

# Rapport

Diarienummer  
15SV468

## Hushållsspillvatten från Skarpnäck

---

– en sammanställning 1995-2013

Maria Eriksson och Ragnar Lagerkvist  
2015



## FÖRORD

Stockholm Vatten har tagit prov på spillvatten från ett bostadsområde i Skarpnäck sedan 1995. Minst två veckosamlingsprov har tagits samtliga år 1995-2013, utom 2001. Syftet har varit att mäta innehållet av föroreningar i hushållspillvatten, följa trenderna och beräkna mängden föroreningar av olika ämnen per person.

Provtagningarna har utförts på uppdrag av enheten Industri & Samhälle, senare IS-gruppen och från 2014 Uppströmsenheten. Undersökningarna initierades 1995 och drevs fram till 2007 av enhetschef Peter Hugmark. Provtagare har under hela mätperioden varit Klas Öster från Stockholm Vatten och/eller Peter Johansson, anställd vid Stockholm Vatten fram till 2006 och därefter mProv konsult. Flera personer har assisterat Klas och Peter vid provtagningarna, Ulrika Österberg, Agneta Bergström, Emma Lilliesköld med flera. Cajsa Wahlberg har bidragit med synpunkter på rapporten.

Fram till 2007 gjordes samtliga analyser av Stockholm Vattens laboratorium. Från 2008 görs analyserna hos Eurofins Environment Sweden AB.

En sammanställning har tidigare gjorts av mätdata för perioden 1995- 2004 av Åsa Andersson, ”Provtagning av spillvatten från Skarpnäck” (*Andersson, 2005*).

Sammanställningen innehåller även jämförelser med andra studier av hushållspillvatten.

Vi vill rikta ett stort tack till alla som medverkat i undersökningarna.

Oktober 2015

Maria Eriksson och Ragnar Lagerkvist

## SAMMANFATTNING

Sedan 1995 har Stockholm Vatten provtagit spillvattnet från ett bostadsområde i Skarpnäck. Området utgörs av de så kallade ”Pionjärkvarteren”, som omfattar åtta kvarter kring Pilvingegatan. Området omfattar c:a 750 hushåll med 2130 personer (2008).

Sedan 1995 har minst två veckosamlingsprov per år tagits ut (undantaget 2001). Prov har tagits med hjälp av mobil provtagningsutrustning ur en befintlig provtagningsbrunn. Spillvattenproven har sedan analyserats med avseende på suspenderad substans (SS), BOD<sub>7</sub>, COD<sub>Cr</sub>, TOC, kväve, fosfor, olja, fett, nonylfenol samt metallerna zink (Zn), bly (Pb), kadmium (Cd), nickel (Ni), krom (Cr), koppar (Cu), kvicksilver (Hg), silver (Ag), kobolt (Co), molybden (Mo), antimon (Sb), tenn (Sn) och volfram (W). Dessutom har nitrifikationshämningen vid 50 % inblandning av provet mätts. En rapport har gjorts tidigare för åren 1995-2003 (*Andersson, 2005*).

Denna rapport redovisar resultatet av de mätningar på spillvatten från Pionjärkvarteren i Skarpnäck som genomförts under åren 1995-2013. Från 2007 och framåt har endast metaller, syreförbrukande ämnen och näringsämnen analyserats. Därför inriktas den här rapporten främst på att presentera resultaten från analys av metaller, näringsämnen och syreförbrukande ämnen.

Trenden för fosfor och de flesta metallerna är att halterna minskar i spillvatten från hushåll. Det gäller åtminstone för bly, kadmium, koppar, krom och nickel. Halterna av kvicksilver och silver ligger oftast under analysgränsen och det är svårt att uttala sig om hur halterna utvecklats. Zink ser däremot ut att ha ökat något.

Fosforhalten i spillvattnet minskar tydligt efter förbudet mot fosfater i tvättmedel 2008.

Fosforhalten har under mätperioden minskat mer än halterna av flera metaller. Det innebär att kvoten mellan till exempel kadmium/fosfor har ökat från 17 mg Cd/kg P åren 1995-1999 till 22 mg/kg åren 2010-2013.

Mängden föroreningar per person och dygn har beräknats. Dessa mängder har används för att beräkna hushållens andel av den totala mängden föroreningar till Henriksdals reningsverk (782 600 personer 2012). Beräkningarna visar att av den totala mängden till Henriksdal bidrar hushållen med följande andelar: fosfor 58 %, bly 51 %, kadmium 49 %, *kobolt* 7 %, koppar 51 %, krom 23 %, *kvicksilver* 22 %, nickel 24 %, *silver* 32 %, zink 60 %, *antimon* 64 %, tenn 56 %, *volfram* 15 %, molybden 44 % och vismut 37 %. De metaller som är kursiva har större osäkerhet då flera värden är rapporterade som mindre-än värden.

I provtagningen kommer bara de föroreningar med som genereras hemma i hushållet. Mycket tid tillbringas vi utanför hemmet, på skola, arbete, bortresta osv. De föroreningar som vi då ger upphov till ingår inte i hushållens andel.

I detta arbete görs även en jämförelse med andra studier av hushållspillvatten. Halter och mängder per person från det provtagna området i Skarpnäck jämförs med andra undersökningar och de schablonvärden som tagits fram av Naturvårdsverket (1995) och förslag till nya schablonvärden av Vinnerås (2006). Bidraget per person och dygn av flera ämnen är mindre från Skarpnäck jämfört med flera andra undersökningar.

De undersökningar som Stockholm Vatten gjort och som även andra studier visar är att halterna av olika föroreningar i hushållspillvatten, liksom mängden föroreningar per person, har förändrats över tiden. Detta är en tydlig indikation på att schablonvärdena bör uppdateras.

## INNEHÅLL

1	Bakgrund.....	1
1.1	Reningsverken, villkor och Revaq.....	2
1.1.1	Reningsverken och villkor.....	2
1.1.2	Revaq.....	2
1.1.3	Förslag till ny slamförordning.....	3
2	Provtagning och analyser.....	3
2.1	Provtagningsplats.....	4
2.2	Provtagningsförfarande.....	5
2.3	Analyser och metoder.....	6
3	Resultat.....	7
3.1	Halter.....	8
3.2	Mängder.....	9
3.3	Kvoter metall/fosfor.....	10
3.4	Trender.....	11
3.4.1	Flöde.....	11
3.4.2	Suspenderad substans, syreförbrukande ämnen och närsalter.....	12
3.4.3	Metaller.....	18
3.5	Hushållens bidrag av föroreningar till Henriksdals reningsverk.....	29
4	Jämförelse med Andra studier av hushållspillvatten.....	31
4.1	Göteborg 1988 och 2006/2007.....	34
4.2	Europa, 2001.....	36
4.3	Hammarby sjöstad, 2003.....	37
4.4	Naturvårdsverket 1995 (Gamla schablonvärden).....	38
4.5	Studier som lett fram till förslag på nya schablonvärden.....	39
5	Diskussion och slutsatser.....	41
5.1	Diskussion.....	41
5.2	Slutsatser.....	42
6	Referenser.....	44

## **BILAGOR:**

- Bilaga 1: Fastighetsbeteckningar
- Bilaga 2: Analysmetoder och provtagningsperioder
- Bilaga 3: Analysresultat 1995-2013
- Bilaga 4: Trenddiagram, jmf halt mg/l i Skarpnäck mot slam i mg/kg i henriksdals reningsverk.

# 1 BAKGRUND

Stockholm Vatten (SV) har under många år arbetat med uppströmsarbete, det vill säga åtgärder för att få så bra spillvatten som möjligt in till reningsverken. På 80- och 90-talen handlade det främst om kontroll av anslutna industrier, men efterhand som utsläppen från dessa har minskat i betydelse har utsläppen från hushåll och mindre verksamheter blivit allt viktigare.

Redan 1989 genomförde SV den första undersökningen (*Hugmark och Johnsson, 1990*) av avloppsvatten från hushåll. Både metaller och miljöfarliga organiska föroreningar undersöktes i avloppsvatten från fem bostadsområden. Slutsatsen var att hushållen stod för en stor andel av de undersökta ämnenas tillförsel till avloppsnätet och vikten av att kunna följa utvecklingen i hushållspillvatten blev tydlig.

Enligt NV nya förslag till avloppsföreskrifter så definieras ”Hushållspillvatten” enligt §2:

*”Spillvatten från bostäder och serviceinrättningar, vilket till övervägande del utgörs av klosettatten samt bad-, disk- och tvättvatten.” (NFS2014:X)*

I Pionjärkvarteren i Skarpnäck bedrevs under 1990-talet projektet ”Leva miljövänligt” genom en lokal organisation som kallades Miljöligan. Miljöligan verkade under åren 1994-1999 med att sprida miljöinformation till de boende i området, bland annat om vad man inte ska spola ner i avloppet och vikten av att begränsa vattenanvändningen. År 1999 lades arbetet med Miljöligan i Skarpnäck ned. Miljöligan var kommunens största och mest framgångsrika projekt inom agenda 21 projekten. Ingen specifik agenda21-rapport har lyckats frambringas, dock har information hämtats från diverse notiser på relevanta websidor och en hänvisning till att Stockholms stad vann ett stort miljöpris kring städernas förmåga att bygga och tänka hållbarhetsmässigt, där just Miljöligan och pionjärkvarteren omnämndes som en av de starkast bidragande orsakerna till att miljöpriset erhöles. Stockholm Vatten tillfrågades om att provta och analysera spillvattnet från området. På så sätt skulle man kunna se om informationskampanjen bidragit till en minskning av skadliga ämnen till dag- och spillvattennätet samt undersöka hur fritt från miljöfarliga ämnen man skulle kunna få ett avloppsvatten från hushåll.

Leva miljövänligt-projektet avslutades i förtid men Stockholm Vatten har fortsatt att mäta och analysera spill- och dagvattnet från Pionjärkvarteren i Skarpnäck genom åren. På senare år mäts dock bara spillvattnet från kvarteret. En första rapport sammanställdes av Åsa Andersson: *”Provtagning av spillvatten i Skarpnäck, Sammanställning av mätdata 1995-2004.” (Andersson, 2005)*. Senare mätningar finns redovisade i årliga sammanställningar från och med 2007 (*Johansson, 2007-2014*). Liknande försök har gjorts i Hammarby sjöstad med riktade informationskampanjer för att mäta påverkan på vattenkvaliteten och man kunde notera en liten minskning men ansåg att ytterligare försök behövdes göra för att kunna dra några egentliga slutsatser (*Lindh, 2006*).

Pionjärkvarteren utgörs av åtta kvarter kring Pilvingegatan i Skarpnäck bestående av fastigheterna Flygvärdinnan, Flygskolan, Flygstyrmannen, Flyghamnen, Flygtrafiken, västra delen av Pilvingen, östra delen av Flygresan samt hela Flygplanet (Bild 1). Området omfattade 1995 714 lägenheter, 6 daghem med 2-4 avdelningar, 1 skola och 1 kollektivboende. Befolkningen utgjordes av ca 2000 personer i totalt 755 hushåll (*Nilsson, 1996*). På området finns i dag dessutom en ICA-butik, en frisörsalong samt några mindre kontor. Vid en genomgång på ”företagsadresser” i Eniro och en promenad i området kan

konstateras att ICA-butiken funnits under hela perioden och frisör i någon form. Skolan finns kvar, men antalet förskolor verkar ha reducerats till en förskola och ett fritidshem.

År 1995 bodde ca 2000 personer i området. År 2006 tillkom ett mindre område och 2008 bodde 2130 personer i området. År 2014 var det 2244 personer (USK, Stockholms stads utrednings och statistikkontor), se bilaga 1.

Att fortsätta med provtagningar i området har visat sig ge värdefull information. I avsnitt 1.1 presenteras närmare de villkor som reningsverken skall uppfylla genom slamförordning och revaq-certifiering och som tydligt motiverar till att ha fortsatt kontroll på provtagningsområdet, i och med Revaqs krav på ett aktivt uppströmsarbete. Provtagningsområdet finns redovisat i bilaga 1.

## **1.1 Reningsverken, villkor och Revaq.**

### ***1.1.1 Reningsverken och villkor***

Reningsverken är byggda för att rena partiklar, organiskt material och närsalter som fosfor och kväve i avloppsvattnet. På köpet avskiljs många andra ämnen som metaller och oönskade organiska ämnen.

Många metaller hamnar till stor del i det slam som bildas i reningsprocessen. Det gäller bly, kadmium, kvicksilver, koppar, silver med flera. Andra metaller har sämre avskiljningsgrad och följer till stor del med det renade vattnet ut från verket. Det gäller till exempel nickel, kobolt, molybden och arsenik.

Organiska miljöföreningar kan helt eller delvis brytas ner i verket. Vissa stabila föreningar som PAH och PCB avskiljs till största delen till slammet. Andra vattenlösliga föreningar följer med det renade vattnet ut i recipienten, till exempel vissa läkemedel.

Stockholm Vatten har villkor för utsläpp av organiskt material (BOD), fosfor och kväve. För metaller och miljöfarliga organiska ämnen finns inga begränsningsvärden i utgående vatten.

Om avloppsslammet ska användas som jordförbättringsmedel på åkermark finns det gränsvärden för högsta halt och tillförsel av sju metaller, bly, kadmium, krom, koppar, kvicksilver, nickel och zink.

### ***1.1.2 Revaq***

Revaq är ett certifieringssystem för reningsverk. Systemet ägs av Svenskt Vatten och har tillkommit i samarbete med LRF, Livsmedelsindustrin, Naturvårdsverket m.fl. Syftet med Revaq är att genom uppströmsarbete få så bra spillvatten som möjligt in till reningsverken och därmed ett slam som är så bra att det långsiktigt kan användas som gödselmedel på åkermark. Uppströmsarbete innebär kontroll och krav på verksamheter som kan släppa oönskade metaller och föreningar till avloppsnätet.

Revaq ställer betydligt högre krav på slamkvaliteten än vad nuvarande lagstiftning gör. Ett mål i Revaq är att halten av icke essentiella metaller vid slamspridning inte ska öka fortare i åkermarken än 0,2 % per år 2025. De metaller som då omfattas för Stockholm Vatten är

kadmium, kvicksilver, silver och vismut. För kadmium är målet 2025 tydligt uttryckt som en metall-/fosforkvot i slammet på maximalt 17 mg kadmium per kg fosfor.

I Revaq ska bland annat hushållens belastning av metaller på reningsverken beräknas. Hushållsspillvatten utgör den största andelen av det vatten som kommer in till reningsverken. Även föroreningsmässigt är hushållen dominerande. Det är därför viktigt att känna till hushållens bidrag av metaller och andra ämnen (Söderberg, L, 2014).

### ***1.1.3 Förslag till ny slamförordning***

Naturvårdsverket har tagit fram ett förslag till ny slamförordning. Förslaget har varit ute på remiss under våren 2014. I förslaget finns bland annat krav på obligatoriskt uppströmsarbete. De krav som föreslås för metaller i slam mycket lika de krav som finns i Revaq idag. Det är oklart när en ny slamförordning kan träda i kraft.

## **2 PROVTAGNING OCH ANALYSER**

Provtagningarna av spillvatten från de s.k. Pionjärkvarteren i Skarpnäck påbörjades i september 1995. Sedan dess har två veckoprov per år tagits ut. Provtagningsveckorna har växlat mellan vår och höst. Undantaget är år 2001 då ingen provtagning skedde. Under 2003-2005 samt 2007 togs fyra veckoprov, två på våren och två på hösten. Metaller, syreförbrukande ämnen och närsalter har provtagits regelbundet under hela perioden 1995-2013 (med saknade värden vissa år beroende på tillfälliga omständigheter förklarade i separata delrapporterna). Analyser av fett och nonylfenol gjordes regelbundet fram till 2000 och har inte analyserats därefter och kommer därför vidare inte kommenteras i denna rapport. I Bilaga 2 finns lista med metodförteckning och exakta provtagningsperioder för de parametrar som undersökts genom åren.

## 2.1 Provtagningsplats

Avloppssystemet i området är duplicerat vilket innebär att spillvatten och dagvatten avleds i separata ledningar. Spillvattnet leds söderut genom området längs Pilvingegatan och vidare till Henriksdals reningsverk. För att underlätta provtagningsarna har en särskild provtagningsbrunn installerats.



*Bild 1. Pionjärkvarteren i Skarpnäck 2003.*

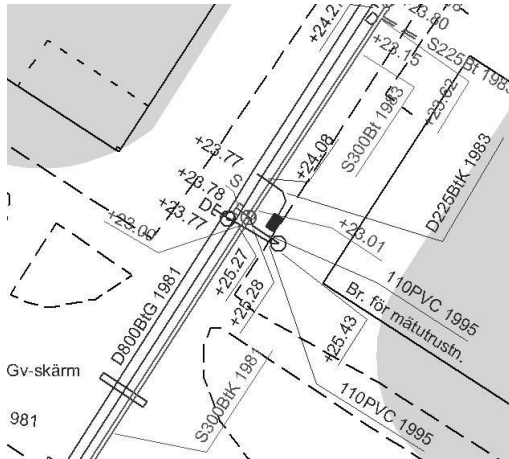


*Bild 2: Pionjärkvarteren i Skarpnäck med nytt område, skuggat, tillkommet 2008, enfamiljshus.*



## 2.2 Provtagningsförfarande

Provtuttagen gjordes i den för ändamålet förberedda provtagningsbrunnen vid Pilvingegatans mynning mot Horisontvägen, se bild 2. För att underlätta provtagningarna har förbindelserör mellan spill- och dagvattenbrunnarna ute i gatan och en brunn på trottoaren lagts ner. I de ligger slangarna till provtagarna och kablar till flödesmätarnas ekolod.



**Bild 3.** Provtagningsbrunnen placering på karta vid Pilvingegatans mynning mot Horisontvägen



**Bild 4.** Provtagningsbrunnen vid Pilvingegatans mynning mot Horisontvägen



**Bild 5:** Från provtagningsvagnen som står uppställd vid Skarpnäck under provtagningsstillfällena. Till vänster visas en del av den flödesmätare som använts, ett 90° Thomson skibord.

I gatubrunnarna sitter fastmonterade skibord, ett rakt i dagvattenledningen och ett 90° Thomson i spillvattenledningen. Flödena mäts med två stycken Swedmeter LFT3000, som är av typ ekolodsnivåmätare och som även räknar fram mängderna samt styr de två provtagarna av typ Swedmeter WS3000. Utrustningen drivs med 12V likspänning från ett bilbatteri och sätts upp i en av enhetens provtagningsvagnar som ställs ovanpå mätbrunnen. Samma utrustning har använts vid alla provtagningar.

Samtliga prov har tagits ut som flödesproportionella prov, antingen som dygnssamlingsprov eller som veckosamlingsprov.



*Bild 6: Provtagningshuset*



*Bild 7: Pilvingevägen*

### 2.3 Analyser och metoder

Hushållspillvattnet har analyserats med avseende på suspenderad substans, biokemisk- och kemisk syreförbrukning, totalt organiskt kol (från 2007) totalfosfor, nitrat och nitrit, kjeldahlkväve och totalkväve i samtliga prov.

Metallerna bly, kadmium, krom, koppar, kvicksilver, nickel och zink har analyserats samtliga år. Under de senaste åren har även analyser genomförts med avseende på silver (från 2002), kobolt, molybden, antimon, tenn och volfram (från 2003) och vismut (från 2010).

Fram till år 2000 analyserades även oljeparametrar som Totalt extraherbara alifatiska kolväten, totalt extraherbara aromatiska kolväten, opolära alifatiska kolväten, opolära aromatiska kolväten samt fett och nonylfenol. Dessutom har nitrifikationshämningen mätts vid enstaka tillfällen.

De metoder som har använts vid analyserna fram till 2007 presenteras i Bilaga 2. Där finns angivet vilka perioder som analyserande lab har analyserat aktuella prover. Analyser efter 2007 är presenterade i separata rapporter utförda av mProv som lämnat proverna till Eurofins och där finns aktuella analysmetoder presenterade.

### 3 RESULTAT

En sammanställning av resultaten från Pionjärkvarteren i Skarpnäck för åren 2010-2013 presenteras i avsnitt 3.1. Beräknade mängder per person och dygn redovisas i avsnitt 3.2. Metall-/fosforkvoter presenteras i avsnitt 3.3. Trender för hela mätperioden 1995-2013 redovisas för respektive ämne i avsnitt 3.5-3.6. Hushållens andel av föroreningarna till Henriksdals reningsverk beräknas i kapitel 3.5.

För att göra beräkningar för att få fram en bild av hur bidraget ser ut i dagsläget så valdes att räkna på provresultaten från perioden 2010-2013. Detta för att ett medelvärde från alla analysresultat skulle ge ett - allt för missvisande värde på hur ett aktuellt bidrag skulle se ut från hushållen pga av den stora statistiska spridningen i resultat i och med de nedåtgående trender i halter som kan ses.

Samtliga analysresultat av halterna under åren 1995-2013 redovisas i bilaga 3 .

I bilaga 4 redovisas metallhalterna i hushållsspillvatten i diagramform i jämförelse mot totalhalten i slammet från Henriksdal för att få en tydlig bild av trenderna i metallhalterna.

Vi har valt att räkna på den gamla gällande uppgiften från USK 2008 att det bor 2130 personer i området. Den uppdaterade befolkningssiffran 2244 personer kommer användas vid beräkningar som utförs senare då siffran gäller från juni 2014.

#### Förklaring till kolumner i tabellerna 1-3:

[MIN]	Minsta rapporterade värde
[Medel]	Medelvärdet
[Median]	Det är det tal i en mängd som storleksmässigt ligger så att det finns lika många tal som är större än och mindre än medianen.
[Stdav S]	Standardavvikelse, mått på hur mycket värdet avviker från medelvärdet.
[MAX]	Högst rapporterade värde.
[Antal]	Antal mätvärden i beräkningen
[u.d]	Under rapporteringsgräns

De parametrar där det oftast rapporteras ett ”mindre än” värde (“<”) är markerade med *kursiv stil* på grund av det stora osäkerhetsmomentet.

### 3.1 Halter

I tabell 1 presenteras analysresultaten samt det uppmätta flödet från Pionjärkvarteren i Skarpnäck för åren 2010-2013.

