

Artikelförfattare **JÖRGEN ALMQVIST och TOR-GUNNAR VINKA**
Företag **Forskare, Metall- och Korrosionsinstitutet, Kimab**
Kontakt **jorgen.almqvist@kimab.com och tgv@kimab.com**

Korrosion i horisontella avloppsrör i flerfamiljshus

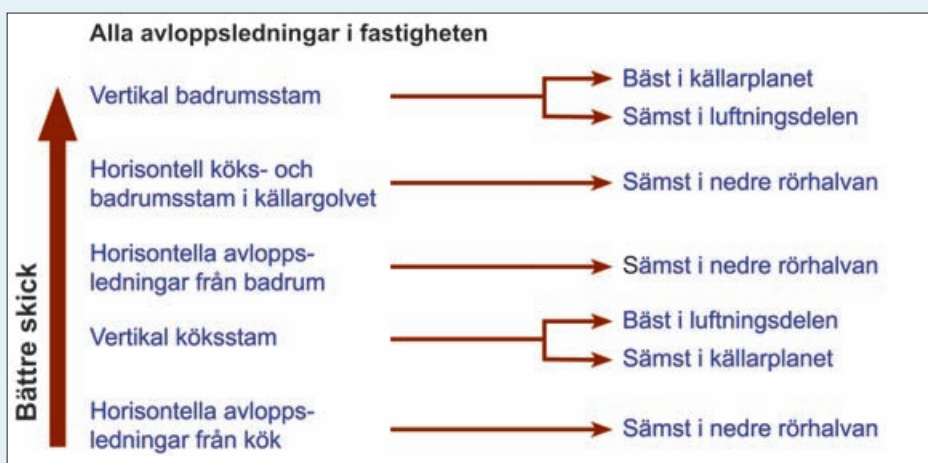
I energi&miljö 10/2006 redovisades resultaten från en undersökning av vertikala köks- och badrumsstammar i ett flerfamiljshus. Här beskrivs vad som framkom när de horisontella avloppsrören utvärderades och vidare görs en sammanfattning av hela undersökningen.

KORROSIONSINSTITUTET DREV under 2004 och 2005 ett projekt där avloppsledningar av gjutjärn från ett flerfamiljshus undersöktes. Projektet finansierades av Formas. Syftet med undersökningarna var att fastställa korrosionsstatus hos olika avloppsledningar (vertikala respektive horisontella ledningar) från både kök och badrum i ett flerfamiljshus på olika nivåer i huset för att kunna utföra bättre och säkrare framtida tillståndsbedömningar. Livslängden hos avloppsstammar av gjutjärn bestäms av den invändiga korrosionen. I energi&miljö nr 10/2006 beskrevs korrosionen på vertikala avloppsstammar och det framkom att den vertikala köksstammen var i ett betydligt sämre skick än badrumsstammen. Den värsta korrosionen i den vertikala badrumsstammen upptäcktes i luftningsdelen. För köksstammen var situationen den omvända: luftningsdelen var minst angripen.

Från de fortsatta undersökningarna framkom två viktiga praktiska slutsatser: Horisontella avloppsledningar är mer angripna av korrosion än vertikala avloppsledningar och avloppsledningar från kök är mer angripna än avloppsledningar från badrum. Undersökningen sammanfattas i *figur 1* där konditionen rangordnas för olika typer av avloppsledningar.

Gjutjärn i avloppsrör och korrosion på gjutjärn i vatten

Gjutjärnet i avloppsrör är av typen gråjärn. När man i dagligt tal säger gjutjärn menar man gråjärn. När gråjärnet korroderar i vatten kommer järnfasen att rosta och kor-



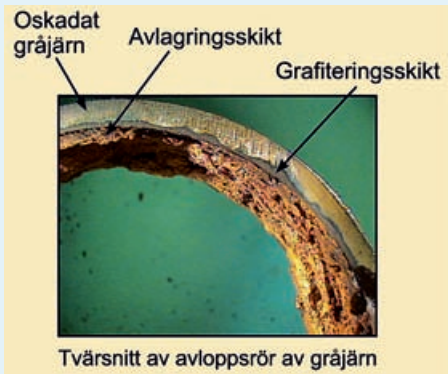
Figur 1. Rangordning av korrosionsstatus för olika typer av avloppsrör i den undersökta fastigheten i Hägersten.

rosionsprodukterna, rosten, bildar tillsammans med grafiten i gråjärnet en mörkgrå till svart hård massa på insidan av röret, ett så kallat *grafiteringsskikt*. Grafiteringsskiktet har god vidhäftning till underlaget och sitter hårt fast. Korrosionsformen kallas *grafitisk korrosion* och är en form av selektiv korrosion.

