

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen KIWA N.V.



Sir Winston Churchill-laan 273 - Rijswijk (ZH)

ERVARINGEN MET HET REINIGEN
VAN WATERLEIDINGNETTEN
MET BEHULP VAN PROPPEN VAN SCHUIMKUNSTSTOF

door ir. A. de Lathouder

Hoofd van de Speurwerkdienst

MEDEDELING Nr. 28

VAN HET KEURINGSINSTITUUT VOOR
WATERLEIDINGARTIKELN KIWA N.V.

1. Inleiding

Na verloop van tijd zal het inwendige van een waterleidingnet min of meer vervuilen als gevolg van afzettingen en aangroeiingen van ijzer en mangaan en stoffen van organische aard. Deze bieden bovendien een voedingsbodem voor levende organismen. Het gevolg is dat niet alleen een verhoogde leidingweerstand of verminderde doorlaat optreedt als gevolg van incrustaties (vaste aankorstringen), maar ook zal de kwaliteit van het water, vooral bij een tijdelijk hogere watersnelheid in de leidingen (wasdag, brandweer), aanleiding tot klachten kunnen geven als het slib dat zich in de leiding bevindt in beweging komt. De meest eenvoudige remedie hier tegen is het regelmatig spuien van de leidingen met water. Het is echter niet altijd mogelijk de vereiste spuisnelheid, die voor een goed effect liefst tussen 1,5 en 2,5 m/sec moet liggen, te bereiken. Voor leidingen met grote diameters is dit meestal zelfs geheel uitgesloten. Soms ook zijn de klachten ondanks een redelijke spuisnelheid niet te verhelpen, zodat ook dan andere middelen te baat moeten worden genomen. Deze bestaan veelal uit meer of minder gecompliceerde veeg- of schuurapparaten, die aan de omtrek zijn voorzien van borstels of schrapers, die een effectieve reiniging bewerkstelligen. Voor de behandeling van grote leidingcomplexen komt men hiermee echter op vrij hoge kosten, mede omdat het inbrengen van de apparatuur in bestaande netten meestal niet eenvoudig is. Bovendien moeten de leidingen hiervoor soms vrij lang buiten bedrijf worden gesteld.

Er zijn echter nog andere methoden die, hoewel misschien minder effectief, vlotter en meer economisch werken en tot een betere reiniging leiden dan de bekende spuismethoden met water. Dit zijn o.a. de spuismethode met water en lucht en de veegmethode met propfen van schuimkunststof. De eerstgenoemde werkwijze, waarbij

de leiding met een lucht-watermengsel wordt doorgepoeld, wordt in Nederland weinig toegepast. Deze methode is echter zo eenvoudig dat zij zeker meer aandacht verdient. Het is de bedoeling hierop in een afzonderlijk artikel nader in te gaan.

Wat de veegmethode met propfen van kunststof betreft, hiermee werd in 1965 tijdens een bezoek aan de Water Research Association in Engeland kennisgemaakt („cleaning of water mains, using foam plastic swabs”). Door bemiddeling van het KIWA is de Nederlandse waterleidingwereld met deze methode in contact gebracht, waarna verschillende bedrijven zijn gaan experimenteren en in een aantal gevallen reeds tot regelmatige toepassing van deze reinigingsmethode zijn overgegaan. Bedoelde werkwijze wordt overigens ook met succes gevolgd voor het schoonvegen en ontluften van nieuwe leidingen. Dank zij de welwillende medewerking van een aantal waterleidingbedrijven was het mogelijk verschillende belangwekkende gegevens omtrent de ervaringen met deze reinigingsmethode te verzamelen. In het volgende zullen deze, te zamen met een korte beschrijving van het gebruikte materiaal en de methode, worden behandeld. Enkele gegevens over de toepassing van deze methode in Engeland voor het reinigen van dienstleidingen worden afzonderlijk in § 6 vermeld.

2. De te gebruiken propfen

De propfen zijn vervaardigd van polyetherschuim met een open celstructuur, waardoor zij poreus zijn. Zij kunnen hierdoor evenals een spons water opnemen en zijn dus ook doorlatend. De propfen worden voor dit doel in een harde en een zachte kwaliteit vervaardigd. Het verschil ligt hierin dat de zachte prop minder stug en meer samendrukbaar is dan de harde. Hij heeft daardoor een minder schurende werking, maar kan vernauwingen beter passeren en zal het onregelmatige oppervlak van een aangegroeide wand beter kunnen volgen en hierdoor de haarden van levende organismen wellicht beter kunnen bereiken. De fysische eigenschappen van beide kwaliteiten zijn in tabel 1 gegeven. In de praktijk worden weleens hardere propfen gebruikt, maar de hier ver-

TABEL 1

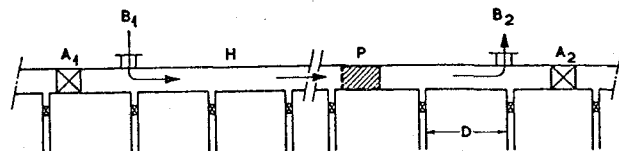
Fysische eigenschappen van propfen van polyetherschuim					
Eigenschap	Beoordeling volgens	Uitgedrukt in	Beproeving	Resultaat voor:	
				harde prop	zachte prop
Soortelijk gewicht	ASTM D1564-62T	kg/m ³	—	18-20	16-18
Samendrukbaarheid	ASTM D1564-62T	kg/50 □"	indruk- 25% king 65%	12-15 26-30	10-13 23-26
Treksterkte	DIN 53571	kg/cm ²	horizontaal verticaal	0,85-1,0 1,2-1,4	0,85-1,0 1,1-1,3
Rek bij breuk	DIN 53571	%	horizontaal verticaal	225-275 200-250	225-275 200-250
Elasticiteit	DIN 53573	%	verticaal	35-40	32-37
Blijvende vormverandering	DIN 53572	%	verticaal	7-9	7-9

strekke gegevens hebben betrekking op de in tabel 1 vermelde kwaliteiten.

