

RWS INFORMATIE

Specificaties
Geotechnisch Onderzoek
Voor wegen met kunstwerken

Colofon

In beheer bij	Ministerie van Infrastructuur en Milieu Rijkswaterstaat, GPO, Afdeling Wegen en Geotechniek Henkjan Beukema
Datum	Januari 2021
Status	Concept
Versienummer	5.9

Inhoud

Scope en werkwijze 3

Introductie en doelstelling 4

Introductie 4

Doelstelling 4

Algemene eisen 4

Processeisen 5

Werkwijze 5

Gefaseerde uitvoering 5

Overige bepalingen en informatie 5

1 Fase 1: Geotechnisch Bureauonderzoek met historisch onderzoek 6

1.1 Inventarisatie beschikbare projectgegevens 6

1.2 Indeling in vergelijkbare secties 6

1.3 Geotechnisch onderzoeksplan 6

1.4 Bespreking fase 1 7

2 Fase 2: Werkvoorbereiding en landmeten 8

2.1 KLIC-melding 8

2.2 Aanvragen toestemmingen 8

2.3 Aanvragen verkeersmaatregelen 8

2.4 Inmeten dwarsprofielen maatgevende doorsneden 8

3 Fase 3: Sonderingen 9

3.1 Kernboringen + voorboren 9

3.2 Sonderingen type Baan, Maaiveld en Kunstwerk 9

3.3 Bespreking fase 3 Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

4 Fase 4: Boringen 11

4.1 Handboringen met veldbeschrijving 11

4.2 Machineboringen 11

4.3 Nemen van ongeroerde monsters Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.

4.4 Plaatsen van peilbuizen 12

4.5 Opnemen van peilbuizen 12

5 Fase 5: Laboratoriumonderzoek 13

5.1 Beschrijving en classificatie grondmonsters 13

5.2 Samendrukkingsproeven op klei- en veenmonsters 13

5.3 Triaxiaalproeven op kleimonsters 14

5.4 Direct Simple Shear proeven op veenmonsters 14

6 Fase 6: Referentieberekeningen 14

6.1 Onderzoeksvoorstel referentieberekeningen met bespreking 15

6.2 Zettingsontwerp 15

6.3 Taludstabiliteit 15

7 Fase 7: Rapportages 16

7.1 Onderzoeksrapport 16

- 7.2 Geotechnisch langprofiel 16
- 7.3 Adviesrapport 17
- 7.4 Bespreking concept rapportages 17

Scope en werkwijze

Scope

Dit document betreft een uitvraag voor het geotechnisch vooronderzoek voor wegen, gelegen op een aardenbaan boven maaiveld, inclusief de daarin opgenomen reguliere kunstwerken als duikers, viaducten en kleine bruggen. Aanvullend grondonderzoek voor grotere bruggen of verdiepte liggingen, kan als maatwerk aan deze uitvraag worden toegevoegd.

Werkwijze

Ten behoeve van de contractvorming voor de realisatie van een wegbouwkundig project dient altijd een verkennend geotechnisch onderzoek te worden uitgevoerd.

Dit onderzoek dient o.a. de volgende doelen:

Onderzoek naar de kansen van beoogde oplossingen; de raming voor RWS, beoordeling van het aanbiedingsontwerp van de opdrachtnemer realisatie, en input voor het risicodossier.

In voorliggend document de zijn de specificaties gegeven die bij deze uitvraag van toepassing dienen te worden verklaard. Hierin wordt vastgelegd hoe het geotechnisch onderzoek voor deze projecten dient te worden opgezet en uitgevoerd. Daartoe bevat dit document de hiervoor van toepassing zijnde proces- en kwaliteits-eisen.

In het bijbehorende document "Inschrijfstaat geotechnisch onderzoek voor wegen met kunstwerken" wordt project-specifiek een indicatie gegeven hoeveel van welk onderzoek voor het betreffende project noodzakelijk is.

Tevens worden in een geotechnisch adviesrapport enkele referentieberekeningen uitgewerkt. Deze dienen voor intern RWS gebruik als uitgangspunt voor de raming en het risicodossier en als ondersteuning bij de toetsing van de geotechnische ontwerpen van de opdrachtnemer realisatie.

De resultaten van het geotechnisch onderzoeksrapport worden t.z.t. aan de kandidaat-opdrachtnemers realisatie ter beschikking gesteld.

N.B. De resultaten van het adviesrapport worden doorgaans niet ter beschikking gesteld omdat dit geïnterpreteerde data betreft en achteraf tot claims kan leiden.

Voorliggend document vormt een belangrijk hulpmiddel bij de invulling van risicogestuurd werken conform GeoRM. GeoRM is als werkwijze door Rijkswaterstaat opgenomen binnen de Werkwijzer Aanleg om te komen tot een betere beheersing van ondergrondse risico's binnen projecten. Daartoe is een handreiking GeoRM beschikbaar.

Introductie en doelstelling

Introductie

Vanuit het RWS projectteam zal er een projectspecifieke uitvraag worden geschreven voor het geotechnische onderzoek voor wegen met kunstwerken. Soms wordt dit gecombineerd met andere onderdelen van het areaalonderzoek.

In de voorliggende specificaties wordt vastgelegd hoe diverse soorten geotechnisch onderzoek voor projecten van Rijkswaterstaat op het gebied van wegen met kunstwerken dient te worden opgezet en uitgevoerd. Daartoe bevat dit document de hiervoor van toepassing zijnde proces- en kwaliteitseisen. Het is niet voor alle projecten nodig dat de in dit document omschreven soorten onderzoek allemaal worden toegepast.

