



GESTUURDE BORINGEN

**Voor gasleidingen met een
bedrijfsdruk van maximaal 15 bar**

1. Toepassingsgebied

Deze aanbeveling is van toepassing op de gestuurde boringen uitgevoerd voor de gasdistributienetten met een bedrijfsdruk van maximaal 15bar en een nominale diameter van de leiding groter dan of gelijk aan DN100 (stalen buizen) of DN63 (PE- buizen), tot maximum DN300 (stalen buizen) of DN315 (PE-buizen), waarvoor vereenvoudigde berekeningsmethoden kunnen worden opgesteld die geen bijkomende berekening en studies vereisen (zie tabel 1 – categorie II).

Bijkomende studies zijn noodzakelijk voor gestuurde boringen die niet tot het toepassingsgebied behoren (zie tabel 1 – categorie I), of in het geval men dieper wenst te boren dan wat binnen deze richtlijn voor de respectieve leiding staal of PE wordt aanvaard.

Deze aanbeveling geldt niet voor:

- de leidingen met een diameter groter dan DN300 (stalen buizen) of DN315 (PE-buizen) en/of gestuurde boringen met een boorlengte langer dan 200m, die ook een bijkomende studie vereisen (bijvoorbeeld door een studiebureau) (zie tabel 1 – categorie I);
- de leidingen met een diameter kleiner dan DN100 (stalen buizen) of DN63 (PE-buizen) (bijvoorbeeld dienstleidingen), met een lengte korter dan 100m, omdat de impact van deze werken op het leefmilieu te verwaarlozen is (zie tabel 1 – categorie III) en de mechanische belastingen die zij met zich meebrengen ruimschoots onder de toegelaten maxima liggen;
- gestuurde boringen voor een bundel leidingen
- het leggen van stalen leidingen in kokers.

Onderstaande tabel 1 vat het toepassingsgebied van dit lastenkohier samen.

TABEL 1

CATEGORIEEN GESTEURDE BORINGEN			
	Maximale bedrijfsdruk van het net (MOP) (bar)	Nominale diameter leiding (DN)	Lengte boring (m)
CATEGORIE I			
Grote werken die een bijkomende studie vereisen	> 15bar		
	≤ 15bar	DN > 300 DN > 315	
CATEGORIE II			
Toepassingsgebied van het lastenkohier Staal PE	≤ 15bar	100 ≤ DN ≤ 300 63 ≤ DN ≤ 315	≤ 200
CATEGORIE III			
Werken waarvan de impact op het milieu te verwaarlozen is Staal PE	≤ 15bar	DN < 100 DN < 63	< 100

