

MEER DAN 100 KM MAN-ONTOEGANKELIJKE RIOLERINGEN IN DOORPERSTECHNIEK IN BERLIJN

ir. K. MÖHRING
Berliner Wasser - Betriebe

INLEIDING

Leidingswerken in open sleuf veroorzaken heel wat hinder in verkeersdrukke straten, in winkelbuurten, in grote steden en op toeristische plaatsen. Dit leidde ertoe, dat in de rioleringsdiameters 100 tot 1000 mm steeds meer microtunneling-technieken worden ingezet met name in Berlijn, Keulen, Hamburg, in het Ruhrgebied, in Oost-Duitsland (Dresden, Maagdenburg), in Wenen, Parijs... In heel wat rioleringsprojecten met conventionele open sleuftechniek in deze steden, vindt men bovendien deelprojecten met doorpersingen in kleine diameters onder verkeersdrukke straten.

Ook in de Vlaamse steden zou de invoering van dergelijke technieken heel wat ergernis kunnen voorkomen. Het voorbeeld van Berlijn bevestigt bovendien, dat de microtunneling-techniek dikwijls zelfs goedkoper uitvalt dan een open-sleufinbouw en dit zelfs zonder dat men de moeilijk in te schatten "sociale kosten" in rekening brengt.

De eerste doorpersing van een man-ontoe-gankelijke riolering gebeurde in Berlijn in 1984. Het betrof een asbestcementleiding DN250 doorgeperst in een zandbodem met het op afstand bestuurd doorperssysteem RVS 100A van de firma Soltan (mechanisch bodemtransport).

Reeds in dit pilootproject werden de talrijke voordelen van dit nieuwe inbouwsysteem duidelijk: nl. exacte stuurbaarheid, interessante perslengtes, kleine afmetingen voor vertrek- en ontvangtschacht, gering ruimtebeslag voor de werfinrichting, minimale bedieningshandelingen en interessante inzetbaarheid tijdens de winterperiode. Voor een technische en vooral economische doorbraak waren echter verdere ontwikkelingen nodig welke tegemoetkwamen aan de hoge eisen die aan rioleringsleidingen moeten worden gesteld. Bovendien waren aanpassingen voor uiteenlopende bodemomstandigheden nodig.

EISEN

Man-ontoe-gankelijke leidingen vormen het hoofdaandeel in rioleringsnetten. Specifiek voor Berlijn betekent dit:

- gescheiden stelsel; 77% van de totale lengte
- aandeel diameters < 800 mm; 90%

Ook voor de toekomst zal dit in Berlijn zo blijven. Er moesten daarom doorpersmachines beschikbaar komen welke in het microtunneling-systeem volgende diameters konden doorpersen: DN250, 300, 400, 500, 600, 800 en 1000. Er tussentijdse liggende diameters worden omwille van rationalisatie best uitgesloten. De machinefabrikanten moesten oplossingen bieden voor alle bodemtypes en voor de inzet in grondwater. In Berlijn zijn immers de geologische omstandigheden verschillend, het grondwaterpeil zit ondiep of diep, er komen watervoe-rende lagen voor. Systemen met wormtransport of met hydraulisch bodemtransport zijn in principe in droge en natte ondergrond bruikbaar. Mede afhankelijk van het bodemtype is een aangepast boorschild en brekerkamer noodzakelijk.

De meeste riolen zijn verzamelleidingen en geen pure transportleidingen. De voordelen

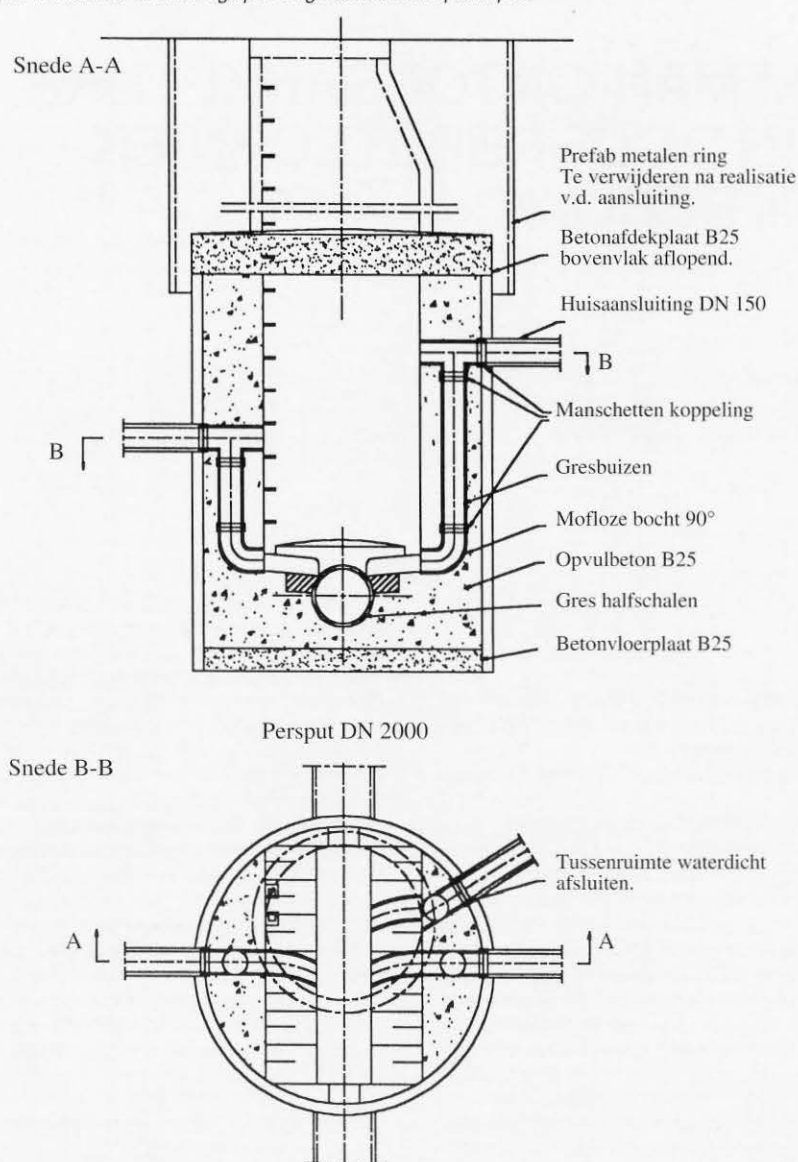
van de sleufloze doorperstechniek zou maar gedeeltelijk worden benut wanneer niet ook alle aansluitingen ondergronds zouden gemaakt worden. Daarvoor moesten eenvoudige en goedkope machines worden ontwikkeld om DN150 en 200 bestuurbaar door te persen.

