



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**

**R78:1985**

**Livslängd hos spillvatten-  
och värmerör i flerbostadshus**

**En fältundersökning**

**Arne Jönsson  
Sören Lindgren**



**Byggforskningsrådet**

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND  
SEKTORJEN FOK VÄG- OCH VATTEN  
BIBLIOTEKET

R78:1985

LIVSLÄNGD HOS SPILLVATTEN- OCH VÄRMERÖR  
I FLERBOSTADSHUS

En fältundersökning

Arne Jönsson  
Sören Lindgren

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830893-6  
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.

R78:1985

ISBN 91-540-4406-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

## INNEHÅLL

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	7
1 BESKRIVNING AV RÖRSYSTEMEN	9
1.1 Spillvattenrör	9
1.2 Tappvattenrör	12
1.3 Värmerör	12
2 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR	13
2.1 Skador på rörsystem	13
2.2 Gjutjärnets beständighet	14
3 BESIKTNINGAR	19
3.1 Okulär besiktning	19
3.2 Besiktning av värmeledningsrör	33
3.3 Korrosionsteknisk undersökning	33
3.4 Invändig inspektion med TV-kamera	36
4 UTVÄRDERING	41
4.1 Spillvattenrör	41
4.2 Värmerör	43
5 RESULTAT	45
6 REKOMMENDATIONER	49
7 FÖRSLAG TILL FoU-INSATSER	51
8 LITTERATUR	53
BILAGA 1 Figur 1-8 från Korrosionsteknisk undersökning	55



## FÖRORD

Denna rapport redovisar etapp 2 i ett projekt som syftar till att sammanställa erfarenhetsdata om vvs- och elinstallations livslängd. Dessa data är avsedda att ligga till grund för utarbetande av projekteringsanvisningar och för utveckling av nya och bättre produkter i syfte att förebygga skador i byggnader och att minska underhållskostnaderna.

Av resultatet från etapp 1 framgick att tillgängliga livslängdsdata till största delen baserar sig på intervjuer. Därför har etapp 2 syftat till att ta fram livslängdsdata baserade på insamlade uppgifter för rörledningar i befintliga flerbostadshus och att undersöka hur livslängden kan påverkas genom reparationer.

Resultatet skall ge bättre underlag för planering och beslut vid ombyggnader samt mer preciserade uppgifter om vad som kan behållas vid en upprustning respektive ombyggnad.

Etapp 2 har följts av en referensgrupp med följande medlemmar:

Lennart Dahl	Korrosionsinstitutet
Christer Fougner	Nils B Nilsson AB
Svante Lindeborg	Gustavsberg AB
Kjell Tranemyr	Statens Institut för Byggnadsforskning

Utredningsarbetet har bedrivits vid Wahlings Installationsutveckling AB, Danderyd med civilingenjör Sören Lindgren som projektledare och civilingenjör Arne Jönsson som utredningsman. Civilingenjör Lennart Dahl har svarat för de korrosionstekniska analyserna i projektet. Ingenjör Kjell Tranemyr har utfört TV-besiktning i ett av de undersökta flerbostadshusen.





## SAMMANFATTNING

Detta projekt har syftat till att ta fram livslängdsdata baserade på verkliga livslängder för rörsystem i flerbostadshus och att undersöka hur livslängden kan påverkas genom reparationer. Undersökningen har inriktats på spillvatten- och värmeledningsrör. Genom okulär besiktning har rören besiktigats från utsidan och antalet skador noterats. Vid besiktningen har provbitar med olika skadetyper tagits och lämnats in för korrosionsteknisk undersökning hos Korrosionsinstitutet. En spillvattenstam har även besiktigats invändigt med TV-kamera av Statens institut för byggnadsforskning, Studsvik. Undersökningen visar att den vanligaste skadan på spillvattenrör är invändig grafitfriläggande korrosion. Denna korrosionstyp löser ut järnet ur gjutjärnet och lämnar kvar en rest som har samma form som det ursprungliga rörmaterialet men med starkt nedsatt hållfasthet. Denna typ av korrosion går fortare i spillvattenrör som innehåller köksspillvatten än i rör från enbart bad och WC. De nedre delarna av spillvattenstammarna, d v s i bottenvåning och i källare är mest skadedrabbade. Detta gäller ej stammar i dimension 150 mm som genomgående har bättre kondition än övriga rörledningar.

Provbitar ur undersökningen visar att spillvattenstammar som innehåller köksspillvatten kan bli genomgrafterade redan efter 30 år.

Eftersom skadorna i ett spillvattensystem först uppträder i de nedre delarna kan hela systemets livslängd förlängas genom reparationer på de ställen där skador först uppträder. Livslängden på spillvattenrör beror troligen mer på korrosionsbelastning än på variationer i rörkvalitet.

Provbitar från värmeledningssystem tyder på att dessa rör har betydligt längre livslängd än spillvattenrör. För tre provbitar har livslängden beräknats till 110, 450 respektive 450 år. Liksom för spillvattenrören beror livslängden även här mest på korrosionsbelastningen, d v s syretillförseln till systemet, främst i form av spädvatten.

Vid projektering av spillvattensystem bör man undvika separata köksstammar, utan kombinera dessa med bad eller WC. I nya spillvattensystem kan man installera provbitar på bottenvåningen eller i källaren, som går att ta ur för korrosionsteknisk undersökning. Spillvattenrören i ett hus bör genomgå periodiska besiktningar med början efter 25 år.



## 1 BESKRIVNING AV RÖRSYSTEMEN

För att kunna bedöma rörsystemens ålder och användning, görs en genomgång av rörledningarnas användning i byggnader med början då man anlade centrala avloppssystem i Stockholm. Genomgången berör både material, anvisningar för utförande av ledningarna och tillverkningsmetoder.

### 1.1 Spillvattenrör

Den första moderna avloppsledningen i mark i Stockholm anlades 1864 i Krukmakaregatan. Därefter byggdes det yttre avloppssystemet ut med början på Norrmalm. 1895 fanns ca 100 km avloppsledningar i mark varav 17 km i granit eller betong och resten av glacerade stengodsror. Byggnadskonsten, 1898, sid 509.

Under denna tid började även byggandet av spillvattenledningar i byggnaderna.

I en ordinär smålägenhet i Stockholm installerades under 1880-talet vattenledning för kallt vatten och slasktratt med avlopp. Man använde olika stora rör och av olika material beroende på ändamålet. Från tvättställe och slasktrattar användes blyrör med 2,5 cm diameter. De grova ledningarna 10 cm diameter tillverkades i gjutjärn. Gjutjärnsrören skarvades genom blydiktning, lindning med garn och tätning med mönjkitt. De skulle dras utanpå väggarna för att vara åtkomliga för reparation. De fick inte skarvas i trossbottnar eller bjälklag och skulle förses med rensluckor vid vinklar och grenrör. De inre avloppsledningarna sammandrogs i samlingsbrunnar utanför husets grundmur. Från samlingsledningen drogs en ny ledning av saltglacerat stengodsror (Höganäs) med 10 eller 15 cm diameter till kloakledningen i gatan. Avloppsledningarna ventilerades genom att stammarna eller en ledning efter varje vattenlås drogs upp ovan yttertak där ledningarna var öppna mot luften. Ledningarna var även öppna mot luften i samlingsbrunnen.

Vid denna tid var det vanligast med latrintunnor som toalett, men det förekom även vattenklosetter anslutna till avloppsnätet. Latrintunnan kunde placeras inom själva lägenheten och förslöts med ett särskilt lock vid hämtningen. Byggnadskonsten, 1898. s 445.

Vid anslutning av vattenklosetter till avloppssystemet användes en s k inspection chamber, där de fasta delarna fransilas och uppsamlas. Denna kammare består av ett väl tillslutet gångbart rum genom vilket rörledningen går. Rörledningens övre halva är bortskuren så att öppningarna åt båda sidor är synliga. Genom öppningarna kan rörledningen rensas och ventileras. Ventilationsluften som går in i avloppsledningen i kammaren går ut ur ledningen genom ventilationsrör som dragits upp ovan yttertak. Byggnadskonsten s. 446. 1898.

1876 påbjöd överståthållarämbetet i Stockholm att avloppsvattnet skulle föras bort från stadens fastigheter genom underjordiska ledningar. 1881 uppmanade Stockholms stadsbyggnadskontor fastighetsägarna att utföra avloppsledningarna

så att stammarna drogs upp ovan yttertak för ventilation, slaskrattarna skulle utformas ändamålsenligt och förses med vattenlås. Avloppsvattenledningarna inom tomten skulle utformas så att slaskvattenförande rännstenar försvann. Ledningarna på denna tid gjordes av bly eller gjutjärn.

Under 1910-talet anslöts vattenklosetterna i en fastighet till en sk septick tank. Tanken avskiljde fasta föroreningar, genom att avloppsvattnet från huset fick skölja över ett bord med två anslutande ledningsöppningar. Den ledningsöppning som ligger närmast ledningen från huset är ansluten till ledningsnätet i gatan och den längst bort leder ned i septick tanken. De föroreningar som inte faller ned i ledningen till gatan utan spolas över denna öppning faller ned i septick tanken. Tanken måste sedan tömmas genom en lucka.

Under 1910-talet installerades diskbänkar i köket. De var oftast av zink. Så gott som alla nybyggda lägenheter försågs med WC. En stor del av lägenheterna försågs med bad eller duschrum.

Under 1920-talet installerades diskbänkar av marmor i köket och bad eller duschrum förekom allmänt. I slutet av 1920-talet förekom centralvärmeanläggning i alla nybyggda hus. Under tiden fram till andra världskriget utrustade man badrummen med inbyggda badkar och tystspolande klosetter. Under denna tid började även rostfria diskbänkar användas i köken.

I samband med centralvärmern blev även varmvatten allmänt förekommande. Det behövde dock inte beredas centralt utan kunde komma från gasvärmda beredare i varje kök.

### Bestämmelser

I takt med att avlopp och installationer utvecklades, utvecklades även regler eller anvisningar för hur systemen skulle byggas. Sedan den första uppmaningen 1881 om att utföra stammarna luftade utfärdade överståthållarämbetet den 8/7 1908 "Reglemente angående avloppsledningar för spillvatten inom hus och tomter". Dessa första bestämmelser ändrades och kompletterades den 19/5 1930. Reglementet stadgade bl a vilka fordringar som ställdes på rörentreprenören och att Hälsovårdsnämnden var kontrollerande myndighet över avloppsanläggningar. Avloppsledning fick ej anläggas eller ändras utan att Hälsovårdsnämnden ger sitt lov och ledningen fick ej tas i bruk utan att den blivit godkänd av Hälsovårdsnämnden.

Föreskrifterna för avloppsledningar i Stockholm reviderades under 1941 så att föreskrifterna anpassades till den ökade användningen av sanitära installationer och nya material. Larsson J H, 1941.

Då 1958 års Hälsovårdsstadga trädde i kraft förutsattes att avlopp skulle behandlas i den nya byggnadsstadgan som trädde i kraft 1960. I byggnadsstadgan angavs endast att avlopp skall anordnas så att sanitär olägenhet inte uppkommer. Byggnadsstyrelsens anvisningar till byggnadsstadgan BABS 60 innehöll heller inget om avloppsledningar. Detta kom ej förän 1970 i VA-Byggnormen som trädde i kraft den 1/7 1971.

Fram till att VA-Byggnorm trädde i kraft gällde kommunala föreskrifter för avloppsledningar i byggnader. De olika kommunerna tillämpade dock i stor utsträckning Svenska kommunaltekniska föreningens särskilda föreskrifter rörande avloppsledningar i fastighet. VA-Byggnormen arbetades in i Byggnormen först 1980. VA-Byggnormen gällde fortfarande separat vid utgivningen av SBN 75.

#### Måttstandard

För att ange mått och konstruktion av spillvattenrör gav SKTF (Sveriges kommunal tekniska förening) ut s k normalier 1918. Med normalier menas standardutförande av rören. Normalierna moderniserades 1937 så att rördelarna skulle bli lättare att gjuta. Innan moderniseringen satt muffarna på grenrören för nära själva röret, för att ge en problemfri gjutning. De nya måtten motsvarade de som användes i Tyskland.

Dessa normalier gälldefram till 1968 då de ersattes av Svensk Standard, SMS 2700-2734, Gjutjärnsrör som fortfarande är giltig.

Kring 1970 tillkom en ny typ av spillvattenrör av gjutjärn s k MA-rör, som är mufflösa rör som skarvas med svep och gum-mimanschetter.

De spillvattenrör som undersökts i detta projekt är tillverkade enligt SKTF:s normalier i dimensioner enligt tabell.

Tabell 1.1 SKTF:s normalier för raka gjutjärnsrör

Innerdiam	Godstjockl.	Yttre diam.	Muffdjup
mm	mm	mm	mm
65	3,5	72	65
75	4	83	70
100	4	108	75
150	5	162	80

#### Tillverkningsmetoder

Rören tillverkades efter två gjutmetoder, centrifugaljutning och sandgjutning. Sandgjutna rör har två förstärkningsringar på muffen och även en förstärkningsring på rörändan. Vid centrifugaljutning kan man endast ha en förstärkningsring på muffen. Annars skulle man inte få ut röret ur formen.

Centrifugaljutna rör fick stor spridning i Sverige redan i mitten av 30-talet. De importerades till en början från Tyskland. De centrifugaljutna röret har alltid ansetts ha tätare gods och större hållfasthet än de sandgjutna rören. Rörinstallatören, 1936.

Den största svenska tillverkaren har varit Akers Styckebruk, som haft en egen patenterad tillverkningsmetod som ger rör av lättkapat grått gjutjärn. Rördelarna, d v s böjar, grenrör o s v utförs alltid sandgjutna. Spillvattenrören har levererats antingen ytbehandlade eller obehandlade. Ytbehandlingen kan vara både ut- och invändig bestrykning med tjära, eller

enbart målade utvändigt. Obehandlade rör har i de flesta fall målats utvändigt efter installationen.