2. Studie van het project

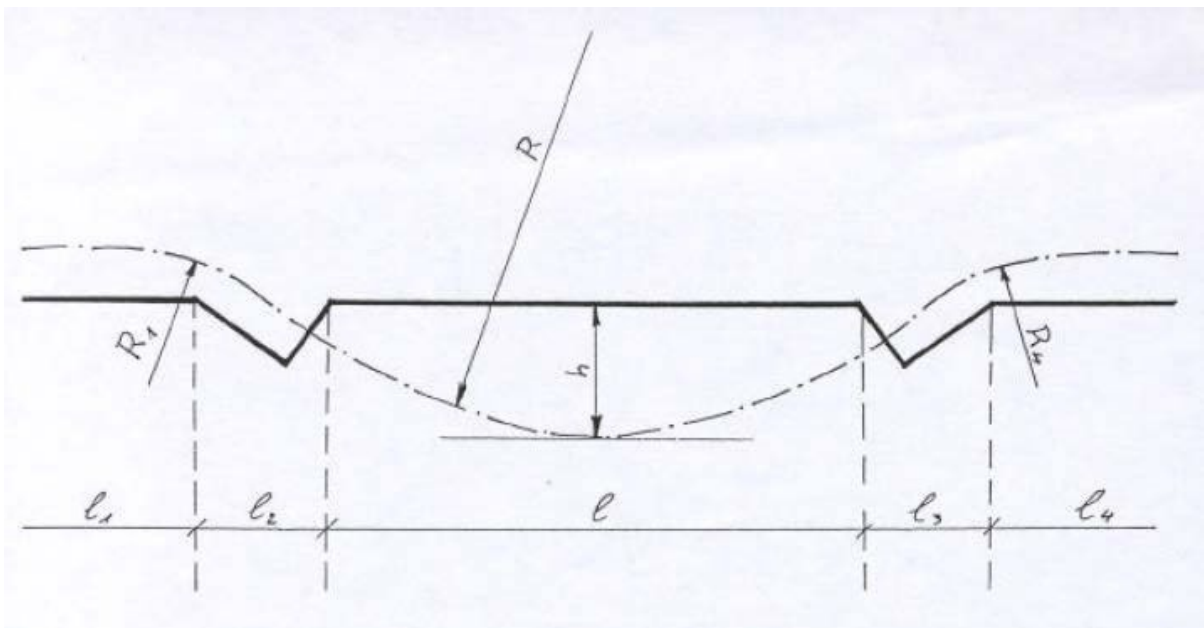
2.1. Voorafgaande studie

Vóór de aanvang van de werken, moeten volgende punten gepreciseerd worden:

- het weggennet onderzoeken teneinde verschillende kabels, leidingen, enz. te situeren en rekening te houden met eventuele projecten (synergiewerken, nieuwe straat, riolering, ...);
- het totale terrein van de werken, zowel aan intrede- als aan het uittredepunt van de boring (l_1, l_2, l, l_3, l_4 – zie figuur 1);
- het profiel van de lanceerbaan, de positie van de steunpunten en de tussenruimte tussen de hefinrichtingen inbegrepen (R_1 – zie figuur 1);
- het theoretische boorprofiel (R, R_4, h – zie figuur 1);
- het grondonderzoek in de zone bepaald voor het theoretische profiel (zie § 2.4);
- de waarde van de trekkracht op de leiding bij de aanvang, tijdens en op het einde van de boring, evenals de voortgangssnelheid (zie § 2.2).

De oorspronkelijke staat van de plaatsen moet opgemeten zijn voor het geheel van de terreinen geselecteerd voor de uitvoering van de boring, de bouw en het plaatsen van de leiding.

FIGUUR 1



Het is belangrijk om vooraf de situatie ter plaatse grondig te evalueren, dit opdat een vlotte uitvoering van de gestuurde boring niet in het gedrang zou komen:

- nagaan dat de volledige leiding (of leidingen) uitgelegd kan worden;
- controleren of er voldoende plaats is om de boorinstallaties op te stellen;
- Evalueren of er mogelijke knelpunten zijn die de uitvoering van een gestuurde boring kunnen bemoeilijken (vb. uitgelegde leiding vóór oprit, afsluitingen in de weg, wortels van bomen ter hoogte van intrede- of uittredepunt, ...).
- enz...

2.2. Ontwerp van de gestuurde boring

2.2.1. Algemeenheden

Voor het ontwerp van de gestuurde boringen is uitgegaan van:

- een bodem van gemiddelde samenstelling (d.w.z. zand, klei, leem zonder turf, zonder grind en zonder harde lagen) met een soortelijk gewicht van 19 kN/m^3 ;
- een grondpakket waarbij gereduceerde grondbelasting niet van toepassing is. Er wordt aangenomen dat gewelfwerking niet optreedt;
- een verkeersbelasting van maximum 20 t/as.
- Voor de verkeersbelasting wordt het aslastmodel I gekozen volgens de NVN-ENV 1991-3:1995 'Eurocode 1: Ontwerpgrondslagen en belastingen op constructies – Deel 3: verkeersbelastingen op bruggen'

Deze parameters bepalen de minimumkromtestraal en de maximumtrekkracht die de leiding kan verdragen. Wanneer men andere parameters kiest en/of andere materiaaleigenschappen voor de buis dan deze vermeld in de § 2.2.2 en 2.23 hierna, moeten deze waarden herrekend worden.

2.2.2. Stalen leidingen

Voor de berekeningen van de gestuurde boringen voor stalen leidingen is rekening gehouden met een staalkwaliteit L235GA (elasticiteitsgrens 235 N/mm^2).

Er werd een grondwaterstand aangenomen van $-0,75\text{ m}$ t.o.v. maaiveld.

De spanningen die in een stalen buis optreden bij een gestuurde boring, zijn onder andere afhankelijk van de kromtestraal die aangewend wordt, alsook de diepte van de gestuurde boring.