De inzet van deze technieken zou zonder subsidies moeten geschieden. Wel zou, om de technische ontwikkelingen te bespoedigen een doelgerichte en goed gedoseerde subsidiëring noodzakelijk kunnen zijn doch verder moet de doorvoering in de markt zoveel mogelijk aan de vrije concurrentie worden overgelaten. Daarmee wordt innovatiebereidheid vanwege alle betrokkenen gestimuleerd. Vanwege de opdrachtgever is het daarbij wel vereist dat men via herhaalde prijsvragen aangeeft dat er voor deze in-bouwmethoden vele mogelijkheden bestaan en dat men er ook effectief gebruik van wenst te maken wanneer perspectieven bestaan op gunstigere prijzen. Deze signalen worden o.m. gegeven door doelbewuste alternatieve bestekken op te maken én voor de open-sleufmethode én voor de doorperstechniek totdat de aanbesteder een voldoende inzicht heeft over de grenzen van het economisch haalbare.

Aandeel in % per diametercategorie van de openbare rioleringen in Berlijn op een totaal van 8 258 km openbare riolering.

Diameters DN*	Aandeel in totale riolering
< = 250	42.5
> 250 < = 300	18.7
> 300 < = 400	11.7
> 400 < = 500	7.3
> 500 < = 600	3.7
> 600 < = 700	1.6
> 700 < = 800	1.9
Mantoe-gankelijke leidingen	9.9
* eiprofielen en andere doorsnedetypes werden gerangschikt in functie van hun profielhoogte	

Figuur 1: Vertrek- of ontvangstput omgebouwd tot inspectieput.



DE BERLIJNSE BOUWWIJZE

De ontwikkelingen in de doorpersmachines verliepen parallel met de ontwikkeling en verbetering van de doorpersbuizen in verschillende materialen.

In Berlijn hebben nog enkele bijkomende, misschien specifieke omstandigheden, meegespeeld om de ontwikkeling van de micro-tunnelbouw aan te sporen:

- weinig hoogteverschillen zodat leidingen vaak vrij diep komen liggen, wat dure open-sleuf-bouw of duur grondtransport betekent.

- in een stedelijke omgeving kan de uitgegraven grond slechts zelden ter plaatse worden opgeslagen zodat veel werftransport, op- en afladen ontstaat. Vaak is de uitgegraven bodem zelfs voor herinbouw ongeschikt omdat hij moeilijk te verdichten is. Opgebroken bestrating en uitgegraven bodem moeten vaak zelfs naar speciale stortplaatsen worden afgevoerd: Asfaltbedekkingen moeten daarbij op hun milieubelastende karakteristieken worden onderzocht. Ook het nieuwe opvulmateriaal moet hierop trouwens worden geanalyseerd. De opensleufinbouw wordt hierdoor duurder.

De kosten voor de open-sleuftechniek bedragen aldus zowat 70%; kosten die met de eigenlijke installatie van de leiding niets te maken hebben en dus maatschappelijk kunnen worden aangevochten.

Deze kostenverhoudingen liggen met de doorperstechniek heel anders. De beschadiging van de bestrating beperkt zich tot de plaatsen voor vertrek- en ontvangstput. Cilindervormige persputten beslaan daarbij minder plaats dan rechthoekige bouwputten.

Het opbreken en vernieuwen van straten kan tot 8% worden teruggebracht. Tussen- en ontvangstputten worden gedurende de periodes dat er niet wordt gewerkt met prefabelementen afgedekt.

Het gesloten bouwsysteem biedt nog verdere economische, veiligheidstechnische en ecologische voordelen:

- in tegenstelling met de open-sleufinbouw moeten parallelle of kruisende leidingen niet worden omgelegd of extra beschermd worden. De droogzuiging beperkt zich tot het leegpompen van de pers- en ontvangstput welke waterdicht worden gemaakt.
- Bij doorpersingen zijn alleen nog voor de schachten bouwputten nodig. Beschadigingen aan gebouwen en ongevallen door open sleuven of slechte beschoeiingen zijn daardoor minder talrijk. Vertrek- en ontvangstputten zijn daarentegen bij doorpersingen veilige werkplaatsen voor de arbeiders.
- Ecologische voordelen ontstaan door de beperking van lawaai, uitlaatgassen, verkeers hinder, omleidingen, schade aan beplanting. Samen met de vermindering van hinder aan omwonenden wordt dit alles onder "sociale kosten" gerangschikt. Bij economische berekeningen wordt hiermede nog geen rekening gehouden. Dit betekent dat doorpersingen die gunstiger zouden zijn wanneer men de sociale kosten in aanmerking zou nemen nog niet in opdracht worden gegeven omdat voor maatschappelijk verantwoorde compensaties nog geen regelingen bestaan. Aan deze concurrentievervalsing zou zo spoedig mogelijk een einde gemaakt moeten worden. Echter, ook zonder inachtneming van de sociale kosten zijn sleufloze inbouwmethodes vaak goedkoper. De aanbesteders zouden daarom dergelijke alternatieven steeds moeten overwegen en aanvullende offertes ervoor uitdrukkelijk moeten toelaten en aansporen. Ook door rationalisatie kunnen zij bijdragen tot een goedkopere inbouw bijvoorbeeld door de invoering en voortdurende aanpassingen van een modelbestek voor doorpersingen en de opname van kleine doorperswerken in een groter geheel met de mogelijkheid tot globale afrekeningen, verder door een standaardisatie van inbouwmethodes.

Door consequent deze handelwijze aan te houden is men in Berlijn erin geslaagd, in concurrentie met de open-sleufmethodes, de micro-tunneltechnieken economisch te laten doorbreken.

Specifiek aandeel van open-sleufkosten voor een aantal werven in Berlijn	
Omschrijving	% v/d rioleringskost
bestrating: opbreken, vernieuwen	31
beschoeiing, ontgraven, bodem aan + afvoer, opslagvergoeding opvulling + verdichten verwijderen van beschoeiing	39

In Berlijn worden straat- en aansluitleidingen in principe in een gelijktijdig proces in doorpersing uitgevoerd; dit geldt voor diameters kleiner of gelijk aan DN600. Vanuit de pers- en ontvangtschachten worden de aansluitingen daarbij stervormig naar de percelen geperst zo mogelijk zonder onder naburige percelen te komen (fig 2).

Daartoe zijn eventueel tussenputten nodig waarin door middel van een valleiding en hulpstukken (bochten, B-stuk) op de reeds geperste leiding wordt aangesloten. Men onderscheidt daarbij 2 werkwijzen: ligt de verzamelleiding boven het grondwaterpeil, dan worden na beëindiging van de persing prefab metalen ringen (linerplates) afgezonken. Na de realisatie van de aansluitingen worden deze putringen verwijderd. Ligt de geperste hoofdleiding onder het grondwaterpeil, dan wordt een gewapende betonring afgezonken, wordt erin een gewapende vloerplaat aangebracht, en wordt de put eventueel met prefab metalen ringen verder opgetrokken. De persing gebeurt doorheen de op voorhand voorbereide plaatsen waarbij dichtingsringen de afsluiting verzekeren tegen grondwaterdruk. Zodra de persing van straat- en aansluitingsriolen is doorgevoerd worden pers- en ontvangtschachten naar de gebruikelijke afmetingen teruggebracht en afgewerkt (fig 1). Bij persputten van 3.20 m voor doorpersleidingen groter dan 400mm kan ook de schacht - in - schacht oplossing worden toegepast.

