

Miljöövervakning av utgående vatten & slam från svenska avloppsreningsverk

**Resultat från år 2016-2017
och en sammanfattning av slamresultaten för åren 2004-2017**

Beställare: Naturvårdsverket
Kontrakt: 219-13-004
Programområde: Miljögiftssamordning
Delprogram: Miljögifter i urban miljö
Utförare: Peter Haglund; Kemiska
institutionen, Umeå universitet



NATIONELL
MILJÖÖVERVAKNING
PÅ UPPDRAG AV
NATURVÅRDSVERKET

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING.....	3
BAKGRUND	3
RENINGSVERKEN.....	4
Henriksdals reningsverk.....	6
Ryaverket.....	6
Öns reningsverk	6
Gässlösa reningsverk.....	7
Ellinge reningsverk.....	7
Nolhaga reningsverk.....	7
Borlänge reningsverk.....	8
Bergkvara reningsverk.....	8
Bollebygds reningsverk.....	8
FÖRENINGAR.....	8
PROVTAGNING OCH PROVBANKNING.....	10
Utgående vatten	10
Slam	10
ANALYS OCH KVALITETSSÄKRING.....	10
RESULTAT	12
ANTIBIOTIKA.....	12
Utgående vatten	12
Slam	12
BROMERADE DIFENYLETRAR (PBDE).....	14
Slam	14
KLORPARAFFINER (PCA).....	16
Slam	16
FLUORERADE ÄMNEN	18
Utgående vatten	18
Slam	18
FOSFATESTRAR.....	25
Utgående vatten	25
Slam	25
FTALATER OCH BUTYLHYDROXYTOLUEN.....	28
Utgående vatten	28
Slam	28
KLOBENSENER.....	30
Slam	30
KLORFENOLER, NONYL- OCH OKTYLFENOLER, TRICLOSAN OCH BISFENOL A.....	31
Utgående vatten	31
Slam	31
KLOREADE DIBENSO-P-DIOXINER, DIBENSOFURANER OCH BIFENYLER.....	33
Slam	34
METALLER.....	38
Utgående vatten	38
Slam	39
ORGANOTENNFFÖRENINGAR.....	40
Utgående vatten	41
Slam	41
SILOXANER	44
Slam	44
NSAID's.....	46
Utgående vatten	46
MYSKÄMNEN.....	47
Utgående vatten	47
Slam	47
ÖSTROGENA OCH ANDROGENA EFFEKTER.....	48
Utgående vatten	48
REFERENSER	49

Sammanfattning

Förekomsten av organiska substanser i utgående vatten (fr.o.m. 2011) och/eller slam från nio svenska avloppsreningsverk (ARV); Stockholm (Henriksdal), Göteborg (Ryaverket), Umeå (Ön), Borås (Gässlösa), Eslöv (Ellinge), Alingsås (Nolhaga), Bollebygd, Borlänge och Bergkvara (Torsås) har undersökts. Följande ämnen/ämnesgrupper har ingått i studien (fr.o.m. 2004): antibiotika (fluorokinoloner), bromerade difenylestrar, klorparaffiner, fluorerade ämnen, fosfatestrar, ftalater, butylhydroxytoluen, klorbensener, klorfenoler, triclosan, organotennföreningar, metylsiloxaner, metaller samt klorerade dibenso-*p*-dioxiner, dibenofuraner och bifenoler. Dessutom ingår även fr.o.m. 2010: myskännen, NSAID's, bisfenol A och nonyl- och oktylfenoler.

Graferna i denna rapport redovisar slamhalterna för perioden 2004-2017 och utgående vattenhalter för år 2016 och 2017. Bollebygd reningsverk ingick inte i den nationella miljöövervakningen under 2004 och Floda reningsverk har fr.o.m. 2010 ersatts av Borlänge reningsverk och Bergkvara reningsverk.

Liksom tidigare år så är slamhalterna generellt lika såväl mellan reningsverk som över tid. Med andra ord är mellanårsvariationen generellt lika stor som variationen mellan olika reningsverk. Det finns dock några avvikelse. Slam från Gässlösa ARV har generellt flera fluorerade ämnen än övriga reningsverk samt högre halter av perfluoroktansyra (PFOA) och Di-*iso*-decylftalat (DIDP).

