



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

R84:1990

VVS-installationers livslängd

Etapp 3. Kontors- och förvaltnings- byggnader

Arne Jönsson

Sören Lindgren

R/JK

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



Byggeforskningsrådet

R84:1990

VVS-INSTALLATIONERS LIVSLÄNGD

Ettapp 3. Kontors- och förvaltningsbyggnader

Arne Jönsson
Sören Lindgren

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 850707-8
från Statens råd för byggnadsforskning till Wahlings
Installationsutveckling AB, Danderyd.

REFERAT

Rapporten redovisar reslutaten från ett projektet som syftat till att ta fram verkliga livslängder för rörsystem i kontors- och förvaltningsbyggnader. Det är en fortsättning på "Livslängd hos spillvatten och värmerör i flerbostadshus, R78:1985".

I rapporten presenteras undersökningen som bedrivits genom besiktning av avloppsledningar i 6 byggnader och genom att provbitar har tagits för korrosionsteknisk analys. Dessutom har en metod för att bedöma ekonomin för att byta eller behålla ett rörsystem utarbetats.

Av rapporten framgår att spillvattenrörens kondition i kontorshus beror lika mycket på den ursprungliga kvaliteten som på användningstiden. Antalet skador/m rör är väsentligen mindre än i flerbostadshus. I kontorshus är förutsättningarna för att förlänga spillvattensystemets livslängd bättre än i flerbostadshus.

Regnvattensystem är troligen i bättre kondition än spillvattensystem av samma ålder.

Värmerören är liksom i flerbostadshusen i god kondition, dvs inga skador kunde upptäckas vid besiktningarna.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R84:1990

ISBN 91-540-5252-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

gotab Stockholm 1990

<u>INNEHÅLL</u>	<u>Sida</u>
SAMMANFATTNING	5
FÖRORD	7
1 BESKRIVNING AV RÖRSYSTEM	9
1.1 Spillvatten, regnvatten	9
1.2 Köldbärarledningar	10
1.3 Luftvärmare	11
1.4 Induktionsapparater, radiatorer	12
2 KRITERIER FÖR ATT BYTA ELLER BEHÅLLA	13
2.1 Byte av system	14
2.1.1 Prognos över driftkostnad	15
2.1.2 Prognos över investering	16
2.1.3 Val av alternativ	17
2.2 Byte av komponenter	19
3 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR	23
4 BESIKTNINGAR	25
4.1 Skadetyper	25
4.2 Objekt	25
4.2.1 Wårbergs Centrum	25
4.2.2 Sparbössan 1	29
4.2.3 Brunkhuvudet 1	31
4.2.4 Posten 1	32
4.2.5 Landstingshuset	34
4.2.6 Uppfinnaren 1	36
5 UTVÄRDERING	41
5.1 Observerade skador	41
5.2 Uppskattad skadefrekvens	44
5.3 Beräkningsexempel	44
6 RESULTAT	47
7 FÖRSLAG TILL FORSKNINGSSOMRÅDEN	49
LITTERATUR	51
Bil. 1 Korrosionsinstitutet, Undersöknings- protokoll 880622	
Bil. 2 Korrosionsinstitutet, Undersöknings- protokoll 890302	

SAMMANFATTNING

Projektet har syftat till att ta fram livslängdsdata baserade på verkliga livslängder för rörsystem i kontors- och förvaltningsbyggnader. Arbetet är en fortsättning på ett BFR-projektet som redovisades i "Livslängd hos spillvatten och värmerör i flerbostadshus, R78:1985".

Denna undersökning har inriktats på spillvatten-, regnvatten- och värmerör. Den har bedrivits genom okulärbesiktning av rörledningarna i 6 byggnader och genom att provbitar har tagits av rörmaterialet för korrosionsteknisk analys.

Undersökningen visar att spillvattenrörens kondition i kontorshus beror lika mycket på den ursprungliga kvaliteten som på användningstiden. Antalet skador/m rör är väsentligen mindre än i flerbostadshus. Frekvensen för läckande skador ökar efter ca 20 års användningstid och ökar ytterligare efter 70 års användningstid.

I kontorshus uppträder grafitisk korrosion på spillvattenrör av gjutjärn men många skador beror även på porer och sprickor. Både porer och sprickor kan vara gjutfel.

I kontorshus är förutsättningarna för att förlänga spillvattensystemets livslängd bättre än i flerbostadshus, eftersom man kan reparera skador som beror på fel i rörgodset. Om felet beror på läckande porer kan man tätta dem. Om enstaka rör spricker är det tillräckligt att byta det spruckna röret. Innan man byter ut eller reparerar spillvattensystemet bör man ta provbitar för att se hur långt den grafitiska korrosionen hunnit.

Undersökningen tyder på att regnvattensystemet troligen är i bättre kondition än spillvattensystemet av samma ålder.

Värmerören är liksom i flerbostadshusen i god kondition, dvs inga skador kunde upptäckas vid besiktningarna.

Rapporten redovisar en metod för att bedöma ekonomin för att byta eller behålla ett rörsystem och en metod för att bedöma byte av komponenter. Båda metoderna utgår från konsekvens-kostnaden av en vattenskada och från kostnaden för att förhindra skadan. Med detta synsätt fås olika livslängd beroende på t ex skadekostnad. En låg skadekostnad gör att man inte behöver byta för än röret läcker, vilket ger lång livslängd.

FÖRORD

Denna rapport redovisar etapp 3 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 minska underhållskostnaderna.

Av etapp 1 framgick att de flesta nu tillgängliga livslängdsdata är baserade på intervjuer och att det bästa sättet vid bedömning av livslängder är att utgå från verkliga livslängder från komponenter som blivit utbytta. Etapp 2 inriktades därför på att samla in verkliga livslängdsdata för rörledningar i flerbostadshus. Främst från spillvatten- och värmerör.

I denna etapp 3 har undersökningen avsett livslängder och skador på rörledningar i sex kontors- och förvaltningsbyggnader med inriktning på spillvatten, regnvatten, och köldbärarledningar. Ledningarna har besiktigats utifrån med avseende på skador och om möjligt har provbitar tagits för korrosionsteknisk undersökning i laboratorium. Från vissa anläggningar har även drifterfarenheter av rörsystem för luftvärmare, induktionsapparater och radiatorer inhämtats.

Arbetsstapp 3 har följts av en referensgrupp med följande medlemmar:

Lennart Dahl, Korrosionsinstitutet
Nina Dawidowicz, Byggforskningsrådet (adjungerad)
Christer Fougner, Nils B Nilsson AB
Svante Lindeborg, Gustavsberg AB
Lars Waldner, Statens Provningsanstalt

Utredningsarbetet har bedrivits vid Wahlings Installationsutveckling AB, Danderyd med civilingenjör Sören Lindgren som projektledare och civilingenjör Arne Jönsson som utredningsman. Civilingenjör Lennart Dahl och ingenjör Lennart Lundgren, Korrosionsinstitutet har svarat för de korrosionstekniska analyserna i projektet. Stefan Sandsten, Byggnadsstyrelsen har fått slutrapporten för granskning före tryckning.

1 BESKRIVNING AV RÖRSYSTEM

I kontors- och förvaltningsbyggnader finns andra ledningstyper och andra förutsättningar än i flerbostadshus.

I kontors- och förvaltningsbyggnader finns ofta endast ett kök, varför man kan förvänta sig större livslängd för spillvattenledningarna än i flerbostadshus. Regnvattnet leds ofta ned i invändiga stuprör (regnvattenledningar) av gjutjärn. I de fall man har klimatkyla finns köldbärarledningar som för kallt vatten till luftkylare. I värmesystemet finns varmvattenledningar till radiatorer eller till induktionsapparater. En annan typ av varmvattenledningar försörjer luftvärmare.

Liksom i tidigare etapper har tappvattenledningar ej ingått i studien.

1.1 Spillvatten, regnvatten

Jämfört med flerbostadshuset kan man förvänta sig större livslängd för spillvattenledningarna i kontorshus eftersom spillvattnet oftast kommer från enbart WC-rum. Enligt resultatet från etapp 2 av detta byggforskningsprojekt, och enligt tidigare erfarenheter, är spillvatten från kök aggressivare mot gjutjärn än spillvatten från bad.

Spill- och regnvatten har oftast avletts i samma typ av rör, dvs gjutjärnsrör. I speciella fall som när huset är försedd med kopparkoppar har man använt kopparrör för regnvatten.

Under kristiden dvs 1940-talet, har man beroende på materialbrist, ibland använt andra rörtyper och rörmaterial. Under 1960-talet introducerades plast som rörmaterial, men plasten tog inte över som material i varken spill- eller regnvattenledningar utan gjutjärn är fortfarande det förhärskande rörmaterialiet.

I tabell 1.1 nedan anges vilken typ av rör som använts under olika perioder. Med rörtyp menas material och mått. Måtten fastlades genom att ett statligt organ eller ett branschorgan publicerade en tabell med mått. De första tabellerna kallades Normalier. De fick senare namnet Standard.

Med "norm" i tabell 1.1 menas regler för utförande av spill- och regnvattenledning i byggnad. De första reglerna gavs ut av Överståthållarämbetet i Stockholm. Reglerna var kommunala men anslöt oftast till SKTF:s reglemente. (SKTF, Sveriges kommunaltekniska förening). 1971 blev reglerna statliga under namnet VA-Byggnorm. Reglerna innehöll t ex lämpliga dimensioner för rör med olika ändamål, placering av rensluckor och skarvmetoder.

Reglerna innehåller också krav på vilken typ av avlopp som får anslutas till det kommunala nätet. I kontors- och förvaltningsbyggnader finns i bland ett stort kök som skall ha fettavskiljare för att få anslutas till nätet.

Varmvattentemperaturen anges i tabell 1.1 eftersom den kan ha betydelse för korrosionen. Korrosionen går fortare då det är varmt. Temperaturen har även betydelse för uppbyggnaden av avlagringar i rören.

Tabell 1.1 Tidsbild över rörtyp och normer för spill- och regnvattenrör samt varmvattentemperatur

År	Rörtyp	Norm	VV-temperatur
1900		Uppmaning att utföra etc.	
1910		Reglemente angående avloppsledningar	
1920	SKTF Normalier		
1930		Ändring och komplettering av reglemente	Centralt varmvatten 70°C
1940	Modernisering av normalier		
1950	Krismaterial	Revidering av reglemente	Kristid
1960		SKTF Föreskrifter	70°C
1970	Plaströr Svensk Standard		60-65°C
1980	MA-rör	VA-byggnorm	45°C
1989		Svensk Byggnorm Nybyggnadsreglerna	

1.2 Köldbärrörledningar

Köldbärrörledningar förekommer i klimatkylsystem. Klimatkylsystem blev vanligt förekommande under 60-talet och har sedan dess även installerats i äldre kontors- och förvaltningsbyggnader, då i samband med ombyggnad av ventilationssystemet. Längden på köldbärrörledningarna bestäms främst av om kylan distribueras i byggnaden med luft eller med vatten. Köldbärrörledningarna har en temperaturskillnad av lägst 5 - 7°C, vilket medför att vatten från luften kondenserar ut på deras yta. Kondensvattnet ger upphov till korrosion.

Materialet i de första köldbärrörledningarna var förzinkat stål. Därefter infördes mer och mer kopparrör i kläna dimensioner.

Det har även byggts hela köldbärarsystem av koppar. I stället för förzinkning av stålrör började man använda målning och tejplindning som ytbehandling. Under 1980-talet har man börjat använda rostfria stålrör. De rostfria stålrören användes först i de grova dimensionerna.

