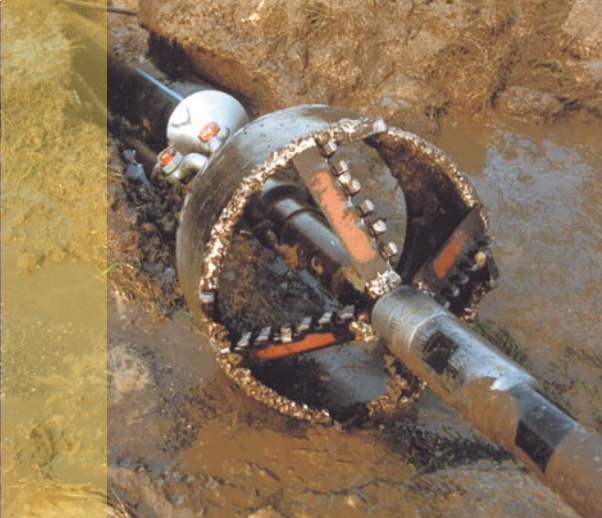


Handleiding Wegenbouw
Ontwerp Onderbouw

Richtlijn Boortechnieken

januari 2004



Handleiding Wegenbouw Ontwerp Onderbouw

Richtlijn Boortechnieken

januari 2004



Horizontaal Gestuurde
Boring



Open Front Techniek



Gesloten Front Techniek



Pneumatische Boor
Techniek

De Richtlijn Boortechneiken, januari 2004 vervangt de Richtlijn Boortechneiken, november 1995.

ISBN 90-369-5542-4

DWW-publicatie DWW-2003-047

Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft, januari 2004

Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat (DWW) heeft een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het verwerken van de in deze richtlijn vervatte gegevens.

Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat zich toch onjuistheden in deze richtlijn kunnen bevinden. De gebruiker van deze richtlijn aanvaardt daarvoor het risico.

Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat sluit, mede ten behoeve van de auteursrechthebbenden op bepaalde tekst, figuren en tabellen uit deze richtlijn, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze richtlijn.

Voorwoord

Voor u ligt de tweede versie van de Handleiding Wegenbouw, Ontwerp Onderbouw, Richtlijn Boortechnieken, uitgegeven door de Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) van de Rijkswaterstaat. De eerste uitgave van november 1995 komt hiermee te vervallen.

De richtlijn is bedoeld als normatieve leidraad aan de hand waarvan alle betrokken Rijkswaterstaatsdiensten afhankelijk van de lokale situatie een (ontwerp)vergunning en uitvoeringsvoorwaarden kunnen opstellen. Bij het opstellen van de voorwaarden is overleg tussen Rijkswaterstaat en de leidingbeheerders gewenst.

Wijzigingen ten opzichte van de eerste versie

De wijzigingen die in deze versie zijn aangebracht betreffen:

- indeling van de hoofdstukken, waarin per techniek de beschrijving en de criteria in hetzelfde hoofdstuk worden behandeld
- aanpassingen betreffende het grondonderzoek voor kleine HDD-boringen
- uitbreiding betreffende de toepassing van HDD-boringen onder waterwegen
- algemene wijzigingen naar aanleiding van de huidige stand der techniek.

Projectgroep en andere betrokkenen

De tweede versie van de Richtlijn Boortechnieken is vervaardigd door H. Grootveld, ir. A.J. Grashuis en ing. W.B. Ponsteen van de productgroep Geotechniek en Wegfunderingen (IRGEO) van de afdeling Realisatie en Onderhoud, Infrastructuur van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat. Een werkgroep van de NSTT (Nederlandse Vereniging voor Sleufloze Technieken en Toepassingen) heeft haar inbreng gehad door deze tweede versie, net als de eerste versie, te toetsen.

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	1
Inleiding.....	5
1 Horizontaal Gestuurde Boring	9
1.1 Beschrijving techniek	9
1.2 Ontwerp	12
1.3 Grondonderzoek.....	15
1.4 Uitvoering	18
1.5 HDD-boringen onder waterwegen.....	21
1.6 Checklist HDD-boringen	23
2 Open Front Techniek	27
2.1 Open Front Techniek.....	27
2.2 Ontwerp	28
2.3 Grondonderzoek.....	32
2.4 Uitvoering	34
2.5 Checklist Open Front Techniek	37
3 Gesloten Front Techniek.....	41
3.1 Beschrijving techniek	41
3.2 Ontwerp	43
3.3 Grondonderzoek.....	46
3.4 Uitvoering	48
3.5 Checklist Gesloten Front Techniek	51
4 Pneumatische Boor Techniek.....	55
4.1 Beschrijving techniek	55
4.2 Ontwerp	57
4.3 Grondonderzoek	59
4.4 Uitvoering	60
4.5 Checklist Pneumatische Boor Techniek	63
Register.....	65
Begrippen en definities	67

Inleiding

Bij toepassing van de in de richtlijn gegeven uitvoeringsvoorwaarden en controles zal het, zowel voor de vergunningverlener als voor de uitvoerder, eenvoudiger zijn om op uniforme wijze een boring of een persing onder een rijksweg of waterweg te beoordelen respectievelijk uit te voeren. Bij een project betreffende een leidingkruising zijn in het algemeen vier hoofdfasen te onderscheiden. Deze fasen zijn:

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

Deze richtlijn heeft vooral betrekking op de vergunningsfase en de uitvoeringsfase. Dat neemt niet weg dat de ontwerper van de kruising in de voorbereidingsfase al overleg zal voeren en dat ook dan al grondonderzoek moet plaatsvinden. Tevens kan de ontwerper in de voorbereidingsfase reeds kennis nemen van de criteria in deze richtlijn

In deze richtlijn wordt informatie verstrekt over de verschillende hoofdcategorieën boortechnieken die in Nederland worden toegepast, namelijk de horizontaal gestuurde boring (HDD), de open front boortechniek (OFT), de gesloten front boortechniek (GFT) en de pneumatische boortechniek (PBT). De richtlijn betreft specifiek uitvoeringstechnische toepassings- en controlecriteria bij leidingkruisingen onder rijkswegen en waterwegen, waarbij uitgegaan is van de huidige normen zoals NEN 3650-1 t/m NEN 3650-5, NEN 3651, NPR 3659. In de richtlijn zijn geen eisen opgenomen ten aanzien van de constructie van pers- en ontvangstuipen en evenwijdige leidingtracés. Wel kunnen ten aanzien van de pers- en ontvangstuipen eisen worden gesteld. De bestaande normen, richtlijnen en algemene vergunningsvoorwaarden blijven echter onverminderd van kracht.

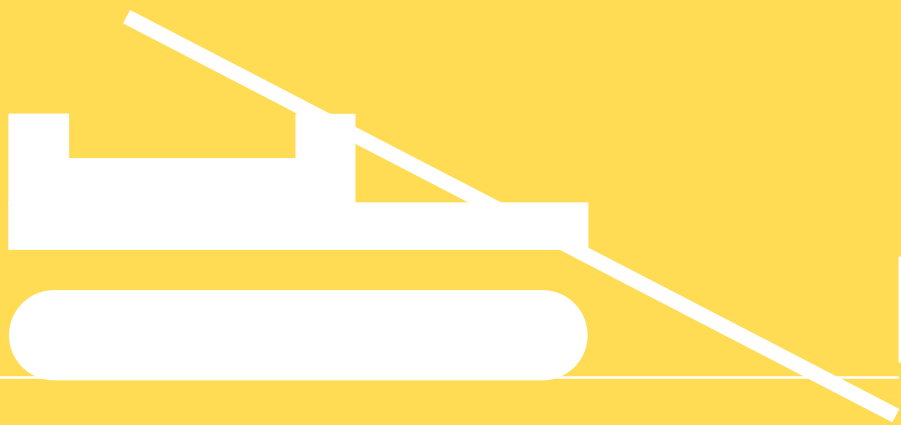
Voor geotechnische en uitvoeringstechnische aspecten van leidingkruisingen met rijkswegen en waterwegen kan desgewenst contact worden opgenomen met de productgroep Geotechniek en Wegfunderingen (IRGEO) van de afdeling Realisatie en Onderhoud infrastructuur van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde, postbus 5044, 2600 GA Delft (015-2518518).

Geadviseerd wordt voor de controle van de uit te voeren sterkteberekeningen voor alle lage en hoge drukleidingen én voor alle leidingen vanaf een leidingdiameter van 300 mm contact op te nemen met:

*Provincie Zuid-Holland, Directie Water en Milieu
Postbus 90602, 2509 LP Den Haag
Telefoonnummer 070-4416261*

Deze dienst heeft o.a. als taak om voor vergunningverlenende instanties, tegen kostprijs, vergunningaanvragen voor leidingkruisingen, voor wat betreft de sterkteberekeningen, te toetsen aan de geldende voorschriften.

Horizontaal Gestuurde Boring



HDD





1 Horizontaal Gestuurde Boring

1.1 Beschrijving techniek

1.1.1 Algemeen

Het kenmerk van dit boorsysteem is dat de boring vanaf het maaiveld plaatsvindt. Bij deze boortechniek zijn in het algemeen geen bouwkuipen en grondwaterstandsverlagingen nodig. Een minimale gronddekking is noodzakelijk om de invloed op de omgeving te beperken en om voldoende boorspoeldruk op te bouwen om te kunnen boren.

Voor het uitvoeren van een HDD-boring zijn o.a. een mengunit en een boorunit benodigd. De afmeting van de boorunit hangt onder meer af van de grondsoort, de diameter en de lengte van de leiding of mantelbuis. Drie categorieën zijn te onderscheiden, namelijk de mini-, de midi- en de maxi-rig, gerelateerd aan de maximale trekkracht van de machine. Alle boorstellingen werken volgens hetzelfde principe. 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, eventueel gevolgd door één of meerdere ruimeroperaties. Daarna wordt de productleiding geïnstalleerd. Het intrekken van de productleiding kan in bepaalde situaties gelijktijdig plaatsvinden met de laatste ruimeroperatie.

1.1.2 Pilotboring

Aan de voorkant van de pilotbuis is een boorkop met snijmessen (boorspoelmotor) of een spuitjet aangebracht. De boorkop met snijmessen wordt aangedreven door een mengsel van water en bentoniet onder druk in de pilotbuis te voeren. De boorkop met snijmessen schraapt en spoelt de grond op beheerste wijze weg. Een spuitjet spuit en spoelt de grond op beheerste wijze weg. De boorspoeling wordt via de pilotbuis naar de boorkop getransporteerd en wordt samen met de losgewoelde grond langs de buitenzijde van de pilotbuis door het boorgat afgevoerd. Als bij een pilotbuis de wrijving tussen de buiswand en de grond, ondanks de smerende werking van de boorspoeling, te groot wordt, kan een stalen



spoelbuis (wash-over pipe) roterend over de boorstreng gedrukt worden. Over het eerste gedeelte van de pilotbuis 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 uitknikken van de boorstang.

De samenstelling van de boorspoeling is afhankelijk van de diepte, de grondsoort en de kwaliteit van het grondwater waarin geboord wordt.

1.1.3 Ruimen van het boorgat

Nadat de pilotbuis bij het uittredepunt boven de grond is gekomen, wordt op het uiteinde van de pilotbuis een ruimer gemonteerd. Vervolgens wordt de pilotbuis met ruimer teruggetrokken. De ruimer wordt met een draaiende beweging door het voorgeboorde pilotboorgat teruggetrokken. Op de ruimer zijn behalve jets, waardoor de boorspoeling naar buiten gespoten wordt, soms ook messen, kammen of tanden aangebracht (afhankelijk van de grondslag waarin geboord wordt). De los gespoten grond wordt langs de buitenzijde van de pilotbuis of door het geruimde boorgat in de retourstroom van de boorspoeling afgevoerd naar het maaiveld. Achter de ruimer wordt opnieuw een boorstang of de productleiding 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.

1.1.4 Intrekken productleiding

Tenslotte wordt tijdens de laatste fase van de booroperatie de productleiding achter de ruimer gekoppeld en in een boorgat met een grotere diameter dan die van de productleiding getrokken. Het boorgat blijft ook dan geheel gevuld met de boorspoeling vermengd met grond. De boorgatdiameter moet kleiner zijn dan anderhalf maal de diameter van de productleiding dan wel de omhullende diameter van de bundel. Daarnaast mag de straal van het boorgat niet groter zijn van 3" à 4" (75 mm à 100 mm) ten opzichte van de straal van de productleiding.

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

1.1.5 Bestuurbaarheid

De horizontale boormethode is zeer goed bestuurbaar en de positie van de boorkop kan 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 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 handgedragen 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.

