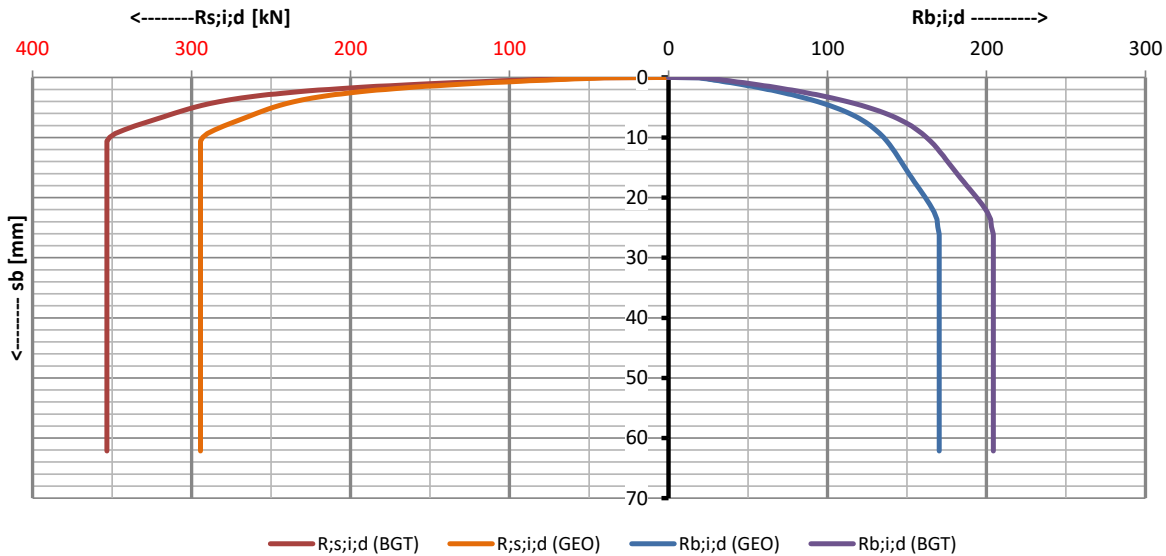
Paalkopzakking en last-zakingsdiagram

0

Paaltype: Prefab_betonpaal
Paalafmeting: 220 x 220 mm
Paalpuntniveau: -14,00 m tov NAP
Sondering: D2

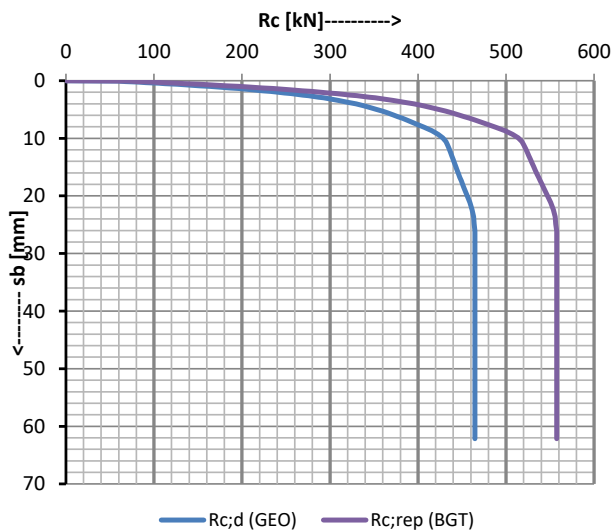
Palenplan	x-richting:	y-richting:
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



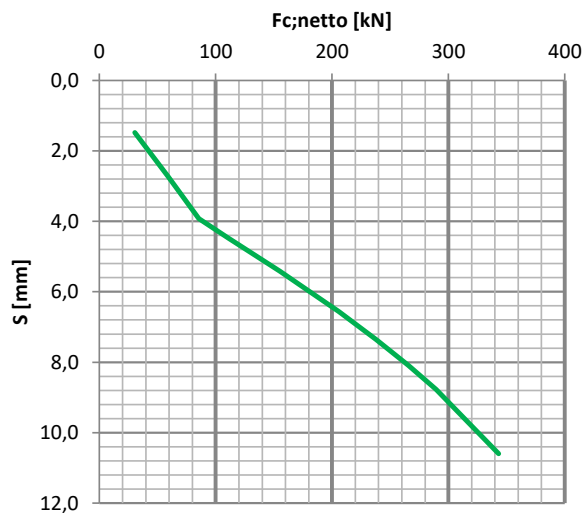
Last / Zakking diagram

Paalweerstand vs. paalpuntzakking



Last / zakking diagram

Netto paalbelasting vs paalkopzakking



UGT

Fc;d;netto [kN]	Fnk;d [kN]	Fc;d [kN]	Sb;d [mm]	Sel;d [mm]	S1;d [mm]	S2;d [mm]	S;d [mm]
424	41	465	26,1	7,0	33,1	2,0	35,1
423	41	464	24,9	7,0	31,8	2,0	33,8
422	41	463	23,6	7,0	30,6	2,0	32,6
420	41	461	22,4	6,9	29,3	2,0	31,3
418	41	459	21,1	6,9	28,0	2,0	30,0
415	41	456	19,9	6,9	26,8	1,9	28,7
411	41	452	18,6	6,8	25,5	1,9	27,4
408	41	449	17,4	6,8	24,2	1,9	26,1
257	41	298	3,1	4,8	7,9	1,0	8,9
27	41	68	0,1	1,6	1,7	0,0	1,7

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]
343	41	384	3,7	5,6	9,3	1,3	10,6	36	28
289	41	330	2,6	4,9	7,5	1,3	8,8	38	29
266	41	307	2,2	4,6	6,8	1,3	8,1	38	29
238	41	279	1,9	4,2	6,1	1,3	7,4	38	29
206	41	247	1,5	3,8	5,3	1,2	6,6	38	29
155	41	196	1,0	3,2	4,2	1,2	5,4	36	28
110	41	151	0,6	2,6	3,2	1,2	4,5	34	26
86	41	127	0,4	2,3	2,7	1,2	3,9	32	25
59	41	100	0,2	2,0	2,2	0,5	2,7	37	28
31	41	72	0,1	1,4	1,5	0,0	1,5	48	37

Voorbeeldberekening

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

Uitgangspunten

Referentie niveau:	NAP
Gehanteerde sondering:	D2
Paaltype:	prefab betonpaal NEN9997-1:2017
Paalpuntniveau:	-13,5 meter
Schachtafmeting:	250 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	-0,66 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	-0,3 meter
Aanlegniveau fundering:	-1 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	-2,5 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,36 meter
Schachtwrijving startniveau:	-7,6 meter
Schachtwrijving eindniveau:	-13,5 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	7,2	MPa
$q_{c,II,gem}$ =	7	MPa
$q_{c,III,gem}$ =	6,3	MPa
α_p =	0,7	
β =	1	
s =	1	
$p_{r,max;punt}$ =	4,7	MPa
a_s =	0,01	
$q_{c,z;a}$ =	8,7	MPa
$q_{s,max}$ =	0,087	MPa
$R_{s,cal,max}$ =	513,586	kN
A_{punt} =	0,062	m ²
Q_s =	1	m
Δ_L =	5,9	m
$R_{b,cal,max}$ =	294	kN
$R_{c,cal,max}$ =	807	kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39	
$R_{c,cal,max;k}$ =	581	kN
γ_t =	1,2	
$R_{c,d}$ =	484	kN
$R_{c,net;d}$ =	438	kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	-0,3	meter
Negatieve kleef eindniveau:	-7,6	meter
Gebruikte waterstand:	-2,5	meter
F_{snkd} =	46	kN

Tabel volume gewichten

Diepte [m]	Grondsoort	volume gewicht [kN/m ³]	γ -waarde	$K_0; rep * \tan \gamma; rep$
-0,3	Zand Schoon Los	17	30	0,29
-1,22	Veen Niet-Voorbelast Slap	5	15	0,25
-3,14	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-3,68	Veen Niet-Voorbelast Slap	11	15	0,25
-4,68	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-5,82	Zand Schoon Los	19	30	0,29
-6,62	Zand Schoon Matig	20	32,5	0,29
-7,26	Veen Matig-Voorbelast Matig	12	20	0,25



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

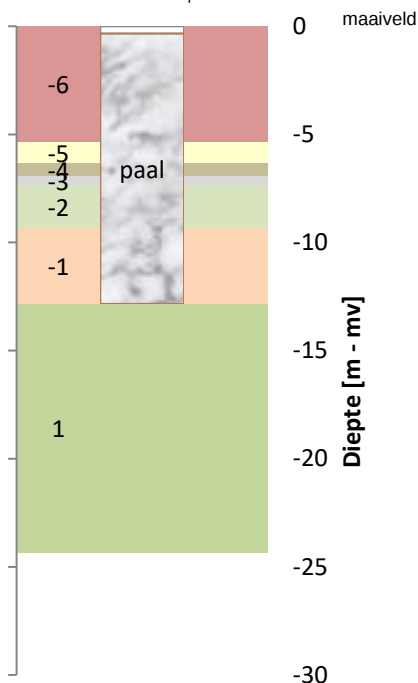
Bodemeigenschappen (aanname)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	-0,66 [m NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	-0,66 [m NAP]
Hoge grondwaterstand	-0,5 [m NAP]
Lage grondwaterstand	-2,5 [m NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m ²]

Paaleigenschappen

Paaltype	Prefab_betonpaal
E-modulus [Gpa] (kern)	2,0E+01
Last-zakkingsdiagram	1
Paalkopniveau	-1,00 [m tov NAP]
Paalpuntniveau	-13,50 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	-7,60 [m tov NAP]
Aantal palen (X x Y)	1 x 2

Dwarsdoorsnede bodemopbouw



Bovenaanzicht palenplan



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

laag	onderzijde [m NAP]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	CR [-]	C_α [-]
-6	-6,0	10,5	11,0	15,0	0,460	0,023
-5	-7,0	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
-4	-7,6	12,0	14,0	17,5	0,329	0,013
-3	-8,0	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
-2	-10,0	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
-1	-13,5	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
1	-25,0	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000

Symbolen en eenheden

γ	volumieke gewicht van grond (natuurlijk)	kN/m ³	Fc	Paalbelasting	kN
γ_{sat}	volumieke gewicht van verzadigde grond	kN/m ³	F _{nk}	Negatieve kleef	kN
ϕ'	effectieve hoek van inwendige wrijving	°	F _{c,netto}	Netto paalbelasting (Fc-F _{nk})	kN
CR	compression ration (Cc/(1+e0))	-	S _b	Paalpuntzакking tgv bovenbelasting	mm
C _α	secundaire samendrukkingsindex	-	S _{el}	Elastische verkorting paal	mm
Rs	Schachtweerstand	kN	S ₁	S _b + S _{el}	mm
R _b	Puntweerstand	kN	S ₂	Zакking tgv samendrukking lagen onder paal	mm
R _c	weerstand van de grond op druk	kN	S _d	Rekenwaarde paalkopzакking (= S ₁ + S ₂)	mm
			kv	statische veercoëfficiënt (Fc / S _d)	kN/mm