Köldbärarledningar har alltid försetts med isolering. I början användes isolermassa med målat ytskikt eller asfalterade korkskålar. Färgen utgjorde diffusionsspärr i det förstnämnda fallet. Vid korkskålar utgjorde asfalten diffusionsspärr och ofta asfalterades rörytan som både korrosionsskydd och som fäste för korkskålarna. Därefter användes mineralullisolering med plastfolie som diffusionsskydd. Folien skulle hindra vattenångan från att ta sig in i till rörytan. Under 70-talet kom syntetgummiisoleringen. Syntetgummit är både isolermaterial och diffusionsspärr.

1.3 Luftvärmare

Varmvattenledningar till luftvärmare är normalt utförda av stål. Ledningarna transporterar vanligen varmvatten med temperaturen ca 80°C under hela uppvärmningssäsongen, men det förekommer även t ex vid fjärrvärme att temperaturen styrs efter utetemperaturen på samma sätt som för radiatorer. Ledningen isoleras mot värmeförluster.

1.4 Induktionsapparater, radiatorer

Varmvattenledningarna till radiatorer och induktionsapparater är vanligtvis utförda av stål i hus som byggts före 1970-talet. Därefter har man börjat använda kopparrör vid klenare rördimensioner. Rören distribuerar sk schuntat vatten, dvs vatten vars temperatur varierar med utetemperaturen så att vattnet är ca 80°C då det är -20°C ute och 20°C då det är 15-17°C ute. Under sommaren är värmen oftast avstängd. De grövre dimensionerna och inbyggda ledningar isoleras alltid och synliga klena ledningar i rum är oisolerade.

2 KRITERIER FÖR ATT BYTA ELLER BEHÅLLA

Avgörande för om man skall byta eller behålla installationer är de ekonomiska konsekvenserna, således vilket som blir billigast.

I bedömningen måste man ta med samtliga framtida händelser av betydelse för båda alternativen. Eftersom bedömningen gäller framtida händelser måste den basera sig på erfarenheter av den aktuella eller av andra liknande installationer. Erfarenhet kan hämtas ur egen statistik eller t ex från försäkringsbolagens statistik över vattenskador.

Eftersom denna rapport behandlar installationer i kontorshus tas ingen hänsyn till subventioner. Då man byter installationer i bostäder finns flera typer och storlekar av subventioner som måste tas med i bedömningen.

Kriterierna för att byta eller behålla kan formuleras olika beroende på om man studerar byte av hela system eller byte av enstaka komponenter. Ett exempel på ett helt system är spillvattensystemet och ett exempel på en komponent är en radiator.

2.1 Byte av system

Rörssystemen är avsedda att ge en bestämd funktion till lägsta kostnad. Rörsystemens funktion har inte ändrats med tiden, dvs de utför i stort sett samma uppgifter som de gjorde för 50 år sedan och kommer även i framtiden att föra fram tappvatten till tvättställ, diskbänkar mm och föra ut spillvatten. Ett nytt rörssystem ger således inga funktionella mervärden jämfört med det gamla. Detta är inte alltid fallet när man studerar installationer. T ex en ny blandare ger bättre komfort och mindre energi- och vattenförbrukning än en gammal. För rörssystem kan man således jämföra systemens tekniska livslängder dvs enbart jämföra kostnaderna för alternativen byta eller behålla.

Befintligt rörssystem

Ett befintligt rörssystem i en byggnad har en årlig kostnad, driftkostnad, D (kr/år) för t ex vattenskador, rensning, reparationer osv.

Om det inte inträffar vattenskador varje år kommer driftkostnaden att variera mellan olika år. I de följande beräkningarna fördelas skadekostnaderna lika per år.

Antalet vattenskador per år från de ursprungliga installationerna i ett hus följer en frekvenskurva, eftersom sannolikheten för att en komponent skall gå sönder vid en viss tidpunkt följer en frekvenskurva.

Då ursprungliga installationer gått sönder och blivit utbytta kommer sannolikheten för att en ny komponent skall gå sönder också att följa en frekvenskurva.

Antalet vattenskador per år från både ursprungliga och nya installationer kommer således att följa en sammanlagring av flera frekvensfunktioner som startar vid olika tidpunkter.

Det befintliga rörsystemet har en kapitalkostnad (kr/år) för den ursprungliga investeringen, men denna kapitalkostnad kan naturligtvis inte påverkas, varför den inte tas med i beräkningen.

Driftkostnaden kan specifikt räknas per lägenhet eller m^2 .

Den årliga kostnaden före byte kan således skrivas:

$$D \text{ (kr/år)}$$

Nytt rörsystem

Väljer man att byta rörsystemet krävs en investering I (kr).

Det nya rörsystemet kommer att få en annan driftkostnad, D_e (kr/år), driftkostnad efter byte, som givetvis måste vara väsentligen lägre än driftkostnaden för det befintliga systemet.

Den årliga kostnaden efter byte kan, med annuitetsfaktorn a , skrivas:

$$I a + D_e \text{ (kr/år)}$$

Annuiteten, $I a$, motsvarar den årliga resursförbrukningen av investeringen vid kalkylräntans avkastningskrav. Resursförbrukningen pågår under den beräknade bruks- eller användningstiden. Brukstiden är svår att förutsäga, eftersom den är relativt lång och beroende av vad som händer med byggnaden i övrigt. Eftersom brukstiden oftast är relativt lång kan dessa avvikelser försummas.

Investeringen för det nya rörsystemet påverkas av övriga ändringar eller ombyggnader. Att byta ett rörsystem kräver förutom nya rör även byggnadsarbeten för att frilägga de befintliga rören, täcka, gjuta igen bjälklag och återställa ytskikt. Om byggnadsarbetena är betingade av ombyggnad kommer investeringen för rörbytet att minska, eftersom byggnadsarbetena ändå utförs.

Jämförelse mellan befintligt och nytt rörsystem

I nuläge dvs vid bedömningstillfället kan man således jämföra D med, $I a + D_e$ och se om det blir billigare att byta än att behålla.

Eftersom antalet vattenskador per år från rör kan öka med stigande ålder på rören, kan driftkostnaden D öka så mycket efter bedömningstillfället att det ändå skulle ha blivit billigare att byta. För att kunna avgöra detta måste man göra en prognos över både driftkostnaden och investeringen.

2.1.1 Prognos över driftkostnaden

Prognosen över driftkostnaden blir i princip en prognos över antalet vattenskador per år och över kostnaden per vattenskada, men även kostnaden för rensning och ev reparationer påverkar.

Framtida vattenskador

Prognosen över det framtida antalet vattenskador per år baseras på det nuvarande antalet vattenskador och på en bedömning av rörens kondition. Konditionen avgör hur antalet vattenskador kommer att utvecklas. Konditionen bedöms t ex utifrån Jönsson & Lindgren, 1985.

Om konditionen är god kommer inte antalet vattenskador per år att öka utöver den nuvarande skadefrekvensen. Om konditionen är dålig kommer antalet skador per år att öka. Skadefrekvensen följer en frekvensfunktion, som anger antal skador per tidsenhet, t ex per år, för rörmaterial i det ursprungliga rörsystemet. Om man efter en vattenskada ersätter ursprungligt material med nytt kommer antalet skador från det nya materialet att följa en egen frekvensfunktion. Prognosen över det framtida antalet vattenskador per år gäller således endast för skador från material ur det ursprungliga rörsystemet, dvs i början av sytemets brukstid innan ersättningsmaterialet börjat gå sönder.

I figur 2.1 har man antagit att rören är dåliga och därför antagit att det framtida antalet vattenskador per år ökar linjärt med tiden från bedömningstillfället vid år 0.

Hur antalet vattenskador per år i verkligheten hänger samman med ålder och kondition i ett enskilt hus måste bedömas från fall till fall. Den linjära ökningen slutar givetvis efter viss tid och antalet skador per år blir konstant eller minskar.

Kostnad per vattenskada

När kostnaden för vattenskador liksom antalet vattenskador är känd kan man kan beräkna kostnaden per vattenskada. I annat fall kan t ex de statistikuppgifter som finns i Vattenskador i byggnader, 1987 användas.

En svårighet vid kostnadsberäkningen är hur man skall bedöma försäkringsbolagens ersättning vid vattenskador. Inom de allmännyttiga bostadsföretagen är självriskan så hög att försäkringsbolaget normalt inte betalar ut något i samband med vattenskada vilket gör att hela kostnaden drabbar fastighetsägaren direkt.

I privat ägda fastigheter drabbas fastighetsägaren mer eller mindre indirekt. Fastighetsägarna betalar vattenskadekostnaderna via försäkringsbolagets premier.

Försäkringsbolagen tar härvid ut sina kostnader för skadeundersökning, utbetalning och administration av försäkringen vilket ingår i premien.

I fastigheter där vattenskadekostnaden blir för hög kan försäkringsbolaget vägra betala ut ytterligare ersättning varför ägaren i detta fall drabbas direkt.

Därför kan man, i en samlad bedömning, använda den totala kostnaden, oberoende av om den omedelbart betalas av försäkringsbolag eller fastighetsägare. Den totala kostnaden omfattar reparation av det läckande röret, återställande av skador på byggnaden, administration och ev. hyresförlust eller besvär för de boende.

2.1.2 Prognos över investering

En prognos över investeringen för ett nytt rörsystem ligger mellan gränser som här kallas den lägsta och högsta möjliga investeringen för att byta rören.

Den lägsta möjliga investeringen för att byta rören är i samband med ombyggnad och utgörs enbart av rörarbete. Då har de befintliga rören frilagts och inget byggnadsarbete belastar rörbytet.

Den högsta investeringen för rörbyte är då rörbytet belastas av samtliga byggkostnader som rivning, återställande av ytskikt, ev ny inredning och målning. Ev. hyresförluster kan tillkomma.

Nya ytskikt och ny inredning har en positiv effekt, men det är svårt att förutse hur högt den kommer att värderas, och om den kan ge ökad hyresintäkt.

Vid ett byte kommer kostnaden att ligga mellan dessa båda extremvärden, beroende på hur stor del av byggkostnaden som belastar rörbytet.

Den troliga framtida investeringen för rörbyte kommer att variera med tiden beroende på vilka reparationer eller ombyggnadsarbeten som man räknar med att göra. Investeringen för ett rörbyte blir lägre om man ändå skall måla om för att väggarna blivit smutsiga eller för att en ny hyresgäst kräver ommålning. Ommålning görs normalt med 10 - 15 års intervaller.

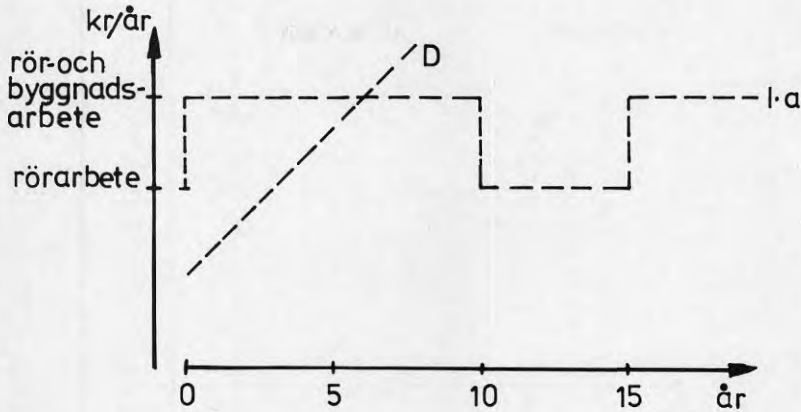
Ombyggnader kan motiveras av ändrad verksamhet eller högre krav på byggnaden.