In aanvulling op methode 2 om de positie van de boorkop onder de grond te controleren zijn twee systemen beschikbaar, te weten:

- 2.1 Het Tru-tracker systeem bestaat uit een elektrische kabel die in een veelhoek op het maaiveld boven het boortracé is uitgelegd. Door met de kabel een lokaal magnetisch veld te activeren met een bekende intensiteit kan in de boorkop de positie van de kabel worden ingemeten. De locatie van de kabel is bekend en daarmee is dan ook de positie van de boorkop bekend.
- 2.2 Para-track systeem werkt net als het Tru-Tracker systeem met een eigen magnetisch veld. Vanaf het intredepunt wordt één draad naar het uittredepunt uitgelegd. De uiteinden worden middels aardpennen met de aarde verbonden. De plaats van de draad wordt ingemeten. Via de draad wordt een magnetisch veld opgewekt. De steering tool in de boorkop reageert op het magnetisch veld. Een tweede mogelijkheid is om de draad niet op het maaiveld maar in een 2° parallel liggende boring aan te leggen.

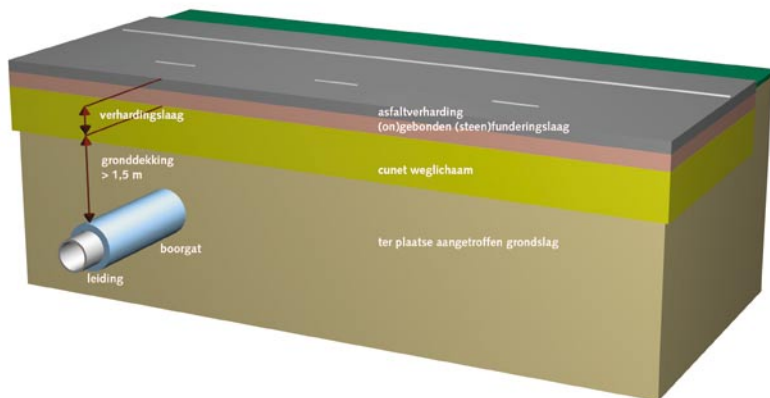


1.2 Ontwerp

1.2.1 Aanlegniveau

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

De afstand tussen het laagste punt van de onderzijde van de ongebonden of gebonden (steen)funderingslaag van de verharding en de bovenzijde van het boorgat.



Figuur 1 schematische weergave van de gronddekking voor horizontaal gestuurde boringen

In figuur 1 wordt een schematische weergave gegeven van de gronddekking voor horizontaal gestuurde boringen. Indien de dikte van de verhardingslaag (inclusief de (on)gebonden (steen)funderingslaag) niet bekend is en er zijn geen aanwijzingen dat de dikte van de verhardingslaag groter is dan 0,5 m dan dient aangenomen te worden dat deze 0,5 m is.

In verband met voldoende gronddekking gelden de volgende eisen.

MINIMALE DEKKINGSEIS

De gronddekking ter plaatse van de verharding moet overal minimaal 1,5 m bedragen.

Voorbeeld: De minimale eis ten aanzien van de gronddekking van 1,5 m betekent praktisch gezien een dekking van minimaal 2,0 m tussen de bovenkant verharding en de bovenkant boorgat (1,5 m gronddekking + 0,5 m verhardingslaag).



VEILIGHEIDSEIS PLASTISCHE ZONE

Om grondbreuk tijdens het boren te voorkomen moet de straal van de plastische zone ruim beneden het maaiveld blijven. De straal van de plastische zone is gekoppeld aan de gronddekking. Op de straal van de plastische zone in klei/veen en zandgronden dient een minimale veiligheid van respectievelijk 2,0 en 1,5 te worden gehanteerd. De bepaling van de plastische zone dient volgens NEN 3650-1 artikel E2 te worden uitgevoerd. Aan de hand van de straal van de plastische zone kan de maximaal toelaatbare boorspoeldruk worden bepaald volgens paragraaf 1.2.4.

Uit recent onderzoek is gebleken dat bij een niet cohesieve grondslag (bijv. zand of leem) grondbreuk eerder kan optreden. In voorkomende gevallen kan een extra toets nodig zijn waarbij de straal van de plastische zone als volgt dient te worden bepaald:

$$R_{p;\max} = \sqrt{\frac{R_0^2}{Q} \cdot 2 \cdot \varepsilon_b}$$

waarbij ε_b = de rek van het boorgat. Voor zand wordt 0,05 aangehouden.

Een verdere toelichting op de gehanteerde parameters is te vinden in de NEN 3651, ijlage E2.2.

OVERIGE EISEN

In het ontwerp dient rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van verticale en/of horizontale doorsnijdingen, zoals bijvoorbeeld verticale kunststofdrainage, zandpalen en horizontale drainage. Indien horizontale drainage aanwezig is dan moet de leiding minimaal 0,5 m beneden de onderkant van de drainage worden aangebracht. Indien verticale drainage aanwezig is dan moet de leiding minimaal 2 meter beneden de onderkant van de drainage worden aangebracht. Van deze eisen mag worden afgeweken als aangetoond is dat bij doorsnijding van de horizontale en/of verticale drainage geen gevaar bestaat voor de wegconstructie.

1.2.2 Afstandseisen

Voor de afstand tussen de nieuw aan te leggen leiding en eventuele bebouwing, kunstwerken, wegverhardingen, parallel gelegen leidingen en overige belendingen dient NEN 3650-1 hoofdstuk 6 en NEN 3651 artikel 6.1 t/m artikel 6.4 te worden aangehouden. De minimale afstand tot een parallel gelegen leiding/boring dient minimaal 5 m te bedragen tenzij aangetoond dat een geringere afstand toelaatbaar is.

1.2.3 In- en uittredepunt

Het in- en uittredepunt 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.

1.2.4 Boorspoeldrukberekeningen

Een HDD-boring mag niet worden toegepast zonder voorafgaande analyse en rapportage van de toe te passen boorspoeldrukken en bijbehorende maximale straal van de plastische zone. De druk van de boorspoeling tijdens het inbrengen van de pilotbuis mag niet boven een vooraf, op basis van onderzoek, vastgestelde waarde uitkomen. De maximaal toelaatbare boorspoeldruk ter plaatse van de boorkop of ruimer in het boorgat dient voor elke doorloophase van het boorproces te worden berekend volgens NEN 3650-1 artikel E2. Bij voorkeur dient daarnaast voor zowel de pilotboring als de verschillende ruimerdoorgangen bepaald te worden wat de leidingweerstand zijn in de slangen, boorstangen en spuitnozzles c.q. boorspoelmotor. Dit betreft het totale drukverlies tussen de pomp en het boorgat ter plaatse van de boorkop. Het drukverlies hoeft niet te worden bepaald indien de druk in het boorgat ter plaatse van de boorkop wordt gemeten.

De maximaal toelaatbare boorspoeldruk in het boorgat plus het totale drukverlies levert de maximaal toelaatbare boorspoeldruk die afleesbaar is op de meter van de bedieningsconsole. Bij voorkeur dient ook de minimaal benodigde boorspoeldruk te worden berekend. De marge tussen de minimaal benodigde en maximaal toelaatbare boorspoeldruk in het boorgat dient minimaal 50 kPa te bedragen, behalve nabij het in- en het uittredepunt.

De diameter van het boorgat mag maximaal 1,3 à 1,5 maal de leidingdiameter bedragen. Voor bundels geldt een maximale diameter van het boorgat van 1,3 maal de omhullende diameter van de bundel. De maximaal toelaatbare boorspoeldrukken dienen minimaal berekend te worden op de maatgevende doorsneden zoals ter hoogte van de rand verharding, de diepste ligging van de boring (veelal hart rijksweg/rijbaan), grondlaagovergangen, etc.

1.2.5 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 of geen probleem vormt. Dit geldt ook indien andere watervoerende grondlagen worden doorsneden waar een andere stijghoogte van het grondwater heerst dan de freatische grondwaterstand. Als in de gebruiksfase een kwelsituatie kan ontstaan dient, ter voorkoming van langsloopsheid of piping, de diepteligging van de leiding door middel van een kwelberekening te worden bepaald (deze berekening mag niet in strijd zijn met de minimaal benodigde en maximaal toelaatbare boorspoeldrukken). Het resultaat van deze berekening dient te worden afgestemd op de maatgevende stijghoogte of passende maatregelen dienen te worden getroffen om kwel te voorkomen.



1.3 Grondonderzoek

Door middel van het grondonderzoek wordt inzicht verkregen in de bodemopbouw ter plaatse van en over de lengte van het boortracé. Tevens wordt grondmechanische informatie 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 afstand van 5 tot 10 meter uit het geplande tracé. De minimale afstand van 5 meter is nodig omdat er gedurende het boorproces kortsluiting met de sondeer- en boorgaten kan ontstaan waardoor de boorvloeistof via deze gaten naar de oppervlakte wordt geperst. Als het onderzoek binnen de gestelde afstand uit het tracé wordt uitgevoerd moeten alle sondeer- en boorgaten met een zwelklei altijd worden afgedicht.

De uitkomende grond van de mechanische en/of handboringen dient te worden geclassificeerd volgens NEN 5104 en te worden beschreven in een boorstaat. De klasse, conform de NEN5140, van de sondering dient op de sondeerstaat te worden aangegeven. Het grondonderzoek dient ten opzichte van NAP te worden aangegeven.

1.3.1 Uit te voeren grondonderzoek

Het volgende grondonderzoek moet worden uitgevoerd:

- 1 Aan weerszijden van de weg **direct** naast de verharding dient een sondering met plaatselijke kleef te worden uitgevoerd tot minimaal 5 meter beneden het laagste punt van de boring. Bij boorlengten groter dan 60 meter kan extra grondonderzoek, bij voorkeur in de middenberm, worden vereist.
- 2 Als de sondeerresultaten aan weerszijden van de 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 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 groter dan 600 mm dient het grondonderzoek volgens NEN 3651, bijlage C, te worden uitgevoerd. Bij boringen met een grote diameter zijn de gevolgen van uitvoeringscalamiteiten in het algemeen groot. Door het uitvoeren van een uitgebreider onderzoek wordt meer informatie verkregen over de bodemopbouw (stoornissen, obstakels en dergelijke) hetgeen het uitvoeringsrisico verminderd.

- 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 bodembouw in de omgeving van de kruising worden vereist.

1.3.2 Grondwaterstand

De grondwaterstand dient bekend te zijn. Afhankelijk van het seizoen kan de grondwaterstand fluctueren. Geadviseerd wordt nabij de boorlocatie in een watervoerende laag, die wordt doorboord, een peilbuis te plaatsen zodat tijdens de uitvoering de actuele grondwaterstand bekend is. Opgemerkt dient te worden dat lokaal de waterstand onder de verharding kan afwijken van de naastgelegen polderpeilen.

1.3.3 Kleine HDD Boringen

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

- de diameter van de productleiding dan wel de omhullende diameter van een bundel moet kleiner of gelijk zijn dan 110 mm en de lengte van de boring moet minder of gelijk zijn dan 60 m ($D \leq 110 \text{ mm}$ én $\text{lengte} \leq 60 \text{ m}$)
óf
- de diameter van de productleiding dan wel de omhullende diameter van een bundel moet kleiner of gelijk zijn dan 160 mm en de lengte moet minder of gelijk zijn dan 30 m ($D \leq 160 \text{ mm}$ én $\text{lengte} \leq 30 \text{ m}$).

Met lengte wordt bedoeld de horizontale afstand tussen het intredepunt en het uitredepunt. De *minimale gronddekking* (voor definitie van gronddekking zie 1.2.1) dient overal, dus ook aan de randen van het asfalt, 1,5 meter te bedragen (dit is ten opzichte van de onderkant van de funderingslaag).

Indien aan één van beide lengte-diameter criteria wordt voldaan, kan het uit te voeren grondonderzoek worden beperkt tot het onderstaande:

Lengte van de boring kleiner of gelijk dan 30 m ($\leq 30 \text{ m}$):

- 1 sondering met kleef.

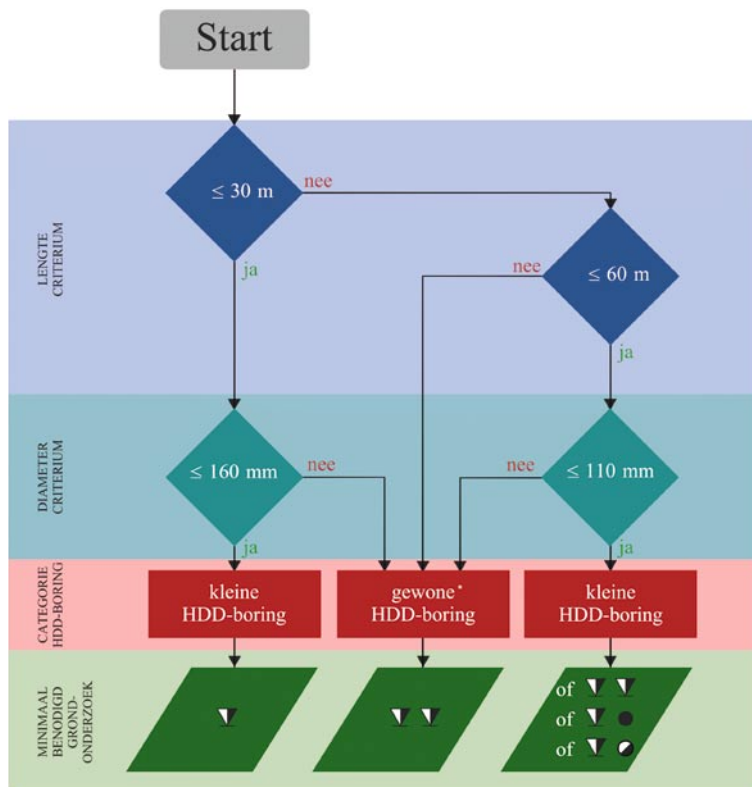
Lengte van de boring tussen 30 m en 60 m ($30 \text{ m} < \text{lengte} \leq 60 \text{ m}$):

- 1 sondering met kleef gecombineerd met 1 handboring óf
- 1 sondering met kleef gecombineerd met 1 mechanische boring óf
- 2 sonderingen met kleef.



