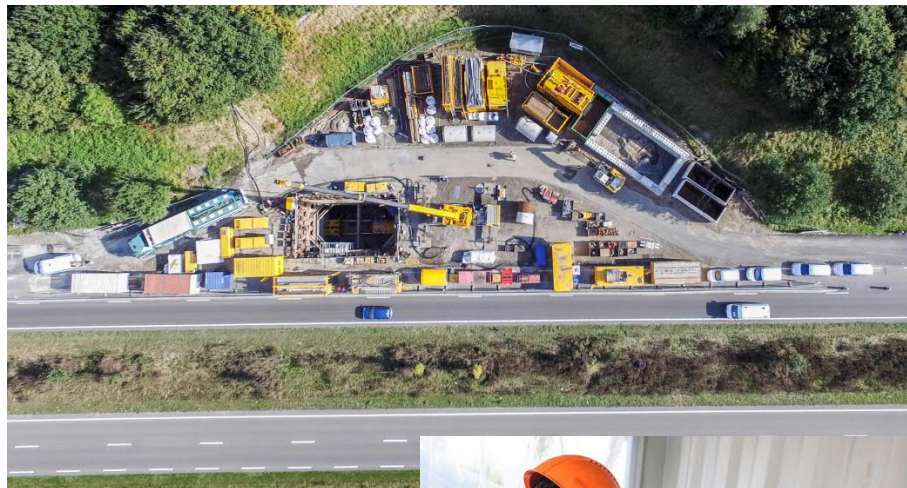




RWS INFORMATIE

## Richtlijn Boortechnieken en open ontgraving voor kabels en leidingen

Versienummer: Juni 2019-v1.0



## Colofon / metadata standaard

|                             |                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Naam Standaard:             | Richtlijn Boortechnieken<br>en open ontgraving voor kabels en leidingen                                                                                                                                           |
| Beschrijving:               | De Richtlijn Boortechnieken geeft voorwaarden om de invloed van verschillende boortechnieken en open ontgravingen op rijkswaterstaatswerken te minimaliseren in zowel aanleg- als bedrijfsfase van leidingwerken. |
| Status:                     | Definitief                                                                                                                                                                                                        |
| Datum:                      | 3 juni 2019                                                                                                                                                                                                       |
| Versienummer:               | Juni 2019-v1.0                                                                                                                                                                                                    |
| Soort:                      | Kader                                                                                                                                                                                                             |
| Verantwoordelijke PE:       | A&O                                                                                                                                                                                                               |
| Gebruik in proces:          | Vergunningverlening, toetsing vergunningsaanvraag, handhaving, aanleg en onderhoud.                                                                                                                               |
| Rol:                        | Vergunningverlener, Toetser, Handhaver, beheerder                                                                                                                                                                 |
| Netwerk:                    | RWS-areaal (droog)                                                                                                                                                                                                |
| Object:                     | Waterstaatswerken                                                                                                                                                                                                 |
| Kennisveld:                 | Geo Engineering                                                                                                                                                                                                   |
| Tags:                       | Boring, boortechniek, open ontgraving, kabel, leiding, parallel ligging                                                                                                                                           |
| Inhoudelijk Beheerder:      | Iwan Klein                                                                                                                                                                                                        |
| Verantwoordelijke afdeling: | Grote Projecten en Onderhoud<br>Wegen en Geotechniek                                                                                                                                                              |
| WW RWS Nummer:              | 1033                                                                                                                                                                                                              |

## Voorwoord

Voor u ligt de derde versie van de Richtlijn Boortechnieken en open ontgraving (hierna de Richtlijn Boortechnieken), uitgegeven door Rijkswaterstaat Grote Projecten en Onderhoud (RWS-GPO). De eerste uitgave van november 1995 en de tweede uitgave van januari 2004 komen hiermee te vervallen.

De Richtlijn Boortechnieken is van toepassing op het aanbrengen van kabels en leidingen in en nabij rijkswaterstaatswerken. Dit betreft wegen, waterwegen en aan een (water)weg gerelateerde objecten in beheer bij Rijkswaterstaat. Objecten zijn bijvoorbeeld gebouwen, portalen, verkeersborden, geluidsschermen, viaducten, kades, duikers of beschoeiingen. De Richtlijn Boortechnieken is niet van toepassing op waterkeringen en waterwegen (met uitzondering van de HDD-techniek, zie paragraaf 2.5). Hiervoor wordt verwezen naar de NEN 3651.

De Richtlijn Boortechnieken geeft voorwaarden om de invloed van verschillende boortechnieken op rijkswaterstaatswerken te minimaliseren in zowel aanleg- als bedrijfsfase van leidingwerken. Dit in het licht van de functionaliteit van de weg, de waterweg of het object, zowel tijdens de aanleg als tijdens de beheerfase van het kabel- of leidingsysteem.

### Wijzigingen ten opzichte van de tweede versie

De wijzigingen die in deze versie zijn aangebracht betreffen in hoofdzaak:

- actualisatie van de hoofdstukken Horizontaal Gestuurde Boring (HDD), Open Front Techniek (OFT) en Gesloten Front Techniek (GFT) naar aanleiding van de huidige stand van de techniek en gewijzigde normen en richtlijnen;
- uitsluiten van het gebruik van de Pneumatische Boortechniek (PBT) in en nabij rijkswaterstaatswerken;
- uitbreiding van zowel het hoofdstuk HDD als het hoofdstuk GFT met de techniek Direct Gestuurd Boren (DGB);
- uitbreiding met een hoofdstuk over eisen voor aanleg in open ontgraving;
- uitbreiding met een hoofdstuk over geotechnische uitvoeringsaspecten bij de aanleg van kabels en leidingen nabij een rijkswaterstaatswerk;
- uitbreiding met een hoofdstuk over functionele eisen voor Niet Omschreven Uitvoeringstechnieken (NOU);
- uitbreiding met twee bijlagen over eisen aan monitoring van werkzaamheden onder, naast en langs wegen.

### Werkgroep, NSTT en NEN

De derde versie van de Richtlijn Boortechnieken is vervaardigd door RWS-GPO in samenwerking met Arcadis en Rotterdam Engineering. Een werkgroep van de NSTT (Nederlandse vereniging voor Sleufloze Technieken en Toepassingen) heeft haar inbreng gehad door deze derde versie, net als de eerdere versies, te toetsen. Daarnaast heeft over diverse onderwerpen afstemming met de commissie NEN3650/3651 serie plaatsgevonden.

### Beeldmateriaal

In de Richtlijn Boortechnieken zijn voor de beeldvorming van technieken foto's opgenomen. Het beeldmateriaal is beschikbaar gesteld door de firma's A. Hak Drillcon B.V., G. van der Ven B.V. Aannemingsbedrijf en Gebr. van Leeuwen Boringen B.V. alsmede afkomstig uit het archief van RWS.

## Inhoud

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Voorwoord .....                                                        | 3  |
| 1 Inleiding .....                                                      | 6  |
| 1.1 Doel en beoogd gebruik Richtlijn Boortechnieken.....               | 6  |
| 1.2 Leeswijzer .....                                                   | 7  |
| 2 Horizontaal Gestuurde Boring (HDD) .....                             | 10 |
| 2.1 Beschrijving techniek.....                                         | 10 |
| 2.2 Grondonderzoek .....                                               | 11 |
| 2.3 Algemene ontwerpeisen HDD-boringen .....                           | 15 |
| 2.4 Specifieke ontwerpeisen HDD-boringen onder wegen .....             | 21 |
| 2.5 Specifieke ontwerpeisen HDD-boringen onder waterwegen.....         | 22 |
| 2.6 Direct Gestuurd Boren met HDD-boorkop (DGB-H) .....                | 23 |
| 2.7 Ontwerpeisen alternatieve uitvoeringsmethodieken HDD-boringen..... | 25 |
| 2.8 Beheersmaatregelen ontwerp.....                                    | 25 |
| 2.9 Uitvoering.....                                                    | 26 |
| 2.10 Geotechnische uitvoeringsaspecten .....                           | 29 |
| 2.11 Checklist HDD-boringen .....                                      | 29 |
| 3 Open Front Techniek (OFT) .....                                      | 33 |
| 3.1 Beschrijving techniek.....                                         | 33 |
| 3.2 Grondonderzoek .....                                               | 34 |
| 3.3 Ontwerpeisen OFT-boringen.....                                     | 35 |
| 3.4 Beheersmaatregelen ontwerp.....                                    | 40 |
| 3.5 Uitvoering.....                                                    | 41 |
| 3.6 Geotechnische uitvoeringsaspecten .....                            | 44 |
| 3.7 Checklist Open Front Techniek .....                                | 44 |
| 4 Gesloten Front Techniek (GFT) .....                                  | 47 |
| 4.1 Beschrijving techniek.....                                         | 47 |
| 4.2 Grondonderzoek .....                                               | 48 |
| 4.3 Ontwerpeisen GFT-boringen.....                                     | 50 |
| 4.4 Beheersmaatregelen Ontwerp .....                                   | 56 |
| 4.5 Direct Gestuurd Boren met gesloten front boorkop (DGB-G).....      | 56 |
| 4.6 Uitvoering.....                                                    | 58 |
| 4.7 Geotechnische uitvoeringsaspecten .....                            | 60 |
| 4.8 Checklist Gesloten Front Techniek.....                             | 61 |

|     |                                                                            |     |
|-----|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5   | Aanleg in open ontgraving.....                                             | 64  |
| 5.1 | Beschrijving techniek.....                                                 | 64  |
| 5.2 | Grondonderzoek .....                                                       | 65  |
| 5.3 | Ontwerpeisen Open Ontgraving parallelligging rijkswaterstaatswerk .....    | 67  |
| 5.4 | Ontwerpeisen Open Ontgraving kruising rijkswaterstaatswerk .....           | 73  |
| 5.5 | Beheersmaatregelen Ontwerp .....                                           | 77  |
| 5.6 | Geotechnische uitvoeringsaspecten .....                                    | 77  |
| 5.7 | Checklist Open Ontgraving .....                                            | 78  |
| 6   | Niet Omschreven Uitvoeringstechnieken (NOU).....                           | 81  |
| 6.1 | Algemeen .....                                                             | 81  |
| 6.2 | Risicoanalyse .....                                                        | 81  |
| 6.3 | Grondonderzoek .....                                                       | 81  |
| 6.4 | Ontwerpeisen niet omschreven technieken.....                               | 83  |
| 6.5 | Geotechnische uitvoeringsaspecten.....                                     | 86  |
| 6.6 | Checklist Niet Omschreven Uitvoeringstechnieken.....                       | 87  |
| 7   | Geotechnische uitvoeringsaspecten.....                                     | 90  |
| 7.1 | Tijdelijke ophogingen.....                                                 | 90  |
| 7.2 | Ontgravingen bij boortechnieken .....                                      | 91  |
| 7.3 | Bouwkuipen en/of grondkerende constructies .....                           | 92  |
| 7.4 | Bemalingen.....                                                            | 93  |
| 7.5 | Overige eisen.....                                                         | 94  |
| 7.6 | Beheersmaatregelen.....                                                    | 94  |
| 7.7 | Relevante richtlijnen.....                                                 | 94  |
|     | Begrippen en definities.....                                               | 95  |
|     | Bijlage A Eisen monitoring werkzaamheden boring onder wegen .....          | 101 |
|     | Bijlage B Eisen monitoring werkzaamheden naast/langs wegen.....            | 103 |
|     | Bijlage C Eisen aan berekeningen en rapportages vanuit Eisen-set RWS ..... | 104 |
|     | Algemeen.....                                                              | 104 |
|     | Zetting.....                                                               | 104 |
|     | Stabiliteit .....                                                          | 105 |

## 1 Inleiding

### 1.1 Doel en beoogd gebruik Richtlijn Boortechneiken

De Richtlijn Boortechneiken is van toepassing op het aanbrengen van kabels en leidingen in en nabij rijkswaterstaatswerken. Zowel initiatiefnemers/aanvragers van vergunningen als beoordelaars/ toetsers gebruiken deze richtlijn. Op basis van het gebruik kunnen ontwerp-, monitorings- en uitvoeringsvoorwaarden worden opgesteld en beoordeeld.

In een project ten behoeve van de realisatie van een kabel of leiding zijn vijf hoofdfasen te onderscheiden. Deze fasen zijn:

- voorbereidingsfase (ontwerp, overleg, grondonderzoek, berekeningen, materialen, tekeningen en bestek/vraagspecificatie);
- aanbestedingsfase (nota van inlichtingen, aanbesteding, gunningsadvies, opdracht);
- vergunningsfase (aanvraag, toetsen ontwerp en uitvoeringsplan, opstellen en verlenen vergunning);
- uitvoeringsfase (directievoering, toezicht, controle);
- beheerfase.

De Richtlijn Boortechneiken wordt door beheerders voornamelijk gebruikt in de vergunningsfase en toestemmingsfase. Dat neemt niet weg dat de ontwerpende partij in de voorbereidingsfase kennis dient te nemen van deze richtlijn ten behoeve van het opstellen van een vergunbaar ontwerp. Ook in de uitvoeringsfase is deze richtlijn van belang. De uitvoerende partij dient erop toe te zien dat de in deze richtlijn gestelde eisen worden nageleefd tijdens de realisatie van het werk.

In dit document wordt gesproken over 'vergunningverlener' als één van de betrokkenen bij het proces. In plaats van 'vergunningverlener' kan ook 'behandelaar' of 'toestemmingsverlener' gelezen worden.

In deze richtlijn wordt informatie verstrekt over de verschillende uitvoeringstechnieken voor de realisatie van een kabel of leiding in en nabij rijkswaterstaatswerken in Nederland. De boortechneiken waaraan aandacht is besteed, betreffen:

- de horizontaal gestuurde boring (HDD) incl. direct gestuurd boren met HDD boorkop (DGB-H);
- de open front boortechneik (OFT);
- de gesloten front boortechneik (GFT) incl. direct gestuurd boren met GFT boorkop (DGB-G).

De hoofdstukken HDD en GFT zijn ten opzichte van de vorige versie (2004) beiden uitgebreid met de techniek direct gestuurd boren (afgekort respectievelijk DGB-H en DGB-G). Daarnaast is deze richtlijn uitgebreid met een hoofdstuk over de aanleg van kabels en leidingen in open ontgraving en is een hoofdstuk toegevoegd met functionele eisen voor het toepassen van niet door de Richtlijn Boortechneiken omschreven technieken.

Als laatste is een hoofdstuk toegevoegd over geotechnische uitvoeringsaspecten. Deze aspecten dienen in combinatie met één of meerdere boortechneiken uit voorgaande hoofdstukken te worden beschouwd.

Met het verschijnen van deze nieuwe versie van de Richtlijn Boortechnieken is de Pneumatische Boortechniek (PBT) uitgesloten voor toepassing in en nabij rijkswaterstaatswerken. Vanwege de beperkte bestuurbaarheid, waardoor eenvoudig afwijkingen kunnen ontstaan, was de PBT voorheen slechts toegestaan onder op- en afritten van auto(snel)wegen. Echter, wanneer een op- of afrit moet worden afgesloten, geeft dit vaak een forse verstoring in de doorstroming van het verkeer. Dit is maatschappelijk steeds minder acceptabel. Bovendien blijkt dat deze techniek de afgelopen jaren relatief weinig is toegepast in en nabij rijkswaterstaatswerken.

De Richtlijn Boortechnieken is een aanvulling op de eisen conform de NEN3650/3651 serie. Waar deze NEN serie met name gericht is op de integriteit van het buisleidingsysteem, stelt de Richtlijn Boortechnieken specifieke eisen en randvoorwaarden ten behoeve van de integriteit van het rijkswaterstaatswerk. In geval van tegenstrijdigheid tussen de Richtlijn Boortechnieken en NEN3650/3651 serie dient de Richtlijn Boortechnieken te worden gevolgd, tenzij specifiek anders door de vergunningverlener wordt gesteld.

Deze richtlijn behandelt alle technische aspecten die van belang zijn bij een vergunningaanvraag voor de aanleg van kabels en leidingen in het kader van de vigerende wetgeving. Dat is op het moment van uitgave van deze richtlijnde Wet beheer rijkswaterstaatswerken, Wbr. Voor alle procesmatige aspecten wordt verwezen naar het document 'Procesbeschrijving vergunningaanvragen'.

## 1.2

### Leeswijzer

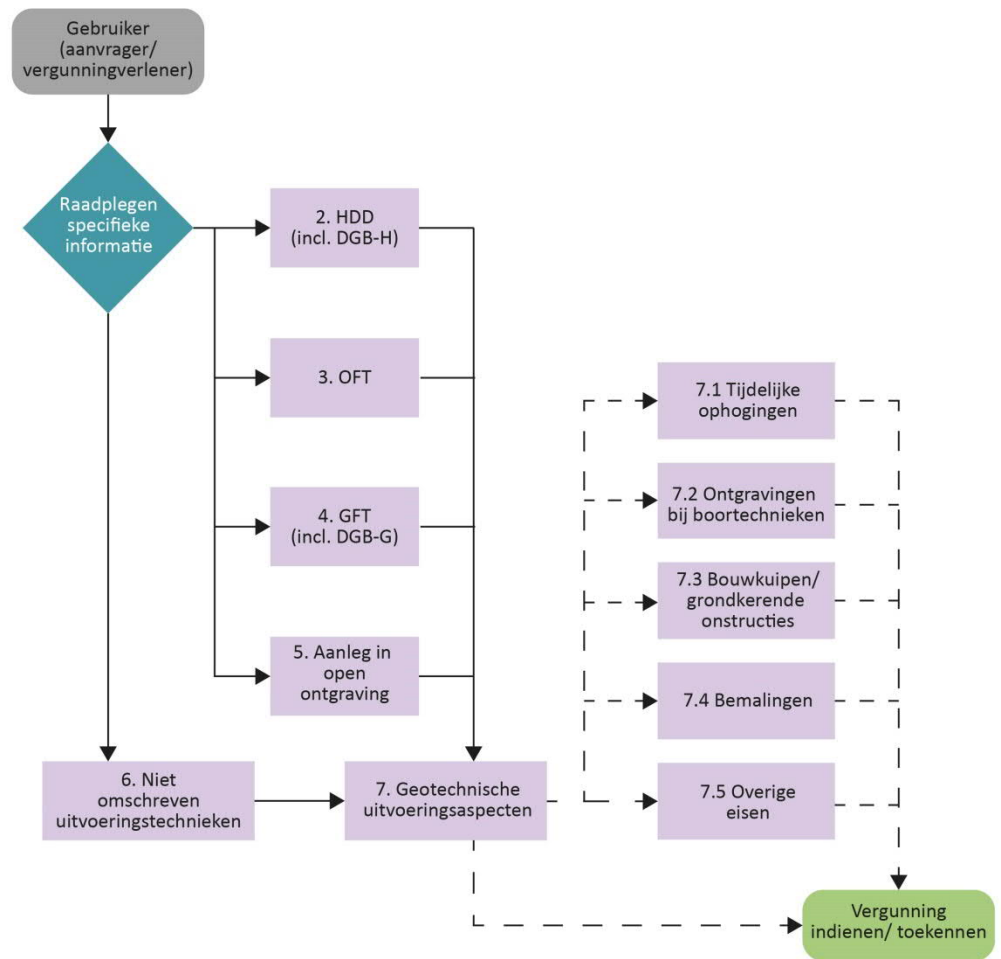
In de opbouw van het document is ervoor gekozen om de richtlijnen per techniek te behandelen. Dit om de gebruiker per techniek zo volledig mogelijk te informeren. In figuur 1.1 is een overzicht gegeven van de structuur van het document. Hierin is weergegeven in welke situaties welk hoofdstuk van de Richtlijn Boortechnieken gebruikt dient te worden.

De hoofdstukken 2, 3, 4 en 5 van de Richtlijn Boortechnieken gaan elk in op een specifieke techniek. Ze starten met een algemene beschrijving van de boortechniek. In de tweede paragraaf komt het benodigde grondonderzoek bij toepassing van de techniek aan bod. Een volgende paragraaf behandelt de ontwerpeisen. Vervolgens wordt beschreven welke beheersmaatregelen bij de techniek van toepassing zijn. Hierop volgt een paragraaf met eisen tijdens de uitvoering. Elk hoofdstuk eindigt met een checklist, die met name bedoeld is voor een vergunningaanvraag bij toepassing van de techniek bij een rijkswaterstaatswerk. De checklist moet in samenhang gelezen worden met de voorgaande paragrafen.

Hoofdstuk 6 beschrijft de eisen op functioneel niveau aan uitvoeringstechnieken die niet in één van de voorgaande hoofdstukken omschreven zijn.

Hoofdstuk 7 geotechnische uitvoeringsaspecten, gaat niet in op een specifieke boortechniek maar beschrijft de geotechnische aspecten die relevant kunnen zijn tijdens de aanleg van een kabel of leiding kruisend of parallel aan een rijkswaterstaatswerk. Het beschrijft de invloed van tijdelijke ophogingen, open ontgravingen, bouwkuipen, grondkerende constructies, bemalingen en andere werkzaamheden, niet zijnde boortechnieken.

De eisen aan monitoring onder, naast en langs wegen zijn als bijlage A en B opgenomen. De eisen aan berekeningen en rapportages vanuit 'Eisen Onderbouw' en 'Eisen Berm' zijn opgenomen in bijlage C.



Figuur 1.1: leeswijzer Richtlijn Boortechnieken



# 2 HDD

Horizontaal Gesteurde Boring



## 2 Horizontaal Gestuurde Boring (HDD)

Dit hoofdstuk gaat in op de aanleg van kabels en leidingen via horizontaal gestuurd boren ('Horizontal Directional Drilling' oftewel HDD) in relatie tot rijkswaterstaatswerken. Ook komen in dit hoofdstuk in paragraaf 2.6 de eisen aan de techniek Direct Gestuurd Boren met HDD-boorkop (DGB-H) aan bod.

### 2.1 Beschrijving techniek

#### 2.1.1 Algemeen

Het kenmerk van dit boorsysteem is dat de boring vanaf het maaiveld plaatsvindt. Het principe van de boring is als volgt: met een hydraulische boorunit worden boorstangen, met een duwende beweging, één voor één de grond ingebracht. De buizen zijn met een schroefkoppeling onderling verbonden tot een boorstreng. Het boortracé wordt verticaal (en eventueel horizontaal) gebogen uitgevoerd. Het boorproces gebeurt in twee of drie fasen. Als eerste vindt de pilotboring plaats, waarbij een relatief klein boorgat wordt gemaakt. Deze fase wordt indien nodig gevolgd door één of meerdere ruimeroperaties waarbij het boorgat wordt vergroot. Daarna wordt de leiding geïnstalleerd door middel van het intrekken van de leiding.

Voor het uitvoeren van een HDD-boring zijn in ieder geval een mengunit en een boorunit benodigd. De capaciteit en afmetingen van de boorunit hangen onder meer af van de grondsoort, de diameter en de lengte van de leiding of mantelbuis.

Bij deze boortechniek zijn in het algemeen geen bouwkuipen en grondwaterstandsverlagingen nodig. Een dodebed in de vorm van damwanden kan in bepaalde situaties nodig zijn. Een minimale gronddekking boven het boorgat is noodzakelijk om de invloed op de omgeving te beheersen en om voldoende boorvloeistofdruk op te bouwen om te kunnen boren.

Het vervolg van deze paragraaf beschrijft de verschillende fasen van de boring.

#### 2.1.2 Pilotboring

Aan de voorkant van de boorstreng is een boorkop aangebracht. De boorkop wordt aangedreven door de boorstangen. De boorkop maakt de grond los en vermengt deze met boorvloeistof. De boorspoeling wordt via de boorstreng naar de boorkop getransporteerd en wordt samen met de losgewoelde grond langs de buitenzijde van de boorstreng door het boorgat afgevoerd. Over het eerste gedeelte van de boorgang bij het intredepunt kan een casing worden aangebracht in de volgende gevallen:

- indien de boorgatstabiliteit in gevaar komt;
- indien gevaar bestaat voor een blow-out;
- indien gevaar bestaat voor het uitknikken van de boorstang.

De samenstelling van de boorvloeistof is onder andere afhankelijk van de grondsoort en de kwaliteit van het grondwater waarin geboord wordt.

### 2.1.3 Ruimen van de boorgang

Nadat de boorkop van de pilotboring bij het uittredepunt boven de grond is gekomen, wordt de boorkop gedemonteerd en wordt op het uiteinde van de boorstreng een ruimer gemonteerd. Vervolgens wordt de boorstreng met ruimer teruggetrokken richting het intredepunt. Op de ruimer zijn behalve nozzles, waardoor de boorspoeling naar buiten gespoten wordt, soms ook beitels aangebracht. Dit is afhankelijk van de grondslag waarin geboord wordt. De los gemaakte grond wordt langs de buitenzijde van de boorstreng of door het geruimde boorgat in de retourstroom van de boorspoeling afgevoerd naar het maaiveld. Achter de ruimer wordt opnieuw een boorstreng gekoppeld, zodat de verbinding tussen in- en uittredepunt behouden blijft. Afhankelijk van de grondslag en de vereiste boorgatdiameter kunnen meerdere ruimeroperaties achter elkaar worden uitgevoerd. De voortgangssnelheid van de ruimeroperatie wordt afgestemd op de diameter van de ruimer, het pompdebiet en de grondslag waarin wordt geboord.

### 2.1.4 Intrekken leiding

In de laatste fase van de booroperatie wordt ter plaatse van het uittredepunt de leiding aan de boorstreng gekoppeld door middel van een trekkop. Het boorgat blijft ook dan geheel gevuld met de boorvloeistof vermengd met grond.

Ten behoeve van het inbrengen van de leiding wordt tussen de ruimer en de leiding een wartellager gemonteerd zodat geen rotatie van de leiding kan optreden. Op deze wijze worden geen torsiekrachten op de leiding uitgeoefend tijdens het intrekken. Nadat de leiding in het geboorde gat is getrokken, is de boring voltooid.

Het intrekken van de leiding kan in bepaalde situaties gelijktijdig plaatsvinden met de laatste ruimeroperatie. Dit is alleen toegestaan voor korte boringen (< 60 meter) met kleine diameters (< 160 mm).

## 2.2 Grondonderzoek

Door middel van het grondonderzoek wordt inzicht verkregen in de grondopbouw ter plaatse van en over de lengte van het boortracé. Hieruit worden grondmechanische parameters verkregen voor de berekeningen van de toe te passen boorspoeldruk en de bepaling van de straal van de plastische zone.

Het grondonderzoek dient te worden uitgevoerd op een minimale afstand uit het geplande tracé. Voor boringen met een lengte  $\leq 250$  meter geldt een minimale afstand van 5 meter. Voor boringen met een lengte  $> 250$  meter geldt een minimale afstand van 10 meter. De minimale afstand is nodig omdat er gedurende het boorproces kortsluiting met de sondeer- en grondboorgaten kan ontstaan waardoor de boorvloeistof via deze gaten naar de oppervlakte wordt geperst. Als het noodzakelijk is om toch binnen deze minimale afstand het onderzoek uit te voeren, moeten alle sondeer- en grondboorgaten met een zwelklei worden afgedicht conform NEN 3651 bijlage C.3.

De uitkomende grond van de mechanische en/of handboringen dient te worden geclassificeerd volgens NEN-EN-ISO 14688-1 en NEN-EN-ISO 14688-2 en te worden beschreven in een boorstaat. De klasse van de sondering dient op de sondeerstaat te worden aangegeven. De sonderingen dienen minimaal te worden uitgevoerd conform klasse 2 van NEN-EN-ISO 22476-1. Het grondonderzoek dient ten opzichte van NAP te worden weergegeven. Onderzoekslocaties van grondboringen of sonderingen dienen op de tekening bij de vergunningsaanvraag te worden opgenomen.

De volgende subparagrafen gaan in op de specifieke bepalingen voor het grondonderzoek. Paragraaf 2.2.1 geeft de bepalingen voor het uitvoeren van grondonderzoek voor een HDD-boring. Specifiek voor kleine HDD-boringen kunnen afwijkende bepalingen gelden. De randvoorwaarden hiervoor en de processtappen voor de bepaling van het grondonderzoek zijn geschematiseerd in paragraaf 2.2.2. In bepaalde gevallen kan gebruik worden gemaakt van bestaand grondonderzoek. De voorwaarden hiervoor worden behandeld in paragraaf 2.2.3. Paragraaf 2.2.4 geeft de eisen met betrekking tot grondwaterstanden.

#### 2.2.1

Uit te voeren grondonderzoek HDD-boring

Het volgende grondonderzoek moet bij een HDD-boring worden uitgevoerd:

1. Aan weerszijden van het rijkswaterstaatswerk dient een sondering met plaatselijke kleef te worden uitgevoerd tot minimaal 5 meter beneden het diepste punt van de boring. De sonderingen dienen bij een weg uitgevoerd te worden binnen 10 meter van de verharding. Indien dit vanwege praktische redenen niet haalbaar is dienen de sonderingen zo dicht mogelijk bij de verharding te worden uitgevoerd.
2. Als de resultaten van het grondonderzoek aan weerszijden van een weg sterk verschillen, dient in de middenberm een aanvullend grondonderzoek, bij voorkeur een sondering, te worden uitgevoerd.
3. Indien de boring tot aan de middenberm van een weg plaatsvindt, dient aan de wegzijde en in de middenberm een sondering te worden uitgevoerd.
4. Bij een leidingdiameter dan wel een omhullende diameter van een bundel > 600 mm dient het grondonderzoek volgens NEN 3651 bijlage C, te worden uitgevoerd.
5. Indien er aanwijzingen zijn van inhomogeniteit in de grondslag over het te boren tracé waardoor grotere uitvoeringsrisico's ontstaan, kan een geologische beschouwing van de grondopbouw in de omgeving van de kruising worden vereist.

## 2.2.2

## Uit te voeren grondonderzoek kleine HDD-boring

Voor een kleine HDD-boring gelden afwijkende bepalingen betreffende het uit te voeren grondonderzoek. Van een kleine HDD-boring is sprake indien wordt voldaan aan één van de volgende lengte-diameter criteria:

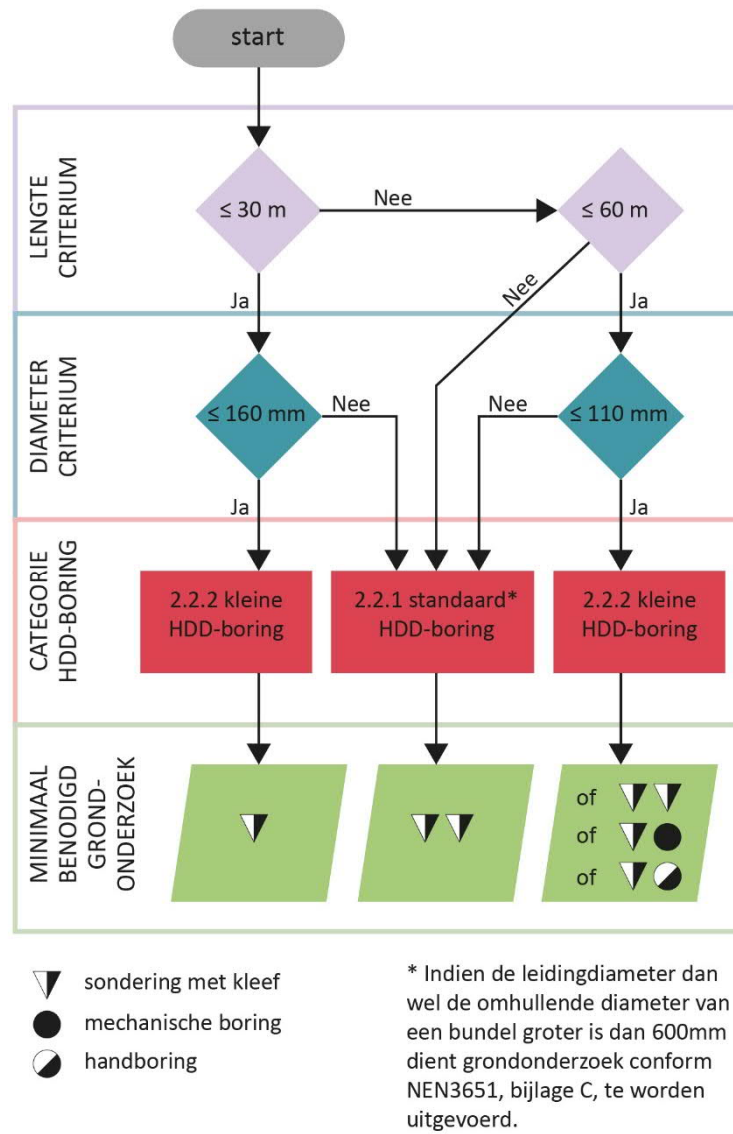
- de diameter van de leiding dan wel de omhullende diameter van een bundel moet  $\leq 110$  mm zijn en de lengte van de boring moet  $\leq 60$  meter zijn ( $D \leq 110$  mm én lengte  $\leq 60$  meter);  
óf
- de diameter van de leiding dan wel de omhullende diameter van een bundel moet  $\leq 160$  mm zijn en de lengte moet  $\leq 30$  meter zijn ( $D \leq 160$  mm én lengte  $\leq 30$  meter).

Met lengte wordt bedoeld de horizontale afstand tussen het intredepunt en het uittredepunt. Indien aan één van beide lengte-diameter criteria wordt voldaan, kan het uit te voeren grondonderzoek worden beperkt tot het onderstaande:

- lengte boring ( $\leq 30$  meter), dan 1 sondering met kleef;
- lengte boring ( $30 \text{ meter} < \text{lengte} \leq 60 \text{ meter}$ ):
  - o 1 sondering met kleef gecombineerd met 1 handboring;
  - óf
  - o 1 sondering met kleef gecombineerd met 1 mechanische grondboring;
  - óf
  - o 2 sonderingen met kleef.

De bovenstaande randvoorwaarden voor het uitvoeren van grondonderzoek voor een kleine HDD-boring zijn geschematiseerd in figuur 2.1.

Het grondonderzoek dient aan weerszijden van het rijkswaterstaatswerk plaats te vinden tot een diepte van minimaal 2 meter onder het diepste punt van de boring. Het onderzoek dient bij een weg binnen 10 meter van de verharding te worden uitgevoerd. Indien dit vanwege praktische redenen niet haalbaar is dienen de sonderingen zo dicht mogelijk bij de verharding te worden uitgevoerd. Alle ontwerpaspecten conform paragraaf 2.3 blijven voor een kleine HDD-boring onverminderd van kracht, evenals de in het eerste deel van paragraaf 2.2 beschreven algemene eisen aan grondonderzoek.



