

Övervakning av prioriterade ämnen i vatten och slam från avloppsreningsverk i Stockholm

*Maria Pettersson
Cajsa Wahlberg*



Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten Utveckling (SV-Utveckling) är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna, vilket är unikt på så sätt att statliga medel tidigare alltid använts för denna typ av verksamhet.

SV-Utveckling (fd VA-Forsk) initierades gemensamt av Svenska Kommunförbundet och Svenskt Vatten. Verksamheten påbörjades år 1990. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området. Projekt bedrivs inom hela det VA-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Ledningsnät
Avloppsvatten
Ekonomi och organisation
Utbildning och information

SV-Utveckling styrs av en kommitté, som utses av styrelsen för Svenskt Vatten AB. För närvarande har kommittén följande sammansättning:

Anders Lago, ordförande	Södertälje Kommun
Olof Bergstedt	Göteborg Vatten
Lena Söderberg	Svenskt Vatten AB
Per Fåhraeus	Varbergs Kommun
Carina Färm	Eskilstuna Energi & Miljö AB
Daniel Hellström	Svenskt Vatten AB
Marie Nordkvist Persson	Sydvatten AB
Lars-Gunnar Reinius	Stockholm Vatten AB
Bo Rutberg	Sveriges Kommuner och Landsting
Ulf Thysell	VA SYD
Susann Wennmalm	Käppalaförbundet
Fred Ivar Aasand	Norsk Vann, adjungerad

Författarna är ensamma ansvariga för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

Svenskt Vatten Utveckling
Svenskt Vatten AB
Box 47 607
117 94 Stockholm
Tfn 08-506 002 00
Fax 08-506 002 10
svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se

Svenskt Vatten AB är servicebolag till föreningen Svenskt Vatten.

Rapportens titel:	Övervakning av prioriterade ämnen i vatten och slam från avloppsreningsverk i Stockholm
Title of the report:	Priority substances in water and sludge from wastewater treatment plants in Stockholm
Rapportnummer:	2010-02
Författare:	Maria Pettersson, Miljöförvaltningen, Stockholms stad; Cajsa Wahlberg, Stockholm Vatten AB
Projektnummer:	27-110
Projektets namn:	Övervakning av prioriterade ämnen i avloppsvatten och slam från avloppsreningsverk i Stockholm
Projektets finansiering:	Svenskt Vatten Utveckling, Luleå kommun, Mälarenergi AB
Rapportens omfattning	
Sidantal:	56
Format:	A4
Sökord:	Avloppsvatten, slam, vattendirektivet, emissionsdeklarationen
Keywords:	Wastewater, sludge, water framework directive
Sammandrag:	Ett stort antal prioriterade miljöföroreningar har analyserats i avloppsvatten och slam från avloppsreningsverken i Stockholm. Målsättningen med studien har bland annat varit att identifiera ämnen för vidare övervakning för att kunna relatera föroreningstrender till åtgärder som görs för att minska utsläppen av dessa ämnen.
Abstract:	A number of priority substances have been analysed in sewage water and sludge from the sewage treatment plants in Stockholm. The main aim of the study has been to identify substances to focus on for further monitoring to be able to relate trends in concentrations with measures taken to reduce the emissions of priority substances.
Målgrupper:	Branschfolk, myndigheter och forskare
Omslagsbild:	Vattendroppe. Fotograf: Björn Olin, essingen.com
Rapport:	Finns att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida www.svensktvatten.se
Utgivningsår:	2010
Utgivare:	Svenskt Vatten AB © Svenskt Vatten AB

Förord

I ett samarbetsprojekt mellan Miljöförvaltningen i Stockholm och Stockholm Vatten har förekomsten av ett stort antal prioriterade miljöföroreningar studerats i avloppsvatten och slam från avloppsreningsverken i Stockholm. Undersökningen har varit en del i ett större EU-projekt som Miljöförvaltningen deltar i och som syftar till att utveckla strategier för att reducera utsläpp av miljöföroreningar från stadsområden till vattenmiljön. Målsättningen med undersökningen har bland annat varit att identifiera ämnen att fokusera på i vidare övervakning för att kunna relatera föroreningstrender till åtgärder som genomförs för att minska utsläpp av EUs vattendirektivs prioriterade ämnen. Ytterligare en målsättning har varit att undersöka skillnader i avloppsvattnets sammansättning under torrväders- respektive regnperioder avseende miljöföroreningar. Mätningarna som gjorts i projektet kommer även att användas som underlag för den emissionsdeklaration som enligt Naturvårdsverkets föreskrifter från och med 2007 ska bifogas miljörapporterna för anläggningar för rening av avloppsvatten som betjänar mer än 100 000 personekvivalenter.

Vi vill rikta ett stort tack till Klas Öster för hjälp med provtagningarna samt till Ragnar Lagerkvist för diskussion om metaller i regn- och torrvädersproverna, båda Stockholm Vatten AB. Vi tackar också Marie-Louise Nilsson, tidigare anställd på Miljöförvaltningen i Stockholm, för insatser i samband med utformningen av projektet, samt Tonie Wickman, Miljöförvaltningen i Stockholm, för värdefulla kommentarer på rapporten.

Stockholm, november 2009

Maria Pettersson och Cajsa Wahlberg

Innehåll

Förord.....	3
Sammanfattning.....	6
Summary.....	7
1 Bakgrund och syfte	8
2 Material och metod.....	10
2.1 Studerade ämnen	10
2.2 Studerade reningsverk	16
2.3 Provtagning av avloppsvatten.....	16
2.4 Provtagning av slam	17
2.5 Analys av avloppsvatten och slam.....	17
3 Resultat och diskussion	19
3.1 Halter av miljögifter i avloppsvatten och slam	19
3.2 Felkällor och analysproblem.....	29
3.3 Emissionsdeklarationen	30
4 Slutsatser	33
5 Referenser.....	35
Bilagor.....	38

Sammanfattning

EUs ramdirektiv för vatten (2000/60/EG), även kallat vattendirektivet har som målsättning att skydda ytvatten och grundvatten, att uppnå god ekologisk och kemisk status, att mildra effekterna av översvämningar och torka samt att främja en hållbar användning av vatten. God kemisk status innebär att ytvattnen inte får ha höga halter av vissa giftiga ämnen.

I EUs direktiv om miljö kvalitetsnormer (2008/105/EG) har en lista över 33 prioriterade ämnen/ämnesgrupper upprättats, varav 13 identifierats som prioriterade farliga ämnen. De studier som hittills gjorts visar att flera av vattendirektivets prioriterade ämnen sprids via avloppsvatten och att en viktig källa till dessa ämnens förekomst i avloppsvatten är diffusa utsläpp från urbana miljöer.

Målsättningarna med det här projektet var att i avloppsvatten och slam identifiera ämnen för vidare övervakning, att undersöka om innehållet i avloppsvatten förändras under regnväder jämfört med torrväder, samt att ta fram underlag för de emissionsdeklarationer som reningsverk med över 100 000 pe är skyldiga att redovisa i sina miljörapporter.

Exempel på ämnen som ingår i den här studien är: alkylfenoler och alkylfenoletoxilater, bromerade flamskyddsmedel, ftalater, PCB, PAH, tennorganiska föreningar, metaller samt ämnen i bekämpningsmedel.

Studien har utförts vid Stockholm Vattens två reningsverk i Stockholm, Henriksdal och Bromma som båda är moderna reningsverk med likartade reningstekniker.

Resultaten visar att många av de analyserade ämnena förekommer i avloppsvatten och slam i mätbara halter. Men för alltför många substanser låg detektionsgränserna för högt för att analyserna skulle kunna vara användbara, ibland t o m högre än miljö kvalitetsnormerna för de prioriterade ämnena. Även om halterna är låga så gör de höga flödena genom reningsverken att de totala utsläppen ändå kan bli höga. Av de ämnen som gick att mäta förekom 16 i så höga halter att de omräknat till mängder hamnade över tröskelvärdet för emissionsdeklarationen för Stockholm Vattens reningsverk. Det tyder på att även andra större reningsverk kan ha utsläpp som måste deklarerat.

Summary

The European Union (EU) Water Framework Directive (WFD) (2000/60/EC) aims at expanding the scope of water protection to all waters, including surface waters and groundwater, and achieving 'good ecological and chemical status' for all waters. Achieving 'good chemical status', means reduction or phase-out of emissions, discharges and losses of priority substances.

In the EU Directive on Priority Substances (2008/105/EC) a list of 33 priority substances/substance groups is established, of which 13 have been identified as priority hazardous substances. Studies made in Sweden this far show that a number of the priority substances are released via wastewater and that important sources of emissions for these substances are diffuse emissions in urban areas.

The aims of this study were to identify substances in wastewater and sludge important to include in further monitoring, to investigate if the composition of such substances in the wastewater differs between rainy and dry weather, and to generate a base material for the 'emissionsdeklaration' that Swedish wastewater treatment plants with more than 100 000 people connected are obliged to present in their yearly environmental reports.

Examples of substances that are included in this study are alkylphenol ethoxylates, brominated flameretardants, phthalates, PCB, PAH, tinorganic substances, metals and pesticides.

The study was performed at two of the Stockholm Water Company wastewater treatment plants in Stockholm, Henriksdal and Bromma, which both are modern treatment plants with similar treatment processes.

The results show that many of the analysed substances are present in wastewater and sludge at quantifiable levels. However, for a considerable number of the analysed substances the detection limits were too high to allow identification, in some cases the detection limits were even above the environmental quality standards set by EU (Directive 2008/105/EC). Even if the concentrations are low, the high flows in the treatment plants can result in high releases. Among the quantifiable substances in this study, 16 of them were at such high levels that the yearly loads were above the threshold value for the 'emissionsdeklarationen' for the Stockholm Water Company's wastewater treatment plants. This indicates that also other bigger wastewater treatment plants may have yearly loads above the threshold value for the 'emissionsdeklarationen'.

1 Bakgrund och syfte

EUs ramdirektiv för vatten (2000/60/EG), även kallat vattendirektivet (Water Framework Directive, WFD), trädde i kraft i december år 2000 och ska vara genomfört i medlemsländerna år 2015 (EG, 2000). Målsättningen med direktivet är att skydda ytvatten och grundvatten, att uppnå god ekologisk och kemisk status, att mildra effekterna av översvämningar och torka samt att främja en hållbar användning av vatten. God ekologisk status innebär att ytvattens växt- och djurliv, vattnets vägar och flöden, botten och stränders struktur samt fysikaliska egenskaper endast får uppvisa små avvikelser från naturliga förhållanden. God kemisk status innebär att ytvatten inte får ha höga halter av vissa giftiga ämnen.

I ett tillägg till direktivet (2455/2001/EEG) har en lista över 33 prioriterade ämnen/ämnesgrupper upprättats, varav 13 identifierats som prioriterade farliga ämnen (EG, 2001). Dessutom har kontrollåtgärder och miljö kvalitetsnormer (gränsvärden) för dessa prioriterade ämnen föreslagits (EG, 2008). Utsläpp och spill av de prioriterade ämnena ska gradvis minska och överenskomna miljö kvalitetsnormer för respektive ämne får inte överskridas. För de ämnen som är utpekade som prioriterade farliga ämnen ska utsläpp på sikt helt upphöra.

Stockholms miljöförvaltning deltar tillsammans med åtta andra partners i EU-projektet Source Control Options for Reducing Emissions of Priority Pollutants (ScorePP) (www.scorepp.eu). Målsättningen med detta projekt är att utveckla strategier för att reducera utsläpp av miljöföroreningar från stadsområden till vattenmiljön, med fokus på vattendirektivets prioriterade ämnen/ämnesgrupper. I projektet ingår bland annat att identifiera källor till dessa ämnen/ämnesgrupper i stadsmiljön samt att identifiera och värdera lämpliga strategier för att begränsa utsläppen av dessa ämnen. Projektet samverkar med kemisk industri, vattenföretag samt myndigheter på central, regional och lokal nivå. En del i projektet är att undersöka förekomsten av de prioriterade ämnena i fem utvalda "case cities", varav Stockholm är en. Den här undersökningen ingår som en del i fallstudien av Stockholm.

Hittills har få undersökningar gjorts av vattendirektivets prioriterade ämnen i miljöprover från recipienter (IVL, 2003; SWECO VIAK, 2007; Naturvårdsverket, 2008). Analyserna visar dock att flera av ämnena sprids via avloppsvatten och att en viktig källa till dessa ämnens förekomst i avloppsvatten är diffusa utsläpp från urbana miljöer (SWECO VIAK, 2007). Substansflödesanalyser (SFA) finns för några av de prioriterade ämnena och visar även de att en stor del av spridningen inte sker via punktkällor utan från diffusa källor såsom hushåll och trafik (Sandström, 2002; Sörme, 2005; Sörme 2006a; Sörme 2006b; Thuresson, 2006).

Förutom de aktuella ämnenas förekomst i avloppsvatten är det av intresse att undersöka om flödena av ämnena i inkommande vatten till reningsverken förändras under regnväder jämfört med torrväder för att studera dagvattnets inverkan på kvaliteten hos avloppsvattnet.

Flera av vattendirektivets prioriterade ämnen samt ytterligare några ingår också i den emissionsdeklaration som enligt Naturvårdsverkets föreskrifter från och med 2007 ska bifogas miljörapporterna för anläggningar för rening av avloppsvatten från tätbebyggelse med en kapacitet på 100 000 personekvivalenter eller mer (NFS, 2006:9). I emissionsdeklarationen ska utsläpp till luft och/eller vatten rapporteras i kg/år för de ämnen som överskrider angivna tröskelvärden. Det är därför viktigt att ta reda på vilka av emissionsdeklarationens ingående ämnen som kan uppmätas i avloppsvatten. Det är också av intresse att få bättre kunskap om de olika ämnenas fördelning mellan vatten och slam eftersom det ofta är lättare att beräkna halter i vatten utifrån halter i slam än att analysera vatten med mycket låga halter.

Naturvårdsverkets föreskrifter om emissionsdeklaration gäller inte bara VA-anläggningar utan en rad tillståndspliktiga verksamheter där utsläpp av de aktuella ämnena till vattenmiljön befaras ske (se bilaga 1 i NFS 2006:9). De deklarerade utsläppta mängderna läggs in i en databas administrerad av Naturvårdsverket för att ge en uppfattning om de totala utsläppen till vattenmiljön. Tröskelvärdet innebär ingen gräns för utsläpp utan utgör en praktisk gräns för om ett ämne måste deklarerats eller inte. Med hjälp av databasen skulle man dock kunna hitta punktutsläpp av en del av de ämnen som ingår i vattendirektivets lista över prioriterade ämnen om det visar sig behövas, till exempel om miljö kvalitetsnormerna överskrids.

Sammanfattningsvis var målsättningarna med detta projekt att:

- Identifiera ämnen för vidare övervakning med syfte att relatera föroreningstrender till åtgärder som genomförs för att minska utsläpp av vattendirektivets prioriterade ämnen.
- Med avseende på de prioriterade ämnena jämföra avloppsvattnets kvalitet under en torrvädersperiod med kvaliteten under ett regnväder.
- Ta fram underlag för de emissionsdeklarationer som reningsverk med över 100 000 pe är skyldiga att redovisa i sina miljörapporter.

2 Material och metod

2.1 Studerade ämnen

De ämnen som ingår i den här studien är utvalda utifrån EUs vattendirektivs lista över prioriterade ämnen (EG, 2001) och utifrån listan av parametrar som årligen ska rapporteras i emissionsdeklarationen enligt Naturvårdsverkets föreskrifter om miljörapport (NFS, 2006), se tabell 2-1. Hexabrombifenyl, som ska deklarerats i emissionsdeklarationen kunde inte analyseras hos det kontrakterade laboratoriet och ingår därför inte i den här studien. Ytterligare några parametrar som ingår i emissionsdeklarationen har uteslutits i den här studien för att de mäts i Stockholm Vattens ordinarie mätprogram (närsalter och TOC) eller för att de inte direkt kan analyseras kemiskt (asbest). Däremot har vi tagit med en rad andra substanser som tillhör samma ämnesgrupper som de listade ämnena och som därför lätt kan analyseras samtidigt ("övriga ämnen").

Tabell 2-1 Sammanställning av analyserade ämnen och parametrar samt urvalskriterier och svensk reglering av dessa. WFD = vattendirektivets prioriterade ämnen, ED = ämnet ingår i Naturvårdsverkets emissionsdeklaration, Övr. = ämnet tillhör samma ämnesgrupp som något av de övriga och kan därför lätt analyseras samtidigt, eller sågs som intressant att mäta i detta sammanhang.

Grupp	Ämne	WFD	ED	Övr.	Reglering i Sverige
Alkylfenoler	4-n-Nonylfenol	x			
	Nonylfenol (grenad)	x	x		Utfasning pågår Förbud mot viss användning (2005)
	Nonylfenoletoxilat		x		Utfasning pågår Förbud mot viss användning (2005)
	4-tert-Oktylfenol	x	x		
	Oktylfenoletoxilat		x		
Bromerade flamskyddsmedel	Polybromerade difenyletrar (PBDE)	x	x		Förbud i elektriska och elektroniska produkter (2006) Penta- och okta-BDE reglerade i kemiska produkter och varor
	Tetrabrombisfenol A (TBBPA)			x	
	Hexabromcyklododekan (HBCD)			x	
Ftalater	Diethylhexylftalat (DEHP)	x	x		Förbud i barnleksaker (2007)
	Diisodecylftalat (DIDP)			x	Reglerat i barnleksaker (2007)
	Diisononylftalat (DINP)			x	Reglerat i barnleksaker (2007)
Volatila organiska föreningar	Bensen		x		
	Etylbensen		x		Begränsad användning (2005)
	Tetrakloretylen (per)		x		
	Tetraklormetan (koltetraklorid)		x		Begränsad användning
	Toluen		x		
	Triklorbensener	x	x		Ingen avsiktlig användning (1998) Begränsad användning (2005)
	1,2-Diklorethan		x		
	Triklöretylen (tri)		x		Förbud (1998)
	Diklormetan		x		
	Triklormetan (kloroform)		x		Begränsad användning
	Vinylklorid		x		
Xylen (-o, -m/p)		x			

Tabellen fortsätter på nästa sida

Grupp	Ämne	WFD	ED	Övr.	Reglering i Sverige
Övriga persistenta organiska föreningar	PCB			x	Förbud för öppen användning 1972, utökat förbud 1978, totalförbud 1995
	PAH	x	x		Begränsning i bildäck (2010)
	Kloralkaner (C10-13)	x	x		Utfasning pågår
	Klorerade dioxiner och dibensofuraner (PCDD/F)			x	
	Hexaklorbensen (HCB)	x			Ingen avsedd användning (1980)
	Hexaklorbutadien (HCBD)			x	
Metaller	Pentaklorbensen	x			
	Antimon			x	
	Arsenik			x	
	Bly	x	x		Utfasning pågår
	Kadmium	x	x		Begränsad användning
	Koppar			x	
	Krom			x	
	Kvicksilver	x	x		Generellt förbud (2009)
	Nickel	x	x		
	Silver				x
	Tenn				x
Tenn-organiska föreningar	Wolfram				x
	Zink			x	
	Tributyltenn (TBT)	x	x		Förbud mot användning i båtbottnfärg (1993). Förbud mot användning i produkter i koncentrationer överstigande 0,1 viktsprocent tenn (1 juli 2010)
Tenn-organiska föreningar	Mono- och dibutyltenn			x	
	Trifenyltenn			x	Förbud mot användning i båtbottnfärg (2008)
Bekämpningsmedel	Alaklor	x			Förbud (1978)
	Atrazin	x			Förbud (1989)
	Klorfenvinfos	x			Förbud (2001)
	Klorpyrifos	x			Begränsad användning
	DDT-pp			x	Förbud i bekämpningsmedel(1975)
	Diuron	x			Förbud (1993)
	Endosulfan	x			Förbud (1996)
	Hexaklorcyklohexan (HCH)	x			Förbud (1989)
	Isodrin			x	Begränsad användning (1998)
	Isoproturon	x			Begränsad användning
	Pentaklorfenol	x			Förbud i bekämpningsmedel (1978)
	Simazin	x			Förbud (1995)
	Trifluralin	x			Förbud (1990)
Alaklor	x			Förbud (1978)	
Övriga	Fluorider			x	
	Klorider			x	
	Cyanider			x	
	Destillerbara fenoler, låga			x	
	Adsorberbart Organiskt Halogen, AOX			x	

Nedan beskrivs några av de ingående ämnesgrupperna. En fullständig lista över de analyserade ämnena ges i resultattabellerna i bilaga B-F.

