



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R16:1985

Avloppsledningar och ventila- tionskanaler i byggnader

Utvärdering av tätningmetod

**Per Höjerdal
Staffan Jacobsson
Sören Lindgren**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	<i>ser</i>

*R
AD+*

Byggforskningsrådet

R16:1985

AVLOPPSLEDNINGAR OCH VENTILATIONSKANALER I BYGGNADER

Utvärdering av tätningmetod

Per Höjerdal
Staffan Jacobsson
Sören Lindgren

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 821148-0
från Statens råd för byggnadsforskning till Wahlings
Installationsutveckling AB, Danderyd.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R16:1985

ISBN 91-540-4334-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck Stockholm 1984

INNEHÅLL

1.	FÖRORD	5
2.	SAMMANFATTNING	7
3.	HISTORISK ÅTERBLICK	9
3.1	Avloppssystem	9
3.1.1	Förläggning	9
3.1.2	Dimensioner	9
3.1.3	Material	10
3.1.4	Teknisk standard	10
3.2	Ventilationssystem	10
3.2.1	Förläggning	10
3.2.2	Material	11
3.2.3	Teknisk standard	11
4.	TÄTNING ENLIGT INSITUMETODEN	13
4.1	Tätningförfarande	13
4.2	Val av foder	15
4.2.1	Diameter	15
4.2.2	Längd	15
4.2.3	Fodrets väggjocklek	16
4.2.4	Plastmaterial	16
4.3	Projekteringsdata	17
4.3.1	Livslängd	17
4.3.2	Vidhäftningsförmåga	18
4.3.3	Flödesändring	18
4.3.4	Inre krafter	18
4.4	Testresultat	19
4.4.1	Hållfasthetsprov	19
4.4.2	Lukt- och smakprov	20
4.4.3	Avnötningsprov	20
4.5	Referensanläggningar	20
5.	INSITUMETODENS TILLÄMPNINGSMÖJLIGHETER I BYGGNADER	21
5.1	Myndighetskrav	21
5.1.1	Avloppssystem	21
5.1.1.1	Beständighet	21
5.1.1.2	Dimensionering	21
5.1.1.3	Fogning	22
5.1.1.4	Skydd mot brandspridning	22
5.1.2	Ventilationssystem	22
5.1.2.1	Beständighet	22
5.1.2.2	Godtaget utförande av kanal mht rensning ..	23
5.1.2.3	Skydd mot spridning av brand och brandgas .	23
5.2	Problemanalys	23
5.2.1	Avloppsrörens åtkomlighet	24
5.2.2	Längdutvidgning	24
5.2.3	Anslutning till grenrör	25
5.2.4	Dimensionsförändringar	26
5.2.5	Rensbarhet	27
5.2.6	Flexibilitet	27
5.3	Kostnadsjämförelse	28
5.3.1	Avloppsstam	28
5.3.2	Ventilationskanal	29
5.3.3	Bedömning	30

6.	PROVINSTALLATION AV INSITUFORMFODER I	
	AVLOPPSSTAM	31
6.1	Provobjekt	31
6.2	Provinstallation	32
6.2.1	Besiktning	33
6.2.1.1	Avloppsinstallationens konstruktion	33
6.2.1.2	Avloppsinstallationens kondition	33
6.2.2	Friläggning	34
6.2.3	Rensning	35
6.2.4	Stamtätning	35
6.2.5	Montering av grenrör	37
6.2.6	Provtryckning och temperaturprovning	38
6.2.7	Efterkontroll	39
6.2.7.1	Raka stamledningar	39
6.2.7.2	Sidodragningar	40
6.3	Resultat	40
7.	FÖRSLAG TILL ARBETSMETOD	41
7.1	Besiktning	41
7.2	Friläggning	41
7.3	Rensning	41
7.4	Tillverkning och preparering av foder	42
7.5	Tätningförfarande	42
7.6	Grenrör monteras	42
7.7	Provtryckning	42
7.8	Montering av grenledningar samt efterlagn..	43
8.	FÖRSLAG TILL UTVECKLINGSINSATSER	45
8.1	Pågående utveckling	45
8.2	Erforderlig vidareutveckling av Insitu- metoden	45

1. FÖRORD

Stora delar av det äldre husbeståndet uppfyller ej dagens krav på teknisk standard för vvs- och elutrustning. Vatten- och avloppsledningar har ofta minskad kapacitet genom avlagring och läckning. Ofta är installationernas kondition så dålig att genomgripande upp- rustning är nödvändig. Det ökade antalet vattenskador i byggnader bekräftar detta.

Läckage från avloppsledningar i äldre hus kräver oftast utbyte av rören, vilket i vissa fall är en mycket kostsam åtgärd. Gjutjärnsrör för spillvatten har normalt en teknisk livslängd på 40-50 år. Stora olikheter kan dock gälla beroende på tillverkningsmetod, förläggning och användning.

Avloppsledningar från kök är i allmänhet i sämre kondition än ledningar från badrum.

Ventilationssystemen i flerbostadshus byggda före 1960-talet arbetar nästan uteslutande efter självdragsprincipen. De flesta kanalerna är utförda i murverk, även gipselement invändigt belagda med asbestcement förekommer i stor utsträckning. Så gott som samtliga kanalkonstruktioner som installerats i självdragssystem är otäta varför problem med läckage uppstår vid ombyggnad till fläktventilation.

Tätning av ventilationskanaler samt vatten- och avloppsledningar med konventionella metoder är dyrt varför nya produkter och metoder bör tas fram eller anpassas för att förenkla ombyggnadsprocessen.

Idag finns på marknaden en patenterad tätningsmetod där tätningsmaterialet består av ett foder av terylenfilt mättat med polyester eller epoxy. Metoden som benämns Insituform^{x)} används för att renovera defekta grövre avloppsledningar i mark. Fodret kan installeras utan uppgrävning genom att befintliga nedstigningsbrunnar används och att materialet med hjälp av vatten trycks ut i ledningen.

Metoden ger en tät inneryta. Avsaknaden av fogar samt mjuka övergångar ger gynnsamma strömningsförhållanden. Fodret kan utformas så att det passar såväl cirkulära som rektangulära tvärsnitt.

Syftet med detta projekt har varit att utvärdera möjligheterna att använda Insituform även för installationer i byggnader. En sådan anpassning innebär nämligen att möjligheterna till varsam ombyggnad ökar eftersom befintliga avloppsrör och ventilationskanaler då i stor utsträckning kan behållas.

Utredningsarbetet har omfattat:

- Analys av problemen genom litteratur- och ritningsstudier, intervjuer, anläggningsbesök m m.
- Utvärdering av tätningsmetodens tillämpbarhet med hänsyn till myndighetsbestämmelser.
- Jämförelser med andra renoveringsmetoder beträffande kostnader m m.

x) även benämnd Insitumetoden

- Provindallation av Insituform i en fastighets avloppsstammar.
- Utarbetande av förslag till förbättringar och kompletteringar av metoden för att anpassa den till installationer i byggnader.

En referensgrupp med följande medlemmar har följt projektet:

Rudolf Gjalby	AB J A Jonsson
Göran Grönblad	BPA Byggproduktion AB
Hans Jörlen	AB Svenska Bostäder
Leif Tegman	Statens Planverk

För projektet har värdefull hjälp i form av underlagsmaterial och synpunkter även lämnats av följande personer:

Rainer Litz	AB Familjebostäder
Olle Lundin	BPA Byggproduktion AB

Utredningsarbetet har bedrivits vid Wahlings Installationsutveckling AB med civilingenjör Sören Lindgren som projektledare och civilingenjörerna Per Höjerdal och Staffan Jacobsson som utredningsmän.

2. SAMMANFATTNING

Insitumetoden är en tätningsmetod som framtagits för att möjliggöra renovering av bl a markförlagda avloppsledningar utan uppgrävning. Härvid används befintliga nedstigningsbrunnar för införande av ett tätningsfoder i avloppsrören. Fodret tillverkas som platta flexibla rör av terylenfilt. Innan fodret förs in i ledningen dränks det med en katalytisk plast som kan vara polyester eller epoxy beroende på vilken kemisk resistans som är erforderlig i det aktuella fallet. Fodret förs in i den defekta ledningen med hjälp av vattentryck enligt ett omvändningsförfarande som innebär att fodret vrängs in och på så sätt pressas ut mot rörväggen.

Avloppsrör med invändig diameter mellan 150 mm och 1000 mm kan idag infodras med utrustning och installationsförfarande av standardtyp. Över 20.000 meter rör förlagda i mark har hittills tätats med Insitumetoden inom Norden.

Syftet med projektet har varit att utvärdera Insitumetoden för tillämpningar inomhus i avloppssystem och ventilationskanaler i samband med ombyggnad.

Resultaten från utredningsarbetet visar att kostnaden för tätning av ingjutna avloppsrör med Insituform är helt jämförbar med andra alternativa tätnings- och kanaliseringstekniker. Det kan till och med tänkas att kostnaden för tätning med Insituform kan sänkas med en ytterligare förbättrad teknik och ett billigare råmaterial.

För grenledningar i badrum och kök bedöms inte Insituform vara ett ekonomiskt försvarbart alternativ. Tätningsförfarandet skulle bli alltför komplicerat och kostsamt beroende på små rördimensioner, korta rörsträckor och många anslutningar (bad, WC, handfat). Grenledningarna bör istället bytas ut.

För tätning av ventilationskanaler är metoden idag alldeles för dyr för att konkurrera med de alternativ som redan finns på marknaden.

Utredningen har följts upp med en provinstallation av ett Insituformfoder i ett ombyggnadshus från 1928 med syfte att undersöka möjligheterna att på ett enkelt sätt åstadkomma en funktionssäker tätning. Provinstallationen omfattade två friliggande 4-tums avloppsstammar av sandgjutna gjutjärnsrör. Före tätningen rensades rören för att få ett bra fäste för fodret.

Vid provinstallationen stötte man på ett flertal problem. Det visade sig bl a att omvändningsförfarandet, där fodret vrängs in i röret, ej gick att använda. Fodret fick istället dras rättvänt genom hela stamledningen. Vid inspektion av stamledningarnas sidodragningar upptäcktes att fodret ej följt rören. En avsevärd och oacceptabel minskning av tvärsnittsarean hade blivit följden. Vid omvändningsförfarandet uppstår ej detta problem eftersom fodret då hela tiden trycks mot rörväggen. Framtagning av ett tunnare foder är därför av stor vikt för att denna tätningsmetod skall kunna användas i avloppssystem i byggnader.

Ett annat problem utgjorde härdningen av fodret. Varmt vatten fylldes kontinuerligt i den fodrade avloppsstammen. För att vatten inte skulle rinna över och på så sätt ge upphov till vatten-

skador avtappades det nedtill i fodret och fick rinna ut i avloppet. En härdningsmetod anpassad för installationer i fastigheter bör utvecklas eventuellt med rundpumpning för att underlätta härdningsförfarandet och eliminera vattenskaderisken.

Monteringen av grenrör visade sig också skapa en del problem. Ett försök gjordes med en sadelgren som limmades fast på stamledningens foder. På detta sätt erhöles en stor limyta mellan stammens foder och det nya grenröret. Om sadelgrenen utförs av samma material som stammens foder kan en mycket stark och tät limfog erhållas. Viktigt är dock att grenledningen ej blir stumt infäst emedan rörelser i stamledningen kan medföra onödiga brytningar på den limmade sadelgrenen.

