



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.



RUNE HANSON
BERTIL G JOHNSON
SÖREN LINDGREN

Avloppsstammars livslängd

R58: 1993

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400129298

 BYGGFORSKNINGSRÅDET

BFR

R58:1993

**V-BIBLIOTEKET
BYGG & KONSTRUKTION
SEKTIONEN FÖR VÄG & VATTEN
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Box 118, 221 00 LUND**

AVLOPPSSTAMMARS LIVSLÄNGD

**Rune Hanson
Bertil G Johnson
Sören Lindgren**

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 920012-2
från Byggeforskningsrådet till Byggnadsfirman Viktor Hanson AB,
Stockholm.**

REFERAT

Rapporten redovisar en enkätstudie om spillvattenrör av gjutjärn — deras funktion och sambandet med synliga defekter, konstruktionsegenskaper och belastningar. Enkäten har besvarats för 600 fastigheter med sammanlagt 4908 avloppsstammar.

Inga av de studerade tekniska och funktionella påverkansfaktorerna visar sig ha en påtaglig inverkan på skadefrekvens och livslängd. På det hela taget avtar avloppssystemens kondition med åldern, vilket kan hänföras till materialberoende grafitisk korrosion.

Genomsnittligt består rörsystemen till en ålder av 40-50 år. Grafiteringen visar sig inträda tidigare i 1950- och 1960-talens system än i deras föregångare, något som antas bero på att belastningarna ökat under senare årtionden.

Ett resonemang om livscykelkostnaderna och riskkostnader visar bl a att avsevärt höjda nyinvesteringar är motiverade om därigenom skadefrekvensen kan minskas och livslängden ökas.

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.

R58:1993

ISBN 91-540-5604-7
Byggforskningsrådet, Stockholm

Gotab 99021, Stockholm 1993

Innehåll

Sammanfattning	4
Projektets bakgrund och syfte	5
Kunskapsläget	5
Projektets metod	7
Byggnadsdiagnostiska enkätstudier	7
Förstudie	7
Generaliserbarhet m m	8
Skador och skadeförlopp	10
Skador på gjutjärnsrör	10
Skador på plaströr	12
Avloppssystemens kondition	13
Livslängdsuppskattningar	13
Skador och skadeorsaker	15
Några fördjupningar	18
Tidigt utslagna system	19
Slutsatser	20
Kostnadsaspekter	22
Riskaspekter på livstidskostnaden	22
Variationer i totalkostnad	23
Bättre material?	23
Att besluta om åtgärder	25
Diagnosmetoder	25
Utbytesstrategi	26
Exempel på valsituationer	26
Slutsatser	28
Litteratur och referenser	29
Bilaga: enkätformulär	30

Sammanfattning

Fram till mitten av 1970-talet var det vanligt att byta ut enbart den del av en avloppsstam som uppvisade korrosionsskador. Nya finansieringsregler för ombyggnad av bostadshus stimulerade under det följande årtiondet genomgripande ombyggnader. Eftersom det var fastighetsekonomiskt lönsamt att totalrenovera, byttes många funktionsdugliga avloppsstammar ut.

I en nu- och framtida situation då totalrenovering inte längre är självklart fördelaktigt fordras bättre kunskap om spillvattensystemens status och återstående livslängd, eftersom dessa faktorer ofta är avgörande för ombyggnadsbehovet.

I projektet har livslängder, skador och sambanden mellan varierande påverkansfaktorer studerats för drygt 600 fastigheter med sammanlagt 4908 avloppsstammar med hjälp av sex byggnadsdiagnostiska enkätstudier. Metoden har tidigare använts för motsvarande studier av andra byggnadsdelar. Den bygger på att kvantitativa (teknik och ekonomi) och kvalitativa (värderad funktion) data om byggnader insamlas och analyseras.

Materialiet omfattar system som installerats före 1971. Det visar sig att skador årligen inträffat på 2,1% av stammarna. Rör av gjutjärn uppnår genomsnittligt en ålder av 40-50 år. Grafiteringen visar sig inträda tidigare i 1950- och 1960-talens system än i deras föregångare, något som kan antas bero på att belastningarna ökat under senare årtionden.

Inga av de studerade tekniska och funktionella påverkansfaktorerna visar sig ha en påtaglig inverkan på skadefrekvens och livslängd. På det hela taget avtar avloppssystemens kondition med åldern, vilket kan hänföras till materialberoende grafitisk korrosion. Tidiga skador måste förklaras med sprickorsakande materialdefekter, brister i skarvningsteknik eller variationer i skötsel och användning.

En beräkning av livscykelkostnaderna visar att årskostnaden skiljer ca 14% mellan de sämsta och de bästa systemen. Detta motsvarar en skillnad på drygt 2 000 kronor i grundinvestering per vertikal stam. *Risikkostnaden*, definierad som sannolikheten för en skada multiplicerad med den genomsnittliga kostnaden för att avhjälpa skadan, utgör en så stor del av livscykelkostnaden att nyinvesteringen kan ökas med uppemot 25% om skaderisken därmed kan elimineras. Det vore också rimligt att mer än fördubbla materialkostnaden om en skadefri livslängd på 80 år kunde uppnås.

Projektets bakgrund och syfte

Avloppssystemens kondition är ofta avgörande för byggnaders ombyggnadsbehov. Inte minst påverkar reparationer och utbyte av avloppsstammarna andra delar av byggnaden, t ex badrum och kök. Det finns därför stora ekonomiska vinster i att finna säkrare metoder för bedömning av avloppsstammarnas status och återstående livslängd.

Före 1970-talet var det vanligt att byta ut enbart den del av en avloppsstam som uppvisade rostskador. Större ingrepp orsakade stora störningar för husets boende. Utbyten och omläggningar begränsades därför länge till hus som blivit utpräglat omoderna. Omfattningen hölls nere av de höga kostnaderna som inte kunde kompenseras av hyrorna.

Med 1970-talets nya finansieringsregler för ombyggnad av bostadshus förändrades situationen. De nya reglerna stimulerade genomgripande ombyggnader och innebar att den successiva och varsamma ombyggnaden blev ofördelaktig.

Förändringarna förde med sig att komponenter ofta byttes ut även om de fortfarande var fullt funktionsdugliga. Många avloppsstammar ersattes följaktligen utan någon ingående granskning av deras tekniska status. Den vitt spridda föreställningen att avloppen *måste* bytas saknade i stort sett kunskapsgrund men styrde ändå ofta besluten om ombyggnad.

Sedan slutet av 1980-talet har ändrade ombyggnadsregler medfört att ombyggnandet nästan avstannat. Många fastigheter är därför numera i behov av upprustning och förnyelse. Förr eller senare måste därför renovering och ombyggnad åter öka. Man kan emellertid anta att detta måste ske med mindre subventioner och större effektivitet än under 1980-talet.

Utöver detta finns en betydelsefull teknisk-ekonomisk aspekt. Enligt försäkringsbolagen förekommer årligen i storleksordningen 5 000 vattenskador i Sverige. Medelskadekostnaden är drygt 20 000 kronor och omfattar då inte de erforderliga reparationerna. Många vattenskador har därtill ett smygande förlopp och leder till fuktproblem, som i sin tur är en vanlig anledning till "sjuka hus". Även om bara en begränsad del av vattenskadorna kan hänföras till avloppen, är det fråga om avsevärda olägenheter.

Mot denna bakgrund är ökad kunskap om spillvattensystemens status och återstående livslängd önskvärd. Om man kan förutse skador och bedöma rätt tidpunkt för renovering eller ombyggnad, blir det också lättare att bedöma de stora ekonomiska konsekvenser som en ombyggnad för med sig.

Kunskapsläget

Som en följd av synsättet på ombyggnad har intresset för rörsystemens kondition varit tämligen litet under 1970- och 1980-talen. Ämnet har dock behandlats i några studier (referenser 1, 2, 3 och 4).

I en av studierna (1) fann man ett tydligt samband mellan rörsystemens ålder och kondition, men några säkra prognoser för den återstående livslängden kunde inte ställas – främst på grund av ett begränsat underlag. De studerade stammarna uppvisade livslängder i intervallet 33-53 år.

I samma studie konstaterades att variationerna i livslängd troligen beror mindre på skillnader i kvalitet hos själva materialet än på variationer i belastningen från korrosionssynpunkt. Köksavlopp föreföll genomgående vara i sämre kondition än badrumsavlopp.

En annan studie (3) antydde klara skillnader mellan kontorshus och flerbostadshus. I de förra var antalet skador per meter rör mindre än i flerbostadshusen, där de flesta skadorna berodde på invändig grafitisk korrosion. Följaktligen hade den ursprungliga materialkvaliteten större relativ betydelse i kontorshusen. Användningstid och materialkvalitet hade där en lika stor inverkan på rörsystemens kondition.