Figuur 2.1: stroomschema grondonderzoek

### 2.2.3 Gebruik van bestaand grondonderzoek

Bestaand grondonderzoek kan worden gebruikt mits:

1. Het beschikbaar grondonderzoek dient uitgevoerd te zijn conform de eisen in paragraaf 2.2.1 of in paragraaf 2.2.2 voor een kleine HDD-boring.
2. De grondboring of sondering is representatief voor de huidige situatie. Er hebben na het onderzoek geen grondroering, voorbelasting of andere werkzaamheden plaats gevonden die de grondslag kunnen beïnvloeden. De grondboringen of sonderingen zijn niet ouder dan 5 jaar ten opzichte van de datum van vergunningaanvraag, tenzij het aanlegniveau ter plaatse van de verharding van de boring dieper dan 5 meter onder maaiveld ligt.
3. Een duidelijke bronvermelding dient aan het beschikbare grondonderzoek te worden toegevoegd. In ieder geval moeten herkomst, coördinaten en uitvoeringsdatum worden vermeld.

Indien gebruik wordt gemaakt van bestaand onderzoek, dient het grondonderzoek in de beschouwing van het ontwerp te worden toegelicht en de representativiteit van het onderzoek aannemelijk te worden gemaakt.

### 2.2.4 Grondwaterstand

De te verwachte grondwaterstanden (open waterpeil, freatische grondwaterstand en [indien van toepassing] de stijghoogte) op het moment van uitvoering dienen bekend te zijn en op de tekening bij de vergunningsaanvraag te worden vermeld. Afhankelijk van het seizoen kan de grondwaterstand fluctueren. Daarnaast kan de grondwaterstand onder de verharding afwijken van de naastgelegen (polder)peilen.

Geadviseerd wordt nabij de boorlocatie één of meerdere peilbuizen te plaatsen zodat tijdens de uitvoering de actuele grondwaterstand (freatische grondwaterstand en stijghoogte) bekend is. De grondwaterstanden dienen ten opzichte van NAP te worden aangegeven.

### 2.3 Algemene ontwerp-eisen HDD-boringen

In deze paragraaf zijn de algemene ontwerp-eisen beschreven die gelden voor een HDD-boring nabij of onder een rijkswaterstaatswerk, ongeacht het type rijkswaterstaatswerk. In paragraaf 2.4 en 2.5 zijn specifieke (aanvullende) eisen beschreven voor respectievelijk ontwerp-eisen van HDD-boringen onder wegen en waterwegen.

#### 2.3.1 Veiligheidseis plastische zone

Om groundbreuk tijdens het boren te voorkomen, moet de straal van de plastische zone ruim beneden het maaiveld blijven. De maximaal toelaatbare straal van de plastische zone is afhankelijk van de gronddekking. De bepaling van de maximaal toelaatbare straal van de plastische zone dient volgens NEN 3650-1 artikel E.2 te worden uitgevoerd. Aan de hand van de straal van de plastische zone kan de maximaal toelaatbare boorspoeldruk worden bepaald volgens paragraaf 2.3.2.

### 2.3.2 Boorspoeldrukberekeningen

Een HDD-boring mag niet worden uitgevoerd zonder voorafgaande analyse en rapportage van de toe te passen boorspoeldrukken en bijbehorende maximale straal van de plastische zone. De maximale druk in de boorspoeling, ter plaatse van de boorkop of ruimer in het boorgat, mag voor elke doorloofase van het boorproces niet uitkomen boven een vooraf op basis van onderzoek vastgestelde hoogste waarde.

De maximaal toelaatbare boorspoeldruk en de minimaal benodigde boorspoeldruk ter plaatse van de boorkop of ruimer in het boorgat dienen voor elke procesgang te worden berekend volgens NEN 3650-1 artikel E.2. De maximaal toelaatbare boorspoeldrukken dienen in elk geval berekend te worden op maatgevende doorsneden zoals:

- ter hoogte van de rand verharding;
- de diepste ligging van de boring (veelal hart weg/rijbaan);
- grondlaagovergangen.

Daarnaast dient voor zowel de pilotboring als de verschillende ruimerdoorgangen bepaald te worden wat de leidingweerstand zijn in de slangen, boorstangen en boorkop. Dit betreft het totale drukverlies tussen de pomp en het boorgat ter plaatse van de boorkop. De maximaal toelaatbare boorspoeldruk in het boorgat plus het totale drukverlies in de aanvoerleidingen levert de maximaal toelaatbare boorspoeldruk op de meter van de bedieningsconsole. Het drukverlies hoeft niet te worden bepaald indien de druk in het boorgat ter plaatse van de boorkop wordt gemeten.

De diameter van het boorgat mag maximaal 1,5 maal de leidingdiameter bedragen. Voor bundelboringen geldt een afwijkende eis met een maximale diameter van het boorgat van 1,3 maal de omhullende diameter van de bundel. Daarnaast geldt voor alle boringen dat de straal van het boorgat niet > 300 mm mag zijn ten opzichte van de straal van de leiding of bundel.

### 2.3.3 Kwel, inzijging, piping

Indien de boorgang contact maakt met het pleistocene zand dient door middel van grondmechanisch onderzoek en/of berekeningen te worden aangetoond dat inzijging, kwel of piping niet kan optreden tijdens zowel uitvoerings- als beheerfase. Dit geldt ook indien andere watervoerende grondlagen worden doorsneden waar een andere stijghoogte van het grondwater heerst dan de freatische grondwaterstand. Als in de uitvoerings- of beheerfase een kwelsituatie kan ontstaan dient door middel van een kwelweglengteberekening (conform NEN 3651 bijlage D) te worden aangetoond dat geen kwel gerelateerde risico's kunnen optreden. Deze berekening dient in overeenstemming te zijn met de minimaal benodigde en maximaal toelaatbare boorspoeldrukken. De berekening dient te worden afgestemd op de maatgevende stijghoogte. Indien nodig dient de diepteligging van de leiding te worden aangepast. Indien dit niet mogelijk is dienen passende maatregelen te worden getroffen om kwel te voorkomen.



#### 2.3.4 Kruising met een rijkswaterstaatswerk

De kruising van een HDD-boring met het rijkswaterstaatswerk dient in principe loodrecht op de lengterichting van het rijkswaterstaatswerk uitgevoerd te worden. In sommige gevallen kan een kruising met een diepe HDD-boring onder een hoek met het rijkswaterstaatswerk worden gemaakt als een haakse kruising om technische, economische of planologische redenen niet mogelijk is. Hiervoor dient toestemming te worden verkregen van de vergunningverlener.

#### 2.3.5 Parallelligging aan een rijkswaterstaatswerk

Een HDD-boring evenwijdig aan een rijkswaterstaatswerk dient buiten de veiligheidszone naast het rijkswaterstaatswerk te worden gelegd. In sommige gevallen kan parallelligging binnen de veiligheidszone worden toegestaan als dit om technische, economische of planologische redenen noodzakelijk is. In dat geval dient middels een stabiliteitsberekening te worden aangetoond dat de stabiliteit van het rijkswaterstaatswerk wordt gewaarborgd. Hiervoor dient toestemming te worden verkregen van de vergunningverlener.

#### 2.3.6 Afstandseisen tot objecten

Voor de afstand van een HDD-boring tot objecten zoals bestaande en nieuwe boringen, damwanden, drainages en funderingen gelden de volgende benoemde eisen. In het algemeen geldt dat afstanden tot nabijgelegen objecten altijd in de vergunningstekening dienen te worden opgenomen. Naast hiernavolgende eisen dienen tevens NEN 3650-1 hoofdstuk 6 en NEN 3651 artikel 6.1 t/m 6.4 te worden aangehouden betreffende 'veiligheid'.

##### Minimale dagmaat tot bestaande en nieuwe boringen

- minimale dagmaat bij een kruising met een bestaande HDD-boring is 5,0 meter, onafhankelijk van de grondslag;
- minimale dagmaat in zandgrond bij parallelligging tot een bestaande HDD-boring is 5,0 meter;
- minimale dagmaat in klei-/veengrond bij parallelligging tot een bestaande HDD-boring is 10,0 meter;
- bij gelijktijdige uitvoering van meerdere HDD-boringen is het risico op schade minder groot omdat de ligging onderling beter bekend is en omdat kabels en leidingen nog niet in bedrijf zijn. In deze situatie kan de onderlinge dagmaat verkleind worden, zodanig dat stuurcorrecties onbelemmerd kunnen plaatsvinden. De vergunningaanvrager dient een afwijkende dagmaat te onderbouwen, waarbij aantoonbaar wordt gemaakt dat er geen risico ontstaat voor het rijkswaterstaatswerk.

#### Minimale dagmaat tot grondkerende constructies (bijvoorbeeld damwanden)

- minimale dagmaat tussen wand boorgang en grondkerende constructie is 5,0 meter, vermeerderd met de uitvoeringsafwijking (conform paragraaf 2.9.3);
- de als-uitgevoerd diepteligging van de grondkerende constructie dient bekend te zijn en op tekening te worden aangegeven;
- de verankering van de grondkerende constructie dient bekend te zijn en op tekening te worden weergegeven. De plastische zone van de boring dient buiten het actieve vlak van de verankering te blijven rekening houdend met de uitvoeringsafwijkingen (conform paragraaf 2.9.3);
- er kan onderbouwd worden afgeweken van de genoemde minimale dagmaat. Hierbij dient te worden aangetoond dat de boring geen negatieve invloed heeft op de functie van de grondkerende constructie.

#### Minimale dagmaat tot funderingen

- minimale dagmaat tussen wand boorgang en (paal)fundering is 5,0 meter voor boring tot 500 meter lengte. Per 100 meter boorlengte dient de dagmaat met 1,0 meter te worden vergroot met een maximum van 10 meter. In beide gevallen dient deze dagmaat te worden vermeerderd met de uitvoeringsafwijking (conform paragraaf 2.9.3);
- voor fundering op staal geldt dat de plastische zone van de boring buiten het gebied van afdracht van het draagvermogen dient te vallen (zie NEN 9997-1 artikel 6.5.2);
- er kan onderbouwd worden afgeweken van de genoemde minimale afstand. Hierbij dient te worden aangetoond dat de plastische zone vermeerderd met de uitvoeringsafwijking van de boring buiten de invloedszone van de fundering valt conform artikel I.5.4.2 van de NEN 3650-1;
- indien nabij of onder een geluidsscherm wordt geboord dient nagegaan te worden hoe deze gefundeerd is. Er dient gekeken te worden of de beïnvloeding van de draagkracht van de fundering toelaatbaar is.

#### Verticale en/of horizontale doorsnijdingen

- in het ontwerp dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van verticale en/of horizontale doorsnijdingen, zoals bijvoorbeeld verticale kunststofdrainage, zandpalen, grindpalen en horizontale drainage. Informatie met betrekking tot de aanwezigheid dient vooraf bij de beheerder te worden opgevraagd. Bij aanwezigheid van verticale en/of horizontale drainages dient door de aanvrager te worden aangetoond dat het risico voor het rijkswaterstaatswerk bij uitvoering van de boring beheersbaar is. Indien de aanwezigheid van verticale en/of horizontale doorsnijdingen niet vooraf kan worden vastgesteld, dient in overleg met de vergunningverlener te worden bepaald welke maatregelen moeten worden genomen als deze tijdens de uitvoering worden aangetroffen.

### 2.3.7 Sterkteberekeningen

Een sterkteberekening van een leiding dient opgesteld te worden voor alle lage- en hogedrukleidingen en voor drukloze leidingen met een diameter  $\geq 160$  mm. De sterkteberekening dient te voldoen aan de eisen die gesteld worden in de NEN3650/3651 serie.

Er kan worden volstaan met een vereenvoudigde sterkteberekening conform NEN 3651 artikel 8.5.3 als voldaan wordt aan de randvoorwaarden in NEN 3651 artikel 8.5.1. Voor HDD-boringen onder rijkswaterstaatswerken is één van de genoemde randvoorwaarden in NEN 3651 artikel 8.5.1 niet van toepassing, namelijk: "- de leiding wordt niet door bestuurbaar boren aangelegd".

Voor HDD-boringen kruisend met een rijkswaterstaatswerk dienen de volgende aspecten te worden beschouwd en (indien van toepassing) te worden meegenomen in de sterkteberekening van de leiding:

- indien het in- of uitredepunt binnen de veiligheidszone van het rijkswaterstaatswerk valt (zie paragraaf 2.5.2), dient de aansluitende veldstrekking ook meegenomen te worden in de sterkte-technische beschouwing. Met name aanwezigheid van bochten en koppelingen binnen de veiligheidszone zijn een aandachtspunt;
- de invloed van een uitvoeringszakkingsverschil tussen sleufloos aangebrachte leidingdelen en de aansluitende veldstrekking uitgevoerd in open ontgraving. Dit hoeft enkel indien het uitvoeringszakkingsverschil optreedt binnen de veiligheidszone van het rijkswaterstaatswerk. De waarden van de uitvoeringszakkingen dienen gehanteerd te worden conform de NEN 3650 artikel C.4.7;
- de invloed van significante zettingsverschillen op de leiding ten gevolge van uitvoerings- en/of omgevingsaspecten zoals bemaling, grondophoging en het verwijderen van grondkerende constructies. Eisen met betrekking tot het uitvoeren van een zettingsanalyse worden nader toegelicht in paragraaf 2.3.8.

### 2.3.8 Zettingen en monitoring

Zettingen kunnen schade aan de leiding of het rijkswaterstaatswerk veroorzaken.

Twee situaties worden onderscheiden:

- het optreden van zettingen op het rijkswaterstaatswerk als gevolg van de uitvoering van een boring. Voorbeeld: zettingen door het trekken van damwanden of het toepassen van een bemaling;
- het optreden van zettingen op leidingniveau ten gevolge van werkzaamheden aan het rijkswaterstaatswerk. Voorbeeld: zettingen door het ophogen van het maaiveld ten behoeve van het verbreden van een autosnelweg

### Zettingsanalyse en -berekening

In alle gevallen dient een analyse naar het risico op het optreden van zettingen op zowel de leiding als op het rijkswaterstaatswerk gemaakt te worden. In de zettingsanalyse dienen de zettingen en achtergrondzettingen van de volgende aspecten (kwalitatief) te worden beschouwd:

- inbrengen en verwijderen van grondkerende constructies;
- bemaling om de grondwaterstand te verlagen.
- (grond)ophogingen;
- gefundeerde leidingdelen c.q. opleggingen;
- HDD-boringen die door de pleistocene zandlaag voeren;
- andere uitvoeringsaspecten die zettingen tot gevolg kunnen hebben.

Indien uit één van de bovenstaande situaties blijkt dat zettingen >10 mm kunnen optreden, dient een zettingsberekening te worden uitgevoerd conform de in paragraaf 7.1.2 genoemde eisen.

### Effect zettingen op de leiding

De zettingen (c.q. het zettingsprofiel langs de leidingas) dienen meegenomen te worden in de sterkteberekeningen conform paragraaf 2.3.7. Bij drukloze leidingen  $\leq 160$  mm is het beschouwen van zettingen op de leiding niet vereist.

### Monitoring van zettingen op het rijkswaterstaatswerk

Bij het uitvoeren van een HDD-boring is het afhankelijk van het risicoprofiel of monitoring van zettingen vereist is. Dit zal bij de toetsing van een boorplan worden vastgesteld. Voor monitoring onder of naast/langs wegen en waterwegen is altijd afstemming met de beheerder noodzakelijk. Indien monitoring noodzakelijk is staat het monitoringsprotocol omschreven in Bijlage A 'Eisen monitoring werkzaamheden boring onder wegen' en Bijlage B 'Eisen monitoring werkzaamheden naast/langs wegen'.

#### 2.3.9 Prognose trekkrachten

Bij het ontwerp van een boring dienen de trekkrachten en momenten die tijdens het intrekken van de leiding ontstaan berekend te worden conform E.1.2 uit de NEN 3650-1. In de berekening of in het boorplan dient aangegeven te worden of en hoe de leiding tijdens het intrekken gevuld zal worden. Voor bundelboringen dient de onzekerheidsfactor op de trekkracht (zie artikel E.1.2.3 uit de NEN 3650-1) met 30% te worden verhoogd tot 1,8. Voor HDD-boringen in grindlagen dient de onzekerheidsfactor te worden verhoogd tot 2,0.

#### 2.3.10 Testen en beproeven van de leiding

De sterktebeproeving van de kruisingssectie van de leiding met het rijkswaterstaatswerk dient te worden uitgevoerd conform artikel 9.7.1 van de NEN 3651. De dichtheidsbeproeving van de kruising mag conform artikel 9.7.2 van de NEN 3651 gelijk met de veldleiding worden uitgevoerd. Het uit te voeren lasonderzoek is materiaalafhankelijk en beschreven in hoofdstuk 11 van de NEN 3651.

In het als-uitgevoerd dossier dient een rapportage met hierin de resultaten van de sterktebeproeving te worden meegeleverd. Het rapport dient ten minste de volgende onderdelen te omvatten: toegepaste beproevingsmethode, beproevingsinterval, tijdstip van beproeven, beproevingsresultaten, de eventueel naar aanleiding van de bevindingen genomen maatregelen.

## 2.4 Specifieke ontwerpeisen HDD-boringen onder wegen

### 2.4.1 Gronddekking en aanlegniveau onder wegen

Onderdeel van het aanlegniveau van een boring is de gronddekking. In deze richtlijn wordt onder gronddekking verstaan:

Gronddekking is de afstand tussen het diepste punt van de onderzijde van de (on)gebonden (steen)funderingslaag van de verharding en de bovenzijde van het boorgat.

In het ontwerp dient rekening te worden gehouden met de maximaal toegestane afwijking tijdens de uitvoering.

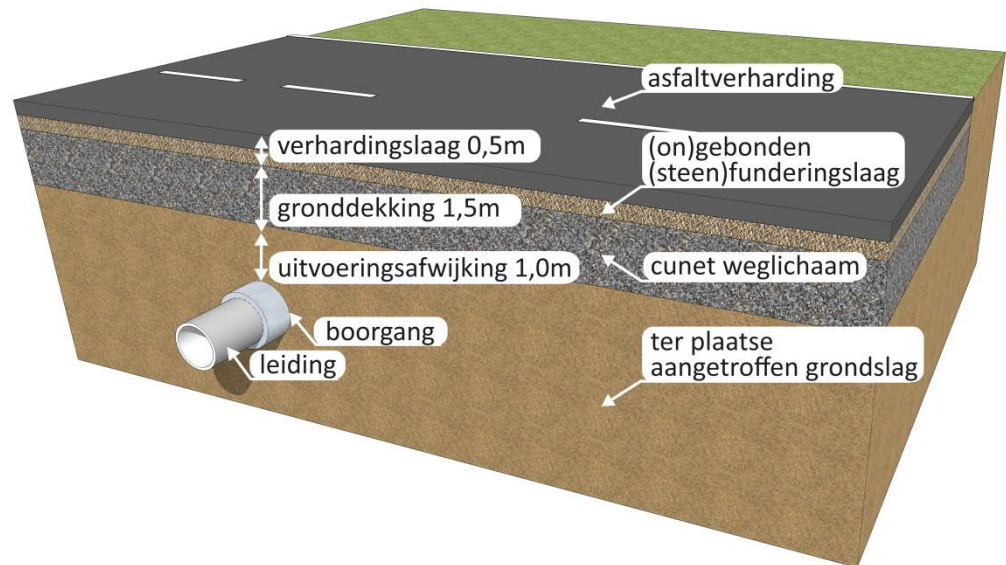
In figuur 2.2 is een schematische weergave gegeven van de gronddekking voor HDD-boringen. Indien de dikte van de verhardingslaag (inclusief de [on]gebonden [steen]funderingslaag) niet bekend is en er geen aanwijzingen zijn dat de dikte van de verhardingslaag > 0,5 meter, dan dient voor deze dikte 0,5 meter aangehouden te worden. Daarnaast dient rekening gehouden te worden met eventuele afwijkingen tijdens het uitvoeren van de boring. Voor de uitvoeringsafwijking dient 1,0 meter te worden aangehouden, tenzij wordt onderbouwd dat hier een kleinere waarde voor gehanteerd kan worden.

Voor HDD-boringen geldt dat de gronddekking ter plaatse van de verharding minimaal moet voldoen aan de volgende eis:

- in cohesieve grond: minimaal 1,5 meter;
- in niet-cohesieve grond: 6 x de buitendiameter van de aan te brengen leiding met een minimum van 1,5 meter.

Een uitzondering geldt voor boringen van drukloze leidingen  $\leq 160$  mm ten behoeve van kabels. Hier geldt aan de rand van de weg een minimale gronddekking  $\geq 1,5$  meter ten opzichte van bovenkant maaiveld, waarbij geen rekening hoeft te worden gehouden met de verhardingslaag en uitvoeringsafwijking.

Op basis van de minimale gronddekking dient ook het aanlegniveau (de uitwendige onderzijde van de aan te leggen leiding) te worden bepaald. Het aanlegniveau dient te worden gebaseerd op de gronddekking, maximale uitvoeringsafwijking, de uitwendige leidingdiameter, de dikte van de funderingslaag. Het aanlegniveau dient ten opzichte van NAP te worden aangegeven.



Figuur 2.2: schematische weergave gronddekking HDD-boringen onder wegen

Voorbeeld: De minimale eis ten aanzien van de gronddekking van 1,5 meter betekent praktisch gezien een gronddekking van minimaal 3,0 meter tussen de bovenkant verharding en de bovenkant boorgat (1,5 meter gronddekking + 0,5 meter verhardingslaag + 1,0 meter uitvoeringsafwijking).

#### 2.4.2

##### In- en uittredepunten

De in- en uittredepunten dienen zodanig te worden gekozen dat de stabiliteit van de aardebaan blijft gewaarborgd. Indien het in- en/of uittredepunt binnen de stabiliteitszone van de aardebaan ligt, dient door berekeningen te worden aangetoond dat de stabiliteit gewaarborgd blijft. De stabiliteitszone dient te worden bepaald conform de NEN 3651 artikel 6.2.2.

Een uitzondering kan gemaakt worden voor drukloze leidingen  $\leq 160$  mm ten behoeve van kabels. De in- en uittredepunten (incl. eventuele ontgraving) dienen te liggen buiten de lijn welke op 1,0 meter van de rand verharding en onder een helling van 1:1,5 (vert:hor) naar beneden gaat.

#### 2.5

##### Specifieke ontwerpisen HDD-boringen onder waterwegen

Voor HDD-boringen onder waterwegen gelden:

- de voorwaarden voor HDD-boringen onder wegen (zie paragraaf 2.4);
- de voorwaarden uit NEN 3651;
- de in deze paragraaf opgenomen aanvullende bepalingen.

### 2.5.1 Gronddekking en aanlegniveau onder waterwegen

Voor drukleidingen geldt een gronddekking onder de waterbodem van minimaal 10 meter. Afwijkingen voor de minimale gronddekking van drukleidingen onder de waterbodem zijn beschreven in Tabel 7 van de NEN 3651 artikel 9.6.2. Voor drukloze leidingen wordt de volgende minimale gronddekking voorgeschreven (afwijkend van NEN 3651 artikel 9.6.2):

- geen scheepvaart: 2 meter beneden de laagst verwachte bodem;
- wel scheepvaart: 4 meter beneden de laagst verwachte bodem.

Op basis van de minimale gronddekking dient ook het aanlegniveau (uitwendige onderzijde aan te leggen leiding) te worden bepaald. Het aanlegniveau dient te worden gebaseerd op de gronddekking, maximale uitvoeringsafwijking en de uitwendige leidingdiameter. Het aanlegniveau dient ten opzichte van NAP te worden aangegeven.

### 2.5.2 In- en uittredepunten

De in- en uittredepunten van een HDD-boring onder een waterweg moet altijd buiten de veiligheidszone van de waterkering liggen. Deze veiligheidszone is opgebouwd uit een stabiliteitszone en een verstoringszone die volgens NEN 3651 artikel 6.2 moeten worden berekend en op de ontwerp-tekening worden weergegeven. Een uitzondering kan worden gemaakt in het geval van een verheelde waterkering.

Door bijvoorbeeld een waterschap kunnen andere of aanvullende eisen worden gesteld. Aanbevolen wordt dan ook om contact met betreffende beheerders op te nemen.

### 2.6 Direct Gestuurd Boren met HDD-boorkop (DGB-H)

Dit hoofdstuk behandelt Direct Gestuurde Boortechnieken waarbij gebruik wordt gemaakt van een HDD-boorkop (DGB-H, bijvoorbeeld Direct Drill).



#### 2.6.1 Beschrijving techniek

DGB-H is een combinatie van horizontaal gestuurd boren en de gesloten front techniek. Bij deze methode wordt een HDD-boorkop voorop de leiding aangebracht. De boormachine en leidingdelen worden vervolgens stapsgewijs voortgeduwd met een behulp van een persinstallatie zoals het geval is bij een GFT-boring. De perskracht zal middels een klem worden overgebracht van de persinstallatie naar de leiding. Bij deze techniek wordt de leiding dus in één stap aangebracht en zijn geen aparte pilotboring, ruimergangen en intrekfase benodigd.

Net zoals bij de HDD-techniek kan de boring vanaf maaiveld plaatsvinden. Aan de intredezijde wordt de leiding uitgelegd. De leiding zal onder een hoek de grond worden ingeperst. Vervolgens zal de leiding worden bijgestuurd, waarbij er eventueel op de gewenste diepte horizontaal wordt geboord. Vervolgens zal worden bijgestuurd, om de leiding daarna onder een hoek omhoog te laten komen naar het uittredepunt.

Omdat de leiding in delen kan worden uitgelegd en er geen of beperkt materieel aan de ontvangtzijde benodigd is, kan DGB-H worden toegepast wanneer de ruimte beperkt is aan de ontvangtzijde. Er is tevens minder risico op een instabiel boorgat dan bij een horizontaal gestuurde boring, omdat de grond maar éénmaal doorboord wordt en het boorgat vrijwel meteen ondersteuning van de ingebrachte buis heeft.

## 2.6.2

### Ontwerpeisen DGB-H boringen

De techniek DGB-H is nauw verwant aan de HDD-techniek en om deze reden zijn de ontwerpeisen grotendeels gelijk aan de ontwerpeisen zoals in dat hoofdstuk beschreven.

Aanvullend is de volgende ontwerpeis vanuit Hoofdstuk 4 (Gesloten Front Techniek) van kracht:

- Damwanden: Indien damwanden (bijvoorbeeld om de reactiekracht van de persinstallatie op te vangen) worden toegepast dienen zettingen ter plaatse van de wegverharding ten gevolge van het inbrengen en trekken van deze damwanden te worden voorkomen. Indien de DGB-H-boring wordt uitgevoerd in een perskuip dient de ontgraving buiten de druklijnen van het rijkswaterstaatswerk te vallen. De eisen zijn nader omschreven in paragraaf 4.3.10.

Naast de HDD ontwerpeisen zijn er nog een 5-tal specifieke aspecten die bij de DGB-H techniek beschouwd dienen te worden:

- Drukkracht: Om de juiste boormachine te selecteren dient de drukkracht te worden bepaald. In de bepaling van de drukkracht dienen ten minste de volgende aspecten te worden meegenomen:
  - De wrijving tussen de leiding en de boorgangwand;
  - De wrijving tussen de leiding en de boorvloeistof;
  - De wrijving tussen de pijpstreng en de rollers;
- Klemkracht: De persinstallatie bij DGB-H zal een klemkracht op de leiding uitoefenen. De leiding dient voldoende sterk te zijn om deze klemkracht te kunnen weerstaan;
- Knikkracht: De persinstallatie kan bij DGB-H op een significante afstand van het intredepunt staan. Er dient beoordeeld te worden of er geen risico is op uitknikken van de leidingen ten gevolge van de perskracht;
- Kromtestralen: Er dient te worden aangetoond dat de te kruisen bodemlagen voldoende reactiekracht kunnen leveren om de in het ontwerp voorziene kromtestralen te realiseren;
- Testen en beproeven: Indien de leiding in segmenten wordt uitgelegd kan de leiding niet als geheel vooraf worden getest. De leiding dient na realisatie van de boring als geheel te worden getest.



2.7 Ontwerpeisen alternatieve uitvoeringsmethodieken HDD-boringen  
 Voor alternatieve uitvoeringsmethodieken van HDD-boringen gelden dezelfde ontwerpeisen als voor reguliere HDD-boringen. Als alternatieve uitvoeringsmethodieken zijn o.a. bekend:

- HDD-boring met voorgebogen pijpelementen (boogboring);
- intersectieboringen (meet-in-the-middle).

Bij alternatieve uitvoeringsmethodieken dienen de specifieke uitvoeringsrisico's in het boorplan opgenomen te worden. De in paragraaf 6.2 (overige uitvoeringstechnieken) opgenomen leidraad voor een risicoanalyse dient gehanteerd te worden.

Wanneer voor stalen leidingen geldt dat de kruisingssectie niet separaat hydrostatisch kan worden beproefd voorafgaand aan het intrekken van de leiding (bijvoorbeeld mediumvoerende leidingen), dan dient de aanvrager een alternatief voorstel te overleggen. Daarmee dient te worden aangetoond dat de lassen van voldoende kwaliteit zijn. Als minimale voorwaarde geldt dat de rondlassen in de leidingstreng niet-destructief met een geautomatiseerde ultrasone techniek worden onderzocht.

2.8 Beheersmaatregelen ontwerp

2.8.1 Plaatsbepaling bij objecten

In situaties waar een hoge nauwkeurigheid wordt gevraagd ten aanzien van plaatsbepaling van de boorkop moet in het boorplan worden beschreven hoe de vereiste nauwkeurigheid kan worden gerealiseerd. Bijvoorbeeld door de HDD-boring uit te voeren met een meetsysteem met een hoge nauwkeurigheid. Situaties waarin dat kan voorkomen zijn o.a.:

- boringen met geringe afstand tot funderingspalen, damwanden of trekankers;
- boringen met nabij het uittredepunt bovengrondse gevoelige objecten;
- kruisingen met weinig marge ten opzichte van bestaande kabels en leidingen binnen de invloedzone van het rijkswaterstaatswerk.

2.8.2 Gebruik van mudretourleidingen

Indien er voor de boorspoeling gebruik gemaakt wordt van een mudretourleiding waar een separate boring voor gemaakt wordt, dan dient dit in de aanvraag opgenomen te worden. Voor deze boring dienen dezelfde documenten aangeleverd te worden zoals die in deze richtlijn gelden voor een reguliere HDD-boring.

Tevens dient aangegeven te worden hoe het boorgat van de mudretourleiding na afloop van de werkzaamheden achter gelaten wordt. Indien deze geen functie meer vervult dient het boorgat opgevuld te worden met een door Rijkswaterstaat goedgekeurd vulmiddel (bijvoorbeeld een licht cementgebonden vulmiddel). Hierbij dient de stabiliteit van het rijkswaterstaatswerk permanent gegarandeerd te worden.

## 2.9 Uitvoering

### 2.9.1 Voortgang en controle

Gedurende het boor- en ruimerproces wordt grond afgevoerd door middel van de boorspoeling. Door de verhoogde druk van de boorspoeling zal het grondgedrag rond het boorgat worden beïnvloed. Als de boorspoeldruk te hoog oploopt, kan groundbreuk ontstaan. De boorspoeling wordt eveneens gebruikt om het boorgat te ondersteunen. Het extreem toe- of afnemen van de boorspoeldruk en/of een plotselinge verandering in het debiet geeft een indicatie voor groundbreuk, holle ruimtes, grindlagen, obstakels of het instorten van het boorgat. Na het onderbreken van een procesgang dient extra kritisch te worden gelet op extreme toe- of afname van boorspoeldrukken. Een onderbreking van een procesgang dient zo kort mogelijk gehouden te worden.

De volgende aspecten dienen in acht te worden genomen voor een goede voortgang van de boring:

1. Tijdens de boring moet de druk van de boorspoeling regelmatig worden geregistreerd (minimaal één waarneming per boorstang). Bij voorkeur dient een continue registratie van de boorspoeldruk plaats te vinden.
2. Indien de afvoer van de boorspoeling vermengd met grond wordt belemmerd, is het opvoeren van de druk van de boorspoeling toegestaan tot de vooraf bepaalde maximaal toelaatbare boorspoeldruk. Als het opvoeren tot de maximaal toelaatbare boorspoeldruk niet voldoende is, dient de ruimer of boorkop te worden teruggetrokken tot voorbij de verstopping. Stagnatie in de afvoer van boorspoeling en grond kan o.a. ontstaan door het (gedeeltelijk) instorten van het boorgat of door het verlies van boorspoeling. Het verdient aanbeveling om de samenstelling van de boorspoeling zodanig aan te passen dat voldoende steun wordt verkregen.
3. Indien in het boortracé een grondslag met een zout milieu aanwezig is, dient hiermee bij het bepalen van de samenstelling van de boorspoeling rekening te worden gehouden.
4. Als de gemeten druk van de boorspoeling in de boorgang sterk toe- of afneemt ten opzichte van de prognosedrukken, dient de oorzaak hiervan te worden achterhaald en dienen passende maatregelen te worden genomen. Alle toegepaste maatregelen dienen in het logboek te worden genoteerd. Tevens dient contact te worden opgenomen met de vergunningverlener. Bij het alleen meten van de pompdruk ter plaatse van de boormachine moet voorafgaand aan de uitvoering een berekening van het drukverlies tijdens het verpompen naar de boorkop worden gemaakt om een zinvolle registratie te kunnen uitvoeren. Alleen dan kan worden vastgesteld of sprake is van groundbreuk (drukverlies), instorting of een obstakel (druktoename). Zie tevens paragraaf 2.3.2.

5. Tijdens de boring moet de positie van de boorkop (continu) worden geregistreerd en vastgelegd. Ten behoeve van de controle dient in een grafiek de gemeten positie ten opzichte van het geplande tracé in zowel horizontale als verticale richting te worden uitgezet. De positie dient door middel van een plaatsbepalingssysteem (bijvoorbeeld een magnetisch systeem of een gyroscoop), te worden gecontroleerd. Bij uitvoeringsafwijkingen groter dan de toegestane waarde dient contact met de vergunningverlener te worden opgenomen.
6. Na beëindiging van de boring dienen de in de voorgaande punten genoemde meetgegevens aan de vergunningverlener te worden verstrekt.