### Skarvmetoder

Spillvattenledningar av gjutjärn har skarvats enligt tre metoder: blydiktning, cementskarvar och med mönjkitt. Sedan början av 60-talet har man även använt olika tätningsskivor av gummi och plast.

De i detta projekt undersökta rören är således skarvade med de tre förstnämnda metoderna. Blydiktning får användas till alla skarvar, utom sådana som är utsatta för stora temperaturväxlingar, där skall man använda cementskarvar. Mönjkitt får endast användas för att skarva lodräta eller nästan lodräta ledningar upp till 100 mm innerdiameter.

### 1.2 Tappvattenrör

I slutet av 1920-talet utfördes vattenledningarna inom fastigheter av gjutjärn, smidesjärn, bly eller av koppar. För kallvattenledningar med diameter under 100 mm var galvaniserade helldragna smidesjärnsledningar vanligast. För större diametrar var gjutjärn vanligast även för tappkallvatten. Till varmvattenledningar användes vid denna tid nästan undantagslöst kopparledningar, eftersom järnledningar kunde rostas sönder på kort tid. I slutet av 1920-talet förekom det att man använt även kopparrör för tappkallvattenledningar.

Regler för dimensionering av tappvattenledningar i fastigheter hade utarbetats av Svenska kommunaltekniska föreningen. Rördimension kunde väljas ur en tabell där man som ingångsvärde använde vattentrycket i gatan och antal normaltappventiler som var anslutna till tappvattenledningen. Lågt vattentryck och många anslutna tappventiler gav stor diameter på röret. Vid uppställningen av tabellen hade man minskat det nominella värdet av rörets innerdiameter med 4 mm, eftersom man ansåg att det var normalt med ett 2 mm tjockt rostskikt på rörets insida. Alrutz, 1929.

### 1.3 Värmerör

Rören för varmvatten i uppvärmningssystemet har från början gjorts av stål. Först under 70-talet har man börjat blanda stål och koppar som rörmaterial i uppvärmningssystemen.

## 2 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

För att få en bakgrund till besiktningarna har en genomgång av tidigare undersökningar inom området gjorts. Undersökningen omfattar två områden: skador på rörsystem och gjutjärns beständighet.

### 2.1 Skador på rörsystem

Skador hos tappvatten, värme- och avloppssystem har undersökts i både Sverige och Danmark i samband med undersökningar av vattenskadorna som berättigar till försäkringsutbetalning. Dessa undersökningar har det största statistiska underlaget beträffande skador på vattenförande installationer.

Försäkringsbolagens byggreparationskommitté i Sverige har gjort en enkätundersökning genom att låta försäkringsbolagens skadebesiktningsingenjörer fylla i en blankett i samband med besiktning av vattenskadorna, totalt besiktigades ca 1300 skador i flerbostadshus och ca 2000 i enbostadshus. Den vanligaste felkällan som ger upphov till vattenskadorna i flerbostadshus är rörsystemen. De står för 44% av antalet skador. Av de olika rören är det avloppsrören som oftast ger upphov till vattenskadorna. Enligt undersökningen kommer 43% av de skador som orsakas av rörsystem från avloppsrör. Kall- och varmvattenrör står vardera för ca 20% av skadorna och rören i uppvärmningssystemet står för 15%.

Man har även noterat hur många skador som ett visst material har givit upphov till. 33% av skadorna kommer från stål, 26% från gjutjärnsmaterial och 13% från kopparmaterial. Eftersom man även noterat åldern på den skadade detaljen framgår det att skadefrekvensen ökar med ökande ålder och att skadefrekvensen ökar kraftigt för detaljer av stål och gjutjärn äldre än 20-25 år.

I undersökningen av orsaken till skadorna har man funnit att korrosion är den största enskilda orsaken med 35% av alla vattenskadorna i flerbostadshus. Den andra skadeorsaken är mekanisk åverkan med 13% och den tredje är stopp med 12%. Ur uppdelningen av skadeorsakerna på detaljer av olika ålder kan man se att både korrosion och stopp blir vanligare med ökande ålder, medan mekanisk åverkan är vanligast för detaljer som är mellan 10-20 år.

Den vanligaste orsaken till vattenskadorna i flerbostadshus är alltså korrosion i rör och stopp i rör.

I Danmark har man genomfört en liknande undersökning, genom att på samma sätt som i Sverige, låta skadebesiktningsmännen fylla i en blankett med frågor om skadan. Endast 7% av de undersökta skadorna var belägna i flerbostadshus, resten fanns i en- och tvåfamiljshus. Det rörsystem som oftast gav upphov till vattenskadorna är här tappvattensystemet, med värmesystemet på andra plats och sist avloppet. Denna ordningsföljd gäller både i en- och tvåfamiljshus och i flerbostadshus.

Den vanligaste skadan på tappvattensystemen var utmattnings-

korrosion på kopparrör och invändig korrosion på varmförzinkade stålrör. Andra vanliga skadeorsaker på kopparrör är punktfrätning, erosionskorrosion och otäta lötningar.

På värmesystem är utvändig korrosion av stålrör den vanligaste skadeorsaken.

Den vanligaste orsaken till vattenskador från avloppssystem av gjutjärn är stopp. Därefter kommer trasiga kopplingar, d v s trasiga muffar. Genomrostning kommer först på tredje plats som skadeorsak.

#### Jämförelser med vattenskadestatistik i Danmark

I Danmark är det vanligare med skador i tappvatten- och värmesystem än i avloppssystem. Skadorna i avloppen beror oftast på stopp medan de i Sverige beror på korrosion.

#### 2.2 Gjutjärnets beständighet

För att få en bakgrund till besiktningarna av spillvattenledningar har en litteraturgenomgång av uppgifter om gjutjärnets korrosion och beständighet gjorts.

Brennert, 1968, Materiallära

Gjutjärnet är från korrosionssynpunkt ungefär jämställt med kolstål. Om gjutjärnet upphettas till hög temperatur, 600°C eller mer, sväller det så småningom. Detta beror därpå att luftsyre tränger in i godset och bildar oxider som spränger materialet.

#### Korrosionsforebyggelse i boligbyggeriets VVS-installationer, 1973

Gjutjärn kan i stort sett användas utan förbehåll, då det uppvisar tillräcklig beständighet både invändigt och utvändigt. Vid markförlagda rör kan vagabonderande strömmar från anläggningar för katodiskt skydd eller annan likströmskälla ge upphov till korrosion som under olyckliga omständigheter kan leda till genomfrätning.

I nästa upplaga av denna skrift, från 1982, har man lagt till en bisats så att första meningen lyder: "Gjutjärn kan i stort sett användas utan förbehåll, under icke sura förhållanden, då det uppvisar o s v. Under tiden mellan de båda utgåvorna har man tydligen insett att surt vatten ger korrosion i gjutjärnsrör.

#### Uddeholms Korrosionshandbok, 1966

Gjutjärn och olegerat stål är i många fall likvärdiga vad beträffar den kemiska resistensen. De motstår ett flertal syror då dessa är i starkt koncentrerad form, vidare alkaliska lösningar och många organiska föreningar. Gjutjärn kan ej användas vid fluorvätesyra. I natriumhydrat kan gjutjärn användas upp till 50% koncentration och 60°C. Gjutjärn har



även ganska god resistens mot klorkalklösningar (blekvätska).

Hushållsvatten	God, användbar i många fall
Gruvvatten	God - tämligen god
Havsvatten	Tämligen god, användbar i vissa fall
Saltvatten med $H_2S$	Tämligen god, användbar i vissa fall
Bräckt med $MgCl_2$	Tämligen god

Korrosionslära, Mattsson, 1970

Ett annat exempel på selektiv korrosion är grafitisk korrosion på grått gjutjärn. Angrepp av denna typ kan förekomma, då gjutjärnet utsätts för sulfatrik jord, havsvatten, gruvvatten e dyl. Denna korrosion innebär att gjutjärnets, icke-ferritiska beståndsdelar angrips. Därvid erhålls en återstod av grafit. Trots angreppet kan föremålet behålla sin form, men hållfastheten blir starkt nedsatt, liksom vikten.

Korrosion i rörsystem för sötvatten, 5-6 juni 1973, O Wedin

Vid denna konferens som arrangerades av Korrosionsinstitutet höll Olof Wedin, AB Akers Styckebruk, ett föredrag: "Självfallsledningar av gjutjärn - några allmänna synpunkter på korrosionsriskerna".

Wedin säger att man erfarenhetsmässigt vet att materialet är väl lämpat för sitt ändamål. Inga andra konkurrerande material kan uppvisa annat än extrapolerade livslängder och har därmed inte bevisats ha bättre egenskaper.

Följande förändringar och förbättringar har under senare år ytterligare ökat gjutjärnrörens förmåga, men ännu ej hunnit ge full effekt.

- Bättre gjutmetoder. Skalformning och centrifugaljutning.
- Ändrad fogteknik. Övergång till gummikopplingar hindrar metallisk kontakt mellan rören och därmed förhindras också risken för korrosionsskador.
- Genom ökad kontroll, vilket också krävs för typgodkännande, har en hög kvalitetstrohet erhållits.

Wedin konstaterar även att det för inomhusledningar är uteslutande invändig påverkan som kommer i fråga. Som orsaker nämns syror som används för rensning av ledningarna. En sådan förmodad korrosionsskada påminner om den som erhålls vid grafitisk korrosion.

De korrosionsskador som Wedin funnit har alltid gällt sandgjutna rör. Han säger att sandgjutna rör av utländskt ursprung har funnits på den svenska marknaden under senare år.

En annan skadeorsak är gjutfel, som t ex sandinneslutningar och porer.

## VA-Handboken, 1981

I VA-Handboken, projektering, beskrivs gjutjärns korrosionsmotstånd mot både jord och spillvatten. Korrosionsmotståndet mot jord är av vikt då man skall välja rörmaterial och ytbehandling. Beträffande korrosionsmotståndet mot spillvatten anger man att i normala avloppsinstallationer anses gjutjärnet vara skyddat av "kloakhud" i rören. I ledningar som inte är skyddade av denna beläggning kan dock korrosion uppstå. Avloppsledningar för syntetiska tvätt- eller diskmedelslösningar saknar sådan hud. Invändig korrosion kan dock ske om avloppsvattnet innehåller syror t ex kolsyra, svavelsyra eller saltsyra. Vid pH-värden under 6,0-6,5 finns risk för järnkorrosion.

Vidare anger man att gjutjärnsledningar inte bör användas för syrahaltigt avloppsvatten utan särskilt ytskydd. Man bör också undvika gjutjärnsrör för avloppsvatten med hög salt-halt.

## VAV, M20

Svenska Vatten och avloppsverksföreningen har gett ut ett meddelande M20, Industriavlopp-gränsvärden. Villkor för utsläpp av skadliga ämnen i kommunala avloppsanläggningar. Gränsvärdena är satta dels så att inte rörmaterialet skadas och dels så att inte avloppsreningsverkets funktion störs.

pH-värdet får inte vara lägre än 6,5 med hänsyn till ledningsmaterialet. För att inte ledningar av järn och stål skall skadas får avloppsvattnets konduktivitet inte överstiga 500 mS/m. En hög konduktivitet kan bero på hög halt av lösta salter. Vidare får halten kloridjoner inte överstiga 2,5 g/liter, vilket t ex motsvaras av 4 g/liter koksalt (NaCl).

## Störningar i köksavloppssystem, Berglund, 1965

I denna skrift har man bl a gjort korrosionstester med gjutjärn. Testerna gjordes för att utvärdera olika tvätt- och diskmedelseffekter på korrosionen. De gjordes genom att ringar av gjutjärnsrör doppades upp och ned i lösningar under viss tid. Därefter analyserades lösningen med avseende på mängden utlöst järn.

Man drar slutsatsen att polymera fosfater knappast kan verka som skyddsmedel. Enkla fosfater kan däremot verka korrosionsinhiberande i synnerhet vid högre pH-värden. Korrosionen är vanligen mycket beroende av lösningens surhet och stiger vanligen kraftigt vid sjunkande pH-värde. Ett undantag är lösningar av kiselsyra som har ett korrosionsminimum vid pH 7,5-8,0.

## Vattenkvalitet i spillvattenledningar i byggnad, Karlgren, 1974 SIB

Inom Statens institut för byggnadsforskning har man studerat hushållsspillvattnets egenskaper och sammansättning. Man har bl a mätt pH och konduktivitet hos avloppsvattnet i avlopps-

stammar från olika utrymmen i lägenheterna. Vid de första mätningarna 1965 fann man att medelvärdet för pH i köksavloppsvattnet var 7,3 vid de senare mätningarna 75/76 fann man att medelvärdet av pH hade sjunkit till 6,6. Konduktiviteten var vid dessa tillfällen i medeltal 38,1 respektive 42,6 mS/m.

Man har mätt motsvarande storheter i avloppsvattnet från badrum. Medel-pH var 1965 8,1 och 75/76 7,3. Konduktiviteten var vid motsvarande tillfällen i badrumsavloppsvatten 31,6 respektive 34,4 mS/m.

### Beräkningar

Enligt beräkningar som utförts i detta projekt motsvaras konduktiviteten 500 mS/m av en koksalthalt av 0,75 g/liter vatten. Vid kokning av potatis i ett hushåll kan salthalten i vattnet uppgå till 5 g/liter.

pH kan i speciella fall bli lågt, särskilt då man spolar ut lag från ättiksgurkor ca pH 3 och om man håller ut sura läskedrycker även ca pH 3.

