



Rapport: FUNDERINGSADVIES & STABILITEITSBEREKENING
 Aanleg brug nabij het Nieuwveens Jaagpad
Nieuwveen

Opdrachtgever: Dhr. C.C. Mulder
 Schout Clantstraat 22
 2441 AP Nieuwveen

Rapportnummer: WN-23833-XF
 Rapportdatum: 2 oktober 2014
 Rapportstatus: Gecontroleerd
 Norm / richtlijn: NEN 9997-1

Versie: 1

1 ^e auteur:	I. van der Hulst/ir. E. Corovic	 X
2 ^e auteur / controle:	Drs. I.W. van Geloven	 X

3-10-2014

Inhoudsopgave

1	Projectbeschrijving	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Plangegevens	1
1.2.1	Administratieve indeling	1
1.2.2	Situatie actueel / voormalig	1
1.2.3	Bouwplan	1
1.2.4	Verstreckte plangegevens	2
2	Onderzoeksprogramma	3
2.1	Veldonderzoek	3
2.1.1	Onderzoeksopzet	3
2.1.2	Sonderingen	3
2.1.3	Hoogtemeting	3
2.2	Archief-/dossieronderzoek	3
2.2.1	TNO	3
2.2.2	Bodem-informatiekaarten / -bronnen	3
3	Bodemopbouw en (geo)hydrologie	4
3.1	Hoogte maaiveld	4
3.2	Bodemopbouw	5
3.2.1	Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de bouwplaats	5
3.2.2	Geologie van de bouwplaats en omgeving	5
3.3	Waterhuishouding	5
3.3.1	Oppervlaktewater / waterkering	5
3.3.2	Grondwater	5
4	Funderingsadvies	7
4.1	Funderingsontwerp	7
4.1.1	Funderingskeuze	7
4.1.2	Paalkeuze	7
4.1.3	Beschrijving paaltype: Prefab betonpaal	7
4.2	Uitgangspunten berekening	8
4.2.1	Rekenmethode	8
4.2.2	Berekeningsaannames	8
4.3	Rekenresultaten	8
4.3.1	Paaldiameter en paalpuntniveau	8
4.3.2	Maximumdraagkracht van de grond op druk	9
4.3.3	Zakking van de bovenkant van de paalfundering	9
4.3.4	Veercoëfficiënten	9
4.4	Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp	9
5	Stabiliteitsberekening	11
5.1	Inleiding	11
5.2	Macrostabiliteit	11
5.2.1	Rekenmethode	11
5.2.2	Uitgangspunten berekening	11
5.2.3	Toetsing macrostabiliteit	12
5.2.4	Oplossing met voldoende stabiliteit	13

Bijlagen

Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek

Bijlage 2: Berekeningsresultaten fundering op palen

Bijlage 3: Stabiliteitsberekening met aangebrachte klei bekleding

Verzendlijst

Geadresseerde Contactpersoon
Opdrachtgever: Dhr. C.C. Mulder

PDF
☒

Post (aantal)
☐

1 PROJECTBESCHRIJVING

1.1 Inleiding

Door Wiha Grondmechanica is een grondonderzoek uitgevoerd voor het project "Aanleg brug nabij het Nieuwveens Jaagpad te Nieuwveen". In onderhavig rapport worden de resultaten van het grondonderzoek beschreven en een funderingsadvies uitgewerkt voor de aanleg van de brug en een stabiliteitsberekening voor de aanliggende waterkering.

1.2 Plangegevens

1.2.1 Administratieve indeling

Het onderzoek heeft betrekking op een locatie ten zuiden van een perceel aan het de Nieuwveens Jaagpad 56 te Nieuwveen (gemeente Nieuwkoop). De locatie bevindt zich in het werkgebied van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht en is gesitueerd in de provincie Zuid-Holland. De locatie is kadastraal aangeduid als Sectie A perceelnr. diversen, gemeente Nieuwveen. De coördinaten volgens het RD-stelsel zijn globaal: $x = 111,65$ en $y = 469,73$ [km].

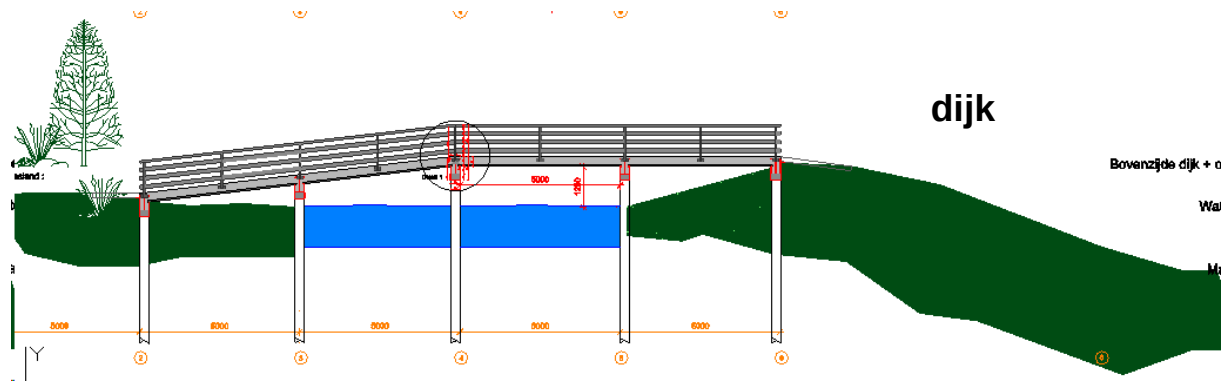
1.2.2 Situatie actueel / voormalig

De bouwplaats is gelegen ter hoogte van de ringsloot aan de achterzijde van het perceel. De nieuwbouw is gepland op de overgang van twee dijktrajecten genaamd P1024-001 en P1024-002. Het plan is gelegen in de kern- en beschermingszone van een secundaire waterkering van polder Zevenhoven.



1.2.3 Bouwplan

Aan de zuidkant van het perceel is men voornemens een brug aan te leggen over de ringsloot om de percelen met elkaar te verbinden. Het grondvlak van de brug is ca. 5×20 m². De brug wordt opgebouwd uit een betonnen brugdek, ondersteund door 4 of 5 rijen palen. Voor een situatieschets van het plan wordt verwezen naar navolgende figuur en de tekening in Bijlage 1.



Op basis de verstrekte plangegevens (zie § 1.2.4) en eenl zijn de navolgende peilen aangenomen:

- Brughoogte noordkant 1,75 m - NAP
- Brughoogte zuidkant 1,05 m - NAP
- Maaiveld 1,05 m - à 4,80 m - NAP

Geadviseerd wordt deze uitgangspunten te verifiëren.

1.2.4 Verstrekte plangegevens

Ten behoeve van het project is door of namens de opdrachtgever onder meer navolgende tekening ter beschikking gesteld.

- “Vergunningsaanvraag tekening tbv. Brug over De Ringsloot”, tekenaar CCM d.d. 12-07-2014;

2 ONDERZOEKSPROGRAMMA

2.1 Veldonderzoek

2.1.1 Onderzoeksopzet

Het grondonderzoek heeft plaatsgevonden op 25 september 2014. De positie van de onderzoekspunten is, rekening houdend met de terreinomstandigheden en de richtlijnen uit de NEN 9997-1, bepaald door ons bureau, waarbij is getracht een zo representatief en compleet mogelijk beeld te verkrijgen van de bodem.

2.1.2 Sonderingen

Voor dit project zijn door ons bureau 2 sonderingen gemaakt. Het betreft de sondeernummers: D1 en D2. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een mini-sondeerrups met een elektrische kleefmantelconus klasse 3. In Bijlage 1 zijn de sondeergegevens in grafiekvorm weergegeven. Voor de locaties van de sondeerpunten wordt verwezen naar de situatieschets eveneens in Bijlage 1.

2.1.3 Hoogtemeting

De hoogte van de onderzoekspunten en de coördinaten in het RD-stelsel is ingemeten met behulp van dGPS ten opzichte van NAP. Tevens is een dijkprofiel ingemeten. Voor de hoogteligging van de verschillende meetpunten en de coördinaten in het RD-stelsel wordt verwezen naar de waterpasstaat in Bijlage 1.

2.2 Archief-/dossieronderzoek

2.2.1 TNO

Teneinde meer inzicht te geven in de geologie van de bouwplaats en omgeving zijn, beknopt, de (hydro)geologische gegevens geraadpleegd van het Regionaal geohydrologisch informatiesysteem (Regis / Dinoloket TNO). Het betreft met name de gegevens van het Landelijk model DGM V1.3 uit 2009 en/of Landelijk model Regis II.1 uit 2008.