### 2.9.2

#### Bestuurbaarheid

De positie van de boorkop kan tijdens de uitvoering van een HDD-boring vrijwel continu worden bepaald. De boorkop wordt gestuurd door middel van een stuurslof die zich aan de voorzijde van de boorkop bevindt of door een bocht in de boorbuis. Door tijdens het invoeren de stuurslof in de gewenste richting te laten wijzen, wordt sturing verkregen. Afwijkingen tijdens de uitvoering kunnen worden gecorrigeerd door de boorkop over een bepaalde afstand terug te trekken en vervolgens met een andere stand van de stuurslof verder te drukken.

De twee meest voorkomende methoden om de positie van de boorkop onder de grond te bepalen zijn:

1. In de boorkop bevindt zich een zender die een radiografisch signaal uitzendt. Dit signaal wordt bovengronds opgevangen door een hand gedragen apparaat waarmee de boorkop gedetecteerd kan worden. Het apparaat verstrekt gegevens over de horizontale en verticale positie van de boorkop. Deze gegevens worden doorgegeven aan de boormeester die eventueel stuurcorrecties kan uitvoeren.
2. In de boorkop bevindt zich een sonde die diverse metingen uitvoert. De meetwaarden worden via een kabel die zich binnenin de boorstangen bevindt doorgegeven aan de bovengronds staande computer. De computer berekent de positie van de boorkop in het horizontale en verticale vlak.

### 2.9.3

#### Afwijkingen

In de lengte- en breedterichting en de diepteligging van de hartlijn van de leiding mag geen afwijking groter dan de in tabel 2.1 genoemde waarden optreden. Met de maximaal toegestane afwijking conform tabel 2.1 dient in het ontwerp rekening gehouden te worden, zie paragraaf 2.3.6, 2.4.1 en 2.5.1. In overleg met de belanghebbenden dienen voor aanvang van de werkzaamheden de uitvoeringsafwijkingen te worden vastgesteld.

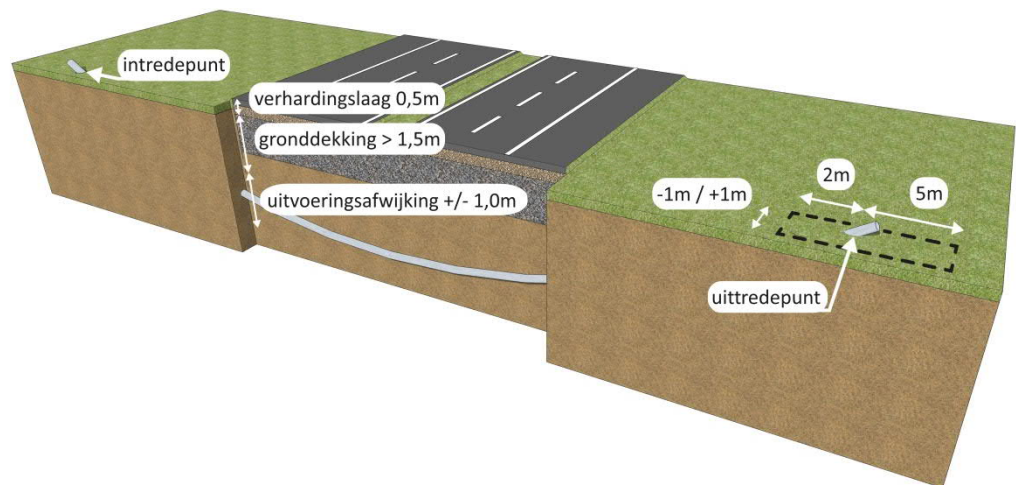
Grotere afwijkingen op tabel 2.1. zijn slechts toegestaan na zorgvuldige analyse van de mogelijkheden. De in tabel 2.1 weergegeven maximaal toegestane afwijkingen van de theoretische lijn van de boring zijn schematisch weergegeven in figuur 2.3.

| RICHTING                                             | MAXIMALE UITVOERINGS-AFWIJKING |
|------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Verticaal*                                           | +1/-1 m                        |
| Horizontaal:                                         |                                |
| - in lengterichting; t.p.v. uittredepunt             | +5/-2 m                        |
| - in dwarsrichting; t.p.v. uittredepunt              | +1/-1 m                        |
| - in dwarsrichting; tracé tussen in- en uittredepunt | +5/-5 m                        |
| Bochtstralen                                         | < 10%                          |

Tabel 2.1: maximale uitvoeringsafwijking van theoretische lijn van de boring

\* De minimale gronddekking dient te allen tijde gewaarborgd te blijven (zie paragraaf 2.4.1 en 2.5.1).

Aan de maximaal toegestane afwijkingen kunnen strengere eisen dan genoemd in tabel 2.1 worden gesteld wanneer dit voor lokale situaties gewenst is, bijvoorbeeld wanneer de boring uitkomt in de middenberm.



Figuur 2.3: illustratie maximaal toegestane afwijkingen theoretische lijn boring, conform Tabel 2.1.

#### 2.9.4

##### Maatregelen bij calamiteiten

Onderstaand zijn een 5-tal te nemen maatregelen benoemd bij calamiteiten:

1. Bij grotere uitvoeringsafwijkingen van de pilotboring dan genoemd onder paragraaf 2.9.3 dienen de werkzaamheden te worden onderbroken en dient contact met de vergunningverlener te worden opgenomen. Als het doorvoeren van de leiding het rijkswaterstaatswerk niet in gevaar brengt, kan worden overwogen de boring alsnog te voltooien. In alle andere gevallen dient de boring te worden stopgezet en dienen, in overleg met de belanghebbenden, passende maatregelen te worden genomen om de boring te kunnen vervolgen of te beëindigen.

2. Bij significante afwijkingen van te verwachten duw- en trekkrachten en torsiekrachten in het boorproces dient, net zoals bij het oplopen van de boorvloeistofdrukken, contact met de vergunningverlener te worden opgenomen. Dan moet worden beoordeeld of het continueren van de horizontaal gestuurde boring mogelijk kan leiden tot schade aan het rijkswaterstaatswerk.
3. Indien tijdens het boorproces boorvloeistof vrijkomt, dienen de werkzaamheden te worden onderbroken en dient contact met de vergunningverlener te worden opgenomen. In overleg met de belanghebbenden, dienen passende maatregelen te worden genomen om de boring te vervolgen of te beëindigen.
4. Indien de boring door de vergunningverlener wordt afgekeurd, dient de doorgevoerde leiding en/of het boorgat te worden gevuld met een door Rijkswaterstaat goedgekeurd (inert) vulmiddel (bijvoorbeeld Dämmer en/of een licht cementgebonden vulmiddel). Hierbij dient de stabiliteit van het boorgat permanent gegarandeerd te worden.
5. Indien er noemenswaardige afwijkingen optreden in het boorproces ten opzichte van de beschrijving in het boorplan, of als stagnatie optreedt in het boorproces, dient de vergunningverlener geïnformeerd te worden. In overleg met de belanghebbenden dienen passende maatregelen te worden genomen om de boring te vervolgen of te beëindigen.

#### 2.10 Geotechnische uitvoeringsaspecten

In hoofdstuk 7 zijn voor diverse geotechnische uitvoeringsaspecten beschrijvingen opgenomen die van invloed kunnen zijn tijdens de aanleg van een kabel of leiding kruisend of parallel aan het rijkswaterstaatswerk.

#### 2.11 Checklist HDD-boringen

##### 2.11.1 Algemeen

De aan te leveren gegevens in het kader van een aanvraag van een vergunning zijn gegeven in de paragrafen 2.11.2 t/m 2.11.4. Voor de specificaties wordt verwezen naar de desbetreffende paragrafen. De hoogtematen op de tekeningen en het grondonderzoek dienen ten opzichte van NAP te worden aangegeven. De schalen van de tekeningen dienen te worden aangehouden conform paragraaf 2.11.2.

Tijdens en na afloop van de werkzaamheden dienen diverse parameters te worden geregistreerd en gecontroleerd. Deze gegevens dienen na realisatie van de boring verwerkt te worden in een als-uitgevoerd dossier. Dit dossier dient binnen een maand na realisatie van een boring te worden verstrekt de vergunningverlener. De gegevens die het als-uitgevoerd dossier dient te bevatten staan vermeld in paragraaf 2.11.5.

## 2.11.2 Overzichtstekening

- duidelijke situatietekening, schaal 1 : 500 of 1 : 1000;
- dwarsprofiel, lengte- en hoogteschaal 1 : 100 of 1 : 200.

Op de tekeningen dient het volgende weergegeven te worden:

- beheersgebied en overige zoneringen (zoals de veiligheidszone);
- bestaande rijkswaterstaatswerken inclusief kilometrering of andere duidelijke aanduiding;
- toekomstige rijkswaterstaatswerken inclusief kilometrering of andere duidelijke aanduiding;
- afstand tot andere leidingen of constructies incl. fundering (indien ligging binnen 10 meter);
- maaiveldniveau, diepteligging en gronddekking;
- diameter, wanddikte en materiaalkwaliteit van de leiding almsede boorgatdiameter;
- nulmeting voorafgaand aan het uitvoeren van de werkzaamheden (zie bijlage A en B voor de voorschriften aan monitoring);
- lengte van de leiding;
- ontgraving ten behoeve van de werkzaamheden, damwanden en opstelling boorstelling;
- tekeningnummer, datum, revisienummer;
- horizontale en verticale drainages;
- samenstelling bundel inclusief boorgatdiameter;
- mudretourleiding (indien van toepassing).

## 2.11.3 Grondonderzoek

- situatietekening met onderzoekslocaties;
- sonderingen met plaatselijke kleef aan weerszijden van de weg;
- gegevens grondwaterstanden (open waterpeil, freatisch en stijghoogte);
- onderzoek volgens NEN 3651 (bij leidingdiameter of omhullende diameter > 600 mm);
- handboring c.q. mechanische grondboring (kleine HDD-boringen);
- beschrijving van de grondboring volgens NEN-EN-ISO 14688-1 en NEN-EN-ISO 14688-2;
- laboratoriumonderzoek.

## 2.11.4 Analyseresultaten

- vaststelling grootte van de veiligheidszone;
- beschrijving invloed op het rijkswaterstaatswerk;
- bemaling, stabiliteit- en zettingsberekeningen;
- beheersmaatregelen ontwerp en uitvoering;
- sterkteberekening van de buis;
- resultaten kwalitatieve/kwantitatieve risicoanalyse;
- analyse en prognose boorspoeldrukken;
- analyse naar de kans op kwel en eventueel te nemen maatregelen;
- aangeven van de uitvoeringsafwijkingen;
- toe te passen plaatsbepalingssysteem;
- trekkrachtberekeningen.

- 2.11.5 Als-uitgevoerd dossier
- revisietekening volgens tekenvoorschriften uit paragraaf 2.11.2;
  - logboek met registratie peilbuismetingen;
  - alle positiebepalingen en -metingen;
  - afwijkingen tussen geplande en gerealiseerde boring;
  - resultaten van de sterktebeproeving;
  - resultaten van monitoring;
  - meetgegevens van monitoring conform voorschriften bijlage A of B (indien van toepassing);
  - grafiek of logboek met gemeten boorspoeldrukken;
  - eigenschappen van de gebruikte boorvloeistof (viscositeit en soortelijk gewicht);
  - overige relevant geachte (meet)gegevens.

# 3 OFT

Open Front Techniek





### 3 Open Front Techniek (OFT)

Dit hoofdstuk gaat in op de toepassing van de Open Front Techniek (OFT) in relatie tot rijkswaterstaatswerken. De Open Front Techniek is alleen toepasbaar onder wegen.

#### 3.1 Beschrijving techniek

##### 3.1.1 Algemeen

Het kenmerk van de open front techniek is de open voorzijde van de buis en het door middel van de hydraulische vijzels in de grond drukken van de buis. Aan de voorzijde van de eerste buis bevindt zich een snijkop. Vanuit een perskuip wordt een buiselement met vijzels in de grond gedrukt. Wanneer een buiselement is weggedrukt, worden de vijzels teruggetrokken en kan een nieuw element worden aangekoppeld en weggedrukt. De open front techniek kan bestuurbaar (gestuurde avegaarmethode) en niet-bestuurbaar (handontgraving en avegaarmethode) worden uitgevoerd. Bij een niet bestuurbare boorkop kunnen tijdens het drukken afwijkingen ontstaan, omdat de snijkop de weg van de minste weerstand zoekt.

De open front techniek is niet geschikt voor het boren onder de grondwaterstand, tenzij met behulp van een bemaling de grondwaterstand ter plaatse van de persing verlaagd kan worden over het gehele tracé.

Naar de wijze van ontgraven kan de open front techniek in drie methoden worden ingedeeld, namelijk de handontgraving, avegaarmethode en de gestuurde avegaarmethode. Dit wordt toegelicht in de volgende paragrafen. Bij alle methoden wordt het boortracé recht uitgevoerd, horizontaal of onder een hoek, al dan niet op- of aflopend.

##### 3.1.2 Handontgraving

Handontgraving is alleen mogelijk bij menstoegankelijke diameters. Om het afkalven van het boorfront te voorkomen, wordt de voorzijde van de buis voorzien van een snijkop. Deze snijkop kan onderverdeeld zijn in een aantal vakken. De grond wordt ontgraven met de hand en/of met lichte graafmachines (afhankelijk van de afmeting van de buis). Door het plaatsen van stuurvijzels achter de snijkop zijn beperkte richtingscorrecties mogelijk.

##### 3.1.3 Avegaarmethode

De grondafvoer vindt bij deze methode plaats met een avegaar (grondboor). De avegaar bevindt zich direct achter de snijkop. De losgeweelde grond wordt via de avegaar naar de perskuip afgevoerd. Deze methode wordt voornamelijk gebruikt voor ronde leidingen. De avegaar wordt aangedreven door een motor in de perskuip.

##### 3.1.4 Gestuurde avegaarmethode

Bij de gestuurde avegaarmethode wordt er voorafgaand de boring een gestuurde pilotstang ingeperst. Deze pilotstang kan worden gecorrigeerd gedurende het inpersen. Zodra de pilotstang bij ontvangtzijde is uitgekomen en de positie overéén komt met het gewenste tracé, kan vanaf de perszijde een snijkop met de door te persen buis worden aangekoppeld. Tijdens het persen van de buis geleidt de pilotstang de boring naar de ontvangtzijde. De snijkop wordt door de pilotstang gecorrigeerd en in het gewenste tracé gehouden.

### 3.2

#### Grondonderzoek

Door middel van het grondonderzoek wordt inzicht verkregen in de grondopbouw ter plaatse van en over de lengte van het boortracé. Hieruit worden grondmechanische parameters verkregen ten behoeve van het opstellen van een prognose van de perskracht alsmede boorfrontdruk en indien van toepassing een bemalingsprognose.

Het grondonderzoek dient te worden uitgevoerd op een minimale afstand uit het geplande tracé. Voor boringen met een lengte  $\leq 250$  meter geldt een minimale afstand van 5 meter. Voor boringen met een lengte  $> 250$  meter geldt een minimale afstand van 10 meter. De minimale afstand is nodig om ongewenste verstoring van de ondergrond te voorkomen. Als het noodzakelijk is om toch binnen deze minimale afstand het onderzoek uit te voeren, moeten alle sondeer- en grondboorgaten met een zwelklei worden afgedicht, conform NEN 3651 bijlage C.3.

De uitkomende grond van de mechanische en/of handboringen dient te worden geclassificeerd volgens NEN-EN-ISO 14688-1 en NEN-EN-ISO 14688-2 en te worden beschreven in een boorstaat. De klasse van de sondering dient op de sondeerstaat te worden aangegeven. De sonderingen dienen minimaal te worden uitgevoerd conform klasse 2 van NEN-EN-ISO 22476-1. Het grondonderzoek dient ten opzichte van NAP te worden aangegeven. Onderzoeklocaties van grondboringen of sonderingen dienen op de tekening bij de vergunningsaanvraag te worden opgenomen. In de paragrafen 3.2.1 t/m 3.2.3 is een omschrijving gegeven van de standaard bepalingen voor het uitvoeren van grondonderzoek voor een OFT-boring.

#### 3.2.1

##### Uit te voeren grondonderzoek

Het volgende grondonderzoek moet bij een OFT-boring worden uitgevoerd:

1. Aan weerszijden van de weg dient een sondering met plaatselijke kleef te worden uitgevoerd tot minimaal 5 meter beneden het diepste punt van de boring. De sonderingen dienen uitgevoerd te worden binnen 10 meter van de verharding. Indien dit vanwege praktische redenen niet haalbaar is, dienen de sonderingen zo dicht mogelijk bij de verharding te worden uitgevoerd.
2. Als de resultaten van het grondonderzoek aan weerszijden van een weg sterk verschillen, dient in de middenberm een aanvullend grondonderzoek, bij voorkeur een sondering, te worden uitgevoerd.
3. Bij een leidingdiameter  $> 600$  mm dient het grondonderzoek volgens NEN 3651 bijlage C, te worden uitgevoerd.
4. Indien er aanwijzingen zijn van inhomogeniteit in de grondslag over het te boren tracé waardoor grotere uitvoeringsrisico's ontstaan, kan een geologische beschouwing van de grondopbouw in de omgeving van de kruising worden vereist.

### 3.2.2 Gebruik van bestaand grondonderzoek

Bestaand grondonderzoek kan worden gebruikt mits:

1. Het beschikbaar grondonderzoek dient uitgevoerd te zijn conform de eisen in paragraaf 3.2.1.
2. De grondboring of sondering is representatief voor de huidige situatie. Er hebben na het onderzoek geen grondroering, voorbelasting of andere werkzaamheden plaats gevonden die de grondslag kunnen beïnvloeden. De grondboringen of sonderingen zijn niet ouder dan 5 jaar ten opzichte van de datum van vergunningaanvraag, tenzij het aanlegniveau ter plaatse van de verharding van de boring dieper dan 5 meter onder maaiveld ligt.
3. Een duidelijke bronvermelding dient aan het beschikbare grondonderzoek te worden toegevoegd. In ieder geval moeten herkomst, coördinaten en uitvoeringsdatum worden vermeld.

Indien gebruik wordt gemaakt van bestaand onderzoek, dient het grondonderzoek in de beschouwing van het ontwerp te worden toegelicht en de representativiteit van het onderzoek aannemelijk te worden gemaakt.

### 3.2.3 Grondwaterstand en drooglegging

De te verwachte grondwaterstanden (open waterpeil, freatische grondwaterstand en [indien van toepassing] de stijghoogte) op het moment van uitvoering dienen bekend te zijn en op de tekening bij de vergunningaanvraag te worden vermeld. Afhankelijk van het seizoen kan de grondwaterstand fluctueren. Daarnaast kan de grondwaterstand onder de verharding afwijken van de naastgelegen (polder)peilen.

Nabij de boorlocatie dienen één of meerdere peilbuizen te worden geplaatst, zodat tijdens de uitvoering de actuele grondwaterstand (freatische grondwaterstand en stijghoogte) bekend is. De grondwaterstanden dienen ten opzichte van NAP te worden aangegeven. Een OFT-boring dient boven grondwaterstand te worden uitgevoerd (zie paragraaf 3.3.5).

### 3.3 Ontwerpeisen OFT-boringen

In deze paragraaf worden de algemene ontwerpeisen beschreven die gelden voor een OFT-boring nabij of onder een rijkswaterstaatswerk.

#### 3.3.1 Gronddekking en aanlegniveau onder wegen

Het belangrijkste aspect van het aanlegniveau van een boring is de gronddekking. In deze richtlijn wordt onder gronddekking verstaan:

Gronddekking is de afstand tussen het diepste punt van de onderzijde van de (on)gebonden (steen)funderingslaag van de verharding en de uitwendige bovenzijde van de geperste leiding.

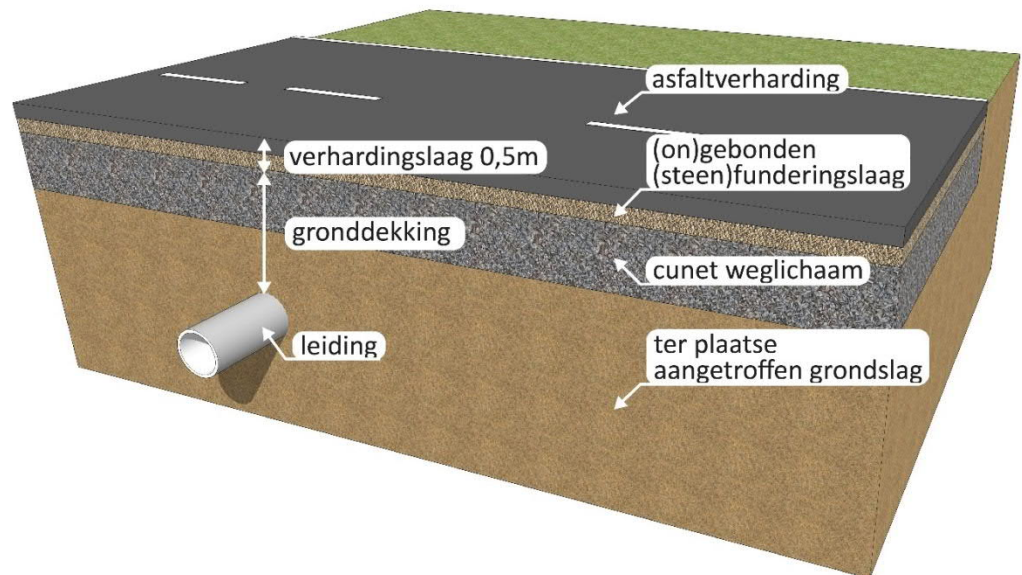
In figuur 3.1 is een schematische weergave gegeven van de gronddekking bij toepassing van de open front techniek. Indien de dikte van de verhardingslaag (inclusief de [on]gebonden [steen]funderingslaag) niet bekend is en er geen aanwijzingen zijn dat de dikte van de verhardingslaag > 0,5 meter, dan dient aangenomen te worden dat deze dikte 0,5 meter is.

Voor de gronddekking gelden de volgende eisen, waarbij de hoogste waarde maatgevend is en op elk punt van het tracé dient te voldoen:

- Diameter eis:  
gronddekking = 1,0 meter + leidingdiameter (excl. verhardingslaag)
- Perslengte eis:  
gronddekking = 1,0 meter + 0,01 x lengte (excl. verhardingslaag)

De genoemde minimale gronddekkingen zijn noodzakelijk om de kans op calamiteiten te verkleinen (grondbreuk, opbarsten, schade en dergelijke). In bijzondere omstandigheden kan in overleg met de belanghebbenden onderbouwd afgeweken worden van deze eisen.

Op basis van de minimale gronddekking dient ook het aanlegniveau, de uitwendige onderzijde van de aan te leggen leiding, te worden bepaald. Het aanlegniveau dient te worden bepaald op basis van de gronddekking, maximale uitvoeringsafwijking, de uitwendige leidingdiameter en de dikte van de funderingslaag. Het aanlegniveau dient ten opzichte van NAP te worden aangegeven.



Figuur 3.1: schematische weergave gronddekking open front boortechniek

Voorbeeld: Bij een OFT-boring met een leidingdiameter van 0,8 meter en een lengte van 30 meter bedraagt de minimale gronddekking het maximum van (1,0 meter + 0,8 meter) en (1,0 meter + 0,01 x 30 meter). De minimale gronddekking bedraagt dan 1,8 meter. Praktisch gezien betekent dit een afstand van minimaal 2,3 meter tussen de bovenkant verharding en de bovenkant van de leiding (1,8 meter gronddekking en 0,5 meter verhardingslaag) en een aanlegniveau van 3,1 meter beneden de bovenkant van de verharding.

## 3.3.2

## Afstandseisen tot objecten

Voor de afstand tussen OFT-boringen en objecten zoals bestaande en nieuwe boringen, damwanden, drainages en funderingen gelden de onderstaande eisen. In het algemeen geldt dat afstanden tot nabijgelegen objecten altijd in de vergunningstekening dienen te worden opgenomen.

## Minimale afstand tot overige persingen

- in geval de leidingen gelijktijdig (bijvoorbeeld binnen het hetzelfde project) worden aangebracht, geldt een hart-op-hartafstand van ten minste 2,0 meter vermeerderd met vijfmaal de grootste leidingmiddellijn;
- in het geval van ongelijktijdige aanleg dient een dagmaat van ten minste 10 meter te worden aangehouden;
- indien kan worden aangetoond dat de persing geen negatieve invloed heeft op de naastliggende persing, kan de tussenruimte verkleind worden.

## Minimale dagmaat tot grondkerende constructies (bijvoorbeeld damwanden)

- minimale dagmaat tussen wand boorgang en grondkerende constructie is 5,0 meter vermeerderd met de uitvoeringsafwijking in de uitvoering (conform paragraaf 3.5.3);
- de als-uitgevoerd diepteligging van de grondkerende constructie dient bekend te zijn en op tekening te worden aangegeven;
- de verankering van de grondkerende constructie dient bekend te zijn en op tekening te worden weergegeven. De beïnvloedingszone van de persing dient buiten het actieve vlak van de verankering te blijven, rekening houdend met uitvoeringsafwijkingen (conform paragraaf 3.5.3);
- er kan onderbouwd worden afgeweken van de genoemde minimale dagmaat. Hierbij dient te worden aangetoond dat de boring geen negatieve invloed heeft op de functie van de grondkerende constructie.

## Minimale dagmaat tot funderingen

- minimale dagmaat tussen wand boorgang en (paal)fundering van een rijkswaterstaatswerk is 7,0 meter vermeerderd met de uitvoeringsafwijking in de uitvoering (conform paragraaf 3.5.3);
- voor fundering op staal geldt dat de plastische zone van de boring buiten het gebied van afdracht van het draagvermogen dient te vallen (zie NEN 9997-1 artikel 6.5.2);
- onderbouwd kan worden afgeweken van de genoemde minimale afstand. Hierbij dient te worden aangetoond dat de invloedzone van de boring vermeerderd met de uitvoeringsafwijking van de boring (conform paragraaf 3.5.3) buiten de invloedzone van de fundering valt;
- indien nabij of onder een geluidsscherm wordt geboord, dient nagegaan te worden hoe deze gefundeerd is. Er dient gekeken te worden of de beïnvloeding van de draagkracht van de fundering toelaatbaar is.

#### Verticale en/of horizontale doorsnijdingen

- in het ontwerp dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van verticale en/of horizontale doorsnijdingen, zoals bijvoorbeeld verticale kunststofdrainage, zandpalen, grindpalen, en horizontale drainage. Informatie met betrekking tot de aanwezigheid dient vooraf bij de beheerder te worden opgevraagd. Bij aanwezigheid van verticale en/of horizontale drainages dient door de aanvrager te worden aangetoond dat het risico bij uitvoering van de boring beheersbaar is. Indien de aanwezigheid van verticale en/of horizontale doorsnijdingen niet vooraf kan worden vastgesteld, dient in overleg met de vergunningverlener de te nemen beheersmaatregelen te worden bepaald.

Naast het bovenstaande dient NEN 3650-1 hoofdstuk 6 en NEN 3651 artikel 6.1 t/m 6.4 te worden aangehouden betreffende 'veiligheid'.

#### 3.3.3

##### Sterkteberekening

Een sterkteberekening van een leiding dient opgesteld te worden voor alle lage- en hogedrukleidingen en voor drukloze leidingen met een diameter  $\geq 160$  mm. De sterkteberekening dient te voldoen aan de eisen die gesteld worden in de NEN3650/3651 serie.

Er kan worden volstaan met een vereenvoudigde sterkteberekening conform NEN 3651 artikel 8.5.3 als voldaan wordt aan de randvoorwaarden in NEN 3651 artikel 8.5.1.

Voor OFT-boringen kruisend met een rijkswaterstaatswerk dienen de volgende aspecten te worden beschouwd en (indien van toepassing) te worden meegenomen in de sterkteberekening van de leiding:

- de invloed van een uitvoeringszakkingsverschil tussen sleufloos aangebrachte leidingdelen en aansluitende leidingdelen uitgevoerd in open ontgraving. Dit hoeft enkel indien het uitvoeringszakkingsverschil optreedt binnen de veiligheidszone van het rijkswaterstaatswerk. De waarden van de uitvoeringszakkingen dienen gehanteerd te worden volgens de NEN 3650 artikel C.4.7;
- de invloed van significante zettingsverschillen op de leiding ten gevolge van uitvoerings- en/of omgevingsaspecten zoals bemaling, grondophoging en het verwijderen van grondkerende constructies. Eisen met betrekking tot het uitvoeren van een zettingsanalyse worden nader toegelicht in paragraaf 3.3.4.

#### 3.3.4

##### Zettingen en monitoring

Zettingen kunnen schade aan de leiding of het rijkswaterstaatswerk veroorzaken. Er kunnen twee situaties onderscheiden worden:

- het optreden van zettingen op het rijkswaterstaatswerk ten gevolge van de uitvoering van een boring. Voorbeeld: zettingen door het trekken van damwanden of het toepassen van een bemaling;
- het optreden van zettingen op leidingniveau ten gevolge van werkzaamheden aan het rijkswaterstaatswerk. Voorbeeld: zettingen door het ophogen van het maaiveld ten behoeve van het verbreden van een autosnelweg.

### Zettingsanalyse en -berekening

In alle gevallen dient een analyse naar het risico op het optreden van zettingen gemaakt te worden op zowel de leiding als op het rijkswaterstaatswerk. In de zettingsanalyse dienen de volgende aspecten (kwalitatief) te worden beschouwd:

- zettingen ten gevolge van het inbrengen en verwijderen van grondkerende constructies ten behoeve van een pers- en ontvangstuip;
- zettingen ten gevolge van bemaling om de grondwaterstand te verlagen;
- zettingen ten gevolge van grondophoging;
- achtergrondzettingen bij gefundeerde leidingdelen c.q. opleggingen;
- andere uitvoeringsaspecten die zettingen tot gevolg kunnen hebben.

Indien uit één van de bovenstaande situaties blijkt dat zettingen >10 mm kunnen optreden, dient een zettingsberekening te worden uitgevoerd conform de in paragraaf 7.1.2 genoemde eisen.

### Effect zettingen op de leiding

De zettingen (c.q. het zettingsprofiel langs de leidingas) dienen meegenomen te worden in de sterkteberekeningen conform paragraaf 3.3.3. Bij drukloze leidingen  $\leq 160$  mm is het beschouwen van zettingen op de leiding niet vereist.

### Monitoring van zettingen op het rijkswaterstaatswerk

Tijdens de uitvoering van een OFT-boring dienen te allen tijde de zettingen te worden gemonitord. Het monitoringsprotocol staat omschreven in Bijlage A 'Eisen monitoring werkzaamheden boring onder wegen' en Bijlage B 'Eisen monitoring werkzaamheden naast/langs wegen'.

#### 3.3.5 Drooglegging

Een OFT-boring dient uitgevoerd te worden boven de grondwaterstand in verband met het instromen van water. Een boring mag pas aanvangen indien de drooglegging tenminste 0,5 meter onder aanlegniveau is. Indien de grondwaterstand wordt verlaagd om voldoende drooglegging te verkrijgen, dient te worden aangetoond dat dit geen schadelijke effecten voor het rijkswaterstaatswerk (bijvoorbeeld zetting van een weg) met zich meebrengt. Zie paragraaf 3.3.4.

#### 3.3.6 Prognose perskracht

Vooraf dient een prognose te worden gemaakt van het verloop van de perskracht die nodig is voor het overwinnen van de wrijvingsweerstand en de kopweerstand. De prognose van de perskracht dient te worden opgesteld volgens NEN 3650-1 bijlage G.2.1.2. In de prognose moet de eventuele toepassing van tussenstations worden opgenomen. De leidingdelen die geperst worden dienen voldoende sterk te zijn om de perskracht te kunnen weerstaan.

#### 3.3.7 Oversnijdingsruimte

Om het risico op zettingen op maaiveldniveau te beheersen dient de oversnijdingsruimte zo klein mogelijk te zijn met een maximale toegestane waarde van 25 mm op de diameter van de leiding.

- 3.3.8 Testen en beproeven van de leiding  
De sterktebeproeving van de kruisingssectie van de leiding met het rijkswaterstaatswerk dient te worden uitgevoerd conform 9.7.1 van de NEN 3651. De dichtheidsbeproeving van de kruising mag conform 9.7.2 van de NEN 3651 gelijk met de veldleiding worden uitgevoerd. Het uit te voeren lasonderzoek is materiaalafhankelijk en is beschreven in hoofdstuk 11 van de NEN 3651.

In het als-uitgevoerd dossier dient een rapportage met hierin de resultaten van de sterktebeproeving te worden meegeleverd. Het rapport dient ten minste de volgende onderdelen te omvatten: toegepaste beproevingsmethode, beproevingsinterval, tijdstip van beproeven, beproevingsresultaten, de eventueel naar aanleiding van de bevindingen genomen maatregelen.

- 3.3.9 Pers- en ontvangstuipen  
De pers- en ontvangstuipen dienen op voldoende afstand van het rijkswaterstaatswerk te liggen. Twee aspecten dienen beschouwd te worden:

1. De ontgraving dient buiten de druklijnen van de weg te vallen. De afstand tussen de pers- of ontvangstuip en de rand verharding bedraagt minimaal 1,5 keer het hoogteverschil (H) tussen de bovenkant verharding en de maximale ontgravingsdiepte in de kuip, gemeten op 1,0 meter vanaf de rand van de verharding (zie figuur 3.2).
2. Indien damwanden worden toegepast dienen zettingen ter plaatse van de wegverharding ten gevolge van het inbrengen en trekken van deze damwanden te worden voorkomen. De afstand tussen rand pers- of ontvangstuip en de rand van de wegverharding dient minimaal gelijk te zijn aan de 2/3 van de toegepaste damwandlengte (zie figuur 3.3).