De propfen zijn cilindrisch en hebben een ronde doorsnede met een middellijn (d) die 25% groter is dan die van de inwendige doorsnede van de te vegen buis. De lengte (l) van de prop is voor kleine leidingdiameters 2,5 maal de buisdiameter en voor grotere 1,5 maal. Zodoende komt men voor een leiding van 80 mm op $d = 100$ mm en $l = 200$ mm en voor een 400 mm leiding op $d = 500$ mm en $l = 600$ mm. De verhouding tussen prop- en buismiddellijn laat overigens wel enige speling toe. Zo werd een 300 mm leiding zonder bezwaar geveegd met een prop van 400 mm (i.p.v. 375 mm). Anderzijds werd voor een 600 mm leiding met succes een (te kleine) prop met een diameter van 625 mm gebruikt. Ook in Engeland werd voor het vegen van een grote lange leiding een kleinere diameterverhouding dan 1,25 toegepast. Er werd nl. een prop met een diameter van $d = 1000$ mm voor een leidingdiameter van 900 mm gebruikt. Het komt weleens voor dat een prop tijdens het reinigingsproces enigszins verstopt raakt door fijne verontreinigingen die in de poriën van de prop doordringen. De prop verliest hierdoor zijn soepelheid en zal een sterker schurende werking verkrijgen. Het kan in dergelijke gevallen raadzaam zijn voor de prop een iets kleinere dan de gebruikelijke diameter toe te passen. Speciaal voor het hier beschreven doel vervaardigde propfen waren in Nederland al spoedig voor buisdiameters van 80 tot 500 mm leverbaar. Ten tijde van de samenstelling van dit overzicht varieerden de prijzen per stuk van enkele guldens voor de kleine tot enkele tientallen guldens voor de grote diameters. Nadere inlichtingen over de leveringsmogelijkheden kunnen bij het KIWA worden ingewonnen.

3. Korte beschrijving van de werkmethode

De reinigingsmethode met behulp van propfen van schuimkunststof komt in het kort neer op de volgende handelingen (zie afb. 1). Het te reinigen gedeelte van de hoofdleiding H wordt met de afsluiters A_1 en A_2 afgesloten. De veiligste weg is hierbij tevens de dienstkransen van het tussen A_1 en A_2 gelegen deel van de hoofdleiding te sluiten (zie ook § 4). In de praktijk wordt deze radicale maar zeer tijdrovende maatregel wel vervangen door een aanzegging aan de via de dienstleidingen D op dit deel aangesloten gebruikers, de hoofdkraan te sluiten of althans geen water te tappen. Via het daarna geopende spruitstuk B_1 (het A- of T-stuk zelf, de daarop geplaatste brandkraan of het huis van een afsluiter, zie § 5.1) wordt dan een prop in de leiding gebracht, waarna deze toegang weer wordt afgesloten. Nu wordt B_2 , voorzien van een brandkraan of standpijp met een slang om het spuiwater af te voeren, geopend. Vervolgens wordt afsluiter A_1 opengedraaid, waardoor het toestromende water de prop door leiding H stuwt en met het spuiwater via B_2 weer te voorschijn brengt. Opdat de prop niet blijft steken is een minimumsnelheid van ca. 0,3 m/sec vereist (zie § 5.2). Omdat de prop poreus is en langs de omtrek geen waterdichte afsluiting heeft, is zijn snelheid iets kleiner dan de watersnelheid. Het water stroomt dus met een geringe snelheid langs en door de prop, waardoor een deel van het vuil met het water vóór de prop uit wordt meegevoerd. Bijgevolg kan men zien dat kort voor het verschijnen van de prop een



A afsluiter, B brandkraanaansluiting of andere toegang, H hoofdleiding, P prop van schuimkunststof, D dienstleiding, → door prop te volgen weg

Afb. 1 Schema voor werkwijze met prop van schuimkunststof

hoeveelheid sterk vervuild water wordt gespuid. Ook na het te voorschijn komen van de prop blijft het spuiwater nog geruime tijd vuil. Het is voor sterk vervuilde leidingen veelal nodig de bewerking te herhalen (zie § 5.3). Om de prop en het losgemaakte vuil ongestoord het vastgestelde traject te kunnen laten vervolgen, dient er goed op te worden toegezien dat alle aftakkingen die de prop passeert, worden afgesloten. Bochten alsmede vernauwingen kunnen — uiteraard binnen bepaalde grenzen (zie § 5.4) — zonder bezwaar worden gepasseerd. Vooral bij zware aangroeiingen die hard en scherp zijn wordt het aan één stuk te vegen traject bepaald door de slijtage van de prop (zie § 5.5).

Voor de behandeling van nieuw gelegde leidingen kan soms met voordeel gebruik worden gemaakt van de omstandigheid dat de leiding nog gemakkelijk toegankelijk is en dat er desgewenst bepaalde voorzieningen kunnen worden getroffen (zie § 5.1) om de propfen ook in de toekomst gemakkelijk in de leiding te brengen.

4. Hygiënische maatregelen

De beschreven methode brengt mee dat de druk van het te vegen deel van het net wordt weggenomen, waardoor de kans bestaat dat er ongerechtigheden binnendringen, bv. door het toetreden van grondwater via lekken. Elk streven om de prop onder overdruk van buiten af in te brengen of om de drukloze periode tot een minimum te beperken, moet dan ook worden toegejuicht. Het openen van een leiding via een put onder het maaiveld kan gevaarlijk zijn. Het water kan dan nl. van hoger gelegen punten toestromen en de put vullen tot boven de toelaat in de leiding. Wordt de leiding daarna op een lager gelegen plaats geopend dan kan de put via de leiding worden leeggezogen. Het is daarom gewenst, zekerheidshalve een standpijp tot boven het maaiveld aan te brengen of te zorgen voor een pomp die het opkomende water onder het kritieke niveau kan houden.