2.2.2 Bodem-informatiekaarten / -bronnen

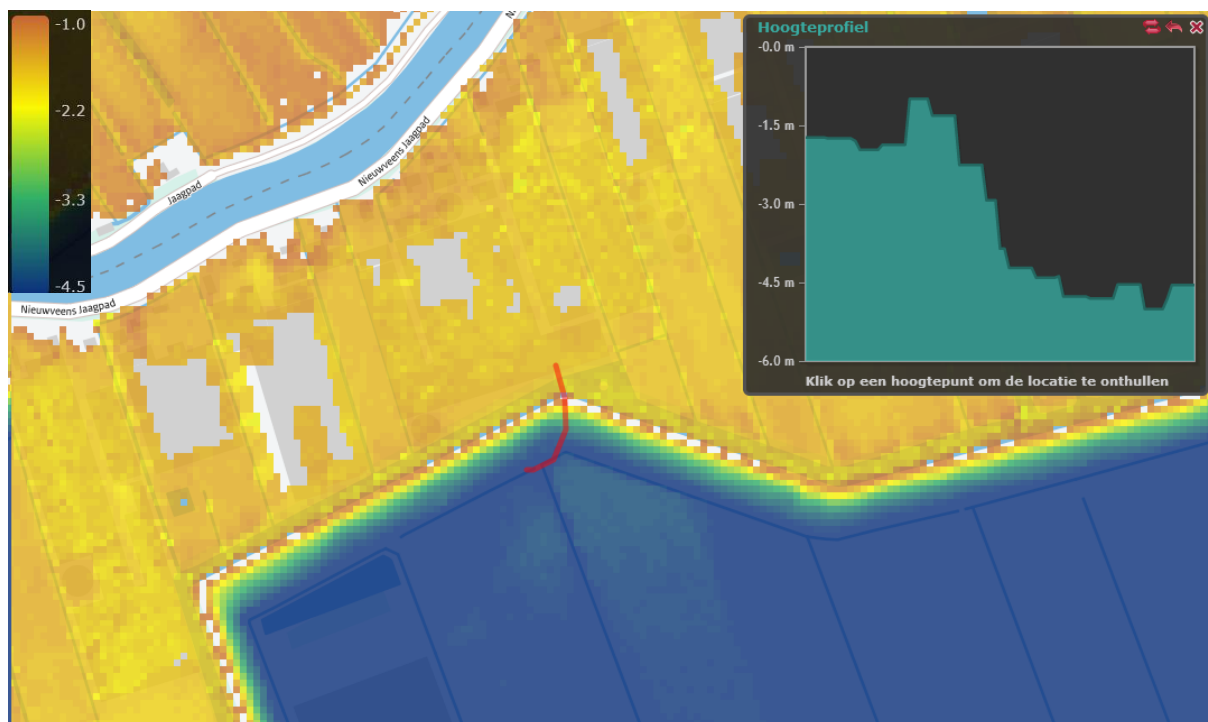
Teneinde meer inzicht te krijgen in de lokale en regionale bodemopbouw, geologie en geohydrologie zijn diverse bodem-informatiekaarten geraadpleegd. Het betreft onder meer:

- Topografische kaart van Nederland 1:25.000, Topografische dienst.
- Grondwaterkaart van Nederland, TNO.
- Keur en legger waterschap Amstel, Gooi en Vecht.

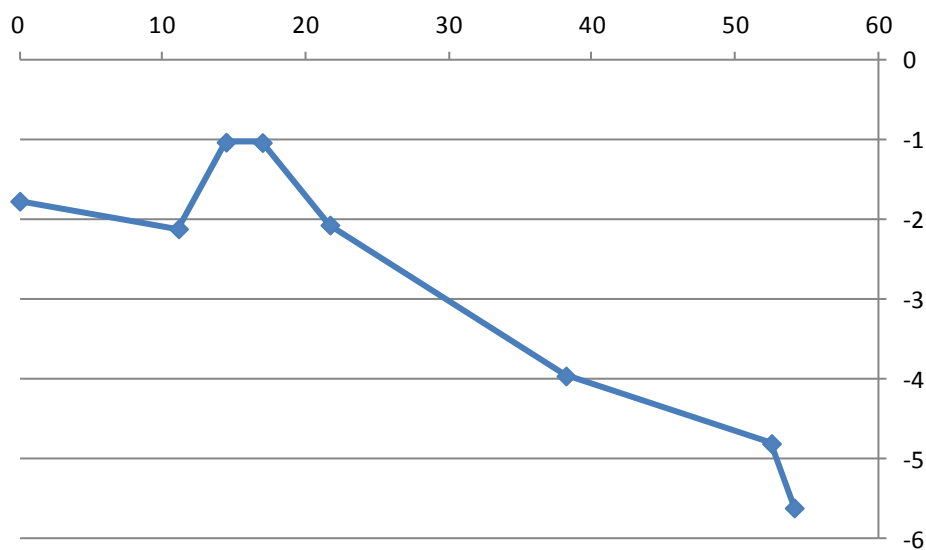
3 BODEMOPBOUW EN (GEO)HYDROLOGIE

3.1 Hoogte maaiveld

De hoogte van het maaiveld ter plaatse van de sondeerpunten varieert van 1,05 m - tot 4,81 m - NAP. De profielmeting toont aan dat de kruinhoogte van de dijk terplaatse circa 1,03 m – NAP bedraagt. De locatie ligt op de grens van een hoog gelegen polder ten noorden van de Ringsloot en een laag gelegen polder ten zuiden van de Ringsloot. Een indruk van de maaiveldhoogte en dwarsprofiel in de omgeving is weergegeven in Figuur 3.1.



Figuur 3.1 Overzicht maaiveldhoogten in de omgeving (m tov NAP, bron AHN)



Figuur 3.2 Door ons bureau gemeten dijkprofiel

3.2 Bodemopbouw

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

Op basis van het uitgevoerde grondonderzoek kan de bodemopbouw op de locatie als volgt worden gekarakteriseerd.

Diepte tot [m tov NAP]	lithologie	Kenmerk / bijzonderheden
-1,5	toplaag klei of veen	
-5	veen	= materiaal dijklichaam
-9	slappe zandige klei	
-10 à -10.5	veen	
-15 à -16	los gepakt zand	
-20	matig vast zand	

3.2.2 Geologie van de bouwplaats en omgeving

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

Diepte tot* [m tov NAP]	Formatienaam*	Kenmerk	Lithologie**
11 -	Holocene afzettingen	jonge fluviatiele, mariene, lagunaire en strandafzettingen	klei, veen, zand
15 -	Boxtel	zeer uiteenlopende afzettingen uit het Midden/Laat-Pleistoceen en het Vroeg-Holoceen	zand met fijne korrelgrootte, met plaatselijk leem-, klei-, veen- of humusrijke lagen
34 -	Kreftenheye	fluviatiele zand- en grindafzettingen van de rivier de Rijn, uit het laat Pleistoceen en Vroeg-Holoceen	grof zand en grind, met sporadisch fijne laagjes fijn zand, klei of veen
40 -	Urk	geologische formatie gevormd in het Midden-Pleistoceen	fijne tot grove bonte zanden en grinden, met kleilagen
63 -	Sterksel	rivierafzetting uit het Midden Pleistoceen en het laatste deel van het Vroeg Pleistoceen	grof zand en grind, soms keien

* Bron: Landelijk DGM model V1.3 - 2009, TNO, de werkelijke diepte en formatienaam kan afwijken (met name nabij geologische breukzones)

** Beschreven is de dominante lithologie. Ondergeschikte en sporadisch voorkomende lithologie zijn niet beschreven.

3.3 Waterhuishouding

3.3.1 Oppervlaktewater / waterkering

Het niveau van het open water in de Ringsloot is ingemeten op 2,15 m – NAP. Volgens de leggerkaart is dit een primair water en heeft deze watergang een bodembreedte van 4,6 m, een waterbreedte van 7 m en een waterdiepte van 0,8 m.

Onderaan de dijk is een sloot gelegen met een waterbreedte van 1,5 à 2,5 m. Het niveau van het water in deze sloot is door ons bureau ingemeten op 5,62 m – NAP. Een overzicht van de aanwezige oppervlaktewateren in de omgeving van de locatie is weergegeven in Figuur 3.3.

De dijk, waar het plan in/aan ligt, betreft een secundaire waterkering van polder Zevenhoven.

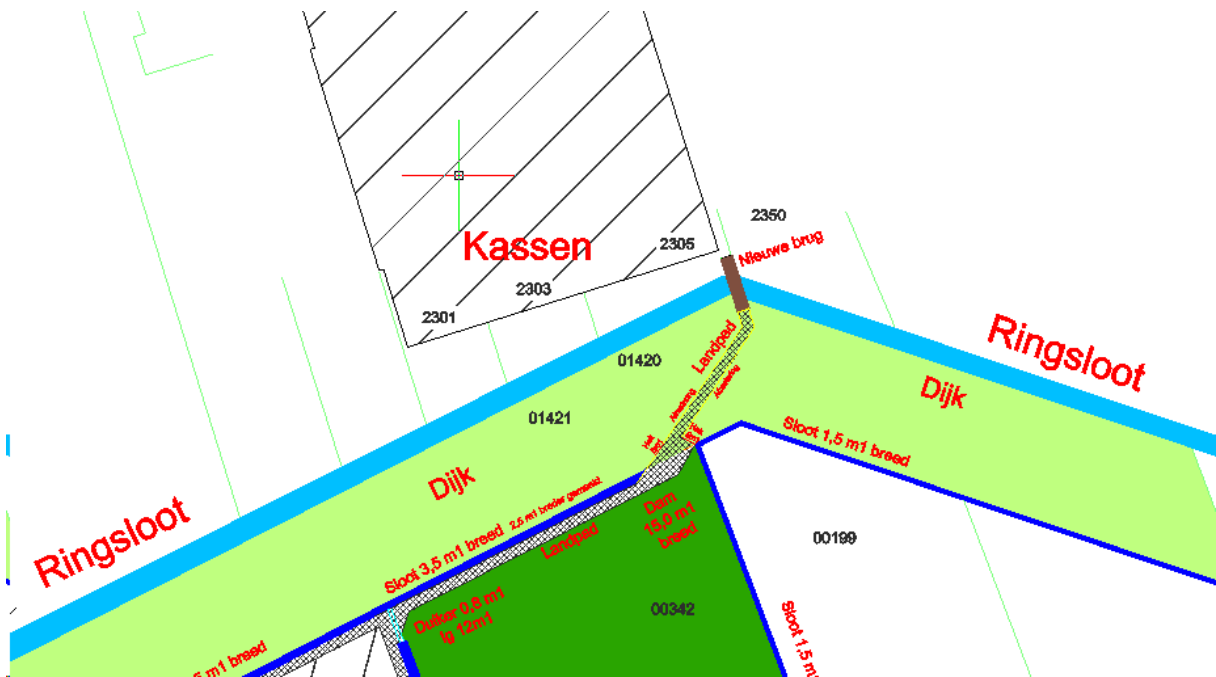
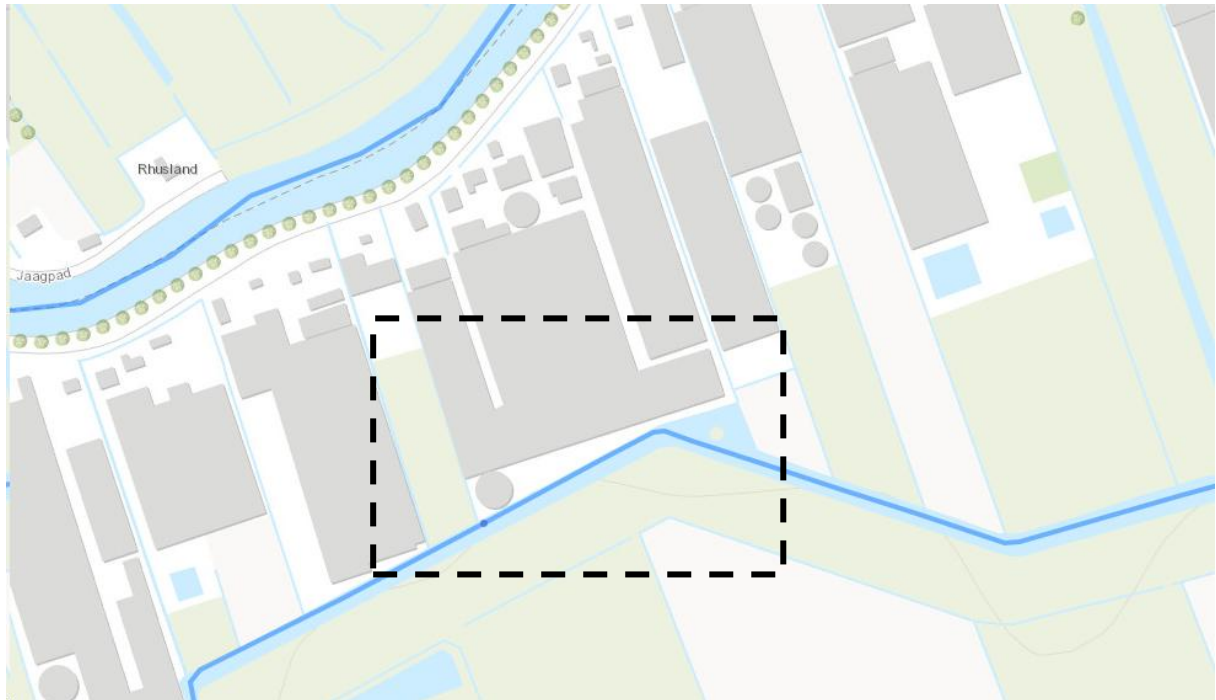
3.3.2 Grondwater