Med tanke på avloppssystemens ekonomiska betydelse är säkrare metoder för bedömning av deras status och återstående livslängd starkt önskvärda. Om skador och problem med rimlig säkerhet kan förutses, blir det möjligt att bedöma rätt tidpunkt för renovering eller ombyggnad.

Av särskilt intresse är förloppet för olika skador och sambanden mellan varierande påverkansfaktorer. Vidare är det intressant att försöka klarlägga om skaderiskerna kan hänföras till bestämda konstruktioner, påverkansfaktorer eller egenskaper hos material och konstruktioner.

Projektets metod

Projektet har genomförs som en enkätstudie bland fastighetsförvaltare enligt den metod för *byggnadsdiagnostiska enkätstudier* som utvecklats inom det s k takprojektet (referenser 5, 6 och 7).

Byggnadsdiagnostiska enkätstudier

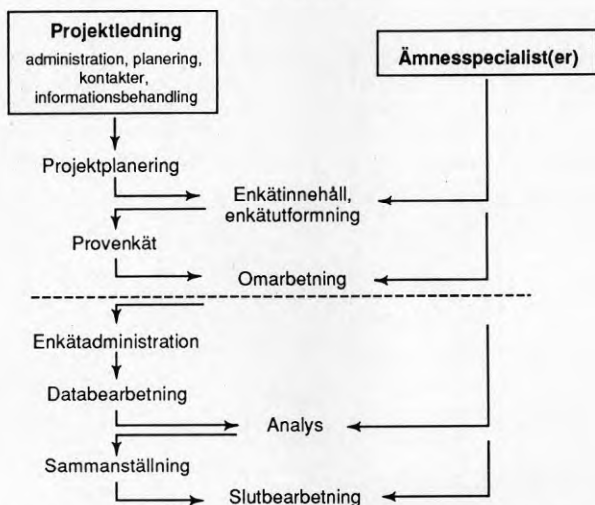
Metoden bygger på att kvantitativa (teknik och ekonomi) och kvalitativa (värderad funktion) data om byggnader insamlas och analyseras.

Analysens syfte är att finna samband — mellan teknik och kostnad, teknisk lösning och funktion etc. Där sambanden antyder att kritiska faktorer finns, görs djupare bearbetningar. Resultatet blir att bra och dåliga lösningar eller speciella problem kan identifieras.

Data inhämtas med hjälp av enkäter bland byggnadsförvaltare eller brukare. De kan avse förhållanden vid en given tidpunkt eller före och efter en åtgärd.

Den arbetsform som efterhand utvecklats utifrån dessa krav illustreras i figur 1. Arbetet med att utforma enkätformuläret innehåller ett viktigt inslag av problemanalys och begreppsbyggnad.

Figur 1. Arbetsform för byggnadsdiagnostiska enkätstudier.



I det aktuella projektet har projektledningen utgjorts av Rune Hanson, Viktor Hanson AB, och Bertil G Johnson, Johnson Informationsplanering AB, medan Sören Lindgren, EVR & Wahlings Installationsutveckling AB, varit ämnesspecialist. Även Göran Johansson, NBN Rör AB, har medverkat i vissa skeden av projektet.

Förstudie

En förutsättning för att tillräckligt många aspekter skall kunna belysas är ett omfattande underlag. De kvalitativa värderingarna förutsätter att byggnadsförvaltares praktiska erfarenheter utnyttjas. Därför fordras en väl genomarbetad

enkät som ställer de rätta frågorna — tekniskt välgrundad och anpassad till förvaltarnas verklighet.

I en förstudie studerades möjliga och nödvändiga avgränsningar. Därvid framgick att relevanta drifterfarenheter normalt inte uppkommer förrän efter 20-25-års drift. Detta innebar att enkätens byggnader måste vara byggda före ca 1970 – och således att plaströren måste uteslutas, eftersom de inte introducerades förrän under sent 1960-tal och i nu aktuella typer först under 1970-talet.

En genomgång av skador och skadeorsaker, inklusive besiktning av ett 10-tal fastigheter, resulterade i ett antal tänkbara påverkansfaktorer av intresse att studera: typen av vatten som hanteras, rörtyp och tillverkningssätt, byggnadens storlek, avloppssystemets ålder och tekniska utformning etc.

En provenkät tillställdes ett tiotal fastighetsförvaltare för besvarande och synpunkter. Provenkäten visade att vissa tekniska uppgifter var svåra att erhålla på grund av förkomna ritningar, otillräcklig redovisning etc. Kostnaderna för skador, reparationer och underhåll kunde däremot anges med god säkerhet. Den slutliga enkäten gavs därför den utformning som framgår av bilaga 1.

Eftersom teknik och material förändrats genom åren, var det nödvändigt att enkätsvaren skulle omfatta fastigheter av olika åldrar. En grov indelning i tre 20-årsgrupper innebar att uppgifter om minst 200 system av vardera skulle erfordras. Eftersom provenkäten antytt ett troligt bortfall i storleksordningen 25-50 procent, borde utsändningen omfatta ca 1 200 fastigheter för ett gott resultat.

Generaliserbarhet m m

Under enkätperiodens gång visade det sig att bortfallet på grund av bristande tid eller saknade uppgifter blev betydligt högre än förväntat. Vidare var en avsevärd del av svaren ofullständiga. Kompletteringar har därför efterhand skett upp till sammanlagt ca 2 500 formulär. Av dessa har drygt 600 besvarats och givit sammanlagt 4908 avloppsstammar med en fördelning på *byggnadsår* enligt tabell 1.

Tabell 1. Enkätmaterial efter byggnadsår.

åldersgrupp	antal stammar
·1920	38
1921-1930	253
1931-1940	234
1941-1950	183
1951-1960	3279
1961-1970	921
summa	4908

Som framgår av tabell 1 råder en överrepresentation av nyare fastigheter, medan de fyra äldsta grupperna nätt och jämnt motsvarar ambitionen om 200 system per 20-årsgrupp. Obalansen förstärks ytterligare när man ser till *installationsåren* för nuvarande avloppssystem (tabell 2), dvs exklusive dem som redan bytts ut. Vissa uppgifter om de utbytta systemen har dock också lämnats.

Tabell 2. Enkätaterialet efter installationsår.

åldersgrupp	antal stammar
-1920	27
1921-1930	246
1931-1940	238
1941-1950	183
1951-1960	3279
1961-1970	935
summa	4908

Från strikt statistisk synpunkt är bortfallet — främst av äldre system — givetvis så stort att systematiska effekter inte kan uteslutas. Eftersom avsikten inte i första hand är att generalisera de kvantitativa uppgifterna är detta dock ett marginellt problem. Frågan är snarare om enkätaterialet innehåller rimligt representativa fastigheter.

En positiv aspekt på enkätaterialets sammansättning är att de stora åldersgrupperna är de som inom de närmaste årtiondet når den ålder då utbyten och andra åtgärder börjar vara aktuella.

Enkätaterialets fastigheter

Av praktiska skäl — tillgången till uppgifter om fastigheterna och deras ägare/förvaltare — har enkäterna med några undantag distribuerats enbart inom Stockholmsområdet. Detta kan vara en omständighet som innebär en "sned" representation om exempelvis byggteknik, avlopps- och vattenkvalitet eller fastighetsskötsel i Stockholms län väsentligt avviker från motsvarande förhållanden i andra delar av landet.

En annan osäkerhet är att de förvaltare som besvarat enkäten kan vara de som också driver förvaltningen mest rationellt och att deras underhåll m m således är bättre än vad som gäller för ett bredare fastighetsbestånd. På denna punkt finns inga bestämda slutsatser att dra, men mot denna farhåga talar att en del av svaren är ofullständiga och att aktuella ritningar finns för endast 69% av fastigheterna och 58% av stammarna.

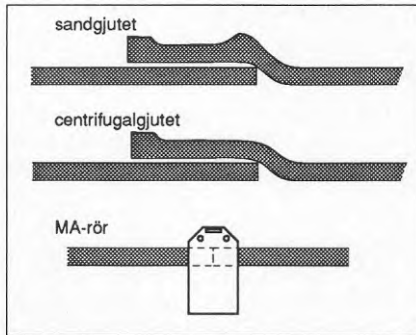
Skador och skadeförlopp

Avloppssystem av gjutjärn har använts sedan slutet av 1800-talet. Gjutjärnsrören standardiserades 1918 i de sk Normalierna, varefter den då aktuella rörtypen kallats *normalrör*.

Normalrören tillverkas efter två gjutmetoder, sandgjutning och centrifugal-gjutning. Sandgjutna rör har två förstärkningsringar på muffen och även en förstärkningsring på röränden. Centrifugalgjutna rör har endast en förstärkningsring på muffen (figur 2). Sandgjutna rör är den ursprungliga typen, medan de centrifugalgjutna kom till landet i mitten av 1930-talet.