Den kapitalkostnad som uppstår till följd av investeringen I, blir med annuiteten a, I a.

Driftkostnaden D_e , (e, efter byte) dvs driftskostnaden för det nya rörsystemet kan, för att förenkla prognosen, försummas vid kortare prognostider. Vid längre prognostider kommer driftskostnaden för det nya rörsystemet inte att bli försumbar, eftersom även de nya rören kommer att ge upphov till vattenskadorna då de blir äldre.

Investeringen och driftskostnaden kommer att öka nominellt till följd av penningvärdesförsämringen. Prognosen avser reella kostnader som antas förbli oförändrade.

De båda prognoserna läggs in i ett diagram, se figur 2.1.



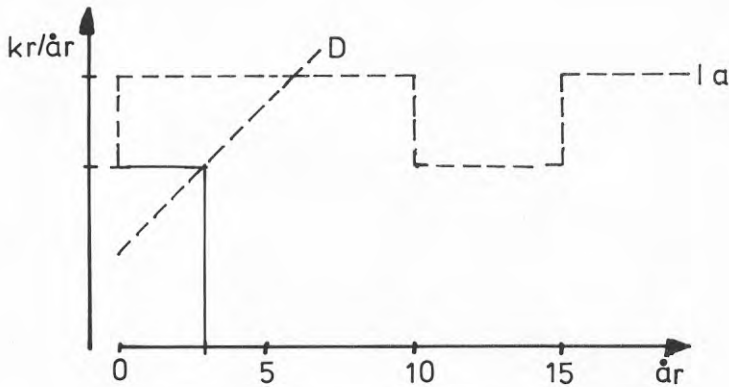
Figur 2.1 Exempel på prognos över drift-, D och kapitalkostnad, I a för byte av rörsystem.

Driftkostnaden, huvudsakligen för vattenskador, ökar således, enligt denna prognos, år från år. Kapitalkostnaden för byte antas, i exemplet enligt figur 2.1, öka med 50 % efter bedömningstillfället, år 0, eftersom man redan i nuläge skall genomföra reparationsarbeten. Nya reparationer som omfattar byggnadsarbeten förutsätts inte bli genomförda för än om tidigast 10 senast 15 år. Kapitalkostnaden till följd av rörbyte kommer därför att bli lägre i samband med de nya reparationerna.

2.1.3 Val av alternativ

Om man byter vid bedömningstillfället, år 0, kommer kostnaden för rörsystemet att bli lika med kapitalkostnaden för byte, eftersom driftkostnaden för det nya rörsystemet försummas. Kostnaden följer därmed den vågräta heldragna linjen i exemplet enligt figur 2.2.

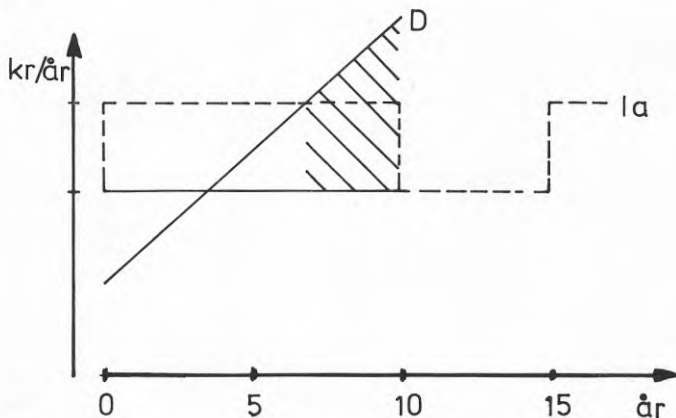
Om man behåller rörsystemet antas kostnaden utvecklas enligt prognosen för D. Till en början är kostnaden lägre än för att byta, men redan efter ca 3 år blir driftskostnaden högre än om man bytt från början. Efter ca 6 år blir driftkostnaden högre än kapitalkostnaden för byte då hela byggkostnaden drabbar rörbytet. Detta eftersom byggnadsarbetet genomförs helt till följd av rörbytet, inte som tidigare till följd av att man behövde förnya ytskikt etc.



Figur 2.2 Exempel på prognos över drift-, D och kapitalkostnad, $I a$ för rörsystem med kapitalkostnaden för byte vid 0 år markerad med vågrät heldragen linje.

I detta läge (6 år) bör man på nytt bestämma sig för om man skall byta eller behålla rörsystemet. Driftkostnaden är visserligen högre än kapitalkostnaden för byte, men år 10 kommer åter kapitalkostnaden att minska, eftersom reparationer ändå skall utföras. Det blir i detta fall billigare att vänta till de reparationer, förnyelse av yt-skikt etc som inleds 10 år efter det förra reparations-tillfället.

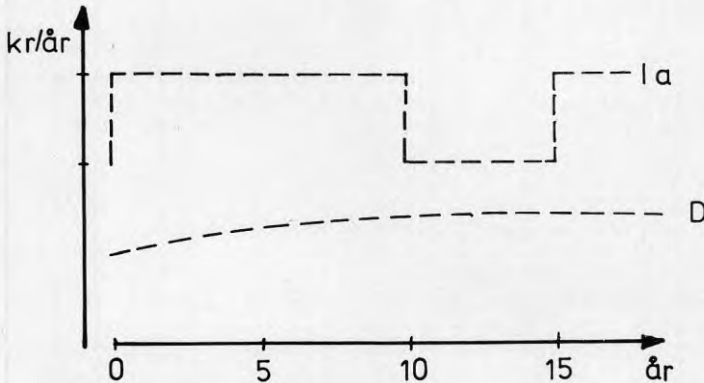
Den area som representerar merkostnaden jämfört med att byta vid bedömningstillfället (0 år) är streckad i figur 2.3.



Figur 2.3 Exempel på prognos över drift-, D och kapitalkostnad, $I a$ för rörsystem med byte efter 10 år. Merkostnaden jämfört med byte år 0 är streckad.

Det blir således billigare att byta redan år 0. Här måste man komma i håg att om man byter redan år 0 så kommer de nya rören att ha varit i drift 10 år, vilket försummas i figur 2.3. Detta försummande minskar vinsten med att byta redan år 0. Att vänta med bytet har också fördelen att man får se hur driftkostnaden utvecklas, dvs om antalet vattenskador följer prognosen.

Vid en kostnadsprognos enligt figur 2.4 kommer driftkostnaden inte att överskrida varken den höga eller låga investeringen. I detta fall blir det inte aktuellt med något byte.



Figur 2.4 Alternativ prognos över drift-, D och kapital-kostnad, I a för rörsystem med låg driftkostnad.

Det som i nuläge avgör om man skall byta eller behålla ett system är i första hand driftkostnaden, i huvudsak vattenskadekostnaden, jämfört med kapitalkostnaden för byte. Därefter jämförs en prognos av den framtida drift- och den framtida kapitalkostnaden för byte av rörsystemet. Om kostnaderna inträffar i framtiden bör de diskonteras till nuvärde, så att de blir jämförbara.

2.2 Byte av komponent

Då man studerar enstaka komponenter kan man inte göra någon prognos över driftkostnaden, eftersom det något förenklat, endast finns två alternativ - antingen håller komponenten eller så måste den bytas ut. Därför bör man jämföra väntevärdet av kostnaden för olika utfall. Väntevärdet av kostnaden, är kostnaden för ett alternativ gånger sannolikheten för att alternativet skall inträffa.

Sannolikheten för att en komponent skall gå sönder under en viss tidsperiod kan beräknas med hjälp av intensitetsfunktionen för komponenten. Intensitetsfunktionen är sannolikheten för att komponenten skall gå sönder under en viss tidsperiod betingat av att den har hållit fram till periodens början.

I början av installationeras brukstid, då en liten andel gått sönder, är intensitets- och frekvensfunktionerna ungefär lika stora, eftersom den betingade sannolikheten inte inverkar i början av komponenternas livslängd.

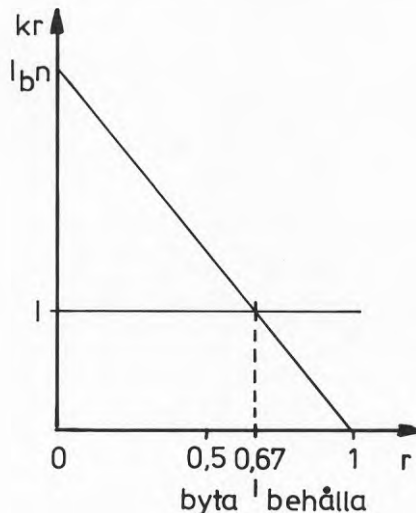
Byter man ut komponenten vid bedömningstillfället krävs en investering I .

Om man inte byter ut komponenten och den går sönder under brukstiden uppstår en kostnad I_b som består av både investeringen för byte och av kostnader för att reparera ev skador t ex vattensador eller kostnader för avbrott i funktionen. Eftersom komponenten går sönder i framtiden måste man multiplicera med nuvärdesfaktorn n , för det år då komponenten går sönder. Detta gör skadekostnaden jämförbar med investeringen I . Om man gör förenklingen att komponenten går sönder efter halva brukstiden blir n ca 0.8 vid 10 års brukstid och ca 0.65 vid 20 års brukstid.

Om man inte byter ut komponenten och den håller under brukstiden, uppstår ingen kostnad förrän ev vid nästa ombyggnad då man gör en ny bedömning.

Om komponenten håller eller inte kan uttryckas med sannolikheten för att den skall hålla under brukstiden, r .

Väntevärdet för kostnaden om man behåller komponenten varierar således mellan $I_b n$ och noll beroende på sannolikheten för att den skall hålla, r . Vilket visas i figur 2.5 nedan.



Figur 2.5 Väntevärde av investering för byte i nuläge, I och för skadekostnad och investering i framtiden, $I_b n$. r är sannolikheten för att komponenten skall hålla under brukstiden.

Liksom vid beräkningen över hela systemet skall man naturligtvis välja det billigaste alternativet. I exemplet enligt figur 2.5 är det billigast att byta om sannolikheten för att komponenten skall hålla, r är mindre än 0.67. Är sannolikheten högre än 0.67 blir det billigare att behålla komponenten.

Ur figur 2.5 kan man utläsa att om $I_b n$ dvs nuvärdet av kostnaden för att byta under brukstiden är hög i förhållande till I , så krävs stor sannolikhet för att komponenten skall hålla under brukstiden för att behålla den. I_b kan vara hög om t ex ett haveri ger upphov till stora följdskador.

Om däremot kostnaden för att byta I_b under brukstiden är låg i förhållande till I , t ex om följdskadorna från ett haveri är låga, så behövs man endast byta om sannolikheten för att komponenten skall hålla är mycket låg.

Om kostnaden för att byta I_b är lika med I kommer det aldrig att bli aktuellt att byta komponenten förrän den går sönder, eftersom nuvärdesfaktorn n alltid är mindre än 1 ($I_b n < I$).

Ett exempel på en komponent där $I_b n$ är hög i förhållande till I är en radiator. En vattenskada kan kosta 10 gånger mer än ett radiatorbyte. Om vattenskadan inträffar efter 15-20 år, blir $I_b n$ ca 5 gånger högre än I vilket ger $r = 0.8$. En annan komponent med höga skadekostnader är öppna expansionskärl.

Exempel på komponenter där I är ungefär lika med I_b är t ex fläktar där konsekvenserna vid driftstopp normalt är små. Då blir $r = 0$, dvs komponenten kommer att gå sönder under brukstiden.

