



MILJÖFÖRVALTNINGEN

Tungmetaller i tappvatten

- en förstudie från
Miljöförvaltningen i Stockholm
juni 1992

TUNGMETALLER I TAPPVATTEN

- EN FÖRSTUDIE FRÅN MILJÖFÖRVALTNINGEN I STOCKHOLM, JUNI 1992
Rapporten sammanställd av Ulf Mohlander

INLEDNING	4
PROJEKTET	5
MÅL OCH METOD	5
TAPPVATTENSYSTEM OCH FASTIGHETSBESTÅND	6
BAKGRUNDSDATA	7
VATTENKVALITET, VATTENFÖRBRUKNING OCH AVLOPPSVATTENMÄNGDER	7
METALLER I AVLOPPSVATTEN OCH SLAM	8
RESULTAT	9
KOPPAR	9
ZINK	11
KROM, KADMIUM, BLY OCH NICKEL	11
DISKUSSION	12
HUR REPRESENTATIVT ÄR URVALET AV HUSHÅLL?	12
KOPPAR	12
ZINK	13
ÖVRIGA METALLER	14
RESULTATENS JÄMFÖRBARHET	14
PROVTAGNINGSMETODIKENS ANVÄNDBARHET	14
SLUTSATSER	15
REFERENSER	16

INLEDNING

Under 1980-talet minskade tillförseln av metaller till avloppsreningsverken i Stockholm med 50-75 % (1). Detta är till stor del ett resultat av ett långvarigt arbete för att minska utsläpp från industrier.

Slammet från avloppsreningsverken är en resurs som bör recirkuleras i ett naturligt kretslopp, framför allt genom användning som jordförbättringsmedel inom jordbruket. Höga krav ställs därför på slammets innehåll av oönskade ämnen, bland annat tungmetaller, krav som successivt skärpts och som ytterligare kommer att skärpas. Arbetet med att minska föroreningarna i slammet kommer därför även i fortsättningen att ha en hög prioritet.

Eftersom industrins utsläpp minskat har den relativa betydelsen av utsläpp från andra källor ökat. Det har därför växt fram ett behov av att kartlägga dessa utsläpp. De är i de flesta fall diffusa, d v s det kan vara fråga om mycket små utsläpp men de sker i sådan omfattning att de tillsammans blir dominerande i reningsverken. Exempel på källor till sådana utsläpp är hushåll, tandläkare och bilvårdsanläggningar.

Som ett led i att kartlägga dessa källor utfördes under 1989 en undersökning av föroreningar i hushållens avloppsvatten (2). Undersökningen visade att hushållen är en stor bidragsgivare till föroreningarna i slammet. Bland tungmetallerna kan framför allt nämnas koppar och kadmium med bidrag i storleksordningen 50 %, men även bidragen av bly, nickel, krom och zink är betydande.

En analys av källor till belastningen av koppar i stadens reningsverk, visade att kopparinstallationer i tappvattensystemen skulle kunna stå för uppemot 70 % av koppertillförseln, bil 1.

Någon motsvarande analys har inte gjorts för övriga tungmetaller som nämnts ovan, men helt klart används eller har dessa metaller använts i armaturer, kopplingar och lödningar i tappvattensystem. Det har därför funnits ett stort intresse av att gå vidare med en väl dokumenterad undersökning på tappvattensystemens bidrag av tungmetaller i avloppsvattnet.

Ett flertal undersökningar av koppar i tappvatten, såväl på kall- som varmvatten har visat att kopparhalter upp till milligramnivå kan uppnås i första spolvattnet efter en tids stillestånd i rören (3,4). Halten sjunker dock snabbt ner till stabilt låga halter i kallvatten, för varmvatten planar halten ut på en högre nivå. Vattenuttaget i ett hushåll sker dock inte på ett sådant sätt att dessa värden möjliggör en beräkning av utsläppta mängder. En särskilt provtagningsmetodik som speglar utsläppen av metaller från korrosionsprodukter i ett hushåll utarbetades därför av Korrosionsinstitutet, bil 2.

PROJEKTET

Förstudien är ett samarbetsprojekt mellan Miljöförvaltningen i Stockholm, Stockholm Vatten AB och Naturvårdsverket. Korrosionsinstitutet har deltagit på uppdragsbasis. Representanter från Uppsala miljökontor och Malmö gatukontor har ingått som referenspersoner i projektgruppen.

Medverkande:

Ulf Mohlander	Miljöförvaltningen, Stockholm, projektledare
Peter Hugmark	Stockholm Vatten AB
Ola Palm	Naturvårdsverket
Mats Linder	Korrosionsinstitutet
Ulf Lindblom	Miljökontoret, Uppsala
Lars-Erik Vidarsson	Gatukontoret, Malmö

Mål och metod

Målet med projektet har varit att ge kunskap om bidraget av koppar m fl tungmetaller från tappvattensystem och ställa detta i relation till avloppsvattnets innehåll av dessa ämnen. Det har också utgjort ett test av om den av Korrosionsinstitutet utarbetade provtagningsmetodiken är tillämplig i praktisk användning och i en större upplagd undersökning.

Ytterligare ett mål har varit att provtagningen ska kunna ge indikation på vilka installationer i tappvattensystemen som ger ifrån sig de största mängderna av korrosionsprodukter. Variationen i urvalet av hushåll ligger framför allt i hur varmvattnet produceras eftersom tidigare undersökningar visar att de högsta halterna uppmäts i varmvattensystemen.

Provtagning av vatten har utförts i sex hushåll, varav fyra är barnfamiljer, med följande installationer:

- radhus byggt 1986, kopparrör, emaljerad varmvattenberedare
- villa byggd 1944, galv- och kopparrör, kopparmantlad varmvattenberedare
- flerbostadshus byggt 1940, galvaniserade stålrör, fjärrvärme, värmeväxlare i koppar
- flerbostadshus byggt 1989, egen panncentral, kopparrör, värmeväxlare i koppar
- flerbostadshus byggt 1929, renoverad 1988/89, fjärrvärme, kopparrör, värmeväxlare i koppar
- flerbostadshus byggt vid sekelskiftet, renoverat 1980, fjärrvärme, kopparrör, värmeväxlare i koppar

Proverna har analyserats med avseende på koppar, zink, nickel, kadmium, bly och krom i Stockholm Vatten laboratorium.