De tijdens het onderzoek geregistreerde grondwaterstanden en/of stijghoogten zijn weergegeven in navolgende tabel.

Meetpunt [nr.]	Meetdiepte	Meetmoment [datum]	[relatief]*	Waterspiegel [m - mv]	[m - NAP]
D1		25-09-2014	na sonderen	2,50	3,39
D2	freatisch	25-09-2014	na sonderen	2,30	5,77

* Hierbij wordt opgemerkt dat in boor- en sondeergaten gemeten waterniveaus slechts een indicatie geven over de actuele grondwaterstand. Afhankelijk van de waterdoorlatendheid van de bodem is het mogelijk dat het grondwater zich niet volledig heeft ingesteld tijdens het onderzoek. De waarden dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd.

N.B. Gemeten grondwaterstanden zijn slechts momentopnamen. Onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal de grondwaterstand in de loop van de tijd fluctueren.



Figuur 3.3 Uitsnede leggerkaart (boven) en plantekening (onder), met daarop de ligging van de oppervlaktewateren

4 FUNDERINGSADVIES

4.1 Funderingsontwerp

4.1.1 Funderingskeuze

De bodemopbouw geeft, gezien de abundante aanwezigheid van weinig vaste en samendrukbare lagen, voor het bouwplan aanleiding uit te gaan van een fundering op palen.

Navolgend is een fundering op palen nader uitgewerkt.

4.1.2 Paalkeuze

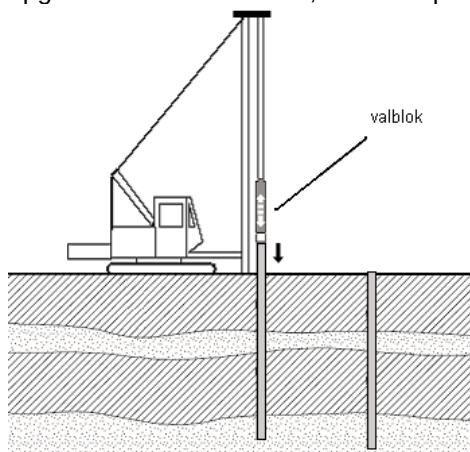
In dit rapport wordt een fundering op prefab betonpalen nader uitgewerkt.

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

- Bij toepassing van geheide palen zullen heitrillingen in de bodem worden opgewekt, waarbij risico bestaat voor schade aan bebouwing in de omgeving. Het is nodig de toelaatbaarheid van heitrillingen te verifiëren (dit valt buiten het kader van onze opdracht).
- Bij heiwerkzaamheden ontstaat bouwlawaai. De toelaatbaarheid hiervan is cf. Bouwbesluit 2012 beperkt en is onder meer afhankelijk van het niveau en karakter van de geluidsbron, de afstand tot belendingen en het aantal dagen dat wordt geheid. Geadviseerd wordt na te gaan (op basis van richtwaarden, ervaring van de uitvoerende partij of bijvoorbeeld middels akoestisch onderzoek) of de heiwerkzaamheden binnen de geluidsvoorschriften uit het Bouwbesluit kunnen worden uitgevoerd, al dan niet met ontheffing.
- Volgens de op dit moment beschikbare informatie is er, vanuit oogpunt van bouwlawaai of trillingshinder, onzes inziens geen reden af te zien van een geheid paaltype. Het is nodig de geldigheid van dit uitgangspunt te verifiëren.
- De paalsysteemkeuze is gebaseerd op de voorhanden zijnde en verstrekte gegevens. Aanvullende milieukundige, archeologische, geohydrologische, gemeentelijke of overige randvoorwaarden kunnen aanleiding geven tot wijziging van het paaltype.
- De keuze voor alternatieve paalsystemen is niet uitgesloten.

4.1.3 Beschrijving paaltype: Prefab betonpaal

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



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

4.2 Uitgangspunten berekening

4.2.1 Rekenmethode

- In het rapport worden de draagkracht en vervormingen bepaald van axiaal op druk belaste funderingselementen.
- De draagkracht en vervorming van de palen is berekend volgens NEN 9997-1:2011. Deze norm omvat:
 - NEN-EN 1997-1 (Eurocode 7-1) deel 1: algemene regels,
 - NEN-EN 1997-1/NB nationale bijlage bij Eurocode 7-1
 - NEN 9097-1 Aanvullende regels voor toepassing van Eurocode 7-1 in Nederland, opgenomen uit NEN 6740, NEN 6743-1, NEN 6744 en CUR C-166.
- Voor de geotechnische berekeningen wordt conform NEN 9997-1 uitgegaan van ontwerpbenadering 3 (OB 3).
- In de berekeningen is gebruik gemaakt van de partiële weerstandsfactoren bedoelt voor toetsing van de draagkracht en vervorming in de uiterste grenstoestanden bij bezwijken of buitensporig vervormen van de constructie (STR) en de ondergrond (GEO) van de fundering op palen.
- Het project wordt ingedeeld in de geotechnische categorie 2 (GC2).

4.2.2 Berekeningsaannames

- De partiële factor voor de totale draagkracht van drukpalen (γ_t) is vastgesteld op 1,2, uitgaande van de berekening van de draagkracht op basis van sondeergegevens.
- Gerekend is met de correlatiefactoren ξ_3 en $\xi_4 = 1,39$, die aan de hand van tabel A.10a uit de NEN 9997-1 / NEN 1997-1/NB zijn bepaald, uitgaande van een niet stijf bouwwerk en presentatie van de draagkracht per afzonderlijke sondering.
- De paalkarakteristieken die zijn gehanteerd, zijn in beginsel afkomstig van het SBR Handboek Funderingen en tabel 7.c. uit de NEN 9997-1. Navolgend zijn de gehanteerde waarden en eventuele bijzonderheden samengevat:

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

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

** bepaald op basis van de paalvoetvorm cf. NEN 9997 § 7.6.2.3

- In verband met de aanwezige samendrukbare grondslag is het optreden van negatieve kleeft in rekening gebracht voor een bodemprofiel met samendrukbare lagen tot een diepte van ca. 10,5 m - NAP. Conform NEN 9997-1 is voor de partiële belastingsfactor $\gamma_{f,nk}$ is de waarde 1,0 aangehouden.
- Voor de gehanteerde peilen en niveaus wordt verwezen naar § 1.2.3.
- Momenteel zijn er bij ons bureau geen belastingen bekend.

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

4.3 Rekenresultaten

4.3.1 Paaldiameter en paalpuntniveau

De draagkracht en vervormingen zijn bepaald voor:

- Prefab betonpalen met een schachtafmeting van $\varnothing$ 220, $\varnothing$ 250 en $\varnothing$ 290 mm.

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

De uiteindelijke keuze van paalpuntniveau(s), en paalafmeting(en) dient door de opdrachtgever en/of constructeur te geschieden, op basis van deze tabel en de rekenresultaten (zie § 4.3.2 en 4.3.3).

Sondering [nr.]	Maaiveldhoogte [m - NAP]	Paalpuntniveau [m - NAP] Berekend	Preferent
D1	0,89	11,5 t/m 16,5	-
D2	3,47	11,5 t/m 16,5	-

Opmerkingen / toelichting

Preferente paalpuntniveaus zijn paalpuntniveaus die onzes inziens vanuit geotechnisch oogpunt de voorkeur hebben en geen beperkingen kennen ivm dikte van de draagkrachtige laag, teruggangen / samendrukbare lagen in de bodem, uitwisselbaarheid van paalpuntniveaus en/of diepte van de paal in

het zandpakket. Indien er geen duidelijke af- of voorkeur bestaat voor bepaalde paalpuntniveaus, is dit aangegeven met “-”.