Daarom wordt in een bijbehorend document "Inschrijfstaat geotechnisch onderzoek voor wegen met kunstwerken" projectspecifiek een indicatie gegeven welke soort en aantallen van het onderzoek voor het betreffende project noodzakelijk zijn. Bij dit document is ten behoeve van het invullen door het RWS projectteam, een tabblad opgenomen met een invulhulp voor het bepalen van soort en omvang van het grondonderzoek. Zowel deze specificaties als het format voor de inschrijfstaat zijn te vinden op de intranetpagina van het Steunpunt Wegenbouw.

De uit te voeren aantallen proeven, metingen en berekeningen zijn uitgangspunt voor de offerte, maar dienen per projectfase risicogestuurd te worden geoptimaliseerd binnen het bedrag van de offerte.

In deze standaarduitvraag geotechnisch onderzoek worden de volgende afkortingen gebruikt:

- OG: de RWS organisatie (opdrachtgever);
- ONR: de opdrachtnemer van het realisatiecontract voor het project;
- ONG: de opdrachtnemer van het hier gevraagde grondonderzoek en bureaustudies.

Bij de offerte dient ONG de inschrijfstaat te voorzien van eenheidstarieven en bij de aanbidding te voegen.

Na opdracht (gunning) wordt per fase (zie hoofdstukken 1 t/m 7) van ONG een onderzoeksvoorstel gevraagd. Dat voorstel wordt opgesteld aan de hand van de tot dan beschikbare data en resterende risico's en dient aan de hierna genoemde doelstelling te voldoen. Hiermee kan de uiteindelijke invulling van het onderzoek afwijken van de offerte. Overeengekomen afwijkingen worden verrekend volgens de eenheidsprijzen in de inschrijfstaat. Uitgangspunt hierbij is een risicogestuurde optimale inzet van het beschikbare offertebedrag.

Doelstelling

In combinatie met de beschikbare gegevens, dient het onderzoek zodanig veel data van de bodemopbouw en de grondeigenschappen te genereren, dat OG en ONR in staat zijn om de geotechnische risico's van het project in te schatten, zodat daarbij passende beheersmaatregelen kunnen worden genomen. Om dit doel te bereiken is gekozen voor een risicogestuurde werkwijze volgens CUR-247 'Risicogestuurd Grondonderzoek'.

Bijkomende doelen zijn het kunnen maken van een betrouwbare raming door OG en een scherpe inschrijving door ONR. Daarnaast kan het ontwerp van de ONR worden getoetst op basis van de referentieberekeningen. T.b.v. de kostenraming en toetsing van de ontwerpen door ONR worden tevens referentieberekeningen gevraagd.

Het hier gevraagde geotechnisch onderzoek zal inventariserend zijn en niet zo volledig dat hiermee een definitiefontwerp conform Eurocode 7 uitgewerkt kan worden. T.z.t. dient de ONR het onderzoek daarop te completeren. Door OG wordt dus een basis gelegd voor de uiteindelijke informatie waarop ontwerp en uitvoeringswijzen gebaseerd kunnen worden.

Algemene eisen

De NEN-EN 1997-2 en NEN 9997-1+C2:2017 zijn van toepassing.

Proceseisen

Werkwijze

ONG wijst een projectleider aan, die alle contacten met de projectleider van OG onderhoudt. Indien ONG voor de uitvoering van het grondonderzoek en/of de bureaustudies (of een deel daarvan) een derde als combinant of onderaannemer wenst in te schakelen, zal ONG deze met haar bedrijfsnaam en de naam van haar contactpersoon in de offerte vermelden. Een niet genoemde combinant of onderaannemer kan niet alsnog voor deze opdracht worden ingeschakeld.

ONG dient in de offerte aan te geven:

- een beschrijving van de uitvoeringsmethoden (method statement);
- een beschrijving van de wijze waarop de gewenste onderzoekskwaliteit wordt verzekerd;
- een overzicht waaruit blijkt dat men over voldoende veld-, laboratorium- en adviescapaciteit beschikt om aan de planning te kunnen voldoen.

Na gunning kan OG rechtstreeks met de contactpersoon van de uitvoerende partij overleggen over de technische aspecten en de planning van het onderzoek, de referentieberekeningen en de rapportages.

Gefaseerde uitvoering

Het onderzoek wordt volgens de principes van risicogestuurd onderzoek (CUR 247) in fases uitgevoerd. De afzonderlijke fases staan in de navolgende hoofdstukken 1 tot en met 7 uitgewerkt. Na elke fase wordt indien nodig, zie het aantal overlegmomenten in de projectspecifieke inschrijfstaat, een bespreking gehouden met OG en ONG; eventuele combinanten of onderaannemers zijn daarbij tevens aanwezig. In die vergadering worden de tot dan verkregen resultaten besproken en het onderzoek voor de volgende fase vastgesteld. ONG dient altijd hiertoe een voorstel in, dat de goedkeuring van OG behoeft.

Vanwege de risicogestuurde aanpak, dienen voor elke fase de voor het project belangrijkste geotechnische risico's geïdentificeerd en gekwantificeerd te worden. Bij het programma voor elke volgende fase dient met het resulterend risicoprofiel rekening te worden gehouden. Dit proces dient bij elke overgang naar een volgende stap kort schriftelijk te worden vastgelegd en met name welke gevolgen het heeft voor aanpassingen in de navolgend fasen.

In de projectspecifieke inschrijfstaat staat een overzicht van de voor het betreffende project uit te voeren fasen/werkzaamheden.

Overige bepalingen en informatie

De offerte dient te worden gebaseerd op de aantallen in de inschrijfstaat. De definitieve aantallen en onderzoeksdiepten worden nader risicogestuurd geoptimaliseerd op basis van een voorstel van ONG aan het eind van fase 1. Dit voorstel behoeft de goedkeuring van OG.

