

# Silver i avloppsslam

- *Bidrag från olika delområden och potentiella  
källor i Stockholms innerstad*

*Rapport nr 12SV276*

*Anna Sjögren*

*Examensarbete vid Linnéuniversitetet*



**Linnéuniversitetet**

Institutionen för naturvetenskap

Examensarbete

# Silver i avloppsslam – bidrag från olika delområden och potentiella källor i Stockholms innerstad.

Anna Sjögren  
Huvudområde: Miljövetenskap  
Nivå: C  
Nr: 2011:M13

Examensarbetets titel: Silver i avloppsslam – bidrag från olika delområden och potentiella källor i Stockholms innerstad.

Anna Sjögren

Examensarbete, (*Miljövetenskap, 15 hp*)

Filosofie Kandidatexamen

Handledare: Universitetsadjunkt Anna Augustsson, Linnéuniversitetet i Kalmar.

Examinator: Professor Bo Bergbäck, Linnéuniversitetet i Kalmar.

Examensarbetet ingår i programmet Miljöanalytiker 180 hp

### **Sammanfattning**

Avloppsslam är en restprodukt som skapas vid rening av avloppsvatten och består mest av organiskt material. Slammet är mycket näringsrikt men innehåller ofta höga halter av olika föroreningar som tungmetaller, läkemedelsrester etc. Stockholm Vatten AB är certifierade enligt REVAQ för att kunna använda avloppsslam som gödningsmedel på åkermarker. För att slammet fortsättningsvis ska genomgå certifiering måste föroreningshalterna minska. Silver är en av de metaller som avskiljs från avloppsvattnet till slammet och har en hög ackumuleringshastighet i mark. Vid spridning på åkermark kan en förhöjd koncentration inverka negativ på mikroorganismer i mark och naturliga vatten. Arbetet för att minska silverflödet till reningsverk sker genom uppströmsarbete, vilket innebär åtgärder direkt vid källan.

Resultat från en provtagning genomförd av Stockholm Vatten AB på knutpunkter i sex delområden, vars ledningsnät går till Henriksdals reningsverk, användes för att beräkna flödet av silver genom provpunkterna samt också till att utvärdera mängden silver per person i varje delområde. I arbetet har även möjliga källor till silverutsläpp beaktats, dels punktkällor i form av industriella verksamheter men även diffusa källor som bidrag från hushåll.

Resultaten visar på viss variation mellan delområdena. Loudden är det område som sticker ut mest, men inom området Loudden finns en större betydande källa känd sen tidigare. Koncentrationerna antyder att de boende i delområdena inte ger upphov till höga halter av silver, utan mängden silver per person är konstant oberoende av område, vilket indikerar att de högre halterna kommer från andra källor.

Inventeringen visar på verksamheter som kan bidra med silver till avloppsvattnet. Sett ur ett historiskt perspektiv är verksamheterna idag mycket färre.

Därutöver kan tidigare utsläpp av silver medfört en anrikning i de sedimentavlagringar som finns i ledningsnätet, vilket kan bidra med kontinuerligt utsläpp till avloppsvattnet. Dessa läckage kan vara bidragande till varför silverkoncentrationen i avloppsslam inte längre minskar. Hushåll, verksamheter och konsumtion av produkter med innehåll av silver kan också vara diffusa källor som kan bli viktiga för minskningen av silver i avloppsslam.

## **Abstract**

During the purification-process of water at a sewage plant, one by-product is the sewage sludge. This sludge consists of organic material and is very nutritious, but it also contains several different contaminations, such as heavy metals, drug residues etc. Stockholm Vatten AB has a certification according to REVAQ that allows them to use the sludge as a fertilizer. To continue their certification the concentrations of contaminations in the sludge need to decline, one of those who needs to do so is silver. Silver has a high accumulation rate in soil and has a property to be antibacterial. This may affect microorganisms in the soil and water negatively. To reduce the flow of silver to the sewage plant, the sources need to be found and then regulated to diminish the leakage.

Stockholm Vatten AB performed a sampling of specific areas in the city of Stockholm, where the sewage water leads to Henrikdals sewage plant. The results were used to calculate the flow of silver through each area for a specific week as well as the amount of silver per person and week.

Besides this, potential sources to leakage of silver into sewage water were considered. This could both be specific sources like a branch or diffuse sources such as households.

The results showed a variation between the areas, where Loudden has the highest concentration, but in this area a large printing industry is known since earlier. From the calculations, one assumption can be made that the concentration per person is constant. This indicates that the amount of silver do not depend on the human population in the area, but on other sources.

The inventory points at branches that can leak silver into sewage water. From a historical point of view the number of these branches, today, are very few. These branches, on the other hand, may have left deposits of silver in the sewage pipe-system that is emitting silver continual into the water. The deposits could be important reasons to why the concentrations no longer decline, especially when the other diffuse sources are expanding. Households, traffic and the consumption of products including silver are diffuse sources that might be important in the future.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING .....	1
1.1 Miljö- och hälsoeffekter av silver.....	2
1.2 Silver i olika användningsområden. ....	2
1.3 REVAQ ”Återvunnen växtnäring – certifierat slam”.....	5
1.4 Syfte samt avgränsning av arbetet.....	5
2. STOCKHOLM VATTEN AB & AVLOPPSRENINGSVERKET HENRIKSDAL .....	5
3. METOD.....	7
3.1 Förstudie .....	7
3.2 Riktad verksamhetsinventering .....	7
4. RESULTAT OCH ANALYS.....	8
4.1 Provtagningsresultat. ....	8
4.2 Flödesvariationer .....	8
4.3 Potentiellt silverförorenande verksamheter .....	11
5. DISKUSSION .....	12
5.1 Silverflöden i olika områden. ....	12
5.2 Punktkällor och andra diffusa källor än hushåll. ....	13
6. SLUTSATS OCH REKOMMENDATION .....	14
7. TACK .....	15
8. REFERENSER.....	16
Bilaga A	
Bilaga B	
Bilaga C	

# 1. INLEDNING

Det samhälle vi idag lever i genomgår en ständig utveckling som medför många förbättringar och en högre levnadsstandard hos många människor, samtidigt som det även bidrar med hot av olika slag. Ett av dessa hot är mängden gifter som vi utsätter oss själva och vår natur för. Det kommer ut allt fler kemikalier och olika gifter på marknaden i en hög takt, vilket vi idag är väl medvetna om. Men hur är det med de som vi anser mer naturliga, våra grundämnen? Silver är en metall som på senare tid fått alltmer uppmärksamhet och dess användningsområden ökar. Denna metall besitter ett flertal värdefulla egenskaper, men har främst använts till smycken och prydnader. Silver används även som bakteriedödande ämne, en egenskap som på senare tid fått alltmer uppmärksamhet och där antalet användningsområden ökar.

Avloppsslam är en restprodukt som skapas vid rening av inkommande avloppsvatten till avloppsreningsverk. Slammet består av organiskt material och innehåller en hög halt av näringsämnen. När slammet tillförs åkermark har det visat sig medföra en ökad kolhalt och hög humusupbyggnad, vilket är positivt för markens odlingsmöjligheter. Idag används konstgödsel till odlingsmarkerna, vilket innehåller stora mängder fosfor och för detta bryts ny fosfatmalm. Mängden brytbar fosfor är begränsad och därför är det av vikt att tillvarata den fosfor som avloppsslammer innehåller. Avloppsslam anses utgöra en bättre källa till fosfor, och andra näringsämnen, då framställningen har en mindre inverkan på omgivningen och medför mindre bidrag till övergödning (Naturvårdsverket, 2002).

År 1999 antog regeringen miljömålet; ”God bebyggd miljö” som inkluderar delmålet för återföring av avloppsslam och lyder enligt följande:

*”Senast år 2015 ska minst 60 procent av fosforföreningarna i avlopp återföras till produktiv mark, varav minst hälften bör återföras till åkermark.”*

Idag återförs ca 26 % av fosfor till åkermark och delmålet anses möjligt att uppfylla innan år 2015.

I avloppsslammet ansamlas en mängd olika föroreningar som förts med avloppsvatten till reningsverken. Silver är en av de metaller som ackumuleras i avloppsslam då metallen binder till partikulärt material. Detta gör det lätt att avskilja silver från avloppsvattnet i reningsverken i samband med den kemiska fällningen, där järnsulfat används (Svenskt Vatten AB, 2007). Att avskilja silver från avloppsslam är betydligt mer komplicerat och fungerar ännu inte rent tekniskt eller ekonomiskt. Men genom att förhindra läckage av silver till avloppsvatten och därmed också minska mängden silver som når reningsverken, kan man på sikt minska mängden silver som ansamlas i avloppsslam. Silver som sprids i höga koncentrationer kan ge negativa effekter på miljön och förorena marker och vatten.

Eftersom silver är en av de mindre undersökta metallerna som kan förorena avloppsslam har jag valt att göra ett examensarbete kring denna metall i avloppsvatten. Arbetet har utförts i samarbete med Stockholm Vatten AB, där ett av inloppen till Henriksdals reningsverk varit av särskilt intresse. Det aktuella inloppet, kallat Henriksdalsinloppet (HIN), tar emot avloppsvatten från Stockholms innerstad och har haft en högre silverhalt i avloppsvattnet än övriga inlopp. Stockholm vatten har utfört provtagningar vid knutpunkter från sex olika delområden som är kopplade till Henriksdalsinloppet. Resultaten från provtagningen har sammanställts och beräkningar har utförts för att få en uppfattning om fördelningen mellan områdenas bidrag av silver. I utvalda delområden har en inventering av potentiellt

silverförorenande verksamheter utförts.