Figur 2.5 visar även att det i de flesta fall är viktigare att undersöka förhållandet mellan $I_b n$ och I , än att undersöka komponentens kondition. Förhållandet mellan investeringen för att byta vid bedömningstillfället och kostnaderna för byte vid ett senare tillfälle och för ev följdskador är i de flesta fall viktigare att känna till än återstående livslängd.

3 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

I Jönsson & Lindgen, 1985 återges resultatet från tidigare undersökningar eller från handböcker. Under arbetets gång har ytterligare litteraturreferenser framkommit.

Milton Meckler, 1969

I oktobernummret, 1969 av den amerikanska tidskriften Heating, Piping & Air Conditioning beskriver Milton Meckler två korrosionstekniska undersökningar på sjukhus i Los Angeles.

Den första undersökningen avser köldbärrar- och kylmedelssystem och den andra avser korrosion hos spillvattensystem.

Innehållet i den andra undersökningen är av värde i detta projekt varför den återges i översättning.

I ett medelstort sjukhus hade man problem med återkommande korrosion som resulterade i läckage från muffskarvar på spillvattenrör av gjutjärn som var endast 7 år gamla. En kemisk analys av den vätska som läckte från muffarna tydde på ett angrepp från syror. Vätskan hade pH = 2,4. Syran kom från starka avloppsrensmedel. Reaktiva syror i avloppsrensmedel kan höja temperaturen i spillvattenrören till 70°C. Vid denna temperatur kan drevade skarvar smälta och flyta upp i bitar.

En provbit av gjutjärnet visade mindre än 0,75 % fosforhalt och mindre än 0,12 % svavelhalt vilket är en riktig sammansättning.

Ytterligare analyser och samtal med driftspersonalen visade att man använde sura rensmedel för att ta bort stopp i avloppet. Genombrott av röret och den därpå följande grafiteringen blev de olyckliga resultaten. Detta förlopp innebär att den metalliska beståndsdelen av gjutjärnet löses ut och lämnar kvar en rest som behåller samma form och storlek som det ursprungliga gjutjärnet men den är porös och har mycket låg hållfasthet.

4 BESIKTNINGAR

4.1 Skadetyper

Vid besiktningarna har skadorna klassats något annorlunda än i etapp 2. (R78:1985) Efterhand som kunskapen om olika skadetyper utvecklats har indelningen i skadetyper kunnat göras mer precis. Se tabell 4.1.

Vissa skador har ansetts vara så allvarliga att rörets fysiska livslängd upphört. Fysisk livslängd innebär att den avsedda funktionen inte längre upprätthålls, t ex att ett rör läcker. Rör som redan bytts ut, troligen pga läcka, har noterats som att den fysiska livslängden för det ursprungliga röret upphört.

En läcka kan vara olika stor, allt från rinnande eller sprutande vatten till flöden som är så små att vattnet omedelbart avdunstar då det nått rörets ytteryta. Att det finns en liten läcka framgår av att det finns en rostfläck eller rostfärgade rinnmärken. Efter bortskrapning av färg eller asfalt kan man ibland finna en por i gutjärnet.

Skadad skarv kan vara att drevningen krupit ur pga att rören dragits isär. En orsak till isärdragning är ofta sättningar i marken, t ex att källargolvet sjunkit i förhållande till grunden.

Tabell 4.1 Skadetyper och beteckningar.

Skadetyper	Beteckning
Spräckt muff	1
Spräckt rör	
Tangentiellt	2a1
Axiellt	2a2
Vid håltagning	2b
Rostfläck	3
Allmänkorrosion, djupare	4
Por	5
Krusta med genomgående hål	6a
Krusta utan genomgående hål	6b
Lagning	7
Utbytt del	8
Skadad skarv	9

4.2 Objekt

4.2.1 Wårbergs Centrum

Wårbergs Centrum är ett kombinerat butiks- och kontorscentrum som även innehåller bostäder. Centrat byggdes 1968. Spillvattensystemet är sk duplikatsystem med separata spill- och regnvattenledningar. Vid besiktningen undersöktes spillvattenrören under två livsmedelsbutiker (hallar) och utgående spill- och regnvattenrör från hela centrat.

Ledningarna under butikerna leder bort spillvatten från tvättställ, diskbänkar, golvbrunnar, utslagsbackar och pentryn i butiker och fritidslokaler. Ledningarna under butikerna var förlagda i taket på en lagerlokal och de utgående ledningarna var förlagda i korridorer i övre resp. undre källare.

Tabell 4.2 Antal skador och skadetyper, för spillvattenrör från butiker. Ålder 18 år.

Rörtyp och dimension	Längd m	Skadetyper antal							Skador/m
		3	5	6b	7	8	9		
S 100	66	2	1	2	1	1	1	0.12	
S 150	28							0	

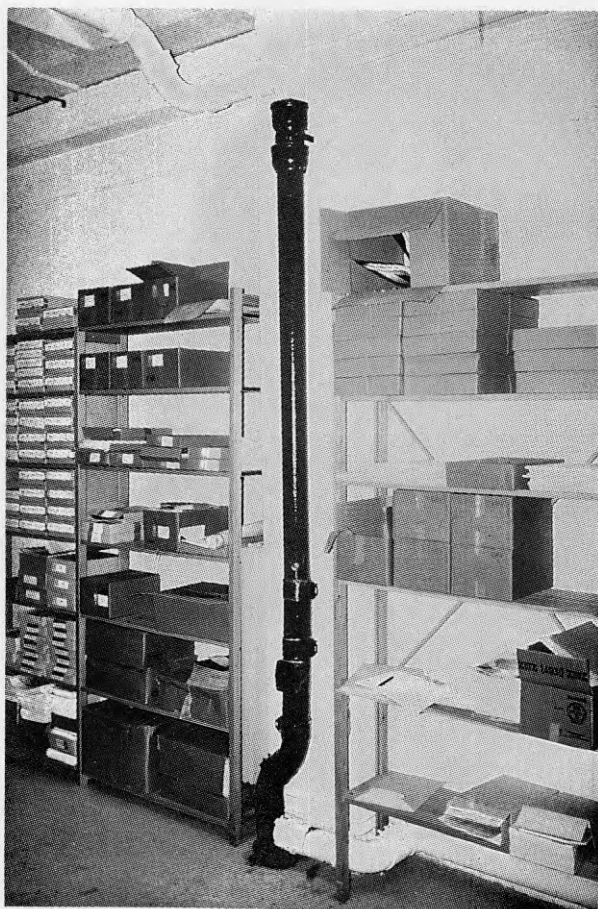
Av de 8 skadorna var 3 av den typen att röret läckte eller hade läckt. Detta gällde det utbytta röret, det lagade hålet och den svagt rinnande läckan, figur 4.1 och figur 4.2. En skada som läcker innebär att rörets fysiska livslängd har upphört. Antalet sådana skador per m var således 0.045 skador/m.

De rör som läckte eller var utbytta kom från livsmedels-hallarnas kött- och fiskavdelning.

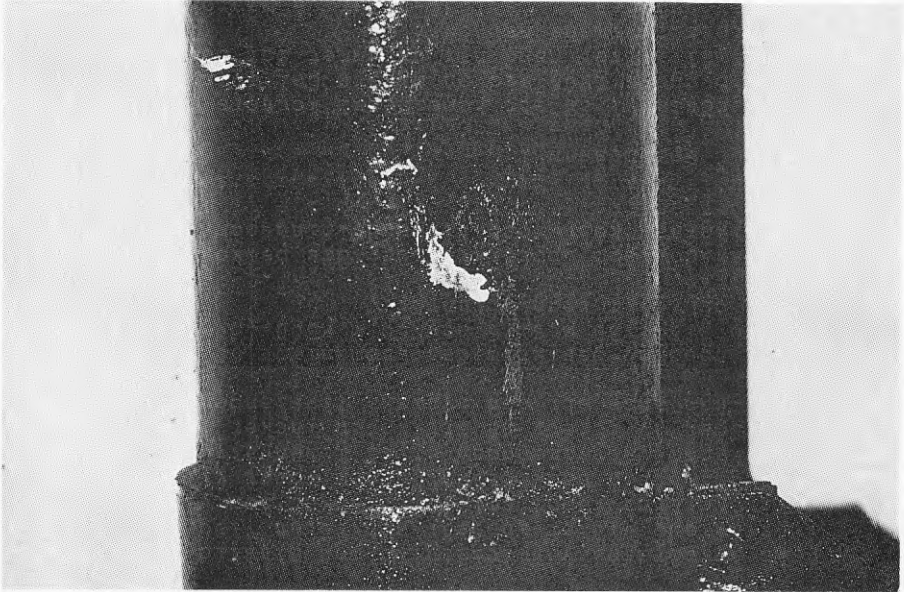
Tabell 4.3 Antal skador och skadetyper, för spill och regnvattenrör i övre källare. Ålder 18 år.

Rörtyp och dimension	Längd m	Skadetyper antal		Skador/m
		3	6b	
S 150	46	1	1	0.045
R 150	11			0

Ingen av skadorna läckte eller hade läckt.



Figur 4.1 Rör med läckande por och med lagat hål. Den läckande poren finns ovanför svepet som täcker det lagade hålet.



Figur 4.2 Närbild på läckande por. Poren är det yttersta i ett grafiterat skikt.

Tabell 4.4 Antal skador och skadetyper, för spill och regnvattenrör i undre källare. Ålder 18 år.

Rörtyp och dimension	Längd m	Skadetyper antal	Skador/m
		5	
S 150 delar	25	7	0.28
R 150 delar	9		0
S 225	20		0
R 300	60		0

Med delar avses rördelar. Den rikliga förekomsten av rördelar beror på att den lodräta spillvattenstammen passerar den vågräta regnvattenstammen som ligger ovanför spillvattenstammen.

En av porerna var igenfylld med Plastic Padding under asfalten, vilket innebär att röret "lagats" på gjuteriet. Vid porerna fanns små rostfläckar som visade att en mindre mängd vatten hade trängt genom röret till utsidan. Den läckande vattenmängden är så liten att den avdunstar på utsidan av röret, så att rören läcker inte så mycket att man kan anse att den fysiska livslängden upphört.

Vid besöket besiktigades sammanlagt 66 m S100, 74 m S150, 11 m R150, 20 m S225 och 60 m R300, dvs 160 m spillvattenrör och 71 m regnvattenrör.

De skador som upptäcktes berodde på korrosivt vatten från butikernas kött- och fiskavdelning och på gjutfel, porer.

4.2.2 Sparbössan 1

Sparbössan 1 är ett kombinerat kontors och bostadshus. Det byggdes 1906 med en mindre del av huset för kontorsändamål, efter hand har utrymmet för bostäder minskat och kontorsutrymmena har ökat.

Huset byggdes om på 1930-talet då man ökade höjden med ett våningsplan.

Spillvattensystemet är kombinerat, men med separata regn och spillvattenrör inom byggnaden. Figur 4.3 visar ett original regnvattenrör. Vid uppförandet hade man en sk Septisk tank som tagits bort under 30-talet.