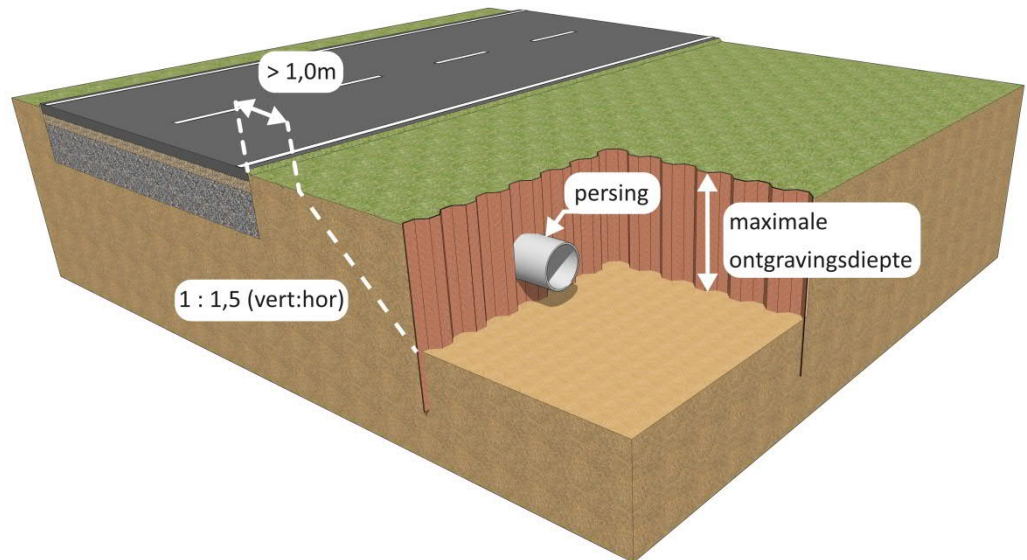
De pers- en ontvangstuipen mogen te allen tijde geen negatieve invloed op het rijkswaterstaatswerk hebben (o.a. stabiliteit en vervorming). Te allen tijde dient gemonitord te worden conform paragraaf 3.3.4.

Onderbouwd kan worden afgeweken van de genoemde afstandseisen. In dit geval kan door de vergunningverlener worden geëist dat een sterkteberekening van de damwand en de constructie van pers- en ontvangstuip wordt ingediend bij de vergunningaanvraag. Tevens dienen de zettingen die de uitvoeringswerkzaamheden tot gevolg hebben te worden beschouwd, zoals beschreven in paragraaf 3.3.4.

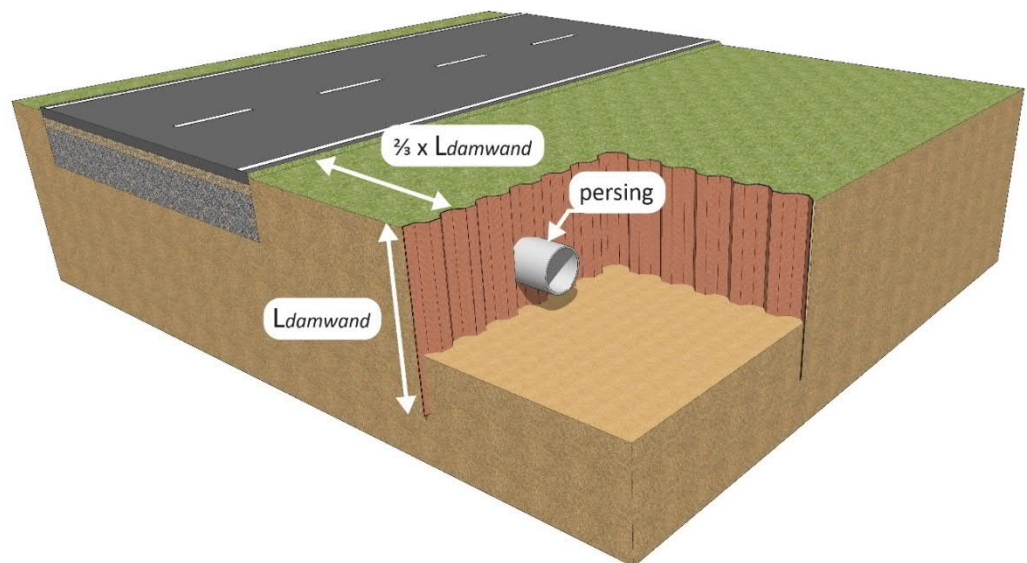
- 3.4 Beheersmaatregelen ontwerp  
Als blijkt dat de leiding ter plaatse van een kruising van een weg sterkteteknisch niet voldoet, kan ervoor worden gekozen een mantelbuis toe te passen die de betreffende belastingen kan opvangen. De mantelbuis en de door te voeren leiding dienen te voldoen aan de sterkteteknische eisen die worden gesteld in de NEN 3650:2012 en NEN 3651:2012.

De lengte van de mantelbuis dient minimaal gelijk te zijn aan de afstand tussen de pers- en ontvangstuip zoals vereist in paragraaf 3.3.9.





Figuur 3.2: minimale afstand pers- en ontvangstuip tot wegverharding



Figuur 3.3: minimale afstand damwand tot wegverharding

### 3.5 Uitvoering

#### 3.5.1 Voortgang en controle

De buis wordt door hydraulische vijzels in de grond geperst. Oppersen (opdrukken) van de buis of de grond voor de buis kan ontstaan doordat zich obstakels in de ondergrond bevinden of door een verkeerde afstemming van de voortgangssnelheid op de grondverwijdering. Als de grondverwijdering achter loopt bij de voortgangssnelheid van de buis, wordt meer grond in de buis geperst dan er uitgaat. Een grondprop ontstaat dan voor in de buis. In die situaties is sprake van een verhoogde weerstand en treden hogere perskrachten op. Door oppersen is de kans op schades aan de omgeving reëel.

Het extreem oplopen van de perskracht geeft een goede indicatie van de kans op oppersen. Om oppersingsgevaar te verminderen, worden de volgende eisen aan de toe te passen perskracht (persdruk) gesteld:

1. Tijdens de persing moet de perskracht (voortgangs- en startperskracht) regelmatig worden afgelezen en genoteerd in een logboek. Ten behoeve van de controle dienen de gemeten perskracht en de maximaal benodigde perskracht (prognose) in één grafiek te worden uitgezet. De perskracht dient op nauwkeurige wijze te worden gemeten. De meetmethode dient in het boorplan te worden toegelicht.
2. De boring moet worden onderbroken als de gemeten perskracht de maximaal benodigde prognosekracht met meer dan 10% overschrijdt. In deze situatie dient met de vergunningverlener contact te worden opgenomen. Bij het (her)starten van de boring is een krachtoverschrijding van 50% boven de prognosekracht toelaatbaar, mits de kracht daarna vrij snel terugloopt tot beneden het toegestane maximum. Krachtoverschrijding zal met name het geval zijn bij het starten van de boring en na het aanbrengen van een nieuw buiselement.
3. De door de leverancier aangegeven maximaal toelaatbare perskrachten op de leiding mogen niet worden overschreden.

Als de grondverwijdering sneller gaat dan de voortgangssnelheid van de buis, kan voor de buis een holle ruimte ontstaan. Door cohesie en gewelfwerking kan het gat voor de buis intact blijven. Echter door trillingen kan dit alsnog instorten (bijvoorbeeld door de passage van zwaar verkeer). Daarom wordt geadviseerd onderstaande eisen aan de wijze van grondverwijdering te stellen:

1. Er moet voorkomen worden dat de avegaar voor de voorzijde van de snijkop uitkomt. Bij handmatige grondverwijdering dient een visuele controle te worden uitgevoerd om 'voorgraven' te voorkomen.
2. De afstand van de voorzijde van de avegaar tot de snijrand van de leiding dient zodanig te worden afgesteld dat een natuurlijk glijvlak ontstaat en geen verzakking kan ontstaan ten gevolge van het te veel weghalen van grond. Voorkomen dient te worden dat te veel prop en kopdruk ontstaat. Als een grondprop in de leiding ontstaat, is de kans op oppersen van de leiding groot. De leiding is dan aan de voorzijde volledig gesloten. De perskracht zal dan te hoog oplopen. In het geval van ontoelaatbare propvorming mag de avegaar stapsgewijs verder naar voren worden gebracht.
3. De aandrijving moet voorzien zijn van een omkeerkoppeling, om zo bij calamiteiten het boorfront te kunnen ondersteunen.

Voor aanvang, tijdens en na afloop van de werkzaamheden dient het wegdek gemonitord te worden zoals omschreven in Bijlage A 'Eisen monitoring werkzaamheden boring onder wegen' en Bijlage B 'Eisen monitoring werkzaamheden naast/langs wegen'.

De leiding dient te worden aangeprikt op het moment dat deze de rand van de verharding passeert. De positie van de leiding wordt dus bepaald zodra deze onder de verharding gaat en zodra deze onder de verharding uitkomt. Indien een middenberm een zeer beperkte breedte heeft kan in overleg met de vergunningverlener worden besloten de leiding daar niet aan te prikken.

#### 3.5.2 Bestuurbaarheid

De open front techniek uitgevoerd met handontgraving of avegaarmethode is meestal niet bestuurbaar, waardoor tijdens het persen eenvoudig afwijkingen kunnen ontstaan. In het algemeen kan in de perskuip een (ernstige) afwijking van de buis niet zonder speciale maatregelen worden waargenomen. Pas na doorvoering van de buis worden afwijkingen ten opzichte van het geplande leidingtracé zichtbaar.

#### 3.5.3 Afwijkingen

De volgende eisen worden ten aanzien van uitvoeringsafwijkingen gesteld:

1. Voor aanvang van de werkzaamheden dienen, in overleg met de belanghebbenden, de uitvoeringsafwijkingen te worden vastgesteld. Afwijkingen anders dan onder de punten 2 en 3 genoemd zijn slechts toegestaan na zorgvuldige analyse van de mogelijkheden. De uitvoeringsafwijking is mede afhankelijk van de functie van de te persen leiding en de gronddekkingseisen.
2. De afwijking ten opzichte van het boorplan naar boven mag niet > 1% zijn van de geboorde lengte met een maximum van 0,3 meter (onafhankelijk van de lengte van de boring). De minimale gronddekkingseis moet altijd gewaarborgd blijven.
3. De afwijking naar beneden, naar links of naar rechts, mag niet > 2% zijn van de geboorde lengte, onafhankelijk van de diameter van de leiding. Afwijkingen mogen niet leiden tot een te hoge drukspanning op de buis of een te grote hoekverdraaiing (waardoor er lekkages kunnen ontstaan). Tevens dient hierbij aandacht zijn voor de heersende grondwaterstand.

#### 3.5.4 Maatregelen bij calamiteiten

In de hier onder beschreven calamiteiten dienen de aangegeven maatregelen genomen te worden:

1. Bij geconstateerde grotere uitvoeringsafwijkingen dan de in paragraaf 3.5.3 genoemde punten dient de persing te worden onderbroken en dient contact met de vergunningverlener te worden opgenomen. Als de persing het rijkswaterstaatswerk niet in gevaar brengt, kan worden overwogen deze alsnog te voltooien. In alle andere gevallen dient de persing te worden stopgezet en dienen, in overleg met de belanghebbenden, speciale maatregelen te worden genomen om de persing te vervolgen of te beëindigen.

2. Indien de persing wordt afgekeurd dient de doorgevoerde leiding te worden afgesloten met een door de vergunningverlener goedgekeurd inert vulmiddel, zoals Dämmer. Ingesloten luchtballen kunnen een volledige vulling van de leiding sterk belemmeren. Afhankelijk van de ligging van de leiding kan het noodzakelijk zijn extra ontluchtingsbuizen aan te brengen.

### 3.6 Geotechnische uitvoeringsaspecten

In hoofdstuk 7 zijn voor diverse geotechnische uitvoeringsaspecten beschrijvingen opgenomen die van invloed kunnen zijn tijdens de aanleg van een kabel of leiding kruisend of parallel aan het rijkswaterstaatswerk.

### 3.7 Checklist Open Front Techniek

#### 3.7.1 Algemeen

De aan te leveren gegevens in het kader van een aanvraag van een vergunning zijn gegeven in de paragrafen 3.7.2 t/m 3.7.4. Voor de specificaties wordt verwezen naar de desbetreffende paragrafen. De hoogtematen op de tekeningen en het grondonderzoek dienen ten opzichte van NAP te worden aangegeven. De schalen van de tekeningen dienen te worden aangehouden conform paragraaf 3.7.2.

Tijdens en na afloop van de werkzaamheden dienen diverse parameters te worden geregistreerd en gecontroleerd. Deze gegevens dienen na realisatie van de boring verwerkt te worden in een als-uitgevoerd dossier. Dit dossier dient binnen een maand na realisatie van een boring te worden verstrekt de vergunningverlener. De gegevens die het als-uitgevoerd dossier dient te bevatten staan vermeld in paragraaf 3.7.5.

#### 3.7.2 Overzichtstekening

- duidelijke situatietekening, schaal 1 : 500 of 1 : 1000;
- dwarsprofiel, lengte- en hoogteschaal 1 : 100 of 1 : 200.

Op de tekeningen dient het volgende weergegeven te worden:

- beheersgebied en overige zoneringen (zoals de veiligheidszone);
- bestaande rijkswaterstaatswerken inclusief kilometrering of andere duidelijke aanduiding;
- toekomstige rijkswaterstaatswerken inclusief kilometrering of andere duidelijke aanduiding;
- afstand tot andere leidingen of constructies incl. fundering (indien ligging binnen 10 meter);
- maaiveldniveau, diepteligging en gronddekking;
- diameter, wanddikte en materiaalkwaliteit van de leiding alsmede boorgatdiameter;
- nulmeting voorafgaand aan het uitvoeren van de werkzaamheden (zie bijlage A en B voor de voorschriften aan monitoring);
- lengte van de leiding;
- pers- en ontvangst kuipen (incl. damwanden) en overige ontgravingen ten behoeve van de werkzaamheden;
- tekeningnummer, datum, revisienummer;
- horizontale en verticale drainages.

- 3.7.3 Grondonderzoek
- situatietekening met onderzoekslocaties;
  - sonderingen met plaatselijke kleef aan weerszijden van de weg;
  - gegevens grondwaterstanden (open waterpeil, freatisch en stijghoogte);
  - onderzoek volgens NEN 3651 (bij leidingdiameter > 600 mm);
  - laboratoriumonderzoek.
- 3.7.4 Analyseresultaten
- vaststelling grootte van de veiligheidszone;
  - beschrijving invloed op het rijkswaterstaatswerk;
  - bemaling, stabiliteit- en zettingsberekeningen;
  - beheersmaatregelen ontwerp en uitvoering;
  - sterkteberekening van de buis;
  - resultaten kwalitatieve/kwantitatieve risicoanalyse;
  - prognose van het verloop van de perskracht voor het overwinnen van de wrijvingsweerstand;
  - aangeven van de uitvoeringsafwijkingen;
  - toe te passen plaatsbepalingssysteem;
  - oversnijdingsruimte.
- 3.7.5 Als-uitgevoerd dossier
- revisietekening volgens tekenvoorschriften uit paragraaf 3.7.2;
  - logboek met registratie peilbuismetingen;
  - alle positiebepalingen en -metingen;
  - afwijkingen tussen geplande en gerealiseerde boring;
  - resultaten van de sterktebeproeving;
  - resultaten van monitoring;
  - meetgegevens van monitoring conform voorschriften bijlage A of B (indien van toepassing);
  - grafiek of logboek met gemeten perskracht en prognose perskracht;
  - eigenschappen van de gebruikte boorvloeistof (viscositeit en soortelijk gewicht);
  - overige relevant geachte (meet)gegevens.

# 4 GFT

Gesloten Front Techniek





## 4 Gesloten Front Techniek (GFT)

Dit hoofdstuk gaat in op de aanleg van leidingen via de gesloten front techniek (GFT) in relatie tot rijkswaterstaatswerken. Ook komen in dit hoofdstuk de eisen aan de techniek Direct Gestuurd Boren met gesloten front boorkop (DGB-G) aan bod in paragraaf 4.5.

### 4.1 Beschrijving techniek

#### 4.1.1 Algemeen

Het kenmerk van de gesloten front techniek is de afgesloten voorzijde van het eerste buiselement. Deze is afgesloten door middel van een boormachine met boorschild. De gesloten front techniek is geschikt voor het boren onder de grondwaterstand, omdat de boormachine is voorzien van een waterdicht boorschild. Vanuit de perskuip wordt een buiselement in de grond gedrukt. Wanneer een buiselement is weggedrukt, worden de vijzels teruggetrokken en kan een nieuw element worden aangekoppeld en weggedrukt. Er kunnen tussenstations worden aangebracht indien de perscapaciteit of opneembare perskracht van de buis wordt overschreden ten gevolge van een te grote wrijvingsweerstand. De tussenstations worden aangebracht tussen twee buiselementen. Om de wrijvingsweerstand tussen het buiselement en de grond te verminderen, wordt tijdens het boren een mengsel van water en bentoniet langs de buitenomtrek van de leiding geïnjecteerd.

Tijdens het wegdrukken wordt de grond afgefreesd met een hydraulisch of elektrisch aangedreven snijrad. In de boorkamer, of een aparte mengkamer, wordt de grond gemengd en vervolgens naar de perskuip afgevoerd. In de boorkop zijn stuurvijzels geplaatst, waardoor besturing in alle richtingen mogelijk is. De gesloten front techniek is goed bestuurbaar. De positie van de boorkop kan door middel van een plaatsbepalingssysteem (bijvoorbeeld laser) continu worden bepaald. De meetgegevens worden doorgegeven aan een computer op het werkterrein. Bij bochten in het boortracé geschiedt de plaatsbepaling meestal discontinu met behulp van driehoeksmetingen. Bij deze techniek kan het boortracé recht en/of gebogen (zowel verticaal als horizontaal) worden uitgevoerd, waarbij een bepaalde minimum radius in acht dient te worden genomen.

Onderscheid kan worden gemaakt tussen diverse boorschilden. Ze berusten allemaal op hetzelfde principe. De verschillen tussen de typen schilden lichten we in onderstaande paragrafen toe. Elk systeem vereist een watervrije pers- en ontvangstuip met een speciale waterdichte buisdoorvoering.

#### 4.1.2 Vloeistofschild

Bij een vloeistofschild wordt als steunmedium een vloeistof gebruikt om de stabiliteit van het boorfront in stand te houden. De vloeistof wordt middels een leidingstelsel naar en vanaf de boorkop getransporteerd. Tussen het waterdichte boorschild en het boorfront wordt vloeistof onder druk aangebracht. De vloeistofdruk is afhankelijk van de heersende gronddruk en de grondwaterdruk. Een snijrad roteert in de bodem en graaft de grond af. De afgegraven grond vermengt zich met de boorvloeistof en wordt door een leiding naar een scheidingsinstallatie gepompt. Het mengsel vloeistof/grond kan met behulp van een speciale installatie worden gescheiden. Vervolgens wordt de boorvloeistof hergebruikt. Dit type schild is met name geschikt voor het boren in niet-cohesieve gronden.

4.1.3 Gronddrukbalansschild  
 Bij een gronddrukbalansschild wordt de grond tussen het boorfront en het waterdichte boorschild door een snijrad gekneed tot een plastische massa. De geknede grond wordt als steunmedium gebruikt om de stabiliteit van het boorfront in stand te houden. Door het beheersen van de grondafvoer en de voortgangssnelheid van het schild kan de steundruk in stand worden gehouden. Vanuit de boorkamer wordt de grond getransporteerd naar een aparte mengkamer. Bij schilden met een vaste afvoer wordt de grond met een avegaar (grondboor) uit de mengkamer verwijderd en via transportbanden, karretjes of een dikstofpomp (betonpomp) afgevoerd. Bij schilden met een natte afvoer wordt de grond in de mengkamer verdund met een vloeistof. De afvoer van de grond geschiedt dan met een pompsysteem. Dit type schild is met name geschikt voor het boren in cohesieve gronden.

4.1.4 Schild met een mechanische grondsteun  
 Bij dit type schild wordt het boorfront over nagenoeg de volle doorsnede door het snijrad gesteund. In het snijrad bevinden zich regelbare openingen voor de grondafvoer. De stabiliteit van het boorfront wordt bepaald door de grondwaterstand en de hoeveelheid grond die wordt afgevoerd in relatie tot de voortgangssnelheid. De mechanische grondsteunmethode kan in combinatie met andere technieken worden toegepast.

4.2 Grondonderzoek  
 Door middel van het grondonderzoek wordt inzicht verkregen in de grondopbouw ter plaatse van en over de lengte van het boortracé. Hieruit worden grondmechanische parameters verkregen ten behoeve van het opstellen van een prognose van de perskracht alsmede boorfrontdruk en indien van toepassing een bemalingsprognose.

Het grondonderzoek dient te worden uitgevoerd op een minimale afstand uit het geplande tracé. Voor boringen met een lengte  $\leq 250$  meter geldt een minimale afstand van 5 meter. Voor boringen met een lengte  $> 250$  meter geldt een minimale afstand van 10 meter. De minimale afstand is nodig omdat er gedurende het boorproces kortsluiting met de sondeer- en grondboorgaten kan ontstaan waardoor de boorvloeistof via deze gaten naar de oppervlakte wordt geperst. Als het noodzakelijk is om toch binnen deze minimale afstand het onderzoek uit te voeren, moeten alle sondeer- en grondboorgaten met een zwelklei worden afgedicht, conform NEN 3651 bijlage C.3.

De uitkomende grond van de mechanische en/of handboringen dient te worden geclassificeerd volgens NEN-EN-ISO 14688-1 en NEN-EN-ISO 14688-2 en te worden beschreven in een boorstaat. De klasse van de sondering dient op de sondeerstaat te worden aangegeven. De sonderingen dienen minimaal te worden uitgevoerd conform klasse 2 van NEN-EN-ISO 22476-1. Het grondonderzoek dient ten opzichte van NAP te worden aangegeven. Onderzoekslocaties van grondboringen of sonderingen dienen op de tekening bij de vergunningsaanvraag te worden opgenomen. In de paragrafen 4.2.1 t/m 4.2.3 is een omschrijving gegeven van de standaard bepalingen voor het uitvoeren van grondonderzoek voor een GFT-boring.



#### 4.2.1 Uit te voeren grondonderzoek

Het volgende grondonderzoek moet bij een GFT-boring worden uitgevoerd:

1. Aan weerszijden van het rijkswaterstaatswerk dient een sondering met plaatselijke kleef te worden uitgevoerd tot minimaal 5 meter beneden het diepste punt van de boring. De sonderingen dienen bij een weg binnen 10 meter van de verharding uitgevoerd te worden. Indien dit vanwege praktische redenen niet haalbaar is, dienen de sonderingen zo dicht mogelijk bij de verharding te worden uitgevoerd.
2. Als de resultaten van het grondonderzoek aan weerszijden van een weg sterk verschillen dient in de middenberm een aanvullend grondonderzoek, bij voorkeur een sondering, te worden uitgevoerd.
3. Bij een leidingdiameter > 600 mm dient het grondonderzoek volgens NEN 3651 bijlage C, te worden uitgevoerd.
4. Indien er aanwijzingen zijn van inhomogeniteit in de grondslag over het te boren tracé waardoor grotere uitvoeringsrisico's ontstaan, kan een geologische beschouwing van de grondopbouw in de omgeving van de kruising worden vereist.

#### 4.2.2 Gebruik van bestaand grondonderzoek

Bestaand grondonderzoek kan worden gebruikt mits:

1. Het beschikbaar grondonderzoek dient uitgevoerd te zijn conform de eisen in paragraaf 4.2.1.
2. De grondboring of sondering is representatief voor de huidige situatie. Er hebben na het onderzoek geen grondroering, voorbelasting of andere werkzaamheden plaats gevonden die de grondslag kunnen beïnvloeden. De grondboringen of sonderingen zijn niet ouder dan 5 jaar ten opzichte van de datum van vergunningaanvraag, tenzij het aanlegniveau ter plaatse van de verharding van de boring dieper dan 5 meter onder maaiveld ligt.
3. Een duidelijke bronvermelding dient aan het beschikbare grondonderzoek te worden toegevoegd. In ieder geval moeten herkomst, coördinaten en uitvoeringsdatum worden vermeld.

Indien gebruik wordt gemaakt van bestaand onderzoek, dient het grondonderzoek in de beschouwing van het ontwerp te worden toegelicht en de representativiteit van het onderzoek aannemelijk te worden gemaakt.

#### 4.2.3 Grondwaterstand

De te verwachte grondwaterstand (open waterpeil, freatische grondwaterstand en [indien van toepassing] de stijghoogte) op het moment van uitvoering dienen bekend te zijn en op de tekening bij de vergunningaanvraag te worden vermeld. Afhankelijk van het seizoen kan de grondwaterstand fluctueren. Daarnaast kan de grondwaterstand onder de verharding afwijken van de naastgelegen (polder)peilen.

Geadviseerd wordt nabij de boorlocatie één of meerdere peilbuizen te plaatsen zodat tijdens de uitvoering de actuele grondwaterstand (freatische grondwaterstand en stijghoogte) bekend is. De grondwaterstanden dienen ten opzichte van NAP te worden aangegeven.

#### 4.3 Ontwerpeisen GFT-boringen

In deze paragraaf worden de algemene ontwerpeisen beschreven die gelden voor een GFT-boring nabij of onder een rijkswaterstaatswerk.

##### 4.3.1 Gronddekking en aanlegniveau onder wegen

Het belangrijkste aspect van het aanlegniveau van een boring is de gronddekking. In deze richtlijn wordt onder gronddekking verstaan:

Gronddekking is de afstand tussen het diepste punt van de onderzijde van de (on)gebonden (steen)funderingslaag van de verharding en de uitwendige bovenzijde van de geperste leiding.

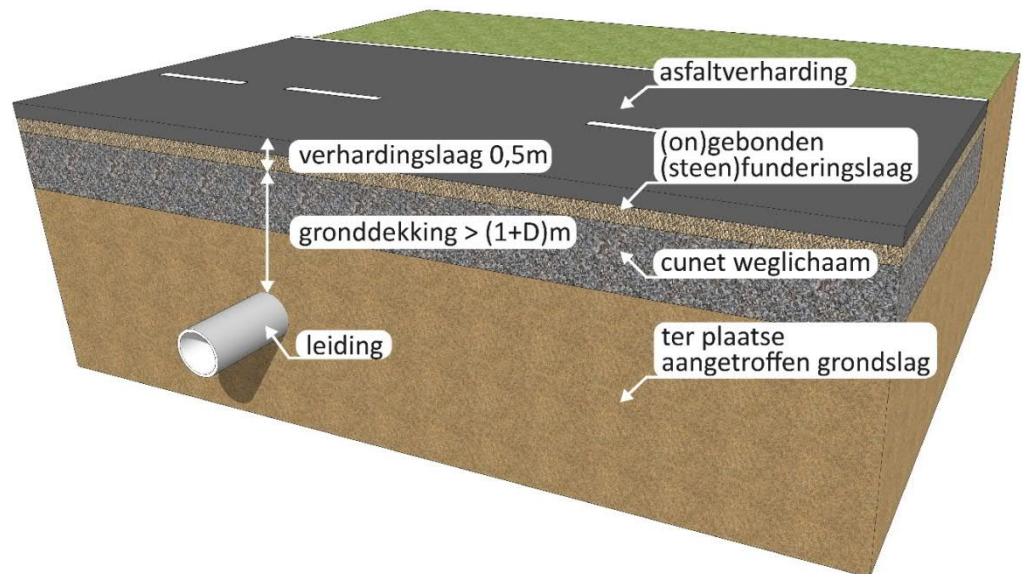
In Figuur 4.1 is een schematische weergave gegeven van de gronddekking bij toepassing van de gesloten front techniek. Indien de dikte van de verhardingslaag (inclusief de [on]gebonden [steen]funderingslaag) niet bekend is en er geen aanwijzingen zijn dat de dikte van de verhardingslaag > 0,5 meter, dan dient aangenomen te worden dat deze dikte 0,5 meter is.

Voor de gronddekking gelden de volgende diameter afhankelijke eisen, welke op elk punt van het tracé dient te voldoen:

- Diameter eis, afmeting < 1000 mm:  
gronddekking = 1,0 meter + leidingdiameter (excl. verhardingslaag)
- Diameter eis, afmeting  $\geq$  1000 mm:  
gronddekking = 2 x leidingdiameter (excl. verhardingslaag)

De genoemde gronddekkingen zijn noodzakelijk om de kans op calamiteiten te verkleinen (grondbreuk, opbarsten, schade en dergelijke). In bijzondere omstandigheden kan in overleg met de belanghebbenden onderbouwd afgeweken worden van deze eisen.

Op basis van de minimale gronddekking dient ook het aanlegniveau, de uitwendige onderzijde van de aan te leggen leiding, te worden bepaald. Het aanlegniveau dient te worden bepaald op basis van de gronddekking, maximale uitvoeringsafwijking, de uitwendige leidingdiameter en de dikte van de funderingslaag. Het aanlegniveau dient ten opzichte van NAP te worden aangegeven.



Figuur 4.1: schematische weergave gronddekking gesloten front techniek

Voorbeeld: Bij een GFT-boring met een leidingdiameter van 0,6 meter en een lengte van 100 meter bedraagt de minimale gronddekking 1,6 meter (1,0 meter + 0,6 meter). Praktisch gezien betekent dit een afstand van minimaal 2,1 meter tussen de bovenkant verharding en de bovenkant van de leiding (1,6 meter gronddekking en 0,5 meter verhardingslaag) en een aanlegniveau van 2,7 meter beneden de bovenkant van de verharding.

- 4.3.2 Gronddekking en aanlegniveau onder waterwegen  
 Voor boringen van stalen leidingen of betonnen buizen met een plaatstalen kern onder waterwegen dient een minimale waarde van de gronddekking te worden aangehouden van 3,0 meter beneden de laagst verwachte bodem of een ankervalbeschouwing, conform de NEN 3651 artikel 8.1.6.2. De grootste waarde van deze twee dient te worden aangehouden.

Op basis van de minimale gronddekking dient ook het aanlegniveau, de uitwendige onderzijde van de aan te leggen leiding, te worden bepaald. Het aanlegniveau dient te worden bepaald op basis van de gronddekking, maximale uitvoeringsafwijking en de uitwendige leidingdiameter. Het aanlegniveau dient ten opzichte van NAP te worden aangegeven.

- 4.3.3 Afstandseisen tot objecten  
 Voor de afstand tussen GFT-boringen en objecten zoals bestaande en nieuwe boringen, damwanden, drainages en funderingen gelden de onderstaande eisen. In het algemeen geldt dat afstanden tot nabijgelegen objecten altijd in de vergunningstekening dienen te worden opgenomen.

#### Minimale afstand tot overige persingen

- in geval de leidingen gelijktijdig (bijvoorbeeld binnen hetzelfde project) worden aangebracht, geldt een hart-op-hartafstand van ten minste 2,0 meter vermeerderd met vijfmaal de grootste leidingmiddellijn;
- in het geval van ongelijktijdige aanleg dient een tussenruimte van ten minste 10 meter te worden aangehouden;
- indien kan worden aangetoond dat de persing geen negatieve invloed heeft op naastliggende persing, kan de tussenruimte verkleind worden.

#### Minimale dagmaat tot grondkerende constructies (bijvoorbeeld damwanden)

- minimale dagmaat tussen wand boorgang en grondkerende constructie is 5,0 meter vermeerderd met de uitvoeringsafwijking (conform paragraaf 4.6.2);
- de als-uitgevoerd diepteligging van de grondkerende constructie dient bekend te zijn en op tekening te worden aangegeven;
- de verankering van de grondkerende constructie dient bekend te zijn en op tekening te worden weergegeven. De beïnvloedingszone van de persing dient buiten het actieve vlak van de verankering te blijven rekening houdend met uitvoeringsafwijkingen (conform paragraaf 4.6.2);
- er kan onderbouwd worden afgeweken van de genoemde minimale dagmaat. Hierbij dient te worden aangetoond dat de boring geen negatieve invloed heeft op de functie van de grondkerende constructie.

#### Minimale dagmaat tot funderingen

- minimale dagmaat tussen wand boorgang en (paal)fundering van een rijkswaterstaatswerk is 7,0 meter vermeerderd met de uitvoeringsafwijking (conform paragraaf 4.6.2);
- voor fundering op staal geldt dat de plastische zone van de boring buiten het gebied van afdracht van het draagvermogen dient te vallen (zie NEN 9997-1 artikel 6.5.2);
- er kan onderbouwd worden afgeweken van de genoemde minimale afstand. Hierbij dient te worden aangetoond dat de invloedzone van de boring vermeerderd met de uitvoeringsafwijking van de boring (conform paragraaf 4.6.2) buiten de invloedzone van de fundering valt;
- indien nabij of onder een geluidsscherm wordt geboord dient nagegaan te worden hoe deze gefundeerd is. Er dient gekeken te worden of de beïnvloeding van de draagkracht van de fundering toelaatbaar is.

#### Verticale en/of horizontale doorsnijdingen

- in het ontwerp dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van verticale en/of horizontale doorsnijdingen, zoals bijvoorbeeld verticale kunststofdrainage, zandpalen, grindpalen, en horizontale drainage. Informatie met betrekking tot de aanwezigheid dient vooraf bij de beheerder te worden opgevraagd. Bij aanwezigheid van verticale en/of horizontale drainages dient door de aanvrager te worden aangetoond dat het risico bij uitvoering van de boring beheersbaar is. Indien de aanwezigheid van verticale en/of horizontale doorsnijdingen niet vooraf kan worden vastgesteld, dient in overleg met de vergunningverlener de te nemen beheersmaatregelen te worden bepaald.

Naast het bovenstaande dient NEN 3650-1 hoofdstuk 6 en NEN 3651 artikel 6.1 t/m 6.4 te worden aangehouden betreffende 'veiligheid'.

#### 4.3.4 Sterkteberekening

Een sterkteberekening van een leiding dient opgesteld te worden voor alle lage- en hogedrukleidingen en voor drukloze leidingen met een diameter  $\geq 160$  mm. De sterkteberekening dient te voldoen aan de eisen die gesteld worden in de NEN3650/3651 serie.

Er kan worden volstaan met een vereenvoudigde sterkteberekening conform NEN 3651 artikel 8.5.3 als voldaan wordt aan de randvoorwaarden in NEN 3651 artikel 8.5.1.