### **1.1 Miljö- och hälsoeffekter av silver.**

Silver utgör inte ett huvudelement eller essentiellt ämne för några bakterier, växter eller djur. Inte heller den påverkan på hälsa och miljö som silver medför är känd i någon större utsträckning, men det bedrivs idag alltmer forskning kring ämnet (Lithner & Holm, 2003). I en studie av Lithner, Holm & Ekström (2001) visas dock att denna metall kan vara bioackumulerande. Studien utfördes på vattenlevande organismer och mätningar genomfördes på anrikning av silver i sediment, där resultaten visade på relativt stora tendenser till anrikning. Växter tar upp och ackumulerar silver, vilket medför att det via födan förs vidare till människor och djur. Däremot har man ännu inte kunnat påvisa några synliga effekter på växterna i samband med silverupptaget (Naturvårdsverket, 1997).

Eftersom silver är ett bakteriedödande ämne kan det naturligtvis påverka och störa naturliga bakterier och mikroorganismer i mark och vatten om halten silver är hög. Detta är en viktig aspekt att beakta när avloppsslam ska spridas på åkermark (Svenskt Vatten AB, 2009). Det har konstaterats att bakterier kan bli resistent mot silver och man befärar att det ska medföra ett kliniskt problem som främst kan utgöra ett hot för personer på sjukhus och kliniker. Man har lyckats identifiera främst gener, men även proteiner, som är kopplade till silverresistensen (Silver, Phung, & Silver, 2006).

Bland människor finns ett tillstånd dokumenterat som skapas av silver, s.k. argyria. Tillståndet uppstår när en högre halt av silver lagras i kroppen och då uppstår en missfärgning av huden och ögon, vilka får en grå-blå nyans. Tillståndet går inte att behandla eller bota, men innebär främst en utseendeförändring och ska för övrigt inte vara skadligt för personen ifråga. (Silver, Phung, & Silver, 2006).

### **1.2 Silver i olika användningsområden.**

Silver existerar naturligt i jordskorpan, dock i låga halter. Den mest kända och vardagliga användningen av silver är till smycken och prydnader. Dock finns många andra användningsområden också. I jonform har metallen sedan flera tusen år tillbaka utnyttjats för sin antibakteriella egenskap. Silverniträt var en av de första produkterna som användes, då i form av ögondroppar, för att bekämpa bakterier (Silver, Phung, & Silver, 2006). Sedan 900-talet har det brukats för bl.a. färgning av keramik och glas (Kemikalieinspektionen, 2009). De former av silver som främst används inom industrier och i produkter är silverjoner och oorganiska silversalter t.ex. silverniträt, silverniträt, silvercyanid och silversulfat. Dessa existerar i fast form som kristaller, flingor eller pulver och de är inte flyktiga. Vid tillverkning av andra silversalter utgår man ifrån silverniträt, vilket i sin tur bildas genom att oxidera silver med het salpetersyra. Tillverkning av dessa salter sker inte i Sverige (Kemikalieinspektionen, 2010).

Det finns idag ett flertal användningsområden för silver som kan bidra med utsläpp av silver till avloppsvatten, vilket kan bestå av både diffusa läckage och punktutsläpp från industriverksamheter. När utsläppet sker kan variera. Det kan ske under tillverkningsprocessen eller i användningsfasen.

En stor användare av silver har varit grafiska industrier för framkallning av foto och film. Silver finns främst i det sköljfix som används för framkallningen och hamnar därför i sköljvattnet. Dessa utsläpp har minskat, dels på grund av förbättrad teknik genom att silvret utvinns och återanvänds inom verksamheter, men främst i samband med övergången till den digitala tekniken. Till denna typ av användning har tidigare framkallning vid röntgen på sjukhus inkluderats, dock är det en metod som mer eller mindre helt upphört i samband med utvecklingen av de digitala teknikerna (Naturvårdsverket, 2005).

Trots minskad användning inom röntgen, står sjukhusen kvar som potentiell källa till silverutsläpp, men då genom användning av produkter för medicinskt och antibakteriellt syfte. Silvers antibakteriella egenskaper gör den lämplig som biocidprodukt vilket det idag finns många användningsområden för, bl.a. inom sjukvården. Kemikalieinspektionen genomför för närvarande en riskanalys av just silver som biocidprodukt, där man utvärderar vilka risker silver kan utgöra. Projektet har tillkommit eftersom Sverige är rapportör inom översynsprogrammet för det europeiska biociddirektivet, 98/8/EG (muntlig källa Kemikalieinspektionen).

Silver används också i konsumentprodukter för den antibakteriella egenskapen. Här förekommer ofta benämningen nanosilver, vilket innebär ett material som helt eller delvis har strukturer som är mindre än 100 nanometer (nm). Den näst största gruppen av nanomaterial är metallnanopartiklar, där silver är den vanligaste. Silver som nanomaterial förekommer vanligen i form av partiklar eller så kallade nanoitor (Kemikalieinspektionen, 2009).

Silver som bakteriedödande medel i textilier ökar allt mer, främst i underkläder och sportkläder (Stockholm stad, 2007). Genom tester av kläder som innehåller silver har man visat att det vid tvättning urlakas silver till avloppsvattnet och tvättning av kläder utgör då en diffus källa (Göteborgs stad, 2009). I en alldeles färsk undersökning där textilier som innehöll silver analyserades före och efter tvätt visades att mellan 10 och 98 % av allt silver hade tvättats ur kläderna efter tio tvättar (Kemikalieinspektionen, 2011).

Tillsats av silver sker även i kuddar, täcken samt madrasser och lanseras som bra för personer med astma och allergibesvär. Denna information medför att större tvätterier möjligen kan bidra till punktutsläpp. På ingång är även att använda silver som biocid i byggnadsmaterial för att skydda mot påväxt.

Man har i en tysk studie konstaterat att även trafiken kan utgöra en potentiell silverkälla. Studien har genomförts på vägdam och i detta fann man halter av silver, vilket gör att trafiken kan anses vara en potentiell källa till utsläpp. Vilka komponenter i bilen som avger silver är däremot oklart (Zimmermann, Alt, Messerschmidt, & Bolen, 2002).

Ett flertal varor med olika innehåll av silver och olika funktioner finns på marknaden. Tabell 1 ger en sammanfattning över de viktigaste emissionskällorna till silver i miljön.

Silver är bland annat en vanlig komponent i många olika elektronikprodukter, maskiner samt bilar (IVL Swedish environmental research institute Ltd., 2007). Kemikalieinspektionen har en databas med viss information om varugrupper och varor som innehåller silver, samt dess omfattning. Biltrafiken, som nämndes ovan, är en av dessa. Silver kan även spridas till naturen från förbränning av kol och olja, som det naturligt förekommer i (Naturvårdsverket, 1997). Man bör även ta i beaktning att produkter som senare blir avfall kan medföra läckage av silver till mark och vatten, då de deponeras efter användande.



Tabell 1. Potentiella källor till läckage av silver, bestående av verksamheter och användningsområden.

Potentiell källa	Beskrivning	Process
<b>Sjukvård</b>	Vårdcentraler, sjukhus m.fl.	Tidigare användning för framkallning av röntgenbilder. Avvecklat idag. Vissa diffusa utsläpp via desinfekterade produkter.
<b>Större tvätterier</b>	Tvättning åt företag, hotell m.fl.	Utsläpp via avloppsvatten i samband med tvättning av produkter som innehåller silver.
<b>Tillverkning av smycken/silversmed</b>	Bearbetning av silver i fast form. Smältning och formatering av metallen.	Rengöring av verktyg och material.
<b>Framställning av kolloidalt silver till hälsokost</b>	Silverjondesinficerat vatten.	Elektrokemisk process.
<b>Tandläkare</b>	Amalgam innehåller små mängder silver. Tidigare röntgenanvändning.	Uppmärksammade och åtgärdade med amalgamavskiljare. Avvecklade system.
<b>Grafisk verksamhet</b>	Framkallning av film.	I fotografiska materialet. Främst fix.
<b>Industrier för ytbehandling och tillverkning av elektronik</b>	Försilvring. Utgör mindre komponenter i elektronik.	Ingen ytterligare information
<b>Biocid</b>	Desinfektionsmedel eller konserveringsmedel	Tillsatser i konsumentprodukter för ökad hållbarhet eller för antibakteriell egenskap.
<b>Byggnader och konstruktioner</b>	Som tillsats i cement och betong	Tillsätts i materialet för att motverka angrepp av mögel o svampar.
<b>Fordon och trafik</b>	Ingen ytterligare information	Ingen ytterligare information

### **1.3 REVAQ**

#### **”Återvunnen växtnäring – certifierat slam”.**

Certifieringssystemet REVAQ skapades år 2008 av Svenskt Vatten samt andra berörda aktörer och innebär en certifiering av avloppsslam från avloppsreningsverk. Det certifierade slammet kan användas till att spridas på åkermarker som gödningsmedel istället för att behandlas som avfall (REVAQ, 2010). Genom s.k. uppströmsarbete blir slammet successivt mindre och mindre förorenat. Det innebär ett förebyggande miljöarbete där utsläppen åtgärdas direkt vid källan. I detta fall arbetar man för att föroreningarna inte ska släppas ut i avloppsvattnet alls. Genom denna form av arbete ges flera fördelar som är både miljömässiga och ekonomiska t.ex. minskad belastning på reningsprocesser, minskad energiförbrukning och minskning av föroreningar som släpps ut till recipient och som ansamlas i avloppsslammet (Svenskt Vatten AB, 2009).