För att undersöka eventuell inverkan av längdutvidgningen hos fodret gjordes temperaturprovningar på verkstad. En provbit från det tätade avloppsröret fylldes växelvis med varmt och kallt vatten. Totalt gjordes temperaturväxlingar ($\Delta t = 45^{\circ}\text{C}$) under 4 timmar. Någon förändring av provbiten kunde ej konstateras.

Vid efterkontroll upptäcktes att passningen i en av stammarna var mycket dålig och att flera längsgående veck hade bildats. Orsaken var att innerdiametern på det tätade röret endast var 85 mm mot nominellt 100 mm. Avvikelsen berodde till största delen på att mycket avlagringar fanns kvar i röret.

Möjligheterna att använda Insitumetoden för tätning av ingjutna avloppsstammar i fastigheter måste trots de problem som uppstod vid provinstallationen betecknas som goda. Det krävs dock fortsatt utvecklingsarbete för att anpassa metoden till avloppsinstallationer inom fastigheter. När det gäller grövre avloppsledningar i källargolv m m samt servisledningar bedöms Insitumetoden vara tillämpbar redan i dagens utförande.

3. HISTORISK ATERBLICK

3.1 Avloppssystem

Avloppssystem började installeras mera allmänt i tätorterna vid sekelskiftet, och under 1910-1920-talen kom de första WC-systemen.

3.1.1 Förläggning

De avloppsledningar som installerades i flerfamiljshus vid sekelskiftet var utanpåliggande stamledningar som betjänade de utslags-trattar som installerades i köken. Ofta mynnade dessa stamledningar i utgrävda och dolda infiltrationsbrunnar på gården.

Från 1900-talets början och fram till 1920-talet placerades vertikala stamledningar för kök och WC synligt vid vägg och allra helst i ett hörn. Under perioden finns exempel på många olika rördragningar. Det var t ex inte ovanligt med flera sidodragningar på avloppsstammarna för att undvika balkar i bjälklagen. I köket täcktes stora delar av stamledningen av köksinredningen. Grenledningarna för de sanitära enheterna placerades synligt i tak i underliggande våningsplan. Samlingsledningarna i källaren placerades oftast synligt i tak eller på vägg.

På 1920-talet började man att placera stamledningarna och grenledningarna för de sanitära enheterna dolda i vertikala väggsplitsar och i fyllnadsbjälklagen. I de flesta regionala byggnadsbestämmelserna angavs att stamledningar för vatten och avlopp som installerades i vertikala splitsar vid varje bjälklag skulle kringgjutas med stålslipad betong med en lutning från splitsens bakkant till utanförliggande golvplan. Slitsen täcktes därefter med en skiva. I byggnadernas enklare utrymmen ex vis källare, placerades fortfarande avloppsledningarna synligt. Men på 1930-talet började man att placera samlingsledningarna under källargolvet. Vid denna tid börjar avloppsinstallationerna och deras förläggning att kännetecknas av en större enhetlighet.

På 1950-talet började man bygga platsgjutna betonghus med väggar och bjälklag av betong. Stamledningar för avlopp placerades i slitsar som täcktes med en skiva eller helt igengöts. Grenledningarna för de sanitära enheterna ingöts i de flesta fall i betongbjälklaget.

Det var vid 1960-talets början som elementbyggandet tog fart. Man placerade de vertikala stamledningarna t ex i slitsar som uppstod mellan de olika byggnadselementen. Grenledningarna i varje våningsplan för de sanitära enheterna placerades likaså i de utrymmen som bildades mellan de olika byggnadselementen. Byggande av flerbostadshus med denna teknik avtog på 1970-talet.

3.1.2 Dimensioner

Avloppsledningarnas dimensioner har inte varierat så mycket under årens lopp. De vanligaste dimensionerna för stamledningar, grenledningar och samlingsledningar framgår av figur 5.1 (se kapitel 5.2).

3.1.3 Material

Det mest använda materialet till avloppsrör har under årens lopp varit gjutjärn. Undantag utgörs av vissa installationer under 1940-talet då rören ibland utfördes av andra material p g a den rådande bristsituationen.

3.1.4 Teknisk standard

Den tekniska livslängden för avloppsledningar av gjutjärnsrör är 40-50 år. Detta innebär att rörledningar installerade före 1940-talet bör vara förbrukade. Emellertid kan det vara vissa olikheter i konditionen beroende på rörkvalitet, förläggning och användning varför hela det aktuella ledningsbeståndet ej generellt kan dömas ut.

Vertikala stamledningar har oftast större kvarvarande godstjocklek än horisontella ledningar med samma ålder. Detta beror på att de horisontella ledningarna korroderar fortare till följd av kvarstående vatten. Horisontella ledningar i källare m m som har större diameter än 100 mm är däremot i allmänhet i bättre kondition tack vare att dessa grova rör tillverkades med större godstjocklek.

I regel är köksavlopp i sämre kondition än badrumsledningar. Orsaken till detta är att köksavloppen nyttjas för bortledning av mycket varmt vatten samt vatten innehållande kraftiga rengöringsmedel (ex maskindisktvättmedel) och kemikalier. Stamledningarna har dessutom oftast kraftiga beläggningar.

Rör i källargolv och anslutningar mellan dessa och stammarna har i många fall sättningsskador liksom rörgenomföringar i husliv. Dessa skador har uppstått till följd av dåliga markförhållanden och då grundarbetena har varit otillräckliga.

3.2 Ventilationssystem

3.2.1 Förläggning

Flerbostadshus utfördes fram till 1950-talet nästan uteslutande med självdragsventilation. För perioden fram till 1930-talet var S-ventilationen decentraliserad vilket innebar att separata evakueringskanaler installerades från varje bostadsrum eller annat jämförbart utrymme samt från kök och WC.

En senare variant av självdragsventilationen var det centraliserade systemet. Detta system introducerades i början av 1930-talet och utformades så att flera rum ventilerades med en gemensam frånluftskanal. Dessutom förbättrades lufttillförseln genom att justerbara springventiler monterades under vissa av boningsrummens fönster.

Centraliserade ventilationssystem med frånluftsfälktar började att användas i början på 1930-talet. Luften evakuerades via kök och badrum varför dessa rum ej försågs med springventiler. Frånluftsdonen anslöts till bikanaler som i sin tur anslöts till huvudkanalen i ovanförliggande våningsplan.

De vertikala huvudkanalerna anslöts till horisontella samlingskanaler på vinden. Då vindsvåningarna nyttjades för förrådsrum m m förlades samlingskanalerna vid vindstak, vanligen ovan hanbjälkarna, så att golvet blev fritt från kanalinstallationer.

I början av 1940-talet uppfördes de första bostadshusen med en modifierad form av fläktventilation som benämns kontrollventilation. Dessa system utrustades vanligen med radialfläktar som möjliggjorde betydligt större tryckuppsättning utan ljudproblem. Tack vare en ny typ av frånluftsdon s k kontrollventiler blev det möjligt att låta donet ta ett större tryckfall utan ljudproblem. Bikanalerna till ovanförliggande våningsplan erfordrades således ej längre, varför kontrollventilerna kunde monteras direkt på huvudkanalerna.

En kort period på 1960- och 1970-talen utfördes vissa bostadshus även med fläktdriven tilluft s k FT-system.

3.2.2 Material

Från allra första början tillverkades ofta självdragskanalerna av från brandsynpunkt olämpliga material som t ex trä. Ganska snart övergick man dock till lämpligare material. Det mest förhärskande materialet har varit murade kanaler av tegel. Flera andra material förekom dock, vilket till stor del var beroende av de enskilda byggnadsentreprenörernas arbetsmetoder. Sälunda föredrog en del entreprenörer prefabricerade asbestcement-, gips- eller betongkanaler för sin byggnadsproduktion istället för murverk.

3.2.3 Teknisk standard

De befintliga ventilationskanalernas täthet är oftast tillräcklig för självdragssystem. I en del fall kan ventilationssystemets funktion ha försämrats genom nedfallna tegelstenar i murverkskanaler, sprickbildning till följd av sättningar i huset o s v.

Om ett självdragssystem skall ersättas med ett fläktventilationssystem kan befintliga kanaler endast i undantagsfall utnyttjas eftersom de är alltför otäta för ett sådant system. Även befintliga äldre fläktventilationssystem har ofta otäta kanaler som med hänsyn till funktion och energibesparing måste tätas vid en upprustning eller ombyggnad. Det var först i början av 1960-talet, då de spiralfalsade stålplåtskanalerna introducerades som man erhöll en kanalkonstruktion med god täthet.

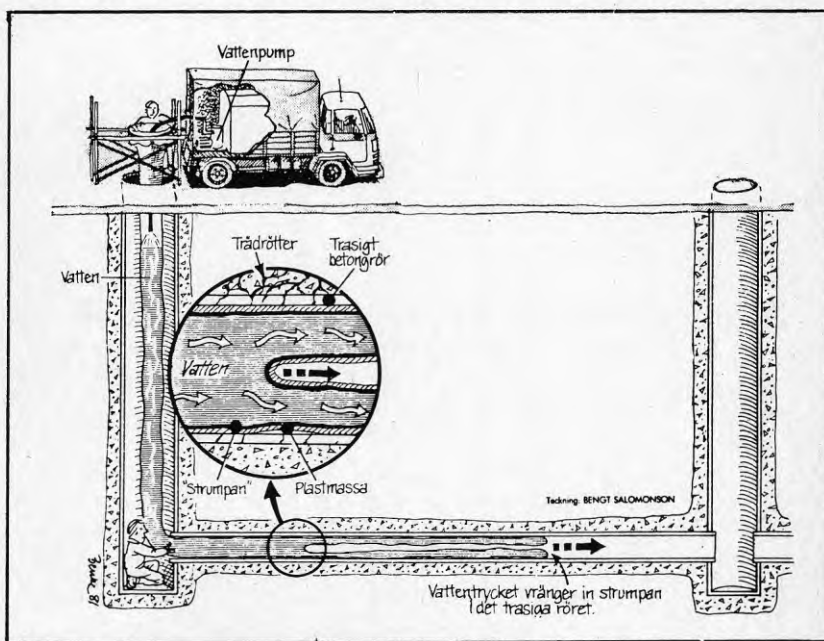
4. TÄTNING ENLIGT INSITUMETODEN

Insitumetoden är en tätningsmetod som utvecklades i början av 1970-talet i Storbritannien. Metoden togs fram för att möjliggöra renovering av bl a i mark förlagda avloppsledningar utan uppgrävning och friläggning samt med ett minimum av areaförlust.

Licenser har lämnats på tätningsförfarandet i ett stort antal länder. Kristian Olimb A/S, Norge, innehar licensen i Norge, Finland och Sverige. Försäljningsrätten i Sverige och Finland har överlåtits på BPA Byggproduktion AB.

4.1 Tätningsförfarande

Tätningsfodret tillverkas som platta flexibla rör av terylenfilt. Det kan skräddarsys så att det passar de flesta förhållanden, vilket innebär att rektangulära tvärsnitt och dimensionsförändringar inte behöver innebära några problem. Fodret är lätt att installera. Vid tätning av i mark förlagda avloppsledningar används befintliga nedstigningsbrunnar för införande av fodret. Se figur 4.1.