Kring 1970 tillkom en ny typ av mufflösa spillvattenrör av gjutjärn, MA-rör. Dessa rör skarvas med en gummimanschett som läggs runt röret och som spänns fast med ett svep av plåt (figur 2). Under senare år har MA-rör med invändig ytbeläggning av epoxitjära lanserats. De anses vara bättre lämpade för aggressivt avloppsvatten.

Figur 2. Typer av gjutjärnsrör (genomskärning av godset).



Normalrör har traditionellt skarvats med blydiktning, cement eller mönjejitt. Sedan början av 1960-talet har även tätningsringar av gummi och plast använts.

I samband med miljonprogrammet infördes avloppsrör av plast. Många olika typer – somliga med stora funktionsproblem – användes under 1970-talet. Ändringarna i material och utförande har varit många och flertalet tidigare rörtyper har försvunnit från marknaden. Plastmaterialet har efterhand förbättrats och rörtyperna har enligt tillgängliga uppgifter numera ungefär samma skadefrekvens som gjutjärnsrören.

Skador på gjutjärnsrör

Skador på gjutjärnsrör utgörs av inbyggda materialdefekter som grafitisk korrosionsbenägenhet, porer och materialspänningar, montagefel samt åverkan.

Materialberoende defekter

Tillverkningen av gjutjärnsrör har förändrats över tiden. Rörens ursprungliga kvalitet kan därför variera. Särskilt under 1940-talet användes material med bristfälliga egenskaper.

Den vanligaste gjutskadan är porer. Dessa utvidgas dock inte med användningen utan kan t o m växa igen p g a rosten. Sprickor i rörets längdriktning

kan uppstå, troligen beroende på spänningar i materialet som kan finnas i godset från tillverkningen.

Monteringsbrister

I och med att avloppssystemen sammanfogas helt manuellt, finns en risk för monteringsfel. Många detaljer är svåra att både utföra och kontrollera. Särskilt i yngre system är utförandebrister ett vanligt problem. De olika skarvningsmetoderna har inte alltid hanterats rätt. Vidare förekommer sprickor som uppstått i rören på grund av spänningar, orsakade av felaktiga infästningar.

Effekterna av monteringsfel brukar framträda inom några år efter installationen.

Skador genom åverkan

En relativt vanlig orsak till mekanisk åverkan är att man tagit upp hål i rörväggen för att rensa röret. Hålet kan sedan bli utgångspunkt för sprickbildning. Även skador genom påkörning, t ex i garage, förekommer.

Mekanisk rensning kan resultera i hål när röret är grafiterat (se nedan). Rensning med tryckspolning anses inte orsaka någon direkt åverkan.

Korrosionsskador

Den vanligaste skadan är grafitisk korrosion, som fördärvar rörens hållfasthet. Järnet löses ut ur godset och kvar blir en rest av grafit och järnoxid. Den har samma form som röret men betydligt lägre hållfasthet.

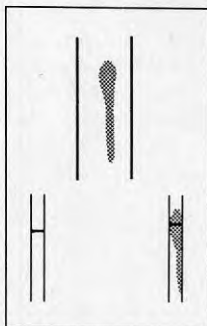
Korrosionen startar då spillvattnet kommer i kontakt med gjutjärnet och börjar på insidan. Med tiden äter den sig igenom materialet till utsidan, varigenom ett hål eller en spricka kan uppstå.

En undersökning (ref 1) har visat att grafiteringen går snabbast i köksstammarna. Skadeförloppet är snabbast i rör med lägre dimensioner. Detta kan tolkas som att köksvattnet är mer aggressivt än spillvattnet från badrum och wc. En teori är att köksvattnet löser upp det fettskikt som bildas på rörens insida och som kan utgöra ett skydd.

Grafitisk korrosion kan upptäckas genom ett rinnmärke, en krusta eller en rostfläck. Alla tre symtomen kan uppträda även vid en relativt harmlös por.

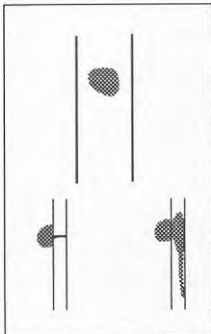
Rinnmärket utgår från en por (figur 3). Finns poren i ett grafiterat rör, går den att utvidga med en syl. Detta är inte möjligt om godset är oskadat.

Figur 3. Rinnmärke, överst framifrån, nederst genomskärningar - t v från por i oskadat rör, t h från grafiterat skikt.



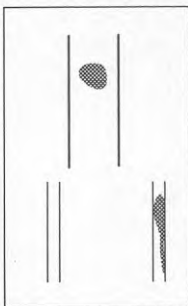
Krustan är en utväxt på rörytan. Den är rödbrun och ofta hård. Under krustan finns en por eller ett grafiterat skikt. I det första fallet ser man en blank metall- yta sedan man skrapat bort krustan. I det andra är det möjligt att skrapa hål i det grafiterade skiktet.

Figur 4. Krusta, överst framifrån, nederst i genomskärning – t v över por, t h över grafiterat skikt.



En rostfläck kan skrapas bort från metallytan om röret är oskadat. Vid grafi- tering är godset upplöst och grafiteringen går att skrapa ända tills ett hål uppstår.

Figur 5. Rostfläck, överst framifrån, nederst i genomskärning – t v på oskadat rör, t h på grafiterat skikt.



Skador på plaströr

Under 1970-talet förekom relativt många skador på plaströr, i allmänhet hänför- bara till felaktig montering och i vissa fall olämpliga materialegenskaper. Bättre materialegenskaper och ändrade konstruktionslösningar torde ha undanröjt dessa problem. Plasten är dock fortfarande känslig för yttre åverkan.

Vid en jämförelse mellan plast och gjutjärn måste man komma ihåg att plaströr använts mindre än 30 år och att den typ av rör som nu installeras infördes i mitten av 1970-talet. Några egentliga erfarenheter av långtidsanvänd- ning finns därför inte för plaströren.

Avloppssystemens kondition

En rimlig utgångspunkt för diskussionen om avloppssystemens funktion och livslängd är förvaltarnas bedömning om återstående livslängd och de faktiskt observerade skadorna. I tabell 3 sammanfattas livslängdsbedömningarna.

Tabell 3. Bedömda återstående livslängder, fördelade på åldersgrupper efter installationsår.

	utbyte nu	utbyte om 2-3 år	minst 5 år kvar	minst 15 år kvar
-1920	0%	0%	41%	59%
1921-1930	13%	13%	56%	19%
1931-1940	5%	44%	33%	19%
1941-1950	50%	3%	38%	9%
1951-1960	30%	9%	47%	14%
1961-1970	0%	4%	43%	54%

Noteras bör att den äldsta gruppen endast innehåller 9 system och att den förhållandevis goda konditionen därför inte kan generaliseras. Påfallande är att åldersgrupperna 1941-1960 innehåller en mycket stor andel system som anses mogna för utbyte.

För 3885 av stammarna har fastighetsägarna kunnat överblicka förekomsten av skadefall under de senaste 5-10 åren. 456 skadefall har redovisats. I genomsnitt inträffar varje år en skada på 2,1% av stammarna. Skadefallens fördelning på åldersgrupper framgår av tabell 4.

Tabell 4. Redovisade skadefall efter installationsår.

	andel med skador
-1920	0%
1921-1930	45%
1931-1940	21%
1941-1950	18%
1951-1960	11%
1961-1970	2%

Om man bortser från den äldsta gruppen är tendensen tydlig: skadefrekvensen tilltar med åldern. Den minimala gruppen av system från före 1920 kan ses som en "elit" av särskilt lyckade installationer, medan flertalet system från denna tid för länge sedan bytts ut.

Livslängdsuppskattningar

I förstudien till detta projekt observerades helt skadefria system med ca 60 års ålder samt att läckagen påtagligt tycktes öka från denna ålder. Enkätstudien ger emellertid en mindre positiv helhetsbild.

Omsätter man fastighetsägarnas bedömning till livslängder och lägger till uppgifterna om utbytta äldre system, blir resultatet det som framgår av tabell 5.

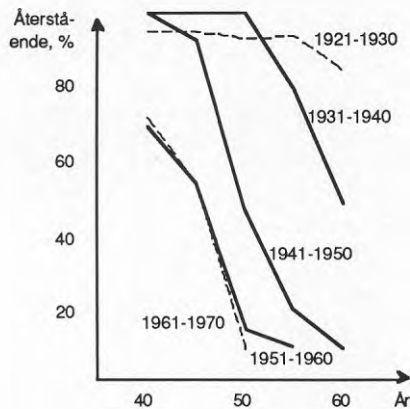
Tabell 5. Bedömda livslängder för åldersgrupper efter installationsår.

