

Rehabilitering av vann- og avløpsledninger

Av Svein Endresen

Svein Endresen er siv.ing. fra NTH 1956 og leder for kommunalteknisk seksjon i konsulentfirmaet Siv.ing. Elliot Strømme A/S.

1. Innledning

Når en vann- eller avløpsledning ikke lenger oppfyller funksjonskravene, har man valget mellom å skifte ledningen ut eller å reparere den.

Vanlige feil ved avløpsledninger er utette skjøter, sprukne rør og manglende selvrensningsevne p.g.a. setninger.

Et hovedproblem også med vannledningene er at de er utette. Med de bløte og sure vanntyper, som er vanlige i Norge, har vi gjerne betydelig korrosjon i eldre støpejernsledninger. Korrosjonen bryter ned rørene, reduserer den hydrauliske kapasiteten, og forringer vannkvaliteten.

Med rehabilitering menes at man utbedrer ledningen uten å legge den fullstendig om. Ofte er det en kombinasjon av omlegging og utbedring som finner sted. For eksempel vil det være aktuelt å legge om partier av en avløpsledning som har store setninger, mens resten av ledningen, som kanskje er utett, rehabiliteres.

I åpent område med enkle grunnforhold utgjør kostnaden for ledningen kanskje 10% av de totale kostnader for et nytt ledningsanlegg. I en bygate kan ledningens andel være under 5%. Det verdifulle ved anlegget er altså ikke ledningen, men det at vi har fått etablert et hull i bakken.

Når ledningen ikke lenger fungerer tilfredsstillende, har vi som regel fremdeles hullet. Vanligvis kan vi spare betydelige beløp om vi kan rehabilitere dette i stedet for å grave opp og legge ny ledning. Størst vil besparelsen være i byområder hvor det er dyrt og vanskelig å grave og gravearbeidet medfører store ulemper for publikum.

2. Rehabilitering av avløpsledninger

De rehabiliteringsmetoder som er i bruk på det norske marked i dag er:

- Injisering av rørsjøter med akrylamidgel eller polyuretanskum
- inntrekking/-trykking av rør av PEH og PVC (evt. PEL)
- utforing med polyester- eller epoxystrømpe.

Det finnes en rekke andre metoder som har liten interesse for norske forhold.

Tidligere foretok man også injisering av rørsjøter med sementmørtel og asfaltmodifisert uretan. Disse metodene oppfylte ikke forventningene og benyttes ikke lenger hos oss.

En nye metode, Copeflex-metoden, går ut på å bygge et glassfiberarmert rør inne i eksisterende ledning. Metoden synes å være lovende, men er foreløpig ikke prøvet i Norge.

Kummer kan rehabiliteres ved injisering. Ofte må man støpe ny kumbunn og renne. I blant kan det være hensiktsmessig å pusse kummen innvendig eller belegge den med epoxy. I Sverige har man på noen anlegg benyttet gummimansjetter for å tette skjøtene.

Injisering av rørskjøter

Injisering med akrylamid har vært utført i USA fra 1960-årene. Til Norge kom metoden i 1975. Til nå er det utført injisering av 25—30 km avløpsledninger hos oss.

Injisering med polyuretanskum er nesten ikke utført i Norge. I USA har metoden vært i bruk siden tidlig i 70-årene, og i Sverige fra 1976. Man har der injisert ca. 10 km avløpsledninger.

Med de injiseringsmaterialer man benytter i dag er det massene rundt skjøtene man tar sikte på å injisere. Injiseringsmassen i selve rørskjøtene er av mindre interesse.

En forutsetning for et godt resultat er derfor at jorden rundt ledningen lar seg injisere. Leire og silt er for finkornet for injisering. Videre bør man ikke injisere grove masser som grov sand, singel etc. Injiseringmaterialene vil i slike masser lett smuldre opp og bli vasket bort.

Er rotinntrengning i skjøtene et problem, bør man velge en annen rehabiliteringsmetode. Røttene kommer tilbake selv om man benytter giftstoffer for å hindre gjenvekst.