Jämförelsen mellan de värden på pH som anses farliga och de värden som kan förekomma i hushållsavloppsvatten visar att gränserna för korrosiva angrepp underskrids i köksstammarna vid de tillfällen då man håller ut sur lag eller sura läskedrycker. Medelvärdet av pH i köksavlopp har sjunkit mellan år 1965 och år 1975/76 och ligger enligt den senaste mätningen nära gränsen för korrosiva angrepp enligt VaV-föreningens gränsvärdeslista.

Den elektriska ledningsförmågan hos avloppsvattnet i en kökstam kan också överskrida gränsvärdet för då korrosiva angrepp kan starta. Värdet överskrids då man håller ut salt vatten, t ex efter potatiskokning eller lagen från salta inläggningar. Medelvärdet för konduktiviteten i avloppsvatten som är ett indirekt mått på salthalten, ligger dock väsentligen lägre än gränsen för korrosionsangrepp enligt VaV-föreningens gränsvärden.

I badrumsstammar ligger både pH och konduktivitet på rätt sida om gränsen för korrosionsangrepp.

### Sammanfattning om gjutjärnets beständighet

Litteraturuppgifterna om gjutjärnets beständighet i spillvattenledningar ger en något splittrad bild. Dock framgår att gjutjärn korroderar i sura lösningar.

Avsnittet om vattenkvaliteten i spillvattenledningar visar att gränserna för korrosivt vatten enligt VaV-föreningen normalt underskrids med jämna mellanrum, i synnerhet i köksavlopp, men att surhetens medelvärde i köksavlopp ligger knappt över vad VaV-föreningen anger som gräns för angrepp. I badrumsavlopp ligger pH i medeltal högre än i kök.



## 3 BESIKTNINGAR

För att fastställa befintliga rörledningarnas kondition har besiktningar utförts i 8 byggnader. De besökta byggnaderna har i huvudsak varit sådana där ombyggnad påbörjats. Skälet till detta var att man därvid kunnat besiktiga rörledningar även inne i lägenheterna och ta ut provbitar. Vid den okulära besiktningen har skador utanpå rörledningarna noterats. I vissa fall har provbitar tagits som sänts till Korrosionsinstitutet för närmare granskning.

I ett fall har en spillvattenstam besiktigats invändigt med TV-kamera för att se om skador kan upptäckas inifrån.

## 3.1 Okulär besiktning

Vid den okulära besiktningen av rörens utsida har skadorna, eller det som sett ut som en skada, indelats i olika klasser som betecknats med ett nummer enligt tabell 3.1. De flesta rören har dessutom fotograferats för att man skulle ha möjlighet att jämföra skadans utseende från utsidan med resultaten av den korrosionstekniska granskningen och med den invändiga TV-besiktningen. Fotona av rören fyller även funktionen att ge en riktig klassificering av skadorna, genom att man kan jämföra utseendet av skador i olika hus med varandra.

Tabell 3.1 Skadeklasser, invändiga spillvattenledningar av gjutjärn

Klass	Utseende
1	Spräckt muff
2a	Spräckt rör, utan synlig orsak, 2a1 axiell, 2a2 tangentiell
2b	Spräckt rör till följd av provisoriskt renshål
2c	Spräckt rör till följd av provisorisk anslutning
3	Genomgående punktfrätning med krusta på utsidan
4	Punktfrätning med krusta på utsidan
5	Allmänkorrosion med jämn genomfrätning från utsidan
6	Allmänkorrosion med jämn genomfrätning från insidan
7	Allmänkorrosion från utsidan, ej genom rörväggen
8	Rostfläck på utsidan med rinnmärken
9	Por med rostfläckar
10	Lagning
11	Utbytt del
12	Rostfläck

Skadeklasserna enligt tabell 3.1 har ställts upp under arbetet med besiktningarna och utökats efter hand som nya skadetyper eller avvikelser funnits.

Rörväggen kan ha spruckit både utan synliga orsaker och i närheten av ett hål som tagits upp i rörväggen. Hålet har använts för rensning eller inspektion av ledningen. Det har tagits upp genom att man slagit hål i rörväggen med en dorn eller körnare. Under besiktningen har även exempel på provisoriska anslutningar framkommit. En sådan har gjorts genom att man slagit hål i rörväggen med en hammare och därefter fört in grenröret. Hålet har tätats runt grenröret med kitt och iso-

### Isoleringsband.

Krusta på utsidan av rören är en relativt vanlig skada på gamla rör. Den ser ut som en utväxt på röret och har rödbrun rostfärg och är relativt hård. I torrt tillstånd kan den krossas till ett rödbrunt pulver. Om det funnits rinnmärken under eller kring krustan har man bedömt att det finns ett genomgående hål eller por under den. Rinnmärkena består av rostfärgade avlagringar. Om rinnmärken saknats har krustan eller den underliggande punktfrätningen bedömts som icke genomgående. Att på plats avgöra om det finns ett genomgående hål under en krusta är svårt. Ibland kan rörväggen se oskadd ut under krustan. Provbiter med krustor har därför tagits in för korrosionsteknisk undersökning.

Allmän korrosion på spillvattenledningarna innebär jämn korrosion över ett större område. Detta område är rostfärgat och ser ut som vanligt rostande järn. Om genomfrätningen ser ut att komma från insidan är det oftast svårt att avgöra om det är ren genomfrätning eller en följd av mekaniska skador. Korrosionen från insidan har undersökts mer ingående vid den korrosionstekniska granskningen.

Rostfläckar har till skillnad från krustorna ingen utväxt från rörsidan, utan ligger i nivå med denna. Rostfläckarna kan även ha förbindelse med rinnmärken. Det är dock svårt att på platsen avgöra om det finns ett hål genom rörväggen under dessa.

Porer i rörväggen med rostfläckar har genomgående hål. Porerna har uppstått vid gjutningen.

Lagningar av rören är gjorda för att täcka över och täta skador som uppstått. Skadorna kan vara punktfrätningar eller porer. Lagningarna är ofta gummilappar som lindats fast mot röret med isoleringsband, eller kitt som lagts mot röret och som täckts med isoleringsband.

Utbytta delar i ett gammalt rör innebär troligen att de tidigare delarna blivit obrukbara av någon anledning. Att ledningsdelar bytts ut innebär således att livslängden för originaldelen har upphört.

Rostfläckar på rören kan även förekomma utan att ha förbindelse med några rinnmärken. Det är svårt att avgöra om det finns någon förbindelse med rörets insida, eller om rosten uppkommit endast till följd av utvändigt påverkan. Rostfläckar kan även uppträda på helt nyinstallerade rör till följd av att de legat utomhus och börjat rosta i skador på ytbehandlingen. Då rören målas med vattenlöslig färg framträder rostfläckarna tydligare.

Att ett rör markerats innehålla en skada av ovanstående typ innebär inte att rörets livslängd har upphört. Att avgöra när rörets tekniska livslängd har upphört är ett särskilt problem. Med teknisk livslängd menas när inte röret längre fyller sin uppgift som rör. De skador enligt tabell 3.1 som innebär kraftiga läckor ur röret är egentligen endast klass 2 och 5. Rör enligt klass 3 och 8 förefaller inte kunna släppa genom vatten i större mängd. De släpper troligen ej heller genom luft.

### Konditionsbestämning

.....

För att kunna jämföra rörledningarnas kondition mellan olika hus beräknas antalet skador per meter besiktigad stamledning. Detta tal är ett mått på rörledningens kondition. Talet har även fördelen att man kan få ett konditionsmått från ett hus även om man endast kan komma åt att besiktiga en del av rörledningarna.

Antalet skador per meter rör kan beräknas för rörledningar med olika placering i byggnaden, som olika våningsplan, källare o s v. Skadefrekvensen kan även beräknas för rör med olika dimensioner och för rör med olika användning. Dimensionerna är främst 75, 100 och 150 mm. Användningsområdena är köks-, badrums- och både köks- och badrumsstam.

Detta konditionstalet är inte objektivt, utan kräver att samme besiktningsman klassificerar skadorna i varje fall. Konditionstalet är ej heller direkt kopplat till återstående livslängd.

### Åldersbestämning

.....

För att kunna få en uppfattning om rörledningarnas livslängd måste man veta när de installerades, och hur länge de varit i drift. Drifttiden behöver inte vara lika med den tid ledningen varit installerad, eftersom huset kan ha stått obebott, eller ledningen varit avkopplad.

Att bestämma när ledningen installerats är i de flesta äldre hus mycket svårt. I nyare hus, där ursprungsledningarna sitter kvar, är ledningarnas installationsår lika med byggnadsåret. Byggnadsåret är väl dokumenterat och känt av förvaltare och ägare.

Installationsåret för ledningarna borde också vara känt och dokumenterat i och med att installation av avloppsledningar under lång tid varit byggnadslovspliktigt. Men i många fall har byggnadslov inte sökts, eller så har man endast bytt ut gamla ledningar mot nya vilket inte kräver byggnadslov.

I vissa fall kan man bedöma ledningarnas installationsår med hjälp av köksinredningen, marmordiskbänk eller rostfritt. Om rören är sandgjutna eller centrifugaljutna kan också ge ledtrådar.

VA-ritningar över de flesta besiktigade fastigheterna har beställts från Stockholms Stadsarkiv. Ritningarna har även varit till hjälp vid besiktningarna, för att kunna följa stammarna mellan våningsplanen och avgöra om de använts som köks- eller badrumsstam.

### Besiktning av spillvattenstammarna i fastigheten, Sjökatan 10, Stockholm

.....

Spillvattenledningarna besiktigades okulärt. Detta var den första besiktningen i projektet, varför den även hade till

ändamål att ge en uppfattning om vilka skador som drabbar spillvattenledningar.

Huset byggdes 1880-90. Enligt en VA-ritning försågs huset med WC:n 1928. Då installerades även de två besiktigade WC-stammarna. De två besiktigade köksstammarnas ålder framgår inte av några handlingar. På VA-ritningen anges att befintliga köksstammar anslöts till de nya spillvattenledningarna. Köksstammarna är därför äldre än från 1928. I en av köksstammarna fanns ett centrifugaljutet rör. Övriga rör var sandgjutna. I köken fanns diskbänkar av marmor, vilket tyder på att de installerats under 20-talet. Köksstammarnas ålder sätts till 60 år och toalettstammarnas till 56 år.

För detta hus visas antalet skador både i tabellerna 3.2-3.7 och i figur 3.1 som är kopior av VA-ritningarna.

Tabell 3.2 Antal skador och skadetyper, stam 2, kök, diam 75 mm, 60 år. Se foto figur 3.11

Våning	Stamlängd m	Antal skador						Summa skador	Skador per m
		Typ 1	2a	2b	3	5	7		
BV	3,2	2	1	1	3	1	2	10	3,1
2 tr	3,2						1	1	0,3
Totalt								11 st	Skador/m 1,7

Tabell 3.3 Antal skador och skadetyper, stam 3, kök, diam 75 mm, 60 år. Se foto figur 3.8 och 3.9

Våning	Stamlängd m	Antal skador					Summa skador	Skador per m
		Typ 1	2b	2c	3	7		
BV	3,2	2	1	1	9		13	4,1
1 tr	3,2				8	1	9	3,4
2 tr	3,2				2		2	0,6
Totalt							24 st	Skador/m 2,5

Tabell 3.4 Antal skador och skadetyper, stam 1, toalett och dusch, Diam 100 mm, 56 år

Inga skador på besiktigad del av rörstammen (9,6 m)

Tabell 3.5 Antal skador och skadetyper, stam 4, toalett och dusch, Diam 100 mm, 56 år

Våning	Stamlängd m	Antal skador		Summa skador	Skador per m
		Typ 1	3		
BV	3,2	1		1	0,3
1 tr	3,2		1	1	0,3
2 tr	3,2			0	0
Totalt					2 Skador/m 0,2

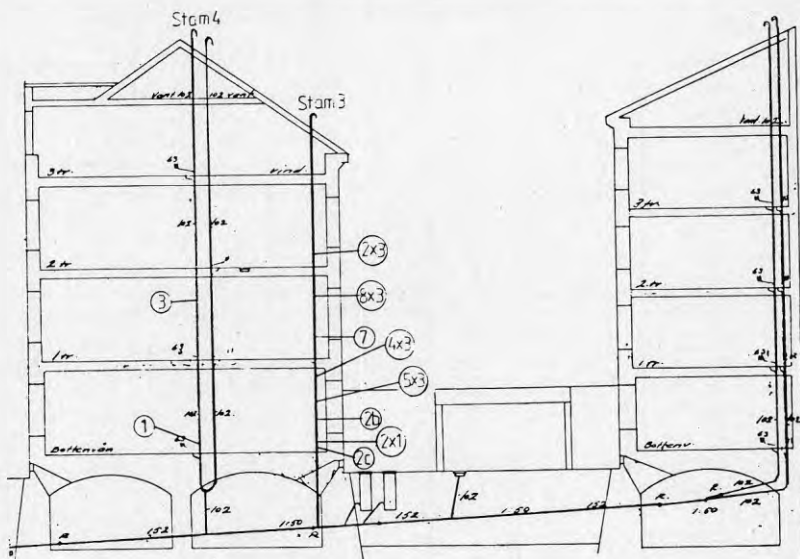
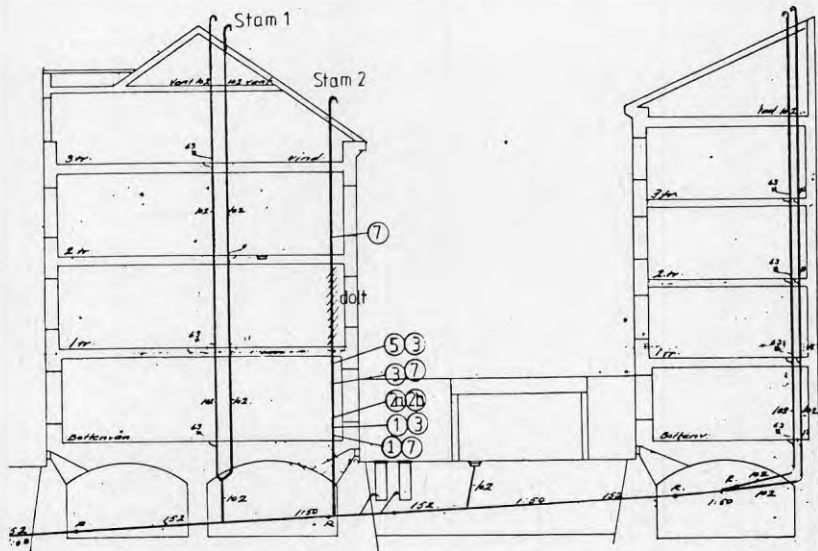