Voor GFT-boringen kruisend met een rijkswaterstaatswerk dienen de volgende aspecten te worden beschouwd en (indien van toepassing) te worden meegenomen in de sterkteberekening van de leiding:

- de invloed van een uitvoeringszakkingsverschil tussen sleufloos aangebrachte leidingdelen en aansluitende leidingdelen uitgevoerd in open ontgraving. Dit hoeft enkel indien het uitvoeringszakkingsverschil optreedt binnen de veiligheidszone van het rijkswaterstaatswerk. De waarden van de uitvoeringszakkingen dienen gehanteerd te worden volgens de NEN 3650 artikel C.4.7;
- de invloed van significante zettingsverschillen op de leiding ten gevolge van uitvoerings- en/of omgevingsaspecten zoals bemaling, grondophoging en het verwijderen van grondkerende constructies. Eisen met betrekking tot het uitvoeren van een zettingsanalyse worden nader toegelicht in paragraaf 4.3.5.

#### 4.3.5 Zettingen en monitoring

Zettingen kunnen schade aan de leiding of het rijkswaterstaatswerk veroorzaken. Er kunnen twee situaties onderscheiden worden:

- het optreden van zettingen op het rijkswaterstaatswerk ten gevolge van de uitvoering van een boring. Voorbeeld: zettingen door het trekken van damwand of het toepassen van een bemaling;
- het optreden van zettingen op leidingniveau ten gevolge van werkzaamheden aan het rijkswaterstaatswerk. Voorbeeld: zettingen door het ophogen van het maaiveld ten behoeve van het verbreden van een autosnelweg.

##### Zettingsanalyse en -berekening

In alle gevallen dient een analyse naar het risico op het optreden van zettingen gemaakt te worden op zowel de leiding als op het rijkswaterstaatswerk. In de zettingsanalyse dienen de volgende aspecten (kwalitatief) te worden beschouwd:

- zettingen ten gevolge van het inbrengen en verwijderen van grondkerende constructies ten behoeve van een pers- en ontvangstuip;
- zettingen ten gevolge van bemaling om de grondwaterstand te verlagen;
- zettingen ten gevolge van grondophoging;
- achtergrondzettingen bij gefundeerde leidingdelen c.q. opleggingen;
- andere uitvoeringsaspecten die zettingen tot gevolg kunnen hebben.

Indien uit één van de bovenstaande situaties blijkt dat zettingen  $> 10$  mm kunnen optreden, dient een zettingsberekening te worden uitgevoerd conform de in paragraaf 7.1.2 genoemde eisen.

#### Effect zettingen op de leiding

De zettingen (c.q. het zettingsprofiel langs de leidingas) dienen meegenomen te worden in de sterkteberekeningen conform paragraaf 4.3.4. Bij drukloze leidingen  $\leq 160$  mm is het beschouwen van zettingen op de leiding niet vereist.

#### Monitoring van zettingen op het rijkswaterstaatswerk

Tijdens de uitvoering van een GFT-boring dienen te allen tijde de zettingen te worden gemonitord. Voor monitoring onder of naast/langs waterwegen is altijd afstemming met de beheerder noodzakelijk. Het monitoringsprotocol bij wegen staat omschreven in Bijlage A 'Eisen monitoring werkzaamheden boring onder wegen' en Bijlage B 'Eisen monitoring werkzaamheden naast/langs wegen'.

#### 4.3.6 Prognose perskracht

Vooraf dient een prognose te worden gemaakt van het verloop van de perskracht die nodig is voor het overwinnen van de wrijvingsweerstand en de kopweerstand. De prognose van de perskracht dient te worden opgesteld volgens NEN 3650-1 bijlage G.2.1.2. In de prognose moet de eventuele toepassing van tussenstations worden opgenomen. De leidingdelen die geperst worden dienen voldoende sterk te zijn om de perskracht te kunnen weerstaan.

#### 4.3.7 Prognose boorfrontdruk

De druk van de boorspoeling op het boorfront moet binnen vooraf bepaalde grenzen blijven. Ter vaststelling van de boven- en ondergrens van de druk dient een prognose te worden gemaakt.

Bij vaststelling van de minimaal benodigde druk voor stabiliteit van de grond aan het boorfront is het van belang nauwkeurige gegevens omtrent de grondwaterstand ten tijde van de uitvoering te gebruiken.

#### 4.3.8 Oversnijdingsruimte

Om het risico op zettingen op maaiveldniveau te beperken dient de oversnijdingsruimte zo klein mogelijk te zijn. De volgende waarden met betrekking tot oversnijdingsruimte dienen te worden aangehouden:

- voor leidingen met een diameter tot 1250 mm geldt een maximale toegestane waarde van 12,5 mm op de straal van de leiding;
- voor leidingen met een diameter  $\geq 1250$  mm geldt een toegestane waarde van  $12,5 \text{ mm} + 0,01 \times (\text{leidingdiameter} - 1250 \text{ mm})$  met een maximum van 30 mm op de straal van de leiding.

#### 4.3.9 Testen en beproeven van de leiding

De sterktebeproeving van de kruisingssectie van de leiding met het rijkswaterstaatswerk dient te worden uitgevoerd conform 9.7.1 van de NEN 3651. De dichtheidsbeproeving van de kruising mag conform 9.7.2 van de NEN 3651 gelijk met de veldleiding worden uitgevoerd. Het uit te voeren lasonderzoek is materiaalafhankelijk en is beschreven in hoofdstuk 11 van de NEN 3651.

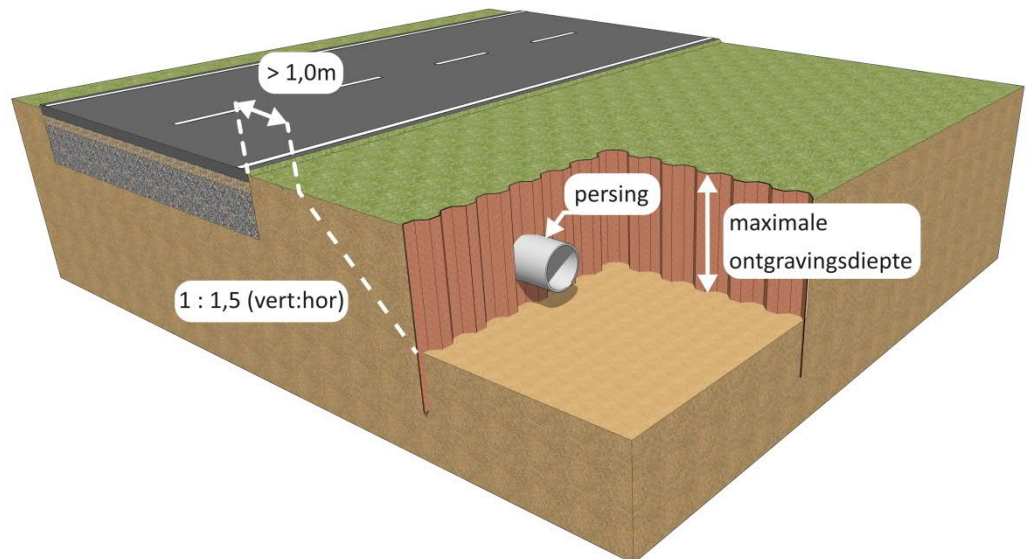
In het als-uitgevoerd dossier dient een rapportage met hierin de resultaten van de sterktebeproeving te worden meegeleverd. Het rapport dient ten minste de volgende onderdelen te omvatten: toegepaste beproevingsmethode, beproevingsinterval, tijdstip van beproeven, beproevingsresultaten, de eventueel naar aanleiding van de bevindingen genomen maatregelen.

## 4.3.10

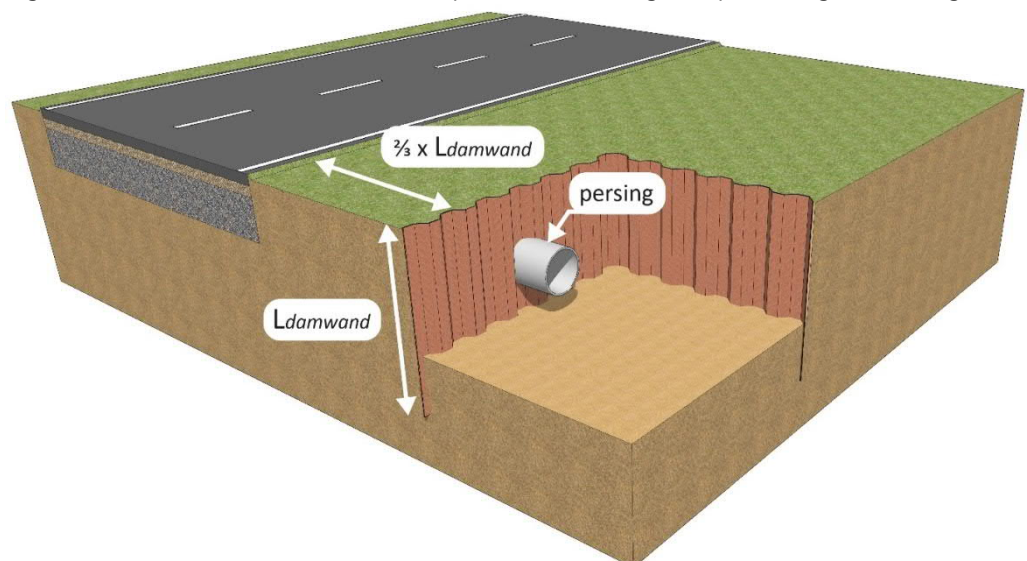
## Pers- en ontvangstuipen

De pers- en ontvangstuipen dienen op voldoende afstand van het rijkswaterstaatswerk te liggen. Twee aspecten dienen beschouwd te worden:

1. De ontgraving dient buiten de druklijnen van de weg te vallen. De afstand tussen de pers- of ontvangstuip en de rand verharding bedraagt minimaal 1,5 keer het hoogteverschil (H) tussen de bovenkant verharding en de maximale ontgravingsdiepte in de kuip, gemeten op 1,0 meter vanaf de rand van de verharding (zie figuur 4.2).
2. Indien damwanden worden toegepast dienen zettingen ter plaatse van de wegverharding ten gevolge van het inbrengen en trekken van deze damwanden te worden voorkomen. De afstand tussen rand pers- of ontvangstuip en de rand van de wegverharding dient minimaal gelijk te zijn aan de  $\frac{2}{3}$  van de toegepaste damwandlengte (zie figuur 4.3).



Figuur 4.2: minimale afstand tussen pers- en ontvangstuip tot wegverharding



Figuur 4.3: minimale afstand damwand tot wegverharding

De pers- en ontvangstuipen mogen te allen tijde geen negatieve invloed op het rijkswaterstaatswerk hebben (o.a. stabiliteit en vervorming). Te allen tijde dient gemonitord te worden conform paragraaf 4.3.5.

Onderbouwd kan worden afgeweken van de genoemde afstandseisen. In dit geval kan door de vergunningverlener worden geëist dat een sterkteberekening van de damwand en de constructie van pers- en ontvangstuip wordt ingediend bij de vergunningaanvraag. Tevens dienen de zettingen die de uitvoeringswerkzaamheden tot gevolg hebben, worden beschouwd zoals beschreven in paragraaf 4.3.5.

#### 4.4

##### Beheersmaatregelen Ontwerp

Als blijkt dat de leiding ter plaatse van een kruising van een weg of waterweg sterkte technisch niet voldoet, kan ervoor worden gekozen een mantelbuis toe te passen die de betreffende belastingen kan opvangen. De mantelbuis en de door te voeren leiding dienen te voldoen aan de sterkte technische eisen die worden gesteld in de NEN 3650:2012 en NEN 3651:2012.

De lengte van de mantelbuis dient minimaal gelijk te zijn aan de afstand tussen de pers- en ontvangstuip zoals vereist in paragraaf 4.3.10.

#### 4.5

##### Direct Gestuurd Boren met gesloten front boorkop (DGB-G)

Deze paragraaf behandelt Direct Gestuurde Boortechnieken waarbij gebruik wordt gemaakt van een gesloten front boorkop (DGB-G, bijvoorbeeld Direct Pipe).



#### 4.5.1

##### Beschrijving techniek

DGB-G is een combinatie van horizontaal gestuurd boren en gesloten front techniek. Bij deze methode wordt een tunnelboormachine, vergelijkbaar met een gesloten front boormachine, voorop de leiding aangebracht. De boormachine en leidingdelen worden vervolgens stapsgewijs voortgeduwd met behulp van een persinstallatie. De perskracht zal middels een klem worden overgebracht van de persinstallatie naar de leiding.

Aan de intredezijde wordt de leiding uitgelegd en bevindt zich een perskuip. Het is mogelijk om de leiding in segmenten uit te leggen. De leiding zal onder een hoek de grond worden ingeperst. Vervolgens zal de leiding worden bijgestuurd zodat er op de gewenste diepte horizontaal wordt geboord en om de leiding weer onder een hoek omhoog te laten komen naar het uittredepunt. Aan de uittredezijde is een beperkte ontvangstput voldoende.



Geboord kan worden met een gronddruckschild of een vloeistofschild. Het mengsel vloeistof/grond dient vanuit de boorkop teruggepompt te worden naar een installatie ter plaatse van de intredezijde.

Omdat de leiding in delen kan worden uitgelegd en er geen of beperkt materieel aan de ontvangtzijde benodigd is, kan DGB-G worden toegepast wanneer de ruimte beperkt is aan de ontvangtzijde. Vanwege het gebruik van een gesloten front boorkop is deze methode geschikt om door (diep gelegen) moeilijk doorboorbare grondlagen zoals grind te boren. Er is minder risico op een instabiel boorgat dan bij een HDD-boring, omdat de grond maar éénmaal doorboord wordt en het boorgat meer ondersteuning heeft.

#### 4.5.2

Ontwerpeisen Direct Gestuurd Boren met gesloten front boorkop

Voor DGB-G zijn de ontwerpeisen van de GFT-boring van kracht vanwege de overeenkomstigheid in techniek. Een uitzondering wordt gemaakt voor de eis met betrekking tot oversnijdingsruimte, hiervoor dient de volgende eis te worden aangehouden:

- de oversnijdingsruimte dient zo klein mogelijk te zijn, met een maximale toegestane waarde van 60 mm op de straal van de boring.

Aanvullend is de volgende ontwerpeis vanuit Horizontaal Gestuurde Boring (hoofdstuk 0) van kracht:

- In- en uittredepunt: Het in- en uittredepunt dient zodanig te worden gekozen dat de stabiliteit van de aardebaan blijft gewaarborgd. Indien het in- of uittredepunt binnen de stabiliteitszone van de aardebaan ligt, dient door berekeningen te worden aangetoond dat de stabiliteit gewaarborgd blijft. De stabiliteitszone dient te worden bepaald conform de NEN 3651 artikel 6.2.2. Een uitzondering kan gemaakt worden voor drukloze leidingen  $\leq 160$ mm. De in- en uittredepunten (incl. eventuele ontgraving) dienen te liggen buiten de lijn welke op 1,0 meter van de rand verharding en onder een helling van 1:1,5 (vert:hor) naar beneden gaat;
- Afwijkingen: In de lengte- en breedterichting en de diepteligging van de hartlijn van de leiding mag geen afwijking groter dan de in Tabel 2.1 genoemde waarden optreden. Met de maximaal toegestane afwijking conform Tabel 2.1 dient in het ontwerp rekening gehouden te worden.

Naast de voornoemde ontwerpeisen zijn nog een 5-tal specifieke aspecten die bij DGB-G techniek beschouwd dienen te worden:

- Drukkracht: Om de juiste boormachine te selecteren dient de drukkracht te worden bepaald. In de bepaling van de drukkracht dienen ten minste de volgende aspecten te worden meegenomen:
  - de kracht als gevolg van de frontdruk;
  - de kracht als gevolg van het indringen van de snijkop;
  - de wrijving tussen de leiding en de boorgangwand;
  - de wrijving tussen de leiding en de boorvloeistof;
  - de wrijving tussen de pijpstreng en de rollers;
- Knikkracht: De persinstallatie kan bij DGB-G op een significante afstand van het kopscherm staan. De knikkracht dient te bepaald te worden uit de drukkracht. De knikkracht voor het leidingdeel tussen de persinstallatie en kopscherm kan maatgevend zijn om te bepalen of de boring uitvoerbaar is. Beoordeeld dient te worden of er geen risico is op uitknikken van de leiding ten gevolge van de perskracht;

- Kromtestralen: Er dient te worden aangetoond dat de te kruisen bodemlagen voldoende reactiekracht kunnen leveren om de in het ontwerp voorziene kromtestralen te realiseren;
- Pompdrukken: Bij boringen uitgevoerd middels DGB-G zal in een boog worden geboord. Dit betekent dat het diepste punt van de boring dieper ligt dan het in- en uittredpunt. De ontwerper dient te controleren of de pomp in de boorkop in staat is om de gewenste opvoerhoogte te halen. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de wrijvingsweerstand en mogelijk drukverschil tussen de boorkamer en de druk in het mud-bassin;
- Testen en beproeven: Indien de leiding in segmenten wordt uitgelegd, kan de leiding niet als geheel vooraf worden getest. De leiding dient na realisatie van de boring als geheel te worden getest.

## 4.6 Uitvoering

### 4.6.1 Voortgang en controle

De buis wordt door hydraulische vijzels in de grond geperst. Oppersen (opdrukken) van de buis of de grond voor de buis kan ontstaan doordat zich obstakels in de ondergrond bevinden of door een verkeerde afstemming van de voortgangssnelheid op de grondverwijdering. In die situaties is sprake van een verhoogde weerstand en treden hogere perskrachten op. Door oppersen is de kans op schades aan de omgeving reëel. Het extreem oplopen van de perskracht geeft een goede indicatie van de kans op oppersen. Om oppersingsgevaar te verminderen, wordt geadviseerd de volgende eisen aan de toe te passen perskracht (persdruk) te stellen:

1. Tijdens de persing moet de perskracht (voortgangs- en startperskracht) regelmatig worden afgelezen en genoteerd in een logboek. Ten behoeve van de controle dienen de gemeten perskracht en de maximaal benodigde perskracht (prognose) in één grafiek te worden uitgezet. De perskracht dient op nauwkeurige wijze te worden gemeten. De meetmethode dient in het boorplan te worden toegelicht.
2. De boring moet worden onderbroken als de gemeten perskracht de maximaal benodigde prognosekracht met meer dan 10% overschrijdt. De boring moet dan worden onderbroken. In deze situatie dient met de vergunningverlener contact te worden opgenomen. Bij het (her)starten van de boring is een krachtoverschrijding van 50% boven de prognosekracht toelaatbaar, mits de kracht daarna vrij snel terugloopt tot beneden het toegestane maximum. Krachtoverschrijding zal met name het geval zijn bij het starten en na het aanbrengen van een nieuw buiselement van de boring.
3. De door de leverancier aangegeven maximaal toelaatbare perskrachten op de leiding mogen niet worden overschreden.
4. De grondafvoer moet altijd in verhouding zijn met de aanvoer van de boorspoeling en de voortgang van de boring.

De positie van de boorkop dient per geperste buis te worden gecontroleerd en genoteerd in een logboek. Bij afwijkingen van het tracé dient de boorkop te worden bijgestuurd. De positie dient door middel van een lasersysteem, of een ander gelijkwaardig systeem, te worden gecontroleerd en vastgelegd. Ten behoeve van de controle dient de gemeten positie (horizontaal en verticaal) te worden geregistreerd. De gemeten positie dient tegen de geplande boorlijn te worden uitgezet in een grafiek en/of tekening. Bij uitvoeringsafwijkingen groter dan de toegestaan dient contact met de vergunningverlener te worden opgenomen.

Voor aanvang, tijdens en na afloop van de werkzaamheden dient het wegdek gemonitord te worden zoals omschreven in Bijlage A 'Eisen monitoring werkzaamheden boring onder wegen' en Bijlage B 'Eisen monitoring werkzaamheden naast/langs wegen'.

Bij de gesloten front techniek is het van groot belang dat het boorfront stabiel blijft. Daarom wordt geadviseerd onderstaande eisen met betrekking tot het boorfront toe te passen:

1. De druk van de boorspoeling of het boorfront moet binnen vooraf bepaalde grenzen blijven. Ter vaststelling van de boven- en ondergrens van de druk dient een prognose te worden gemaakt. De prognose dient voor aanvang van de werkzaamheden aan de vergunningverlener te worden overlegd. Met behulp van de prognose dienen in overleg met de vergunningverlener de grenzen te worden vastgelegd. Bij toepassing van een vloeistofschild dient de boorspoeldruk te worden bepaald aan de hand van de gemeten waterdrukken in relatie met de grondsoort. Bij toepassing van een gronddrukschild dient de druk van het boorfront te worden bepaald middels een prognose van de gronddrukken.
2. Om te voorkomen dat de druk voor het boorfront te hoog oploopt, of wegvalt, moeten voorzieningen worden getroffen. De voorzieningen voor een vloeistofschild kunnen zijn: een terugslagklep in de aanvoerleiding nabij het boorfront (breuk in aanvoerleiding); een overstort of balansleiding (stagnerende afvoer); een bezinkbassin als hooggelegen reservoir (afslaan pompen). Deze eis vervalt indien een gronddrukschild wordt toegepast.
3. Tijdens de persing moet de druk van de boorspoeling of gronddruk continu worden afgelezen en genoteerd in een logboek. Ten behoeve van de controle dienen de gemeten druk en de prognosedruk in één grafiek te worden uitgezet.
4. Als de gemeten druk voor het boorfront afwijkt van de prognose van de boven- en ondergrens van de druk, dan dient contact te worden opgenomen met de vergunningverlener.
5. Ten tijde van de boring dient continu bewaking en registratie van het toerental en aandrijfmoment van het snijrad plaats te vinden.
6. De aanvoer van boorspoeling moet regelbaar zijn in druk en debiet. Tevens dient een continu registratie plaats te vinden. Deze eis geldt voor vloeistofschilden en gronddrukschilden met een natte afvoer.

7. Na beëindiging van de boring dienen de in de voornoemde punten gegevens te worden verstrekt aan de vergunningverlener in het als-uitgevoerd dossier.

#### 4.6.2 Afwijkingen

De volgende eisen worden ten aanzien van de uitvoeringsafwijkingen gesteld:

1. Voor aanvang van de werkzaamheden dienen, in overleg met de belanghebbenden, de uitvoeringsafwijkingen te worden vastgesteld. Afwijkingen anders dan onder de punten 2 en 3 genoemd zijn slechts toegestaan na zorgvuldige analyse van de mogelijkheden. De uitvoeringsafwijking is mede afhankelijk van de functie van de te persen leiding en de gronddekkingseisen.
2. De afwijking ten opzichte van het boorplan naar boven mag niet > 1% zijn van de geboorde lengte met een maximum van 0,3 meter (onafhankelijk van de lengte van de boring). De minimale gronddekkingseis moet altijd gewaarborgd blijven. Dit om te voorkomen dat de boring in de fundering van het rijkswaterstaatswerk terecht komt.
3. De afwijking naar beneden, naar links of naar rechts, mag niet > 2% zijn van de geboorde lengte, onafhankelijk van de diameter van de leiding. Afwijkingen mogen niet leiden tot een te hoge drukspanning op de buis of een te grote hoekverdraaiing (waardoor er lekkages kunnen ontstaan).

#### 4.6.3 Maatregelen bij calamiteiten

In de hier onder beschreven calamiteiten dienen de aangegeven maatregelen genomen te worden:

1. Bij geconstateerde grotere uitvoeringsafwijkingen dan de in paragraaf 4.6.2 genoemde punten dient de persing te worden onderbroken en dient contact met de vergunningverlener te worden opgenomen. Als de persing het rijkswaterstaatswerk niet in gevaar brengt, kan worden overwogen deze alsnog te voltooien. In alle andere gevallen dient de persing te worden stopgezet en dienen, in overleg met de belanghebbenden, speciale maatregelen te worden genomen om de persing te vervolgen of te beëindigen.
2. Indien de persing wordt afgekeurd dient de aangelegde leiding te worden afgesloten met een door de vergunningverlener goedgekeurd inert vulmiddel, zoals Dämmer. Ingesloten luchtbellen kunnen een volledige vulling van de leiding sterk belemmeren. Afhankelijk van de ligging van de leiding kan het noodzakelijk zijn extra ontluchtingsbuizen aan te brengen.

#### 4.7 Geotechnische uitvoeringsaspecten

In hoofdstuk 7 zijn voor diverse geotechnische uitvoeringsaspecten beschrijvingen opgenomen die van invloed kunnen zijn tijdens de aanleg van een kabel of leiding kruisend of parallel aan het rijkswaterstaatswerk.

## 4.8 Checklist Gesloten Front Techniek

### 4.8.1 Algemeen

De aan te leveren gegevens in het kader van een aanvraag van een vergunning zijn gegeven in de paragrafen 4.8.2 t/m 4.8.4 Voor de specificaties wordt verwezen naar de desbetreffende paragrafen. De hoogtematen op de tekeningen en het grondonderzoek dienen ten opzichte van NAP te worden aangegeven. De schalen van de tekeningen dienen te worden aangehouden conform paragraaf 4.8.2.

Tijdens en na afloop van de werkzaamheden dienen diverse parameters te worden geregistreerd en gecontroleerd. Deze gegevens dienen na realisatie van de boring verwerkt te worden in een als-uitgevoerd dossier. Dit dossier dient binnen een maand na realisatie van een boring te worden verstrekt de vergunningverlener. De gegevens die het als-uitgevoerd dossier dient te bevatten staan vermeld in paragraaf 4.8.5.

### 4.8.2 Overzichtstekening

- duidelijke situatietekening, schaal 1 : 500 of 1 : 1000;
- dwarsprofiel, lengte- en hoogteschaal 1 : 100 of 1 : 200.

Op de tekeningen dient het volgende weergegeven te worden:

- beheersgebied en overige zoneringen (zoals de veiligheidszone);
- bestaande rijkswaterstaatswerken inclusief kilometrering of andere duidelijke aanduiding;
- toekomstige rijkswaterstaatswerken inclusief kilometrering of andere duidelijke aanduiding;
- afstand tot andere leidingen of constructies incl. fundering (indien ligging binnen 10 meter);
- maaiveldniveau, diepteligging en gronddekking;
- diameter, wanddikte en materiaalkwaliteit van de leiding alsmede boorgatdiameter;
- nulmeting voorafgaand aan het uitvoeren van de werkzaamheden (zie bijlage A en B voor de voorschriften aan monitoring);
- lengte van de leiding;
- pers- en ontvangst kuipen (incl. damwanden) en overige ontgravingen ten behoeve van de werkzaamheden;
- tekeningnummer, datum, revisienummer;
- horizontale en verticale drainages.

### 4.8.3 Grondonderzoek

- situatietekening met onderzoekslocaties;
- sonderingen met plaatselijke kleef aan weerszijden van de weg;
- gegevens grondwaterstanden (open waterpeil, freatisch en stijghoogte);
- onderzoek volgens NEN 3651 (bij leidingdiameter > 600 mm);
- laboratoriumonderzoek.

4.8.4 Analyseresultaten

- vaststelling grootte van de veiligheidszone;
- beschrijving invloed op het rijkswaterstaatswerk;
- bemaling, stabiliteit- en zettingsberekeningen;
- beheersmaatregelen ontwerp en uitvoering;
- sterkteberekening van de buis;
- resultaten kwalitatieve/kwantitatieve risicoanalyse;
- prognose van het verloop van de perskracht voor het overwinnen van de wrijvingsweerstand;
- aangeven van de uitvoeringsafwijkingen;
- toe te passen plaatsbepalingssysteem;
- oversnijdingsruimte;
- analyse en prognose van de benodigde boorfrontdruk.

4.8.5 Als-uitgevoerd dossier

- revisietekening volgens tekenvoorschriften uit paragraaf 4.8.2;
- logboek met registratie peilbuismetingen;
- alle positiebepalingen en -metingen;
- afwijkingen tussen geplande en gerealiseerde boring;
- resultaten van de sterktebeproeving;
- resultaten van monitoring;
- meetgegevens van monitoring conform voorschriften bijlage A of B (indien van toepassing);
- grafiek of logboek met gemeten perskracht en prognose perskracht;
- eigenschappen van de gebruikte boorvloeistof (viscositeit en soortelijk gewicht);
- overige relevant geachte (meet)gegevens.

# 5 A00

Aanleg in open ontgraving



## 5 Aanleg in open ontgraving

Dit hoofdstuk gaat in op de aanleg van een kabel of leiding in open ontgraving parallel aan of kruisend met een rijkswaterstaatswerk. In dit hoofdstuk is alleen aandacht besteed aan de invloed van de aanleg in open ontgraving op wegen (zowel aardebanen als objecten). Voor de beoordeling van de invloed van de aanleg van een kruisende of parallelle aan te leggen kabel of leiding in open ontgraving op zowel een waterkering als een waterweg wordt verwezen naar NEN 3651.

De NEN 3651 gaat in op kabels en leidingen binnen de veiligheidszone van een rijkswaterstaatswerk. Ook bij ligging buiten de veiligheidszone kan de aanleg van een kabel of leiding invloed hebben op het rijkswaterstaatswerk. In dat geval is dit hoofdstuk ook van toepassing voor een waterkering of waterweg.

### 5.1 Beschrijving techniek

#### 5.1.1 Algemeen

Een kabel of leiding aangelegd in open ontgraving betreft een kabel of leiding die direct in een droge, gegraven sleuf wordt gelegd, waarna de sleuf weer met grond wordt aangevuld en verdicht. Het kenmerk van een open ontgraving is dat de grond wordt verwijderd tot onder de onderkant van de aan te leggen kabel of leiding. Wanneer een leiding op een zandbed wordt aangelegd, leidt dit tot een grotere sleufdiepte dan de onderkant van de leiding.

#### 5.1.2 Talud

Tijdens de ontgraving kan sprake zijn van een tijdelijk natuurlijk talud of er wordt gebruik gemaakt van een grondkerende constructie. Een ontgraving onder een natuurlijk talud vergt een groter ruimtebeslag en meer grondverzet dan een ontgraving waarbij gebruik gemaakt wordt van een grondkerende constructie, zoals een wand of sleufbekisting. Bij grote dieptes of als er sprake is van risico's op een onstabiel talud en/of schade aan nabij gelegen objecten wordt gebruik gemaakt van stalen damwanden.

#### 5.1.3 Bemaling

In het geval van een ontgraving is vaak een bemaling noodzakelijk. Dit kan een freatische bemaling of een spanningsbemaling zijn. Voor zowel het onttrekken als het lozen van grondwater moet melding worden gedaan of een vergunning worden verkregen. Deze dient aangevraagd te worden bij de bevoegde instantie binnen wiens gebied de werkzaamheden plaats vinden. De procedure is afhankelijk van de hoeveelheid grondwater (NEN 3650-1 artikel 9.9). De invloed van de bemaling op het rijkswaterstaatswerk dient risico gestuurd benaderd te worden, zie paragraaf 5.3.6 en 5.4.6.

Eén van de toegepaste bemalingstechnieken is de filterbemaling. Hierbij worden verticale filters in de ondergrond aangebracht. Op het maaiveld worden deze filters verbonden met verzamelleidingen. Deze verzamelleidingen zijn via aanzuigleidingen aangesloten op een vacuümpomp. De maximale diepte waarmee de grondwaterstand kan worden verlaagd, bedraagt bij deze techniek in de praktijk 4 tot 5 meter.



Bij bemalingen op dieptes van meer dan 5 meter kan gebruik gemaakt worden van zogenaamde deep-wells. Dit zijn elektrische centrifugaal pompen welke onderin een boorgat worden geplaatst. Om opbarsten van de sleufbodem te voorkomen, kan het noodzakelijk zijn de stijghoogte onder de afsluitende lagen te verlagen met een spanningsbemaling.

Een andere bemalingstechniek betreft horizontale bemaling. Bij dit type bemaling wordt een lange zuigbuis (drain) horizontaal op de gewenste diepte in de sleuf ingegraven. De drains zijn over het algemeen met een kunststof mantel omhuld om te voorkomen dat er zand in de buis komt. De uiteinde van de drains worden aangesloten op een zuigerpomp of vacuümpomp die het water onttrekt en afvoert. De maximale diepte waarmee de grondwaterstand kan worden verlaagd, bedraagt bij deze techniek in de praktijk 4 tot 5 meter.

## 5.2

### Grondonderzoek

Door middel van het grondonderzoek wordt inzicht verkregen in de grondopbouw ter plaatse van en over de lengte van het tracé. Hieruit worden grondmechanische parameters verkregen voor bijvoorbeeld het opstellen van een bemalingsprognose, het inschatten van de taludstabiliteit en/of het inschatten van de invloed van de ontgraving op nabijgelegen objecten.

Afhankelijk van de (geohydrologische) situatie kan het noodzakelijk zijn het grondonderzoek uit te voeren buiten het tracé van de kabel of leiding en de voorziene ontgravings-sleuf. Ook kan het nodig zijn om maatregelen te nemen om eventuele kwel te beheersen door de boor- en/of sondeergaten op te vullen met een zwelklei, conform NEN 3651 bijlage C.3. Bij zowel een parallellegging als een kruising met een rijkswaterstaatswerk dient de diepte van de uit te voeren sonderingen en/of grondboringen zodanig te zijn dat ook het risico op opbarsten van de sleufbodem beoordeeld kan worden.

De uitkomende grond van de mechanische en/of handboringen dient te worden geclassificeerd volgens NEN-EN-ISO 14688-1 en NEN-EN-ISO 14688-2 en te worden beschreven in een boorstaat. De klasse van de sondering dient op de sondeerstaat te worden aangegeven. De sonderingen dienen minimaal te worden uitgevoerd conform klasse 2 van NEN-EN-ISO 22476-1. Het grondonderzoek dient ten opzichte van NAP te worden aangegeven. Onderzoeklocaties van grondboringen of sonderingen dienen op de tekening bij de vergunningsaanvraag te worden opgenomen. In de paragrafen 5.2.1 t/m 5.2.4 is een omschrijving gegeven van de standaard bepalingen voor het uitvoeren van grondonderzoek voor aanleg in open ontgraving.

### 5.2.1

Uit te voeren grondonderzoek parallellegging rijkswaterstaatswerk  
Minimaal dient het grondonderzoek te bestaan uit één grondboring en/of één sondering met plaatselijke kleef, waarbij de afstand tussen de grondonderzoekspunten over het gedeelte dat parallel loopt aan het rijkswaterstaatswerk niet > 100 meter mag zijn.