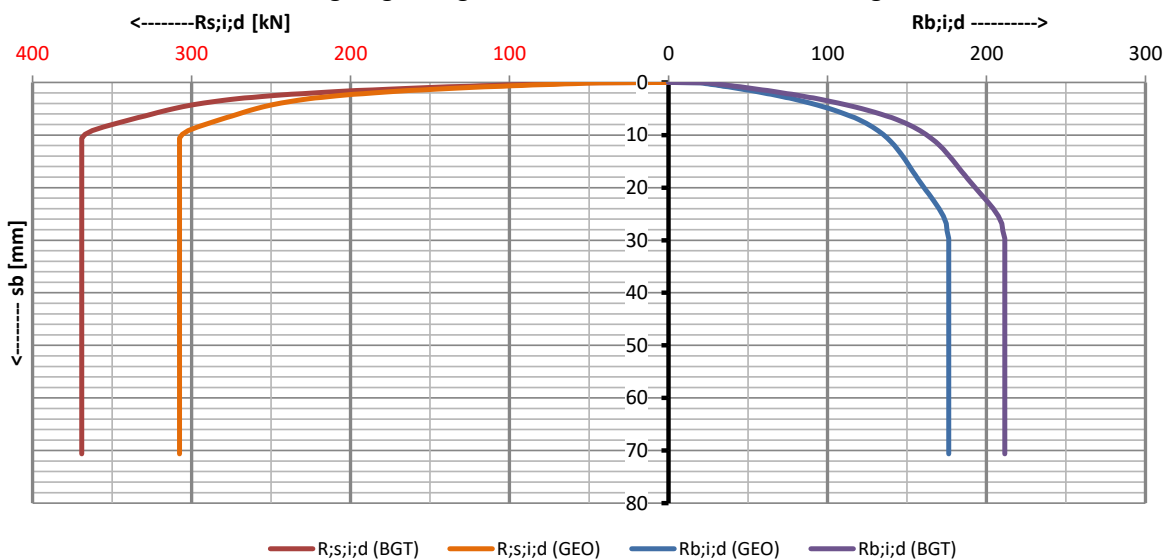
Paalkopzakking en last-zakingsdiagram

0

Paaltype: Prefab_betonpaal
Paalafmeting: 250 x 250 mm
Paalpuntniveau: -13,50 m tov NAP
Sondering: D2

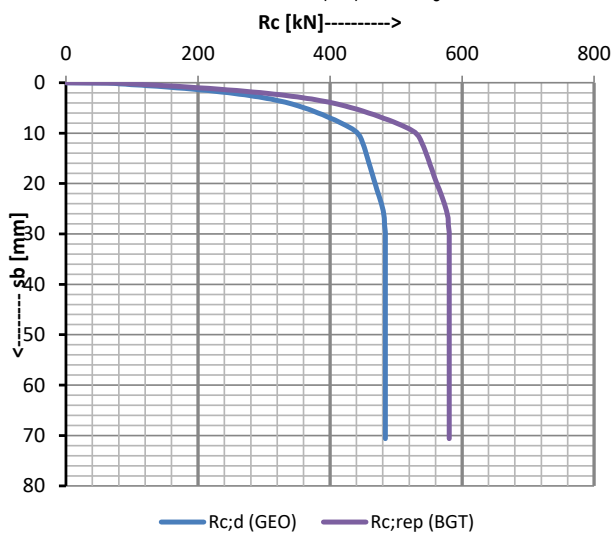
Palenplan	<i>x-richting:</i>	<i>y-richting:</i>
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



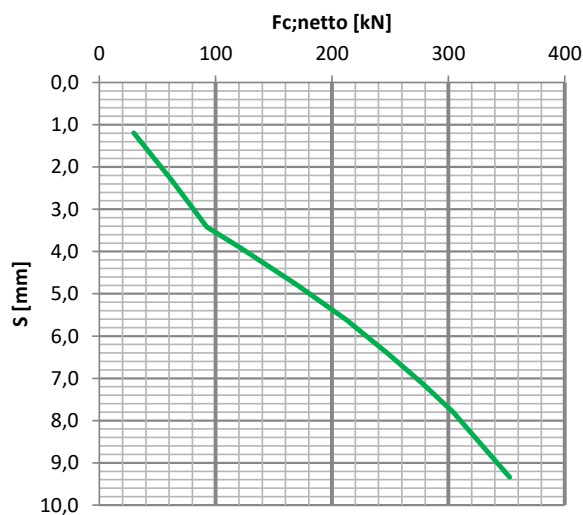
Last / Zakking diagram

Paalweerstand vs. paalpuntzakking



Last / zakking diagram

Netto paalbelasting vs paalkopzakking



UGT

Fc;d;netto [kN]	Fnk;d [kN]	Fc;d [kN]	Sb;d [mm]	Sel;d [mm]	S1;d [mm]	S2;d [mm]	S;d [mm]
438	46	484	29,7	5,4	35,1	1,8	36,8
437	46	483	28,3	5,4	33,6	1,8	35,4
436	46	482	26,8	5,4	32,2	1,8	34,0
434	46	480	25,4	5,4	30,8	1,8	32,6
432	46	478	24,0	5,3	29,4	1,8	31,1
429	46	475	22,6	5,3	27,9	1,8	29,7
425	46	471	21,2	5,3	26,5	1,7	28,2
422	46	468	19,8	5,3	25,0	1,7	26,7
274	46	320	3,5	3,8	7,4	0,9	8,3
26	46	72	0,1	1,2	1,4	0,0	1,4

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]
353	46	399	3,9	4,3	8,2	1,1	9,3	43	33
304	46	350	2,8	3,9	6,7	1,1	7,8	45	34
279	46	325	2,4	3,6	6,0	1,1	7,1	45	35
248	46	294	2,0	3,3	5,3	1,1	6,4	46	35
212	46	258	1,6	3,0	4,5	1,1	5,6	46	35
170	46	216	1,1	2,6	3,7	1,1	4,8	45	35
120	46	166	0,7	2,1	2,8	1,1	3,9	43	33
92	46	138	0,5	1,9	2,4	1,1	3,4	41	31
62	46	108	0,3	1,6	1,9	0,4	2,3	47	36
30	46	76	0,1	1,1	1,2	0,0	1,2	63	49

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:	D3
Paaltype:	houten paal taps NEN9997-1:2017
Paalpuntniveau:	-9,5 meter
Schachtafmeting:	140 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	-0,44 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	-0,4 meter
Aanlegniveau fundering:	-1,2 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	-2,5 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,04 meter
Schachtwrijving startniveau:	-8 meter
Schachtwrijving eindniveau:	-9,5 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	14,1	MPa
$q_{c,II,gem}$ =	12,2	MPa
$q_{c,III,gem}$ =	10,7	MPa
α_p =	0,7	
β =	1	
s =	1	
$p_{r,max;punt}$ =	8,33	MPa
a_s =	0,012	
$q_{c,z;a}$ =	10,4	MPa
$q_{s,max}$ =	0,125	MPa
$R_{s,cal,max}$ =	85,645	kN
A_{punt} =	0,015	m ²
Q_s =	0,547	m
Δ_L =	1,5	m
$R_{b,cal,max}$ =	128	kN
$R_{c,cal,max}$ =	214	kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39	
$R_{c,cal,max;k}$ =	154	kN
γ_t =	1,2	
$R_{c;d}$ =	128	kN
$R_{c,net;d}$ =	89	kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	-0,4	meter
Negatieve kleef eindniveau:	-8	meter
Gebruikte waterstand:	-2,5	meter
F_{snkd} =	40	kN

Tabel volumegewichten

Diepte [m]	Grondsoort	volumegewicht [kN/m ³]	γ -waarde	$K_0;rep * \tan \gamma;rep$
-0,44	Zand Schoon Vast	19	35	0,30
-1,32	Veen Matig-Voorbelast Matig	6	20	0,25
-1,68	Veen Niet-Voorbelast Slap	5	15	0,25
-1,98	Zand Schoon Los	17	30	0,29
-2,68	Veen Niet-Voorbelast Slap	11	15	0,25
-4,68	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-5,5	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-6,18	Zand Schoon Matig	20	32,5	0,29
-7,48	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25



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

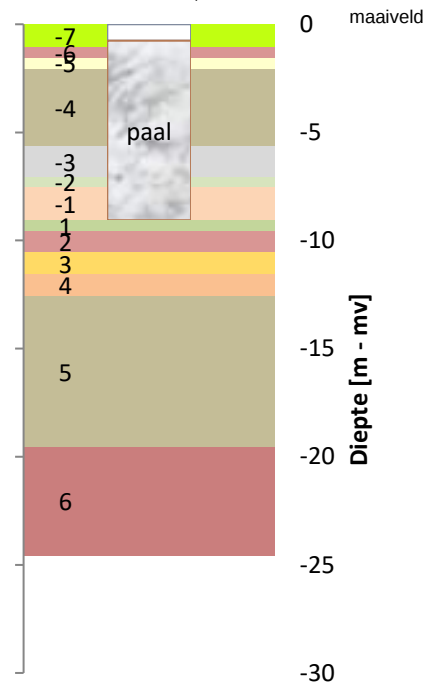
Bodemeigenschappen (aanname)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	-0,44 [m NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	-0,44 [m NAP]
Hoge grondwaterstand	-0,5 [m NAP]
Lage grondwaterstand	-2,5 [m NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m ²]

Paaleigenschappen

Paaltype	Houten_paal
E-modulus [Gpa] (kern)	3,6E+00
Tapsheid [mm/m]	7,5
Last-zakkingsdiagram	1
Paalkopniveau	-1,20 [m tov NAP]
Paalpuntniveau	-9,50 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	-8,00 [m tov NAP]
Aantal palen (X × Y)	1 × 2

Dwarsdoorsnede bodemopbouw



Bovenaanzicht palenplan



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

laag	onderzijde [m NAP]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	CR [-]	C_α [-]
-7	-1,5	18,0	20,0	32,0	0,005	0,000
-6	-2,0	10,5	11,0	15,0	0,460	0,023
-5	-2,5	18,0	20,0	27,5	0,012	0,000
-4	-6,1	10,5	11,0	15,0	0,460	0,023
-3	-7,5	18,0	20,0	27,5	0,012	0,000
-2	-8,0	12,0	14,0	17,5	0,329	0,013
-1	-9,5	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
1	-10,0	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
2	-11,0	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
3	-12,0	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
4	-13,0	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
5	-20,0	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
6	-25,0	18,0	20,0	32,0	0,005	0,000