4.3.2 Maximumdraagkracht van de grond op druk

De rekenresultaten zijn voor de geadviseerde paalpuntniveaus per sondering weergegeven in Bijlage 2. Hierbij is de berekende paalpuntweerstand ($q_{b,max}$), de schachtwrijving ($R_{s,cal,max}$), maximumdraagkracht van de paalpunt ($R_{b,cal,max}$), de rekenwaarde van de maximumdraagkracht ($R_{c,d}$), eventuele belasting door negatieve kleef ($F_{s,nk,d}$) en de rekenwaarde van de netto draagkracht ($R_{c,net,d} = R_{c,d} - F_{s,nk,d}$) vermeld. Tevens is per paalafmeting een overzichtstabel weergegeven met de rekenwaarde van de netto draagkracht $R_{c,net,d}$.

In Bijlage 2 is een rekenvoorbeeld weergegeven van een prefab betonpaal met een schachtafmeting van $\square$ 220 mm op 15,5 m - Ref waarbij sondering D1 als meest representatief is gekozen.

Opmerking

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

4.3.3 Zakking van de bovenkant van de paalfundering

Op basis van de berekende maximumdraagkracht van de paalpunt ($R_{b,cal,max}$) en de maximumwrijvingskracht over het deel van de schacht dat meedoet in de bepaling van de draagkracht ($R_{s,cal,max}$) is aan de hand van lastzakingsdiagrammen de zakking van de paalpunt (s_b) bepaald conform NEN 9997-1.

De rekenwaarde van de zakking van het bovineinde van een paal ten opzichte van de paalpunt als gevolg van elasticiteit van de paal (s_{el}) is bepaald conform NEN 9997-1. In deze berekening is voor de nominale waarde van de elasticiteitsmodulus ($E_{paal,nom}$) van het materiaal van de paalschacht, voor zover van toepassing, uitgegaan van 20×10^9 N/m² voor beton, 200×10^9 N/m² voor staal en 15×10^9 N/m² voor hout.

De paalkopzakking (s_1) is de optelsom van s_b en s_{el} . De zakking door samendrukking van de onder het paalpuntniveau gelegen lagen (s_2) wordt hierbij in beginsel op 0 gesteld.

Voor de berekende paalkopzakking en een last-zakingsdiagram van de als rekenvoorbeeld gekozen paal wordt verwezen naar de voorbeeldberekening in Bijlage 2.

Door de constructeur moet worden beoordeeld of aan het vervormings- en rotatiecriterium wordt voldaan.

Zoals vermeld in NEN 9097-1 artikel 2.4.9 wordt voor woonfuncties en -gebouwen, en tenzij nader gedefinieerd ook voor overige gebouwen en bouwwerken, 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 wordt vaak een relatieve rotatie β van 1:100 aangehouden. In de regel zal derhalve de bruikbaarheidsgrenstoestand bepalend zijn.

4.3.4 Veercoëfficiënten

Veercoëfficiënten kunnen worden afgeleid uit het last-zakingsdiagram. Ter indicatie zijn de representatieve waarden van veercoëfficiënten voor alleenstaande palen per sondering berekend en weergegeven in Bijlage 2. De rekenwaarden van de veercoëfficiënten kunnen worden berekend door de waarden te delen door 1,3.

In de berekeningen is voor de constructieve belasting uitgegaan van ca. 77% van de rekenwaarde van de netto draagkracht (belastingfactor 1,3) + eventuele belasting door negatieve kleef. Hierbij dient te worden opgemerkt, dat bij andere constructieve belasting en bij niet alleenstaande palen (paalafstanden kleiner dan $10 \times$ de kleinste dwarsafmeting van de doorsnede van de paalvoet) in beginsel andere veercoëfficiënten gelden. Desgewenst kan een en ander - in een aanvullende opdracht - nader worden beschouwd door ons bureau.

4.4 Algemene richtlijnen uitvoering en ontwerp

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

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

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

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

5 STABILITEITSBEREKENING

5.1 Inleiding

De aanleg van de brug betekent een tweeledige ingreep in de waterkering c.q. veendijk.

- er worden palen ingebracht in het dijkprofiel
 - er is sprake van bovenbelasting op de dijk door verkeer en eventueel verhardingsmaterialen.
- Verwacht wordt dat het aanbrengen van prefab betonpalen geen negatieve invloed heeft op de dijk. Dit met name omdat het slechts enkele gladde, grondverdringende palen betreffen, met een relatief grote onderlinge afstand. Risico op kwelstromen of wateroverspanningen tijdens het heien worden derhalve verwaarloosbaar geacht.

De toename van de bovenbelasting op de dijk heeft wel, in zekere zin, een negatief effect op de stabiliteit van de dijk. In dit hoofdstuk wordt het dijklichaam indicatief getoetst op macrostabiliteit conform de Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV - september 2007). De overige toetsingscriteria (zoals microstabiliteit, begroeiing, zetting, hoogte, enz) worden niet beschouwd.

5.2 Macrostabiliteit

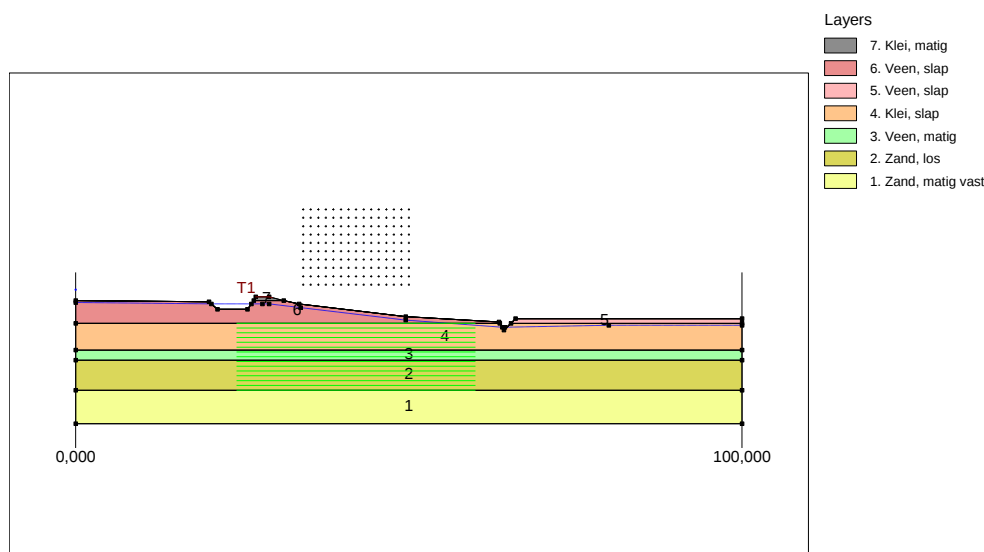
5.2.1 Rekenmethode

Teneinde de maximale taludhelling vast te stellen zijn berekeningen gemaakt voor de binnenwaartse macrostabiliteit van de kade. De berekeningen zijn gemaakt met het programma D-geo stability versie 10.1 met model: cirkelvormig glijvlak: methode Bishop. Macrostabiliteit beschouwt het afschuiven van het talud van de waterkering.

5.2.2 Uitgangspunten berekening

- De waterkering is aangeduid als IPO klasse III, met een overschrijdingsfrequentie van 1/1000 jaar. Voor de macrostabiliteit wordt derhalve uitgegaan van een minimaal benodigde stabiliteitsfactor Bishop van 1,0, uitgaande van berekening met rekenwaarden van de grondeigenschappen.
- De kruinhoogte van de waterkering bedraagt circa 1,03 m - NAP.
- Het dijkprofiel c.q. de taludhelling wordt aangehouden op 1 : 6 à 7, conform onze eigen profielmeting..
- De waterstand in de Ringsloot is aangenomen op 2,1 m - NAP, en in de sloot onderaan de dijk op 5,3 m - NAP. Het grondwaterverloop in de dijk is op basis van ervaring ingeschat, rekening houdend met voornoemde oppervlaktewaterstanden.
- Ten aanzien van de berekeningen van de macrostabiliteit is conform leidraad VTV een (tijdelijke verkeers) belasting door zwaar verkeer van 13,3 kN/m² over een breedte van 2,5 m in rekening gebracht.

De rekenwaarden van de invoerparameters (bodemeigenschappen) zijn schematisch weergegeven in Figuur 5.1.

