

Cementeren van ondergrondse waterleidingen

Ter bescherming van de binnenwand van gietijzeren en stalen drinkwaterleidingen zijn coatings op teer- resp. bitumenbasis algemeen bekend.

Eveneens bekend is het feit dat bij voortdurend gebruik van een leiding de daarin aangebrachte coatings op den duur hun beschermingskracht verliezen. Wannéer dat geschiedt hangt vooral af van de soort en de hoeveelheid van het doorstromende water. Is het water agressief, zoals bijv. als regel het geval is in het verzorgingsgebied van de Ruhr, dan is de levensduur van



DIPL.-ING.
H. HOLTSCULTE
Dortmund



A. TH. J. ELICH
Geveke Werktuigbouw BV
Amsterdam

genoemde coatings relatief kort. In vele gevallen is reeds binnen enkele jaren nadat een drinkwaterleiding in gebruik genomen is, de corrosie op de leidingwand al in volle gang. Een verminderde capaciteit alsmede een bruine verkleuring van het doorstromende water is hiervan een direct gevolg. In Duitsland begon men aan het eind van de vijftiger-, begin zestiger jaren in plaats van bitumineuze coatings de buizen te voorzien van een cementbekleding. Ongeveer in 1958 begonnen de fabrikanten van gietijzeren buizen met het vervaardigen van deze ZM-buizen, zoals ze bij afkorting werden genoemd (Zement-Mörtelaukleidung). In 1963 volgden de eerste fabrikanten van stalen buizen dit voorbeeld. Hoewel het bestaan van ZM-buizen in vakkringen wel algemeen bekend was, waren toch slechts weinigen op de hoogte van de mogelijkheid om reeds gelegde buizen met een grote diameter achteraf nog van een cementbekleding te voorzien volgens het centrifuge-principe. Het ondergrondse cementeren van buizen met kleinere diameters, vanaf \varnothing 80 m, scheen vrijwel voor iedereen nog onuitvoerbaar. Dit kwam niet alleen doordat de mogelijkheid tot het cementeren van ondergrondse leidingen te weinig in vakkringen besproken werd, maar meer nog omdat in het algemeen de kennis omtrent de voordelen van een cementbekleding als inwendige bescherming van drinkwaterleidingen te gering was (en nog steeds is).

Het bijzondere van een cementbekleding ligt

— in tegenstelling tot een bitumencoating — daarin, dat de cementbekleding niet alleen op een passieve wijze, d.w.z. door mechanische afscherming, de buiswand beschermt. Die bescherming vindt ook actief plaats omdat zowel in het grensgebied tussen de cementlaag en de buiswand, alsmede in het cement zelf chemische omzettingen plaatsvinden. Die chemische veranderingen openbaren zich op verschillende manieren.

1e. Water dringt door de poriën van het cement door tot aan de buiswand. Daaruit onttrekt het in een zekere tijd ijzerdeeltjes, die in geoxydeerde vorm als roest (ijzerhydroxyde) uiteenvallen. Het ijzerhydroxyde dringt in de poriën van de cementbekleding en verhindert nu het water door te dringen tot de buiswand.

Tussen de buiswand en de bekleding ontstaat aldus een laag waarin metaaldeeltjes en cement zich in elkaar verankeren, hetgeen een zeer goede hechting van het cement op de buiswand tengevolge heeft.

2e. Vooral als we met agressief water te doen hebben, zal het kalk-agressieve koolzuur in het water na verloop van tijd het calcium uit het cement oplossen. Door dit oplossingsproces vindt een verandering plaats, waarbij het mengsel van de aanwezige chemische bestanddelen van silicium, aluminium en ijzer een volumevergroting ondergaan. De oorspronkelijke structuur van de gehele cementlaag zal daardoor verdwijnen zonder afbreuk te doen aan de beschermende eigenschappen. Integendeel, die zijn zelfs beter geworden!

3e. De cementbekleding dringt ook door tot in eventueel aanwezige scheuren, zodat ondergrondse buizen met scheuren gelijktijdig worden gerepareerd. Daarenboven worden, waarschijnlijk als gevolg van de alkaliteit van het cement, uit het doorstromende water de zich daarin bevindende ijzer- en mangaanverbindingen neergeslagen. Samen met fijne kleideeltjes vormen deze een gladde film op de binnenwand van de cementbekleding, waardoor de wrijvingscoëfficiënt vermindert en de leidingweerstand afneemt.

We hebben reeds opgemerkt dat nieuwe gietijzeren en stalen buizen, compleet met een inwendige cementbekleding, in Europa sinds ongeveer 18 jaar gefabriceerd en

toegepast worden. Niettemin beschikken we over een meer dan vijftigjarige en omvangrijke ervaring op het gebied van de fabricage en de toepassing van ZM-buizen in de USA.