In de onderstaande tabel is de minimale kromtestraal terug te vinden, telkens in functie van de diepte van de gestuurde boring.

TABEL 2

Nominale diameter DN	Buitendiameter van de buis d_e mm	Dikte van de buis T mm	Minimum kromtestraal R_{min} m	Maximale diepte van de boring h bij de gegeven kromtestraal m	Maximum trekkracht op de buis $kN(*)$
100	114,3	3,6	100m	10m	255
150	168,3	4,0	150m	9m	554
			200m	10m	
200	219,1	4,5	250m	9m	692
			300m	10m	
250	273,0	5,0	300m	6m	960
			350m	8m	
			400m	9m	
			450m	10m	
300	323,9	5,6	350m	5m	1277
			400m	6m	
			500m	8m	

In de berekeningen weergegeven in tabel 2, is er geen rekening gehouden met gereduceerde grondbelasting. Dit wil zeggen dat telkens de volledige neutrale grondbelasting op de leiding aanwezig is.

Wanneer het noodzakelijk is om dieper te boren, of een boring uit te voeren met een kortere kromtestraal, dan kan dit mogelijk zijn wanneer gereduceerde grondbelasting mag aangenomen worden. Om hierover uitsluitsel te krijgen is het uitvoeren van een grondonderzoek (sondering of boring) absoluut noodzakelijk.

2.2.3. PE-leidingen

Voor de berekeningen van PE-leidingen, waarvan de resultaten zijn samengevat in de tabellen 3 en 4, zijn de volgende leidingkarakteristieken vooropgesteld:

- Diameters leidingen, D_e :
 - DN110
 - DN160
 - DN200
 - DN315
- Wanddiktes uitgedrukt in SDR-klasse, buisdiameter/wanddikte, D_e/d_n :
 - SDR11
 - SDR17,6
- Materiaalkarakteristieken HDPE100:
 - Korte duur treksterkte: 10 N/mm²
 - Lange duur treksterkte: 8 N/mm²
 - Korte duur elasticiteitsmodulus: 1200 N/mm²
 - Lange duur elasticiteitsmodulus: 300 N/mm²
 - Poissonfactor: 0,4
 - Soortelijk gewicht: 9,54 kN/m³
- Werkdrukken
 - Maximale bedrijfsdruk: 5 bar (= 5 N/mm²)
 - Testdruk: 7,5 bar (= 7,5 N/mm²)

2.2.3.1. Minimum kromtestraal

Wat de minimum kromtestraal betreft, kan gesteld worden dat deze gelijk is aan:

$$R_{\min} = 20 d_e$$

Echter, er dient rekening gehouden te worden met de praktische realiseerbaarheid van de minimum kromtestraal, dewelke eveneens afhankelijk is van de boorstangen (materiaal: staal of aluminium) die ingezet worden bij de pilootboring. Vandaar dat voor de berekeningen een minimum kromtestraal gehanteerd wordt van 50 m.

TABEL 3

PE – SDR11

Nominale diameter DN	Buitendiameter van de buis d_e mm	Dikte van de buis T mm	Minimum kromtestraal R_{min} m	Maximale diepte van de boring h	Maximum trekkracht op de buis kN(*)
110	110	10	50m	12m	31 (22)
160	160	14,6	50m	12m	66 (47)
200	200	18,2	50m	12m	104 (73)
315	315	28,63	50m	12m	258 (180)

TABEL 4

PE – SDR17,6

Nominale diameter DN	Buitendiameter van de buis d_e mm	Dikte van de buis T mm	Minimum kromtestraal R_{min} m	Maximale diepte van de boring h	Maximum trekkracht op de buis kN(*)
110	110	6,3	50m	5m	20 (14)
160	160	9,1	50m	5m	43 (30)
200	200	11,4	50m	5m	67 (47)
315	315	17,9	50m	5m	167 (117)

(*) Toelaatbare trekkracht in kN voor PE-100 buis bij een buiswandtemperatuur van maximaal 20°C. De waarde tussen haakjes is de maximum toelaatbare trekkracht (kN) bij 40°C.

Bron: DVGW - Technische Regel Arbeitsblatt GW 321 / oktober 2003

2.2.3.2. Maximale diepte van de boring

Voor het bepalen van de maximale diepte van de boring zijn volgende elementen aangenomen:

- in rekening brengen van neutrale grondbelasting (GEEN gereduceerde grondbelasting);
- grondwaterniveau onder het diepste punt van de gestuurde boring.