		<u>Min</u>	<u>Medel</u>	<u>Median</u>	<u>Stdav.S</u>	<u>Max</u>	<u>Antal</u>	<u>u.d</u>
<b>Totalflöde</b>	<i>m<sup>3</sup></i>	3136	<b>3497</b>	3422	260	3888	8	
<b>Flöde per dygn</b>	<i>m<sup>3</sup>/d</i>	448	<b>500</b>	489	37	555	8	
<b>Flöde per person och dygn</b>	<i>l/p*d</i>	210	<b>235</b>	230	17	261	8	
<b>Suspenderad substans, SS</b>	<i>mg/l</i>	250	<b>296</b>	305	39	350	8	
<b>Biokemisk syreförbrukning, BOD<sub>7</sub></b>	<i>mg/l</i>	150	<b>241</b>	230	76	390	8	
<b>Kemisk syreförbrukning, COD<sub>Cr</sub></b>	<i>mg/l</i>	370	<b>526</b>	505	122	700	8	
<b>Totalt organisk kol, TOC</b>	<i>mg/l</i>	120	<b>160</b>	170	33	210	8	
<b>BOD/COD</b>	<i>kvot</i>	0,35	<b>0,46</b>	0,45	0,09	0,59	8	
<b>Total fosfor, Tot-P</b>	<i>mg/l</i>	3,5	<b>4,5</b>	4,8	0,72	5,3	8	
<b>Total kväve, Tot-N</b>	<i>mg/l</i>	42	<b>48</b>	50	3,8	52	8	
<b>Nitrit + Nitrat, NO<sub>2</sub>+NO<sub>3</sub></b>	<i>mg/l</i>	0,05	<b>0,06</b>	0,05	0,0	0,1	7	
<b>Kjeldahl-Kväve, N</b>	<i>mg/l</i>	42	<b>48</b>	50	3,8	52	8	
<b>Bly, Pb</b>	<i>µg/l</i>	0,87	<b>2,6</b>	1,8	2,1	6,2	8	
<b>Kadmium, Cd</b>	<i>µg/l</i>	0,076	<b>0,10</b>	0,10	0,02	0,14	8	
<b>Koppar, Cu</b>	<i>µg/l</i>	40	<b>50</b>	51	7,3	59	8	
<b>Krom, Cr</b>	<i>µg/l</i>	0,84	<b>1,2</b>	1,2	0,21	1,4	8	
<b>Kvicksilver, Hg</b>	<i>µg/l</i>	<0,05	<b>0,04</b>	0,025	0,03	0,1	8	6
<b>Nickel, Ni</b>	<i>µg/l</i>	2,5	<b>3,0</b>	2,9	0,5	3,8	8	
<b>Zink, Zn</b>	<i>µg/l</i>	66	<b>103</b>	110	24	140	8	
<b>Silver, Ag</b>	<i>µg/l</i>	<0,5	<b>0,29</b>	0,25	0,1	0,57	8	7
<b>Kobolt, Co</b>	<i>µg/l</i>	<0,5	<b>0,25</b>	0,25	0,0	<0,5	8	8
<b>Antimon, Sb</b>	<i>µg/l</i>	<0,5	<b>0,25</b>	0,25	0,0	<0,5	8	8
<b>Tenn, Sn</b>	<i>µg/l</i>	0,93	<b>1,6</b>	1,5	0,4	2,2	8	
<b>Wolfram, W</b>	<i>µg/l</i>	<0,5	<b>0,25</b>	0,25	0,0	0,25	8	8
<b>Molybden, Mo</b>	<i>µg/l</i>	1,2	<b>1,5</b>	1,6	0,2	1,7	8	
<b>Vismut, Bi</b>	<i>µg/l</i>	0,025	<b>0,6</b>	0,64	0,3	1,1	8	1

**Tabell 1:** Halter i hushållspillvatten från Skarpnäck åren 2010-2013.

## 3.2 Mängder

Resultaten från provtagningarna i Skarpnäck 2010-2013 omräknat till mängd per person och dygn presenteras i tabell 2.

För beräkningarna har medelhalterna i tabell 1 samt det uppmätta medelflödet på 235 liter per person och dygn använts.

Mängder är av intresse att visa eftersom det är vad som oftast presenteras i olika typer av sammanställningar och ger en tydligare och mer lätt jämförbar bild av vad som släpps ut.

		<u>Min</u>	<u>Medel</u>	<u>Median</u>	<u>Stdav.S</u>	<u>Max</u>	<u>Antal</u>	<i>u.d</i>
<b>Totalflöde</b>	<i>m<sup>3</sup></i>	3136	<b>3497</b>	3422	260	3888	8	
<b>Flöde per dygn</b>	<i>m<sup>3</sup>/d</i>	448	<b>500</b>	489	37	555	8	
<b>Flöde per dygn och person</b>	<i>l/p,d</i>	210	<b>235</b>	230	17	261	8	
<b>Suspenderad substans, SS</b>	<i>g/p,d</i>	53	<b>70</b>	<b>72</b>	11	85	8	
<b>Biokemisk syreförbrukning, BOD<sub>7</sub></b>	<i>g/p,d</i>	36	<b>56</b>	<b>54</b>	17	87	8	
<b>Kemisk syreförbrukning, COD<sub>Cr</sub></b>	<i>g/p,d</i>	94	<b>122</b>	<b>123</b>	24	156	8	
<b>Totalt organisk kol, TOC</b>	<i>g/p,d</i>	27	<b>37</b>	<b>37</b>	7	47	8	
<b>Total fosfor, Tot-P</b>	<i>g/p,d</i>	0,87	<b>1,05</b>	<b>1,07</b>	0,14	1,21	8	
<b>Total kväve, Tot-N</b>	<i>g/p,d</i>	9,72	<b>11,2</b>	<b>11,1</b>	0,9	13	8	
<b>Bly, Pb</b>	<i>mg/p,d</i>	0,20	<b>0,59</b>	<b>0,48</b>	0,44	1,30	8	
<b>Kadmium, Cd</b>	<i>mg/p,d</i>	0,017	<b>0,023</b>	<b>0,021</b>	0,005	0,031	8	
<b>Koppar, Cu</b>	<i>mg/p,d</i>	9,04	<b>12</b>	<b>12</b>	2	15	8	
<b>Krom, Cr</b>	<i>mg/p,d</i>	0,19	<b>0,28</b>	<b>0,29</b>	0,05	0,34	8	
<b>Kviksilver, Hg</b>	<i>mg/p,d</i>	0,005	<b>0,009</b>	<b>0,006</b>	0,007	0,023	8	6
<b>Nickel, Ni</b>	<i>mg/p,d</i>	0,578	<b>0,71</b>	<b>0,68</b>	0,14	0,93	8	
<b>Zink, Zn</b>	<i>mg/p,d</i>	17,2	<b>24</b>	<b>25</b>	5	32	8	
<b>Silver, Ag</b>	<i>mg/p,d</i>	0,053	<b>0,07</b>	<b>0,06</b>	0,03	0,13	8	7
<b>Kobolt, Co</b>	<i>mg/p,d</i>	0,053	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	0,00	0,07	8	8
<b>Antimon, Sb</b>	<i>mg/p,d</i>	0,05	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	0,00	0,07	8	8
<b>Tenn, Sn</b>	<i>mg/p,d</i>	0,21	<b>0,36</b>	<b>0,36</b>	0,09	0,50	8	
<b>Wolfram, W</b>	<i>mg/p,d</i>	0,05	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	0,00	0,07	8	8
<b>Molybden, Mo</b>	<i>mg/p,d</i>	0,27	<b>0,36</b>	<b>0,37</b>	0,06	0,44	8	
<b>Vismut, Bi</b>	<i>mg/p,d</i>	0,006	<b>0,15</b>	<b>0,15</b>	0,068	0,24	8	1

**Tabell 2:** Mängd föroreningar per person och dygn i hushållspillvatten från Skarpnäck 2010-2013.

### 3.3 Kvoter metall/fosfor

Spillvatten är aldrig helt homogent och halterna varierar av olika skäl. Vattnet kan vara olika koncentrerat, tjockt eller tunt, beroende på naturliga variationer eller på hur provtagningen genomförts. Beräkning av kvoten metall/fosfor är ett sätt att normera värdena för att bättre kunna jämföra olika vatten. Det kan även möjliggöra en jämförelse med slammet i reningsverken förutsatt att avskiljningsgraden är den samma för fosfor och för metallerna.

I de Revaq-vilkor som finns beskrivna i avsnitt 1.2.2, finns målet att Cd/P-kvoten år 2025 ska vara högst 17 mg Cd/kg P. Även för övriga icke essentiella metaller kan högsta Me/P-kvot år 2025 beräknas. Som det ser ut i dagsläget så klarar vi inte målet på 17 i Cd/P kvot enligt krav från Revaq, men som visas är trenden av Cd nedåtgående i avsnitt 3.4.3.2 och där ges en förklaring till Cd/P-kvoten.

I tabell 3 nedan redovisas metall-/fosforkvoter för spillvatten från Skarpnäck 2010-2013.

	MIN	Medel	Median	Stdav.S	MAX	ANTAL	<i>u.d</i>
<b>Pb/P</b>	178	<b>579</b>	488	418	1265	8	
<b>Cd/P</b>	15,5	<b>22</b>	24	5	27	8	
<b>Cu/P</b>	8776	<b>11397</b>	11280	1968	15000	8	
<b>Cr/P</b>	171	<b>273</b>	277	70	389	8	
<b>Hg/P</b>	4,7	<b>9</b>	5,3	8	26	8	6
<b>Ni/P</b>	528	<b>695</b>	627	172	1056	8	
<b>Zn/P</b>	15714	<b>23118</b>	23880	4568	30556	8	
<b>Ag/P</b>	47,2	<b>67</b>	53	33	146	8	7
<b>Co/P</b>	47	<b>57</b>	53	10	71	8	8
<b>Sb/P</b>	47	<b>57</b>	53	10	71	8	8
<b>Sn/P</b>	190	<b>350</b>	367	78	429	8	
<b>W/P</b>	47	<b>57</b>	53	10	71	8	8
<b>Mo/P</b>	245	<b>351</b>	348	75	472	8	
<b>Bi/P</b>	4,7	<b>147</b>	158	64	212	8	1

**Tabell 3:** Metall-/fosforkvoter i hushållsspillvatten från Skarpnäck 2010-2013 räknat som milligram metall per kilo fosfor.

### 3.4 Trender

I följande avsnitt presenteras trender för hela mätperioden 1995-2013.

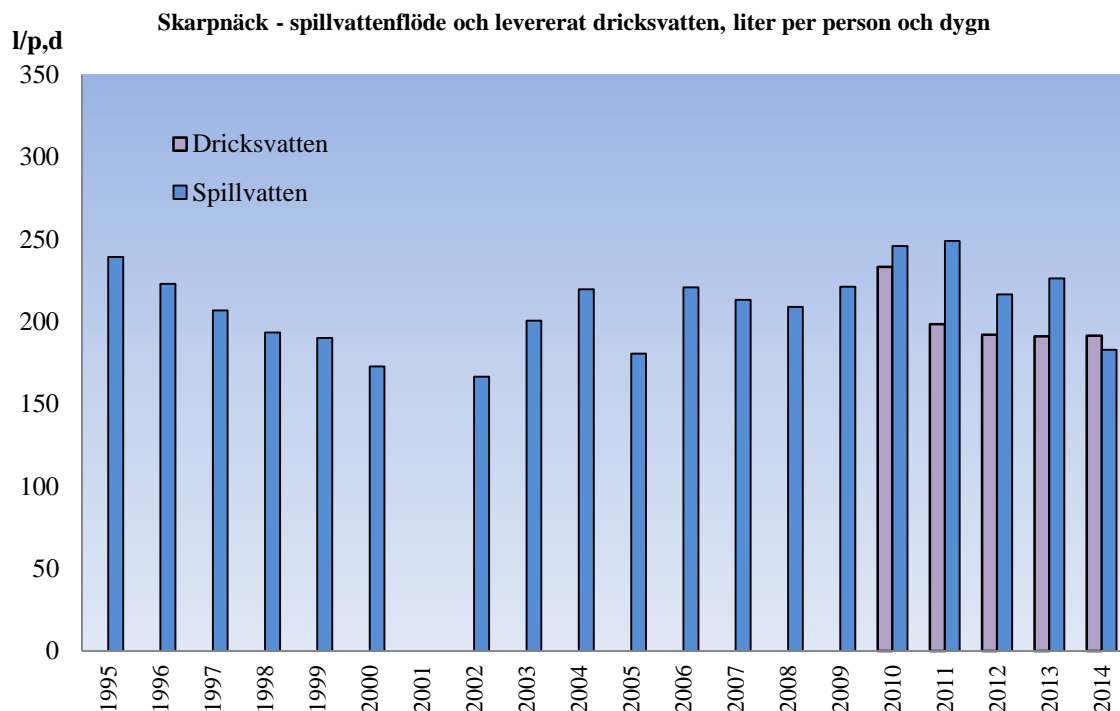
Alla parametrar har inte analyserats varje gång vilket gör att det finns luckor för flera ämnen i diagrammen.

Åren 2006, 2007 och 2009 är inte med i diagrammen förutom i flödesdiagrammet. Halterna av alla ämnen var orimligt höga dessa år, troligen beroende på att sediment kommit med i proverna och de har därför valts att betraktas som icke representativa prover. År 2001 gjordes ingen provtagning. I vissa fall förekommer förhöjda halter av vissa parametrar medan andra parametrar har mer normalnivå, då betraktas provet som ett representativt prov med en oförklarlig höjning.

I diagrammen redovisas halter under analysgränsen som halva ”mindre än värdet”. För flera ämnen har analysnoggrannheten förbättrats under mätperioden och för några ämnen har analysgränsen sänkts.

#### 3.4.1 Flöde

Spillvattenflödet från området har mätts under de två provtagningsveckorna varje år utom 2001, figur 1. De senaste fyra åren finns även uppgift om levererad mängd dricksvatten.



**Figur 1:** Uppmätt spillvattenmängd från Skarpnäck 1995-2013 samt levererat dricksvatten 2010-2013. År 2001 gjordes ingen flödesmätning.

I Pionjärkvarteren i Skarpnäck bedrevs tidigare projektet ”Leva miljövänligt” genom en lokal organisation som kallades Miljöligan. Miljöligan verkade under åren 1994-1999 med att sprida miljöinformation till de boende i området, bland annat om vikten av att begränsa vattenanvändningen. Under denna period syns också en tydlig minskning av mängden

spillvatten från området. Efter det att Miljöligan upphörde 1999 ökade vattenanvändningen i området igen.

Levererad mängd dricksvatten stämmer någorlunda väl överens med flödesmätningarna på spillvattnet under de år som det finns jämförande värden, 2010-2013. Osäkerhet i mätningarna eller inträngande dränvatten i ledningsnätet kan förklara skillnaderna.

Perioden 2010-2013 har mängden avloppsvatten varit ca 235 l/p,d vilket motsvarar ca 84 m<sup>3</sup>/p,år. Beräknat på mängden levererat dricksvatten till Skarpnäck är förbrukningen 204 l/p,d. Det scablonvärde som brukar användas i dessa sammanhang för uppskattning av vattenförbrukningen i flerfamiljshus anges till 220 l/p,d (*Svenskt Vatten, 2007*).

### ***3.4.2 Suspenderad substans, syreförbrukande ämnen och närsalter***

De uppmätta halterna av suspenderad substans, syreförbrukande ämnen och närsalter i spillvatten från Pionjärkvarteren i Skarpnäck presenteras i figur 2-8. Figuren visar resultat från hela tidsperioden 1995-2013.

Suspenderad substans (SS) är ett mått på mängden fasta partiklar i avloppsvattnet.

Biokemisk syreförbrukning, (BOD<sub>7</sub>) är ett mått på hur mycket biologiskt nedbrytbar substans det finns i vatten.

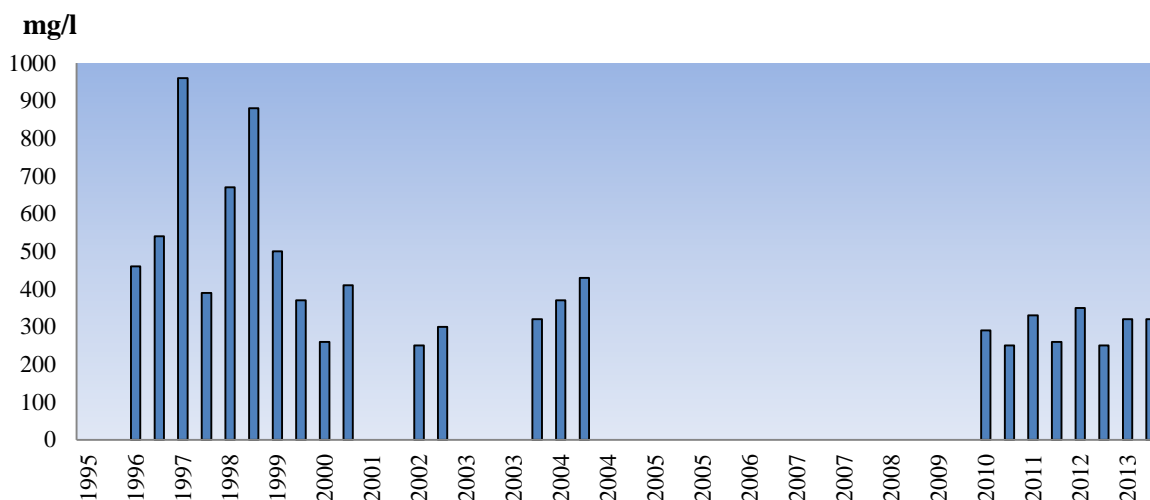
Kemisk syreförbrukning (COD<sub>Cr</sub>) är ett mått på den mängd syre som förbrukas vid fullständig kemisk nedbrytning (totaloxidation) av organiska ämnen i vatten.

Totalt organiskt kol (TOC) är ett mått på det totala organiska kolinnehållet i avloppsvattnet

Närsalter mäter man genom att mäta mängden fosfor och kväve i avloppsvattnet



### 3.4.2.1 Suspenderad substans

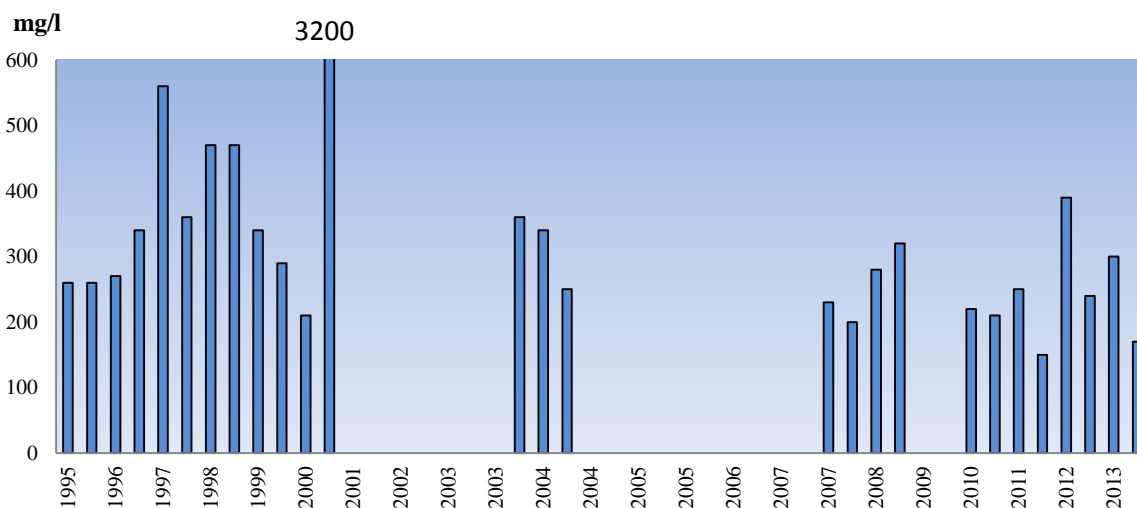


Figur 2: Halt suspenderad substans i spillvatten från Skarpnäck.

Halten suspenderad substans (SS) har minskat under mätperioden och är ca 40 % lägre de senaste åren jämfört med när mätningarna började. Halten SS är viktig och påverkar halterna av många andra ämnen som fosfor och flera metaller som ofta binder till partiklar.

Vad som är orsaken minskningen av suspenderad substans är oklart. En förklaring kan vara svårigheter med helt representativ provtagning med små flöden långt upp i ledningsätet där spillvattnet inte ännu har homogeniserats i någon pumpstation. Det är många gånger svårt att ta prov på enbart vattenfasen utan att samtidigt få med bottensediment.

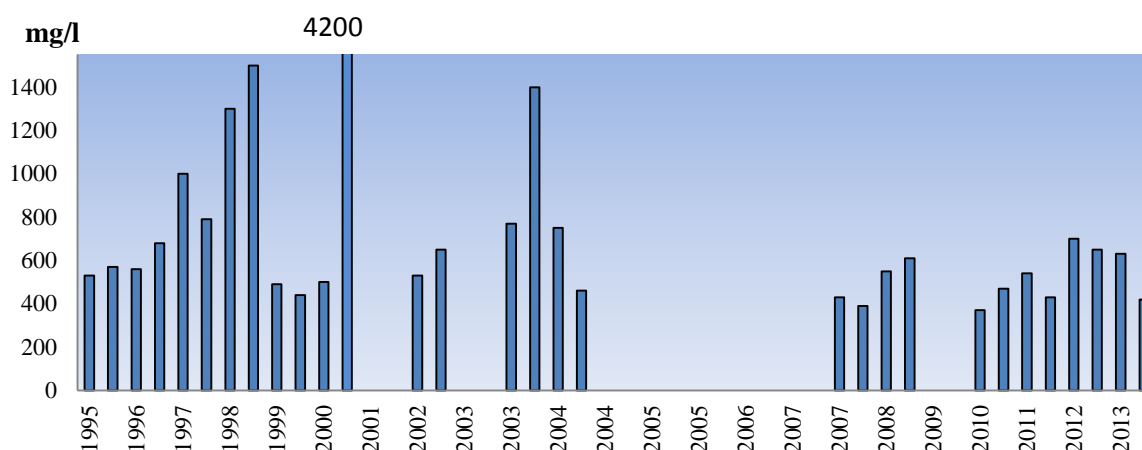
### 3.4.2.2 Biokemisk syreförbrukning, BOD<sub>7</sub>



Figur 3. Halter av biokemiskt syreförbrukande ämnen i spillvatten från i Skarpnäck.

Trots ej redovisade värden syns en nedåtgående trend från början av mätserien mot slutet. Den nedåtgående trenden har beräknats till 32 % om man jämför åren 1995-1999 mot 2010-2013. Vad trenden beror på är svårt att uppge exakt.

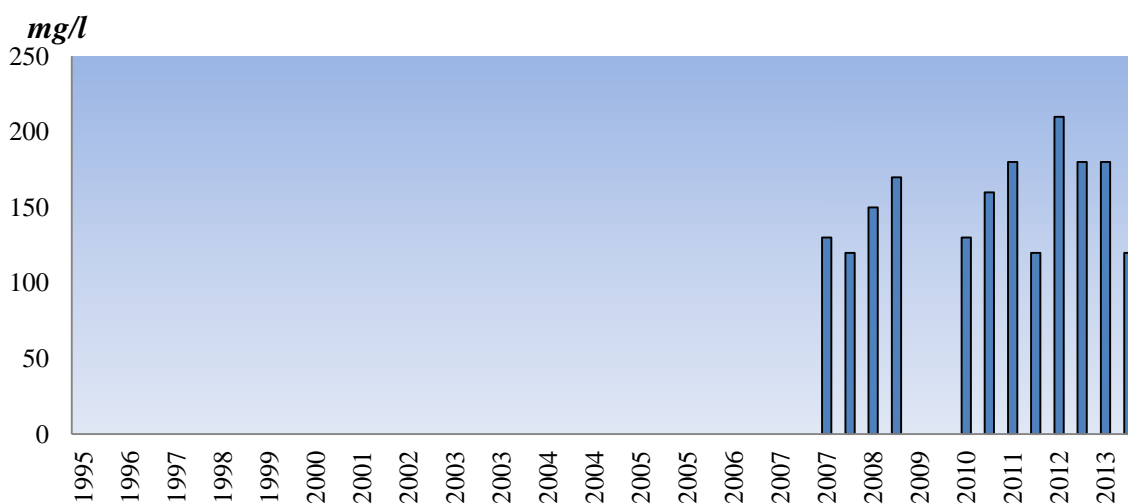
### 3.4.2.3 Kemisk syreförbrukning, $COD_{Cr}$



Figur 4. Halter av kemiskt syreförbrukande ämnen i spillvatten från i Skarpnäck.

Även för halterna av de kemiskt syreförbrukande ämnena kan man se en nedåtgående trend och det visar sig också om man jämför halterna de första åren mot de senaste och kan då konstatera en minskning på 19 %.