År 2009 brukades 20 % av REVAQ- certifierat slam inom jordbruket och man anser att här finns en stor potential att återföra ytterligare mängder. I arbetet kontrolleras bl.a. ca 60 spårelement. För metaller använder man sig av ackumuleringshastigheten i mark och denna ska inte överstiga 0,2 % per år om ett slam ska vara REVAQ- certifierat. Silver utgör ett av de åtta spårelement som har en högre ackumuleringshastighet och ligger vanligen mellan 0,6-1,1 %. Utifrån denna information skall åtgärdsarbeten sättas in för att motarbeta ackumulering och upprätthålla en låg nivå på halten silver som gör att slammet godkänns som gödningsmedel (REVAQ, 2009).

### **1.4 Syfte samt avgränsning av arbetet**

Arbetets övergripande syfte är att göra en inventering och kvantifiering av möjliga silverkällor till det avloppsvatten som kommer till Henriksdals reningsverk. Inventeringen innefattar i första hand en jämförelse av olika större delområden, vilka provtagits på olika pumpstationer utmed ledningsnätet. I viss mån har även inventering gjorts av möjliga punktkällor, där industriella verksamheter med möjliga silverutsläpp lokaliserats. Slutligen har det diffusa bidraget från hushåll utvärderats.

Inventeringen avgränsas dock till endast utvalda delområden, vilka har valts i samråd med Stockholm Vatten AB och baseras på resultat från provtagning av silverhalter i vattnet från ett större antal delområden.

## **2. STOCKHOLM VATTEN AB & AVLOPPSRENINGSVERKET HENRIKSDAL**

Verksamheten Stockholm Vatten AB ansvarar för vattenförsörjning, avloppsvattenrening och skötsel av ledningsnätet i Stockholm samt Huddinge kommun. 98 % av bolaget ägs av Stockholms stadshus AB och 2 % av Huddinge kommun. I verksamheten ingår vattenverken belägna vid Lovö och Norsborg och till dessa vattenverk hämtas råvaruuttaget av vatten från Mälaren. Vid reningsverken i Bromma och Henriksdal behandlas avloppsvattnen för att sedan släppas ut till recipient, som här utgörs av Saltsjön (Stockholm Vatten AB, 2010).

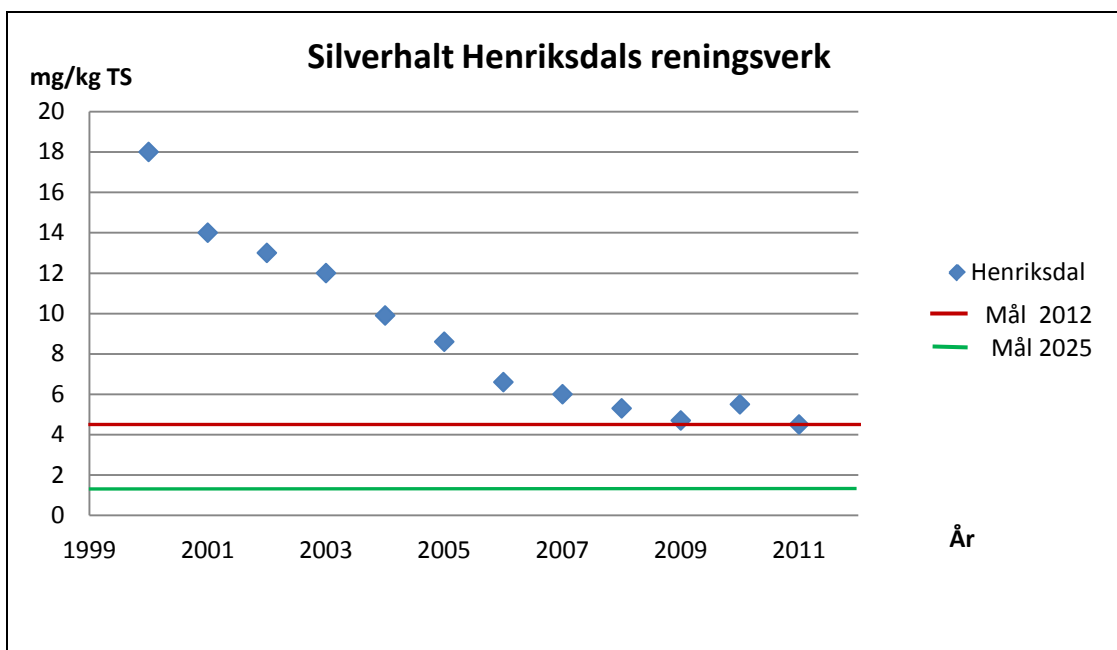
Henriksdals avloppsreningsverk behandlar vatten från Stockholms innerstad samt det södra förortsområdet och kommunerna Nacka, Tyresö, Haninge och Huddinge. Det är ca 752 700

personer anslutna (Stockholm Vatten AB, 2010). Ledningsnätet består av duplicerade system och av kombinerade system. I duplicerade system leds spillvatten och dagvatten i olika vattenledningar. Dagvatten leds då ofta direkt till recipient, ibland sker ett reningssteg, medans spillvattnet går till reningsverket. I kombinerade system leds dag- och spillvatten i samma ledningar direkt till reningsverken. Dagvatten utgörs av ytligt regn och smältvatten och spillvatten är det vatten som kommer från bl.a. industrier och hushåll. Med dagvattnet förs en stor mängd olika föroreningar till reningsverken (Svenskt vatten, 2007).

I det utgående avloppsvattnet från Henriksdal ligger halten silver på  $<1 \mu\text{g/l}$  och den totala mängden är  $<92 \text{ kg/år}$ . Det avloppsslam som bildades vid reningsverket under år 2010 uppgick till 56000 ton avvattnat slam där halten torrsubstans låg på omkring 26 %. Samtliga mängder av detta slam transporterades till Aitik, av företaget Boliden, för användning till efterbehandling av områden kring sandmagasin och gruvor. I detta slam låg silverkoncentrationen i genomsnitt på  $5,5 \text{ mg/kg TS}$  (se figur 1) och motsvarade ca 80 kg (Stockholm Vatten AB, 2010). Koncentrationen av silver i avloppsslam inom Sverige beräknas vara ca  $3\text{-}6 \text{ mg Ag/kg TS}$  (Muntlig källa, Svenskt vatten AB).

Stockholm Vattens båda avloppsreningsverk är certifierade enligt REVAQ och kan därmed leverera slam till åkermark. I arbetet för att uppnå en ökad slamkvalité har Stockholm Vatten utvecklat en handlingsplan och mål. De mål som är fastställda enligt REVAQ för Henriksdals reningsverk utgörs bl.a. av ett långsiktigt mål där halten silver i avvattnat slam till år 2025 ska minska till  $1,2 \text{ mg/kg TS}$  samt ett delmål till år 2012 där silverhalten ska vara högst  $4,5 \text{ mg/kg TS}$  (Stockholm Vatten AB, 2011).

Naturvårdsverket har ännu inte fastställt ett gränsvärde för halten av silver i avloppsslam. Förslaget ligger idag på  $8 \text{ mg/kg TS}$ . Detta är dock inte relevant för certifierat slam som måste ha en betydligt lägre halt (Muntlig källa, Stockholm Vatten AB).



**Figur 1.** Årsmedelvärdet för silberkoncentration i avvattnat slam vid Henriksdals reningsverk, för år 2000-2011. Medelvärdet för år 2011 baseras endast på värden från januari till augusti.

### **3. METOD**

#### **3.1 Förstudie**

Som förarbete till detta examensarbete genomförde Stockholm Vatten AB en provtagning av inkommande avloppsvatten till Henriksdals reningsverk samt i utvalda pumpstationer inom upptagningsområdet för Henriksdalsinloppet som tar emot avloppsvatten från Stockholms innerstad. De stationer som provtogs var följande: Nackainloppet, Karl XII Östra tunnel, Karl XII Västra tunnel, Louddens tunnel, Södermälärstrands tunnel samt Kungsholmens hamnplan, se bilaga A.

Provtagningen genomfördes av mProv Konsult (kontakt Peter Johansson), den 7/2 - 14/2, 14/2 - 21/2, 31/5-6/6 samt 7/6-13/6 år 2011. Kungsholmen provtogs vid ett senare tillfälle under den första och andra provtagningen; 23/3 - 30/3 och 30/3 - 6/4, år 2011. För provtagning användes en modell av vakumprovtagare (WS3000), där prover 25-30 ml togs ut var 20:e minut. Tömning av behållare gjordes tre gånger under provtagningen, måndag, onsdag och fredag. Vattnet överfördes till plast och glaskärl, vilket valdes utefter det mest praktiskt bästa och frystes sedan ned. Samtliga kärl var diskade med alkaliskt och surt diskmedel. Innan analys samlades vattnet till veckosamlingsprover med lika delar vatten från de dygn då provtagning gjorts. Provtagningen upprepades en gång, så att det för varje punkt insamlades totalt 2 veckosamlingsprover. Proverna skickades sedan för analys till Eurofins, ett av SWEDAC ackrediterat laboratorium. De parametrar som analyserades var vismut, kadmium, silver, kvicksilver samt total fosfor, men i detta examensarbete har fokus varit enbart på silver, vilket analyserades med induktiv kopplad plasma – mass spektrometer (IPC-MS). Metoden innebär att provet sönderdelas och joniseras i ett plasma med hög temperatur. Jonerna som bildas analyseras med en mass-spektrometer.