Bij de offerte dient de bijbehorende inschrijfstaat bijgevoegd te worden. Hierop dienen de diverse eenheidstarieven ingevuld te worden.

De verrekening van het eventuele meer- en minderwerk wordt gebaseerd op de tarieven die door ONG in de inschrijfstaat zijn vermeld.

1 Fase 1: Geotechnisch Bureauonderzoek met historisch onderzoek

1.1 Inventarisatie beschikbare projectgegevens

Om goed inzicht te krijgen in de huidige- en toekomstige situatie van het project, dienen o.a. de volgende gegevens te worden geïnventariseerd en gerapporteerd:

- Geologische kaarten;
- Basis Registratie Ondergrond www.broinfo.nl
- Maaiveld hoogtekaart (www.ahn.nl);
- Lucht- en satellietfoto's (bijvoorbeeld google earth);
- Historische bestemmingen, zie bijvoorbeeld www.topotijdreis.nl;
- Tekening met huidige/toekomstige situatie, projectgrenzen en eventueel indicatieve onderzoekslocaties;
- DTM / MX-model;
- Historische geotechnische gegevens: bestaand uitgevoerd veld- en laboratoriumonderzoek (zoals sonderingen, boringen en resultaten van laboratoriumproeven);
- Informatie grondwaterstanden uit bijvoorbeeld TNO-DINO en BRO database, REGIS, peilbuizen of gemeentelijke-, provinciale- of waterschapsarchieven;
- Inventarisatie NGE verdachte locaties;

Deze informatie dient te worden gefilterd op bruikbaarheid voor het project.

Bij de inventarisatie van historische geotechnische gegevens dienen minimaal de volgende bronnen onderzocht te worden:

- Dino Lokaal en de BRO;
- Archief RWS Dienst GPO, afdeling Wegen en Geotechniek;
- Archief Deltares;
- www.PDOC.nl;
- ONG onderzoek bij het bevoegd gezag de eventuele aanwezigheid van NGE verdachte locaties.

In de rapportage dient per bron te worden aangegeven wat de resultaten zijn.

Resultaten van de inventarisatie dienen ook in de situatietekeningen te worden opgenomen.

Voor specificaties van rapporten en tekeningen, zie fase 7.

1.2 Indeling in vergelijkbare secties

Het wegenbouwproject dient te worden opgedeeld in secties met vergelijkbare ondergrond en aanpassingen in het dwarsprofiel. Per sectie dient een overzicht van aandachtspunten te worden opgesteld, zodanig dat het uit te voeren grondonderzoek daarop kan worden ingezet en eventueel aangepast.

In Tabel 2.1 is een voorbeeld van de gewenste uitwerking opgenomen.

Tabel 2.1 Voorbeeld risico-inventarisatie wegenbouwproject

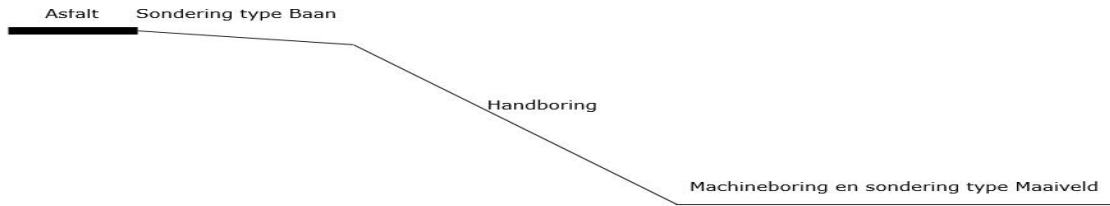
Km van- tot	WGnr. HRL / HRR	Grondwerk	Breedte [m]	Hoogte [m]	Dikte Baan [m]	Zetting	Stabiliteit	Omgeving
15.2	A95 HRL	Verbreiding	20	0 tot 5	0 tot 8	Groot	Maatregel t.p.v. sloot	Geen Bijz.
	A95 HRR	Zeer gering	1	2	8	Gering	Geen Maatregel	Geen Bijz.

1.3 Geotechnisch onderzoeksplan

Op basis van de resultaten van het historisch onderzoek dient er een risicogestuurd onderzoeksplan te worden opgesteld, wat inzicht geeft in de optimale invulling van de navolgende onderzoeksfasen. Uitgangspunt hiervoor zijn de hoeveelheden zoals opgenomen in de inschrijfstaat. De beoogde

locaties van de sonderingen, boringen, dwarsprofielen en berekeningen dienen op de concept situatietekeningen in een bovenaanzicht te worden weergegeven.

Voor de locaties van de sonderingen type Baan, type Maaiveld (zie paragraaf 3.2), handboringen en machineboringen in het dwarsprofiel, zie onderstaande schets.



Bij de locatie van de onderzoekspunten dienen de volgende uitgangspunten te worden gehanteerd:

- De definitieve locaties dienen zo te worden gekozen dat geen rooiwerk en slechts beperkt snoeiwerk nodig is, in principe worden er geen onderzoekspunten buiten de werkgrenzen gekozen;
- Er dient zoveel mogelijk te worden uitgegaan van sondeerposities buiten de verhardingen;
- Afhankelijk van de omstandigheden mogen de sondeerposities tot 5,0 m verplaatst worden, een grotere verplaatsing vereist per geval een voorafgaande goedkeuring door OG;
- De boorposities dienen steeds op maximaal 2 m. uit de naastgelegen sondering te worden gekozen; er worden geen boringen op de rijbanen of vluchtstroken van autosnelwegen of autowegen gemaakt, en ook niet op locaties die alleen vanaf de rijksweg bereikbaar zijn.