Hoewel sporadisch, werden daar zelfs al in 1850 waterleidingbuizen met een inwendige cementbekleding gelegd. En reeds in 1836 deed de Franse Academie voor Wetenschappen onderzoeken naar de mogelijkheid om waterleidingen met behulp van cement tegen corrosie te beschermen. Bij de fabricage van de met cement beklede buizen steunde men niet alleen op de door de Amerikanen opgedane ervaring, maar er wordt — tot op heden zelfs — nog volgens de Amerikaanse voorschriften gewerkt. Deze voorschriften hebben onder meer betrekking op: water-cement factor, mengverhouding, korreldeeltjes, porositeit en absorptievermogen van het cement.

Door de DVGW werden richtlijnen opgesteld, zowel voor buizen die op de fabriek van een cementbekleding worden voorzien alsook voor de reeds gelegde buizen waarin de cementbekleding achteraf wordt aangebracht. Natuurlijk wordt daarbij in hoge mate rekening gehouden met — en gebruik gemaakt van — de Amerikaanse en Australische richtlijnen en ervaringen op dit terrein (zie tabel I).

Zoals de kennis omtrent het cementeren van nieuwe buizen uit Amerika naar Europa kwam, zo werd ook het cementeren van reeds gelegde buizen voor het eerst door Amerikaanse firma's uitgevoerd.

Eén der eerste proeven op dit continent vond in Hamburg plaats, waar een stuk leiding van een grote diameter werd gecementeerd.

Daarna in Dortmund in 1958 een leiding van \varnothing 800 mm en in 1959 een leiding van \varnothing 1000 mm.

Bij het aldaar toegepaste systeem (Centriline genaamd) wordt cementmortel door een holle as in een roterende trommel gedrukt. Van hier uit wordt het mengsel door sleuven in de roterende trommel tegen de buiswand geslingerd. De oppervlakte van de aldus tegen de wand aangebrachte cementlaag wordt daarna door een zgn. troffel gladgestreken.

In 1969 stonden de Dortmunder Stadtwerke voor het lastige probleem om een omvang-

TABEL I - Normen voor het cementeren.

	Cementeren van reeds gelegde gietijzeren en stalen leidingen	Cementeren bij de productie van de buis gietijzer	staal
Amerikaanse Norm	AWWA-C 602-67	AWWA-C 104-53 AWWA-C 104-64 AWWA-C 104-71	AWWA-C 205-62
Australische Norm	AS-CA 49-68	AS-A 145-70	AS-CA 41-65
Duitse Norm	Arbeitsblatt W 342, ontwerp juli 1974, DVGW		

rijk leidingnet te saneren. Circa 90 kilometer transport- en distributieleidingen in de maten \varnothing 80 mm tot \varnothing 300 mm moesten worden gereinigd. Als gevolg van de sterke aanzetting op de buisnaden was niet alleen de leidingcapaciteit aanzienlijk verminderd, maar hoopten ook de dagelijkse meldingen van bruin water, door de gebruikers, zich steeds meer op.

Toen men zich een beeld trachtte te vormen van de verschillende mogelijkheden op het gebied van buizenreiniging en -bekleding, kwam men min of meer per toeval in contact met de Australische firma Monier Ltd., die zich gespecialiseerd had in het cementeren van ondergrondse leidingen met kleine diameters. Nadat in een proefstuk hun techniek van het cementeren beproefd was, volgden uitgebreide onderzoeken naar de kwaliteit van de aangebrachte cementbekleding. Daarna werden in een periode van twee jaar — gedeelte na gedeelte — alle aangezette buizen met een totale lengte van 90 kilometer gereinigd en van een cementbekleding voorzien.

Er werd volgens twee volkomen verschillende technieken gewerkt. Buizen met een diameter van \varnothing 300 mm, en voor een deel ook \varnothing 200 mm en \varnothing 150 mm, werden volgens het Centrline-systeem gecementeerd. Alle leidingen met een diameter van \varnothing 80 mm en \varnothing 100 mm, en voor een deel ook \varnothing 150 mm en \varnothing 200 mm, werden gecementeerd door de Australische firma Concrete Monier Ltd. met behulp van een soort sleepconstructie. Deze firma had intussen in Dortmund een filiaal gesticht onder de naam C. J. Beton. Inmiddels is het licentierecht verleend aan de fa. Jonasson & Co. De door deze firma toegepaste techniek wordt in dit artikel verder uitvoerig toegelicht. De verschillende fasen van de Centrline methode worden daarna onder punt 9 kort samengevat.