Utifrån analysresultaten har sedan en kvantifiering gjorts för att visa vilka områden som bidrar med de högsta halterna och de största mängderna av silver. Antalet boende och flödet av avloppsvattnet sattes i förhållande till mängden silver vid varje provtagningspunkt.

Provtagningen av områdena utgjorde dels en grund för att bestämma inom vilket område som verksamhetsinventeringen skulle utföras, men även för att skapa en överblick av områdenas bidrag med silver till det totala HIN-inloppet. Tillsammans med Cajsa Wahlberg, Stockholm Vatten AB, gjordes bedömningen att verksamhetsinventering skulle genomföras på områdena Karl XII Öst och Karl XII Väst, trots att Loudden visade på högst halter. Anledningen till detta val är att en stor silverkälla, Nordisk film AB, finns inom Louddens upptagningsområde. Denna verksamhet är känd sedan tidigare och är dessutom under avveckling och därmed ansågs det mer intressant att undersöka potentiella källor i delområdena Karl XII Öst respektive Väst.

#### **3.2 Riktad verksamhetsinventering**

Inventeringen av verksamhetstyper i områdena Karl XII Öst och Karl XII Väst gjordes utifrån tabell 1. Antagande gjordes för vilka av verksamhetstyperna som var mest relevanta att söka ut. Personal vid Stockholms miljökontor bidrog med ytterligare information till urvalet av verksamhetstyper, baserat på befintlig information och kunskap.

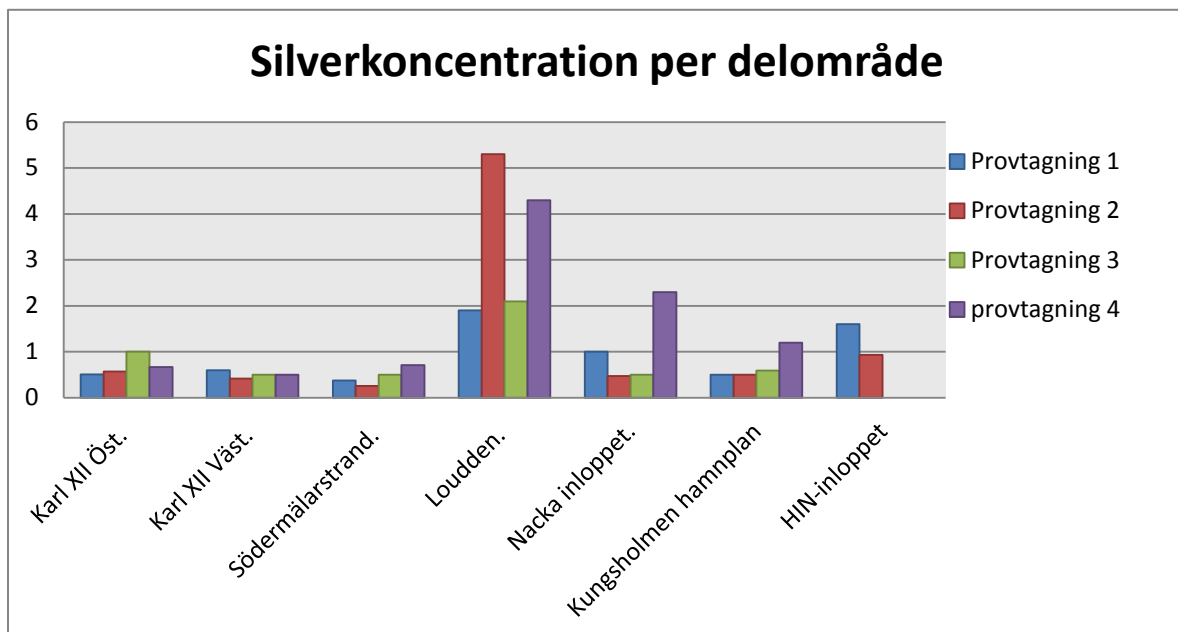
För inventeringen gjordes sökningar på sökdatabaserna: [www.eniro.se](http://www.eniro.se), [www.hitta.se](http://www.hitta.se) samt [www.vardguiden.se](http://www.vardguiden.se). Gällande de grafiska verksamheterna bidrog handläggare vid miljökontoret med värdefull information, främst då ett flertal verksamheter inte längre är aktiva.

I verksamhetsinventeringen har tandläkare valts bort medvetet, detta gjordes i samråd med Stockholm Vatten AB då de idag redan är uppmärksammade. Åtgärder för amalgamavskiljning ska vara installerat hos samtliga samt uppföljning ska ske genom kontroll.

## 4. RESULTAT OCH ANALYS

### 4.1 Provtagningsresultat.

Resultaten från provtagningen av de sex delområdena visar att Loudden sammantaget hade högst silverkoncentration. Under den andra och fjärde veckan var värdena markant högre. Området Södermälärstrand, Karl XII Öst och Karl XII Väst hade, under de fyra provtagningsveckorna, den lägsta silverkoncentrationen dvs. mellan ca 0,5-1 µg/l.. Övriga områden visade på något mer varierande koncentrationer. Under fjärde provtagningsveckan hade nästan samtliga områden en högre koncentration silver. Se Figur 2. Eftersom endast fyra provtagningar utförts anges inget medelvärde.

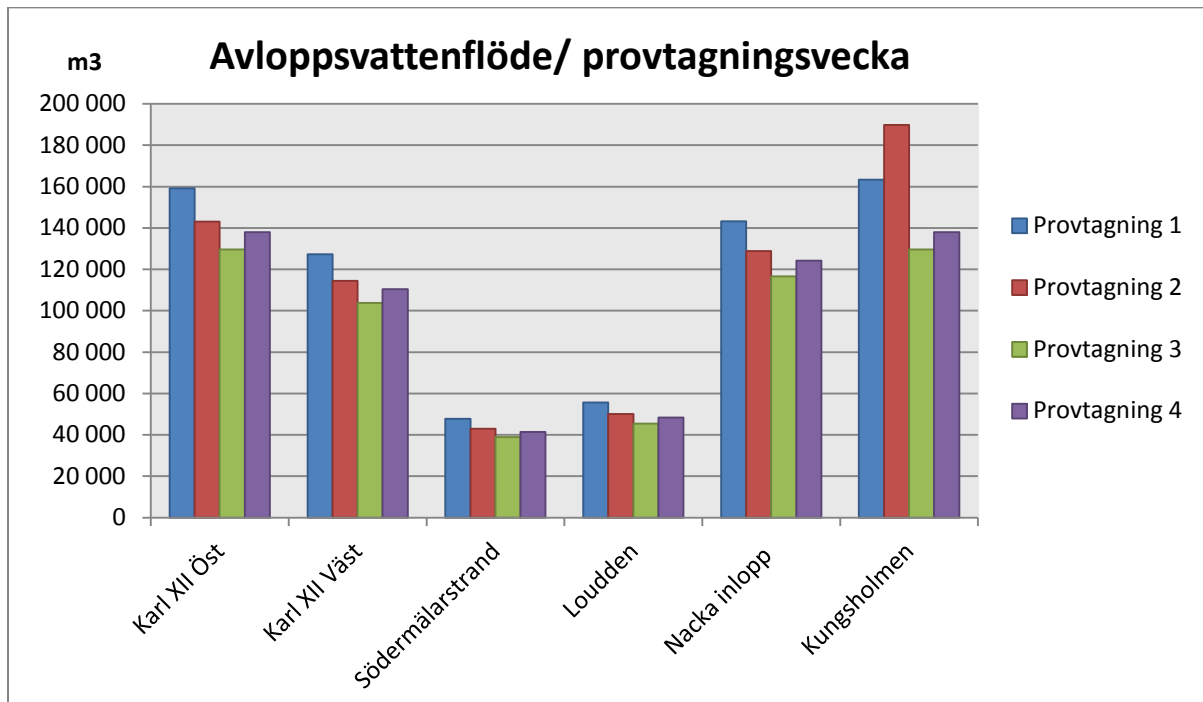


**Figur 2.** Silverkoncentrationerna som uppmättes i knutpunkterna vid provtagning av avloppsvatten i delområden i Stockholms innerstad. HIN-inloppet provtogs inte vid tredje och fjärde provtagningen.