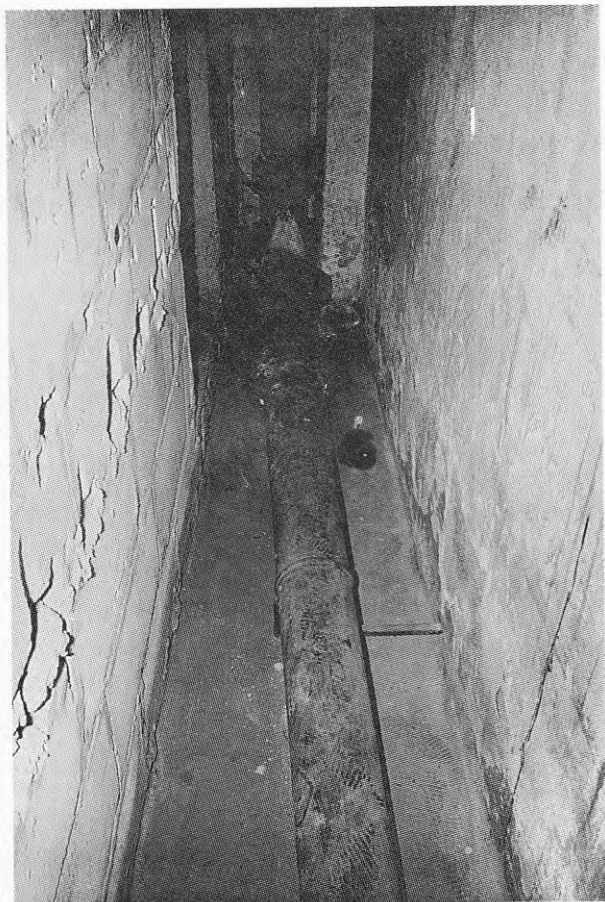
Tabell 4.5 Antal skador och skadetyper, källare. Ålder 80 år.

Rörtyp och dimension	Längd m	Skadetyper antal	Skador/m
		8	
R 150	27	3	0.1

De besiktigade S-100 rören finns i det utrymme i källaren där man tidigare haft den Septiska tanken.

Tabell 4.6 Antal skador och skadetyper, källare. Ålder 50 år.

Rörtyp och dimension	Längd m	Skadetyper antal	Skador/m
		8	
S 100	12	3	0.25



Figur 4.3 Original regnvattenrör, från 1906.

Samtliga skador har lett till att man bytt ut gjutjärnsröret mot MA-rör. Bytena har skett för ca 5-10 år sedan. De utbytta gjutjärnsrören var då 50 år gamla.

Skadorna på regnvattenrören kan bero hög ålder och på att de för korrosivt vatten från ett koppartak. Spillvattenrören har tidigare fört hushållspillvatten.

4.2.3 Brunkhuvudet 1

Brunkhuvudet 1 byggdes 1920 som kontorshus. Spillvattensystemet är anslutet till ett duplikatsystem dvs regn och spillvatten går i separata ledningar.

Tabell 4.7 Antal skador och skadetyper, källare, bottenvåning och våningar. Ålder 65 år.

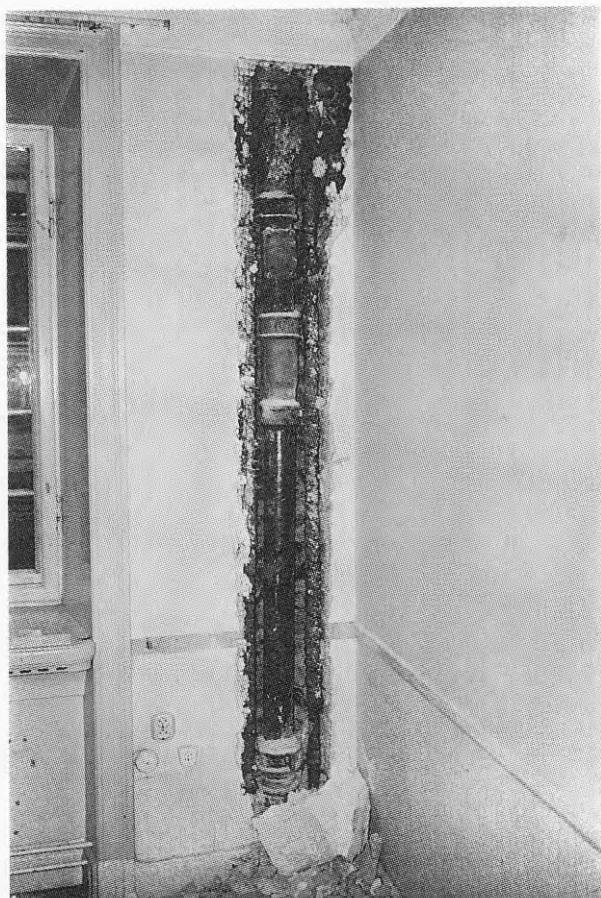
Rörtyp och dimension	Längd m	Skadetyper antal			Skador/m
		2a2	6	8	
S 100	39	1	3	1	0.13
R 100	60	1	1		0.033

På både S- och R-ledningarna fanns 2 skador som innebär att livslängden hade upphört. Skadorna 2a2 dvs de längsgående sprickorna hade läckt inne i väggen och gett upphov till avflagnande färg på utsidan av väggen. Frekvensen för skador som innebär att livslängden upphört är för S 0.05 och för R 0.033 sk/m.

Figur 4.4 visar en utbytt rördel på regnvattenrör. Bytet har skett samtidigt som man installerat rensluckan.

Totalt besiktigades 99 m rör.

Samtliga spill- och regnvattenrör byttes vid renoveringen av byggnaden, 1987 eftersom de hade läckt ur sprickor.



Figur 4.4 Utbytt rördel på regnvattenrör.

4.2.4 Posten 1

Posthuset invigdes 1903. En omfattande tillbyggnad genomfördes 1915 då taket höjdes och en del av vinden inreddes. Ytterligare påbyggnad och vindsinredning gjordes 1945. Regnvattenledningarna har byggts på uppåt efter hand som taket höjts.

Vid besiktningen pågick ombyggnad i den del av huset som vetter mot Klara Norra Kyrkogata. På källar och bottenvåning fanns spillvattenrören kvar. På övriga plan var de rivna. De var installerade vid olika tidpunkter varför åldern fick avgöras utifrån tillverknings- och skarvmetod.

Tabell 4.8 Antal skador och skadetyper, i källare och på bottenvåning. Ålder 20-25 år.

Rörtyp och dimension	Längd m	Skadetyper antal	Skador/m
		5	
S 75	36	3	0.085

Ingen av skadorna läckte så mycket att livslängden kan anses ha upphört.

Tabell 4.9 Antal skador och skadetyper, i källare och på bottenvåning. Ålder ca 35 år.

Rörtyp och dimension	Längd m	Skadetyper antal	Skador/m
		3 5	
S 100	9	1 2	0.33

Ingen av skadorna läckte så mycket att livslängden kan anses ha upphört.

Tabell 4.10 Antal skador och skadetyper, i källare och på bottenvåning. Ålder ca 45 år.

Rörtyp och dimension	Längd m	Skadetyper antal	Skador/m
		3 8	
S 75	3	1	0.33
S 150	19	2	0.1

Skadan på S 150 var av den typen att röret hade läckt, och blivit utbytt. Antalet sådana skador per m var således 0.1 sk/m.

Tabell 4.11 Antal skador och skadetyper, i källare och på bottenvåning. Ålder 85 år.

Rörtyp och dimension	Längd m	Skadetyper antal	Skador/m
		4 8	
S 150	2	1	0.5
R 150	7		0
S R 150	7	2	0.28

På de kombinerade spill- och regnvattenledningarna i dim 150 berodde skadorna under källargolv på utvändiga luftningsceller. Lerklumpar hade lagts mot rörytan som i övrigt var täckt med grus. Under lerklumparna hade den grafitiska korrosionen som djupast trängt in 3-4 mm. Det korroderade partiet gick att skrapa bort med kniv, ned till ytan på det oskadade gjutjärnet.

Skadan på S 150 var av den typen att röret hade läckt, och blivit utbytt. Antalet sådana skador per m var således 0.5 skador/m. Fördelas denna skadetyper även på kombinerat S och R blir frekvensen 0.11 sk/m.

Totalt besiktigades 39 m 75mm , 9 m 100 mm och 35 m 150 mm rör. Totalt 83 m rör.

Det gick inte att fastställa vilken skada som hade förorsakat bytet av de båda S 150 rören.

Värmerör

Vid besöket undersöktes dessutom 8 provbitar på rör som tagits ut ur värmesystemet. De var i dimension DN 10 och DN 15. Godstjockleken var mellan 3-4 mm. Rörbitarna hade tagits ut stammar som proppats i samband med ombyggnaden. Rörbitarna hade spridda invändiga fläckar med ca 2 mm diameter. Fläckarna var troligen kalk. Resten av rörets inneryta var täckt av tunn magnetitbeläggning. Beläggningen var så tunn att den ursprungliga bearbetningsytan, grunda repor, syntes genom den svarta beläggningen. Det förekom inga gropar eller ojämnheter i rörens insida.

Rören i värmesystemet var således nästan helt opåverkade av 70-80 års drift.

4.2.5 Landstingshuset

Huset byggdes 1956 som kontorshus. De ombyggnader som gjorts sedan dess har gällt fjärrvärmeanslutning och installation av ventilationsvärmeväxlare för värmeåtervinning 1978.

Spillvattensystemet består av centrifugalgjutna normalrör, skarvade med blydikning. Man har haft mindre driftproblem med spillvattensystemet vilket lett till att man bytt ut rördelar.

Tabell 4.12 Antal skador och skadetyper, för spillvattenrör i källare. Ålder 32 år.

Rörtyp och dimension	Längd m	Skadetyper antal					Skador/m
		2a	3	6a	6b	8	
S 100	30	1	8	8	1	4	0.7
S 150	3						0

Av de 21 skadorna på S 100 var 4 av den typen att röret hade läckt, alltså utbytta rör. Antalet sådana skador per m var således 0.13 skador/m.

Tabell 4.13 Antal skador och skadetyper, för regnvattenrör i källare. Ålder 32 år.

Rörtyp och dimension	Längd m	Skadetyper antal	Skador/m
R 150	29		0

Totalt besiktigades 30 m 100 mm och 32 m 150 mm rör.
Totalt 62 m rör.

Provbit

Vid besöket togs en 2 m lång provbit, figur 4.5 ur ett horisontellt gråjärnsrör med 100 mm diameter som ledde spillvatten från toaletter och pentryn. Röret byttes ut eftersom det hade spruckit. Provbiten lämnades in till Korrosionsinstitutet för analys. Se bilaga 1.

Den ursprungliga väggjockleken var 4 mm. Röret hade en invändig beläggning, 10-15 mm tjock. Det hade varit i drift 32 år.

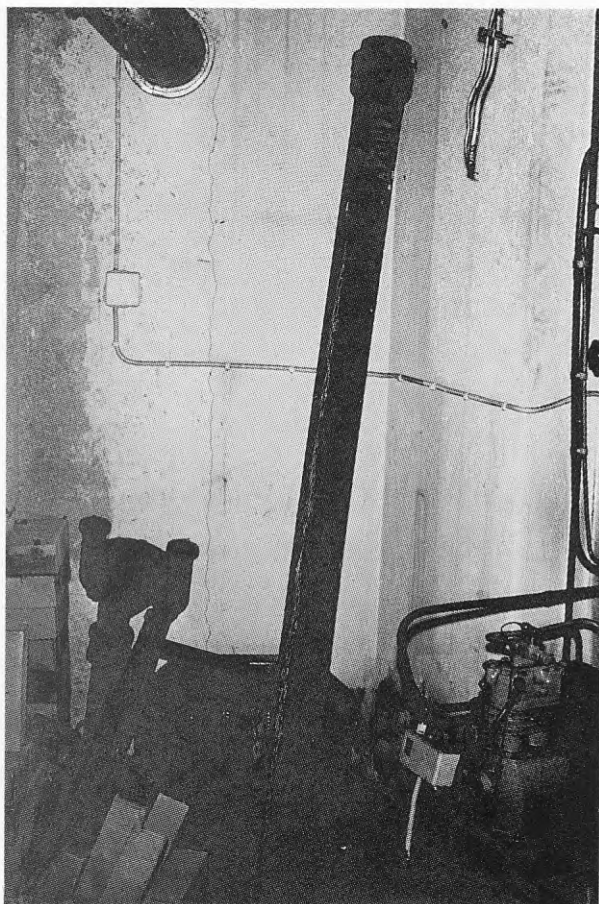
Röret hade en rak spricka som var 1,8 m lång.