Het grondonderzoek dient te voldoen aan de eisen die gesteld worden aan geotechnisch onderzoek in de geotechnische categorie 2 voor Grondwerken en grondkerende constructies conform NEN 9997-1.

In het geval van een open ontgraving zonder toepassing van een paalfundering, die voldoet aan beide onderstaande voorwaarden, kan volstaan worden met het grondonderzoek dat gesteld wordt aan geotechnisch onderzoek in de geotechnische categorie 1 conform NEN 9997-1:

- aanlegniveau is niet dieper dan 0,5 meter beneden de van nature heersende grondwaterstand;
- totale ontgravingsdiepte is niet dieper dan 1,5 meter.

Bij op palen gefundeerde leidingen dient het grondonderzoek te voldoen aan de eisen die gesteld worden aan geotechnisch onderzoek in de geotechnische categorie 2 voor Funderingen op palen conform NEN 9997-1.

#### 5.2.2 Uit te voeren grondonderzoek kruising rijkswaterstaatswerk Het volgende grondonderzoek dient te worden uitgevoerd:

1. Aan weerszijden van het rijkswaterstaatswerk dient een sondering met plaatselijke kleef of grondboring te worden uitgevoerd tot minimaal 5 meter beneden het diepste punt van de leiding. De sonderingen of grondboringen dienen uitgevoerd te worden binnen 10 meter van de verharding. Indien dit vanwege praktische redenen niet haalbaar is dienen de sonderingen of grondboringen zo dicht mogelijk bij de verharding te worden uitgevoerd.
2. Als de resultaten van het grondonderzoek aan weerszijden van een weg sterk verschillen, dient in de middenberm een aanvullend grondonderzoek te worden uitgevoerd. Bij voorkeur een sondering.
3. Bij één op de twee sonderingen moet een hand- of mechanische boring worden uitgevoerd ten behoeve van het bepalen van de samenstelling van de grondlagen tot een diepte van minimaal 1 meter beneden de onderkant van de kabel of leiding.
4. Indien de kabel of leiding tot aan de middenberm van een weg wordt aangelegd, dient aan de wegzijde en in de middenberm een sondering en grondboring te worden uitgevoerd. Uitgezonderd is de aanleg tot aan de middenberm van een drukloze leiding met een diameter  $\leq 160$  mm. In dit geval kan worden volstaan met een enkele sondering en grondboring aan de wegzijde.
5. Indien er aanwijzingen zijn van inhomogeniteit in de grondslag over het tracé waardoor grotere uitvoeringsrisico's ontstaan, kan een geologische beschouwing van de grondopbouw in de omgeving van de kruising worden vereist.

Bij op palen gefundeerde leidingen dient het grondonderzoek te voldoen aan de eisen die gesteld worden aan geotechnisch onderzoek in de geotechnische categorie 2 voor Funderingen op palen conform NEN 9997-1.

5.2.3 Gebruik van bestaand grondonderzoek  
Bestaand grondonderzoek kan worden gebruikt mits:

1. Het beschikbare grondonderzoek dient uitgevoerd te zijn conform de eisen in paragraaf 5.2.1 en/of 5.2.2.
2. De grondboring of sondering is representatief voor de huidige situatie. Er hebben na het onderzoek geen grondroering, voorbelasting of andere werkzaamheden plaats gevonden die de grondslag kunnen beïnvloeden. De grondboringen of sonderingen zijn niet ouder dan 5 jaar ten opzichte van de datum van vergunningaanvraag, tenzij het aanlegniveau ter plaatse van de verharding van de boring dieper dan 5 meter onder maaiveld ligt.
3. Een duidelijke bronvermelding dient aan het beschikbare grondonderzoek te worden toegevoegd. In ieder geval moeten herkomst, coördinaten en uitvoeringsdatum worden vermeld.

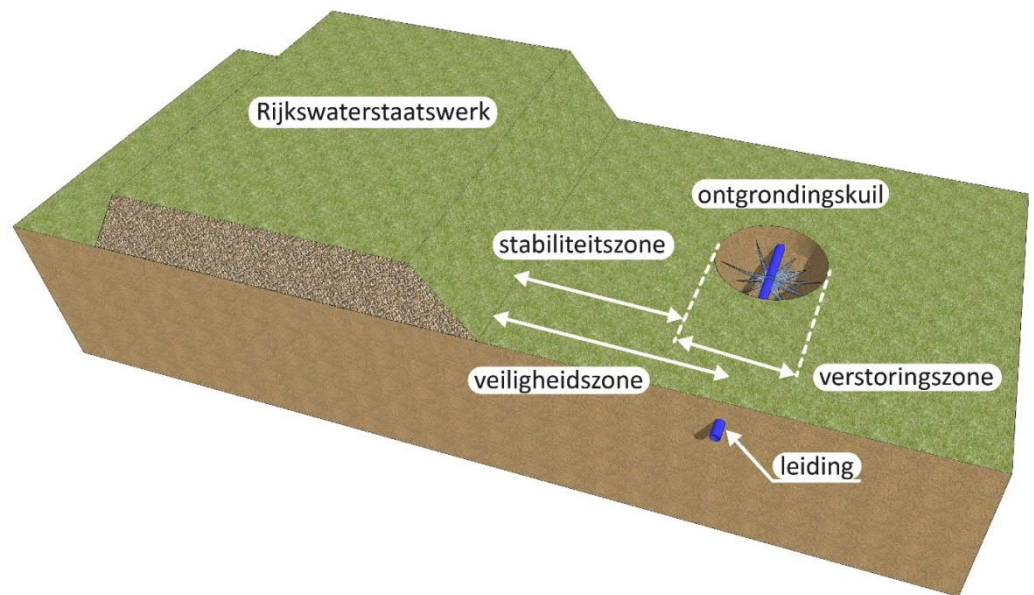
Indien gebruik wordt gemaakt van bestaand onderzoek, dient het grondonderzoek in de beschouwing van het ontwerp te worden toegelicht en de representativiteit van het onderzoek aannemelijk te worden gemaakt.

5.2.4 Grondwaterstand

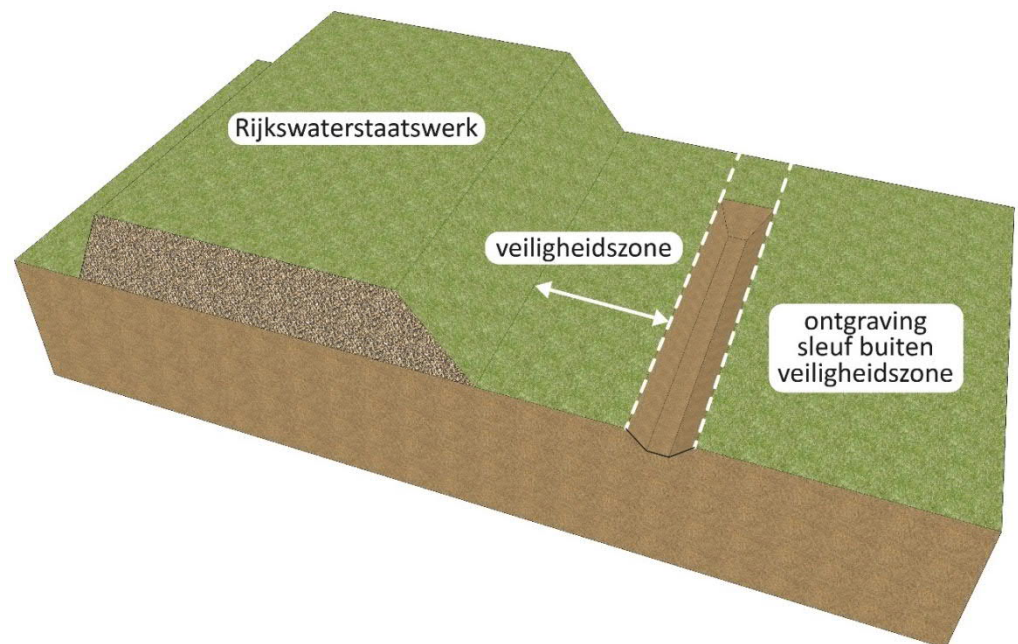
De te verwachte grondwaterstand (open waterpeil, freatische grondwaterstand en [indien van toepassing] de stijghoogte) op het moment van uitvoering dienen bekend te zijn en op de tekening bij de vergunningaanvraag te worden vermeld. Afhankelijk van het seizoen kan de grondwaterstand fluctueren. Daarnaast kan de grondwaterstand onder de verharding afwijken van de naastgelegen (polder)peilen.

Geadviseerd wordt nabij de projectlocatie één of meerdere peilbuizen te plaatsen zodat tijdens de uitvoering de actuele grondwaterstand (freatische grondwaterstand en stijghoogte) bekend is. De grondwaterstanden dienen ten opzichte van NAP te worden aangegeven.

5.3 Ontwerpeisen Open Ontgraving parallelligging rijkswaterstaatswerk  
Een kabel of leiding evenwijdig aan een rijkswaterstaatswerk wordt bij voorkeur buiten de veiligheidszone naast het rijkswaterstaatswerk gelegd (zie figuur 5.1 en figuur 5.2). De leiding valt dan buiten het werkgebied van NEN 3651. In het geval de leiding zich binnen de veiligheidszone bevindt, zijn specifieke eisen aan de aanleg en ligging ten opzichte van objecten van toepassing vanuit de NEN 3651.



Figuur 5.1: grootte veiligheidszone



Figuur 5.2: ontgraving buiten veiligheidszone

### 5.3.1 Algemeen

Voor het ontwerp van een leiding parallel aan een rijkswaterstaatswerk dient bepaald te worden of deze zich binnen of buiten de veiligheidszone bevindt. Buiten de veiligheidszone is NEN 3651 niet van toepassing. Indien deze zich binnen de veiligheidszone bevindt, is NEN 3651 artikel 6.2 van toepassing. De breedte van de veiligheidszone is gelijk aan de straal van de verstoringszone vermeerderd met de breedte van de stabiliteitszone. Voor de bepaling van de grootte van deze zones wordt verwezen naar NEN 3651 artikelen 6.2.2 en 6.2.3. De breedte van de stabiliteitszone dient op basis van stabiliteitsberekeningen te worden vastgesteld, gebruik makende van bijlage C 'Eisen aan berekeningen en rapportages vanuit Eisen-set RWS'. Artikel 6.2.3 en Bijlage A van NEN 3651 beschrijven de bepaling van de verstoringszone. De verstoringszone is afhankelijk van de grootte van de erosiezone bij een mediumvoerende leiding.

De aanleg van een leiding binnen het theoretisch profiel van een rijkswaterstaatswerk (zie NEN 3651 artikel 3.1.7) is niet toelaatbaar.

### 5.3.2 Ligging

Kabels en leidingen die niet direct bedoeld zijn voor het functioneren van het rijkswaterstaatswerk, dienen zo ver mogelijk uit het rijkswaterstaatswerk te worden gelegd. Kabels dienen in geen geval binnen een afstand van 5,0 meter en leidingen in geen geval binnen een afstand van 8,0 meter, gemeten vanaf de rand van de verhardingsconstructie, van het rijkswaterstaatswerk te liggen.

Daarnaast zijn de volgende voorwaarden van toepassing:

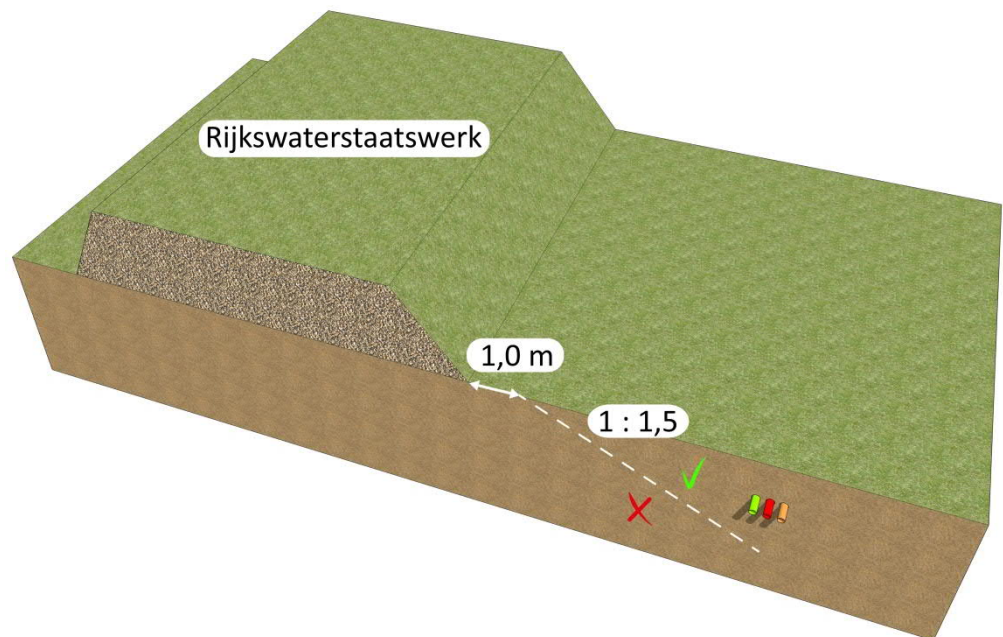
1. Kabels en leidingen mogen in geen geval worden gelegd binnen de lijn welke op 1,0 meter uit de teen van het talud of uit de rand verharding en onder een helling van 1:1,5 (vert:hor) naar beneden gaat (zie figuur 5.3).
2. Leidingen mogen in geen geval zonder aanvullende maatregelen binnen een afstand van 6,0 meter uit de teen van het talud worden gelegd.

Beide aspecten dienen beschouwd te worden. De grootste afstand is daarbij maatgevend voor het ontwerp.

Indien de kabel of leiding binnen de veiligheidszone van een rijkswaterstaatswerk ligt, dienen beheersmaatregelen te worden genomen om de veiligheid van het rijkswaterstaatswerk te garanderen. Mogelijke ontwerp beheersmaatregelen zijn beschreven in paragraaf 5.5.

### 5.3.3 Gronddekking en aanlegniveau

Zolang de kabel of leiding wordt aangelegd buiten een spreidingszone met een hoek van 45° vanuit de zijkant van de wegconstructie zijn er geen specifieke eisen aan het aanlegniveau. Wel geldt voor leidingen behorende tot Groep I-buisleidingsystemen, conform NEN 3650 artikel 6.2, een minimale gronddekking van 1,0 meter. Voor Groep II-buisleidingsystemen is een minimale gronddekking van 0,8 meter van toepassing. Indien de leiding binnen deze spreidingszone wordt aangelegd dient de gronddekking op elk punt van het tracé minimaal 1,0 meter te bedragen.



Figuur 5.3: ligging kabels en leidingen t.o.v. teen van het talud

#### 5.3.4

##### Afstandeisen tot objecten

Voor de afstand tussen de nieuw aan te leggen kabel of leiding en objecten als bedieningsgebouwen, kunstwerken, wegverhardingen en parallel gelegen leidingen dient NEN 3651 artikel 6.4 te worden aangehouden. Voor afstanden < 50 meter tot kunstwerken (NEN 3651 artikel 6.4.2) dient nagegaan te worden of de erosiekrater aanleiding kan geven tot bezwijken van de funderingsconstructie. Bij het beoordelen van de grootte van de erosiekrater in relatie tot de funderingsconstructie van het object dient deze zodanig te zijn dat deze de funderingsconstructie niet negatief beïnvloedt. Minimaal dient rekening te worden gehouden met de bezwijkmechanismes van de fundering, zoals vertikaal en horizontaal evenwicht, toename van de dwarskrachten en momenten, ankerkrachten en/of vervormingen (zie ook paragraaf 5.3.8).

Indien de erosiekrater aanleiding geeft tot invloed op de funderingsconstructie van het object, zijn in het ontwerp beheersmaatregelen noodzakelijk, zoals weergegeven in paragraaf 5.5.

In het ontwerp binnen de veiligheidszone dient rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van horizontale doorsnijdingen, zoals drainage. Indien horizontale drainage aanwezig is dan moet de leiding minimaal 0,5 meter beneden de onderkant van de drainage worden aangebracht.

#### 5.3.5

##### Sterkteberekening

Een sterkteberekening van een leiding dient opgesteld te worden voor alle lage- en hogedrukleidingen en voor drukloze leidingen met een diameter  $\geq 160$  mm. De sterkteberekening dient te voldoen aan de eisen die gesteld worden in de NEN3650/3651 serie.

Er kan worden volstaan met een vereenvoudigde sterkteberekening als voldaan wordt aan de randvoorwaarden in NEN 3651 artikel 8.5.1.

Voor een leiding binnen de veiligheidszone van een rijkswaterstaatswerk dienen de volgende aspecten te worden beschouwd en (indien van toepassing) te worden meegenomen in de sterkteberekening van de leiding:

- de aanwezigheid van bochten en koppelingen binnen de veiligheidszone;
- de invloed van een uitvoeringszakkingsverschil tussen de leidingdelen. Dit hoeft enkel indien het uitvoeringszakkingsverschil optreedt binnen de veiligheidszone van het rijkswaterstaatswerk. De waarden van de uitvoeringszakkingen dienen gehanteerd te worden volgens de NEN 3650 artikel C.4.7;
- de invloed van significante zettingsverschillen op de leiding ten gevolge onder meer bemaling, grondophoging en het verwijderen van grondkerende constructies. Eisen met betrekking tot het uitvoeren van een zettingsanalyse worden nader toegelicht in paragraaf 5.3.6.

#### 5.3.6 Zettingen en monitoring

Zettingen kunnen schade aan het rijkswaterstaatswerk, de kabel of leiding veroorzaken. Er kunnen twee situaties onderscheiden worden:

- het optreden van zettingen van het rijkswaterstaatswerk als gevolg van de uitvoering. Voorbeeld: zettingen door het verwijderen van een grondkerende constructie of het toepassen van een bemaling;
- het optreden van zettingen op leidingniveau ten gevolge van werkzaamheden aan het rijkswaterstaatswerk. Voorbeeld: zettingen door het ophogen van het maaiveld ten behoeve van het verbreden van een autosnelweg.

#### Zettingsanalyse en -berekening

In alle gevallen dient een analyse naar het risico op het optreden van zettingen op zowel de kabel of leiding als op het rijkswaterstaatswerk gemaakt te worden. In de zettingsanalyse dienen de volgende aspecten (kwalitatief) te worden beschouwd:

- zettingen ten gevolge van het inbrengen en verwijderen van grondkerende constructies;
- zettingen ten gevolge van bemaling om de grondwaterstand te verlagen.
- zettingen ten gevolge van grondophoging;
- zettingen en achtergrondzettingen bij gefundeerde leidingdelen c.q. opleggingen;
- andere uitvoeringsaspecten die zettingen tot gevolg kunnen hebben.

Indien uit één van de bovenstaande situaties blijkt dat zettingen > 10 mm kunnen optreden, dient een zettingsberekening te worden uitgevoerd conform de in paragraaf 7.1.2 genoemde eisen. Bij mantelbuizen ten behoeve van kabels  $\leq$  160 mm is het beschouwen van zettingen op de leiding niet vereist.

Een zettingsberekening dient uitgevoerd te worden conform bijlage C 'Eisen aan berekeningen en rapportages vanuit Eisen-set RWS'. De berekening dient gebaseerd te zijn op karakteristieke waarden voor de samendrukbaarheid van de ondergrond.

#### Effect zettingen op de leiding

De zettingen (c.q. het zettingsprofiel langs de leidingas) dienen meegenomen te worden in de sterkteberekeningen conform paragraaf 5.3.5. Bij drukloze leidingen  $\leq$  160 mm is het beschouwen van zettingen op de leiding niet vereist.

#### Monitoring van zettingen op het rijkswaterstaatswerk

Bij de uitvoering is het afhankelijk van het risicoprofiel of er monitoring van zettingen vereist is. Voor monitoring onder of naast/langs wegen en waterwegen is altijd afstemming met de beheerder noodzakelijk. Indien monitoring noodzakelijk is, staat het monitoringsprotocol omschreven in Bijlage B 'Eisen monitoring werkzaamheden naast/langs wegen'.

- 5.3.7 Testen en beproeven van de leiding  
De sterktebeproeving van de leiding in het geval deze in de veiligheidszone ligt van het rijkswaterstaatswerk dient bepaald te worden conform artikel 9.7.1 van de NEN 3651. De dichtheidsbeproeving mag conform artikel 9.7.2 van de NEN 3651 gelijk met de veldleiding worden uitgevoerd. Het uit te voeren lasonderzoek is materiaalafhankelijk en is beschreven in hoofdstuk 11 van de NEN 3651.

- 5.3.8 Uitvoeringsaspecten  
De invloed van de aanleg van een kabel of leiding op de stabiliteit van het rijkswaterstaatswerk hoeft niet te worden beoordeeld als deze buiten de veiligheidszone komt te liggen en de volledige benodigde ontgraving buiten de veiligheidszone ligt. In het geval de kabel of leiding buiten de veiligheidszone komt te liggen en er wel bemaling noodzakelijk is, dient aangetoond te worden dat de bemaling geen invloed heeft op het rijkswaterstaatswerk.

In het geval de leiding binnen de veiligheidszone komt te liggen dient minimaal aangetoond te worden dat:

- de ontgraving en bemaling de stabiliteit van het rijkswaterstaatswerk niet beïnvloeden;
- de invloed van de ontgraving en bemaling op de zetting van het rijkswaterstaatswerk voldoet aan de voorschriften gesteld in Bijlage B 'Eisen monitoring werkzaamheden naast/langs wegen';
- in het geval gebruik gemaakt wordt van tijdelijke waterkerende of grondkerende constructies dient aangetoond te worden dat de stabiliteit en hoogteligging van het rijkswaterstaatswerk niet wordt beïnvloed, ook tijdens het aanbrengen en verwijderen hiervan;
- de verwijderde grond dient in een zodanige staat (verdichting, materiaaleigenschappen) te worden terug geplaatst, dat de functionaliteit en/of stabiliteit van het rijkswaterstaatswerk niet negatief wordt beïnvloed.

In het geval van een open ontgraving in de nabijheid van een object dient nagegaan te worden of de ontgraving en/of bemaling aanleiding kan geven tot deformaties of bezwijken van de fundering van het object. De afstand van de insteek van de ontgraving dient minimaal te voldoen aan:

1. Een afstand van minimaal  $4 \cdot d$  ( $d$ = diameter paal) van de funderingspalen in het geval een kunstwerk is gefundeerd op palen.
2. Een afstand buiten de passieve of actieve zone van een damwandconstructie in het geval deze onderdeel uitmaakt van het object, waarbij de invloed op eventuele ankerschotten meegenomen dient te worden.
3. Een afstand van minimaal de invloedsbreedte ( $a_e$ , zie NEN 9997-1 artikel 6.5.2) in het geval een kunstwerk gefundeerd is op staal.

Indien een bemaling noodzakelijk is, dient aangetoond te worden dat de bemaling geen invloed heeft op de vervormingen van het object.



- 5.4 Ontwerpeisen Open Ontgraving kruising rijkswaterstaatswerk  
Een kruising van een kabel of leiding met een rijkswaterstaatswerk dient bij voorkeur niet met behulp van een open ontgraving te worden uitgevoerd vanwege de te verwachte consequenties (bijvoorbeeld tijdelijke stremming van het rijkswaterstaatswerk, zettingen in de loop van de tijd na afloop van de werkzaamheden). Voorafgaand aan het aanvragen van de vergunning voor de werkzaamheden dient hierover afstemming plaats te vinden met de beheerder. In het kader van het ontwerp dient een risicoanalyse te worden uitgevoerd, waarin is aangegeven welke risico's er bestaan en hoe deze in het ontwerp en bij de uitvoering worden beheerst.

De leiding dient te zijn berekend op externe belastingen en omstandigheden zoals verkeersbelastingen, inklinking, toekomstige ophoging en/of versterkingen en dergelijke conform NEN 3651 artikel 8.3 en 8.4.

- 5.4.1 Algemeen  
Voor het gedeelte van de leiding dat zich binnen de veiligheidszone bevindt, is NEN 3651 van toepassing. Buiten de veiligheidszone is NEN 3651 niet van toepassing. Buiten deze zone worden aan de leiding geen specifieke eisen gesteld ten aanzien van de eventuele invloed op het rijkswaterstaatswerk.
- 5.4.2 Ligging  
Bij een kruising van een leiding met een rijkswaterstaatswerk zijn beheersmaatregelen noodzakelijk om schade te voorkomen in het geval er sprake is van een lekkage. Mogelijke ontwerp beheersmaatregelen zijn beschreven in paragraaf 5.5. De lengte waarover deze maatregelen genomen dienen te worden, is gelijk aan de breedte van het rijkswaterstaatswerk inclusief de breedte van de veiligheidszones aan beide zijden van het rijkswaterstaatswerk.
- 5.4.3 Gronddekking en aanlegniveau  
Het belangrijkste aspect van het aanlegniveau van een leiding is de gronddekking. Deze bepaalt het aanlegniveau. In deze richtlijn wordt onder gronddekking bij een weg verstaan:

Gronddekking is de afstand tussen het diepste punt van de onderzijde van de (on)gebonden (steen)funderingslaag van de verharding en de bovenzijde van het boorgat.

In Figuur 5.4 is een schematische weergave gegeven van de gronddekking bij een kabel of leiding welke in een open ontgraving wordt aangelegd. Indien de dikte van de verhardingslaag (inclusief de [on]gebonden [steen]funderingslaag) niet bekend is en er geen aanwijzingen zijn dat de dikte van de verhardingslaag > 0,5 meter, dan dient aangenomen te worden dat deze 0,5 meter is.

De gronddekking dient op elk punt van het tracé te voldoen aan (zie Figuur 5.4):

gronddekking = tenminste 0,5 m (excl. verhardingslaag)

In specifieke situaties kan het noodzakelijk zijn af te wijken van de genoemde gronddekking.

Op basis van de minimale gronddekking dient ook het aanlegniveau, de uitwendige onderzijde van de aan te leggen leiding, te worden bepaald. Het aanlegniveau dient te worden bepaald op basis van de gronddekking en de uitwendige leidingdiameter. Het aanlegniveau dient te worden uitgedrukt ten opzichte van NAP.

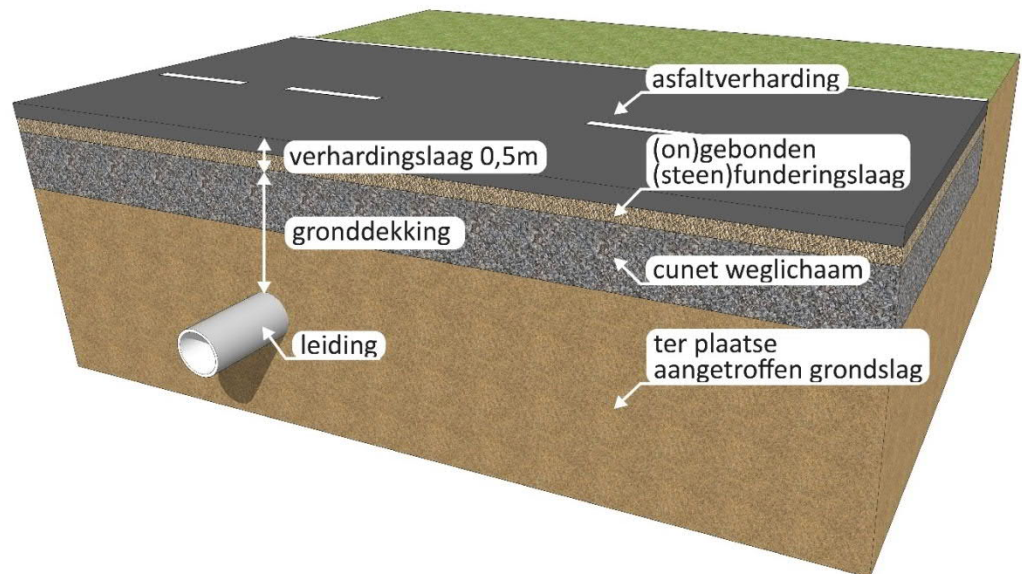
#### 5.4.4

##### Afstandeisen objecten

Voor de afstand tussen de nieuw aan te leggen kabel of leiding en objecten als bedieningsgebouwen, kunstwerken, wegverhardingen en parallel gelegen leidingen dient NEN 3651 artikel 6.4 te worden aangehouden. Voor afstanden < 50 meter tot kunstwerken (NEN 3651 artikel 6.4.2) dient nagegaan te worden of de erosiekrater aanleiding kan geven tot bezwijken van de funderingsconstructie. Bij het beoordelen van de grootte van de erosiekrater in relatie tot de funderingsconstructie van het object dient deze zodanig te zijn dat deze de funderingsconstructie niet negatief beïnvloed. Minimaal dient rekening te worden gehouden met de bezwijkmechanismes van de fundering, zoals vertikaal en horizontaal evenwicht, toename van de dwarskrachten en momenten, ankerkrachten en/of vervormingen (zie ook paragraaf 5.4.8).

Indien de erosiekrater aanleiding geeft tot invloed op de funderingsconstructie van het object, zijn in het ontwerp beheersmaatregelen noodzakelijk, zoals weergegeven in paragraaf 5.5.

In het ontwerp binnen de veiligheidszone dient rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van horizontale doorsnijdingen, zoals horizontale drainage. Indien deze drainage aanwezig is dan moet de leiding minimaal 0,5 meter beneden de onderkant van de drainage worden aangebracht. Hierdoor zal het risico van invloed op de leiding worden beperkt bij eventuele onderhoudswerkzaamheden of vervanging van de drainage.



Figuur 5.4: schematische weergave van de gronddekking bij Open Ontgraving

Voorbeeld: De minimale eis ten aanzien van de gronddekking van 0,5 meter betekent praktisch gezien een gronddekking van minimaal 1,0 meter tussen de bovenkant verharding en de bovenkant leiding (0,5 meter gronddekking + 0,5 meter verhardingslaag).

#### 5.4.5 Sterkteberekening

Een sterkteberekening van een leiding dient opgesteld te worden voor alle lage- en hogedrukleidingen en voor drukloze leidingen met een diameter  $\geq 160$  mm. De sterkteberekening dient te voldoen aan de eisen die gesteld worden in de NEN3650/3651 serie.

Er kan worden volstaan met een vereenvoudigde sterkteberekening als voldaan wordt aan de randvoorwaarden in NEN 3651 artikel 8.5.1.

Voor een leiding kruisend met een rijkswaterstaatswerk dienen de volgende aspecten te worden beschouwd en (indien van toepassing) te worden meegenomen in de sterkteberekening van de leiding:

- de aanwezigheid van bochten en koppelingen binnen de veiligheidszone.
- de invloed van een uitvoeringszakkingsverschil tussen de leidingdelen. Dit hoeft enkel indien het uitvoeringszakkingsverschil optreedt binnen de veiligheidszone van het rijkswaterstaatswerk. De waarden van de uitvoeringszakkingen dienen gehanteerd te worden volgens de NEN 3650 artikel C.4.7.
- de invloed van significante zettingsverschillen op de leiding ten gevolge van onder meer bemaling, grondophoging en het verwijderen van grondkerende constructies. Eisen met betrekking tot het uitvoeren van een zettingsanalyse zijn nader toegelicht in paragraaf 4.3.5.

#### 5.4.6 Zettingen en monitoring

Zettingen kunnen schade aan de leiding of het rijkswaterstaatswerk veroorzaken. Er kunnen twee situaties onderscheiden worden:

- het optreden van zettingen van het rijkswaterstaatswerk als gevolg van de uitvoering. Voorbeeld: zettingen door het verwijderen van een grondkerende constructie of het toepassen van een bemaling;
- het optreden van zettingen op leidingniveau ten gevolge van werkzaamheden aan het rijkswaterstaatswerk. Voorbeeld: zettingen door het ophogen van het maaiveld ten behoeve van het verbreden van een autosnelweg.

#### Zettingsanalyse en -berekening

In alle gevallen dient een analyse naar het risico op het optreden van zettingen op zowel de leiding als op het rijkswaterstaatswerk gemaakt te worden. In de zettingsanalyse dienen de volgende aspecten (kwalitatief) te worden beschouwd:

- zettingen ten gevolge van het inbrengen en verwijderen van grondkerende constructies;
- zettingen ten gevolge van bemaling om de grondwaterstand te verlagen.
- zettingen ten gevolge van grondophoging;
- zettingen en achtergrondzettingen bij gefundeerde leidingdelen c.q. opleggingen;
- andere uitvoeringsaspecten die zettingen tot gevolg kunnen hebben.

Indien uit één van de bovenstaande situaties blijkt dat zettingen  $> 10$  mm kunnen optreden, dient een zettingsberekening te worden uitgevoerd conform de in paragraaf 7.1.2 genoemde eisen. Bij mantelbuizen ten behoeve van kabels  $\leq 160$  mm is het beschouwen van zettingen op de leiding niet vereist.

Een zettingsberekening dient uitgevoerd te worden conform bijlage C 'Eisen aan berekeningen en rappprtages vanuit Eisen-set RWS'. De berekening dient gebaseerd te zijn op karakteristieke waarden voor de samendrukbaarheid van de ondergrond.

#### Effect zettingen op de leiding

De zettingen (c.q. het zettingsprofiel langs de leidingas) dienen meegenomen te worden in de sterkteberekeningen conform paragraaf 5.4.5. Bij drukloze leidingen  $\leq 160$  mm is het beschouwen van zettingen op de leiding niet vereist.

#### Monitoring van zettingen op het rijkswaterstaatswerk

Bij de uitvoering is het afhankelijk van het risicoprofiel of er monitoring van zettingen vereist is. Voor monitoring onder of naast/langs wegen en waterwegen is altijd afstemming met de beheerder noodzakelijk. Indien monitoring noodzakelijk is, staat het monitoringsprotocol omschreven in Bijlage B 'Eisen monitoring werkzaamheden naast/langs wegen'.

#### 5.4.7 Testen en beproeven van de leiding

De sterktebeproeving van de leiding in het geval deze in de veiligheidszone ligt van het rijkswaterstaatswerk dient bepaald te worden conform artikel 9.7.1 van de NEN 3651. De dichtheidsbeproeving mag conform artikel 9.7.2 van de NEN 3651 gelijk met de veldleiding worden uitgevoerd. Het uit te voeren lasonderzoek is materiaalafhankelijk en is beschreven in hoofdstuk 11 van de NEN 3651.

