

Gasbellen vermijden bij horizontaal gestuurde boring

De flauwe hoeken bij een horizontaal gestuurde boring zijn ongunstig voor luchttransport in de leiding. Mogelijke maatregelen zijn het beperken van de lengte van het neergaande been of minder diep boren.

ING. J. DRIESSEN MPT / IR. M. JASPERSE

Lucht in een persleidingstelsel kan leiden tot een grote teruggang van de capaciteit. Vooral bij de neergaande hellingen leidt luchtaccumulatie tot energieverliezen. Neergaande leidingdelen komen voor bij kruisingen met kunstwerken, zoals dijken, wegen en watergangen. Het is dus een logische stap om deze kruisingen nader onder de loep te nemen om te bekijken welke effecten de resultaten uit het CAPWAT-onderzoek (zie het artikel 'Onderzoek legt gedrag gasbellen in leidingen bloot' in *Land+Water* 12/2007) op het ontwerp hebben; in het bijzonder kruisingen door horizontaal gestuurde boringen, tegenwoordig dé uitvoeringsmethode om obstakels te kruisen.

De gebruikelijke ontwerprichtlijnen van deze techniek lijken in eerste instantie in tegenspraak met de resultaten uit het CAPWAT-onderzoek. Daaruit blijkt namelijk dat luchttransport vooral gebaat is bij een steile neergaande hoek en een kort neergaand been. Horizontaal gestuurde boringen worden juist met relatief flauwe hoeken uitgevoerd, waarbij lengtes van neergaande benen bij grote boringen kunnen oplopen tot 200 meter.

Type kruisingen

Drie type kruisingen worden hier onderscheiden: de zinker, microtunnelling (persing) en de horizontaal gestuurde boring. De eerste twee uitvoeringsmethoden kenmerken zich door (gedeeltelijke) ontgraving, waarbij het eenvoudig mogelijk is een verticaal neergaand been aan te brengen, wat volgens het CAPWAT-onderzoek het gunstigst is voor luchttransport. Bij een zinker kan dit worden aangebracht in de sleuf en bij microtunnelling in de perskuipen. Bij een horizontaal gestuurde boring kan dit niet zonder meer, omdat hierbij vanaf maaiveld een sleufloze

kruising wordt gemaakt en het aanbrengen van een verticaal been daardoor zeer grote ingrepen met zich meebrengt. In vergelijking met een zinker en microtunnelling zijn de neergaande hoeken ook relatief klein, zo'n 20 tot 30 graden – wat te maken heeft met de beperkingen van de uitvoeringsmethode.

Deze kleine hoeken pasten vroeger bij de eisen die volgden uit de theorie over luchttransport van Kent, die het meeste luchttransport bij kleine hellingen voorspelt.

Met de nieuwe inzichten zijn horizontaal gestuurde boringen over het algemeen dus minder positief voor het transport van lucht. Welke effecten zijn te verwachten?

Ontwerp boring

De kenmerkende afmetingen van een horizontaal gestuurde boring zijn afhankelijk van de in- en uittredehoek, de rechtstand en de boogstraal. Door deze te variëren binnen de toelaatbare grenzen kan men de gewenste diepte en lengte van de kruising bereiken.

Uit het CAPWAT-onderzoek volgt dat het logisch lijkt om bij de uitvoering een zo steil mogelijke in- of uittredehoek bij de neergaande helling te maken. De verwachting is echter dat dit niet direct tot meer luchttransport leidt. De reden hiervoor is dat het neergaande been een boogstraal bevat en zodoende alle hoeken (ook de flauwere) tussen de neergaande hoek en het horizontaal vlak doorloopt. Uit het CAPWAT-onderzoek blijkt dat rechte benen met een hoek van 5 of 10 graden het minst gunstig zijn voor luchttransport en dus maatgevend zullen zijn. Met name bij grotere boogstralen (vanaf 100 tot 150 meter) bedraagt het overgangsgebied rond deze hoeken al snel een tiental meters, wat voldoende lengte lijkt voor het minimale luchttransport dat optreedt bij deze hoeken, om zich in te stellen. Het belang van het vergroten van de neergaande hoek (bij de uitvoering gecreëerd door een in- of uittredehoek) bij horizontaal gestuurde boringen is dus kleiner en wellicht verwaarloosbaar, in tegenstelling tot wat in eerste instantie logisch lijkt.

Uit het CAPWAT-onderzoek blijkt dat het zaak is om de lengte van het neergaande been en de diepte van de leiding te beperken. Bij een korter been wordt meer lucht voorbij het neergaande been getransporteerd dan wanneer dit langer is. Een kleine boogstraal, met een korter neergaand been als gevolg, is dus effectiever voor luchttransport. De diepte van de leiding bepaalt de



Rollenbank bij uittredepunt van horizontaal gestuurde boring.

omvang van het maximaal mogelijke energieverlies van de kruising. In de worst-case situatie dat het neergaande been geheel gevuld is met lucht, kan dit leiden tot een energieverlies gelijk aan de diepte van de kruising. Als de leiding dus 10 meter zakt, kan het energieverlies maximaal 10 meter bedragen. Dit dringt de capaciteit van het systeem – uitgaande van een gebruikelijke opvoerhoogte van de pomp van 20 tot 30 mwk (meter waterkolom) – aanzienlijk terug. De gevolgen voor een systeem waar meerdere van dit soort kruisingen aanwezig zijn, lijken dus evident. Om het maximale energieverlies en daarmee het risico op problemen met transport van lucht te beperken is het aan te bevelen om de diepte van horizontaal gestuurde boringen te beperken.