Såvel akrylamid som polyuretan krever fuktige omgivelser for ikke å tørke ut og smuldre bort. Forventes den relative fuktighet å bli under 100%, bør man ikke injisere. Rundt spillvanns- og fellesledninger synes fuktigheten å være tilstrekkelig.

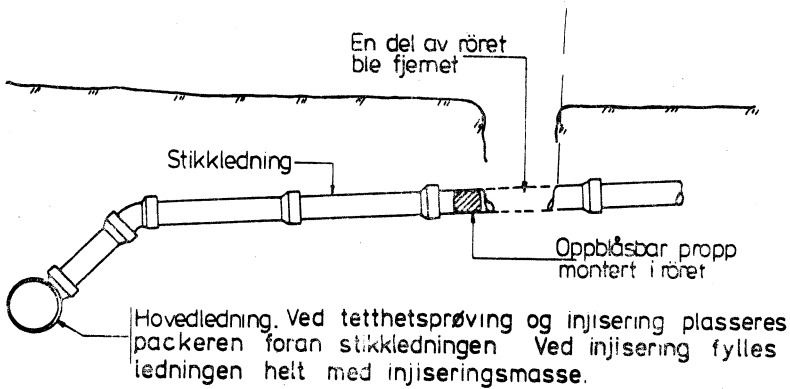
Normalt advares det imidlertid mot injisering av overvannsledninger.

Injisering med akrylamid benyttes også i stikkledninger. Skjøter på hovedledninger injiseres ved hjelp av en packer som trekkes gjennom ledningen. Ved stikkledninger er framgangsmåten en annen. Hos oss er stikkledningene viet liten oppmerksomhet. De mest brukte metodene for injisering av stikkledninger i USA er:

- «pumpe full»-metoden som går ut på at stikkledningen pumpes full av injiseringsmasse. En del av denne trenger ut gjennom skjøtene og eventuelle sprekker i ledningen og tetter jorden utenfor. Massen inne i ledningen må senere fjernes ved høytrykksspyling. Se fig. 1.
- «slange»-metoden som er videreutvikling av «pumpe full»-metoden. Ved «slange»-metoden trer man en oppblåsbar slange gjennom stikkledningen. Derved reduseres forbruket av injiseringsmasse samtidig som man reduserer nødvendig spyling. Se fig. 2.
- «ormen»-metoden. Injiseringen blir her utført ved hjelp av en fleksibel packer som blir ført inn i stikkledningen, for eksempel gjennom et stakerør. «Ormen» har et roterende hode som skrur utstyret gjennom ledningen. De vanlige forekommende bend på stikkledningen klarer utstyret å passere.

Injisering er den billigste av alle rehabiliteringsmetoder, og også den metoden som er mest brukt. Erfaringene med metoden er også stort sett gode. Under egnde forhold og rett utført, bør man kunne forvente at injiseringer vil holde i min. 10 år.

Injisering med akrylamid utføres av A/S Rehab fra Sande i Vestfold, og med polyuretan av Binab, Sverige.

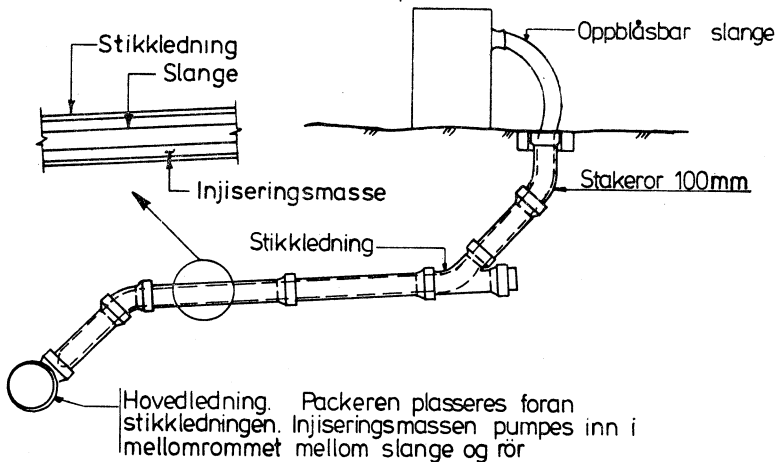


Figur 1. Opplegg for trykkprøving og injisering («Pumpe-full»-metoden).