2.1.1 Alkylfenoler och alkylfenoletoxilater

Alkylfenoletoxilater är ytaktiva ämnen och har tidigare använts i bilvårdsmedel och olika typer av rengöringsmedel. Alkylfenoletoxilaterna bryts ned i reningsverken till bland annat alkylfenol. Nonylfenoletoxi-

later (NFE) är den dominerande gruppen, men även oktylffenoletoxilat (OFE) och dodecylffenoletoxilat används. NFE och nonylfenol (NF) är förbjudna inom EU sedan 2005 i koncentrationer över 0,1 % i produkter för bl.a. rengöring och textilberedning såvida inte vattensystemen är slutna. Nyligen uppdagades det att det mesta av den NF som ansamlas i slammet i våra svenska reningsverk härrör från textilier som importerats från länder utanför EU och som avges till avloppet vid tvätt (Månsson m.fl., 2008).

Nonylfenol och oktylfenol (OF) är toxiska för vattenlevande organismer och svårnedbrytbara i vattenmiljö. Hormonell påverkan hos bland annat fisk har också påvisats.

2.1.2 Bromerade flamskyddsmedel (BFR)

Bromerade flamskyddsmedel (BFR) används i produkter för att försvåra antändningen, för att förlänga tiden på ett brandförlopp och för att minska spridningen av en uppkommen brand. BFR används främst i polymera material, som plaster och gummi, men även i textilier.

Den vanligast förekommande gruppen av BFR är de polybromerade difenyletrarna (PBDE). PBDE används för att flamskydda många olika typer av produkter, bland annat TV-apparater, datorer, hushållsmaskiner och annan elektronik, samt textilier, möbler och golvmattor. PBDE tillverkas i tre olika tekniska blandningar, penta-, okta- och decaBDE, men dessa är förorenade av PBDE med lägre bromeringsgrad. I den här studien har vi analyserat 15 av de mest förekommande PBDE med mellan tre och tio bromatomer.

Tetrabrombisfenol A (TBBPA) är ett annat vanligt förekommande flamskyddsmedel. Det används främst i flamskyddad epoxyplast för kretskort, men också i plast för inkapslingar av elektroniska komponenter, i kåpor och i höljen till elektrisk utrustning.

Hexabromcyklododekan (HBCD) används i bland annat expanderad och extruderad polystyren samt i belagda textilier (KemI, 2006).

Flamskyddsmedel kan vara antingen reaktiva, det vill säga bindas kemiskt till materialet som ska flamskyddas, eller additiva, det vill säga blandas med materialet utan att vara kemiskt bundet. Additiva ämnen sitter lösare bundna till materialet och läcker därför lättare ut vid användning av den flamskyddade produkten. PBDE och HBCD är så kallade additiv medan TBBPA huvudsakligen används som reaktivt flamskyddsmedel men till viss del också som additiv.

De huvudsakliga spridningsvägarna för bromerade flamskyddsmedel tros vara avdunstning från och slitage av flamskyddad elektronik, tvätt av flamskyddade textilier samt hantering av elektronikskrot (Thursson, 2007).

PentaBDE är klassificerat som miljöfarligt och hälsoskadligt samt klassat som mycket giftigt för vattenlevande organismer. OktaBDE är klassificerat som reproduktionsstörande och bedömt som persistent, bioackumulerande och toxiskt. TBBPA kan bioackumuleras och anses som svårnedbrytbart, och det finns förslag på att det ska klassificeras som mycket giftigt för vattenlevande organismer. HBCD är också bioackumulerbart och toxiskt och anges som ett utfasningsämne i Kemikalieinspektionens PRIO-databas.

2.1.3 Ftalater

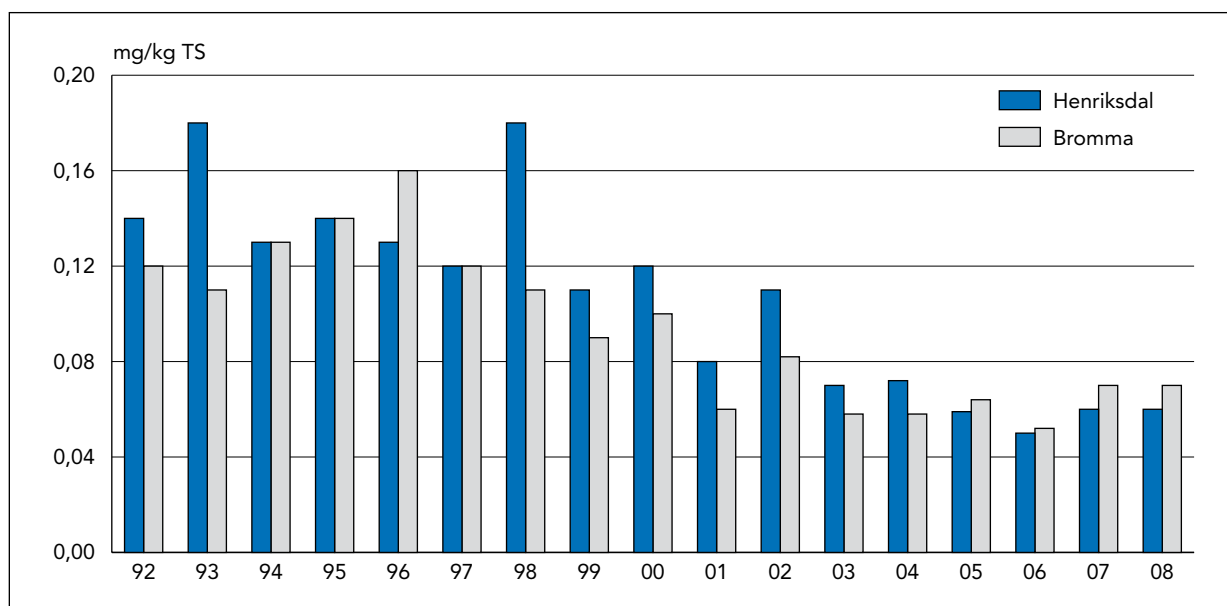
Ftalater används huvudsakligen som mjukgörare i polymera material som plaster och gummi. Den dominerande användningen är i vinylplaster, till exempel PVC, som bland annat används till förpackningsmaterial för livsmedel, medicinsk utrustning samt olika typer av golv- och väggbeläggningar. Ftalater kan också användas som emulgeringsmedel i till exempel färger och hygienprodukter samt som mjukgörare i textiltryck. Förutom diethylhexylftalat (DEHP) som ska deklarerats enligt både vattendirektivet och emissionsdeklarationen har vi inkluderat diisononylftalat (DIDP) och diisodecylftalat (DINP) i den här studien. De är båda nya ftalater som ersätter DEHP när ämnet nu fasas ut ur produkter. De är förmodligen minst lika svårnedbrytbara som DEHP men förväntas vara mindre lättflyktiga och därmed inte så benägna att emittera från materialet de är lösta i.

Eftersom ftalaterna inte är kemiskt bundna till materialet kan de läcka ut från produkterna varför den diffusa spridningen av ftalater till miljön är stor. Ftalater har låg vattenlöslighet och hög fettlöslighet vilket gör att de till stora delar är partikelbundna och adsorberas starkt till organiska ytor och partiklar i vatten.

Ftalater är potentiellt bioackumulerande och DEHP är klassad som reproduktionsstörande.

2.1.4 PCB

PCB är förbjudet sedan länge och hör till de klassiska miljögifterna. I teknosfären finns PCB i stort sett bara kvar i vissa fogmassor i hus byggda mellan 1956 och 1973 samt i äldre lysrörsarmaturer. Ändå finns ämnet kvar i omlopp i miljön. Slamanalyser som gjorts sedan 1992 på Stockholm Vatten visar en minskande trend (figur 2-1), och mätningarna fortsätter eftersom det finns risk att PCB frigörs till dagvatten när fasader med PCB-haltiga fogar saneras.



Figur 2-1 Årsmedelvärden (mg/kg torrsubstans) för PCB (summa 7 PCB) i rötslam från Henriksdals och Bromma reningsverk. Data från Stockholm Vatten AB.

PCB är svårnedbrytbart och bioackumuleras i miljön. PCB är mycket giftigt för vattenlevande organismer och ger störningar i fortplantningsförmågan hos fisk och vattenlevande däggdjur.

2.1.5 Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH) är en stor grupp av ämnen som bildas vid ofullständig förbränning av organiskt material. PAH finns även i högaromatiska oljor som bland annat används som mjukgörare i gummi. Bilavgaser, slitage av bildäck och slitage av vägmateriäl är de största källorna till PAH i luften i större städer. Småskalig vedeldning, kreosotimpregnerat virke, oljespill vid bensinstationer, verkstäder, garage och biltvättar samt tillverkning av gummi är andra källor till spridning av PAH.

PAH sprids med partiklar i luften och kan återfinnas i stort sett överallt i vår miljö, en stor del hamnar i vattenmiljön. PAH från vägtrafiken sprids till luften men också med partiklar som sköljs med i dagvatten från vägbanor.

De flesta PAH är toxiska, långlivade och bioackumulerande. Några PAH är klassade som cancerogena.

2.1.6 Tennorganiska föreningar

Det finns fyra huvudgrupper av tennorganiska föreningar med olika antal ingående organiska grupper: tetra-, tri-, di- och monoorganotennföreningar.

Tetraorganiska tennföreningar används mest som råvara vid tillverkning av andra tennorganiska föreningar och förekommer inte i kemiska produkter.

Triorganiska tennföreningar fungerar som biocider och används i träskyddsmedel, båtbottnfärger och som konserveringsmedel. De har allvarliga hälso- och miljöfarliga egenskaper och användningen är starkt begränsad genom olika förbud. Förbud mot tributyltenn (TBT) i båtbottnfärger infördes i Sverige 1989 för användning på fartyg kortare än 25 m. Förbudet utökades 1993 till att gälla alla fartyg, oberoende av längd.

Mono- och diorganiska tennföreningar används som stabilisatorer vid plasttillverkning och kan även förekomma i tätningsmedel, lim, fogmassor samt i lacker där de fungerar som katalysatorer i bindemedlet. Mono- och diorganiska tennföreningar är också nedbrytningsprodukter av tetra- och triorganiska tennföreningar.

Toxiciteten varierar stort mellan grupperna och beror av antalet och längden på de organiska grupper som är kopplade till tennatomen. Triorganiska tennföreningar är mer toxiska än monoorganiska. Tennorganiska föreningar är bioackumulerande och nedbrytningshastigheten är låg och sker stegvis till slutprodukten tenn-dioxid.

2.1.7 Metaller

I vattendirektivet är det bara bly, kadmium, kvicksilver och nickel som ingår i listan över de 33 prioriterade ämnena. I emissionsdeklarationen ska förutom dessa även koppar, krom, arsenik, zink och tenn tas med.

Här har vi valt att lägga till ytterligare några metaller som kan vara intressanta av olika skäl. Silver eftersom det används som antibakteriellt ämne och användningen i samhället riskerar att öka. En studie som Miljöförvaltningen i Göteborg har gjort visar att silver lakas ut från silverbehandlade textilier vid tvätt (Göteborgs Stad, 2009). Antimon har vi analyserat eftersom det finns i bromsbelägg och sprids med trafikdagvatten. Wolfram används i en mängd olika applikationer, till exempel i färgpigment, smörjmedel och katalysatorer (Åkerhammar m.fl., 2008).

2.1.8 Ämnen i bekämpningsmedel

Bekämpningsmedel indelas i två grupper, växtskyddsmedel och biocidprodukter. Växtskyddsmedel används i huvudsak för att skydda växter och växtprodukter inom jordbruk, skogsbruk och trädgårdsbruk mot till exempel skadedjur, svampangrepp eller konkurrerande växter. Biocidprodukter används i en mängd olika sammanhang för att motverka skadliga organismer, till exempel i form av trässkyddsmedel, desinfektionsmedel, myggmedel, råttbekämpningsmedel och båtbottnfärger.

I vattendirektivets lista över prioriterade ämnen ingår ett antal biocider och växtskyddsmedel. Flera av dem är sedan länge förbjudna i Sverige och förväntas inte återfinnas i några högre halter i avloppsvatten och slam. En del av ämnena kan dock fortfarande förekomma i vissa importerade varor. Ämnen som inte varit förbjudna så länge kan tänkas återfinnas i tidigare besprutade områden eller i impregnerade material och fortfarande spridas via läckage till vattenmiljön.

2.1.9 Dioxiner, kloralkaner och hexaklorbutadien

Klorerade dioxiner och dibensofuraner (PCDD/F) bildas oavsiktligt i industriella processer och vid förbränning. Det finns 210 olika PCDD/F med olika kloreringsgrad och de mäts i s.k. toxiska ekvivalenter, TEQ. Den giftigaste dioxinen, TCDD (2,3,7,8-tetraklordibenso-p-dioxin), har tilldelats den toxiska ekvivalenten 1 och övriga har ekvivalenter motsvarande sin giftighet relativt TCDD. Det finns flera olika sätt att beräkna TEQ, bland annat den nordiska varianten som kallas Nordic TEQ, eller N-TEQ, internationella ekvivalenter, I-TEQ samt WHO-TEQ. De olika metoderna kan ge olika svar.

Kloralkaner, eller klorparaffiner, är raka klorerade kolkedjor och används som mjukgörare, flamskyddsmedel och som tillsats i skäroljor m.m. De delas upp i kortkedjiga med 10-13 kolatomer, mellankedjiga med 14-17 kol och långkedjiga med upp till 30 kol. De kortkedjiga som är mest giftiga är numera förbjudna för de flesta användningsområden.

Hexaklorbutadien, HCB, används som lösningsmedel och hydraulvätska, som intermediär i industriella processer och som fungicid i vindruvsodlingar (Kaj & Palm, 2004).

2.2 Studerade reningsverk

Studien har utförts vid Stockholm Vattens två reningsverk i Stockholm, Henriksdal och Bromma. Båda är moderna reningsverk med likartade reningstekniker som innefattar rening med galler och sandfång, följt av kemisk fällning med järnsulfat och försedimentering, biologisk rening med fördenitrifikation och eftersedimentering, samt sandfilter som sista steg. Primärslammet från försedimenteringen och det biologiska överskottsslammet behandlas genom rötning. Henriksdalsverket har 705 000 anslutna personer och tar emot ca 237 000 m³/dag avloppsvatten (2007), medan Brommaverket har 294 000 anslutna personer och tar emot ca 118 000 m³/dag (2007). Av avloppsvattnet som renas vid Henriksdal och Bromma kommer uppskattningsvis 2,5 % från industrier. År 2007 stod dagvatten och inläckande dränvatten (grund- och dricksvatten) för 24 % och 2008 var siffran 35 %. Resten är spillvatten från hushåll och övrig verksamhet (Stockholm Vatten, 2007 och Stockholm Vatten, 2008).

2.3 Provtagning av avloppsvatten

Inkommande och utgående avloppsvatten har samlats in från båda reningsverken. Provtagningen utfördes under två 7-dygnsp perioder: 1–8 oktober 2007 och 14–21 april 2008.

Vid Bromma reningsverk som har tre inloppstunnlar gjordes provtagning vid varje tunnel var för sig för att få ett prov som var opåverkat från interna returströmmar inom reningsverket. Delproven från respektive tunnel slogs sedan samman flödesproportionerligt (Hässelbytunneln 29,5 %, Riksbytunneln 16,5 %, Järvatunneln 54 %) till ett samlat prov för reningsverkets inkommande vatten. Vid Henriksdals reningsverk som har två inloppstunnlar gjordes provtagning på motsvarande vis (Henriksdalsinloppet 50 %, Sicklainloppet 50 %).

För att undvika kontaminering av proverna via provtagningsutrustningen så utfördes provtagningarna av avloppsvatten med särskilda provtagare där provet endast kommer i kontakt med glas och teflon. Plast undveks vid provtagningen eftersom det annars finns risk att proven kontamineras med bland annat ftalater eller bromerade flamskyddsmedel som ofta ingår i plast.

Proverna togs som tidsproportionerliga veckosamlingsprover med hjälp av vacuumprovtagare med tidsautomatiskt styrsystem. Provvolymer på 60–80 mL samlades in i glasbehållare var 20:e minut och förvarades kylt (6 °C) under pågående provtagning. För att förhindra nedbrytning av analyterna frystes dagliga delprov (0.2 L) in i ett antal flaskor (brunt glas med teflonpackning i locket) motsvarande det antal ”ämnespaket” som skulle analyseras. Vid avslutad provtagning fanns det för varje provpunkt 18 st veckosamlingsprover med en volym på ca 1,4 L vardera.

Det genomsnittliga flödet till Henriksdal var 211 000 m³/dygn under provtagningen 2007 och 261 000 m³/dygn under provtagningen 2008, medan det till Bromma var 103 000 m³/dygn respektive 150 000 m³/dygn. Detta kan jämföras med medelflödet som till Henriksdal var

237 000 m³/dygn 2007 och 259 000 m³/dygn 2008, medan det till Bromma var 118 000 m³/dygn 2007 och 131 000 m³/dygn 2008. Eftersom genomsnittsfödet till reningsverken under provtagningsperioderna var ungefär detsamma som det årliga genomsnittsfödet till respektive verk kan proverna sägas spegla ett ”normalavloppsvatten”.

Från två provtagningar utförda av Stockholm Vatten AB under oktober 2005 fanns nedfrysta prover av inkommande avloppsvatten från Sicklainloppet och Henriksdalsinloppet in till Henriksdals reningsverk. Proverna togs dels efter en två veckor lång period av torrväder den 13–14 oktober och dels vid det första regnet som inföll efter ytterligare en dryg vecka, den 22 oktober. Proverna togs med samma typ av provtagningsutrustning som beskrivits ovan och har förvaras frysta i glasflaskor. Provtagningen under torrperioden gjordes under 1 dygn (24h) medan provtagningen under regnperioden gjordes under de sex timmar det regnade vid det aktuella tillfället. Med dessa prover kan man belysa skillnaden mellan torrväder och regnväder, då de kan anses vara extremer åt vardera hållet när det gäller dagvattens påverkan på avloppsvattnets sammansättning. Det sammanlagda födet till reningsverket från båda inloppen var i snitt 184 000 m³/dygn under torrvädersperioden (provtagningsdygnet var födet 194 000 m³), medan det under regnperioden var ca 8 m³/sek då det var som störst. Detta kan jämföras med det genomsnittliga födet in till Henriksdals reningsverk som 2005 var 237 000 m³/dygn eller 2,7 m³/sek.

2.4 Provtagning av slam

Avvattnat rötslam har samlats in från båda reningsverken. För att slamproverna skulle representera samma period som det insamlade avloppsvattnet utfördes slamprovtagningen med en tidsförskjutning motsvarande slammets genomsnittliga uppehållstid i röt-kamrarna. Denna uppskattades för båda reningsverken vara ca 21 dygn. Provtagningen utfördes under två perioder; 23–31 oktober 2007 and 12–15 maj 2008.

Ett antal stickprov av rötat slam (ca 50 mL), motsvarande det antal ”ämnespaket” som skulle analyseras, togs med en metallspade från centrifugerna vid fyra tillfällen under en åtta- eller fyradagars period. Stickproven samlades i plastpåsar (första provtagningsomgången) eller bruna glasburkar (andra provtagningsomgången) och frystes in direkt efter varje provtagningstillfälle. Vid avslutad provtagning fanns det för varje provpunkt 18 st veckosamlingsprover med en volym på ca 0,2 L vardera.

2.5 Analys av avloppsvatten och slam

Huvuddelen av de kemiska analyserna av vatten och slam är utförda av AnalyCen, numera Eurofins (Lidköping). Därutöver har analys av volatila organiska ämnen i vatten utförts av ALS Scandinavia (Stockholm) och analys av metaller i vatten har gjorts av Stockholm Vattens eget laboratorium, numera Eurofins (Stockholm). Analys av metaller i

slam är gjorda inom ramen för Stockholm Vattens ordinarie provtagnings- och analysprogram och är utförda av Stockholm Vattens eget laboratorium, numera Eurofins (Stockholm). För PAH, PCB, DEHP och NF/NFE görs jämförelser med Stockholm Vattens ordinarie analyser som är utförda av Eurofins (Lidköping). Regn- och torrvädersproverna analyserades med avseende på metaller av dåvarande Stockholm Vattens laboratorium (numera Eurofins) våren 2006.