In dit belastingsgeval wordt het volledige grondpakket boven de leiding als een bovenbelasting in rekening gebracht.

Door de wanddikte/diameter relatie binnen een SDR-klasse, zijn de spanningscomponenten tengevolge van inwendige en uitwendige belastingen identiek. Vandaar dat de maximale diepte voor een bepaalde SDR-klasse gelijk blijft, ongeacht de diameter van de PE-buis.

De maximale diepte is zo bepaald dat de aanwezige spanning in de PE-buis de lange duur treksterkte van 8 N/mm² niet overschrijdt.

Indien men toch dieper wenst te boren dan de maximaal vooropgestelde diepte in tabel 3 en 4, dan kan dit mogelijk zijn wanneer gereduceerde grondbelasting mag aangenomen worden. Om hierover uitsluitsel te krijgen is het uitvoeren van een grondonderzoek (sondering of boring) absoluut noodzakelijk.

2.2.3.3. Implosiepunt PE-buis

Zoals in punt 2.2.3.2 al gemeld, is het mogelijk dieper te boren dan de maximaal vooropgestelde diepte in tabellen 3 & 4, mits de nodige grondonderzoeken uitgevoerd zijn en deze bevestigen dat gereduceerde grondbelasting in rekening mag gebracht worden.

Echter, ook al is gereduceerde grondbelasting van toepassing, er is voor een gegeven SDR-klasse een maximale diepte, het zogenaamde implosiepunt, dat niet mag overschreden worden. Dit is het gevolg van de alzijdige overdruk door de heersende waterkolom.

Het implosiepunt is die diepte waarbij de PE-buis, ten gevolge van de heersende waterkolom op de PE-buis, zal imploderen.

Ongeacht de diameter van de PE-buis is het implosiepunt:

- voor SDR11 : 23,8m waterkolom
- voor SDR17,6 : 5,3m waterkolom

Dit betekent dat, ook al mag er gereduceerde grondbelasting in rekening gebracht worden, van zodra de gegeven waterkolom op de PE-buis inwerkt, deze zal imploderen.

2.3. Boringdiameter

De minimumdiameter van het boorgat (na het polijsten) bedraagt 1,5 maal de buitendiameter van de gekozen buis ($1,5 \times d_e$), behoudens voorafgaandelijk goedgekeurde en gerechtvaardigde plaatselijke omstandigheden. De boringdiameter wordt vóór de werken bepaald.

2.4. Bodemkarakteristieken

Vóór de boring moet men beschikken over alle nuttige inlichtingen i.v.m. de bodemkarakteristieken, teneinde rekening te houden met de mogelijke afwijkingen tijdens de boring.

Er wordt in het bijzonder rekening gehouden met informatie beschikbaar op de bodemkaarten.

Indien nodig wordt de studie vervolledigd met een bodemanalyse.

2.5. Diepte van de boring

De minimumdiepte van de boring wordt zodanig bepaald dat het leefmilieu geen schade of grote hinder ondervindt.

2.6. Boorspoeling

Voor elke werf bepaalt men:

- de kwaliteit van de te gebruiken boorspoeling bestaande uit klei, water, ...(vb. bentoniet);
- de theoretische hoeveelheid boorspoeling;
- de minimum- en maximumgrenswaarden van de boorspoelingsdruk, in functie van de bodemgesteldheid en de diepte van de boring.

De samenstelling van de boorspoeling moet beantwoorden aan de milieueisen en aan de van kracht zijnde reglementering, ook voor haar afvoer na werkzaamheden.

3. Vorbereidende werkzaamheden

Vóór de boring moet men:

- het in beslag genomen terrein en de intrede- en uitredepunten van de boring bepalen en met paaltjes afbakenen;
- voor staal:
 - de te plaatsen lengte voorbereiden; alle verbindingen worden uitgevoerd volgens het procédé van de stomplas en gecontroleerd door radiografie;
 - stalen buizen bekleed met een drie-lagen PE-bescherming kiezen;
 - de lasverbindingen van de stalen buizen overtrekken met een speciale versterkte bekleding die tenminste even dik is als de PE-bekleding van de buis en zodanig opgevat is dat zij tijdens de plaatsing niet kan loskomen, rekening houdend met de trekrichting;
 - de bekleding van het te plaatsen leidingstuk over heel de lengte controleren met behulp van een vonkenborstel onder tenminste 10kV;
- voor PE:
 - de te plaatsen lengte voorbereiden; alle verbindingen worden bij voorkeur uitgevoerd volgens het procédé van de stomplas (voor DN > 90) en het aantal verbindingen wordt zoveel mogelijk beperkt;