	-40 år	41-50 år	51-60 år	61- år
-1920				100%
1921-1930	5%	2%	12%	81%
1931-1940			59%	41%
1941-1950		53%	45%	2%
1951-1960	35%	52%		14%
1961-1970	40%	54%		6%

Tidigare studier har visat prov på mycket varierande livslängder med extremvärden på 30 resp över 100 år. Variationen bestyrks av enkätmaterialen, som visar en betydande spridning inom alla åldersgrupper. Några enkla tumregler för livslängden kan följaktligen inte formuleras.

En ytterligare detaljering framgår av figur 6, där den bedömda andelen kvarvarande system efter femårsintervall av brukstiden redovisas.

Figur 6. Variation i livslängder.



Trots allt finns emellertid vissa gemensamma mönster i spridningen. I de äldre grupperna — fram till installationsår 1950 — är utslagningen före 40 års ålder ringa, medan en ansevärd del — ungefär tredjedel — av de system som installerats efter 1950 byts före 40 år. Bortsett från den minimala äldsta gruppen, finns emellertid i skedet 40-60 år en kraftig utslagning.

Att de tidigt utslagna systemen i de äldre grupperna är få kan enkelt förklaras med att den historiska kännedomen bland nuvarande förvaltare är begränsad och att just sådana system saknas i enkätmaterialen. Man kan emellertid på goda grunder anta att också en stor del av tidigare installerade system byttes före 40-årsgränsen. Inte minst är det väl belagt att åtskilliga kristidssystem ersattes omkring 1960.

Slutsatsen måste bli att det finns ett utpräglat åldersberoende. Rörsystemen har en övre materialteknisk åldersgräns som endast mycket få passerar och som ligger vid 50-60 år. Flertalet slås ut före 50 år. System som installerats före 1940 förefaller ha en något högre genomsnittlig livslängd än de nyare, ett förhållande som diskuteras längre fram i denna rapport.

Skador och skadeorsaker

I en tidigare studie (1) undersöktes äldre rörsystem invändigt med TV-kamera. Den vanligaste skadeorsaken visade sig då vara grafitfriläggande korrosion (grafitering). Enkätmaterialen visar emellertid även andra orsakssamband (tabell 6).

Tabell 6. Orsaker till redovisade skador.

stopp	29,3%
åverkan	1,4%
otäta skarvar	58,3%
sprickor	53,5%
grafitering/rost	30,7%

I åtskilliga fall har flera samverkande orsaker angivits, varför summan blir över 100%. De vanligaste skadeorsakerna är otäta skarvar och sprickor. De senare beror på materialspänningar eller felaktig infästning — eventuellt också i kombination med grafitering.

Korrosion/grafitering

I överensstämmelse med tidigare undersökningar förefaller det troligt att den relativt homogena utslagningen beror på grafitering, dvs att den bortre funktionsgränsen har rent fysikaliska orsaker. Detta borde innebära att grafitering är en dominerande skadeorsak särskilt för den äldre systemen. En indelning efter åldersgrupper redovisas i tabell 7.

Tabell 7. Skadeorsaker efter åldersgrupper.

	otäta skarvar	sprickor	grafit/rost
1921-1930	25%	12%	44%
1931-1940	16%	9%	14%
1941-1950	8%	16%	10%
1951-1960	7%	7%	1%
1961-1970	0%	0%	1%

I 1920-talssystemen är grafitering och rost mycket riktigt den dominerande skadeorsaken. Andelen med denna skadetyp sjunker också tydligt med lägre ålder. Detsamma gäller emellertid även för otäta skarvar men mönstret i detta avseende är mindre entydigt. För rörsystem från 1940-talet förekommer sprickor i hög utsträckning, något som kan bero på de kristidsmaterial som då ofta användes. I beståndet från 1950-talet och framåt är grafitering sällsynt, medan däremot utvärdig rost enligt kommentarer ofta förekommer. Detta skulle då snarare bero på ytbehandling eller långvarig yttre fuktbelastning än på rörmaterialet.

En rimlig förklaring blir att grafitering normalt inte leder till skador förrän efter förhållandevis lång tid. När andra skadeorsaker finns, kommer dessa att dominera under de första decennierna.

En studie av Försäkringsbolagens Byggregreparationskommitté (8) omfattade drygt 13 000 vattenskadorna som under en sexmånadersperiod besiktigats i samband med försäkringsfall. Korrosion angavs som den vanligaste skadeorsaken i rörsystem med ca 33% av det totala antalet. Olika snitt av utredningen redovisas i tabell 8.

Tabell 8. Korrosionsskadors andel av vattenskador enligt Försäkringsbolagens Byggregenerationskommitté.

	Andel av skadefallen	% korrosion
Alla rörsystem	61%	29
Rörsystem i flerbostadshus	9%	49
Alla avloppssystem	20%	37
Avloppssystem i flerbostadshus	4%	58
Alla gjutjärnsrör	8%	58
Gjutjärnsrör i flerbostadshus	2%	69

Någon specifik redovisning av avloppsrör finns inte i utredningen. I begreppet rörsystem ingår såväl avlopp som vatten och värme. Begreppet avloppssystem innefattar också golvbrunnar m m.

Andelen korrosionsskador var genomgående hög. Det finns dock anledning till försiktighet med generaliseringar. Genomgående gäller det relativt få skadefall på avloppsrörsystem — 625 av ett totalt fastighetsbestånd på drygt 4 000 000 lägenheter och mer än det dubbla antalet avloppsstammar. Sannolikt är det också så att korrosionsskadorna har ett mer dramatiskt förlopp än andra skador och därför får en stor överrepresentation bland försäkringsfallen.

Att det finns en borte tidsgräns för materialet torde vara odiskutabelt. Föga tyder emellertid på att det största bortfallet — mellan 40 och 50 års ålder — kan förklaras med enbart fortlöpande grafitering. De stora andelarna för sprickor och otäta skarvar ger en antydning om konstruktions- och monteringsbrister. Olika faktorer som påskyndar korrosionen kan också vara väsentliga.

Rörtyp

Det är rimligt att anta att olika rörtyper och tillverknings sätt kan ha olika livslängd. Någon studie som klargör eventuella skillnader mellan sandgjutna rör och centrifugalrör har inte publicerats. Detsamma gäller långtidssegenskaperna hos MA-rör.

Typen av rör förefaller dock inte ha någon väsentlig betydelse (tabell 9). Visserligen finns en skillnad mellan typerna, men den är inte större än att den sannolikt kan förklaras med skillnaden i ålder.

Tabell 9. Skadefrekvens efter rörtyp.

	Andel skadefall
Sandgjutna rör	24%
Centrifugalrör	10%
MA-rör	0%

Rördimension

Tidigare studier antyder att rörens dimension har betydelse. En väsentlig fråga är emellertid om de smalare rören utsätts för svårare belastningar (de betjänar främst kök) eller om dimensionen i sig skapar problemen (t ex tunnare gods och lättare igensättning).

Mellan olika rördimensioner råder tydliga skillnader i skadefrekvens (tabell 10). Något överraskande visar sig de mest tunnväggiga 75 mm-rören ha den lägsta andelen skadefall. Detta gäller såväl äldre som nyare system.

Tabell 10. Skadefrekvens efter rördimension.

	Andel skadefall
75 mm	6%
100 mm	15%
150 mm	10%

I någon mån skiljer sig fördelningen på skadetyper mellan dimensionerna (tabell 11).

Tabell 11. Skadetyper efter rördimension.

	stopp	skarvar	sprickor	grafitering
75 mm	0,1%	5,3%	5,6%	0,1%
100 mm	5,8%	7,7%	6,8%	2,3%
150 mm	0%	8,0%	5,7%	6,3%

Igensättningar tycks främst uppstå i 100 mm-rör, medan grafitering som skadeorsak blir vanligare med ökad rördimension. För övriga skadetyper är skillnaderna obetydliga.

Man kan misstänka att 100 mm-rören är känsligare för kosmetikarester och hår m m från badrummen än vad 150 mm-rör är. Den större arean borgar för en bättre genomströmning.

Att skadeorsaken hos 150 mm-rören förhållandevis ofta är grafitering skall ses mot tidpunkten då skadan inträffar. Grafiteringsproblem hos 150-rör inträffar genomsnittligt vid 55 års ålder, medan motsvarande siffra för 100-rör är 49 år. Grafiteringsskadorna inträffar generellt ungefär 10 år senare än andra skadetyper.

En tydlig skillnad råder däremot mellan tillverkningsätten. Den högre skadefrekvensen för 100 och 150 mm rör visar sig i allt väsentligt hänförlig till de sandgjutna rören, vilket i sin tur står i samband med en högre ålder.