I fyra av hushållen har provtagning skett under två dygn, ett vardagsdygn och ett helgdagsdygn, som redovisas var för sig medan två hushåll har provtagit ett dygn. I samtliga hushåll har funnits en person som har genomgått utbildning för provtagare eller har motsvarande kompetens.

Provtagningen är flödesproportionellt utförd. Vattnet som provtagits har inte "använts" och har således inte tillförts några föroreningar förutom de korrosionsprodukter som tappvattensystemen eller disk- och tvättmaskiner avgivit. Tvätt- och diskmaskiner har körts tomma och utan diskmedel. För ytterligare information om provtagningen hänvisas till bil 2.

TAPPVATTENSYSTEM OCH FASTIGHETSBESTÅND

Tappvattensystemen innehåller olika komponenter som avger tungmetaller. Systemen skiljer sig framför allt på två sätt, dels om rören är i koppar eller förzinkat stål och dels om uppvärmningen av tappvattnet sker genom fjärrvärme med värmeväxlare eller med egen panna och varmvattenberedare.

Värmeväxlare är i huvudsak tillverkade i koppar men rostfria finns också, dock i mycket liten omfattning. Varmvattenberedarna är i huvudsak kopparfodrade. Emaljerade beredare har funnits på marknaden sedan mitten av 1970-talet och på senare år har också rostfria beredare blivit vanliga. Räknat på nyproduktion efter 1981 kan dessa typer av beredare finnas i c:a 1 % av beståndet. Därtill kommer installationer vid utbyten i äldre hus.

Fastighetsbeståndet och andel fjärrvärme i Stockholm fördelar sig enligt följande på flerbostadshus, enbostadshus och övriga fastigheter:

Tabell 1. Bebyggelseytor och andel fjärrvärme efter hustyp
Källa: USK, fjärrvärmeregistret

Hustyp	tkvm pBRA	fjärrvärme	egen uppvärmning
Bostadshus	32 980	53 %	47 %
(varav enbostadshus	5 000)	8 %	92 %
Övr (Kontor,industri handel m m)	<u>21 450</u>	<u>58 %</u>	<u>42 %</u>
Totalt	54 430	55 %	45 %

Enligt uppgifter från va-branschen (5) har c:a 90 % kopparrör i tappvattensystemen och c:a 10 % av fastighetsbeståndet förzinkade stålrör, företrädesvis i ej renoverade fastigheter byggda 1930 -1950.

BAKGRUNDSDATA

För att redovisade mätvärden ska ge information måste de sättas i relation till vissa andra parametrar främst tappvattnets kvalitet, vattenförbrukning, avloppsvattenmängder samt avloppsvattnets och slammets innehåll av tungmetaller. Dessa redovisas nedan.

Vattenkvalitet, vattenförbrukning och avloppsvattenmängder

Tappvattnets kvalitet är betydelsefull för korrosionsförloppet. Framför allt är det vattnets pH som har inverkan (6). Det vatten som konsumeras i Stockholm är i huvudsak vatten från Mälaren som renas i två vattenverk, Norsborgsverket och Lovöverket. I Sundbyberg och Järfälla, som leder sitt avloppsvatten till Bromma reningsverk, tas vattnet också från Mälaren, med vattenuttaget i Görveln. De hushåll som ingått i undersökningen får alla sitt vatten från Norsborgsverket.

Tabell 2. Vattenkvalitet, renvatten
Källa: Stockholm Vatten och Norrvatten

	pH	totalhårdhet °d	alkalinitet HCO ₃ mg/l	koppar µg/l	nickel µg/l	zink µg/l
Norsborg	8,5	4,1	45	3	2	<5
Lövö	8,5	5,2	65	4	2	<5
Görveln	8,5	5,6	62			

Tabell 3. Vattenförbrukningen inom Stockholm Vattens verksamhetsområde 1991
Källa: Stockholm Vatten och Norrvatten

Stockholm	
Hushållsförbrukning	46,8 Mm ³
Allmän o industriell förbrukning	<u>20,6 Mm³</u>
Totalt Stockholm	67,4 Mm ³
Nacka, Tyresö, Huddinge Haninge (Norsborg)	21,5 Mm ³
Sundbyberg, Järfälla (Görveln)	8,5 Mm ³
Totalt	<u>97,4 Mm³</u>

Årligen leds c:a 150 miljoner M3 avloppsvatten till stadens reningsverk fördelat enligt följande:

Tabell 4. Avloppsvattnets fördelning i procent av renad avloppsvattenmängd vid reningsverken Källa: Stockholm Vatten

Spillvatten	65 %
Dagvatten	30 %
Dränvatten	5 %

Metaller i avloppsvatten och slam

I den undersökning av hushållens avloppsvatten som Stockholm Vatten genomförde 1989 (2) ingår ett område i Gröndal, Ekensbergs Varv, som representerar samma typ av installation som tre av hushållen i undersökningen med värmepump och rör i koppar. Provtagning skedde under två månader flödesproportionellt. Avloppsnätet är duplicerat vilket innebär att dagvatten avleds i separata ledningar. Dränvatten leds i huvudsak till perkolationsmagasin vilket gör att inslaget av dränvatten som späder ut avloppsvatten är litet.