I bilaga A ges utförligare information om vilken analysmetod som använts för varje ämnespaket.

3 Resultat och diskussion

3.1 Halter av miljögifter i avloppsvatten och slam

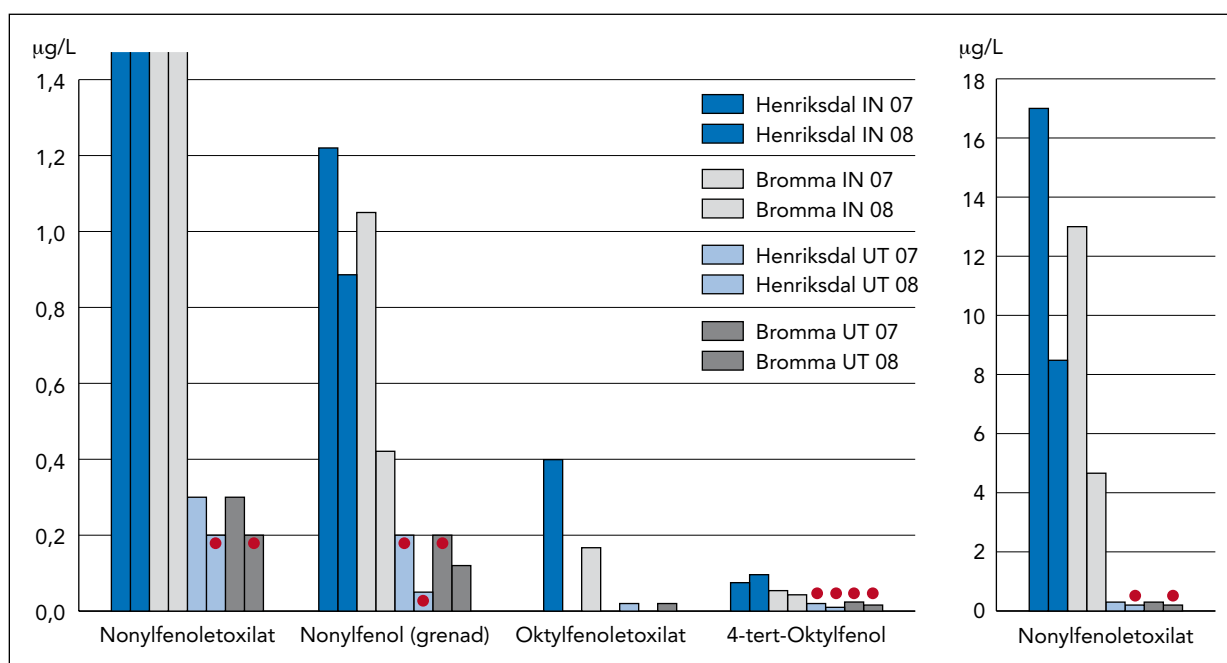
Samtliga analysresultat redovisas i tabellform i bilaga B-F. Halter i avloppsvatten redovisas som koncentrationer ($\mu\text{g/L}$) (bilaga B). Halter i avloppsvatten som är provtaget under regn- och torrperioden redovisas även som flödesmängder (g/h) (bilaga C). Halter i slam anges som koncentrationer (mg/kg TS) (bilaga D). Både slam och avloppsvatten provtaget under normalperioden redovisas dessutom omräknat till flödesmängd per år (kg/år) (bilaga E-F).

Nedan följer en genomgång av resultaten för några grupper av ämnen.

3.1.1 Alkylfenoler och alkylfenoletoxilater

I figur 3-1 redovisas de uppmätta halterna av alkylfenoler och alkylfenoletoxilater i avloppsvatten under två normalveckor. I inkommande vatten fanns mätbara halter av både NF och NFE. I utgående vatten var halterna under rapporteringsgränsen i de flesta fall.

Halterna av NF och NFE i inkommande vatten var högre i både regn- och torrvädersproverna från 2005 än i normalproverna från 2007 och 2008. Detta skulle kunna vara en effekt av att proverna är äldre och att användningen av NFE har minskat under senare år. Förbudet



Figur 3-1 Koncentrationer ($\mu\text{g/L}$) av nonylfenol, nonylfenoletoxilater, oktylfenol och oktylfenoletoxilater i inkommande och utgående avloppsvatten från Henriksdals och Bromma reningsverk under två normalveckor år 2007 och 2008. Stapel markerad med röd prick betyder att ämnet ligger under rapporteringsgränsen som anges av höjden på stapeln. Nonylfenoletoxilaterna som går i taket i det vänstra diagrammet visas i en annan skala i det högra diagrammet.

mot NFE i kemtekniska produkter kom 2005. Dubbelt så mycket NF och NFE kom till Henriksdal per timme under regnvädret som under torrväder räknat i g/h, vilket kan tyda på att dagvatten innehåller mer NF/NFE än vanligt spillvatten, men kan också bero på att NF/NFE ansamlas i sediment i ledningsnätet som spolats in till reningsverket när det regnar kraftigt.

I slam mäts NF en gång per månad i månadssamlingsprover hos Stockholm Vatten. I de ordinarie mätningarna låg halten NF i oktober slammet 2007 på 16 respektive 18 mg/kg TS vid Henriksdal och Bromma, medan halten i slammet från maj 2008 låg på 16 mg/kg TS vid båda verken. I den här undersökningen är halten i 2007 års prover 9,0 respektive 5,9 mg/kg TS vid Henriksdal och Bromma, alltså lägre än de ordinarie mätningarna. 2008 års prover visar mer jämförbara halter på 15 respektive 13 mg/kg TS.

Om man vill göra en massbalans av NF över reningsverket måste man analysera både NF och NFE i inkommande avloppsvatten. Därefter får man omvandla NFE-halterna till nonylfenolekvivalenter (NFeq) och sedan jämföra med andelen NF som finns i slamfasen respektive i utgående avloppsvatten. I utgående avlopp finns dessutom andra nedbrytningsprodukter, till exempel nonylfenoxikarboxylsyror, som måste räknas med. I en schweizisk undersökning från 1994 där alla de olika nedbrytningsprodukterna analyserades kom man fram till att NFeq fördelar sig med 20 % till slam och 40 % till utgående avloppsvatten och att resten bryts ned till mindre enheter än NF (Ahel m.fl., 1994). Ungefär hälften av NFeq i utgående avloppsvatten bestod av nonylfenoxikarboxylsyror. I en nyare amerikansk undersökning innehöll slammet 20 % av nonylfenolekvivalenterna i två reningsverk och 64 % i ett tredje (Loyo-Rosales m.fl., 2007).

Enligt laboratoriet var medelkedjelängden för etoxilaterna ca 8 enheter i inkommande avloppsvatten 2007. Omräknat till NFeq (NFeq förhåller sig till NFE [8 enheter] som 2:5) och med analyserad mängd NF adderad blir den totala halten NFeq i inkommande vatten 8 respektive 6,3 µg/L i Henriksdal och Bromma. En beräkning med hjälp av flödena ger att den sammanlagda mängden in till verken blir 960 kg NFeq för 2007. I utgående avloppsvatten beräknas halten NFeq till 0,8 µg/L vid båda verken, baserat på uppmätta halter av NFE, halva mindre-änvärdet för NF samt att NFeq-värdet sedan dubblerats eftersom hälften av NFeq består av nonylfenoxykarboxylsyror som inte kunde analyseras i detta projekt. Totalmängden i utgående vatten från båda verken blir då 104 kg för 2007 vilket är 11 % av inkommande mängd. I slammet fanns sammanlagt 351 kg NFeq (Stockholm Vatten, 2007), dvs. 36 % av inkommande mängd. Resten, 53 %, får anses vara nedbrutet i reningsverket. I den här studien återfinns en större andel av NFeq i slammet och mindre i utgående avloppsvatten än Ahel m.fl. (1994), men det kan vara en effekt av att Stockholm Vattens reningsverk har förfällning som troligen frånskiljer en del av NFeq till primärslammet innan de kommer in i det biologiska steget, samt sandfilter som gör att en större andel partiklar avskiljs från de renade avloppsvattnen.

För 2008 års prov användes tyvärr en annan analysmetod för NFE. Laboratoriet skickade nu proverna vidare till en underleveratör som

bara analyserade upp till 6 etoxienheter i stället för som tidigare upp till 20. Detta ger för låga värden för 2008 och omöjliggör jämförelser mellan de båda åren. OF och OFE hittades i inkommande vatten och i slam, men i betydligt lägre halter än NF/NFE. Halterna omräknade till oktylfenolekvivalenter var ca 5 % av halten NFeq.

3.1.2 Bromerade flamskyddsmedel (BFR)

PBDE och TBBPA kunde inte detekteras vare sig i inkommande eller utgående vatten till Henriksdal och Bromma under normalveckorna. Inte heller i vatten från torr- och regnperioden detekterades någon PBDE. Däremot hittades TBBPA i vatten från både torr- och regnperioden, 0,1 µg/L i vatten från Sicklainloppet och 0,42 µg/L i vatten från Henriksdalsinloppet i torrvädersproverna, och 1,8 µg/L respektive 1,2 µg/L i regnvädersproverna. Räknat i gram per timme var flödet av TBBPA in till Henriksdals reningsverk under torrperioden 2 g/h medan det ökade kraftigt till 27 g/h under regnet. Detta kan tyda på ett tillskott via dagvatten men kan också som tidigare beskrivet vara en effekt av att ledningsnätet spolats rent från sedimenterat material vid kraftiga regn. Eftersom TBBPA är relativt partikelbundet kan det vara ansamlad TBBPA i sedimenten i rören som ger upphov till de förhöjda halterna.

HBCD analyserades bara i vattenproverna från 2007 och fanns i detekterbara halter men med stor skillnad i koncentrationen mellan Henriksdal (0,01 µg/L) och Bromma (0,11 µg/L).

I slamproven från 2008 kunde alla PBDE utom BDE 71, 138 och 190 detekteras, både i Henriksdal och i Bromma (tabell 3-1). Vid analysen av slamproven från 2007 var detektionsgränserna högre än 2008 och endast BDE 209 och 99 kunde detekteras i Henriksdal och BDE 209, 99 och 47 i Bromma. Båda åren uppmättes BDE 209 (deka) i de

Tabell 3-1 Polybromerade difenyletrar (PBDE) i slam från Henriksdals och Bromma reningsverk två normalveckor 2007 och 2008 (mg/kg TS).

PBDE	Henriksdal		Bromma	
	2007	2008	2007	2008
BDE 17	<0,100	0,001	<0,081	0,001
BDE 28	<0,019	0,001	<0,016	0,001
BDE 47	<0,019	0,024	0,032	0,028
BDE 66	<0,019	0,001	<0,016	0,001
BDE 71	<0,019	<0,0002	<0,016	<0,0002
BDE 85	<0,019	0,000	<0,016	0,001
BDE 99	0,037	0,027	0,036	0,030
BDE 100	<0,019	0,006	<0,016	0,006
BDE 138	<0,019	<0,001	<0,016	<0,001
BDE 153	<0,019	0,004	<0,016	0,004
BDE 154	<0,019	0,002	<0,016	0,002
BDE 183	<0,019	0,004	<0,016	0,002
BDE 190	<0,019	<0,001	<0,016	<0,001
BDE 203	<0,019	0,006	<0,016	0,006
BDE 209	0,230	0,580	0,220	0,500

högsta halterna, 0,22–0,58 mg/kg TS, vilket stämmer väl med andra undersökningar av PBDE i slam (Wahlberg, 2008; Haglund m.fl., 2007; de With m.fl., 2002). Detta speglar förmodligen samhällets stora användning av dekaBDE som flamskyddsmedel. DekabDE är från och med den 1 juli 2008 förbjudet i elektriska och elektroniska produkter inom EU genom det så kallade RoHS-direktivet (2002/95/EG), men läcker troligen fortfarande till miljön från importerade och gamla produkter.

Halterna av HBCD i slam låg något lägre (0,1–0,2 mg/kg TS) än vad som uppmätts inom projektet ReVAQ då medelvärdet var 0,60 mg/kg TS (Wahlberg, 2008).

TBBPA analyserades inte i slam i den här studien, men i en undersökning gjord av Naturvårdsverket av slam från 50 svenska reningsverk låg TBBPA-halterna i genomsnitt på 0,04 mg/kg TS, räknat på de verk som hade detekterbara halter (deWit m.fl., 2002).

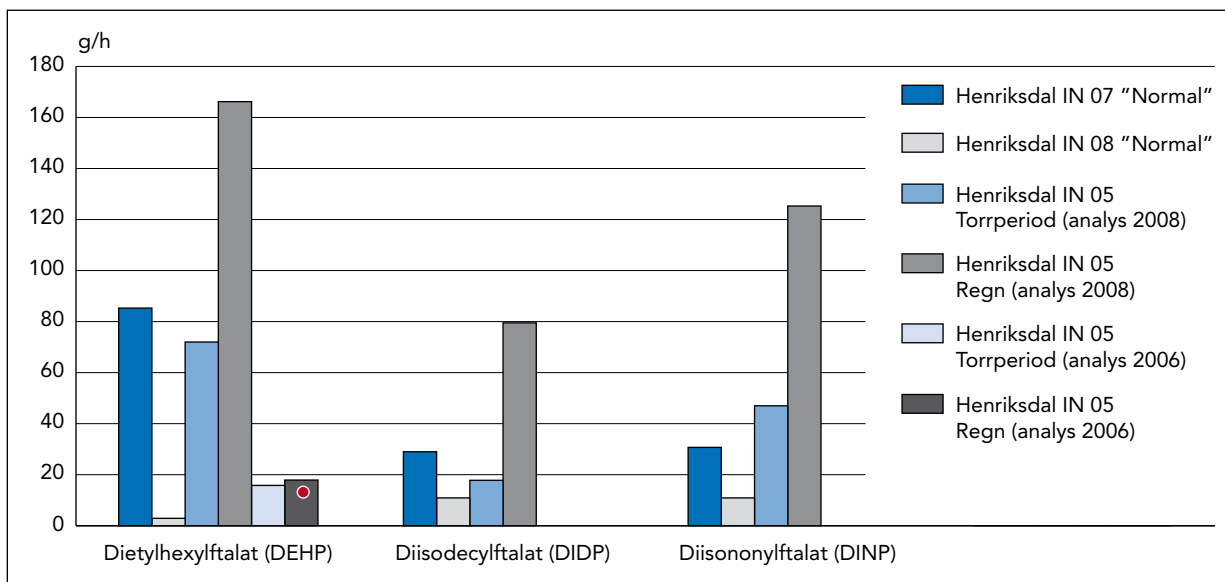
3.1.3 Ftalater

Alla tre analyserade ftalater detekterades i inkommande avloppsvatten från både Henriksdal och Bromma år 2007. Ftalater har låg vattenlöslighet och adsorberas gärna till partiklar, vilket gör att de i reningsverket fördelar sig till slamfasen. Detta syns i resultaten på att höga halter av DEHP, DINP och DIDP uppmättes i inkommande vatten och slam, medan låga eller inga halter uppmättes i utgående vatten. Alla tre ftalaterna uppmättes till något lägre halter vid Bromma än Henriksdal. De rapporterade mätvärdena skiljer sig dock mycket mellan proven tagna 2007 och 2008. År 2008 var det bara DEHP som var mätbart och bara i vatten från Henriksdal. Samma år återfinns betydligt mer i slammet än vad som enligt mätvärdena i inkommande vatten kan ha kommit in till verken. Osäkerheten och variationen i mätvärdena gör att någon massbalans tyvärr inte kan göras. Omräknat till årsflöden (kg/år) tyder resultaten på relativt låg nedbrytning av ftalaterna i reningsverken (tabell 3-2), men den slutsatsen skiljer sig dock starkt från resultaten i två danska studier där man såg 70 % respektive 80 % nedbrytning av DEHP i två reningsverk med liknande reningsteknik som Henriksdal och Bromma (Fauser m.fl., 2003; Roslev m.fl., 2007).

Inom projektet ReVAQ gjordes analyser av miljögifter i slam från sex avloppsreningsverk två gånger om året under åren 2004-2007 (Wahlberg, 2008). DEHP var den ftalat som förekom i de högsta halterna i slam från alla undersökta reningsverk, med ett medelvärde på 61 mg/kg TS men ibland uppmätt till över 100 mg/kg TS. De halter som uppmätts i vår studie ligger mellan 58 och 130 mg/kg TS, alltså i samma

Tabell 3-2 Ftalater i inkommande och utgående vatten samt i slam från Henriksdals och Bromma reningsverk två normalveckor 2007 och 2008 omräknat till utsläpp i kg/år.

Ftalat	Vatten								Slam			
	Henriksdal		Bromma		Henriksdal		Bromma		Henriksdal		Bromma	
	IN07	IN08	IN07	IN08	UT07	UT08	UT07	UT08	07	08	07	08
DEHP	747	26	313	<55	90	<95	<38	<55	870	1349	348	681
DINP	254	<95	94	<55	<75	<95	<38	<55	255	<497	91	<183
DIDP	269	<95	90	<55	<75	<95	<38	<55	375	554	143	220



Figur 3-2 Flödet av di(2-ethylhexyl)ftalat (DEHP), di-isononylftalat (DINP) och di-isodecylftalat (DIDP) till Henriksdals reningsverk under två normalveckor år 2007 och 2008, en torrperiod år 2005 och under ett regn år 2005, angivet i gram per timme. Stapel markerad med röd prick betyder att ämnet ligger under rapporteringsgränsen som anges av höjden på stapeln.

storleksordning. I Naturvårdsverkets screeningundersökning av 16 reningsverk år 2006 låg halterna av DEHP på 36 till 80 mg/kg TS (Palm Cousins m.fl., 2007), medan man från en undersökning av 19 reningsverk i Västra Götaland år 2001, rapporterar lägre halter mellan 1,3 och 35 mg/kg TS och ett medianvärde på 4,8 mg/kg TS (Svensson, 2002).

Inkommande avloppsvatten till Henriksdal från torrperioden och regntillfället har analyserats av samma laboratorium vid två olika tillfällena med avseende på DEHP. Resultaten från de båda analystillfällena skiljer sig åt mycket, halterna som uppmättes första gången är 4–5 gånger lägre än vid andra tillfället.

Tittar man på flödet (g/h) av de tre ftalaterna som uppmättes vid det andra analystillfället och jämför torrperioden med regntillfället så var flödet 2–4 gånger högre under regntillfället än under torrperioden, vilket kan betyda att dagvattnet tillför ftalater till avloppsvattnet (figur 3-2). I en studie från 2006 uppmättes DEHP, DINP och DIDP i dagvatten från två bostadsområden i Stockholm och i trafikdagvatten från ett område i Göteborg (Björklund m.fl., 2007). I de flesta av proverna från den studien var halterna högre av DINP och DIDP än av DEHP, vilket kan spegla dagens höga användning av dessa nya mjukgörare.

3.1.4 PCB

Summan av de sju analyserade PCB-kongenerna uppgick till en halt på omkring 10 ng/L i inkommande avloppsvatten. I Henriksdal uppmättes koncentrationen till 11 respektive 9,3 ng/L för 2007 och 2008, och i Bromma till 12 respektive 8,5 ng/L.

I utgående vatten uppmättes 0,38 ng/L vid båda verken 2007 vilket är ca 3 % av den inkommande halten. Resten bör alltså ha hamnat i slammet eftersom PCB inte bryts ned i reningsverket. Omräknat med hjälp av flödena och slammängderna i reningsverken 2007 erhålls en

Tabell 3-3 Summan av sju PCB i slam från Henriksdals och Bromma reningsverk två normalveckor 2007 (den här studien) och årsmedelvärden för 2007 (Stockholm Vatten, 2007) angivet i mg/kg TS.