Tabell 12. Skadefrekvens efter rörtyp och rördimension.

	75 mm	100 mm	150 mm
Sandgjutna rör	11%	38%	44%
Centrifugalrör	6%	13%	8%

Att sandgjutna rör har en märkbart högre skadefrekvens beror i första hand på att de genomsnittligt är äldre. Andra tänkbara orsaker är att godstjockleken med denna tillverkningsmetod var ojämnare och att inbyggda materialspänningar inte var ovanliga.

Typ av avlopp

I två av de tidigare studierna konstaterades att grafiteringen gick snabbast i köksavloppen. Detta gällde särskilt rördimensionen 75 mm som med sina tunnare rörväggar kunde genomgrafiteras redan efter 30 år vid normal användning. Kombinerade köks- och badrumsstammar med dimension 150 mm hade genomgående den bästa konditionen. Antalet konditionsundersökningar var dock för litet för att medge några generella slutsatser om livslängderna.

I enkätmaterialiet finns däremot inte något som säger att köksavloppen skulle vara mer utsatta än andra (tabell 13). Den genomsnittliga skadefallsfrekvensen är 11,7% och stammar med enbart köksavlopp ligger markant lägre. Renodlade badrumsavlopp ligger nära genomsnittet, medan de blandade systemen har en väsentligt större skadefrekvens.

Tabell 13. Skadefrekvens efter typ av avlopp.

	Andel skadefall
Enbart köksavlopp	8,8%
Enbart badrumsavlopp	11,1%
Blandade avlopp	21,7%

Som jämförelse kan nämnas den tidigare nämnda studien av Försäkringsbolagens Byggregenerationskommitté (8), som hänförde ca 40% av skadorna till bad- och duschrum och ca 20% till kök. I dessa andelar ingår emellertid en rad andra skadetyper, så jämförelsen blir något haltande.

Våningsantal

Våningsantalet kan naturligtvis ha en inverkan. Av tabell 14 framgår att mellanhöga hus (4-6 våningar) har förhållandevis flest skadefall.

Tabell 14. Skadefrekvens efter våningsantal.

	Andel skadefall
-3 vån	13%
4-6 vån	17%
7- vån	9%

Sambandet luckras emellertid upp vid en uppdelning på rörtyper (tabell 15). Det är de sandgjutna rören som står för den höga skadefrekvensen — och detta kan i sin tur återföras till systemens ålder.

Tabell 15. Skadefrekvens efter rörtyper och våningsantal.

	Andel skadefall		
	-3 vån	4-6 vån	7- vån
Sandgjutna rör	17%	21%	40%
Centrifugalrör	10%	6%	9%

Mekanisk rensning

Stopp i avloppen beror ofta på att spillvattnet avlagrar föroreningar på rörens innerväggar med en gradvis minskad genomströmningsarea som följd. Detta har traditionellt motverkats genom mekanisk rensning.

Ibland har rensningar lett till akuta skador, särskilt i gamla rör med låg mekanisk hållfasthet. Det har också ansetts möjligt att avlagringarna skyddar mot korrosion. Frågan är således om rensning medverkar till högre skadefrekvens. Så tycks emellertid inte vara fallet (tabell 16).

Tabell 16. Skadefrekvens efter rörtyper och våningsantal.

rensade med skador	9%
orensade med skador	17%

Kvar står likväl det faktum att gamla korroderade avloppsrör kan gå sönder vid mekanisk rensning.

Några fördjupningar

Några resultat är så anmärkningsvärda att ett närmare studium är motiverat. Detta gäller i synnerhet typen av avlopp, där den förhärskande meningen varit

att köksavloppen oftast ger problem. I enkätmaterialiet är det däremot de blandade avloppen som oftast är skadade, medan köksavloppen visar de lägsta siffrorna.

En första fråga i detta sammanhang är naturligtvis om det föreligger skillnader i ålder som påverkar resultaten. Så tycks emellertid inte vara fallet (tabell 17).

Tabell 17. Skadefrekvens efter typ av avlopp och installationsår.

	Andel skadefall				
	1921-1930	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970
Enbart köksavlopp	63,5%	7,4%	2,6%	7,0%	3,0%
Enbart badrumsavlopp	68,1%	2,6%	14,7%	9,2%	8,1%
Blandade avlopp	0%	42,9%	10,0%	35,4%	0%

Renodlade köksavlopp har med ett obetydligt undantag en mindre andel skador än rena badrumsavlopp. Skadefrekvensen för båda grupperna är inte oväntat mycket hög i de äldsta byggnaderna. De blandade avloppen visar höga skadetall i flera åldersgrupper men däremot inte i de nyaste husen.

Finns det något samband med rördimensionen? Läckor på grund av grafitering kan ju ha ett samband med rörväggens tjocklek, som är mindre för små rördimensioner. Inte heller en uppdelning i detta avseende ger dock det förväntade resultatet (tabell 18).

Tabell 18. Skadefrekvens efter typ av avlopp och rördimension.

	Andel skadefall		
	< 100 mm rör	100 mm rör	> 100 mm rör
Enbart köksavlopp	6,1%	16,0%	37,5%
Enbart badrumsavlopp	14,3%	9,3%	18,4%
Blandade avlopp	14,3%	54,8%	2,0%

Skadefallen för renodlade köksavlopp fördelar sig på rakt motsatt vis, så att andelen skador är högst för den största rördimensionen. Den extremt höga skadefrekvensen för blandade avlopp visar sig helt gälla 100 mm-rör. En närmare granskning av denna grupp visar att den domineras av ett stort och problemfyllt bostadsområde, varför andra orsaker är troliga.

En korskoppling mellan avloppstyp och våningsantal (tabell 19) visar små skillnader mellan avloppstyperna — utom i ett avseende: blandade avlopp i låghus uppvisar en större andel skador än specifika köks- och badrumsavlopp. Åter dominerar emellertid det nämnda bostadsområdet, så slutsatserna får anstå, särskilt som de blandade avloppen i övrigt har en låg skadefrekvens.

Tabell 19. Skadefrekvens efter typ av avlopp och våningsantal.

	Andel skadefall		
	·3 vån	4-6 vån	7· vån
Enbart köksavlopp	5,6%	22,0%	9,4%
Enbart badrumsavlopp	8,5%	21,5%	11,0%
Blandade avlopp	35,3%	1,5%	2,5%

Tidigt utslagna system

En specialstudie av de system som slagits ut före 40 års ålder ger några intressanta resultat.

Sammanlagt rör det sig om 1297 stammar, som nästan uteslutande installerats under 1950- och 1960-talen. Detta kan dock inte föranleda någon slutsats, eftersom tidiga omläggningar i det äldre beståndet torde vara okända för dagens förvaltare. Av alla 1950-talssystem hör 31% till denna kategori och av 1960-talssystemen 28%. Andelarna är således mycket lika.

För ca 80% av de tidigt utbytta stammarna kan förekomsten av skador överblickas. Skadorna fördelar sig enligt tabell 20.

Tabell 20. Skadeorsaker hos stammar som inte uppnått livslängden 40 år.

stopp	skarvar	sprickor	grafitering
55%	37%	42%	2%

Inte oväntat spelar grafitering föga roll för de tidiga utbytena. Även skarvproblem och sprickor är mindre frekventa än i hela enkätmaterialiet (jfr tabell 6), medan igensättningar är betydligt vanligare.

Vid en jämförelse mellan de tidigt utslagna systemen och alla installationer åren 1951-1970 får vi de resultat som redovisas i tabellerna 21-23. Observera att procenttalen redovisar *fördelningen* inom de båda kategorierna.

Tabell 21. Fördelning på väningsantal för stammar som inte uppnått livslängden 40 år.

	Tidigt utslagna	Alla 1951-1970
-3 vän	72%	61%
4-6 vän	5%	12%
7- vän	23%	27%

Tabell 22. Fördelning på typer av avlopp för stammar som inte uppnått livslängden 40 år.

	Tidigt utslagna	Alla 1951-1970
Enbart köksavlopp	40%	44%
Enbart badrumsavlopp	33%	41%
Blandade avlopp	27%	15%

Tabell 23. Fördelning på rördimensioner för stammar som inte uppnått livslängden 40 år.

	Tidigt utslagna	Alla 1951-1970
<100 mm	26%	30%
100 mm	61%	50%
>100 mm	13%	20%

Det finns en tydlig överfrekvens för låghus (tabell 21) bland de tidigt utslagna systemen. En annan överfrekvens gäller blandade avlopp (tabell 22) och en tredje rördiametern 100 mm (tabell 23). Det typiska systemet med onormalt låg livslängd är således ett 100 mm-system med blandad köks- och badrumsavlopp i ett 3-våningshus.