1. De voorbereidingen

Gedurende de werkzaamheden van het reinigen en cementeren moet het betreffende leidinggedeelte uit bedrijf genomen worden. Men moet daarbij rekenen op een tijdsduur van minstens 36 uur, die onder bepaalde omstandigheden ook wel eens tot 2 à 3 dagen uitlopen kan. Tevoren dient daarom te worden overwogen of de verbruikers gedurende die tijd verzorgd moeten worden en of voor die verzorging gedurende de werkzaamheden een noodleiding moet worden aangelegd.

Daar ondernemingen als bakkerijen, slagerijen, wasserijen en onder alle omstandigheden doctoren in hun praktijkruimte, over water moeten kunnen blijven beschikken, besloot men in Dortmund alle gebruikers via een noodleiding te blijven verzorgen. Het leggen van noodleidingen heeft

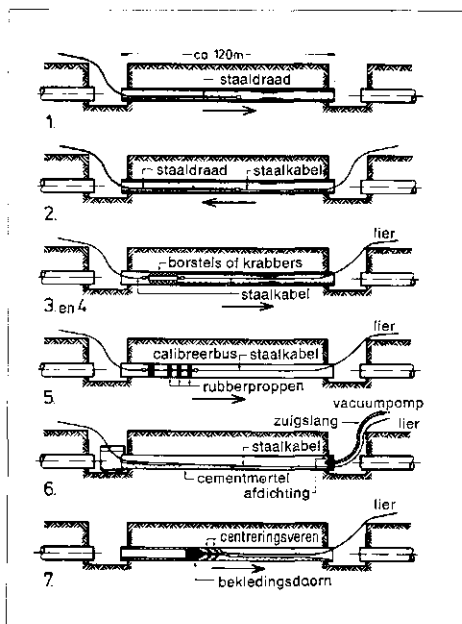
het grote voordeel dat alle werkzaamheden m.b.t. het cementeren rustig kunnen worden verricht. Als materiaal voor die noodleidingen werd kunststof gekozen, terwijl ze bovengronds werden aangelegd.

Via de kelderramen werden ze rechtstreeks op de huisinstallaties aangesloten. De watermeter werd gedurende de hele actie verwijderd, waardoor de Dortmunder gebruikers, als tegemoetkoming voor het tijdelijke ongerief, kosteloos water konden tappen.

2. Het reinigen van de buizen (afb. 1)

Nadat de hoofdleiding afgesloten en afgeapt is worden alle hydranten, groepsafsluiters, aftakkingsafsluiters en reduceerstukken uit de leiding genomen. De afsluiters van de dienstleidingen worden gesloten. Met de hand wordt dan een staaldraad door de te behandelen leiding geschoven met behulp waarvan een \varnothing 15 mm stalen kabel teruggetrokken wordt. Vanaf een der einden wordt daarna een buizenborstel met een lier door de buis getrokken, waardoor de aangroei op de buiswand wordt losgemaakt. Aansluitend daarop worden een paar keer rubber manchetten door de buis getrokken, afhankelijk van de hardheid en de dikte van de aangroei. Zijn de leidingen zeer sterk verontreinigd, dan begint men eerst met de borstel voor een buis die 1 maat kleiner is. Met een mal, die uit een metalen schijf bestaat en die dezelfde uitwendige diameter heeft als het cementeerapparaat, wordt bij de laatste trek vastgesteld of de vereiste diameter op elke plaats aanwezig is en het cementeerapparaat tijdens het werk niet kan blijven steken. De aftakkingen worden met de hand gereinigd en met een houten prop afgedicht.

Afb. 1 - Arbeidsgang bij de buizen en cemeteren.



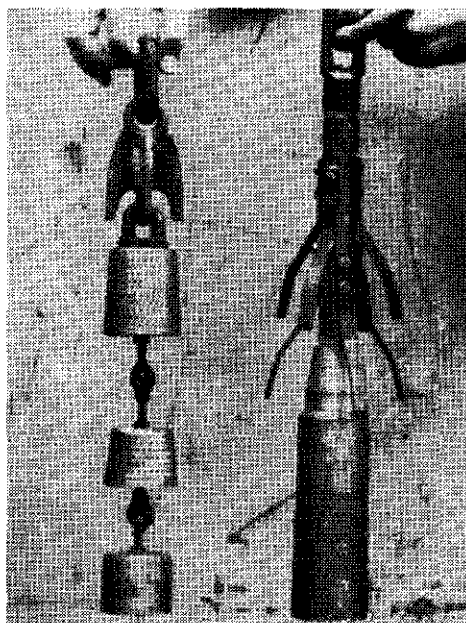
De voorbereidingen voor het eigenlijke cementeren zijn hiermee beëindigd.