Det grafiterade skiktet var 2-3 mm tjockt. På ett ställe var det 3.5 mm.

Den uppskattade korrosionshastigheten var 0.06 mm/år.

Röret hade således spruckit i 80 % av sin längd, vilket gjorde att det läckte.

Spillvattensystemet var, för sin ålder, i dålig kondition.



Figur 4.5 Provbit, sprucket spillvattenrör

4.2.6 Uppfinnaren 1

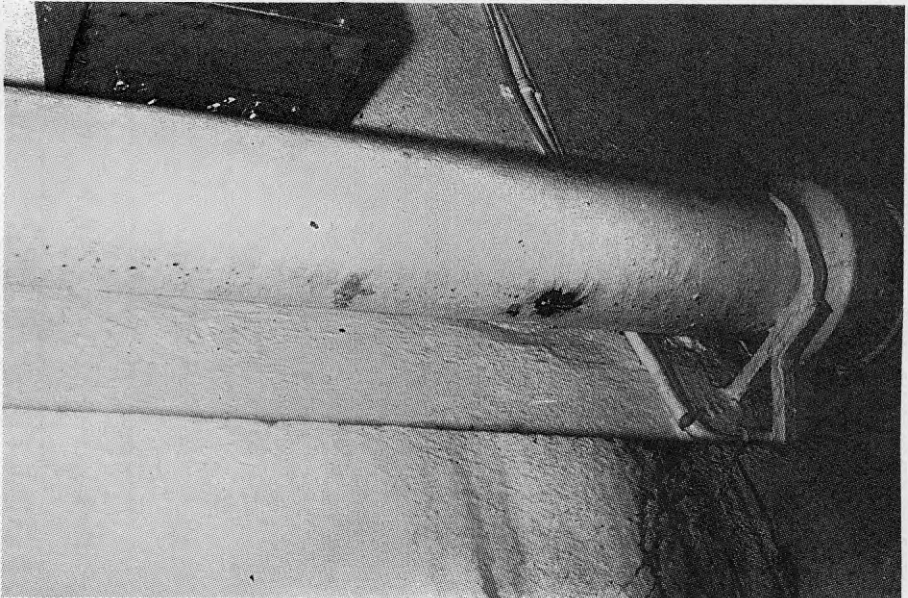
Huser byggdes i början på 1920-talet som kontorshus. Man installerade fjärrvärme under 1970-talet. Inga större ombyggnader. Under årens lopp har man bytt ut och kompletterat några rörsträckor med rensanordningar.

De besiktigade rören för spillvatten från WC-tvätttrum och pentryn. Rören är sandgjutna och målade med vit färg eller med silverfärg. De är skarvade med blydiktning.

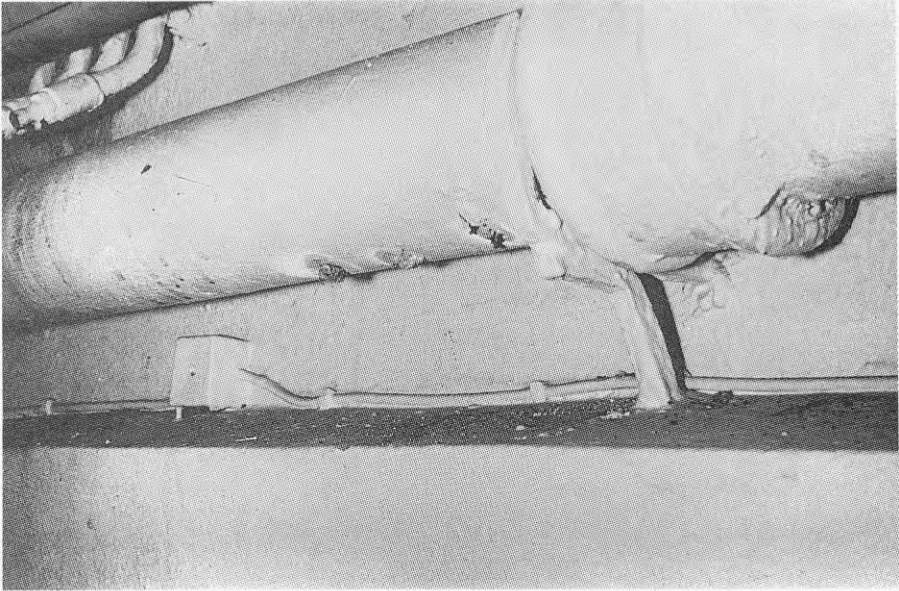
Figur 4.6 och figur 4.7 visar krustor med genomgående hål. Vatten har droppat ned på avsatsen.

Tabell 4.14 Antal skador och skadetyper, i källare. Ålder ca 65 år.

Rörtyp och dimension	Längd m	Skadetyper antal								Skador/m
		1	2a	3	6a	6b	7	8	9	
		S 75	10	1	2	2			1	
S 100	35		1	6	11	4		1	0.66	
S 150	21						1	1	0.1	



Figur 4.6 Krustor med genomgående hål.



Figur 4.7 Krustor med genomgående hål.

Provbitar

Provbitarna togs i samband med utbyte av spillvattenrören. De hämtades efter att man rivit spillvattenrören i källartaket. Provbitarna lämnades in till Korrosionsinstitutet för analys. Se bilaga 2.

Provbit 1

Provbit 1 är en muff som suttit på en böj i källartaket. I muffdelen fanns en spricka som läckte svagt och som var orsaken till att man bytte röret. Den ursprungliga godstjockleken var 6 mm. Röret har alltså större godstjocklek än moderna rör. Grafiteringsdjupet var 1 - 1.5 mm.

Den ursprungliga godstjockleken i rördelen under muffen var 5.5 mm. Grafiteringsdjupet var 1 mm.

Korrosionshastigheten var 0.025 mm/år.

Den återstående livslängden uppskattades till 50 - 100 år.

Provbit 2

Provbit 2 är en del av ett S 100 rör som suttit i källaren.

Den återstående godstjockleken är mellan 5.5 - 6.5 mm. Grafiteringsdjupet var 0.5 mm.

Korrosionshastigheten uppskattades till 0.015 mm/år.

Den återstående livslängden uppskattades till minst 50 år.

I rörbiten fanns ett mörkare parti av rörväggen som såg ut som ett gjutfel. Analysen visade att partiet var en felfri svetsfog. Anledningen till att man svetsat i röret bör vara att man lagat ett gjutfel på gjuteriet.

Provbit 3

Provbit 3 är också en del av ett S 100 rör som suttit i källaren.

Den återstående godstjockleken är 4.2 mm.

Grafiteringsdjupet var 0.5 mm.

Korrosionshastigheten uppskattades till 0.03 mm/år.

Den återstående livslängden uppskattades till minst 50 år om det inte uppstår några lokala angrepp.

I provbiten fanns ett hål från en por eller från ett kärnstöd med en metallplugg som verkade fastnitad i hålet. Även här har man lagat röret på gjuteriet.

De flesta krustorna på rören kom troligen från porer dvs gjutfel som inte blivit synliga för än nu. Det fanns även en spricka genom rörväggen i överkanten av en renslucka, förutom den spräckta muffen.

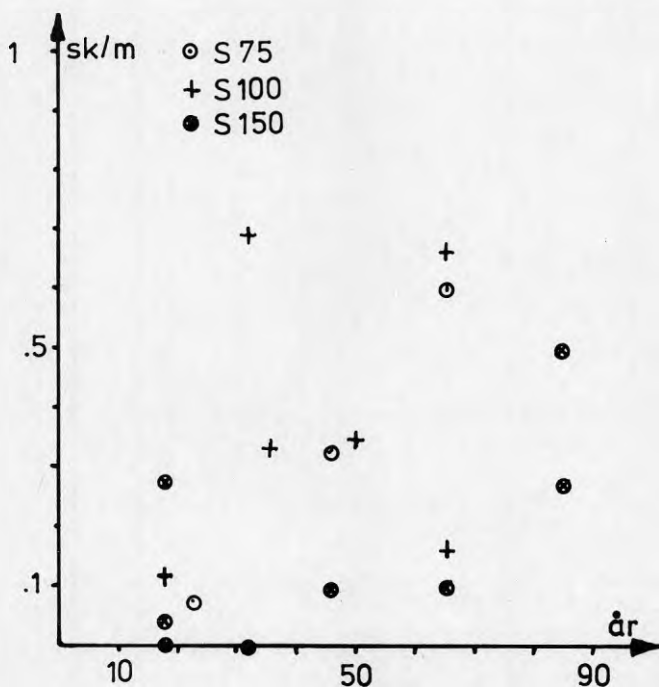


5 UTVÄRDERING

5.1 Observerade skador

Liksom i R78:1985 läggs antal skador/m som funktion av rörets ålder in i diagram för att man skall kunna se sambandet mellan rörens kondition och ålder.

Figur 5.1 visar antal skador/m på spillvattenrör i dimensionerna 75, 100 och 150 mm. Rören i dimension 150 mm är placerade i källarvåningen.



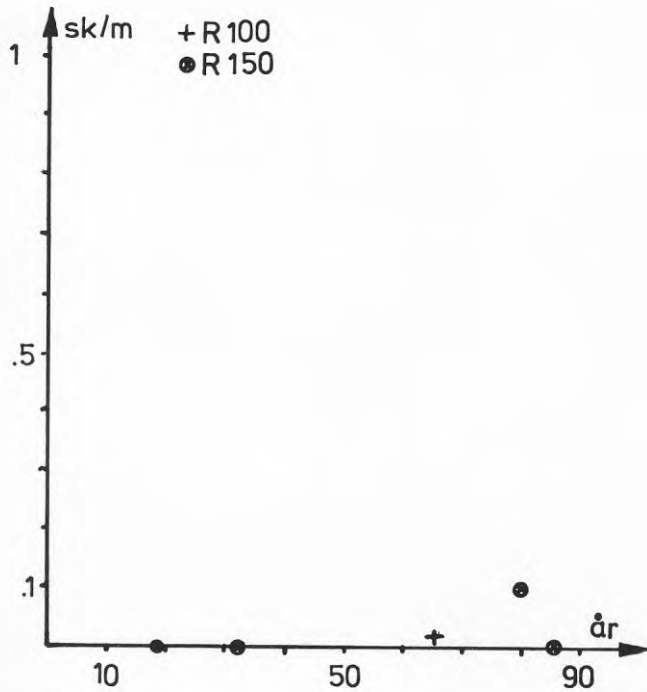
Figur 5.1 Antal skador/m (sk/m) på spillvattenrör som funktion av ålder

Om man studerar antal skador/m för 75 mm rör ser man att antalet skador/m ökar med stigande ålder.

För 100 mm rör har antal skador/m inget direkt samband med åldern. De 100 mm rör som har sämst kondition är ca 30 år gamla.

För 150 mm rör har antal skador/m ett svagt samband med åldern. Det finns dock rör som är 20 respektive 85 år gamla men som är i samma kondition. Jämfört med spillvattenrör i bostäder är sambandet mellan kondition och åldern mindre i kontorshus. Det totala antalet skador/m är väsentligen mindre i kontorshus än i bostäder.