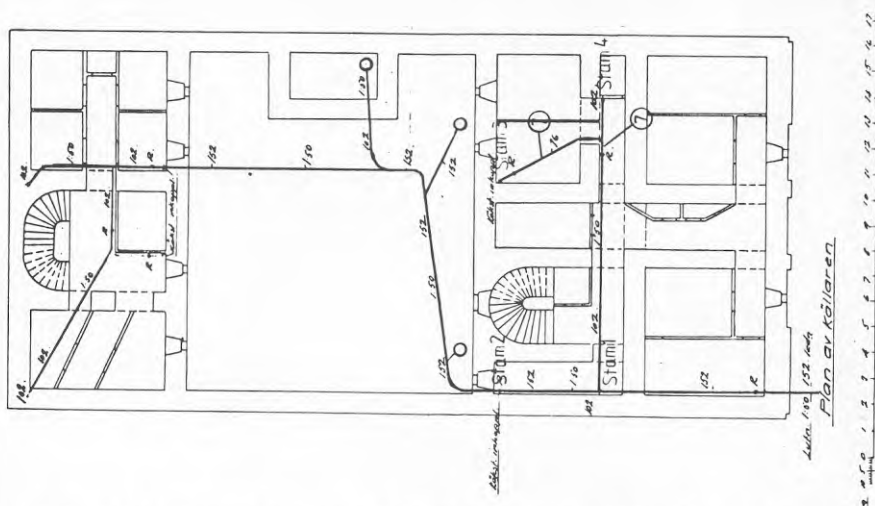
Tabell 3.5 Antal skador och skadetyper, liggande stam i källare, kök, WC och dusch. Diam 100 mm, 56 år

Våning	Stamlängd m	Antal skador Typ 7	Summa skador	Skador per m
KV	16	2	2	0,12

Tabell 3.7 Antal skador och skadetyper, liggande stam i källare, kök, WC och dusch 150 mm, 56 år

Inga skador på besiktigad del av rörstammen (5 m)





Figur 3.1 Avloppsledningar i Sjökattnen 10, enligt VA-ritningar

.....  
 Besiktning av spillvattenledningarna i fastigheten Trasten 14,  
 Stockholm  
 .....

I denna fastighet besiktigades spillvattenledningarna och provbitar från värmesystemet togs ut för korrosionsanalys. Huset byggdes troligen 1903. Redan 1907 byggdes det om. Man installerade badrum, WC och ändrade viss rumsindelning. Avloppet från byggnaden anslöts till en Septic tank på gården. Därifrån gick spillvattnet ut i det kommunala nätet. Septisk tanken kopplades bort i slutet av 30-talet.

I huset installerades centralvärme i slutet av 30-talet. Då gjorde man även andra ombyggnader, som flyttning av kök och ändring av lägenhetsindelning vilket fört med sig ändringar av spillvattenledningarna. Det förefaller troligt att man gjort förändringar i huset även senare. Spillvattenledningarna har dessutom reparerats, genom att skadade delar ersatts med nya centrifugaljutna rör eller med plaströr.

Detta gör det mycket svårt att bestämma spillvattenrörens ålder. Genom att man flyttat kök och ändrat lägenhetsindelningen har man även dragit nya spillvattenledningar, bitvis bredvid de gamla. Detta gör det svårt att bestämma om ledningarna har använts för köksavlopp, eller för WC och bad. Det är även mycket svårt att följa en stam uppifrån och ned, eftersom våtenheterna inte ligger på samma ställe i underliggande lägenheter. Stammarna är ömsom dolda och synliga.

Tabellerna 3.8-3.12 redovisar därför antalet skador och skadetyper endast för rör som varit åtkomliga för besiktning.

Eftersom det inte gått att följa stammarna mellan olika våningar redovisas besiktningens resultat en våning för våning, och

inte stam för stam som tidigare.

Ledningarna kan ha en maximal ålder av 76 år, men ligger troligen kring 50 år.

Tabell 3.8 Antal skador och skadetyper, källare, liggande stam

Diam mm	Längd m	Antal skador Typ	Skador per m
100	10	0	0
150	17	0	0

Tabell 3.9 Antal skador och skadetyper, bottenvåning, lodrät stam

Diam mm	Längd m	Antal skador typ 1 3	Skador per m
65	3,4	0	0
75	3,4	0	0
100	13,6	1 2	0,22

Tabell 3.10 Antal skador och skadetyper, 2 tr, lodrät stam

Diam mm	Längd m	Antal skador typ 2a	Skador per m
75	2	1	0,6

Tabell 3.11 Antal skador och skadetyper, 3 tr, lodrät stam

Diam mm	Längd m	Antal skador typ 1 2a 3	Skador per m
75	3,4	2 17	5,6
100	3,4	1	0,3

Tabell 3.12 Antal skador och skadetyper, 4 tr, lodrät stam

Diam mm	Längd m	Antal skador typ 1	Skador per m
100	3,4	1	0,3

Tabell 3.13 Antal skador och skadetyper, 5 tr, lodrät stam

Diam	Längd	Antal skador	Skador per m
100	3,4	0	0

Besiktning av spillvattenstammarna i fastigheten Divisionen 1,  
Stockholm

Vid besöket togs en provbit från en spillvattenstam i källaren. Stammen var ansluten till både kök, bad och WC. Stammarna var dolt förlagda inom lägenheterna och endast delvis synligt förlagda i källaren.

Huset byggdes 1950 så provbiten hade varit i drift 33 år då systemet byggdes om.

Besiktning av spillvattenledningarna i fastigheten Baggen 15,  
Stockholm

Huset byggdes 1906. Det försågs från början med WC som anslöts till det kommunala avlopps nätet via en septic tank. Under 20-talet grävdes utrymmet under gården ut till en stor källare avsedd för garage och verkstad.

1930 installerades centralvärme och badrum i gathusets lägenheter. Då eller redan på 20-talet anslöts avloppet direkt till avloppsnätet och septisk tanken revs.

1960 byggdes badrummen om och köken förbättrades. Vid denna ombyggnad installerades nya stammar i badrum och kök, samt toaletter i badrummen i gathuset. Tidigare fanns WC-et i ett separat rum som behölls som gästtoalett. Denna stam byttes ej. Stammarna i övriga delar av huset t ex på bottenvåningen behölls också. De många ombyggnaderna och reparationerna gör det svårt att bestämma spillvattenledningarnas ålder. Alla ledningar är inte heller markerade på VA- ritningarna.

I samband med en ny ombyggnad 1984 togs 3 provbitar på spillvattenrör med olika typer av skador. Provbitarna genomgick korrosionsteknisk analys.

Spillvattenledningarna i lägenheterna var dolt förlagda, varför de endast kunnat besiktigas delvis i källare och bottenvåning. I tabellerna 3.14-3.16 anges antalet skador och skadetyper för de besiktigade ledningsdelarna.

Tabell 3.14 Antal skador och skadetyper, bottenvåning, kök, bad och WC-stam. Diam 100 mm, 54 år. Se figur 3.2 och 3.10

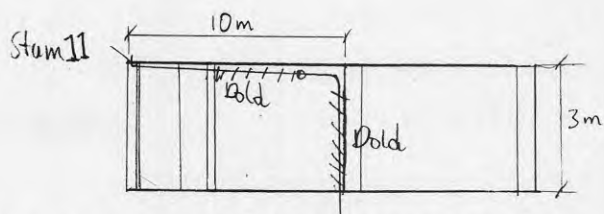
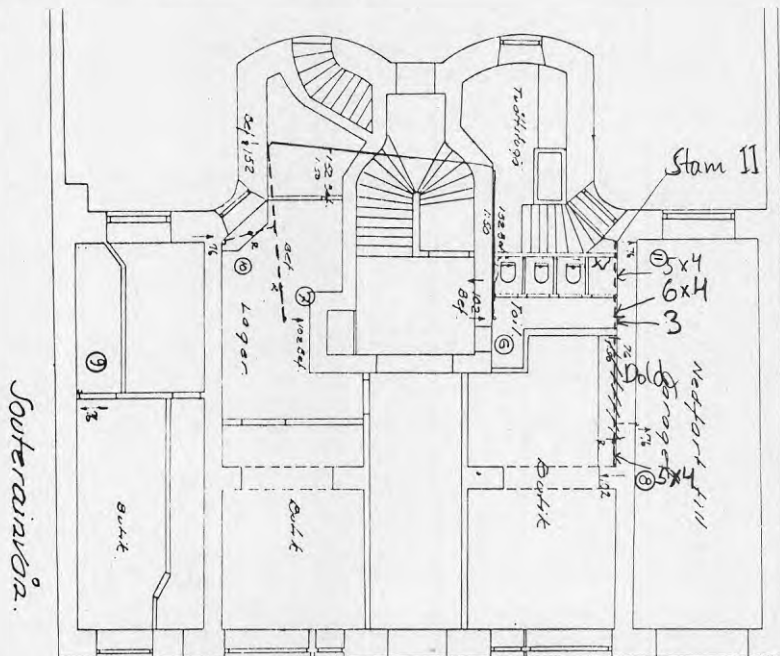
Längd m	Antal skador		Skador per m
	Typ 3	4	
5	1	16	3,4

Tabell 3.15 Antal skador och skadetyper, källare, golvbrunn från butik. Diam 100 mm, 50-60 år

Längd m	Antal skador			Skador per m
	Typ 1	2	6	
2,5	1	1	1	1,2

Tabell 3.16 Antal skador och skadetyper, källare, liggande och stående stam. Diam 150, 50-60 år

Längd m	Antal skador Typ 2a2	Skador per m
25	1	0,04



Figur 3.2 Besiktigade spillvattenledningar på bottenvåningen i Baggen 15

Besiktning av spillvattenstammarna i fastigheten Volontären  
12, Stockholm

I detta hus utfördes både okulär besiktning, utvändigt av spillvattenstammarna och invändig besiktning med TV-kamera i en WC- och duschstam. Dessutom togs en provbit ur WC- och duschstammen. Huset byggdes 1910. Det byggdes om första gången redan 1916. 1920 anlades en stor källare, genom att utrymmet under gården grävdes ut. Under 30-talet revs kakelugnarna och centralvärme installerades.

I köken fanns rostfria diskbänkar, vilket innebär att de är installerade under 30-talet. Därför antas att spillvattenstammarna installerades i mitten av 30-talet d v s 1935. Aldern blir då 49 år.

Antalet skador och skadetyper för 3 spillvattenstammar anges i tabellerna 3.17-3.19.

Tabell 3.17 Antalet skador och skadetyper, stam A, kök. Diam 75 mm

Våning	Stamlängd m	Antal skador				Skador per m
		Typ 3	4	10	11	
BV	2,5	4			1	2
1 tr	2,5	6		1		2,8
2 tr	2,5	1				0,4
3 tr	2,5	2	1	1		1,6
					<b>Totalt</b>	<b>1,7 skador/m</b>

Tabell 3.18 Antal skador och skadetyper, stam B, kök. Diam 75 mm

Våning	Stamlängd m	Antal skador					Skador per m
		Typ 3	4	9	10	12	
BV	2,5				6		2,4
1 tr	2,5		1			6	2,8
2 tr	2,5	1					0,4
3 tr	2,5	2	1		1		1,2
					<b>Totalt</b>		<b>1,7 skador/m</b>

Tabell 3.19 Antal skador och skadetyper, stam C, WC och dusch.  
Diam 100 mm

Våning	Stamlängd m	Antal skador		Skador per m
		Typ 3	12	
BV	3	1	2	1
1 tr	3		5	1,7
2 tr	3		0	
3 tr	0,5		0	
			<b>Totalt</b>	<b>0,8 skador/m</b>

Besiktning av spillvattenledningar i fastigheten Vintergatan  
 .....  
 3, Stockholm  
 .....

Ledningarna besiktigades endast okulärt. Inga provbitar togs eftersom man inte kände till när användningen av avloppet skulle upphöra.

Huset byggdes 1937, med 6 vån och källare under halva huset. I bottenvåningen finns tvättstuga och pannrum samt lägenheter.

I huset finns 7 stammar. Vid besöket inspekterades 2 hela stammar som frilagts vid ombyggnaden. Rören hade från början byggts in bakom en putsvägg i ett hörn. Avloppsrören hade slät yta, utan gjuthud eller spår av kontakt med gjutsand. De hade ingen lätt synlig gjutsöm, men hade ändå förstärkningsring på muffarna. Avloppsrören var märkta D E W. Avloppsrören hade inga synliga läckor i våningarna, men hade skador i BV. I pannrummet hade en bit av stammen bytts ut och i tvättstugan fanns två punkter och två sprickor i anslutningsledningar. Sprickorna var långsgående.

Rören i våningarna hade korroderat på utsidan olika mycket i olika lägenheter. Eventuellt kan någon golvbrunn ha runnit över eller vatten strömmat ut i lägenheten ovanför.

Samtliga rör installerades då huset byggdes 1937 och är därmed 47 år.

Antalet skador av olika typ enligt tabell 3.20-3.22 redovisar våning för våning för varje stam.