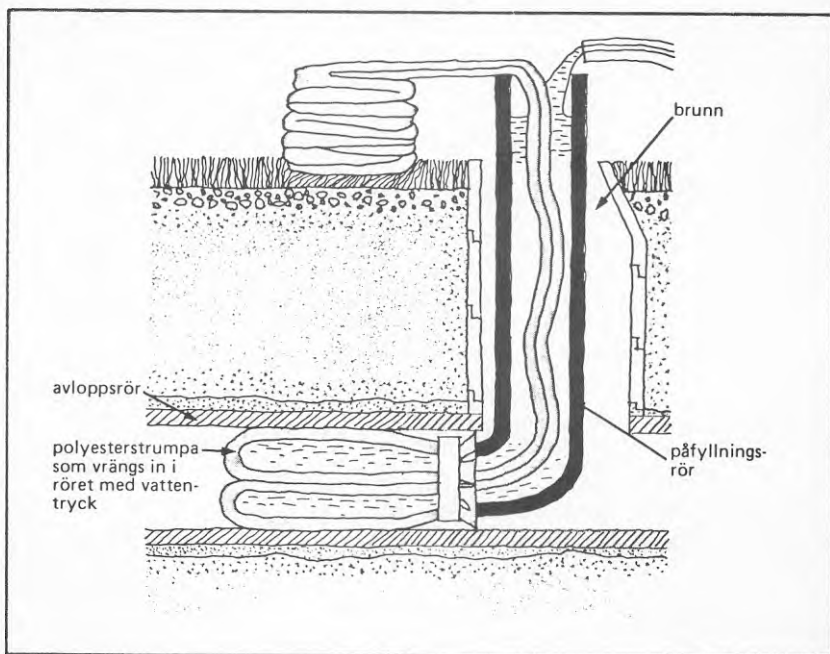
Figur 4.1 Tätning av avloppsledningar enligt Insitu-metoden (källa: Sv. Dagbladet, 2 sept 1981)

Före renoveringen bör rörledningen inspekteras med TV-kamera för att ledningens skick skall kunna fastställas. Därefter rensas ledningen från fettavlagringar, slam och andra föroreningar.

Innan fodret förs in i ledningen dränks det med en katalytisk plast som kan vara polyester eller epoxy beroende på vilken kemisk resistans som är erforderlig i det aktuella fallet. För att erhålla en

jämn fördelning av plasten i fodret pressas fodret mellan valsar.

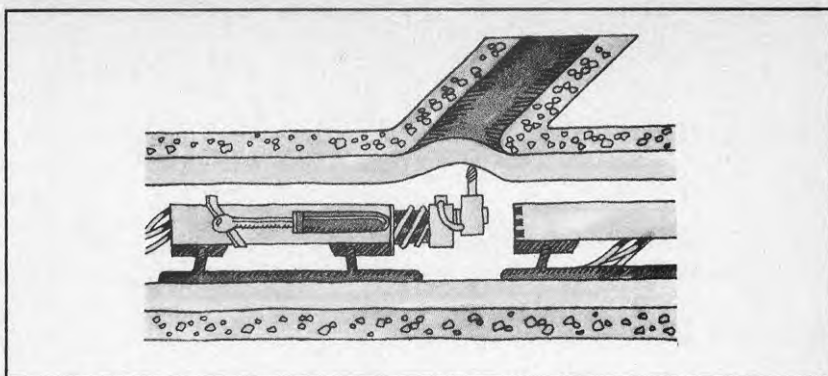
Den metod som används för att montera foder av Insituform kallas omvändningsförfarande. Det innebär att fodret förs in i ett omvändningsrör som samtidigt är ett påfyllningsrör för vatten och fästs i dess ena ände. Vattnet pumpas in i omvändningsröret och det så alstrade trycket medför att fodret vänds ut och in samtidigt som det pressas in i röret som skall tätas, se figur 4.2.



Figur 4.2 Fodret vrängs in i det skadade röret av det tryck som erhålles då omvändningsröret fylls med vatten

Vattentrycket medför att fodret pressas mot rörväggen. När fodret är helt infört accelereras härdningsprocessen genom cirkulation av varmvatten. Inom loppet av några timmar härdar hartsen till maximal närhet varefter vattnet pumpas ut och fodrets ändar skärs av. Det reparerade röret får en glatt och tät inneryta vilket tillsammans med mjuka övergångar och frånvaron av fogar bidrar till en god genomströmning och minskar risken för nya avlagringar.

Fodret klarar att ta sig förbi ojämnheter i röret och även böjar upp till 45 grader. Vid införandet av fodret täpps även avsticken igen. Genom att införa en TV-kamera och en fjärrstyrd skärmaskin kan avsticken lokaliseras och fodret skäras upp. Se figur 4.3.



Figur 4.3 Håltagning vid avstick med en specialkonstruerad skärmaskin

4.2 Val av foder

De faktorer som måste tas i beaktande vid användande av Insituform-foder är bl a rörets diameter och längd, fodrets vägg tjocklek samt plasttyp.

4.2.1 Diameter

Avloppsrör med invändig diameter mellan 150 mm och ca 1000 mm kan idag infodras med utrustning och installationsförfarande av standardtyp. Detta dimensionsområde kan också tillämpas på minsta resp största dimensioner hos icke cirkulära ledningar såsom elliptiska eller rektangulära tvärsektioner.

I praktiken skräddarsys fodren för varje installation varför det är viktigt att de faktiska dimensionerna på ledningen har angivits så noggrant som möjligt för att tillförsäkra en god passform. Vid cirkulära ledningar bör innerdiametern tas som medeltalet på två eller flera uppmätningar om så är möjligt såvida inte ledningen är utförd med rördimension enligt standard. För icke cirkulära tvärsektioner bör medelomkretsen mätas såväl som de maximala måtten.

4.2.2 Längd

Längden på kontinuerlig sträcka mellan tillträdespunkter måste fastställas genom faktiskt uppmätning. Ledningar upp till en längd av ca 200 m kan fodras med hjälp av standardutrustning. Vinklar i ledningen upp till 45 grader (horisontellt eller vertikalt) erbjuder vanligen ej några problem, men de måste emellertid tas med i beräkningen vid bestämmande av fodrets längd.

4.2.3 Fodrets vägg tjocklek

Vägg tjockleken hos foder av Insituform kan specialanpassas till varje installationskrav genom att använda multiplar av rör av filt med nominella tjockleken 3,2 mm.

Omfattningen på de olika diametrarna som föredras för vardera av de olika standardtjocklekarna visas i tabell 4.1. Tillämpningsområdet för varje diameter är fastställt av praktiska begränsningar hos omvändningsförfarandet. Diametrar som ligger utanför de föredragna tillämpningsområdena kan vara omöjliga att applicera beroende på speciella installationsförhållanden.

Tabell 4.1 Standard vägg tjocklek

Fodrets vägg tjocklek (mm)	Fodrets ytterdiameter (mm)														
	152	203	254	305	355	380	406	457	508	533	609	686	762	914	1219
3,2		—————													
6,4		—————													
9,5			—————												
12,7											—————				

4.2.4 Plastmaterial

Den plast som används utgör den primära lastupptagande och korrosionsresistenta enheten när den har härdat. Eftersom olika plaster kan användas har man möjlighet att anpassa tätningen efter den vätska eller gas som skall transporteras i röret. De plaster som förekommit hittills är dels en polyesterharts och dels en epoxyharts. Den senare används då kraven på bl a lukt- och smakfrihet samt god kemisk resistens är stora. Hartserna utvecklas ständigt för att anpassas till Insitumetoden. Innan terylenfilten dränks i epoxy- eller polyesterharts förses dess ytteryta, som efter omvändningsförfarandet blir inneryta, med ett tunt polyuretanskikt för att kvarhålla hartsen. Polyuretan har utmärkt nötningsmotstånd och kemisk resistans och kan betraktas som en plusfaktor i detta avseende.

Polyester har genomgående något sämre data än epoxy och är inte att betrakta som smak- och luktfri. Tabell 4.2 utgör en jämförelse mellan de fysikaliska egenskaperna hos polyester och epoxy.

Tabell 4.2 Fysikaliska egenskaper för 3 mm terylenfilt med tunt polyuretanskikt dränkt i polyester resp epoxy efter härdning

	Polyester	Epoxy
Draghållfasthet	27 MPa	22 MPa
Max expansion	2 %	3,8 %
Elasticitetsmodul	2200 MPa	2600 MPa
Böjhållfasthet	54 MPa	38 MPa
Längdutvidgningskoeff.	0,1 mm/m, °C	0,1 mm/m, °C

Polyester har bättre brandegenskaper än epoxy, och kan utsättas för en högre kontinuerlig temperatur. Polyestern är självsläckande, men epoxyn brinner om än väldigt sakta. Maximal kontinuerlig temperatur är för polyester 120-200°C beroende på vilken typ som används och för epoxy ca 80°C.

4.3 Projekteringsdata

Insituform har utvecklats för att möjliggöra tätning och förstärkning av svåråtkomliga rörledningar med ett minimum av förlust av tvärsnittsarea. Fabrikanten anger några typiska tillämpningar:

- Skydd för rörledningar gentemot angrepp av korrosiva kemikalier.
- Ökning av kapaciteten hos befintliga självfallsledningar för avlopp genom att förhindra infiltration av grundvatten.
- Omfogning av befintliga avlopps- och industriledningar för att stoppa utläckning av föroreningar och kemikalier.

Liksom för den ursprungliga ledningen måste vissa faktorer beträffande utformning tas under övervägande för varje slag av tillämpning där Insitumetoden föreskrivs. Detta gäller bl a förväntad livslängd, flödeskaraktäristik, förväntade belastningar, nötningsmotstånd, kemisk resistens samt installationens enkelhet.

4.3.1 Livslängd

Enligt fabrikanten kan en livslängd på fodret väl överstigande 20 år förväntas för avloppsledningar som utsätts för normala mängder av nötande material och koncentrationer av svavelväte. Detta grundar sig på observationer av installationer av foder i avloppsledningar i Storbritannien, vilka kan uppvisa mycket litet mätbart slitage efter 7 år av kontinuerligt bruk, samt information baserad på erfarenheter från plasttillverkarna.

Ett plastmaterials livslängd kan under vissa omständigheter förkortas avsevärt av spänningskorrosion. Denna belastning kan antingen härröra från yttre krafter eller från inbyggda dragspänningar som uppstått under härdningsförloppet. Under inverkan av

ytaktiva medier, t ex syntetiska tvättmedel, och samtidig drag-spänning fås en sänkning av långtidshållfastheten.

4.3.2 Vidhäftningsförmåga

Plastens vidhäftningsförmåga är god mot betong och mot sand- och centrifugal gjutna gjutjärnsrör. Blanka stålrör måste dock behandlas med en primer för att god vidhäftning skall uppnås. Vidhäftningen kan även förbättras genom en förhöjd härdningstemperatur, (60-120°C).