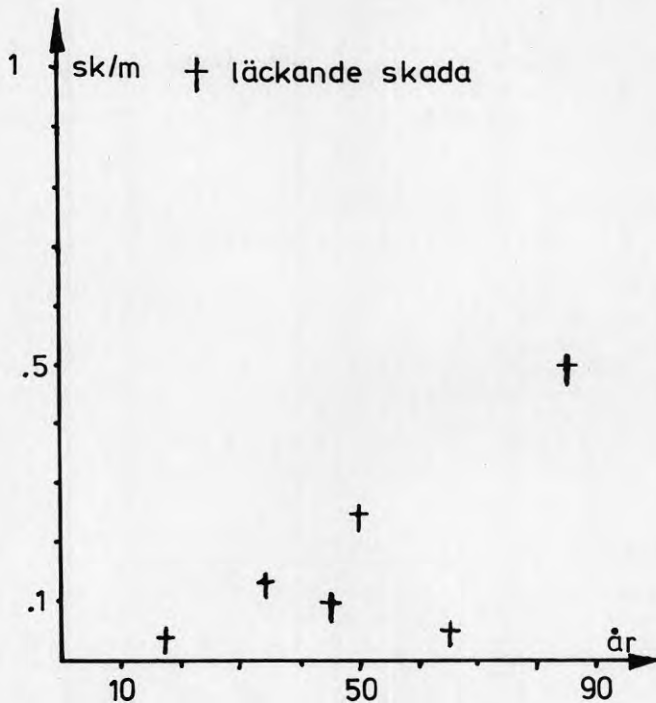
Figur 5.2 visar antal skador/m på regnvattenrör i dimensionerna 100 och 150 mm.



Figur 5.2 Antal skador/m (sk/m) på regnvattenrör som funktion av åldern

De flesta studerade regnvattenrören är i dimension 150 mm och denna dimension är normalt i god kondition, upp till den ålder som finns installerat. Det är därför svårt att ur det insamlade materialet se om det finns någon skillnad i kondition mellan regn- och spillvattenrör, men troligen är regnvattenrören i bättre kondition än spillvattenrör i samma ålder.

Figur 5.3 visar antal skador/m på spillvattenrör i dimensionerna 75, 100 och 150 mm som lett till att man bytt ut rören, eller till att de läcker, dvs att den fysiska livsländen upphört. De flesta läckande rören i samtliga dimensioner var placerade i källaren.



Figur 5.3 Antal skador/m (sk/m) på spillvattenrör som funktion av ålder som lett till att spillvattenrörets fysiska livslängd upphört.

Antalet skador/m som leder till att den fysiska livslängden upphör har ett visst samband med åldern.

I jämförelse med spillvattenrör i flerbostadshus så har inte spillvattenrören i kontorshus varit utsatta för den stora korrosionsbelastningen från köksspillvattnet. Besiktningarna visar också att spillvattenrör i kontorshus i allmänhet är i bättre kondition än i flerbostadshus.

Liksom i flerbostadshus uppträder kruster och rostfläckar vid porer i rörväggen. Porer beror på gjutfel. Det tar tid innan porerna visar sig eftersom de är lagade eller enbart är igensatta med tjära eller asfalt.

De fel som leder till rörbyte är i många fall sprickor genom rörväggen. Sprickornas orsak är svårare att fastställa, man kan endast ange tänkbara orsaker: Sprickor kan uppkomma till följd av mekanisk belastning från infästningar som ger en spricka då röret försvagats av invändig grafitisk korrosion. Mekanisk belastning kan också ha uppkommit vid en stöt mot röret t ex påkörning. Sprickan kan också ha uppkommit genom att spänningar i rörväggen, som uppstått vid gjutningen, spräcker röret då det försvagats av invändig grafitisk korrosion.

En annan orsak kan vara att man spräckt röret vid rensningen på gjuteriet. Den fina spricka eller anvisning som då bildats kan sedan utvecklas till en stor spricka genom invändig grafitisk korrosion.

I ett fall hade korrosivt vatten från en livsmedelsbutik i kontorshuset, skadat röret så att man blivit tvungen att byta.

I kontorshusen finns nästan inga provisoriska renshål i rörväggarna, som det finns i flerbostadshus. Orsaken till detta är troligen färre igensättningar i rören.

Ett spillvattenrörs livslängd påverkas av korrosionsbelastning och kvalitet hos röret. Eftersom aggressiviteten hos spillvattnet i kontorshus är mindre än i flerbostadshus kommer antalet skador pga korrosion att blir mindre. Det totala antalet skador kommer att minska och andra skadeorsaker blir mer framträdande, dvs en större andel av skadorna kommer att bero på fel i rörmaterialet. Detta har också framkommit vid besiktningarna.

5.2 Uppskattad skadefrekvens

Med hjälp av figur 5.3 kan man uppskatta frekvensen för läckande skador. Antalet observationer är litet och de varierar starkt, varför ett medelvärde blir osäkert.

Enligt figur 5.3 inträffar i medeltal 0.1 läckande skador per m spillvattenrör någon gång mellan 20 och 70 år brukstid. Skadefrekvensen gäller spillvattenrör i kontorshus, främst i källarvåningen. Under ett år mellan 20 - 70 år inträffar sålunda 0.002 sk/m,år. Frekvensen för läckande skador ser ut att vara oberoende av brukstiden mellan 20 - 70 år.

Efter 70 års brukstid kommer den skadefrekvensen att öka.

Före 20 års brukstid är skadefrekvensen mycket låg. Den kan antas vara nära 0 sk/m,år. De läckande skador som uppträder med nya rör inträffar i samband med eller strax efter installationen. Dessa skador kan naturligtvis inte observeras vid besiktning av befintliga rör.

5.3 Beräkningsexempel

5.3.1 Byta eller behålla spillvattenrör i varulager

I taket på ett varulager finns 10 m spillvattenrör. En läcka på ett spillvattenrör beräknas kunna skada varor för ca 20.000 kr.

Att byta ut rören kostar ca 10.000 kr.

Vid beräkningen antas att inga vattenskadorna inträffar i samband med installationen varför skadefrekvensen för de nya rören är 0 sk/m,år fram till att de är 20 år gamla.

Beräkningen görs för den närmsta 10 resp 20 årsperioden med 5 % kalkylränta. De befintliga rören antas vara yngre än 50 år.

Både investeringen för rörbytet och skadekostnaden ökar med inflationen.

Skadekostnad

Den förväntade skadefrekvensen för hela lagret blir för 10 m rör gånger den förväntade skadefrekvensen 0.002 sk/m,år dvs 0.02 sk/år för hela lagret.

Den förväntade årliga skadekostnaden för lagret blir 20.000 kr/sk gånger 0.02 sk/år dvs 400 kr/år.

Kostnad för byte

Kapitalkostnaden för investeringen vid byte sett under en 10-årsperiod vid 5 % kalkylränta blir ca 13 % av 10.000 dvs 1300 kr/år.

Kapitalkostnaden för investeringen vid byte sett under en 20-årsperiod vid 5 % kalkylränta blir ca 8 % av 10.000 dvs 800 kr/år.

Jämfört med den förväntade skadekostnaden 400 kr/år är det billigare att behålla de gamla rören.

Efter 20-årsperioden kommer den förväntade årliga skadekostnaden för de nya rören att öka till 400 kr/år, eftersom de åldrats. Om den förväntade skadekostnaden istället för 20.000 kr är 40.000 kr då blir den förväntade årliga skadekostnaden lika hög som kapitalkostnaden för att byta vid 20 års beräkningstid.

5.3.2 Besiktning och reparation

Genom besiktning och reparation av skadeanvisningar på spillvattenrör kan man minska det förväntade skadeantalet till en lägre investering än för ett rörbyte.

Skadekostnad

Den förväntade skadekostnaden blir lika hög som i föregående exempel, dvs 20.000 kr/sk gånger 0.02 sk/år dvs 400 kr/år.

Besiktnings och reparationskostnad

Att besiktiga spillvattenrören i lagret kostar 1000 kr.

Att reparera skadeanvisningarna kostar 1000 kr. Med stöd av figur 5.1, antas att det finns 0.1 skadeanvisningar per m som repareras dvs 1 skadeanvisning på 10 m rör i lagret. Man kan inte i förväg avgöra vilka anvisningar som leder till läckande skador utan man reparerar samtliga skadeanvisningar.

Skadefrekvensen antas sjunka till 0 sk/år under 5 år, därefter stiger den åter till 0.02 sk/år i lagret.

Om man beräknar kapitalkostnaden under femårsperioden vid 5 % kalkylränta skall investeringen 2000 kr fördelas med 23 % per år, dvs 460 kr per år.

Kapitalkostnaden för besiktning och reparation, 460 kr/år skall jämföras med den förväntade skadekostnaden 400 kr/år.

För att det skall vara billigare att besiktiga och reparera skall skadekostnaden vara högre än 20.000 kr per skada eller så måste skadefrekvensen sjunka till 0 sk/år under längre tid än 5 år.

6 RESULTAT

Spillvattenrörens kondition i kontorshus beror under de första 70 åren lika mycket på den ursprungliga kvaliteten som på användningstiden.

I kontorshus är antalet skador/m rör mindre än i flerbostadshus där de flesta skadorna beror på invändig grafitisk korrosion.

I kontorshus är förutsättningarna för att förlänga spillvattensystemets livslängd bättre än i flerbostadshus, eftersom man kan reparera skador som beror på fel på rören. Om rören är genomkorroderade kan de inte repareras, endast bytas.

Om felen beror på läckande porer kan man tätta dem. Om enstaka rör spricker är det tillräckligt att byta det spruckna röret. Innan man reparerar enstaka fel måste man bedöma hur långt den grafitiska korrosionen hunnit genom att ta provbiter ur rör i källaren. Om spillvattensystemet är genomkorroderat kan man givetvis inte förbättra det genom enstaka reparationer.

Innan man byter ut spillvattensystemet bör man också ta provbitar för att se om det inte skulle vara tillräckligt att laga de skadade delarna.

Vid reparation eller utbyte av skadade delar bör man först bedöma det ekonomiska utfallet enligt analysen i kap. 2 och 5. Om man behåller en komponent och konsekvensen av en vattenskada är stor måste sannolikheten för att delen skall hålla under den avsedda brukstiden vara stor, dvs vara nära ett. I kontorshus kan t ex värdefulla handlingar eller utrustning komma till skada vid vattenläckage, men även det omvända kan förekomma dvs att en vattenskada ger små skadekostnader, t ex i en oinredd källare.

Förhållandet mellan skadekostnaden inkl byte och kostnaden för att byta delen i nuläge har en avgörande betydelse för beslutet att byta eller behålla.

7 FÖRSLAG TILL FORSKNINGSSOMRÅDEN

Under arbetet med projektet har följande frågor bedömts angelägna att arbeta vidare med:

Konsekvenser av ändrade livslängder hos installationer

Hur mycket lägre hyra skulle man få, eller hur mycket skulle boendekvalitén (t ex inneklimatet) höjas om livslängden hos en installation ökade. En sådan undersökning kan ge vägledning om vilka installationer som det är viktigt att forska kring.