#### 5.4.8 Uitvoeringsaspecten

Bij een kruising van een leiding met een rijkswaterstaatswerk dient aangetoond te worden dat de werkzaamheden geen invloed hebben op het rijkswaterstaatswerk. De invloed van de aanleg van een kabel of leiding op de stabiliteit van het rijkswaterstaatswerk hoeft niet te worden beoordeeld voor het kruisende gedeelte buiten de veiligheidszone. In het geval voor de aanleg van het kruisende gedeelte buiten de veiligheidszone wel bemaling noodzakelijk is, dient aangetoond te worden dat de bemaling geen invloed heeft op het rijkswaterstaatswerk.

Voor het gedeelte binnen de veiligheidszone van de aardebaan dient minimaal aangetoond te worden dat:

- de ontgraving en bemaling de stabiliteit van het rijkswaterstaatswerk niet beïnvloeden;
- de invloed van de ontgraving en bemaling op de zetting van het rijkswaterstaatswerk voldoet aan de voorschriften gesteld in Bijlage B 'Eisen monitoring werkzaamheden naast/langs wegen';
- in het geval gebruik gemaakt wordt van tijdelijke waterkerende of grondkerende constructies dient aangetoond te worden dat de stabiliteit en hoogteligging van het rijkswaterstaatswerk niet wordt beïnvloed, ook tijdens het aanbrengen en verwijderen hiervan;
- de verwijderde grond dient in een zodanige staat (verdichting, materiaal-eigenschappen) te worden terug geplaatst, dat de functionaliteit en/of stabiliteit van het rijkswaterstaatswerk niet negatief wordt beïnvloed.

In het geval van een open ontgraving in de nabijheid van een object dient nagegaan te worden of de ontgraving en/of bemaling aanleiding kan geven tot deformaties of bezwijken van de fundering van het object. De afstand van de insteek van de ontgraving dient minimaal te voldoen aan:

1. Een afstand van minimaal  $4 \cdot d$  ( $d$  = diameter paal) van de funderingspalen in het geval een kunstwerk is gefundeerd op palen.
2. Een afstand buiten de passieve of actieve zone van een damwandconstructie in het geval deze onderdeel uitmaakt van het object, waarbij de invloed op eventuele ankerschotten meegenomen dient te worden.
3. Een afstand van minimaal de invloedsbreedte ( $a_e$ , zie NEN 9997-1 artikel 6.5.2) in het geval een kunstwerk gefundeerd is op staal.

Indien een bemaling noodzakelijk is, dient aangetoond te worden dat de bemaling geen invloed heeft op de vervormingen van het object.

#### 5.5 Beheersmaatregelen Ontwerp

Bij parallelligging aan en kruising van wegen binnen de veiligheidszone en/of binnen het invloedgebied van kunstwerken is één van de volgende maatregelen noodzakelijk:

- verplaatsing van de leiding naar buiten de veiligheidszone;
- toepassing van een mantelbuis (zie NEN 3650-1 artikel 8.1.7 en artikel 9.12.2);
- de leidingstrekking moet 20% sterker zijn voor inwendige druk dan de veldleiding (zie NEN 3651 artikel 6.6);
- toepassing van afsluiters in combinatie met een drukbeveiligingssysteem (zie NEN 3650-1 artikel 7.3);
- toepassing van een spoelscherm.

Bovenstaande beheersmaatregelen zijn niet noodzakelijk indien op basis van een risicoanalyse kan worden aangetoond dat voldaan wordt aan de eisen ten aanzien van de externe veiligheid conform NEN 3650 artikel 6.3.

Het ontwerp van een spoelscherm dient te voldoen aan NEN 9997-1 en CUR 166. Voor het ontwerp dient uit te worden gegaan van betrouwbaarheidsklasse RC2. Voor de levensduur van het spoelscherm dient uitgegaan te worden van de levensduur van de leiding. De afmetingen van het spoelscherm dienen afgestemd te zijn op de afmetingen van de verstoringszone en erosiekrater.

Indien een mantelbuis wordt toegepast bij het kruisen van of bij een parallelligging met een rijkswaterstaatswerk, dient deze een lengte te hebben zodanig dat de mantelbuis de gehele lengte bestrijkt van de breedte van het rijkswaterstaatswerk, gemeten vanaf de onderkant van de buis, incl. de veiligheidszone aan beide zijden van het rijkswaterstaatswerk (zie NEN 3651 artikel 6.2).

#### 5.6 Geotechnische uitvoeringsaspecten

In hoofdstuk 7 zijn voor diverse geotechnische uitvoeringsaspecten beschrijvingen opgenomen die van invloed kunnen zijn tijdens de aanleg van een kabel of leiding kruisend of parallel aan het rijkswaterstaatswerk.

## 5.7 Checklist Open Ontgraving

### 5.7.1 Algemeen

De aan te leveren gegevens in het kader van een aanvraag van een vergunning zijn gegeven in de paragrafen 5.7.2 t/m 5.7.4. Voor de specificaties wordt verwezen naar de desbetreffende paragrafen. De hoogtematen op de tekeningen en het grondonderzoek dienen ten opzichte van NAP te worden aangegeven. De schalen van de tekeningen dienen te worden aangehouden conform paragraaf 5.7.2.

Tijdens en na afloop van de werkzaamheden dienen diverse parameters te worden geregistreerd en gecontroleerd. Deze gegevens dienen na realisatie van de boring verwerkt te worden in een als-uitgevoerd dossier. Dit dossier dient binnen een maand na realisatie van een boring te worden verstrekt de vergunningverlener. De gegevens die het als-uitgevoerd dossier dient te bevatten staan vermeld in paragraaf 5.7.5.

### 5.7.2 Overzichtstekening

- duidelijke situatietekening, schaal 1 : 500 of 1 : 1000;
- dwarsprofiel, lengte- en hoogteschaal 1 : 100 of 1 : 200.

Op de tekeningen dient het volgende weergegeven te worden:

- beheersgebied en overige zoneringen (zoals de veiligheidszone);
- bestaande rijkswaterstaatswerken inclusief kilometrering of andere duidelijke aanduiding;
- toekomstige rijkswaterstaatswerken inclusief kilometrering of andere duidelijke aanduiding;
- afstand tot andere leidingen of constructies incl. fundering (indien ligging binnen 10 meter zonder toepassing van een bemaling);
- maaiveldniveau, diepteligging en gronddekking;
- diameter, wanddikte en materiaalkwaliteit van de leiding;
- nulmeting voorafgaand aan het uitvoeren van de werkzaamheden (zie bijlage A en B voor de voorschriften aan monitoring);
- lengte van de leiding;
- ontgravingen ten behoeve van de werkzaamheden, opstelling materieel en eventuele grondkerende constructies;
- tekeningnummer, datum, revisienummer;
- horizontale en verticale drainages.

### 5.7.3 Grondonderzoek

- situatietekening met onderzoekslocaties;
- sonderingen met plaatselijke kleef aan weerszijden van de weg;
- gegevens grondwaterstanden (open waterpeil, freatisch en stijghoogte);
- onderzoek volgens NEN 3651 (bij leidingdiameter > 600 mm);
- handboring c.q. mechanische boring;
- beschrijving van de grondboring volgens NEN-EN-ISO 14688-1 en NEN-EN-ISO 14688-2;
- laboratoriumonderzoek.

5.7.4 Analyseresultaten

- vaststelling grootte van de veiligheidszone;
- beschrijving invloed op het rijkswaterstaatswerk;
- bemaling, stabiliteit- en zettingsberekeningen;
- beheersmaatregelen ontwerp en uitvoering;
- sterkteberekening van de buis;
- resultaten kwalitatieve/kwantitatieve risicoanalyse.

5.7.5 Als-uitgevoerd dossier

- revisietekening volgens tekenvoorschriften uit paragraaf 5.7.2;
- logboek met registratie peilbuismetingen;
- alle positiebepalingen en -metingen;
- afwijkingen tussen geplande en gerealiseerde boring;
- resultaten van de sterktebeproeving;
- resultaten van monitoring;
- inmeting van de weg, nulmeting en circa één maand na voltooiing van de boring een vervolgmeting of eindmeting;
- overige relevant geachte (meet)gegevens.

# 6 NOU

Niet Omschreven Uitvoeringstechnieken





## 6 Niet Omschreven Uitvoeringstechnieken (NOU)

### 6.1 Algemeen

Wanneer de beoogde uitvoeringstechniek voor de aanleg van de kabel of leiding niet in de voorgaande hoofdstukken wordt beschreven kan deze in bepaalde gevallen toch worden toegepast. Het toepassen van een Niet Omschreven Uitvoeringstechniek (NOU) is alleen toegestaan onder wegen en is niet toegestaan in en nabij waterwegen en waterkeringen.

Indien wordt gekozen voor een NOU, dient een risicoanalyse opgesteld te worden. Uit de risicoanalyse dient duidelijk naar voren te komen dat de functionaliteit van het rijkswaterstaatswerk zowel tijdens de aanleg als tijdens de beheerfase van het kabel- of leidingsysteem gewaarborgd blijft.

### 6.2 Risicoanalyse

De risicoanalyse dient de volgende onderdelen te bevatten, waarbij de uitvoeringsperiode en/of de beheerfase van het kabel- of leidingsysteem geanalyseerd dient te worden:

- duidelijke beschrijving van de uitvoeringstechniek en de interactie met het rijkswaterstaatswerk. Bij de beschrijving van de uitvoeringstechniek dienen de volgende onderdelen behandeld te worden:
  - benodigd materieel;
  - wijze van monitoring voortgang en controle;
  - bestuurbaarheid;
  - (uitvoerings)afwijkingen.
- indien de uitvoeringstechniek verwant is aan een uitvoeringstechniek beschreven in de voorgaande hoofdstukken, dient duidelijk aangegeven te worden op welke punten de beoogde uitvoeringstechniek afwijkt. De aspecten zoals genoemd in paragraaf 6.4 dienen te worden beschouwd indien van toepassing;
- identificatie van de risico's voor het rijkswaterstaatswerk, die behoren bij de uitvoeringstechniek (bijvoorbeeld met een zettingsanalyse);
- identificatie van de risico's met betrekking tot het verstoren van de ondergrond die het gevolg is van toepassing van de uitvoeringstechniek;
- evaluatie van de risico's waarbij de kans op optreden en de gevolgen van optreden wordt beschreven;
- beheersmaatregelen die getroffen worden om de risico's te mitigeren;
- beschrijving van potentiële calamiteiten tijdens de uitvoering en maatregelen die getroffen worden om de gevolgen van de calamiteit te beperken als deze zich toch voordoet;
- overige relevante informatie.

Indien de beoogde uitvoeringstechniek in eerdere projecten is toegepast, dient een referentielijst met de projecten bijgevoegd te worden.

### 6.3 Grondonderzoek

Door middel van het grondonderzoek wordt inzicht verkregen in de grondopbouw ter plaatse van en over de lengte van het tracé. Hieruit worden relevante grondmechanische parameters verkregen ten behoeve van de ontwerp-, aanleg- en beheerfase van de kabel of leiding.

Afhankelijk van de uitvoeringstechniek en/of (geohydrologische) situatie, kan het noodzakelijk zijn het grondonderzoek uit te voeren op een minimale afstand uit het geplande tracé. De te nemen maatregelen dienen te worden bepaald op een verwante in de voorgaande hoofdstukken beschreven uitvoeringstechniek en/of situatie (onder paragraaf 'Grondonderzoek'). Hierbij dient een conservatieve benadering te worden aangehouden en indien nodig een combinatie hiervan.

De uitkomende grond van de mechanische en/of handboringen dient te worden geclassificeerd volgens NEN-EN-ISO 14688-1 en NEN-EN-ISO 14688-2 en te worden beschreven in een boorstaat. De klasse van de sondering dient op de sondeerstaat te worden aangegeven. De sonderingen dienen minimaal te worden uitgevoerd conform klasse 2 van NEN-EN-ISO 22476-1. Het grondonderzoek dient ten opzichte van NAP te worden weergegeven. Onderzoeklocaties van grondboringen of sonderingen dienen op de tekening bij de vergunningsaanvraag te worden opgenomen. In de paragrafen 6.3.1 t/m 6.3.3 is een omschrijving gegeven van de standaard bepalingen voor het uitvoeren van grondonderzoek voor NOU.

#### 6.3.1 Uit te voeren grondonderzoek

Het grondonderzoek dient uitgevoerd te worden conform de eisen van de NEN 3651 bijlage C. Indien de uitvoeringstechniek nauw verwant is met een uitvoeringstechniek zoals genoemd in de voorgaande hoofdstukken, mogen de eisen met betrekking tot het uit te voeren grondonderzoek van de verwante techniek overgenomen worden. Hierbij dient een conservatieve benadering te worden aangehouden.

Aanvullend grondonderzoek kan vereist zijn om de functionaliteit van het rijkswaterstaatswerk, zowel tijdens de aanleg als tijdens het gebruik van het kabel- of leidingsysteem, te beoordelen. De locaties van het grondonderzoek en het type grondonderzoek (sonderingen en/of boringen) dienen duidelijk omschreven te zijn bij de in paragraaf 6.2 genoemde risicoanalyse.

#### 6.3.2 Gebruik van bestaand grondonderzoek

Bestaand grondonderzoek kan worden gebruikt mits:

1. Het beschikbaar grondonderzoek dient uitgevoerd te zijn conform de eisen in paragraaf 6.3.1.
2. De grondboring of sondering is representatief voor de huidige situatie. Er hebben na het onderzoek geen grondroering, voorbelasting of andere werkzaamheden plaats gevonden die de grondslag kunnen beïnvloeden. De grondboringen of sonderingen zijn niet ouder dan 5 jaar ten opzichte van de datum van vergunningaanvraag, tenzij het aanlegniveau ter plaatse van de verharding van de boring dieper dan 5 meter onder maaiveld ligt.
3. Een duidelijke bronvermelding dient aan het beschikbare grondonderzoek te worden toegevoegd. In ieder geval moeten herkomst, coördinaten en uitvoeringsdatum worden vermeld.

Indien gebruik wordt gemaakt van bestaand onderzoek, dient het grondonderzoek in de beschouwing van het ontwerp te worden toegelicht en de representativiteit van het onderzoek aannemelijk te worden gemaakt.

- 6.3.3 Grondwaterstand  
Indien dit relevant is voor de betreffende uitvoeringsmethode dienen de te verwachte grondwaterstanden (open waterpeil, freatische grondwaterstand en [indien van toepassing] de stijghoogte) op het moment van de uitvoering bekend te zijn en op de tekening bij de vergunningaanvraag te worden vermeld. Afhankelijk van het seizoen kan de grondwaterstand fluctueren. Daarnaast kan de grondwaterstand onder de verharding afwijken van de naastgelegen (polder)peilen.
- Indien dit relevant is voor de betreffende uitvoeringsmethode dienen nabij de projectlocatie één of meerdere peilbuizen te worden geplaatst zodat tijdens de uitvoering de actuele grondwaterstand (freatische grondwaterstand en stijghoogte) bekend is. De grondwaterstanden dienen ten opzichte van NAP te worden aangegeven.
- 6.4 Ontwerpeisen niet omschreven technieken
- 6.4.1 Algemeen  
Indien de uitvoeringstechniek nauwe verwantschap heeft met een uitvoeringstechniek zoals genoemd in de voorgaande hoofdstukken, dienen de eisen met betrekking tot het ontwerp van de verwante techniek overgenomen te worden. In die situatie moet een conservatieve benadering worden gevolgd. Bij significante afwijkingen in uitvoeringstechniek dient onderbouwd te worden hoe het ontwerp gerealiseerd zal worden met de beoogde uitvoeringstechniek.
- 6.4.2 Kwel, inzijging, piping  
Indien de boorgang contact maakt met het pleistocene zand dient door middel van grondmechanisch onderzoek en berekeningen te worden aangetoond dat inzijging, kwel of piping niet kan optreden tijdens zowel uitvoerings- en beheerfase. Dit geldt ook indien andere watervoerende grondlagen worden doorsneden waar een andere stijghoogte van het grondwater heerst dan de freatische grondwaterstand. Als in de uitvoerings- of beheerfase een kwelsituatie kan ontstaan, dient door middel van een kwelweglengteberekening (conform NEN 3651 bijlage D) te worden aangetoond dat geen kwel gerelateerde risico's kunnen optreden. Deze berekening dient in overeenstemming te zijn met de eventueel minimaal benodigde en maximaal toelaatbare boorspoeldrukken. De berekening dient te worden afgestemd op de maatgevende stijghoogte. Indien nodig dient de diepteligging van de leiding te worden aangepast. Indien dit niet mogelijk is, dienen passende maatregelen te worden getroffen om kwel te voorkomen.
- 6.4.3 Kruising met het rijkswaterstaatswerk  
De kruising van een leiding met het rijkswaterstaatswerk dient in principe loodrecht op de lengterichting van het rijkswaterstaatswerk uitgevoerd te worden. In overleg met de vergunningverlener kan een kruising in sommige gevallen onder een hoek met het rijkswaterstaatswerk worden gemaakt als een haakse kruising om technische, economische of planologische redenen niet mogelijk is.

6.4.4 Parallelligging aan een rijkswaterstaatswerk  
De aanleg met een NOU evenwijdig aan een rijkswaterstaatswerk dient buiten de veiligheidszone naast het rijkswaterstaatswerk te worden gelegd. In sommige gevallen kan parallelligging binnen de veiligheidszone worden toegestaan als dit om technische, economische of planologische redenen noodzakelijk is. In dat geval dient middels een stabiliteitsberekening te worden aangetoond dat de stabiliteit van het rijkswaterstaatswerk wordt gewaarborgd. Hiervoor dient toestemming te worden verkregen van de vergunningverlener.

6.4.5 Gronddekking en afstandseisen tot objecten  
Voor de gronddekking en de afstand tussen de nieuw aan te leggen leiding en objecten zoals grondkerende constructies, drainages en funderingen dienen de volgende aspecten beschouwd te worden:

- gronddekking en aanlegniveau onder of nabij het rijkswaterstaatswerk;
- afstand tot het rijkswaterstaatswerk bij parallelligging en de afstand tot de veiligheidszone;
- minimale dagmaat tot overige sleufloos aangelegde kabels en leidingen;
- minimale dagmaat tot grondkerende constructies;
- minimale dagmaat tot funderingen;
- minimale dagmaat tot verticale en/of horizontale doorsnijdingen.

Dagmaat en gronddekking voor de NOU dienen te worden gedefinieerd ten opzichte van de buitenkant van de kabel of leiding. Bij het bepalen van de minimale gronddekking en dagmaat dient rekening te worden gehouden met de maximaal toegestane uitvoeringsafwijking.

Voor de minimale afstand tussen de nieuw aan te leggen kabel of leiding en objecten als bedieningsgebouwen, kunstwerken, wegverhardingen en parallel gelegen leidingen dient NEN 3650-1 hoofdstuk 6 en NEN 3651 artikel 6.1 t/m 6.4 te worden aangehouden betreffende 'veiligheid'.

6.4.6 Sterkteberekening leiding  
Een sterkteberekening van een leiding dient opgesteld te worden voor alle lage- en hogedrukleidingen en voor drukloze leidingen met een diameter  $\geq 160$  mm. De sterkteberekening dient te voldoen aan de eisen die gesteld worden in de NEN3650/3651 serie.

Afhankelijk van de uitvoerigstechniek kan worden volstaan met een vereenvoudigde sterkteberekening conform NEN 3651 artikel 8.5.2 of artikel 8.5.3 als voldaan wordt aan de randvoorwaarden in NEN 3651 artikel 8.5.1. Indien de uitvoerigstechniek nauw verwant is met HDD-boringen en onder een rijkswaterstaatswerken wordt aangebracht, kan in overleg één van de genoemde randvoorwaarden in NEN 3651 artikel 8.5.1 vervallen, namelijk: "- de leiding wordt niet door bestuurbaar boren aangelegd".

In de sterkteberekening van de leiding dienen de volgende aspecten te worden beschouwd en (indien van toepassing) te worden meegenomen:

- de invloed van een uitvoeringszakkingsverschil tussen sleufloos aangebrachte leidingdelen en de aansluitende veldstrekking uitgevoerd in open ontgraving. Dit hoeft enkel indien het uitvoeringszakkingsverschil optreedt binnen de veiligheidszone van het rijkswaterstaatswerk. De waarden van de uitvoeringszakkingen dienen gehanteerd te worden conform de NEN 3650 artikel C.4.7;
- de invloed van significante zettingsverschillen op de leiding ten gevolge van uitvoerings- en/of omgevingsaspecten zoals bemaling, grondophoging en het verwijderen van grondkerende constructies. Eisen met betrekking tot het uitvoeren van een zettingsanalyse worden nader toegelicht in paragraaf 6.4.7.

#### 6.4.7

##### Zettingen en monitoring

Zettingen kunnen schade aan de leiding of het rijkswaterstaatswerk veroorzaken. Er kunnen twee situaties onderscheiden worden:

- het optreden van zettingen op het rijkswaterstaatswerk als gevolg van uitvoering van een boring. Voorbeeld: zettingen door het trekken van damwanden of het toepassen van een bemaling;
- het optreden van zettingen op leidingniveau ten gevolge van werkzaamheden aan het rijkswaterstaatswerk. Voorbeeld: zettingen door het ophogen van het maaiveld ten behoeve van het verbreden van een autosnelweg.

##### Zettingsanalyse en -berekening

In alle gevallen dient een analyse naar het risico op het optreden van zettingen gemaakt te worden. In de zettingsanalyse dienen de volgende aspecten (kwalitatief) te worden beschouwd:

- zettingen ten gevolge van het inbrengen en verwijderen van grondkerende constructies;
- zettingen ten gevolge van bemaling om de grondwaterstand te verlagen;
- zettingen ten gevolge van grondophoging;
- zettingen en achtergrondzettingen bij gefundeerde leidingdelen c.q. opleggingen;
- andere uitvoeringsaspecten die zettingen tot gevolg kunnen hebben.

Indien uit één van de bovenstaande situaties blijkt dat zettingen >10 mm kunnen optreden, dient een zettingsberekening te worden uitgevoerd conform de in paragraaf 7.1.2 genoemde eisen.

##### Effect zettingen op de leiding

Tijdens de uitvoering van een NOU dienen te allen tijde de zettingen te worden gemonitord. Voor monitoring onder of naast/langs waterwegen is altijd afstemming met de beheerder noodzakelijk. Het monitoringsprotocol bij wegen staat omschreven in Bijlage A 'Eisen monitoring werkzaamheden boring onder wegen' en Bijlage B 'Eisen monitoring werkzaamheden naast/langs wegen'.

#### 6.4.8 Overige berekeningen

Afhankelijk van de gekozen uitvoeringstechniek kunnen nog andere berekeningen dan de sterkteberekening en zettingsberekening vereist zijn, zoals een perskracht- of een boorspoeldrukberekening. Middels deze berekeningen dient te worden aangetoond dat:

- het ontwerp geschikt is voor de gekozen uitvoeringstechniek (o.a. materiaalkeuze, wanddikte, diepteligging);
- de functionaliteit van het rijkswaterstaatswerk, zowel tijdens de aanleg als tijdens de beheerfase van het kabel- of leidingsysteem gewaarborgd blijft.

#### 6.4.9 Testen en beproeven van de leiding

De sterktebeproeving van de kruisingssectie van de leiding met het rijkswaterstaatswerk dient te worden uitgevoerd conform 9.7.1 van de NEN 3651. De dichtheidsbeproeving van de kruising mag conform 9.7.2 van de NEN 3651 gelijk met de veldleiding worden uitgevoerd. Het uit te voeren lasonderzoek is materiaalafhankelijk en is beschreven in hoofdstuk 11 van de NEN 3651.

In het als-uitgevoerd dossier dient een rapportage met hierin de resultaten van de sterktebeproeving te worden meegeleverd. Het rapport dient ten minste de volgende onderdelen te omvatten: toegepaste beproevingsmethode, beproevingsinterval, tijdstip van beproeven, beproevingsresultaten, de eventueel naar aanleiding van de bevindingen genomen maatregelen.

#### 6.4.10 In- en uittredepunt

Eventuele in- en uittredepunten dienen zodanig te worden gekozen dat de stabiliteit van het weglichaam blijft gewaarborgd. Indien het in- en/of uittredepunt binnen de stabiliteitszone van het weglichaam ligt, dient door berekeningen te worden aangetoond dat de stabiliteit gewaarborgd blijft. De stabiliteitszone dient te worden bepaald conform de NEN 3651 artikel 6.2.2.

Een uitzondering kan gemaakt worden voor drukloze leidingen  $\leq 160$  mm ten behoeve van kabels. De in- en uittredepunten (incl. eventuele ontgraving) dienen te liggen buiten de lijn welke op 1,0 meter van de rand verharding ligt en onder een helling van 1:1,5 (vert:hor) naar beneden gaat.

#### 6.4.11 Pers- en ontvangstuipen

Eventuele pers- en ontvangstuipen dienen op voldoende afstand van het rijkswaterstaatswerk te liggen. Zie hiervoor de eisen met betrekking tot perskuipen zoals gesteld in het hoofdstuk OFT paragraaf 3.3.9 en hoofdstuk GFT paragraaf 4.3.10.

#### 6.5 Geotechnische uitvoeringsaspecten

In hoofdstuk 7 zijn voor diverse geotechnische uitvoeringsaspecten beschrijvingen opgenomen die van invloed kunnen zijn tijdens de aanleg van een kabel of leiding kruisend of parallel aan het rijkswaterstaatswerk.

## 6.6 Checklist Niet Omschreven Uitvoeringstechnieken

### 6.6.1 Algemeen

De aan te leveren gegevens in het kader van een aanvraag van een vergunning zijn gegeven in de paragrafen 6.6.2 t/m 6.6.5. Voor de specificaties wordt verwezen naar de desbetreffende paragrafen. De hoogtematen op de tekeningen en het grondonderzoek dienen ten opzichte van NAP te worden aangegeven. De schalen van de tekeningen dienen te worden aangehouden conform paragraaf 6.6.3.

Tijdens en na afloop van de werkzaamheden dienen diverse parameters te worden geregistreerd en gecontroleerd. Deze gegevens dienen na realisatie van de boring verwerkt te worden in een als-uitgevoerd dossier. Dit dossier dient binnen een maand na realisatie van een boring te worden verstrekt de vergunningverlener. De gegevens die het als-uitgevoerd dossier dient te bevatten staan vermeld in paragraaf 6.6.6.

### 6.6.2 Risicoanalyse

- beschrijving uitvoeringstechniek en interactie met het rijkswaterstaatswerk;
- identificatie en evaluatie van de risico's voor het rijkswaterstaatswerk;
- beschrijving beheersmaatregelen risico's;
- beschrijving potentiële calamiteiten tijdens uitvoering inclusief getroffen maatregelen.

### 6.6.3 Overzichtstekening

- duidelijke situatietekening, schaal 1 : 500 of 1 : 1000;
- dwarsprofiel, lengte- en hoogteschaal 1 : 100 of 1 : 200.

Op de tekeningen dient het volgende weergegeven te worden:

- beheersgebied en overige zoneringen (zoals de veiligheidszone);
- bestaande rijkswaterstaatswerken inclusief kilometrering of andere duidelijke aanduiding;
- toekomstige rijkswaterstaatswerken inclusief kilometrering of andere duidelijke aanduiding;
- afstand tot andere leidingen of constructies incl. funderingen (indien ligging binnen 10 meter zonder toepassing van een bemaling);
- maaiveldniveau, diepteligging en gronddekking;
- diameter, wanddikte en materiaalkwaliteit van de leiding alsmede boorgatdiameter;
- nulmeting voorafgaand aan het uitvoeren van de werkzaamheden (zie bijlage A en B voor de voorschriften aan monitoring);
- lengte van de leiding;
- ontgraving ten behoeve van de werkzaamheden, grondkerende constructies en opstelling materieel;
- tekeningnummer, datum, revisienummer;
- horizontale en verticale drainages.

- 6.6.4 Grondonderzoek
- situatietekening met onderzoekslocaties;
  - sonderingen met plaatselijke kleef aan weerszijden van de weg;
  - gegevens grondwaterstanden (open waterpeil, freatisch en stijghoogte);
  - onderzoek volgens NEN 3651 (bij leidingdiameter > 600 mm);
  - handboring c.q. mechanische boring;
  - beschrijving van de grondboring volgens NEN-EN-ISO 14688-1 en NEN-EN-ISO 14688-2;
  - laboratoriumonderzoek.
- 6.6.5 Analyseresultaten
- vaststelling grootte van de veiligheidszone;
  - beschrijving invloed op het rijkswaterstaatswerk;
  - bemaling, stabiliteit- en zettingsberekeningen;
  - beheersmaatregelen ontwerp en uitvoering;
  - sterkteberekening van de buis;
  - resultaten kwalitatieve/kwantitatieve risicoanalyse;
  - aangeven van de uitvoeringsafwijkingen;
  - toe te passen plaatsbepalingssysteem;
  - overige relevante berekeningen en prognoses.
- 6.6.6 Als-uitgevoerd dossier
- revisietekening volgens tekenvoorschriften uit paragraaf 6.6.3;
  - logboek met registratie peilbuismetingen;
  - alle positiebepalingen en -metingen;
  - afwijkingen tussen geplande en gerealiseerde boring;
  - resultaten van de sterktebeproeving;
  - resultaten van monitoring;
  - inmeting van de weg, nulmeting en circa één maand na voltooiing van de boring een vervolgmeting of eindmeting;
  - overige relevant geachte (meet)gegevens.



# 7 GUA

Geotechnische uitvoeringsaspecten



## 7 Geotechnische uitvoeringsaspecten

Dit hoofdstuk beschrijft de geotechnische uitvoeringsaspecten die van invloed kunnen zijn tijdens de aanleg van een kabel of leiding kruisend of parallel aan het rijkswaterstaatswerk. Het gaat in dit hoofdstuk om de invloed op het rijkswaterstaatswerk van tijdelijke ophogingen, open ontgravingen, bouwkuipen, grondkerende constructies, bemalingen en andere werkzaamheden, niet zijnde boortechnieken. De beoordeling van de invloed van de genoemde werkzaamheden op het rijkswaterstaatswerk dient gebaseerd te zijn op een risico analyse. In deze risico analyse dient kwalitatief dan wel kwantitatief aangegeven te worden in hoeverre de voorziene uitvoeringsmethode en werkzaamheden een risico kunnen vormen voor het rijkswaterstaatswerk. Van risico's die aanleiding kunnen geven tot vermindering van de standzekerheid van het rijkswaterstaatswerk dient een beheersmaatregel vastgesteld te worden. Daarnaast dient aangegeven te worden welke aspecten en/of risico's als niet relevant zijn beschouwd en waarom. Het monitoringsplan maakt onderdeel uit van deze risico analyse.

Dit hoofdstuk heeft alleen betrekking op de invloed op aardebanen van wegen. Voor de invloed op waterkeringen en waterwegen wordt verwezen naar NEN 3651. De invloed van de genoemde werkzaamheden op nabij gelegen objecten dient risico gestuurd beschouwd te worden. Hiervoor is geen algemene richtlijn opgesteld. Dit dient per object specifiek te worden beschouwd. Uitvoeringsaspecten die een directe relatie hebben met boortechnieken vallen buiten dit hoofdstuk. Deze zijn in eerdere hoofdstukken beschreven. De beoordeling van uitvoeringsaspecten van ondersteunende werkzaamheden voor de uitvoering van boringen en het ontwerp van tijdelijke constructies vallen wel binnen dit hoofdstuk.

### 7.1 Tijdelijke ophogingen

Tijdelijke belastingen kunnen bestaan uit tijdelijke ophogingen, gronddepots en/of bouwverkeer. Tijdelijke ophogingen nabij een rijkswaterstaatswerk kunnen noodzakelijk zijn voor de aanleg van een kabel of leiding. Dit is met name het geval voor tijdelijke aanvoerroutes, werkwegen en/of werkplateaus. Daarnaast dient rekening te worden gehouden met het gewicht van (extreem) zwaar bouwverkeer.

#### 7.1.1 Stabiliteit

De beoordeling van de invloed van een tijdelijke ophoging op de stabiliteit van een rijkswaterstaatswerk dient uitgevoerd te worden conform bijlage C 'Eisen aan berekeningen en rappprtages vanuit Eisen-set RWS'. Hierbij dienen alle relevante belastingsituaties te worden beschouwd incl. de invloed van eventuele variaties in de grondwaterstand en/of stijghoogte.

#### 7.1.2 Zettingen

De beoordeling van de berekende zetting van een rijkswaterstaatswerk dient uitgevoerd te worden conform bijlage C 'Eisen aan berekeningen en rappprtages vanuit Eisen-set RWS'. Hierbij dienen alle relevante belastingsituaties te worden beschouwd inclusief de invloed van eventuele variaties in de grondwaterstand en/of stijghoogte. De berekeningen dienen gebaseerd te zijn op karakteristieke waarden voor de samendrukbaarheid van de ondergrond.

Bij verwachte zettingen  $\geq 20$  mm is mogelijk herstel van de wegverharding noodzakelijk. De wegbeheerder zal moeten beoordelen of dit acceptabel is en wat de voorwaarden hierbij zijn. Bij zettingen  $> 10$  mm en  $< 20$  mm is monitoring noodzakelijk. Voor de monitoring wordt verwezen naar bijlage B 'Eisen monitoring werkzaamheden naast/langs wegen'.

## 7.2

### Ontgravingen bij boortechnieken

Deze paragraaf gaat in op open ontgravingen die onderdeel uit maken van de aanleg van een kabel of leiding met behulp van boortechnieken, zoals bijvoorbeeld een ontgraving aan beide uiteindes van het boorgat. Bij een open ontgraving dient minimaal de invloed op de stabiliteit van een rijkswaterstaatswerk te worden beschouwd. Daarbij dient ook opbarsten van de ontgraving aan bod te komen. Dit kan ook leiden tot verlies van stabiliteit van het rijkswaterstaatswerk.

De beoordeling van de invloed van de bemaling tijdens een open ontgraving staat beschreven in paragraaf 6.4. Voor de beoordeling van kabels en leidingen die worden aangelegd in een open ontgraving wordt verwezen naar hoofdstuk 5.