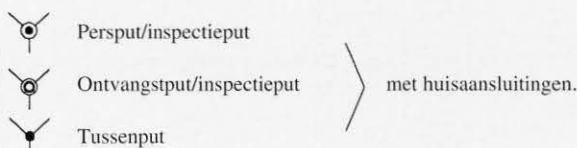
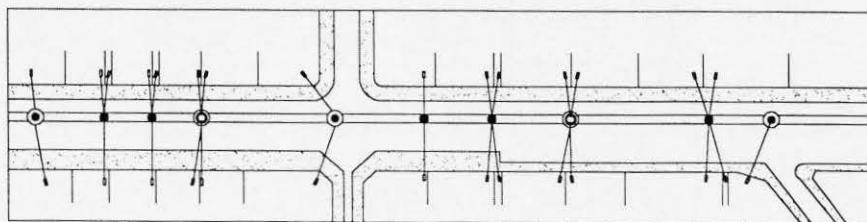
In Berlijn worden veelal cilindrische persputten ingezet met binnendiameters van 2.0 tot 3.20 m voor respectievelijk persingen van diameters kleiner of gelijk aan DN400 en DN400 tot DN600. De cilindrische vorm biedt daarbij de meeste weerstand t.a.v. de perskrachten in opwaartse en zijdelingse richting. Voor nog grotere buisdiameters worden meestal rechthoekige persputten gebouwd omdat prefab betonringen dan transportproblemen leveren. Gebruikte materialen zijn: damwandprofielen, spuitbeton, one-pass shaft linings d.w.z. in elkaar passende beton schotten voor binnendiameters van 1.52 tot 10.57 m.

Bij de Berlijnse bouwwijze type 2 worden in plaats van de hoger beschreven tijdelijke tussenputten, tussenputten gebruikt waar ook doorheen wordt geboord doch die bijkomend tot inspectieput worden omgebouwd. Deze oplossing stemt overeen met de ATV richtlijn A142 die vastlegt dat in de beschermzones II van waterwingebieden aansluitingen enkel aan schachten mogen worden uitgevoerd; De "Berliner Wasserbehörde" breidt deze regel uit naar beschermzones III. Voordelen van dit systeem zijn de volgende:

- reiniging, inspectie, controle op het afvalwater, waterdichtheidsproeven, saneringen kunnen eenvoudig worden uitgevoerd omdat aan de beide uiteinden van de aansluitleiding er een gemakkelijke toegang ontstaat.
- De aansluitleidingen kunnen op de kleinst mogelijke diepte, meestal boven het grondwater worden doorgeperst.

Figuur 2: Stervormige aansluitingen vanuit persput en tussenput.

Berlijnse bouwwijze type 1



DN	Buislengte	Persput (m) binnendiameter
250-400	1.00 2.00	2.00 3.20
500-800	2.00	3.20
≥ 800	2.00 3.00	rechthoekige persput

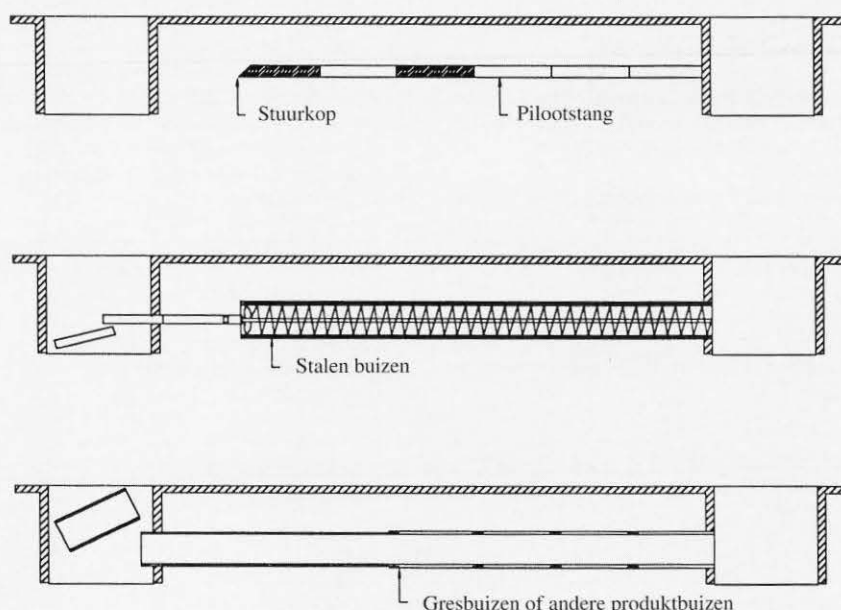
PIPE-EATING

In Berlijn werd de laatste jaren 40 à 50% van de rioleringsuitbreiding via doorpersstechnieken én met geringere kosten dan de open-sleuftechniek verwezenlijkt. Gezien dit grote succes voor nieuwbouw werd overwogen met gelijkaardige methodes bestaande leidingen door nieuwe te vervangen. Dit levert als voordeel dat de ruimte onder de bestrating optimaal benut blijft. Bestaande leidingen worden ermee weggefreest en zo nodig door een grotere diameter vervangen. De doelstelling hierbij was om zoveel mogelijk met bestaande installaties te werken ten einde de kosten van bijkomende investeringen bij de aannemers gering te houden. De aan de machinebouwers gerichte wensen betroffen hoofdzake-

lijk de aanpassing van het boorschild en freesboorkoppen. Meer specifiek betekende dit:

- * Alle bijkomende inrichtingen voor de buisvervanging moeten in de bestaande doorpersinstallatie kunnen worden opgenomen.
- * Het afvoeren van de vernalen oude buizen moet via het gebruikelijke transportsysteem van de doorpersinstallatie kunnen geschieden.
- * Voor de te vervangen leidingen moet men zich instellen op de volgende materialen: Gres-, vezelcement-, ongewapende betonbuizen vermits vrijwel 87% van alle openbare rioleringen in Berlijn (met uit-

Figuur 3: Pilotstang-doorpersing.



Tabel 1: Doorperslengtes per diameter en type doorpersmachine.

	Lengte								(m)	Aandeel (%)
	DN 250 (m)	DN 300 (m)	DN 400 (m)	DN 500 (m)	DN 600 (m)	DN 800 (m)	DN 1000 (m)	DN 1200 (m)		
Herren knecht	4.909	891	1.043	4.336	3.140	1.990	552	1.620	1.620	19,4
Iseki	680	73	851	481	193	106			2.384	2,5
Soltau	62.235	2.892	3.656	2.019	972	200	120		71.854	74,5
Witte	3.185	20	276						3.480	3,6
Anderen	107					19	17		143	0,1
Totaal	71.116	3.876	5.826	6.836	4.305	2.315	659	1.620	96.553	100,0
Aandeel	73,6	4,0	6,0	7,1	4,5	2,4	0,7	1,7		100

zondering van huisaansluitingen) uit deze materialen bestaan.