Bij elk van de laatste drie opties geldt dat de beide onderzoekslocaties zich aan weerszijden van de te kruisen weg bevinden.

Het grondonderzoek dient **direct** naast de verharding te worden uitgevoerd tot een diepte van minimaal 2 meter onder het diepste punt van de boring. Bij de boringen uitkomende grond dient geclassificeerd te worden volgens NEN5104. De klasse, conform de NEN5140, van de sondering dient op de sondeerstaat te worden aangegeven. Het grondonderzoek dient ten opzichte van NAP te worden aangegeven. Alle ontwerpaspecten conform paragraaf 1.2, zoals de diverse berekeningen, blijven onverminderd van kracht.



- ▽ is sondering met kleef
- is mechanische boring
- is handboring

* Indien de leidingdiameter dan wel de omhullende diameter van een bundel groter is dan 600 mm dient grondonderzoek conform NEN 3651, bijlage C, te worden uitgevoerd.

Figuur 2 stroomschema bij het bepalen van het minimaal benodigde grondonderzoek bij HDD boringen



1.4 Uitvoering

1.4.1 Voortgang en controle

Gedurende het boor- en ruimerproces wordt grond afgevoerd door middel van de boerspoeling. Door de verhoogde druk van de boerspoeling zal het grondgedrag rond het boorgat worden beïnvloed. Als de boerspoeldruk te hoog oploopt kan groundbreuk ontstaan. Tijdens de ruimergangen wordt de boerspoeling eveneens gebruikt om het boorgat te ondersteunen. Het extreem toe- of afnemen van de boerspoeldruk geeft een indicatie voor groundbreuk, obstakels of het inkalven van het boorgat.

De volgende richtlijnen dienen in acht te worden genomen voor een goede voortgang van de boring.

- 1 Tijdens de boring moet de druk van de boerspoeling regelmatig (minimaal om de 5 meter geboorde lengte) worden afgelezen en genoteerd in een logboek. Bij voorkeur dient een continu registratie van de boerspoeldruk plaats te vinden.
- 2 Indien de afvoer van de boerspoeling vermengd met grond wordt belemmerd, is het opvoeren van de druk van de boerspoeling toegestaan tot de vooraf bepaalde maximaal toelaatbare boerspoeldruk. Als het opvoeren tot de maximaal toelaatbare boerspoeldruk niet voldoende is, dient de spelbuis of boorkop te worden teruggetrokken tot voorbij de verstopping. Stagnatie in de afvoer van boerspoeling en grond kan o.a. ontstaan door het (gedeeltelijk) instorten van het boorgat of door het verlies van boerspoeling. Het verdient aanbeveling om de samenstelling van de boerspoeling zodanig aan te passen dat voldoende steun wordt verkregen. Bij slappe grondsoorten zoals veen kan het voorkomen dat niet voldoende druk kan worden opgebouwd om de retourstroom op te bouwen.
- 3 Indien in het boortracé een grondslag met een zout milieu aanwezig is, dient hiermee bij het bepalen van de samenstelling van de boerspoeling rekening te worden gehouden.
- 4 Als de gemeten druk van de boerspoeling 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. Vaak wordt de pompdruk gemeten omdat zich aan de voorzijde van de boorkop geen drukopnemer bevindt. Om de weerstand (drukverlies) tijdens het verpompen naar de boorkop te compenseren zijn de pompdrukken in het algemeen veel hoger dan de heersende boerspoeldruk in het boorgat ter plaatse van



de boorkop. Daarom kan de drukregistratie alleen een globale indicatie geven of sprake is van grondbreuk (drukverlies), instorting of een hindernis (druktoename) Zie tevens paragraaf 1.2.4.

- 5 Tijdens de boring moet de positie van de boorkop (continu) worden afgelezen en genoteerd in een logboek. 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 radiodetection of Tru-tracker plaatsbepalingssysteem), of gelijkwaardig, te worden gecontroleerd. Bij afwijkingen groter dan de toegestane tolerantie dient contact met de vergunningverlener te worden opgenomen.
- 6 Na beëindiging van de boring dienen de in de voorgaande punten genoemde gegevens aan de vergunningverlener te worden verstrekt.

1.4.2 Afwijkingen

- 1 In overleg met de belanghebbenden dienen voor aanvang van de werkzaamheden de afwijkingstoleranties te worden vastgesteld. Afwijkingen groter dan genoemd onder punt 2 zijn slechts toegestaan na zorgvuldige analyse van de mogelijkheden. De afwijkingstolerantie is afhankelijk van de functie van de te boren productleiding en de gronddekkingseisen.
- 2 In de lengte- en breedterichting en de diepteligging van de hartlijn van de leiding mag geen afwijking groter dan de in tabel 1 genoemde waarden optreden.

RICHTING	MAXIMALE 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

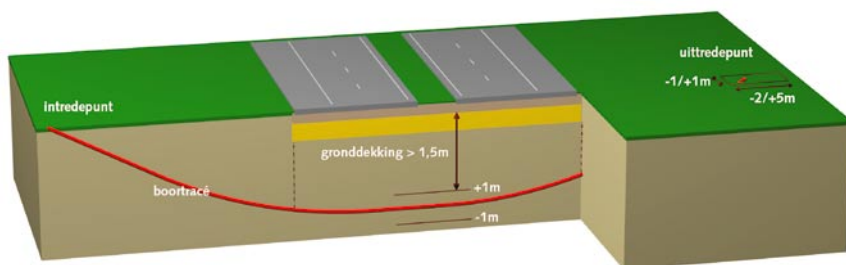
* De minimale gronddekking dient te allen tijde gewaarborgd te blijven (zie 1.2.1).

Tabel 1 maximale toegestane afwijking van theoretische lijn van de boring

De in tabel 1 weergegeven maximale toegestane afwijkingen van de theoretische lijn van de boring zijn schematisch weergegeven in figuur 3. Ten aanzien van de maximaal toegestane afwijkingen kunnen strengere eisen dan genoemd in tabel 1 worden gesteld wanneer dit voor



lokale situaties gewenst is. Een en ander dient door de vergunningverlener te worden bepaald en aan de vergunningaanvrager te worden bekend gemaakt.



Figuur 3 illustratie van maximaal toegestane afwijkingen van de theoretische lijn van het boorplan, conform tabel 1

1.4.3 Maatregelen bij calamiteiten

- 1 Bij grotere afwijkingen van de pilotboring dan genoemd onder 1.4.2 dienen de werkzaamheden te worden onderbroken en dient contact met de vergunningverlener te worden opgenomen. Als het doorvoeren van de productleiding de wegconstructie 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 vervolgen of te beëindigen.
- 2 Indien de boring wordt afgekeurd dient de doorgevoerde leiding te worden gevuld met een door Rijkswaterstaat goedgekeurd vulmiddel.



1.5 HDD-boringen onder waterwegen

In aanvulling op en in afwijking van de voorwaarden voor HDD-boringen onder wegen (zie paragraaf 1.2 t/m 1.4) gelden voor HDD-boringen onder waterwegen behalve de voorwaarden uit NEN 3651 de volgende aanvullende bepalingen:

1.5.1 Vooroverleg

Juist bij het kruisen van waterwegen zijn veelal meerdere eigenaren en beheerders betrokken, zoals Rijkswaterstaat, waterschappen en gemeenten. Vooroverleg met betrokken instanties is gewenst, vooral bij kruisingen met een lengte vanaf 80 meter. Uit dit vooroverleg kan blijken waaraan de vergunningaanvrager dient te voldoen en welke gegevens hij dient aan te leveren. Tevens dient de hoeveelheid en de aard van het grondonderzoek aan de orde te komen. Tijdens het vooroverleg kan ook duidelijk worden of de beoordeling door de dienstkring of door DWW zal worden uitgevoerd.

De beoordeling kan door de dienstkring zelf worden uitgevoerd indien voldaan wordt aan de volgende eisen:

- het betreft geen lage of hoge drukleiding én
- de leidingdiameter dan wel omhullende diameter van een bundel ≤ 160 mm én
- de te boren lengte ≤ 80 m én
- de ligging op voldoende diepte (1.5.2) én
- het waterpeil is lager dan het maaiveldniveau van het aangrenzende land.

1.5.2 Aanlegniveau

Voor drukleidingen geldt te allen tijde een dekking onder de waterbodem van minimaal 10 meter (NEN 3651 artikel 9.6.2.a). Voor drukloze leidingen wordt de volgende minimale gronddekking voorgeschreven (afwijkend van NEN 3651 artikel 9.6.2.a):

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

1.5.3 In- en uittredepunt

Het in- en uittredepunt 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.

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

1.5.4 Afstandseisen

Voor de afstand tussen de nieuw aan te leggen leiding tot eventuele bebouwing, kunstwerken, wegverhardingen, parallel gelegen leidingen en overige belendingen dient NEN 3650-1



hoofdstuk 6 en NEN 3651 artikel 6.1 t/m artikel 6.4 te worden aangehouden. De minimale afstand tot een parallel gelegen leiding/boring dient minimaal 5 m te bedragen tenzij aangetoond dat een geringere afstand toelaatbaar is.

1.5.5 Boorspoeldrukberekeningen

Zie paragraaf 1.2.4.

1.5.6 Kwel, inzijging, piping

In het vooroverleg kan worden aangegeven in hoeverre een uitgebreide kwelanalyse nodig is. Hiervoor is van toepassing NEN 3651 bijlage D. Zie verder paragraaf 1.2.5.

1.5.7 Grondonderzoek

Het grondonderzoek dient zo te worden uitgevoerd dat een goed inzicht wordt verkregen in de grondgesteldheid en de waterhuishouding langs het te boren tracé. Het grondonderzoek dient te worden uitgevoerd naar analogie van paragraaf 1.3.

1.5.8 Mantelbuis

Voor de kruising van een vloeistofleiding met een boezemkade dient een mantelbuis te worden toegepast (NEN 3650-1 artikel 9.6.2 en NEN 3651 artikel 9.6.2b) tenzij aangetoond wordt dat een lek in de productleiding geen probleem zal vormen voor de stabiliteit van de boezemkade. Dit wordt ook geëist voor elke waterweg waar het waterpeil hoger is dan het niveau van het aangrenzende land.

Toelichting: Met boezemwater wordt bedoeld 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. Met boezemkade wordt bedoeld de waterkering van een boezemwater.

1.5.9 Uitvoering

Indien door bijvoorbeeld een calamiteit boorspoeling in de waterweg komt, kunnen door de beheerder of vergunningverlener aanvullende eisen worden gesteld. Zie ten aanzien van de uitvoering verder ook paragraaf 1.4.



1.6 Checklist HDD-boringen

1.6.1 Algemeen

Aan te leveren gegevens bij toetsing door de DWW in het kader van een aanvraag van een vergunning. Voor de omvang van de werkzaamheden en de nadere specificaties wordt verwezen naar de vorige hoofdstukken. De hoogtematen van de tekeningen en het grondonderzoek dienen ten opzichte van NAP te worden aangegeven.