	Henriksdal 2007		Bromma 2007	
	Den här studien	Stockholm Vatten Miljörapport	Den här studien	Stockholm Vatten Miljörapport
Summa 7 PCB	0,060	0,064	0,13	0,069

slamhalt på 0,06 respektive 0,09 mg/kg TS för Henriksdal och Bromma. För Henriksdal stämmer detta väl överens med uppmätta värden både vad gäller analyserna gjorda i den här undersökningen och med de som Stockholm Vatten rutinmässigt gör i slam och som redovisas i Stockholm Vattens Miljörapport för 2007 (tabell 3-3). Brommaslammet hade däremot en högre halt i den här undersökningen; 0,13 mg/kg TS, medan Miljörapporten anger 0,069 mg/kg TS.

För analyserna av 2008 års prover använde laboratoriet en annan underleverantör med betydligt högre rapporteringsgräns, vilket gör att det inte går att göra någon summering av de sju kongenerna i utgående vatten. De två kongener som kunde detekteras över kvantifieringsgränsen låg ca 30 ggr högre än i 2007 års prover vilket troligen är helt felaktiga resultat.

Undersökningen av regn- och torrvädersproverna uppvisade intressanta skillnader i PCB-halter. Summa-PCB låg på förhöjda 41,3 ng/L i vatten från Sicklainloppet och 16,5 ng/L i vatten från Henriksdalsloppet i regnproverna, och på normala 11,8 ng/L respektive 11,2 ng/L i torrvädersproverna. Räknat i gram per timme blir skillnaderna ännu högre beroende på de högre flödena vid regn. Sammanslaget blir inkommande mängder till Henriksdals reningsverk då 0,52 g/h vilket är mer än 5 ggr så mycket som vid torrväder. Detta kan tyda på ett betydande tillskott via dagvatten, kanske från de fastigheter som fortfarande har PCB-haltiga fogar kvar. PCB är ett mycket lipofilt ämne som därmed binds starkt till partiklar och när dessa sköljs med regnvattnet ner i dagvattenbrunnarna följer PCB med. Men i enlighet med tidigare resonemang kan det också vara mobilisering av PCB-haltiga sediment i ledningsnätet vid höga flöden som orsakar de förhöjda halterna i inkommande vatten från regntillfället.

3.1.5 Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

Av de tio PAH vi valde att analysera i den här studien detekterades bara naftalen och fenantren i inkommande vatten som samlats in under normalförhållanden. Koncentrationen av fenantren låg i alla prov nära rapporteringsgränsen på 0,02 µg/L, medan naftalen låg ca 4–10 gånger högre. Något högre halter av naftalen uppmättes vid Henriksdals reningsverk än vid Bromma (0,21 respektive 0,07 µg/L år 2007 och 0,12 respektive 0,08 µg/L år 2008).

I utgående vatten återfanns fenantren vid Henriksdal båda åren, medan fenantren, fluoranten och pyren återfanns vid Bromma bara 2008.

I inkommande vatten till Henriksdal under torrperioden detekterades förutom naftalen och fenantren, även fluoranten och pyren. I in-

kommande avlopp insamlat under regntillfället kunde nio av tio PAH mätas, men bara vid analystillfället 2008. Vid analysen som utfördes 2006 av samma prover detekterades endast fluoranten av de sex PAH som analyserades vid det tillfället, trots att rapporteringsgränsen för analysen då var lägre (0,003 µg/L) jämfört med 2008 (0,02 µg/L).

Att högre halter av PAH uppmättes under regnet är inte förvånande. En viktig källa till utsläpp av PAH är trafiken, och tillskottet till avloppsvattnet från den ökar vid regn då hårdgjorda ytor i staden spolav och föroreningarna följer med dagvattnet till reningsverken.

PAH är fettlösliga och binder till partiklar, varför PAH huvudsakligen återfinns i slammet. Dubbelt så höga koncentrationer av PAH uppmättes i slam från Henriksdal än från Bromma, 0,56 respektive 0,24 mg/kg TS år 2007 och 0,90 respektive 0,45 mg/kg TS år 2008.

Årsmedelvärdena för de månadsvisa mätningar av 6 st PAH i slam från Henriksdal och Bromma som Stockholm Vatten gör visar också över lag något högre halter i slam från Henriksdal än Bromma. Kanske kan en bidragande orsak till de högre PAH-halterna i Henriksdal vara att det dit leds dagvatten från innerstaden där belastningen från trafiken är större än i ytterområdena. År 2007 var summan av 6 st PAH vid Henriksdal 1,5 mg/kg TS och vid Bromma 1,3 mg/kg TS i de ordinarie mätningarna, det vill säga flera gånger högre än i våra mätningar trots att 10 st PAH mättes.

3.1.6 Tennorganiska föreningar

Tennorganiska föreningar analyserades inte i veckosamlingsproverna från 2008. Av de tre butyltennföreningarna kunde bara mono- och dibutyltenn påvisas i inkommande avloppsvatten, monobutyltenn i högre halter (12–8,1 ng/L) än dibutyltenn (4,6–6,9 ng/L) år 2007. I utgående avloppsvatten låg alla under rapporteringsgränsen på 1 ng/L.

I slam påvisades alla tre tennföreningarna både vid Henriksdal och Bromma, mono- och dibutyltenn i högre halter än tributyltenn (tabell 3-4).

Tabell 3-4 Butyltennföreningar i slam från Henriksdals och Bromma reningsverk två normalveckor 2007 och 2008 (µg/kg TS).

Tennförening	Henriksdal		Bromma	
	2007	2008	2007	2008
Monobutyltenn	39	50	77	101
Dibutyltenn	86	98	104	143
Tributyltenn	18	21	13	13

I undersökningen av 19 reningsverk i Västra Götaland år 2001, rapporterar man betydligt högre halter än i vår undersökning, med ett medianvärde på 290 µg/kg TS för monobutyltenn, 250 µg/kg TS för dibutyltenn och 44 µg/kg TS för tributyltenn (Svensson, 2002).

Trifenylyltenn kunde inte detekteras i vår undersökning, varken i slam, inkommande eller utgående vatten. I regn- och torrvädersproverna var halterna av dibutyltenn och tributyltenn något högre än i veckosamlingsproverna från 2007. Mängdmässigt var flödena ca dubbelt så höga under regnperioden som under torrperioden.

3.1.7 Metaller

Metaller undersöks vid Stockholm Vattens reningsverk i veckosamlingsprover av inkommande och utgående avloppsvatten. De genomsnittliga halterna för 2007 presenteras i tabell 3-5. De flesta värden i vår undersökning stämmer väl överens med Stockholm Vattens mätningar, förutom bly och wolfram som ligger något lågt i inkommande vatten samt nickel som är betydligt lägre i inkommande vatten (tabell 3-6). I utgående prover återfanns kadmium i högre halter i vår undersökning jämfört med Stockholm Vattens mätningar.

Vissa metaller är svårare att analysera i inkommande vatten än andra, bland annat beroende på att proverna inte är homogena. Om man till exempel får med en liten bit metall i provet kan det ge stort utslag på analysresultatet. Stockholm Vatten gör årligen materialbalan-

Tabell 3-5 Genomsnittliga halter av metaller i 12 respektive 11 veckosamlingsprover av in- och utgående avloppsvatten tagna en gång i månaden under 2007 vid Henriksdal och Bromma reningsverk, samt beräknade halter i inkommande vatten ($\mu\text{g/L}$). Analyserna är utförda inom Stockholm Vattens ordinarie provtagnings- och analysprogram.

Metall	Henriksdal IN		Bromma IN		Henriksdal UT	Bromma UT
	Uppmätt (n=11)	Beräknat	Uppmätt (n=11)	Beräknat	Uppmätt (n=12)	Uppmätt (n=12)
Antimon (Sb)	0,7	0,5	0,5	0,5	0,08	0,2
Arsenik (As)	1,7	-	0,94	-	0,5	0,4
Bly (Pb)	5,2	5,6	2,9	3,8	0,07	0,05
Kadmium (Cd)	0,21	0,19	0,10	0,13	0,006	0,004
Koppar (Cr)	75	68	46	53	2,5	2,2
Krom (Cr)	5,2	4,2	2,8	3,0	0,6	0,5
Kvicksilver (Hg)	0,13	0,15	0,17	0,10	0,003	0,003
Nickel (Ni)	12	8,2	13	6,5	7,6	6,7
Silver (Ag)	1,2	1,2	0,70	0,50	0,20	0,10
Tenn (Sn)	2,0	3,2	1,2	2,4	0,06	0,05
Wolfram (W)	3,1	4,4	0,9	1,4	0,08	0,042
Zink (Zn)	130	120	70	84	16	8,3

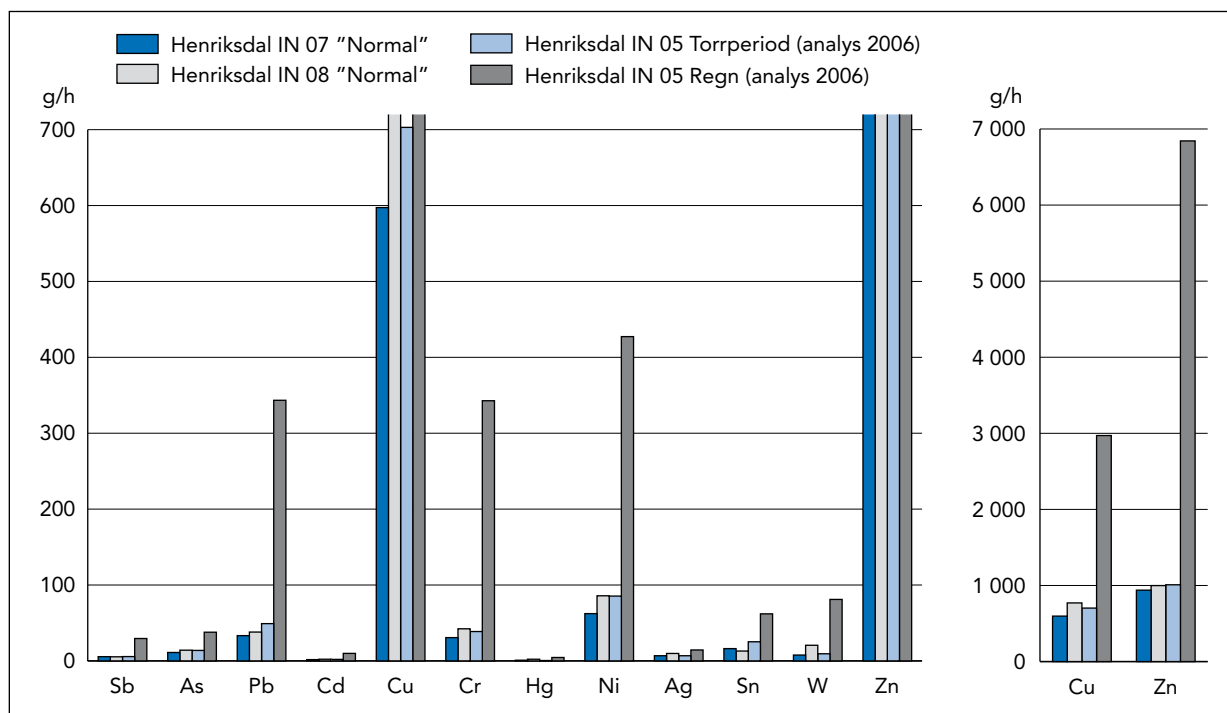
Tabell 3-6 Halter av metaller i in- och utgående avloppsvatten från Henriksdal och Bromma reningsverk under två normalveckor 2007 och 2008 ($\mu\text{g/L}$). Analyserna är utförda inom den här studien.

Metall	Henriksdal IN		Bromma IN		Henriksdal UT		Bromma UT	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Antimon (Sb)	0,66	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenik	1,3	1,3	1,0	0,90	0,60	0,60	0,60	0,50
Bly (Pb)	3,9	3,5	2,1	2,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kadmium (Cd)	0,20	0,20	0,10	0,20	0,02	0,04	0,03	0,03
Koppar (Cr)	70	71	49	45	2,5	4,0	5,6	3,3
Krom (Cr)	3,6	3,9	2,9	2,3	1,1	1,0	<0,5	<0,5
Kvicksilver (Hg)	0,10	0,20	0,10	0,080	0,010	0,030	0,010	<0,01
Nickel (Ni)	7,3	7,9	5,2	5,1	7,0	9,0	6,6	7,4
Silver (Ag)	0,8	0,9	0,8	<0,5	0,1	<0,5	0,4	<0,5
Tenn (Sn)	1,9	1,2	1,4	1,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Wolfram (W)	0,9	1,9	<0,5	0,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Zink (Zn)	110	92	83	52	11	17	8,0	9,0

ser över reningsverken där man utifrån halter och mängder i slam och utgående avloppsvatten beräknar vilka halter av metaller det bör ha varit i inkommande vatten (tabell 3-5). Den uppmätta halten och den beräknade kan skilja något, men då värderas den beräknade som mer säker än den uppmätta.

Torrvädersproverna har högre halter än årsmedelhalterna 2005 i inkommande vatten till Henriksdal för de flesta metaller utom kvicksilver som ligger lägre. För de flesta metaller ökade halten ännu mer vid regnväder i båda inloppen. Störst ökning noterades för bly, kvicksilver och zink, där halten var åtminstone tre gånger högre i båda tunnlarna under regndygnet. Tidigare erfarenheter från Stockholm Vatten har visat att inflödet av framför allt bly, kadmium och zink ökar i samband med regn och höga flöden i ledningsnätet.

Halten av krom, nickel, kadmium, och wolfram, ökade tydligt (>3 ggr) i Sicklainloppet men mindre i Henriksdalsinloppet vid regntillfället jämfört med torrperioden. Till Sicklainloppet kommer vatten från flera ytbehandlingsföretag som använder dessa metaller (dock ej kadmium) i sina processer. Denna typ av företag saknas i upptagningsområdet till Henriksdalsinloppet. Det är tänkbart att utsläppta föroreningar finns avlagrade i ledningsnätet och att dessa spolats in till reningsverket i samband med höga flöden. Halten antimon ökade vid regntillfället från 0,5 till 2 µg/L i Henriksdalsinloppet och från 0,9 till 1,3 µg/L i Sicklainloppet. Stora mängder antimon sprids via slitage av bromsbelägg och ökningen vid regn borde vara tydlig. Beräkningar i mängd per tidsenhet visar ännu större skillnader i flöde mellan torrperiod och regnperiod för alla metallerna, se figur 3-3.

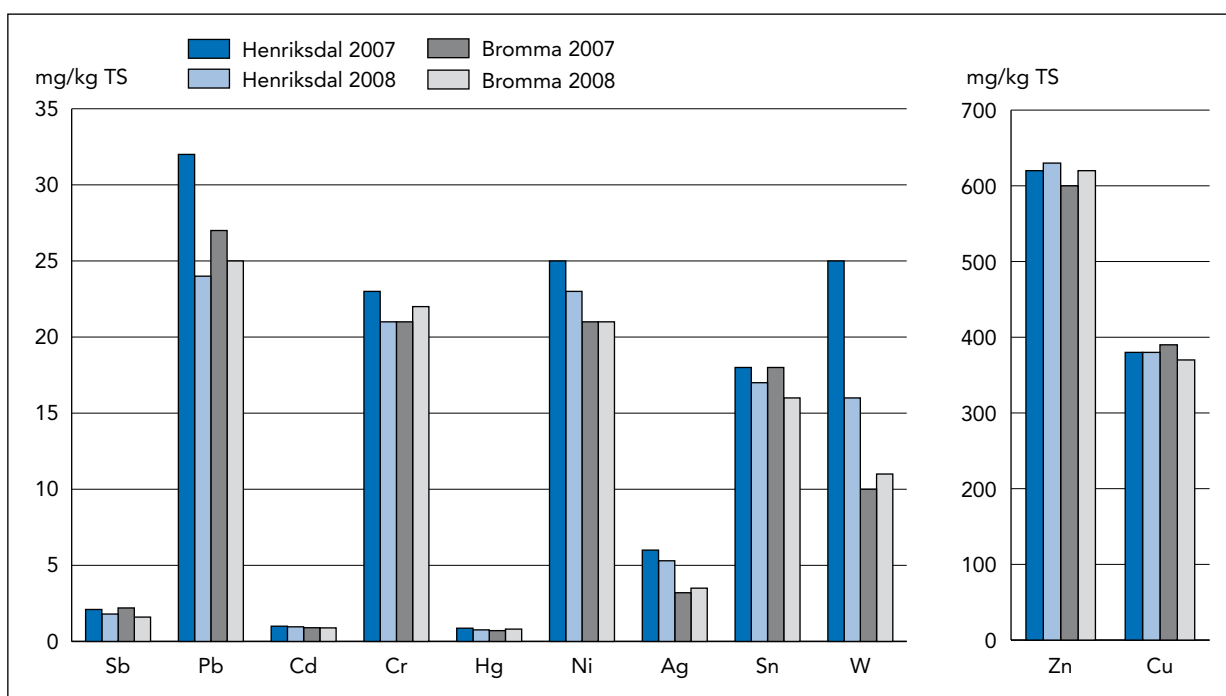


Figur 3-3 Flödet av metaller till Henriksdals reningsverk under två normalveckor år 2007 och 2008, en torrperiod år 2005 och under ett regn år 2005, angivet i gram per timme. Koppar och zink som går i taket i det vänstra diagrammet visas i en annan skala i det högra diagrammet.

Tabell 3-7 Beräknade årsmängder av metaller in till Henriksdals reningsverk utgående från mätningar i inkommande vatten i den här studien samt Stockholm Vattens beräknade inkommande årsmängder för 2007 angivna som kg/år.

Metall	Den här studien			Stockholm Vatten
	Baserat på en normalvecka 2007	Baserat på torr- vädersperiod 2005	Baserat på ett regntillfälle 2005	2007
Antimon (Sb)	49	88	331	39
Arsenik (As)	97	121	331	
Bly (Pb)	291	430	3008	486
Kadmium (Cd)	15	18	87	17
Koppar (Cr)	5 232	6 158	26 025	5 900
Krom (Cr)	269	339	3003	361
Kvicksilver (Hg)	7	4,3	39,1	13
Nickel (Ni)	546	748	3743	707
Silver (Ag)	60	59	126	107
Tenn (Sn)	142	221	543	276
Wolfram (W)	67	82	709	380
Zink (Zn)	8 222	8 841	59 945	10 472

Beräknas årsmängder baserat på torrperiodens analysresultat stämmer mängderna relativt väl med Stockholm Vattens beräknade årsmängder för de flesta metaller (tabell 3-7). Det är inte riktigt korrekt att beräkna årligt inflöde till reningsverket med utgångspunkt från mätningar under torrväder eller regnväder eftersom det inte är ett normaltillstånd, men med en sådan beräkning kan man belysa att inflödet av metall till reningsverken under torrperioder är större än under en ”normalvecka”,



Figur 3-4 Årsmedelvärden (mg/kg torrsubstans) för metaller i rötslam från Henriksdals och Bromma reningsverk år 2007 och 2008. Medelvärden av 12 mätningar för alla metaller utom wolfram och antimon som är medelvärden av 4 analyser (antimon Henriksdal medelvärde av 3 analyser). Data från Stockholm Vatten AB.

troligen på grund av mindre utspädning. Det visar också att inflödet av metall till reningsverken under ett regn är större än normalt, dock bara ett kort tag, eftersom regnet spolar med partiklar etc. från gator och hårdgjorda ytor och även sköljer med sediment från ledningsnätet.

I slam gjordes inga särskilda analyser av metaller i det här projektet. I stället hänvisar vi till Stockholm Vattens ordinarie provtagningar som sker på månadssamlingsprover 12 ggr/år (figur 3-4).

3.1.8 Ämnen i bekämpningsmedel

Av alla de biocider och växtskyddsmedel som analyserades kunde bara pentaklorfenol och isoproturon detekteras i avloppsvatten vid ett par tillfällen. Pentaklorfenol uppmättes till 0,01 µg/L i inkommande vatten från Henriksdal och Bromma 2007. Isoproturon uppmättes till 0,01 µg/L i inkommande vatten till Henriksdal 2008.

I slam hittades bara pp-DDT. Vid Henriksdal uppmättes 7,2 respektive 11 µg/kg TS åren 2007 och 2008. Vid Bromma var halten under rapporteringsgränsen 2007 och 6,7 µg/kg TS 2008.