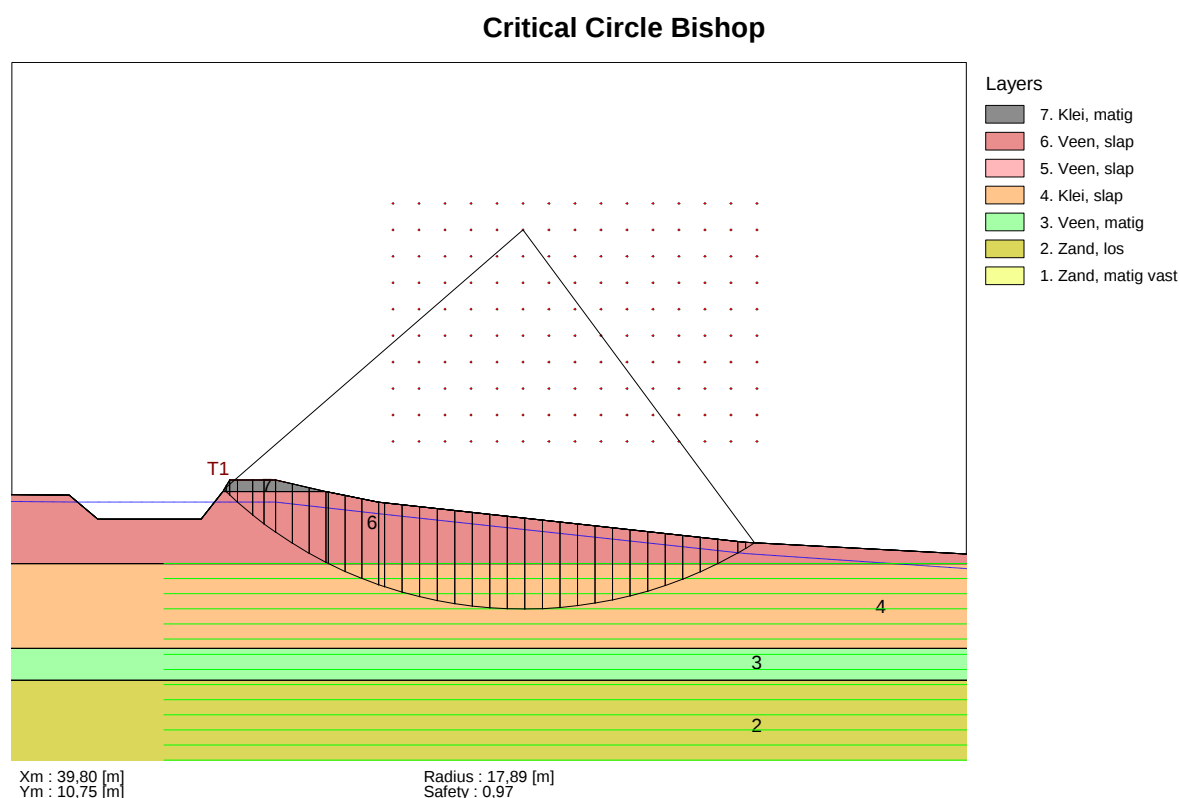


Figuur 5.1 Uitgangssituatie van de stabiliteitsberekening

aag nr.	omschrijving	diepte v.a. [m - NAP]	volumegegewicht		Stabiliteitsparameters				
			γ_{droog}	γ_{nat}	Phi [°]	c' [kPa]			
7	klei schoon matig	mv	13	17	14,58	3,85			
5/6	veen, slap	1,6 à 4,3	7	12	12,5	1,54			
4	klei, zandig, slap	5,0	14	14	14,68	0			
3	veen, matig voorbel.	9,0	12	13	12,5	2,7			
2	zand, los	10,5	17	19	25,0	0			
1	Zand, matig vast	15	18	20	27,08	0			

5.2.3 Toetsing macrostabiliteit

Het resultaat van de berekening is opgenomen in navolgende tabel. De kritieke glijcirkel uit D-Geo Stability is weergegeven in Figuur 5.2, de rekenresultaten zijn opgenomen in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..**



Figuur 5.2 Kritische glijcirkel volgens Bishop voor de uitgangssituatie

Beschouwde situatie	γ_0 (Bishop)*	Voldoet
Huidige situatie zonder bovenbelasting	0,97	nee
Toekomstige situatie met bovenbelasting	0,86	nee

* berekend met rekenwaarden voor de grondeigenschappen.

Uit de berekeningen blijkt dat:

- in de huidige situatie, op basis van de beschikbare informatie, de stabiliteitsfactor kleiner is dan 1, zodat op het toetsspoor macrostabiliteit het oordeel **onvoldoende** wordt toegekend.
- in de situatie MET bovenbelasting de macrostabiliteit uiteraard eveneens **onvoldoende** is.

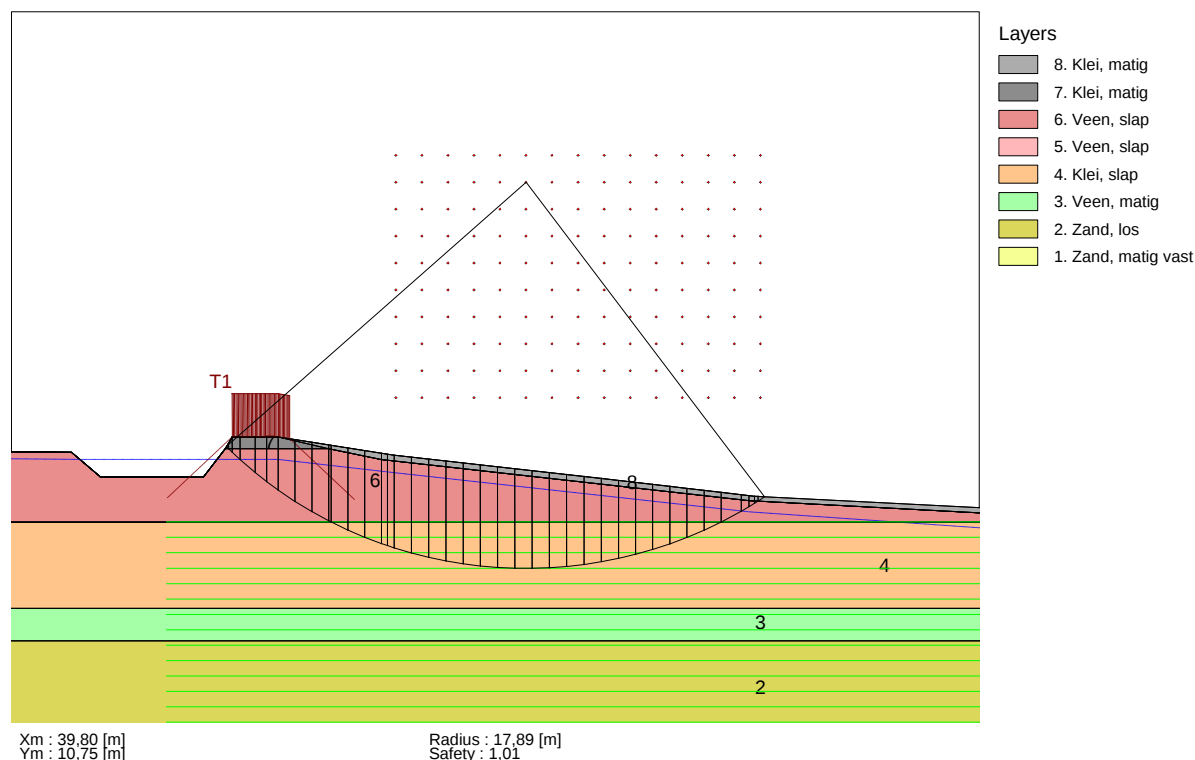
Opmerking

Uit het schrijven van Waternet d.d. 18 maart 2014 tav dit project, bleek reeds dat de stabiliteit binnenwaarts onvoldoende was. Dit wordt bevestigd door onze berekeningen. Zoals aangegeven door Waternet dienen de berekeningen te worden uitgevoerd met conservatieve parameters; indien aanvullend laboratoriumonderzoek (triaxiaalproeven) zou kunnen worden uitgevoerd op het veen kan de berekening mogelijk worden bijgesteld.

5.2.4 Oplossing met voldoende stabiliteit

Gelet op voorgaande is getracht een situatie te ontwerpen die wel voldoet qua stabiliteit. Hieruit is naar voren gekomen dat indien over het dijkprofiel (ter plaatse van het geplande wegtracé en enige afstand daarbuiten) een kleilaag wordt aangebracht met een dikte van circa 0,2 m de stabiliteitsfactor toeneemt tot 1,01. In deze situatie kan op het toetsspoor macrostabiliteit wel het oordeel **voldoende** worden toegekend. De rekenresultaten zijn weergegeven in Bijlage 3.

Critical Circle Bishop



Figuur 5.3 Situatie waarbij 0,2 m klei (laag 8, grijs gekleurd) wordt aangebracht bovenop het talud van de veendijk.

Gelet op voorgaande wordt geadviseerd minimaal 0,2 m klei aan te brengen ter plaatse van het nieuwe wegtracé teneinde voldoende veiligheid te realiseren tegen afschuiven van het talud van de waterkering.

Opmerking

- Het aanbrengen van klei op de veendijk induceert enige zetting van de dijk. Een zettingsanalyse is vooralsnog niet nader uitgewerkt.
- In overweging wordt gegeven aanvullend laboratoriumonderzoek uit te voeren (triaxiaalproeven) teneinde meer inzicht te krijgen in de sterkte-eigenschappen van het veen. Mogelijk kan het aanbrengen van de kleilaag hiermee achterwege worden gelaten.
- Overige toetsingscriteria (zoals microstabiliteit, begroeiing, zetting, hoogte, enz) zijn niet beschouwd.