### 4.2 Flödesvariationer

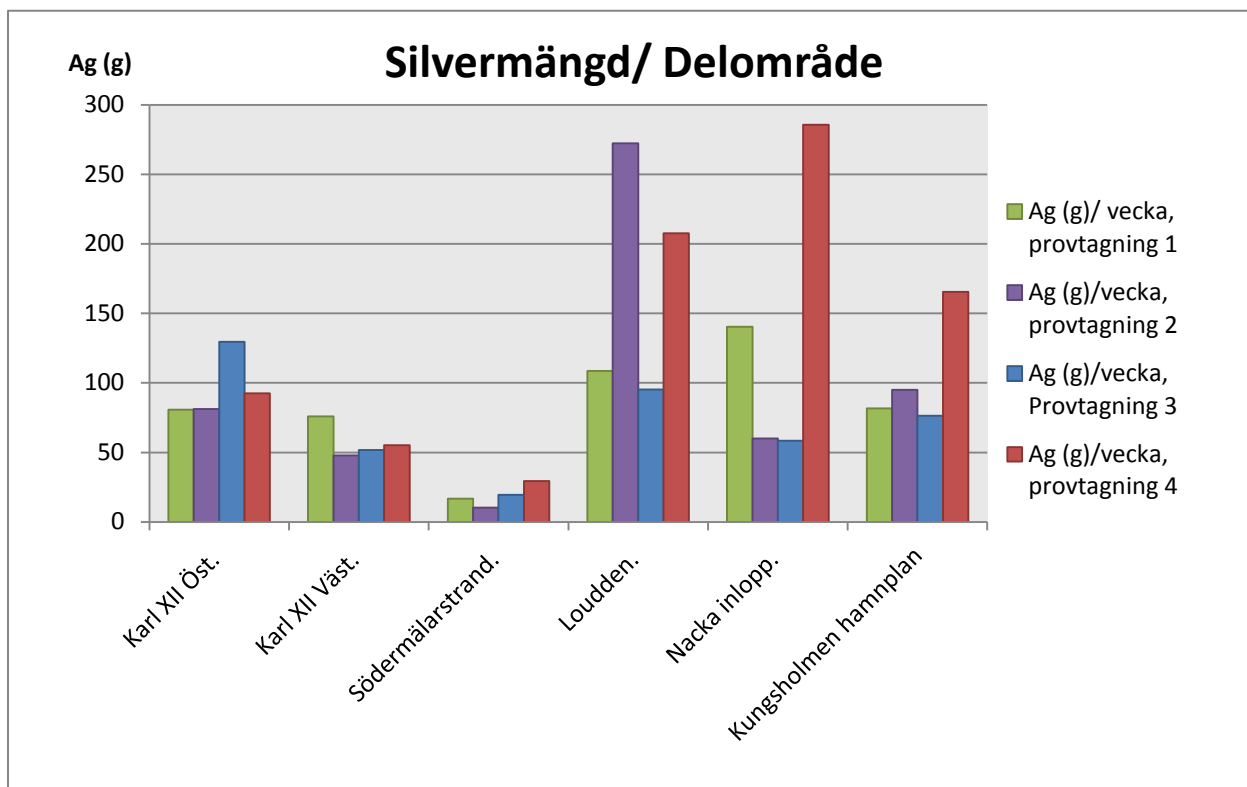
Flödet av avloppsvatten genom respektive provpunkt under båda provtagningsveckorna påverkar resultatet för den uppmätta silverkoncentrationen i vattnet. Ett högre flöde ger en större utspädningseffekt och kan därmed sänka koncentrationen i vattnet. I Figur 3 visas flödesfördelningen av avloppsvatten under provtagningsveckorna. Flödesmängderna räknades

fram genom att multiplicera HIN-inloppets totalflöde med den procentdel som respektive område bidrar med. Resultatet visade hur stort avloppsvattenflödet är genom de olika provpunkterna. Under den första veckan var flödet generellt högre för samtliga inlopp, med undantag för Kungsholmen. Dock bör det påpekas att Kungsholmens andra provtagning utfördes vid andra datum och då var avloppsvattenflödet betydligt högre. Nämnvärt även här är att Loudden kopplas på Nacka-inloppet, vilket gör att Nackas flöde även består av det avloppsvatten som kommer från Loudden.



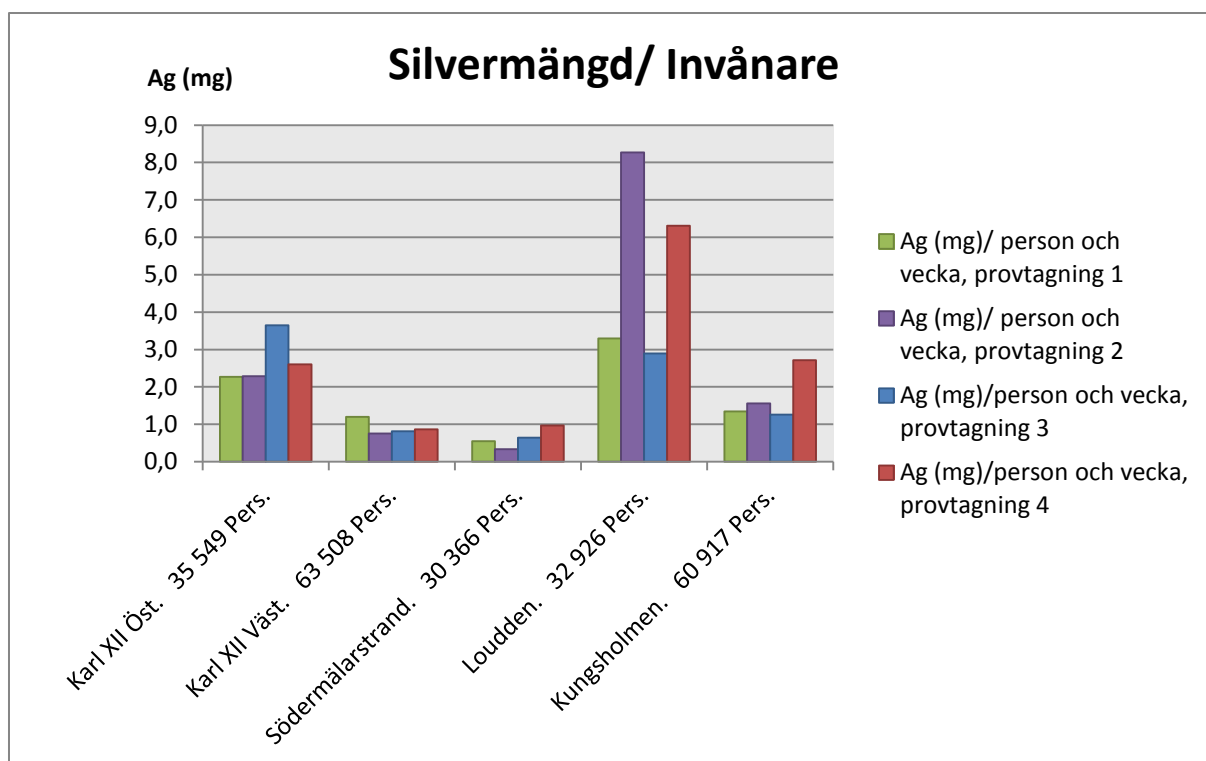
**Figur 3.** Mängden avloppsvatten som passerar genom varje provpunkt under de fyra provtagningsveckorna.

För att kvantifiera bidraget av silver från de olika delområdena utfördes beräkningar där silverkoncentrationen i veckosamlingsproverna multiplicerades med vattenflödet och på så sätt få ett mått på mängden silver som passerat genom respektive provpunkten under provtagningsveckorna, se Figur 4. Precis som i Figur 2 är provpunkt Loudden framträdande med hög mängd silver vid samtliga provtagningar. Särskilt markant är detta under provtagning två och fyra. Vid provtagning två överstiger mängden silver från Loudden mängden från Nacka, vilket troligen inte kan stämma då avloppet från Loudden är påkopplat på Nackatunneln och alltså ingår i värdet från Nacka. Troligen beror detta på en felaktig kemisk analys. Under provtagning fyra så visar Nacka på den största mängden silver.



**Figur 4.** Den beräknade mängden silver som passerar genom provtagningspunkten under de fyra provtagningsveckorna.

I Figur 5 visas hur stor mängd silver som kommer från respektive område och per person. Den mängd silver som räknades fram i figur 4 divideras här med det uppskattade antalet boende för respektive område. Då antalet invånare skiljer sig mellan områdena finns variationer, men likheterna mellan tidigare resultat syns trots det tydligt. Antalet invånare visade sig ligga inom två liknande intervall; 30-35 000 invånare eller 60-65 000 invånare. Uppgifter avseende Nacka-inloppet har inte erhållits och därför finns dessa beräkningar inte med i Figur 5. Även här blir värdet för Loudden missvisande, eftersom en stor punktkälla finns med.



Figur 5. Mängden silver som beräknats, utifrån provtagningsresultaten, komma från varje person i områdena.

I bilaga B redovisas analysresultat och samtliga uträkningar.