Symbolen en eenheden

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



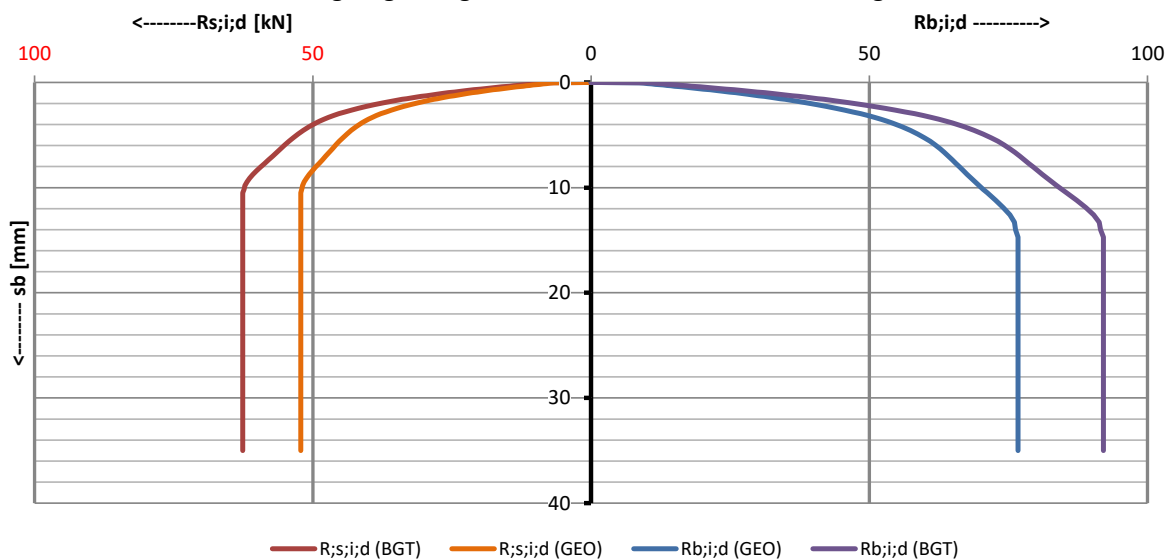
Paalkopzakking en last-zakingsdiagram

0

Paaltype: Houten_paal
Paalafmeting: 140 mm
Paalpuntniveau: -9,50 m tov NAP
Sondering: D3

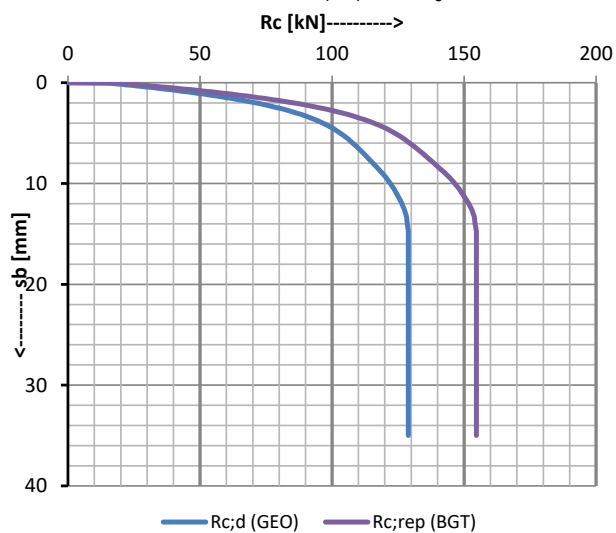
Palenplan	x-richting:	y-richting:
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



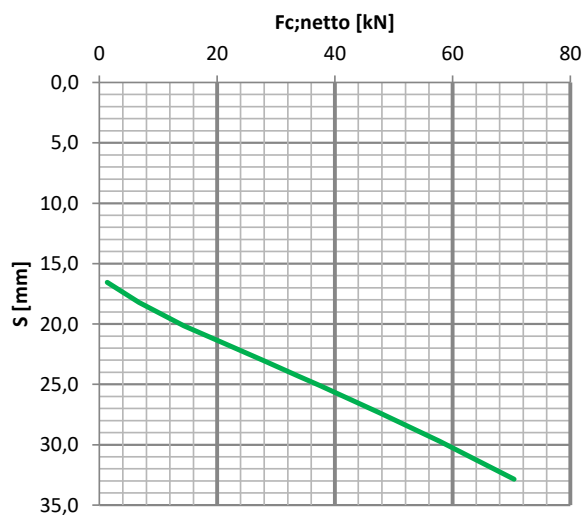
Last / Zakking diagram

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]
89	40	129	14,7	29,9	44,6	1,5	46,2
88	40	128	14,0	29,9	43,9	1,5	45,4
88	40	128	13,3	29,8	43,1	1,5	44,7
87	40	127	12,6	29,7	42,3	1,5	43,8
86	40	126	11,9	29,5	41,4	1,5	42,9
85	40	125	11,2	29,3	40,5	1,5	41,9
83	40	123	10,5	29,0	39,5	1,5	41,0
82	40	122	9,8	28,7	38,5	1,4	39,9
48	40	88	3,2	22,9	26,0	0,9	26,9
3	40	43	0,8	15,0	15,8	0,2	16,1

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]
70	40	110	3,5	28,4	31,9	1,0	32,9	3	3
58	40	98	2,6	26,1	28,7	1,0	29,7	3	3
48	40	88	2,1	24,3	26,4	1,0	27,3	3	2
38	40	78	1,7	22,5	24,2	1,0	25,1	3	2
34	40	74	1,5	21,8	23,3	1,0	24,3	3	2
28	40	68	1,3	20,7	22,1	1,0	23,0	3	2
21	40	61	1,1	19,6	20,7	1,0	21,7	3	2
14	40	54	0,9	18,3	19,2	0,9	20,2	3	2
7	40	47	0,7	17,0	17,7	0,6	18,2	3	2
1	40	41	0,6	16,0	16,6	0,0	16,6	2	2

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:	D3
Paaltype:	houten paal taps NEN9997-1:2017
Paalpuntniveau:	-9 meter
Schachtafmeting:	150 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	-0,44 meter
Toekomstige maaiveldhoogte:	-0,4 meter
Aanlegniveau fundering:	-1,2 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	-2,5 meter
Ophoging ten opzichte van maaiveld:	0,04 meter
Schachtwrijving startniveau:	-8 meter
Schachtwrijving eindniveau:	-9 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	12,7	MPa
$q_{c,II,gem}$ =	10,7	MPa
$q_{c,III,gem}$ =	7,6	MPa
α_p =	0,7	
β =	1	
s =	1	
$p_{r,max;punt}$ =	6,75	MPa
a_s =	0,012	
$q_{c,z;a}$ =	9,8	MPa
$q_{s,max}$ =	0,117	MPa
$R_{s,cal,max}$ =	56,627	kN
A_{punt} =	0,018	m ²
Q_s =	0,573	m
Δ_L =	1	m
$R_{b,cal,max}$ =	119	kN
$R_{c,cal,max}$ =	176	kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39	
$R_{c,cal,max;k}$ =	127	kN
γ_t =	1,2	
$R_{c;d}$ =	106	kN
$R_{c;net;d}$ =	64	kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	-0,4	meter
Negatieve kleef eindniveau:	-8	meter
Gebruikte waterstand:	-2,5	meter
F_{snkd} =	42	kN

Tabel volumegewichten

Diepte [m]	Grondsoort	volumegewicht [kN/m ³]	γ -waarde	$K_0;rep * \tan \gamma;rep$
-0,44	Zand Schoon Vast	19	35	0,30
-1,32	Veen Matig-Voorbelast Matig	6	20	0,25
-1,68	Veen Niet-Voorbelast Slap	5	15	0,25
-1,98	Zand Schoon Los	17	30	0,29
-2,68	Veen Niet-Voorbelast Slap	11	15	0,25
-4,68	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-5,5	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-6,18	Zand Schoon Matig	20	32,5	0,29
-7,48	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25



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

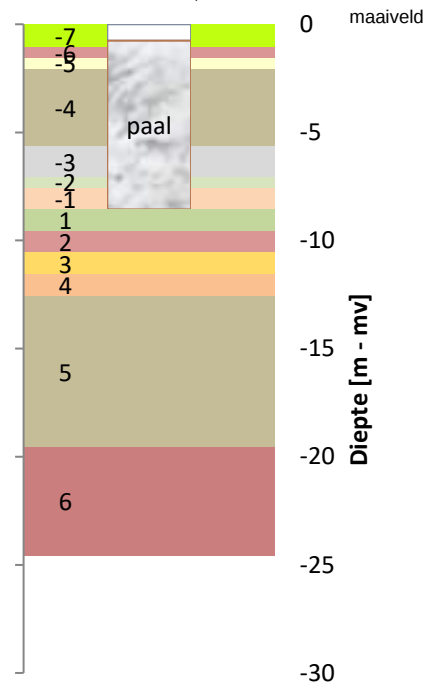
Bodemeigenschappen (aanname)

Oorspronkelijke maaiveldhoogte	-0,44 [m NAP]
Toekomstige maaiveldhoogte	-0,44 [m NAP]
Hoge grondwaterstand	-0,5 [m NAP]
Lage grondwaterstand	-2,5 [m NAP]
Pre-overburden pressure (POP)	2,0 [kN/m ²]

Paaleigenschappen

Paaltype	Houten_paal
E-modulus [Gpa] (kern)	3,6E+00
Tapsheid [mm/m]	7,5
Last-zakkingsdiagram	1
Paalkopniveau	-1,20 [m tov NAP]
Paalpuntniveau	-9,00 [m tov NAP]
Startniveau schachtwrijving	-8,00 [m tov NAP]
Aantal palen (X × Y)	1 × 2

Dwarsdoorsnede bodemopbouw



Bovenaanzicht palenplan



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

laag	onderzijde [m NAP]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	CR [-]	C_α [-]
-7	-1,5	18,0	20,0	32,0	0,005	0,000
-6	-2,0	10,5	11,0	15,0	0,460	0,023
-5	-2,5	18,0	20,0	27,5	0,012	0,000
-4	-6,1	10,5	11,0	15,0	0,460	0,023
-3	-7,5	18,0	20,0	27,5	0,012	0,000
-2	-8,0	12,0	14,0	17,5	0,329	0,013
-1	-9,0	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
1	-10,0	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
2	-11,0	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
3	-12,0	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
4	-13,0	17,0	19,0	30,0	0,011	0,000
5	-20,0	17,5	19,5	31,0	0,009	0,000
6	-25,0	18,0	20,0	32,0	0,005	0,000