4.3.3 Flödesändring

Då ett avloppsrör med innerdiameter \emptyset 100 fodras med ett 3 mm Insituform-foder erhålles en areaminskning på ca 12%. Fodrets täta och glatta inneryta, mjuka övergångar vid befintliga avsättningar och avvikelser samt frånvaron av fogar medför emellertid att en förbättring av flödet i avloppssystem av självfallstyp är möjlig att uppnå. För att få en uppfattning om flödesökningen kan Manning's formel för strömning med en fri area användas.

$$\text{Flödesökning} = \frac{\left(1 - \frac{2}{d/t}\right)^{8/3} \cdot \frac{n_2}{n_1}}{1} \times 100 \quad \%$$

där d = befintliga rörets innerdiameter

t = fodrets tjocklek

n_2 = Manning's faktor för fodret = 0,009

n_1 = Manning's faktor för det befintliga röret, 0,012 för gjutjärnsrör

Exempel: Ett gjutjärnsrör \emptyset 100 som fodras med 3 mm Insituform får en flödesökning på 13% enligt formeln.

4.3.4 Inre krafter

Det största inre tryck som ett foder av Insituform kan utsättas för beror främst på de hållfasthetsmässiga egenskaperna på den ledning som skall fodras. Vid tillämpningar där hållfasthetsmässigt goda rör utan läckor förses med foder som skydd mot korrosion kan tryckklassen på röret behållas. Insituformfodret har en ytterdiameter som nära överensstämmer med det defekta rörets innerdiameter och kommer därför att deformeras under belastning och sålunda medge att krafterna överförs till det yttre röret.

Där håligheter eller sprickor finns i den yttre ledningen bör det inre trycket icke överstiga maximalt tryck såsom angivits i tabell 4.3, minskat med en lämplig säkerhetsfaktor. Värdena i tabellen grundar sig på ISO's standardformel för ringspänningar:

$$p = \frac{2 \times S}{d/t-1}$$

där S = materialets dragsträckningsgräns
 d = fodrets ytterdiameter
 t = fodrets tjocklek

Tabell 4.3 Största inre tryck kp/cm^2 (utan säkerhetsfaktor)

Fodrets ytterdiameter mm	Fodrets vägg tjocklek	
	3 mm	6 mm
100	18,5	38,2
150	12,2	24,9
200	9,1	18,6
250	7,3	14,7
305	6,0	12,2
355	5,2	10,5
380	4,8	9,7
406	4,6	9,1

4.4 Testresultat

4.4.1 Hållfasthetsprov

Statens provningsanstalt har på uppdrag av BPA Byggproduktion AB utfört hållfasthetsprov på ett foder av Insituform tillverkat i polyester. Nedanstående tabell ger en sammanfattning av provningsresultaten. Före provningarna lagrades provbitarna i luft med temperaturen $+23^{\circ}\text{C}$.

Tabell 4.4 Provningsresultat uppnådda vid Statens provningsanstalt

		Provningsmetod
Dragbrottspänning	25 MPa	ASTM D 638
E-modul	2500 MPa	ASTM D 638
Böjbrottspänning i axialled	46 MPa	ASTM D 790 (I)
E-modul i axialled	1500 MPa	ASTM D 790 (I)
Brottöjning i axialled	4,6 %	ASTM D 790 (I)
Böjbrottspänning i ringled	37 MPa	SPF-rekom. 1100 pkt 3.1, 3.2
E-modul i ringled	1300 MPa	"-
Brottöjning i ringled	3 %	"-
Formbeständighetstemperatur under belastning (1820 kPa)	53,4 $^{\circ}\text{C}$	ASTM D 648

4.4.2 Lukt- och smakprov

Stockholms vatten- och avloppsverk har gjort en undersökning omfattande analys av vatten i ett Insituformrör med avseende på lukt, smak, totalantalet bakterier och permanganatförbrukningen. För Insituformrör av epoxytyp visar resultaten på en bestående och tydlig plastlukt hos vattnet. Lukten försvinner vid en uppvärmning till +60°C. En liten ökning av permanganatförbrukningen hos det exponerade vattnet har noterats, vilket indikerar en viss utlösning av organiskt material. Från bakteriologisk synpunkt finns inga anmärkningar. Någon smakförsämring av vattnet har inte heller konstaterats. Insituform av polyestertyp är sämre än motsvarande av epoxytyp i detta avseende och bör inte användas som dricksvattenledning. Epoxy-foder bedöms dock inte utgöra någon olägenhet i väl genomströmmade korta ledningssträckor.

4.4.3 Avnöttningsprov

Avnöttningshållfastheten hos ett provstycke av polyuretanmaterial limmat till ett stycke plast har jämförts med skivor av asbestcement genom användning av en nöttningsmaskin av typ Taber enligt provningsförfarande ASTM D-1044. En vikt på 500 g fästes på vardera av de kalibrerade nöttningsstrissorna typ H-22. Efter 10.000 nöttningscykler uppvisade beläggningen av polyuretan en avnötning som var mindre än 0,025 mm. Nöttningen bortskaffade ytglansen. Skivan av asbestcement uppvisade ett slitage av 0,13 mm efter endast 1000 cykler. Den jämna ytan var definitivt nött.

4.5 Referensanläggningar

I Sverige har ett flertal kommunala avloppsledningar i mark tätats med Insitumetoden bl a vid Tussmötevägen i Stockholm. Utomlands har den använts med gott resultat även för andra applikationer, t ex gasledningar. I Norge har metoden redan använts i byggnader för såväl ventilationskanaler som rör för spill- och dagvatten. Som exempel kan nämnas Rygge flygplats där en 40 m lång \varnothing 300 mm spirokanal fodrats med 6 mm epoxy. Kanalen har tre avgreningar och ligger under golvet i ett hangar. I Sandvika har vidare ett 8 m långt takavlopp \varnothing 100 för regnvatten beläget inne i fastigheten tätats med 3 mm epoxy. Ledningen innehåller 4 st 45°-böjar.

5. INSITUMETODENS TILLÄMPNINGSMÖJLIGHETER I BYGGNADER

En anpassning av Insitumetoden för tillämpning i installationer i byggnader innebär att möjligheterna till varsam ombyggnad ökar eftersom befintliga avloppsrör och ventilationskanaler då i stor utsträckning kan behållas. Det återstår dock en del problem att lösa med anledning av de specifika krav som ombyggnadshusen ställer.

5.1 Myndighetskrav

Svensk byggnorm, SBN 1980, innehåller föreskrifter med funktionskrav på bl a säkerhet och hälsa samt ger exempel på godtagna lösningar. Några metoder för renovering av avloppsledningar, förutom byte av hela eller delar av rörsystemet har inte förekommit på marknaden, varför inte heller några föreskrifter angående detta finns i SBN. Allmänna bestämmelser angående bl a beständighet och skydd mot brandspridning gäller naturligtvis även vid en renovering. Nedan följer en genomgång av de krav i SBN 1980 som berör Insituform vid såväl rör som kanalapplikationer. Möjligheterna att uppfylla bestämmelserna är beroende av ett flertal faktorer vilka specificeras under respektive kravtext.

5.1.1 Avloppssystem

5.1.1.1 Beständighet (SBN 1980 kap 51.21)

Krav: En spillvatteninstallation skall kunna avleda spillvattnen så att hälsofara, lukt, översvämning eller annan olägenhet inte uppstår. Installationen skall bekvämt kunna handhas och vara betryggande driftsäker och beständig.

Påverkande

faktorer:

- vidhäftningsförmåga
- otätheter vid avgreningar
- livslängd
- längdutvidgningskoefficient
- hållfasthet
- flexibilitet med tanke på senare utbyte
- appliceringsmetod
- kemisk resistens

5.1.1.2 Dimensionering (SBN 1980 kap 51:25)

Krav: Spillvattenledningar skall dimensioneras och anordnas så att det för installationen sannolika flödet utan olägenheter och med betryggande säkerhet kan avledas. Vidare skall ledningarna dimensioneras så att tryckförändringar som bryter luktlås undviks. Ledningarna skall utföras så att någon kapacitetsminskande slamavlagring inte beräknas uppstå.

Påverkande

- faktorer: ● avsättningar i det befintliga röret
- förminskad rördiameter
 - förbättrat råhetstal
 - avsaknad av fogar

5.1.1.3 Fogning (SBN 1980 kap 51:264)

- Krav: Fogning av spillvattenledning skall utföras med sådana metoder och material som påvisats medföra erforderlig beständighet och täthet med hänsyn tagen till installationens eller byggnadens beräknade livslängd.

Påverkande

- faktorer: ● fogning mellan stigare och avgrening
- utbytbarhet
 - anslutning till sanitära apparater

5.1.1.4 Skydd mot brandspridning (SBN 1980 kap 51:2652)

- Krav: Installationer för tapp-, spill- och dagvatten skall anordnas så, att brand inte kan spridas till intilliggande brandcell på kortare tid än vad som svarar mot det skydd mot brandspridning som fordras för den genombrutna byggnadsdelen.

Påverkande

- faktorer: ● brandegenskaper
- temperaturbeständighet
 - befintliga rörets kvalitet

5.1.2 Ventilationssystem

5.1.2.1 Beständighet (SBN 1980 kap 52:1)

- Krav: En luftbehandlingsinstallation i en byggnad skall utföras av sådana material och anordnas så, att den kan fungera på avsett sätt under en tidsrymd som är avpassad till byggnadens beräknade livslängd eller till installationens utbytbarhet. Installationen skall utföras av material som har erforderlig beständighet mot i luftflödet och i installationens omgivning förekommande ämnen.

Påverkande

- faktorer: ● kemisk resistens
- livslängd
 - flexibilitet med tanke på senare utbyte

5.1.2.2 Godtaget utförande av kanal m h t rensning (SBN 1980 kap 52:13)

Krav: Installationen skall anordnas på ett sådant sätt att igensättning av damm, fett o dyl inte varaktigt kan nedsätta den avsedda funktionen.

Påverkande

faktorer: ● kemisk resistens mot olika rengöringsvätskor
● avsaknad av fogar

5.1.2.3 Skydd mot spridning av brand och brandgas (SBN 1980 kap 52:3)

Krav: En luftbehandlingsinstallation skall anordnas så, att den inte medför ökad risk för uppkomst och spridning av brand inom en brandcell samt att ett tillräckligt skydd mot spridning av brandgas erhålles mellan brandceller via installationen.

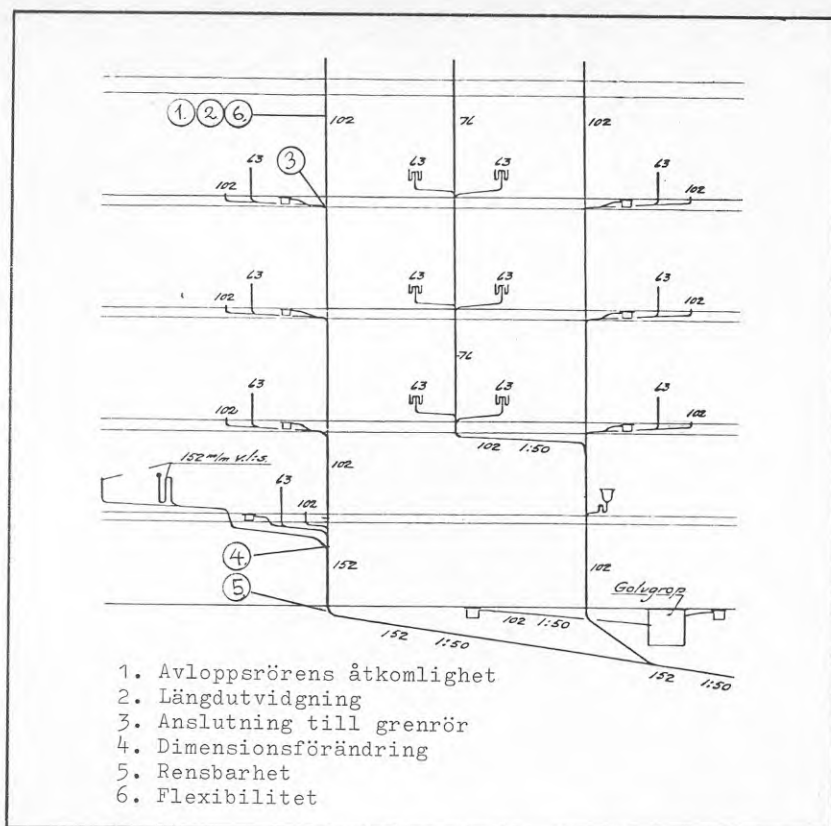
Påverkande

faktorer: ● ventilationssystemets utformning
● brandegenskaper
● temperaturtålighet

Vid separata frånluftskanaler från varje brandcell upp ovan yttertak föreligger knappast några problem. En gemensam samlingskanal från flera brandceller innebär däremot ökad risk varför Insituform som tätningsmedel inte bör förekomma i ett sådant fall.