Snij-, frees- en transportsystemen moeten zodanig zijn dat ze deze materialen probleemloos én volledig tot de gepaste stukgrootte kunnen verkleinen en afvoeren.

* Bij de buisvervanging kan het nodig zijn dat men het oude tracé verlaat of dat men excentrisch en/of met behoud van de vloeilijn wenst te boren. De sturings-techniek moet hieraan aangepast zijn.

Spoeltransportsystemen hebben een gelagerd schild en zijn geschikt voor de grotere diameters. Om de spoelkringloop niet te onderbreken wordt de te vervangen leiding opgevuld of er wordt een afdichtend packersysteem vóór de freeskop voortgeduwd.

In april 1987 werd de eerste keer een rioleeringsleiding van de Berlijnse "Wasser Betriebe" door de firma Gildemeister vervangen met een gemodificeerde RVS 100 Soltau machine. Het procédé kreeg de naam "pipe-eating" mee.

Sindsdien heeft dit systeem een vaste plaats in de sanerings- en vernieuwings-technieken in Berlijn veroverd.

Voor de keuze van het systeem moet steeds rekening gehouden worden met de plaatselijke omstandigheden, gestelde eisen en economische overwegingen.

Vooraleer met de vervanging van de leidin-

gen te starten worden bestaande aansluitingen afgekoppeld en het eruit stromende afvalwater weggepompt. Zijn deze nog in goede staat dan kunnen ze later op de doorgeperste leiding worden aangesloten. Is dit niet het geval, kan de Berlijnse bouw-wijze worden toegepast (stervormige aansluiting).

Pipe-eating is duurder dan een gewone buisdoorpersing. Wanneer nog ruimte onder de straat vrij is, is het daarom gunstiger in een nieuw tracé door te persen en de oude leidingen aanvankelijk nog te gebruiken voor het instandhouden van de afvoer. In een aantal gevallen is de bouwruimte te beperkt en is Pipe-eating onontbeerlijk geworden.

MICROTUNNELING, EEN LONEND ALTERNATIEF

Een aantal verheugende ontwikkelingen leidde tot een verhoging van de baten, vermindering van storingen. Het toepassen van brekers in de boorkop vergroot de mogelijkheden in los gesteente; stenen tot max 30% van de doormeter van de boorkop worden gebroken en/of afgevoerd. Ook voor rotsbodems zijn boorschilden ontwikkeld. Bij het doorpersen door een niet homogene rotsachtige bodem met zware losse stenen kan een hogedrukspoeling worden geïntegreerd.

Bij systemen met schroeftransport werden de prestaties opgedreven door de boorkop direct aan te drijven (voor diameters DN 400 tot DN 1000).

Het diameterbereik van de microtunneling werd ook naar boven toe uitgebreid nl. DN 1000, 1200, 1500. Door ook hier "onbe-mand" te werken werd een belangrijke ergonomische en arbeidsveilige bijdrage geleverd. De microtunnelbouw is ook mobiel-er geworden: bediening vanuit een contain-er, op vrachtwagens gemonteerde door-persmachines, eigen stroomvoorziening,...

In Berlijn wordt voorgeschreven dat tijdens de persing enkele parameters continu en automatisch worden gemeten nl.:

- * de doorperskracht
- * afwijkingen van de aslijn
- * verroiling
- * doorperslengte

Deze gegevens moeten per maximaal 2 m of 90 sec interval worden genoteerd. De maximaal opgetreden druk per interval moet worden geregistreerd.

De keuze van het doorperssysteem werd steeds aan de vrije concurrentie overgelaten. Van belang is dat inschrijvers een volledig overzicht bekomen van de grondcon-dities, de aanwezige bouwwerken en nuts-leidingen. Enkel op basis van deze gege-vens kan het geschikte doorperssysteem worden gekozen en de doorperssnelheid worden berekend. Aangewezen is het om, afhankelijk van de bodemomstandigheden om de 50 à 100 m proefboringen in het tracé uit te voeren.

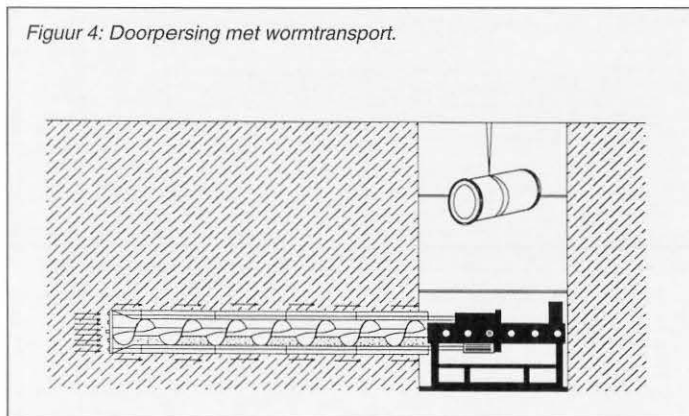
Dit bodemmechanisch onderzoek zou moe-ten inhouden:

- * overzicht van de lagen
- * druk- of ramsonderingen
- * korrelverdeling, korrelvorm
- * densiteit, consistentie
- * watergehalte
- * bodemschuifspanning
- * doorlaatbaarheid
- * grondwaterpeil

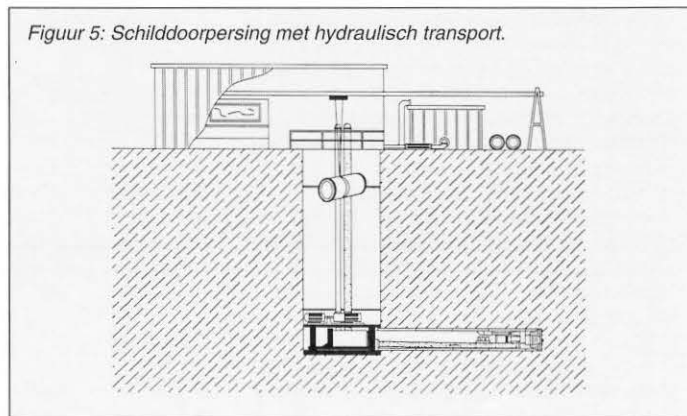
Met betrekking tot de afrekening voor het verwijderen van obstakels is volgende werkwijze in Berlijn ingeburgerd:

Hoewel de keuze van het doorperssysteem aan de aannemer wordt overgelaten moet in de offerte dit systeem worden aangege-ven evenals de hindernissen welke ermee nog eenvals worden verkleind en afge-voerd. Apart worden vergoed: het bergen

Figuur 4: Doorpersing met wormtransport.