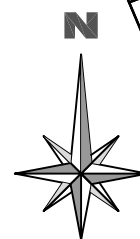
Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek

Toelichting sonderingen

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

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

Kassen



■ bovenkant damwand

Dijk

Sloot 1,5 m1 breed

1
2
3
4
D1
D2
5
6
7

0 m 5 m 25 m

Schaal 1:500

LEGENDA

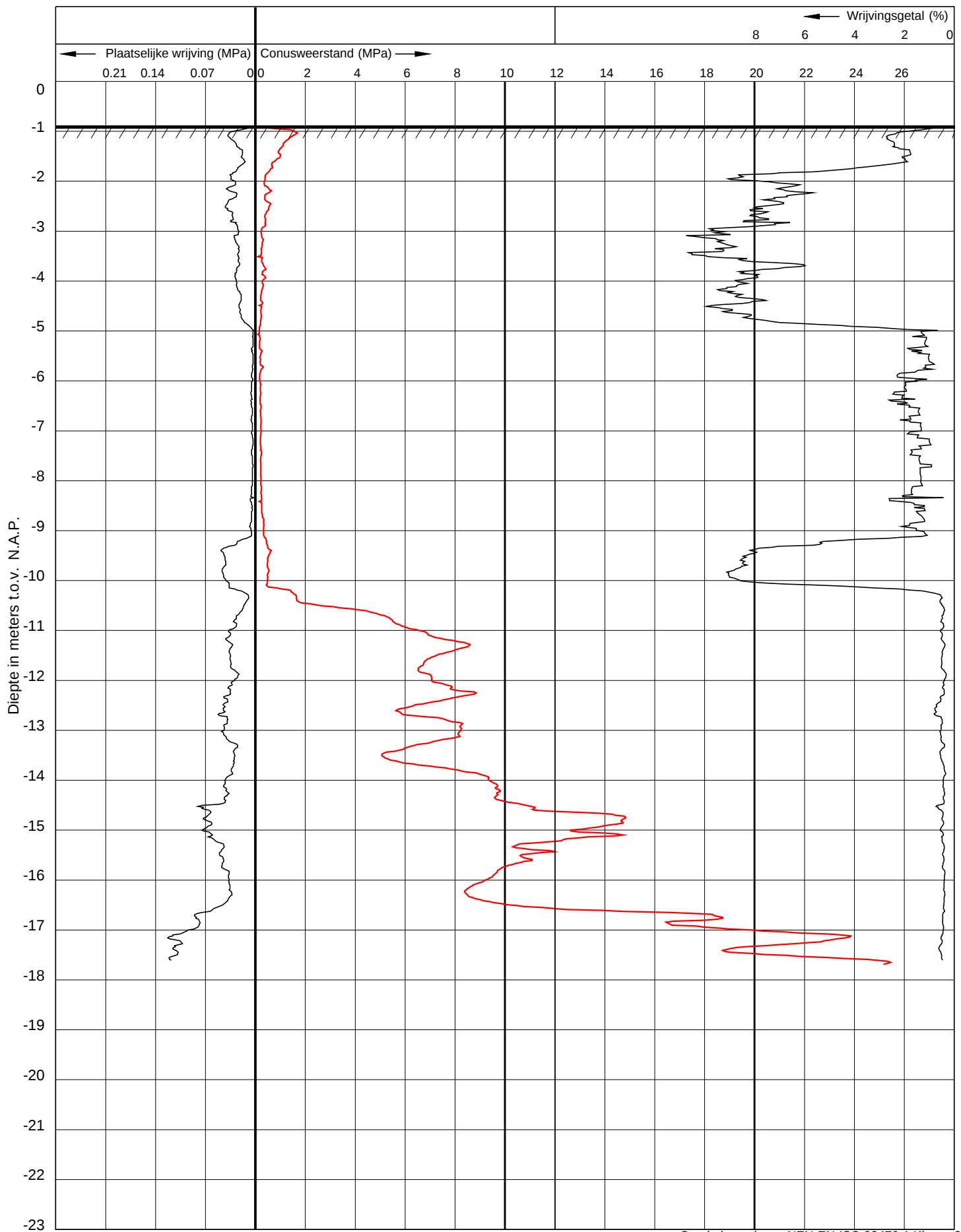
▼ D	Diepsondering
▽ D	Diepsondering reeds uitgevoerd
▽ D	Diepsondering niet uitgevoerd
• B	Boring
⊙ B	Boring met peilbuis
■	Meetpunt
Bijlage 1: Situatietekening	
Getekend: SHA	
Projectnummer: WN-23833	
Maten in meters	
Datum: 29 september 2014	
Formaat: A4	

Project: Aanleg brug nabij het Nieuwveensjaagpad te Nieuwveen



Werknummer : 23833
Sondering : 1
Omschrijving : Nieuwweensjaagpad
Plaats : Nieuwveen

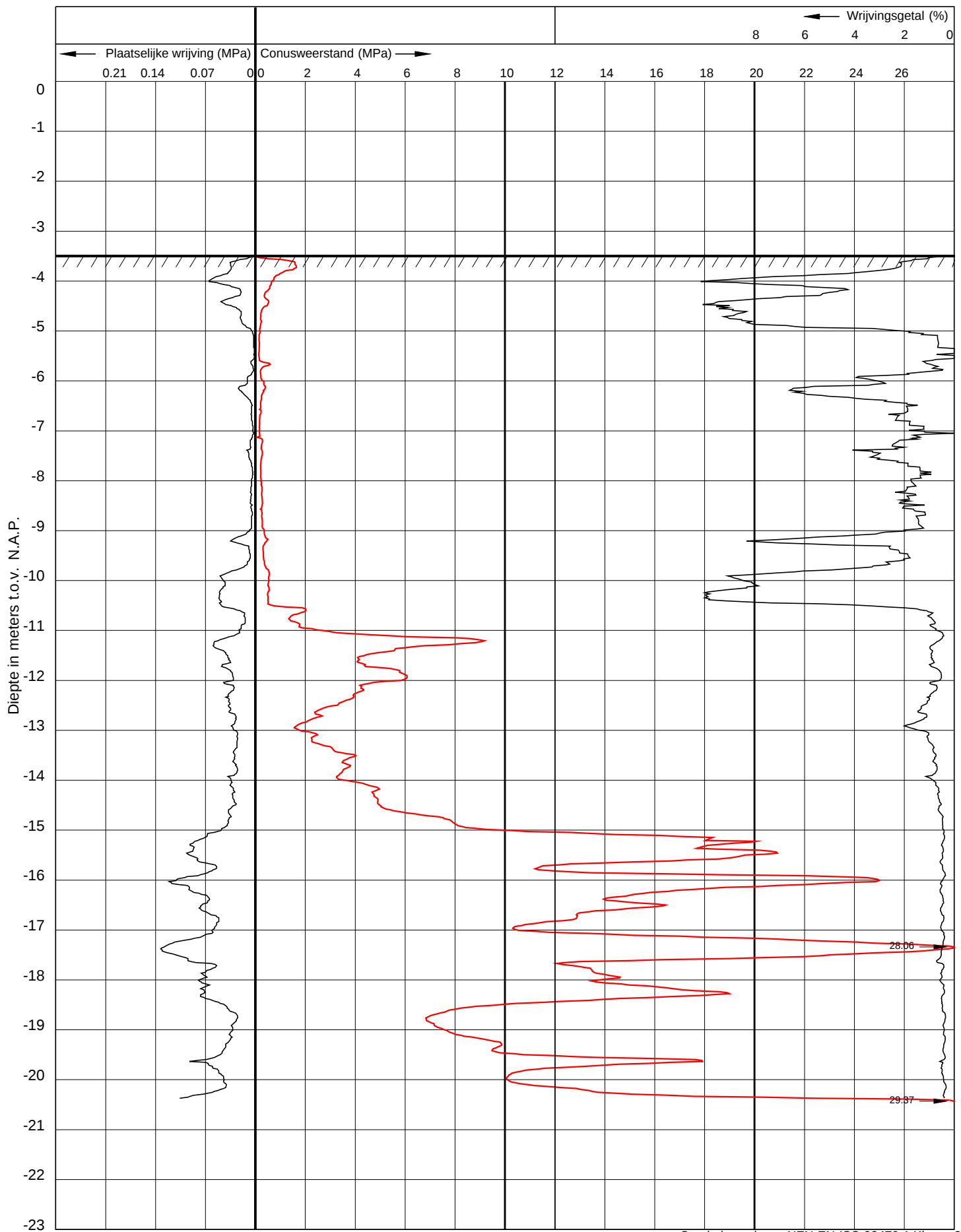
Conus : 960206
Opp. punt : 1000 mm²
Datum : 25-9-2014
Maaiveld : -0.89 m. t.o.v. N.A.P.





Werknummer : 23833
Sondering : 2
Omschrijving : Nieuwweensjaagpad
Plaats : Nieuwveen

Conus : 960206
Opp. punt : 1000 mm²
Datum : 25-9-2014
Maaiveld : -3.47 m. t.o.v. N.A.P.



Waterpasstaat

Hoogten zijn ingemeten met behulp van dGPS

Datum uitvoering : 25 september 2014

Meetpunt	Hoogte [m t.o.v. NAP]
sondering 1	0,89 -
sondering 2	3,47 -
bovenkant damwand	1,77 -
punt 1	2,12 -
punt 2	1,03 -
punt 3	1,04 -
punt 4	2,07 -
punt 5	3,97 -
punt 6	4,81 -
punt 7	5,62 -

Opmerking

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.

Bijlage 2 : Berekeningsresultaten fundering op palen

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1:2011, pagina 1 van 3
 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, afmeting $\varnothing 220 / 220$ mm, ksi-3 = 1,39 en ksi-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	-0,89	-11,50	5,0	240	56	178	70	108
		-12,00	5,4	263	86	209	70	139
		-12,50	5,4	261	120	229	70	158
		-13,00	5,4	264	151	249	70	178
		-13,50	5,3	256	181	263	70	192
		-14,00	7,6	369	214	349	70	279
		-14,50	9,2	443	256	420	70	349
		-15,00	8,9	431	309	444	70	374
		-15,50	8,5	412	359	462	70	392
		-16,00	8,5	410	403	488	70	417
D2	-3,47	-11,50	2,7	130	27	94	38	55
		-12,00	1,8	88	49	82	38	44
		-12,50	1,7	83	67	90	38	51
		-13,00	1,9	92	77	101	38	63
		-13,50	2,6	127	89	129	38	91
		-14,00	3,4	163	104	160	38	122
		-14,50	4,3	209	125	201	38	162
		-15,00	9,1	440	156	358	38	319
		-15,50	9,8	473	209	409	38	371
		-16,00	10,4	503	261	459	38	420

Netto Draagkracht in [kN]
 Paaltype prefab betonpaal, afmeting $\varnothing 220 / 220$ mm, ksi-3 = 1,39 en ksi-4 = 1,39

PPN [m tov NAP]	D1	D2
-11,50	108	55
-12,00	139	44
-12,50	158	51
-13,00	178	63
-13,50	192	91
-14,00	279	122
-14,50	349	162
-15,00	374	319
-15,50	392	371
-16,00	417	420

Veercoëfficiënt in [kN/m]
 Paaltype prefab betonpaal, afmeting $\varnothing 220 / 220$ mm, ksi-3 = 1,39 en ksi-4 = 1,39