Utføring med rør av PEH

Utføring med rør av polyetylen med høy tetthet (PEH) har i Norge og Sverige vært benyttet i ca. 15 år. Totalt er ca. 20 km avløpsledninger utført med PEH-rør i Norge og ca. 30 km i Sverige. Metoden gir et helt nytt rør inne i det gamle, og

egner seg derfor også i de tilfeller hvor styrken på den eksisterende ledningen er redusert. I slike tilfeller må imidlertid det nye røret dimensjoneres uten at det gamle røret skal oppta belastninger. Eventuelt kan man injisere mørtel i mellomrommet mellom rørene.



Figur 2. «Slangemetoden».

Det er nødvendig med oppgraving av en innføringsgrop og av alle stikkledningene ved utforing med PEH-rør. Selve trekkingen kan foretas fra en kum. Metoden er best egnet på ledninger med få tilknytninger i områder hvor markarbeider generelt er dyrt (trafikkerte områder, kryssinger av veier og jernbaner etc.). Hvis lengre strekninger kan utføres ved hjelp av én enkelt innføring, vil metoden også være gunstig i mindre urbane områder.

PEH-rør benyttes også for utforing av stikkledninger.

Utforing med rør av PVC

Siden slutten av 1960-tallet har PVC-rør blitt benyttet ved utforing av eksisterende avløpsledninger. I Norge er ca. 10 km ledninger utforet med rør av PVC.

PVC-rørene skjøtes vanligvis ved hjelp av muffen med en pakningsring av gummi. Muffens utvendige diameter er 10—15% større enn selve røret. For å redusere muffens negative innvirkning ved utforing har det i Sverige blitt fremstilt et spesielt utforingsrør med en mindre muffe. Disse rørene skjøtes med et kort overgangsrør med påmontert gummipakning. Den ytre diameteren for denne muffetypen er kun 5—6% større enn røret. Rørene produseres i lengder på 0,5 og 2 m. En avvinkling på opp til 7° kan tas opp i muffene.

Ulempen ved bruk av disse rørene er den høye materialkostnaden. Rørene er i dag 2—3 ganger dyrere enn vanlige grunnavløpsrør.

Utforing med PVC-rør kan skje fra innføringsgrop (rør 2—5 m) eller via kum (rør 0,5 m). Selve innføringen kan skje ved trykking, trekking eller ved en kombinasjon av metodene. Ved utforing med korte rør fra kummer kan donkraft eller jekk benyttes.

Utforing med polyester- eller epoxystrompe

Metoden ble først introdusert i England i 1971.

I Norge har metoden vært benyttet fra 1977, og ca. 30 km avløpsledninger er nå utforet. I tillegg til tetting oppnår man å forsterke ledningen. Metoden gir en delvis fleksibel ledning som kan oppta mindre setninger, og vil til tross for tverrsnittsreduksjonen snarere øke enn redusere gamle ledningers kapasitet. Polyester har i tillegg meget god bestandighet mot aggressive væsker.

I den senere tid er det benyttet epoxy som impregneringsmateriale i stedet for polyester ved utforing av ledninger med mindre dimensjoner. Epoxy har en del fordeler som for eksempel mindre kryping og bedre heft enn polyester. På grunn av materialkostnadene må en imidlertid regne med at polyester fortsatt vil være det mest benyttede materialet.

Strømpen fremstilles av en terrylenfilt og har en innvendig polyuretanfilm på ca. 0,25 mm. Filten kan sys sammen i bestemte dimensjoner og er bygd opp av lag på 3 mm. Strømpen transporteres og oppbevares med polyuretanfilmen ut. Den impregneres med polyesterløsning før innføring. Strømpen føres inn i ledningen ved at den vrænges og presses inn ved hjelp av vantrykk.

Det benyttes fjernstyrt utstyr for oppskjæring av stikkledninger. Dette er stadig forbedret. Motorstyrken er økt, og styringsnøyaktigheten er bedret slik at hullene blir mindre og ujevnheter og rørestorer unngås. Plassering av tilkoplingene noteres nøyaktig ved hjelp av kamera før strømmen føres

inn. De kan eventuelt også sees som små utbulninger på strømmen.