Het leidingstuk moet op geleidingen geplaatst worden waarover het tijdens het intrekken kan verschuiven. Dit geleidingssysteem moet zodanig opgevat zijn dat de bekleding van de buis niet beschadigd wordt.

4. Werken tijdens en na de boring

4.1. Pilootboring

De boring van het pilootgat moet het vooraf bepaalde profiel volgen. De toegelaten afwijking moet kleiner zijn dan 2m zijdelings en 1m verticaal. Het profiel van de pilootboring moet door de aardgasnetbeheerder goedgekeurd zijn vóór men tot de boring overgaat.

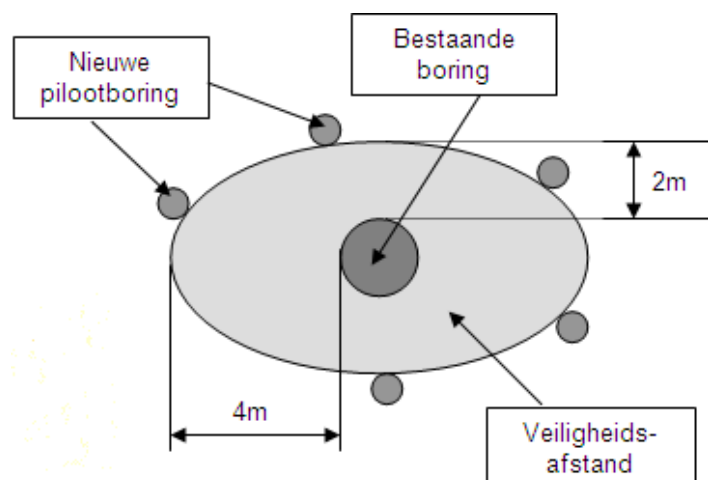
Indien een pilootboring moet uitgevoerd worden in de onmiddellijke nabijheid van een al aanwezige leiding die aangelegd is d.m.v. een gestuurde boring, dient rekening gehouden te worden met een veiligheidsafstand t.o.v. deze leiding.

Veiligheidsafstand:

Horizontaal: 4m

Verticaal: 2m

Binnen de veiligheidsafstand mogen geen pilootboringen uitgevoerd worden.



4.2. Tijdens het plaatsen van de buis in het boorgat

- moeten alle voorzorgen worden genomen om te vermijden dat er boerspoeling op de werkzone wordt verspreid;
- moet de trekkracht permanent geregistreerd worden en er moet een regelbare inrichting geïnstalleerd zijn om elke overschrijding van de vooraf berekende grenswaarde te voorkomen;
- moet de boerspoelingdruk permanent gecontroleerd en geregistreerd worden;
- moet de leiding aan de uiteinden afgedicht zijn, tot het ogenblik waarop zij aangesloten wordt;
- moet de bekleding van de stalen buizen over heel de lengte gecontroleerd worden bij het intredepunt van de boring, met behulp van een vonkenborstel onder tenminste 10kV.

4.3. Na de plaatsing

- moet de isolatie van het stalen leidingstuk gecontroleerd worden d.m.v. een isolatietest ($R > 15000 \text{ O/m}^2$);
- wordt het buitenaanzicht van de buis aan het uitredepunt van de boring visueel gecontroleerd;
- wordt de drukproef om de mechanische weerstand en de dichtheid van de buis te controleren, uitgevoerd volgens de van kracht zijnde reglementering;
- wordt het terrein in zijn oorspronkelijke staat hersteld. In het bijzonder moet de overtollige boerspoeling vóór het herstel van het terrein worden weggenomen en afgevoerd naar een erkende stortplaats.