1.6.2 Overzichtstekening

- duidelijke situatietekening, schaal 1 : 500 of 1 : 1000
- dwarsprofiel, lengte- en hoogteschaal 1 : 100 of 1 : 200
- inmeting van de bestaande toestand van de rijksweg
- diepteligging, gronddekking (zie 1.2.1) en diameter van de leiding
- lengte van de productleiding c.q. kruising
- afstand tot andere leidingen of constructies (indien van toepassing)
- samenstelling bundel inclusief boorgatdiameter (alleen bij bundels)
- tekeningnummer, datum, wijzigingen

1.6.3 Grondonderzoek

- situatietekening met onderzoekslocaties
- sonderingen met plaatselijke kleef aan weerszijden van de weg. De klasse, conform de NEN5140, van de sondering dient op de sondeerstaat te worden aangegeven
- onderzoek volgens NEN 3651 (bij leidingdiameter of omhullende diameter > 600 mm)
- handboring c.q. mechanische boring (kleine HDD-boringen)
- beschrijving boring volgens NEN 5104
- laboratoriumonderzoek
- gegevens grondwaterstanden

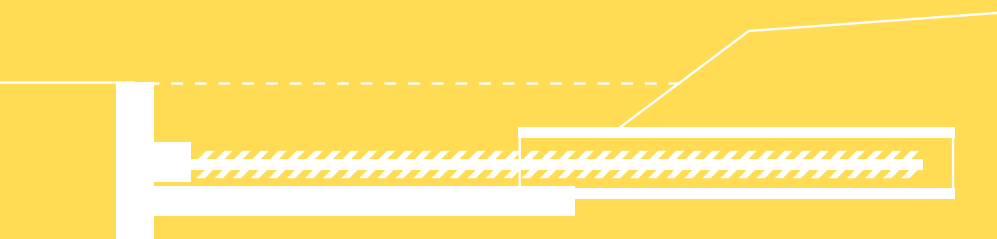
1.6.4 Analyseresultaten

- analyse en prognose boorspoeldrukken
- analyse naar de kans op kwel en eventueel te nemen maatregelen (indien van toepassing)
- zettingsberekeningen (indien van toepassing)
- aangeven van de afwijkingstoleranties
- toe te passen plaatsbepalingssysteem
- goedgekeurde sterkteberekening van de buis (benodigd vanaf een leidingdiameter groter dan 300 mm en bij **alle** lage én hoge drukleidingen)

1.6.5 Controle gegevens

- revisietekening volgens 1.6.2 “overzichtstekening”
- grafiek of logboek met gemeten boorspoeldrukken
- alle positiebepalingen en -metingen
- inmeting van de rijksweg, vooraf een nulmeting en circa 4 weken na voltooiing van de boring een vervolgmeting

Open Front Techniek



2

OFT



2 Open Front Techniek

2.1 Open Front Techniek

2.1.1 Algemeen

Het kenmerk van de open front boortechiek 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. 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. 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 is in het algemeen niet bestuurbaar en tijdens het drukken kunnen afwijkingen ontstaan omdat de snijkop de weg van de minste weerstand zoekt. Naar de wijze van ontgraven kan de open front techniek in twee methoden worden ingedeeld, namelijk de handontgraving en de avegaarmethode. Bij beide methoden wordt het boortracé recht uitgevoerd, horizontaal of onder een hoek, al dan niet op- of aflopend.

2.1.2 Handontgraving

Handontgraving is alleen mogelijk bij menstoegankelijke diameters. Deze methode kan ook worden toegepast voor rechthoekige profielen. 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. Bij het persen in veenpakketten moet rekening worden gehouden met de eventuele aanwezigheid van moerasgas.

2.1.3 Avegaarmethode

De grondafvoer vindt bij deze methode plaats met een avegaar (grondboor). De avegaar bevindt zich direct achter de snijkop. De losgewoelde 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.

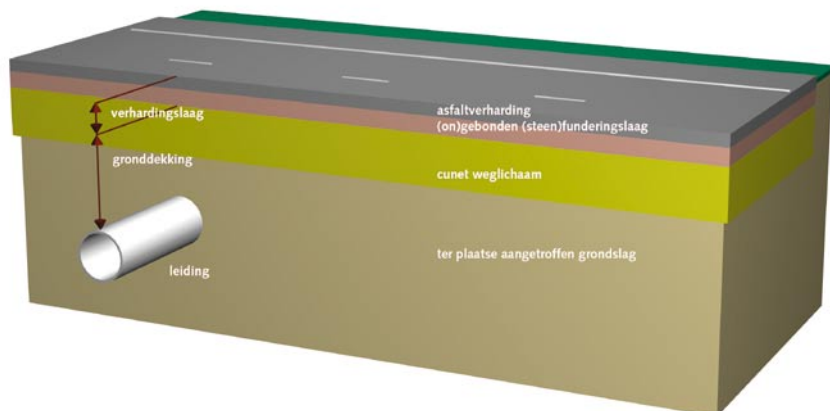


2.2 Ontwerp

2.2.1 Aanlegniveau

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

De afstand tussen het laagste punt van de onderzijde van de ongebonden of gebonden (steen)funderingslaag van de verharding en de uitwendige bovenzijde van de door te voeren leiding.



Figuur 4 schematische weergave van de gronddekking voor open front boortechniek

In figuur 4 wordt 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 groter is dan 0,5 meter dan dient aangenomen te worden dat deze 0,5 meter is.

Voor de gronddekking gelden de volgende eisen, waarbij de hoogste waarde maatgevend is:

DIAMETER EIS

De gronddekking dient op elk punt van het tracé te voldoen aan:

$$\text{gronddekking} = 1,0 \text{ m} + \text{leidingdiameter}$$

PERSLENGTE EIS

De gronddekking dient op elk punt van het tracé te voldoen aan:

$$\text{gronddekking} = 1,0 \text{ m} + 0,01 \times \text{lengte}$$

OVERIGE EISEN

In het ontwerp dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van verticale en/of horizontale doorsnijdingen, zoals bijvoorbeeld verticale kunststofdrainage, zandpalen en horizontale drainage. Indien verticale drainage aanwezig is dan moet de leiding minimaal 2 meter beneden de onderkant van de drainage worden aangebracht. Van deze eis mag worden afgeweken als aangetoond is dat bij doorsnijding van de verticale drainage geen gevaar bestaat voor de wegconstructie.

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 afgeweken worden van deze eisen.

Het aanlegniveau dient te worden bepaald ten opzichte van NAP.

aanlegniveau = onderzijde funderingslaag - gronddekking - leidingdiameter

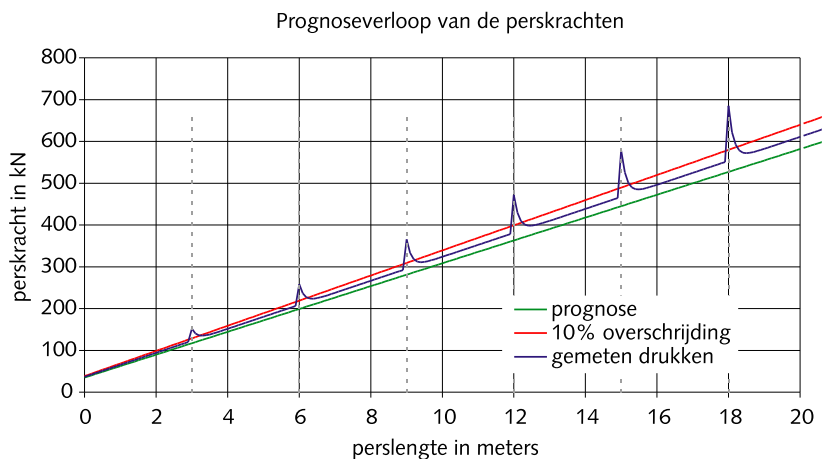
Voorbeeld: Bij een open front boortechniek met een leidingdiameter van 0,8 meter en een lengte van 30 meter bedraagt de minimale gronddekking het maximum van $[1\text{ m} + 0,8\text{ m}]$ en $[1\text{ m} + 0,01 \times 30\text{ m}]$. De minimale gronddekking bedraagt dan 1,8 meter. Praktisch gezien betekent dit een dekking 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.

2.2.2 Afstandseisen

Voor de afstand tussen de nieuw aan te leggen leiding en eventuele bebouwing, kunstwerken, wegverhardingen, parallel gelegen leidingen en overige belendingen dient NEN 3650-1 hoofdstuk 6 en NEN 3651 artikel 6.1 t/m artikel 6.4 te worden aangehouden.

2.2.3 Perskracht

Een prognose van het verloop van de perskracht dient te worden gemaakt van de maximaal benodigde perskracht die uitsluitend nodig is voor het overwinnen van de wrijvingsweerstand. De prognose van de perskracht dient te worden opgesteld volgens NEN 3650-1, bijlage I 2.1.2.



Figuur 5 schematische weergave van de prognose van het verloop van de perskrachten, de 10% overschrijdingsgrens en de gemeten perskrachten tijdens de uitvoering

2.2.4 Oversnijdingsruimte

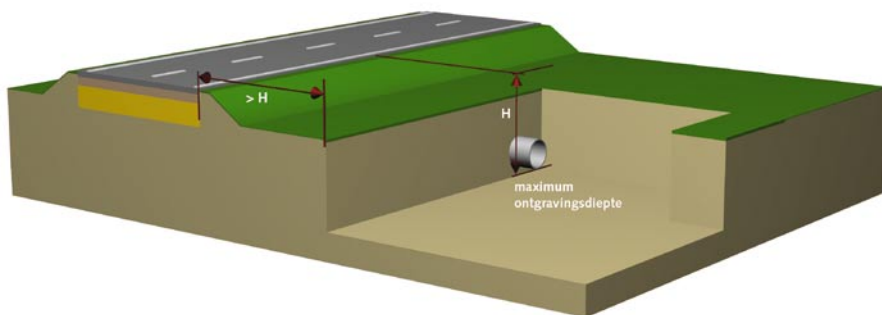
De maximaal toegestane oversnijdingsruimte bedraagt 12,5 mm. Direct na het gereedkomen van de persing dient de oversnijdingsruimte ter hoogte van de verharding te worden vol gegroot om vervormingen van het wegdek te minimaliseren. Ter beperking van schade kan een kleine oversnijdingsruimte worden overwogen (bijvoorbeeld 3 mm).

2.2.5 Pers- en ontvangstuipen

De pers- en ontvangstuipen dienen op voldoende afstand van de rijksweg te liggen, hiermee wordt bedoeld (zie ter toelichting ook figuur 6):

- de afstand tussen de pers- respectievelijk de ontvangstuip en de rand verharding bedraagt minimaal het hoogteverschil (H) tussen de bovenkant verharding en de maximale ontgravingsdiepte in de kuip
- de pers- en de ontvangstuipen mogen geen invloed op de rijksweg hebben (o.a. stabiliteit en vervorming).

Daarnaast kan worden geëist dat een sterkteberekening van de damwand conform de CUR 166 moet worden ingediend.



Figuur 6 schematische weergave van de minimale afstand van de pers- en ontvangstuip ten opzichte van de rand verharding

2.2.6 Drooglegging

De open front boortechniek is niet geschikt voor toepassing onder de grondwaterstand (in verband met instromen van water). Een boring mag niet eerder aanvangen dan nadat tot beneden het aanlegniveau een voldoende drooglegging is verkregen. Onder voldoende drooglegging wordt circa 0,5 meter onder aanlegniveau verstaan. Indien de grondwaterstand wordt verlaagd om voldoende drooglegging te verkrijgen dient te worden aangetoond dat dit geen schadelijke effecten voor de weg (zetting) met zich meebrengt.



2.3 Grondonderzoek

Door middel van het grondonderzoek wordt inzicht verkregen in de bodemopbouw ter plaatse van en over de lengte van het boortracé. Tevens worden grondmechanische parameters verkregen ten behoeve van het opstellen van een perskracht- en/of bemalingsprognose.

Het grondonderzoek dient te worden uitgevoerd op een afstand van 5 tot 10 meter uit het geplande tracé. De minimale afstand van 5 meter is nodig om ongewenste verstoring van de ondergrond te voorkomen. Als het onderzoek binnen de gestelde afstand uit het tracé wordt uitgevoerd, moeten alle sondeer- en boorgaten met een zwelklei altijd worden afgedicht.

De uitkomende grond van de mechanische en/of handboringen dient te worden geclassificeerd volgens NEN 5104 en te worden beschreven in een boorstaat. De klasse, conform de NEN5140, van de sondering dient op de sondeerstaat te worden aangegeven. Het grondonderzoek dient ten opzichte van NAP te worden aangegeven.

2.3.1 Uit te voeren grondonderzoek

Het volgende grondonderzoek moet worden uitgevoerd:

- 1 Aan weerszijden van de weg **direct** naast de verharding dient een sondering met plaatselijke kleef te worden uitgevoerd tot minimaal 5 meter beneden het laagste punt van de boring. Bij boorlengten groter dan 60 meter kan extra grondonderzoek, bij voorkeur in de middenberm, worden vereist.
- 2 Als de sondeerresultaten aan weerszijden van de 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 plaatsvindt dient aan de wegzijde en in de middenberm een sondering te worden uitgevoerd.
- 4 Bij een leidingdiameter groter dan 600 mm dient het grondonderzoek volgens NEN 3651, bijlage C, te worden uitgevoerd. Bij leidingen met grote diameters zijn de gevolgen van uitvoeringscalamiteiten in het algemeen groot. Door het uitvoeren van een uitgebreider onderzoek wordt meer informatie verkregen over de bodemopbouw (stoornissen, obstakels en dergelijke) hetgeen het uitvoeringsrisico verminderd.
- 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 bodemopbouw in de omgeving van de kruising worden vereist.