Vuil dat zich boven de klep van een brandkraan bevindt, wordt onder normale omstandigheden gespuid. In dit geval echter dient men zich te realiseren dat door het inbrengen van een prop via de brandkraan eventuele ongerechtigheden juist in de leiding worden gebracht. Het is daarom noodzakelijk via deze kraan even normaal te spuien. Overigens is het steeds nodig de prop zowel als de toegang tot de leiding bij het inbrengen te desinfecteren, bv. met een ruime mate van chloorwater.

Het grondig vegen van een leiding geeft nog geen zekerheid dat deze dan ook direct vrij is van los vuil, ook niet bij gebruik van meer propfen. Deze zullen weliswaar nog meer vuil te voorschijn brengen, maar mogelijk ook opnieuw aangroeiingen van de wand losmaken. Dergelijke ongewenste restanten van de schoonmaakbeurt moeten worden verwijderd om te voorkomen dat achteraf bv. roestschilfertjes en van de prop afgeschuur-

de stukjes kunststof in de dienstleidingen zouden doordringen. Daarom is het nodig de leiding na het vegen krachtig door te spoelen en te spuien, nadat ook dan weer de nodige maatregelen ter ontsmetting zijn getroffen.

Wat het al of niet sluiten van dienstkranen betreft kan nog het volgende worden opgemerkt. Worden deze kranen niet gesloten dan heeft dit tweërlei bezwaar. Enerzijds ontstaat bij het wegvallen van de druk de mogelijkheid van terughevelen via tappunten en wordt de kans op binnendringend grondwater door lekken in dienstleidingen vergroot. Wat dit laatste betreft bedenken men dat gemiddeld 1 op de 100 dienstleidingen lek is. Anderzijds zal tijdens de reiniging ongewenste materie naar de binnenleidingen kunnen worden gevoerd als gevolg van stroming door lekkage of door tappen (ondanks het verbod, bv. door gebruik van het toilet). Dit kan het nodige ongerief met huishoudelijke apparaten, zoals warmwaterreservoirs, veroorzaken. Dit gevaar is allerminst denkbeeldig, getuige het feit dat bij het schoonmaken van een oude gietijzeren leiding met ruwe binnenwand stukjes kunststof, afkomstig van de prop, in de watermeterzeefjes werden teruggevonden.

Ter controle van het leidingnet kunnen aan de spuijzide voorzieningen worden aangebracht om watermonsters te nemen. Het kan van belang zijn zowel het vuile als het schone spuiwater nader te onderzoeken, niet alleen op het gehalte aan verschillende stoffen, maar ook op de aanwezigheid van levende organismen.

5. Ervaringen

5.1 Het inbrengen en spuien van de proppen

Het inbrengen van de proppen in bestaande leidingen is bij moeilijke toegankelijkheid van het leidingnet het zwakke punt bij deze reinigingsmethode. Afgezien van de onder het maaiveld of wegdek aanwezige spruiten met een blinde flens, die zouden moeten worden opgegraven of die toevallig via een aanwezige put bereikbaar zijn, zal voor de behandeling van het net gebruik kunnen worden gemaakt van de regelmatig over het net verdeelde brandkraanaansluitingen of afsluiters. Van brandkranen kan hiervoor wegens de kleine doorlaat slechts tot een beperkte leidingdiameter gebruik worden gemaakt. De prop kan in dit geval op twee manieren worden ingevoerd, nl. via de aansluitflens die een doorlaat van 75 of 80 mm heeft, of door het inwendige van de brandkraan zelf. In het laatste geval zal doorgaans de klep moeten worden verwijderd om de prop door het huis langs de klepzitting, die een doorsnede heeft van ca. 75 mm, omlaag te brengen. Bij sommige brandkraantypen is het echter mogelijk de prop op eenvoudige wijze in te brengen. Dit is bv. het geval bij een in Rotterdam toegepast type, waar de standpijp geen inwendige obstakels heeft en waarbij deze door een afzonderlijke afsluiter aan de hoofdleiding is gekoppeld. Het inbrengen kan worden vergemakkelijkt door voor een nauwe ingang een verloopstuk aan te brengen. Zo kan voor een 80 mm flens een verloopstuk van 100 mm $\varnothing$ of 125 mm $\varnothing$ naar 80 mm $\varnothing$ worden toegepast. Met voordeel kan soms gebruik worden gemaakt van een nabijgelegen, onder druk staande brandkraan. Men kan de prop dan na het inbrengen door boyengrondse koppeling aan deze naburige brandkraan met waterdruk in de hoofdleiding persen.

Een variant waarop de aandacht moet worden gevestigd, is de mogelijkheid de prop via een standpijp omlaag te persen met de waterdruk uit een speciaal voor dit doel geschikte verplaatsbare hydrofoorinstallatie.

Wat het inbrengen van de proppen in verband met de beschikbare afmetingen van de toegang betreft, wijzen de ervaringen doorgaans wel in eenzelfde richting. Toch schijnt er bij vergelijking van de gegevens, die zijn ontleend aan de ervaringen van verschillende bedrijven, hier en daar tegenspraak te zijn. Afgezien van de persoonlijke — dus subjectieve — maatstaf ten aanzien van „gemakkelijk” of „moeilijk” inbrengen van de proppen, spelen hierbij verschillende factoren een belangrijke rol. In de eerste plaats gaat het inbrengen door een buisvormige vernauwing, die zich over enige lengte in de leiding uitstrekt, zwaarder dan door plaatselijke ringvormige vernauwing. Zo kon een zachte prop van 260 $\varnothing$, die al draaiende vlot door een flens van 80 mm $\varnothing$ werd „geschroefd”, slechts met moeite (40 à 60 kg handkracht) door een 150 mm lange gladde buis van ca. 80 mm $\varnothing$ worden gedrukt. Door een 250 mm lange buis van 100 mm $\varnothing$ ging dit gemakkelijker, hoewel de maximaal uitgeoefende kracht toch nog 30 à 40 kg bedroeg. Het is voor het inbrengen dus gunstig indien de diameter van de leiding na het passeren via een nauwe opening of doorgang zo spoedig mogelijk weer wordt vergroot. Aan de instroomzijde dienen stootranden in ieder geval zo veel mogelijk te worden vermeden en hier kan, zoals reeds werd opgemerkt, met voordeel een konisch inloopstuk worden gebruikt. In de tweede plaats wordt bij het inbrengen door een vernauwd gedeelte met een ruwe wand een grotere weerstand ondervonden dan bij de passage langs een gladde wand. Vervolgens maakt het een groot verschil of de prop van harde of zachte kwaliteit is. Een harde prop van 210 mm $\varnothing$ volgens de in § 2 opgegeven specificaties kan een flens van 65 mm $\varnothing$ (met handkracht) niet passeren; een zachte daarentegen werd er vrij vlot doorgedrukt. Het gebruik van proppen van een andere hardheid dan volgens de hier vermelde kwaliteit maakt de vergelijking nog lastiger. Verder is de wijze van inbrengen, bv. met de hand, met een stok (kans op beschadigen) of met waterkracht (vanuit een wijder gedeelte), mede bepalend voor de moeite waarmee dit gepaard gaat. Hierbij speelt ook de diameter van de prop weer een rol. Kleine proppen zijn nl. gemakkelijker te hanteren omdat deze met de hand kunnen worden omspannen.