Slutsatser

I hela det undersökta materialet inträffar årligen skador på 2,1% av stammarna.

På det hela taget bekräftas tidigare iakttagelser att avloppssystemens kondition är åldersberoende. I alla åldersgrupper finns en period då en stor andel av systemen drabbas av skador i en utsträckning som föranleder utbyte. Eftersom inga andra påverkansfaktorer tycks ha en påtaglig inverkan, måste detta hänföras till grafitisk korrosion. Materialtester har indikerat att 1 mm genom-

snittligt korroderas bort per 10-15 år, vilket stämmer väl med en normal livslängd på 40-60 år.

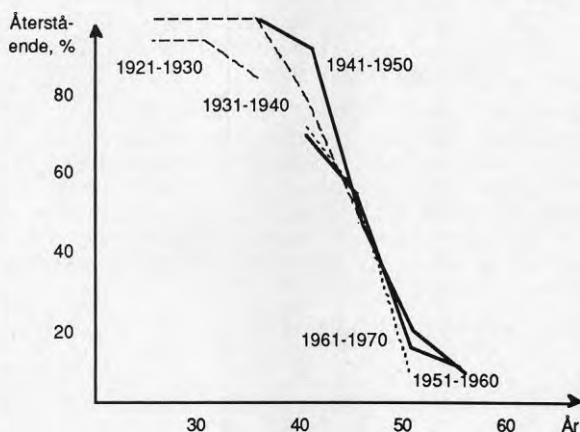
För tidiga skador är anledningarna emellertid andra. Utöver de mönster som enkätmaterialiet visar finns därtill ett antal möjliga förklaringar som sprickorsakande materialdefekter, brister i skarvningsteknik samt variationer i skötsel och användning.

1950- och 1960-talens system visar sig ha lägre livslängd än sina föregångare. Bara delvis beror detta på en högre andel tidiga skador. Den huvudsakliga skillnaden verkar vara att grafiteringen inträder tidigare. Vare sig systemlösningar eller material kan förklara förhållandet.

De ofta omvittnade läckagen kring golvbrunnar och andra genomföringar i tätskiktet kan vara en förklaring. En annan intressant hypotes är att belastningarna ökat under senare årtionden. Disk- och tvättmaskinernas intåg i 1950- och 1960-talens nybyggande är en sådan faktor. Först med 1950-talet blev också varmvatten en självklarhet. Man kan vidare tänka sig att täta och långvariga duschar och hårtvättar ökat med utvecklingen av ett specifikt tonårsbeteende.

De ökade belastningarna har redan från början påverkat de nyare systemen, medan de äldre utsatts för dem under en förhållandevis kortare tid. En test av hypotesen kan därför göras genom att parallellflytta kurvorna för de äldre systemen i figur 6 längs tidsaxeln så att bara tiden från 1950 beaktas. Resultatet (figur 7) ger en häpnadsväckande likformighet mellan åldersgrupperna.

Figur 7. Livslängder för system med olika ålder efter korrigering för senare årtiondens ökade belastningar.



Hypotesen har också stöd i de faktorer som är överrepresenterade i de stammar som bytts före 40 års ålder. Igensättning är bland dessa den främsta skadeorsaken. Det är knappast långsökt att hänföra detta till mångfalden av kemikalier i tvättmedel och kosmetika i kombination med hår och fett. Eftersom detta slags igensättningar främst drabbar 100 mm-rör bör i så fall större dimension väljas från alla badrum.

En rad möjliga orsakssamband har inte omfattats av den aktuella studien: utformningen av rörskarvar, infästningen av rör, förekomsten av krökar och horisontella dragningar etc. Den förhållandevis stora andel skarvläckage som förekommer bör emellertid ses som en indikation på att förbättringar erfordras.

Kostnadsaspekter

Även om avloppssystemen i sig normalt kostar mindre än en procent av en nybyggnad, är livslängdsskillnader långt ifrån ekonomiskt ointressanta, eftersom de påverkar tidpunkten för framtida upprustning. Vi vill med några räkneexempel visa vilket ekonomiskt genomslag livslängd och skaderisker har.

Vi räknar i våra exempel med att en vertikal rörstam i ett 4-våningshus kostar ca 15 000 kronor att installera. Med en kalkylränta på 4% blir nuvärdet av dess årskostnad (annuitet) 774 kronor om livslängden är 38 år, 724 kronor vid livslängden 45 år och 678 kronor vid livslängden 55 år. Årskostnaden skiljer således ca 14% mellan de sämsta och de bästa systemen. Detta kan översättas till att grundinvesteringen kan ökas med drygt 2 000 kronor om man därigenom uppnår den högsta i stället för den lägsta livslängden.

Riskaspekter på livstidskostnaden

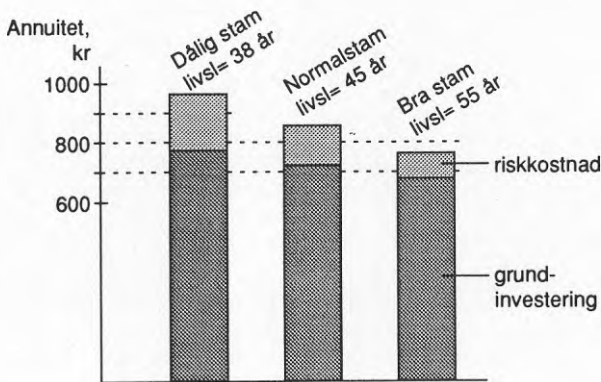
Vi bör emellertid också ta hänsyn till skaderiskerna för att få ett verkligt mått på livstids- och årskostnaderna.

Vi definierar *riskkostnad* som sannolikheten för en skada multiplicerad med den genomsnittliga kostnaden för att avhjälpa skadan.

Genomsnittligt uppstår årligen skador på 2% av alla stammar. Dessa skador är dock inte likartat fördelade över tiden. Allt talar för att de är koncentrerade till de sista 10 åren av livslängden, något som innebär att den årliga risken under denna period ligger i storleksordningen 9%.

En mindre skada beräknas kosta ca 10 000 kronor att reparera, vartill kommer 5 000 kronor i följdkostnader. Riskkostnaden för en genomsnittlig avloppsstam med 45 års livslängd enligt de angivna förutsättningarna blir 2 775 kronor, vilket motsvarar en höjd årskostnad (annuitet) om 134 kronor (ca +18,5%). För en stam som tillhör de bästa — med 55 års livslängd — blir riskkostnaden 1 875 kronor och annuitetshöjningen 85 kronor (ca +12,5%). Väljer vi i stället en av de sämsta stammarna med livslängd 38 år, blir beloppen 3 651 resp 189 kronor (ca +24,5%). Dessa siffror illustreras i figur 8.

Figur 8. Skaderiskens inverkan på livslängds- och årskostnad.



Det bör noteras att sannolikheten för skada satts lika i de tre fallen. Om de sämst fungerande systemen också har en högre skaderisk — vilket inte är osannolikt — blir de verkliga kostnadsskillnaderna ännu högre.

Risikkostnadsresonemangen kan tolkas så att nyinvesteringen kan ökas med uppemot 25% om skaderisken därmed kan elimineras. Även den mer försiktiga ambitionen att halvera skaderisken motiverar en kostnadshöjning vid nyinvestering om 10-12%.

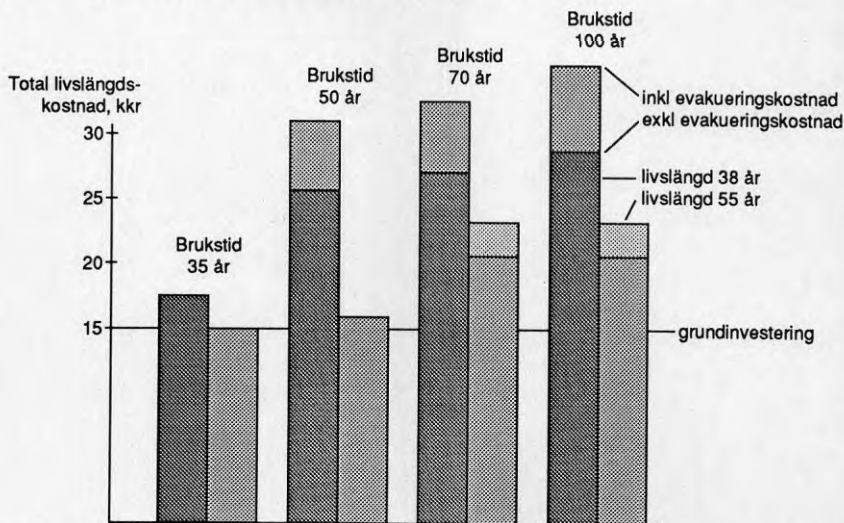
Variationer i totalkostnad

Kostnadsresonemang som baseras enbart på avloppsstammens livslängd är naturligtvis av begränsat praktiskt intresse. Stammen betjänar en byggnad och det är byggnadens livslängd som avgör resultatet från förvaltningssynpunkt. Det är ointressant att uppnå en livslängd för avloppssystemet som är väsentligt högre än byggnadens. Om byggnadens livslängd i gengäld är högre än avloppssystemets, uppstår ofrånkomligen en utbyteskostnad som kraftigt inverkar på totalkostnaden.