Ved utforing av stikkledninger føres strømmen inn fra for eksempel septiktank.

Strømpemetoden er lisensbeskyttet og utføres både i Norge, Sverige og Finland av entreprenørfirmaet Kristian Olimb A/S fra Råde i Østfold.

3. Rehabilitering av vannledninger

Diverse undersøkelser som er foretatt synes å tyde på at mellom 1/3 og 2/3 av de totale vannleveranser forsvinner i grøftene på veien til forbrukerne. I følge tyske målinger synes lekkasjene å øke med i størrelsesorden 3% pr. år.

Problemet med korrosjon i stål- og støpejernsledninger er større hos oss enn det er i mange andre land. Dette skyldes først og fremst at vi i hovedsak utnytter overflatevannkilder med meget bløtt vann. Ved noen målinger som er utført, fant man at korrosjonshastigheten i bløtt overflatevann var fire ganger så høyt som i hardt grunnvann. Vannets pH-verdi, innholdet av organisk materiale, jerninnholdet, oksygeninnholdet og eventuell slim- og slamdannelse i ledningen er blant de forhold som er av betydning for korrosjonsforløpet.

Asbestsementrør uten beskyttende belegget utsettes for tæring såvel fra ut- som innsiden. I Norge er det hovedsakelig benyttet rør uten beskyttelse. Tæringen finner sted i mineralfattig vann og består i at kalken løses ut. Målinger i Oslo har vist en utløsningshastighet på ca. 0,4 mm/år. Tæring fører blant annet til nedbrytning av røret.

Innsug av forurenset vann gjennom lekkasjer, korrosjon og avsetninger kan medføre reduksjon av vannkvaliteten. I tillegg kan kjemiske og bakteriologiske prosesser

føre til at vannet får uheldig smak og lukt eller blir farget. Lut- og klortilsetning kan for eksempel i blant føre til problem. Smaks- og luktproblemer kan også oppstå på grunn av uohensiktsmessig korrosjonsbeskyttelse.

Aktuelle rehabiliteringsmetoder for vannledninger er:

- utforing med sementmørtel
- utforing med rør av PEH
- utforing med epoxy
- utforing med epoxystrømpe.

Tidligere var det vanlig å foreta bitumenutforing av støpejernsledninger. Slike utforinger viste seg å ha svært kort levetid, og dessuten hadde utforingene en uheldig effekt på vannkvaliteten. Bitumenutforing benyttes derfor ikke lenger.

Utforing med sementmørtel

Sementmørtelutforing av vannledninger har vært utført i hvert fall siden 1934. Metoden er stadig blitt forbedret. De aller fleste rehabiliteringer utføres i dag med sementmørtel.

Innvendig belegg i ledningen må først fjernes v.h.a. skrapere. Det benyttes forskjellige skrapemetoder som er tilpasset ulike dimensjonsområder. I ledninger med diameter 75—150 mm benyttes normalt roterende skrapere som trykkes gjennom ledningen. Skrapen er montert på en stålstang som skjøtes etter hvert som skrapen trykkes innover. Løsgjort materiale spyles ut.

Ledninger med diameter fra 150 til 450 rengjøres v.h.a. slepeskrapere som trekkes gjentagne ganger fram og tilbake gjennom ledningen. Etter stålskrapen trekkes en gummiskrape som fjerner materiale som blir liggende igjen og eventuelt vann.

Sementmørtelen består av 1 volumdel

sand til 1 volumdel sement. Det benyttes vanligvis Standard Portland sement uten tilsetninger. Sanden skal være velgradert og fri for forurensninger. Mørtelen blandes på stedet og pumpes fram til en anbringermaskin som trekkes gjennom ledningen. Anbringermaskinens hode roterer med meget høy hastighet og slynger mørtelen mot rørveggen.

Utforingen regnes å være selvberende, d.v.s. man er ikke avhengig av full heft til rørveggen over alt. Det er derfor, og av hensyn til holdbarheten, ønskelig å ha så tykk utforing som mulig. Imidlertid øker risikoen for gjentetting av vanninnleggene med økende utforingstykkelse. Dess tykkere utforingen er, dess mindre blir dessuten ledningens hydrauliske kapasitet.