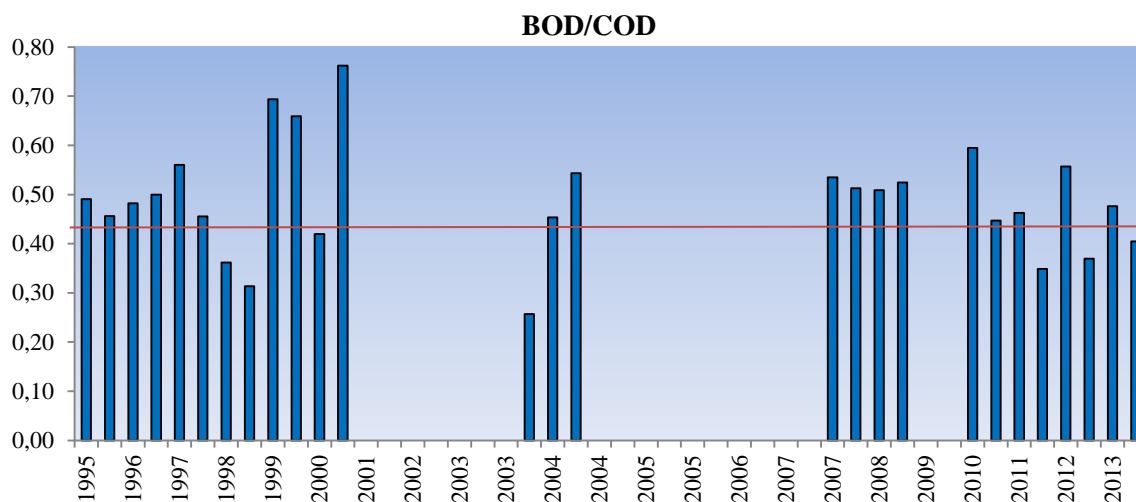
### 3.4.2.4 Totalt organiskt kol, TOC



Figur 5: Halter av totalt organiskt kol i hushålls spillvatten från Skarpnäck 2007-2013.

Totalt organiskt kol har endast analyserats sedan 2007. Någon tydlig trend syns inte. TOC analysen är tänkt att vara en ersättningsanalys för kemisk syreförbrukning..

Kvoten mellan  $BOD_7$  och  $COD_{Cr}$  är ett grovt mått på andelen lättnedbrytbart organiskt material. Spillvatten med kvot  $BOD/COD > 0,43$  brukar bedömas som lättnedbrytbart men det förutsätter att vattnet är homogent och inte innehåller miljöfarliga persistenta ämnen. I Naturvårdsverkets Allmänna råd AR 89:5 (Naturvårdsverket, 1989) finns mer att läsa om hur man bedömer nedbrytbarhet för komplexa prover.



**Figur 6:** BOD/COD-kvot i hushållspillvatten från Skarpnäck. Den röda linjen motsvarar kvoten 0,43. Vatten med kvot över 0,43 brukar betraktas som lättnedbrytbara.

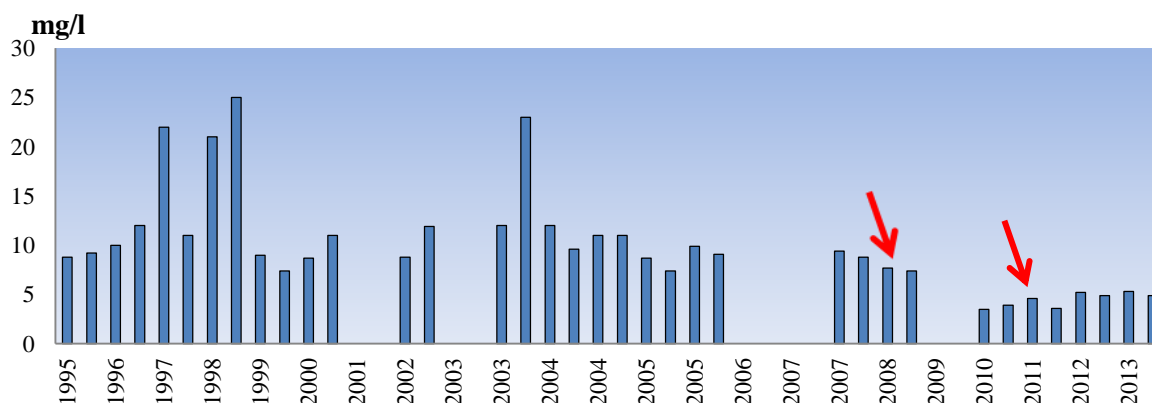
Det har inte hänt så mycket sedan 1995 vad gäller BOD/COD kvoten utan den kan anses vara stabil genom åren och ligger på gränsen till att vara ett lättnedbrytbart vatten vilket är att vänta av ett hushållspillvatten.

### 3.4.2.5 Fosfor

Trots hack i mätserien kan man se en nedåtgående trend i fosforhalt. Jämförs perioden 1995-1999 med 2010-2013 har fosforhalten minskat med 55 %. Fosforhalten i inkommande vatten till Henriksdal har minskat med 17 %. Förbudet mot fosfater i tvättmedel trädde i kraft 2008 och för maskindiskmedel trädde det i kraft 2011 (*Kemikalieinspektionen, 2011*), markeras med röda pilar i figur 7. Efter förbudet 2008 ligger fosforhalten från Skarpnäck på en betydligt lägre nivå.

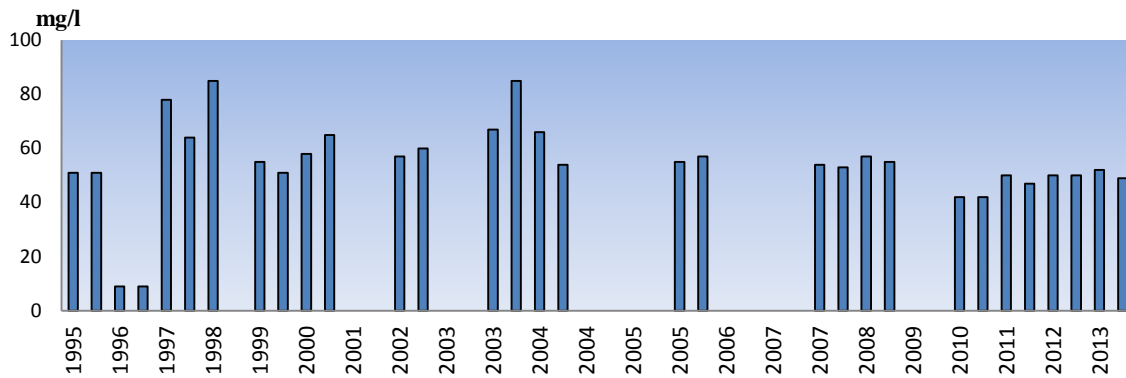
Fosfor är till stor del bundet till partiklar i vattnet. Halten suspenderad substans har också minskat under perioden vilket också kan bidra till minskade fosforhalterna.

Fosforhalten har stor betydelse för beräkningen av metall-/fosforkvoter. De minskade fosforhalterna innebär att metall/fosforkvoterna kan öka, även om halten metall minskar.



**Figur 7:** Halter av fosfor i hushållspillvatten från Pionjärkvarteren i Skarpnäck, 1995-2013. Röda pilar visar förbuden mot fosfater i tvättmedel 2008 och diskmedel 2011.

### 3.4.2.6 Kväve



**Figur 8.:** Halter av kväve i hushållspillvatten från Pionjärkvarteren i Skarpnäck.

Totalkvävehalten har inte minskat i samma omfattning som fosfor utan får snarare betraktas som att den ligger stabilt. Kväve förekommer framför allt löst i vattnet och är inte bundet till partiklar som till exempel fosfor.

Jämförs perioden 1995-1999 med 2010-2013 har kvävehalten minskat med 3 %. Kvävehalten in till Henriksdals reningsverk har under samma period ökat med 29 %. Halten in till Henriksdals reningsverk under 2010-13 ligger på 45 mg/l och i Skarpnäckproverna ligger halten på 50 mg/l.

Andelen nitrit- och nitratkväve har analyserats och utgör normalt <1 % av totalkvävet vad gäller resultaten från provtagningsområdet i Skarpnäck under perioden 1995-2013.

### 3.4.2.7 Sammanfattning suspenderad substans, syreförbrukande ämnen och närsalter.

Tabell 4 visar en sammanfattning av mätdata och utvecklingen av halter över tiden. Som jämförelse redovisas hur miskningen ser ut om man på samma sätt och tidsperioder tittar på inkommande avloppsvatten till Henriksdals reningsverk.

		Skarpnäck 1995-99	Skarpnäck 2010-13	%	Henriksdal 1995-99	Henriksdal 2010-13	%
<b>Suspenderad substans, SS</b>	mg/l	520	305	-41	259	300	+16
<b>Biokemisk syreförbrukning, BOD<sub>7</sub></b>	mg/l	340	230	-32	210	235	+12
<b>Kemisk syreförbrukning, COD<sub>Cr</sub></b>	mg/l	625	505	-19	431	650*	+51
<b>Totalt organisk kol, TOC</b>	mg/l	-	170		-	150	-
<b>Total Fosfor, Tot-P</b>	mg/l	10,5	4,7	-54	6,2	5,7	-8
<b>Total kväve, Tot-N</b>	mg/l	51	49	-2,9	37	47	+22

**Tabell 4:** Skillnader i % med halter från 1995-99 jämfört med 2010-13 i hushållspillvatten från Skarpnäck och totalt inkommande till Henriksdals reningsverk. \*Endast mätvärden från 2011 och 2013.

Vad gäller näringsämnen och syreförbrukande ämnen så är den tydligaste skillnaden att halten suspenderad substans har minskat med 40 % och totalfosfor som minskat med ca 55 %. Samtidigt har SS-halten liksom BOD och COD ökat i inkommande vatten till Henriksdal. Kvävehalten har minskat obetydligt i Skarpnäck medan den har ökat mycket i Henriksdal. Perioden 2010-13 ligger halterna från Skarpnäck och in till Henriksdal mycket nära varandra.

### 3.4.3 Metaller

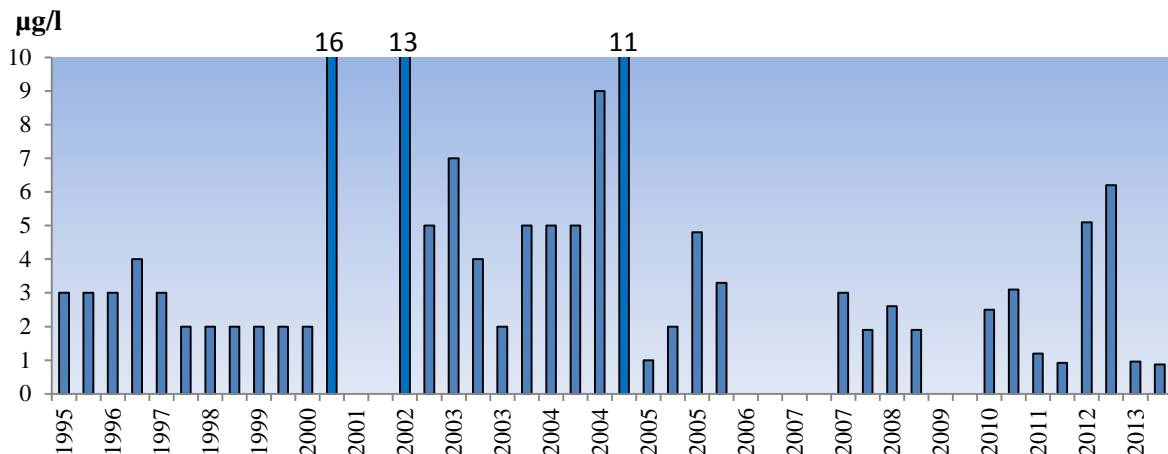
I följande avsnitt presenteras halterna av metaller i ug/l. Bly, kadmium, krom, koppar, kvicksilver, nickel och zink har analyserats under hela mätperioden 1995-2013. Silver har mätt från 2002, antimon, tenn, volfram och molybden från 2003 och vismut från 2010.

Samtliga analysresultat finns redovisade i bilaga 3. I bilaga 4 finns diagram över utvecklingen i Skarpnäck jämfört med utvecklingen i slam från Henriksdal. När det gäller analysnoggrannhet, värden under analysgräns och förklaringar till luckor i diagrammen se ovan i avsnitt 3.4

#### 3.4.3.1 Bly

Blyhalten i spillvatten från Skarpnäck har minskat under perioden. Jämförs åren 1995-1999 med 2010-2013 har halten minskat med 26 %. I Henriksdals reningsverk har halten i slammet minskat med 59 % under samma period. Det är svårt att förklara var blyet i hushållspillvatten kommer ifrån men tvätt och rengöring är säkerligen en källa.

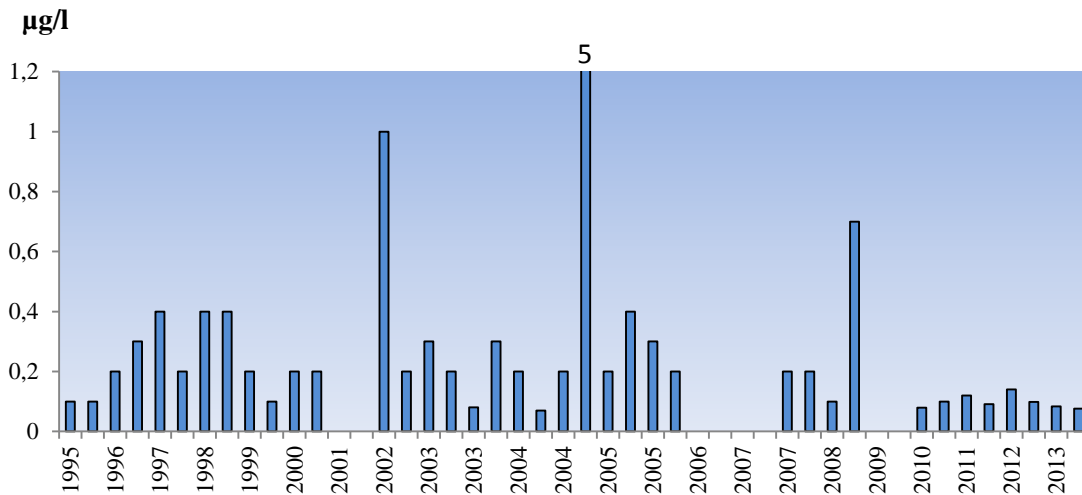
Eftersom flödesanalyser av spridningen av Bly i samhället totalt visar på att det finns i olika typer av färger, telekablar, batterier och blyfogade rör. Det återfinns också i bromsbelägg och annat trafikrelaterat och har ju funnits i bensin och PVC (Sörme, L. 2002/2006).



Figur 9: Blyhalt i spillvatten från Skarpnäck 1995-2013.

### 3.4.3.2 Kadmium

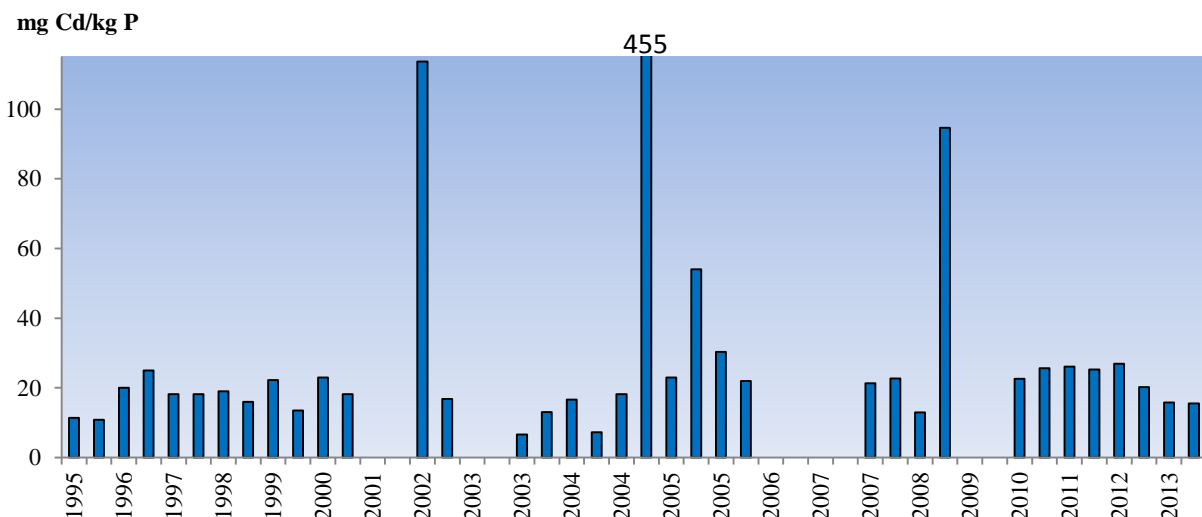
Kadmiumhalten har minskat under mätperioden. Jämförs åren 1995-1999 med 2010-2013 har halten minskat med 52 %. I Henriksdals reningsverk har halten minskat med 57 % under samma period.



Figur 10: Kadmiumhalt i hushållsspillvatten från Skarpnäck 1995-2013.

Kvoten kadmium/fosfor i hushållsspillvatten visar däremot ingen tydlig trend. Kvoten har möjligen ökat något, vilket beror på att fosfor minskat mer än kadmium i spillvattnet från Skarpnäck.

Målet i Revaq är en Cd/P-kvot på högst 17 mg Cd/kg P år 2025. Åren 1995-1999 var fosforhalten högre och Cd/P i spillvatten från Skarpnäck låg då på just 17. De senaste åren 2010-2013 ligger Cd/P-kvoten på ca 22.



Figur 11: Kadmium-/fosforkvot i spillvatten från Skarpnäck 1995-2013.

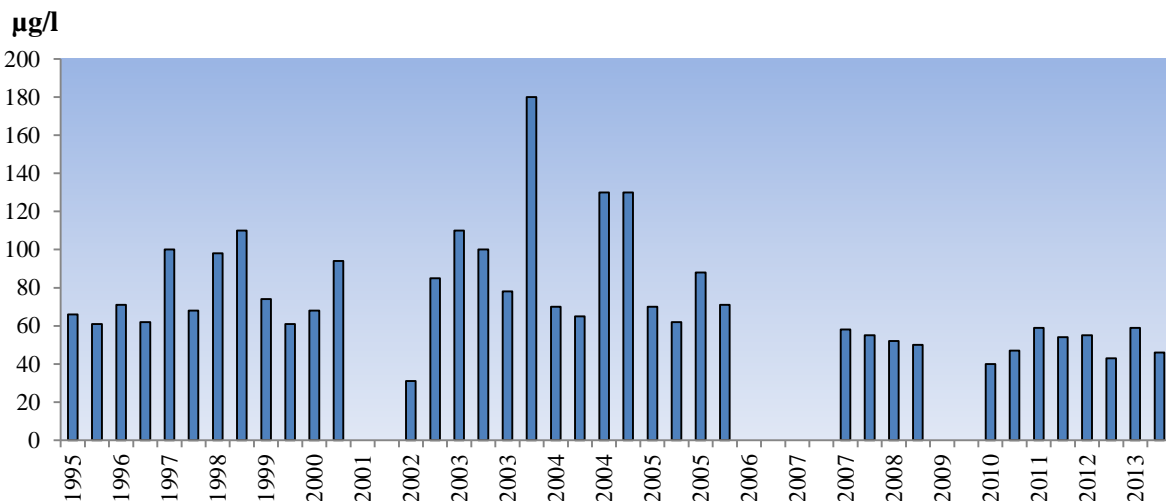
Kadmium i hushållspillvatten kommer via urin och fekalier från bland annat maten, samt från tvätt och rengöring. En specifik källa är konstnärsfärg som kan innehålla kadmium och där tvätt av penslar kan ge ett betydande tillskott i hushållspillvattnet (Wall, 2002).

Enligt Svensk författningssamling (SFS 1998:944) gäller kadmiumförbud men undantag finns. Bland annat får kadmium fortfarande användas i bla konstnärsfärger (Kemikalieinspektionen 2014). Kadmiumförbud gäller i Sverige sedan 1982. Kemikalieinspektionen har medgett en del undantag, bl.a. varmvattenberedare, konstnärsfärger, viss användning inom flygsektorn och vissa elektriska apparater och maskiner. Kadmium förekommer mest tillsammans med zink och erhålls som biprodukt vid zink-, koppar- och blyframställning. Föremål som innehåller zink kan därför också innehålla spår av kadmium. Kadmium finns som stabilisator i PVC-plast, som legeringsmetall, vid ytbehandling, som färgpigment och i nickel/kadmiumbatterier (Svenskt vatten, 2009). Kadmium förekommer som förorening i fosfatgödsel och även som förorening i zink och återfinns således i zinkprodukter.

Kadmium har använts som pigment i plast, keramik och glas . Kadmium förekommer också i tobak, föda (t.ex. pasta, ris, mjöl, rotfrukter, kött) och i dricksvatten (Naturvårdsverket, 2002, Agduhr-Eronen, 2010 och Wall, 2002).

### 3.4.3.3 Koppar

Kopparhalten i hushållspillvattnet har minskat med 27 % under mätperioden. I Henriksdal har kopparhalten i slammet legat i stort sett still och har under de senaste åren till och med ökat något.



Figur 12: Kopparhalten i hushållspillvatten från Skarpnäck 1995-2013.

En stor del av kopparn i hushållspillvatten kommer från korrosion av kopparrör, varmvattenberedare och andra installationer av koppar. Studier (Sörme & Lagerkvist, 2002) visar att det är den dominerande källan till koppar i hushållspillvatten.

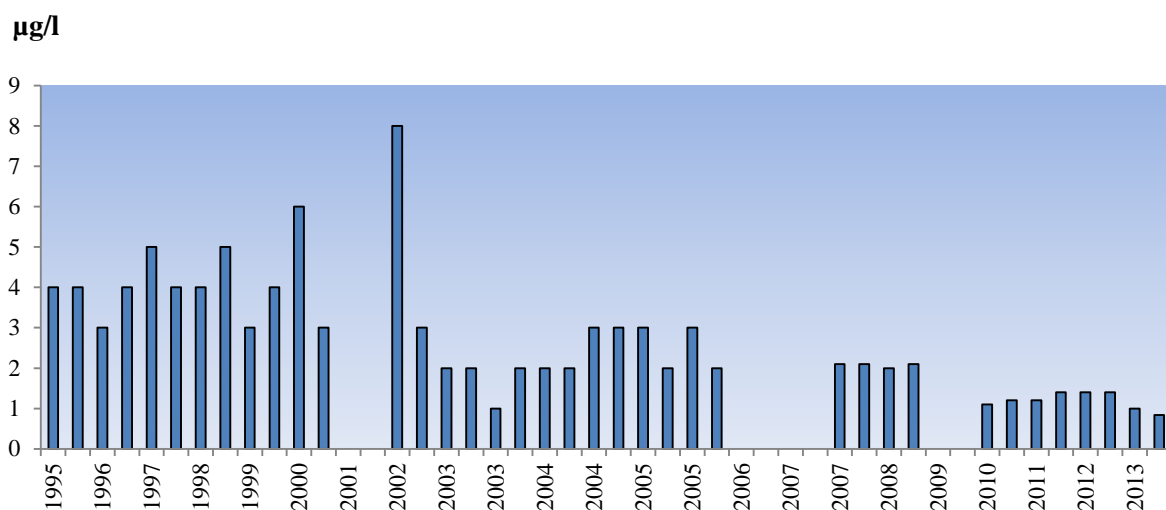
Koppar används inom verkstadsindustrin, finns i fungicider (svampdödande medel), i kopparkoppar och bromsbelägg. Koppar finns även i mässing, hushållsmaskiner, elektronik,



båtbottenfärg och i bildelar. Koppar förekommer även i föda och dricksvatten (*Agduhr-Eronen, 2010*). Kopparhalten i dricksvattnet ut från vattenverken i Stockholm ligger på 2-4 µg/l. (*Berg, 2014*). I spillvatten från Skarpnäck har halten ökat till 50-100 µg/l.