### 7.2.1

#### Stabiliteit

Aangetoond dient te worden dat de ontgraving geen invloed heeft op de stabiliteit van het rijkswaterstaatswerk. Deze beoordeling dient uitgevoerd te worden conform bijlage C 'Eisen aan berekeningen en rapportages vanuit Eisen-set RWS'. Hierbij dienen alle relevante belastingsituaties te worden beschouwd incl. de invloed van eventuele variaties in de grondwaterstand en/of stijghoogte.

Een beoordeling van de stabiliteit van het rijkswaterstaatswerk is niet noodzakelijk indien de ontgraving voldoet aan onderstaande voorwaarden:

- de ontgraving wordt uitgevoerd buiten de veiligheidszone;
- de afmetingen van de ontgraving zijn kleiner dan de verstoringszone;
- er is geen bemaling noodzakelijk.

### 7.2.2

#### Opbarsten

Opbarsten is het opdrukken van de bodem van de ontgraving door grondwater. Opbarsten kan een risico vormen voor de stabiliteit van het rijkswaterstaatswerk. Dit kan zowel als de ontgraving binnen de veiligheidszone ligt, als dat deze buiten deze zone ligt. Dit laatste is het geval indien de verstoorde zone, als gevolg van opbarsten, groter is dan de grootte van de erosiekrater. Dit dient per geval kwalitatief dan wel kwantitatief te worden getoetst. De toetsing op opbarsten dient uitgevoerd te worden conform NEN 9997-1. Voor de veiligheid (verhouding tussen de rekenwaarde voor de weerstandbiedende en aandrijvende belasting) dient 1,0 te worden aangehouden.

- 7.3 Bouwkuipen en/of grondkerende constructies  
Tijdelijke bouwkuipen en/of grondkerende constructies kunnen deel uitmaken van de werkzaamheden voor de aanleg van een kabel of leiding. Hierbij wordt over het algemeen gebruik gemaakt van damwanden. Bouwkuipen en grondkerende constructies zijn vaak noodzakelijk als hulpconstructie in het geval van de aanleg van een kabel of leiding met behulp van een Open of Gesloten Front Techniek (OFT of GFT). Een bouwkuip kan invloed hebben op de stabiliteit en vervormingen van het rijkswaterstaatswerk. Daarnaast kan opbarsten ook aanleiding geven tot verlies van stabiliteit van het rijkswaterstaatswerk. De eisen hieraan worden in onderstaande paragrafen behandeld.

Voor de beoordeling van de invloed van de benodigde bemaling op het rijkswaterstaatswerk wordt verwezen naar paragraaf 7.4.

- 7.3.1 Stabiliteit  
Aangetoond dient te worden dat de ontgraving van de bouwkuip en/of langs de grondkerende constructie geen invloed heeft op de stabiliteit van het rijkswaterstaatswerk. Deze beoordeling dient uitgevoerd te worden conform bijlage C 'Eisen aan berekeningen en rapportages vanuit Eisen-set RWS'. Hierbij dienen alle relevante belastingsituaties te worden beschouwd incl. de invloed van eventuele variaties in de grondwaterstand en/of stijghoogte.
- Een beoordeling van de stabiliteit van het rijkswaterstaatswerk is niet noodzakelijk indien de ontgraving voldoet aan onderstaande voorwaarden:
- de ontgraving wordt uitgevoerd buiten de veiligheidszone;
  - de afmetingen van de ontgraving zijn kleiner dan de verstoringszone;
  - er is geen bemaling noodzakelijk.

- 7.3.2 Vervormingen  
Voor de beoordeling van de invloed op de vervorming van het rijkswaterstaatswerk dient rekening te worden gehouden met de invloed van het inbrengen en weer verwijderen van de grondkerende constructie en de invloed van de vervorming van de constructie (bijvoorbeeld damwanden) door de ontgraving van de bouwkuip.

Bij de toepassing van een bouwkuip en/of grondkerende constructie mag geen zetting van de wegverharding optreden  $\geq 20$  mm. Hieronder valt de totale som aan zetting die veroorzaakt wordt door consolidatie, kruip, klink, verdichting, vervormingen en dergelijke van de ondergrond. Bij grotere zettingen is mogelijk herstel van de wegverharding noodzakelijk. De wegbeheerder zal moeten beoordelen of dit acceptabel is en wat de voorwaarden hierbij zijn. Bij zettingen  $> 10$  mm en  $< 20$  mm is monitoring noodzakelijk. Voor de monitoring wordt verwezen naar bijlage B 'Eisen monitoring werkzaamheden naast/langs wegen'.

- 7.3.3 **Opbarsten**  
Opbarsten is het opdrukken van de bodem van de bouwkuip. In het geval opbarsten aanleiding kan geven tot stabiliteitsverlies van het rijkswaterstaatswerk dient een toetsing plaats te vinden op opbarsten. Dit is het geval als de ontgraving wordt uitgevoerd binnen de veiligheidszone. Opbarsten kan ook een risico vormen voor het rijkswaterstaatswerk als de ontgraving buiten de veiligheidszone ligt doordat de verstoorde zone, als gevolg van opbarsten, groter kan zijn dan de grootte van de erosiekrater. Dit dient per geval kwalitatief dan wel kwantitatief te worden getoetst. De toetsing op opbarsten dient uitgevoerd te worden conform NEN 9997-1. Voor de veiligheid (verhouding tussen de rekenwaarde voor de weerstand biedende en aandrijvende belasting) dient 1,0 te worden aangehouden.
- 7.4 **Bemalingen**  
Bemalingen worden over het algemeen toegepast bij open ontgravingen of bouwkuipen. Een bemaling kan bestaan uit het verlagen van de grondwaterstand en/of de stijghoogte van een dieper gelegen zandpakket.
- 7.4.1 **Stabiliteit**  
Een bemaling zal over het algemeen geen invloed hebben op de stabiliteit van een rijkswaterstaatswerk. Voor elk geval dient dit minimaal kwalitatief beschouwd te worden. Indien uit de kwalitatieve analyse blijkt dat een invloed te verwachte is, dient dit kwantitatief onderbouwd te worden. Deze beoordeling dient uitgevoerd te worden conform bijlage C 'Eisen aan berekeningen en rapportages vanuit Eisen-set RWS'. Hierbij dienen alle relevante belastingsituaties te worden beschouwd incl. de invloed van verandering van de grondwaterstand en/of stijghoogte als gevolg van de bemaling. De invloed van de bemaling op de verlaging van de grondwaterstand en/of stijghoogte in de omgeving van de bemaling dient bepaald te worden met een hiervoor geëigend rekenmodel.
- 7.4.2 **Zetting**  
Een tijdelijke verlaging van de grondwaterstand en/of stijghoogte kan in de aanwezigheid van samendrukbare grondlagen leiden tot zettingen. Deze zettingen kunnen gevolgen hebben voor de vervorming van het rijkswaterstaatswerk. De invloed van de bemaling op de omgeving dient bepaald te worden met een hiervoor geëigend rekenmodel. De beoordeling van de invloed van de bemaling op de zetting van het rijkswaterstaatswerk dient uitgevoerd te worden conform bijlage C 'Eisen aan berekeningen en rapportages vanuit Eisen-set RWS'. De berekeningen dienen gebaseerd te zijn op karakteristieke waarden voor de samendrukbaarheid van de ondergrond. Bij verwachte zettingen  $\geq 20$  mm is mogelijk herstel van de wegverharding noodzakelijk. De wegbeheerder zal moeten beoordelen of dit acceptabel is en wat de voorwaarden hierbij zijn. Bij zettingen  $> 10$  mm en  $< 20$  mm is monitoring noodzakelijk. Voor de monitoring wordt verwezen naar bijlage B 'Eisen monitoring werkzaamheden naast/langs wegen'.

## 7.5

## Overige eisen

Voor overige eisen worden de volgende aspecten onderscheiden:

- hulpconstructies: Indien hulpconstructies worden toegepast dienen deze na afloop te worden verwijderd, tenzij het maatschappelijk, economisch of technisch belang naar het oordeel van de vergunningverlener gebaat is bij behoud. Indien, in afwijking op de vergunning, conform de hierboven gestelde uitzondering een hulpconstructie in het rijkswaterstaatswerk achter blijft, dient hiervoor een vergunning te worden aangevraagd;
- graafwerkzaamheden: Conform NEN 3651 artikel 7.2 wordt aanbevolen voor graafwerkzaamheden uit te gaan van:
  - VELIN Richtlijn nr. 2017/6: Algemene VELIN voorwaarden voor grondroer- en overige activiteiten;
  - CROW-publicatie 500: Schade voorkomen aan kabels en leidingen- Richtlijn zorgvuldig grondroeren van initiatief- tot beheerfase;
- bekledingsmateriaal: Het tijdelijk verwijderen van bekledingsmateriaal bij rijkswaterstaatswerken is mogelijk, indien wordt aangetoond dat dit tijdens de werkzaamheden niet leidt tot een onveilige situatie. Na afloop van de werkzaamheden dient het bekledingsmateriaal in dezelfde staat te worden terug gebracht en/of vervangen door materiaal van minimaal dezelfde kwaliteit.

## 7.6

## Beheersmaatregelen

In het geval werkzaamheden, niet zijnde boortechnisch, kunnen leiden tot een onveilige situatie van het rijkswaterstaatswerk of niet acceptabele vervormingen, zijn beheersmaatregelen noodzakelijk om de veiligheid van het rijkswaterstaatswerk in de aanwezige staat te garanderen. Mogelijke beheersmaatregelen zijn:

- toepassing van een tijdelijke grondkerende constructie;
- drukken van damwanden in het geval trillingen leiden tot invloed op bestaande constructies of verweking van zandlagen;
- beperking van de invloed van de bemaling op de grondwaterstand en/of stijghoogte in de omgeving;
- beperking van de belasting door verlaging van tijdelijke ophogingen, licht gewicht ophoogmaterialen en/of toepassing druk spreidend materiaal.

## 7.7

## Relevante richtlijnen

Voor de inschatting van de invloed van de uitvoering op de standzekerheid van een rijkswaterstaatswerk dient uitgegaan te worden van de volgende richtlijnen dan wel normen:

- stabiliteit: conform bijlage C 'Eisen aan berekeningen en rapportages vanuit Eisen-set RWS';
- bemaling: SBR-CUR publicatie 'Bemaling van Bouwputten';
- zetting: conform bijlage C 'Eisen aan berekeningen en rapportages vanuit Eisen-set RWS';
- monitoring aardebanen conform: bijlage B 'Eisen monitoring werkzaamheden naast/langs wegen';
- ontwerp (tijdelijke) grondkerende constructie en beoordeling invloed op de omgeving door aanbrengen en verwijderen damwanden conform: 'CUR 166';
- trillingen: SBR-CUR publicatie 'Trilling: meet- en beoordelingsrichtlijnen, deel A, B en C';
- richtlijn meten en monitoren van bouwputten 'CUR 223'.

Het ontwerp van tijdelijke grond(kerende) constructies en/of taluds dient gebaseerd te zijn op betrouwbaarheidsklasse RC1, zie NEN 9997-1.

## Begrippen en definities

|                        |                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aanlegniveau           | uitwendige onderzijde van de aan te leggen leiding                                                                                                                                                  |
| achtergrondzetting     | zettingen ten gevolge van natuurlijke consolidatie van de ondergrond                                                                                                                                |
| (uitvoerings)afwijking | maximaal toegestane afwijking ten opzichte van het boorplan en/of geplande tracé                                                                                                                    |
| als-uitgevoerd dossier | dossier waarin wordt vastgelegd hoe het werk c.q. de kruising met behulp van een sleufloze techniek is uitgevoerd                                                                                   |
| avegaar                | schroefworm voor afvoer van aan het graaffront afgegraven grond naar de perskuip                                                                                                                    |
| bentoniet              | fijne kleisoort die wordt gemengd met water om een boorspoeling te vormen                                                                                                                           |
| boezemkade             | waterkering van een boezemwater                                                                                                                                                                     |
| boezemwater            | een waterweg langs een polder waarop het overtollige polderwater wordt afgepompt. In het algemeen is het waterniveau van de boezem hoger dan het maaiveldniveau van het naastgelegen polderland     |
| boogstraal             | straal van de bochten die zich in het tracé bevinden, ook onbedoelde bochten bijvoorbeeld door stuurcorrecties                                                                                      |
| boorgang               | zie boorgat                                                                                                                                                                                         |
| boorgat                | gecreëerde (cilindervormige) ruimte in de ondergrond, gelijk aan boorgang                                                                                                                           |
| boorkop                | snijrad waarmee de grond wordt afgesneden tijdens het boorproces en waarbij richting kan worden gegeven door middel van sturing                                                                     |
| boorschild             | cilindrische stalen constructie voorop het eerste leidingelement met een snijkop en boorinstallatie                                                                                                 |
| boorspoeling           | spoeling die onder druk uit de boorkop wordt gedreven om grond los te snijden, het boorgat te ondersteunen, de losgemaakte grond af te voeren en de wrijvingen in het boorgat te verlagen (bij HDD) |
| boorstang              | holle, stalen stang die, aangekoppeld aan eenzelfde stang, tijdens de geleide boring in de grond wordt gedreven (bij HDD)                                                                           |

|                     |                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| boorvloeistof boren | zie boorspoeling<br>uitvoeren van een werk c.q. kruising met behulp van een sleufloze techniek                                                                                   |
| boring              | resultaat van het uitvoeren van een werk c.q. kruising met behulp van een sleufloze techniek                                                                                     |
| bronbemaling        | methode waarmee met behulp van horizontale en/of verticale filterbuizen een plaatselijke, kunstmatige verlaging van de grondwaterspiegel wordt bereikt                           |
| buis(element)       | leidingdeel van een bepaalde lengte dat, aaneengekoppeld met identieke elementen, een gehele leiding vormt                                                                       |
| dagmaat             | de vrije ruimte tussen leidingen en/of constructies                                                                                                                              |
| dekking             | zie gronddekking                                                                                                                                                                 |
| DGB                 | Direct Gestuurd Boren, combinatie van HDD (DGB-G) of GFT (DGB-G) techniek. Kan zowel worden uitgevoerd met HDD-boorkop als met GFT-boorkop                                       |
| diameter            | uitwendige diameter van de leiding of mantelbuis                                                                                                                                 |
| diameterreis        | eis ten aanzien van de gronddekking die afhankelijk is van de leidingdiameter                                                                                                    |
| dikstofpomp         | vuilwaterpomp gebruikt voor het verpompen van boorvloeistof                                                                                                                      |
| perstechniek        | sleufloze aanlegtechniek waarbij een leiding al dan niet bestaande uit buiselementen door de grond wordt geperst                                                                 |
| drooglegging (1)    | afstand tussen het aanlegniveau van de leiding en de lager liggende grondwaterstand (bij OFT)                                                                                    |
| drooglegging (2)    | afstand tussen de bodem van de bouwkuip en de lager liggende grondwaterstand (bij open kuipen zonder horizontale afdichtingen)                                                   |
| drukloze leiding    | leiding, deel uitmakend van een leidingsysteem, waarin geen sprake is van overdruk ten opzichte van de atmosferische druk, bijvoorbeeld een vrij verval riool of een mantelbuis. |
| gesloten boorfront  | graaffront waarbij de ongeroerde grond afgescheiden is van de afgegraven grond (bij GFT)                                                                                         |
| GFT                 | Gesloten Front Techniek, hydraulische perstechniek waarbij gebruik wordt gemaakt van een gesloten schild                                                                         |



|                  |                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| gesloten schild  | boorschild dat aan de voorzijde is afgesloten door middel van een wand, met het gevolg dat het graafront is gesloten (bij GFT)                                                                                  |
| grondbalans      | grondafvoer (grond en grondwater) in verhouding met de voortgang van de persing                                                                                                                                 |
| gronddekking (1) | de afstand tussen het diepste punt van de onderzijde van de (on)gebonden (steen)funderingslaag van de verharding en de bovenzijde van het boorgat (voor HDD, DGB-H en open ontgraving).                         |
| gronddekking (2) | afstand tussen het diepste punt van de onderzijde van de (on)gebonden (steen)funderingslaag van de verharding en de uitwendige bovenzijde van de geperste leiding (voor OFT, GFT en DGB-G).                     |
| HDD              | Horizontal Directional Drilling oftewel horizontaal gestuurde boring: sleufloze aanlegtechniek waarbij achtereenvolgens de pilot boring, het ruimen van het boorgat en het intrekken van de leiding plaatsvindt |
| hogedrukleiding  | leiding deel uitmakend van een leidingsysteem waarin de maximale bedrijfsdruk groter dan of gelijk is aan 1 MPa (10 bar)                                                                                        |
| inzijging        | grondwater dat vanaf het maaiveld naar de dieper gelegen grondlagen stroomt                                                                                                                                     |
| kruising         | het met een leiding passeren van objecten, zoals wegen, water- en spoorwegen                                                                                                                                    |
| kunstwerk        | bijzondere constructie in een rijkswaterstaatswerk zoals een brug, viaduct, sluis, gemaal                                                                                                                       |
| kwel             | grondwater dat vanuit dieper gelegen grondlagen naar het maaiveld stroomt                                                                                                                                       |
| kwelscherm       | scherm ter voorkoming van langsloopsheid van de leiding                                                                                                                                                         |
| lagedrukleiding  | leiding deel uitmakend van een leidingsysteem waarin de maximale bedrijfsdruk kleiner is aan 1 MPa (10 barg) met uitzondering van drukloze leidingen                                                            |
| langsloopsheid   | het optreden van kwel langs een sleufloos aangelegde leiding                                                                                                                                                    |
| leidingkruising  | kruising van een leiding met een rijkswaterstaatwerk, inclusief de veiligheidszones                                                                                                                             |

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| mantelbuis            | buis ter bescherming van door te voeren kabels of leidingen                                                                                                                                                                                                            |
| max. toelaatbare druk | boerspoeldruk in het boorgat waarbij de doorgaande vervormingen qua omvang (de plastische zone) de maximaal toelaatbare grens heeft bereikt                                                                                                                            |
| medium                | door leiding getransporteerde 'goederen', bijvoorbeeld water of gas                                                                                                                                                                                                    |
| min. benodigde druk   | boerspoeldruk in het boorgat die nodig is om de boerspoe-ling inclusief de vermengde grond via het boorgat terug te laten stromen naar het maaiveld                                                                                                                    |
| NAP                   | Normaal Amsterdams Peil. Alle hoogtes in Nederland worden gemeten ten opzichte van hetzelfde peil, het NAP. Een NAP-hoogte van 0 meter is gelijk aan het gemiddeld zeeniveau van de Noordzee.                                                                          |
| omhullende diameter   | kleinste diameter die nodig is om een gehele bundel van leidingen te omringen                                                                                                                                                                                          |
| ontvangstkuip         | bouwput waarheen het boorschild wordt geperst                                                                                                                                                                                                                          |
| open boorfront        | graaffront waarbij ongeroerde grond vrij in verbinding staat met afgegraven grond (bij OFT)                                                                                                                                                                            |
| OFT                   | Open FrontTechniek, hydraulische perstechniek waarbij gebruik wordt gemaakt van een open schild                                                                                                                                                                        |
| open schild           | boorschild dat aan de voorzijde niet is afgesloten door middel van een wand, met het gevolg dat het graaffront open is (bij OFT)                                                                                                                                       |
| oversnijdingsruimte   | ruimte die ontstaat doordat de snijrand van een persing (OFT, GFT en DGB-G) een grotere diameter heeft dan de uitwendige diameter van de in te voeren leiding. De oversnijdingsruimte wordt uitgedrukt in mm ten opzichte van de straal van de door te voeren leiding. |
| perskracht            | benodigde kracht die vijzels moeten opbrengen om de persing gaande te houden (bij OFT en GFT)                                                                                                                                                                          |
| perskuip              | bouwput van waaruit de persing wordt gerealiseerd                                                                                                                                                                                                                      |
| perslengte-eis        | eis ten aanzien van de gronddekking die afhankelijk is van de lengte van de persing                                                                                                                                                                                    |
| pilot boring          | boring met behulp van gekoppelde boorstangen met een boorkop voorop (bij HDD)                                                                                                                                                                                          |

|                       |                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| piping                | kwelproces waarbij grond meevoerende wellen kunnen ontstaan                                                                                                                                                  |
| plastische zone       | gebied rondom het boorgat waar de grensspanning is bereikt                                                                                                                                                   |
| prognosekracht        | vooraf vastgesteld verloop van de reëel te verwachte maximaal benodigde perskrachten voor de gehele persing                                                                                                  |
| rijkswaterstaatswerk  | waterstaatswerk in het beheer van Rijkswaterstaat                                                                                                                                                            |
| ruimen                | vergroten van het gemaakte boorgat tot de gewenste diameter (bij HDD)                                                                                                                                        |
| snijkop               | gedeelte aan de voorzijde van het boorschild om de grond los te snijden                                                                                                                                      |
| SMART                 | Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch en Tijdgebonden                                                                                                                                                 |
| spoelbuis             | buis die op enige afstand van de boorkop over de boorstangen wordt geschoven om meer stijfheid te verkrijgen en de wrijving op de boorstangen te verminderen                                                 |
| stabiliteitszone      | onderdeel van de veiligheidszone van een rijkswaterstaatswerk dat in verband met de stabiliteit van het werk ongestoord moet blijven (zie ook figuur 5.1)                                                    |
| tracé                 | ligging van de leiding in de 3-dimensionale ruimte                                                                                                                                                           |
| uitvoeringszakking    | zakken van de bodem ten gevolge van het herschikken van de grond na grondroering                                                                                                                             |
| veiligheidszone       | waterstaatswerk samen met de terreinstrook aan weerszijden van het werk. De veiligheidszone is conform NEN 3651:2012 artikel 6.2 opgebouwd uit de stabiliteitszone en de verstoringzone (zie ook figuur 5.1) |
| verdringen            | creëren van ruimte in de ondergrond door het naar voren en naar opzij drukken van de grond waarbij geen verwijdering van grond plaatsvindt                                                                   |
| verhardingslaag       | asfaltverharding en (on)gebonden (steen)funderingslaag tezamen                                                                                                                                               |
| verheelde waterkering | waterkering waarvan de kruinhoogte gelijk is aan de hoogte van het omliggende maaiveld                                                                                                                       |
| verstoringzone        | onderdeel van de veiligheidszone die wordt bepaald door ontgroning en/of verstoringen door lekkage, breuk of explosie van de leiding (zie ook figuur 5.1)                                                    |

|                   |                                                                                                                                                              |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| waterstaatswerk   | civieltechnische constructie, zoals een weg, waterkering of waterweg, inclusief kunstwerken                                                                  |
| wrijvingskrachten | krachten welke optreden door wrijving tussen de leiding en de wand van het boorgat                                                                           |
| zakkingen         | zie uitvoeringszakking                                                                                                                                       |
| zettingen         | consolidatie van de grond veroorzaakt door verandering in belasting, bijvoorbeeld door het aanbrengen van een ophoging of een verandering in grondwaterstand |

## Bijlage A Eisen monitoring werkzaamheden boring onder wegen

Door het aanbrengen van leidingen onder de weg met een sleufloze boortechniek kan schade ontstaan aan de weg. De schade uit zich veelal in een zichtbare en meetbare verzakking (zetting, zonk) aan de verharding en/of objecten.

Om de mogelijk optredende zettingen in kaart te brengen dient voorafgaand aan de (boor)werkzaamheden binnen het beheersgebied van het RWS-areaal een dubbele 0-meting te worden uitgevoerd in combinatie met een visuele vastgelegde inspectie van het wegvak en/of object. De monitoringsreeks wordt afgesloten met een meting direct na afloop en circa één maand na afronding van de werkzaamheden. Tijdens de uitvoering dient dagelijks visueel te worden vastgesteld of afwijkingen zichtbaar zijn. Afhankelijk van de uitvoeringstechniek dienen tijdens de uitvoering herhalingsmetingen te worden uitgevoerd. Alle resultaten dienen in een meetrapport te worden opgeleverd. Toetsingscriteria en eisen aan de metingen worden onderstaand nader beschreven.

Afhankelijk van de grootte van de verwachte zettingen, dient als volgt gehandeld te worden:

- A. Als ten gevolge van de werkzaamheden de verwachte zetting van het rijkswaterstaatswerk  $\leq 10$  mm is:
  - o Geen specifieke aanvullende maatregelen van toepassing.
- B. Als ten gevolge van de werkzaamheden de verwachte zetting van het rijkswaterstaatswerk  $> 10$  mm en  $< 20$  mm is:
  - o Melding maken bij handhaving;
  - o Aanpassen meetfrequentie (afhankelijk van uitvoeringstechniek).
- C. Als ten gevolge van de werkzaamheden de verwachte zetting van de Rijksweg  $\geq 20$  mm is:
  - o Melding maken bij handhaving;
  - o Werkzaamheden stop zetten (afhankelijk van uitvoeringstechniek);
  - o In overleg met de wegbeheerder inzetten van beheersmaatregelen en eventueel herstelwerkzaamheden.

Bij de uitvoering van OFT, GFT en DBT (direct gestuurde boortechniek) dient te allen tijde een monitoring te worden uitgevoerd conform onderstaande opzet:

1. 0-meting voorafgaand aan het uitvoeren van de werkzaamheden;
2. meting direct na afloop van de werkzaamheden;
3. meting circa één maand na afloop van de werkzaamheden;
4. opleveren meetresultaten in rapportage.

De monitoring bij een HDD is afhankelijk van het risicoprofiel en zal bij de toetsing van het boorplan worden vastgesteld. Indien monitoring noodzakelijk is, is onderstaande opzet van toepassing:

1. 0-meting voorafgaand aan het uitvoeren van de werkzaamheden;
2. na elke procesgang<sup>[1]</sup> een meting uitvoeren, waarna een toetsing van de resultaten plaatsvindt aan de bovengenoemde criteria;
3. meting direct na afloop van de werkzaamheden;
4. meting circa één maand na afloop van de werkzaamheden;
5. opleveren meetresultaten in rapportage.

Voor niet beschreven technieken dient nader bepaald te worden uit welke onderdelen het monitoringsprogramma dient te bestaan.

De minimaal benodigde opzet van de meetraaien van de monitoring om optredende schade vast te leggen, is onderstaand vermeld:

Opzet meetraaien

- a) De meting betreft een hoogtemeting op de uiterste rechterraand van de verharding van de weg in beide richtingen (veelal rand vluchtstrook). De meetpunten bevinden zich recht boven het boortracé (0) en daarvandaan aan weerszijden elke meter over de eerste 5 meter (-1, -2, -3, -4, -5, 0, 1, 2, 3, 4, 5 meter);
- b) Indien de boring ter plaatse van het kruisen van de weg dieper ligt dan 10 meter onder het wegdek, dient de reeks meetpunten te worden aangevuld met meetpunten steeds 2 meter verder tot een afstand van de helft van de diepte van de boring (bijvoorbeeld een boring op 16 meter diepte: de reeks aanvullen met 7 en 9 meter);
- c) De maximale meetfout bedraagt <5 mm.

---

<sup>1</sup> Onder een procesgang wordt hierbij verstaan de pilot-boring, een ruimgang, het intrekken van de leiding of een combinatie hiervan.

## Bijlage B Eisen monitoring werkzaamheden naast/langs wegen

Door werkzaamheden langs of naast de weg kan schade ontstaan aan de bestaande Rijksweg. De schade uit zich veelal in een zichtbare en meetbare verzakking (zetting, zonk) aan de verharding en/of objecten.

In relatie tot het leggen van kabels en leidingen worden onder werkzaamheden beoogd het realiseren van pers- en ontvangstuipen alsmede open ontgravingen parallel aan de weg. Voorafgaand aan dergelijke werkzaamheden binnen het beheersgebied van de Rijksweg, waarbij zettingen van de Rijksweg kunnen optreden, dient een inschatting te worden gemaakt van de grootte van de verwachte zettingen. Deze beschouwing dient ter toetsing te worden aangeboden aan Rijkswaterstaat bij het 'Steunpunt Wegen en Geotechniek' van afdeling Wegen en Geotechniek van Rijkswaterstaat Grote Projecten en Onderhoud (RWS-GPO).

Afhankelijk van de grootte van de te verwachte zettingen worden de volgende 3 situaties onderscheiden:

- A. Als ten gevolge van de werkzaamheden de verwachte zetting van de Rijksweg  $\geq 20$  mm is, zal mogelijk herstel van de wegverharding nodig zijn. De wegbeheerder zal moeten beoordelen of dit acceptabel is en wat de voorwaarden hierbij zijn;
- B. Als ten gevolge van de werkzaamheden de verwachte zetting van de Rijksweg  $> 10$  mm en  $< 20$  mm is het volgende monitoringsprotocol van toepassing:
  - o Voorafgaand aan de werkzaamheden: het uitvoeren van een nulmeting op alle mogelijk te beïnvloeden weggedeelten, per rijstrook, met een onderlinge afstand van 5 meter (in langsrichting) en een maximale meetfout van 5 mm;
  - o Tijdens de werkzaamheden<sup>[2]</sup> en direct na afloop van de werkzaamheden: monitoring van deze meetpunten met een op de uitvoeringswijze afgestemde meetfrequentie en een signaleringswaarde<sup>[3]</sup> van 15 mm en een stopwaarde<sup>[4]</sup> van 20 mm;
  - o Na afloop van de werkzaamheden: het overleggen van een monitoringsrapport met een laatste meting circa één maand na voltooiing van de werkzaamheden.
- C. Als ten gevolge van de werkzaamheden de verwachte zetting van de Rijksweg  $\leq 10$  mm is, zijn er geen verdere maatregelen noodzakelijk.

<sup>2</sup> Meetfrequentie nader te bepalen op basis van risicoprofiel.

<sup>3</sup> Signaleringswaarde betekent in overleg met de wegbeheerder inzetten van beheersmaatregelen.

<sup>4</sup> Stopwaarde betekent direct stopzetten van de werkzaamheden.

## Bijlage C Eisen aan berekeningen en rapportages vanuit Eisen-set RWS

### Algemeen

De in deze bijlage opgenomen teksten zijn afkomstig c.q. afgeleid uit de Rijkswaterstaat documenten 'Eisen Onderbouw' alsmede 'Eisen Berm' en dienen te worden toegepast bij het uitvoeren en rapporteren van zettings- en/of stabiliteitsberekeningen.

De ontwerprapportage voor de in deze bijlage opgenomen aspecten dient zodanig te zijn gedocumenteerd, dat het gehele ontwerpproces en met name de beheersing van de risico's gedurende alle ontwerp- en bouwfases toetsbaar is en volledig inzichtelijk voor derden. Onder het gehele ontwerpproces wordt o.a. verstaan:

- een analyse van de risico's als gevolg van de geologische situatie;
- een motivatie van de eventuele inzet van extra veld- en laboratoriumonderzoek;
- een motivatie van de keuze van berekende doorsneden;
- het gebruikte rekenmodel met bijbehorende parameterkeuze;
- een monitoringsplan met vermelding van meetmethoden, nauwkeurigheden, meetlocaties- en frequenties, signalerings- en interventiewaarden, analyse van de meetresultaten;
- een protocol voor de eventuele inzet van beheersmaatregelen.

In de volgende paragrafen zijn voor zettingen en stabiliteit nog enkele specifieke eisen gesteld aan de betreffende ontwerprapportages.

### Zetting

Bij de aanleg van een kabel of leiding met een boortechniek of open ontgraving kunnen verschillende aspecten vanuit de uitvoering van invloed zijn op het optreden van zettingen van het rijkswaterstaatswerk. Enkele aspecten zijn: installeren en verwijderen damwand, ontgravingen, ophogen, verdichten, grondwaterstandvervalgingen e.d.

Voor het in beeld brengen van de verschillende aspecten dient een zettingsanalyse te worden opgesteld. De zettingsanalyse dient inzicht te geven in de te verwachten zettingen van het rijkswaterstaatswerk. Indien beheersmaatregelen worden getroffen om de zettingen van het rijkswaterstaatswerk te beperken, dient een beoordeling van de risico's bij toepassing van deze maatregelen te worden opgesteld. Voor de effecten vanuit onder andere bemalingen, ophogingen en ontgravingen dienen voor maatgevende locaties berekeningen te worden toegevoegd, welke zijn gemaakt met een recente versie van het programma D-Settlement. De digitale rekenfiles hiervan dienen te worden meegeleverd.

Afhankelijk van het resultaat van de zettingsanalyse dient een monitoringsplan zettingen te worden opgesteld. De aan te houden grenswaarden hiervoor zijn gegeven in bijlage A en B. In het monitoringsplan dient te worden beschreven hoe en waar zal worden gemeten. In het monitoringsplan dienen ook SMART geformuleerde interventiewaarden en beheersmaatregelen te worden vastgesteld. In het monitoringsrapport dienen de meetresultaten, interpretatie van de gegevens en eventueel genomen beheersmaatregelen tijdens de uitvoering te worden opgenomen in het 'als-uitgevoerd dossier'.



### Stabiliteit

De stabiliteitsberekening dient inzicht te geven in de stabiliteit van het in gebruik zijnde rijkswaterstaatswerk tijdens de realisatiefase en de gebruiksfase van de kabel en/of leiding. Bij het berekenen van stabiliteit dient voor enkele maatgevende locaties gebruik te worden gemaakt van een recente versie van het programma D-Geo Stability. De digitale rekenfiles hiervan dienen beschikbaar gesteld te worden.

Er dient te worden gerekend volgens ontwerpbenadering OB3 van de NEN 9997-1, uitgaande van betrouwbaarheidsklasse RC-1 en een variabele bovenbelasting met een representatieve waarde van 20 kPa op de gehele rijbaan. Hierbij dient de veiligheid tegen afschuiven (stabiliteitsfactor) minimaal 1,0 te bedragen.

Voor het bepalen van de effectieve korrelspanning ten gevolge van de variabele bovenbelasting dient te worden gerekend met een aanpassingspercentage van de waterspanning van maximaal 10%.

In de berekeningen dienen waterspanningen ten gevolge van de realisatie van de kabel en/of leiding te worden meegenomen.

Indien zich in het talud folieconstructies bevinden, dient in het ontwerp bijzondere aandacht te worden besteed aan de veiligheid tegen afschuiven van de folie of van materiaal langs de folie.