Tabell 5. Metallhalter i hushållsavloppsvatten från Ekensbergs varv och inkommande vatten till Henriksdals reningsverk. Källa: Avloppsvatten från hushåll, Stockholm Vatten 1990

	<u>Ekensberg</u> µg/l	<u>Henriksdal</u>
Koppar	63	53
Zink	88	113
Bly	11	12
Nickel	8	12
Krom	5	9
Kadmium	0,6	0,6

Tabell 6. Slammets innehåll av tungmetaller, årsmedelvärden 1991
Källa: Miljörapport 1991, Stockholm Vatten

	<u>Henriksdal</u>	<u>Bromma</u>	<u>Loudden</u>	Total mängd 1991 till reningsverken kg*
	mg/kgTS			
Koppar	380	360	390	8 100
Zink	710	630	780	16 300
Bly	86	72	110	1 600
Nickel	16	29	14	1 700
Krom	55	98	39	1 500
Kadmium	1,6	1	1,7	60

*baserat på mängder i slam och utgående vatten

RESULTAT

Analyssvaren återfinns i bil 3.

Koppar

Nedan redovisas mätvärdena aggregerade för olika typer av installationer. De ger dels indikation på de olika installationernas bidrag av koppar dels möjliggör de en bedömning av tappvattensystemens bidrag av tungmetaller i avloppsvatten.

Kopparhalter i tappvatten från flerbostadshus med värmeväxlare och kopparrör (tre hushåll: UW, LS, RC)

	<u>medel</u>	<u>min</u>	<u>max</u>
		Cu µg/l	
Blandat varm/kallvatten	99	71	160
Kallvatten från wc-stol	41	31	61
Sammanvägt	82		

I detta har inte vatten från tvättmaskin inräknats. Följande resultat erhöles från tvättmaskiner med kallvattenanslutning:

	<u>medel</u>	<u>min</u>	<u>max</u>
		Cu µg/l	
Kallvatten, tvättmaskin	10	5	18

Tvätt svarar för c:a 15 % av hushållens vattenförbrukning (7).

Om den erhållna medelhalten i vattnet från tvättmaskinerna viktas mot medelhalten för den övriga förbrukningen blir medelhalten för koppar i de tre hushållen med värmeväxlare i koppar och kopparrör 71 µg/l.

Kopparhalter i radhus med emaljerad varmvattenberedare och kopparrör (ett hushåll, UM):

	<u>medel</u>	<u>min</u> Cu µg/l	<u>max</u>
Blandat varm/kallvatten	58	51	62
Kallvatten från wc-stol	21	15	33
<hr/>			
Sammanvägt	48		

Denna medelhalt viktad enligt ovan för tvätt ger en medelhalt av 42 µg/l för ett hushåll med huvudsakligt bidrag av koppar från rören i tappvattensystemet.

Kopparhalter i flerbostadshus med förzinkade stålrör och värmeväxlare i koppar (ett hushåll, ML):

	<u>medel</u>	<u>min</u> Cu µg/l	<u>max</u>
Blandat varm/kallvatten	19	17	26
Kallvatten från wc-stol	5	4	7
<hr/>			
Sammanvägt	11		

Denna medelhalt viktad enligt ovan för tvätt ger en medelhalt av 11 µg/l för ett hushåll med huvudsakligt bidrag av koppar från värmeväxlaren.

Zink

Zink förekommer som väntat främst i tappvattensystem med förzinkade stålrör. Dessa representerar c:a 10 % av beståndet.

	<u>medel</u>	<u>min</u> Zn µg/l	<u>max</u>
Blandat varm/kallvatten, förzinkade stålrör	30	<5	42
Kallvatten från wc-stol, förzinkade stålrör	31	4	49
<hr/>			
Sammanvägt	31		

Zink förekommer även i tappvattnet från tappvattensystem med kopparrör.

	<u>medel</u>	<u>min</u> Zn µg/l	<u>max</u>
Blandat varm/kallvatten, kopparrör	9	<5	26
Kallvatten från wc-stol, kopparrör	8	<5	16
<hr/>			
Sammanvägt	8		

Krom, kadmium, bly och nickel

Krom detekterades inte i något prov.

Nickel har uppmätts i samtliga prov, halten i samtliga prov förutom ett ligger i intervallet 1,8 - 3,3 µg/l vilket i huvudsak speglar renvattnets innehåll av nickel.

Det enda provet med förhöjd nickelhalt, 6,9 µg/l, är från en bänkdiskmaskin. Provet från denna diskmaskin är också det enda prov där kadmium detekterades, 0,2 µg/l.

Bly detekterades endast i två prov, dels från diskmaskinen ovan, 1,0 µg/l, men också i den andra diskmaskinen i undersökningen, 1,7 respektive 1,2 µg/l.

DISKUSSION

Hur representativt är urvalet av hushåll?

Eftersom antalet hushåll i undersökningen med avsikt var begränsat har det ej varit möjligt att täcka in alla kombinationer av tappvattensystem och hushållssammansättning.

Exempelvis saknas flerfamiljshus och villor med egen panna, kopparfodrad varmvattenberedare och kopparrör, en installationstyp med relativt stor representation.

Även om system med kopparfodrad beredare och kopparrör inte förekommer i undersökningen bör denna kategori kunna föras till den med värmeväxlare och kopparrör. Den kopparyta som vattnet står i kontakt med blir i och för sig något mindre i ett system med beredare, vilket skulle kunna innebära en överskattning av kopparhalten. Å andra sidan indikerar undersökningen att det största bidraget av koppar kommer från rören.

Av den totala vattenförbrukningen i Stockholm utgör hushållsförbrukningen 70 %. Resterande del, 30 %, utgörs av allmän (service, handel, offentlig verksamhet m m) samt industriell förbrukning. Ingen provtagning har utförts i något objekt inom denna grupp. Fjärrvärmeanslutningen är något högre för dessa objekt, i övrigt bör installationerna och materialet i systemen vara desamma som i bostadsbeståndet. Vattenuttaget är annorlunda inom detta bestånd med förbrukning företrädesvis under dagtid och ett längre stillestånd under kväll och natt. Helgprovtagningen kan dock anses spegla ett vattenuttag som motsvarar detta. Halterna i dessa prov skiljer sig inte på något entydigt sätt från vardagsproverna.