Symbolen en eenheden

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



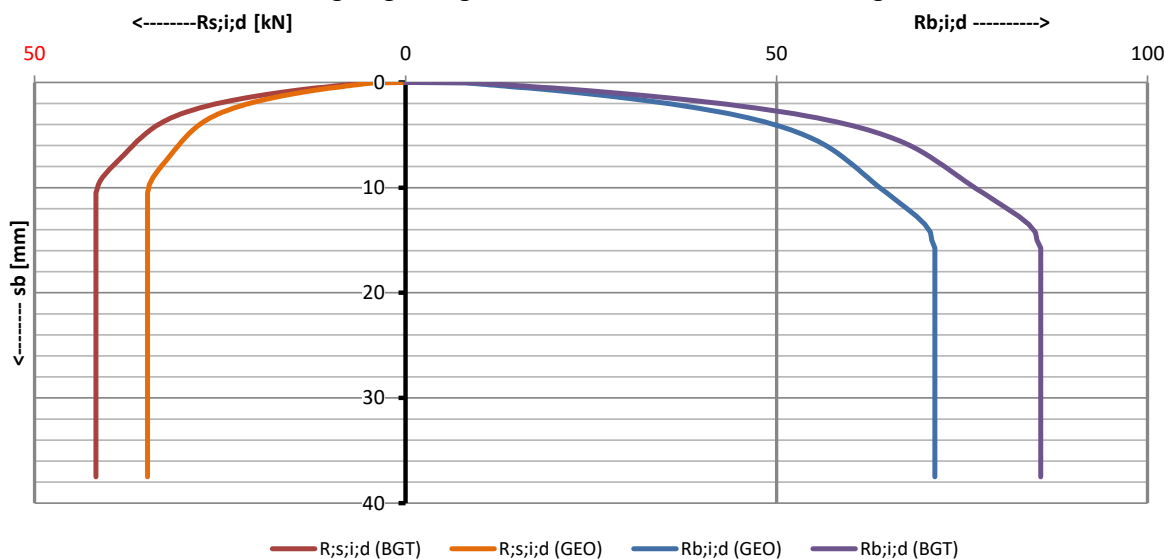
Paalkopzakking en last-zakingsdiagram

0

Paaltype: Houten_paal
Paalafmeting: 150 mm
Paalpuntniveau: -9,00 m tov NAP
Sondering: D3

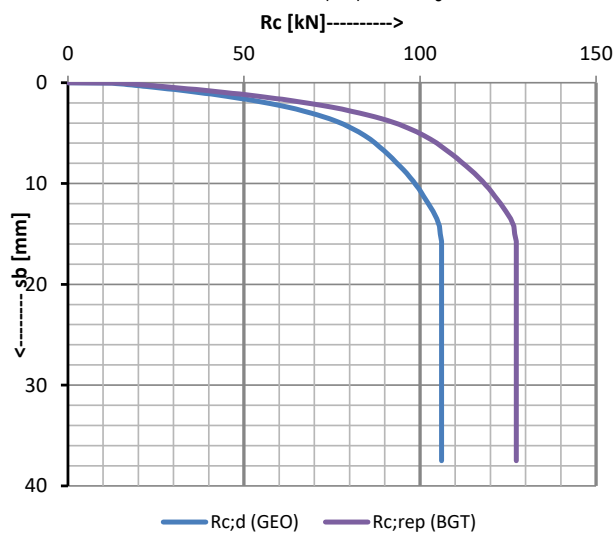
Palenplan	<i>x-richting:</i>	<i>y-richting:</i>
aantal	1	2
hoh-afstand [m]	nvt	2,0

Last / Zakking diagram : grenstoestand Geo en bruikbaarheidsgrenstoestand



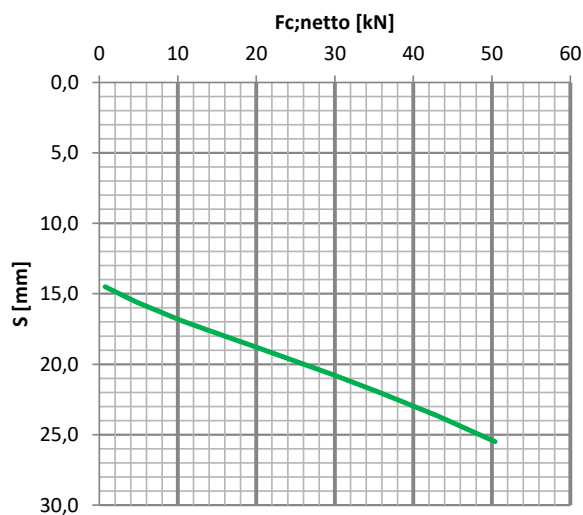
Last / Zakking diagram

Paalweerstand vs. paalpuntzakking



Last / zakking diagram

Netto paalbelasting vs paalkopzakking



UGT

Fc;d;netto [kN]	Fnk;d [kN]	Fc;d [kN]	Sb;d [mm]	Sel;d [mm]	S1;d [mm]	S2;d [mm]	S;d [mm]
64	42	106	15,8	21,4	37,2	1,1	38,2
64	42	106	15,0	21,4	36,4	1,1	37,4
64	42	106	14,3	21,3	35,6	1,1	36,6
63	42	105	13,5	21,2	34,7	1,0	35,8
62	42	104	12,8	21,1	33,8	1,0	34,8
60	42	102	12,0	20,9	32,9	1,0	33,9
59	42	101	11,3	20,7	31,9	1,0	32,9
58	42	100	10,5	20,5	31,0	1,0	32,0
34	42	76	3,8	17,1	20,8	0,6	21,5
2	42	44	1,3	12,5	13,8	0,2	14,0

BGT

Fc;netto [kN]	Fnk [kN]	Fc [kN]	Sb [mm]	Sel [mm]	S1 [mm]	S2 [mm]	S [mm]	kv;rep [kN/mm]	kv;d [kN/mm]
50	42	92	3,9	20,9	24,8	0,7	25,5	4	3
43	42	85	3,2	19,8	23,0	0,7	23,7	4	3
36	42	78	2,6	18,7	21,4	0,7	22,0	4	3
30	42	72	2,3	17,9	20,1	0,7	20,8	3	3
22	42	64	1,8	16,7	18,5	0,7	19,2	3	3
19	42	61	1,7	16,2	17,9	0,7	18,6	3	3
14	42	56	1,4	15,5	17,0	0,6	17,6	3	2
10	42	52	1,3	15,0	16,3	0,6	16,9	3	2
5	42	47	1,1	14,2	15,2	0,4	15,6	3	2
1	42	43	0,9	13,6	14,5	0,0	14,5	3	2

Symbolen en eenheden

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

Bijlage 2 : Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp

Algemene richtlijnen en aandachtspunten uitvoering en ontwerp

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

Algemeen

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

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

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

Algemeen

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

Grondwerken en grondkerende constructies

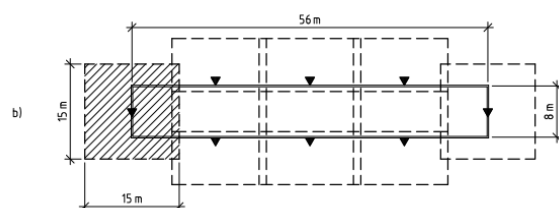
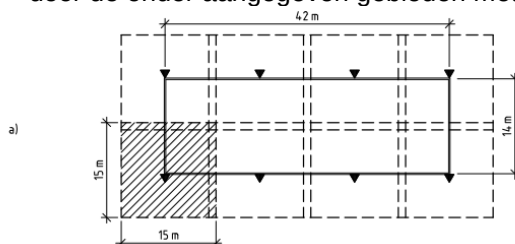
- Indien op basis van de geologische kennis van het gebied wordt verwacht dat afwijkingen in dikte van aanwezige klei-, veen- en leemlagen op het bouwterrein kleiner zijn dan 0,5 m, waardoor geen zakkingsverschillen groter dan 0,10 m over een afstand van 10 m zullen optreden, mag de afstand tussen de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

Fundering op staal

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

Fundering op palen

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



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

Wat als het grondonderzoek niet voldoet aan deze richtlijnen?

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

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

Afstand WKO-boringen tot fundering

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

Schade aan gebouwen en constructies kan worden voorkomen, door de boring op veilige afstand hiervan te plaatsen. Conform de uitvoeringseisen uit SIKB Protocol 2101 "Mechanisch boren", versie 4.0 d.d. 1 februari 2018 geldt dat, tenzij anders overeengekomen, een boring op een afstand van minimaal $10 \times$ 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
Nieuwbouw, Bazeldijk 78a
Meerkerk

Opdrachtgever: Dhr. M. Sterk
Bazeldijk 78a
4231 ZE Meerkerk

Projectnummer: 2300835

Versie:1

Rapportdatum: 9 mei 2023

Contactpersoon: S. Janssen



Dataverwerking: Bedrijfsbureau

Controle: W. Doeswijk



Inhoudsopgave

1	Projectbeschrijving	1
2	Veldonderzoek.....	2
2.1	Onderzoeksopzet	2
2.2	Sonderingen	2
2.3	Hoogtemeting	2

Bijlagen

Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek

1 Projectbeschrijving

In opdracht van dhr. Sterk is door Wiha Grondmechanica een grondonderzoek uitgevoerd voor het project "Nieuwbouw, Bazeldijk 78a te Meerkerk".

In onderhavig rapport worden de resultaten van het grondonderzoek weergegeven.

2 Veldonderzoek

2.1 Onderzoeksopzet

Het grondonderzoek heeft plaatsgevonden op 25 april en 8 mei 2023.
De onderzoeksopzet is bepaald door de opdrachtgever.
De onderzoekspunten zijn door ons bureau in het terrein uitgezet en ingemeten.