Ondanks de genoemde factoren die bij het inbrengen een rol spelen, konden uit de beschikbare gegevens toch wel enkele algemene conclusies worden getrokken. Proppen voor een 100 mm leiding ($d = 125$ mm) gaan zonder bezwaar door een passage van 50 mm en die voor een 150 mm leiding ($d = 188$ mm) passeren nog een 70 mm opening. Het invoeren via een brandkraan is in deze gevallen geen bezwaar. Een harde prop passeert weleens wat moeilijk, maar een konisch inloopstuk kan het inbrengen vergemakkelijken. Het inbrengen van proppen voor een leiding van 200 mm ($d = 250$ mm) via de brandkraanaansluiting van 75 à 80 mm wordt in het algemeen bezwaarlijk geacht en derhalve ontraden. Voor leidingen groter dan 150 mm $\varnothing$ moet dan gebruik worden gemaakt van de afsluitertoegang of er moet een andere methode worden toegepast.

Voor het invoeren via het huis van een afsluiter kan het bovendeel met de schuif worden verwijderd en op het

afsluiterhuis een standpijp worden geplaatst. Behalve het voordeel van de mogelijkheid met behulp van afsluiters leidingdiameters > 150 mm te behandelen, kan deze methode voordelen bieden indien om de een of andere reden toch afsluiters moeten worden gedemonstreed om de doorgang vrij te maken (bv. voor omgekeerde afsluiters). Anderzijds is men met afsluiters weer gedwongen de vóór en achter de te gebruiken afsluiters gelegen leidinggedeelten drukvrij te maken, waardoor in bepaalde gevallen misschien ongewenst lange trajecten gelijktijdig buiten bedrijf zouden zijn.

Voor nieuwe leidingen ligt het probleem eenvoudiger. In de eerste plaats kunnen er, ook voor toekomstige behandelingen, passende, van flenzen voorziene openingen in de leiding worden geprojecteerd. Bovendien kunnen tijdens het leggen van de leiding proppeen worden „ingebouwd”. In dit geval moeten ze wel goed in de gaten worden gehouden, opdat ze door een verkeerde manoeuvre met de afsluiters niet zoek raken.

Voor het spuien van de proppeen kan voor leidingdiameters van 150 mm $\varnothing$ en kleiner weer gebruik worden gemaakt van een brandkraan (zonder klep) of van een in plaats daarvan geplaatste standpijp. Voor leidingen met een diameter van 100 mm kan hierop voor de afvoer van het spuiwater een slang met een diameter ≥ 50 mm worden gekoppeld. Voor een 150 mm leiding is het gewenst een slang van ten minste 75 mm te gebruiken.

Voor proppeen met een diameter van $1,25 \times$ de leidingdiameter is in het algemeen gebleken, dat aan de invoeren afvoerszijde openingen gewenst zijn met een diameter $\geq 0,5$ leidingdiameter. Dit neemt niet weg dat in de praktijk, speciaal voor zachte proppeen, weleens kleinere verhoudingen tot ca. 0,4 worden toegepast. Voorbeelden hiervan zijn het inbrengen van een prop voor een leiding van 200 mm door een opening van 80 mm $\varnothing$ en het spuien van proppeen uit leidingen van 150 mm en 300 mm door openingen van resp. 65 mm $\varnothing$ en 125 mm $\varnothing$. Voor proppeen die grote afmetingen hebben en daardoor vrij onhandelbaar zijn, moeten invoeropeningen groter dan de halve leidingdiameter worden aanbevolen. Het invoeren kan in deze gevallen bovendien worden vergemakkelijkt door de propdiameter $< 1,25 \times$ de leidingdiameter te kiezen (zie ook § 2).

Samenvattend kan ten aanzien van het in- en afvoeren van de proppeen worden geconcludeerd dat voor leidingen met diameters van 150 mm en kleiner doorgaans de brandkraanaansluiting kan worden gebruikt en dat voor grotere diameters afsluiters of andere toegangen worden gebezigd.

5.2 Het waterverbruik en de snelheid

Voor het schoonmaken van leidingen met proppeen van schuimkunststof wordt meestal gewerkt met snelheden die liggen tussen 0,4 m/sec en ruim 1 m/sec. In enkele gevallen zijn ook wel hogere snelheden, zelfs tot 2 m/sec, toegepast. Om te voorkomen dat de prop blijft steken is een snelheid van ten minste 0,3 m/sec nodig. De maximaal bereikbare snelheid is uiteraard afhankelijk van de beschikbare druk en de leidingdiameter. Uit enkele metingen bleek dat de watersnelheid 5 à 10% groter was dan die van de prop. Is het vuil echter van zodanige aard dat de prop hierdoor verstopt raakt (bv. door fijn zand), dan laat deze slechts weinig water door. Daarbij is dan ook wel gebleken dat er geen noemenswaardige

hoeveelheid vuil water voor de prop uitstroomde. Dit wijst er bovendien op dat ook de langs de prop passerende hoeveelheid water gering kan zijn.