Vi räknar med att ett utbyte av en rörstam i vårt 4-våningshus kostar ca 31 000 kronor, varav drygt hälften utgörs av byggåtgärder. I normalfallet tillkommer en evakueringskostnad för hyresgästerna som kan sättas till ca 24 000 kronor (hyresbortfall och direkta kostnader för fyra lägenheter eller motsvarande). Husets brukstid avgör nu hur många utbyten som erfordras och hur stort det eventuellt "bortkastade" restvärdet blir.

Vid en mycket kort brukstid — lägre än de sämsta avloppssystemens livslängd — är det bara skaderisken som skiljer. Livslängdsskillnaderna blir däremot dominerande från en 50-årig brukstid och uppåt. Några exempel redovisas i figur 9.

Figur 9. Skillnader i total livslängdskostnad (nuvärde) vid varierande brukstid.



Från en brukstid av ca 50 år utgör grundinvesteringen mindre än hälften av den totala livslängdskostnaden för de sämre systemen. Vid ca 50 års brukstid är fördelen med ett väl fungerande avloppssystem relativt störst.

Bättre material?

I det redovisade perspektivet kan man naturligtvis leka med tanken i hur stor utsträckning det är ekonomiskt rimligt att använda material med högre prestanda.

Arbetskostnaden vid nyinstallation kan uppskattas till 40% av totalkostnaden, dvs i dagens normalalternativ ca 6 000 kronor. Ytterligare ca 1 000 kronor åtgår till administration m m. Den direkta materialkostnaden är resterande 8 000 kronor.

Det genomsnittliga systemet med 45 års livslängd kostar inklusive riskkostnad totalt 27 200 kronor (nuvärde) under en 70-årig brukstid. Detta är alltså vad ett system utan skaderisk och med 70 års livslängd får kosta. Drar vi bort de 1 000 och 6 000 kronorna och därtill ytterligare 1 000 i arbetskostnad för att undvika utförandefel, återstår ett utrymme för material i storleksordningen 19 000 kronor.

Det är alltså rimligt att mer än fördubbla materialkostnaden om detta ger den nämnda funktionsförbättringen. Detta förhållande borde kunna motivera rök-kvaliteter som avsevärt överträffar de traditionella.

Att besluta om åtgärder

När ett skadefall uppstår på ett äldre avloppssystem är den självklara åtgärden att reparera eller byta ut de rördelar som är defekta. En sådan lokal reparation innefattar friläggning av skadade rör, uttorkning och eventuella andra åtgärder på grund av läckage, utbyte av rördelarna samt återställning.

Skadan bör normalt ses som en varningssignal för byggnadens alla avloppsstammar. Om skadeorsaken kan hänföras till material, konstruktion eller arbetsutförande, föreligger en risk att systemet närmar sig slutet av den tekniska livslängden. Valet står då mellan fortsatta lokala reparationer av kommande skador och ett generellt utbyte av alla eller flera stammar.

Större insatser i avloppssystemet är förknippade med avsevärda kostnader och olägenheter. Ett generellt utbyte innebär normalt att den gamla stammen rivs ut och en ny stam läggs in på samma plats i byggnaden. Eftersom alla anslutningar måste friläggas och göras om, blir det fråga om stora ingrepp och lägenheterna eller lokalerna behöver därför renoveras även i andra avseenden. Gäller det badrum, torde en helrenovering vara ofrånkomlig, eftersom tätskikt m m inte kan återställas till en tillfredsställande funktion med enkla lagningar.

En väsentlig kostnadspost utgörs av hyresförluster, eftersom arbetets omfattning normalt innebär att byggnaden måste evakueras.

Valet av strategi för den närmaste framtiden är alltså ett tekniskt-ekonomiskt avgörande av stor betydelse. De faktorer som först och främst bör vägas in är följande:

- Rörsystemets allmänna kondition. För att lokala reparationer i fortsättningen skall vara ekonomiskt förnuftiga krävs att kvaliteten i systemet är någorlunda likformig. I hus med rör av kristidsmaterial är variationen ofta stor. Vidare bör inte den grafitiska korrosionen ha hunnit alltför långt. Om stammen varit i bruk mer än 35-40 år och rinnmärken, rostfläckar eller krustor börjat visa sig, är ett utbyte sannolikt motiverat.
- Skadans lokalisering och art. 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. Läckande porer kan i allmänhet tätas. Om enstaka rör spruckit, är det ofta tillräckligt att byta det spruckna röret.
- Hyresförlusternas storlek vid ett generellt utbyte. Om outhyrda utrymmen kan användas, uteblir ju hyresförlusten.
- Hyreseffekten av övrig renovering vid generellt utbyte.
- Förväntad återstående brukstid för byggnaden.
- Riskkostnaden vid följdskador. I byggnader med dyrbar utrustning (t ex datorsystem) eller värdefulla handlingar måste får den potentiella skadekostnaden extra stor inverkan.

Diagnosmetoder

Det vore naturligtvis en stor fördel om enkla observationer kunde klarlägga konditionen hos ett avloppssystem. Enkäten visar emellertid att detta endast delvis är möjligt.

Bland de rörsystem där inga rinnmärken, rostfläckar och krustor kunde upptäckas förekom visserligen inte några skador under överblickbar tid. Men också 90% av rörsystem med synliga defekter hade dittills varit skadefria. Där de

synliga defekterna uppgår till minst en per löpmeter är däremot sambandet med skador tydligt. Möjligen kan man därmed påstå att frånvaron av synliga defekter är en positiv indikation men den säger föga om framtida skaderisker.

Ett vanligt sätt att bedöma rörmaterialens kondition är att slå på ledningen med en hammare och lyssna på klangen. Om röret har klar metallklang bör det vara i god kondition, medan en "plastigt" ihållig klang tyder på grafitering. En dov klang kan innebära såväl tjocka avlagringar som grafitering. Ett problem är att klangen även beror på hur röret är inspänt, och på närheten till skarvar.

Den säkraste, men också besvärligaste metoden är att ta ut provbitar i botten-våning eller källare. Provbitarna ersätts med en bit nytt rör. Brottytan i de uttagna bitarna visar hur långt grafiteringen nått. Eftersom korrosionshastigheten troligen är större nu än förr — beroende på ökad belastning — bör bedömningen av återstående livslängd göras med en säkerhetsfaktor 2.

Exempel på valsituationer

Exempel 1. En skada uppstår i ett avloppssystem som nått 35 års ålder. Valet står mellan att utföra en lokal reparation och att byta hela stammen. Reparationen kostar 10 000 kronor, varav 7 000 kronor avser återställning, och kan utföras utan att hyresgästerna flyttas. Stambytet kostar 31 000 kronor och orsakar extrakostnader om 10 000 kronor för övertäckning av bohag och viss magasinering.

Vi förutsätter att rören inte har något större antal synliga defekter. Stammen kan då antas fungera ytterligare 10-15 år — dock med en skaderisk. Byggnaden bedöms brukbar ytterligare 10-15 år men inte mer.

Reparationsalternativet ger följande nuvärdeskostnader för tiden fram till brukstidens slut:

reparation	10 000
riskkostnad	18 953
summa	28 953

I utbytesalternativet ingår den lokala reparationen men utan kostnad för återställning. Den nya rörstammen kommer vid brukstidens slut att ha ett restvärde som inte kan tillgodogöras. Därmed blir nuvärdena följande:

reparation	3 000
utbyte	31 000
följdkostnader	10 000
summa	44 000

Inte överraskande ger reparationsalternativet en lägre kostnad.

Exempel 2. Förutsättningar enligt exempel 1 med den skillnaden att byggnaden antas ha en kvarvarande brukstid om minst 30 år.

Reparationsalternativet ger nu följande nuvärdeskostnader:

reparation	10 000
riskkostnad	18 953
framtida utbyte	27 700
summa	56 653

Utbytesalternativet kommer vid brukstidens slut att ha ett restvärde som inte kan tillgodogöras och följaktligen måste räknas in i kostnaden. Därmed blir nuvärdena följande:

reparation	3 000
utbyte	31 000

följtkostnader	10 000
summa	44 000

Nu blir ett utbyte att föredra.