5. Dossier “AS BUILD”

Bij het einde der werken moet een dossier worden opgesteld. Dit preciseert in het bijzonder:

- de juiste inplanting (x, y, z) van het werk;
- de waarde van de kromtestralen van de leiding;
- de metingen verricht tijdens de boring (druk en hoeveelheid van de spoeling, trekkracht, enz.);
- een balans van de geïnjekteerde boerspoeling, met de vermelding van de eventueel gebruikte toevoegproducten;
- de gemeten waarde van de elektrische isolatie van de bekleding van de stalen buizen.

6. Verantwoordelijkheid van de aannemer

De aannemer moet apparatuur gebruiken die geschikt is voor de voorziene werken en die door de bouwheer moet worden goedgekeurd vóór het begin van de werken.

7. Waarborg

Cf. Algemene voorwaarden van het bijzondere lastenboek van de gasbedrijven.

BIJLAGE 1

BEREKENINGSNOTA

1. Inleiding

1.1 Korte methodologie-omschrijving

Een leiding, uit te voeren volgens de techniek van het horizontaal gestuurd boren, is vooraleer de installatie ervan begint meestal recht en spanningsloos. Tijdens en na de installatie wordt de leiding gekromd binnen de elasticiteitsgrens om, volgens een vooraf bepaald tracé, onder de hindernis te worden aangebracht.

In definitieve toestand (leiding in bedrijf) werken op de leiding verschillende krachten, nl.:

- de inwendige gasdruk;
- de grondbelasting;
- de verkeersbelasting;
- het krommingseffect;
- (andere).

De door deze krachtcomponenten geïntroduceerde spanningen en spanningscombinaties moeten lager blijven dan de toelaatbare. Als criterium wordt gesteld dat er zich geen plastische vervormingen mogen voordoen, nl. dat alle spanningen lager dienen te zijn dan de elasticiteitsgrens (vloeigrens) met inachtnaam van een veiligheidsmarge.

Wanneer nu vooraf een aantal parameters worden vastgelegd (lengteprofiel, inwendige druk, grond- en verkeersbelasting,...) is het mogelijk de kromtestraal van de leiding te bepalen derwijze dat de spanningen nog toelaatbaar zijn. Deze kromtestraal is de minimumkromtestraal van de geïnstalleerde leiding.

2. Methodologie

2.1 Bij het installeren van een leiding volgens de techniek van het horizontaal gestuurd boren dienen in hoofdzaak drie situaties onderzocht, nl.:

- bij het begin van de intrekkoperatie: de leiding ligt op de rollenbaan en is klaar om in de boorgang getrokken te worden (de leiding staat niet onder inwendige druk). Aan de kant van de trekkop is de leiding verbogen (kromtestraal = R_{rol}) om in de boorgang te worden getrokken (Fase I);
- tijdens de trekoperatie: de leiding wordt in de met bentoniet gevulde boorgang getrokken. De leiding is van nature recht en wordt door het contact met de wand van de boorgang gedwongen deze te volgen (kromtestraal R). De krachten welke op de leiding inwerken zijn het gevolg van:
 - de trekkracht op de leiding;
 - de wrijving tussen de grond en de leiding;
 - de wrijving tussen het bentoniet en de leiding;
 - de rollende wrijving (voor het gedeelte van de leiding welke nog op de rollenbaan ligt).

De leiding staat ook hier nog niet onder inwendige druk (Fase II).

- in de eindsituatie (Fase III) bevindt de leiding zich op haar plaats en er wordt aangenomen dat de oorspronkelijke grondstukken zich rond de leiding herstellen. De leiding staat onder inwendige druk.

De krachten die op de leiding inwerken zijn:

- de inwendige (gas)druk;
- de grondbelasting op de leiding;
- (eventuele) verkeersbelasting;
- de krommingsreacties (ten gevolge van het gekromde lengteprofiel);
- (eventueel andere).

In al deze belastingsituaties moeten de in de leiding optredende spanningen lager zijn dan de toelaatbare.

2.2 In onderhavige nota zijn voor welbepaalde leidingdiameters en wanddiktes parameters inzake lengteprofiel, grond, staalkwaliteit, inwendige druk, verkeerslast, vastgelegd en hiervoor is de minimumkromtestraal bepaald waarbij nog net voldaan is inzake toelaatbare spanningen.