Het waterverbruik hangt af van de tijd die de prop onderweg is en de tijd die nodig is voor naspuien. Doorloopt de prop een leiding van 300 m met een snelheid van 1 m/sec dan is hij 5 min onderweg. Wordt met dezelfde snelheid twee maal het leidingvolume nagespoeld, dan zijn hiervoor 10 min nodig. Dit voorbeeld is weliswaar niet bepalend, maar laat toch zien dat het waterverbruik in belangrijke mate kan worden beïnvloed door het naspuien. Hoewel het verbruik hierdoor toch nog kan oplopen is de algemene ervaring dat deze methode met minder — en soms veel minder — spoelwater een beter reinigend effect geeft dan de conventionele spui-methode.

5.3 Te gebruiken kwaliteit en aantal proppeen

Indien men niet zeker is omtrent de aanwezigheid van mogelijke vernauwingen of eventuele obstakels in de leiding, is het gewenst eerst een prop van zachte kwaliteit als „onderzoeker” door de leiding te sturen. In geval van blokkering werkt deze zich gemakkelijker los. Ook in geval van abrupte diameterverkleining is een zachte prop te verkiezen. Tenslotte wordt van de zachte prop ook verondersteld dat deze onregelmatigheden (met name de diepere putten) in het oppervlak van een zware aangroeiing beter kan volgen en dus ook beter zal reinigen. Het kan in bepaalde gevallen echter, gezien de betere schurende werking, economischer en efficiënter zijn direct met een harde prop te beginnen. Ook voor nieuwe leidingen, waar men wat meer zekerheid heeft, lijkt het geen bezwaar met een harde prop te starten. Overigens hangt een en ander sterk van de omstandigheden af en speelt ook de slijtage nog een rol (zie § 5.5), zodat hiervoor geen vaste regel is te geven.

Vaak wordt een leiding meermalen achtereen geveegd, soms zelfs 3 tot 5 maal. De zekerste weg is hierbij het gehele traject, althans voor de eerste veegbeurt, eerst door één prop te laten doorlopen. Dit geldt in het bijzonder wanneer men voor het eerst een prop door een oude leiding met wellicht onbekende obstakels stuurt. Ter besparing van tijd en spoelwater biedt het echter grote voordelen enkele proppeen gelijktijdig, dus bv. drie stuks op kleine onderlinge afstand, door de leiding te laten lopen. Om de kans op inhalen of op elkaar vastlopen van de proppeen te verkleinen, kan men een zachte prop voorop laten gaan. Deze kans is overigens niet zo groot als met een redelijke afstand tussen de proppeen wordt gestart. Voor lange trajecten van verscheidene kilometers lengte kunnen de proppeen op enkele honderden meters na elkaar worden ingebracht. Voor korte trajecten kan de onderlinge afstand van de proppeen bv. enkele tientallen meters bedragen. In een bepaald geval bleek zelfs dat een onderlinge afstand van nog geen 10 m over een redelijke afstand keurig gehandhaafd bleef. Het gelijktijdig met een aantal proppeen vegen van de leidingen wordt dan ook door verscheidene bedrijven met succes toegepast.

5.4 Het gevaar van vastlopen

De kans dat een prop ergens in de leiding blijft steken is, vooral bij het vegen van oude leidingen, niet denkbeeldig. Zo kan het gebeuren dat een bocht wordt ge-

blokkeerd door een stukje hout dat eens (bv. tijdens een reparatie) in de leiding is geraakt, of door een dienstleiding die in de hoofdleiding doorsteekt. Minder ernstig is het uiteraard als men de obstakels vooraf kan signaleren, zoals vlinderkleppen en omgekeerde afsluiters. Deze moeten worden vermeden of tijdelijk worden verwijderd. Door haakse bochten, zoals T-stukken, en door open afsluiters kan de prop meestal zonder bezwaar passeren. Enige vernauwing, mits niet te plotseling optredend, is hierbij geen bezwaar. Het kan soms wel even duren voor de prop zich door zo'n kritieke plaats heeft heen gewerkt, waardoor hij kan achterraken op het vooraf berekende tijdschema. Het is overigens treffend hoe de prop zich nog door vrij sterke vernauwingen weet te wringen, als deze in de stromingsrichting tenminste geen grote stootranden heeft. Dan kunnen vernauwingen tot op de helft van de leidingdiameter worden gepasseerd. Bij het inbrengen en spuien kan, zoals uit de in § 5.1 genoemde voorbeelden reeds bleek, wat dit betreft wel enig risico worden genomen. In dergelijke gevallen kan de prop dan ook, hetzij met de hand of met een stokje, worden geholpen om het moeilijke punt te passeren. Maar op onbereikbare plaatsen moet met plotselinge vernauwingen steeds worden opgepast. Zo is het voorgekomen dat een prop voor een leiding van 100 mm ($d = 125$ mm), niet kon passeren op de plaats waar een leidingstuk van 150 mm — zonder verloopstukken, dus met plotselinge overgangen naar de 100 mm buis — was ingebouwd. Anderzijds bleek een prop van 206 mm weer wel te kunnen passeren door een combinatie van leidingen van 150 mm (g.i.j.), 175 mm (g.i.j.) en 200 mm (a.c.) diameter. Ook ging een prop van 260 mm door een leidingcombinatie van 175 mm (g.i.j.) en 200 mm (a.c.). Hieruit blijkt dus dat een concentrische stootrand van 25 mm te groot kan zijn, doch dat 12,5 mm geen bezwaar behoeft te zijn. Een en ander hangt natuurlijk samen met de druk waarmee de prop door de leiding kan worden gestuwd. Aanbevolen wordt bij een combinatie van verschillende leidingdiameters de diameter van de prop slechts iets groter te kiezen dan de diameter van de breedste buis. Voor een combinatie van leidingen van 300 mm en 400 mm zou men als propdiameter bv. 420 mm kunnen kiezen.