Det finns inte anledning att anta att materialet i tappvattensystemen skulle skilja sig på sådant sätt i grannkommunerna att detta förändrar representativiteten i undersökningen.

De tre hushåll i undersökningen som har värmeväxlare i koppar och kopparrör bör därför kunna representera tappvattnet i större delen av fastighetsbeståndet inom Stockholm Vattens verksamhetsområde. Detta innebär all förbrukning förutom den som sker i beståndet med förzinkade stålrör, 10 % och med annan ytbeläggning i varmvattenberedaren än koppar, 1-2 %. Medelhalten i de tre hushållen kan alltså representera, eller i vart fall indikera, bidraget av metaller från korrosionsprodukter i 88 % av beståndet.

Det begränsade urvalet innebär naturligtvis en osäkerhet som måste beaktas i tolkningen av resultaten. För noggrannare kartläggning rekommenderas en större upplagd undersökning.

Koppar

Som väntat är koppar den tungmetall som förekommer i de högsta halterna i tappvatten.

Hur förhåller då sig de uppmätta halterna i tappvattnet i förhållande till avloppsvattnets innehåll av koppar och hur stor del av koppartillförseln till reningsverken kan tappvattensystemen tänkas bidra med?

I den tidigare refererade undersökningen av hushållens avloppsvatten ingick Ekenbergs Varv i Gröndal, ett område med värmeväxlare i koppar och kopparrör. Av tabell 5 framgår att medelhalten koppar uppgick till 63 µg/l. Enligt den kopparbalans som redovisas i bil 1, framgår att avföringen står för c:a 10 % av utsläppen av koppar från hushåll. Renvattnets

innehåll av koppar uppgår till c:a 3 µg/l. Resterande andel, 54 µg/l, skulle då kunna hänföras till tappvattensystemet.

I de hushåll i undersökningen med samma typ av installation som i Ekensberg, uppgick medelhalten i tappvattnet till 71 µg/l, borträknat renvattnets innehåll av koppar, 68 µg/l. Den något lägre halten i avloppsvatten från Ekensberg skulle kunna förklaras med att installationerna i de hushåll som ingick i undersökningen är av något senare datum. Det är känt att det finns ett samband mellan kopparhalter i tappvatten och systemets ålder, med lägre halter för äldre system. Detta beror på att det med tiden bildas ett skyddsskikt av korrosionsprodukter och kalciumkarbonat på rörväggen (6).

Den årliga mängden koppar som tillförs reningsverken från tappvattensystemen räknat på medelhalterna i undersökningen och en vattenförbrukning på 97,4 Mm³ blir:

Värmeväxlare i koppar, kopparrör, 88 % representativitet: $97,4 \times 10^6 \times 0,88 \times 68 \times 10^{-6} \text{ kg} = 5828 \text{ kg}$

Värmeväxlare i koppar, förzinkade stålrör, 10 % representativitet: $97,4 \times 10^6 \times 0,10 \times 11 \times 10^{-6} \text{ kg} = 107 \text{ kg}$

Emaljerad varmvattenberedare, kopparrör, 2 % representativitet: $97,4 \times 10^6 \times 0,02 \times 42 \times 10^{-6} \text{ kg} = 82 \text{ kg}$

Undersökningen indikerar alltså att sammanlagt c:a 6 000 kg koppar varje år tillförs avloppsreningsverken från tappvattensystemen. Detta motsvarar 74 % av den totala tillförseln 1991, 8 100 kg.

En jämförelse mellan kopparhalterna i de olika systemen, 71 µg/l för värmeväxlare i koppar och kopparrör, 11 µg/l för värmeväxlare och förzinkade stålrör och 48 µg/l för emaljerad varmvattenberedare och kopparrör, indikerar att kopparrören är den del i systemet som avger de största kopparmängderna.

Zink

Den årliga mängden zink som tillförs reningsverken från tappvattensystemen räknat på medelhalterna i undersökningen och en vattenförbrukning på 97,4 Mm³ blir:

Förzinkade stålrör, 10 % representativitet:

$97,4 \times 10^6 \times 0,10 \times 31 \times 10^{-6} \text{ kg} = 301 \text{ kg}$

Kopparrör, 90 % representativitet:

$97,4 \times 10^6 \times 0,90 \times 8 \times 10^{-6} \text{ kg} = 701 \text{ kg}$

Undersökningen indikerar att sammanlagt c:a 1 000 kg zink varje år tillförs avloppsreningsverken från tappvattensystemen. Detta motsvarar c:a 6 % av den totala tillförseln 1991, 16 300 kg.

Även om de högsta zinkhalterna uppmäts system med förzinkade stålrör indikerar undersökningen att mängdbidraget kan vara mer än dubbelt så stort från system med

kopparrör. Zinkbidraget från dessa system kan förmodligen härledas till armaturer och kopplingar i mässing.

Övriga metaller

Nickel är den enda av de övriga metaller som återfinns i samtliga prov. Halten speglar förmodligen till största delen renvattnets innehåll av nickel. Endast i ett fall var halten förhöjd, i ett prov från en diskmaskin.

Den årliga mängden nickel som tillförs reningsverken via renvattnet räknat på medelhalten, 2,5 µg/l, i undersökningen och en vattenförbrukning på 97,4 Mm³ blir:

$$97,4 \times 106 \times 2,5 \times 10^{-6} \text{ kg} = 243 \text{ kg}$$

Undersökningen indikerar att sammanlagt c:a 243 kg nickel varje år tillförs avloppsreningsverken via renvattnet. Detta motsvarar c:a 14 % av den totala tillförseln 1991, 1 700 kg.

I övrigt detekterades bly i prov från två diskmaskiner och kadmium i prov från en diskmaskin. Halterna är dock låga och vattenförbrukningen i maskinerna liten vilket ger mycket små utsläppta mängder, så små att något egentligt bidrag belastningen i reningsverken inte föreligger. Resultaten är dock intressanta och en bredare undersökning på avloppsvatten från diskmaskiner är befogad. Då bör diskning med diskmedel också ingå i undersökningen.