2.3.2 Grondwaterstand

De grondwaterstand dient goed bekend te zijn. Afhankelijk van het seizoen kan de grondwaterstand fluctueren. Geadviseerd wordt nabij de boorlocatie een peilbuis te plaatsen zodat tijdens de uitvoering de actuele grondwaterstand bekend is. Opgemerkt dient te worden dat lokaal de waterstand in het cunet onder de verharding kan afwijken van de naastgelegen polderpeilen.



2.4 Uitvoering

2.4.1 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 schade van het weglichaam reëel aanwezig.

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 dient de gemeten perskracht en de maximaal benodigde perskracht (prognose) in één grafiek te worden uitgezet. De oliedruk van de vijzel wordt meestal aangegeven in kg/cm^2 . Door vermenigvuldiging met het zuigeroppervlak kan deze druk worden herleid tot de uitgeoefende perskracht. De totaal op de leiding uitgeoefende perskracht is de som van de perskrachten van de afzonderlijke vijzels.
- 2 De positie van de buis moet worden ingemeten als de gemeten perskracht de maximaal benodigde prognosekracht met meer dan 10% overschrijdt. De boring moet worden onderbroken en met de vergunningverlener dient contact te worden opgenomen. Bij het 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 na het aanbrengen van een nieuw buiselement of het starten van de boring.
- 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 nog intact blijven. Echter door trillingen kan dit direct instorten (bijvoorbeeld door de passage van een zware vrachtwagen). Daarom wordt geadviseerd onderstaande eisen aan de avegaar en de aandrijving te stellen.

- 1 De avegaar dient tegen “voor de buis uit boren” te zijn beveiligd. Bij handmatige grondverwijdering dient een visuele controle te worden uitgevoerd om “voorgraven” te voorkomen.
- 2 De afstand vanaf de voorzijde van de avegaar tot aan de snijrand van de leiding dient éénmaal de leidingdiameter te bedragen met een minimum van 0,2 meter. 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. Als een grondprop in de leiding ontstaat is de kans op oppersen van de leiding groot (de leiding is aan de voorzijde volledig gesloten). In het algemeen is dit merkbaar aan het te hoog oplopen van de perskracht. In het geval van ontoelaatbare propvorming mag de avegaar stapsgewijs verder naar voren worden gebracht (eerst proberen met 0,5 maal de leidingdiameter). De minimale afstand tot de voorzijde van de leiding blijft 0,2 meter.
- 3 De aandrijving moet voorzien zijn van een omkeerkoppeling, om zo bij calamiteiten het boorfront te kunnen ondersteunen.

Voor aanvang van de werkzaamheden en circa 1 maand na afloop dient een hoogtemeting van het wegdek te worden uitgevoerd. Bij een gronddekking tot 2 meter dienen hiervoor 5 meetraaien te worden genomen: boven de hartlijn van de productleiding en aan weerszijden hiervan op 1 meter en 2 meter afstand. Bij een grotere dekking dient per meter meer dekking een extra raai aan weerszijden van de hartlijn te worden genomen, steeds op een afstand van 1 meter naast de vorige raai. Per raai dienen minimaal 4 meetpunten te worden opgenomen: van beide rijbanen aan de rechter- en linkerkant van de verharding een meetpunt.

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 voor worden besloten om de leiding éénmaal aan te prikken.

2.4.2 Afwijkingen

De open front boortechniek is voor leidingdiameters tot circa 800 mm 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.



Geadviseerd wordt ten aanzien van de tolerantie tijdens de uitvoering de volgende eisen te hanteren.

- 1 Voor de aanvang van de werkzaamheden dienen, in overleg met de belanghebbenden, de afwijkingstoleranties te worden vastgesteld. Afwijkingen anders dan onder de punten 2 en 3 genoemd zijn slechts toegestaan na zorgvuldige analyse van de mogelijkheden. De afwijkingstolerantie 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 groter zijn dan 1% 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 de weg terecht komt.
- 3 De afwijking naar beneden, naar links of naar rechts, mag niet groter zijn dan 2%, onafhankelijk van de diameter van de leiding.

2.4.3 Maatregelen bij calamiteiten

- 1 Bij geconstateerde grotere afwijkingen dan de in 2.4.2 genoemde punten dient de persing te worden onderbroken en dient contact met de vergunningverlener te worden opgenomen. Als de persing de wegconstructie 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 Rijkswaterstaat goedgekeurd vulmiddel. Ingesloten luchtballen kunnen een volledige vulling van de leiding sterk belemmeren. Afhankelijk van de ligging van de productleiding kan het noodzakelijk zijn extra ontluchtingsbuizen aan te brengen.

2.5 Checklist Open Front Techniek

2.5.1 Algemeen

Aan te leveren gegevens bij toetsing door de DWW in het kader van een aanvraag van een vergunning. Voor de omvang van de werkzaamheden en de nadere specificaties wordt verwezen naar de vorige hoofdstukken. De hoogtematen van de tekeningen en het grondonderzoek dienen ten opzichte van NAP te worden aangegeven.

2.5.2 Overzichtstekening

- duidelijke situatietekening, schaal 1 : 500 of 1 : 1000
- dwarsprofiel, lengte- en hoogteschaal 1 : 100 of 1 : 200
- inmeting van de bestaande toestand van de rijksweg
- diepteligging, gronddekking (zie 2.2.1) en diameter van de leiding
- lengte van de productleiding c.q. kruising
- afstand tot andere leidingen of constructies (indien van toepassing)
- tekeningnummer, datum, wijzigingen

2.5.3 Grondonderzoek

- situatietekening met onderzoekslocaties
- sonderingen met plaatselijke kleef aan weerszijden van de weg. De klasse, conform de NEN5140, van de sondering dient op de sondeerstaat te worden aangegeven.
- peilbuiswaarden + polderpeilen
- onderzoek volgens NEN 3651 (bij leidingdiameter > 600 mm)
- handboring c.q. mechanische boring
- beschrijving van de boring volgens NEN 5104
- laboratoriumonderzoek
- gegevens grondwaterstanden

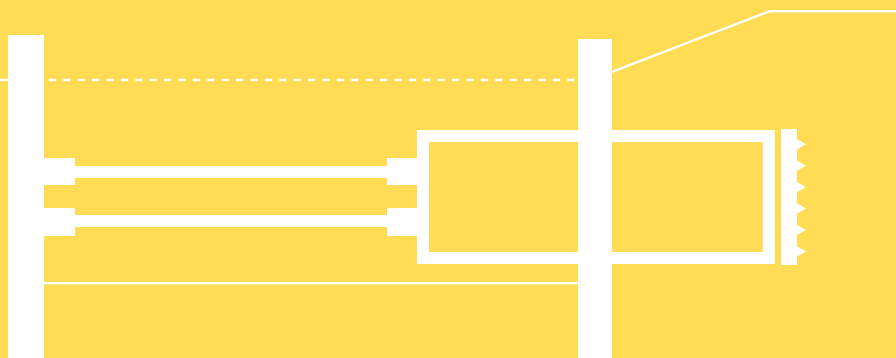
2.5.4 Analyseresultaten

- bemalingsplan inclusief zettingsberekeningen (indien van toepassing)
- prognose van het verloop van de perskracht voor het overwinnen van de wrijvingsweerstand
- aangeven van afwijkingstoleranties
- toe te passen plaatsbepalingssysteem
- oversnijdingsruimte
- goedgekeurde sterkteberekening van de buis (benodigd vanaf een leidingdiameter groter dan 300 mm en bij **alle** lage én hoge drukleidingen)

2.5.5 Controle gegevens

- revisietekening volgens 2.5.2 “overzichtstekening”
- grafiek of logboek met gemeten perskracht en prognose perskracht
- alle positiebepalingen en -metingen
- inmeting van de rijksweg, vooraf een nulmeting en circa 4 weken na voltooiing van de boring een vervolgmeting

Gesloten Front Techniek



GFT



3 Gesloten Front Techniek

3.1 Beschrijving techniek

3.1.1 Algemeen

Het kenmerk van de gesloten front boortechniek is de afgesloten voorzijde van het eerste buiselement door middel van een boormachine met boorschild. De gesloten front boortechniek is geschikt voor het boren onder de grondwaterstand. 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. Als de wrijvingsweerstand op de leiding te groot wordt, waardoor de perscapaciteit wordt overschreden, kunnen eventueel tussenstations worden geplaatst. 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. Rondom de boorkop zijn stuurvijzels geplaatst, waardoor besturing in alle richtingen mogelijk is. De gesloten front boortechniek is goed bestuurbaar. De positie van de boorkop kan door middel van een plaatsbepalingssysteem (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.

Onderscheid kan worden gemaakt tussen diverse boorschilden. Ze berusten allemaal op hetzelfde principe maar hebben een aantal belangrijke verschillen. Elk systeem vereist een watervrije pers- en ontvangstuip met een speciale waterdichte buisdoorvoering. De gesloten front boortechniek is uitermate geschikt voor het boren onder de grondwaterstand omdat de boormachine is voorzien van een waterdicht boorschild. Bij alle systemen kan het boortracé recht en/of (verticaal/horizontaal) gebogen worden uitgevoerd, waarbij een bepaalde minimum radius in acht dient te worden genomen.



3.1.2 Vloeistofschild

Bij een vloeistofschild wordt als steunmedium een vloeistof gebruikt om de stabiliteit van het boorfront in stand te houden. 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 vloeistof en graaft de grond af. De afgegraven grond vermengt zich met de vloeistof 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 vloeistof hergebruikt. Dit type schild is met name geschikt voor het boren in niet-cohesieve gronden.

3.1.3 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.

3.1.4 Schild met een mechanische grondsteun

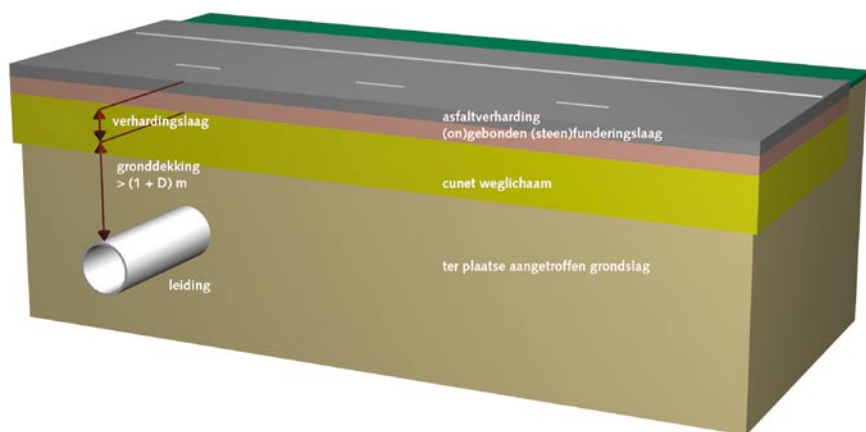
Bij dit type schild wordt het boorfront over nagenoeg de volle doorsnede door het snijrad gesteund. In het snijrad bevinden zich regelbare openingen voor de grondafvoer. De stabiliteit van het boorfront wordt bepaald door de grondwaterstand en de hoeveelheid grond die wordt afgevoerd in relatie tot de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

3.2 Ontwerp

3.2.1 Aanlegniveau

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

De afstand tussen het laagste punt van de onderzijde van de ongebonden of gebonden (steen)funderingslaag van de verharding en de uitwendige bovenzijde van de door te voeren leiding.



Figuur 7 schematische weergave van de gronddekking voor gesloten front boortechniek

In figuur 7 wordt een schematische weergave gegeven van de gronddekking bij het toepassen 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 groter is dan 0,5 meter dan dient aangenomen te worden dat deze 0,5 meter is.

Voor de gronddekking gelden de volgende eisen, waarbij de hoogste waarde maatgevend is.

DIAMETER EIS

De gronddekking dient op elk punt van het tracé te voldoen aan:

$$\text{gronddekking} = 1,0 \text{ m} + \text{leidingdiameter}$$

OVERIGE EISEN

In het ontwerp dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van verticale en/of horizontale doorsnijdingen, zoals bijvoorbeeld verticale kunststofdrainage, zandpalen en



horizontale drainage. Indien verticale drainage aanwezig is dan moet de leiding minimaal 2 meter beneden de onderkant van de drainage worden aangebracht. Van deze eis mag worden afgeweken als aangetoond is dat bij doorsnijding van de verticale drainage geen gevaar bestaat voor de wegconstructie.

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 afgeweken worden van deze eisen.

Het aanlegniveau dient te worden bepaald ten opzichte van NAP.

aanlegniveau = onderzijde funderingslaag - gronddekking - leidingdiameter

Voorbeeld: Bij een gesloten front boortechniek met een leidingdiameter van 0,6 meter en een lengte van 100 meter bedraagt de minimale gronddekking 1,6 (1 m + 0,6 m).

Praktisch gezien betekent dit een dekking 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.