5.2 Problemanalys

Med utgångspunkt från ett stamschema för avlopp i ett smalhus byggt på 1940-talet, figur 5.1, redovisas nedan vilka problem som kan uppträda vid en Insituforminstallation. Även förutsättningar för tätningens genomförande anges.



Figur 5.1 Del av stamschema för avlopp i smalhus byggt år 1940.

5.2.1 Avloppsrörens åtkomlighet

Vid tätning med Insituform krävs att husets tak och därmed avloppssystemets luftningsledningar är tillgängliga samt att avgreningar i badrum och kök kan göras åtkomliga.

För grenledningar i badrum och kök bedöms inte Insituform vara ett ekonomiskt försvarbart alternativ. Tätningsförfarandet skulle bli alltför komplicerat och kostsamt beroende på små rördimensioner, korta rörsträckor och många anslutningar (bad, WC, handfat). Dessa grenledningar bör istället bytas ut.

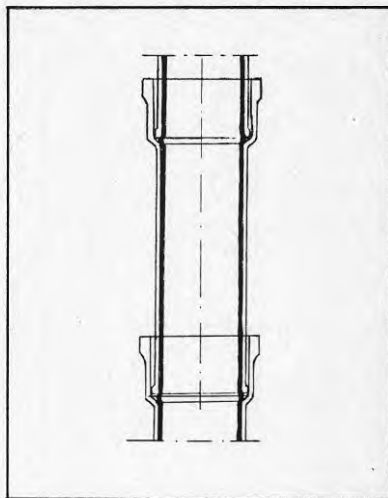
5.2.2 Längdutvidgning

Längdutvidgningskoefficienten för plast är ca 10 ggr så stor som för gjutjärn ($0,1 \text{ mm/m, } ^\circ\text{C}$ resp $0,01 \text{ mm/m, } ^\circ\text{C}$). Vid en temperaturförändring från $+7^\circ\text{C}$ till $+40^\circ\text{C}$ innebär detta att Insituformröret utvidgar sig drygt 3 mm per meter och gjutjärnsröret endast ca 0,3 mm per meter.

En kraftig temperaturhöjning erhålles t ex då vatten från diskmaskiner pumpas ut i avloppsnätet. Är vidhäftningen mellan fodret och det befintliga röret god kan man befara att temperaturhöjningen medför så stora spänningar att ytterröret spräcks.

Eftersom Insituformfodret vid appliceringen följer rörets ojämnheter kommer det att få en utbuktning i alla rörskarvar, se figur 5.2.

Detta innebär att skarvna utsätts för stora påfrestningar som kan leda till sprickbildning i samband med temperaturrörelser. Sprickbildning i ytterröret behöver inte innebära någon nedsättning av avloppssystemets funktion så länge Insituformröret är intakt.



Figur 5.2 Fodrat gjutjärnsrör

Det finns hårdplaster med betydligt lägre längdutvidgningskoefficient än de som används för Insituform. Möjligheterna att i detta avseende förbättra Insituform bör därför undersökas.

Beträffande ventilationskanaler är problemet med längdrörelser i samband med temperaturförändringar inte lika akut. Frånluftstemperaturen är tämligen konstant under förutsättning att värmesystemet inte stängs av vintertid.

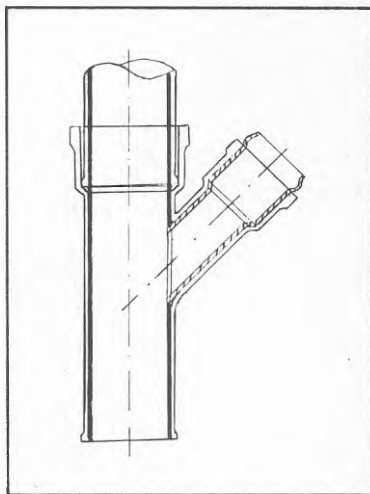
5.2.3 Anslutning till grenrör

Om grenledningarna skall bytas ut och de nya rören förläggas på samma ställe måste grenröret göras åtkomligt. Detta innebär i regel inga problem i fastigheter med fyllnadsbjälklag. Är däremot grenledningarna ingjutna i ett betongbjälklag innebär det större kringarbete och skadeverkan på byggnaden.

En stor skaderisk föreligger när anslutningsröret skall demonteras från grenrörets muff. Oftast sitter anslutningsröret hårt fast i muffen och måste slås bort. Härvid kan sprickor uppträda, speciellt vid gamla rör som korroderat kraftigt och då inte enbart i muffen utan även i grenröret som kan förstöras helt.

Ett defekt grenrör kan innebära läckage även efter tätning med Insituform eftersom fodret inte praktiskt kan utformas med en kontinuerlig övergång till avgreningen, se figur 5.3.

För att uppnå en säker funktion bör en ny rördel utvecklas. Den kan exempelvis utformas med samma ytterdiameter som avstickets innerdiameter och limmas fast mot den befintliga rördelen. Skarven mellan Insituformfodret och plaströret bör också tätas, vilket kan ske med t ex en limspruta som förs in genom avsticket. Den nya rördelen måste avslutas med en koppling för vidare anslutning av plaströr av standardtyp.



Figur 5.3 Grenrör av gjutjärn

5.2.4 Dimensionsförändringar

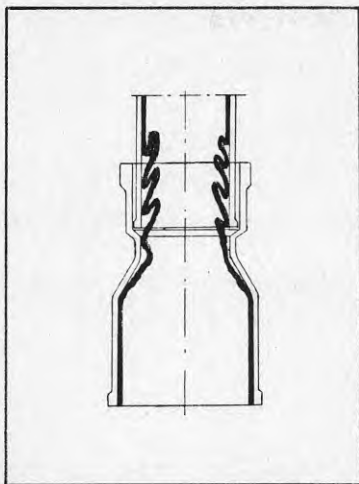
Insituformfodret skräddarsys så att det överensstämmer med dimensionerna på det rör som skall tätas. Det finns därvid även möjlighet att beställa ett foder med dimensionsförändringar. Detta bedöms dock vara förenat med ett flertal problem. Det kräver nämligen en exakt uppmätning av det befintliga röret vilket är svårt för ett öppet förlagt rör och praktiskt taget omöjligt om röret ligger dolt. Vidare innebär det långa leveranstider om inte tillverkningen sker i närheten av arbetsplatsen i någon form av fältverkstad. Idag sker all tillverkning för den svenska marknaden i England. Ett tredje problem är appliceringen av ett foder med dimensionsförändringar. Risken är stor att fodrets övergång till en större dimension inte hamnar rätt i röret, vilket kan medföra igen-sättning, se figur 5.4. Slutligen innebär ett skräddarsytt foder alltid en fördyring.

För att komma ifrån dessa problem är det tillrådligt att endast använda foder av standarddimension utan dimensionsförändringar. Appliceringen får då göras i etapper. Exempel se figur 5.5.

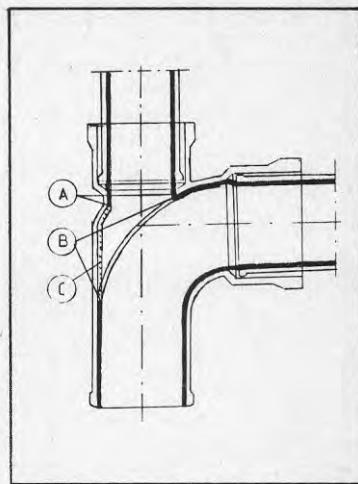
Först appliceras fodret i den klenare delen av röret, varefter det skärs av och avslutas vid A.

Därefter förs det grövre fodret in via avgreningen och vidare ner i stammen. Fodret måste skäras upp vid B för att få förbindelse med den övre delen av stammen.

Nu återstår en del av röret, C, som ej är belagt med Insituform. Denna del måste kunna nås via avgreningen och t ex med hjälp av en spruta beläggas med en skyddande plastfilm.



Figur 5.4 Exempel på problem vid dimensionsförändring



Figur 5.5 Tätning av grenrör

5.2.5 Rensbarhet

En förutsättning för att Insituform skall kunna användas är att de befintliga avloppsrören rensas ordentligt. Detta är nödvändigt dels för att erhålla den rätta dimensionen och dels för att få en god vidhäftning.

Vid maskinrensning med spiral, som är den vanligast förekommande rensningsmetoden, utsätts röret för stora påfrestningar. Speciellt i böjar kan påfrestningarna bli så stora att korrosionsangripna rör faller sönder. Om stammen inte är hel försvåras monteringen av Insituform. Små skador behöver dock inte innebära några problem.

Rensbarheten hos ett fodrat rör måste betecknas som god eftersom polyuretanfilmen på fodrets innersida är hård och beständig mot nötning. Jämför gjorda avnöttningsprov kapitel 4.4.3.

5.2.6 Flexibilitet

Erfarenheterna visar en teknisk livslängd på Insituform-fodret väl överstigande 20 år beträffande avloppsledningar som utsätts för normal nötning. Om livslängden är ca 40 år får plastmaterialet i detta avseende betecknas som likvärdigt gjutjärn. Något nytt tätningsförfarande skulle då inte vara nödvändigt under den tid som motsvarar livslängden hos ett nyinstallerat avloppssystem i gjutjärn. Visar det sig däremot vara nödvändigt med omfattande repara-

tioner redan efter 20 år måste detta beaktas vid en kostnadsjämförelse med andra renoveringsalternativ. Kostnadsjämförelsen i avsnitt 5.3 bygger på antagandet att de olika alternativen har samma tekniska livslängd.

Hur repareras då ett skadat Insituform-foder? Ett alternativ är att lägga på ytterligare ett foder. Detta kan emellertid inte alltid rekommenderas eftersom det innebär en ytterligare minskning av den fria genomströmningsarean. Då ett \emptyset 100-rör beläggs med dubbla foder minskar arean med ca 25%.

Ett annat alternativ är att lokalisera och byta ut den defekta rördelen. Om fodret släppt från rörväggen är det emellertid inte alls säkert att läckaget i fodret är på samma ställe som läckaget i ytterröret. Det kan alltså vara svårt att veta var reparationsåtgärderna skall sättas in. På det här stadiet är det omöjligt att bedöma hur man skall gå till väga vid reparation av ett skadat foder. Det kräver praktiska prover i experimentanläggningar.