Den grafitiska korrosionen hos gråjärn medför att hållfastheten blir starkt nedsatt och röret blir bräckligt, men röret behåller sin form. Vidare döljer grafiteringsskiktet korrosionsangreppen på röret och frätgropar på röret syns inte förrän grafiteringsskiktet avlägsnats. När korrosionen gått långt kan man ibland se rostfärgade bulor på utsidan av friliggande avloppsstammar, se *figur 2*. Då har oftast ett stort område på röret blivit genomgrafiterat.



Figur 2. Rostrosor på utsidan av en vertikal köksstam i källaren i en fastighet i Sollentuna. Stora områden på röret har blivit genomgrafiterade. FOTO: VINKA/ALMQVIST



Figur 3. Tvärsnitt av avloppsrör av gråjärn
Grafiteringsskiktet är det gråa bandet som löper längs rörets innerdiameter.

I figur 3 visas ett tvärsnitt av ett avloppsrör av gråjärn med oskadat material som inte rostat, grafiteringsskikt och ett avlagringsskikt med ett mer eller mindre slemmigt utseende och relativt dålig vidhäftning till röret.

Undersökt objekt

I denna undersökning fick vi tillgång till kompletta avloppsstammar från både badrum/toalett och kök från såväl horisontella som vertikala ledningar. Rören var installerade i en trevåningsfastighet med källarplan belägen på Mellanbergsvägen 48 i Hägersten i södra Stockholm. Avloppssystemet i fastigheten bestod av sandgjutna gjutjärnsrör med muffar, så kallade normalrör och hade vid renoveringen åldern 40 år. Rören saknade invändig beläggning eller hade en mycket tunn asfaltbeläggning på insidan av rören.

Undersökningen omfattade totalt 9,19 m vertikal badrumstam och 9,97 m vertikal köksstam och samtliga horisontella rör från tre badrum (4,2 m) och sex kök (5,4 m). I undersökningen ingick också 1,6 m horisontell köks- och badrumsstam i källargolvet. En sammanställning över dimension, nominell och uppskattad faktisk godstjocklek och avloppsvattenbelastning för olika typer av avloppsledningar framgår av tabell 1.

Typ av avloppsledning	Utvändig diameter mm	Godstjocklek mm		Antal lägenheter som belastar ledningen	Avloppsvattenbelastning per lägenhet
		Nominell	Uppskattad faktisk		
Vertikal köksstam	83	4	4,5	6	1 diskbänksavlopp
Vertikal badrumsstam	108	4	5,5	3	1 toalett, 1 handfat, 1 badkar, 1 golvbrunn
Horisontell avloppsledning från kök	71	3,5	4	1	1 diskbänksavlopp
Horisontell avloppsledning från badrum	83	4	5	1	1 toalett, 1 handfat, 1 badkar, 1 golvbrunn
Horisontell köks- och badrumsstam i källargolvet	108	4	5	6 kök 3 badrum	

Tabell 1. Dimension, nominell och uppskattad faktisk godstjocklek och avloppsvattenbelastning för olika typer av avloppsledningar.

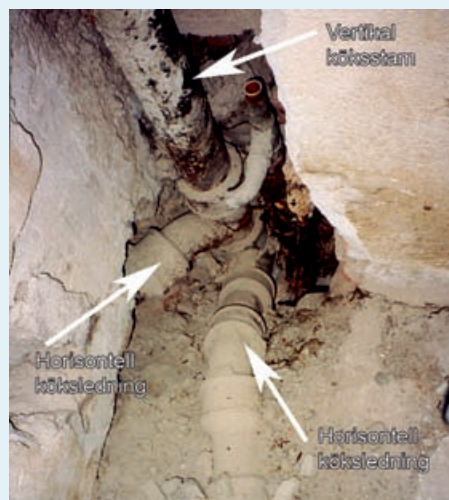
Utvärdering av minsta kvarvarande godstjocklek

Rören utvärderades med en pålitlig metod, vilket innebar att rören klövs på längden och besiktades okulärt beträffande variationer i beläggning. Därefter följde renblästring av innersidan för att få bort avlagringar och grafiteringsskikt. Varje rörprov delades in i rörsegment med längden 20 cm. Efter att de djupare angreppen lokaliserats inom segmentet mättes den tunnaste kvarvarande väggstjockleken inom segmentet. Uppmätningen av minsta kvarvarande godstjocklek utfördes i metallmikroskop med 100 gångers förstoring eller med en spetsig mikrometer. Statistisk sammanställning av mätningar av kvarvarande godstjocklek för olika typer av horisontella avloppsledningar framgår av tabell 2.