Resultatens jämförbarhet

Stockholmsvattnet är bra ur korrosionssynpunkt. Uppmätta halter kan därför inte utan vidare överföras till orter med "mindre bra" vatten ur korrosionssynpunkt (lägre pH-värde).

Provtagningsmetodikens användbarhet

Undersökningen har varit inriktad på att beskriva det samlade utsläppet av tungmetaller under ett dygn. Detta har inneburit att varje uttag av vatten under dygnet har provtagits. Detta har varit arbetskrävande och krävt stor noggrannhet vid utförandet. I samtliga hushåll har en person funnits med kompetens som provtagare.

Om undersökningen ska utföras i större skala skulle förmodligen ett standardiserat provtagningsprogram vara att föredra. Provtagningsprogrammet skulle i så fall upprättas efter att ha studerat ett större antal människors vattenuttag. Undersökning skulle helst utföras av personer med kunskap i provtagning som bereds tillträde till lägenheter som är representativa för beståndet. Detta skulle också öka provens jämförbarhet genom att stilleståndstiden i rören, vilket är en viktig faktor för metallhalten (6), är densamma.

SLUTSATSER

Koppar är den enda metall där tappvattensystemen ger något bidrag av betydelse till avloppsvattnets och slammets innehåll av tungmetaller. Bidraget till kopparförekomsten i slammet kan vara i storleksordningen 75 %. Om någon större reduktion av kopparhalterna i slammet eftersträvas måste alltså materialvalet i dagens tappvattensystem ifrågasättas.

Zink förekommer också i tappvattnet, bidraget till föroreningsmängden i slammet är dock relativt litet, c:a 6 %. Bidraget kan förväntas minska i takt med att fastigheter med förzinkade stålrör renoveras.

Två diskmaskiner avger bly och en av dessa avger även kadmium och har förhöjda halter av nickel. En fördjupad undersökning av diskmaskiner är därför befogad.

Uppmätta metallhalter gäller för det aktuella tappvattnet. På andra orter med annan vattensammansättning och annan typ av bebyggelse kan andra metallhalter gälla.

Det begränsade urvalet i förstudien gör att det finns en osäkerhet i slutsatserna. Eftersträvas större säkerhet bör en större upplagd undersökning genomföras.

REFERENSER

- 1 Koncessionsansökan Henriksdals reningsverk, bil H, Stockholm Vatten AB 1990
- 2 Avloppsvatten från hushåll, Stockholm Vatten AB 1990
- 3 Undersökning av kopparhalter i varmvatten, opubl, Stockholm Vatten AB, Christer Berg, 1992
- 4 Koppar i dricksvatten, informationsskrift från SCDA (Scandinavian Copper Development Association), 1990
- 5 Muntlig uppgift, Hans Jonsson, Bygganalys Stockholm
- 6 Tappvattensystem av koppar, Korrosionsinstitutet 1990
- 7 Vattenprognos 1975 - 2000, VAV Publikation P30, 1975

91-02-21

Ulf Mohlander
tel 616 97 72

Resonemang om källor till föroreningar i Stockholm

Nedanstående resonemang bygger på i vissa fall relativt säkra siffror. I andra fall på siffror som behöver verifieras. Det är ändå min uppfattning att vi i detta läge bör använda oss av tillgängligt material för att kunna urskilja de största källorna för varje enskilt ämne. Uppställda hypoteser kan sedan verifieras genom nya mätningar om detta skulle behövas.

Koppar

C:a 10 ton koppar tillfördes reningsverken under 1989.

Undersökningen på hushållens avloppsvatten visar att c:a 50 % har sin källa i hushållen, dvs 5 ton (1). Antalet anslutna personer är c:a 850 000 vilket ger en emissionsfaktor på 5,9 g per person och år. Övervägande delen av denna kopparmängd kan med största säkerhet relateras till korrosion i vattenledningar. Bidraget med avföringen är c:a 1,5 mg per person och dag (2) vilket ger 0,55 g per person och år dvs c:a 0,5 ton.

I LARM-registret registreras de utsläpp som rapporteras från företagens utsläppskontroll. C:a 200 kg har rapporterats under 1989. Denna siffra är förmodligen alldeles för låg. Förvaltningens stickprovsmätningar visar att många industrier har så höga värden att de rapporterade värdena kan ifrågasättas (3). Rapporteringen är ännu inte heltäckande för Stockholms del och bidrag från industrier i andra kommuner som är inkopplade på avloppsnätet saknas.

Inom tätbebyggda områden innehåller da vattnet c:a 0,1 mg koppar per liter (4). I Stockholms avloppsplan (5) beskrivs fördelningen mellan spill-, dag och dränvatten i förhållande till avloppsvattenmängden vid reningsverken. Dagvattenmängden utgör c:a 5 % av totala flödet. Om detta dagvatten innehåller 0,1 mg koppar per liter svarar detta mot knappt 10 % av belastningen vilket innebär c:a 1 ton per år. Enligt en undersökning av dagvattnets inverkan på föroreningsnivån i kombinerade system, gjord 1981 av Stockholm Vatten, är kopparinnehållet i stor utsträckning en korrosionsprodukt och kan inte relateras till depositionen (6)

Trafikens dagvatten uppvisar ungefär samma halter som ovan nämnda varför några större bidrag från trafiken kan uteslutas (7).

Korrosionsinstitutet har dels beräknat totala materialmängder per capita i Storstockholmsområdet (8) och dels mätts korrosionen på koppar på en fältstation i Vanadislund (9). Beräknat utifrån 1 m² koppar per invånare och 700 000 inv samt att viktförlusten på 1 m² koppar är 4 g per år skulle 2,8 ton koppar tillföras miljön per år. Då 50 % av avloppssystemet är kombinerat d v s att dagvattnet leds till reningsverk och 50 % av ledningssystemet är duplicerat, d v s att dagvattnet leds till recipient verkar ovanstående slutsats om dagvattnets bidrag till föroreningarna i reningsverken vara rimlig.