Figuur 5: Schilddoorpersing met hydraulisch transport.



van te grote hindernissen en de daardoor veroorzaakte stilstandtijd. Op grond van ervaring worden hiervoor overeenkomsten opgemaakt. Daardoor wordt het risico berekenbaar en offertes beter controleerbaar.

Door de impulsen die wij gegeven hebben, door de openheid die er bij alle betrokkenen ten opzichte van innovaties bestond en door de intensieve uitwisseling van ervaringen tussen de opdrachtgevers, de uitvoerders, de machinebouwers, de buizenfabrikanten en de prefabproducenten is het in Berlijn tot een ontwikkeling van microtunneling gekomen die, gemeten aan het aandeel van het bouwvolume, uniek is.

Verwezenlijkte doorpersingen stand 31/12/92:

openbare rioleringen: DN 250 tot 1200	96 km
huisaansluitingen: DN 150	23 km
TOTAAL	119 km

Al deze doorpersingen werden in vrije concurrentie met geringere kosten in vergelijking met de open-sleufmethode doorgevoerd. Tabel 1 geeft voor de openbare riolering de verdeling weer, gespecificeerd per machinefabrikant. De huisaansluitingen werden met drie types doorgeperst; Celler, Soltau en Witte.

DOORPERSMACHINE

Drie systemen worden overwegend ingezet:

- 1) Pilotbuisdoorpersing voor aansluitingen DN 150 en DN 200 in lengtes tot 30 m. deze persingen gebeuren in drie fases: (fig 3)

- a: Bodemverdringing d.m.v. een pilootstang. De metingen voor de sturing worden gedaan d.m.v. een theodoliet of laser. De richting wordt gecorrigeerd door het draaien van de pilootkop vanuit de startput.
- b: Na aankomst van de pilootstang wordt een stalen mantelbuis met een verbredingskop d.m.v. het boorpers-procedé doorgeboord.
- c: Aansluitend worden de rioleringsbuizen nageperst.

- 2) Doorpersingen met wormtransport: voor diameter DN 250 tot 800, tot 100m lengte (fig 4). Gelijktijdig met het doorpersen gebeurt het bodemtransport doorheen de boorkop via een worm die doorheen stalen transportbuizen in de doorgeperste leiding loopt. Hiermee kan ook in grondwater geboord worden (tot max 2,50m waterhoogte). De bodem vóór de boorkop wordt daarbij met perslucht ondersteund en de eerste transportbuizen bezitten wormen met een geringe spoed zodat een bodemprop deze buizen gesloten houdt en verhindert dat perslucht ontsnapt. Bij een

Tabel 2: Typering van de in Berlijn uitgevoerde doorpersingen voor DN 250 tot DN 1200. Stand tot 31/12/92 bij een totale doorgeperste lengte van 96.553 m.

		Aandeel
Type rioleringswerken	uitbreiding van het net vernieuwing in nieuw tracé vernieuwing in oud tracé (pipe-eating)	78,3% 20,2% 1,5%
Stelseltype	vuil water regenwater gemengd	84,2% 12,3% 3,5%
Buismateriaal	gres vezelcement gewapend beton polymeerbeton GFK, gietijzer, staal	66,6% 25,4% 6,7% 1,1% 0,2%
Machinetype ngl bodemtransport	wormtransport hydraulisch transport	77,9% 22,1%

hogere grondwaterwaterpeil worden vertrek- en ontvangstoppen zelf onder druk gebracht en werkt het bedieningspersoneel onder deze hogere luchtdrukken.

- 3) Schilddoorpersing met hydraulisch transport: voor diameters DN 250 tot DN 1200 met voor de grotere diameters zelfs lengtes groter dan 200 m (fig 5). Ook hier gebeurt de doorpersing gelijktijdig met het bodemtransport waarbij het boorfront mechanisch en met vloeistof wordt gesteund. De bodem wordt hydraulisch afgevoerd. De aandrijving van het schild bevindt zich in de schilddoorpersmachine. Dit systeem is bij een hoge grondwaterstand bijzonder geschikt. Naargelang de bodemcondities wordt alleen water of een bentoniet-suspensie als ondersteunings- en transportmedium gebruikt. Voor de eropvolgende bentonietseparatie worden schutzevenen en hydrocyclonen gebruikt. Courant wordt bentoniet toegepast om de mantelwrijving t.a.v. de bodem te verminderen.

Tabel 2 geeft de Berlijnse microtunnelwerken weer (tot eind 92) opgesplitst per type (nieuwbouw/vernieuwing), per stelseltype, per buismateriaal en per wijze van bodemtransport. Bij de vezelcementbuizen zijn tot nu toe alleen de asbestcementbuizen opgenomen. Met dit buistype is de microtunneling in Berlijn gestart. Ze hebben hun nut daarbij bewezen doch zijn nu omwille van de asbestvezels niet meer toegelaten. De eerste doorpersesperimenten met andere vezelbuistypes zijn aan de gang.

DOORPERSBUIZEN

In vergelijking met gewone rioleringsbuizen moeten hogere eisen worden gesteld aan maatvastheid. De perskrachten nodig voor het overwinnen van frontdruk, mantelwrijving en excentrische belasting bij sturing moeten zonder beschadiging kunnen worden opgevangen.

De eerste gedetailleerde eisen voor doorpersbuizen en verbindingen werden opgenomen in het Arbeitsblatt A 125 van ATV en DVGW (ontwerp 1992). Wat de buizen

betreft worden erin eisen geformuleerd t.a.v. diameterseries, maten en toleranties voor diameters en lengtes, haaksheid van de einden, kromming en bodemgelijkheid. Wat de dichtingen betreft: eisen t.a.v. dichtheid, hoekverdraaiing, dwarskrachtstabiliteit, langskrachtoverdracht, vormgeving van de dichting en koppeling. Een kwaliteitscontrole wordt dwingend voorgeschreven. Verder beschrijft de richtlijn de verschillende doorperssystemen. De maximale afwijking op de buisbinnen-onderkantpeilen wordt vermeld evenals de bodemmechanische en geologische gegevens voor de statische berekeningen conform ATV A 161 en voor de doorvoering van de buisdoorpersing.

Conform A 125 mogen alleen vakbekwame ondernemingen doorpersopdrachten toevertrouwd krijgen. Ze dienen daartoe het gepaste certificaat te bezitten van de "Gütgemeinschaft Kanalbau".