Vertikala avloppsstammar från badrum

Den vertikala badrumstammen hade ett relativt tunt avlagringsskikt och ungefär samma mängd avlagring på alla rördelar.

Vid utvärderingen konstaterades att de djupaste korrosionsangreppen för den vertikala badrumsstammen fanns i den halvan



Figur 4. Anslutning av två horisontella avloppsledningar från kök till vertikal köksstam i Hägersten.

av rören där anslutningarna för de horisontella rören var placerade. Vattenflödet har uppenbarligen varit så lågt att spillvattnet från de horisontella påstickarna till stor del runnit utmed ena rörhalvan med följd att denna rörhalva hade kraftigare angrepp än den motsatta rörhalvan. Störst kvarvarande godstjocklek fanns förvånande nog i källarplanet. Minsta uppmätta kvarvarande godstjocklek blev ungefär 0,5 mm mindre för varje våningsplan uppåt i fastigheten med största väggstjockleken på källarnivån. Skillnaden i kvarvarande godstjocklek var mindre mellan källarvåningen och bottenvåningen än mellan övriga våningsplan. Mest angripna var rören i luftningsdelen. Generellt var den vertikala badrumsstammen i bäst kondition av alla avloppsledningar.

Vertikala avloppsstammar från kök

Den vertikala köksstammen hade betydligt större avlagringsmängder än badrumsstammen och röranslutningarna för de horisontella rören var i det närmaste helt igensatta.

Också för köksavloppet var angreppen i den vertikala stammen starkt koncentrerade till den rörhalva där de horisontella köksledningarna varit anslutna. På ställen med stora avlagringsmängder fanns fler lokala korrosionsangrepp som även verkade vara något djupare än för de rörpositioner som hade mindre avlagringsmängder. Det konstaterades att rören hade ett stort antal genomfrätningar. Många av rörsegmenten hade fler än tio ställen med genomfrätningar genom rörväggen. I källarplanet hade rören klart flest genomfrätningar, för våning 1-2 och våning 2-3 var det något färre antal genomfrätningar än på källarnivån. Luftningsdelen för köksstammen hade till skillnad mot badrumsstammens luftningsdel klarat sig betydligt bättre och inga genomfrätningar kunde upptäckas på luftningsdelen.

Köksstammen var belastad med spillvatten från sex kök (två kök per våningsplan, se figur 4), medan badrumsstammen

Statistisk parameter	Typ av horisontell avloppsledning		
	Avloppsledning från kök	Avloppsledning från badrum	Köks- och badrumsstam i källargolvet
Antal mätvärden	29	13	8
Minsta värde, mm	0	0	0,88
Nedre kvartil, mm	0	0	1,34
Medianvärde, mm	0	0,91	2,04
Övre kvartil, mm	0	1,29	3,04
Största värde, mm	0,99	1,93	3,35
Medelvärde, mm	0,10	0,78	2,14
Standardavvikelse, mm	0,28	0,72	0,95

Tabell 2. Statistisk sammanställning av mätningar av kvarvarande godstjocklek i olika typer av horisontella avloppsledningar.

belastades med spillvatten från enbart tre badrum.

Horisontella avloppsledningar från badrum

De horisontella badrumsrören hade relativt lite avlagringar och avlagringsskiktet var i de flesta fall som tjockast i den nedre rörhalvan. Störst mängd observerades i golvbrunnen och i röret strax efter golvbrunnen.

Vid utvärderingen konstaterades att de djupaste korrosionsangreppen för de horisontella badrumsrören fanns i den nedre rörhalvan av rören, *figur 6*. I vissa rörsegment fanns också djupa angrepp i den övre rörhalvan.

Horisontella avloppsledningar från kök

De horisontella avloppsledningarna från köken hade betydligt större avlagringsmängder än badrumsrören. De flesta rören var i det närmaste helt igensatta.

Här konstaterades att rören hade ett stort antal genomfrätningar. Liksom för de horisontella badrumsrören fanns de djupaste korrosionsangreppen i den nedre rörhalvan. Många av de 20 cm långa rörsegmenten hade fler än tio ställen med genomfrätningar genom rörväggen. Flera stora områden med genomgrafitering kunde observeras. De horisontella avloppsledningarna från kök var genomgående i ett mycket dåligt skick och var i sämst skick av alla avloppsledningarna.