3.1.9 Dioxiner, kloralkaner och hexaklorbutadien

Dioxiner analyserades bara i slam och överskred inte rapporteringsgränsen som låg omkring 10 ng/kg TS oavsett om I-TEQ, N-TEQ eller WHO-TEQ används.

Hexaklorbutadien förekom inte heller i mätbara halter, varken i avloppsvatten eller i slam.

Kloralkaner hittades i mätbara halter i slam i tre av de fyra proverna (1,6–5,7 mg/kg TS). I en tidigare undersökning av slam från Stockholm (Järnberg m.fl., 2005) var halterna ca en tiondel så höga (0,23–0,3 mg/kg TS). Eftersom kloralkaner är under avveckling är det inte troligt att halterna ökat 10 ggr på några få år och sannolikt är det här fråga om något analysfel, antingen i den tidigare undersökningen eller i den här. I avloppsvattenproverna återfanns inte kloralkaner över rapporteringsgränsen, som dock var ganska hög (5 µg/l).

3.2 Felkällor och analysproblem

Det är ur många avseende svårt att genomföra en bra undersökning av det här slaget, att analysera låga halter av organiska ämnen och metaller i sådana komplexa matriser som avloppsvatten och slam.

Proven kan bli förorenade under provtagningen. För att undvika detta valde vi provtagningsutrustning av endast glas och teflon. Proven kan dessutom förändras under hanteringen, så det är viktigt att de hanteras rätt under hela kedjan från provtagning till slutlig analys.

Vidare är de tillgängliga analysmetoderna inte alltid standardiserade och de räcker många gånger inte riktigt till för att detektera ämnena vid så låga koncentrationer som det ofta rör sig om. Mätosäkerheten vid analyserna är stora även om analyserna görs med samma metod och av samma laboratorium, särskilt när analyserna inte görs samtidigt. Speciellt gäller det när halterna ligger nära detektions- eller rapporteringsgränserna vilket ofta är fallet i den här studien.

Analysförfarandet skiljer sig ofta åt mellan olika laboratorier, och även om man som vi anlitar samma laboratorium för analyserna kan man råka ut för att de byter underleverantör eller analysmetod mellan två analysomgångar, vilket bl.a. gäller för PCB-analyserna i denna undersökning, se 3.1.4. Dessa faktorer gör att jämförelse av resultat ska göras med försiktighet, särskilt mellan analyser utförda av olika laboratorier och mellan analyser utförda i olika studier. PAH-analyserna av slam utförda i den här studien gav till exempel betydligt lägre halter än Stockholm Vattens ordinarie analyser trots att samma laboratorium anlitas. Det beror troligen på att laboratoriet använder olika analysmetoder när 16 respektive 6 PAH:er ska analyseras. Regn- och torrvädersproverna som ingår i den här studien analyserades med avseende på metaller förutom av Stockholm vattens eget laboratorium även av dåvarande AnalyCen (numera Eurofins), men överensstämmelsen av resultaten var dålig.

Att analysresultat skiljer sig mellan olika laboratorier har nyligen visats i ett par olika studier. En provningsjämförelse mellan olika laboratorier som gjorts inom ramen för projekt Nya gifter – nya verktyg visade betydande skillnader i resultaten, bland annat skiljde sig de rapporterade halterna av DEHP i dagvatten mer än 10 ggr mellan olika laboratorier (Wahlberg m.fl., 2006). Vidare visar analyserna av slam som gjorts inom projektet ReVAQ stora variationer som troligen inte enbart kan förklaras av faktiska skillnader i halter (Wahlberg, 2008).

I vår undersökning hade laboratoriet också plötsligt slutat använda den metod för analys av NFE med vätskekromatografi som var beställd. Den var viktig för att beräkna flödet av NF genom reningsverken eftersom den mätte NFE med upp till 20 enheter i etoxikedjan. I stället använde laboratoriet en annan metod utan att meddela oss. På grund av detta kunde inte nonylfenolbalansen för 2008 genomföras. Dessutom saknas analys av tennorganiska ämnen och hexaklorbutadien i 2008 års vattenprover på grund av misstag från laboratoriet.

I upphandlingen av analyserna till det här projektet lade vi stor tyngd vid att efterfråga låga detektionsgränser. Det laboratorium vi valde utlovade låga detektionsgränser för en rad ämnen som de sedan inte klarade att uppfylla. Detta, bland annat, gjorde att vi inte kunde besvara alla de frågor vi ville med studien.

3.3 Emissionsdeklarationen

I bilaga G listas emissionsdeklarationens tröskelvärden enligt NFS 2006:9 samt uppmätta respektive beräknade mängder i slam och utgående avloppsvatten för de ämnen som ingått i denna undersökning.

De flesta ämnena som vi undersökt förekommer i låga halter i avloppsvatten, ofta så låga att de inte är mätbara. De stora flödena genom reningsverken gör att mängderna ändå kan bli betydande. Av de analyserade ämnena i utgående avloppsvatten i den här studien förekommer 16 av dem som fanns i mätbara halter i så stora volymer att de behöver deklarerats enligt emissionsdeklarationen (som i Stockholm görs så att Brommas och Henriksdals utsläpp läggs ihop). Till dem hör alla

tungmetallerna utom bly, som låg under detektionsgränsen, samt NF/NFE, oktylfenol/oktylfenoletoxilat, DEHP, AOX, fluorider, klorider och fenoler.

Ytterligare 13 ämnen har så höga detektionsgränser att det inte går att säga om de förekommer över tröskelvärdena för emissionsdeklarationen eller inte. Dit hör viktiga ämnen som bly, PBDE, PAH:erna, kloralkaner samt många av de flyktiga organiska föreningarna.

Flera av ämnena i denna studie är starkt partikelbundna och fördelar sig med mycket stor andel till slamfasen. Därför är det lättare att analysera dem i slam än i utgående avloppsvatten och sedan beräkna halten i avloppsvattnet. Det gäller bara ämnen som inte bryts ned nämnvärt i reningsverkens processer.

I vår undersökning var den sammanlagda halten av DEHP i slam från Bromma och Henriksdal ca 1 200 respektive 2 000 kg för 2007 och 2008. En modellering som gjorts i studien av Palm Cousins med flera (2007) visade att 96–97 % av den mängd DEHP som emitteras till vattenmiljön fördelar sig till sedimenten. Det finns anledning att tro att ungefär samma förhållande föreligger mellan slam och vatten i ett reningsverk. Det betyder att den sammanlagda mängden DEHP i utgående avloppsvatten från Henriksdal och Bromma sannolikt ligger någonstans mellan 36 och 80 kg/år. I vår undersökning förekom DEHP i utgående avloppsvatten över detektionsgränsen bara i Henriksdal 2007, motsvarande en mängd på 90 kg vilket troligen är lite för högt.

PBDE har en sammanlagd halt i slam på 9,4 kg i Henriksdal och 3 kg i Bromma under 2008, dvs. totalt 12,4 kg. Ämnet bör bete sig i analogi med PCB som har en mycket likartad molekylstruktur och som i denna undersökning fördelar sig med 1–3 % till avloppsvatten. Det betyder att PBDE också skulle klara sig under tröskelvärdet på 1 kg/år. I 2007 års analys låg de flesta PBDE-kongener under detektionsgränsen även i slam vilket gör det svårare att göra riktiga beräkningar.

Den sammanlagda mängden i slammet för de fyra PAH:er som enligt emissionsdeklarationen ska summeras ligger i denna undersökning på några få kg för båda åren. Stockholm Vattens ordinarie undersökningar visar på större mängder, troligen beroende på att en annan analysmetod använts. Enligt tidigare undersökningar vid Stockholm Vatten fördelar sig även PAH till slam med nära 100 % (Holmgren 1997). Om så mycket som 10 % ändå skulle fördelas till vattenfasen i reningsverket så når man i alla fall inte de 5 kg/år som är tröskelvärdet. Det gäller också antracen, fluoranten och benso(g,h,i)perylen som ska deklarerat separat och har tröskelvärdet 1 kg/år vardera. Lite mer försiktig kanske man ska vara med naftalen som är den minsta och mest vattenlösliga PAH:n. I vår undersökning finns dock mätbara halter av naftalen, så någon omräkning utifrån slamhalter behöver inte göras.

Resonemanget om max 10 % till vattenfasen bör kunna föras också för dioxiner, kloralkaner, isodrin, HCBD och tennorganiska föreningar. Dioxiner förekommer inte över detektionsgränsen i slam, och den sammanlagda mängden i slam är högst 0,00014 kg/år. Utgående avloppsvatten innehåller sannolikt max en tiondel av totalmängden, dvs. mindre än 0,015 gram per år. Tröskelvärdet är 0,1 g för dioxiner.

Kloralkaner återfinns i slam men i mycket olika halter i denna undersökning. År 2007 var den sammanlagda mängden 109 kg och 2008 var den 23,5 kg. I båda fallen hamnar halten i utgående avloppsvatten över tröskelvärdet om 10 %-regeln används. Kloralkaner är dock något mindre stabila än de övriga ämnen som behandlas här och kan eventuellt delvis brytas ned i reningsverkens processer.

Bly brukar detekteras i utgående avloppsvatten i Stockholm Vattens ordinarie mätningar, och liksom för de övriga tungmetallerna görs årliga massbalanser över reningsverken. Massbalanserna bygger på många mätningar av både slam och vattenfas och är mer tillförlitliga än två enstaka mätningar som i denna undersökning. För 2007 visar massbalansen att de båda reningsverken sammanlagt släppt ut 8,2 kg bly med utgående avloppsvatten. Kadmium och kvicksilver och flera andra metaller får betydligt lägre utsläppta mängder i massbalanserna än i denna undersökning, se bilaga G. Kadmium överskrider då inte tröskelvärdet 1 kg.

Henriksdal och Bromma reningsverk har tillsammans en miljon anslutna personer (2007) och släpper sannolikt ut större mängder av de flesta av de här aktuella ämnena än något annat svenskt reningsverk. De mängder som redovisas här ovan och i bilaga G bör kunna tjäna som en vägledning till andra reningsverk för vilka ämnen som kan vara viktiga att analysera inför emissionsdeklarationen. Det är dock viktigt att poängtera att i många fall kan större industrier som är anslutna till ett reningsverk bidra med stora mängder av vissa ämnen. Därför krävs lokal kännedom om anslutna verksamheter och en noggrann genomgång av varje reningsverk för sig innan en undersökning genomförs.

Reningsverkens uppbyggnad kan också spela roll. Om ett verk har partikelavskiljning som ett sista steg, till exempel ett sandfilter som i Henriksdal och Bromma, kan större mängder av partikelbundna ämnen avskiljas från det utgående avloppsvattnet och fördelningen till slammet blir större.

4 Slutsatser

Vi kan utifrån den här studien konstatera att flera av de ämnen som är upptagna på vattendirektivets lista av prioriterade ämnen sprids via avloppsvatten, bl.a. nonylfenol, DEHP, PAH, kadmium, nickel och kvicksilver.

Av de ämnen som kunde mätas över detektionsgränsen förekom 16 i så stora volymer att de måste deklarerats enligt emissionsdeklarationen. För 13 ämnen är detektionsgränserna så höga att det inte går att säga om de utsläppta mängderna överskrider tröskelvärdena. Dock kan man för många av dessa ämnen beräkna de maximala mängderna i utgående avloppsvatten baserat på mängden uppmätt i slam. Till de ämnen som överskrider tröskelvärdena hör de flesta tungmetaller, NF/NFE, oktylfenol/oktylfenoletoxilat, DEHP, tetrakloretylen och AOX. Proverna insamlade under regntillfället visar att regnväder kan orsaka ett tillskott till reningsverken av både organiska ämnen och metaller genom en ursköljning av ledningssystemen och avspolning av hårdgjorda ytor i staden. Exempel på organiska ämnen som enligt den här studien ökar i halt i inkommande avloppsvatten i samband med regn är TBBPA, PCB, PAH och ftalaterna. Av metallerna var det i den här studien främst bly, kvicksilver och zink som ökade i samband med regn. Det är dock oklart hur stora bidragen är från hårdgjorda ytor ovan mark i förhållande till vad som finns ansamlat i ledningsnäten. Det skulle vara intressant att bringa klarhet i hur stor betydelse mobilisering av sedimenterat material i ledningsnätet vid höga flöden har för ökningen – ett ämne för ett nytt projekt.

Från den här studien kan vi dessutom dra slutsatsen att de tillgängliga analysmetoderna i många fall inte räcker till för att mäta de aktuella ämnena vid så låga koncentrationer som det ofta rör sig om i avloppsvatten. Med tanke på de krav som ställs i Vattendirektivet på mätningar av de prioriterade ämnena i ytvatten, där halterna är ännu lägre, finns ett tydligt behov av förbättrade analysmetoder för en rad organiska ämnen. Rapporteringsgränserna från laboratorier ligger i en del fall till och med över miljökvalitetsnormerna för de prioriterade ämnena. Även för rapporteringen i emissionsdeklarationen krävs analyser med låga rapporteringsgränser, särskilt för de största reningsverken med högsta flödena.

Åtgärder som genomförs för att minska belastningen av föroreningar i miljön behöver följas upp med olika typer av miljöövervakning. Mätningar vid reningsverk, i vatten eller slam, kan ge förhållandevis snabba svar på hur utsläppen av kemiska ämnen förändras. Slammet kan ses som ett avtryck av samhällets diffusa utsläpp av kemikalier och erbjuder därför en bra möjlighet att följa upp effekten av åtgärder. En nackdel med slammet är just att det ger en integrerad bild av påverkan, det vill säga det ger inget svar på vilka källor som ligger bakom de uppmätta halterna. För svar på sådana frågor krävs ännu mer källorienterad övervakning, till exempel så kallade substansflödesanalyser. En annan nackdel är att slammet inte ger information om utsläpp av

vattenlösliga kemikalier. För att få svar på detta behövs analyser av det utgående vattnet.

Av de ämnen som finns med på vattendirektivets prioriteringslista kan vi utifrån den här undersökningen betrakta följande som angelägna att följa upp med miljöövervakning i slam: NF/NFE, PBDE, PAH, kloralkaner, DEHP, tennorganiska föreningar och tungmetallerna. För att möta Vattendirektivets mål om sänkta halter i ytvatten kan det dessutom vara värdefullt att följa upp halterna av PBDE, PAH och kloralkaner i utgående vatten. Men för att klara det behövs metodutveckling för att sänka detektionsgränserna för dessa ämnen i vatten.

5 Referenser

Ahel M. & Giger W. (1985) Determination of Alkylphenols and Alkylphenol Mono- and Diethoxylates in environmental samples by high performance liquid chromatography. *Analytical Chemistry*, 57, 1577–1583

Andersson Å. & Sörme L. (2006). Substansflödesanalys av alkylfenoler och alkylfenoletoxilater i Stockholms stad 2004. Miljöförvaltningen, Stockholms stad, ISSN 1653-9168

Björklund K. Malmqvist P-A, & Strömvall A-M. (2007) Källor till och flöden av ftalater och nonylfenol i Stockholms dagvatten. Miljöförvaltningen, Stockholms stad ISSN 1653-9168

de Wit, C., Eriksson, U., Nylund, K., Haglund, M., Berggren, D., Kierkegaard, A., Allan A., och Asplund, L. (2002) Bromerade flamskyddsmedel i avloppsslam – analyser från 50 reningsverk i Sverige, Naturvårdsverket, Rapport 5188, ISSN 0282-7298

Europeiska gemenskapen (2000) Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område, Europeiska gemenskapernas officiella tidning L 327/1-72.

Europeiska gemenskapen (2001) Europaparlamentets och rådets beslut nr 2455/2001/EG av den 20 november 2001 om upprättande av en lista över prioriterade ämnen på vattenpolitikens område och om ändring av direktiv 2000/60/EG

Europeiska gemenskapen (2008) Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/105/EG av den 16 december 2008 om miljökvalitetsnormer inom vattenpolitikens område och ändring och senare upphävande av rådets direktiv 82/176/EEG, 83/513/EEG, 84/156/EEG, 84/491/EEG och 86/280/EEG, samt om ändring av Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG, Europeiska gemenskapernas officiella tidning L 348/84

Fausser P., Vikelsøe, J., Sørensen, P.B., Carlsen, L. (2003) Phthalates, nonylphenols and LAS in an alternately operated wastewater treatment plant—fate modelling based on measured concentrations in wastewater and sludge, *Water Research* 37, p 1288–1295

Göteborgs Stad (2009) Analyser av kemikalier i varor- Ett delprojekt inom projektet Giftfritt Göteborg, R 2009:8, ISSN 1401-243X

Haglund, P. och Olofsson U. (2007) Miljöövervakning av slam – Redovisning av resultat från 2004, 2005 och 2006 års provtagningar. Naturvårdsverket

Holmgren, A. (1997) PAH. Källor, toxiska och kemiska egenskaper samt förekomst i Stockholms dagvatten. Examensarbete vid Luleå tekniska universitet. Rapport nr 31-97, Stockholm Vatten AB.

- IVL (2003) WFD Priority substances in sediments from Stockholm and the Svealand coastal region. IVL Rapport B1538
- Järnberg U., Fridén U., Haglund M., Johansson C. & Nilsson M-L. (2005) Screening av klorparaffiner i den Svenska miljön. Uppdrag för Naturvårdsverket 2003–2004,
- Kaj L. & Palm A. (2004) Screening av hexaklorbutadien (HCBD) i miljön. IVL Rapport B1543.
- Kemikalieinspektionen (KemI), 2006. Survey and technical assessment of alternatives to TBBPA and HBCDD. PM 1/06
- Loyo-Rosales J.E., Rice C.P. & Torrents A. (2007). Fate of octyl- and nonylphenol ethoxylates and some carboxylated derivatives in three American wastewater treatment plants. *Environmental Science & Technology*, 41 (19), 6815–6821
- Månsson N., Sörme L., Wahlberg C. & Bergbäck B. (2008) Sources of alkylphenols and alkylphenol ethoxylates in wastewater – a substance flow analysis in Stockholm, Sweden. *Water Air and Soil Pollution: Focus* 8, 445–456
- Naturvårdsverket (2008) Övervakning av prioriterade miljöfarliga ämnen listade i Ramdirektivet för vatten. Rapport 5901, ISSN 0282-7298
- NFS (2006). Naturvårdsverkets föreskrifter om miljörapport. NFS 2006:9
- Palm Cousins A., Remberger M., Kaj L., Ekheden Y., Dusan B., Brorström-Lunden E. (2007) Results from the Swedish National Screening Programme 2006, IVL Report B1750
- Roslev P, Vorkamp K., Aarup J., Fredriksen K., Nielsen P.H. (2007) Degradation of phthalate esters in an activated sludge wastewater treatment plant, *Water Research*, 41 (5), p 969–976.
- Sandström H. (2002) DEHP i Stockholm- en substansflödesanalys. Examensarbete 20p vid Umeå universitet och Miljöförvaltningen, Stockholms stad
- Stockholm Vatten AB (2007) Miljörapport 2007.
- Stockholm Vatten AB (2008) Miljörapport 2008.
- SWECO VIAK (2007) Nationwide screening of WFD priority substances. Screening Rapport 2007:1
- Svensson, A. (2002) Miljögifter i avloppsslam – en studie omfattande 19 reningsverk i Västra Götaland, Länsstyrelsen Västra Götaland, Rapport 2002:39
- Sörme L. (2005) Kadmium i Stockholm 2003- en substansflödesanalys. Miljöförvaltningen, Stockholms stad. ISSN 1652-022X
- Sörme L. (2006a) Bly i Stockholm 2002 – en substansflödesanalys. Miljöförvaltningen, Stockholms stad

Sörme L. (2006b) Kvicksilver i Stockholm 2002 – en substansflödesanalys. Miljöförvaltningen, Stockholms stad

Thuresson K. (2006) Substansflödesanalys av polybromerade difenyletrar i Stockholms stad 2005. Miljöförvaltningen, Stockholms stad. ISSN 1653-9168

Wahlberg, C & Wistrand B. (2006) Provningsjämförelse – DEHP, NF/NFE i dagvatten, dagvattensediment och avloppsslam. Miljöförvaltningen, Stockholms stad ISSN 1653-9168.
www.stockholm.se/nyagifter

Wahlberg, C. (2008) Sammanställning av slamanlyser inom ReVAQ år 2004-2007 – Slutrapport, Stockholm Vatten, Rapport nr 8-2008

www.scorepp.eu

Åkerhammar P, Hallberg A.& Åkerman C. (2008) Mineralmarknaden. Tema Wolfram, SGU rapport Per. publ. 2008:1

Bilagor

Bilaga A. Metodbeskrivningar

Bilaga B. Halter i inkommande och utgående avloppsvatten från Henriksdals och Bromma reningsverk två normalveckor 2007 och 2008 samt i inkommande vatten under en torr- och en regnperiod 2005

Bilaga C. Flödesmängder i inkommande avloppsvatten från Henriksdals reningsverk under en torr- och en regnperiod 2005.