5.3 Kostnadsjämförelse

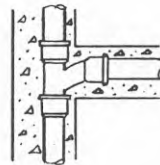
För att kostnadsmissigt kunna jämföra Insituform-metoden med andra tätningsmetoder respektive utbyte av installationer görs här en jämförelse mellan olika alternativ. Kostnadsjämförelsen görs dels för två olika förläggningssätt för avloppsstammar, dels för alternativa åtgärder i en murad ventilationskanal.

I den presenterade kostnaden för de olika alternativen ingår samtliga kostnader d v s materialkostnad för rör, Insituformfoder, gippskivor och ilagning samt arbetskostnad för bilning, montering, håltagning samt ilagning av bjälklag. För tätning med Insituform är arbetskostnaden beräknad med de ställkostnader som gäller för avloppsrör i mark, eftersom andra kostnader ej varit tillgängliga. Beroende på att denna ställkostnad är svår att överföra till kostnader för tätning av avloppsrör och ventilationskanaler i hus ges ett kostnadsområde för tätning med Insituform.

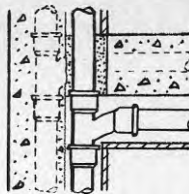
5.3.1 Avloppsstam

FÖRUTSÄTTNING 1

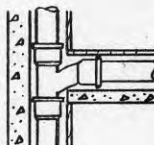
Befintlig stamledning är ingjuten eller förlagd i igenmurad slits.



Alt. 1. Den befintliga stamledningen får ligga kvar i vägg och proppas med murbruk. Nya hål tas upp i bjälklagen för den nya stamdragningen. Nya rör förläggs och förankras utanpå vägg. Bjälklaget kring stammen efterlagas. Avloppsstammen inkläds med gipsskivor. Kostnad ca 2000 kr per våningsplan.



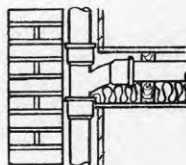
Alt. 2. Den befintliga stamledningen friläggs genom uppbilning av betongvägg. De gamla rören utbyts mot nya. Rörslitsen täcks med gipsskivor. Kostnad ca 2900 kr per våningsplan.



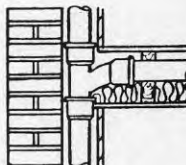
Alt. 3. Tätning av avloppsstammen med Insituformfoder. Kostnad ca 1600-2000 kr per våningsplan.

FÖRUTSÄTTNING 2

Befintlig stamledning är friliggande eller lätt åtkomlig i slits.



Alt. 1. Den inklädnad som täcker avloppsstammen borttages. De gamla rören nedmonteras varvid nya rör placeras i de gamla rörens läge. Den nya avloppsstammen täcks med skivor. Kostnad ca 1900 kr per våningsplan.



Alt. 2. Tätning av avloppsstammen med Insituform. Kostnad ca 1600-2000 kr per våningsplan.

5.3.2 Ventilationskanal

FÖRUTSÄTTNING

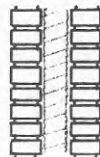
En murad ventilationskanal för självdrag har efter besiktning befunnits så otät att den måste tätas innan installation av mekanisk ventilation kan göras. Kanalen har inga sidodragningar och eventuellt utskjutande delar i kanalen är borttagna.



Alt. 1. En vanlig metod att tätta vertikala ventilationskanalen är med Schädlermetoden, där ett specialbruk läggs på kanalens insida. Kostnad ca 300-600 kr/m.



Alt. 2. Insatsrör av aluminium kan användas för att tätta kanalen. Eftersom kanalen är rak och utan utskjutande delar lämpar sig metoden väl. Kostnad ca 70-80 kr/m.



Alt. 3. Insituform används för att tätta den befintliga kanalen. Kostnad ca 600-1200 kr/m.

5.3.3 Bedömning

Av kostnadsjämförelsen framgår att kostnaden för tätning av ingjutna avloppsrör med Insituform är helt jämförbar med andra alternativa tättnings- och kanalisationsstekniker. Det kan till och med tänkas att kostnaden för tätning med Insituform kan sänkas ytterligare med en förbättrad teknik och ett billigare råmaterial. För tätning av ventilationskanaler är däremot metoden idag alldeles för dyr för att kunna konkurrera med de alternativ som redan finns på marknaden.

6. PROVINSTALLATION AV INSITUFORMFODER I AVLOPPSSSTAM

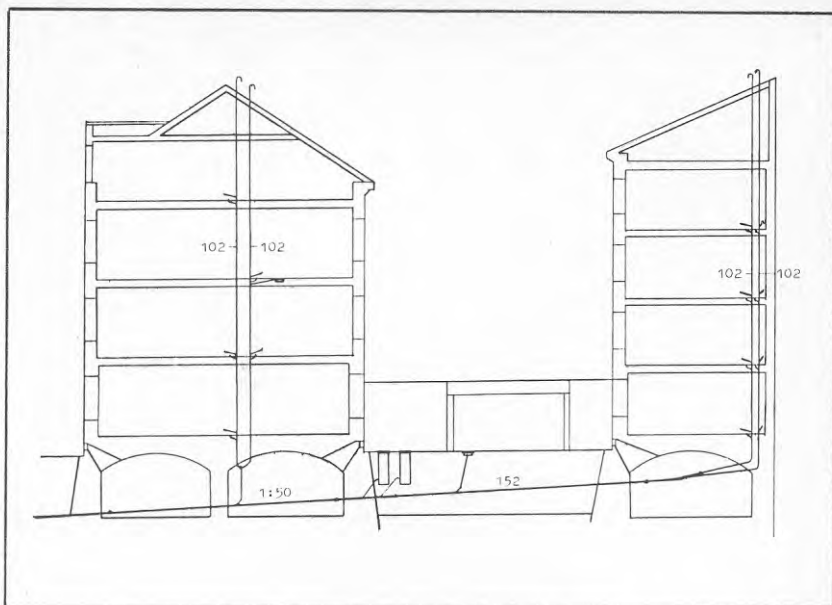
Insituform-metoden är i första hand utvecklad för tätning av grövre avloppsledningar förlagda i mark. Vid försök till tätning av de i byggnader betydligt klenare avloppsrören uppkommer därför en rad problem, bl a vid avgreningar och dimensionsförändringar. För att kunna bedöma tätningsmetodens tillämpbarhet i byggnader har en provinstallation utförts.

Syftet med denna provinstallation av Insituformfoder har varit att i praktiken undersöka möjligheterna att med den befintliga metoden åstadkomma en funktionssäker tätning av en byggnads avloppssystem. De problem som uppkommit under provinstallationen har analyserats och förslag till lämplig vidareutveckling har givits.

6.1 Provobjekt

Familjebostäder AB har ställt fastigheten i kvarteret Sjökatan, Luntmakargatan 69, till förfogande för en provinstallation av Insituformfoder. Fastigheten som består av ett gatu- och ett gårds- hus uppfördes 1883. Byggherre och byggmästare var F S Andersson. Entré, trapphus och lägenheter har bevarats från byggnadstiden. Fastigheten är idag mycket nedgången på grund av att den har stått tom utan hyresgäster i ca 6 år. Kommunen anser byggnaden vara tids- typisk och önskar att den bevaras och upprustas.

Större delen av det nuvarande avloppssystemet installerades i slutet av 1920-talet. De i dag tillgängliga VA-installationsritningarna är daterade Stockholm 1928-07-02. Ritningarna visar att installationen består av två 4-tums avloppsstammar från gårds- respektive gathusets WC-utrymmen och en 6-tums samlingsledning till servis i gatan, se figur 6.1. Avloppsstammarna från kök är av äldre datum och har anslutits till den nyare samlingsledningen. Förmodligen installerades dessa då huset byggdes (1883). De gick då troligtvis ned till en infiltrationsbrunn på gården.



Figur 6.1 Avloppsinstallation i fastigheten kv Sjökatten, Luntmakargatan 69. Sektion från ritning daterad 1928-07-02. De avloppsstammar som har tätats vid denna provtätning är markerade med 1 resp 2

6.2 Provininstallation

Provininstallationen av Insituformfoder i fastigheten har omfattat gathusets två 4-tums avloppsstammar från fastighetens WC-utrymmen. Arbetsgången för utförandet har i viss mån improviserats då under arbetet uppkomna svårigheter och problem ibland förkastat tänkta lösningar. I stort har dock provininstallationen utförts enligt följande arbetsordning:

- Besiktning
- Friläggning
- Rensning
- Preparering av foder
- Stamtätning
- Montering av grenledningar
- Provtryckning och temperaturprovning
- Efterkontroll

Provininstallationens olika arbetsmoment har nedan kortfattat beskrivits med utförande och lösningar till eventuella problem. Erforderliga utvecklingsinsatser har också medtagits.

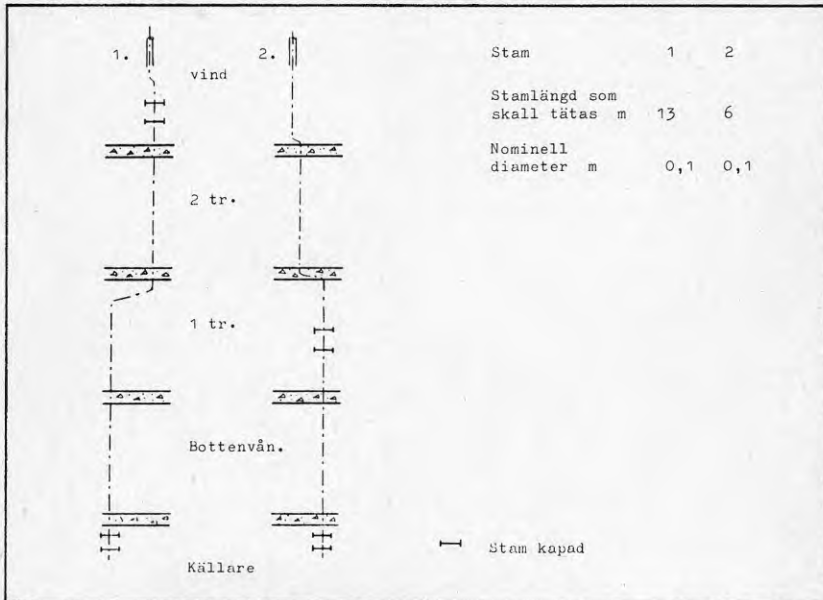
6.2.1 Besiktning

En okulär besiktning av avloppsinstallationens konstruktion utfördes varvid avloppsrörrens längder, dimensioner och sidodragningar registrerades. Dessutom undersöktes installationens kondition för att möjliggöra en bedömning av renoveringsbehovet.

6.2.1.1 Avloppsinstallationens konstruktion

Stamledningar (4 tum) från WC var friliggande och placerade i ett nörn av toalettutrymmet vid sidan av WC-stolen.

Grenledningar (4 tum) från WC var antingen ingjutna i bjälklag eller synligt placerade i tak i underliggande våningsplan. Grenledningar från tvättställ var friliggande och placerade på vägg någon decimeter ovan golv. Stamledningar (3 tum) från kök var dolt placerade bakom en tunn skiva. Grenledningarna var placerade i köksskåpen. I figur 6.2 visas dragningen av gathusets två stamledningar från WC. I figuren anges också stamledningarnas längder, dimensioner samt var rören avkapades.