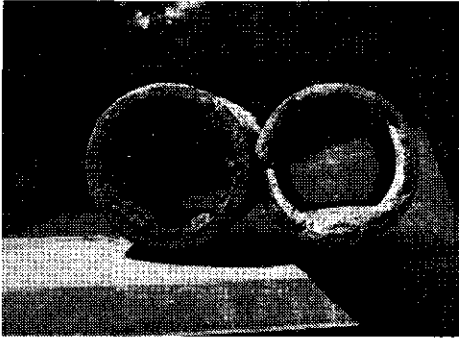
3. Het cementeren (afb. 1)

Het aanbrenge van de cementbekleding dient zo kort mogelijk na het reinigen te geschieden, omdat de binnenwand van de buis dan nog vochtig is. Aan een der einden wordt nu een zuigslang op de buis aangesloten en de verbinding luchtdicht afgesloten. Aldus kan dan vanuit het andere einde cementmortel worden aangezogen. De benodigde hoeveelheid mortel wordt door de lengte en de diameter van de te cementeren buis bepaald. Het cementeerapparaat is een conisch verlopende holle cilinder, waarvan de wand aan het eind geperforeerd is, zoals een zeef (afb. 2). Het apparaat wordt door veren gecentreerd in de buis gehouden en er met een snelheid van ca. 0,5 meter per seconde doorheen getrokken. Daarbij wordt de mortel voor het apparaat uitgeschoven en door de conische cilinder tegen de buiswand aangedrukt. Het overtollige water wordt uit de mortel geperst en sijpelt door de perforatie aan het eind van de cilinder, om vervolgens achter het apparaat op de bodem van de buis achter te blijven. Daardoor ontstaat aan de onderzijde een soort afplating, zoals afb. 3 laat zien. Door een nieuwe techniek van gladstrijken blijft de rondheid tegenwoordig behouden.

Als het bekledingsapparaat het traject heeft afgelegd, wordt met een geluidstest en het belichten met schijnwerpers een eerste controle verricht op het resultaat van het cementeren. Een definitieve controle vindt de volgende dag plaats, waarbij een harde rubber bal van de gewenste diameter met

Afb. 2 - Cementeerapparaat.





Afb. 3.

behulp van perslucht door de leiding wordt geblazen. De verwijderde buisstukken, hulpstukken en appendages worden met de hand bekleed.

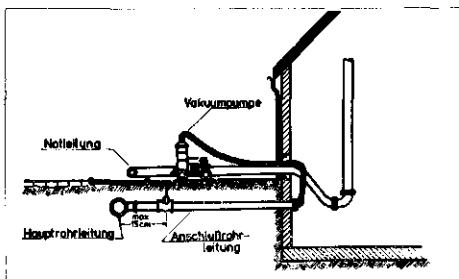
Sinds januari 1971 werkt de firma ook met een gelede-bekledingsapparaat, zodat het verwijderen van MMK-stukken tot 45° overbodig is. Dit gelede-bekledingsapparaat bestaat uit 3 delen, die scharnierend met elkaar zijn verbonden (afb. 2).

4. Het afzuigen van de huisaansluitingen

Bij het doortrekken van het bekledingsapparaat wordt de mortel in de aangesloten dienstleidingen gedrukt. Die moet, direct na het cementeringsproces, daaruit worden verwijderd. Dit doet men met de zgn. afzuigmethode (afb. 4).

De watermeter werd, met het oog op de noodleiding, al verwijderd. Een vacuumpompje met een capaciteit van 8 meter wordt in de kelder op de dienstleiding aangesloten en in bedrijf gesteld. In de dienstleiding ontstaat daardoor een onderdruk omdat de afsluiter nog gesloten is. Door deze afsluiter snel te openen wordt de zich in de dienstleiding opgehoopte mortel weggezogen en in een daartoe dienende opvangbak opgevangen. Na dit eerste wegzuigen wordt de dienstleiding weer afgesloten door de afsluiter dicht te draaien, waarna opnieuw een vacuüm wordt getrokken. Door de afsluiter nu slechts een klein stukje open te draaien worden de zich in het afsluiterhuis bevindende mortelresten ook verwijderd. Het goede resultaat van deze methode was voof al in een proefopstelling in de werkplaats aangetoond en

Afb. 4.



kon later in de praktijk worden bevestigd. De afstand waarover het cement tot in de dienstleiding doordringt hangt af van de lengte van het te bekleden leidinggedeelte waarop de dienstleiding is aangesloten. Want daardoor wordt de hoeveelheid cementmortel bepaald die in de leiding moet worden gezogen. Van grote invloed is tevens de diameter en de inwendige corrosie van de dienstleiding.