#### 3.4.3.4 Krom

Krom är den metall som minskat mest i hushållspillvattnet från Skarpnäck. Sett över hela mätperioden har halten minskat med 70 %. Inflödet av krom till Henriksdals reningsverk har också minskat, men inte lika mycket som i Skarpnäcksproverna. Det är svårt att hitta någon förklaring till att just krom minskat så mycket. Kanske kan ändrade analysmetoder på laboratorierna vara en förklaring. Efter det att Eurofins tog över analyserna 2009 ligger kromhalten på en lägre nivå.



Figur 13: Kromhalten i hushållspillvatten från Skarpnäck 1995-2013.

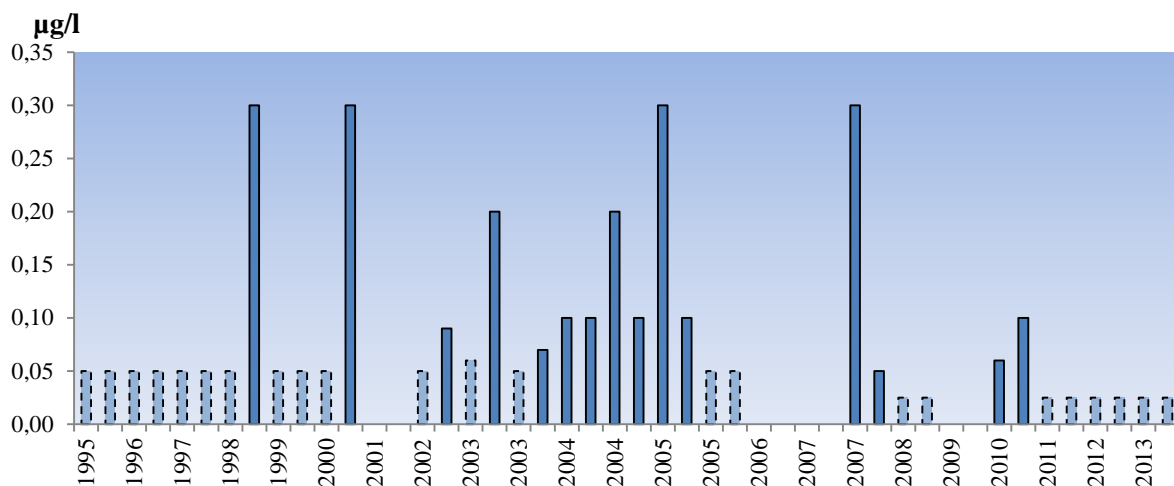
Den dominerande kromanvändningen är rostfritt stål i hemmen där krom bland annat förekommer i bestick och diskbänkar. Användningen av sexvärt krom är förbjudet i elektronikprodukter enligt Svensk författningssamling (*SFS 1998:944*). Krom används även vid impregnering av virke, i avgassystem, i garvat läder och i förkromade varor. Krom används också i betong, färg och pigment. Krom förekommer också i föda och dricksvatten (*Sörme & Lagerkvist, 2002 och Agduhr-Eronen, 2010*)

#### 3.4.3.5 Kvicksilver

Kvicksilverhalten ligger oftast under analysgränsen. Fram till 2003 var analysgränsen 0,1 µg/l och därefter 0,05 µg/l. I diagrammet redovisas halva detektionsgränsen.

Eftersom flertalet analyser ligger under analysgränsen går det inte att utläsa någon trend för kvicksilver. Typisk är dock att enstaka prover har betydligt högre halt, vilket syns väl i diagrammet.

Vid analys av inkommande vatten till Henriksdal ligger halten normalt under analysgränsen 0,05 µg/l. Utgår man i stället från mängden kvicksilver i slammet bör halten i inkommande vatten ligga strax över 0,1 µg/l. Det är därför troligt att kvicksilverhalten i spillvatten underskattas. Eftersom vi genomgående använder halva analysgränsen vid beräkningar kan mängden kvicksilver från hushåll bli kraftigt underskattad.



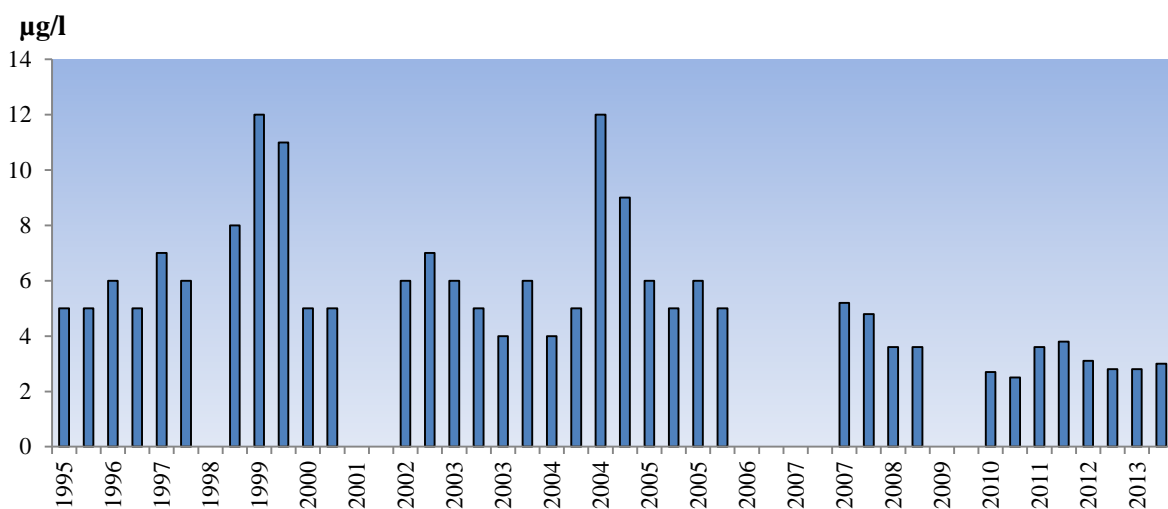
**Figur 15:** Kvicksilverhalten i hushållspillvatten från Skarpnäck 1995-2013.

Kvicksilver i hushållspillvatten kommer framför allt från amalgamfyllningar.

Enligt Svensk författningssamling (*SFS1998:944*) får inte kvicksilver användas eller släppas ut på den svenska marknaden. Det finns undantag, bland annat får kvicksilver användas i läkemedel (*SFS 1998:944*), i vissa mätinstrument, som analyskemikalie, inom vissa områden av forskning och utveckling och i dentalt amalgam. Dentalt amalgam består av ungefär lika delar kvicksilver och silver. Kvicksilver har hittats i vattenlås och avloppsledningar hos verksamheter som tidigare använde metallen men som inte gör det längre. Sjukhus är ett sådant exempel där tungmetallen tidigare använts i termometrar och på laboratorium. Kvicksilver har även förekommit i skolor, i verksamheter som tillverkade elektriska komponenter, neonrör och termometrar.

### 3.4.3.6 Nickel

Nickel och krom följer ofta varandra. Nickel har precis som krom minskat tydligt under mätperioden. Liksom för krom saknas en bra förklaring till minskningen. I Henriksdal har nickel ökat något under perioden.

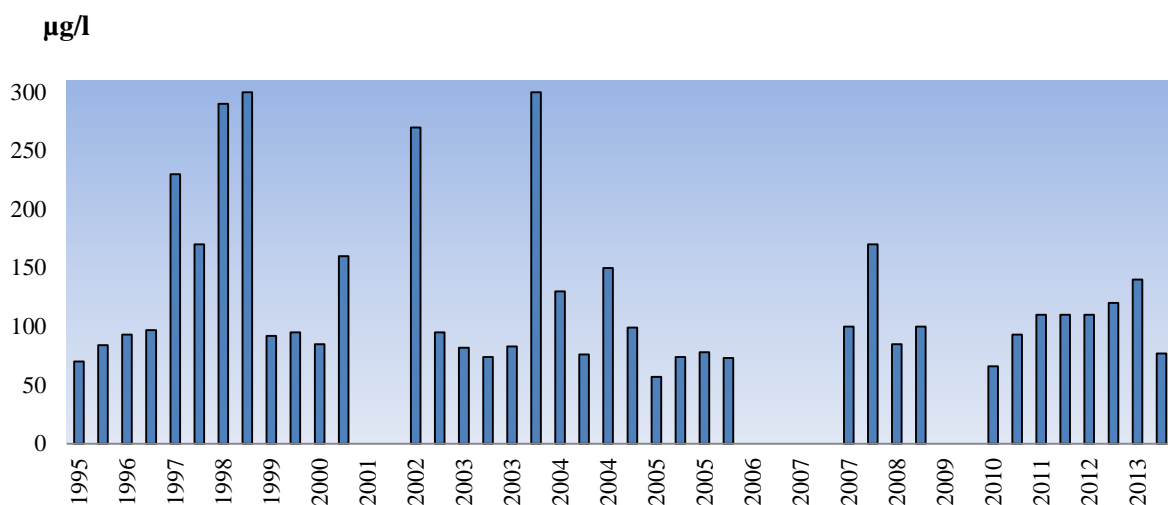


**Figur 16:** Nickelhalt i hushållspillvatten från Skarpnäck 1995-2013.

Mälarvattnet och dricksvattnet innehåller naturligt låga halter nickel, enligt Stockholm Vattens mätningar ca 1,5 µg/l (Berg, C. 2014). Det utgör en stor del av den nickel som uppmäts i spillvattnet. Asfalt och däck anges som huvudkälla för både nickel och krom i samhället så möjlig tillförsel till hushållspillvatten är då även här genom tvätt och rengöring av bla golvytor och kläder (Naturvårdsverket, 2002).

### 3.4.3.7 Zink

Zink är den enda metall där halten i hushållspillvattnet ser ut att öka. Om man endast tittar på de 4 senaste åren så ser man klart en ökande trend. Någon känd förklaring till varför zink skulle öka i hushållspillvattnet finns inte. I Henriksdals reningverk är förändringarna små under perioden men de sista åren ser halten i slammet ut att öka något.

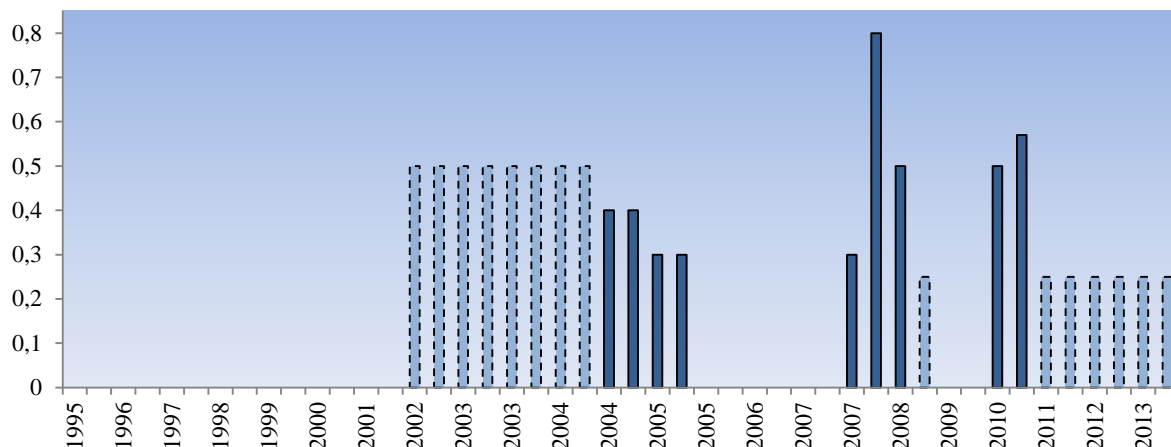


Figur 17: Zinkhalten i hushållspillvatten från Skarpnäck 1995-2013.

Zinken kommer bland annat från mat, tvätt och rengöring. Zink används i tak, plåt, bilplåt, mässing, fasader, rörkopplingar, vattenkranar, kylskåp, beslag, skruvar och rostskyddsfärg. Tungmetallen återfinns också i gummi, batterier, brombelägg, asfalt, hygienprodukter, i solskydd och som stabilisator i PVC-golv mattor (Svenskt Vatten, 2009). Zink förekommer även i mat och dricksvatten (Sörme & Lagerkvist, 2002 och Agduhr-Eronen, 2010)

### 3.4.3.8 Silver

$\mu\text{g/l}$



**Figur 18:** Silverhalten i hushållspillvatten från Skarpnäck 1995-2013.

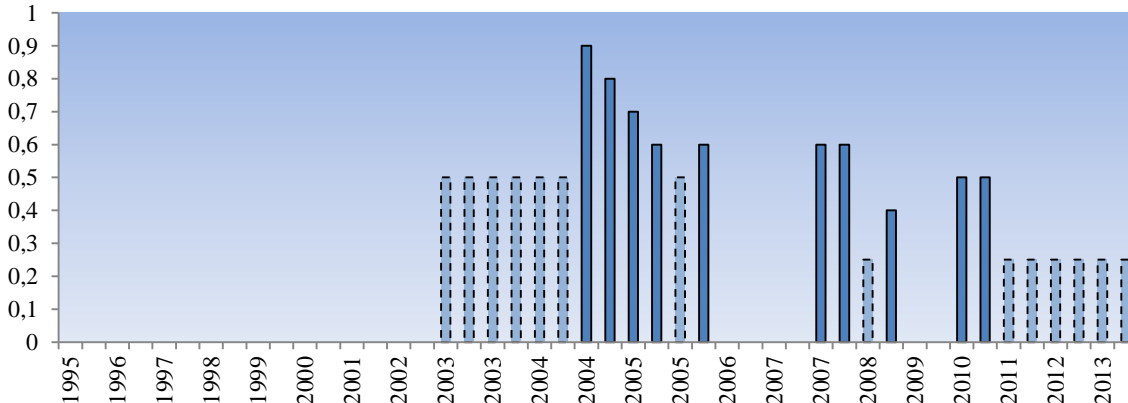
Silverhalten i spillvatten ligger oftast under detektionsgränsen  $0,5 \mu\text{g/l}$ . Halten silver i spillvatten verkar underkattas, dock inte i samma omfattning som för kvicksilver, se 3.7.5 ovan. Silver ingår i amalgamfyllningar och kan även komma från diskning av silverbestick och smycken. En ny källa som är av stor betydelse är tvätt av kläder som behandlats med silver av antibakteriella skäl. Det finns undersökningar som uppskattar att 10-20 % av silvret till reningsverken kommer från tvätt av silverbehandlade kläder (Amneklev, 2014).

Silver används i smycken, mynt, bestick, vid fotoframkallning, som baktericid, som katalysator inom industrin och vid ytbehandling av stål. Metallen förekommer i amalgam, tvättmaskiner, kylskåp, textilier, batterier och elektronik (Svensson et.al, 2008 samt Sternbeck och Östlund, 1999)

### 3.4.3.9 Kobolt

Kobolt ligger oftast under analysgränsen  $0,5 \mu\text{g/l}$  i hushållspillvatten. Som jämförelse så ligger halten in till Henriksdals reningsverk vid på  $1,2 \mu\text{g/l}$ .

$\mu\text{g/l}$

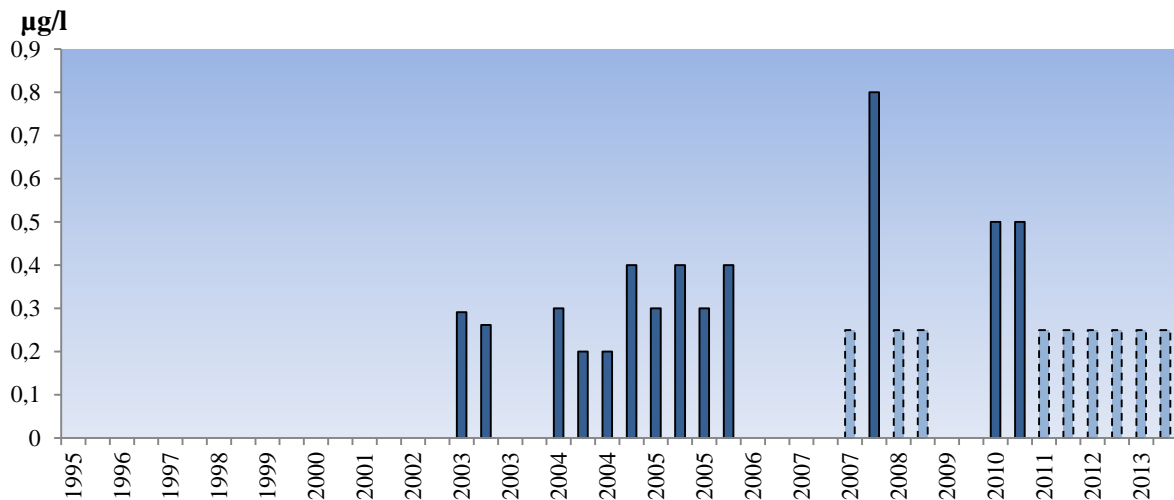


**Figur 19:** Kobolthalt i hushållspillvatten från Skarpnäck.

Kobolt har ingen tydlig och välkänd källa i hushållen. Det största bidraget till reningsverket är att kobolt förekommer som förorening i den fällningskemikalie, järnsulfat, som används.

#### 3.4.3.10 Antimon

Många prover ligger under analysgränsen 0,5 µg/l . Halva analysgränsen har genomgående använts vid beräkningar..

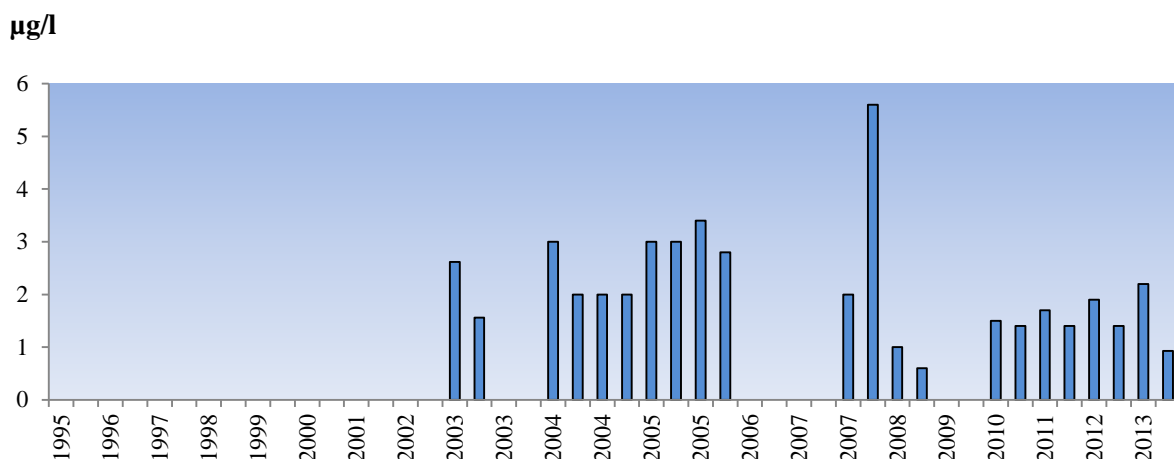


**Figur 20:** Antimonhalten i hushållspillvatten från Skarpnäck 2003-2013.

Källor till antimon i hushållspillvatten kan vara från flamskyddsmedel tillsammans med organiska bromerade föreningar. Flamskyddsmedel används bla på textilier, plaster och elektronikutrustning. Antimon ingår även i bromsbelägg (*Naturvårdsverket, 2005 och Johnsson, 2001*).

#### 3.4.3.11 Tenn

Halten av tenn ser ut att vara lägre efter år 2007. Vad minskningen beror på är inte helt klart. Som jämförelse så ligger halten i inkommande till reningsverket i Henriksdal på 1,7 ug/l vilket är i samma storleksordning som Skarpnäck.

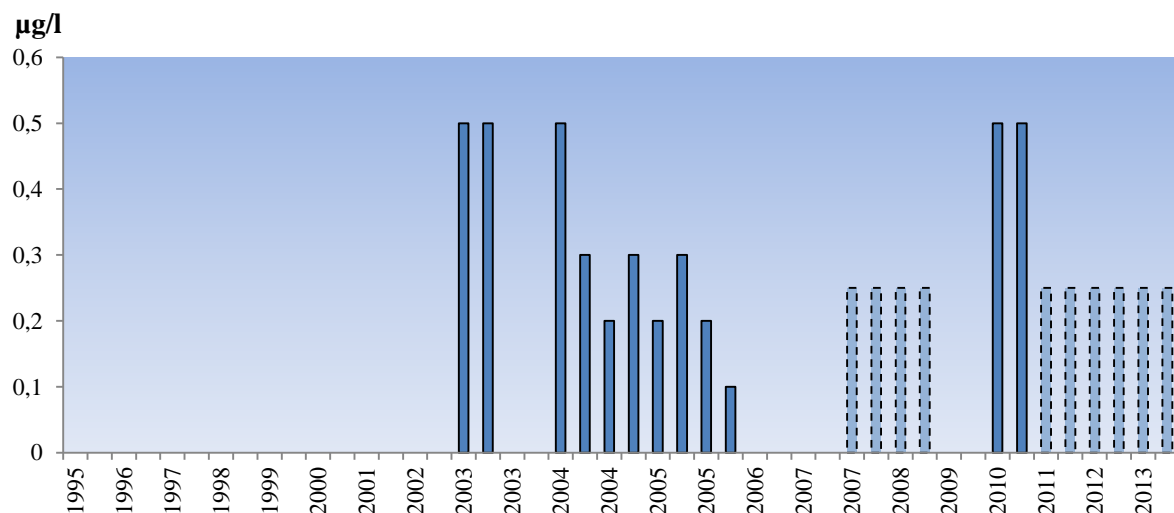


**Figur 21:** Tennhalten i hushållspillvatten från Skarpnäck 2003-2013.

Studier på källsorterande avloppssystem i Vibyåsen och Gebers visar att större delen av tennet återfinns i fekalierna och troligtvis kommer från födan. Det mesta härrör från konserver och en mindre del kan komma från animaliska produkter (Nilsson, 2004).

### 3.4.3.12 Volfram

Många prover ligger under analysgränsen 0,5 µg/l. Halten i inkommande vatten till Henriksdals reningsverk ligger på 1,6 µg/l.

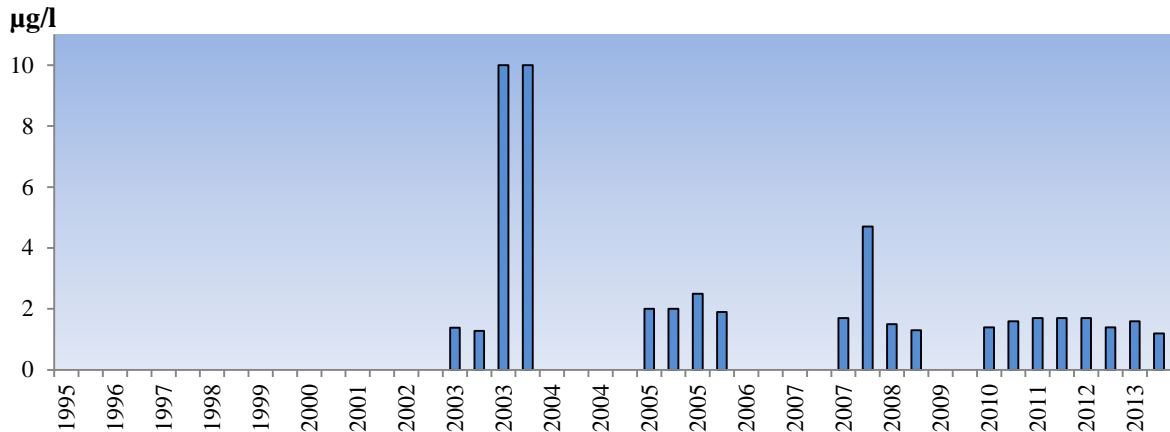


**Figur 22:** Volframhalten i hushållspillvatten från Skarpnäck 1995-2013.

Volfram kan komma från industrier och vintertid med dagvatten genom slitage av dubbar. Kända källor till volfram i hushållspillvatten saknas. Undersökningar visar att volfram främst är en metall som tillförs via industriell tillverkning och i dagvatten då den förekommer i dubbdäck (Lindgren, 2009).