### 4.3 Potentiellt silverförorenande verksamheter

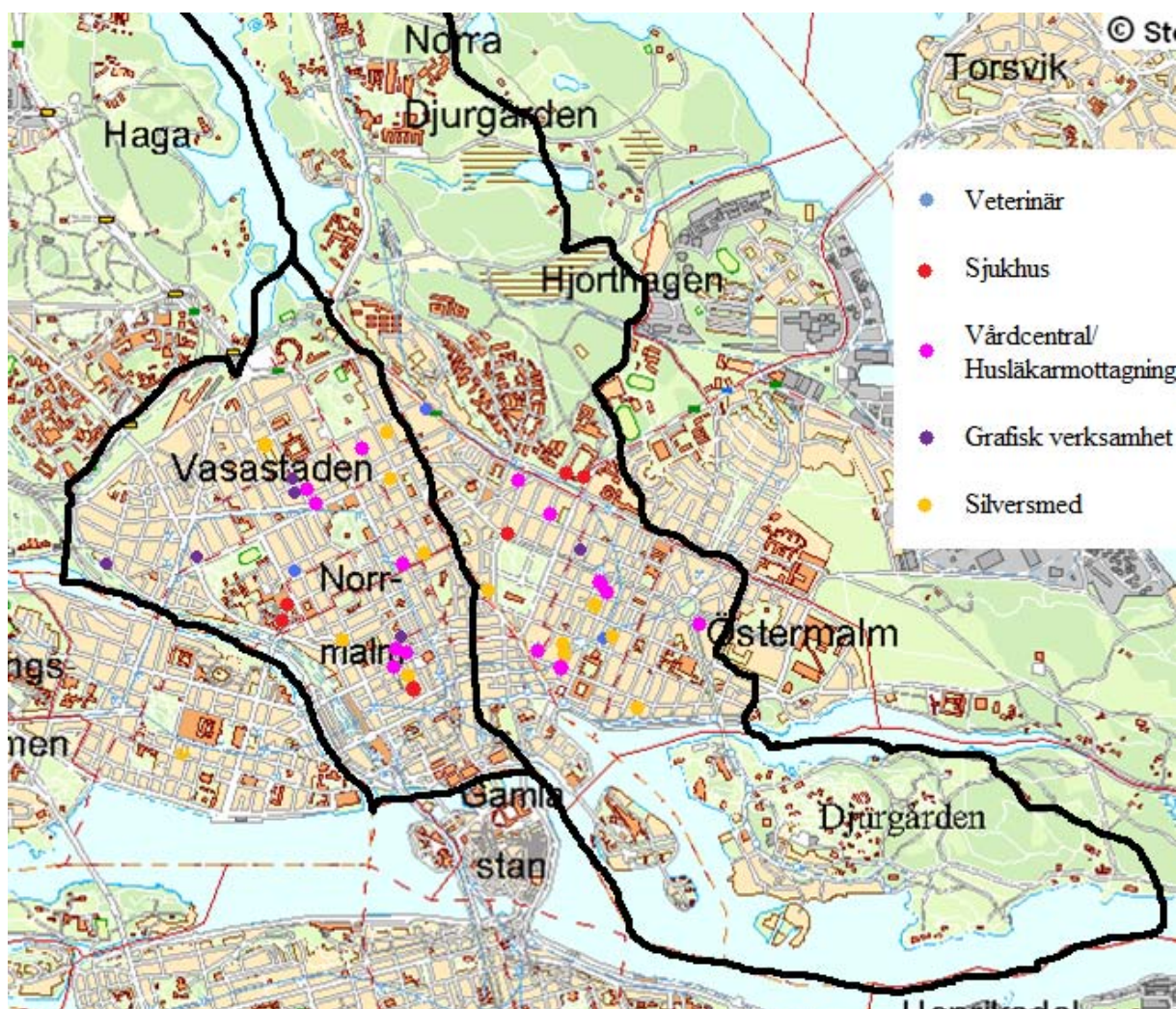
Den riktade verksamhetsinventeringen gjordes på områdena Karl XII Öst respektive Väst och visade inte på någon specifik punktkälla. Däremot finns verksamheter som troligt bidrar med utsläpp av silver eller har bidragit genom tidigare utsläpp. Identifierade verksamhetstyper och dess förekomst visas i Tabell 2. Fördelningen mellan områdena är relativt jämn. Den största skillnaden utgörs av de grafiska verksamheterna som är fler inom Karl XII Väst. För övrigt är verksamheterna jämnt fördelat över hela innerstaden. Figur 6 visar var de är lokaliserade. Som synes på kartan finns inga verksamheter i övre delen av Karl XII Öst samt i områdets delar av Djurgården.

För namn på verksamheterna hänvisas till Tabell 2, se bilaga C.

Tabell 2. Förekomsten av utvalda verksamhetstyper inom områdena Karl XII Öst respektive Väst.

Verksamhet	Karl XII Öst	Karl XII Väst
Veterinär	2	1
Sjukhus	3	3
Grafisk verksamhet	1	5
Silversmed	6	6
Vårdcentral och husläkarmottagning	7	7





**Figur 6.** Lokalisering av verksamheterna från tabell 2 i provtagningsområdena Karl XII Öst (höger) och Karl XII Väst (vänster).

## 5. DISKUSSION

### 5.1 Silverflöden i olika områden.

Analysen av resultaten visar att mängden silver är relativt lika i olika områden med undantag av Loudden. Detta område visar på en högre halt och mängd transporterat silver än de övriga, men här finns en stor punktkälla, Nordisk Film AB som är en grafisk verksamhet. Denna verksamhet kommer dock läggas ned under kommande år. Här kan det däremot vara av intresse att kontrollera nedläggningen, då eventuell spolning av ledningar kan medföra förhöjda halter av silver och andra föroreningar till Henriksdals reningsverk. Nackainloppet visar även detta på en aningen högre halt och flöde, men då Loudden kopplas på denna ledning så bidrar silvret därifrån till denna höjning. Detta prov togs främst för att se hur stort påslaget från Nacka är. Anslutningen från Loudden ligger långt inne i Nacka och det går inte att få ett renodlat Nackaprov.

Södermälarsstrands pumpstation som visar på lägst silverkoncentrationer och karaktäriseras även av det lägsta befolkningstalet samt ett lågt avloppsvattenflöde. Detta medförde även att mängden silver per person blev låg. Ett antagande är att detta område kan vara mindre påverkat av verksamheter i allmänhet och mängderna kommer från andra diffusa källor som även kan finnas inom de övriga områdena.

Man kan anta att den mängd med silver som kommer från varje person är i princip densamma för alla personer oavsett vilket område de befinner sig i. Det är inte troligt att det är så stora variationer mellan befolkningens konsumtion och användning av silverinnehållande varor som resultaten från figur 5 visar. Om diffust läckage av silver från hushåll vore en dominerande källa till det silver som når Henriksdals reningsverk så skulle därför en normalisering mot antalet boende i de olika delområdena ge ungefär samma mängd silver. Eftersom de mängder per person, som redovisas i figur 5, varierar med ungefär en faktor 16 mellan området med lägst värden (Södermälarsstrand) och det med högst värden (Louden), så indikerar det att hushållens bidrag till de silverutsläpp som sker i området är små relativt andra källor. Ett grovt antagande är att hushållens bidrag inte överstiger de lägsta nivåerna som redovisas i figur 5, vilket är omkring 0,5 mg/person och vecka. Förutom Louden, där en punktkälla finns identifierad, så visar Karl XII Öst respektive Väst och Kungsholmen förhöjda värden.

Karl XII Öst visar på en högre mängd silver än Karl XII Väst. Räknat per invånare är bidraget från Karl XII Öst dubbelt så stort som Väst. Områdena Karl XII Öst och Väst valdes till verksamhetsinventeringen.

Kungsholmen provtogs vid ett senare tillfälle, vilket medförde att flödet vid denna tidpunkt var högre troligen p.g.a. inblandning av en viss mängd smältvatten som ger en utspädningseffekt. Silverkoncentrationen antas öka när flödet minskar. Räknat på mängd silver per invånare så ligger Kungsholmen någonstans mitt emellan Karl XII Öst och Karl XII Väst.

## **5.2 Punktkällor och andra diffusa källor än hushåll.**

Karl XII Öst och Karl XII Väst valdes ut för att undersöka om några potentiella punktkällor, verksamheter, kunde identifieras. Inventeringen visar att det finns ett antal grafiska verksamheter inom Karl XII Västs upptagningsområde, men endast en inom Karl XII Öst. Fördelningen av sjukhus, vårdcentraler och djurkliniker var mer lika mellan de båda områdena. Dessa verksamheter har tidigare varit stora användare av silver på grund av röntgen och fotoverksamhet, men de anses idag inte utgöra en potentiell källa längre, då deras utrustning uppdaterats. Här kan endast något enstaka fall finnas som inte har ändrat utrustning.

Större fotolaboratorium använder sig nu för tiden främst av slutna system, där inget utsläpp till avloppsvatten sker. Dessutom finns det endast ett fåtal fotolaboratorium kvar som fortfarande framkallar analoga bilder. Kundkretsen är oftast personer med ett konstnärligt syfte som vill ha denna specifika framkallning. Då manuell framkallning på de yrkesverksamma grafiska verksamheterna minskat kraftigt under de senaste åren anses istället intresset för att själv framkalla hemma öka, vilket kan bidra till diffusa utsläpp. Här blir istället frågan om personerna har kunskap om hur de kemikalier som används skall omhändertas.

Bland verksamheter finns silversmeder markerade. Huruvida dessa medför utsläpp av silver till avloppsvatten är osäkert. Största delen av behandlingen av silvret görs genom formning och smältning, vilket inte genererar något direkt utsläpp till avloppsvatten.