2.3 Het onderhavige document is mede gebaseerd op 2 studies uitgevoerd door SORESMA. De identificatienummers van de beide studies zijn:

- 1538080309/jme: "Simulatieberekeningen horizontaal gestuurde boring (HDD)" Rapport
- 2217783001/jme: "Simulatieberekeningen horizontaal gestuurde boring HDPE-leidingen" Rapport

De berekeningen (iteraties) in deze studies zijn uitgevoerd met M-drill 5.1 conform de Nederlandse norm NEN3650/3651. Mdrill 5.1 is een geavanceerd geotechnisch rekenpakket voor leidingen volgens de techniek van het horizontaal gestuurd boren ontwikkeld door Deltares (voorheen Geodelft).

3. Basisgegevens

3.1 Leidinggegevens voor stalen buis

Materiaal: staal

Kwaliteit: staal L235 GA

Vloeigrens: 235 N/mm²

Elasticiteitsmodulus: 205.800 N/mm²

Volumegewicht materiaal: 78,5 kN/m³

Nominale diameter, buitendiameter en wanddikte:

Nominale diameter DN	100	150	200	250	300
Buitendiameter D _u (mm)	114,3	168,3	219,1	273,0	323,9
Nominale dikte (mm)	3,6	4,0	4,5	5,0	5,6

3.2 Leidinggegevens voor PE-buis

Materiaal: HDPE100

Korte duur treksterkte: 10 N/mm²

Lange duur treksterkte: 8 N/mm²

Korte duur elasticiteitsmodulus: 1200 N/mm²

Lange duur elasticiteitsmodulus: 300 N/mm²

Poissonfactor: 0,4

Volumegewicht materiaal: 9,54 kN/m³

Wanddiktes uitgedrukt in SDR-klasse: SDR11 / SDR17,6

Diameters van de leidingen: DN110 / DN160 / DN200 / DN315

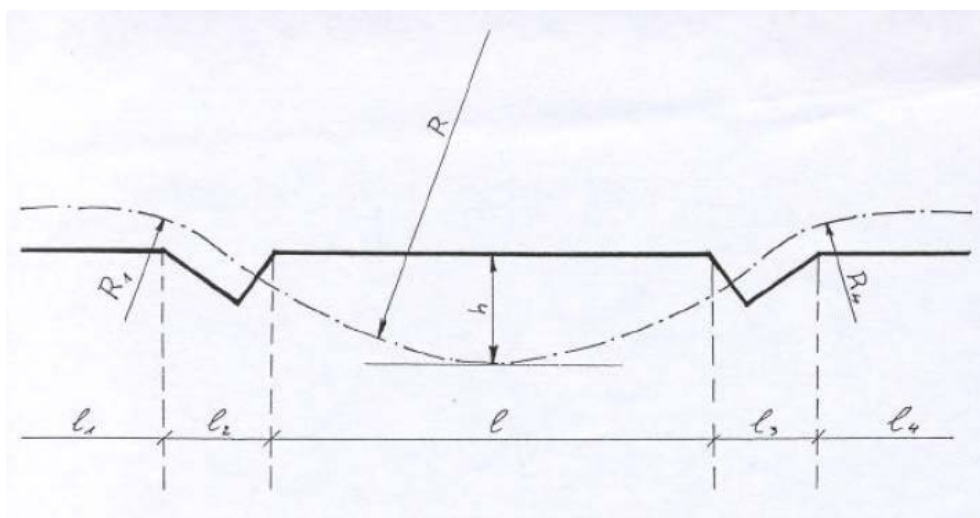
3.3 Verkeersbelasting

Voor de verkeersbelasting wordt het aslastmodel I gekozen volgens de NVN-ENV 1991-3:1995

'Eurocode 1: Ontwerpgrondslagen en belastingen op constructies – Deel 3: verkeersbelastingen op bruggen'

3.4 Lengteprofiel

Het lengteprofiel van de leiding is een cirkelboog waarbij de intredehoek gelijk is aan de uittredehoek ($\alpha_i = \alpha_u$).



R is de straal van de cirkelboog en de cirkelboog is symmetrisch t.o.v. de verticale door het middelpunt.

De gekromde leiding gaat over in de leiding in de veldstrekking (leiding onder maaiveld op ca. 1m diepte).

3.5 Inwendige druk

De inwendige druk in de stalen leiding is $p = 15 \text{ bar} = 1,5 \text{ N/mm}^2$.

De inwendige druk in de PE-leiding is $p = 5 \text{ bar} = 0,5 \text{ N/mm}^2$.