3.2.2 Afstandseisen

Voor de afstand tussen de nieuw aan te leggen leiding en eventuele bebouwing, kunstwerken, wegverhardingen, parallel gelegen leidingen en overige belendingen dient NEN 3650-1 hoofdstuk 6 en NEN 3651 artikel 6.1 t/m artikel 6.4 te worden aangehouden.

3.2.3 Perskracht

Een prognose van het verloop van de perskracht dient te worden gemaakt van de maximaal benodigde perskracht die uitsluitend nodig is voor het overwinnen van de wrijvingsweerstand. De prognose van de perskracht dient te worden opgesteld volgens NEN 3650-1, bijlage I 2.1.2. In de prognose moet een eventuele toepassing van tussenstations worden opgenomen.

3.2.4 Oversnijdingsruimte

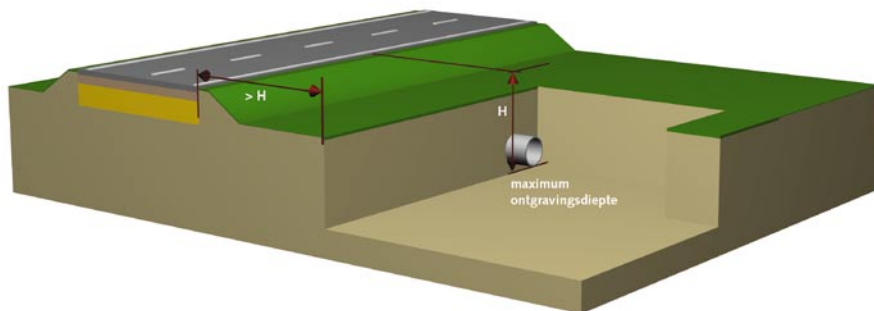
De maximaal toegestane oversnijdingsruimte bedraagt 12,5 mm. Direct na het gereedkomen van de persing dient de oversnijdingsruimte ter hoogte van de verharding te worden vol gegroot om vervormingen van het wegdek te minimaliseren. Ter beperking van schade kan een kleine oversnijdingsruimte worden overwogen (bijvoorbeeld 3 mm).

3.2.5 Pers- en ontvangstuipen

De pers- en ontvangstuipen dienen op voldoende afstand van de rijksweg te liggen, hiermee wordt bedoeld (zie ter toelichting ook figuur 8):

- de afstand tussen de pers- respectievelijk de ontvangstuip en de rand verharding bedraagt minimaal het hoogteverschil tussen de bovenkant verharding en de ontgravingsdiepte in de kuip
- de pers- en de ontvangstuipen mogen geen invloed op de rijksweg hebben (o.a. stabiliteit en vervorming).

Daarnaast kan worden geëist dat een sterkteberekening van de damwand conform de CUR 166 moet worden ingediend.



Figuur 8 schematische weergave van de minimale afstand van de pers- en ontvangstuip ten opzichte van de rand verharding

3.2.6 Boorfrontdruk

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 de 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 gronddrukbalansschild dient de druk van het boorfront te worden bepaald middels een prognose van de neutrale gronddrukken.



3.3 Grondonderzoek

Door middel van het grondonderzoek wordt inzicht verkregen in de bodemopbouw ter plaatse van en over de lengte van het boortracé. Tevens worden grondmechanische parameters verkregen ten behoeve van het opstellen van een perskracht- en/of boorspoeldruk.

Het grondonderzoek dient te worden uitgevoerd op een afstand van 5 tot 10 meter uit het geplande tracé. De minimale afstand van 5 meter is nodig om ongewenste verstoring van de ondergrond te voorkomen en om te voorkomen dat gedurende het boorproces kortsluiting met de sondeer- en boorgaten kan ontstaan waardoor de boorvloeistof via deze gaten naar de oppervlakte wordt geperst. Als het onderzoek binnen de gestelde afstand uit het tracé wordt uitgevoerd, moeten alle sondeer- en boorgaten met een zwelklei altijd worden afgedicht.

De uitkomende grond van de mechanische en/of handboringen dient te worden geclassificeerd volgens NEN 5104 en te worden beschreven in een boorstaat. De klasse, conform de NEN5140, van de sondering dient op de sondeerstaat te worden aangegeven. Het grondonderzoek dient ten opzichte van NAP te worden aangegeven.

3.3.1 Uit te voeren grondonderzoek

Het volgende grondonderzoek moet worden uitgevoerd:

- 1 Aan weerszijden van de weg **direct** naast de verharding dient een sondering met plaatselijke kleef te worden uitgevoerd tot minimaal 5 meter beneden het laagste punt van de boring. Bij boorlengten groter dan 60 meter kan extra grondonderzoek, bij voorkeur in de middenberm, worden vereist.
- 2 Als de sondeerresultaten aan weerszijden van de weg sterk verschillen dient in de midden berm een aanvullend grondonderzoek, bij voorkeur een sondering, te worden uitgevoerd.
- 3 Indien de boring tot aan de middenberm plaatsvindt dient aan de wegzijde en in de middenberm een sondering te worden uitgevoerd.
- 4 Bij leidingdiameters groter dan 600 mm dient het grondonderzoek volgens NEN 3651, bijlage C, te worden uitgevoerd. Bij leidingen met grote diameters zijn de gevolgen van uitvoeringscalamiteiten in het algemeen groot. Door het uitvoeren van een uitgebreider onderzoek wordt meer informatie verkregen over de bodemopbouw (stoornissen, obstakels en dergelijke) hetgeen het uitvoeringsrisico vermindert.

- 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 bodemopbouw in de omgeving van de kruising worden vereist.

3.3.2 Grondwaterstand

De grondwaterstand dient goed bekend te zijn. Afhankelijk van het seizoen kan de grondwaterstand fluctueren. Geadviseerd wordt nabij de boorlocatie een peilbuis te plaatsen zodat tijdens de uitvoering de actuele grondwaterstand bekend is. Opgemerkt dient te worden dat lokaal de waterstand in het cunet onder de verharding af kan wijken van de naastgelegen polderpeilen.



3.4 Uitvoering

3.4.1 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 schade van het weglichaam reëel aanwezig.

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 dient de gemeten perskracht en de maximaal benodigde perskracht (prognose) in één grafiek te worden uitgezet. De oliedruk van de vijzel wordt meestal aangegeven in kg/cm^2 . Door vermenigvuldiging met het zuigeroppervlak kan deze druk worden herleid tot de uitgeoefende perskracht. De totaal op de leiding uitgeoefende perskracht is de som van de perskrachten van de afzonderlijke vijzels.
- 2 De positie van de leiding moet worden ingemeten als de gemeten perskracht de maximaal benodigde prognosekracht met meer dan 10% overschrijdt. De boring moet worden onderbroken en met de vergunningverlener dient contact te worden opgenomen. Bij het 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 na het aanbrengen van een nieuw buiselement of het starten 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. Ten behoeve van de controle dient in een grafiek de gemeten positie ten opzichte van het geplande tracé in zowel horizontale als verticale richting uitgezet te worden. Het verdient aanbeveling om voor de horizontale en verticale positie een aparte grafiek te

gebruiken. Bij afwijkingen groter dan de toegestane tolerantie dient contact met de vergunningverlener te worden opgenomen.

Voor aanvang van de werkzaamheden en circa 1 maand na afloop dient een hoogtemeting van het wegdek te worden uitgevoerd. Bij een gronddekking tot 2 meter dienen hiervoor 5 meetraaien te worden genomen: boven de hartlijn van de productleiding en aan weerszijden hiervan op 1 meter en 2 meter afstand. Bij een grotere dekking dient per meter meer dekking een extra raai aan weerszijden van de hartlijn te worden genomen, steeds op een afstand van 1 meter naast de vorige raai. Per raai dienen minimaal 4 meetpunten te worden opgenomen: van beide rijbanen aan de rechter- en linkerkant van de verharding een meetpunt.

Bij de gesloten front boortechniek 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 de 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 doorpersing moet de druk van de boorspoeling of gronddruk continu worden afgelezen en genoteerd in een logboek. Ten behoeve van de controle dient 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 gronddruksschilden met een natte afvoer.

3.4.2 Afwijkingen

Geadviseerd wordt ten aanzien van de tolerantie tijdens de uitvoering de volgende eisen te hanteren:

- 1 Voor de aanvang van de werkzaamheden dienen, in overleg met de belanghebbenden, de afwijkingstoleranties te worden vastgesteld. Afwijkingen anders dan onder de punten 2 en 3 genoemd zijn slechts toegestaan na zorgvuldige analyse van de mogelijkheden. De afwijkingstolerantie 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 groter zijn dan 1% 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 de weg terecht komt.
- 3 De afwijking naar beneden, naar links of naar rechts, mag niet groter zijn dan 2%, onafhankelijk van de diameter van de leiding.

3.4.3 Maatregelen bij calamiteiten

- 1 Bij geconstateerde grotere afwijkingen dan de in 3.4.2 genoemde punten dient de persing te worden onderbroken en dient contact met de vergunningverlener te worden opgenomen. Als de persing de wegconstructie 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 productleiding te worden afgesloten met een door Rijkswaterstaat goedgekeurd vulmiddel. Ingesloten luchtbellen kunnen een volledige vulling van de leiding sterk belemmeren. Afhankelijk van de ligging van de productleiding kan het noodzakelijk zijn extra ontluchtingsbuizen aan te brengen.

3.5 Checklist Gesloten Front Techniek

3.5.1 Algemeen

Aan te leveren gegevens bij toetsing door de DWW in het kader van een aanvraag van een vergunning. Voor de omvang van de werkzaamheden en de nadere specificaties wordt verwezen naar de vorige hoofdstukken. De hoogtematen van de tekeningen en het grondonderzoek dienen ten opzichte van NAP te worden aangegeven.

3.5.2 Overzichtstekening

- duidelijke situatietekening, schaal 1 : 500 of 1 : 1000
- dwarsprofiel, lengte- en hoogteschaal 1 : 100 of 1 : 200
- inmeting van de bestaande toestand van de rijksweg
- diepteligging, gronddekking (zie 3.2.2) en diameter van de leiding
- lengte van de productleiding c.q. kruising
- afstand tot andere leidingen of constructies (indien van toepassing)
- tekeningnummer, datum, wijzigingen

3.5.3 Grondonderzoek

- situatie tekening met onderzoekslocaties
- sonderingen met plaatselijke kleef aan weerszijden van de weg. De klasse, conform de NEN5140, van de sondering dient op de sondeerstaat te worden aangegeven.
- peilbuiswaarden + polderpeilen
- onderzoek volgens NEN 3651 (bij leidingdiameter > 600 mm)
- handboring c.q. mechanische boring
- beschrijving van de boring volgens NEN 5104
- laboratoriumonderzoek
- gegevens grondwaterstanden

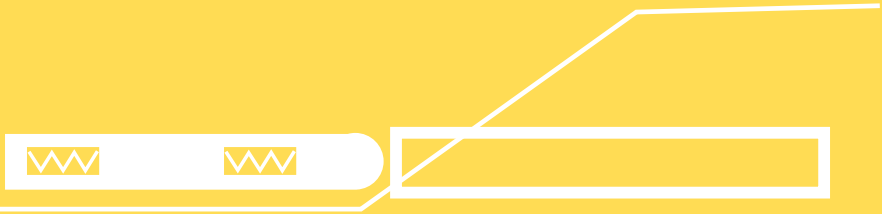
3.5.4 Analyseresultaten

- bemalingsplan inclusief zettingsberekeningen (indien van toepassing)
- prognose van het verloop van de perskracht voor het overwinnen van de wrijvingsweerstand
- aangeven van afwijkingstoleranties
- toe te passen plaatsbepalingssysteem
- oversnijdingsruimte
- goedgekeurde sterkteberekening van de leiding (benodigd vanaf een leidingdiameter groter dan 300 mm en bij **alle** lage én hoge drukleidingen)

3.5.5 Controle gegevens

- revisietekening volgens 3.5.2 “overzichtstekening”
- grafiek of logboek met gemeten perskracht en prognose perskracht
- alle positiebepalingen en -metingen
- inmeting van de rijksweg, vooraf een nulmeting en circa 4 weken na voltooiing van de boring een vervolgmeting.

Pneumatische Boor Techniek



PBT



4 Pneumatische Boor Techniek

4.1 Beschrijving techniek

4.1.1 Algemeen

Het kenmerk van de pneumatische boortechniek is dat de leiding door middel van een horizontaal “heiblok” wordt doorgevoerd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een bodempersraket. De raket kan de leiding voor zich uit in de grond heien of achter zich aan trekken. De raket bestaat uit een stalen cilinder in de vorm van een torpedo waarin een pneumatisch beweegbare zuiger past. De zuiger slaat met kracht tegen een aambeeld voorin de cilinder. Door de stootkracht van de zuiger tegen de cilinder schiet de raket een stukje naar voren. De zuiger wordt vervolgens weer naar achteren bewogen en het proces herhaalt zich. Tijdens de achterwaartse beweging van de zuiger blijft de raket op zijn plaats door de wrijving tussen de grond en de cilinder. De pneumatische boortechniek is een niet-bestuurbare methode en tamelijk gevoelig voor afwijkingen. Er zijn twee soorten pneumatische boortechnieken, namelijk:

- Impact Ramming
- Impact Moling.