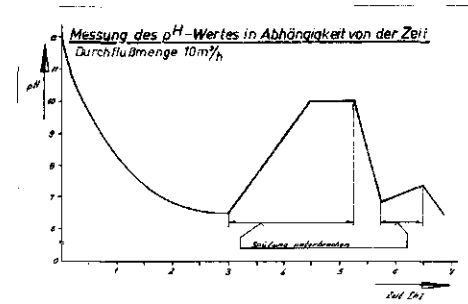
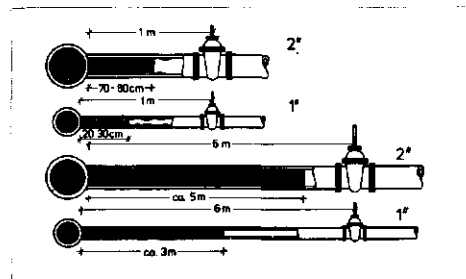
Afb. 5 toont de afstand waarover de cementmortel in de dienstleiding dringt, in afhankelijkheid van de diameter en de afstand van de afsluiter tot aan de hoofdleiding.

5. Het in gebruik stellen van een gecementeerde leiding

Als alle appendages gemonteerd zijn en alle aftakkingen weer zijn aangesloten op het gecementeerde leidinggedeelte, wordt — onder toevoeging van een bepaalde hoeveelheid chloorloog — het leidingstuk gevuld en gespoeld. Afhankelijk van de diameter, de lengte en de hoeveelheid beschikbaar spoelwater wordt de oorspronkelijke pH-waarde na ca. 3 uur weer bereikt. De diffusie van OH concentraties uit het cementoppervlak gaat ook bij stilstaand water verder. Metingen hebben uitgewezen dat de pH-waarde binnen een half uur weer tot 9 of 10 stijgt als het water niet meer stroomt. Zodra opnieuw gespoeld wordt of een overeenkomstige waterafname plaats vindt, daalt de pH-waarde weer snel tot wat in het leidingnet als normaal geldt. Deze is voor Dortmund ca. pH 6,7 (afb. 6). De opzichters konden met Duotest-papierstrookjes gemakkelijk de pH-waarde meten, waardoor het laboratorium niet extra behoefde te worden belast. Ter controle werd de pH-waarde af en toe door het laboratorium zelf bepaald. Bacteriologische proeven werden doorlopend genomen. Nadat de hoofdleiding door het laboratorium was vrijgegeven, werden — voor de ingebruikname — alle dienstleidingen grondig gespoeld. De noodaansluitingen werden daarna uit de huizen verwijderd zodat de watermeters weer konden worden gemonteerd.

In verband met het toenemen van de pH-waarde als er weinig of geen doorstroming

Afb. 5.



Afb. 6.

van water plaats vindt, mag de ingebruikname niet 's avonds plaats vinden. Dit dient overdag te geschieden omdat er dan een regelmatige afname van water verondersteld mag worden. Bij doodlopende leidingen moet gedurende tenminste 48 uur een doorstroming via de eindhydranten worden onderhouden.

6. Maximale leidinglengten

De maximale lengten die met deze methode in één behandeling kunnen worden gecementeerd bedragen bij:

doorlaat Ø 80 mm:	70 tot 75 meter
doorlaat Ø 100 mm:	100 tot 140 meter
doorlaat Ø 150 mm:	150 tot 160 meter
doorlaat Ø 200 mm:	160 tot 180 meter
doorlaat Ø 300 mm:	170 tot 190 meter

De lengten zijn afhankelijk van de leidingdiameter. Het kost namelijk te veel tijd om bij kleine diameters de cementmortel over grote lengten aan te zuigen. De mortel zou hard worden en het cementeerapparaat kunnen blokkeren. Bij grote diameters wordt de kracht, welke nodig is om de betonkolom voor het apparaat uit te schuiven, te groot.

7. Benodigde tijd voor de verschillende fasen

Tabel II geeft de tijdsduur aan van de verschillende werkzaamheden. Het valt hierbij op dat voor het eigenlijke cementeren slechts zeer weinig tijd nodig is. Dat is gemiddeld 6440 min.; bij 10 arbeidskrachten is dat per man 10¾ uur. In een gemiddeld 40-urige werkweek werden 4 leidinggedeelten van elk ca. 125 meter, ofwel in totaal 500 meter gecementeerd.

8. De kosten

De hierna volgende opgave van kosten in DM per meter is gebaseerd op het prijsniveau van 1971. Bij de vacuüm-methode, waarbij de dienstleidingen uitgezogen worden zonder de aftakkingen van de hoofdleiding los te nemen, waren de gemiddelde kosten inclusief de in tabel II onder pos. 1 t/m 9 genoemde werkzaamheden en inclusief de

TABEL II.