En stor övrig källa bör mot bakgrund av resultatet av mätningarna på hushållens avloppsvatten vara vattenledningar i koppar inom kontors- och industrifastigheter. I Stockholm Vattens undersökning av hushållens avloppsvatten redovisas vattenförbrukningen inom Henriksdals verksamhetsområde. Allmän och industriell förbrukning uppgår till c:a 30 % av total vattenförbrukning. Om orsaken till kopparhalterna i hushållens spillvatten enbart är ledningskorrosion och det förutsätts att korrosionen är i samma nivå per kubikmeter vatten som för hushållen, ligger bidraget i storleksordningen 2,5 ton per år.

Den fällningskemikalie som används i reningsverken, järnsulfat, innehåller föroreningar av tungmetaller. Kopparinnehållet är dock litet i fällningskemikalier (10)(11).

Sammanfattningsvis kan en hypotes om ursprunget till belastningen av koppar i avloppsreningsverken ställas upp enligt nedan:

Korrosion i vattenledningar		70 %
(Hushåll	45 %)	
(Allmän och industriell förbrukning	25 %)	
Dagvatten (minus deposition?)		10 %
Industrier		10 %
Avföring		5 %
Övrigt (deposition, fällningskemikalier)		5 %
		100 %

Behov av ytterliggare arbete

Kvalitén på rapportering av industrins processutsläpp av koppar kommer att höjas i och med den årliga miljörapportering för tillståndsprövade anläggningar. Det system med ackreditering för provtagning och analys som införs från 1 juli 1991 kommer också att höja kvalitetsnivån. För att genom tillsynen kunna minska de icke rapporterade utsläppen behöver den praxis som utvecklats för rikt- och gränsvärden förändras. Förvaltningen anser att riktvärden för stickprov också ska ingå i villkoren för ytbehandlare. Genom länsstyrelsens KRUT-system ska uppgifter om utsläpp från industrier i övriga kommuner som belastar Stockholms reningsverk kunna tas fram inom en relativt snar framtid.

De värden för kopparhalter i dagvatten som finns tillgängliga är sedan början av 80-talet. Mot bakgrund av den minskning av utsläpp av SO_2 som föreskrivits i Stockholm med minskad korrosion som följd skulle nya analyser på dagvatten från tätbebyggt område behöva göras.

Vilket bidrag allmän vattenförbrukning (skolor, sjukhus, kontor, hotell m m) och industriförbrukning (förutom processbetingade utsläpp) ger bör utredas.

Analysen på tappvatten bör göras.

Nya analyser av fällningskemikalierna bör göras.

Beräkning av depositionens bidrag bör göras.

Referenser:

- 1 Avloppsvatten från hushåll, Stockholm Vatten, april 1990
- 2 Vår föda, vol 35 1983
- 3 Tillsynskampanj inom verkstadsindustrin, Miljöförvaltningen april 1990
- 4 Dagvattenhantering, planering och miljöeffekter, SNV 1983
- 5 Stockholms avloppssystem, Plan 1983, Stockholm Vatten 1983
- 6 Inverkan av dagvatten på föroreningsnivån i avloppsvatten i kombinerade system, Stockholm Vatten 1982
- 7 Trafikens inverkan på föroreningshalten i dagvatten, SNV PM 1986
- 8 Utvändiga byggnadsmaterial - mängder och nedbrytning, Meddelande M:25, Statens institut för byggnadsforskning, Gävle, i samarbete med Korrosionsinstitutet
- 9 Korrosionsinstitutets fältstationer för provning i atmosfär, Korrosionsinstitutet
- 10 Specifika föroreningar vid kommunal avloppsrening, PM 1964, SNV 1985
- 11 Miljörapport 1989, Stockholm Vatten 1990

FÖRSTUDIE AV METALLHALTER I TAPPVATTEN - FÖRSLAG TILL PROVTAGNINGSMETODIK

1. Bakgrund

Stockholms avloppsverkverk tillförs metaller från olika källor. Exempel är koppar från rören och zink från ventiler och kopplingar i vattenledningar i bostadshus. den del av tappvattnets halt som härrör från korrosion beror förutom av vattnets sammansättning, av uppehållstiden i rören, rörens ålder, strömningshastigheten, rördiametern och temperaturen. Man kan t ex räkna med att kopparhalten är olika vid en och samma tidpunkt vid olika tappställen inom en bostad samt att den varierar under dygnet vid varje tappställe. För att bestämma de metallmängder som på grund av ledningskorrosion lämnar en bostad måste man mäta halter och volym hos allt vatten som används under ett eller flera "normaldygn".

För att bestämma motsvarande metallmängder för hela Stockholm måste man undersöka ett urval bostäder som representerar husbeståndet och vattenkonsumtionen.

Innan en större undersökning företas är det nödvändigt att utprova provtagningsmetodiken i en förstudie.

2. Förslag till Provtagningsmetodik

Provtagningen måste utföras på ett sådant sätt att alltvatten som används i en bostad under minst 1 dygn analyseras avseende aktuella metaller. vidare måste vattenvolymer mätas så att den totala utsläppta metallmängden kan beräknas liksom delmängden i vissa i intressanta delvolym. I enfamiljshus jämförs summan av uppmätta delvolym med förbrukning enligt vattenmätaren. Provtagningen vid olika tappställen föreslås enligt följande:

2.1 Dusch

Duschningen sker endast i badkar med stängd bottenventil. En provflaska fylls innan vattnet släpps ut. Detta kan göras flera gånger per duschning om vattennivån blir för hög. Varje gång vattnet släpps ut måste nivån markeras i badkaret med vattenfast penna så att vattenvolymer kan bestämmas. Markeringen görs med ett streck och ett löpnummer. Volymbestämningen utförs genom påfyllning med kalibrerad hink och litermått. Volymbestämningen bör utföras sedan all duschning är avslutad för dagen. Därigenom kan man hålla nere vattenmängden som behövs för volymbestämningen samt förlägga bestämningen till en tid då provtagningen avslutats för dagen och förbrukningsbilden inte påverkas.