2.2 Sonderingen

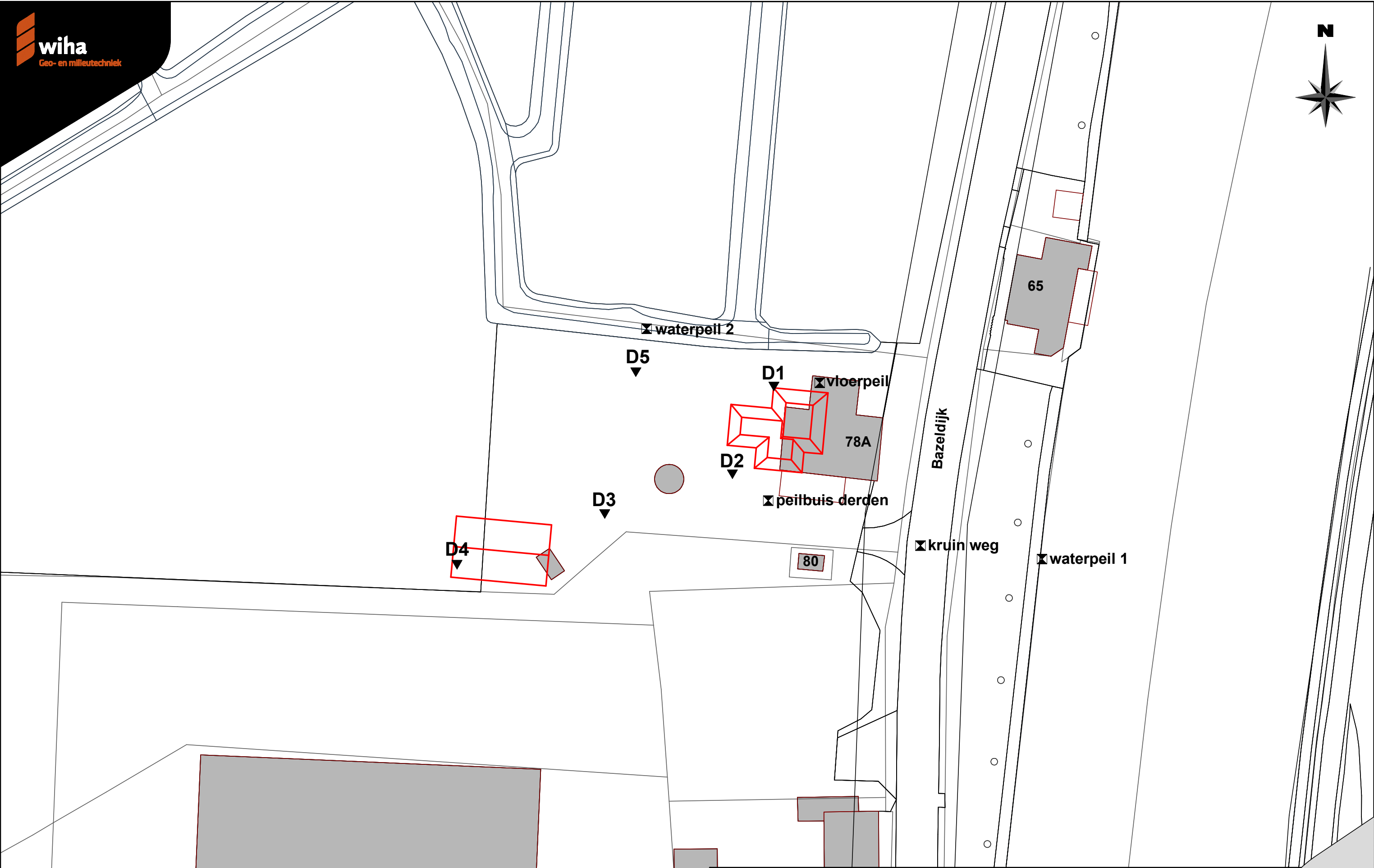
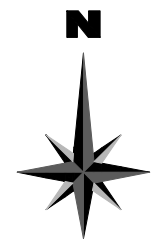
Voor dit project zijn door ons bureau 5 sonderingen gemaakt.
Het betreft sondeernummers: D1 t/m D5. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een sondeerunit met een elektrische kleefmantelconus klasse 2.