Werkzaamheden	Aantal arbeidskrachten	Aantal minuten	
		min.	max.
1. Controleren van het gecementeerde gedeelte van de vorige dag	6	10	10
2. Graven van de werkputten	8	120	300
3. Afsluiten van de hoofdleiding en het uitbouwen van appendages en hulpstukken	8	30	60
4. Staalraad door leiding voeren en vastmaken aan de kabel	8	10	30
5. Reiniging van de hoofdleiding	8	30	120
6. Cementeren	8	30	40
7. Afzuigen dienstleidingen en reiniging cementeerapparaat	8	30	60
8. Herstellen van de verbindingen	8	30	180
9. Dichten van de werkputten	10	60	180
10. Verhelpen van storingen	10	30	150
Totale tijdsduur		3200	9680

materiaalkosten zoals zand en cement, als volgt:

NW	A	B	C
80	36,58	33,48	30,08
100	37,29	34,01	31,01
150	42,34	38,38	37,98
200	57,01	52,28	47,14
300	81,78	73,58	67,40

waarbij A, B en C gebiedsklassen zijn en wel:

- A: binnenstad of koopcentra met druk straatverkeer;
 B: stadsdelen met gematigd straatverkeer;
 C: stadsrand en de meer landelijke gebieden.

Waar de vacuüm-methode niet kan worden toegepast moet bijv. in de gebiedsklasse B voor het vrijleggen, losnemen en opnieuw aansluiten van de verbindingen bij alle diameters met ca. 8 tot 9 DM per meter meer worden gerekend.

In principe komen daar nog de volgende kosten bij:

1. Het leggen van de noodleiding door een aannemersbedrijf.
2. Materialen voor een tijdelijk herstel van de bestrating (zand, steenslag, teer enz.).
3. Loon opzichters.
4. Sociale lasten en verzekeringen, hier gerekend met 95 % van de loonkosten.
5. Diverse materialen, hulpstukken enz., nodig om het aansluiten op de noodleiding te realiseren.
6. Diversen, hier gerekend met 22 % van de materiaalkosten.
7. Transport van het overblijvend zand en aarde.

De aldus ontstane totaal-kosten voor een leiding met een diameter van 100 mm bereiken dan een bedrag van ca. 50 DM per meter. Vergelijken we dit met de prijs van een nieuw te leggen leiding, die ca. 185 DM per meter bedraagt, dan maken de kosten van het renoveren door cementeren daarvan slechts ca. 30 % uit.

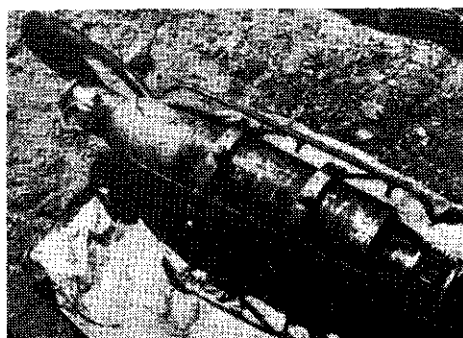
9. Vergelijking werkmethode van Jonasson & Co en Centriline

Zoals al eerder werd opgemerkt werden de

buizen met een diameter van 300 mm en voor een deel ook die met een diameter van 200 en 150 mm, gecementeerd volgens het Centriline-systeem. Het cementeer-apparaat werkt volgens hetzelfde principe als dat wat voor buizen met grotere diameters wordt gebruikt, met een elektrisch aangedreven roterende trommel. Het apparaat beweegt zich echter niet zelf voort, maar is voorzien van glij-ijzers en wordt met behulp van een lier door de buis getrokken (zie afb. 7). De voor het Australische Situment-systeem omschreven werkzaamheden gelden in wezen ook voor die van het Centriline-systeem.

Daarbij moet de leiding eveneens in stukken worden verdeeld, waarbij elk stuk zo lang mag zijn als in één bewerking kan worden gecementeerd. Het Centriline-apparaat kan geen bochten passeren, zodat de buizen bij de bochten losgenomen moeten worden. Reduceerstukken moeten eveneens uitgebouwd worden. Daarentegen kunnen hydranten, groepsafsluiters en aftakkingsafsluiters onder bepaalde omstandigheden op hun plaats blijven. Dienstleidingen behoeven onder geen enkele omstandigheid van de hoofdleiding te worden afgesloten. De geringe hoeveelheid cementmortel, die in de dienstleiding wordt gedrukt, wordt via de noodleiding — afhankelijk van de lengte — gedurende 5 tot 20 seconden, met water teruggespoeld. Dit dient op z'n vroegst na een periode van 2 uur, maar in elk geval binnen 4 uur te

Afb. 7 - Cementeerapparaat voor buizen met een kleine diameter.



geschieden. Aan uitgenomen proefstukken kon in Dortmund worden waargenomen dat de buiswand tegenover de aftakking van de dienstleiding daardoor geen schade aan de aangebrachte cementbekleding had opgelopen.

Het in de dienstleiding binnengedrongen cement kan ook met behulp van lucht worden teruggeblazen.

Bij het Situment-systeem is het niet nodig de aangebrachte mortel nog glad te strijken, omdat dit al gelijktijdig met het aanbrengen wordt gedaan.