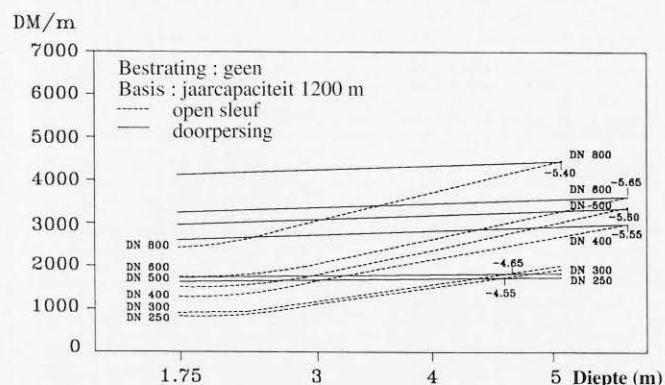
Doorpersbuizen zijn omwille van de technische vereisten voor het doorpersen topproducten die ten aanzien van de invloeden die optreden na de persing eigenlijk overgedimensioneerd zijn. Daarmee garanderen ze een lange levensduur temeer daar ze door de preciese stuurtechnieken zeer exact geplaatst worden, een ideale opleg-hoek bezitten in een vrijwel ongestoorde bodem.

Doorpersbuizen in gres worden in Berlijn het meest toegepast. Vóór het aflaten van elke gresbuis in de vertrekput wordt de buis op mogelijke transportschade gecontroleerd. Op de buiseinden wordt daartoe met een gemakkelijk te bedienen controletoestel een druk van 15 bar aangebracht.

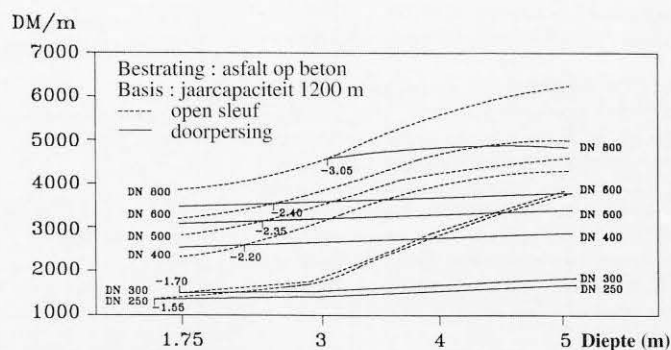
HET BELANG VAN 9 JAAR MICROTUNNELING IN BERLIJN

- * km uitgevoerd: 119 km
- * besparing t.o.v. open-sleufinbouw: 16 miljoen DM
- * vermeden afbraak en herstellingen van bestrating: 200 km²
- * vermeden grondtransport: 380 000 m³ = 30 000 vrachtwagens

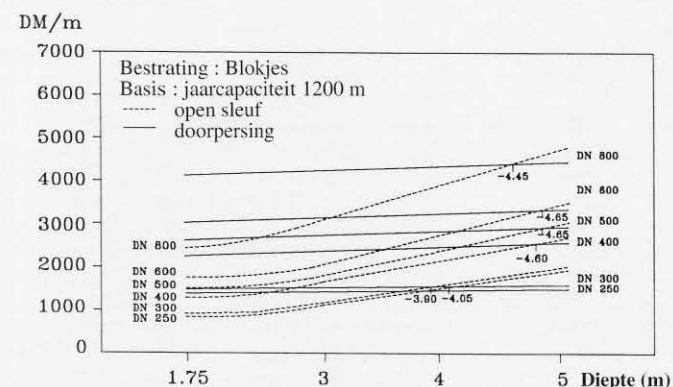
Grafiek 1: Kostenvergelijking, open sleuf - doorpersing, boven het grondwater met gresbuizen.



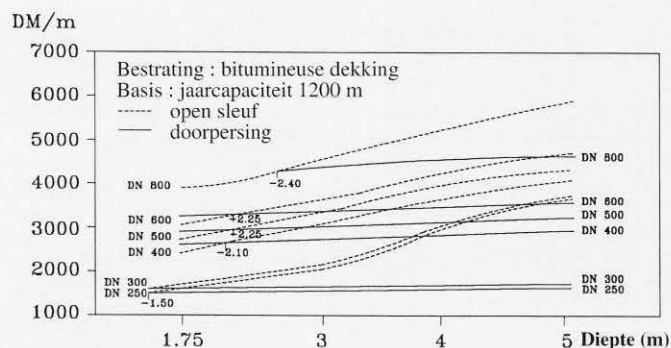
Grafiek 4: Kostenvergelijking, open sleuf - doorpersing, boven het grondwater met gresbuizen.



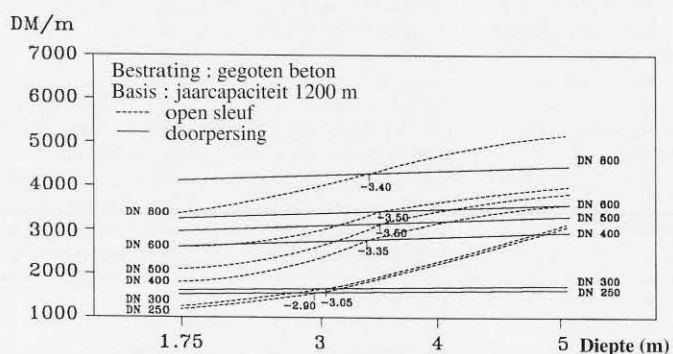
Grafiek 2: Kostenvergelijking, open sleuf - doorpersing, boven het grondwater met gresbuizen.



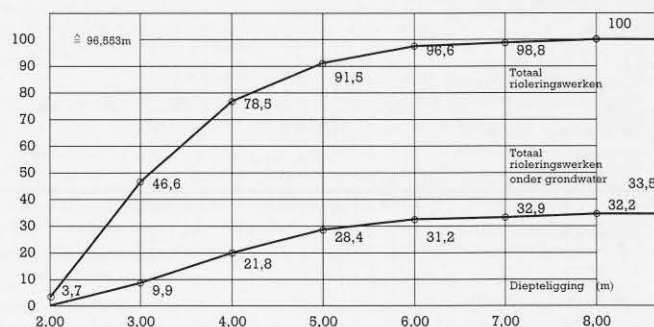
Grafiek 5: Kostenvergelijking, open sleuf - doorpersing, boven het grondwater met gresbuizen.



Grafiek 3: Kostenvergelijking, open sleuf - doorpersing, boven het grondwater met gresbuizen.



Grafiek 6: Projectaantallen in functie van de inbouwdiepte bij microtunneling.



- * vermeden grondwaterverlaging: 38 miljoen m³ = 38 dagen drinkwater voor Berlijn
- * geen zwaar ongeluk, geen beschadigen aan gebouwen
- * minimale verkeershinder, wegen steeds vrij voor brandweer en hulpdiensten
- * ontlasting van de arbeidsmarkt, ook bij vorst wordt doorgewerkt

Ook de rationalisatie heeft in Berlijn tot het succes van de microtunnel bijgedragen. Vooral twee machinetypes worden in Berlijn gebruikt waarmee de meest gewenste diameters en gebruikelijke materialen wor-

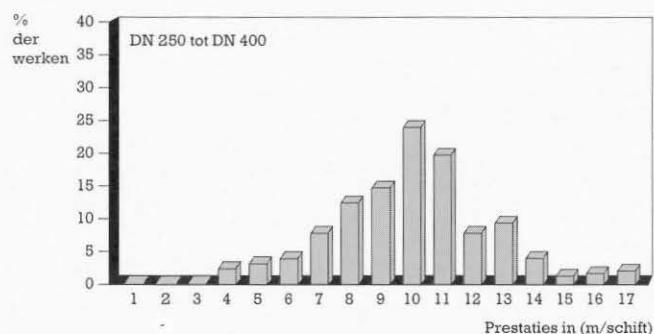
den doorgeperst. Ook in de gefabriceerde vertrek- en ontvangstuppen en in de buislengtes is een zekere standaardisatie doorgevoerd.