Het ligt voor de hand dat een prop, die niet weer te voorschijn is gekomen, zo spoedig mogelijk moet worden opgespoord. Het kan gebeuren dat een prop door een verkeerde manipulatie met de afsluiters in de verkeerde richting verdwijnt en letterlijk zoek raakt. Aan de hand van klachten over minder waterdruk en spui-controles in het „verdachte” gebied moet dan een opsporingsactie worden begonnen. Doorgaans zal echter de prop in het afgebakende te reinigen leidinggedeelte zijn blijven steken. In dat geval kan eerst worden getracht de prop langs dezelfde weg weer terug te laten lopen door een waterstroom in tegengestelde richting. Gelukt dit niet dan kan nog worden geprobeerd de prop met hogere watersnelheden of -stoten los te werken, als deze mogelijkheid tenminste aanwezig is. Komt de prop niet te voorschijn, dan moet worden vastgesteld waar hij is blijven steken. Aanwijzingen omtrent de plaats waar de prop zich bevindt zouden kunnen worden verkregen uit:

a. het tijdstip waarop het spuiwaterdebiet tijdens het vegen plotseling vermindert;

b. één of meer op het desbetreffende traject aangesloten brandkranen die minder water blijken te geven dan de overige kranen;

c. drukmetingen in een aantal dienstkraanaansluitingen of proefboringen in de leiding;

d. „verdachte” plaatsen waarvan bekend is dat zich aldaar een afsluiter, een scherpe bocht, een zinker, een aftakking of vernauwing bevindt;

e. aftasting met een soepele pijp van kunststof met een diameter van 10 à 15 mm, die in de leiding wordt gebracht.

Ad a. Het is van belang het verloop van het debiet met de tijd tijdens het spuien in het oog te houden. Als een debietsvermindering wordt geconstateerd kan de plaats waar de prop kan zijn blijven steken, globaal worden bepaald uit het tijdsverloop sinds de start tot het moment van de debietswijziging en tot het moment waarop het meest vervuilde water wordt gespuid.

Ad b en c. Als de onder a vermelde gegevens niet bekend zijn of geen resultaat opleveren, kan, door achtereenvolgens via verschillende brandkranen te spuien, worden getracht aan de hand van eventuele debietsverschillen vast te stellen tussen welke brandkranen de prop in de leiding is blijven steken. Dit lokaliseren zou ook kunnen geschieden door middel van drukmetingen in een aantal dienstkraanaansluitingen of aanboringen in de leiding. Zijn deze niet aanwezig en is de leiding moeilijk bereikbaar dan is deze weg bezwaarlijk.

Ad d en e. Het juiste punt waar de prop zich bevindt moet in de eerste plaats worden gezocht op één van de onder d vermelde plaatsen. Voor de uiteindelijke lokalisering kan de onder e vermelde methode worden toegepast.

5.5 Slijtage van de propfen

Voor al in oude gietijzeren buizen met vaste scherpe aangroeiingen zijn de propfen aan een sterke slijtage onderhevig. In ongunstige gevallen bleek de prop reeds na een traject van 150 m stuk te zijn. Een sterk schurende prop neemt meestal een torpedovorm aan, maar door scherpe uitsteeksels kunnen er ook scheuren in komen en stukjes afschuren. In het ergste geval kan de prop zelfs geheel in stukken uiteenvallen. Met het spuiwater moeten de losse stukjes weer te voorschijn worden gebracht. De ervaring heeft geleerd dat de zachte prop iets kwetsbaarder is dan de harde, hoewel hij de obstakels gemakkelijker passeert. Door hun lossere structuur met grotere cellen vertonen de zachte propfen bij schuren een grotere slijtage dan de harde. Met het oog hierop wordt soms de voorkeur aan harde propfen gegeven en zelfs ook wel gewerkt met propfen van hardere kwaliteit (minder samendrukbaar, hoger soortelijk gewicht) dan die, welke in tabel 1 (§ 2) is vermeld. Vooral nauwe doorgangen, in het bijzonder met ruwe wanden, dragen in belangrijke mate bij tot het slijtageproces. Standpijpen en spuislangen dienen dan ook ruim te zijn gedimensioneerd. Hoewel voor een leiding van bv. 100 mm $\varnothing$ een spuislang van 50 mm kan worden gebruikt, is het met het oog op de slijtage gunstiger door een afvoeropening of slang van grotere diameter (bv. 75 mm) te spuien.

5.6 Het effect van de reiniging en ontluchting

Volgens de opgedane ervaringen is het effect van de besproken reinigingsmethode veel groter dan dat van het gebruikelijke spuien met water, maar ook beter dan het resultaat van spuien met water en lucht. Vooral voor oude leidingen is de reiniging met proppen zeer effectief. Behalve een verbetering van de kwaliteit van het water wordt een vermindering van de leidingweerstand verkregen. Bij het reinigen wordt niet alleen het losse slib meegevoerd, maar ook worden vaste aangroeiingen en op de wand aanwezige organismen¹ losgeschuurd en afgevoerd. In het spuiwater komen dan ook herhaaldelijk roestschilfers en -pokken voor. Een zo intensieve schoonmaak kan, zoals reeds onder § 4 is vermeld, tot gevolg hebben dat niet alle ongerechtigheden direct worden afgevoerd. Bij toetreden tot de dienstleidingen zouden deze aanleiding tot klachten kunnen geven. Goed naspuien kan echter aan dit bezwaar tegemoet komen. Een ander effect van het grondige schuren langs de wand kan zijn dat de beschermende laag, die zich in de loop der tijden op de buiswand heeft gevormd, wordt onderbroken. Als gevolg hiervan zou een versnelde aantasting van het leidingmateriaal kunnen optreden. Ook is uit tijdens het spuien meegekomen stukjes bitumen weleens gebleken dat de inwendige bituminering kan worden beschadigd. In dit opzicht zou een lucht-waterspoeling minder risico opleveren.