Tabell 3.20 Antal skador och skadetyper, stam 5 enligt VA-ritning, kök och WC. Diam 100

Våning	Stamlängd m	Antal skador		
		Typ 4	7	
BV	2,7	2		
1 tr	2,7		1	
2 tr	2,7		1	
Summa	8,1 m	Totalt 4 st		Skador per meter 0,5

Tabell 3.21 Antal skador och skadetyper, stam 7 enligt VA-ritning, kök och WC. Diam 100

Våning	Stamlängd m	Antal skador		
		Typ 7		
1 tr	2,7	1		
2 tr	2,7	1		
3 tr	2,7	1		
4 tr	2,7	1		
Summa	10,8 m	Totalt 4		Skador per meter 0,37

Tabell 3.22 Antal skador och skadetyper, stam 4 enligt VA-ritning, kök och WC. Diam 100

Våning	Stamlängd m	Antal skador Typ 11	Skador per meter
BV	2,7	1	0,37

Besiktning av spillvattenledningar på Kevingeringen, Danderyd

De besiktigade husen byggdes 1957-59. Spillvattenledningarna är ursprungliga och nu ca 25 år gamla. Ledningarna är synligt förlagda i källarvåningen. Eftersom lägenheterna är bebodda kan man endast besiktiga i källarvåningen. I tabell 3.23 anges antal skador och skadetyper för respektive rördiameter. Spillvattenledningarna i källaren utgörs av både kök-, bad- och WC-stammar.

Tabell 3.23 Antal skador och skadetyper, källare, kök, bad och WC, 25 år

Stamlängd m	Diam mm	Antal skador						Skador per m
		Typ 1	3	4	7	8	9	
123	100	1	3	7	1	13	1	0,21
60	150				3			0,05

Besiktning av spillvattenstammarna i en fastighet i Årsta

Detta hus byggdes 1947, vilket innebär att man har använt skristidsmaterial i spillvattenledningarna. Under och efter andra världskriget (ca 43-50) var tillgången på importerade gjutjärnsrör begränsad, varför man "tog vad man hade" till spillvattenledningar. Detta medförde att kvaliteten på ledningarna blev väldigt ojämn. Kvaliteten skiftade både mellan olika hus och mellan ledningarna inom samma hus. Hus från denna period kan därför inte jämföras med de övriga husen, som alla har spillvattenledningar av gjutjärn. I de besiktigade huset var de vertikala stamledningarna av huvudsakligen tubrör. Dessa var i relativt god kondition, utan sprickor eller hål, men de var angripna av allmän korrosion både invändigt och utvändigt.

Som vertikala stamledningar användes även eternitrör, vanliga spillvattenrör och "hemgjorda" rör. Flera rördelar var "hemgjorda", dvs byggda av ihopsvetsade rörbitar från tubrör. De horisontella stamledningarna var av cementrör som lagts på en bädd av sprängsten och sand. Då sanden sjunkit kom cementröret att ligga ojämnt på sprängstenen, vilket medfört att de hade knäckts.

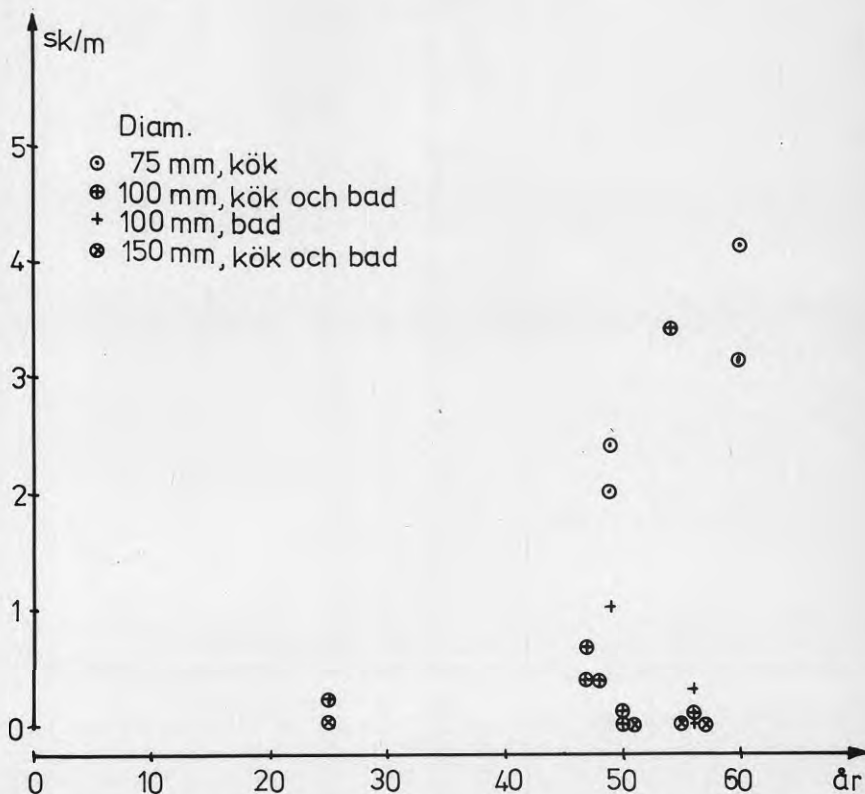


### Resultat av okulära besiktningar

Resultatet av de okulära besiktningarna kan sammanfattas i diagramform. Diagrammen kan användas för att upptäcka om det finns något samband mellan ålder och kondition hos spillvattenrören. Konditionen  $d$  v s antalet skador per meter (sk/m) har lagts in som funktion av åldern i diagram.

Eftersom man enligt figurerna 3.4-3.6 kan förmoda att konditionen hos spillvattenledningar är sämst på bottenvåningarna är värdena för skadefrekvensen i figur 3.3 tagen från bottenvåningarna. Skadefrekvensen anges uppdelad på olika rörtyper genom att spillvattenrör av olika diameter och användning anges med olika tecken.

I de hus där det har varit möjligt att följa spillvattenrören på olika våningar har deras kondition,  $d$  v s antalet skador per meter besiktigt rör på varje våning, lagts in i figur 3.4-3.6. Även här har olika rörtyper angetts med olika tecken, för att man liksom i figur 3.3 skall kunna se om det finns någon skillnad i skadefrekvens mellan olika rör och användningsområden.



Figur 3.3 Antal skador per meter (sk/m) besiktigt spillvattenrör, bottenvåning och källare



### 3.2 Besiktning av värmeledningsrör

Vid besiktningarna av spillvattenrören har även värmerören undersökts. Dessa har genomgående haft så god kondition att något särskilt protokoll inte förts. Det enda korrosionsangreppet som funnits var i fastigheten Volontären 12. Under en diskbänk hade ett rör börjat korrodera utvändigt, troligen till följd av väta från utsidan.

För den korrosionstekniska undersökningen togs 3 provbitar i fastigheten Trasten 14, där man drog om värmestammarna. De befintliga radiatorerna var placerade på de gamla kakelugnar-nas ställe. De nya radiatorerna placerades under fönstren. Provbitarna hade inga synliga angrepp, varken ut- eller in-vändigt. Värmerörens ålder var ca 50 år.

### 3.3 Korrosionsteknisk undersökning

#### Undersökningsmetodik

De provbitar som kunnat tagits vid besiktningarna har undersökts närmare i laboratorium av Korrosionsinstitutet. De har därefter sammanfattat resultatet av sin undersökning i en delrapport som återges nedan.

Syftet med den korrosionstekniska undersökningen har varit att göra en bedömning av ett antal korrosionsskador hos rörledningar vad avser art och orsak samt om möjligt även göra bedömningar beträffande återstående livslängd för röret ifråga.

Provbitarna från besiktningarna har försetts med detaljuppgifter om rören såsom ursprung, system, konstruktionstyp, material, läge, ursprunglig väggtjocklek, installationsår samt drifttid. Dessa uppgifter finns sammanställda i tabell 3.1.

Rören har inspekterats med avseende på olika skadefenomen som beläggningar, korrosionsprodukter, sprickor, frätgropar etc.

I speciella fall har metallografiska snitt tagits ut ur rörmaterialet, slipats och studerats i mikroskop.

Kemiska analyser bl a av grafiterade skikt har utförts.

Intressant material inklusive mikrostrukturer har fotograferats.

Med utgångspunkt från materialets ursprungliga tjocklek har ett försök att grovt beräkna resterande livslängd utförts. Se vidare bilaga 1.

#### Resultat av korrosionsteknisk undersökning

Resultat av inspektioner, inklusive uppskattning av allmänkorrosionshastighet och resterande livslängd framgår av tabell 3.2.

Vidare presenteras ett antal foton, som belyser olika typer av angrepp och strukturer, figur 1-8 i bilaga 1.

### Avloppsrör

Den genomsnittliga allmänkorrosionshastigheten är  $< 0,1$  mm/år. Korrosionstypen är främst grafitfriläggande korrosion och i flera fall bedöms den resterande livslängden vara noll, då rören, som i och för sig håller ihop, har mycket liten mekanisk hållfasthet. Om rören inte utsätts för slag eller annan omild behandling kan det existera en resterande livslängd, som dock är omöjlig att bedöma. I ett fall har rørets återstående livslängd bedömts vara noll, då det har flera hål p g a gropfrätning.

### Värmerör

Dessa rör karakteriseras på insidan av svart oxid (magnetit), som normalt utgör skyddsskikt, vilket bl a medför att allmänkorrosionshastigheten blir mycket låg, i allmänhet 0,001-0,01 mm/år.

Genomfrätning har dock även uppträtt i viss grad, sannolikt bl a beroende på att syrgas förekommit i de aktuella systemen. Trots detta blir resterande livslängd stor, då gropfrätningen varit måttlig. Siffrorna för livslängderna är behäftade med stor osäkerhet p g a extrapolationen, som visar, att värmerör av kolstål kan ha betydande livslängd.

I de inspekterade fallen har däremot inga onormala förhållanden inträffat, som påskyndat korrosion avsevärt. Andra erfarenheter tyder på att vid extrem syreinläckning i systemen eller när rördelarna befinner sig i våt utvändig miljö t ex i badrumsgolv, sker betydligt snabbare angrepp på in- respektive utsidan av rören än vad som här framkommer.

Tabell 3.1 Beskrivning av studerade objekt

Löp nr	Från kvarter och nr	Objekt och system	Typ av konstruktion	Material	Läge H=horisontell V=vertikal	Väningsplan	Ursprunglig tjocklek mm	Installationsår	Drifttid, år
1	Baggen 15	Avloppsrör (från toalett och bad)	Stamledning	Gjutjärn (sand-gjutet)	V	Botten	4 - 6	1930	53
2	Baggen 15	Avloppsrör	Rör anslutet till golvbrunn	Gjutjärn (sand-gjutet)	V	Källare	4 - 6	ca 1930	53
3	Trasten 14	Värmerör (dy = 33 mm)	Kopplingsledning	Smidesjärn	V		4,5	ca 1935	49
4	Trasten 14	Do	Do med mässingskoppling	Smidesjärn	V		4,5	ca 1935	49
5	Trasten 14	Värmerör (dy = 43 mm)	Stam med avstick	Smidesjärn	V		4,5	ca 1935	49
6	Divisionen 1	Avloppsrör (köks- och WC-stam)	Sönderslagen rörända	Gjutjärn (sand-gjutet)	H	Botten	4 (Förstärkn ring=7 mm)	1950	33
7	Baggen 15	Avloppsrör (dy = 75 mm)	Köksavlopp	Gjutjärn (centrifugal-gjutet)	V	I tr	4	1960	23
8	Volontären 12	Avlopp	Toa-stam	Gjutjärn	V	Bv	4	1935	49

Tabell 3.2 Utvärdering av studerade objekt

Löp nr	Från kvarter och nr	Allmänt utseende	Korrosions-typ	Analys av beläggning eller korr produkter	Aterstående godstjocklek, mm	Uppskattad allm korr hastighet mm/år	Bedömn av resterande livslängd år
1	Baggen 15	Inre rostbrunt skikt <sup>1</sup> 15 mm, ett grafiterat skikt 4 mm	Allmän <sup>3</sup> korrosion med lokala angrepp under rostfläckar	Det grafiterade skiktet: 9,75 % C 41,8 % Fe	Obefintlig på stora ytor, men 0 - 2	> 0,08	0
2	Baggen 15	Avlagringar 5 - 10 mm Grafiterat skikt 0 - 3 mm. Rör med längsspricka ca 60 cm. Röret är målat på utsidan (Asfaltfärg?)	Lokal korrosion, talrika rinnmärken och allmän korrosion	Det grafiterade skiktet: 5,75 % C 47,3 % Fe En klump <sup>2</sup> på utsidan innehöll: 33 % C 5,8 % Fe	1 - 3	0,07	0
3	Trasten 14	Svarta avlagringar i röret, obetydlig allmänkorrosion < 0,1 mm	Lokal korrosion. Rostkrustor (Ø 2-4 mm) med gropfrätning < 0,5 mm på enstaka ställen. I övrigt järnoxid (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ) på ytan	-	4,4 - 4,5	0,001-0,01	ca 400 <sup>4</sup>
1) troligen med bl a järn(III)hydroxid och vattenavlagringar				3) här inräknas även grafitfriläggande korrosion			
2) olöslig i lacknafta				4) beräknad på gropfrätningshastigheten.			
Löp nr	Från kvarter och nr	Allmänt utseende	Korrosions-typ	Analys av beläggning eller korr produkter	Aterstående godstjocklek, mm	Uppskattad allm korr hastighet mm/år	Bedömn av resterande livslängd år
4	Trasten 14	Som nr 3 (ovan) ojämn tillverkning	Lokal korrosion som ovan <sup>1</sup> . Tillkommer minst två sprickor i en av böjarna	-	4,4 - 4,5	0,001-0,01	ca 400 <sup>2</sup>
5	Trasten 14	Svart invändigt	Stora korrosionskrustor (Ø 5 - 10 mm) <sup>1</sup> . Frätgropar under (Ø = 10, djup ca 2 mm)	-	4,4 - 4,5	0,001-0,04	60 <sup>2</sup>
6	Divisionen 1	Del av rör. Kraftig yttre korrosion, på vissa ställen 2 - 3 mm. Grafiterat skikt 1 - 2 mm. Gjutjärn 0 - 2 mm	Allmän korrosion	-	0 - 2	0,06 - 0,12	0
7	Baggen 15	Asfaltfärg på utsidan. Invändig avlagring 5 - 10 mm. Det grafiterade skiktets tjocklek är 0 - 2 mm	Under en observerad krusta fanns en por 2 - 2,5 mm Ø (fabrikationsfel) Ingen gropfrätning har observerats, endast grafitfriläggande korrosion	-	1 - 5 (svårt att uppskatta ursprungligt rör var max 7 min 3)	0,087	12 - 58
1) samt i övrigt jämn magnetit på ytorna							
2) beräknad på gropfrätningshastigheten							
Löp nr	Från kvarter och nr	Allmänt utseende	Korrosions-typ	Analys av beläggning eller korr produkter	Aterstående godstjocklek, mm	Uppskattad allm korr hastighet mm/år	Bedömn av resterande livslängd år
8	Volontären 12	Vitmålat på utsidan. Sprickor efter slag vid kapning av röret. Beläggning < 0,5 mm på insidan. Grafiterat skikt 1 - 2 mm	En krusta observerad. Under den fanns endast en por i färgskiktet, vilket medförde yttlig korrosion under skiktet. Inga frätgropar observerades	-	2 - 3	0,02 - 0,04	50 - 150

### 3.4 Invändig inspektion med TV-kamera

Försök med invändig inspektion av en spillvattenledning gjordes i fastigheten Volontären 12. Statens institut för byggnadsforskning i Studsvik utförde inspektionen.