Bij het Centriline-systeem wordt de aangebrachte mortel niet overal gelijkmatig aangebracht, waardoor de oppervlakte ribbelig, zoals die van een sinaasappel, is. Deze wordt door een trechtervormige troffel, die achter het cementeerapparaat is bevestigd, gladgestreken. Door ongelijkmatig trekken en door de aanwezigheid van hardere cementdeeltjes, kunnen groeven en soortgelijke onregelmatigheden in de oppervlakte van de cementbekleding ontstaan. Het Centriline-systeem is echter absoluut niet geschikt voor buizen met een diameter van 80 mm, en eigenlijk ook nog niet van 100 mm, hoewel de uitvoerder van dit systeem beweert dat onder bepaalde omstandigheden leidingen met een diameter van 100 mm ook wel behandeld kunnen worden. Vergelikt men beide systemen met betrekking tot de gemiddelde kostprijs per meter, dan kan in het algemeen worden gesteld dat het cementeren volgens het Situment-systeem goedkoper is voor buizen met een diameter tot 200 mm. Daarboven is het centrifugale systeem van Centriline goedkoper. Bij de maat 200 mm is het verschil uiterst gering.

Tabel III geeft een overzicht van de bekende cementeringsmethoden voor ondergrondse leidingen.

Voor technici die verantwoordelijk zijn voor het buizenet, is het van groot belang te weten welke werkzaamheden nog aan gecementeerde buizen mogelijk zijn. Voor beide besproken technieken geldt dat de beklede buizen op de normale bekende wijzen kunnen worden aangeboord en doorgesneden. Men dient bij het boren in principe echter geen kroon- of fraisboor te gebruiken, maar een spiraalboor. Daarmee wordt voorkomen dat het cement naast de aanboring gaat scheuren of afbrokkelen.

10. Beoordeling van de cementbekleding

Bij de sanering van het stadsnet van Dortmund werd de Situment-methode toegepast volgens de Australische Norm AS-CA 49-68 en het Centriline-systeem volgens de Amerikaanse Norm AWW-C602-67.

Tabel IV geeft een overzicht van een aantal natuurkundige waarden, die aan de hand

TABEL III - Systemen voor het cementeren van ondergrondse leidingen.

Firma	NW	Opmerking:
1. Jonasson & Co, W-Duitsland	80—500	Situment systeem
2. Tate, Engeland	80—500	Centrifugaal systeem, aangedreven door stroom of lucht
3. Centriline, Engeland	150—500	Centrifugaal systeem, aandrijving met lier
	600—1200	Centrifugaal systeem, aandrijving elektrisch
4. William Press, Eng.	600—1200	Centrifugaal systeem, aandrijving elektrisch

TABEL IV - Natuurkundige waarden, gevonden bij proefneming op verschillende cementbekledingen.

Proef	Ø mm	s.g. p/cm ³	r.g. p/cm ³	Totale poreusiteit		Absorptievermogen		Ze : Zu *
				vol. %	vol. %	1 ato gew. %	150 ato gew. %	
B	100	—	1,967	24,54	22,72	11,55	12,48	1 : 2
C	300	—	2,085	24,52	22,64	10,86	11,76	1 : 1,04
P	1000	—	2,063	25,89	23,22	11,26	12,55	1 : 1,06
M	1000	2,84	2,71	9,2	7,4	2,7	—	1 : 2,5
PR	1000	2,68	2,61	11,9	11,7	4,5	—	1 : 1,8
R	100	2,84	2,19	22,9	—	9,9	—	1 : 1,6

* Verhouding cement : toevoegingen.

van een aantal proefstukken konden worden vastgesteld. De proeven die aangeduid zijn met M, PR en R betreffen buizen met een grote diameter die reeds bij de fabricage van een cementbekleding waren voorzien. De overige proeven, aangeduid met B, C en P, betreffen buizen die onder de grond zijn gecementeerd. Hierbij zij opgemerkt, dat het bij proef B om een buis van Ø 100 mm ging, welke werd gecementeerd volgens de Situment-methode. De proeven C en D betreffen buizen van Ø 300 en 1000 mm, die volgens de Centriline-methode zijn gecementeerd.

Opvallend is het verschil in poreusiteit en absorptievermogen tussen de fabrieksmatige- en de later aangebrachte cementbekleding. Als gevolg van de productietechnieken zijn de waarden van de fabrieks beklede buizen lager dan die van de later en ondergronds gecementeerde leidingen. De waarden van proef R benaderen die van de ondergronds gecementeerde leidingen. De mengverhoudingen zijn bij de fabrieksmatig beklede buizen met 1 : 2 tot 1 : 2,5 schraler dan de andere, echter met uitzondering van proef B.