Bij onderzoek voor zowel weglichamen als kunstwerken dienen in eerste instantie de aantallen sonderingen en boringen per sectie (zie tabel 2.1) apart op tekening te worden gezet. Vervolgens dient geïnventariseerd te worden waar 'overlap' in het gezamenlijk geplande geotechnisch onderzoek zit.

Als overlap geconstateerd wordt hoeft niet al het in eerste instantie geplande geotechnisch onderzoek uitgevoerd te worden, met dien verstande dat de kortste van de 2 geplande sonderingen komt te vervallen. Om tot een zo efficiënt mogelijk geotechnisch onderzoek te komen kan er geschoven worden met de locaties van de sonderingen en boringen.

1.4

Bespreking fase 1

ONG dient op basis van de resultaten van deze fase, samen met OG een risicosessie te organiseren. Als resultaat van deze sessie wordt een overzicht opgesteld van de belangrijkste bijzondere- en projectspecifieke risico's, alsmede een voorstel voor op deze risico's aangepaste scope voor de navolgende onderzoeksfasen.

Pas na akkoord van OG op het nieuwe onderzoeksplan en de bijbehorende tekeningen kan worden gestart met de navolgende fasen.

2 Fase 2: Werkvoorbereiding en landmeten

- 2.1 **KLIC-melding**
ONG verzorgt een KLIC-melding en bepaalt voor eigen verantwoording de locaties van de sondeer- en boorlocaties waar moet worden voorgeboord of voorgegraven.
- 2.2 **Aanvragen toestemmingen**
De vergunningen en toestemmingen voor het betreden en berijden van de diverse percelen dienen door ONG aangevraagd/verzorgd te worden en te worden afgestemd met OG.
- 2.3 **Aanvragen verkeersmaatregelen**
Voor het uitvoeren van werkzaamheden op auto(snel)wegen zijn vergunningen en toestemmingen vereist. ONG verzorgt deze en voert ook de daaruit door de betreffende wegbeheerder te stellen eisen (verkeersmaatregelen, etc.) uit. Bij sonderingen in het water of in waterkeringen zijn dat de vaarwegbeheerder en het betreffende waterschap.
- 2.4 **Aangeven maatgevende doorsneden**
Van de meest risicovolle secties uit fase 1.2 dient een maatgevende dwarsdoorsnede te worden gekozen. Voor het aantal doorsneden, zie de inschrijfstaat. Al deze maatgevende doorsneden dienen op de eerder genoemde situatietekeningen te worden aangegeven.
De geometrie van deze dwarsprofielen dienen op basis van AHN het DTM of bestaande inmetingen te worden gebaseerd.
Deze dwarsprofielen worden op tekening uitgewerkt, zie ook fase 7.

3 Fase 3: Sonderingen

3.1 Kernboringen + voorboren

Sonderingen type Baan dienen vaak direct naast de het bestaande asfalt te worden uitgevoerd. Als daar geen ruimte is, zal in de vluchtstrook moeten worden gesondeerd en zijn er kernboringen nodig.

Als er puinresten worden verwacht zal moeten worden voorgeboord.

Bij voorboren, voorgraven en/of kernen van de sondeerpunten dienen de opgeboorde monsters in het veld te worden beschreven volgens beschrijfkwaliteit B3 voor de aspecten die bij monsterklasse QM5 en Beschrijfkwaliteit B3 kunnen worden beschreven volgens tabel NA.2 van NEN-EN-ISO 14688-1:2019+Ontw.NEN 8990:2020(NL).

Deze beschrijving dient separaat in een boorstaat te worden uitgewerkt.

3.2 Sonderingen type Baan, Maaiveld en Kunstwerk

Sonderingen type Baan, Maaiveld en Kunstwerk hebben allemaal een diepte van minimaal 15 m in het pleistocene zand.

Sonderingen type Baan dienen in langsrichting van de weg en afwisselend direct naast de nieuwe of uit te breiden weggedeelten te worden ingepland. Als daar geen ruimte is, zal in de vluchtstrook moeten worden gesondeerd en zijn er kernboringen nodig. Als een weg enkelzijdig wordt uitgebreid, komen de sonderingen slechts aan de uit te breiden zijde.

Sonderingen type Maaiveld worden bij de uit te breiden wegzijde ingepland nabij een bestaand talud en dient om inzicht te krijgen in de maagdelijke toestand van de ondergrond naast de bestaande weg.

Bij elk steunpunt van een kunstwerk worden 2 sonderingen type Kunstwerk ingepland.

Bij deze sonderingen type Kunstwerk dient tevens de waterspanning te worden gemeten.

Het totaal van de sonderingen is in de inschrijfstaat onder fase 3.2 per type weergegeven.

Alle sonderingen dienen verder op de volgende wijze te worden uitgevoerd:

- Afhankelijk van de omstandigheden mogen de sondeerposities tot 5,0 m verplaatst worden, een grotere verplaatsing vereist per geval een voorafgaande goedkeuring door OG;
- De sonderingen dienen t.o.v. het RD-stelsel en het NAP te worden ingemeten;
- Eventuele snoeiwerkzaamheden zijn bij de prijs per sondering inbegrepen, maar dienen tot het minimum te worden beperkt en behoeven voorafgaande toestemming door de eigenaar. Het rooien van bomen of struiken is niet toegestaan;
- De sonderingen worden met daartoe geëigend materieel uitgevoerd. Afhankelijk van de sondeerposities dient met de inzet van verschillende voertuigtypen rekening te worden gehouden. Bij de keuze van de definitieve locaties geldt als uitgangspunt dat de hinder voor het verkeer en het publiek, en schade aan begroeiing e.d. tot een minimum beperkt dient te blijven;
- De sonderingen worden uitgevoerd als elektrische sondering met meting van de conusweerstand, de plaatselijke wrijving en de conushelling, conform NEN-EN-ISO 22476-1/C1:2013, toepassingsklasse 2;
- Op de locaties waar de waterdichtheid van een waterafsluitende laag van belang is, dienen de sondeergaten over de dikte van het cohesieve pakket volledig met zwelklei gevuld te worden;
- De sondeerresultaten dienen grafisch t.o.v. het NAP gepresenteerd te worden, met per sondering de conusweerstand, plaatselijke wrijving, wrijvingsgetal en de conushelling (zonder interpretatie van de bodemopbouw);
- De sondeergrafieken dienen met een diepteschaal 1:100 uitgewerkt te worden;
- Van elke sondeerpositie worden de X-, Y- en Z-coördinaten en de datum op de sondeergrafiek vermeld;
- De sonderingen dienen behalve als pdf tevens als GEF file te worden aangeleverd;
- Het terrein rondom de sondering dient te worden teruggebracht in een staat zoals overeengekomen met de eigenaar.