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: 2300835

Project: Nieuwbouw woning, Bazeldijk 78a te Meerkerk

Datum: 9 mei 2023

Situatietekening

Formaat: A3

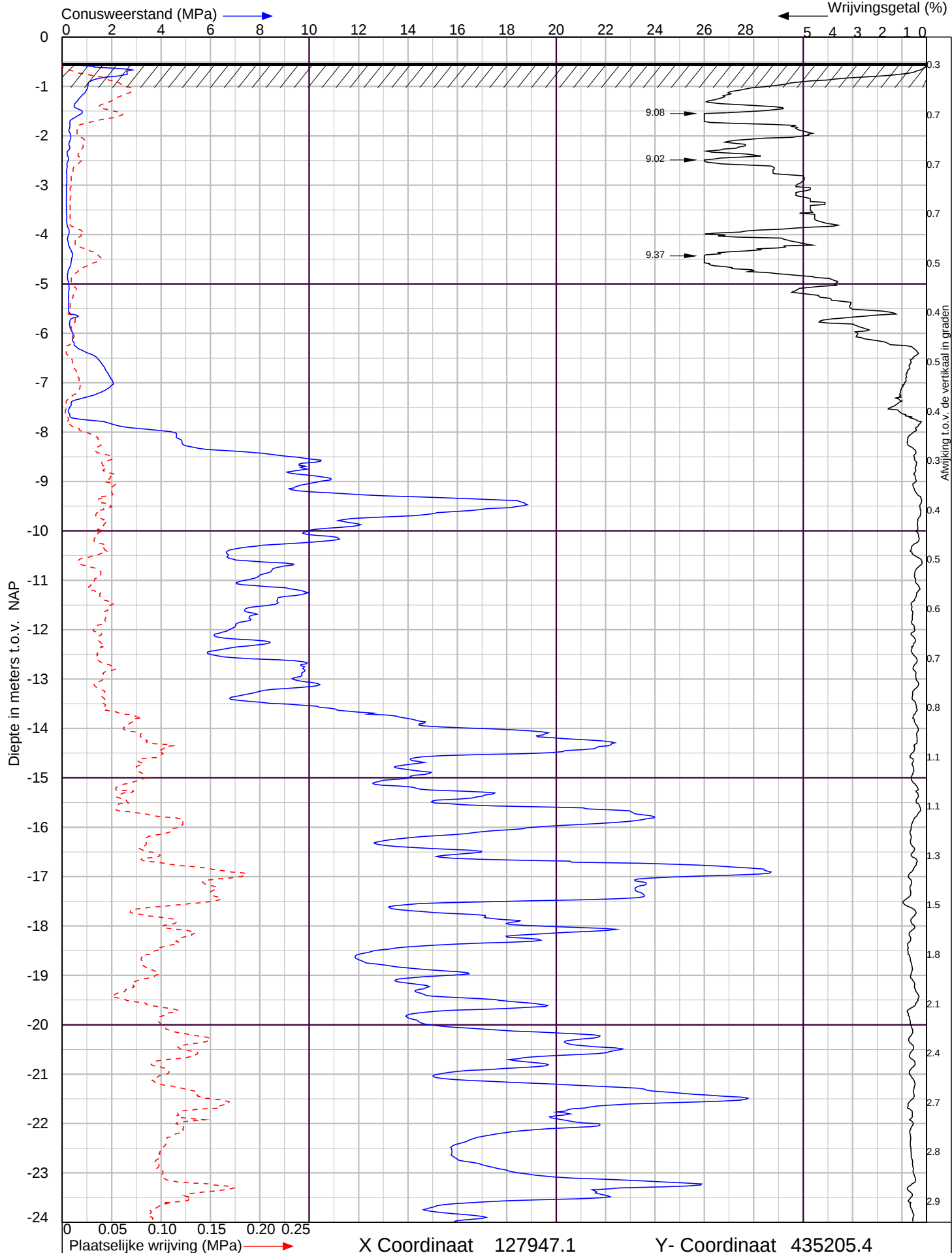
Getekend: SJA

Maten in meters

0 m 5 m 25 m

Schaal 1:500





Bazeldijk 78a te Meerkerk

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



Marconistraat 72 2809 PE Gouda
tel. : 0182-585503
info@wiha.nl
www.wiha.nl

Datum : 8-5-2023

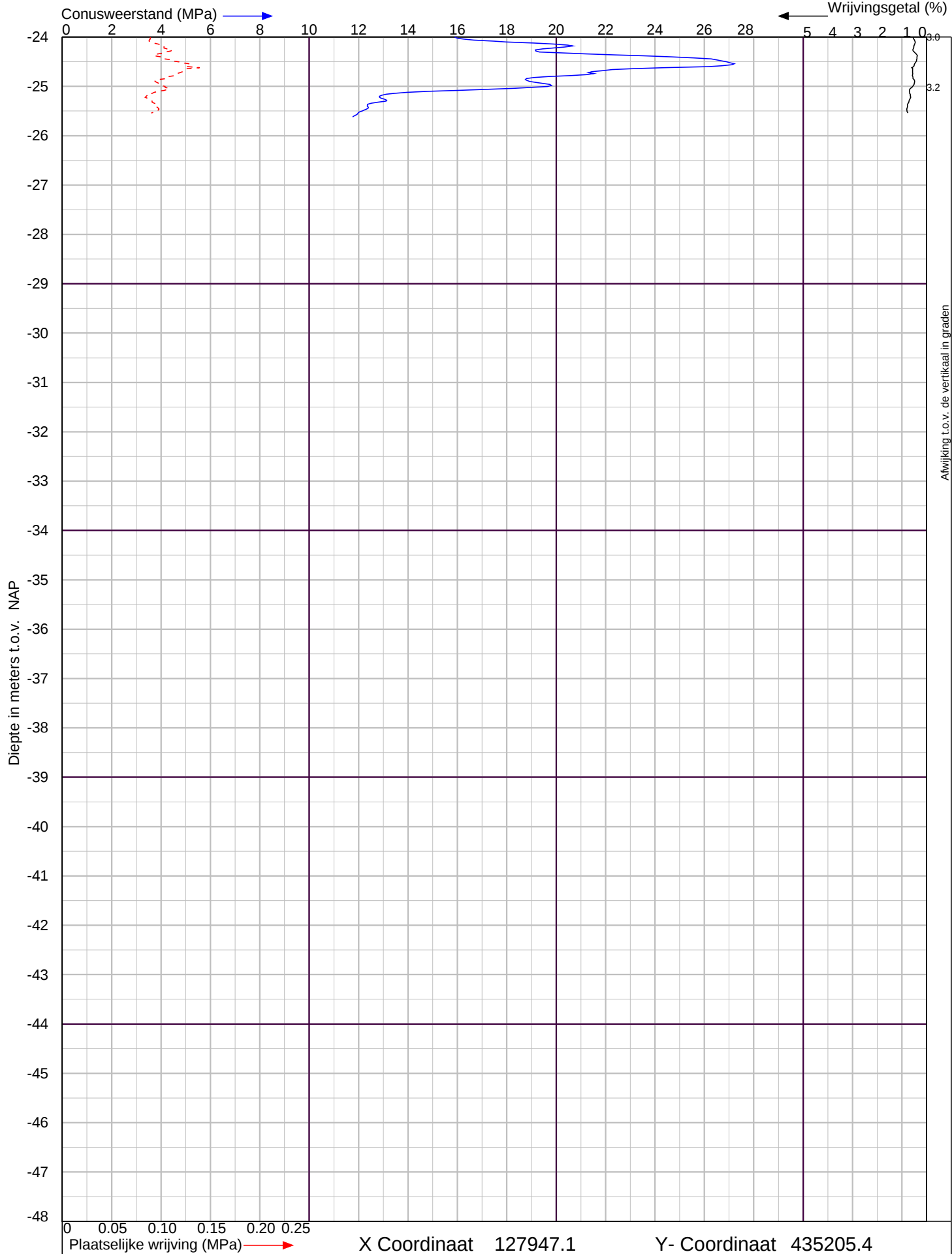
Conusnr. : 071063

MV. is -0.53 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2300835**

Sondering : **1**





Bazeldijk 78a te Meerkerk

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



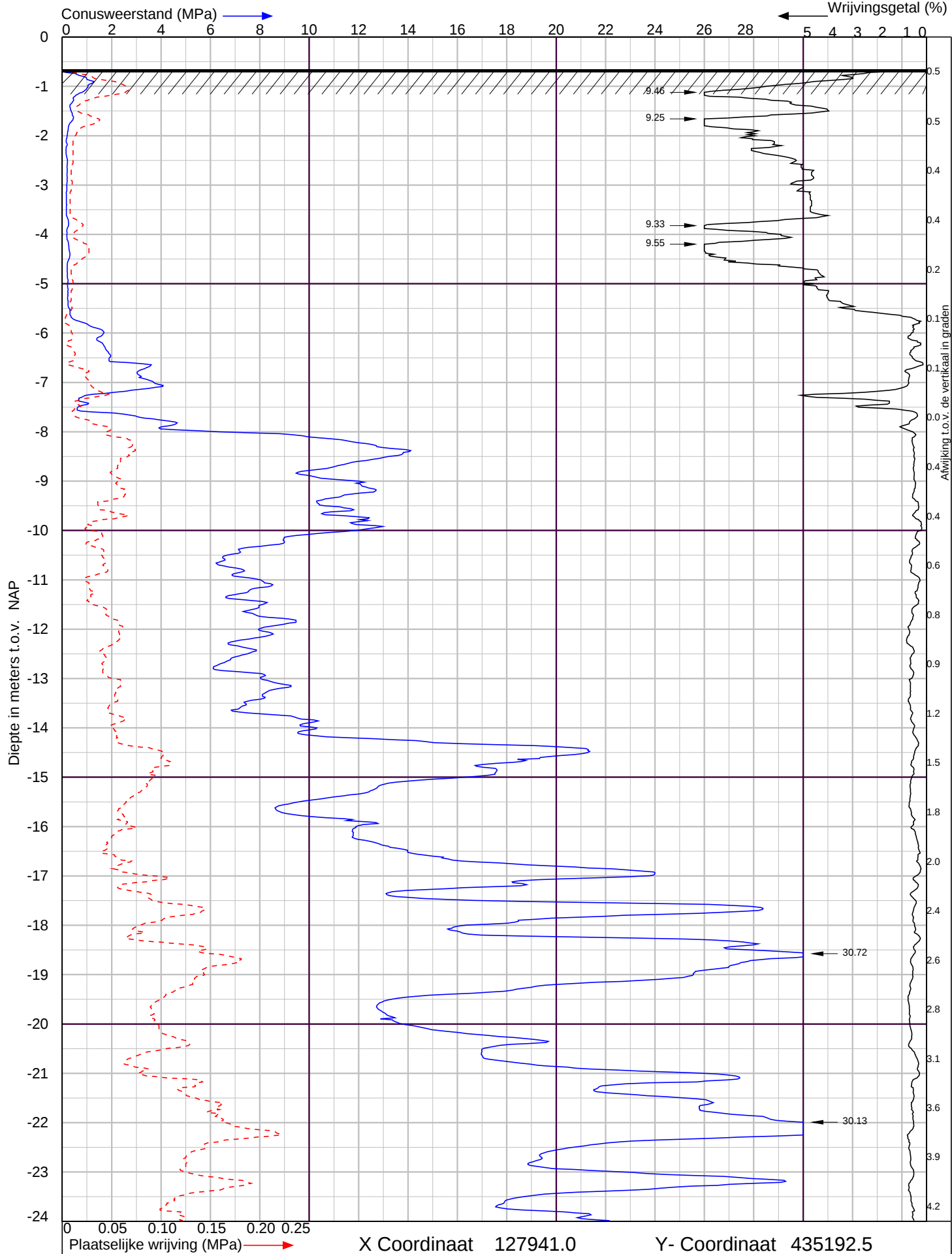
Marconistraat 72 2809 PE Gouda
tel. : 0182-585503
info@wiha.nl
www.wiha.nl

Datum : 8-5-2023
Conusnr. : 071063
MV. is -0.53 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2300835**

Sondering : **1**





Bazeldijk 78a te Meerkerk

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



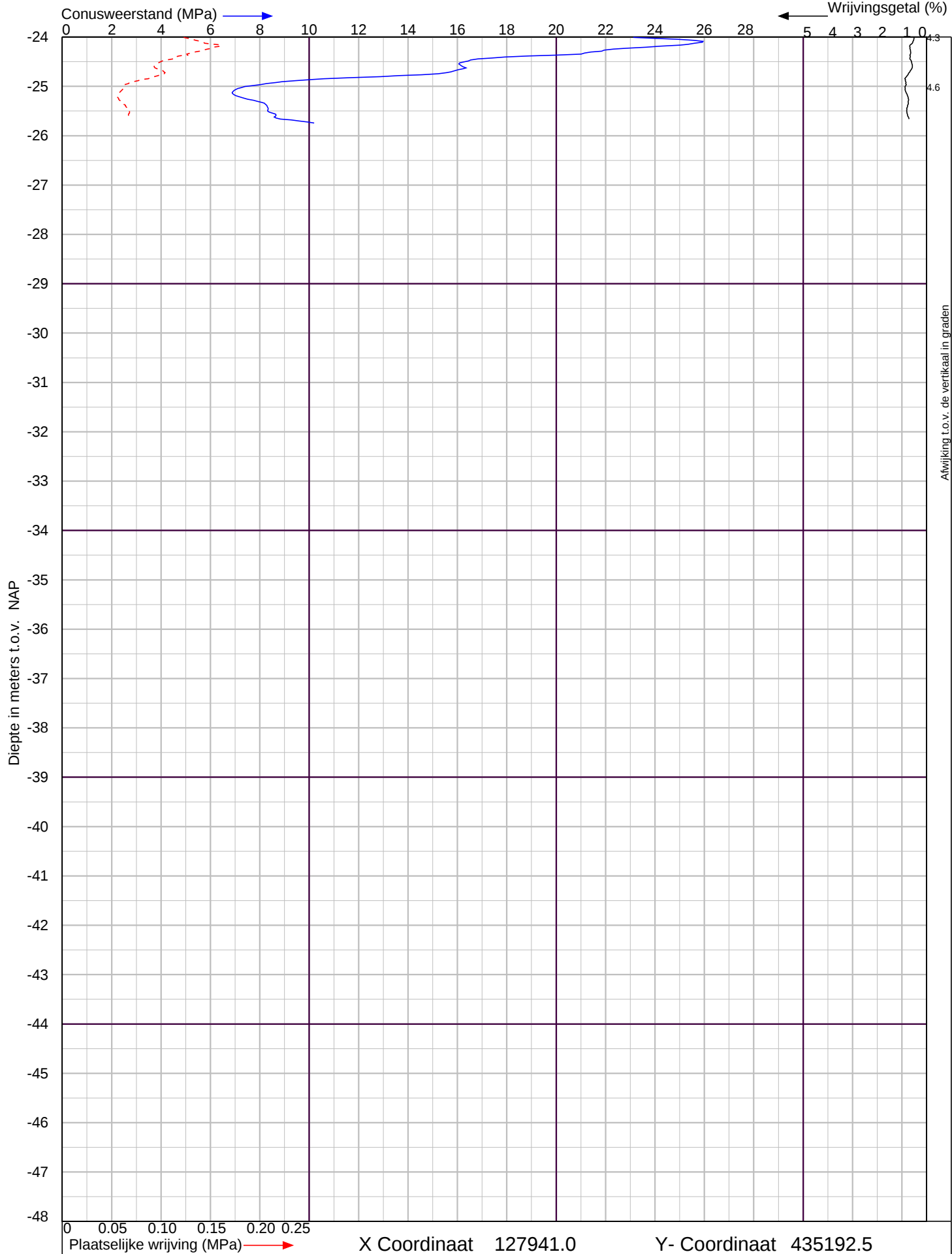
Marconistraat 72 2809 PE Gouda
tel. : 0182-585503
info@wiha.nl
www.wiha.nl

Datum : 8-5-2023
Conusnr. : 071063
MV. is -0.66 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2300835**