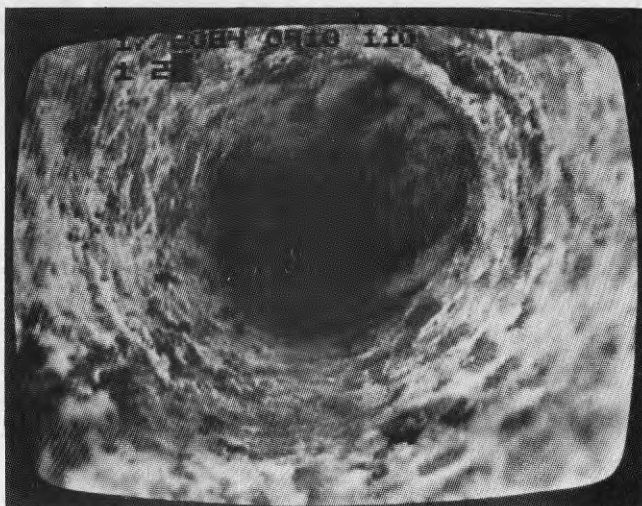
Den stam som inspekterades var stam C enligt tabel 3.19.

Denna stam har en krusta på utsidan, som vid den okulära besiktningen klassats som genomgående p g a rinnmärken. Vid TV-inspektionen var därför målet att kunna upptäcka krustan från insidan av röret. Kameran var för lång för att den skall kunna gå genom en tvär böj. Därför gjordes ett ca 30 cm långt hål i rörväggen på våning 2 tr. genom vilket kameran med det 40 mm stora kamerahuvudet sänktes ned i stammen. Man kunde se att det fanns tunna avlagringar på rörväggarna, men man kunde inte se själva gjutjärnsytan under avlagringarna. Vid nedsänkningen av kamerans passerades först anslutningen till WC på 2 tr. figur 3.7. Man kan se att det fanns något tjockare avlagringar under själva anslutningen, på samma sida som denna. Det är svårt att urskilja skarvarna mellan rören i muffarna. De är täckta av avlagringar. Krustan på BV kunde inte upptäckas från insidan trots att man visste vid vilken nivå den fanns. Kameran sänktes vidare ned till botten av stammen. Avlagringarna inuti stammen täckte rörväggen med ett tämligen jämnt skikt hela vägen uppifrån och ned.

Efter TV-inspektionen togs rördelen med krustan ned och lämnades in till Korrosionsinstitutet för närmare undersökning. Därvid kunde konstateras att krustan endast satt över en por i färgskiktet, och således inte var genomgående. Den hade således inga spår på insidan. Den uttagna provbiten hade däremot ett grafiterat skikt på 1-2 mm.

#### Resultat av TV-inspektionen

TV-inspektionen gav endast få upplysningar om rörens kondition, eftersom rörytan invändigt var täckt av avlagringar. Man kan troligen med denna metod enbart upptäcka större sprickor i rören som är lika stora eller större än en skarv. Det är inte möjligt att se om röret är grafiterat. Däremot kan man se om det är igensatt. Det är således enklare och tillförlitligare att göra konditionsbedömningar av ett spillvattenrör från utsidan. TV-inspektion kräver även en rak stam, utan några sidsprång för att man skall kunna få fram kameran. Kameran måste troligen även sänkas ned via luftningsledningen på taket i de fall då man ej kan få ta hål i rörväggen.



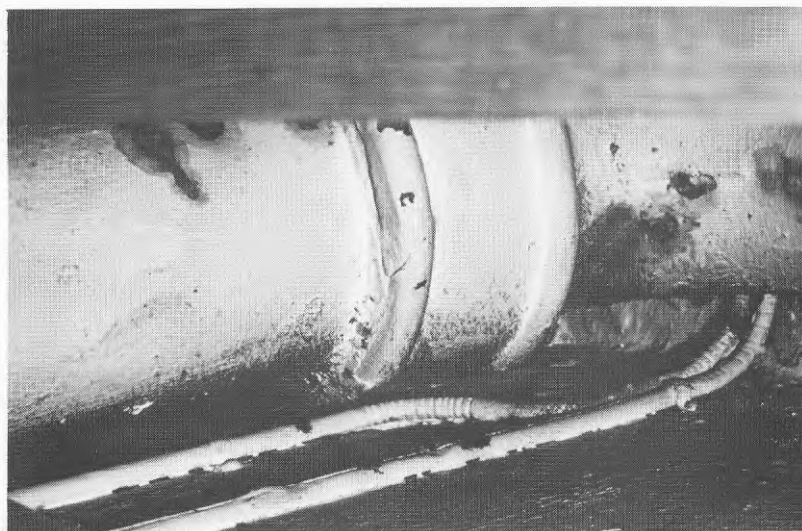
Figur 3.7 Invändig TV-bild av bad- och WC-stam, WC-anslutning på 2 tr



Figur 3.8 Stam 3, 1 tr i fastigheten Sjökatten 10



Figur 3.9 Genomgående punktfrätning med krusta på utsidan skada 3, på stam 3, 1 tr i fastigheten Sjökattnen 10



Figur 3.10 Stam från kök och bad i fastigheten Baggen 15, enligt enligt tabell 3.14. Provbit nr 1 i den korrosionstekniska undersökningen. Röret var helt genomgräferat och rostfläckarna är det som syns från utsidan av det grafiterade skiktet.





Figur 3.11 Stam 2, bv, i fastigheten Sjökattnen 10. Spräckt rör till följd av provisoriskt renshål. Notera det yttre oskadade ljusgrå gjutjärnet i brottytan och det inre svarta grafiterade skiktet.



## 4 UTVÄRDERING

### 4.1 Spillvattenrör

Genom att sammanväga de iakttagelser som gjorts vid den okulära besiktningen med resultaten från korrosionsanalysen kan de skador som drabbat spillvattenrören indelas i nedanstående grupper:

- Allmän korrosion
- Punktskador
- Åverkan

#### Allmän korrosion .....

Den vanligast förekommande typen av allmän korrosion på spillvattenrör är invändig grafitering. Det grafiterade skiktet ökar i tjocklek med ökande driftstid. Efter tillräckligt lång driftstid kan hela röret vara grafiterat. Detta skikt har låg hållfasthet, men har i övrigt samma form som det ursprungliga röret. Det som till utseendet skiljer det grafiterade skiktet från det gråa gjutjärnet är färgen. Detta syns lättast i en brottyta där röret slagits sönder. Skiktet är svart, eller mörkt, medan det oskadda gjutjärnet är grått eller ljust. Det grafiterade skiktet är troligen inte lika vattentätt som gjutjärn. Grafiteringen i ett rör sker inte helt jämnt på hela rörytan, utan gränsen mellan grafiterat och oskadat gjutjärn är vågig. På de ställen där en "vågtopp" tränger genom rörets ytteryta uppträder en rostfläck. Ett rör som är genomkorroderat kan se ut som om det var täckt med rostfläckar. Rostfläckarna kan även växa ut till krustor.

En annan följdskada till grafiteringen är sprickor. Då rörets hållfasthet nedsätts spricker det lättare. Sprickorna kan uppkomma både till följd av påkänningar i röret p g a egen tyngd, inspänning, sättningar i huset o s v, eller till följd av mekanisk åverkan. Mekanisk åverkan kan vara att man slår emot röret då det är placerat i förråd, källarkorridor e dyl.

Hastigheten hos allmänskorrosion är enligt Korrosionsinstitutet under 0,1 mm/år. Detta mått är baserat på ett litet urval av provbitar, vilket inom sig har stora variationer.

Diagrammen över kondition hos spillvattenstammar figur 3.3 -3.6 visar att den rörtyp som är i sämst kondition är köksstammar med 75 mm diameter. Dessa stammar innehåller endast köksavlopp. Den korrosionstekniska analysen visar att de kan vara genomgrafiterade redan efter 30 år. Besiktningarna visar även att spillvattenledningar från kök, bad och WC är mer skadedrabbade än spillvattenledningar från enbart bad och WC.

Prov från kombinerade köks- och badrumsstammar med 100 mm diameter visar att de kan vara genomgrafiterade efter samma tid. Två andra prov visar genomgrafitering efter 55 år. Den rörtyp som är i bäst kondition är kombinerade köks- och badrumsstammar med 150 mm diameter. Inga prover är inlämnade för kontroll av grafiteringen, men deras kondition vid gransk-

ningen är i de flesta fall god. Denna ledningsdimension har 5 mm godstjocklek jämfört med 4 mm i övriga dimensioner.

Stammar som endast används som avlopp från bad eller WC är också i god kondition och enligt den korrosionstekniska granskningen så visar ett prov en trolig tid för genomgrafitering på mellan 100-200 år. En köksstam i 75 mm visade som jämförelse 35-80 år för genomgrafitering.

#### Punktskador .....

Med punktskador menas här skador på spillvattenrören som har begränsad utbredning men relativt stort djup. I tabell 3.1 utgör punktskadorna klass 3, 4, 8, 9 och 12. Det som kallas punktfrätning har ofta en krusta på utsidan. Skadeindelningen i tabell 3.1 är gjord innan resultatet av den korrosionstekniska undersökningen var känt, vilket delvis framgår av att en grafitering inifrån och ut, genom rörväggen vid besiktningen klassats som en punktfrätning, beroende på att den utifrån sett ut som en punktfrätning. Den har vid korrosionsteknisk granskning visat sig vara det som syns på utsidan av ett allmänt korrosionsangrepp på insidan.

Även det motsatta har inträffat, d v s det som från utsidan sett ut att vara ett genomgående hål, eller punktfrätning, var i själva verket endast ett angrepp på utsidan. Ett exempel på detta var det rör som granskades invändigt med TV-kameran. Först vid den korrosionstekniska granskningen (prov nr 8) visade det sig att det inte fanns något genomgående hål under krustan eller rostfläcken.

Vid den korrosionstekniska granskningen har man även funnit krustor med genomgående hål under. Hålet visade sig vid den korrosionstekniska granskningen vara en por som troligen uppstått vid gjutningen. (Prov nr 7)

Rostfläckar på utsidan kan, som nämnts vid beskrivningen av skadeklasserna, vara utvändiga och helt utan förbindelser med rörets insida. De kan också vara det övre på ett grafiterat skikt som brutit genom rörväggen.

Att en punktskada har förbindelse med rinnmärken är heller inget säkert tecken på att den är genomgående, vilket framgår av prov nr 7.

Den enda skadetyper som från början klassats som punktskada och som efter den korrosionstekniska utvärderingen visat sig med säkerhet vara en punktskada är skadeklass 9 d v s porer i gjutgodset. Porer har vid denna undersökning funnits i både centrifugal- och sandgjutna rör.

#### Åverkan .....

Den vanligaste skadan till följd av åverkan är s k rens- eller inspektionshål i rörväggen. Dessa hål har tagits upp vid stopp i spillvattenledningen. En dorn, eller körnare har därvid slagits genom rörväggen så att ett cirkulärt hål har bil-

dats. Detta hål har sedan i de flesta fall tätats med en träplugg, eller på senare tid med Plastic padding. Då röret i övrigt är oskatt medför inte denna försvagning någon ytterligare skaderisk, men om röret dessutom angripits av allmänkorrosion på insidan blir hålen centrum för ytterligare sprickbildning.

#### Sammanfattning

Okulärbesiktning och korrosionsteknisk granskning visar att spillvattenrören drabbas av grafitfriläggande korrosion på insidan. Denna typ av korrosion ändrar inte rörmaterialets form, utan sätter endast ned rörets hållfasthet och troligen även täthet. På de ställen där den grafitfriläggande korrosion tränger genom rörväggen uppträder en rostfläck eller krusta, d v s en utväxt, på rörets utsida. Den grafitfriläggande korrosionen är att betrakta som ett allmänt korrosionsangrepp.