### 3.4.3.13 Molybden

Jämförelse med halten in till Henriksdals reningsverk ligger på 2,8 ug/l

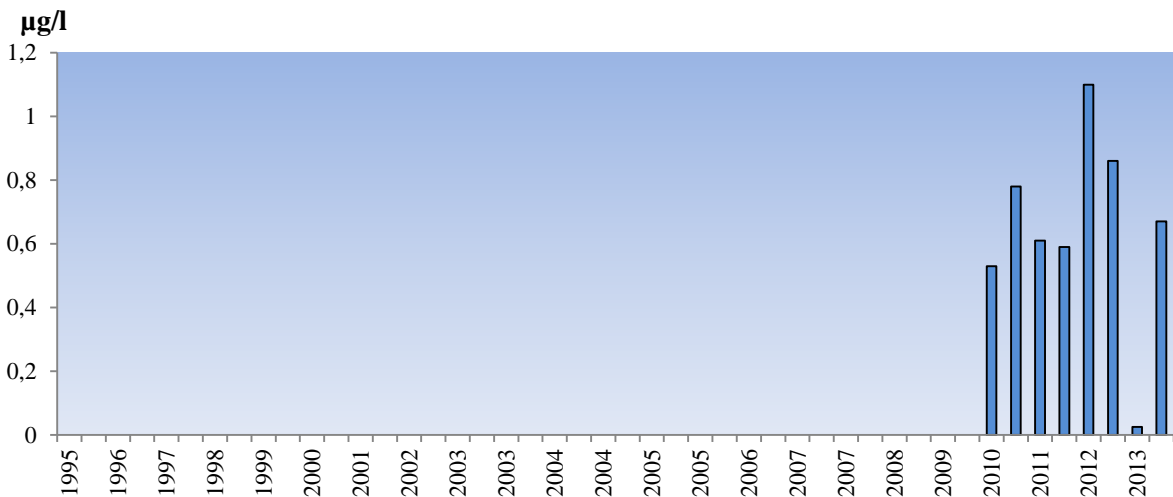


Figur 23: Molybdenhalten i hushållspillvatten från Skarpnäck.

Molybden finns naturligt i låga halter, ca 1 µg/l, i dricksvatten. Det utgör en betydande del av molybden i hushållspillvattnet där halten oftast ligger mellan 1-2 µg/l. Molybden är en av dessa nya metaller där dataunderlaget fortfarande är tunt både vad gäller innehåll i olika typer av avloppsvatten och källor till hushållspillvatten. En liten andel molybden ingår ofta i rostfritt material (Palmqvist och Viklander, 2002).

### 3.4.3.14 Vismut

Vismut mäts i spillvatten från Skarpnäck sedan 2010. Halten i det inkommande vattnet till Henriksdals reningsverk ligger på liknande nivå dvs 1 ug/l.



Figur 24: Vismuthalten i hushållspillvatten från Skarpnäck.

Vismut ingår bland annat i mineralsmink. Borttvättning av smink kan vara en källa i hushållspillvatten. I reningsverken ökade vismuthalten kraftigt i mitten av 2000-talet, samtidigt som mineralsmink började säljas. En betydande del av vismut i avloppsvattnet kommer från hushåll. Amneklev (2014) anger att kosmetika och plast är de största källorna som bidrar med 23 % och 13 % vardera. Urin och fekalier uppskattas som en försumbar källa till vismut från hushåll. Utanför hushåll är fordonstvätt en nämnbar källa medan tvätterier, dagvatten, dricksvatten och användning av fällningskemikalier kan ses som försumbara.

Dessutom kan den återfinnas i ammunition, vattenledningar, glasyrer och mässing då den används som ersättare till bly. Vid avfallsförbränning och biobränsleproduktion anrikas vismut i flygaskorna och just avfallsförbränning kan vara en antropogen källa till vismut i Sverige (Johnsson, 2001).

### 3.4.3.15 Sammanfattning metaller

Tabell 5 sammanfattar och jämför halterna av metaller i proverna från Skarpnäck och i inkommande vatten till Henriksdal för motsvarande tidsperioder.

Metall	Skarpnäck 1995-1999	Skarpnäck 2010-2013	%	Henriksdal 1995-99	Henriksdal 2010-13	%
<b>Bly, Pb</b> $\mu\text{g/l}$	2,5	1,8	<b>-26</b>	8,8	3,1	<b>-65</b>
<b>Kadmium, Cd</b> $\mu\text{g/l}$	0,2	0,095	<b>-53</b>	0,33	0,14	<b>-57</b>
<b>Koppar, Cu</b> $\mu\text{g/l}$	69	51	<b>-27</b>	67	63	<b>-6</b>
<b>Krom, Cr</b> $\mu\text{g/l}$	4	1,2	<b>-70</b>	5,4	2,6	<b>-51</b>
<b>Nickel, Ni</b> $\mu\text{g/l}$	6,5	2,9	<b>-55</b>	8,4	5,4	<b>-35</b>
<b>Zink, Zn</b> $\mu\text{g/l}$	96	110	<b>15</b>	126	122	<b>-3</b>
<b>Kvicksilver, Hg</b> $\mu\text{g/l}$	0,05	0,025	<b>-50</b>	0,47	0,03	<b>-94</b>

**Tabell 5:** Jämförelser mellan halter i hushållspillvatten från Skarpnäck och inkommande avloppsvatten till Henriksdals reningsverk. Tabellen visar endast de metaller där data finns från hela tidsserien.

Metallhalterna sjunker generellt i proverna från Skarpnäck och man kan se tydliga trender, dock är det mer oklart vad man skulle kunna säga vara orsaken till sänkningen av de metaller som har studerats närmare. Flera förbud mot bly, kadmium och kvicksilver i samhället bidrar till minskningarna.

Vad gäller kvicksilver i Skarpnäck är förklaringen sänkt detektionsgräns eftersom de flesta värdena är rapporterade som mindre än värden. I vattnet in till Henriksdal ser man dock en tydlig minskning.



### 3.5 Hushållens bidrag av föroreningar till Henriksdals reningsverk.

I tabell 2 redovisas den beräknade mängden föroreningar per person och dygn baserat på mätningarna i Skarpnäck. I tabell 6 nedan beräknas den totala mängden föroreningar per år från samtliga hushåll som är anslutna till Henriksdals reningsverk med hjälp av värdena i tabell 2. För Henriksdals upptagningsområde används värdet för år 2012 då 782600 personer var anslutna.

De värden som är kursiva är beräknade på halva mindre än värdet. Dessa värden är osäkra. Troligen underskattas hushållens andel av kvicksilver och silver medan antimon troligen överskattas.

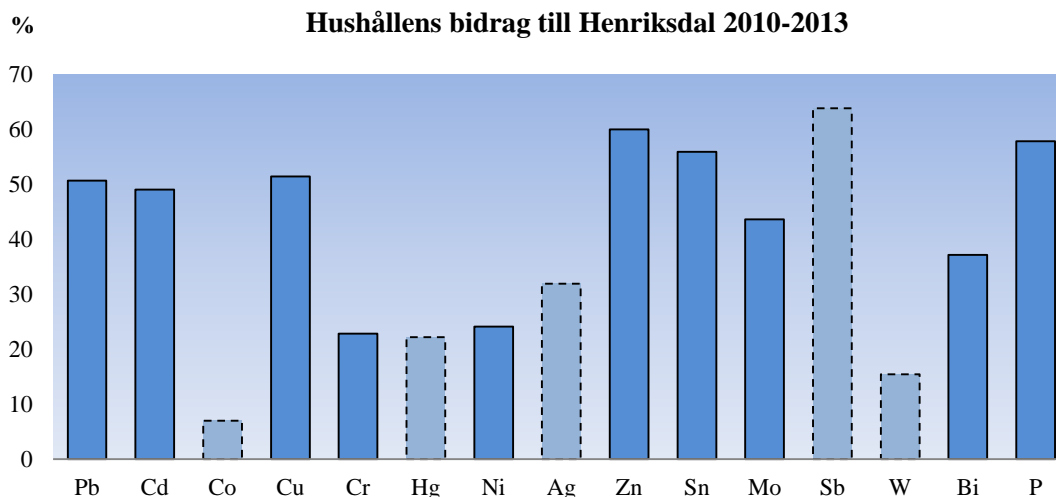
Mängden föroreningar från hushållen jämförs med mängden in till reningsverket, framräknad ur slambalans för åren 2010-13 (*Lagerkvist, R. 1999-2014*).

Både mätningarna i Skarpnäck och mängderna i Henriksdal utgörs av medelvärden 2010-2013.

	Hushåll kg/år	Henriksdal kg/år	Hushållens andel
<b>Bly, Pb</b>	175	345	<b>51 %</b>
<b>Kadmium, Cd</b>	6,6	14	<b>49 %</b>
<i>Kobolt, Co</i>	21	300	<i>7 %</i>
<b>Koppar, Cu</b>	3382	6572	<b>51%</b>
<b>Krom, Cr</b>	80	351	<b>23 %</b>
<i>Kvicksilver, Hg</i>	2,6	12	<i>22 %</i>
<b>Nickel, Ni</b>	204	846	<b>24 %</b>
<i>Silver, Ag</i>	22	68	<i>32 %</i>
<b>Zink, Zn</b>	6931	11548	<b>60 %</b>
<i>Antimon, Sb</i>	21	33	<i>64 %</i>
<b>Tenn, Sn</b>	104	186	<b>56 %</b>
<i>Wolfram, W</i>	21	136	<i>15 %</i>
<b>Molybden, Mo</b>	103	237	<b>44 %</b>
<b>Vismut, Bi</b>	43	117	<b>37 %</b>
<b>Fosfor, P</b>	300000	521000	<b>58 %</b>

*Tabell 6: Hushållens andel av föroreningarna till Henriksdals reningsverk beräknat från medelvärden 2010-2013. De värden som är kursiva är beräknade på halva det rapporterade mindre än värdet.*

Figur 25 visar hushållens procentuella bidrag i förhållande till det totala inkommande till Henriksdals reningsverk.



**Figur 25:** Hushållens andel av föroreningarna till Henriksdals reningsverk . För metaller med halter under analysgränsen (streckade staplar) har halva analysgränsen använts vid beräkningarna.

Av tabell 6 och figur 25 framgår vilka metaller som till stor del härrör från hushållsspillvatten, bly, kadmium, koppar, zink och fosfor. Detta stämmer väl med tidigare undersökningar, se tabell 7 avsnitt 4.

För kobolt, kvicksilver, silver, antimon och volfram är resultaten osäkra eftersom en stor del av analyserna ligger under detektionsgränsen. Halva detektionsgränsen har i dessa fall använts vid beräkningarna.

Hushållens andel av kvicksilver och silver är troligen underskattad, se 3.4.3.5 och 3.4.3.8. Hushållen ser ut att stå för en överraskande stor andel av antimon (Sb). Vad i hushållen som i så fall genererar antimon är oklart. Mer sannolikt är att halten ligger långt under detektionsgränsen, vilket medför att mängden från hushållen överskattas.

I hushållens andel ingår de föroreningar vi genererar under den tid vi är hemma. De flesta personer tillbringar mycket tid utanför hemmet, på förskola, skola, arbete, semester osv. De föroreningar som vi då ger upphov till kommer inte med i mätningarna. Många personer pendlar in till Stockholm för att arbeta och det bidraget ingår inte heller. Andelen föroreningar från hushåll, inklusive spillvatten av likartad karaktär, är större än i tabell 6 och figur 25.

## 4 JÄMFÖRELSE MED ANDRA STUDIER AV HUSHÅLLSPILLVATTEN

I denna rapport har även en litteraturstudie gjorts för att se vilka andra undersökningar som gjorts i avsikt att kategorisera spillvatten från hushåll och därför kunna få jämförande värden från olika håll. Även en undersökning har medtagits där uppskattning av hushållens procentuella bidrag från olika områden runt om i Europa presenteras.

I övriga studier presenteras ofta resultaten i mängd per person och dygn.

Göteborg (*Gryaab 2008*) är den studie som är mest lik Skarpnäcksstudien. Det går att göra en rättvis jämförelse då de är provtagna i likvärdiga områden och med ungefär lika stort tidsintervall. De skiljer sig dock på så sätt att Skarpnäck är provtaget kontinuerligt under tidsperioden med provtagning två veckor per år. Göteborg har gjort två stora omfattande undersökningar, en 1988 och en 2008. Där finns inte den långa mätserie som finns i Skarpnäck, där trender och variationer kan studeras.

Studien vid Hammarby Sjöstad (*Magnusson, 2003*) är också bra att jämföra med. Analyserna har utförts på lite annorlunda sätt och osäkerheten i mätresultaten är lite större än i Skarpnäckstudien. Studierna av Vinnerås (*Vinnerås 2002*) och Naturvårdsverket (*Naturvårdsverket, 1995*) är intressanta att jämföra med då resultaten används som schablonvärden kring vad hushållen bidrar med. Områdena som undersökts är mindre till ytan och har betydligt mindre invånarantal. Syftet med studierna har också främst varit att studera bidraget från olika fraktioner i spillvattnet, dvs fekalier, urin, samt dusch- och tvättvatten. Studierna ger en bild av hur ett generellt hushållspillvatten ser ut.

Urban Waterstudien (*Jönsson et.al 2005*) är ett omfattande arbete som gjorts för att i detalj studera vad olika fraktioner av hushållspillvatten innehåller. De boende i områdena har fått extra miljöinformation och de kan förväntas leva mer miljövänligt än genomsnittsbefolkningen. De försöker tänka extra noga på vad som används i hemmet och att hushålla med vatten. Ur synpunkten att få reda på vad ett ”vanligt” hushåll bidrar med är denna studien av mindre intresse för den här jämförelsen, men ett bra sätt att få en sorts bakgrundsnivå.

Den Europeiska studien (*Thornton et.al, 2001*) är en ren litteratursammanställning av undersökningar utförda i några Europeiska länder under perioden 1975-2000. Här redovisas siffror från undersökningar utförda i England, Frankrike och Norge.

De olika undersökningarna beskrivs utförligare i avsnitt 4.1-4.5. I tabell 7 har resultaten från studierna sammanställts i kronologisk ordning.

		<sup>1.)</sup> Göteborg (1988)	<sup>2.)</sup> Skarpnäck (1995-99)	<sup>3.)</sup> Europa (1996)	<sup>4.)</sup> Ham marby sjöstad (2003)	<sup>5.)</sup> Urban water (2005)	<sup>6.)</sup> Göteborg (2008)	<sup>7.)</sup> Skarpnäck (2010-13)	<sup>8.)</sup> Gamla Schablon- värden (1995)	<sup>9.)</sup> Nya Schablon- värden (2006)
<b>Flöde</b>	l/p*d	270	211		100	112	250	235	<b>200</b>	<b>100</b>
<b>Suspenderad substans, SS</b>	g/p*d	51	120		53		84	70	<b>43</b>	
<b>Totalt organiskt kol, TOC</b>	g/p*d	27					55	37		
<b>Biokemisk syreförbrukning, BOD<sub>7</sub></b>	g/p*d	45	75		65	21	75	56	<b>48</b>	<b>26</b>
<b>Kemisk syreförbrukning, COD<sub>Cr</sub></b>	g/p*d	115	163		131	48	140	122		<b>52</b>
<b>Total Fosfor, Tot-P</b>	g/p*d	2,2	2,8		2,4	2,1	1,5	1,0	<b>2,1</b>	<b>2,7</b>
<b>Total kväve, Tot-N</b>	g/p*d	8,5	10		14	15	11	11	<b>14</b>	<b>15</b>
<b>Bly, Pb</b>	mg/p*d	ed	0,56	1,2	0,70	0,40	1,0	0,59	<b>3</b>	<b>1</b>
<b>Kadmium, Cd</b>	mg/p*d	0,08	0,05	0,07	0,03	0,04	0,03	0,02	<b>0,6</b>	<b>0,03</b>
<b>Kobolt, Co</b>	mg/p*d	ed					0,12	0,06		
<b>Koppar, Cu</b>	mg/p*d	10	16	47	9,3	8,7	20	12	<b>7,2</b>	<b>8</b>
<b>Krom, Cr</b>	mg/p*d	ed	0,84	0,69	0,62	0,50	0,66	0,28	<b>5</b>	<b>1</b>
<b>Kvicksilver, Hg</b>	mg/p*d	0,06	0,02		0,01	0,0007	0,03	0,01	<b>0,07</b>	<b>0,0041</b>
<b>Nickel, Ni</b>	mg/p*d	ed	1,5	0,93	1,7	1,1	0,92	0,71	<b>3,1</b>	<b>1,2</b>
<b>Silver, Ag</b>	mg/p*d					0,063		0,07	<b>0,3</b>	
<b>Zink, Zn</b>	mg/p*d	33	31	15	17	55	27	24	<b>61</b>	<b>10</b>
<b>Antimon, Sb</b>	mg/p*d					0,020	0,06	0,06		
<b>Molybden, Mo</b>	mg/p*d					0,12		0,36		
<b>Tenn, Sn</b>	mg/p*d					0,18	0,51	0,36		
<b>Vismut, Bi</b>	mg/p*d					0,05	0,07	0,15		
<b>Volfram, W</b>	mg/p*d						0,01	0,06		

**Tabell 7: Mängd föroreningar per person och dygn från några undersökningar, ed=Ej detekterbar.**

<sup>1.)</sup> Göteborg (1988): Gryaab 2008 del 2 från Gryaab 1989

<sup>2.)</sup> Skarpnäck (1995-99), Denna rapport

<sup>3.)</sup> Europa: (1996) Thornton et al., 2001

<sup>4.)</sup> Hammarby sjöstad, (2003): Magnusson, 2003

<sup>5.)</sup> Urban water (2005), Jönsson et al., 2005

<sup>6.)</sup> Göteborg (2008), Gryaab 2008 del 1

<sup>7.)</sup> Skarpnäck (2010-13): Denna rapport

<sup>8.)</sup> Gamla Schablonvärden (1995): Naturvårdsverket, 1995.

<sup>9.)</sup> Nya Schablonvärden (2006): Vimmerås, 2006, Förslag till nya schablonvärden

Studierna visar på relativt likvärdiga resultat för de undersökta parametrarna.

Förslaget till nya schablonvärden i Vinnerås 2006 har dock mindre mängder föroreningar per person för flera parametrar jämfört med Skarpnäck 2010-13 medan de är högre för kväve och fosfor samt flera av metallerna .

Flödet per person är tydligt lägre från Hammarby sjöstad 2003 och i Vinnerås 2006. Boende i båda områdena fick information om vikten av att spara vatten och snålspolande armatur installerad.

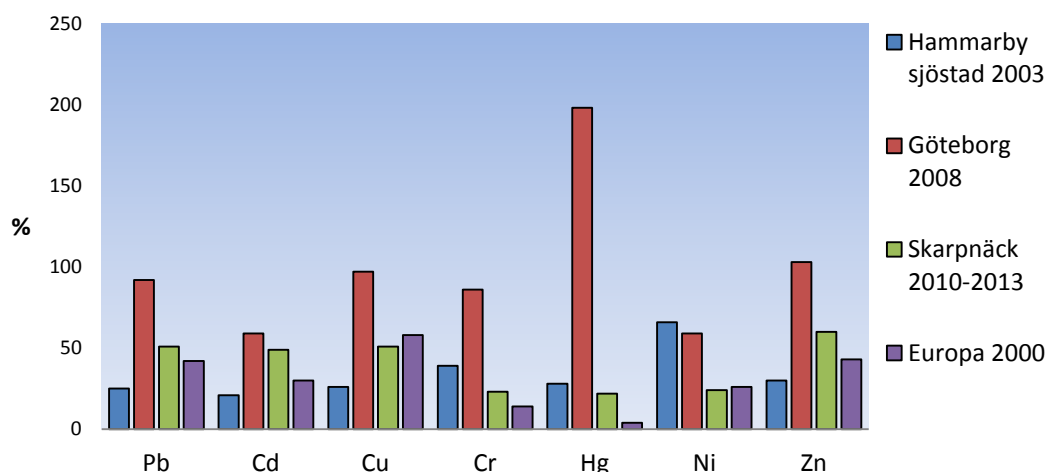
Skarpnäck 2010-2013 skiljer ut sig med mindre mängd fosfor per person. Det är det enda undersökningen som genomförts efter fosfatförbuden i tvätt- och diskmedel och det är helt rimligt att fosformängden i hushållspillvatten är mindre efter 2008.

När det gäller mängden kväve ligger Göteborg 2008 och Skarpnäck 2010-2013 lika, men för organiskt material och de flesta metaller visar Göteborg 2008 något större mängder per person.

I Skarpnäck 2010-2013 är mängden krom och nickel, per person tydligt lägre än i övriga studier. Det är svårt att hitta en rimlig förklaring till detta.

Nedan redovisas en sammanställning över hushållens procentuella bidrag till reningsverken från studierna i Hammarby Sjöstad (*Magnusson, 2003*) Göteborg (*Gryaab, 2008*), Skarpnäck (2010-13) och ett medelvärde från den Europeiska sammanställningen (*Thornton, 2001*).

Den visar att hushållens bidrag sprider mycket mellan de olika studierna. Anslutningen av hushåll och andra verksamheter skiljer sig åt mellan olika reningsverk. Andra orsaker kan vara att studierna utförts på olika sätt, det kan också vara så att bidraget skiljer mellan hushåll i olika områden och länder.



**Figur 26:** Hushållens beräknade andel av sju metaller till reningsverk.

## 4.1 Göteborg 1988 och 2006/2007

Gryaab har gjort två stora undersökningar i Göteborgsområdet en 1988 och en 2006/7 (*Gryaab 1989:2 och Gryaab 2008:6 del 1+2*) dessa studier är de som är mest intressanta att jämföra med Skarpnäck då den är mest överrensstämmande vad gäller tillvägagångssätt och tidsrymd. År 1988 utförde Gryaab och Göteborgs VA-verk, numera Göteborg Vatten, en referensprovtagning på avloppsvatten från två bostadsområden i Göteborg. Syftet var att få bättre kännedom om föroreningsinnehållet i avloppsvatten från hushåll. Under maj 2006 till maj 2007 utfördes en ny motsvarande provtagning.

Spillvatten från två bostadsområden har undersökts.

I Norumsgårde i Tuve består bebyggelsen av 80 % flerfamiljshus och 20 % radhus samt ett litet affärscentrum. Där finns även en vårdcentral, tandläkarmottagning samt spolplattor för bilar. Invånarantalet var 2 350 personer 2005. Mätningarna gjordes i pumpstationen Norumsgårde.

Det andra området var Lyckhem i Askim där bebyggelsen består enbart av radhus och villor. Invånarantalet var 691 personer 2005. Mätningarna gjordes i pumpstationen Oxledsvägen (*Gryaab 2008*).