Bilaga D. Halter i rötslam från Henriksdals och Bromma reningsverk två normalveckor 2007 och 2008.

Bilaga E. Halter i inkommande och utgående avloppsvatten från Henriksdals och Bromma reningsverk omräknat till kg/år.

Bilaga F. Halter i rötslam från Henriksdals och Bromma reningsverk omräknat till kg/år

Bilaga G. Beräknade och uppmätta mängder i slam och avloppsvatten för de ämnen som ingår i Emissionsdeklarationen.

Bilaga A

Tabell 1 Analyserande laboratorium och analysmetoder för de olika ämnesgrupperna.

Ämnesgrupp	Undergrupp	Analysmetodik			eurofins Lidköping	eurofins Stockholm	ALS Stockholm
		Vatten	Slam				
Alkylfenoler	Nonyl- och oktylfenol	GC-MS	GC-MS		A		
	Nonyl- och oktylfenoletoxilat	LC-MS-MS (07), GC-MS (08)	GC-MS (08)	GC-MS (08)	E		
Bromerade flam- skyddsmedel	PBDE , TBBPA och HBCD	GC-MS	GC-MS	GC-MS	A		
	Ftalater	GC-MS	GC-MS	GC-MS	SNV		
Volatila organiska föreningar		HS-GC-MS	-	-			E
Tennorganiska föreningar		GC-PFPD	GC-PFPD	GC-PFPD	A		
Övriga persistenta organiska föreningar	PCB	GC-HRMS (vatten), GC-ECD (slam)	GC-HRMS (vatten), GC-ECD (slam)	GC-HRMS (vatten), GC-ECD (slam)	E (vatten), SNV (slam)		
	PAH	GC-MS	GC-MS	GC-MS	A		
	Kloralkaner (C10-13)	GC-MS-MS	GC-MS-MS	GC-MS-MS	E		
	PCDD/F						
Metaller	Hexaklorbensen, Pentaklorbensen	LC-MS-MS	LC-MS-MS	LC-MS-MS			
		ICP-MS, AFS (Hg)	ICP-MS, AFS (Hg)	ICP-MS, AFS (Hg)		A/E	
Ämnen i bekämpningsmedel	Dieldrin, DDT-pp, Endosulfan, HCH, Isodrin, Trifluralin	GC-MS	GC-MS	GC-MS	E		
	Alaklor, Atrazin, Diuron, Isoproturon, Klorfenvinfos, Klorpyrifos, Simazin	LC-MS-MS	LC-MS-MS	LC-MS-MS			
		GC-MS-MS	GC-MS-MS	GC-MS-MS	A (vatten), E (slam)		
Klorfenoler		GC-MS-MS	GC-MS-MS	GC-MS-MS	A		
Övriga	Fluorid, Klorid				A		
	Destillerbara fenoler	TRAACS	TRAACS	TRAACS	A		
	Absorberat Organisk Halogen (AOX)				A		
	Vinylklorid	GC-MS	GC-MS	GC-MS	A		
	Cyanid total				A		

A = ackrediterad analysmetod, E = egen analysmetod, SNV = metod publicerad av Naturvårdsverket

Bilaga B

Halter i inkommande och utgående avloppsvatten från Henriksdals och Bromma reningsverk två normalveckor 2007 och 2008 samt i inkommande vatten under en torr- och en regnperiod 2005.

Tabell 1 Halter i inkommande och utgående avloppsvatten från Henriksdals och Bromma reningsverk två normalveckor 2007 och 2008. Luckor i tabellen betyder att ämnet inte analyserats i det aktuella provet.

Ämne	Enhet	Henriksdal IN v0740	Henriksdal IN v0816	Bromma IN v0740	Bromma IN v0816	Henriksdal UT v0740	Henriksdal UT v0816	Bromma UT v0740	Bromma UT v0816
4-n-Nonylfenol	µg/L	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01
Nonylfenol (grenad)	µg/L	1,2	0,89	1,1	0,42	<0,2	<0,05	<0,2	0,12
Nonylfenoletoxilat	µg/L	17	8,5	13	4,7	0,30	<0,2	0,30	<0,2
4-tert-Oktylfenol	µg/L	0,075	0,096	0,054	0,043	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01
Oktylfenoletoxilat	µg/L		0,40		0,17		0,020		0,020
PBDE 17 (tri)	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PBDE 100 (penta)	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PBDE 138 (hexa)	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PBDE 153 (hexa)	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PBDE 154 (hexa)	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PBDE 183 (hepta)	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PBDE 190 (hepta)	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PBDE 203 (octa)	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PBDE 209 (deka)	µg/L	<0,5	<0,01	<0,5	<0,01	<0,05	<0,01	<0,05	<0,01
PBDE 28 (tri)	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PBDE 47 (tetra)	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PBDE 66 (tetra)	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PBDE 71 (tetra)	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PBDE 85 (penta)	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PBDE 99 (penta)	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hexabromcyklododekan (HBCD)	µg/L	0,01		0,11		<0,01		<0,01	
PCB 28 (tri)	ng/L	0,87	0,92	1,4	1,0	0,04	1,2	0,04	<0,48
PCB 52 (tetra)	ng/L	1,2	1,0	3,3	1,8	0,066	1,7	0,095	<0,66
PCB 101 (penta)	ng/L	1,8	1,7	1,9	1,6	0,076	<3,5	0,068	<1,4
PCB 118 (penta)	ng/L	0,91	0,70	1,2	0,70	0,019	<1,1	0,015	<0,42
PCB 138 (hexa)	ng/L	2,6	1,6	1,7	<1,2	0,069	<3	0,061	<1,2
PCB 153 (hexa)	ng/L	2,9	2,2	2,0	<1,5	0,082	<3,7	0,072	<1,5
PCB 180 (hepta)	ng/L	0,68	1,2	0,71	0,57	0,033	<1,1	0,034	<0,42
7 PCB summa	ng/L	11	9,3	12	5,8	0,38	3,0	0,38	<1,5
Cyanid, total	mg/L	0,002	0,008	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Fluorid	mg/L	0,43	0,49	0,45	0,43	0,29	0,26	0,32	0,33
Klorid	mg/L	75	66	53	54	86	77	50	53
Destillerbara fenoler, låga	mg/L	0,048	0,027	0,018	0,017	0,005	0,005	0,005	0,0061
Diethylhexylftalat (DEHP)	µg/L	10	0,27	8,3	<1	1,2	<1	<1	<1
Diisodecylftalat (DIDP)	µg/L	3,4	<1	2,5	<1	<1	<1	<1	<1
Diisononylftalat (DINP)	µg/L	3,6	<1	2,4	<1	<1	<1	<1	<1
Kloralkaner C10-13	µg/L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Antimon	µg/L	0,66	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenik	µg/L	1,3	1,3	1,0	0,90	0,60	0,60	0,60	0,50
Bly	µg/L	3,9	3,5	2,1	2,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kadmium	µg/L	0,20	0,20	0,10	0,20	0,02	0,04	0,03	0,03
Koppar	µg/L	70	71	49	45	2,5	4,0	5,6	3,3
Krom	µg/L	3,6	3,9	2,9	2,3	1,1	1,0	<0,5	<0,5
Kvicksilver	µg/L	0,10	0,20	0,10	0,080	0,010	0,030	0,010	<0,01
Nickel	µg/L	7,3	7,9	5,2	5,1	7,0	9,0	6,6	7,4
Silver	µg/L	0,8	0,9	0,8	<0,5	0,1	<0,5	0,4	<0,5
Tenn	µg/L	1,9	1,2	1,4	1,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Wolfram	µg/L	0,9	1,9	<0,5	0,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Zink	µg/L	110	92	83	52	11	17	8,0	9,0

Ämne	Enhet	Henriksdal IN v0740	Henriksdal IN v0816	Bromma IN v0740	Bromma IN v0816	Henriksdal UT v0740	Henriksdal UT v0816	Bromma UT v0740	Bromma UT v0816
Antracen	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo(a)pyren	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo(b)fluoranten	µg/L								
Benzo(k)fluoranten	µg/L								
Benzo(b,k)fluoranten	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Benzo(g,h,i)perylene	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Fenantren	µg/L	0,03	0,02	0,03	0,02	<0,02	0,02	0,06	<0,02
Fluoranten	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,07	<0,02
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Naftalen	µg/L	0,21	0,12	0,07	0,08	0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Pyren	µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,05	<0,02
Summa cancerogena PAH	µg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Summa övriga PAH	µg/L	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
PCDD/F (Nordic TEQ)									
Alaklor	µg/L	<0,02	0,01	<0,02	0,01	<0,02	0,01	<0,02	0,01
Atrazin	µg/L	<0,02	0,01	<0,02	0,01	<0,02	0,01	<0,02	0,01
Atrazin-desetyl	µg/L	<0,02	0,01	<0,02	0,01	<0,02	0,01	<0,02	0,01
Atrazin-desisopropyl	µg/L	<0,02	0,01	<0,02	0,01	<0,02	0,01	<0,02	0,01
Klorfeninfos	µg/L	<0,1		<0,1		<0,1		<0,1	
Klorpyrifos	µg/L	<0,1		<0,1		<0,1		<0,1	
Diuron	µg/L	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01
Endosulfan-alfa	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01
Endosulfan-beta	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01
Endosulfan-sulfat	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01
HCH-alfa	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01
HCH-beta	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01
HCH-delta	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01
HCH-gamma (Lindan)	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01
Hexaklorbensen	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01
Isodrin	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01
Isoproturon	µg/L	0,02	<0,01	<0,02	<0,01	0,02	<0,01	0,02	<0,01
Pentaklorbensen	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01
Pentaklorfenol	µg/L	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
Hexaklorbutadien HCBD	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01
DDT-pp	µg/L	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01
Simazin	µg/L	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01	<0,02	<0,01
Trifluralin	µg/L	<0,1	<0,01	0,1	<0,01	<0,1	<0,01	<0,1	<0,01
Tributyltenn (TBT)	µg/L	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	
Dibutyltenn	µg/L	0,0069		0,0046		<0,001		<0,001	
Monobutyltenn	µg/L	0,0081		0,012		<0,001		<0,001	
Trifenyltenn (TPhT)	µg/L	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	
S:a tennorganiska fören	µg/L	0,015		0,017		<0,001		<0,001	
2,3,6-Triklorbensen	µg/L	<0,2	<0,1	<0,2	<0,1	<0,2	<0,1	<0,2	<0,1
1,2,3-Triklorbensen	µg/L	<0,2	<0,1	<0,2	<0,1	<0,2	<0,1	<0,2	<0,1
Bensen	µg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
1,2-dikloreten	µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
diklorometan	µg/L	<3	<6	<3	<6	<3	<6	<3	<6
Tetrakloretylen	µg/L	0,95	1,8	0,5	0,2	0,22	2,5	<0,2	<0,2
Tetraklorometan	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Toluen	µg/L	0,62	<1	<0,5	<1	<0,5	<1	<0,5	<1
Triklöretylen	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Triklorometan	µg/L	<0,3	0,5	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Vinylklorid	µg/L	0,02		0,02		0,02		0,02	
Xylen (-o)	µg/L	<0,1	<0,2	<0,1	<0,2	<0,1	<0,2	<0,1	<0,2
Xylen (-m/p)	µg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Adsorberbart organisk t halogen (AOX)	µg Cl/L	39	46	81	25	33	40	22	26
Etylbensen	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Tabell 2 Halter i inkommande avloppsvatten från Henriksdals reningsverk under en torr- och en regnperiod 2005. Luckor i tabellen betyder att ämnet inte analyserats i det aktuella provet.

Ämne	Enhet	Analyserade i april 2008				Analyserade i december 2006			
		Torrperiod		Regn		Torrperiod		Regn	
		Sickla- inloppet v0541	Henriksdals- inloppet v0541	Sickla- inloppet v0542	Henriksdals- inloppet v0542	Sickla- inloppet v0541	Henriksdals- inloppet v0541	Sickla- inloppet v0542	Henriksdals- inloppet v0542
4-n-Nonylfenol	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Nonylfenol (grenad)	µg/L	1,8	1,0	1,7	1,4				
Nonylfenoletoxilat	µg/L	22	16	18	17				
4-tert-Octylfenol	µg/L	0,092	0,060	0,075	0,093				
Oktylfenoletoxilat	µg/L	0,49	0,57	0,30	0,42				
PBDE 17 (tri)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
PBDE 100 (penta)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
PBDE 138 (hexa)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
PBDE 153 (hexa)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
PBDE 154 (hexa)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
PBDE 183 (hepta)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
PBDE 190 (hepta)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
PBDE 203 (octa)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
PBDE 209 (deka)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
PBDE 28 (tri)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
PBDE 47 (tetra)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
PBDE 66 (tetra)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
PBDE 71 (tetra)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
PBDE 85 (penta)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
PBDE 99 (penta)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	µg/L	0,1	0,42	1,8	1,2				
Hexabromcyklododekan (HBCD)	µg/L								
PCB 28 (tri)	ng/L	1,3	1,2	5,0	1,1				
PCB 52 (tetra)	ng/L	1,3	1,2	3,5	1,3				
PCB 101 (penta)	ng/L	1,8	1,8	6,5	2,7				
PCB 118 (penta)	ng/L	0,71	0,75	2,6	1,2				
PCB 138 (hexa)	ng/L	2,3	2,0	7,7	3,2				
PCB 153 (hexa)	ng/L	2,7	2,8	9,7	4,3				
PCB 180 (hepta)	ng/L	1,7	1,5	6,3	2,8				
7 PCB summa	ng/L	12	11	41	17				
Cyanid, total									
Fluorid									
Klorid									
Destillerbara fenoler, låga									
Diethylhexylftalat (DEHP)	µg/L	7,9	10	5,7	13	2	1,9	<1	<1
Diisodecylftalat (DIDP)	µg/L	2,3	2,1	5,8	3	0,72	0,69	<0,1	0,69
Diisononylftalat (DINP)	µg/L	6	5,6	6,4	7,6	1,7	2,1	0,31	0,66
Kloralkaner C10-13	µg/L								
Antimon	µg/L					0,9	1,6	2,4	1,8
Arsenik	µg/L					1,8	1,6	2,4	1,8
Bly	µg/L					7,7	4,3	25	13
Kadmium	µg/L					0,2	0,3	0,7	0,4
Koppar	µg/L					85	89	190	140
Krom	µg/L					5,6	3,9	30	7,7
Kvicksilver	µg/L					0,06	0,06	0,2	0,3
Nickel	µg/L					12	9	37	10
Silver	µg/L					0,6	1,1	0,9	0,7
Tenn	µg/L					2,3	4,0	1,6	5,4
Wolfram	µg/L					1,5	0,8	7,2	1,7
Zink	µg/L					120	130	440	320
Antracen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,02	0,02				
Benzo(a)pyren	µg/L	<0,05	<0,05	0,02	0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003

Ämne	Enhet	Analyserade i april 2008				Analyserade i december 2006			
		Torrperiod		Regn		Torrperiod		Regn	
		Sickla- inloppet v0541	Henriksdals- inloppet v0541	Sickla- inloppet v0542	Henriksdals- inloppet v0542	Sickla- inloppet v0541	Henriksdals- inloppet v0541	Sickla- inloppet v0542	Henriksdals- inloppet v0542
Benzo(b)fluoranten	µg/L					<0,003	<0,003	<0,003	0,003
Benzo(k)fluoranten	µg/L					<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Benzo(b,k)fluoranten	µg/L	<0,05	<0,05	0,04	0,06				
Benzo(g,h,i)perylen	µg/L	<0,05	<0,05	<0,02	0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Fenantren	µg/L	0,10	0,10	0,09	0,14				
Fluoranten	µg/L	0,05	0,05	0,08	0,11	0,0057	0,0089	0,0068	0,018
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/L	<0,05	<0,05	<0,02	<0,02	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Naftalen	µg/L	0,1	0,05	0,19	0,14				
Pyren	µg/L	0,05	0,05	0,07	0,10				
Summa cancerogena PAH	µg/L	<0,5	<0,5	<0,2	<0,2				
Summa övriga PAH	µg/L	0,35	0,3	0,48	0,64				
PCDD/F (Nordic TEQ)									
Alaklor	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Atrazin	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Atrazin-desetyl	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Atrazin-desisopropyl	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Klorfenvinfos									
Klorpyrifos									
Diuron	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Endosulfan-alfa	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Endosulfan-beta	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Endosulfan-sulfat	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
HCH-alfa	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
HCH-beta	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
HCH-delta	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
HCH-gamma (Lindan)	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Hexaklorbensen	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Isodrin	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Isoproturon	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Pentaklorbensen	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Pentaklorfenol	µg/L		<0,01	<0,01	<0,01				
Hexaklorbutadien HCBD	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
DDT-pp	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Simazin	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Trifluralin	µg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Tributyltenn (TBT)	µg/L	0,003	0,0037	0,0029	0,0037				
Dibutyltenn	µg/L	0,0095	0,013	0,0092	0,028				
Monobutyltenn									
Trifenyltenn (TPHT)	µg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003				
S:a tennorganiska fören									
2,3,6-Triklorbensen									
1,2,3-Triklorbensen									
Bensen									
1,2-diklorethan									
diklorometan									
Tetrakloretylen									
Tetraklorometan									
Toluen									
Triklöretylen									
Triklorometan									
Vinylklorid									
Xylen (-o)									
Xylen (-m/p)									
Adsorberbart organisk t halogen (AOX)									
Etylbensen									

Bilaga C

Flödesmängder i inkommande avloppsvatten från Henriksdals reningsverk under en torr- och en regnperiod 2005.

Tabell 1 Flödesmängder i inkommande avloppsvatten från Henriksdals reningsverk under en torr- och en regnperiod 2005, utgående från analyser gjorda 2008. Henriksdal IN är det sammanslagna flödet in till Henriksdals reningsverk. Luckor i tabellen betyder att ämnet inte analyserats i det aktuella provet.