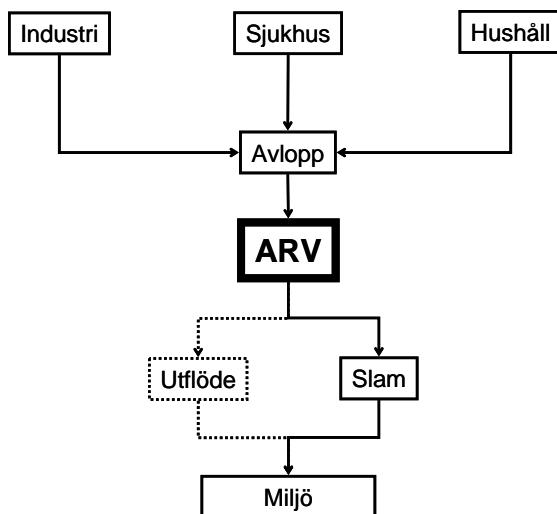
En tidstrendanalys från 2012 visade på signifikant minskande halter över tid (2004-2010) för kobolt, antibiotikat norfloxacin, triklosan, mono- och dibutyltenn, fluorkemikalien PFOSA, 1,2,4-triklorbensen, flamskyddskemiakaliena PBDE-154 och PBDE-183 samt högklorerade dioxiner och dibenofuraner (Olofsson, Bignert, Haglund; 2012). Samma studie fann signifikantökande trender för linjära metylsiloxaner (MDM, MD2M och MD3M), 1,4-diklorbensen och flamskyddskemiakalien deca-BDE. Det fanns även indikationer på minskande trender för antibiotikat ciprofloxacin, PBDE-99, fluorämnet PFDoDA, 2,3,7,8-tetraklordibenofuran (TCDF) och klorparaffiner (MCCP) samtökande trender för två organofosfater (TDCPP och TBEP).

Sentida data för 2011-2017 indikerar fortsatt minskande trender för samtliga ämnen med statistiskt signifikanta tidstreder, förutom för mono- och dibutyltenn för vilka haltminskningen planat ut. Det finns även tydliga tecken på minskande halter av två antibiotika (ciprofloxacin och ofloxacin), två flamskyddskemiaklier (PBDE-47 och PBDE-99), en mjukgörare (DEHP), en klorbensen (HCB) och en klorparaffin (LCCP).

Halterna av linjära metylsiloxaner fortsätter att öka. Ökar gör också halterna av två organofosfater (tributylfosfat och tricresylfosfat). Däremot verkar halterna av några av de ämnen som tidigare visatökande trender plana ut eller till och medvänt nedåt. Det senare verkar även gälla för ex. 1,4-diklorbensen, deca-BDE, TDCPP, TBEP och flera dioxin-lik PCB (ex. PCB 118, 126 och 169). När data finns tillgängligt för 2018 vore detvärdefullt att upprepa den noggranna statistiska analys som gjordes 2012 för att få en klar bild över haltförändringarna av samtliga analyserade ämnen under senaste 15 åren.

Bakgrund

Ungefär en tredjedel (30 000) av de kemikalier som förekommer i teknosfären anses vara kemikalier som samhället använder varje dag. I detta kemikaliesamhälle utgör reningsverken en central länk mellan teknosfären och den ytter miljön. De flesta kemikalierna från samhället samlas upp i de kommunala reningsverken, vilket medför att avloppsreningsverk är en sekundär transportväg (via utgående vatten eller slam) för dessa substanser ut till miljön, se Figur 1. Under reningsprocessen ansamlas näringssämnen från avloppsvattnet i slammet som därfor bör återföras till produktiv mark i ett kretsloppsanpassat samhälle. Dessvärre ansamlas också miljö- och hälsosfarliga ämnen i slammet, vilket gör slam till en mycket relevant matris att analysera för att upptäcka nya miljöfarliga ämnen och för att fastlägga tidstreder för vissa prioriterade miljö- och hälsosfarliga ämnen från samhället.