Optimering av installationer med avseende på antal vattensskador

En optimal installation ger den lägsta totalkostnaden vid konstant funktion. I totalkostnaden ingår kostnad för projektering, material, montage, kontroll och besiktning och drift. Att försöka åstadkomma installationer som inte ger några vattensskador skulle givetvis kräva stora kostnader. Denna stora kostnad skulle inte uppvägas av besparingen från det antal vattensskador som nu inträffar. Antalet vattensskador som nu inträffar och deras orsaker framgår av försäkringsbolagens statistik över vattensskador (1976 och 1987). Statistiken kan användas för att bedömma om det är lönsamt att t ex använda ytterligare tid för kontroll och besiktning eller om man skall använda bättre material, t ex koppar. Projektet ger bättre riktlinjer för projektering, installation och för kontroll och besiktning.

Internationell jämförelse av tekniska lösningar

Genomgång av internationell vattenskadestatistik, eller liknade statistik över oönskade konsekvenser, och jämförelse med installationstekniskt utförande i respektive land. Detta kan ge exempel på bra tekniska lösningar.

Livslängder för luftbehandlingsutrustning

Att beskriva vad som händer med sammansatt luftbehandlingsutrustning och vilka kostnader som uppstår. Principiella problem är sambandet mellan underhåll och funktion och de relativt, andra installationer, små konsekvenserna av bristande funktion. Projektet skall ge bättre underlag för prognoser av underhållskostnader och för beslut vid ombyggnad.

Plastavloppsrör

Att ta fram undersöknings- och prognosmetoder för att bestämma driftskostnaden, enligt avsnitt 2.1.1. Att ta fram reparationsmetoder som kan minska driftskostnaden. Detta är särskilt angeläget för tunnväggiga spillvattenrör.

Alternativ till ombyggnad

Då installationernas livslängd är "slut" kan man byta dem i samband med en ombyggnad. Ett alternativ är t ex att inte bygga om, utan endast byta då vattenskada eller annan allvarlig konsekvens inträffar. Ett annat alternativ till ombyggnad är renovering av installationerna på plats. Projektet skulle omfatta en ekonomisk utvärdering av de olika alternativen till ombyggnad, för att se vilket alternativ som är bäst.

Lägenhetsvis utbytbara installationer

Om det är fördelaktigare att byta installationerna efter hand som de går sönder, istället för vid en samlad ombyggnad, kan man förbereda byggnaderna för lägenhetsvis byte av installationer. Projektet skulle ta fram förslag till utformning av flexibla, lägenhetsvis utbytbara installationer och utvärdera ekonomin jämfört med konventionell ombyggnad.

Metoder för renovering av rör i byggnader

Sammanställning av metoder för renovering av rör på plats i byggnader. Det finns flera metoder med infordring med plaststrumpa, en metod med cementinfordring, en med epoxylackering etc. Metoderna utvärderas ekonomiskt och anvisningar för val av lämplig metod utarbetas.

Mätning av grafiteringsdjupet i spillvattenledningar

Utveckling av metoder för fältmätning.

Galvaniserade stålrör

I äldre byggnader är kallvattenrören av galvaniserade stålrör. Projektet går ut på att ta fram undersökningsmetoder för att kunna göra en prognos av driftskostnaden, enligt avsnitt 2.1.1.

LITTERATUR

A Jönsson, S Lindgren, 1985, Livslängd hos spillvatten- och värmerör i flerbostadshus, En fältundersökning (Byggforskningsrådet) R78:1985, Stockholm 1985

Milton Meckler, P,E, 1969, Corrosion of Building Piping Systems, Heating, Piping & Air Conditioning, October 1969, s. 103-108

Vattenskador i byggnader, Redovisning av en enkätundersökning 1987 (Försäkringsboklagens Byggreparationskommitte) 96 sid. Stockholm 1987

Bilaga 1.

Korrosionsinstitutet(KI)
Lennart Dahl

Sthlm 880622

Wahlings Installationsutveckling AB

Översänder härmed analys av prov nr 1. Analysen är utförd av Lennart Lundgren.

Resterade livslängd är givetvis beräknad på återstående godstjocklek. Om sprickan uppkom, medan röret satt på plats i byggnaden, kan den ha medfört läckage. Då är den resterande livslängden av mindre intresse.

Prov nr 1 från Landstingshuset, Råsundav.

Information om objektet (ifylls av Wahlings
Installationsutveckling AB)

Spillvattensystem av gråjärn. Horisontell förläggning.
Ursprunglig godstjocklek 4 mm. Centrifugal gjutet.
Installationsår 1956. Drifftid 32 år.

Undersökning av objektet (Ifylls av KI)

Allmänt utseende

2 m långt rör med längsgående spricka ca 1.8 m. Svartmålat på utsidan (Asfaltfärg). Invändig avlagring 10-15 mm. Det grafiterade skiktets tjocklek uppskattas till 2-3 mm. En punkt har 0.5 mm kvar.

Typ av korrosion

Allmän korrosion, grafitisk korrosion

Återstående godstjocklek

2-3 mm

Uppskattad korrosionshastighet mm/år

0.0625 mm/år

Ev bedömning av resterande livslängd m a p korrosion

10 - 30 år



Korrosionsinstitutet
Swedish Corrosion Institute

Korrosionsinstitutet
Roslagsvägen 101, hus 25
104 05 Stockholm
Telefon: 08-790 98 00
Telex: 19962 KORRO S
Telefax: 08-16 72 70

Ärende VVS-installationers livslängd

Uppdragsgivare: EVR & Wahlings
Installationsutveckling
Sören Lindgren

Utskrivet av: SSm

Handläggare: L Lundgren och L Dahl

Godkänt ML

Reg nr: 53 101 Datum 1989-03-02

1 BAKGRUND OCH MÅL

Tre provbitar har erhållits från EVR & Wahlings, för bedömning av korrosionstyper, korrosionens omfattning samt livslängd. I övrigt hänvisas till bil 1 VVS-installationers livslängd, AJ 890221.

2 UNDERSÖKNING AV PROVBITAR

Se bifogade blanketter, bil 2-4.

3 SLUTSATSER

Undersökningen medger följande slutsatser:

- Korrosionen är i samtliga fall av typerna allmän korrosion och grafitering
- Korrosionshastigheten bedömes i de enskilda fallen vara:
 - 0,025 mm/år provbit 1
 - 0,015 mm/år provbit 2
 - 0,03 mm/år provbit 3
- Den återstående livslängden uppskattas till minst 50 år om hänsyn toges enbart till rörens hållfasthet. Lokala angrepp, som leder till eventuella läckage, är det svårt att bedöma.

- Sprickan med de svaga rostfläckarna (provbit 1) torde ha uppkommit genom mekanisk åverkan vid ett tidigare tillfälle
- Det eventuella gjutfelet (provbit 2) är en svetsfog. Något direkt fel i svetsen kan inte konstateras
- Korrosionen på brottytan i närheten av pluggen (provbit 3) bedömes ha uppstått efter demonteringen.

EVR&Wahlings Installationsutveckling

AJ 890221

VVS-installationers livslängd

Följande tre provbitar kommer från Patentverkets källare. Patentverket byggdes på 1920-talet och spillvattenrören är original.

Provbit 1

Muffen har suttit på en böj i källartaket. Den raka brottytan följer en spricka som läckte svagt och som är orsaken till att man bytte röret.

Undersök grafiteringsdjup och sprickan, med svaga rostfläckar på böjens insida.

Provbit 2

Undersök grafiteringsdjup och ev. gjutfel. Har korrosionen på brottytorna uppkommit efter demonteringen.

Provbit 3

Undersök grafiteringsdjup och gjutfelet. I poren eller kärnstödshålet har metallpluggen, som är fasttejp på röret, suttit. Har poren eller kärnstödshålet gett upphov till en spricka eller har korrosionen på brottytan uppkommit efter demonteringen.

Provbitarna demonterades fredagen de 17/2 och lades i en täckt container där de hämtades måndagen den 20/2. Under söndag fm. regnade det. Det var torrt i containern.

Objekt nr	(KI)	KIs uppdrag för Wahlings
Från kv	Uppfinnaren (W)	Ref 53 101
nr	1 (W)	

Information om objekt (ifylls av Wahlings)

System: Spillvatten

Typ av konstruktion: Muff

Material: Gjutjärn, sandgj.

Horisontell/vertikal konstruktion

Våningsplan: Källare

Installationsår: 20-tal

Signatur

Undersökning av objekt (ifylls av KI)

Allmänt utseende (korrosionsprodukter, avlagringar)

Muff: rödrost + beläggning av troligen isoleringsmaterial, sprickan troligen uppkommen av mekanisk åverkan, lätt rödrost uppkommen p g a läckage.

Nedanför muff: rödrost, 2 st sprickor. 1 spricka troligen uppkommen vid demontering, den andra troligen tidigare ev. vid montering.

Typ av korrosion (ex allmän korrosion, gropfrätning)

Muff: allmän korrosion + grafitering-grafitskikt = 1 till 1,5 mm.

Nedanför muff: Allmän korrosion + grafitering-grafitskikt = 1 mm.

Återstående godstjocklek

Muff: 6 mm (oangripet), 4,5 mm (angripet)

Nedanför muff: 4,7-4,2 mm

Uppskattad korrosionshastighet mm/år

0,025 mm/år

Ev bedömning av resterande livslängd m a p korrosion

50-(100 år) utan lokala angrepp

Övrigt

Sprickan med de svaga rostfläckarna på böjens insida torde ha uppkommit av mekanisk åverkan vid tidigare tillfälle.

Signatur.....

Objekt nr(KI)

KIs uppdrag för Wahlings

Från kv Uppfinnaren (W)

Ref 53 101

nr 2 (W)

Information om objekt (ifylls av Wahlings)

System: Spillvatten

Material: Gjutjärn, sandgj.

Horisontell/vertikal konstruktion

Våningsplan: Källare

Installationsår: 20-tal

Signatur

Undersökning av objekt (ifylls av KI)Allmänt utseende (korrosionsprodukter, avlagringar)

Rödrost, överdel av rör ?

Typ av korrosion (ex allmän korrosion, gropfrätning)

Allmän korr + lite grafitering-grafitskikt = 0,5 mm på vissa ställen

Återstående godstjocklek

6,5 mm

5,5 mm

Uppskattad korrosionshastighet mm/år

0,015 mm/år

Ev bedömning av resterande livslängd m a p korrosion

minst 50 år utan lokal korr.

Övrigt

Det ev. gjutfel som efterfrågas är en svetsfog. Därav ett något annorlunda utseende i jämförelse med övrigt material. Något direkt fel i svetsen konstaterades dock inte.

Signatur.....

Objekt nr(KI)

KIs uppdrag för Wahlings

Från kv Uppfinnaren (W)

Ref 53 101

nr 3 (W)

Information om objekt (ifylls av Wahlings)

Material: Gjutjärn, sandgj.

Horisontell/vertikal konstruktion

Våningsplan: Källare

Installationsår: 20-tal

Signatur

Undersökning av objekt (ifylls av KI)Allmänt utseende (korrosionsprodukter, avlagringar)

Rödrost

Typ av korrosion (ex allmän korrosion, gropfrätning)

Allmän korr + lite grafitering-grafitskikt = 0,5 mm poröst

Återstående godstjocklek

4,2 mm

Uppskattad korrosionshastighet mm/år

0,03 mm

Ev bedömning av resterande livslängd m a p korrosion

minst 50 år utan lokala angrepp

Övrigt

Korrosionen på brottytan i närheten av "pluggen" ser "färsk" ut och har således uppstått efter demontering

Signatur.....



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 850707-8
från Statens råd för byggnadsforskning till Wahlings
Installationsutveckling AB, Danderyd.

R84: 1990 VVS-installationens Hvsång A Jonsson, S Linngrén

R84:1990

ISBN 91-540-5252-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6801084

Abonnemangsgrupp:
W. Installationer

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirka pris: 44 kr exkl moms