Wat de nieuwe leidingen betreft, heeft het vegen een tweeledig effect, nl. reiniging en ontluchting. De praktijk heeft bewezen dat het schoonvegen van nieuwe leidingen allerminst een overbodige luxe is. Het feit dat er met het vegen vaak zand, veen, schelpen, takjes en steentjes te voorschijn komen is al voldoende aanleiding om deze bewerking toe te passen. Ondanks de strenge voorzorgsmaatregelen, zoals het afsluiten van de open einden met deksels en regelmatige controle tijdens het leggen, blijkt maar al te vaak dat de vreemdste voorwerpen in de leiding terecht kunnen komen. Latten, stokken en paaltjes zijn materialen uit het werk die blijkbaar erg gemakkelijk hun weg naar het binnenste van de buizen vinden. Maar ook stukken pijp van kunststof, asbestcementbuis, touw en bouwstenen komen weleens te voorschijn. En wat te denken van boterhammen en handschoenen, die ervan getuigen dat de nauwgezetheid nog wel eens wat te wensen overlaat. Het ligt voor de hand dat het uitspuien van ongewenste zaken de ontsmetting ten goede komt, zodat hierdoor tevens op de chloring zal kunnen worden bespaard.

Het achterblijven van lucht in nieuwe gevulde leidingen kan oorzaak zijn van ongewenste drukverhogingen die zelfs leidingbreuk kunnen veroorzaken. Het is daarom nodig nieuwe leidingen goed te ontluichten. Hiermee is doorgaans vrij veel tijd gemoeid en het is dan ook een gelukkige omstandigheid dat de ontluchting door het vegen van de leiding met een prop van kunststof kan worden versneld. Een juiste maat voor het effect is niet direct te geven. Het ligt voor de hand dat eventuele luchtresten die zich in de buisverbindingen buiten het aanrakingsoppervlak van de prop bevinden niet worden meegevoerd. Het effect schijnt echter wel zodanig te zijn dat luchtbellens die zich in de buis bevinden, althans voor een groot deel, worden meegeveegd.

¹ Het ligt in de bedoeling in een latere publikatie het effect van deze reinigingsmethode op de verwijdering van levende organismen nader te beschouwen.

5.7 Lengte en diameter van de te behandelen leidingen

5.7.1 NIEUWE LEIDINGEN

In nieuw gelegde leidingen zijn zonder bezwaar reeds regelmatig lengten variërende tussen 1000 en 5000 m aan één stuk met een harde prop geveegd. Maar grotere afstanden komen zeer zeker ook in aanmerking. Durft men de lengte niet met één continue veegbeurt aan, dan kan het traject halverwege ter controle worden onderbroken. De behandeling wordt toegepast voor de veel voorkomende leidingdiameters van 100-300 mm, maar ook wel voor 400 mm en 600 mm leidingen. In Engeland is zelfs een stalen leiding van 35 km lengte en 900 mm diameter gereinigd. Hiervoor werden harde proppen van 1000 mm diameter gebruikt. De eerste had een loopsnelheid van 0,3 m/sec de laatste van 0,75 m/sec.

5.7.2 OUDE LEIDINGEN

De reiniging van oude leidingen betreft meestal die van asbestcement en gietijzer met diameters van 100 mm tot 250 mm. Voor asbestcement zijn reeds lengten van 1000 m tot ca. 7500 m aan één stuk behandeld. Voor oudere gietijzeren leidingnetten, die in de gegeven gevallen soms een ouderdom van 30 à 40 jaar hadden, dient met de aan één stuk te vegen lengte de nodige voorzichtigheid te worden betracht. De wand is vaak aangegroeid en bezet met scherpe roestpokken, en de doorlaat is soms sterk vernauwd. De proppen worden hierdoor in korte tijd ernstig beschadigd. Het kan zijn dat de aan één stuk te vegen lengte hierdoor wordt beperkt tot 150 à 500 m. Het is gewenst dit eerst door een proefje in een representatief deel van het net te onderzoeken. Blijkt de beschadiging van de prop, en dus de ruwheid van de buiswand, mee te vallen, dan kunnen ook in dit geval uiteraard grotere lengten worden behandeld. Tenslotte zijn ook in gietijzeren leidingen reeds trajecten van 1000 m tot 5000 m aan één stuk geveegd. De economie van de veegmethode met proppen hangt nauw samen met de lengte van het aan één stuk te bewerken traject. Indien de proppen, met name in sterk aangegroeide gietijzeren buizen, in korte tijd zwaar zijn beschadigd, dan zal het telkens weer inbrengen, nadat relatief korte afstanden zijn afgelegd, naar verhouding veel moeite en tijd vergen. En dit geldt in sterkere mate, als het inbrengen van de proppen in de leiding minder gemakkelijk gaat. Speciaal in dit geval moeten de economische aspecten worden afgewogen tegen mogelijke andere oplossingen die de bezwaren zouden kunnen verhelpen.

6. Het reinigen van dienstleidingen

Behalve voor de hier beschreven doeleinden worden de proppen in Engeland ook toegepast voor het schoonmaken van dienstleidingen. Dienstleidingen waarvan de doortocht in de loop der jaren als gevolg van afzettingen te zeer werd belemmerd, konden door middel van miniatuurproppen met succes worden gereinigd. De toegepaste proppen hadden voor buizen van $\frac{3}{8}$ " tot en met 1" een diameter $d = 1,5$ maal de leidingdiameter en een lengte van 1 tot 3 à 3,5 maal de leidingdiameter. In het gerapporteerde geval werd de dienstleiding van de hoofdleiding losgekoppeld om de prop in de leiding te brengen. Nadat de kranen in het te reinigen traject waren verwijderd en vervangen door een niet blokkerende afsluiting, kon de prop, nadat de dienstleiding weer aan de hoofdleiding was gekoppeld, met waterdruk door de leiding worden geperst.

"Ervaringen met het reinigen van waterleidingnetten met behulp van proppen van schuimplastic."

Door de Water Research Association in Engeland wordt sedert enkele jaren een methode toegepast om leidingnetten met schuimplastic proppen te reinigen. De hiermee bereikte gunstige resultaten waren voor het KIWA aanleiding deze reinigingsmethode bij de Nederlandse waterleidingbedrijven te introduceren. In dit rapport wordt melding gemaakt van de Nederlandse ervaringen met deze methode.