Stikkledninger som er tettet, blåses rene med nitrogengass eller luft. Benyttes det luft, må luften filtreres for å få fjernet eventuell olje.

Sementmørtelutforing gir effektiv korrosjonsbeskyttelse til stål- og støpejernsledninger. De fleste lekkasjer tettes også.

Sementmørtelutforing er vesentlig billigere enn full omlegging av ledningen. I følge en studie utført av Water Research Centre i England koster utforing av en 150 mm ledning bare ca. 30% i forhold til omlegging av ledningen.

Utforing med PEH-rør

PEH-røret trykkes eller trekkes gjennom vannledningen. Det er stort sett størrelsen på tilgjengelig trykk- eller trekraft som bestemmer hvor stor lengde som kan utføres i en operasjon. Imidlertid begrenses lengden vanligvis av praktiske grunner til 150 m. PEH-røret kan dimensjoneres slik at det kan motstå såvel innvendig vanntrykk som utvendig jordtrykk uten støtte av det gamle røret.

Det er foreløpig ikke utviklet gode me-

toder for fjernetilknytning av vanninnlegg

PEH-rør er ikke diffusjonstette. Det miljøet ledningen ligger i kan derfor i uheldige tilfeller påvirke for eksempel vannets smak.

PEH-rørutforing medfører en betydelig reduksjon av rørtverrsnittet. Selv om PEH-røret er meget glatt, blir ledningens kapasitet lavere enn den opprinnelig var.

Kostnadene for PEH-rørutforing er høye. Metoden kan derfor normalt bare anbefales benyttet for ledninger som er i ferd med å bryte sammen, og som ligger i områder hvor gravearbeider vanskelig kan tillates.

Epoxyutforing

I England har man oppnådd til dels gode resultater med epoxy som utforingmateriale. I Tyskland er man kritisk til bruk av epoxy i vannledninger. Epoxy-utforinger har vært utført i Japan i hvert fall siden 1978. Det er ikke kjent hvilke erfaringer man har i Japan.

Epoxyen består av to komponenter som blandes like før massen påføres. Påføringen skjer enten ved sentrifugering eller ved at massen sprøytes på rørveggen. Epoxyen påføres i ett eller flere lag.

Epoxyutforingen stiller store krav til overflatens renhet. Alle sandkorn etc. må fjernes omhyggelig da de ellers vil perforere epoxyfilmen og være utgangspunkt for rustangrep. I tynne epoxybelegg dannes det gjerne små hull, såkalte «pinholes» som er ødeleggende for beleggets holdbarhet. Hullene skyldes luftbobler i epoxy-massen. Påføres belegget i flere lag, må det første laget herdes i ca. 3 døgn, slik at løsningsmidlene er borte, før neste lag kan påføres.

I England utprøver man epoxytyper som ikke stiller altfor strenge krav til rørveggens renhet og som fester til fuktig underlag. Belegget påføres i en tykkelse av ca

1 mm. Med denne tykkelsen klarer man å få et tett belegg som heller ikke så lett perforeres av små sandkorn. Belegget tåler vanntrykk 3—4 timer etter påføring.

Man vet ikke hvor holdbare epoxyutforinger vil være. Kostnadene for utforing med epoxy antas å være noe lavere enn for utforing med sementmørtel.

Utforing med epoxystrømpe

Metoden er hittil bare benyttet i noen få tilfeller i forbindelse med vannledninger. Fremgangsmåten er den samme som for avløpsledninger. Man bruker epoxy

og ikke polyester for utvæting av terrylenfilten. Det er foreløpig ikke undersøkt i hvilken grad den epoxyen man benytter påvirker vannkvaliteten.

Utforingene antas å være meget holdbare. Antagelig vil de holde i over 50 år. Den epoxyen som benyttes oppgis å ha god heft til fuktig overflate slik at man får samvirke mellom rør og utforing. Hull i rørveggen medfører ikke problem idet utforingen kan spenne over forholdsvis store åpninger. Et negativt forhold ved metoden er at den er kostbar.