RELATIEVE KOSTEN

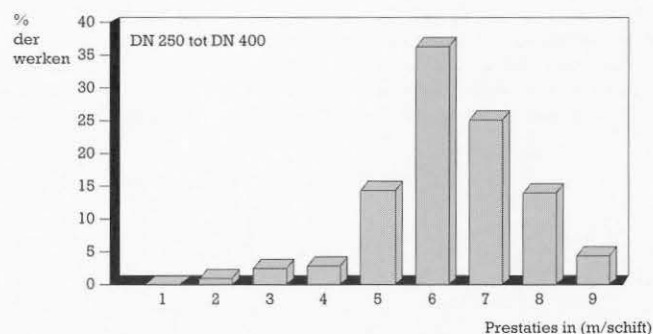
De grafieken 1 tot 5 geven kostenvergelijkingen tussen open-sleuf- en doorpersmethoden met als basismateriaal gres DN 250 tot 800, prijsniveau 91-92, bij uitvoering boven het grondwater en voor verschillende bestratingstypes. Uit de diagrammen blijkt dat de kosten van doorpersing in hoge ma-

te onafhankelijk zijn van de inbouwdiepte. Dieper geplaatste leidingen brengen weinig meerkosten mee. In grote rioleringsnetten kan daardoor bespaard worden op pompstations. Bij dure bestrating wordt doorpersing reeds vanaf een geringe diepte economisch interessant. Komt daarbij grondwater voor, dan is dit nog meer uitgesproken. Dit weerlegt de vaak gehoorde uitspraak dat doorpersing pas vanaf een diepte van 3 à 4 m gunstiger zou zijn. Grafiek 6 illustreert deze weerlegging. Meer dan 46% van alle geplaatste rioleringen ligt minder dan 3 m diep en 33,5% ligt in grondwater.

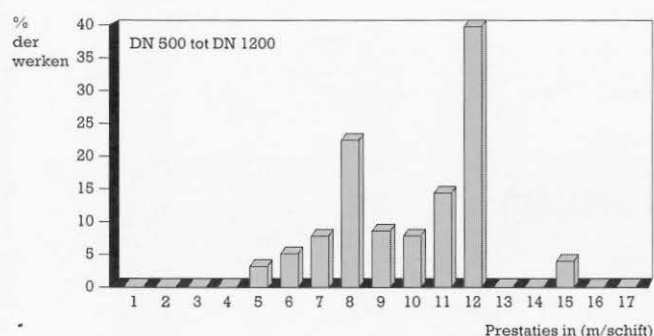
Grafiek 7: Alle doorperssystemen
Doorpersprestaties (in m/schift) geldend voor X % der werken, exclusief
plaatsing machine en putten.



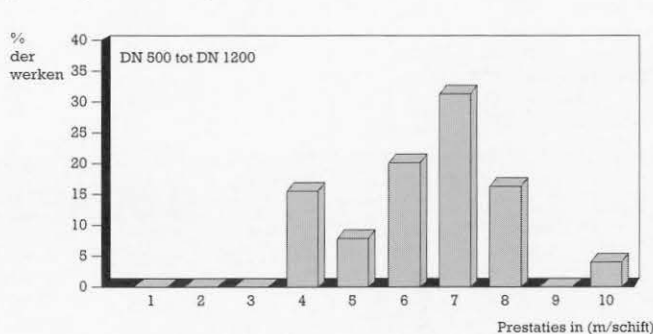
Grafiek 9: Alle doorperssystemen
Doorpersprestaties (in m/schift) geldend voor X % der werken inclusief
plaatsing machine en putten.



Grafiek 8: Doorperssystemen met hydraulisch grondtransport, exclusief
plaatsing machine en putten.



Grafiek 10: Doorperssystemen met hydraulisch grondtransport.
Doorpersprestaties (in m/schift) geldend voor X % der werken inclusief
plaatsing machine en putten.



RENDEMENTEN

In Berlijn zijn bij de microtunnelbouw al doorpersprestaties van 30 m per 8-urige werkdag geleverd. Grafiek 7 toont aan dat voor alle ingezette systemen voor DN 250 tot 400 het vaakst (nl bij 24% der werken) dagprestaties van 9 à 10 m werden bereikt, bij 72% lag dit tussen 11 en 12 m. Bij 83% werden prestaties tussen 7 en 12 m genoteerd. Sterk bepalend zijn hierbij de geologische omstandigheden, de competentie van de aannemer en het bedieningspersoneel.

De invloeden van deze laatste factoren worden nog duidelijker wanneer men, bij de zojuist geciteerde effectieve doorpersrendementen, nog de tijden in rekening brengt die nodig zijn voor installatie, berging, verplaatsing van de doorpersinstallatie en voor voorbereiding en opmeting van de volgende persschacht (zie grafiek 9).

Voor alle in Berlijn uitgevoerde doorpersingen DN 250 tot DN 400 blijkt dan dat het vaakst nl. voor 36% der werken, dagprestaties tussen 5 en 6 m en bij 74% der werken tussen 5 en 8 m per schift werden bekomen. Specifieke globale dagprestaties voor systemen met hydraulisch grondtransport voor DN 500 tot DN 1200 geven grafieken 8 en 10 weer. De wat hogere dagprestaties voor diameters groter dan 500 zijn waarschijnlijk te danken aan de hierbij gebruikte grotere

buislengtes. Daaruit kan men echter niet zonder meer besluiten dat langere buislengtes doorgeperst met een hydraulisch transportsysteem economisch gunstiger zijn dan het doorpersen met kortere buizen met een wormtransportsysteem. Om deze analyse te kunnen maken moet men nog andere parameters hierbij betrekken zoals: machinekost, bouwputkosten,...

VERDERE ONTWIKKELINGEN

Ook al poogt men bij nieuwbouw alle noodzakelijke aansluitingen in te plannen toch zullen er in de loop van de tijd nog bijkomende aansluitingen op de doorgeperste leidingen nodig zijn. De ontwikkeling van een doorperstechniek was noodzakelijk om vanuit een put nabij de woning ondergronds het straatrooi te kunnen aanboren. Reeds verschillende dergelijke projecten werden met succes doorgevoerd. Ook voor de doorpersing van drukleidingen voor drinkwater werd 3 jaar geleden een eerste pilootproject gestart. Omdat huisaansluitingen daarbij vaak niet voorkomen zijn langere buislengtes en leidinglengtes mogelijk. Dit pilootproject werd uitgevoerd met gietijzeren doorpersbuizen DN 250. Ook werd een experiment gestart met een doorpersleiding in eiprofiel DN 600/900 in polymere beton. Wegens de vereiste uniforme bodemlijn moet een verrollingsvrije plaatsing daarbij gegarandeerd zijn.