Vattenproven märks så att de kan kopplas ihop med volymen hos

det vatten de representerar.

Kopparhalten och sannolikt andra metallhalter som orsakats av korrosion kan vara mycket olika i början och slutet av en dusch. Man skall därför röra om vattnet kraftigt i badkaret innan ett prov tas ut.

om badkar inte finns i bostaden samlas vattnet antingen i duschkabin med stängd bottenventil eller i särskilt plastkar.

Tvål, schampo m m kan ev ge bidrag av aktuella metaller till vattnet. Därför bör alla som deltar i studierna använda medel av samma märke vilket skall vara undersökt avseende metallhalter.

2.2 Bad

När badkaret fyllts och nivån markerats för volymbestämmning, tas ett vattenprov sedan vattnet rörts om. Vid dusch efter bad låter man först badvattnet rinna ut och gör sedan som i avsnitt 2.1.

2.3 Tvättställ

Vatten tappas upp till en nivå som markerats i tvättstället. Ett prov tas före tvättningen. Relativt små vattenmängder används i tvättställ för tvättning av händer m m. För enkelhet i provtagningen tappas därför alltid samma volym vatten upp.

2.4 Toalett

Vattenbehållarens lock skall vara avtaget. Ett vattenprov tas före varje spolning. Behållarens volym mäts för den nivå som bestäms av flottören i behållaren.

2.5 Kök

2.5.1 Handdisk

Diskvatten fylls på i tom diskho. Vattenprov tas ut innan diskmedel hålls i och innan något lagts i vattnet. På samma sätt gör man med sköljvattnet. Vattennivåerna markeras så att volymerna kan bestämmas. Om sköljning sker under rinnande vatten måste detta samlas i ett särskilt kärl som ställs i sköljhon. Prov tas varje gång kärlet töms. Volymen mäts.

2.5.2 Maskindisk

Maskinen körs enligt ett normalprogram utan disk och utan

diskmedel. Varje gång maskinen börjar släppa ut vatten stoppas den och ett vattenprov tas. På detta sätt tas flera prov under diskprogrammet. Samtliga prov slås ihop till ett. Man bör endast köra ett diskprogram utan disk. I annat fall blir den extra vattenförbrukningen onödigt stor. Det totala metallbidraget från maskindisk får räknas fram utifrån uppgifter om det normala antalet diskar per dag.

Vattenvolymen som används i ett fullständigt diskprogram kan bli svår att bestämma. Eventuellt finns sådana uppgifter om maskinen från tillverkaren.

2.5.3 Övrigt i kök

Vatten som spolats ut t ex för att åstadkomma kallt dricksvatten samlas i särskilt kärl, som ställs i en ho i diskbänken. Prov tas och volymen mäts varje gång kärlet töms. Vatten för tvättning av händer samlas och behandlas på samma sätt.

Om större mängd vatten används för matlagning och sedan hålls bort tas prov från detta. Potatiskokning ger kanske väl liten volym för att man skall ta prov.

2.6 Tvättning och städning

2.6.1 Maskintvätt

Liksom vid maskindisk kör man igenom ett normalt program men utan tvättmedel och tvättgods. Varje gång maskinen börjar släppa ut vatten stoppas den och ett vattenprov tas ut. Samtliga prov slås ihop till ett. Den totala vattenvolymen för ett tvättprogram bestäms. Ev måste detta göras med hjälp av uppgifter från tillverkaren om maskinens vattenförbrukning.

Bostadsinnehavaren måste uppge den för bostaden normala tvättfrekvensen så att vattenförbrukningen kan beräknas.

2.6.2 Handtvätt

Här kör man igenom ett program med tvättning och sköljning med provtagning i varje vatten. Samma vattenvolym används för tvättning och alla sköljningar. Före tappning av vatten för sköljning skall man vänta den tid som uppskattas åtgå för själva tvätten resp föregående sköljning. Varken tvättmedel eller kläder läggs i vattnet. Vattenvolymen mäts för vad som anses vara en normaltvätt. Alla vattenprov från samma tvätt slås ihop till ett. Frekvensen av handtvättar behövs för beräkning av vattenförbrukningen.

2.6.3 Städning

Vattenåtgången vid städning - torkning av golv, målade ytor

m m - är sannolikt mycket liten jämfört med övrig vattenförbrukning. Vattenförbrukning i samband med städning torde därför kunna uteslutas ur undersökningen.

2.7 Biltvätt

Volymbestämningen förefaller svår att uppföra vid manuell biltvätt. Man bör göra en uppskattning av vattenåtgången för att få reda på om biltvätt ger en nämnvärd vattenförbrukning per år jämfört med övrig förbrukning i ett hushåll.

3. Allmänna synpunkter på provtagningen

Ett vanligt förbrukningsmönster torde innebära stor förbrukning tidigt på morgonen följt av liten eller ingen förbrukning till på eftermiddagen när barn kommer hem från skolan etc. samt därefter stor förbrukning igen under kvällen. Under natten torde ca 8 tim stillestånd vara normalt.

Eftersom vattnets uppehållstid i rören har stor betydelse för metallhalten måste respektive prov tas vid rätt tidpunkt. Man kan alltså inte forcera provtagningen så att hela programmet för en bostad genomförs under en förmiddag.

Enligt den föreslagna provtagningsmetodiken har maskintvätt medtagits. Detta medför att provtagningsdagen inte blir någon riktig "normaldag" eftersom man knappast tvättar varje dag. Vattenförbrukningen blir alltså högre än för medeldagen vilket i sin tur påverkar stilleståndstiden i rören. om maskintvätt skall ingå i programmet bör man överväga att utesluta något annat t ex handtvätt.