Figur 6.2 Gathusets två avloppsstammar från WC. Observera stammarnas sidodragningar.

6.2.1.2 Avloppsinstallationens kondition

Vid den okulära besiktningen framkom att installationen var utförd av sandgjutna avloppsrör. Detta konstaterades på den karakteristiska sömmen på rören och de dubbla förtjockningarna på rörens muffar. Eftersom godstjockleken kan variera mycket samtidigt som det förekommer mycket porositeter uppstår det lätt läckor p g a korrosion på denna typ av avloppsrör. På avloppsstammarna

och grenrören från WC fanns dessutom sprickor som troligtvis har uppstått genom att delar av byggnaden har satt sig, se figur 6.3 och 6.4. De äldre avloppsstammarna från köken var i mycket dålig kondition. Samlingsledningen i källaren hade dock acceptabel kondition.



Figur 6.3 Sprucken avloppsstam



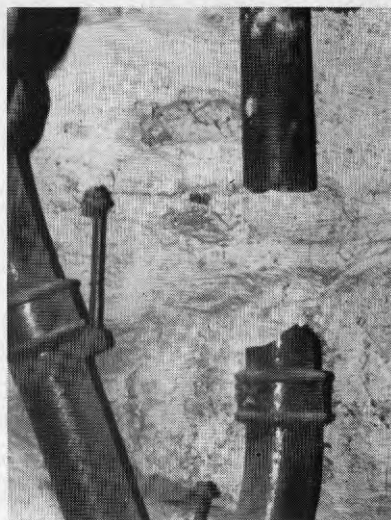
Figur 6.4 Sprucken grenledning

6.2.2 Friläggning

För att möjliggöra en tätning av avloppsinstallationen gjordes den åtkomlig genom att avloppsstammar och grenledningar frilades och kapades. Hindrande WC-stolar, tvättställ och inklädnader demonterades. Båda avloppsstammarna kapades i källaren och stam 1 på vinden och stam 2 på plan 1 (se figur 6.2). Vid en fullständig renovering tätas även luftningsledningen varvid stammarna endast behöver kapas i källaren. Kapning av stamledningarna gjordes med en rörkap, se figur 6.5 och 6.6.



Figur 6.5 Kapning av stamledning med rörkap



Figur 6.6 Stamledning kapad

6.2.3 Rensning

För att fodret skall fästa ordentligt på gjutjärnsrörets insida, måste föroreningar, rostflagor m m avlägsnas. Detta är också nödvändigt för att erhålla rörets nominella dimension.

Avloppsrören rensades genom att en renslina med en viska drogs genom rören. Emedan fastigheten har stått tom i 6 år var beläggningarna intorkade och mycket hårda. Tillsammans med rost från rörsidorna hade föroreningarna bildat stora kakor. Rensningen var mycket svårutförd, då bitar av beläggningen hade fallit ned i stammarnas sidodragningar. Från början kapades stam 2 uppe på vinden, men genom att den ingjutna sidodragningen mellan plan 1 och 2 var igensatt kunde ej renslinan dras igenom. Enda möjligheten att få igenom renslinan hade då varit att bila upp bjälklaget och frilägga sidodragningen samt ta hål på röret och ta bort de hindrande flagorna. Detta gjordes dock icke emedan det i detta projekt ej befanns vara nödvändigt.

6.2.4 Stamtätning

Efter de mått som erhöles vid besiktningen tillverkades fodren av en 3,2 mm tjock terylenfilt. Omvändningsförfarandet där fodret vrängs in i röret, som används vid tätning av avloppsrör i mark, gick enligt entreprenören ej att använda vid rördimensioner ≤ 100 mm. Istället drogs fodret rättvänt ned genom stamledningen enligt följande arbetsgång.

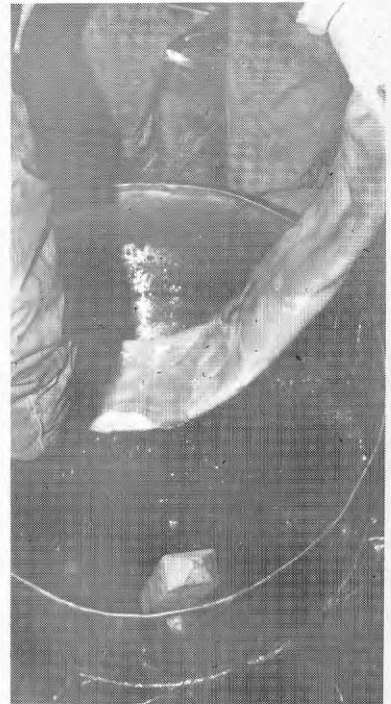
- En lina som drogs igenom stamledningen fästes i fodrets nerände, se figur 6.7.

- Epoxyplasten påfördes på fodrets utsida genom att fodret doppades ned i ett tråg med plast, se figur 6.8. Atgången av plast var ca 1,5 kg/m foder.
- Det inplastade fodret fördes in i stamledningen, se figur 6.9.
- Fodret tvingades ned i och igenom stamledningen genom att en person drog ned det för hand eller med hjälp av en winch, se figur 6.10.

Härddningen av fodret utfördes genom att varmt vatten fylldes i den fodrade avloppsstammen. Härddtiden är ca 12 timmar vid en temperatur av 80°C. Denna temperatur hölls genom att fodret hela tiden tillfördes varmt vatten från en värmare. För att vattnet inte skulle rinna över och ut i fastigheten och på så sätt ge upphov till vattenskador gjordes ett litet hål nedtill i fodret där överskottsvattnet fick rinna ut i avloppet. En härddningsmetod för fodret anpassad för installationer i fastigheter måste utvecklas eventuellt med rundpumpning så att varmvatten ej behöver tömmas ut i avloppet i onödan och att risken för vattenskador elimineras.



Figur 6.7 Fodret fästs i en lina



Figur 6.8 Fodret doppas i plast



Figur 6.9 Fodret förs in i stamledningen

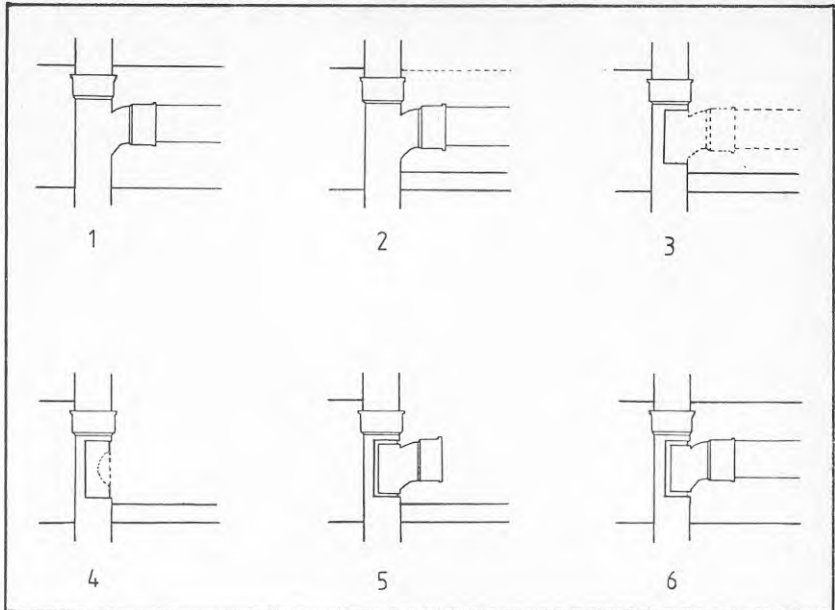


Figur 6.10 Fodret dras ned

6.2.5 Montering av grenrör

En enklare metod att ansluta grenrör till stamledningen, än den som beskrivits i 5.2.3, framtogs under provinstallationen. Anledningen var att den beskrivna insticksdelen ej fanns framtagen och att metoden var alltför svår att utföra i praktiken.

För anslutning av grenröret användes istället en sadelgren som limmades fast på stamledningens foder. På detta sätt erhöles en stor limyta mellan stammens foder och det nya grenröret. Utföres dessutom sadelgrenen av samma material som stammens foder kan en mycket stark limfog erhållas om de båda limytorna ruggas upp innan de limmas ihop. Arbetsgången att utföra ett grenrör med en sadelgren visas i figur 6.11.



Figur 6.11 Montering av grenrör

- 1 Befintligt grenrör
- 2 Grenröret friläggs
- 3 Grenröret sågas bort från stam
- 4 Upptagning av hål i foder
- 5 Sadelgren limmas fast på foder
- 6 Grenledningarna läggs ned och anslutes, bjälklaget efterlagas

Den befintliga grenledningen friläggs om dess placering skall behållas. Ligger den ingjuten bilas den fram och ligger den i fyllnadsbjälklag öppnas detta. Den befintliga grenen sågas av, så att något mer än halva rördimensionen på stamledningen tas bort. Fodret införes i stamledningen och får härda. Hål upptages i fodret och sadelgrenen limmas fast. Nya grenledningar läggs ned och ansluts. Bjälklaget efterlagas. Viktigt är att grenledningen ej blir stumt infäst, emedan rörelser i stamledningen kan medföra onödiga påfrestningar på den limmade sadelgrenen.

Principen att utföra ett grenrör på en liggande samlingsledning är densamma som den ovan beskrivna. En fördel med denna metod att utföra grenröret med synliga skarvar är att det är lätt att kontrollera tätheten av limfogen vid provtryckningen.

6.2.6 Provtryckning och temperaturprovning

En provtryckning och temperaturprovning utfördes på ett ca 1,5 m långt avloppsrör med ett grenrör som monterats enligt den i förra avsnittet beskrivna metoden. Till grenrör användes en sadelgren av PVC. Den limmades på fodret med Tangit lim.

Avloppsrörets nederände och grenröret proppades med gummiblåsor, varvid röret fylldes med vatten. Tätheten mellan avloppsröret och grenröret var dock mycket dålig. Efter bortmontering av sadelgrenen visade det sig att limmet ej fyllt ut alla ojämnheter mellan Insituformfodret och sadelgrenen. Det bildades därför kanaler där vattnet kunde passera. Ett andra försök med att limma fast sadelgrenen gjordes. Härvid användes mer lim, dessutom pressades sadelgrenen hårdare mot fodret. Även denna gång kunde vatten passera i limskarven, dock endast i begränsad mängd (droppvis). För att er-hålla en tät avgrensning måste en sadelgren och ett lim framtas som klarar att eliminera eventuella ojämnheter i fodret.

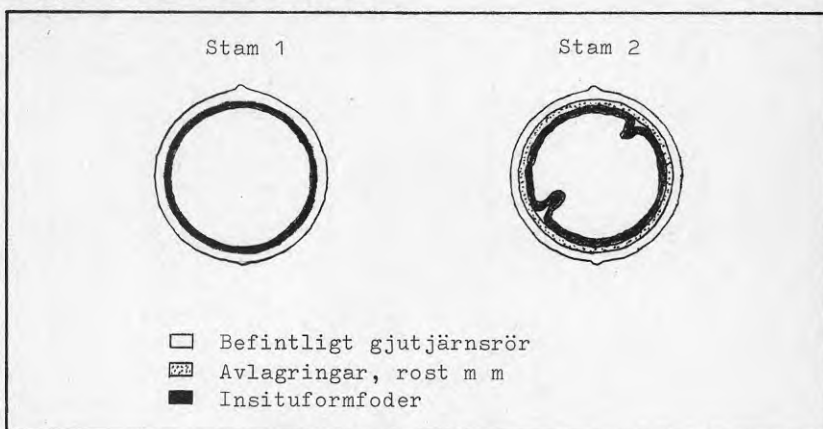
Temperaturprovningen utfördes av praktiska skäl i laboratorium. Avloppsröret fylldes växelvis med varmt ($+55^{\circ}\text{C}$) och kallt ($+10^{\circ}\text{C}$) vatten under 4 timmar. Någon förändring av installationen kunde ej konstateras.