Sondering : 2





Bazeldijk 78a te Meerkerk

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



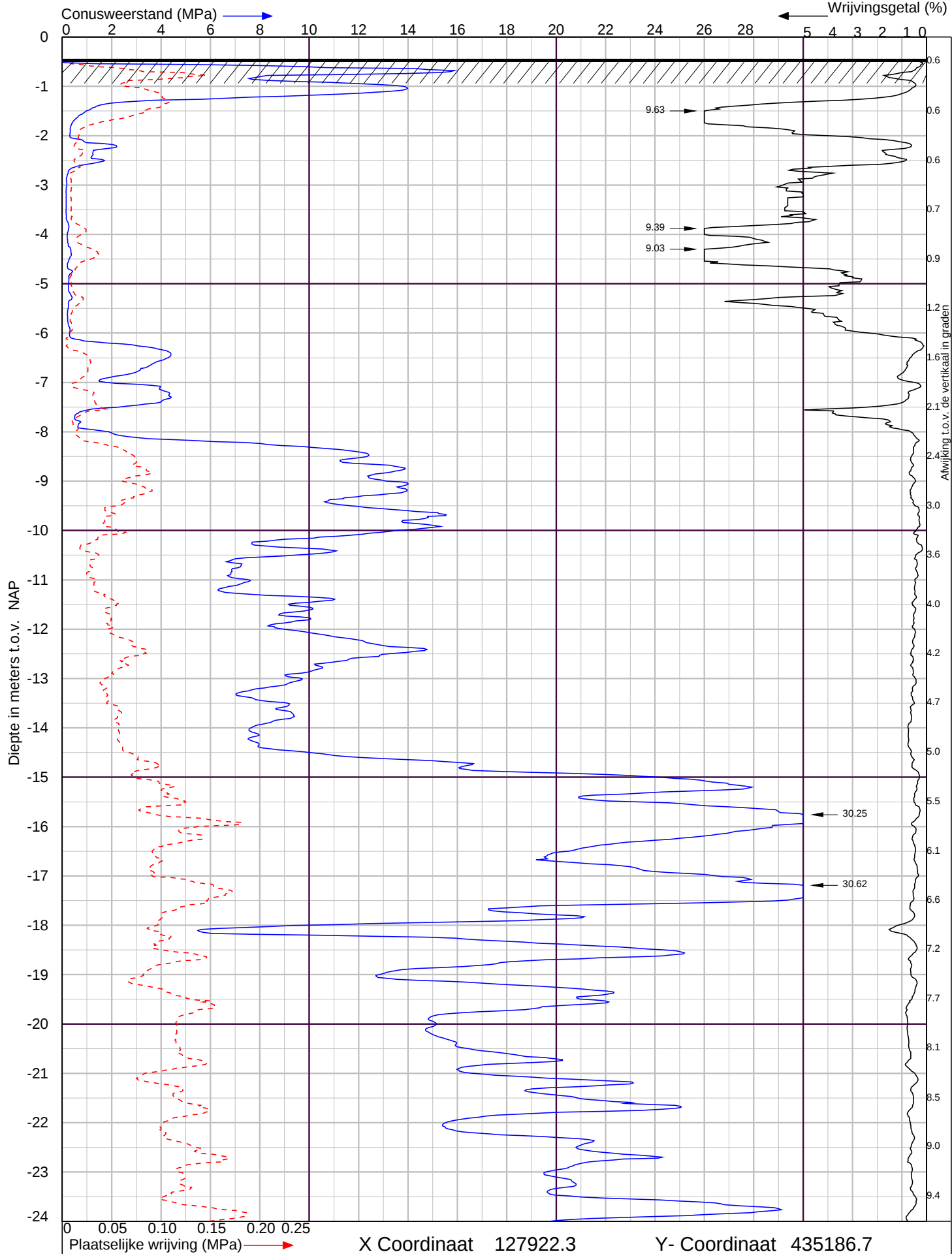
Marconistraat 72 2809 PE Gouda
tel. : 0182-585503
info@wiha.nl
www.wiha.nl

Datum : 8-5-2023
Conusnr. : 071063
MV. is -0.66 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2300835**

Sondering : 2





Bazeldijk 78a te Meerkerk

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



Marconistraat 72 2809 PE Gouda
tel. : 0182-585503
info@wiha.nl
www.wiha.nl

Datum : 8-5-2023

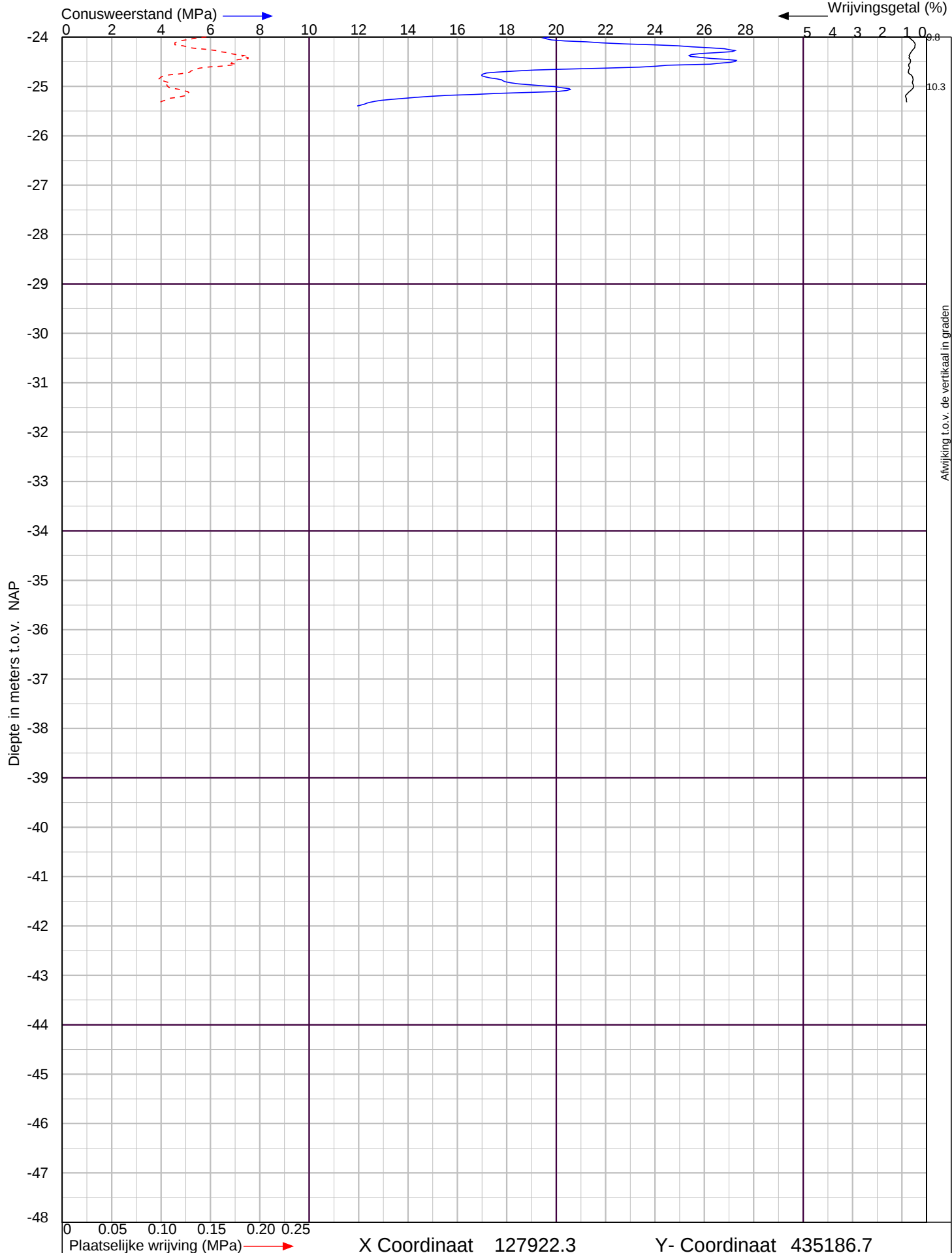
Conusnr. : 071063

MV. is -0.44 m t.o.v. NAP

Project nummer : 2300835

Sondering : 3





Bazeldijk 78a te Meerkerk

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



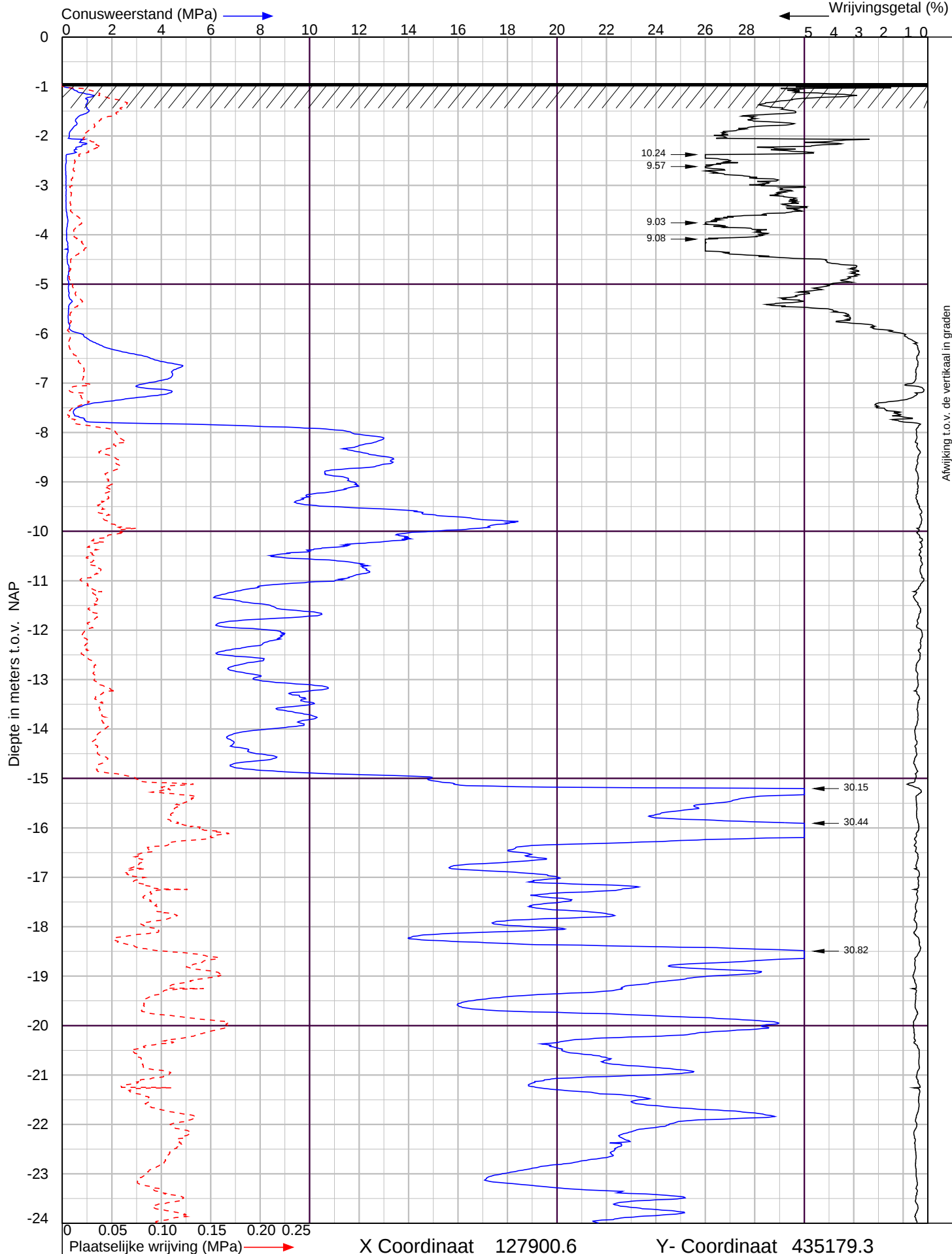
Marconistraat 72 2809 PE Gouda
tel. : 0182-585503
info@wiha.nl
www.wiha.nl

Datum : 8-5-2023
Conusnr. : 071063
MV. is -0.44 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2300835**