TAKEN VOOR DE TOEKOMST

Des te kleiner de doorperskop is, des te groter wordt het risico dat onverwachte hindernissen in de bodem aanleiding geven tot vertraging, berging, richtingscorrectie. Dit doet zich bijvoorbeeld ook voor wanneer grotere stenen niet centrisc benaderd worden. Bergingskosten zijn hoger wanneer de inbouwdiepte groot is of grondwater moet verlaagd worden. Uit onderzoek in Berlijn blijkt dat voor de uitgevoerde doorpersingen DN 250 tot DN 400 7.5% van de totaal benodigde tijd aan bergingswerken werd besteed. Voor DN 500 tot DN 1200 lag dit bij 6.5%.

Om deze tijden te reduceren moeten de opsporingsmethoden verder ontwikkeld worden. De georadar kan inzicht geven in hoeveelheden en grootte van steenafzettingen. Moeilijkheden hierbij zijn nog:

- * interpretatie van de metingen
- * ijking van de toestellen naar specifieke bodems
- * zware bodems, vooral in combinatie met waterlagen

Een gedetailleerd geologisch onderzoek laat het studiebureau toe om de positie van vertrek- en aankomstput beter te bepalen, voorafgaandelijke bergingen uit te voeren, een gunstigere bedding te kiezen of gewoonweg een andere inbouwmethode te adviseren. Ook leidingen in het geplande tracé moeten beter kunnen gedetecteerd worden onafhankelijk uit welk materiaal ze

bestaan. Een oplossing voor beide problemen zou een waardevolle stimulans betekenen voor de microtunneling.

Reeds nu moet men echter vaststellen dat wanneer men de reeds bestaande technische mogelijkheden zou gebruiken en wanneer men de werken nauwkeurig voorbereidt en aanbesteedt, de microtunnelingstechniek méér en economisch verantwoord

zou kunnen worden ingezet. Het huidige aandeel van 5% in de BRD van alle leidingsconstructies op gebied van riolering, stadsverwarming, gas, electriciteit, telefoon en water ligt duidelijk achter op de mogelijkheden.

De nog bestaande concurrentievervalsing zou kunnen wegvallen wanneer men ook de "sociale kosten" in de beoordeling zou

betrekken. Op dit gebied zijn bijdragen vanwege beleidsbeslissers nodig.

*ir. K. MÖHRING
Berliner Wasser - Betriebe
Hohenzollerndamm 45
1000 Berlijn 31
Duitsland*

BOEKBESPREKING

HYDROLOGISCHE SYSTEEMBESCHRIJVING MAAS

(Nota nr. 94.022 van het RIZA-Directoraat-Generaal van de Rijkswaterstaat - Nederland)

Door H.E.J. Berger werd in 1992 een proefschrift gemaakt met een hydrologische systeembeschrijving van de Maas. De studie was gesteund op een uitgebreide informatie geleverd door Nederlandse, Belgische, Franse en Duitse openbare instanties. Het doel was een voorbereiding op de ontwikkeling van afvoervoorstellingen van deze rivier.

Het is uit dit proefschrift, opgemaakt in de Engelse taal dat, bewerkt door A.L. Mugie, deze nota is gegroeid. Die vrij lijvige nota (141 p.) geeft een totaalbeeld van het Maasbekken vanuit een geologisch perspectief tot de huidige toestand bij hoog- en laagwater. De beschrijving omvat eveneens gegevens over de waterbouwkundige werken en de scheepvaart. Vertrekkend van geschiedkundige gegevens worden de problemen van de overstromingen, zowel wat betreft de oorzaken als de genomen maatregelen, overlopen. Aandacht wordt eveneens besteed aan de talrijke zijrivieren.

Het geheel is een waardevol document dat een vaste achtergrond vormt voor het begrip van de tegenwoordige problemen.

H.R.

WATERPLANTEN IN HET WOLDERWIJD EN HET VELUWEMEER

(Nota nr. 94.046 van het RIZA-Directoraat-Generaal van de Rijkswaterstaat - Nederland)

Door het Rijksinstituut voor integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) werd, in samenwerking met de directie Flevoland van de Rijkswaterstaat een uitvoerige veldkartering en biomassa-bemonstering in het Wolderwijd en het Veluwemeer uitgevoerd in de periode 1990-1993.

De beschrijving van de werkmethoden en het verwerken van de gegevens vormt een inleiding tot de eigenlijke rapportering van de resultaten. Deze worden overzichtelijk door 64 gekleurde en van commentaar voorziene kaarten opgenomen.

H.R.

SLIBWIJZER

Onlangs verscheen de tweede SLIBWIJZER van de Slibcommissie van de Nederlandse Vereniging voor Afvalwaterbehandeling en Waterkwaliteitsbeheer (NVA).

De eerste SLIBWIJZER verscheen in september 1991. Ook dit keer is op grond van literatuur en bestaande studies voor communaal zuiveringsslib aandacht besteed aan het wettelijk kader en de juridische as-

pecten met betrekking tot productie en afzet van zuiveringsslib en de verwerkingsmethoden.

Nieuw is de aandacht voor industrieel zuiveringsslib en drinkwaterslib. Dit is onder meer mogelijk geworden doordat het CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek) als onderdeel van de milieustatistiek in 1990 is gestart met het onderzoek "Afvalwaterzuiveringsslib van bedrijven en instellingen".

De gegevens met betrekking tot de kwaliteit en kwantiteit van zuiveringsslib zijn gebaseerd op de gegevens van de CBS-enquête van 1991. Voor zover als mogelijk zijn ook gegevens met betrekking tot 1992 in de SLIBWIJZER vermeld.

De gegevens met betrekking tot drinkwaterslib zijn welwillend ter beschikking gesteld door VEWIN (Vereniging Exploitanten Waterleidingsbedrijven in Nederland) en KIWA (Keuringsinstituut voor Waterleidingsartikelen).

Met name voor de landbouwkundige toepassing van slib is onder meer het BOOM-besluit (Besluit Overige Organische Meststoffen) van toepassing. In de SLIBWIJZER is voor deze regeling aangehouden de situatie zoals deze zal gelden vanaf 1 januari 1995.

De Slibcommissie hoopt met deze nieuwe SLIBWIJZER in de behoefte te voorzien tot korte, overzichtelijke informatie over zuiveringsslib.

Voor meer informatie :

NVA-secretariaat
Sir Winston Churchill-laan 273
Postbus 70, 2280 AB Rijswijk
Tel. : 0031/70/395.35.35
Fax : 0031/70/395.34.20