De werkwijze komt hierop neer dat een cilindervormige prop van schuimplastic door de waterstroom in de leiding wordt voortgestuwd en daarbij de wand van de buis schoonveegt. Het vuil en andere ongerechtigheden worden daarbij door de prop en het water meegevoerd. De diameter van deze proppen is 1,25 maal de leidingdiameter; voor grotere buisdiameters is deze verhouding echter kleiner. De lengte van de proppen is voor kleine en grote leidingdiameters respectievelijk 2,5 en 1,5 maal de buisdiameter. Afhankelijk van de omstandigheden kunnen proppen van harde en zachte kwaliteit worden gebruikt. De zachte prop werkt zich in geval van blokkering gemakkelijker los en wordt daarom wel bij voorkeur als "onderzoeker" gebruikt voor de eerste reiniging van een leiding met mogelijke onbekende vernauwingen en obstakels. De zachte prop is echter minder slijtvast dan de harde, waardoor hij op ruwe wanden spoedig stuk schuurt.

De proppen worden via een brandkraan of brandkraanaansluiting, een afsluiterhuis of andere geschikte toegang in de leiding gebracht. Hierbij dienen strenge hygiënische voorzorgsmaatregelen in acht te worden genomen. Voor leidingen van 150 mm $\varnothing$ en kleiner kunnen doorgaans de brandkraanaansluitingen worden gebruikt, voor grotere leidingen de afsluiters of andere toegangen. De snelheid waarmee de proppen zich door de leiding bewegen ligt veelal tussen 0,4 en 1,0 m/sec. In enkele gevallen zijn echter wel hogere snelheden toegepast, zelfs tot 2 m/sec.

De proppen kunnen haakse bochten en open afsluiters zonder bezwaar passeren. Zij kunnen zich zelfs door vernauwingen tot op de helft van de leidingdiameter wringen. Om het risico van vastlopen te verkleinen is het echter steeds gewenst plotselinge vernauwingen zo veel mogelijk te vermijden en zo mogelijk voor geleidelijk verlopende overgangen te zorgen. De aan één stuk te behandelende lengte is zeer verschillend. Deze varieert tussen enkele honderden meters voor ruwe bochtige leidingen tot verscheidene kilometers voor gladde rechte leidingen. De methode wordt veel gebruikt voor leidingen met diameters van 100 mm tot 300 mm maar kan zonder bezwaar voor grotere diameters b.v. 600 mm worden toegepast.

Vergeleken met de gebruikelijke methode waarbij met water wordt gespuid, wordt een veel betere reiniging bij een lager waterverbruik verkregen. Dit effect kan worden verhoogd door meerdere proppen gelijktijdig door de leiding te stuw.

De veegmethode met behulp van proppen vindt toepassing in de volgende gevallen.

- a. De behandeling van nieuwe leidingen om:
 - 1e ongerechtigheden die tijdens het leggen in de leidingen zijn geraakt te verwijderen en de buiswand schoon te vegen, waardoor tevens de desinfectie wordt bevorderd.
 - 2e deontluchting van de leiding te versnellen.

- b. De behandeling van oude leidingen - vaak naar aanleiding van bezwaren met betrekking tot verontreinigd water of een te hoog oplopende leidingweerstand - om slib en aangroeiingen van ijzer, mangaan, organische stoffen, levende organismen etc. te verwijderen.

De reinigingsmethode met plastic propfen is niet altijd even geschikt. Zo kan het inbrengen van de propfen in de leiding door de moeilijke toegankelijkheid bezwaren opleveren. In dit opzicht bieden nieuwe leidingen het voordeel dat men vooraf propfen kan "inbouwen" of in het ontwerp reeds met de gewenste toegangen rekening kan houden. Een ander bezwaar kan zijn dat de propfen in sterk aangegroeide leidingen wegens te grote slijtage slechts korte trajecten aan één stuk kunnen bewerken, waardoor er minder efficiënt gewerkt wordt. Het kan ook gebeuren dat de leiding obstakels bevat waardoor de prop blijft steken, in welk geval door terugspuien of verhoging van de watersnelheid moet worden getracht de prop weer te voorschijn te brengen. Gelukt dat niet dan moet de prop gelokaliseerd en op andere wijze verwijderd worden. Gezien de genoemde bezwaren verdient ook de reinigingsmethode waarbij gelijktijdig met water en lucht gespuid wordt, de nodige aandacht.

Uit de tot dusverre opgedane ervaringen kan de conclusie worden getrokken dat de reinigingsmethode met propfen van schuimplastic in het algemeen kan worden aanbevolen:

- 1e. als de kans op grote obstakels waardoor de prop kan blijven steken niet groot is en het aan één stuk af te leggen traject niet te veel wordt beperkt als gevolg van een te grote slijtage van de prop (bij sterke aangroeiingen met scherpe uitsteeksels aan de wand);
- 2e. als de buisdiameter te groot is om een redelijke spuisnelheid te bereiken;
- 3e. als het inbrengen van de propfen via de brandkraan, afsluiter of andere voorzieningen met inachtneming van de noodzakelijke hygiënische voorzorgsmaatregelen op eenvoudige wijze kan geschieden;
- 4e. als, ondanks een groot spuidebiet, het spuien met water, eventueel gecombineerd met lucht, onvoldoende effect geeft (zoals in oude leidingen weleens blijkt) om de geconstateerde bezwaren te verhelpen;
- 5e. om in nieuwe leidingen ongerechtigdheden te verwijderen en de buiswand schoon te vegen, waardoor tevens de ontsmetting versneld wordt;
- 6e. om de ontluchting van nieuwe leidingen te bevorderen, alsvorens deze in gebruik te stellen.

Behalve voor de hier beschreven doeleinden zijn de propfen in Engeland ook toegepast voor het reinigen van dienstleidingen. De hiervoor gebezigde mini-atuurpropfen hadden een diameter en een lengte van resp. 1,5 en 1 tot 3,5 maal de leidingdiameter.

- - - - -