Den skada som är en ren punktskada förorsakas av porer i gjutgodset. Porerna har uppstått vid gjutningen av röret.

En skada till följd av åverkan är s k renshål i rörväggen som tagits upp vid inspektion eller rensning. Renshålet kan bli centrum för sprickbildning då rörets hållfasthet nedsatts genom den grafitfriläggande korrosionen.

#### 4.2 Värmerör

De provbitar som tagits visar vid den korrosionstekniska granskningen att livslängden för dessa rör är avsevärt längre än för spillvattenrör. De tre provbitar som tagits är ca 50 år gamla och har mycket liten jämn avfrätning på insidan, s k allmänkorrosion. Den har uppskattats till mellan 0,001-0,04 mm/år. Insidan av rören är belagd med svart magnetit. Däremot förekommer lokala korrosionsangrepp med frätgropar upp till 2 mm djup. Om man genom linjär extrapolation beräknar den återstående livslängden med avseende på lokal korrosion så blir den för två av provbitarna 400 år och för den tredje 60 år. Livslängden anses upphöra då botten på frätgropen nått rörets ytteryta. Här råder inget tvivel om när livslängden upphör, som för spillvattenrör där endast hållfastheten nedsätts.

Eftersom de tre provbitarna varit i drift i ca 50 år är den totala livslängden 450, 450 och 110 år. Det är anmärkningsvärt att livslängden varierar så mycket mellan provbitar ur samma uppvärmningssystem. Den korrosionsmässiga belastningen på systemet, t ex i form av påfyllning av nytt syrerikt vatten har varit lika för de tre bitarna. Man måste också ta hänsyn till att en livslängdsförutsägelse som denna inte har någon större noggrannhet, varför det är svårt att dra några slutsatser om värmerörens livslängd, utgående från detta materialet. Enligt den korrosionstekniska undersökningen har detta system ej varit utsatt för större korrosionsmässiga påkänningar än vad som kan anses vara normalt för denna typ av rörsystem.



## 5 RESULTAT

### 5.1 Livslängd

Ett spillvattenrörs livslängd bestäms av:

- korrosionsbelastning
- kvalitet vid tillverkningen

Variationerna i livslängd hos spillvattenrör och värmeledningsrör beror troligen inte så mycket på variationer i kvalitet hos själva materialet som på variationer i belastningen från korrosionssynpunkt.

Detta förmodande stärks av att köksavlopp är i sämre kondition än badrumsavlopp, och av att ledningarnas kondition konstaterats vara sämre på bottenvåningarna. Spillvattnet i köksavlopp är mer korrosivt än i badrumsavlopp och den nedre delen av ledningarna utsätts för fler korrosiva utsläpp än den övre.

Det statistiska materialet, d v s antalet prov på rör och antalet konditionsundersökningar, är för litet för att kunna bestämma vilken typ av statistisk fördelning som rörledningarnas livslängd tillhör, och för att kunna beräkna en medellivslängd.

Avloppledningar kan enligt denna undersökning delas in i olika grupper när det gäller livslängd, som ordnade efter ökande livslängd är köksstammar 75 mm, kombinerade köks- och badrumsstammar 100 mm, enbart badrumsstammar 100 mm och kombinerade köks- och badrumsstammar 150 mm.

Av gruppen kombinerade köks- och badrumsstammar 100 mm finns tre livslängdsuppgifter enligt den korrosionstekniska granskningen. Dessa livslängder avser tid till genomgrafitering av rörväggen. Livslängderna är 33 år, 53 och 53 år.

Antalet värden är för litet för att kunna beräkna ett meningsfullt medelvärde. Det intressanta med dessa värden är i stället att de visar att det är möjligt att spillvattenrör som används för hushållsspillvatten kan bli genomgrafiterad redan efter 30 år.

Man kan således säga att det finns risk för läckage i ett spillvattensystem som är 30 år gammalt. Att ange en övre gräns för ett spillvattensystems livslängd är däremot svårare. Denna undersökning tyder dock på att alla spillvattensystem äldre än 50 år normalt har drabbats av läckor.

### 5.2 Reparationsmöjligheter

Eftersom korrosionsangreppen i ett spillvattensystem inte är likformigt fördelade i systemet, utan först uppträder på de lägre våningarna kan livslängden för hela systemet förlängas genom punktvisa reparationsinsatser på de ställen där skador först inträffar.

För att det skall vara lönsamt att göra punktvisa repara-

tionsinsatser krävs att kvaliteten i systemet är likformig, d v s samtliga ledningar är av samma material. I ett hus med spillvattenledning av kristidsmaterial är kvalitetsvariationen på rörmaterialen så stor att de enskilda rördelarnas livslängd beror mer på utgångskvaliteten. Till exempel kan hängjorda rördelar ha mindre godstjocklek än övriga delar.

Nyttan med att göra punktvisa reparationer beror även på hur gammalt rörsystemet är. I ett ungt system, yngre än 30 år, är det större chans att den först uppträdande läckan är en följd av lokala påfrestningar. I ett gammalt system är risken större att en skada är ett tecken på att hela systemets livslängd är på väg att upphöra, d v s att stora delar av systemet är genomgrafiterat.

### 5.3 Behålla eller byta

Undersökningen visar att spillvattenrör för hushållsavlopp kan vara genomgrafiterade redan efter 30 år. Den visar också att livslängden för en stam som används för enbart bad och dusch kan ligga mellan 100-200 år.

Om man vid en större reparation i en fastighet räknar med att spillvattensystemet kommer att användas mer än 30 år bör man i samband med reparationen undersöka systemets kondition. Detta kan göras genom att man tar ut provbitar ur en eller flera stammar som innehåller köksavlopp. Stammen skall ha dimension 75 eller 100 mm. Provbitarna tas på bottenvåning eller i källare. Provbitarna kan skäras bort ur spillvattenröret och ersättas med en bit nytt rör. Brottytan i den uttagna biten undersöks för att se hur långt grafiteringen nått. Provbitens mekaniska styrka framträder redan vid avskärningen. I svårbedömda fall bör man lämna in prover för korrosionsteknisk analys.

Genom linjär extrapolation av grafiteringsdjupet kan man få en uppfattning om återstående livslängd. Vid bedömningen av om den på detta sätt framtagna återstående livslängden kommer att räcka till nästa större ombyggnad av huset bör stor säkerhetsmarginal, t ex säkerhetsfaktor 2 väljas. Den uppskattade återstående livslängden bör således vara dubbelt så stor som den önskade, eftersom denna metod är behäftad med osäkerheter.

### 5.4 Konditionsbedömning

Vid bedömning av spillvattenledningars kondition används ofta metoden att slå på ledningen med t ex en hammare och lyssna på klangen. Om röret har klar metallklang anses det i god kondition och om det har plastig ihålig klang anses det dåligt. Vid försök med denna metod har vi funnit att ledningar som varit grafiterade har en plastig klang, men att klangen även beror på hur röret är inspänt, och på närheten till skarvar. Klangen beror troligen också på hur stora avlagringar som finns i röret. Tjocka avlagringar ger dov klang.

En dov klang från ett spillvattenrör tyder således antingen på avlagringar eller på grafitering. Man kan inte med ledning



av klangen avgöra hur tjockt det grafiterade skiktet är och således inte avgöra hur stor den återstående livslängden kan vara.

### 5.5 Igensättning

De provbitar av spillvattenrör som tagits för korrosionsteknisk granskning har i varierande grad varit försedda med invändiga avlagringar. Köksavlopp hade tjocka avlagringar och rör för enbart bad- och toalettavlopp hade tunna avlagringar. Tjocka avlagringar sänker kapaciteten hos röret. Kan det inte rensas på att det går sönder är rörets livslängd att betrakta som slut.

Ett spillvattenrör kan bli igensatt på avsevärt kortare tid än det tar för korrosionsskadorna att utvecklas.

### 5.6 Rensning av spillvattenrör

Det är känt sedan tidigare att det är omöjligt att rensa gamla avloppsrör eftersom de går sönder vid rensningen. Denna erfarenhet stämmer överens med att genomgrafiterade rör inte har någon mekanisk hållfasthet. Därför bör man vid gamla installationer kontrollera före rensningen hur stor del av rörväggen som återstår för att kunna bedöma om röret håller att rensa och för att bättre kunna avgöra vilken metod som skall användas vid rensningen.



## 6 REKOMMENDATIONER

### 6.1 Besiktningar

I rutinerna för förebyggande fastighetsunderhåll bör ingå besiktningar av spillvattenrören när dessa nått en ålder av ca 25 år. Besiktningen kan vara okulär, d v s besiktning från utsidan av de rör som är synliga i husets källare eller bottenvåning. Den rördimension som är viktigast att besiktiga är 75 mm köksstammar, därefter 100 mm köks- och badrumsstammar. Stammar med 150 mm diameter har så god kondition att de inte behöver besiktigas förrän efter 40 år.

Efter den första besiktningen är det lämpligt med periodiska besiktningar.

Resultaten av besiktningarna kan användas för att göra prognoser om systemets livslängd och därmed för att kunna uppskatta när spillvattensystemet i hela huset kräver utbyte. Besiktningarna kan även användas som underlag för reparationer eller utbyte av skadade delar. Undersökning av skadade delar som bytts ut ger större möjlighet till att uppskatta den återstående livslängden genom att bestämma grafiteringsdjupet.

### 6.2 Projektering

För att öka livslängden för avloppssystemen bör man vid nyinstallation undvika att dra separata köksstammar. Man bör istället försöka välja gemensamma stammar för kök och bad/WC. Bad och WC ger ränspjning av stammen, så att det korrosiva köksspillvattnets verkan reduceras.

Vid installation av spillvattensystem kan man sätta in speciella provbitar. I t ex MA-system kan en kortare rörsträcka placeras mellan två svep så att röret senare enkelt kan demonteras och ersättas med en ny rördel. Det demonterade röret kan då undersöks med avseende på grafitering, för att kunna fastställa påkänningen från korrosionssynpunkt.



## 7 FÖRSLAG TILL FoU-INSATSER

Projektet har visat att bl a följande frågor är angelägna att arbeta vidare med:

- Klargöra korrosionsmekanismerna vid grafitering av gjutjärn. Vilka faktorer påskyndar grafiteringen? Hur inverkar pH, konduktivitet, temperatur o s v.
- Finns några ämnen i moderna tvätt- och diskmedel som påverkar gjutjärnet.
- Minskar grafiteringshastigheten med ökande tjocklek på det grafiterade skiktet, d v s minskar grafiteringshastigheten med tiden?
- Är grafiteringen beroende av olika gjutjärnskvaliteter, grått, vitt, kiselhalt etc?
- Påverkar invändig ytbehandling gjutjärnsrörens livslängd?
- Utveckla bättre undersökningsmetoder, som kan användas för att bestämma det grafiterade skiktets tjocklek. Kan man fastställa den återstående godstjockleken med ultraljudsmätning från utsidan? Kan man använda någon metod som mäter skillnader i magnetiska egenskaper mellan gjutjärn och grafiterat gjutjärn?
- Fortsatt utveckling av nya rörmaterial som klarar de belastningar som kan uppträda i form av korrosion, temperaturpåkänningar, brand, mekaniska påkänningar.
- Fortsatta fältundersökningar av olika typer av rörledningar i byggnader för att få bättre underlag för bestämningen av medellivslängder och spridningsintervall.



## 8 LITTERATUR

- Alrutz E T, 1929, Synpunkter på installation av vattenledning i byggnad. Byggmästaren, Allmänna upplagan, 1929, s. 93-94
- Berglund D T, 1965, Störningar i köksavloppssystem, (Byggeforskningen) Rapport 115, 164 sid. Stockholm 1965
- Berndtsson L m fl, 1980, Installationer i flerbostadshus byggda 1930-1955 (Byggeforskningsrådet) R59:1980, 114 sid.
- Brennert S, 1968, Materiallära (Maskinaktiebolaget Karlebo) 348 sid. Göteborg 1968
- Danielsson H J & Jacobsson M, 1948, Byggnadssätt och byggnadskostnader i Stockholm 1883-1939 (Byggeforskningen) Meddelande nr 11, Stockholm 1948
- Karlgren L, Lundström K, Olsson E, Tullander V, 1979, Household Waste Water, composition and properties (Statens institut för byggnadsforskning) M77:16E, ca 100 sid, Gävle 1979
- Larsson J H 1941, Orientering i förslaget till "Särskilda föreskrifter angående avloppsledningar för spillvatten inom hus och tomter i Stockholm" (Sveriges rörledningsfirmors förening) Rörinstallatören nr 8, aug 1941, årg 10, s. 165-170
- Nilsson B, 1963, Inomhusavlopp (Förlags AB VVS) VVS-Handboken, s. 573-583
- Olsson E, 1967, Hushållsspillvattnet - sammansättning och egenskaper (Statens institut för byggnadsforskning) Arbetshandling 1:1967, 216 sid. Stockholm 1967
- Wedin O, 1973, Självfallsledningar av gjutjärn - några allmänna synpunkter på korrosionsriskerna (Korrosionsinstitutet) Korrosion i rörsystem för sötvatten, 5-6 juni 1973, 1973:8124 Reg nr 995
- Byggnadskonsten, 1898, Uppfinningarnas bok, I, Byggnadskonsten dess utveckling och medel, byggnaders belysning, uppvärmning, luftväxling, ortanläggningar, stadsplaner m m (AB Hiertas bokförlag) 675 sid. Stockholm 1898
- Byggmästaren 1933, Nr 12, Allmänna Uppl. 8, s. 63-64.
- Korrosionsforebyggelse i boligbyggeriets VVS-installationer, (Statens Byggeforskningsinstitut) SBI-anvisning 95, 74 sid. Köbenhavn 1973
- Korrosionsforebyggelse i VVS-installationer, (Statens Byggeforskningsinstitut) SBI-anvisning 129, 136 sid. Köbenhavn 1982
- Rörinstallatören, 1936, (Sveriges rörledningsfirmors förening) nr 1, 1936, s. 20
- Rörinstallatören, 1937, Meddelande från Sveriges Maskinindustri-förenings Standardiseringskommitté, (Sveriges rörledningsfirmors förening) Rörinstallatören nr 10, 1937, p. 219-222

VA-Byggnorm, 1970, (Statens Planverk) Publikation nr 34, SBN -  
S kap 51, p. 157, Stockholm 1970

Vandskadeundersøgelse, 1981, (Teknologisk instituts forlag) 1 utg.  
3:e uppl. 1982, 69 sid. Tåstrup, Danmark

Vattenskador i villor och flerfamiljshus, (Försäkringsbolagens  
byggreparationskommitté) 21 sid.