Ämne	Enhet	Torrperiod		Regn		Torrperiod	Regn
		Sickla- inloppet v0541	Henriksdals- inloppet v0541	Sickla- inloppet v0542	Henriksdals- inloppet v0542	Henriksdal IN v0541	Henriksdal IN v0542
4-n-Nonylfenol	g/h	<0,04	<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
Nonylfenol (grenad)	g/h	7,6	3,9	16,0	12,1	11,5	28,07
Nonylfenoletoxilat	g/h	93	63	168	147	157	315
4-tert-Oktylfenol	g/h	0,39	0,23	0,69	0,82	0,62	1,50
Oktylfenoletoxilat	g/h	2,08	2,19	2,79	3,71	4,27	6,50
PBDE 17 (tri)	g/h	<0,042	<0,039	<0,092	<0,088	<0,081	<0,18
PBDE 100 (penta)	g/h	<0,042	<0,039	<0,092	<0,088	<0,081	<0,18
PBDE 138 (hexa)	g/h	<0,042	<0,039	<0,092	<0,088	<0,081	<0,18
PBDE 153 (hexa)	g/h	<0,042	<0,039	<0,092	<0,088	<0,081	<0,18
PBDE 154 (hexa)	g/h	<0,042	<0,039	<0,092	<0,088	<0,081	<0,18
PBDE 183 (hepta)	g/h	<0,042	<0,039	<0,092	<0,088	<0,081	<0,18
PBDE 190 (hepta)	g/h	<0,042	<0,039	<0,092	<0,088	<0,081	<0,18
PBDE 203 (octa)	g/h	<0,042	<0,039	<0,092	<0,088	<0,081	<0,18
PBDE 209 (deka)	g/h	<0,042	<0,039	<0,092	<0,088	<0,081	<0,18
PBDE 28 (tri)	g/h	<0,042	<0,039	<0,092	<0,088	<0,081	<0,18
PBDE 47 (tetra)	g/h	<0,042	<0,039	<0,092	<0,088	<0,081	<0,18
PBDE 66 (tetra)	g/h	<0,042	<0,039	<0,092	<0,088	<0,081	<0,18
PBDE 71 (tetra)	g/h	<0,042	<0,039	<0,092	<0,088	<0,081	<0,18
PBDE 85 (penta)	g/h	<0,042	<0,039	<0,092	<0,088	<0,081	<0,18
PBDE 99 (penta)	g/h	<0,042	<0,039	<0,092	<0,088	<0,081	<0,18
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	g/h	0,42	1,6	16,5	10,5	2,0	27,0
Hexabromcyklododekan (HBCD)							
PCB 28 (tri)	g/h	0,005	0,005	0,046	0,010	0,010	0,056
PCB 52 (tetra)	g/h	0,006	0,005	0,032	0,011	0,010	0,043
PCB 101 (penta)	g/h	0,008	0,007	0,060	0,023	0,015	0,083
PCB 118 (penta)	g/h	0,003	0,003	0,023	0,010	0,006	0,034
PCB 138 (hexa)	g/h	0,010	0,008	0,071	0,028	0,017	0,098
PCB 153 (hexa)	g/h	0,011	0,011	0,089	0,038	0,022	0,127
PCB 180 (hepta)	g/h	0,007	0,006	0,058	0,025	0,013	0,082
7 PCB summa	g/h	0,050	0,043	0,379	0,145	0,093	0,524
Cyanid, total							
Fluorid							
Klorid							
Destillerbara fenoler, låga							
Diethylhexylftalat (DEHP)	g/h	33	39	52	114	72	166
Diisodecylftalat (DIDP)	g/h	10	8	53	26	18	80
Diisononylftalat (DINP)	g/h	25	22	59	67	47	125
Kloralkaner C10-13							
Antimon							
Arsenik							
Bly							
Kadmium							
Koppar							
Krom							
Kviksilver							
Nickel							
Silver							
Tenn							

Ämne	Enhet	Torrperiod		Regn		Torrperiod	Regn
		Sickla- inloppet v0541	Henriksdals- inloppet v0541	Sickla- inloppet v0542	Henriksdals- inloppet v0542	Henriksdal IN v0541	Henriksdal IN v0542
Wolfram							
Zink							
Antracen	g/h	<0,21	<0,19	<0,18	0,18	<0,40	0,36
Benzo(a)pyren	g/h	<0,21	<0,19	0,18	0,18	<0,40	0,36
Benzo(b)fluoranten							
Benzo(k)fluoranten							
Benzo(b,k)fluoranten	g/h	<0,21	<0,19	0,37	0,53	<0,40	0,89
Benzo(g,h,i)perylen	g/h	<0,21	<0,19	<0,18	0,18	<0,40	0,36
Fenantren	g/h	0,42	0,39	0,83	1,23	0,81	2,05
Fluoranten	g/h	0,21	0,19	0,73	0,96	0,40	1,70
Indeno(1,2,3-cd)pyren	g/h	<0,21	<0,19	<0,18	<0,18	<0,40	<0,36
Naftalen	g/h	0,42	0,19	1,74	1,23	0,61	2,97
Pyren	g/h	0,21	0,19	0,64	0,88	0,40	1,52
Summa cancerogena PAH	g/h	<2,1	<1,9	<1,8	<1,7	<4,0	<3,6
Summa övriga PAH	g/h	1,47	1,16	4,41	5,61	2,64	10,01
PCDD/F (Nordic TEQ)							
Alaklor							
Atrazin							
Atrazin-desetyl							
Atrazin-desisopropyl							
Klorfenvinfos							
Klorpyrifos							
Diuron	g/h	<0,04	<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
Endosulfan-alfa	g/h	<0,04	<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
Endosulfan-beta	g/h	<0,04	<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
Endosulfan-sulfat	g/h	<0,04	<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
HCH-alfa	g/h	<0,04	<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
HCH-beta	g/h	<0,04	<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
HCH-delta	g/h	<0,04	<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
HCH-gamma (Lindan)	g/h	<0,04	<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
Hexaklorbensen	g/h	<0,04	<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
Isodrin	g/h	<0,04	<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
Isoproturon	g/h	<0,04	<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
Pentaklorbensen	g/h	<0,04	<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
Pentaklorfenol	g/h		<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
Hexaklorbutadien HCBD	g/h	<0,04	<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
DDT-pp	g/h	<0,04	<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
Simazin	g/h	<0,04	<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
Trifluralin	g/h	<0,04	<0,04	<0,09	<0,09	<0,08	<0,18
Tributyltenn (TBT)	g/h	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,06
Dibutyltenn	g/h	0,04	0,05	0,08	0,25	0,09	0,33
Monobutyltenn							
Trifenyltenn (TPhT)	g/h	<0,01	<0,01	<0,03	<0,03	<0,01	<0,03
S:a tennorganiska fören							
2,3,6-Triklorbensen							
1,2,3-Triklorbensen							
Bensen							
1,2-dikloretan							
diklorometan							
Tetrakloretylen							
Tetraklorometan							
Toluen							
Trikloretylen							
Triklorometan							
Vinylklorid							
Xylen (-o)							
Xylen (-m/p)							
Adsorberbart organisk t halogen (AOX)							
Etylbensen							

Tabell 2 Flödesmängder i inkommande avloppsvatten från Henriksdals reningsverk under en torr- och en regnperiod 2005, utgående från analyser gjorda 2006. Luckor i tabellen betyder att ämnet inte analyserats i det aktuella provet.

Ämne	Enhet	Torrperiod		Regn		Torrperiod	Regn
		Sickla- inloppet v0541	Henriksdals- inloppet v0541	Sickla- inloppet v0542	Henriksdals- inloppet v0542	Henriksdal IN v0541	Henriksdal IN v0542
4-n-Nonylfenol							
Nonylfenol (grenad)							
Nonylfenoletoxilat							
4-tert-Oktylphenol							
Oktylfenoletoxilat							
Hexabrombifenyl							
PBDE 17 (tri)							
PBDE 100 (penta)							
PBDE 138 (hexa)							
PBDE 153 (hexa)							
PBDE 154 (hexa)							
PBDE 183 (hepta)							
PBDE 190 (hepta)							
PBDE 203 (octa)							
PBDE 209 (deca)							
PBDE 28 (tri)							
PBDE 47 (tetra)							
PBDE 66 (tetra)							
PBDE 71 (tetra)							
PBDE 85 (penta)							
PBDE 99 (penta)							
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)							
Hexabromcyklododekan (HBCD)							
PCB 28 (tri)							
PCB 52 (tetra)							
PCB 101 (penta)							
PCB 118 (penta)							
PCB 138 (hexa)							
PCB 153 (hexa)							
PCB 180 (hepta)							
7 PCB summa							
Cyanid, total							
Fluorid							
Klorid							
Destillerbara fenoler, låga							
Diethylhexylftalat (DEHP)	g/h	8,4	7,4	<9,2	<8,8	16	<9
Diisodecylftalat (DIDP)	g/h	3,0	2,7	<0,9	6,0	5,7	3,5
Diisononylftalat (DINP)	g/h	7,2	8,1	2,8	5,8	15,	5,7
Kloralkaner C10-13							
Antimon	g/h	3,8	6,2	22	16	10	38
Arsenik	g/h	7,6	6,2	22	16	14	38
Bly	g/h	32	17	229	114	49	343
Kadmium	g/h	0,84	1,2	6,4	3,5	2,0	9,9
Koppar	g/h	358	345	1744	1227	703	2971
Krom	g/h	24	15	275	67	39	343
Kviksilver	g/h	0,25	0,23	1,8	2,6	0,49	4,5
Nickel	g/h	51	35	340	88	85	427
Silver	g/h	2,5	4,3	8,3	6,1	6,8	14,4
Tenn	g/h	9,7	16	15	47	25	62
Wolfram	g/h	6,3	3,1	66	15	9,4	81
Zink	g/h	505	504	4039	2804	1009	6843
Antracen							
Benzo(a)pyren	g/h	<0,013	<0,012	<0,028	<0,026	<0,024	<0,054
Benzo(b)fluoranthene	g/h	<0,013	<0,012	<0,028	0,026	<0,024	0,054

Ämne	Enhet	Torrperiod		Regn		Torrperiod	Regn
		Sickla- inloppet v0541	Henriksdals- inloppet v0541	Sickla- inloppet v0542	Henriksdals- inloppet v0542	Henriksdal IN v0541	Henriksdal IN v0542
Benzo(k)fluoranthene	g/h	<0,013	<0,012	<0,028	<0,026	<0,024	<0,054
Benzo(b,k)fluoranten							
Benzo(g,h,i)perylene	g/h	<0,013	<0,012	<0,028	<0,026	<0,024	<0,054
Fenantren							
Fluoranten	g/h	0,024	0,035	0,062	0,158	0,059	0,220
Indeno(1,2,3-cd)pyren	g/h	<0,013	<0,012	<0,028	<0,026	<0,024	<0,054
Naftalen							
Pyren							
Summa cancerogena PAH							
Summa övriga PAH							
PCDD/F (Nordic TEQ)							
Alaklor							
Atrazin							
Atrazin-desetyl							
Atrazin-desisopropyl							
Klorfenvinfos							
Klorpyrifos							
Diuron							
Endosulfan-alfa							
Endosulfan-beta							
Endosulfan-sulfat							
HCH-alfa							
HCH-beta							
HCH-delta							
HCH-gamma (Lindan)							
Hexaklorbensen							
Isodrin							
Isoproturon							
Pentaklorbensen							
Pentaklorfenol							
Hexaklorbutadien HCBd							
DDT-pp							
Simazin							
Trifluralin							
Tributyltenn (TBT)							
Dibutyltenn							
Monobutyltenn							
Trifenyltenn, TPhT							
S:a tennorganiska fören							
2,3,6-Triklorbensen							
1,2,3-Triklorbensen							
Bensen							
1,2-dikloreten							
diklorometan							
Tetrakloretylen							
Tetraklorometan							
Toluen							
Triklöretylen							
Triklormetan							
Vinylklorid							
Xylen (-o)							
Xylen (-m/p)							
Absorbert Organisk Halogen (AOX)							
Asbest							
Etylbensen							

Bilaga D

Halter i rötslam från Henriksdals och Bromma reningsverk två normalveckor 2007 och 2008.

Tabell 1 Halter i rötslam från Henriksdals och Bromma reningsverk två normalveckor 2007 och 2008 (mg/kg torrsubstans). Luckor i tabellen betyder att ämnet inte analyserats i det aktuella provet.

Ämne	Enhet	Henriksdal 2007	Henriksdal 2008	Bromma 2007	Bromma 2008
4-n-Nonylfenol	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nonylfenol (grenad)	mg/kg TS	9,0	15,2	5,9	13,4
Nonylfenoletoxilat	mg/kg TS	1,73	0,86	0,76	1,68
4-tert-Oktylfenol	mg/kg TS	0,53	0,80	0,29	0,34
Oktylfenoletoxilat	mg/kg TS	<0,01	0,234	<0,01	0,178
PBDE 17	mg/kg TS	<0,1	0,00093	<0,081	0,00067
PBDE 100	mg/kg TS	<0,019	0,0056	<0,016	0,0062
PBDE 138	mg/kg TS	<0,019	<0,001	<0,016	<0,001
PBDE 153	mg/kg TS	<0,019	0,0036	<0,016	0,0036
PBDE 154	mg/kg TS	<0,019	0,0023	<0,016	0,0024
PBDE 183	mg/kg TS	<0,019	0,004	<0,016	0,0023
PBDE 190	mg/kg TS	<0,019	<0,001	<0,016	<0,001
PBDE 203	mg/kg TS	<0,019	0,0055	<0,016	0,0056
PBDE 209	mg/kg TS	0,230	0,58	0,22	0,5
PBDE 28	mg/kg TS	<0,019	0,00071	<0,016	0,00055
PBDE 47	mg/kg TS	<0,019	0,024	0,032	0,028
PBDE 66	mg/kg TS	<0,019	0,0012	<0,016	0,00093
PBDE 71	mg/kg TS	<0,019	<0,0002	<0,016	<0,0002
PBDE 85	mg/kg TS	<0,019	0,000088	<0,016	0,0012
PBDE 99	mg/kg TS	0,037	0,027	0,036	0,03
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)					
Hexabromcyklododekan (HBCD)	mg/kg TS	0,15	0,13	0,2	0,095
PCB 28 (tri)	mg/kg TS	0,0054	0,011	0,01	0,01
PCB 52 (tetra)	mg/kg TS	0,0062	0,01	0,024	0,014
PCB 101 (penta)	mg/kg TS	0,004	0,01	0,022	0,01
PCB 118 (penta)	mg/kg TS	0,0062	0,0052	0,021	0,008
PCB 138 (hexa)	mg/kg TS	0,013	0,019	0,026	0,011
PCB 153 (hepta)	mg/kg TS	0,022	0,017	0,018	0,009
PCB 180 (hepta)	mg/kg TS	0,0054	0,0077	0,0066	0,004
7 PCB summa	mg/kg TS	0,06	0,08	0,13	0,07
Cyanid, total	mg/kg TS	<0,77	<0,7	<0,65	<0,69
Fluorid	mg/kg TS	18	14	16	10
Klorid	mg/kg TS	<0,19	<0,18	0,16	<0,17
Destillerbara fenoler, låga	mg/kg TS	18	<7	10	15
Di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)	mg/kg TS	58	95	61	130
Diisodecylftalat (DIDP)	mg/kg TS	17	<35	16	<35
Diisononylftalat (DINP)	mg/kg TS	25	39	25	42
Kloralkaner C10-13	mg/kg TS	5,7	1,6	4,1	<0,1
Arsenik					
Antimon	mg/kg TS	1,71		1,94	
Bly	mg/kg TS	30	22	32	19
Kadmium	mg/kg TS	1	0,9	1	0,8
Koppar	mg/kg TS	390	380	420	340
Krom	mg/kg TS	22	21	22	19
Kvicksilver	mg/kg TS	1	0,7	1,1	0,7
Nickel	mg/kg TS	22	24	22	20
Silver	mg/kg TS	8,6	7,8	4	3,1
Tenn	mg/kg TS	17,3		18,9	
Wolfram	mg/kg TS	<60		<60	
Zink	mg/kg TS	650	640	690	570
Antracen	mg/kg TS	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,04	0,06	<0,03	0,03
Benzo(b)fluoranthene					
Benzo(k)fluoranthene					

Ämne	Enhet	Henriksdal 2007	Henriksdal 2008	Bromma 2007	Bromma 2008
Benzo(b,k)fluoranten	mg/kg TS	0,08	0,12	<0,03	0,03
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TS	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Fenantren	mg/kg TS	0,10	0,21	0,03	0,07
Fluoranten	mg/kg TS	0,08	0,18	0,03	0,07
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	<0,03	<0,03	<0,03	0,03
Naftalen	mg/kg TS	0,10	0,09	0,03	0,07
Pyren	mg/kg TS	0,10	0,18	0,03	0,1
Summa cancerogena PAH	mg/kg TS	<0,03	0,36	<0,03	<0,03
Summa övriga PAH	mg/kg TS	0,52	0,78	<0,03	0,40
PCDD/F (Nordic TEQ)	ng/kg TS	<11	<9,8	<9,1	<9,7
Alaklor	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Atrazin	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Atrazin-desetyl	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Atrazin-desisopropyl	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Klorfenvinfos	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Klorpyrifos	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Diuron	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Endosulfan-alfa	mg/kg TS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Endosulfan-beta	mg/kg TS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Endosulfan-sulfat	mg/kg TS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
HCH-alfa	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
HCH-beta	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
HCH-delta	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
HCH-gamma (Lindan)	mg/kg TS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Hexaklorbensen	mg/kg TS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Isodrin	mg/kg TS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Isoproturon	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Pentaklorbensen	mg/kg TS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Pentaklorfenol	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Hexaklorbutadien HCBd	mg/kg TS	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
DDT-pp	mg/kg TS	0,0072	0,011	0,001	0,0067
Simazin	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Trifluralin	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tributyltenn (TBT)	ug/kg TS	17,7	20,9	13,3	13,2
Dibutyltenn	ug/kg TS	86,4	98,3	104	143
Monobutyltenn	ug/kg TS	38,6	49,8	77,1	101
Trifenyltenn, TPhT	ug/kg TS	<1	<1	<1	<1
S:a tennorganiska fören	ug/kg TS	143	169	194	257
2,3,6-Triklorbensen					
1,2,3-Triklorbensen					
Bensen					
1,2-dikloreten					
diklorometan					
Tetrakloretylen					
Tetraklorometan					
Toluen					
Trikloretylen					
Triklorometan					
Vinylklorid					
Xylen (-o)	mg/kg TS	0,0083	0,0088	<0,005	0,0094
Xylen (-m/p)	mg/kg TS	0,014	0,014	0,0073	0,029
Adsorberbart organiskt halogen (AOX)					
Etylbensen					

Bilaga E

Halter i inkommande och utgående avloppsvatten från Henriksdals och Bromma reningsverk omräknat till kg/år.

Tabell 1 Halter i inkommande och utgående avloppsvatten från Henriksdals och Bromma reningsverk två normalveckor 2007 och 2008 omräknat till kg/år. Luckor i tabellen betyder att ämnet inte analyserats i det aktuella provet.