Till Ryaverket var 631000 personer anslutna 2006/2007. Både år 1988 och 2006/2007 utfördes provtagningarna vid torrt väder. Hela 175 parametrar analyserades i Göteborgsundersökningen.

I tabell 8 redovisas beräknade mängder och förändring över tid för de parametrar som analyserats i både Göteborg och Skarpnäck.

		Göteborg 1988	Göteborg 2006/07	1988-06	Skarpnäck 1995-99	Skarpnäck 2010-13	1995- 13
<b>Boende</b>	<i>st</i>	3081	3042		2000	2130	
<b>Flöde per person och dygn</b>	<i>l/p,d</i>	270	253	-8%	211	235	+8%
<b>Suspenderad substans, SS</b>	<i>g/p,d</i>	51	84	40%	120	70	-42%
<b>Biokemisk syreförbrukning, BOD<sub>7</sub></b>	<i>g/p,d</i>	45	75	+67%	75	56	-25%
<b>Kemisk syreförbrukning, COD<sub>Cr</sub></b>	<i>g/p,d</i>	115	140	40%	163	122	-25%
<b>Totalt organiskt kol, TOC</b>	<i>g/p,d</i>	27	55	+207%		37	
<b>Totalkväve, Tot-N</b>	<i>g/p,d</i>	8,5	11	+10%	10	11	+7%
<b>Totalfosfor, Tot-P</b>	<i>g/p,d</i>	2,2	1,5	-27%	2,8	1,05	-63%
<b>Bly, Pb</b>	<i>mg/p,d</i>	ed	1,0		0,56	0,59	+7%
<b>Kadmium, Cd</b>	<i>mg/p,d</i>	0,085	0,029	-65%	0,049	0,023	-53%
<b>Koppar, Cu</b>	<i>mg/p,d</i>	9,6	20	+100%	16	12	-26%
<b>Krom, Cr</b>	<i>mg/p,d</i>	ed	0,66		0,84	0,28	-67%
<b>Kvicksilver, Hg</b>	<i>mg/p,d</i>	0,060	0,026	-65%	0,015	0,009	-41%
<b>Nickel, Ni</b>	<i>mg/p,d</i>	ed	0,92		1,5	0,71	-52%
<b>Zink, Zn</b>	<i>mg/p,d</i>	33	27	-15%	31	24	-23%

**Tabell 8:** Beräknad mängd föroreningar per person och dygn samt förändring över tid i Göteborg och Skarpnäck. (ed= Ej detekterbar).

Mängderna per person och dygn ligger närmare varandra i de senare undersökningarna. Förändringarna när det gäller suspenderad substans, syreförbrukning och närsalter är

motsägelsefulla. Metallerna visar på minskande mängder i båda områdena, med undantag av koppar som ser ut att öka i Göteborg. Osäkerheterna i enstaka studier är dock stora.

Det uppmätta flödet visar på 8% minskning i Göteborg och 8 % uppgång i Skarpnäck. Det kan betraktas som inom felmarginalen vilket innebär att flödet per person varit i stort sett oförändrat.

I de två provpunkterna i Göteborg visade det sig att mängden suspenderat material i Lyckhem hade minskat marginellt, men däremot ökat med 40 % vid Norumsgärde. I Stockholm har mängden SS ökat.

COD har inte förändrats i halt vid de två olika provtagningstillfällena vid Lyckhem medan det ökat 40 % vid Norumsgärde. I Stockholm syns en generell minskning. Vad gäller BOD och TOC i göteborgsstudien så har mängderna ökat från första till andra provtagning. Intressant är att i Göteborg ser det ut som näringsämnen och syreförbrukande ämnen har ökat från de olika provtagningstillfällena (undantaget forfor), medan det i Stockholm visar på en minskande trend. Vad orsaken till detta är är svårt att säga.

Mellan de olika mätperioderna 1988 och 2006 har den totala kvävehalten per invånare och dygn ökat mellan 15-30 %. Kvävemängden har ökat både i Göteborg och Stockholm, dock verkar ökningen vara mindre i Skarpnäck.

Mängden av fosfor har minskat per invånare. I Göteborg med mellan 25-30 % och i Stockholm med 63 %. Minskningen beror troligtvis på det nationella fosforförbudet 2008 och 2011 (*Kemikalieinspektionen, 2011*).

Resultaten i Göteborg antyder att mängden av koppar har ökat per invånare och dygn. I Stockholm verkar koppar snarare ha minskat.

Vad gäller övriga metaller så syns en klar generell minskande trend av tungmetaller både i Stockholm och Göteborg.

## 4.2 Europa, 2001

Rapporten ”Pollutants In Urban Waste Water And Sewage Sludge, Final report” (Thornton et.al, 2001) utgör en sammanställning av undersökningar gjorda runt om i Europa under ett flertal år från 1975 och fram till publicering. Källor till olika föroreningar och det uppskattade procentuella hushållsbidraget redovisas. Författarna är noga med att påpeka försiktigheten med att dra slutsatser utifrån resultaten utan mer betrakta dem som en fingervisning. Det konstateras även att det finns få studier gjorda som påvisar bidraget från hushåll till det totala inkommande till reningsverken, vilket fortfarande var fallet vid litteratursökningen till den här aktuella sammanställningen.

I den Europeiska studien återfanns undersökningarna som presenteras i tabell 9 där uppskattningar av det procentuella bidraget redovisats ”Medelvärdena i kolumnen Europa (inom parentes) redovisas även i tabell 7 och figur 26.

	Frankrike <sup>1.)</sup> 1995	Norge <sup>2.)</sup> 1997	England <sup>3.)</sup> 1994	England <sup>4.)</sup> 1996	Europa <sup>5.)</sup> 2001	Skarpnäck <sup>6.)</sup> 2010-2013
<b>Pb</b>	26	80	43	17	17-80(42)	51
<b>Cd</b>	20	40	30	-	20-40(30)	49
<b>Cu</b>	62	30	75	64	30-75(58)	51
<b>Cr</b>	2	20	18	15	2-20(14)	23
<b>Ni</b>	17	10	50	26	10-50(43)	24
<b>Zn</b>	28	50	49	46	28-50(43)	60
<b>Hg</b>	4				4	22

**Tabell 9:** Tabell över hushållens procentuella andel av metaller till reningsverk rapporterade från ett antal undersökningar utförda i Europa.

<sup>1.)</sup>ADEME, 1995

<sup>2.)</sup>SFT 97/28

<sup>3.)</sup>WRc, 1994

<sup>4.)</sup>Comber and Gunn 1996,

<sup>5.)</sup>Thornton et.al, 2001

<sup>6.)</sup>Skarpnäck 2010-13.

Den slutsatsen som man kan tillåta sig att dra utifrån dessa siffror är att hushållen står för en betydande mängd av föroreningar in till reningsverken vilket område man än tittar på i Europa.



### 4.3 Hammarby sjöstad, 2003

Rapporten ”Sammansättning på hushållspillvatten från Hammarby sjöstad: Hushållens bidrag av miljöfarliga ämnen till avloppsvattnet.” (Magnusson, 2003) är ett examensarbete utfört på ett bostadsområde i Hammarby sjöstad som var under uppbyggnad 2003 och har ett duplicerat avloppssystem där spillvatten och dagvatten avleds i separata ledningssystem. Området planerades som en miljöstadsdel med miljöanpassade byggnadsmaterial. Det ska exempelvis inte finnas vattenledningar av koppar och inga PVC-golv med ftalater som mjukgörare. Industrier saknas i det undersökta området då det under provtagningsperioden var under uppbyggnad. Detta gör det till ett idealiskt område att mäta spillvatten i och beräkna hushållens bidrag av olika ämnen som exempelvis tungmetaller.

Vatten från 600-1000 hushåll leds via pumpstationen på Båtbyggargatan vidare till Hammarby Sjöstadsverket. Prover har tagits vid pumpstationen och vid inloppet till Sjöstadsverket.

Spillvattnet har analyserats med avseende på tungmetaller, syreförbrukande ämnen och näringsämnen samt några organiska miljöföroreningar.

I tabell 7 redovisas värden från tungmetaller, syreförbrukande ämnen och näringsämnen.

Det som skiljer mest i jämförelse mellan dessa båda studier är flödet och mängderna krom och nickel. I Hammarby sjöstad skulle installationer av koppar undvikas. Det är rimligt att tro att exempelvis rostfritt stål ersatt koppar. Det kan i så fall förklara att mängden koppar är mindre och mängden krom och nickel större från Hammarby sjöstad.

Skillnaden i fosfor beror på att mätningarna gjorts före respektive efter fosfatförbudet i tvätt- och diskmedel. Övrig tillförsel av oönskade ämnen stämmer väl överens.

#### 4.4 Naturvårdsverket 1995 (Gamla schablonvärden)

I Naturvårdsverkets rapport "Vad innehåller avlopp från hushåll? –Näring och metaller i urin och fekalier samt i disk-, tvätt-, bad-, och duschvatten." (Naturvårdsverket 1995) presenteras värden som gäller som schablonvärden för att jämföra med dagens halter och se skillnader på prioriterade metaller. Värdena bygger framför allt på studier från ekobyen Tuggelite.

Tuggelite är ett område med 16 lägenheter av radhuskaraktär. För att få fram värdena så har man även analyserat prover från en skola, ett dagis och ett personalkök. Prover analyserades även från Bälinge i Uppsala som vid tiden för provtagningen hade ca 2300 personer anslutna. Man har även tittat på ett provtagningstillfälle vid Ekensberg när man utvärderat resultaten och kommit fram till schablonvärdena.

I tabell 16 finns dessa schablonvärden redovisade och även hur spridningen är från de studier som ligger till grund för framtagandet av schablonvärdena. Den stora spridningen förklaras med att olika fraktioner analyserats där till exempel urin ibland inte igår. Rapporten presenterar tydligt vilka fraktioner som analyserats var och de är även sammanställda till ett totalvärde. Utifrån detta har sen schablonvärdet viktats fram.

De många angivna mindre-än-värdena för metallanalyserna beror på den analysteknik som var tillgänglig vid tidpunkten med lägre detekterbarhet och där värden ofta rapporteras endast "under detektionsgräns (u.d)"

		NV Variation 1995	NV Schablon	Skarpnäck 1995-99	Skarpnäck 2010-13
<b>Flöde</b>	<i>l/p,d</i>	(16-265)	<b>200</b>	211	235
<b>Suspenderad substans, SS</b>	<i>g/p,d</i>	(1,6-130)	<b>43</b>	120	70
<b>Biokemisk syreförbrukning, BOD<sub>7</sub></b>	<i>g/p,d</i>	(10-242)	<b>48</b>	75	56
<b>Total Fosfor, Tot-P</b>	<i>g/p,d</i>	(0,08-2,9)	<b>2,1</b>	2,8	1,05
<b>Total kväve, Tot-N</b>	<i>g/p,d</i>	(0,8-16)	<b>13,8</b>	10	11
<b>Bly, Pb</b>	<i>mg/p,d</i>	(u.d-<7)	<b>3</b>	0,56	0,59
<b>Kadmium, Cd</b>	<i>mg/p,d</i>	(u.d-<0,6)	<b>0,6</b>	0,049	0,023
<b>Koppar, Cu</b>	<i>mg/p,d</i>	(1,1-31)	<b>7,2</b>	16	12
<b>Krom, Cr</b>	<i>mg/p,d</i>	(u.d-4,7)	<b>5</b>	0,84	0,28
<b>Kvicksilver, Hg</b>	<i>mg/p,d</i>	(u.d-<0,02)	<b>0,07</b>	0,015	0,009
<b>Nickel, Ni</b>	<i>mg/p,d</i>	(u.d-3,4)	<b>3,1</b>	1,5	0,71
<b>Zink, Zn</b>	<i>mg/p,d</i>	(1,8-88)	<b>61</b>	31	24

**Tabell 10:** Beräknad mängd föroreningar per person och i Naturvårdsverket 1995 och i Skarpnäck. I tabellen redovisas spridningen från de olika studierna som ligger till grund för framtagandet av schablonvärden.

#### 4.5 Studier som lett fram till förslag på nya schablonvärden

Det stora forskningsprojektet med titeln "Sustainable Urban Water Management" startades med syfte att jämföra alternativa vatten- och avloppssystem, framförallt vad gäller uthållighet.

Det stora projektet har publicerat en rad olika rapporter och artiklar. I detta arbetet har dessa arbeten studerats lite mer ingående: "*Slutrapport för modellstaden Urbana Enklaven*" (Jönsson, 2005) "*The characteristics of household wastewater and biodegradable solid waste—A proposal for new Swedish design values*" (Vinnerås, 2002 och 2006)

I dessa studier producerades en hel del analysdata som visar på vad hushållen bidrar med till det totala bidraget av förorenande ämnen in till reningsverken. Urban waterstudien utförde studier i två områden kallade Gebers och Vibyåsen.

Undersökningarna gjordes i olika områden som var designade för olika typer av alternativa vatten- och avloppssystem, dvs i små och begränsade områden. De två studerade områdena innehöll 84 respektive 169 anslutna personer. Urban Water studien redovisar i detalj vad hushållen bidrar med via olika fraktioner (urin, fekalier etc). De människor som väljer boende i områden med separerande system kan förväntas vara mer miljömedvetna än genomsnittsbefolkningen.

Vinnerås har gjort liknande studier och samarbetat med urban waterprojektet och har mätningar från ytterligare ett område, Ekoporten som även det är ett relativt litet område (18 lägenheter angivna, ej antal personer) och har alternativ lösning för vatten- och avloppssystem.

I Skarpnäck kommer proverna från ca 2100 invånare som ska jämföras mot Gebers ca 80, Vibyåsen ca 160 och Ekoportens anslutna 18 lägenheter.

Det omfattande arbetet som gjorts i "Urban water" (Jönsson, 2005) projektet och den forskning som bedrivits under ledning av Björn Vinnerås resulterade i en doktorsavhandling (Vinnerås 2002) och specifikt en artikel (Vinnerås, 2006) som ledde till att förslag på nya schablonvärden presenterades redovisas som en sammanställning i tabell 11.

De tidigare studierna är alla gjorda i små områden med få personer anslutna. I vår studie ingår betydligt fler invånare och ger en bättre bild av vad ett normalhushåll i ett storstadsområde genererar för bidrag till det totala bidraget från hushåll in till reningsvrket.

Underlaget till Vinnerås förslag bygger på insamling och analys av olika avloppsfraktioner var för sig. I Skarpnäck har helt enkelt det samlade spillvattnet från området analyserats.

		Variation från studier	Vinnerås Förslag 2006	Skarpnäck 2010-13
<b>Flöde</b>	<i>l/p,d</i>	112	100	235
<b>Biokemisk syreförbrukning, BOD<sub>7</sub></b>	<i>g/p,d</i>	21-28	26	56
<b>Kemisk syreförbrukning, COD<sub>Cr</sub></b>	<i>g/p,d</i>	39-72	52	122
<b>Total Fosfor, Tot-P</b>	<i>g/p,d</i>	0,6-1	2,7	1,05
<b>Total kväve, Tot-N</b>	<i>g/p,d</i>	6-11	15	11
<b>Bly, Pb</b>	<i>mg/p,d</i>	0,17-2,7	1	0,59
<b>Kadmium, Cd</b>	<i>mg/p,d</i>	0,006-0,039	0,04	0,023
<b>Koppar, Cu</b>	<i>mg/p,d</i>	4,1-10	8	12
<b>Krom, Cr</b>	<i>mg/p,d</i>	0,25-1,2	1	0,28
<b>Kvicksilver, Hg</b>	<i>mg/p,d</i>	0,001-0,01	0,004	0,009
<b>Nickel, Ni</b>	<i>mg/p,d</i>	0,24-1,18	1,2	0,71
<b>Zink, Zn</b>	<i>mg/p,d</i>	4,3-17,8	10	24

**Tabell 11:** Vinnerås värden kommer från provtagningar i 3 olika områden. Proverna är uppdelade på olika fraktioner och summerade i efterhand för att få totalinnehållet.

## 5 Diskussion och slutsatser

### 5.1 Diskussion

Hushållspillvatten från Skarpnäck har provtagits varje år under perioden 1995-2013, med undantag av 2001.

Provtagning långt upp i ledningsnätet nära brukarna är extra problematisk. Vattenflödet är ofta lågt och vattnet har ännu inte homogeniserats i någon pumpstation. Material kan ansamlas i ledningarna och antingen inte komma med vid provtagningen, eller släppa och komma med i ett allt för stort omfattning. Det har visat sig att enstaka prover kan ha helt orimliga halter och förklaringen är sannolikt att lagrat material kommit med vid provtagningen. Det är därför extra viktigt vid den här typen av undersökningar att ha många prover tagna under lång tid och från olika perioder av året. Provtagningen i Skarpnäck 1995-2013 är den längsta provtagningsserie på hushållspillvatten som vi känner till.

Halterna av SS, BOD<sub>7</sub> och COD<sub>Cr</sub> har minskat med åren under provtagningsperioden. Möjligen kan en del av minskningen i halter förklaras av större spillvattenflöden. Andelen inträngande dränvatten till ledningsnätet kan ha ökat och därmed har proverna blivit mer utspädda. De något högre flödena av avloppsvatten jämfört med försåld mängd dricksvatten indikerar att vi har en del dränvatten i avloppsnätet, men eftersom det inte finns siffror på försåld mängd dricksvatten för de första åren går det inte att avgöra om andelen dränvatten ökat.

Flera metaller föreligger i halter under analysgränsen vilket försvårar utvärdering. Vår erfarenhet är att halterna av kvicksilver och silver ofta underskattas i vattenprover. Halterna av fosfor och flera metaller i hushållspillvatten har minskat tydligt under mätperioden. Det stämmer i stort med utvecklingen i Henriksdals reningsverk där halter och mängder av fosfor och flera metaller också har minskat.

Fosfor har minskat mer än många metaller i hushållspillvatten vilket medför att kvoten metall/fosfor har ökat, även fast metallhalterna har minskat. Kvoten kadmium/fosfor låg under 1995-1999 på ca 17 mg Cd/kg P. De senaste åren 2010-2013 ligger kvoten på ca 22. Både i certifieringssystemet Revaq och i förslaget till ny slamförordning fokuseras det mycket på kadmium och kvoten metall/fosfor är ett viktigt mål och mått. Med minskande fosforhalter blir det mycket svårt att klara kommande krav, även när mängden kadmium fortsätter att minska.

Hushållspillvattnets andel av föroreningarna in till Henriksdals reningsverk redovisas i tabell 6 och figur 25. Hushållens andel beräknas till runt 50 % för fosfor, kadmium och flera andra metaller. Det kan tyckas att hushållspillvattnets andel är relativt liten och att det då måste finnas andra stora källor. Några förklaringar diskuteras i nedanstående stycken.

De som bor i Skarpnäck, liksom i de flesta andra områden, tillbringar en stor del av tiden på annan plats än i hemmet. Det kan vara på arbetet, i skolan, på resa osv. De föroreningar som genereras vid dessa tillfällen kommer inte med i mätningarna av hushållspillvattnet. De mängder föroreningar per person och dygn som presenteras i rapporten omfattar bara det vi

ger upphov till i hemmet. Den totala mängden föroreningar per person och dygn är alltså större än enbart från hushåll som presenteras här.

Till Henriksdals reningsverk var 782 600 personer anslutna 2012. Förutom de som är mantalsskrivna i Henriksdals upptagningsområde pendlar dagligen många människor in till och ut från Stockholm. Det är dock betydligt fler som bor utanför Stockholm men arbetar eller studerar i staden. Dessa personer genererar också vatten hushållsliknade karaktär och bidrar till de totala mängderna i Henriksdals reningsverk. Det bidraget ingår inte heller i hushållens andel i denna undersökning.

Bidraget till reningsverken från spillvatten med liknade karaktär som hushållspillvatten, är alltså betydligt större än vad som presenteras i tabell 6 och figur 25, hur mycket större är dock svårt att beräkna. Resterande mängd föroreningar kan komma från industrier och andra verksamheter, dagvatten, dräneringsvatten m.m.

## 5.2 Slutsatser

- Det finns stora osäkerheter vid provtagning långt upp i ledningsnätet där flödet är litet och materialet ännu inte homogeniserats.
- Det är viktigt med många provtagningar och långa mätserier. Enstaka prover kan avvika mycket från det normala.
- Mängden spillvatten ligger på 235 l/p,d som genomsnitt under perioden 2010-2013. Det stämmer väl med mängden levererat dricksvatten.
- Halterna av suspenderad substans och organiskt material har minskat under mätperioden 1995-2013.
- Fosforhalten i spillvattnet har minskat under mätperioden. Kvävehalten har inte förändrats nämnvärt. Fosfor minskar tydligt efter fosfatförbudet i tvättmedel 2008.
- Halterna av de flesta metallerna har minskat tydligt under mätperioden. Undantaget är zinkhalten som ökat något.
- Halterna av kvicksilver, silver, kobolt, antimon och volfram ligger ofta under analysgränsen, vilket gör resultaten och beräkningarna för dessa metaller mer osäkra.
- Fosfor har minskat mer än flera metaller. Det medför att kvoten metall/fosfor i många fall har ökat i hushållspillvattnet. Som exempel låg kvoten kadmium/fosfor i spillvattnet på 17 mg Cd/kg P under åren 1995-1999 och på 22 mg Cd/kg P åren 2010-2013.

- Bly, kadmium, koppar och zink är metaller där hushållspillvattnet står för en stor andel av metallerna in till Henriksdals reningsverk, mer än 50 %.
- För krom, nickel, kobolt och volfram beräknas hushållspillvattnets bidrag till Henriksdal vara relativt litet, mindre än 25 %.
- Studien visar att schablonvärdena för många av de undersökta ämnena behöver uppdateras.

## 6 REFERENSER

- ADEME. 1995a. Les micropollutants métalliques dans les boues résiduaires des stations d'épuration urbaines, Pages 17-79 (2).
- ADEME. 1995b. Les micropollutants organiques dans les boues résiduaires des stations d'épuration urbaines, Pages 26-32 (3).
- Agduhr Eronen, S. 2010. Substansflödesanalys av tungmetaller i avloppssystemet. Nytt verktyg testat på Sigtuna och Solna kommuner. Examensarbete. UPTEC W10 021.
- Amneklev, J. 2014, Strategier att reducera silver och vismut i urbant avloppsvatten, SVU 2014-10.
- Andersson, Å. 2005. Stockholm vatten, Provtagning av spillvatten, Skarpnäck. Sammanställning av mätdata 1995-2004 , MI-0501.
- Berg, C. 2014 Stockholm vatten, Kvaliteétsdeklaration Norsborg 2013 ,Vattenkvalitet vid Norsborgs vattenverk 2013, Analysrapport Kvalitet Norsborg 2013.
- Berg, C. 2014. Stockholm Vatten, Kvaliteétsdeklaration Lovö 2013, Vattenkvalitet vid Lovö vattenverk 2013, Analys rapport, Kvalitet Lovö 2013.
- Comber, SDW and Gunn, AM .1996 - Heavy metals entering sewage treatment works from domestic sources J.CIWEM 10 137-142UK, Comber and Gunn 1996.
- Gryaab. 1989. Provtagningar i referensområden 1988, Hushållspillvatten Etapp I, 1989:2.
- Gryaab. 2008, Provtagningar i referensområden 2006/2007, Hushållspillvatten Del 1, 2008:6.
- Gryaab. 2008. Jämförelse av provtagning i referensområden 1988 och 2006/2007, Hushållspillvatten Del 2, 2008:7.
- Johansson, P. Stockholm Vatten , Provtagning av hushållspillvatten 2007-2013, mProv konsult.
- Johnsson, C, 2001. Flödesanalys av spårelement från källa till slam, Examensarbete, Institutionen för geovetenskaper, Luft-, vatten och landskapslära, Uppsala Universitet, UPTEC W11 020.