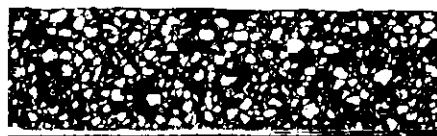
Tabel V geeft de mengverhouding en korrelgrootten van het hoofdaandeel, van verschillende cementbekledingen weer.

Bij beschouwing van de proeven B, C en P van tabel IV komen we tot de volgende conclusie:

Het naderhand aanbrengen van een cementbekleding in ondergrondse buizen van zowel kleine als grote diameters, heeft nu ook in Duitsland sinds enkele jaren z'n deugdelijkheid bewezen.

De gevonden waarden van proef B komen overeen met die van de centrifugaal aangebrachte cementbekledingen van de buizen Ø 300 en 1000 mm bij de proefnemingen C en P.

De vele punten van overeenkomst, alsmede



Rohrwand

Afb. 8 - Doorsnede van cementbekleding, volgens de Situment-methode aangebracht.

het feit dat de Situment-methode al meer dan 30 jaar met groot succes in Australië wordt toegepast, leidden tot de conclusie dat de Situment-methode in alle opzichten eenzelfde kwaliteit garandeert als de centrifugaal-methode. Ter bevestiging van deze conclusie dienden enkele uitgebouwde

TABEL V - Mengverhouding en korrelgrootten van het hoofdaandeel, van verschillende cementbekledingen.

Firma	Mengverhouding	Zand hoofdaandeel	Opmerking
Rheinstahl	1 : 2	1000 600 300	GGG
Mannesmann	1 : 2,5	6000 5000 1500 1000	St
Phönix	1 : 2	6000 2500 2000 1000	St
Centriline	1 : 1	400 200	Ge St
William Press	1 : 1	300 200 100	Ge St
Jonasson & Co	1 : 1,7	450 300 150	Ge St kleine maten

buisstukken in de jaren 1969, 1970 en 1971. Afb. 8 toont de doorsnede van de cementbekleding in een Ø 100 mm buis, welke is aangebracht met de Situment-methode. Over de gehele dikte van de bekleding is een gelijkmatige korrelverdeling te zien. Soortgelijke proefnemingen van met de centrifugaal-methode aangebrachte bekleding lieten dezelfde gelijkmatige korrelverdeling zien.

Samenvatting

De samensteller van dit rapport is van mening dat het inwendig reinigen van buizen weggevoerd is, indien deze daarna niet opnieuw worden bekleed. Want afhankelijk van de kwaliteit van het water zullen de buizen binnen 10 tot 15 jaar weer sterk gecorrodeerd en aangegroeid zijn. Uit artikelen in vakbladen (in BR Duitsland) is bekend dat het opnieuw inwendig bekleden van buizen met bitumen-coatings geen oplossing voor een lange termijn geeft. Door een cementbekleding op de buiswand aan te brengen worden de buizen voor onbepaalde tijd afdoende beschermd, tenzij de samenstelling van het water zodanig is, dat het agressief is voor cement. Maar dit behoort bij drinkwater tot de grote zeldzaamheden.

Beide cementeermethoden, Centriline \geq Ø 150 mm en Situment \geq Ø 80 mm zijn zonder meer geschikt voor het bekleden met cement van ondergrondse waterleidingen. Uiteraard wordt door de cementlaag de inwendige diameter iets kleiner. Maar daar staat tegenover dat de buis niet meer corrodeert of aangroeit, zodat vernauwingen en verruwing van de buiswand en de daaruit voortvloeiende toename van de leidingweerstand achterwege blijven. Onder dezelfde omstandigheden zal een gecementeerde buis, ondanks z'n iets kleinere doorlaat een grotere capaciteit geven dan een buis die alleen gereinigd is. Tevens wordt de kwaliteit van het water verbeterd. De totale kosten van het cementeren bedragen ca. 30 tot 40 % van de kosten voor een nieuw te leggen leiding. De grenzen van de rentabiliteit zullen, m.b.t. de ouderdom en de toestand der leiding, door nauwkeurige onderzoeken moeten worden vastgesteld.

Literatuur

- Kumpf, J.: *Rohrreinigung und Wiederauskleidung in Rohrnetzschäden — ihre Ursachen*. Feststellung und Verhütung, (DVGW Brochure) ZIGW Verlag 1961, Frankfurt (Main).
- Klas, H. dr., Heim, G. dr.: *Korrosionsschutz von Stahlrohren durch Zementmörtelauskleidung*. Rohre. Rohrleitungsbau. Rohrleitungstransport. Heft 1, Februar 1964. Blz. 14 t/m 18.
- Gras, W. D.: *Eigenschaften und Bewahrung von Zementmörtel-Auskleidung in gusseisernen Druckrohren*. Information FGR Nr. 4/1969, blz. 16 en 24