PPN [m tov NAP]	D1	D2
-11,50	17000	10000
-12,00	20000	10000
-12,50	23000	12000
-13,00	25000	14000
-13,50	26000	17000
-14,00	30000	20000
-14,50	32000	23000
-15,00	34000	31000
-15,50	34000	33000
-16,00	35000	35000

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1:2011, pagina 2 van 3
 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, afmeting $\varnothing 250 / 250$ mm, ksi-3 = 1,39 en ksi-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	-0,89	-11,50	4,6	286	64	210	80	130
		-12,00	5,2	324	98	253	80	173
		-12,50	5,3	329	136	279	80	199
		-13,00	5,4	341	172	307	80	227
		-13,50	5,4	338	206	326	80	246
		-14,00	7,6	474	243	430	80	350
		-14,50	9,0	562	291	512	80	432
		-15,00	8,4	524	351	525	80	445
		-15,50	8,3	520	408	557	80	477
		-16,00	8,5	529	458	592	80	512
D2	-3,47	-11,50	2,2	139	31	102	44	58
		-12,00	1,8	110	56	100	44	56
		-12,50	1,7	103	76	108	44	64
		-13,00	1,9	118	87	123	44	80
		-13,50	2,6	163	101	158	44	114
		-14,00	3,3	207	119	195	44	152
		-14,50	4,3	269	142	247	44	203
		-15,00	8,9	558	177	441	44	398
		-15,50	9,6	601	238	503	44	460
		-16,00	10,1	630	297	556	44	513

Netto Draagkracht in [kN]
 Paaltype prefab betonpaal, afmeting $\varnothing 250 / 250$ mm, ksi-3 = 1,39 en ksi-4 = 1,39

PPN [m tov NAP]	D1	D2
-11,50	130	58
-12,00	173	56
-12,50	199	64
-13,00	227	80
-13,50	246	114
-14,00	350	152
-14,50	432	203
-15,00	445	398
-15,50	477	460
-16,00	512	513

Veercoëfficiënt in [kN/m]
 Paaltype prefab betonpaal, afmeting $\varnothing 250 / 250$ mm, ksi-3 = 1,39 en ksi-4 = 1,39

PPN [m tov NAP]	D1	D2
-11,50	19000	10000
-12,00	23000	12000
-12,50	26000	14000
-13,00	29000	16000
-13,50	31000	19000
-14,00	35000	22000
-14,50	38000	27000
-15,00	40000	36000
-15,50	41000	39000
-16,00	42000	42000

Resultaten draagkrachtberekening volgens NEN-EN 9997-1:2011, pagina 3 van 3
 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, afmeting $\varnothing 290 / 290$ mm, ksi-3 = 1,39 en ksi-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	-0,89	-11,50	4,4	371	74	267	93	174
		-12,00	4,9	416	113	318	93	225
		-12,50	5,0	420	158	347	93	254
		-13,00	5,3	449	199	389	93	296
		-13,50	5,5	460	239	419	93	326
		-14,00	7,5	635	282	550	93	457
		-14,50	8,6	726	338	638	93	545
		-15,00	8,1	679	407	651	93	559
		-15,50	8,1	685	473	695	93	602
		-16,00	8,3	695	532	736	93	643
D2	-3,47	-11,50	2,0	169	35	122	51	72
		-12,00	1,7	143	65	125	51	74
		-12,50	1,6	134	88	133	51	83
		-13,00	1,9	156	101	155	51	104
		-13,50	2,6	217	117	201	51	150
		-14,00	3,3	275	138	248	51	197
		-14,50	4,3	360	165	315	51	264
		-15,00	8,8	736	206	565	51	515
		-15,50	9,3	785	276	637	51	586
		-16,00	9,8	824	344	701	51	650

Netto Draagkracht in [kN]
 Paaltype prefab betonpaal, afmeting $\varnothing 290 / 290$ mm, ksi-3 = 1,39 en ksi-4 = 1,39

PPN [m tov NAP]	D1	D2
-11,50	174	72
-12,00	225	74
-12,50	254	83
-13,00	296	104
-13,50	326	150
-14,00	457	197
-14,50	545	264
-15,00	559	515
-15,50	602	586
-16,00	643	650

Veercoëfficiënt in [kN/m]
 Paaltype prefab betonpaal, afmeting $\varnothing 290 / 290$ mm, ksi-3 = 1,39 en ksi-4 = 1,39

PPN [m tov NAP]	D1	D2
-11,50	22000	11000
-12,00	27000	13000
-12,50	30000	15000
-13,00	34000	18000
-13,50	37000	22000
-14,00	43000	26000
-14,50	46000	31000
-15,00	48000	43000
-15,50	51000	47000
-16,00	52000	51000

Voorbeeldberekening

Berekening, volgens NEN 9997-1:2011, van de draagkracht van de grond op druk en verticale verplaatsing van de paalfundering.

Uitgangspunten

Referentie niveau:	NAP
Gehanteerde sondering:	D2
Paaltype:	prefab betonpaal
Paalpuntniveau:	-15,5 meter
Schachtafmeting:	220 mm
Oorspronkelijke maaiveldhoogte:	-3,47 meter
Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG):	-6 meter
Schachtwrijving startniveau:	-11 meter
Schachtwrijving eindniveau:	-15,5 meter

Rekenfactoren & resultaten

$q_{c,I,gem}$ =	14,7	MPa
$q_{c,II,gem}$ =	11,2	MPa
$q_{c,III,gem}$ =	6,6	MPa
a_p =	1	
β =	1	
s =	1	
$p_{r,max;punt}$ =	9,78	MPa
a_s =	0,01	
$q_{c,z;a}$ =	5,3	MPa
$q_{s,max}$ =	0,053	MPa
$R_{s;cal,max}$ =	209,203	kN
A_{punt} =	0,048	m ²
0_s =	0,88	m
Δ_L =	4,5	m
$R_{b;cal,max}$ =	473	kN
$R_{c;cal,max}$ =	682	kN
ξ_3 en ξ_4 =	1,39	
$R_{c;cal,max;rep}$ =	491	kN
y_t =	1,2	
$R_{c;d}$ =	409	kN
$R_{c;net;d}$ =	371	kN

Negatieve Kleef

Negatieve kleef startniveau:	-3,47	meter
Negatieve kleef eindniveau:	-10,45	meter
Gebruikte waterstand:	-6	meter
F_{snkd} =	38	kN

Tabel volumegewichten

Diepte [m]	Grondsoort	volumegewicht [kN/m ³]	γ -waarde	$K0_{rep} * \tan \gamma_{rep}$
-3,47	Klei Schoon Slap	10	17,5	0,25
-3,87	Veen Matig-Voorbelast Matig	6	20	0,25
-4,47	Veen Niet-Voorbelast Slap	5	15	0,25
-4,95	Klei Schoon Slap	10	17,5	0,25
-6,33	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-9,29	Klei Schoon Slap	14	17,5	0,25
-9,81	Veen Matig-Voorbelast Matig	12	20	0,25
-10,41	Veen Matig-Voorbelast Matig	12	20	0,25

Lastzakking**Toetsing grenstoestand 1A en 1B (constructieve veiligheid)**

Rekenwaarde draagkracht:	409	kN
Rekenwaarde totale belasting lager dan:	409	kN
Rekenwaarde negatieve kleeft:	38	kN
Rekenwaarde constructieve belasting:	371	kN
Optredende paalkopzakking:	19,2	mm
Toelaatbare paalkopzakking:	150,0	mm

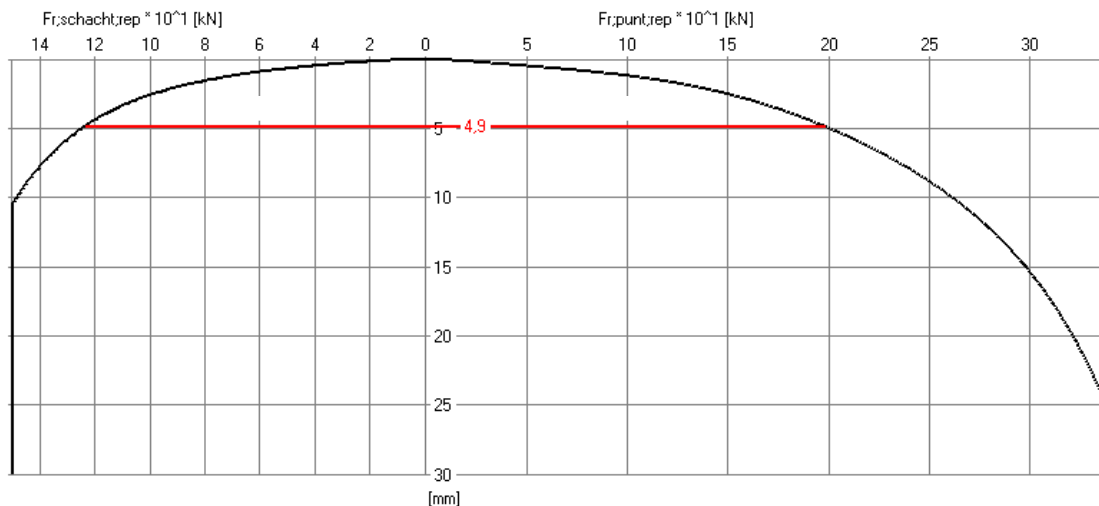
Er wordt aan de grenstoestanen 1A en 1B voldaan, indien de constructieve belasting beperkt blijft tot 371 kN.