Horisontell köks- och badrumsstam i källargolvet

Den horisontella uppsamlingsstammen hade endast liten mängd avlagringar. Korrosionsangreppen var starkt koncentrerade till den nedre rörhalvan med många och relativt djupa lokala angrepp. Avloppsstammen i källargolvet var i bäst kondition av de horisontella ledningarna. Det var emellertid förvånande att den horisontella köks- och badrumsstammen i källargolvet var så pass lite angripen av korrosion.

Tidigare undersökningar av vertikala avloppsstammar

Korrosionen i olika vertikala avloppsstammar har tidigare undersökts på uppdragsbasis. Lokala korrosionshastigheter har sammanställts för 43 stycken rörprover med brukstider varierande mellan 30 och 55 år. Samtliga rörprover var uttagna i källarplanet på vertikala avloppsstammar i olika fastigheter. Av de 43 rörproven var tio från kombinerade köks- och badrumsstammar med en genomsnittlig ålder på 44 år, åtta var från köksstammar med en genomsnittlig ålder på 38 år och 24 var uttagna från stammar från badrum och toalett med en genomsnittlig ålder på 39 år. Den lokala



Figur 6. Typiska korrosionsangrepp på horisontella rör efter bortblästring av grafiteringsskiktet. Lägg märke till de djupare korrosionsangreppen med många lokala korrosionsangrepp med olika frätdjup i rörets nedre del.

FOTO: VINKA/ALMQVIST



Figur 5. När rören frilagts kapades de ner i lämpliga längder.

korrosionshastigheten (gropfrätningshastigheten) har beräknats med utgångspunkt från mätningar av den minsta kvarvarande godstjockleken hos rörprovet, den uppskattade ursprungliga godstjockleken och brukstiden. I *figur 7* visas medelvärde för korrosionshastigheten för de olika typerna av avloppsstammar.

De rör som hade högst korrosionshastighet var köksstammarna därefter kom kombinerade köks- och badrumsstammar och lägst korrosionshastighet hade badrumsstammarna.

Diskussion

Det kan konstateras att avloppsledningar från kök, detta gäller för både horisontella och vertikala ledningar, var i ett betydligt sämre skick än motsvarande avloppsrör från badrum. Att så var fallet torde bero på ett antal samverkande faktorer: aggressivare vatten på grund av högre kloridhalt (salthalt) från matlagning och att fett och matrester bildar slemliknande beläggningar som kan hålla kvar fukt och klorider. Dessutom förekommer en högre

spolningsfrekvens i den vertikala köksstammen än i badrumsstammen eftersom köksstammen belastades med spillvatten från sex kök, medan badrumsstammen belastades med spillvatten från enbart tre badrum. Rördimensionen och den uppskattade faktiska godstjockleken var också mindre för avloppsledningar från kök än för motsvarande ledningar från badrum. Godstjockleken har stor betydelse för livslängden hos avloppsrör. 1 mm tjockare rör förlänger livslängden med ungefär tio år. Mängden avlagringar i ett rör torde också ha stor inverkan på korrosionshastighet hos gråjärnet.

Korrosionen i avloppsrör torde till stor del vara mikrobiologiskt betingad (mikrobiell korrosion). Det är flera olika bakteriearter som samverkar i de mikrobiologiska processerna inne i ett avloppsrör.

I denna undersökning var de vertikala rören i luftningsdelen mest angripna i badrumsstammen och minst angripna i köksstammen. Den vertikala badrumsstammen var alltså sämst högst upp i systemet (luftningsdelen) där inget avloppsvatten passerar. En orsak till att rörstammen var sämst i luftningsdelen kan vara att när varmt vatten tappas stiger vattenånga upp och kondenseras på den kalla rörväggen varvid man får en korrosionsfrämjande fuktfilm. En orsak till att rören i luftningsdelen var minst angripna i köksstammen kan vara att den stora mängden avlagringar i köksstammen binder fukten och det uppstår inte lika stor kondens i köksstammens luftningsdel som i badrumsstammens luftningsdel.

Resultaten för köks- respektive badrumsstammarna pekade i denna undersökning i

olika riktningar: Köksstammen blev sämre ju längre ned man kom i fastigheten, medan badrumsstammen blev sämre ju högre upp man kom i fastigheten. Tidigare har man trott att en vertikal stam är sämst längst ned i byggnaden eftersom avloppsvatten från samtliga våningsplan passerar genom rören i bottenvåningen och källaren. Det finns ingen bra förklaring till skillnaden mellan köks- och badrumsstammarna.