Sondering : **3**





Bazeldijk 78a te Meerkerk

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



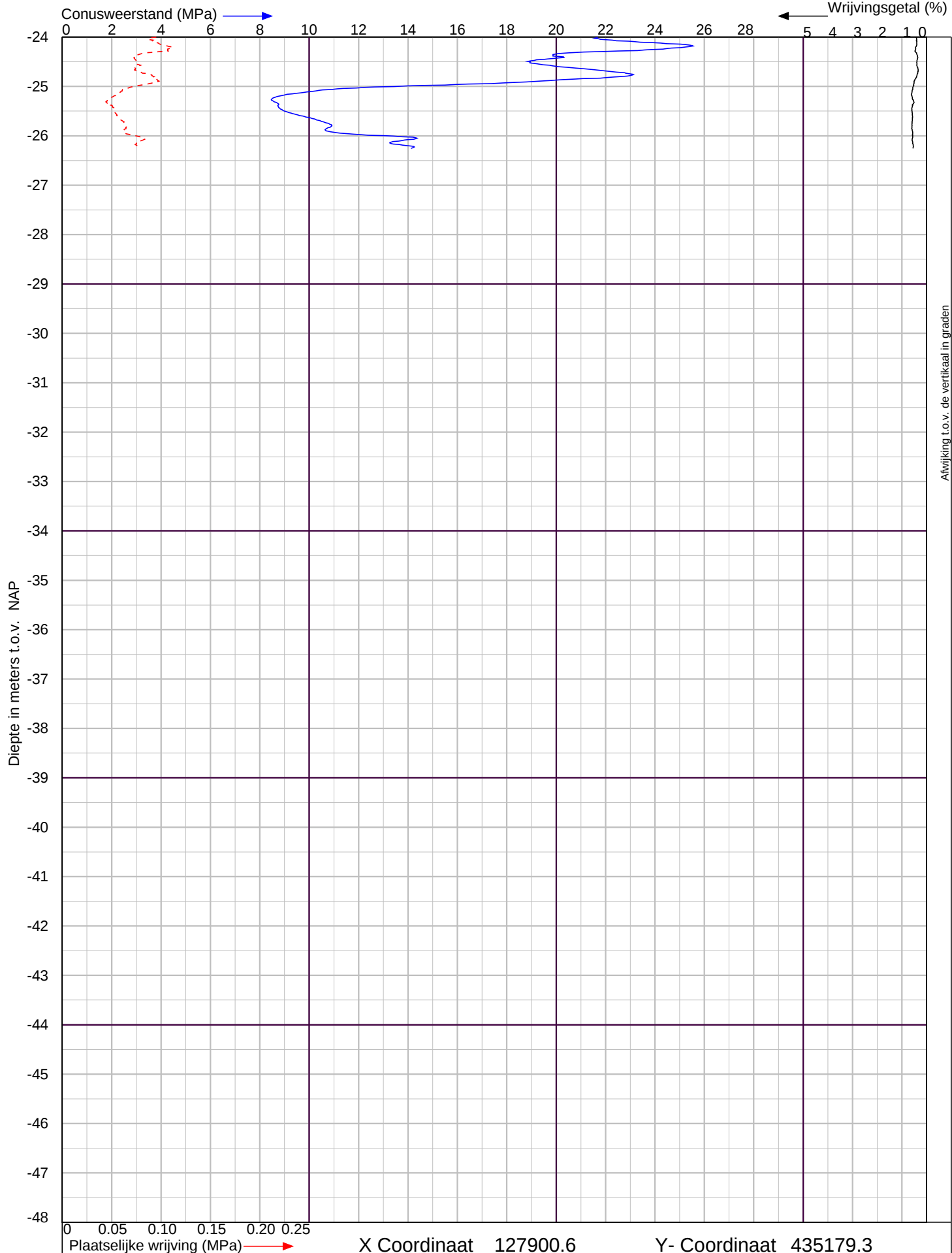
Marconistraat 72 2809 PE Gouda
tel. : 0182-585503
info@wiha.nl
www.wiha.nl

Datum : 25-4-2023
Conusnr. : 71063
MV. is -0.94 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2300835**

Sondering : **4**





Atwijking t.o.v. de vertikaal in graden

Bazeldijk 78a te Meerkerk

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



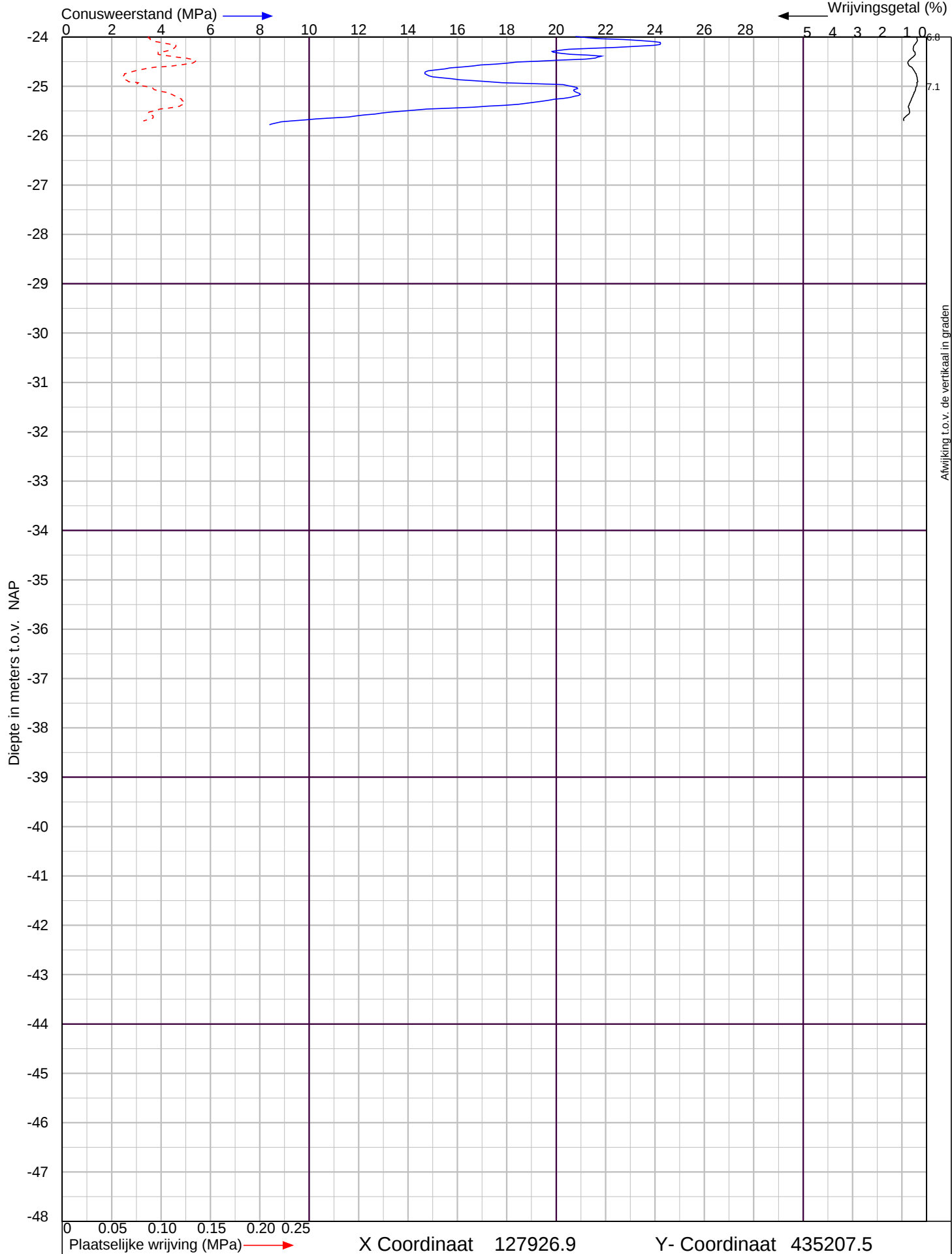
Marconistraat 72 2809 PE Gouda
tel. : 0182-585503
info@wiha.nl
www.wiha.nl

Datum : 25-4-2023
Conusnr. : 71063
MV. is -0.94 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2300835**

Sondering : **4**





Bazeldijk 78a te Meerkerk

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



Marconistraat 72 2809 PE Gouda
tel. : 0182-585503
info@wiha.nl
www.wiha.nl

Datum : 8-5-2023
Conusnr. : 071063
MV. is -0.76 m t.o.v. NAP

Project nummer : **2300835**

Sondering : **5**



Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek

Waterpasstaat

Hoogten ingemeten met behulp van dGPS

Datum uitvoering: 25 april en 8 mei 2023

Meetpunt	Hoogte* [m t.o.v. NAP]	Stopcriterium ¹	Opmerking
sondering 1	0,53 -	V	-
sondering 2	0,66 -	V	-
sondering 3	0,44 -	V	-
sondering 4	0,94 -	V	-
sondering 5	0,76 -	V	-
kruin weg	2,39 +		
waterpeil 1	0,84 +		
waterpeil 2	1,45 -		
peilbuis derden maaiveld	0,48 -		
peilbuis derden kop	0,21 -		
vloerpeil	0,31 -		

* 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]
peilbuis derden	0,30	0,78 -

- * 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

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) [%]
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 IISO/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

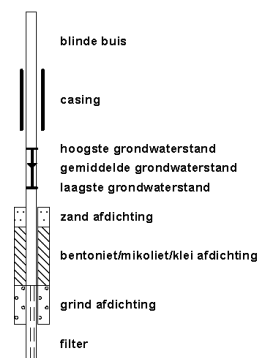
GRIND

	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



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 Situatietekening

sonderen

	sondering
	sondering niet uitgevoerd
	wagdrukpeilbuis
	handsondering

boren

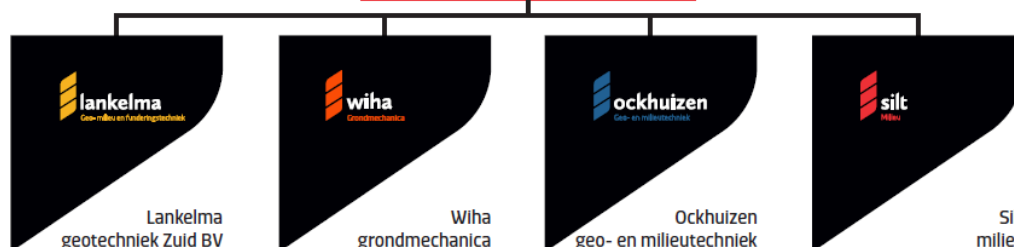
	boring
	boring niet uitgevoerd
	boring met peilbuis
	boring met 2 peilbuizen
	boring met 3 peilbuizen

overig

	meetpunt
	foto met richting
	sondering van derden
	boring van derden

fasering onderzoek

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



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