- Jönsson, H. Ashbolt, N. Baky, A. Drangert, J-O. Krantz, H. Kärrman, E. Ledin, A. Ottosson, J. Almqvist (tidigare Palmqvist), H. Westrell, T. Vinnerås, B. 2005. Slutrapport för modellstaden Urbana Enklaven, Svenskt Vatten, SVU 2005-8.
- Kemikalieinspektionen, 2011. PM KEMI 2011, (websidor),  
<http://www.kemi.se/sv/Innehall/Nyheter/Fosfater-i-maskindiskmedel-begransas>  
(2008), <http://www.regeringen.se/sb/d/10349/a/99552> (2011).
- Kemikalieinspektionen, 2014, KEMI 2014, Personliga samtal och mejl från Agneta Bergström, SVAB.
- Lagerkvist, R. 1999-2014. Stockholm Vatten, Metallbalans 1999-2013, Metallbalans, internt dokument, excelfil.
- Lagerkvist, R. Stockholm Vatten, Metallbalans 1999-2013, Metallbalans, förklaringar, , internt dokument, AB 1999-2013.
- Lind, A. 2009. Svenskt vatten,. P95-Råd vid mottagande av avloppsvatten från industri och annan verksamhet.
- Lindgren, M. 2009. Stockholm Vatten, Vismut och volfram i slam. En riskutvärdering av vismut och volframs miljö- och hälsoeffekter vid slamspridning med slam från Bromma och Henriksdals reningsverk. 10SV135.
- Lindh, K. 2006, Rent avlopp Hammarby sjöstad. En studie om : -avloppsvatten från den miljöinriktade stadsdelen Hammarby sjöstad och om information kan påverka hushållens bidrag av främmande ämnen till avloppet. Proj. Stockholm Vatten Pub nr 28; R nr 06-2006.
- Magnusson, J. 2003. Sammansättning på hushållspillvatten från Hammarby Sjöstad: Hushållens bidrag av miljöfarliga ämnen till avloppsvattnet. (Examensarbete), 2003:292CIV, LTH.
- Naturvårdsverket. 1989. Allmänna råd, Biologisk-Kemisk karakterisering av industriavloppsvatten. Tillämpning vid provning och tillsyn av miljöfarlig verksamhet. NV AR 89:5.
- Naturvårdsverket. 1995. Vad innehåller avlopp från hushåll? NV 4425.
- Naturvårdsverket. 2002. Metaller i stad och Land: Miljöproblem och åtgärdsstrategier. NV 5184.

- Naturvårdsverket. 2005. Höga halter av miljöfarliga ämnen i miljön: Resultat från miljöövervakningens Screeningprogram 1996-2003. NV 5449.
- Naturvårdsverket, 2010, Aktionsplan för återföring av fosfor ur avloppsslam: Huvudrapport till Bra slam och fosfor i kretslopp. NV 5214. Dnr 525-205-09.
- Nilsson, B. 2004. Källor till tenn i avloppsslam och avloppsvatten. (Examensarbete) SVAB Rnr 20-2004.
- NFS 2014:X<sup>1)</sup>. 2014(Förslag). Naturvårdsverkets föreskrifter om rening och kontroll av utsläpp av avloppsvatten från tätbebyggelse. *(Dessa föreskrifter träder i kraft den 1 januari 2015, då Naturvårdsverkets föreskrifter (SNFS 1990:14) om kontroll av utsläpp till vatten- och markrecipient från anläggningar för behandling av avloppsvatten från tätbebyggelse och Naturvårdsverkets föreskrifter (SNFS 1994:7) om rening av avloppsvatten från tätbebyggelse upphör att gälla.)*
- Palmqvist, H och Viklander, M. 2002. Kartläggning av ovanliga metaller i olika delar av avloppsflöden. Avd VA-teknik Luleå tekniska högskola.
- SFS 1998:944
- SFT-Norwegian Pollution Control Authority. 1997b. 97:28. Sources of heavy metals in municipal wastewater-households.Norge, SFT report 97/28.
- Sternbeck, J och Östlund, P. 1999. Nya metaller och metalloider i samhället, IVL B 1332.
- Stockholm Vatten AB. 1990. Avloppsvatten från hushåll.
- Stockholm Vatten AB. 2013. Hjälp oss att få ett renare vatten! Riktlinjer för avloppsvatten från industrier och andra verksamheter. Broschyr.
- Svenskt vatten. 2007. Avloppsteknik 1, Läromedel. U1 2007-05.
- Svensson, A. Viktor, T. Palm-Cousins, A. Kaj, L. Woldegiorgis, A. Broström- Lundén, E. Thelle Uggerud, H.et .al, 2008 , Results from the Swedish National screening programme 2007. Sub report 5: Silver, IVL B 1826.
- Söderberg, L. 2014. Regler för certifieringssystemet REVAQ- Återvunnen växtnäring, Utgåva 2.2.2, 2014-01-01.
- Sörme, L och Lagerqvist, R. 2002. Sources of heavy metals in urban wastewater in Stockholm, The Science of the Total Environment 298 (2002) 131–145.

- Sörme, L. 2002/2006. Miljöförvaltningen. Bly i Stockholm 2002/2006, Bly i Stockholm 2002 - En substansflödesanalys, Mål 2: Säkra varor.
- Thornton, I. Butler, D. Docx, P. Hession, M. Makropoulos, C. McMullen, M. Nieuwenhuijsen, M. Pitman, A. Rautiu, R. Sawyer, R. Smith, S. White, D. Wilderer, P. Paris, S. Marani, D. Braguglia, C. Palerm, J. 2001. Pollutants in urban waste water and sewage sludge, EC-2000/60EC.
- Wall, E. 2002. Kadmium i hushållsvatten, (Examensarbete och bilagor) KTH/SVAB R nr 09-2002.
- Vinnerås, B. Palmquist, H. Balmér, P. Jönsson, H. 2006. The characteristics of household wastewater and biodegradable solid waste: A proposal for new Swedish design value, Urban Water Journal, Vol. 3, No. 1, March 2006, 3 – 11.
- Vinnerås, B. 2002, Doktorsavhandling, Agrea 353
- WRc .1994. Diffuse sources of heavy metals to sewers, final report to the Department of the Environment DoE 3624, June 1994. UK.

## Bilaga 1 Fastighetsbeteckningar

Lista över fastigheter i det aktuella provtagningsområdet i Skarpnäck:

<b>Fastighetsbeteckning:</b>	<b>Adress:</b>	<b>Antal personer:</b>
<b>FLYGRESAN 3</b>	Pilvingegatan 3	276
<b>FLYGRESAN 4</b>	Pilvingegatan 9	36
<b>PILVINGEN 2</b>	Skarpnäcks Allé 34	109
<b>PILVINGEN 1</b>	Flyghamnsgatan 1	239
<b>FLYGMEKANIKERN 1</b>	Pilvingegatan 41-115	51 (NY 2006)
<b>FLYG TRAFIKEN 1</b>	Flyglärargatan 2	329
<b>FLYGHAMNEN 1</b>	Pilvingegatan 22	227
<b>FLYGPLANET 1</b>	Flyghamnsgatan 6	351
<b>FLYGSTYRMANNEN 1</b>	Pilvingegatan 23	350
<b>FLYGVÄRDINNAN 1</b>	Pilvingegatan 48	<u>276</u>
	<b>SUMMA:</b>	<b>2244</b>

Lista över lokaler med affärsverksamhet i april 2014:

<b>Fastighetsbeteckning:</b>	<b>Adress:</b>	<b>Företag:</b>
<b>FLYGTRAFIKEN 1</b>	Flyglärargatan 6	Stranbergs ekonomibyrå
<b>FLYGRESAN 3</b>	Flyglärargatan 5	Getingfilm
<b>FLYGTRAFIKEN 1</b>	Skarpnäcks allé 18	Baby gogreen
<b>FLYGTRAFIKEN 1</b>	Skarpnäcks allé 18	Privat
<b>FLYGTRAFIKEN 1</b>	Skarpnäcks allé 18	Privat
<b>FLYGTRAFIKEN 1</b>	Skarpnäcks allé 18	Privat
<b>FLYGTRAFIKEN 1</b>	Skarpnäcks allé 22	Darin pizza
<b>FLYGTRAFIKEN 1</b>	Skarpnäcks allé 22	Alternativ press
<b>PILVINGEN 1</b>	Skarpnäcks allé 24	ICA
<b>PILVINGEN 1</b>	Skarpnäcks allé 24	Post
<b>PILVINGEN 1</b>	Skarpnäcks allé 30	Förskola vingen
<b>PILVINGEN 2</b>	Skarpnäcks torg 8	Stockholmshem
<b>PILVINGEN 2</b>	Skarpnäcks torg 5	Flextouch
<b>PILVINGEN 2</b>	Skarpnäcks torg 5	Grill o kebab
<b>PILVINGEN 2</b>	Skarpnäcks torg 5	Sushi
<b>FLYGPLANET 1</b>	Horisontv 39	Alvisol AB
<b>FLYGPLANET 1</b>	Horisontv 39	Sla ab
<b>FLYGPLANET 1</b>	Horisontv 33	Privat
<b>FLYGPLANET 1</b>	Horisontv 33	L Colliander Städ
<b>FLYGPLANET 1</b>	Flyghamns g 4	Prokbygg
<b>PILVINGEN 1</b>	Flyghamns g 1	Sveriges kommunistiska parti
<b>PILVINGEN 1</b>	Pilvingegatan 8	Tobukalstäd
<b>FLYGHAMNEN 1</b>	Skarpnäcks allé 19	Städ
<b>FLYGHAMNEN 1</b>	Skarpnäcks allé 19	Tai chi
<b>FLYGHAMNEN 1</b>	Skarpnäcks allé 19	Kontorsproffs
<b>FLYGHAMNEN 1</b>	Skarpnäcks allé 21	Musik
<b>FLYGHAMNEN 1</b>	Pilvingegatan 28	Privat

---

<b>FLYGSTYRMANNEN 1</b>	Pilvingegatan 27	Privat
<b>FLYGVÄRDINNAN 1</b>	Pilvingegatan 48	Aq land o hav
<b>FLYGVÄRDINNAN 1</b>	Pilvingegatan 48	Mik Er Entr p o konsukt
<b>FLYGVÄRDINNAN 1</b>	Pilvingegatan 48	Studio
<b>FLYGVÄRDINNAN 1</b>	Pilvingegatan 42	Städ
<b>FLYGVÄRDINNAN 1</b>	Pilvingegatan 42	Stä o radera
<b>FLYGVÄRDINNAN 1</b>	Pilvingegatan 42	Buisness
<b>FLYGSKOLAN 1</b>	Pilvingegatan 32	Skola
<b>FLYGSKOLAN 1</b>	Pilvingegatan 32	Fritids

---

## Bilaga 2 Analyismetoder

### BILAGA 2-1. ANALYSMETODER – Skarpnäck

2-1. Använda analyismetoder 1995-2008, Pionjärkvarteren Skarpnäck (Mätosäkerhet ej angiven lättillgängligt). Analyser efter 2007 är presenterade i separata rapporter utförda av mProv som lämnat proverna till Eurofins och där finns aktuella analyismetoder presenterade.

Parameter :	Metod:	Lab:	År
SS.	SS EN ISO 872-1	SVAB	1996-2008
BOD <sub>7</sub>	SS 028143-2 mod. och SS EN 25814-1	SVAB	1995-2008
COD <sub>Cr</sub>	SS 028142-2 mod.	SVAB	1995-2008
Tot-P	SS 028127-2 SS028150-2, EN-ISO 118815-1	SVAB	1995-2000 2000-2008
NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub>	SS EN ISO 13395/ASN 143-02/90 mod.	SVAB	1995-2008
Kjeldahl-N	AN 300/ASN 3503	SVAB	1995-2008
Tot-N	Beräknad, Kjeldahl-N + NO <sub>2,3</sub>	SVAB	1995-2008
Oljeindex	GC/FID	IVL, SWECO	1995-2000
Tot. ext. alf. HC	FTIR	IVL, SWECO	1995-2000
Tot. ext. arom. HC	FTIR	IVL, SWECO	1995-2000
Opol. al. HC	FTIR	IVL, SWECO	1995-2000
Opol. arom. HC	FTIR	IVL, SWECO	1995-2000
Fett	FTIR	IVL, SWECO	1995-2000
Nonylfenol	Uppgift saknas	Uppgift saknas	1998, 2000, 2006
Zink	SS028150-2, EN-ISO 11885-1	SVAB	1995-2008
Bly	SS028184-1, 83-1	SVAB	1995-2008
Kobolt	SS028184-1, 83-1	SVAB	1995-2008
Kadmium	SS028184-1, 83-1	SVAB	1995-2008
Nickel	SS028150-2, EN-ISO 11885-1 samt SS028184-1, 83-1	SVAB	
Mangan	SS028150-2, EN-ISO 11885-1	SVAB	2004, 2005
Krom	SS028184-1, 83-1	SVAB	
Koppar	SS028150-2, EN-ISO 11885-1	SVAB	
Silver	SS028184-1, 83-1	SVAB	2002-2008
Kvicksilver	SS028175-1 mod	SVAB	
Molybden	SS028150-2, EN-ISO 11885-1	SVAB	2003-2008
Arsenik	EPA 200.7 och 200.8 mod.	Analytica	2005 och 2007
Antimon	EPA 200.7 och 200.8 mod.	Analytica (SVAB, oack.)	2003-2008
Tenn	EPA 200.7 och 200.8 mod.	Analytica (SVAB, oack.)	2003-2008
Volfram	Sandvik Coromant´s metod	Analytica (SVAB, oack.)	2003-2008
Nitr. hämn. 50% inbl.	Screeningmetod från VKI	SVAB	1997-2004

**Provtagningsperioder 1995-2013:**

<u>År:</u>	<u>Månad:</u>	<u>Dagar:</u>	<u>Veckor:</u>
<b>1995</b>	September/Oktober	20-26	v.38
		27-03	v.39
<b>1996</b>	Juni	01-07	v.22
		08-14	v.23
<b>1997</b>	September	12-18	v.37
		19-25	v.38
<b>1998</b>	Oktober	05-11	v.41
	December	12-18	v.50
<b>1999</b>	December	07-13	v.49
		14-20	v.50
<b>2000</b>	Maj	16-22	v.20
	Juni	20-26	v.25
<b>2002</b>	April	15-21	v.16
		22-28	v.17
<b>2001</b>	<i>Ej</i>	<i>Ej</i>	<i>Ej</i>
	<i>Ej</i>	<i>Ej</i>	<i>Ej</i>
<b>2003</b>	Maj	12-18	v.20
		19-25	v.21
<b>2003</b>	November	03-09	v.45
		10-16	v.46
<b>2004</b>	Juni	07-13	v.24
		14-20	v.25
<b>2004</b>	November	08-14	v.46
		15-21	v.47
<b>2005</b>	Maj/Juni	23-29	v.21
		30-05	v.22
<b>2005</b>	Oktober/November	24-30	v.43
		31-06	v.44
<b>2006</b>	Oktober	09-15	v.41
		16-22	v.42
<b>2007</b>	Juni	04-10	v.23
		11-17	v.24
<b>2007</b>	September	03-09	v.36
		10-16	v.37
<b>2008</b>	Mars/April	31-06	v.14
		07-13	v.15
<b>2009</b>	Juni	08-14	v.24
		15-21	v.25
<b>2010</b>	Juni	07-13	v.23
		14-20	v.24
<b>2011</b>	September	12-18	v.37
		19-25	v.38
<b>2012</b>	Maj	07-13	v.19
		14-20	v.20
<b>2013</b>	September	16-22	v.38
		23-29	v.39

### Bilaga 3 Analysresultat 1995-2013

Parameter	Enhet	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2002							
Flöde, vattenvolym totalt	m <sup>3</sup>	3300	3401	3136	3110	2734	3059	2665	2755	2445	2883	2477	2364	3085	3085
Flöde, vattenvolym/dygn	m <sup>3</sup> /d	471	486	448	444	391	437	381	394	349	412	354	338	360	307
Flöde/person/dygn	l/p*d	236	243	224	222	195	219	190	197	175	206	177	169	180	153
Suspenderad substans, SS	mg/l			460	540	960	390	670	880	500	370	260	410	250	300
Biokemisk syreförbr, BOD <sub>7</sub>	mg/l	260	260	270	340	560	360	470	470	340	290	210	3200		
Kemisk syreförbr, COD <sub>Cr</sub>	mg/l	530	570	560	680	1000	790	1300	1500	490	440	500	4200	530	650
Totalt organiskt kol, TOC	mg/l														
BOD/COD-kvot		0,49	0,46	0,48	0,50	0,56	0,46	0,36	0,31	0,69	0,66	0,42	0,76	0,48	0,48
Fosfor, tot-P	mg/l	8,8	9,2	10	12	22	11	21	25	9	7,4	8,7	11	8,8	11,9
Kväve, tot-N	mg/l	51	51	9	9	78	64	85		55	51	58	65	57	60
Kjeldahl-N	mg/l			8	8,7	77	63	85	83	55	51	58	65	57	60
Nitrit+nitrat, NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub>	mg/l			1,3	0,3	1,4	1,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,1	0,1	<0,5	<0,5
Bly, Pb	µg/l	3	3	3	4	3	2	2	2	2	2	2	16	13	5
Kadmium, Cd	µg/l	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,1	0,2	0,2	1	0,2
Kobolt, Co	µg/l														
Koppar, Cu	µg/l	66	61	71	62	100	68	98	110	74	61	68	94	31	85
Krom, Cr	µg/l	4	4	3	4	5	4	4	5	3	4	6	3	8	3
Kvicksilver, Hg	µg/l	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,05	0,09
Nickel, Ni	µg/l	5	5	6	5	7	6		8	12	11	5	5	6	7
Silver, Ag	µg/l														<0,1
Zink, Zn	µg/l	70	84	93	97	230	170	290	300	92	95	85	160	270	95
Antimon, Sb	µg/l														
Tenn, Sn	µg/l														
Volfram, W	µg/l														
Molybden, Mo	µg/l														
Vismut, Bi	µg/l														
Mangan, Mn	µg/l														
Arsenik, As	µg/l														
Nitrifikationshämn. 50% inbl.	mg/l					<20	<20	<20	<20	<20		<20	58	<20	<20
Oljeindex	mg/l														
Tot. extr. alifater, HC	mg/l	13	13	11	4,9	9	11	16	10			29	12		
Tot. extr. aromater, HC	mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	1,5			9	12		
Opolära alifater, HC	mg/l	1,2	1,3	0,24	0,1	0,19	0,19	0,68	2,6			2,3	3,2		
Opolära aromater, HC	mg/l					0,05	0,05					0,05	3		
Fett	mg/l			11	4,8	93	74	12	14			48	26		
Nonylfenol, NF	µg/l						1		0,05			1,2	0,8		



Parametrar	Enhet	2003				2004				2005				2006	
Flöde, vattenmängd totalt	m <sup>3</sup>	3085	3085	2670	2658	2821	3190	3085	3085	2876	1596	1569	2881	3085	3085
Flöde, vattenmängd/dygn	m <sup>3</sup> /d	442	442	381	380	403	456	450	450	411	399	224	412	442	442
Flöde/person/dygn	l/p*d	211	211	191	190	202	228	225	225	205	199,5	112	206	221	221
Suspenderad substans, SS	mg/l				320	370	430							2600	3400
Biokemisk syreförbr, BOD <sub>7</sub>	mg/l				360	340	250							1800	1800
Kemisk syreförbr, COD <sub>Cr</sub>	mg/l			770	1400	750	460								
Totalt organiskt kol, TOC	mg/l														
BOD/COD-kvot		0,48	0,48	0,48	0,26	0,45	0,54	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Fosfor, tot-P	mg/l			12	23	12	9,6	11	11	8,7	7,4	9,9	9,1	47	33
Kväve, tot-N	mg/l			67	85	66	54					55	57	160	120
Kjeldahl-N	mg/l			67	85	66	54					55	57	160	120
Nitrit+nitrat, NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub>	mg/l			<0,5	<0,5	<0,5	<0,5					<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bly, Pb	µg/l	7	4	2	5	5	5	9	11	1	2	4,8	3,3	5,7	5,7
Kadmium, Cd	µg/l	0,3	0,2	0,08	0,3	0,2	0,07	0,2	5	0,2	0,4	0,3	0,2	1,1	1,1
Kobolt, Co	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,6	3,5	3,5
Koppar, Cu	µg/l	110	100	78	180	70	65	130	130	70	62	88	71	140	140
Krom, Cr	µg/l	2	2	1	2	2	2	3	3	3	2	3	2	5,7	5,7
Kvicksilver, Hg	µg/l	0,06	0,2	0,05	0,07	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,05	0,05	2	2
Nickel, Ni	µg/l	6	5	4	6	4	5	12	9	6	5	6	5	20	20
Silver, Ag	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3			0,4	0,4
Zink, Zn	µg/l	82	74	83	300	130	76	150	99	57	74	78	73	800	800
Antimon, Sb	µg/l	0,29	0,262			0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,85
Tenn, Sn	µg/l	2,62	1,56			3	2	2	2	3	3	3,4	2,8	28	28
Volfram, W	µg/l	0,5	0,5			0,5	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	0,5	0,5
Molybden, Mo	µg/l	1,38	1,28	10	10					2	2	2,5	1,9	6,2	6,2
Vismut, Bi	µg/l														
Mangan, Mn	µg/l							57	47			25	25		
Arsenik, As	µg/l									1	0,8				
Nitrifikationshäm. 50% inbl.	mg/l					<20	<20								
Oljeindex	mg/l													20	20
Tot. extr. alifater, HC	mg/l														
Tot. extr. aromater, HC	mg/l														
Opolära alifater, HC	mg/l														
Opolära aromater, HC	mg/l														
Fett	mg/l													310	310
Nonylfenol, NF	µg/l													1,2	1,2