4.1.2 Impact Ramming

Bij Impact Ramming wordt de raket achter de productleiding bevestigd, zodat de raket de leiding voor zich uit de grond in slaat. De leiding kan aan de voorzijde open of gesloten zijn. Wanneer de leiding aan de voorzijde open is wordt na het doorvoeren van de leiding de grond uit de leiding verwijderd. Als de leiding aan de voorzijde gesloten is wordt de leiding grondverdringend doorgevoerd. De productleiding kan in zijn geheel of als gekoppelde elementen worden ingevoerd. Als de leiding uit gekoppelde elementen bestaat wordt na het invoeren van een element de raket afgekoppeld en een nieuw element tussengevoegd. Deze boortechniek is niet bestuurbaar. Als obstakels in de ondergrond worden verwacht dan kan deze methode niet zonder extra maatregelen worden toegepast. In het geval van obstakels

kan een klein gat worden voorgeboord met een Impact Moling systeem. Het boortracé kan alleen recht worden uitgevoerd.

4.1.3 Impact Moling

Bij Impact Moling wordt de raket aan de voorzijde van de productleiding bevestigd. De methode is dus altijd grondverdringend. Als obstakels in de ondergrond worden verwacht kan de Impact Moling techniek ook worden gebruikt om voor te boren. Een persluchthamer is het meest geschikt om voor te boren. Als de productleiding uit een trekvast materiaal bestaat kan de raket aan de voorkant van de leiding worden bevestigd en wordt de leiding achter de raket aangetrokken. Als de productleiding uit niet trekvast materiaal bestaat wordt een kabel vanaf de raket door de productleiding getrokken en aan de achterkant van de leiding vastgemaakt. De leiding wordt dan als het ware achter de raket aangeduwd. Deze boortechniek is zeer beperkt bestuurbaar en is in vergelijking met de Impact ramming techniek (bij gelijke diameter) gevoeliger voor afwijkingen maar dringt eenvoudiger door obstakels heen.

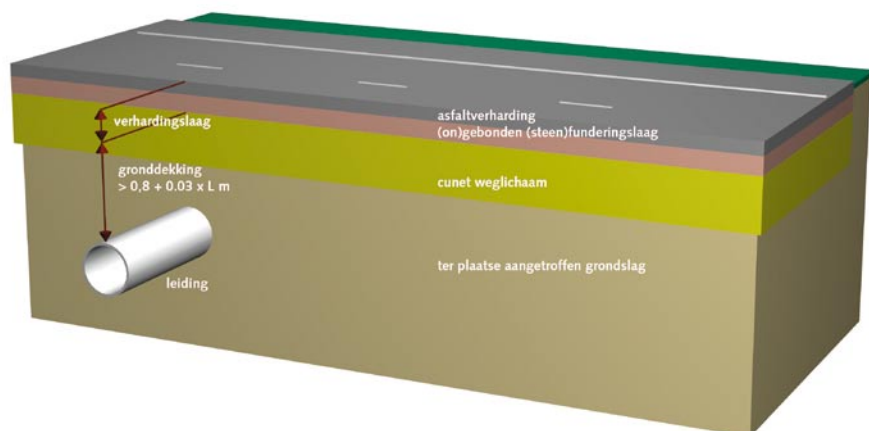
4.2 Ontwerp

Bij het kruisen van (een rijbaan van) een autosnelweg wordt geadviseerd de pneumatische boorteknik **niet** toe te passen. Indien de diameter van de leiding kleiner is dan 200 mm of als de lengte van de kruising groter is dan 100 maal de diameter van de leiding wordt ook voor overige wegen geadviseerd de pneumatische boorteknik **niet** toe te passen.

4.2.1 Aanlegniveau

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

De afstand tussen het laagste punt van de onderzijde van de ongebonden of gebonden (steen)funderingslaag van de verharding en de uitwendige bovenzijde van de door te voeren leiding.



Figuur 9 schematische weergave van de gronddekking voor pneumatische boorteknik

In figuur 9 wordt een schematische weergave van de gronddekking bij toepassing van de pneumatische boorteknik. 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 groter is dan 0,5 meter dan dient te worden aangenomen dat deze 0,5 meter is.

Voor de gronddekking gelden de volgende eisen:

MINIMALE DEKKINGEIS

De gronddekking dient op elk punt van het tracé minimaal 0,8 meter te zijn. Bovendien dient per strekkende meter leiding 0,03 meter extra dekking te worden meegenomen.

OVERIGE EISEN

In het ontwerp dient rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van verticale en/of horizontale doorsnijdingen, zoals bijvoorbeeld verticale kunststofdrainage, zandpalen en horizontale drainage. Indien verticale drainage aanwezig is dan moet de leiding minimaal 2 meter beneden de onderkant van de drainage worden aangebracht. Van deze eis mag worden afgeweken als is aangetoond dat bij doorsnijding van de verticale drainage geen gevaar bestaat voor de wegconstructie.

Voorbeeld: Bij een pneumatische boortechniek met een leidingdiameter van 0,3 meter en een lengte van 20 meter bedraagt de minimale gronddekking $0,8\text{ m} + 0,03 \times 20\text{ m}$. De minimale gronddekking bedraagt dan 1,4 meter. Praktisch gezien betekent dit een dekking van minimaal 1,9 meter tussen de bovenkant verharding en de bovenkant van de leiding (1,4 meter gronddekking en 0,5 meter verhardingslaag).

4.2.2 Afstandseisen

Voor de afstand tussen de nieuw aan te leggen leiding en eventuele bebouwing, kunstwerken, wegverhardingen, parallel gelegen leidingen en overige belendingen dient NEN 3650-1 hoofdstuk 6 en NEN 3651 artikel 6.1 t/m artikel 6.4 te worden aangehouden.

4.2.3 Drooglegging

De pneumatische boortechniek is niet geschikt voor toepassing onder de grondwaterstand (in verband met het instromen van water). Een boring mag niet eerder aanvangen dan nadat tot beneden het aanlegniveau een voldoende drooglegging is verkregen. Onder voldoende drooglegging wordt circa 0,5 meter beneden aanlegniveau verstaan. Indien de grondwaterstand wordt verlaagd om voldoende drooglegging te verkrijgen dient te worden aangetoond dat dit geen schadelijke effecten voor de weg (zetting) met zich meebrengt.

4.3 Grondonderzoek

Door middel van het grondonderzoek wordt inzicht verkregen in de bodemopbouw ter plaatse van de boring, dit is van belang omdat de pneumatische technieken niet bestuurbaar zijn. Tevens worden grondmechanische parameters verkregen ten behoeve van de keuze van de raket.

Het grondonderzoek dient te worden uitgevoerd op een afstand van 5 tot 10 meter uit het geplande tracé. De minimale afstand van 5 meter is nodig om ongewenste verstoring van de ondergrond te voorkomen. Als het onderzoek binnen de gestelde afstand uit het tracé wordt uitgevoerd, moeten alle sondeer- en boorgaten met een zwelklei altijd worden afgedicht.

De uitkomende grond van de mechanische en/of handboringen dient te worden geclassificeerd volgens NEN 5104 en te worden beschreven in een boorstaat. De klasse, conform de NEN5140, van de sondering dient op de sondeerstaat te worden aangegeven. Het grondonderzoek dient ten opzichte van NAP te worden aangegeven.

4.3.1 Uit te voeren grondonderzoek

Het grondonderzoek dient minimaal te bestaan uit een handboring aan de ene zijde van de weg en een sondering aan de andere zijde, **direct** naast de verharding, tot een diepte van 1,0 meter beneden het aanlegniveau van de geplande leiding te worden uitgevoerd. De sondering met plaatselijke kleef dient te worden uitgevoerd tot minimaal 2 meter beneden het laagste punt van de boring. Bij boorlengten groter dan 60 m dient een extra handboring te worden uitgevoerd.

4.3.2 Grondwaterstand

De grondwaterstand dient goed bekend te zijn. Afhankelijk van het seizoen kan de grondwaterstand fluctueren. Geadviseerd wordt nabij de boorlocatie een peilbuis te plaatsen zodat tijdens de uitvoering de actuele grondwaterstand bekend is. Opgemerkt dient te worden dat lokaal de waterstand in het cunet onder de verharding kan afwijken van de naastgelegen polderpeilen.

4.4 Uitvoering

4.4.1 Voortgang en controle

Geadviseerd wordt de volgende uitvoeringseisen toe te passen.

IMPACT RAMMING (RAKET ACHTER DE BUIS)

- 1 Tijdens het slaan mag de voorzijde van de buis niet gesloten zijn. De voorzijde van de buis dient te zijn voorzien van een passende snijrand met oversized ring of snijrand. Als de voorzijde van de buis gesloten is dan kan de grond voor de buis (of de buis zelf) worden opgedrukt (oppersing). Bij grotere diameters bestaat een verhoogd risico op oppersing. Uitvoering met een gesloten front is alleen toegestaan als is aangetoond dat deze uitvoeringswijze geen verhoogde schadekans veroorzaakt.
- 2 Het leeghalen van de leiding kan met behulp van een avegaar of perslucht gebeuren nadat de boring is beëindigd. Tijdens of na het doorpersen mag het leeghalen van de leiding niet met een hogedrukspuut gebeuren tenzij maatregelen zijn getroffen ter voorkoming van uitspoeling van grond rond de leiding.
- 3 Als de voortgang stagneert moet contact met de vergunningverlener worden opgenomen. De positie van de buis moet worden getoetst aan de in paragraaf 4.4.2 “afwijkingen” gestelde eisen.
- 4 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 om de leiding één maal aan te prikken.
- 5 In een grafiek dient de geperste lengte tegen de tijd te worden vastgelegd.

IMPACT MOLING (RAKET VOOR DE BUIS)

Het oppersen (opdrukken) van de buis, of de grond voor de buis, kan ontstaan door obstakels in de ondergrond. In zo'n situatie kan de grond voor de buis (of de buis zelf) worden opgedrukt (oppersing). In beide situaties is sprake van een verhoogde weerstand en zijn grotere krachten nodig. Door oppersing is de kans op schade van het weglichaam reëel aanwezig. Om oppersingsgevaar te verminderen wordt geadviseerd de volgende eisen toe te passen

- 1 De raketdiameter mag niet kleiner zijn dan de leidingdiameter.
- 2 De diameter van de raket mag maximaal 20 mm groter zijn dan de diameter van de leiding (oversnijding).
- 3 Als de voortgang stagneert moet contact met de vergunningverlener worden opgenomen. De positie van de buis moet worden getoetst aan de in paragraaf 4.4.2 “afwijkingen” gestelde eisen.
- 4 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 om de leiding één maal aan te prikken.
- 5 In een grafiek dient de geperste lengte tegen de tijd te worden vastgelegd.

4.4.2 Afwijkingen

De pneumatische boortechnieken zijn in het algemeen niet bestuurbaar. Tijdens het slaan kunnen eenvoudig afwijkingen ontstaan. In het algemeen kan een (ernstige) positie afwijking van de boring niet zonder speciale controlemaatregelen worden waargenomen. Pas na doorvoering van de leiding worden afwijkingen ten opzichte van het geplande leidingtracé zichtbaar.

Ten aanzien van de tolerantie en controle tijdens de uitvoering kunnen de volgende eisen worden gehanteerd:

- 1 In overleg met de belanghebbenden dienen voor de aanvang van de werkzaamheden de afwijkingstoleranties te worden vastgesteld. Afwijkingen groter dan genoemd onder de punten 2 en 3 zijn slechts toegestaan na zorgvuldige analyse van de mogelijkheden. De afwijkingstolerantie is onder meer afhankelijk van de functie van de te boren buis en de gronddekkingseisen.
- 2 De afwijking ten opzichte van het boorplan naar boven mag niet groter zijn dan 1% 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 de weg terecht komt.
- 3 De afwijking naar beneden, naar links of naar rechts, mag niet groter zijn dan 2%, onafhankelijk van de diameter van de leiding.

4.4.3 Maatregelen bij calamiteiten

- 1 Bij grotere afwijkingen dan vastgesteld dient de doorvoering te worden onderbroken en moet contact met de vergunningverlener worden opgenomen. Als het doorvoeren de wegconstructie 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, speciale maatregelen te worden genomen om de boring te vervolgen of te beëindigen.
- 2 Indien de boring wordt afgekeurd, dient de doorgevoerde leiding te worden afgesloten met een door Rijkswaterstaat goedgekeurd vulmiddel. Bij het impact moling boorsysteem (raket voor de buis) moet de raket achter blijven en dient dan als verloren te worden beschouwd. Ingesloten luchtbellen kunnen een volledige vulling van de leiding sterk belemmeren. Afhankelijk van de ligging van de leiding kan het noodzakelijk zijn extra ontluichtingsbuizen aan te brengen.