## Bilaga 1

## Uppskattning av resterande livslängd

Korrosion kan förekomma bl a som lokal eller allmän korrosion.

Korrosionshastigheten (c) för allmän korrosion har beräknats på följande sätt:

$$c = \frac{t_1 - t_2}{T}$$

där  $t_1$  = rörets ursprungliga godstjocklek, mm

$t_2$  = observerad godstjocklek vid inspektionen, mm

T = antal driftår

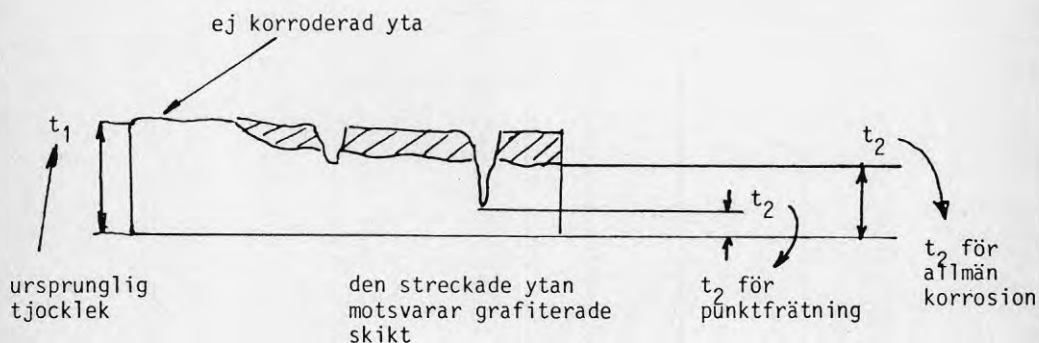
Resterande livslängd (år) fås ur

$$\frac{t_2}{c}$$

vilket innebär linjär extrapolation.

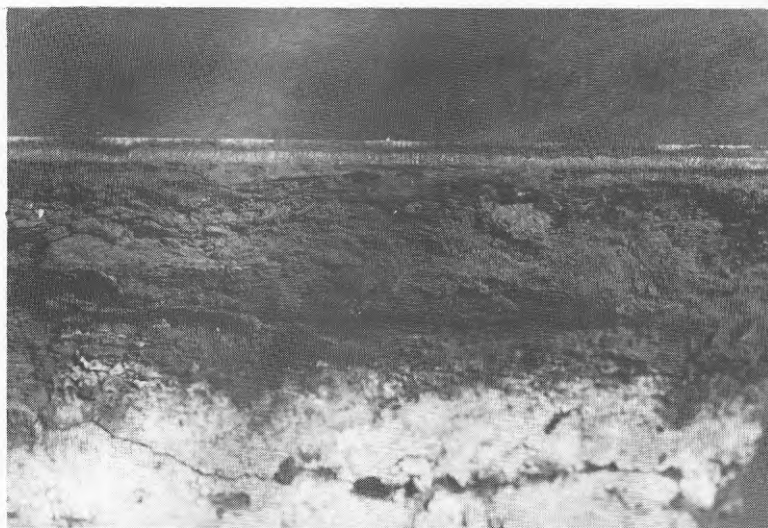
För lokal korrosion gäller i princip samma beräkningsgrunder, med  $t_2$  betyder då resterande godstjocklek under den djupaste frätgropen.

Figuren illustrerar förhållandet:





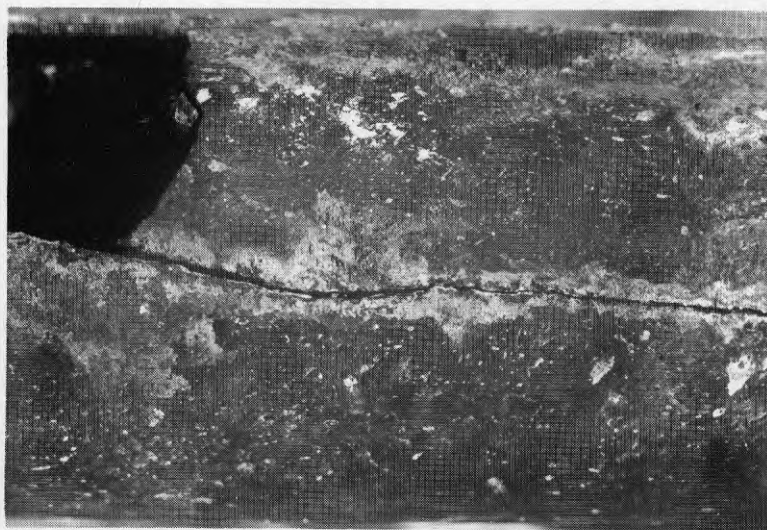
Figur 1 "Baggen 15". Prov 1.  
Vy av insidan med avlagringar



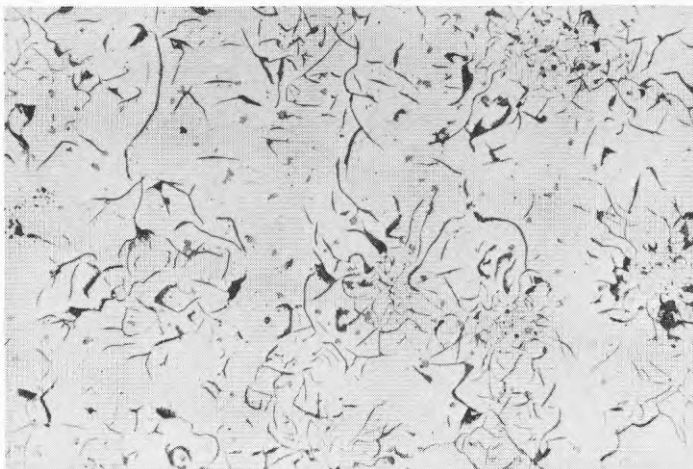
Figur 2 "Baggen 15". Prov 1.  
Insida, som visar de olika skiktens storlek. Det  
överst liggande vita skiktet är stål. Den grå zonen,  
här ca 2,5 mm tjock, är det grafiterade skiktet



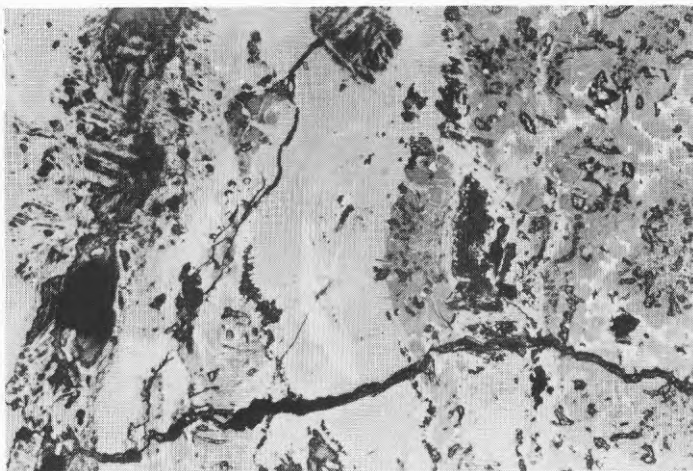
Figur 3 "Baggen 15". Prov 1.  
Frätgropar. (Provet betat i Clarks lösning, som avlägsnar korrosionsprodukter).



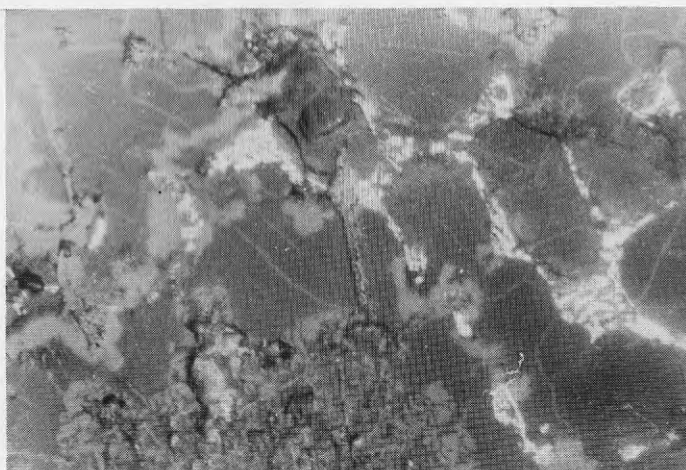
Figur 4 "Baggen 15". Prov 2.  
Rör med spricka från utsidan. Hål uppkommit genom mekanisk påverkan



Figur 5 "Baggen 15". Prov nr 2.  
Struktur av grått gjutjärn (200X), som bedöms vara normal



Figur 6 "Baggen 15". Prov nr 2.  
Grafiterat skikt (200X). Observera sprickorna i skiktet

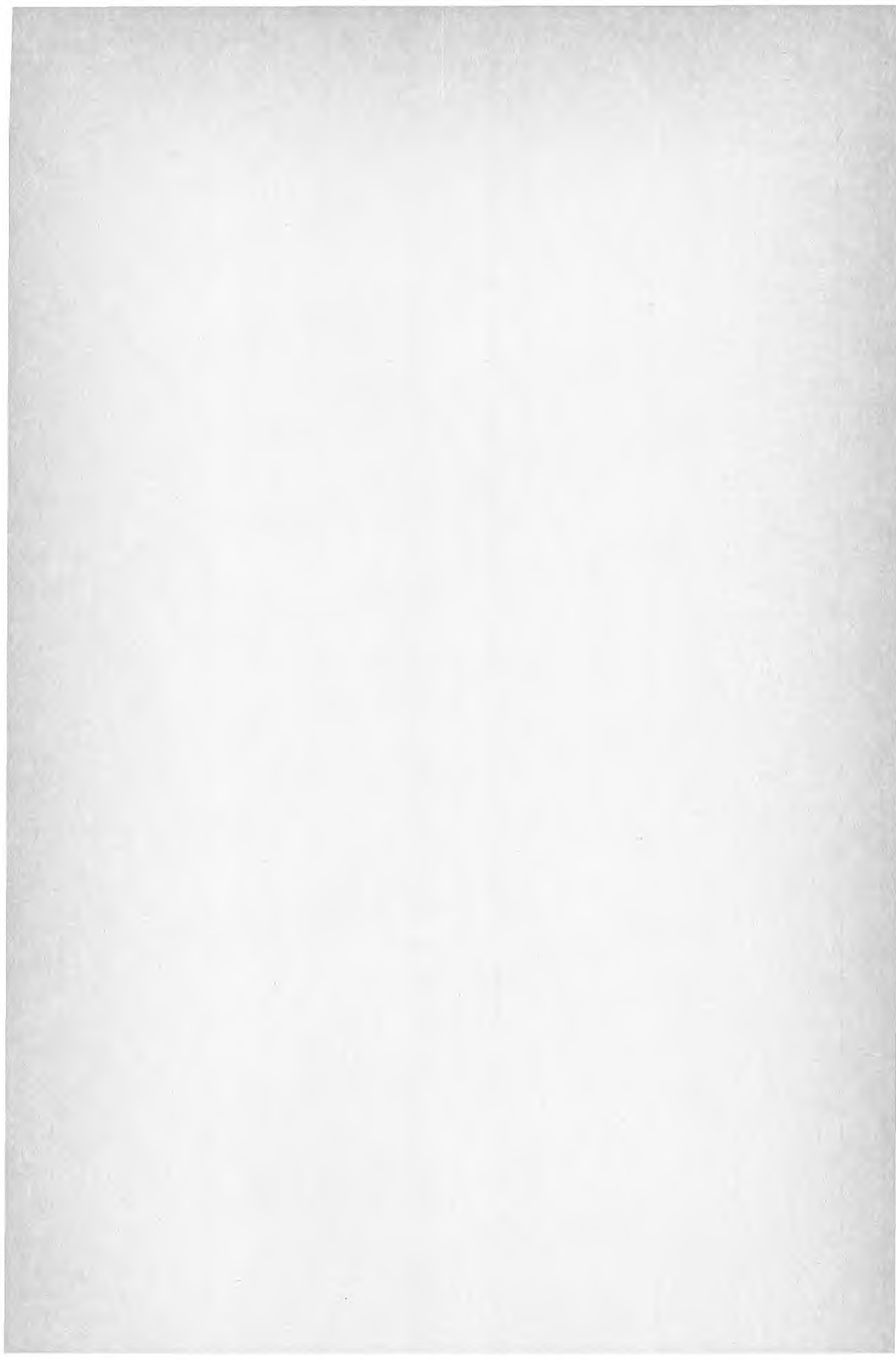


Figur 7 "Baggen 15". Prov 2.  
Gjutjärnsstruktur hos grafiterat skikt i 1000X. De  
mörka partierna är grafiterade



Figur 8 "Trasten 14". Prov 4.  
Värmerör med oxidstråk i skarven, vilka sannolikt  
uppstått vid tillverkningen. 10X













Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830893-6  
från Statens råd för byggnadsforskning till Wahlings  
Installationsutveckling AB, Danderyd.

R78: 1985

ISBN 91-540-4406-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6705078

Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer

Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm

Cirka pris: 30 kr exkl moms