4 Fase 4: Boringen

4.1 Handboringen met veldbeschrijving

Handboringen dienen te worden uitgevoerd aan de zijde waar een bestaande weg wordt uitgebreid en bevinden zich halverwege het wegtalud tussen de sondering type Baan en sondering type Maaiveld. Handboringen dienen te worden uitgevoerd tot tenminste 0,5 m in het zand, met een maximale diepte van 4 m.

- De boorteknik dient te voldoen aan Monsternamencategorie D van de ISO/DIS 22475-1:2018;
- De opgeboorde grond dient te voldoen aan kwaliteitsklasse QM4 van NEN-EN-ISO 14688-1:2019+Ontw.NEN 8990:2020(NL), tabel NA.14;
- De opgeboorde grond dient in het veld te worden beschreven volgens beschrijfkwaliteit B3 voor de aspecten die bij monsterklasse QM5 en Beschrijfkwaliteit B3 kunnen worden beschreven volgens tabel NA.2 van NEN-EN-ISO 14688-1:2019+Ontw.NEN 8990:2020(NL);
- De beschrijving dient in een boorstaat te worden uitgewerkt met een diepteschaal 1:100 en te worden vastgelegd t.o.v. NAP.

4.2 Machineboringen met continue ongeroerde monsternam

De definitieve locaties van de machineboringen dienen risicogestuurd te worden bepaald. De boorposities dienen binnen 2 m uit de naastgelegen sondering te worden gekozen; er worden geen boringen op de rijbanen of vluchtstroken van autosnelwegen of autowegen gemaakt. Het totaal aantal machineboringen is in de inschrijfstaat onder fase 4.2 weergegeven.

Machineboringen dienen op de volgende wijze te worden uitgevoerd:

- De machineboringen dienen t.o.v. het RD-stelsel en het NAP te worden ingemeten;
- De definitieve locatie van de machineboringen wordt door ONG pas voorgesteld als de sondering ter plaatse én de 4 meest nabijgelegen sonderingen beschikbaar zijn. De uiteindelijke keuze wordt samen met de OG gemaakt;
- De boorposities dienen zo gekozen te worden dat de peilbuizen op een later moment (bijv. voor het aflezen van peilbuizen) eenvoudig benaderd kunnen worden;
- Van elke boorpositie worden de X-, Y- en Z-coördinaten en de datum van uitvoering op de boorstaat vermeld;
- De waterstand in de boorbuis dient steeds boven de actuele grondwaterstand en de grondwaterstijghoogte gehouden te worden;
- De machineboringen worden doorgezet tot een einddiepte die uit de naastgelegen sondering is bepaald. In verband met de plaatsing van een peilbuis in de zandlaag, dient een einddiepte van ten minste 3 m in de pleistocene zandlaag aangehouden te worden; indien de grondwaterstand zich dieper dan 3 m beneden de bovenzijde van de pleistocene laag bevindt, wordt geen peilbuis geplaatst;
- Op de locaties waar de waterdichtheid van een waterafsluitende laag van belang is, dienen de boorgaten over de dikte van het cohesieve pakket volledig met zwelklei gevuld te worden;
- Voor het overige mag opgeboord schoon zand in het boorgat terug gebracht worden. Opgeboord cohesief materiaal mag niet in de boring terug gebracht worden. Ook het bijmengen van zwelklei aan het aanvulzand is niet toegestaan.
- De resterende opgeboorde grond en overige materialen dienen afgevoerd te worden.
- Het terrein rondom de boring dient te worden teruggebracht in een staat zoals overeen te komen met de eigenaar.
- De boorteknik dient te voldoen aan NEN-EN-ISO 22475-1:2018.
- Over de gehele diepte van de boring dient aaneengesloten ongeroerde monsters te worden genomen (continue monsternam) met dunwandige bussen met een diameter van tenminste 66 mm.
- In de fijne- en organische lagen worden dunwandige monsterbussen met een diameter van tenminste 66 mm gedrukt, monsternam categorie B, conform NEN-EN-ISO 22475-1:2018, met

als resultaat een kwaliteitsklasse 2 van het grondmonster conform ISO 14688-1:2019+Ontw.NEN 8990:2020(NL), tabel NA.14;

- In de grove- en siltlagen worden dunwandige monsterbussen met een diameter van tenminste 66 mm gedrukt of geslagen, monsternamen categorie C, conform NEN-EN-ISO 22475-1:2018, met als resultaat een kwaliteitsklasse 3 van het grondmonster conform ISO 14688-1:2019+Ontw.NEN 8990:2020(NL), tabel NA.14;
- De ongeroerde monsters dienen behandeld, verpakt, getransporteerd en bewaard te worden conform NEN-EN-ISO 22475-1:2018 monster categorie A.