Ämne	Enhet	Henriksdal IN v0740	Henriksdal IN v0816	Bromma IN v0740	Bromma IN v0816	Henriksdal UT v0740	Henriksdal UT v0816	Bromma UT v0740	Bromma UT v0816
4-n-Nonylfenol	kg/år	<1,5	<0,95	<0,75	<0,55	<1,5	<0,95	<0,75	<0,55
Nonylfenol (grenad)	kg/år	91	84	40	23	<15	<4,8	<7,5	6,6
Nonylfenoletoxilat	kg/år	1271	806	490	255	22	<19	11	<11
4-tert-Oktylfenol	kg/år	5,61	9,13	2,03	2,35	<1,5	<0,95	<0,75	<0,55
Oktylfenoletoxilat	kg/år		37,94		9,14		1,90		1,10
PBDE 17 (tri)	kg/år	<7,5	<0,95	<3,8	<0,55	<0,75	<0,95	<0,38	<0,55
PBDE 100 (penta)	kg/år	<7,5	<0,95	<3,8	<0,55	<0,75	<0,95	<0,38	<0,55
PBDE 138 (hexa)	kg/år	<7,5	<0,95	<3,8	<0,55	<0,75	<0,95	<0,38	<0,55
PBDE 153 (hexa)	kg/år	<7,5	<0,95	<3,8	<0,55	<0,75	<0,95	<0,38	<0,55
PBDE 154 (hexa)	kg/år	<7,5	<0,95	<3,8	<0,55	<0,75	<0,95	<0,38	<0,55
PBDE 183 (hepta)	kg/år	<7,5	<0,95	<3,8	<0,55	<0,75	<0,95	<0,38	<0,55
PBDE 190 (hepta)	kg/år	<7,5	<0,95	<3,8	<0,55	<0,75	<0,95	<0,38	<0,55
PBDE 203 (octa)	kg/år	<7,5	<0,95	<3,8	<0,55	<0,75	<0,95	<0,38	<0,55
PBDE 209 (deka)	kg/år	<37	<0,95	<19	<0,55	<3,7	<0,95	<1,9	<0,55
PBDE 28 (tri)	kg/år	<7,5	<0,95	<3,8	<0,55	<0,75	<0,95	<0,38	<0,55
PBDE 47 (tetra)	kg/år	<7,5	<0,95	<3,8	<0,55	<0,75	<0,95	<0,38	<0,55
PBDE 66 (tetra)	kg/år	<7,5	<0,95	<3,8	<0,55	<0,75	<0,95	<0,38	<0,55
PBDE 71 (tetra)	kg/år	<7,5	<0,95	<3,8	<0,55	<0,75	<0,95	<0,38	<0,55
PBDE 85 (penta)	kg/år	<7,5	<0,95	<3,8	<0,55	<0,75	<0,95	<0,38	<0,55
PBDE 99 (penta)	kg/år	<7,5	<0,95	<3,8	<0,55	<0,75	<0,95	<0,38	<0,55
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)	kg/år	<7,5	<0,95	<3,8	<0,55	<0,75	<0,95	<0,38	<0,55
Hexabromcyklododekan (HBCD)	kg/år	0,75		4,14		<0,75		<0,38	
PCB 28 (tri)	kg/år	0,07	0,09	0,05	0,06	0,003	0,12	0,002	<0,02
PCB 52 (tetra)	kg/år	0,09	0,10	0,12	0,10	0,005	0,17	0,004	<0,02
PCB 101 (penta)	kg/år	0,13	0,16	0,07	0,09	0,006	<0,13	0,003	<0,05
PCB 118 (penta)	kg/år	0,07	0,07	0,05	0,04	0,001	<0,04	0,001	<0,02
PCB 138 (hexa)	kg/år	0,19	0,15	0,06	<0,07	0,005	<0,11	0,002	<0,05
PCB 153 (hexa)	kg/år	0,22	0,21	0,08	<0,08	0,006	<0,14	0,003	<0,06
PCB 180 (hepta)	kg/år	0,05	0,12	0,03	0,03	0,002	<0,04	0,001	<0,02
7 PCB summa	kg/år	0,82	0,89	0,45	0,32	0,028	0,28	0,014	<0,06
Cyanid, total	kg/år	149,49	760,76	<38	<55	74,74	<95	<37	
Fluorid	kg/år	32139	46597	16956	23546	21675	24725	12058	18070
Klorid	kg/år	5605691	6276271	1997081	2956951	6427859	7322316	1884039	2902192
Destillerbara fenoler, låga	kg/år	3588	2568	678	931	374	475	188	334
Diethylhexylftalat (DEHP)	kg/år	747	26	313	<55	90	<95	<38	<55
Diisodecylftalat (DIDP)	kg/år	254	<95	94	<55	<75	<95	<38	<55
Diisononylftalat (DINP)	kg/år	269	<95	90	<55	<75	<95	<38	<55
Kloralkaner C10-13	kg/år	<373	<475	<188	<273	<373	<475	<188	<274
Antimon	kg/år	49	<48	<19	<27	<37	<48	<19	<27
Arsenik	kg/år	97	124	38	49	45	57	23	27
Bly	kg/år	291	333	79	120	<37	<48	<19	<27
Kadmium	kg/år	14,9	19,0	3,8	11,0	1,5	3,8	1,1	1,6
Koppar	kg/år	5232	6752	1846	2464	187	380	211	181
Krom	kg/år	269	371	109	126	82	95	<19	<27
Kvicksilver	kg/år	7,5	19,0	3,8	4,4	0,7	2,9	0,4	<0,5
Nickel	kg/år	546	751	196	279	523	856	249	405
Silver	kg/år	60	86	30	<27	7	<48	15	<27
Tenn	kg/år	142	114	53	99	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Wolfram	kg/år	67	181	<19	49	<37	<48	<19	<27
Zink	kg/år	8222	8749	3128	2847	822	1617	301	493

Ämne	Enhet	Henriksdal IN v0740	Henriksdal IN v0816	Bromma IN v0740	Bromma IN v0816	Henriksdal UT v0740	Henriksdal UT v0816	Bromma UT v0740	Bromma UT v0816
Antracen	kg/år	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1
Benzo(a)pyren	kg/år	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1
Benzo(b)fluoranten	kg/år								
Benzo(k)fluoranten	kg/år								
Benzo(b,k)fluoranten	kg/år	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1
Benzo(g,h,i)perylen	kg/år	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1
Fenantren	kg/år	2,24	1,90	1,13	1,10	<1,5	<1,9	2,26	<1,1
Fluoranten	kg/år	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1	<1,5	<1,9	2,64	<1,1
Indeno(1,2,3-cd)pyren	kg/år	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1
Naftalen	kg/år	15,70	11,41	2,64	4,38	1,49	1,90	0,75	1,10
Pyren	kg/år	1,49	1,90	0,75	1,10	1,49	1,90	1,88	1,10
Summa cancerogena PAH	kg/år	<15	<19	<8	<11	<15	<19	<8	<11
Summa övriga PAH	kg/år	<22	<29	<11	<16	<22	<29	<11	<16
PCDD/F (Nordic TEQ)									
Alaklor	kg/år	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1
Atrazin	kg/år	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1
Atrazin-desetyl	kg/år	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1
Atrazin-desisopropyl	kg/år	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1
Klorfeninfos	kg/år	<7,5		<3,8		<7,5		<3,8	
Klorpyrifos	kg/år	<7,5		<3,8		<7,5		<3,8	
Diuron	kg/år	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1	<1,5	<1,9	<0,8	<1,1
Endosulfan-alfa	kg/år	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5
Endosulfan-beta	kg/år	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5
Endosulfan-sulfat	kg/år	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5
HCH-alfa	kg/år	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5
HCH-beta	kg/år	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5
HCH-delta	kg/år	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5
HCH-gamma (Lindan)	kg/år	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5
Hexaklorbensen	kg/år	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5
Isodrin	kg/år	<7,5	<1,0	<3,8		<7,5	<1,0	<3,8	<0,5
Isoproturon	kg/år	<1,5	<1,0	<0,8	<0,5	<1,5	<1,0	<0,8	<0,5
Pentaklorbensen	kg/år	<7,5	<1,0	3,8	<0,5	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5
Pentaklorfenol	kg/år	0,7	<1,0	0,4	<0,5		<1,0	<0,4	<0,5
Hexaklorbutadien HCBd	kg/år	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5
DDT-pp	kg/år	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5
Simazin	kg/år	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5
Trifluralin	kg/år	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5	<7,5	<1,0	<3,8	<0,5
Tributyltenn (TBT)	kg/år	<0,07		<0,04		<0,07		<0,04	
Dibutyltenn	kg/år	0,5		0,2		<0,07		<0,04	
Monobutyltenn	kg/år	0,6		0,5		<0,07		<0,04	
Trifenyltenn (TPHT)	kg/år	<0,07		<0,04		<0,07		<0,04	
S:a tennorganiska fören	kg/år	1,12		0,63		<0,07		<0,04	
2,3,6-Triklorbensen	kg/år	<15	<10	<8	<5	<15	<10	<8	<5
1,2,3-Triklorbensen	kg/år	<15	<10	<8	<5	<15	<10	<8	<5
Bensen	kg/år	<15	<19	<8	<11	<15	<19	<8	<11
1,2-dikloretan	kg/år	<75	<95	<38	<55	<75	<95	<38	<55
diklorometan	kg/år	<224	<571	<113	<329	<224	<571	<113	<329
Tetrakloretylen	kg/år	71	171	19	11	16	238	<8	<11
Tetraklorometan	kg/år	<7,5	<10	<4	<5	<7	<10	<4	<5
Toluen	kg/år	46	<95	<19	<55	<37	<95	<19	<55
Triklöretylen	kg/år	<7	<9	<4	<5	<7	<10	<4	<5
Triklorometan	kg/år	<22	48	<11	<16	<22	<28	<11	<16
Vinylklorid	kg/år	<1		<1		<1		<1	
Xylen (-o)	kg/år	<7	<19	<4	<11	<7	<19	<4	<11
Xylen (-m/p)	kg/år	<15	<19	<8	<11	<15	<19	<8	<11
Adsorberbart organisk t halogen (AOX)	kg/år	2915	4374	3052	1369	2467	3804	829	1424
Etylbensen	kg/år	<7	<9	<4	<5	<7	<9	<4	<5

Bilaga F

Halter i rötslam från Henriksdals och Bromma reningsverk två normalveckor 2007 och 2008 omräknat till kg/år.

Tabell 1 Halter i rötslam från Henriksdals och Bromma reningsverk två normalveckor 2007 och 2008 omräknat till kg/år. Luckor i tabellen betyder att ämnet inte analyserats i det aktuella provet.

Ämne	Enhet	Henriksdal 2007	Henriksdal 2008	Bromma 2007	Bromma 2008
4-n-Nonylfenol	kg/år	<0,15	<0,142	<0,057	<0,052
Nonylfenol (grenad)	kg/år	136	216	34	<70
Nonylfenoletoxilat	kg/år	26	12	4,4	<8,8
4-tert-Oktylfenol	kg/år	8,0	11	1,7	<1,8
Oktylfenoletoxilat	kg/år	<0,15	3,323	<0,06	0,933
PBDE 17	kg/år	<1,5	0,013	<0,46	0,004
PBDE 100	kg/år	<0,29	0,080	<0,091	0,032
PBDE 138	kg/år	<0,29	0,014	<0,091	0,005
PBDE 153	kg/år	<0,29	0,051	<0,091	0,019
PBDE 154	kg/år	<0,29	0,033	<0,091	0,013
PBDE 183	kg/år	<0,29	0,057	<0,091	0,012
PBDE 190	kg/år	<0,29	0,014	<0,091	<0,005
PBDE 203	kg/år	<0,29	0,078	<0,091	0,029
PBDE 209	kg/år	3,5	8,2	1,3	2,6
PBDE 28	kg/år	<0,29	0,010	<0,091	0,003
PBDE 47	kg/år	<0,29	0,341	0,183	0,147
PBDE 66	kg/år	<0,29	0,017	<0,091	0,005
PBDE 71	kg/år	<0,29	0,003	<0,091	<0,0010
PBDE 85	kg/år	<0,29	0,001	<0,091	0,006
PBDE 99	kg/år	0,555	0,383	0,206	0,157
Tetrabrombisfenol A (TBBPA)					
Hexabromcyklododekan (HBCD)	kg/år	2,3	1,8	1,1	0,50
PCB 28 (tri)	kg/år	0,081	0,156	0,057	0,052
PCB 52 (tetra)	kg/år	0,093	0,142	0,137	0,073
PCB 101 (penta)	kg/år	0,060	0,142	0,126	0,052
PCB 118 (penta)	kg/år	0,093	0,074	0,120	0,042
PCB 138 (hexa)	kg/år	0,195	0,270	0,148	0,058
PCB 153 (hepta)	kg/år	0,330	0,241	0,103	0,047
PCB 180 (hepta)	kg/år	0,081	0,109	0,038	0,021
7 PCB summa	kg/år	0,900	1,136	0,742	0,367
Cyanid, total	kg/år	<12	<9,9	<3,7	<3,6
Fluorid	kg/år	270	199	91	52
Klorid	kg/år	<2,9	<2,6	0,91	<0,89
Destillerbara fenoler, låga	kg/år	270	99	57	79
Di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)	kg/år	870	1349	348	681
Diisodecylftalat (DIDP)	kg/år	255	<497	91	<183
Diisononylftalat (DINP)	kg/år	375	554	143	220
Kloralkaner C10-13	kg/år	86	23	23	<0,52
Arsenik					
Antimon	kg/år	26		11	
Bly	kg/år	450	312	183	100
Kadmium	kg/år	15	13	6	4
Koppar	kg/år	5850	5396	2398	1782
Krom	kg/år	330	298	126	100
Kvicksilver	kg/år	15	10	6	4
Nickel	kg/år	330	341	126	105
Silver	kg/år	129	111	23	16
Tenn	kg/år	260		108	
Wolfram	kg/år	<900		<343	
Zink	kg/år	9750	9088	3940	2987
Antracen	kg/år	<0,45	<0,43	<0,17	<0,16

Ämne	Enhet	Henriksdal 2007	Henriksdal 2008	Bromma 2007	Bromma 2008
Benzo(a)pyren	kg/år	0,60	0,85	<0,17	0,16
Benzo(b)fluoranthene					
Benzo(k)fluoranthene					
Benzo(b,k)fluoranten	kg/år	1,20	1,70	<0,17	0,16
Benzo(g,h,i)perylen	kg/år	<0,45	<0,43	<0,17	<0,16
Fenantren	kg/år	1,50	2,98	0,17	0,37
Fluoranten	kg/år	1,20	2,56	0,17	0,37
Indeno(1,2,3-cd)pyren	kg/år	<0,45	<0,43	<0,17	0,16
Naftalen	kg/år	1,50	1,28	0,17	0,37
Pyren	kg/år	1,50	2,56	0,17	0,52
Summa cancerogena PAH	kg/år	<0,45	5,11	<0,17	<0,16
Summa övriga PAH	kg/år	<7,8	<11	<0,17	<2,1
PCDD/F (Nordic TEQ)	kg/år	<0,00017	<0,00014	<0,000052	<0,000051
Alaklor	kg/år	<0,15	<0,14	<0,057	<0,052
Atrazin	kg/år	<0,15	<0,14	<0,057	<0,052
Atrazin-desetyl	kg/år	<0,15	<0,14	<0,057	<0,052
Atrazin-desisopropyl	kg/år	<0,15	<0,14	<0,057	<0,052
Klorfenvinfos	kg/år	<0,15	<0,14	<0,057	<0,052
Klorpyrifos	kg/år	<0,15	<0,14	<0,057	<0,052
Diuron	kg/år	<0,15	<0,14	<0,057	<0,052
Endosulfan-alfa	kg/år	<0,015	<0,014	<0,0057	<0,0052
Endosulfan-beta	kg/år	<0,015	<0,014	<0,0057	<0,0052
Endosulfan-sulfat	kg/år	<0,015	<0,014	<0,0057	<0,0052
HCH-alfa	kg/år	<0,15	<0,14	<0,057	<0,052
HCH-beta	kg/år	<0,15	<0,14	<0,057	<0,052
HCH-delta	kg/år	<0,15	<0,14	<0,057	<0,052
HCH-gamma (Lindan)	kg/år	<0,015	<0,014	<0,0057	<0,0052
Hexaklorbensen	kg/år	<0,015	<0,014	<0,0057	<0,0052
Isodrin	kg/år	<0,015	<0,014	<0,0057	<0,0052
Isoproturon	kg/år	<0,15	<0,14	<0,057	<0,052
Pentaklorbensen	kg/år	<0,015	<0,014	<0,0057	<0,0052
Pentaklorfenol	kg/år	<0,075	<0,071	<0,029	<0,026
Hexaklorbutadien HCBd	kg/år	<0,075	<0,071	<0,029	<0,026
DDT-pp	kg/år	0,11	0,16	0,01	0,04
Simazin	kg/år	<0,15	<0,14	<0,057	<0,052
Trifluralin	kg/år	<0,15	<0,14	<0,057	<0,052
Tributyltenn (TBT)	kg/år	0,27	0,30	0,076	0,069
Dibutyltenn	kg/år	1,30	1,40	0,59	0,75
Monobutyltenn	kg/år	0,58	0,71	0,44	0,53
Trifenyltenn, TPhT	kg/år	<0,015	<0,014	<0,0057	<0,0052
S:a tennorganiska fören	kg/år	2,14	2,40	1,11	1,35
2,3,6-Triklorbensen					
1,2,3-Triklorbensen					
Bensen					
1,2-diklorethan					
diklorometan					
Tetrakloretylen					
Tetraklorometan					
Toluen					
Triklöretylen					
Triklormetan					
Vinylklorid					
Xylen (-o)	kg/år	0,125	0,125	<0,029	0,049
Xylen (-m/p)	kg/år	0,210	0,199	0,042	0,152
Adsorberbart organiskt halogen (AOX)					
Etylbensen					

Bilaga G

Beräknade och uppmätta mängder i slam och avloppsvatten för de ämnen som ingår i Emissionsdeklarationen.

Tabell 1 Beräknade och uppmätta mängder i slam och avloppsvatten för de ämnen som ingår i Emissionsdeklarationen. Henriksdal och Bromma har summerats. Vid mindre-än-värden har halva värdet använts.

Ämne	Tröskelvärde utsläpp till vatten (kg/år)	Uppmätt mängd i utgående avloppsvatten (kg/år)		Uppmätt mängd i slam (kg/år)		Beräknad mängd i utgående avloppsvatten (kg/år)	
		2007	2008	2007	2008	kg/år	Anmärkning
Nonylfenol och nonylfenoletoxylat	1	ca 45	<24	200	267	104	Se 3.1.1
Oktylfenol och oktylfenoletoxilat	1		3,8	2,6	16		
Polybromerade difenyletrar (PBDE) ¹	1	<11	<11	13,5	12,4	0,1-0,4	Se 3.3
Hexabrombifenyl	0,1						
Diethylhexylftalat (DEHP)	1	108	<75	1218	2030	37-84	Se 3.3
Bensen (som BTEX)	100	<12	<15				
Etylbensen (som BTEX)	100	<5,5	<7				
Tetrakloretylen (per)	1	16-20	238-244				
Tetraklormetan (koltetraklorid)	1	<5,5	<7,5				
Toluen (som BTEX)	100	<28	<75				
Triklorbensener	1	<23	<15				
1,2-Diklorethan	1	<57	<75				
Triklloretylen (tri)	1	<5,5	<7,5				
Diklormetan	10	<167	<450				
Triklormetan (kloroform)	1	<17	<22				
Vinylklorid	10	<1	e.a.				
Xylen, o-,m- och p-, (som BTEX)	100	<17	<30				
PAH ²	5	<3,5	<4,5	2,3-14,6	3,2	<1,5	Se 3.3 ³
Antracen	1	<1,2	<1,5	<0,3	<0,3	<0,03	Se 3.3
Naftalen	10	2,2	3	1,7	1,7		
Fluoranten	1	3,4	<1,5	1,4-11,8	2,9	<1,2	Se 3.3 ³
Benzo(g,h,i)perylene	1	<1,2	<1,5	<0,3-3,4	<0,3	<0,34	Se 3.3 ³
Kloralkaner (C10-13)	1	<280	<370	109	23	<11	Se 3.3
Klorerade dioxiner och dibensofuraner (PCDD/F) (som Teq)	0,0001			<0,0001	<0,0001	<0,00001	Se 3.3
Hexaklorbutadien (HCBD)	1	<5,7	<0,8	<0,05	<0,05	<0,005	enligt resonemang i 3.3
Arsenik	1	68	84				
Bly	5	<28	<38	633	412	8,2	Stockholm Vatten 2007 ⁴
Kadmium	1	2,6	5,4	21	17	0,67	Stockholm Vatten 2007 ⁴
Koppar	20	398	561	8 250	7 180	311	Stockholm Vatten 2007 ⁴
Krom	20	92	109	456	398	74	Stockholm Vatten 2007 ⁴
Kvicksilver	0,1	1,1	3,2	11	14	0,4	Stockholm Vatten 2007 ⁴
Nickel	20	772	1261	456	446	946	Stockholm Vatten 2007 ⁴
Tenn		<28	<38	368		7,4	Stockholm Vatten 2007 ⁴
Tennorganiska föreningar		1,7		3,3	3,8	<0,4	enligt resonemang i 3.3
Tennorganiska föreningar (som totalt Sn)	50						
Zink	20	1123	2110	13 700	12 100	1740	Stockholm Vatten 2007 ⁴
Trifenyltenn	0,1	<0,06		<0,01	<0,01	<0,001	enligt resonemang i 3.3

Ämne	Tröskelvärde utsläpp till vatten (kg/år)	Uppmätt mängd i utgående avloppsvatten (kg/år)		Uppmätt mängd i slam (kg/år)		Beräknad mängd i utgående avloppsvatten (kg/år)	
		2007	2008	2007	2008	kg/år	Anmärkning
Isodrin	1	<5,7		<0,01	<0,01	<0,001	enligt resonemang i 3.3
Fluorider	2 000	34 000	43 000				
Klorider	2 000 000	8 310 000	10 220 000				
Cyanider	50	94	<75				
Fenoler (destillerbara)		562	809	327	178		
Fenol (som total C)	1						
Adsorberbart Organiskt Halogen, AOX	1 000	3 300	5 200				
Asbest	1						

¹ Summan av penta-, Okta och deka-BDE

² Summa fyra PAH: bens(a)pyren, bens(b)fluoranten, bens(k)fluoranten och indeno(1,2,3-cd)pyren

³ De högre värdena i slam är från Stockholm Vattens ordinarie mätningar 2007. Beror troligen på olika analysmetoder.

⁴ Stockholm Vatten gör varje år massbalanser över metallflöden i reningsverken baserade på många analyser av in- och utgående avloppsvatten samt slam. Dessa bör ge säkrare data än de två enskilda provtagningar som gjorts i denna undersökning.



Box 47607, 117 94 Stockholm
Tel 08 506 002 00
Fax 08 506 002 10
E-post svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se