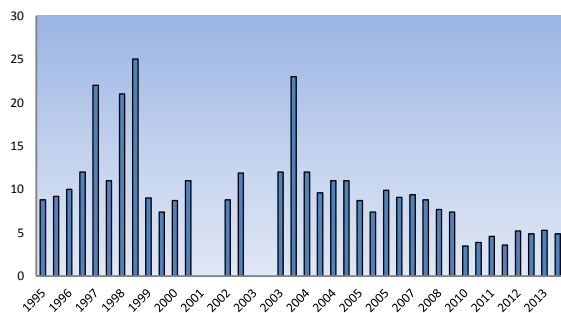
Parameter	Enhet	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013			
Flöde, vattenmängd totalt	m <sup>3</sup>	2565	2673	3549	3446	2200	3158	3442	3158	3888	3449	3841	3586	3325	3136	3395	3353
Flöde, vattenmängd/dygn	m <sup>3</sup> /d	378	382	505	490	440	451	492	451	555	493	549	512	475	448	485	479
Flöde/person/dygn	l/p*d	189	191	252	245	207	212	231	212	261	231	258	241	223	210	228	225
Suspenderad substans, SS	mg/l						900	210	290	250	330	260	350	250	320	320	
Biokemisk syreförbr, BOD <sub>7</sub>	mg/l	590	520	230	200	280	320	1300	170	220	210	250	150	390	240	300	170
Kemisk syreförbr, COD <sub>Cr</sub>	mg/l	1500	1100	430	390	550	610	2600	370	370	470	540	430	700	650	630	420
Totalt organiskt kol, TOC	mg/l	480	490	130	120	150	170	580	120	130	160	180	120	210	180	180	120
BOD/COD-kvot		0,39	0,47	0,53	0,51	0,51	0,52	0,50	0,46	0,59	0,45	0,46	0,35	0,56	0,37	0,48	0,40
Fosfor, tot-P	mg/l	41	56	9,4	8,8	7,7	7,4	46	60	3,5	3,9	4,6	3,6	5,2	4,9	5,3	4,9
Kväve, tot-N	mg/l		170	54	53	57	55	210	270	42	42	50	47	50	50	52	49
Kjeldahl-N	mg/l		170	54	53	57	55	210	270	42	42	50	47	50	50	52	49
Nitrit+nitrat, NO <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub>	mg/l		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,05	0,05		0,05	0,05	0,05
Bly, Pb	µg/l	4,3	4,2	3	1,9	2,6	1,9	7,1	6,4	2,5	3,1	1,2	0,92	5,1	6,2	0,96	0,87
Kadmium, Cd	µg/l	0,7	0,9	0,2	0,2	0,1	0,7	2,3	1,7	0,079	0,1	0,12	0,091	0,14	0,099	0,084	0,076
Kobolt, Co	µg/l	5,9	4,1	0,6	0,6	<0,5	0,4	2,2	2,9	0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Koppar, Cu	µg/l	170	210	58	55	52	50	190	250	40	47	59	54	55	43	59	46
Krom, Cr	µg/l	4,3	6,9	2,1	2,1	2	2,1	6,4	8,2	1,1	1,2	1,2	1,4	1,4	1,4	1	0,84
Kvicksilver, Hg	µg/l	0,3	0,1	0,3	0,05	<0,05	<0,05	0,4	0,5	0,06	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nickel, Ni	µg/l	18	19	5,2	4,8	3,6	3,6	24	27	2,7	2,5	3,6	3,8	3,1	2,8	2,8	3
Silver, Ag	µg/l	0,7	0,8	0,3	0,8	0,5	<0,5	1,2	1,5	0,5	0,57	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Zink, Zn	µg/l	840	880	100	170	85	100	1300	1600	66	93	110	110	110	120	140	77
Antimon, Sb	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	0,75	0,9	0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tenn, Sn	µg/l	8,8	14	2	5,6	1	0,6	6,1	1,8	1,5	1,4	1,7	1,4	1,9	1,4	2,2	0,93
Volfram, W	µg/l	1,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,87	1,8	0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Molybden, Mo	µg/l	6,6	7,2	1,7	4,7	1,5	1,3	8,9	12	1,4	1,6	1,7	1,7	1,7	1,4	1,6	1,2
Vismut, Bi	µg/l							2,17	3,4	0,53	0,78	0,61	0,59	1,1	0,86	<0,05	0,67
Mangan, Mn	µg/l																
Arsenik, As	µg/l	1,4	1,4														
Nitrifikationshäm. 50% inbl.	mg/l																
Oljeindex	mg/l																
Tot. extr. alifater, HC	mg/l																
Tot. extr. aromater, HC	mg/l																
Opolära alifater, HC	mg/l																
Opolära aromater, HC	mg/l																
Fett	mg/l																
Nonylfenol, NF	µg/l																



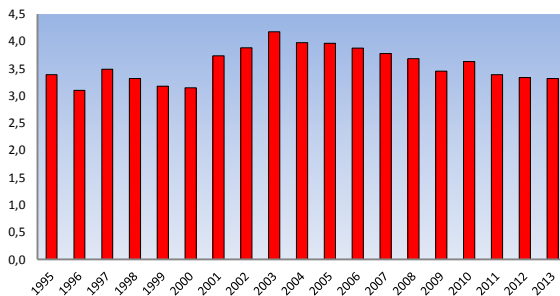
## Bilaga 4 Trenddiagram

Nedan visas diagram som jämför halterna i spillvatten från prover tagna i Skarpnäck under åren 1995-2013 med halterna i slam från Henriksdals reningsverk för att få en uppfattning om huruvida de minskade halterna av tungmetaller visas både i inkommande vatten och slam. Ökningen av fosfor i slam 2001-2003 kan beror på byte av analysmetod.

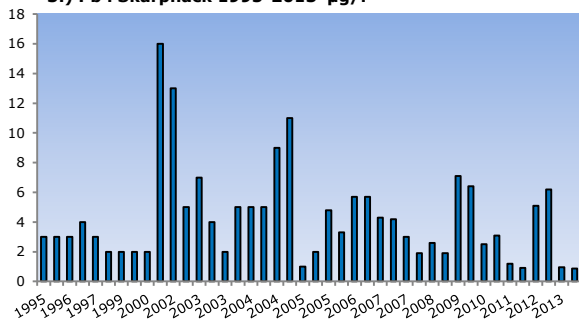
1.) Tot-P i Skarpnäck 1195-2013 mg/l



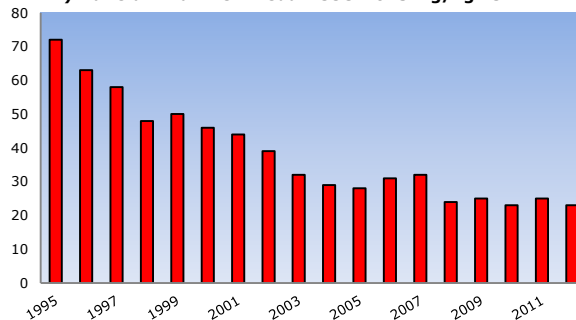
2.) Tot-P i slam från sickla 1995-2013 mg/kg TS



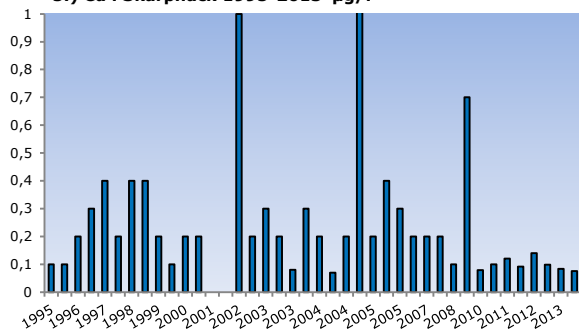
3.) Pb i Skarpnäck 1995-2013 µg/l



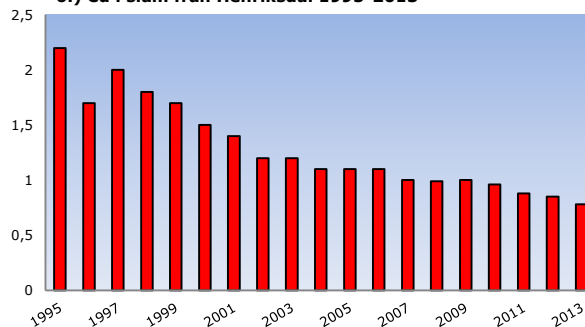
4.) Pb i slam från Henriksdal 1995-2013 mg/kg TS



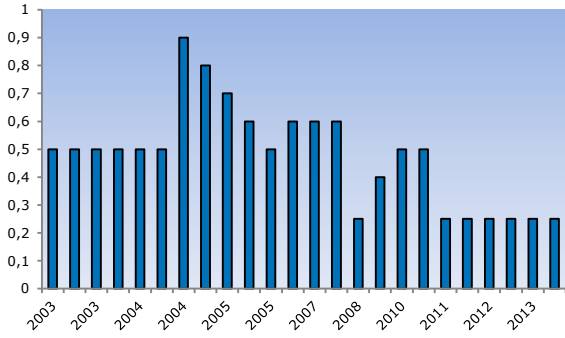
5.) Cd i Skarpnäck 1995-2013 µg/l



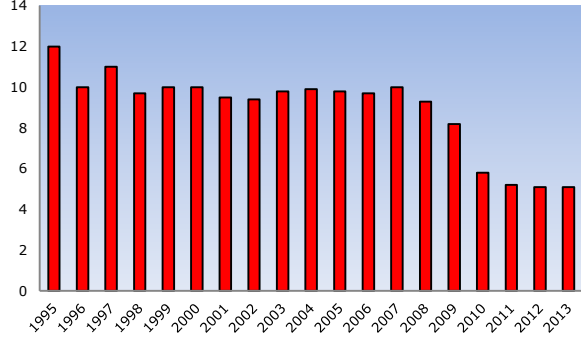
6.) Cd i slam från Henriksdal 1995-2013



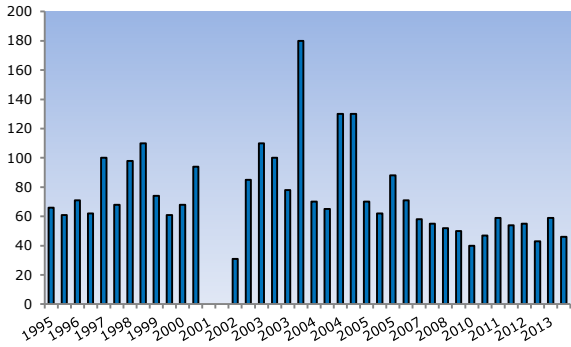
7.) Co i Skarpnäck 1995-2013 µg/l



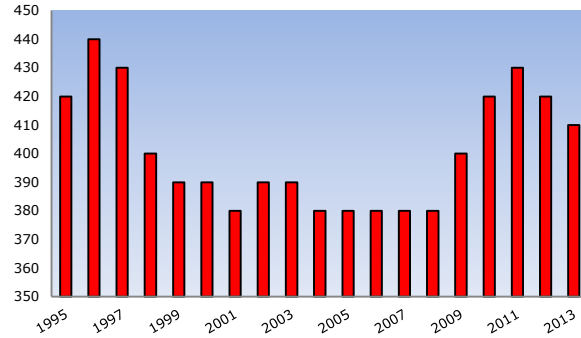
8.) Co i slam från Henriksdal 1995-2013



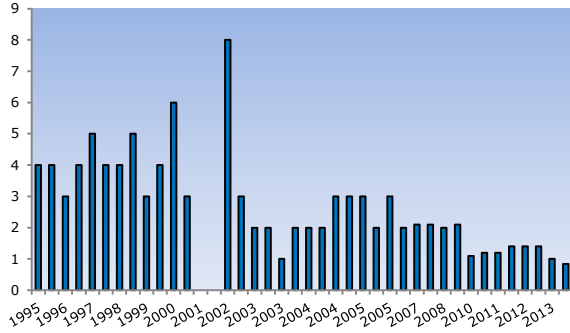
9.) Cu i Skarpnäck 1995-2013 µg/l



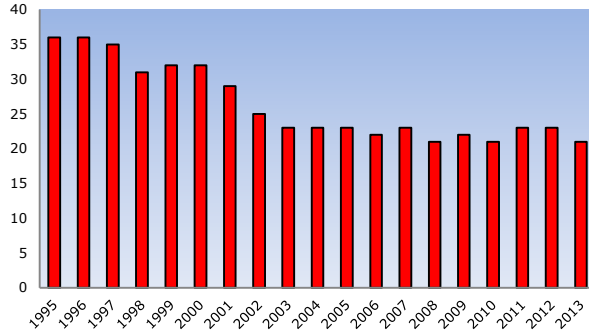
10.) Cu i slam från Henriksdal 1995-2013



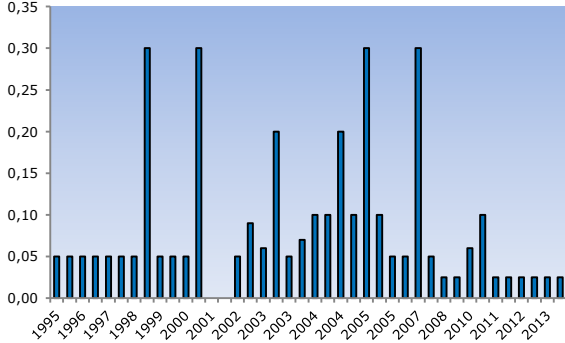
11.) Cr i Skarpnäck 1995-2013 µg/l



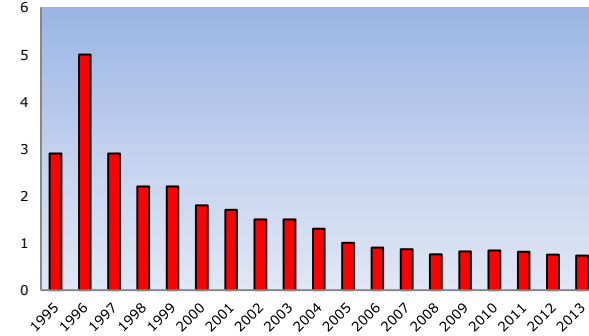
12.) Cr i slam från Henriksdal 1995-2013

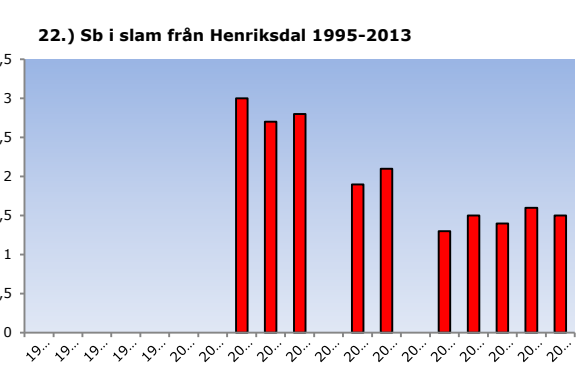
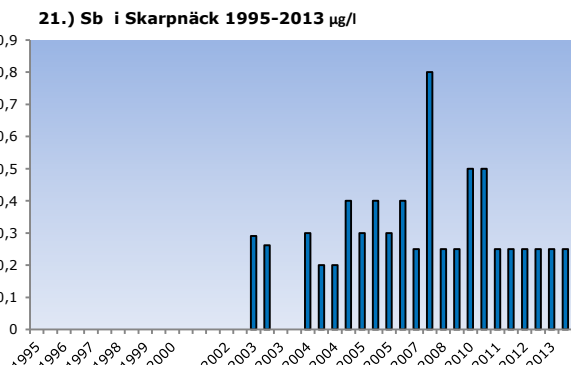
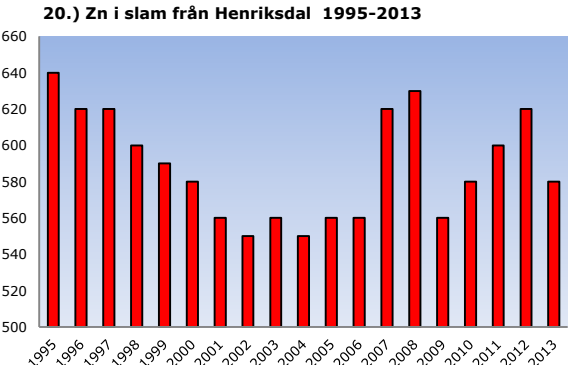
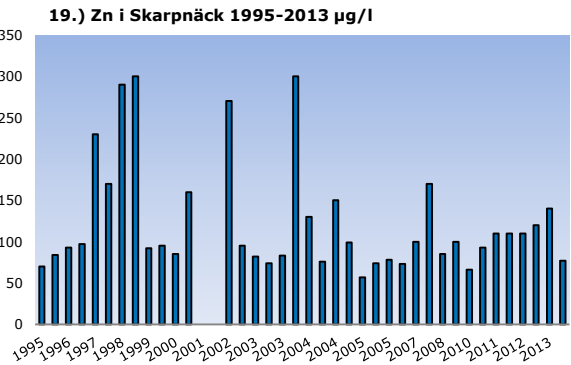
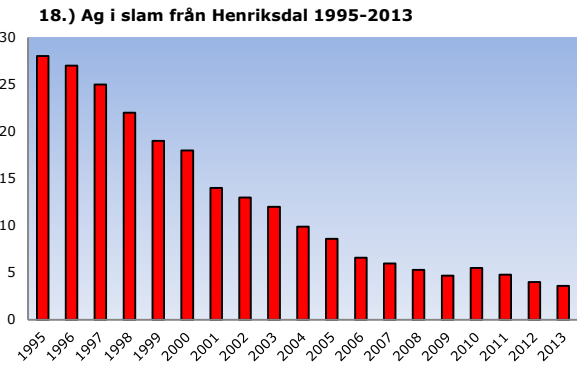
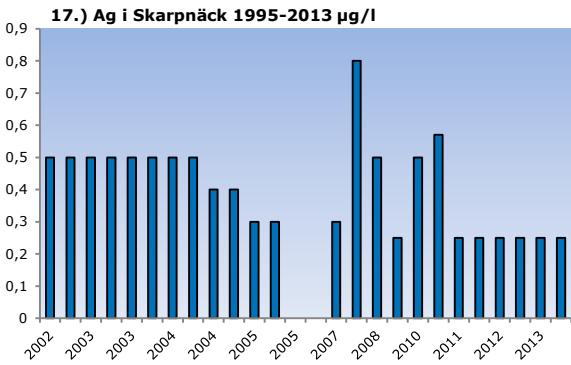
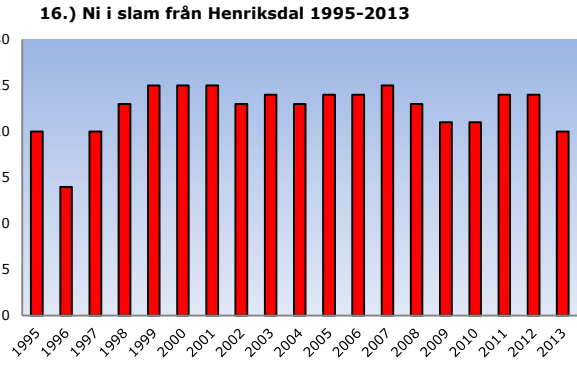
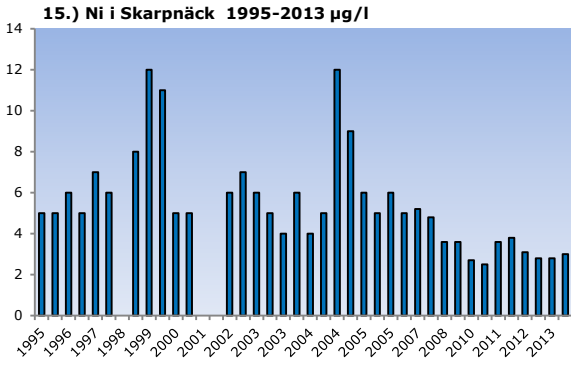


13.) Hg i Skarpnäck 1995-2013 µg/l

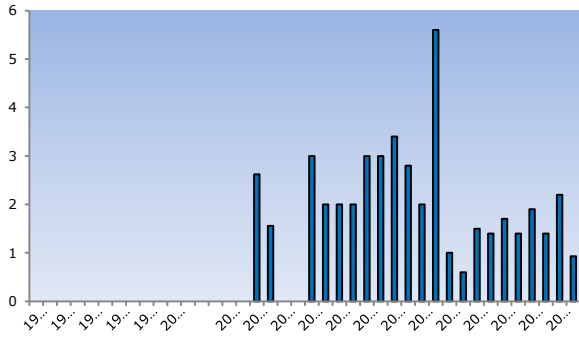


14.) Hg i slam från Henriksdal 1995-2013

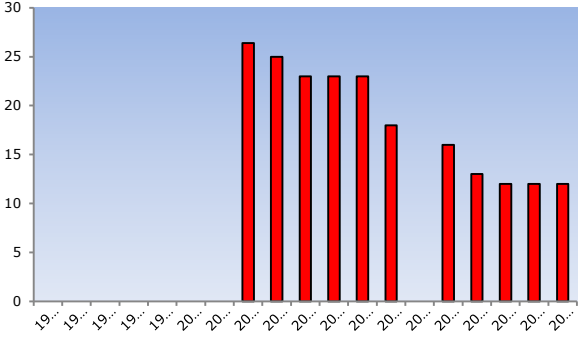




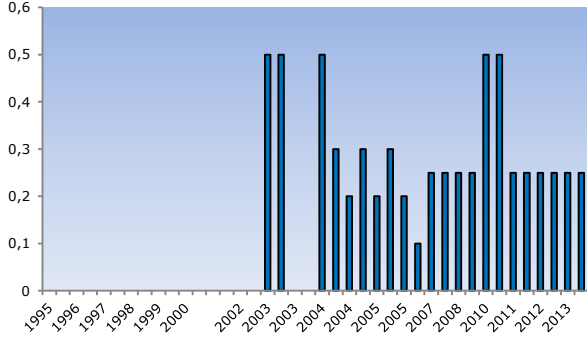
23.) Sn i Skarpnäck 1995-2013 µg/l



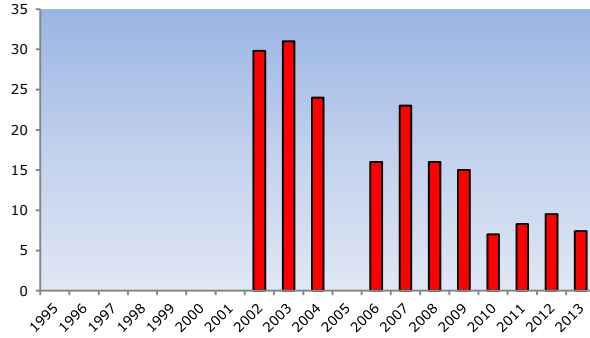
24.) Sn i slam från Henriksdal 1995-2013



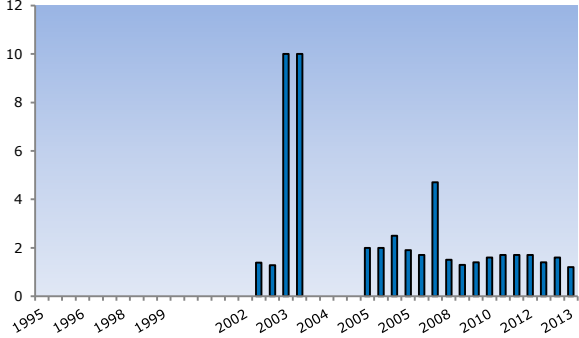
25.) W i Skarpnäck 1995-2013 µg/l



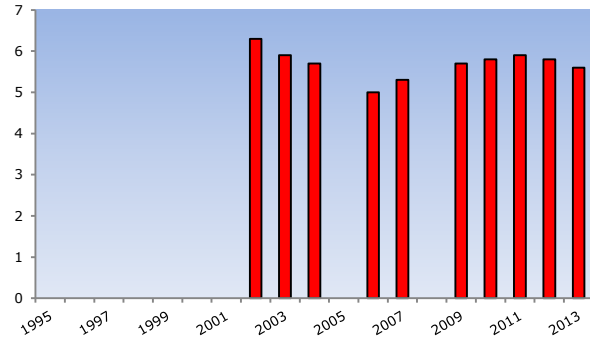
26.) W i slam från Henriksdal 1995-2013



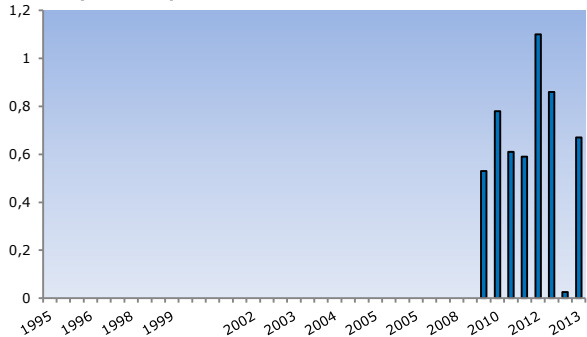
27.) Mo i Skarpnäck 1995-2013 µg/l



28.) Mo i slam från Henriksdal 1995-2013



29.) Bi i Skarpnäck 1995-2013 µg/l



30.) Bi i slam från Henriksdal 1995-2013