4.3 Plaatsen van peilbuizen

Peilbuizen dienen op de volgende wijze te worden geplaatst volgens protocol 2001 van BRL SIKB 2000:

- De peilbuizen dienen t.o.v. het RD-stelsel en het NAP te worden ingemeten;
- Alle machineboringen worden met twee peilbuizen afgewerkt. Als in de sondering een tussenzandlaag wordt aangetroffen, dient daarin een derde peilbuis te worden aangebracht, mits de verticale afstand tussen de filters tenminste 4 m bedraagt;
- De peilbuizen plaatsen conform NPR 5741:2009 en NEN-EN-ISO 22475-1:2006 in grondboringen die tevens voor grondverkenning en bemonstering dienen. De binnendiameter van de buizen dient zo gekozen te worden dat het (naderhand) plaatsen van een datalogger mogelijk blijft;
- De filters dienen een lengte te hebben van minimaal 1,0 m en te worden voorzien van een zandvang met een lengte van minimaal 0,5 m;
- Rondom de filters dient filtergrind te worden aangebracht, van 0,5 m beneden tot 0,5 m boven het filter;
- Beneden en boven elk filter dient een prop van zwelklei met een lengte van 1,0 m te worden aangebracht. In de waterremmende en de waterkerende lagen dient een prop van zwelklei met een lengte van tenminste 1,0 m te worden aangebracht;
- De peilbuizen dienen met een afsluitbare straatpot of een beschermkoker te worden afgewerkt;
- Van elke peilbuis dienen de X-, Y- en Z-coördinaten (zowel de top van de buis als het maaiveld en het filter) op de peilbuisstaat te worden vermeld;

4.4 Opnemen van peilbuizen

Gedurende de eerste 12 maanden na plaatsing van de peilbuizen dient de waterstand conform NEN 5120 te worden opgenomen. Het ritme en de frequentie hiervan dient met die van het landelijk peilbuizen-net samen te vallen.

5 Fase 5: Laboratoriumonderzoek

5.1 Beschrijving en classificatie van grondmonsters

De ongeroerde grondmonsters van de machineboringen dienen in het laboratorium te worden beschreven volgens NEN-EN-ISO 14688-1:2019+Ontw.NEN 8990:2020(NL): beschrijfkwaliteit B2. De beschrijving dient in een boorstaat te worden uitgewerkt met een diepteschaal 1:100 en te worden vastgelegd t.o.v. NAP.

Op de ongeroerde grondmonsters van de machineboringen dienen de volgende classificatieproeven volgens NEN-EN-ISO 14688-2:2018+NEN8991:2020(NL) te worden uitgevoerd:

1. In **alle** lagen dient het watergehalte te worden bepaald en de natte en droge volumieke massa, conform ISO 17892-1 en 2;
2. In grove- en siltlagen dient de korrelverdeling te worden bepaald inclusief bepaling van de fijne fractie conform ISO 17892-4;
3. In fijne lagen dienen de Atterbergse grenzen te worden bepaald met de valconus en de uitrolproef conform ISO 17892-12;
4. In fijne- en organische lagen dient de ongedraineerde schuifsterkte te worden bepaald met de handvin, conform NEN-EN-ISO 14688-2:2018+NEN8991:2020(NL) bijlage A.4;
5. In fijne- en organische lagen dient de ongedraineerde schuifsterkte te worden bepaald met de pocket penetrometer, conform NEN-EN-ISO 14688-2:2018+NEN8991:2020(NL) bijlage A.5;
6. In grove- en fijne lagen dient het gehalte aan organisch materiaal te worden bepaald conform NEN-EN-ISO 14688-2:2018+NEN8991:2020(NL) bijlagen A.1 of A.3;
7. In alle lagen dient het kalkgehalte te worden bepaald conform NEN-EN-ISO 14688-2:2018+NEN8991:2020(NL) bijlagen A.1 of A.3;
8. In fijne- en organische lagen dient de dichtheid van de gronddeeltjes te worden bepaald met de pyknometer, conform ISO 17892-3.

De resultaten van bovenstaande proeven dienen in een boorstaat naast de identificatie in aparte kolommen als functie van de diepte te worden uitgezet, op een wijze zoals is weergegeven in NEN-EN-ISO 14688-2:2018+NEN8991:2020(NL) figuur NA.2.

De aantallen van de diverse classificatieproeven zijn in de inschrijfstaat weergegeven onder fase 5.1 en dienen zodanig over de diverse machineboringen en over de lengte van de boringen te worden verdeeld, dat de verschillende lagen zo goed mogelijk worden geclassificeerd.

Bij de bepaling van de aantallen classificatieproeven in de inschrijfstaat is uitgegaan van 1 set proeven per 0,5 m in fijne- en organische lagen en 1 set proeven per 1,0 m in grove- en siltlagen.

5.2 Samendrukkingsproeven op klei- en veenmonsters

In klei- en veenlagen dienen samendrukkingsproeven te worden uitgevoerd, conform NEN-EN-ISO 17892-5:2017 part 5 en CUR 101:2005 op de navolgende wijze:

- De samendrukkingsproeven dienen te worden uitgevoerd op monsters die representatief zijn voor de samendrukbare lagen;
- 7 belastingtrappen, waarvan er twee als ontlast- en herbelasttrap dienen te worden uitgevoerd; De belastingstappen worden bepaald door de ONG, op basis van de grondopbouw, de grondwaterstand, gegevens van historische belastingssituaties (overconsolidatie) en de te verwachten spanningstoename bij uitvoering van het project. Hierbij dienen tenminste 2 belastingtrappen boven de te verwachten grenskorrelspanning te worden gekozen en dienen de belastingstappen in overeenstemming met hoogste in situ te verwachten belastingniveau 's te worden gekozen;
- De belastingtrappen dienen te worden aangehouden totdat een duidelijke rechte kruiptak is te zien, met een maximum van 48 uur per kruiptak;
- Bepalen van de a-, b- en c-isotachen, de NEN Bjerrum en de Buisman Koppejan parameters;

- Bepalen voor stappen 1,3 en 5 de consolidatie coëfficiënt volgens zowel Casagrande als Taylor;
- Meetdata rechtstreeks afkomstig van de proeven dienen digitaal ter beschikking worden gesteld.