En viktig aspekt att beakta är silvers anrikning i sediment i avloppsledningsnätet. Detta kan utgöra en betydande faktor till varför minskningen av silver till avloppsreningsverken avstannat. Då det historiskt använts stora mängder silver i Stockholms innerstad till många grafiska verksamheter, sjukhusröntgen, tandläkare etc., så är möjligheten stor att dessa gamla synder lämnat spår i ledningsnätet som successivt bidrar med silver. Dessa ”gamla synder” är det svårt att avgöra vikten och omfånget av, men med tanke på ovanstående information bör det beaktas vid sökandet efter källor. Gällande avlagringar av metaller i sediment i ledningsnätet, har Stockholm Vatten AB tidigare gjort omfattande studier av ett flertal metaller, främst kvicksilver. Dessvärre var inte silver en av de metaller som kontrollerades, däremot upptäcktes att avlagringarnas omfattning var av stor betydelse för t ex de kvicksilvermängder som kom in till reningsverken. Man kan anta att lagring av silver i sedimenten kan vara av liknande betydelse och då bidragande till att minskningen i avloppsslammet avtagit.

Som omnämns i inledningen så brukas silver som antibakteriellt medel i ett flertal produkter, vilket innebär små utsläpp från varje enskild produkt, men sammantaget kan detta läckage ändå ge en betydande mängd. I hur stor omfattning de olika produkterna används är svårt att avgöra. Stockholms landsting har i sin policy som krav att de inte ska använda sig av produkter med silver för desinfektion. Detta gäller alla deras verksamheter även upphandlade verksamheter. Däremot gäller policyn inte för privata verksamheter som då kanske använder dessa produkter. Likaså är det svårt att uppskatta användandet inom privata hushåll – både av rena desinfektionsprodukter, men också av underkläder, skor och likande som kan vara behandlade. Bland de produkter som hamnar direkt i avloppsvattnet finns kosttillskott för ett ökat immunförsvar, där silver tillsätts för just de antibakteriella egenskaperna.

Då trafik kan emittera silver blir även denna källa intressant i flertalet miljöer. Enligt Stockholms stads utrednings- och statistikkontor passerar i snitt ca 468 000 bilar, lastbilar och bussar genom innerstaden per dygn. Detta antal fordon kan utgöra en betydande potentiell källa genom läckage av silver till dagvatten som förs till avloppsreningsverk.

## **6. SLUTSATS OCH REKOMMENDATION**

Loudden är det område som bidrar med den största mängden silver, men detta beror på en känd punktkälla. Halten är relativt hög även i Karl XII Öst respektive Väst och Kungsholmen. Hushållen bör inte vara anledningen till de högre halterna, utan andra källor till silverb mängderna finns. Den lägsta uppmätta mängden silver per person och vecka var 0,5 mg och ett grovt antagande är att hushållens bidrag inte borde överstiga denna mängd.

Trafiken, som kan tillföra silver via dagvattnet, och silver i eventuella sedimentavlagringar i ledningssystemet är att betrakta som viktiga diffusa källor.

Nämnvärt är även att silverindustrin i sig är intresserade av att hitta nya områden och tillämpningar av silver då många stora uppköpare har försvunnit i samband med utbytet av de analoga systemen. Därför är det viktigt att hålla denna bransch under uppsikt för kommande produkter och användningsområden, då en ökad användning av konsumentprodukter, innehållande silver, skulle kunna verka negativt mot minskningen av silver i avloppsslam.

Kemikalieinspektionen driver ett arbete kring silver som biocidprodukt, vilket kan vara till stor hjälp för fortsatt arbete och lokalisering av källor till silverläckage.

Då provtagningen endast omfattat fyra stycken veckosamlingsprover från varje delområde är det svårt att fastställa antaganden med säkerhet, resultaten utgör därför endast antaganden. För vidare arbete inom dessa områden hade ytterligare provtagning varit att föredra, där prover tas på dels de punkter som använts till denna studie, men även på ytterligare platser inom delområdena för att tydligare skapa en bild över var mängderna silver är som störst. Det kan även vara lämpligt att ta prover vid olika tillfällen under året, då vattenflödet varierar och bidrar till en mer eller mindre utspädningseffekt.

## **7. TACK**

Jag vill här tillägga ett tack till min handledare, Anna Augustsson vid Linnéuniversitetet i Kalmar för hjälpen under mitt arbete. Ett stort tack vill jag även rikta till Cajsa Wahlberg och Ragnar Lagerkvist på Stockholm Vatten AB för möjligheten att genomföra detta arbete samt för all hjälp och svar på alla de frågor jag haft.

Jag vill även ge ett tack till personal på Stockholm stads miljökontor, främst Lena Embertssén, för all information och det trevliga bemötande ni bidragit med.

Utöver dessa vill jag tacka min far, Kent Sjögren, för ett stort stöd och många goda råd.

Tack!

## 8. REFERENSER

### Litteraturförteckning

Göteborgs stad. (2009). Analyser av kemikalier i varor. Rapport 2009:8. ISSN 1401-243X. Pdf.

IVL Swedish environmental research institute Ltd. (2007). Results from the Swedish national screening programme 2007, sub report 5: Silver. Rapport B 1826. Pdf.

Kemikalieinspektionen. (2009). Användningen av nanomaterial i Sverige 2008, analys och prognos. Rapport. PM 1/09. Pdf.

Kemikalieinspektionen. (2010). Säker användning av nanomaterial, behov av reglering och andra åtgärder. Rapport NR 1/10. ISSN: 0284 -1185.Pdf.

Kemikalieinspektionen. (2011). Antibakteriella ämnen läcker från kläder vid tvätt – analys av silver, triklosan och triklokarban i textilier före och efter tvätt. Rapport. PM 4/11. Pdf.

Lithner, G., Holm, K., & Ekström, C. (2001). Metaller och organiska miljögifter i vattenlevande organismer och deras miljö i Stockholm. ITM rapport 108. Pdf.

Lithner, G., & Holm, K. (2003). Nya metaller och föroreningar i svensk miljö. Rapport 5306. Pdf.

Naturvårdsverket. (1997). Silver; Occurrence, distribution and effects of silver in the environment., Rapport 4664. Publikation, ISBN: 91-620-4664-0.

Naturvårdsverket. (2002). Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp. Rapport 5214. Pdf.

Naturvårdsverket. (2005). Branschfakta grafisk industri, utgåva 2. pdf.

REVAQ. (2009). Årsrapport. Pdf.

REVAQ . (2010). Syfte, organisation och avgifter. Pdf.

Silver, S., Phung, L. T., & Silver, G. (2006). Silver as biocides in burn and wound dressings and bacterial resistance to silver compounds. Källa: Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology, Volume 33, Number 7, s. 627-634.

Stockholm stad. (2007). Antibakteriellt behandlade konsumentprodukter, källa till exponering av människa och miljö? Pdf. ISSN 1653-9168

Stockholm Vatten AB. (2010). Miljörapport.

Stockholm Vatten AB. (2010). Årsredovisning.

Stockholm Vatten AB. (2011). Henriksdals reningsverk, mål och handlingsplan för förbättring av avloppsslammets kvalitet.

Svenskt Vatten (2007) Avloppsteknik 1 Allmänt, Publikation U1. Stockholm: Svenskt Vatten AB

Svenskt Vatten (2007) Avloppsteknik 2 Reningsprocessen, Publikation U2. Stockholm: Svenskt Vatten AB

Svenskt Vatten AB. (2009). Råd vid mottagande av avloppsvatten från industri och annan verksamhet. Pdf.

Zimmermann, S., Alt, F., Messerschmidt, J., & Bolen, v. A. (2002). Biological availability of traffic-related platinum-group elements (palladium, platinum and rhodium) and other metals to zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in water containing road dust. Källa: Environmental toxicology and chemistry, Volume: 21, Issue: 12, Pages: 2713-2718.

### Internetkällor

Naturvårdsverket:

<http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Verksamheter-med-miljopaverkan/Avlopp/Avloppsslam/Anvandningsmojligheter-for-avloppsslam/>

Besökt 2011-04-03.

<http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Verksamheter-med-miljopaverkan/Avlopp/Avloppsslam/Miljokvalitetsmal-for-avloppsslam/> Besökt 2011-04-03.

Stockholms stads utrednings och statistikkontor:

<http://www.usk.stockholm.se/arsbok/Tabell%2029.htm> Besökt 2011-06-16.

<http://www.usk.stockholm.se/tabellverktyg/tv.aspx?t=a67> Besökt 2011-03-24.

<http://www.usk.stockholm.se/arsbok/Tabell%2029.htm> Besökt 2011-05-25.

Kemikalieinspektionen:

[http://www.kemi.se/templates/Page\\_5306.aspx](http://www.kemi.se/templates/Page_5306.aspx) Besökt 2011-02-10.

<http://www.kemi.se/templates/PRIOPage.aspx?id=4563> Besökt 2011-02-10.

[http://apps.kemi.se/flodessok/floden/kemamne/oorganiska\\_silversalter.htm](http://apps.kemi.se/flodessok/floden/kemamne/oorganiska_silversalter.htm) 2011-04-25

Besökt 2011-02-10.

<https://webapps.kemi.se/varuguiden/MaterialVarugrupp.aspx> Besökt 2011-04-25.

Miljömålsportalen:

<http://www.miljomal.se/15-God-bebyggd-miljo/Delmal/Avfall-2005-2015/>

Besökt 2011-04-08.

Övrigt:

Eniro [www.eniro.se](http://www.eniro.se), Besökt 2011-06-08.