I bostäder som inte har tvätt- eller diskmaskin måste provtagningsprogrammet anpassas därefter. Eftersom förhållandevis mycket vatten förbrukas vid tvättning kan man överväga att ta vattenprov också i gemensamma tvättinrättningar som är vanliga i hyreshusområden.

Vid provtagningen används en provtagningsjournal enligt bilaga 1. Man kan eventuellt använda en journal för varje aktivitet och sammanföra resultaten efter avslutad provning. Nödvändig utrustning för provtagning anges i bilaga 2.

ML/BEG

1992-01-24

54 040

PROVTAGNINGSDAGBOK, VATTENPROV

Provplats:
Adress:
Datum:
Vattenmätare: Före mätprogramEfter mätprogram.....
Förbrukning enligt mätare

Aktivitet 1)	Tid	Tappställe 2)	volym 1	Prov nr
			Sa	

1) Dusch, bad, H-disk (handdisk) , M-disk (maskindisk) ,H-tvätt handtvätt) , M-tvätt (maskintvätt) , spolning (spolning för kallvatten, tvättning av händer i kök), tvättställ, toalett, m m.

2) Badrum, kök o s v.

ML/BE

1991-11-11

UTRUSTNING FÖR TAGNING AV VATTENPROV

- Provtagningsflaskor, (ca 40 st) och etiketter för dessa.
- Vattenfast filtpenna. Lösningsmedel för borttagning av markeringe i tvättställ och badkar.
- Hink (10 l) och litermått för volymmätning.
- Plastbalja för sköljhon i diskbänken - för uppsamling av vatten vid spolning, tvättning av händer m m.
- Ett antal kopior av journal enligt bilaga 1.

ML/BEG

1991-11-11

METALLHALTER I TAPPVATTEN FRÅN HUSHÅLL

Prov	Volym l	Pb		Cd		Cu		Ni		Zn	
		mg/l	mg	µg/l	mg	µg/l	mg	µg/l	mg	µg/l	mg
V											
UM1B	133	-	-	-	-	51	6.8	2.5	0.33	9	1.2
UM2W	43	-	-	-	-	33	1.4	2.5	0.1	16	0.7
UM3T	140	-	-	-	-	5	0.7	2.2	0.31	7	1.0
UM4B	29	-	-	-	-	62	1.8	2.2	0.06	26	0.75
UM5D	18	1.7	0.03	-	-	67	1.2	2.3	0.04	17	0.31
H											
UM6D	21	1.2	0.03	-	-	44	0.9	2.1	0.04	13	0.27
UM7W	84	-	-	-	-	15	1.3	1.8	0.15	11	0.92
UM8B	180	-	-	-	-	62	11.2	2.1	0.38	13	2.34
UM9T	280	-	-	-	-	8	2.2	2.2	0.62	8	2.24
V											
UW1W	36	-	-	-	-	31	1.1	2.3	0.08	13	0.47
UW2B	87	-	-	-	-	105	9.1	2.8	0.24	11	0.95
UW3B	38	-	-	-	-	71	2.7	2.5	0.1	<5	-
H											
UW4W	60	-	-	-	-	33	2.0	2.6	0.16	<5	-
UW5B	36	-	-	-	-	160	5.8	2.8	0.1	9	0.32
UW6B	118	-	-	-	-	95	11.2	2.8	0.33	11	1.3
H											
LS1W	49	-	-	-	-	35	1.7	2.4	0.12	5	0.25
LS2B	77	-	-	-	-	79	6.1	3.0	0.23	14	1.08
LS3T	96	-	-	-	-	18	1.7	2.0	0.19	<5	-
LS4B	16	-	-	-	-	130	2.1	3.2	0.05	11	0.18
V											
LS5B	35	-	-	-	-	125	4.4	2.6	0.09	<5	-
LS6W	28	-	-	-	-	61	1.7	2.1	0.06	<5	-
LS7B	35	-	-	-	-	120	4.2	3.3	0.1	11	0.39
V											
RC1W	100	-	-	-	-	47	4.7	2.	0.23	7	0.7
RC2B	184	-	-	-	-	90	16.6	3.1	0.57	<5	-
RC3T	155	-	-	-	-	14	2.2	2.8	0.43	<5	-
RC4D	9	1.0	0.01	0.20	2 µg	34	0.3	6.9	0.06	9	0.08
V											
ML1B	31	-	-	-	-	26	0.8	2.6	0.08	42	1.3
ML2W	80	-	-	-	-	4	0.3	2.7	0.22	9	0.72
H											
ML3W	60	-	-	-	-	7	0.4	2.5	0.15	9	0.54
ML4B	84	-	-	-	-	17	1.4	2.3	0.19	<5	-
V											
PH1W	165	-	-	-	-	14	2.3	2.0	0.33	49	8.1
PH2B	250	-	-	-	-	54	13.5	2.6	0.65	38	9.5

W = wc (kallt), B = blandprov (varmt/kallt), T = tvättmaskin (kallt) D = diskmaskin (varmt)

V = vardag, H = helgdag

Typ av installation:

- UM = emaljerad varmvattenberedare, kopparrör radhus byggt 1986
- UW = egen panncentral, värmeväxlare i koppar, kopparrör flerbostadshus byggt 1989
- LS = fjärrvarme, värmeväxlare i koppar, kopparrör flerbostadshus byggt 1929, renoverat 1988/89
- RC = fjärrvarme, värmeväxlare i koppar, kopparrör flerbostadshus byggt vid sekelskiftet, renoverat 1980
- ML = fjärrvarme, värmeväxlare i koppar, galvaniserade stålrör flerbostadshus byggt 1940
- PH = kopparfodrad varmvattenberedare, galv- och kopparrör villa byggt 1944, tillbyggd under 1950-talet

ANALYSERNA UTFÖRDA AV STOCKOLM VATTENS LABORATORIUM, ACKREDITERING NR 1055