6.2.7 Efterkontroll

För att kontrollera hur fodret fäst mot avloppsstammarnas insida togs provbitar ur stammarna för inspektion. Provbitar togs både ur stammarnas raka delar och dess sidodragningar.

6.2.7.1 Raka stamledningar

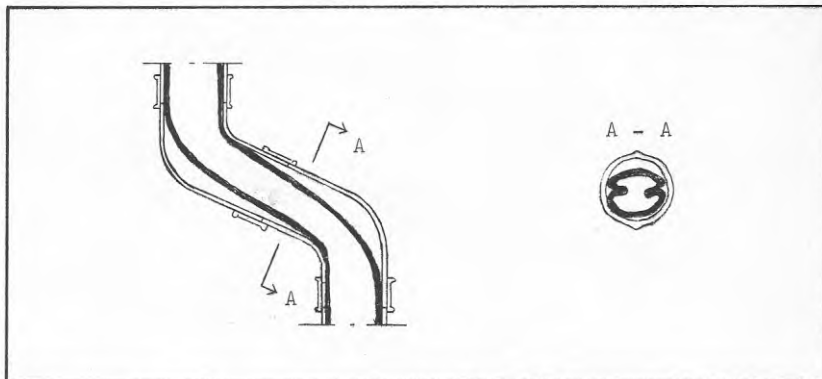
De sandgjutna avloppsrör som använts i denna fastighet har en nominell diameter av 100 ± 2 mm. Innerdiametern för stam 1 var ca 100 mm medan den för stam 2 endast var ca 95 mm. Denna avvikelse berodde på att det i stam 2 var mycket avlagringar kvar även efter rensning. Då Insituformfodret tillverkades till stammar med en innerdiameter av 100 mm blev passningen i stam 2 **mycket** dålig med ett eller flera längsgående veck, se figur 6.12. Höjden på dessa veck var ca 5-10 mm. Eftersom de utgör ett hinder i stamledningen kan de medföra en ökad risk för igensättning. En noggrann rensning och en kontroll av stammens diameter efter rensningen måste således utföras.



Figur 6.12 Genomskärning av stamledningar

6.2.7.2 Sidodragningar

Vid inspektionen av stamledningarnas sidodragningar upptäcktes att fodret ej följt sidodragningarnas böjar. En avsevärd minskning av rörets tvärsnittyta och stora längsgående veck blev här följderna, se figur 6.13. Minskningen av tvärsnittytan var alltför stor för att kunna accepteras.



Figur 6.13 Genomsnitt av stamledningarnas sidodragningar

Då fodret appliceras enligt omvändningsförfarandet och vrängs in i avloppsröret uppstår inte dessa problem. Enligt fabrikanter går det dock ej att vränga in ett foder med tjockleken 3,2 mm i ett rör med diametern ≤ 100 mm. Framtagning av ett foder med tunnare väggjocklek är därför av stor vikt för att denna tätningsmetod skall kunna användas i avloppssystem i byggnader.

6.3 Resultat

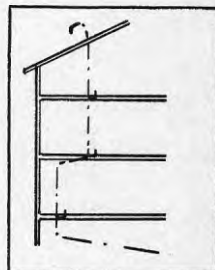
Provininstallationen har givit svar på de flesta frågor som diskuterades under utredningsskedet. Det krävs dock mer än en provininstallation för att täcka in alla eventuella problem som kan uppträda. Erfarenheterna från detta projekt tyder dock på att Insitutemetoden med ganska enkla medel kan utvecklas vidare. Möjligheterna att använda metoden för tätning av avloppsstammar i ombyggnadshus måste därför betecknas som goda.

7 FÖRSLAG TILL ARBETSMETOD

I detta avsnitt presenteras ett förslag till arbetsgång för Insitumetoden vid renovering av avloppssystem i byggnader. Metoden bygger dels på studier av den nuvarande tätningsmetoden för avloppsledningar i mark samt dels på de praktiska installationsprov som har gjorts i en fastighet. Metoden beskrivs här kortfattat med eventuella hänvisningar till de olika avsnitten i rapporten.

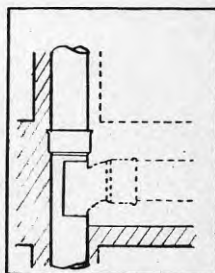
7.1 Besiktning

Fastighetens hela avloppsinstallation besiktigas. Här undersöks avloppsinstallationens längder, dimensioner, sidodragningar och kondition. Förekommer det dimensionsförändringar måste dessa anges med exakt placering i avloppsnätet (5.2.4). Grenledningars dragning och placering anges samt vilka delar av avloppsinstallationen som skall sparas och tätas resp behöver bytas ut.



7.2 Friläggning

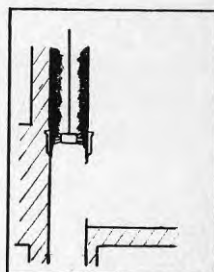
Avloppsinstallationen friläggs så att en tätning med Insituformfoder möjliggörs (5.2.1). Stamledningarna kapas i källaren alldeles innan de går ned i samlingsledningen. Om de gamla grenledningarnas läge skall utnyttjas till förläggning av nya rör måste dessa friläggas. Där den nya grenledningen skall sitta på stamledningen sågas något mer än halva rördiametern bort, se figur 6.11(bild 3). Hindrande sanitetsdetaljer och inklädnader tas bort.



Om samlingsledningen behöver tätas friläggs och kapas den så att tillräcklig åtkomlighet åstadkoms för att föra in fodret i denna. Samlingsledningens alla förgreningar friläggs. Ett grenrör utföres på samma sätt som på en stamledning.

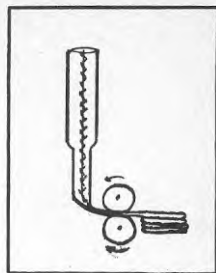
7.3 Rensning

De avloppsstammar och samlingsledningar som skall tätas rensas så att en så jämn och ren inneryta som möjligt erhålles (5.2.5). En kontroll av rörens innerdiameter görs efter rensningen.



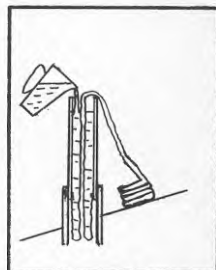
7.4 Tillverkning och preparering av foder

Insituformfodren tillverkas efter de mått som erhålls vid besiktningen. Viktigt är här att eventuella dimensionsförändringar hamnar på rätt plats på fodret, ty annars finns risk för igensättning av röret (5.2.4). Epoxyplasten och härdaren fylls i fodret och fördelas med valsning allt enligt metod för tätning av avloppsrör i mark (4.1).



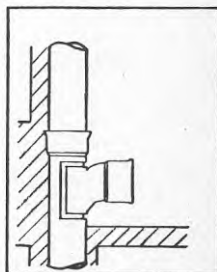
7.5 Tätningsförfarande

Fodret vrängs ned enligt omvändningsförfarandet (4.1) i avloppsrören. Stamledningen tätas från luftningsledningen ned till samlingsledningen. Vrängning sker från luftningsledningens topp ovan yttertaket. Om nödvändigt tätas även samlingsledningen. Fodret härdas med varmt vatten (80°C under 12 timmar).



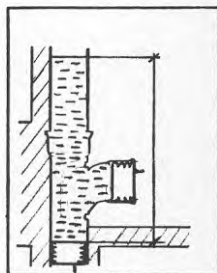
7.6 Grenrör monteras

Där grenrör skall placeras på stam- och samlingsledningar och där gjutjärnröret har sågats upp tas hål upp i Insituformfodret enligt figur 6.11(bild 4). Ytorna som skall limmas ruggas upp. Grenröret limmas fast, se figur 6.11(bild 5).



7.7 Provtryckning

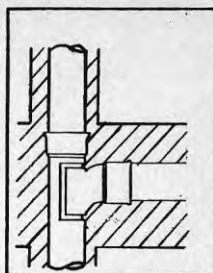
För att kontrollera om installationen av Insituformfoder med grenrör är tät utföres provtryckning. En gummiboll sätts i stammen under grenröret och i grenröret och vatten fylls i stammen upp till nästa våning. Samlingsledningens avgreningar provtrycks då stamledningarna har anslutits till samlingsledningen.



7.8 Montering av grenledningar samt efterlagning

Grenledningar läggs ut och ansluts till grenröret. Efterlagning sker där så erfordras vid stam- och grenledningar. Undvik att lägga grenledningarna helt stumt då brytningar annars kan ske vid temperaturrörelser i stamledningen.

Stamledningarna ansluts till samlingsledningarna. Har samlingsledningarna tätats ansluts den till servisledningen. Efterlagning och inklädnad görs där så behövs.



8. FÖRSLAG TILL UTVECKLINGSINSATSER

Insitumetoden är i första hand framtagen för renovering av markförlagda rör. Möjligheten att använda den för tätning av installationer i hus måste dock betecknas som god. Fortfarande krävs emellertid ett visst utvecklingsarbete för att anpassa metoden till avloppsinstallationer inom fastigheter.

8.1 Pågående utveckling

- BPA driver tillsammans med ett par andra svenska företag ett utvecklingsprojekt med målsättningen att ta fram ett foder för 1"-rör. Ett sådant foder skulle utöka möjligheterna att täta även dricksvattenledningar. Epoxyhartsen har som tidigare nämnts testats av Stockholms vatten- och avloppsverk och godkänts för väl genomströmmade och korta dricksvattenledningar.
- Utveckling av mindre och mer lättframkomlig utrustning för håltagninng inifrån röret pågår. Det gäller såväl TV-kamera som håltagningsverktyget.

8.2 Erforderlig vidareutveckling av Insitumetoden

- Utför fodret så det blir töjbart före härdning så att mindre dimensionsförändringar kan övervinnas utan skarvningsförfarande eller skraddarsydd strumpa.
- Utveckla olika grenrörsinsatser (sadelgren) av plast som förenklar tätningsförfarandet vid avgreningar.
- Utveckla plastmaterialet med inriktning på en lägre längd-utvidgningskoefficient.
- Utveckla lättare montageutrustning anpassad för fastighetsinstallationer.
- Utveckla metod för reparation eller utbyte av redan fodrad rördel.
- Utveckla tunnare foder för applicering i avloppsledningar enligt omvändningsförfarandet i fastigheter.
- Ta fram detaljer för anslutning av de tätade stam- resp. samlingsledningarna.
- Utveckla en härdningsmetod för fodret anpassad för fastighetsinstallationer som är säkra från vattenskadesynpunkt och inte ger onödigt hög vattenförbrukning.



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 821148-0
från Statens råd för byggnadsforskning till Wahlings
Installationsutveckling AB, Danderyd.**

R16: 1985

ISBN 91-540-4334-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6705016

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirkapris: 30 kr exkl moms