Livslängden hos avloppsledningar av gjutjärn varierar kraftigt. För den undersökta fastigheten borde den vertikala köksstammen och de horisontella köksledningarna ha bytts ut tio år tidigare. Livslängden var alltså 30 år för dessa avloppsledningar. De horisontella avloppsrören från badrum verkar ha livslängden 40 år. Den vertikala badrumsstammen kunde däremot ha varit kvar ytterligare tio år. Livslängden för badrumsstammen kan uppskattas till 50 år. Som ett riktvärde på livslängden hos gjutjärnsrör kan man använda 40 år, men detta värde gäller inte generellt för alla avloppsledningar i en fastighet.

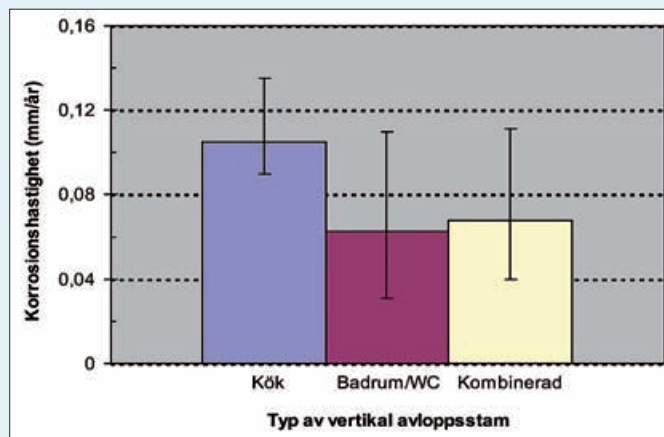
Bedömning av korrosionstillståndet

Den enda pålitliga metoden för bedömning

av korrosionstillståndet hos avloppsledningar av gjutjärn är att ta ut rörprov. På rörprover måste sedan grafiteringsskiktet tas bort mekaniskt innan kvarvarande godstjocklek mäts upp. Det går inte att använda TV-filmning. Då grafiteringsskiktet sitter kvar på rörväggen kan inte tillståndsbedömningar göras genom filmning, inte ens efter renspolning, eftersom grafiteringsskiktet sitter kvar runt innermanteln och

maskerar korrosionsangreppen fullständigt. Mätning av kvarvarande godstjocklek med ultraljud är inte heller något pålitlig metod. Det går tyvärr inte heller att bilda sig en uppfattning av korrosionstillståndet inne i rören genom att knacka på avloppsrören med hammare och lyssna på klangen. *

Artikeln har tidigare publicerats i *Nordisk Korrosion* nr 3/2005.



Figur 7. Stapeldiagram för korrosionshastighet (medelvärde) för olika typer av vertikala avloppsstammar i källarplanet från tidigare undersökningar. För varje stapel anges intervallet för högsta och lägsta korrosionshastighet.

Tack!

Tack till anslagsgivaren Formas, Stockholm. Tack också till Byggkonsult Kurt Wildsjö, Grödinge och fastighetsägaren Bertil Strömberg Byggnads AB, Hägersten, som gjort det möjligt att ta ut avloppsstammarna.

Säkra och lönsamma fastigheter

TAC skapar ett bra och tryggt inneklimat för människor genom system för drift och optimering av värme, ventilation, kyla och säkerhet. Det går bra för oss och vi behöver fler kompetenta medarbetare.

Projektleddare

Vi söker dig som har stort intresse av att driva och leda projekt och entreprenader. Vi uppskattar god entreprenörskap och personlig drivkraft.

Serviceingenjör

Vi söker dig som har stort intresse för konstruktion, programmering, driftsättning och att göra service på våra fastighetsautomationssystem.

Säljare

Vi söker dig som har stort intresse för försäljning av informationssystem och kvalificerade tjänster inom segmentet fastighetsautomation.

Läs mer om dessa och andra tjänster hos oss på www.tac.com/jobb.

TAC är en av världens ledande aktörer inom fastighetsautomation och finns i 75 länder världen över. Under nästan ett sekel har vi försett fastighetsförvaltare och fastighetsägare med erfarenhet och lösningar inom områden som HVAC, fastighetsautomation och säkerhet. Vårt helhetstänkande inom service och tjänster för fastighetsmiljöer baseras på Open Systems for Building IT. Detta innebär att vi med avancerad teknologi och öppna, samverkande lösningar optimerar inomhusmiljö, säkerhet och energibesparingar samt sänker driftkostnaderna. TAC gör fastigheter både säkra och lönsamma.