Kort neergaand been

In de praktijk zal de keuze voor de intredehoek, uittredehoek en boogstraal al grotendeels vastliggen. Intredehoeken zijn mede afhankelijk van de gebruikte boorstelling; 20 tot 30 graden is onder normale omstandigheden de maximaal toepasbare hoek, afhankelijk van de leidingdiameter. Ook bij het uittredepunt is het niet mogelijk te grote hoeken toe te passen vanwege de hoogte van de ophangconstructie of rollenbank bij het intrekken van de leiding.

De minimale boogstralen worden bij horizontaal gestuurde boringen met kunststofleidingen en gelede leidingen bepaald door de boorstangen, die vaak uit aluminium of staal bestaan. Bij leidingen van stijvere materialen, zoals staal, is de toelaatbare boogstraal van de leiding maatgevend.

Naast deze technische randvoorwaarden moet

de boring ook worden ingepast in de omgeving. Dit betekent voldoende afstand houden tot ondergrondse en bovengrondse objecten en het maaiveld. Vaak stellen vergunningverlenende instanties hiervoor een minimale afstand als eis. Een bekende eis van ProRail is bijvoorbeeld om bij mediumvoerende leidingen zonder mantelbuis 16 meter onder het spoor te kruisen. De lengte en diepte van het neergaande been is afhankelijk van de rechtstand, de intredehoek en de boogstraal. Een combinatie die een kort neergaand been tot gevolg heeft lijkt gunstig.

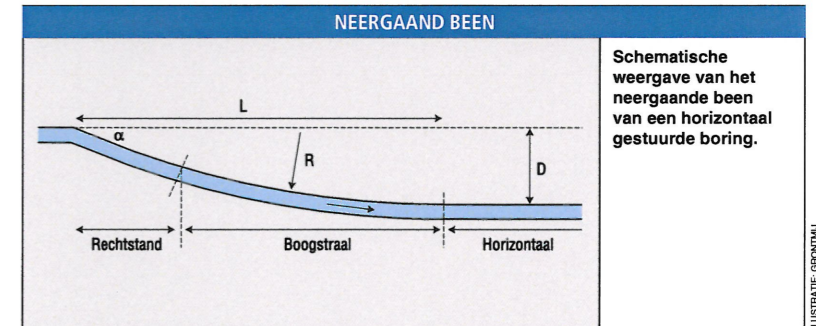
Strategieën

Er is nog een ander middel om het risico op luchtproblemen te verkleinen: het in het neergaande been verhogen van de snelheid naar de kritische snelheid voor volledig luchttransport. Dit is te bereiken door het verkleinen van het doorstroomde oppervlak in de horizontaal gestuurde boring. Door de diameter te verkleinen zal de snelheid en daarmee het luchttransport in de leiding toenemen. Nadeel is dat een kleinere diameter leidt tot grotere energieverliezen en beperkingen voor het piggen van leidingen en dat dit bij bestaande kruisingen lastig is om alsnog te realiseren.

Om een effectieve oplossing te bewerkstelligen zal het energieverlies door diameterverkleining kleiner moeten zijn dan het energieverlies door luchtophoping. Het energieverlies door diameterverkleining is verder te reduceren door alleen de diameter van het neergaande been te verkleinen. Bij nieuwe leidingen kan men dit meenemen in het ontwerp en bij aanleg, voor bestaande leidingen valt te denken aan andere oplossingen zoals het aanbrengen van een klei-



Boorstelling voor horizontaal gestuurde boring.



nere buis aan de binnenzijde van de leiding.

Aandachtspunt bij het verkleinen van de diameter is het 'piggage' houden van de leiding. Zachte pigs kunnen een vernauwing aan van ongeveer eenderde van de diameter. In de meeste afvalwaterpersleidingen is het voldoende om te reinigen met zachte pigs. Harde pigs, die bij afvalwaterpersleidingen in mindere mate worden toegepast, kunnen niet vervormen en kunnen een verkleining van de diameter dus niet volgen. Het toepassen van een kleinere diameter kan in deze gevallen leiden tot een probleem met het reinigen van de leiding.

Steil of flauw

Gezien de resultaten uit het CAPWAT-onderzoek is een zinker of microtunnelling te prefereren boven een horizontaal gestuurde boring. De meest effectieve oplossing voor luchttransport, een verticaal been, is bij deze twee type kruisingen relatief makkelijk aan te brengen. Andere dan hydraulische overwegingen (uitvoeringstechnische,

verstoring van de omgeving, planning en kosten) zullen vaak toch leiden tot het toepassen van een horizontaal gestuurde boring.

De neergaande hoek lijkt voor luchttransport door horizontaal gestuurde boringen niet van belang, maar is meer de uitkomst van keuzen in andere parameters.

Oplossingen voor luchtproblemen bij horizontaal gestuurde boringen kan men zoeken in het beperken van de lengte van het neergaande been en van de diepte van de boring. De instrumenten om dit te bereiken zijn de intredehoek, uittredehoek en boogstraal. Als hiermee geen robuust ontwerp voor luchttransport is te verkrijgen, valt te denken aan het verhogen van de vloeistofsnelheid door het verkleinen van de diameter van het neergaande leidingdeel van de horizontaal gestuurde boring.

John Driessen en Menno Jasperse zijn werkzaam als adviseurs ondergrondse infrastructuur bij Grontmij in Houten.

In 't kort

PRAKTIJK

- ▶ Verticaal been eenvoudig aan te brengen met zinker of microtunnelling
- ▶ Gevolgen CAPWAT-onderzoek voor ontwerp horizontaal gestuurde boring
- ▶ Oplossingen: beperken van lengte neergaand been en van diepte boring
- ▶ Ook door verkleinen diameter neemt luchttransport in leiding toe