4.5 Checklist Pneumatische Boor Techniek

4.5.1 Algemeen

Aan te leveren gegevens bij toetsing door de DWW in het kader van een aanvraag van een vergunning. Voor de omvang van de werkzaamheden en de nadere specificaties wordt verwezen naar de vorige hoofdstukken. De hoogtematen van de tekeningen en het grondonderzoek dienen ten opzichte van NAP te worden aangegeven.

4.5.2 Overzichtstekening

- duidelijke situatietekening, schaal 1 : 500 of 1:1000
- dwarsprofiel, lengte- en hoogteschaal 1 : 100 of 1 : 200
- inmeting van de bestaande toestand van de rijksweg
- diepteligging, gronddekking (zie 4.2.2) en diameter van de leiding
- lengte van de productleiding c.q. kruising
- afstand tot andere leidingen of constructies (indien van toepassing)
- tekeningnummer, datum, wijzigingen

4.5.3 Grondonderzoek

- situatie tekening met onderzoekslocaties
- sonderingen met plaatselijke kleef aan weerszijden van de weg. De klasse, conform de NEN5140, van de sondering dient op de sondeerstaat te worden aangegeven.
- peilbuiswaarden + polderpeilen
- onderzoek volgens NEN 3651 (bij leidingdiameter > 600 mm)
- handboring c.q. mechanische boring
- beschrijving van de boring volgens NEN 5104
- laboratoriumonderzoek
- gegevens grondwaterstanden

4.5.4 Analyseresultaten

- bemalingsplan inclusief zettingsberekeningen (indien van toepassing)
- aangeven van afwijkingstoleranties
- toe te passen plaatsbepalingssysteem
- goedgekeurde sterkteberekening van de buis (benodigd vanaf een leidingdiameter groter dan 300 mm en bij **alle** lage én hoge drukleidingen)

4.5.5 Controle gegevens

- revisietekening volgens 4.5.2 “overzichtstekening”
- grafiek of logboek met gemeten perskracht en prognose perskracht
- alle positiebepalingen en -metingen
- inmeting van de rijksweg, vooraf een nulmeting en circa 4 weken na voltooiing van de boring een vervolgmeting

Register

A

aanlegniveau	12, 21, 28, 43, 57
afdichten sondeer- en boorgaten	15
afwijkingen	19, 35, 50, 61
avegaarmethode	27

B

begrippen en definities	67
bemaling	31, 37, 51, 63
bestuurbaarheid hdd	10
boorfrontdruk	45
boorspoeldrukberekening	14, 22
bundel	15, 21

C

calamiteiten, maatregelen bij	20, 36, 50, 62
checklist gft	51
checklist hdd	23
checklist oft	37
checklist pbt	63
controle, voortgang en	18, 34, 48, 60

D

definities, begrippen en	67
diameteris	28, 43
drooglegging	31, 58

F

funderingslaag	12, 21, 28, 43, 57
----------------	--------------------

G

gesloten front boortechniek	41
gft	41
grondafoer	48
grondbreuk	13
gronddekking	12, 21, 28, 43, 57
grondddrukbalansschild	42
grondonderzoek	15, 22, 32, 46, 59
grondwaterstand	16, 33, 47, 59

H

handontgraving	27
hdd	9
hdd onder waterwegen	21
horizontaal gestuurde boring	9

I

impact moling	56
impact ramming	55
intredepunt	13
intrekken productleiding	10
inzijging	14, 22

K

kleine hdd boringen	16
kwel	14, 22

L

langsloopsheid	14
----------------	----

M

maatregelen bij calamiteiten	20, 36, 50, 62
mantelbuis	22
maximaal toelaatbare boorspoeldruk	14, 22
minimaal benodigde boorspoeldruk	14

O

oft	27
open front boortechniek	27
oversnijdingsruimte	30, 44

P

pbt	55
persdruk	30,44
perskracht	30,44
perskuipen	30,44
perslengte-eis	28
pilotboring	9
plaatsbepaling	19, 35, 50, 61
plastische zone	13
pneumatische boortechniek	55
prognose perskracht	30, 34, 44, 48

R

raketboring	55
rek van het boorgat	13
ruimen van het boorgat	10

S

schild met mechanische grondsteun	42
sterkteberekening leiding	5, 23, 37, 51, 63

T

tekeningen	23, 37, 51, 63
tru-tracker	11

U

uittredepunt	13
uitvoering	18, 34, 48, 60

V

verklarende woordenlijst	67
vloeistofschild	42
vooroverleg	21
voortgang en controle	18, 34, 48, 60
voortgangssnelheid	34, 48

Begrippen en definities

aanlegniveau	uitwendige onderzijde van de aan te leggen leiding
afstandseisen	zie NEN 3651 artikel 6.1 t/m 6.4
afwijkingstoleranties	maximaal toegestane afwijking ten opzichte van het boorplan
avegaar	schroefworm voor afvoer van aan het graaffront afgegraven grond naar de perskuip
bentoniet	fijne kleisoort die wordt gemengd met water om een boor-spoeling te vormen
bodempersraket	torpedovormige pneumatische hamer die zichzelf in de grond kan voortbewegen
boezemkade	waterkering van een boezemwater
boezemwater	een waterweg langs een polder waarop het overtollige polder-water wordt afgepompt. In het algemeen is het waterniveau van de boezem hoger dan het maaiveldniveau van het naast-gelegen polderland.
boogstraal	straal van de bochten die zich in het tracé bevinden, ook on-bedoelde bochten bij voorbeeld door stuurcorrecties
boorgat	gecreëerde (cilindervormige) ruimte in de ondergrond
boorkop	snijrad waarmee de grond wordt afgesneden tijdens het boor-proces en waarbij richting kan worden gegeven door middel van sturing

boormotor	motor die in de eerste boorstang geplaatst is en met behulp van druk van de boerspoeeling de boorkop aandrijft
boorrig, boorstelling	apparatuur waarmee boorstangen in de grond worden geduwd, teruggetrokken en geroteerd
boorschild	cilindrische stalen constructie voorop het eerste leidingelement met een snijkop en boorinstallatie
boorstang	holle, stalen stang die, aangekoppeld aan eenzelfde stang, tijdens de geleide boring in de grond wordt gedreven
boerspoeeling (HDD)	spoeeling die onder druk uit de boorkop wordt gedreven om gron los te snijden, het boorgat te ondersteunen, de losgemaakte grond af te voeren en de wrijvingen in het boorgat te verlagen
boring	uitvoeren van een werk c.q. kruising met behulp van een sleufloze techniek
bronbemaling	methode waarmee met behulp van horizontale en 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
diameter	uitwendige diameter van de productleiding of mantelbuis
diametereis	eis ten aanzien van de gronddekking die afhankelijk is van de leidingdiameter
dikstofpomp	vuilwaterpomp gebruikt voor het verpompen van boorslurrie
dodebed	verdeelconstructie om de perskrachten van de vijzels over te brengen op de achterwand van de perskuip
doorperstechniek	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) en/of
drooglegging (2)	afstand tussen de bodem van de bouwkuip en de lager liggende grondwaterstand (bij open kuipen zonder horizontale afdichtingen)
gesloten boorfront	graaffront waarbij de ongeroerde grond afgescheiden is van de afgegraven grond
gesloten front techniek	hydraulische doorperstechniek waarbij gebruik wordt gemaakt v/e gesloten schild
gesloten schild	boorschild dat aan de binnenzijde is afgesloten door middel van een wand, met het gevolg dat het graaffront is gesloten
grondbalans	grondafvoer (grond en grondwater) in verhouding met de voortgang van de persing
gronddekking	afstand tussen onderkant van de ongebonden of gebonden (steen)funderingslaag van de verharding en de uitwendige bovenzijde van de door te voeren leiding dan wel de bovenzijde van het boorgat (bij een HDD)
HDD	Horizontal Directional Drilling oftewel horizontaal gestuurde boring; sleufloze aanlegtechniek waarbij achtereenvolgend de pilot boring, het ruimen v/h boorgat en het intrekken v/d leiding plaatsvindt
hoge drukleiding	leiding deel uitmakend van een leidingsysteem waarin de maximale bedrijfsdruk groter dan of gelijk is aan 1 MPa (10 bar)
hydraulische perstechniek	buisdoorperstechniek waarbij buiselementen met behulp van hydraulische vijzels na elkaar de grond in geduwd worden met gelijktijdige ontgraving van het boorfront
impact moling	pneumatische buisdoorperstechniek waarbij een bodempers-raket zich door de grond perst en een achteraan gemonteerde leiding meetrekt

impact ramming	pneumatische buisdoorperstechniek waarbij een bodempers-raket achter de leiding is gemonteerd en deze door de grond perst
inzijging	grondwater dat vanaf het maaiveld naar de dieper gelegen grondlagen stroomt
kunstwerk	bijzondere constructie in een waterstaatswerk zoals een brug, viaduct, sluis, gemaal
kruising	aanleggen van een leiding voorbij objecten, zoals wegen, water- en spoorwegen
kwel	grondwater dat vanuit dieper gelegen grondlagen naar het maaiveld stroomt
kwelscherm	scherm ter voorkoming van langsloopsheid van de leiding
lage drukleiding	leiding deel uitmakend van een leidingsysteem waarin de maximale bedrijfsdruk kleiner is aan 1 MPa (10 bar)
leiding	buizen, kabels, mantelbuizen
leidingkruising	kruising van een leiding met een waterstaatwerk, inclusief de veiligheidszones
lengte van HDD-boring	horizontale afstand tussen het intredepunt en het uittredpunt
mantelbuis	buis ter bescherming van door te voeren leidingen of kabels
max. toelaatbare druk	boorspoeldruk in het boorgat waarbij de doorgaande vervormingen qua omvang (de plastische zone) de maximaal toelaatbare grens heeft bereikt
medium	door productleiding getransporteerde 'goederen', bijvoorbeeld water of gas
min. benodigde druk	boorspoeldruk in het boorgat die nodig is om de boorspoeling inclusief de vermengde grond via het boorgat terug te laten stromen naar het maaiveld

mudmotor	boormotor met snijmessen aangedreven door boorspoeling
omhullende diameter	kleinste diameter die nodig is om de gehele bundel te omringen
ontvangstkuip	bouwput waarheen het boorschild wordt geperst
open boorfront	graaffront waarbij ongeroerde grond vrij in verbinding staat met afgegraven grond
open fronttechniek	hydraulische doorperstechniek waarbij gebruik wordt gemaakt van een open schild
open schild	boorschild dat aan de binnenzijde niet is afgesloten door middel van een wand, met het gevolg dat het graaffront open is
oversnijdingsruimte	ruimte die ontstaat doordat de snijrand van een persing een grotere diameter heeft dan de uitwendige diameter van de in te voeren leiding
perskracht	benodigde kracht die vijzels moeten opbrengen om de persing gaande te houden
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
pipng	kleine deeltjes die meevoeren in kleine kwelvoerende stroompjes waarna uiteindelijk ook grovere delen worden meegevoerd
plastische zone	gebied rondom het boorgat waar de grensspanning is bereikt
pneumatische perstechniek	buisdoorpersing waarbij gebruik wordt gemaakt van een bodempersraket

productleiding	leiding waardoor een medium wordt getransporteerd, bijvoorbeeld water of gas
prognosekracht	vooraf vastgesteld verloop van de reëel te verwachten maximaal benodigde perskrachten voor de gehele doorpersing
ruimen	vergroten van het bij de geleide boring gemaakt boorgat tot de gewenste diameter
snijkop	gedeelte aan de voorzijde van het schild om de grond los te snijden
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	terreinstrook naast het waterstaatswerk die in verband met de stabiliteit van het werk ongestoord moet blijven
tracé	ligging van de (product-)leiding in de 3-dimensionale ruimte
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 ongebonden of gebonden (steen)funderingslaag tezamen
voerstraal	kromming van het gehele traject, afgezien van lokale bochten binnen dit traject
wrijvingskrachten	krachten welke optreden door wrijving tussen de productleiding en de wand van het boorgat

**De Dienst Weg- en Waterbouwkunde is de
adviesdienst voor techniek en milieu in de
weg- en waterbouw.**

Klantgericht, innovatief, deskundig, gericht op
samenwerking, zakelijk en flexibel zijn de kern-
begrippen voor de organisatie. Het werkplezier
van de medewerkers is hierbij essentieel.

Rijkswaterstaat,
Dienst Weg- en Waterbouwkunde,

Postadres: Postbus 5044
2600 GA Delft

Bezoekadres: Van der Burghweg 1
2628 CS Delft,

Telefoon (015) 251 85 18

Telefax: (015) 251 85 55

E-mail: dwwmail@dww.rws.minvenw.nl

Internet:
www.venwnet.minvenw.nl/rws/home/

DWW-2003-047

ISBN 90-369-5542-4