De rapportage van de samendrukkingsproeven omvat ten minste:

- natte en droge volumieke massa *) van de monsters;
- boring nummer en NAP hoogte van het monster;
- de grafische weergave van de proefresultaten voor de hierboven aangegeven verwerkingsmethoden;
- de terreinspanningen en de wijze van bepalen van de belastingtrappen.

*) de natte en droge volumieke massa dienen in de grafiek als bedoeld in 5.1 opgenomen te worden.

5.3 Triaxiaalproeven op kleimonsters

In kleilagen dienen CIUc-triaxiaalproeven te worden uitgevoerd conform NEN 5117:1991+A1, op de navolgende wijze:

- De proeven dienen als één-trapsproef worden uitgevoerd, waarbij de proeven uit een zelfde grondsoort bij verschillende spanningsniveau's worden beproefd tot minimaal 15% vervorming is bereikt en vervolgens samen uitgewerkt tot een schuifsterkte per grondsoort;
- de terreinspanningen, consolidatiespanningen en belastingtrappen dienen door ONG te worden bepaald en gerapporteerd. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van ISO/DIS-17892-9-2016;
- de consolidatiespanningen worden bepaald door de ONG, op basis van de grondopbouw, de grondwaterstand en de gegevens van historische belastingsituaties (overconsolidatie).

De rapportage van de triaxiaalproeven omvat tenminste:

- natte en droge volumieke massa *) van de beproefde monsters;
- de ongedraineerde schuifsterfte van de beproefde monsters *)
- boringnummer- en NAP hoogte van het monster;
- de consolidatiespanningen;
- de grafische weergave van de spanningspaden en ontwikkeling van de schuifspanning, hoek van inwendige wrijving en cohesie;
- de hoek van inwendige wrijving en cohesie bij een axiale rek van 2%, 5% en 10%;
- de uit de proeven bepaalde waarde van E50 en E50;ref.

*) de natte en droge volumieke massa en de ongedraineerde schuifsterkte dienen in de grafieken als bedoeld in 5.1 opgenomen te worden.

5.4 Direct Simple Shear proeven op veenmonsters

In veenlagen dienen direct simple shear proeven te worden uitgevoerd conform ASTM D6528-07 en het Deltares protocol "Materiaalfactoren en protocollen voor ééntraps triaxiaalproeven en DSS proeven", op de navolgende wijze:

- De proeven dienen als ééntrapsproef worden uitgevoerd, waarbij de proeven uit een zelfde grondsoort bij verschillende spanningsniveau's worden beproefd tot minimaal 15% vervorming is bereikt en vervolgens samen uitgewerkt;
- de terreinspanningen, consolidatiespanningen en belastingtrappen dienen door ONG te worden bepaald en gerapporteerd;
- de consolidatiespanningen worden bepaald door de ONG, op basis van de grondopbouw, de grondwaterstand en de gegevens van historische belastingsituaties (overconsolidatie).

De rapportage van de Direct Simple Shear proeven omvat tenminste:

- natte en droge volumieke massa *) van de beproefde monsters;
- de ongedraineerde schuifsterfte van de beproefde monsters *)
- boringnummer- en NAP hoogte van het monster;
- de consolidatiespanningen;

*) de natte en droge volumieke massa en de ongedraineerde schuifsterkte dienen in de grafieken als bedoeld in 5.1 opgenomen te worden.

6 Fase 6: Referentieberekeningen

6.1 Onderzoeksvoorstel referentieberekeningen met bespreking

In een onderzoeksvoorstel dienen de resultaten van de sonderingen, boringen, laboratoriumproeven en peilbuismetingen per bodemlaag statistisch te worden uitgewerkt, waarbij tevens rekenwaarden voor de grondmechanische eigenschappen worden afgeleid.

In het voorstel dienen de te berekenen dwarsprofielen en/of constructieonderdelen met bijbehorende belastingniveaus te worden aangegeven.

Berekeningen dienen te worden uitgevoerd met de D-serie software (meest recente versie) van Deltares. Het voorstel dient te worden gebaseerd op NEN-EN 1997-1+C2:2017, relevante CUR-publicaties en de eisen van Rijkswaterstaat.

Het onderzoeksvoorstel vormt, na bespreking met OG, de basis voor de risicogestuurde inzet van de referentieberekeningen.

6.2 Zettingsontwerp

ONG dient voor het maken van een zettingsontwerp uit te gaan van een standaard aanlegmethode van zand met een tijdelijke extra overhoogte en eventueel verticale drainage. Door het variëren van de tijdelijke extra overhoogte en de hart op hart afstand van de verticale drains, dient te worden voldaan aan een restzettingseis van 10 cm in 10 jaar, bij een zettingstijd van 9 maanden.

Voor de zettingsberekeningen dient een isotachenmodel te worden gebruikt.

6.3 Taludstabiliteit

ONG dient op basis van stabiliteitsberekeningen een ophoogtempo en eindstabiliteit van de aardenbaan te bepalen die met minimale inzet van speciale uitvoeringstechnieken als diepe cunetten of steunbermen, geotextielen of onderdrukconsolidatie, toch aan de navolgende eis van RWS voldoet; een veiligheidsfactor van 1,0 voor de eindstabiliteit, op basis van NEN-EN 1997-1+C2:2017, bij een betrouwbaarheidsklasse van RC-1 en een bovenbelasting van 15 kN/m² op de rijbanen.