Exempel 3. Förutsättningar enligt exempel 1 med den skillnaden att byggnaden innehåller teknisk utrustning som innebär att kostnaden vid en genomsnittlig skada stiger från 25 000 till 50 000 kronor.

Reparationsalternativet ger nu följande nuvärdeskostnader:

reparation	10 000
riskkostnad	37 906
summa	47 906

Utbytesalternativet kommer vid brukstidens slut att ha ett restvärde som inte kan tillgodogöras och följaktligen måste räknas in i kostnaden. Därmed blir nuvärdena följande:

reparation	3 000
utbyte	31 000
följtkostnader	10 000
summa	44 000

Även i detta fall blir ett utbyte att föredra.

Exempel 4. Förutsättningar enligt exempel 1 med den skillnaden att rören uppvisar en del synliga defekter. Risken för skada vid fortsatt drift bedöms fördubblad.

Reparationsalternativet ger då följande nuvärdeskostnader:

reparation	10 000
riskkostnad	28 430
summa	38 430

Utbytesalternativet kostar detsamma som i exempel 1:

reparation	3 000
utbyte	31 000
följtkostnader	10 000
summa	44 000

Den ökade skaderisken motiverar inte ett utbyte.

En metod för utbyte som diskuterats under senare tid kan kallas *successivt utbyte* och innebär att nya stammar installeras vid sidan av de gamla, t ex genom garderober och liknande utrymmen. Denna installation kan ske utan evakuering och anslutning till de nya stammarna sker inte förrän badrum eller kök moderniseras.

Exempel 5. En 40 år gammal fastighet är mogen för en genomgripande renovering inom de närmaste 5-10 åren. Ett fullständigt utbyte av avloppsstammarna skall ske senast i samband med detta. Övriga arbeten kan organiseras på olika sätt och valet står därför mellan ett generellt och ett successivt utbyte av avloppsstammarna.

Det generella utbytet förläggs till en tidpunkt om åtta år, medan det successiva utbytet påbörjas om tre år och genomförs under något år. Anslutning till stammarna sker sedan efterhand som övrig renovering sker. Vid det generella utbytet är fastigheten utrymd.

Det som så här långt skiljer de båda alternativen är att installationskostnaden vid generellt utbyte genomsnittligt ligger fyra år senare, varför dess nuvärde blir lägre. I slutänden kommer det senare installerade systemet också att ha ett

restnuvärde. Vi antar att anslutning till de nya stammarna sker vid genomsnittligt samma tidpunkt, varför någon skillnad i riskkostnad inte uppstår.

Generellt utbyte:

installation	26 500
restvärde om 49 år	-550
summa	25 950

Successivt utbyte:

installation	31 000
summa	31 000

Det omedelbara utbytet framstår som avsevärt billigare.

Exempel 6. Förutsättningar enligt exempel 5 med den skillnaden att en evakuering vid generellt utbyte kostar 9 000 kronor (4 500 kronor per lägenhet i hyresbortfall och flyttkostnader).

Generellt utbyte:

installation	26 500
restvärde om 49 år	-550
evakueringskostnad	9 000
summa	34 950

Successivt utbyte:

installation	31 000
summa	31 000

Det successiva utbytet blir nu billigare.

Slutsatser

Beräkningsexemplen visar att de specifika förhållandena i varje situation har dominerande betydelse för det ekonomiska utfallet. Generella råd är således inte meningsfulla utan varje fall måste bedömas för sig. Exemplen kan tjäna som vägledning för hur sådana resonemang bör föras.

Det förtjänar att påpekas att ekonomiska jämförelser över långa tidsperspektiv måste göras med livslängdsekonomiska metoder för att bli rättvisande.

Referenser

- (1) Jönsson, Arne & Lindgren, Sören: Livslängd hos spillvatten- och värmerör i flerbostadshus. BFR R78:1985.
- (2) Ifwarsson, Mats, Jönsson, Arne & Lindgren, Sören: Hållfasthet hos spillvattenrör av plast i byggnader. BFR R80:1988.
- (3) Jönsson, Arne & Lindgren, Sören: VVS-installationers livslängd. Etapp 3. Kontors- och förvaltningsbyggnader. BFR R84:1990.
- (4) Berndtsson L m fl: Installationer i flerbostadshus byggda 1930-1955. BFR R59:1980.
- (5) Hanson, Rune & Nilsson, Sune. Lyckade och misslyckade tak. BFR R100:1987.
- (6) Hanson, Rune, Johnson, Bertil G & Nilsson, Sune. Renoverade flacka tak. BFR R86:1990.
- (7) Hanson, Rune, Johnson, Bertil G & Nilsson, Sune. Effektiva tak. BFR R53:1991.
- (8) Försäkringsbolagens Byggreparationskommitté. Vattenskador i byggnader. 1987.

1. Uppgifter om byggnaden

beteckning:

byggnadsår	<input type="text"/>	ev ombyggnadsår	<input type="text"/>
antal våningar	<input type="text"/>	antal trapphus	<input type="text"/>
Finns aktuella ritningar (ja/nej)?	<input type="text"/>	byggnadskategori a)	<input type="text"/>

a) Byggnadskategori:

- | | |
|---------------------|------------------------|
| 1. Flerbostadshus | 2. Skola |
| 3. Daghem | 4. Fritidsgård |
| 5. Sjukhus, vårdhem | 6. Förvaltningsbyggnad |
| 7. Affärshus | 8. Industri |
| 9. Annan byggnad | |

	1 rok	2 rok	3 rok	4 rok	5+ rok
antal lägenheter					
	kontor	butik	garage	övrigt	
ungefärlig lokalarea					

2. Uppgifter om avloppssystemet

antal spillvattenstammar	<input type="text"/>	Bedömd resterande livslängd (b)	<input type="text"/>
installationsår	<input type="text"/>		

b) Livslängd:

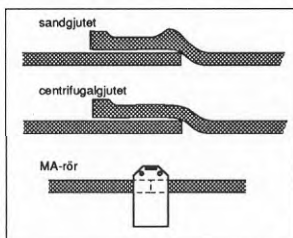
- | | |
|---------------------|-----------------|
| 1. moget för utbyte | 3. minst 5 år |
| 2. några år | 4. mer än 15 år |

3. Uppgifter om avloppsstammarna

stam nr	dimen- sion mm	rörtyp d)	vånings- plan antal	anslutna enheter, antal:				
				kök	disk- maskin	bad- rum	tvätt- maskin	sep. WC

d) Rörtyp (se även figur):

- normalrör (muff med två flänsar)
- centrifugalrör (muff med en fläns)
- MA-rör (mufflöst)



4. Uppgifter om skador och reparationer

Antal år bakåt som kan överblickas

stam nr	skadeår	omfattning (e)	orsak (f)	kringeffekt (g)	reparation (h)

e) Omfattning:
1. större läckage
2. mindre läckage
3. inget läckage

f) Orsak:
1. stopp
2. åverkan
3. otäta skarvar
4. sprickor
5. grafitering/rost

g) Kringeffekt::
1. begränsad
2. måttlig uttorkning
3. större uttorkning (vägg, bjälklag)
4. ommålning, byte av ytskikt
5. större ombyggnad

h) Reparationsinsats:
1. lagning
2. lokalt utbyte
3. relining (insprutat ytskikt)
4. totalt utbyte

5. Genomförda rensningar (senaste 5 åren)

Inga

Kan inte svara

stam nr	orsak i)	omfattning j)

i) Orsak till rensning:
1. förebyggande
2. igensättning med föremål
3. gradvis igensättning

j) Omfattning av rensning:
(ange flera om så erfordras)
1. krök på grenledning
2. i horisontell grenledning
3. anslutning till stam

4. krök på stam
5. i horisontell stam
6. i horisontell stam

6. Uppgift om eventuella plaströrssystem

Om ni har plaströr i någon del av fastighetsbeståndet, har dessa orsakat problem i form av läckage eller andra skador?

ja
nej

Använd en blankett för varje stam med skada/läckage. Använd samma fastighetsnummer som angivits på blankett 1.

Läs omstående bakgrundsbeskrivning innan du fyller i blanketten!

1. Uppgifter om undersökt spillvattenstam

antal m av stammen som besiktigats

2. Antal observerade skador/defekter:

rinnmärke	<input type="text"/>
krusta	<input type="text"/>
rostfläck	<input type="text"/>
spricka	<input type="text"/>
vatten/fukt på utsidan	<input type="text"/>
annan skada	<input type="text"/>
lukt utan annan observation	<input type="text"/>

R58:1993

ISBN 91-540-5604-7

Byggeforskningsrådet, Stockholm

Art.nr: 6813058

Abonnemangsgrupp:

W. Installationer

T. Fastighetsförvaltning

Distribution:

Svensk Byggtjänst

171 88 Solna

Cirkapris: 75 kr inkl moms