Toetsing grenstoestand 2 (gebruikstoestand)

Representatieve waarde draagkracht:	491	kN
Gemiddelde (aangenomen) belastingfactor:	1,30	
Representatieve waarde constructieve belasting:	285	kN
Representatieve waarde negatieve kleeft:	38	kN
(afgeleide) representatieve belasting op de paal:	324	kN
Optredende paalkopzakking:	9,7	mm
Toelaatbare paalkopzakking:	50,0	mm

Beddingscoëfficiënt

Representatieve K-waarde	33000	kN/m
Reken K-waarde	26000	kN/m

S_{punt;d} (GT2)**Conclusie**

Gezien de waarden van optredende en toelaatbare paalkopzakking wordt voldaan aan grenstoestand 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
a_p		paalklassefactor
β		factor voor de paalvoetvorm
s		factor voor de vorm van de dwarsdoorsnede van de paalvoet
$p_{r,max;punt}$	MPa	de maximale puntweerstand
a_s		factor afhankelijk van de uitvoering en het paaltype
$q_{c,z;a}$	MPa	de gemiddelde waarde van de conusweerstand over het traject waarover schachtwrijving wordt berekend
$q_{s,max}$	MPa	de maximale paalschachtwrijving
$R_{s,cal,max}$	kN	de maximale schachtwrijving
A_{punt}	m ²	oppervlakte van de paalvoet
0_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
$R_{c,cal,max;rep}$	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

Opmerking paalkopzakking en veercoëfficiënten

Voor het berekenen van de paalkopzakking is vooralsnog uitgegaan van alleenstaande palen. Bij een min of meer uniforme bodem onder paalpuntniveau, zal de zakking s_2 , ten gevolge van de samendrukking van de grond onder het niveau van punten van een groep of groepen van palen, over het algemeen niet of nauwelijks van belang zijn bij de toetsing van de grenstoestanden. Verwaarlozen van deze zakkingscomponent cf. NEN 9997-1 is dan verantwoord.

Bij hart-op-hart paalafstanden significant kleiner dan $10 \times$ de kleinste dwarsafmeting van de doorsnede van de paalvoet en/of bij een heterogene of samendrukbare bodem onder paalpuntniveau kan de paalkopzakking met deze benadering echter aanzienlijk worden onderschat. Indien relevant geacht door de constructeur, kunnen wij desgewenst nadere berekeningen maken van de paalkopzakking en veercoëfficiënten voor specifieke paalgroepen of paalafstanden.

Bijlage 3 : Stabiliteitsberekening met aangebrachte klei bekleding

Program : D-Geo Stability
 Version : 10.1.3.2
 Date : 1-10-2014
 Time : 16:29:11

Output file : L:\GEO\~ WIHA ~\23801-23900\23833 Nieuwveen\D-stab\23833 Nieuwveen-klei.sto
 Input file : L:\GEO\~ WIHA ~\23801-23900\23833 Nieuwveen\D-stab\23833 Nieuwveen-klei.sti
 ===== BEGINNING OF DATA =====

ECHO OF THE INPUT

=====

Problem identification : 23833 Nieuwveen

Calculation model : Bishop
 Default shear strength : C phi

LAYER BOUNDARIES

=====

Boundary no.	Co-ordinates [m]						
8 - X -	0.00	20.00	21.25	25.75	26.70	27.00	
8 - Y -	-1.60	-1.77	-2.90	-2.90	-1.60	-1.05	
8 - X -	29.00	34.05	43.82	49.74	61.75	63.50	
8 - Y -	-1.05	-1.90	-3.06	-3.80	-4.45	-4.80	
8 - X -	63.63	64.25	65.32	66.00	100.00		
8 - Y -	-5.00	-6.00	-5.00	-4.30	-4.30		
7 - X -	0.00	20.00	21.25	25.75	26.70	27.00	
7 - Y -	-1.60	-1.77	-2.90	-2.90	-1.60	-1.05	
7 - X -	29.00	31.20	33.50	49.50	63.50	63.63	
7 - Y -	-1.05	-1.60	-2.10	-4.00	-4.80	-5.00	
7 - X -	64.25	65.32	66.00	100.00			
7 - Y -	-6.00	-5.00	-4.30	-4.30			
6 - X -	0.00	20.00	21.25	25.75	26.70	31.20	
6 - Y -	-1.60	-1.77	-2.90	-2.90	-1.60	-1.60	
6 - X -	33.50	49.50	63.50	63.63	64.25	65.32	
6 - Y -	-2.10	-4.00	-4.80	-5.00	-6.00	-5.00	
6 - X -	66.00	100.00					
6 - Y -	-4.30	-4.30					
5 - X -	0.00	63.63	64.25	65.32	66.00	100.00	
5 - Y -	-5.00	-5.00	-6.00	-5.00	-4.30	-4.30	
4 - X -	0.00	63.63	64.25	65.32	100.00		
4 - Y -	-5.00	-5.00	-6.00	-5.00	-5.00		
3 - X -	0.00	100.00					
3 - Y -	-9.00	-9.00					
2 - X -	0.00	100.00					
2 - Y -	-10.50	-10.50					
1 - X -	0.00	100.00					
1 - Y -	-15.00	-15.00					
0 - X -	0.00	100.00					
0 - Y -	-20.00	-20.00					

PL LINES

=====

PL line no.		Co-ordinates [m]					

1	- X -	0.00	20.35	26.35	28.00	29.00	33.76
1	- Y -	-1.90	-2.10	-2.10	-2.10	-2.10	-2.68

1	- X -	49.50	64.00	64.40	80.00	100.00	
1	- Y -	-4.53	-5.60	-5.60	-5.30	-5.30	

Unit weight of water used for calculation: 9.81 [kN/m3]
 The groundwater level is determined by PL-line number 1

FORBIDDEN LINES

=====

No forbidden lines were input.

SOIL PROPERTIES
=====

Layer no. | Material name

8	Klei, matig
7	Klei, matig
6	Veen, slap
5	Veen, slap
4	Klei, slap
3	Veen, matig
2	Zand, los
1	Zand, matig vast

Layer number	Gam usat [kN/m3]	Gam sat [kN/m3]	PL-line top	PL-line bottom
8	13.00	17.00	1	1
7	13.00	17.00	1	1
6	7.00	12.00	1	1
5	7.00	12.00	1	1
4	14.00	14.00	1	1
3	12.00	13.00	1	1
2	17.00	19.00	1	1
1	18.00	20.00	1	-

Layer number	Cohesion [kN/m2]	Phi [degrees]	Cu/Pc [-]	POP [kN/m2]	Cu top [kN/m2]	Cu bot. [kN/m2]	Cu grad. [kN/m2/m]
8	3.85	14.58	-	-	-	-	-
7	3.85	14.58	-	-	-	-	-
6	1.54	12.50	-	-	-	-	-
5	1.54	12.50	-	-	-	-	-
4	0.00	14.58	-	-	-	-	-
3	2.70	12.50	-	-	-	-	-
2	0.00	25.00	-	-	-	-	-
1	0.00	27.08	-	-	-	-	-

No degree of consolidation <> 100% input.

CENTER POINT GRID AND TANGENT LINES
=====

X co-ordinate grid left : 34.13 [m]
X co-ordinate grid right : 50.00 [m]
Number of grid points in X - direction : 15

Y co-ordinate grid bottom : 0.77 [m]
Y co-ordinate grid top : 12.00 [m]
Number of grid points in Y - direction : 10

Y co-ordinate tangent smallest circle : -5.00 [m]
Y co-ordinate tangent biggest circle : -15.00 [m]
Number of circles per grid point : 15

No fixed points input.

Total number of center points in the grid: 150
Total number of slip circles in the grid : 2250

LINE LOADS
=====

No line loads input.

UNIFORM LOAD
=====

Uniform load number	Magnitude [kN/m]	X start [m]	X end [m]	Distrib. degrees	Load Type
1	13.00	27.00	29.50	45.00	Temporary

TREE ON SLOPE

=====

No tree on slope was input.

DEGREE OF CONSOLIDATION : TEMPORARY LOADS

=====

Layer number	Degree of consolidation
-----	-----
8	100
7	100
6	100
5	100
4	100
3	100
2	100
1	100

GEOTEXTILES

=====

No geotextiles were input.

EARTHQUAKE

=====

No earth quake factors were input.

 ***** The input has been tested, and is correct. *****

RESULTS OF THE SLOPE STABILITY ANALYSIS

=====

Information on the critical circle : Fmin = 1.008
 Calculation method used : Bishop - C phi

=====

X co-ordinate center point : 39.80 [m]
 Y co-ordinate center point : 10.75 [m]
 Radius of critical circle : 17.89 [m]

The center point of the critical circle is enclosed

Total driving moment : 2022.50 [kNm/m]
 Driving moment free water : 0.00 [kNm/m]
 Driving moment external loads : 375.26 [kNm/m]
 Iterated resisting moment : 2022.50 [kNm/m]
 Non-iterated resisting moment : 2039.29 [kNm/m]

END OF D-Geo Stability OUTPUT

=====



WIHA

GRONDMECHANICA

technisch bodemonderzoek
grondmechanica
milieukunde
adviezen

Technisch bodemonderzoek

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

Milieukunde

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

Adviezen

- Funderingsadvies bebouwing, leidingen, constructies
- Geohydrologische modellering (bemaling, drainage, wateroverlast, etc.)
- Bemalingsadvies, bemalingsplan, monitoringsplan, vergunningsaanvraag
- Bouwputadvies, damwandberekeningen en -advies
- Zettings- en ophoogadvies, inclusief voorbelasting, zettingsversnelling
- Stabiliteitsberekeningen taluds
- Infiltratiegeschiktheidsadvies, watertoetsadvies
- Civieltechnisch hergebruik grond
- Analyse waterstanden, doorlatendheid, wateroverlast.
- GIS-toepassingen en geostatistiek: (hoogtemodellen, zanddieptekaarten, etc)

Laboratorium

- Materiaaleigenschappen, volumegewicht
- Samendrukkingsproeven, Proctorproeven
- Korrelverdeling, -vorm en afleiding k-waarden

Voor informatie:

Postbus 21 2800 AA Gouda - tel. 0182 - 58 55 03 - fax 0182 - 58 53 01

Postbus 2099 4460 MB Goes - tel. 0113 - 82 02 23 - fax 0113 - 82 02 24

email info@wiha.nl www.wiha.nl