Hitta [www.hitta.se](http://www.hitta.se), Besökt 2011-06-08.

Vårdguiden [www.vardguiden.se](http://www.vardguiden.se), Besökt 2011-06-08.

**Muntliga källor:**

Cajsa Wahlberg, Stockholm Vatten AB, [cajsa.wahlberg@stockholmvatten.se](mailto:cajsa.wahlberg@stockholmvatten.se)

Lena Embertsén, miljöförvaltningen Stockholm, [lena.embertsen@stockholm.se](mailto:lana.embertsen@stockholm.se)

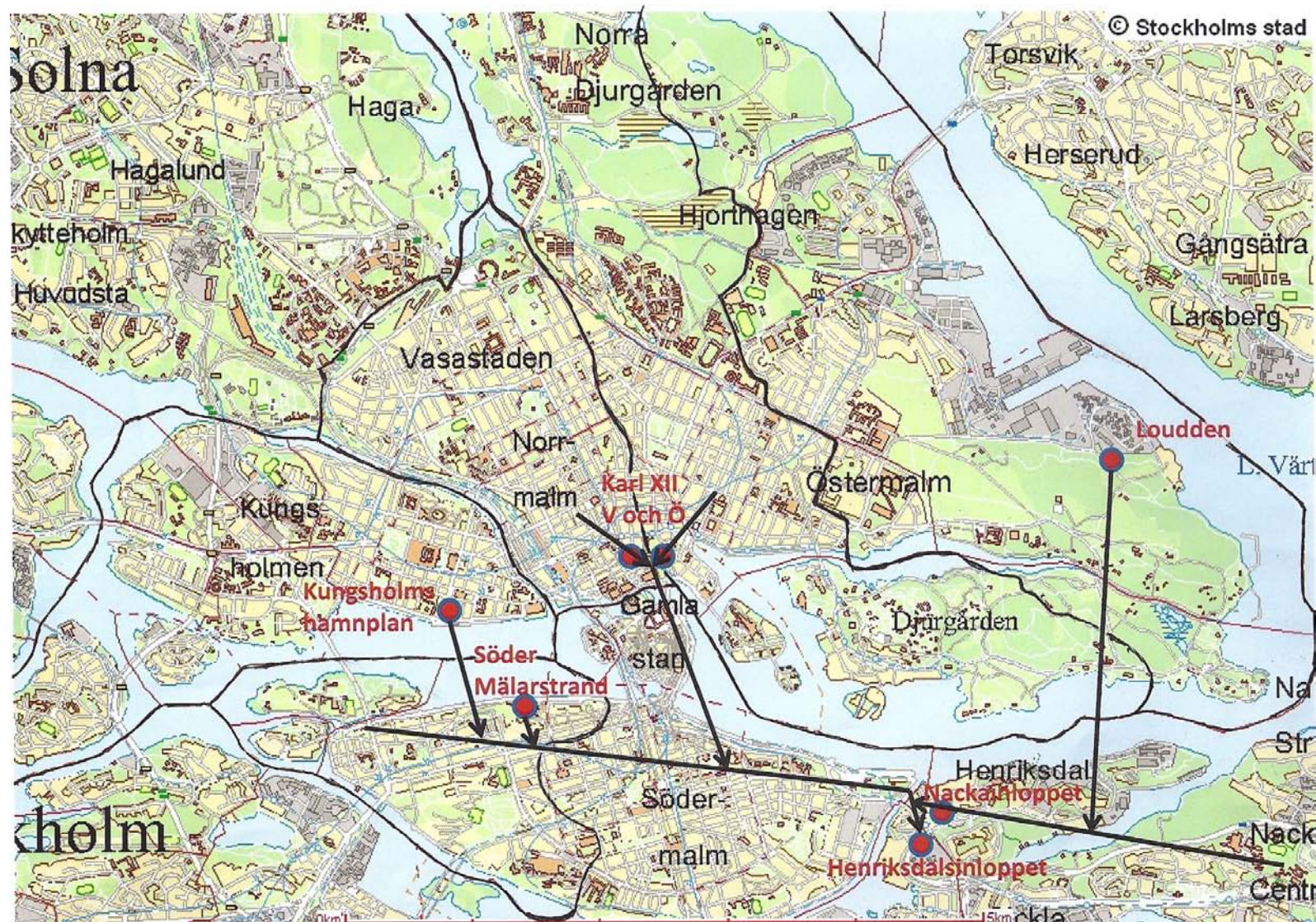
Anna Vestman, miljöförvaltningen Stockholm, [anna.vestman@stockholm.se](mailto:anna.vestman@stockholm.se)

Ragnar Lagerkvist, Stockholm Vatten AB, [ragnar.lagerkvist@stockholmvatten.se](mailto:ragnar.lagerkvist@stockholmvatten.se)

Anders Finnson, Svenskt Vatten AB, [anders.finnson@svensktvatten.se](mailto:anders.finnson@svensktvatten.se)

Ulrike Frank, Kemikalieinspektionen, [ulrike.frank@kemi.se](mailto:ulrike.frank@kemi.se)

**Bilaga A.** Karta över de områden där provtagning utförts. Provpunkterna finns markerade med cirkla med namn på områdenas namn.





## Bilaga B.

Tabell över rådata.

Provpunkt	Provtagning	Datum	Provtagningsresultat (ug/l) Ag	Total flöde (m <sup>3</sup> )	Flödesfördelning (%)	Flöde (m <sup>3</sup> )/provtagningsvecka	Halt Ag (g)/provpunkt (vecka)	Ag (g)/dygn	Invånarantal	Ag (mg)/person och vecka	Ag (mg)/person och dygn
Karl XII Öst.	1	7/2 - 14/2	0,51	795790	20	159158	81	12	35549	2,3	0,3
	2	14/2- 1/2	0,57	715666	20	143133	81	12		2,3	0,3
	3	31/5- 6/6	1	648100	20	129620	130	19		3,6	0,5
	4	7/6- 13/6	0,67	690000	20	138000	92	13		2,6	0,4
Karl XII Väst.	1	7/2 - 14/2	0,6	795790	16	127326	76	11	63508	1,2	0,2
	2	14/2- 21/2	0,42	715666	16	114507	48	7		0,8	0,1
	3	31/5- 6/6	0,5	648100	16	103696	52	7		0,8	0,1
	4	7/6- 13/6	0,5	690000	16	110400	55	8		0,9	0,1
Södermälarsstrand.	1	7/2 - 14/2	0,373	795790	6	47747	17	2	30366	0,5	0,1
	2	14/2- 21/2	0,255	715666	6	42940	10	1		0,3	0,0
	3	31/5- 6/6	0,5	648100	6	38886	19	3		0,6	0,1
	4	7/6- 13/6	0,71	690000	6	41400	29	4		1,0	0,1

Louden, tunnel.	1	7/2 - 14/2	1,9	795790	7	55705	109	16	32926	3,3	0,5
	2	14/2- 21/2	5,3	715666	7	50097	272	39		8,3	1,2
	3	31/5- 6/6	2,1	648100	7	45367	95	14		2,9	0,4
	4	7/6- 13/6	4,3	690000	7	48300	208	30		6,3	0,9

Nacka inloppet.	1	7/2 - 14/2	1	795790	18	143242	140	20	x	x	x
	2	14/2 - 21/2	0,476	715666	18	128820	60	9		x	x
	3	31/5- 6/6	0,5	648100	18	116658	58	8		x	x
	4	7/6- 13/6	2,3	690000	18	124200	286	41		x	x

Kungs- holmen hamnplan	1	23/3 - 30/3	0,5	816359	20	163272	82	12	60917	1,3	0,2
	2	30/3 - 6/4	0,5	948883	20	189777	95	14		1,6	0,2
	3	31/5- 6/6	0,59	648100	20	129620	76	11		1,3	0,2
	4	7/6- 13/6	1,2	690000	20	138000	166	24		2,7	0,4

HIN- inloppet	1	14/2 - 21/2	1,6	715666	100	715666	x	x	x	x	x
	2	14/2 - 21/2	0,93	715666	100	715666	x	x		x	x
	3	31/5- 6/6	x	648100	100	x	x	x		x	x
	4	7/6- 13/6	x	690000	100	x	x	x		x	x

## Bilaga C.

Lista över verksamheter

Veterinär	Sjukhus, vårdcentraler och husläkarmottagning	Silversmeder	Grafiska verksamheter
Djurkliniken Roslagstull	Sophiahemmet sjukhus	Schildt Sebastian AB	Odenlab
Djurakuten	Quality Care Vårdcentral Östermalm	Atelier Borgila AB	Diabolaget
Lidingö- östermalm djurklinik	Capio Vårdcentral	Wilhelm Pettersson guldsmedsaffär AB	T-Tryck
	Barnsjukhuset Martina i Stockholm AB	Atelier ajour	AABC Snabbtryckarna AB
	Husläkarmottagningen Johannes	F & S Jewellery AB	Norrbäcka tryckeri
	Kvartersakuten Matteus	C Lellky AB	Stockholm postproduction AB
	Familjeläkargruppen Odenplan	Norrmalms Ur	
	Sabbatsbergs sjukhus	Rönnqvist Ur	
	Skandinavisk quality care AB	Blomqvist Jesper Silver & guldsmed	
	Medicinsk Röntgen bröstcentrum city		