7 Fase 7: Rapportages

7.1 Onderzoeksrapport

Na afloop van het veld- en labonderzoek van fase 5 wordt een integraal onderzoeksrapport geleverd als goed leesbaar pdf bestand en 3 exemplaren op papier. Het pdf document dient integraal te zijn samengesteld uit de digitale bronbestanden (geen scans) met doorlopende paginanummering en inhoudsopgave.

Ook het relevante historische onderzoek dient in het onderzoeksrapport te worden toegevoegd in pdf. Het onderzoeksrapport bevat overzichtstekeningen met onderzoekspunten, dwarsprofielen van de ingemeten maatgevende locaties, eventueel geotechnische langsprofielen, sondeer- boor- en peilbuisresultaten en de resultaten van het labonderzoek.

Eisen aan de overzichtstekeningen met de onderzoekspunten:

Op basis van de van de OG te ontvangen ondergronden met indicatieve locaties van onderzoekspunten en de resultaten uit het historisch onderzoek worden in fase 1 concept overzichtstekeningen gemaakt schaal 1:2000, met hierop het historische onderzoek, de beoogde onderzoekslocaties en -dwarsdoorsneden. Tekeningen dienen als pdf, DWG en 3 stuks op papier te worden geleverd.

In fase 7 worden deze tekeningen definitief gemaakt met de definitieve locaties van de onderzoekspunten en dwarsdoorsneden. Hierbij dient aan het volgende te worden voldaan:

- De feitelijke naamgeving van de sonderingen, boringen, peilbuizen, etc., geschiedt door ONG; Het voorgescreven format bestaat uit A-B-C-D, waarbij:
 - A: wegnummer;
 - B: de hectometrering van de weg nauwkeurig tot in meters (xx,xxx, zonder letters);
 - C: een hoofdletter S, B of P voor respectievelijk een sondering, een boring of een peilbuis;
 - D: een door ONG toe te wijzen volgnummer;
 voorbeeld: *sondering A6-21.323-S04*.
- Van verplaatste onderzoekspunten worden de oorspronkelijke posities niet weergegeven;
- Van posities waar de sondeer- en boorpunten die zo dicht bij elkaar liggen, dat de situatie-tekening beperkt leesbaar wordt, wordt een detail in schaal 1:1.000 of 1:500 opgenomen;
- De gecompleteerde situatietekeningen aanleveren als dwg en pdf aan OG;
- Na afronding van fase 2 levert ONG het in de inschrijfstaat genoemde aantal dwarsdoorsnedetekeningen als dwg en pdf aan OG.

Van het veld en labonderzoek dient een integraal en goed leesbaar onderzoeksrapport te worden opgesteld waarbij:

- De sondeer-, boor- en peilbuisresultaten op de geëigende wijze dienen te worden aangeleverd aan de LV-BRO. ONG verstrekt de originele leveringsbewijzen hiervan aan OG;
- Van elk type proef of meting een projectspecifieke methode beschrijving dient te worden gegeven. Eventuele bijzonderheden tijdens het onderzoek die van invloed kunnen zijn op de resultaten dienen hierin te worden besproken;
- Het onderzoek wordt conform de betreffende normen, voorschriften en richtlijnen, alsook de eisen in de voorgaande paragrafen, gerapporteerd. Ook worden verzamelstaten in goed toegankelijke tabellen en grafieken gepresenteerd;
- De ruwe meetdata uit de proeven wordt digitaal ter beschikking gesteld.

7.2 Geotechnisch lengteprofiel

Na afloop van fase 4 levert ONG geotechnische lengteprofielen over de as van de weg als als dwg en pdf aan OG. Hierbij dient te worden voldaan aan:

- De geotechnische lengteprofielen dienen een duidelijk beeld van de bodemopbouw ter plaatse van het grondonderzoek te laten zien. Daarbij dienen alle voor het sterkte- en zettingsgedrag relevante bodemlagen afzonderlijk aangeduid te worden;
- Als lengteschaal 1:1000 aanhouden (gelijk aan de situatietekening);

- De geotechnische lengteprofielen dienen met een diepteschaal 1:100 uitgewerkt te worden. Op de profielen dienen tevens van enkele representatieve sonderingen (de conusweerstand) en boringen (het boorprofiel) te worden weergegeven;
- De geotechnische lengteprofielen dienen te worden opgenomen in het onderzoeksrapport. Op de tekeningen dient een disclaimer te worden opgenomen dat de lijnen tussen de onderzoekspunten alleen een hulpmiddel zijn voor het overzicht en geen informatie over de ondergrond tussen de onderzoekspunten geeft.

7.3

Adviesrapport

Na afloop van fase 6 wordt een separaat adviesrapport opgesteld met de resultaten van de parameterstudie en de geotechnische referentieberekeningen op de volgende wijze:

- De voor het project specifieke restrisico's na uitvoering van het geotechnisch onderzoek worden gerapporteerd, evenals de projectspecifieke aanbevelingen voor nader onderzoek, op basis van eventueel tijdens het onderzoek gevonden bijzonderheden;
- Alle berekeningen van de D-serie dienen digitaal als programmabestanden te worden aangeleverd;
- Het adviesrapport wordt als goed leesbaar pdf bestand verstrekt; het Pdf document dient integraal te zijn samengesteld uit de digitale bronbestanden (geen scans) met doorlopende paginanummering en inhoudsopgave;

7.4

Bespreking concept rapportages

Na het verstrekken van de concept rapportages worden deze binnen 2 weken door de OG beoordeeld. Direct daarna kunnen de opmerkingen worden besproken en aangepast tot definitieve rapportages.