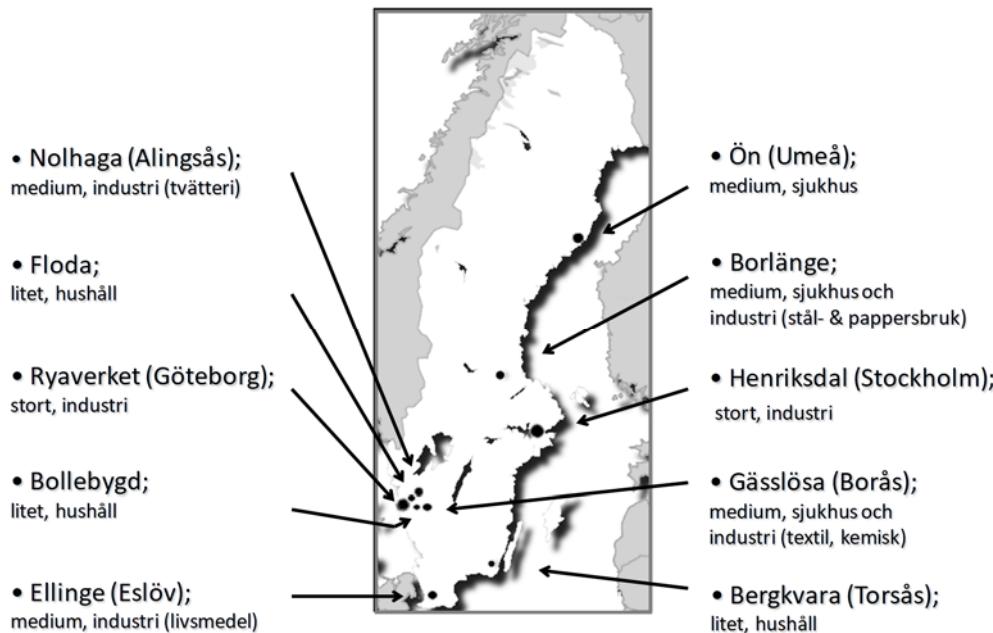


Figur 1. Förenklat flödesschema för kemikalier från samhället till miljön,
ARV = Avloppsreningsverk.

Det övergripande syftet med denna årliga miljöövervakning är att kontrollera halterna av ett stort antal miljögifter i utgående vatten och slam i representativa svenska reningsverk. Halterna från denna årligen återkommande kvantifiering kan vid senare tillfälle utnyttjas för att fastlägga tidstrender, slamdata finns för år 2004-2017 [1-4].

Reningsverken

Vid urvalet av de avloppsreningsverk som ingår i projektet togs särskild hänsyn till reningsverkens storlek, belastning, teknisk prestanda, förhållande mellan industri-, hushåll- och övrigt avlopp samt geografisk spridning. Detta resultaterade i följande sju reningsverk (år 2004); Stockholm (Henriksdal), Göteborg (Ryaverket), Umeå (Ön), Borås (Gässlösa), Eslöv (Ellinge), Alingsås (Nolhaga) och Floda, Bollebygds reningsverk ingår fr.o.m. 2005 och Floda utgår fr.o.m. 2010, samt fr.o.m. 2010 ingår Borlänge och Bergkvara (Torsås) reningsverk, dvs, totalt ingår nio reningsverk i den nationella miljöövervakningen fr.o.m. år 2011. Reningsverkens lokalisering, storlek och belastning kan ses i Figur 2. Information om bl.a. antalet anslutna kunder (även uttryckt som personekvivalenter, pe), volym inkommende vatten och mängd producerat slam för respektive reningsverk finns i Tabell 1.



Figur 2. Avloppsreningsverkens lokalisering, storlek och belastning,

Tabell 1. Information om reningsverken [5].

	Rya-verket	Nol-haga	Umeå	Henriks-dal	Gäss-lösa	Ellinge	Bolle-bygd	Bor-länge	Berg-kvara
Anslutna (kpers)	763	30	99	824	92	22	4,8	47	4,3
Anslutna (kpe)	922	35	92	950	91	97	3,9	37	3,0
Inkommende vatten (Mm ³ /år)	138	3,6	11	105	14	4,8	0,32	4,7	0,7
Dagvatten ¹ (%)	61	32	20 *	5*	53	28	39	27	46
Renings-process ²	MCBD	MBCD	MCBD	MCBD	MBCD	MBCD	MBCS	MCBD	MBCS
Producerat slam (ton TS/år)	14900	836	2490	18000	2430	1250	38	897	83
TS slam (%)	25	23	29	27	21	20	1,0#	28	20
Uppehållstid (rötning)	20	17	18	19	25	30	--	15	--

¹ Ovidkommande vatten; *Uppskattning enl. ARV-personal. # primärslam. ² M: Mekanisk rening, C: Kemisk rening, B: Biologisk rening, D: Rötning (anaerobisk), S: Stabilisering (aerobisk).

Henriksdals reningsverk

Henriksdals reningsverk finns i Stockholm och är ett av de två största reningsverken i Sverige och har följande orter anslutna: Stockholm, Huddinge, Haninge, Nacka och Tyresö. Reningsverket processar ett blandat avlopp med inslag av industriavlopp och har två större sjukhus anslutna, samt har tvätteri och livsmedelsindustri anslutet. Certifierat enligt REVAQ (<http://www.svensktvatten.se/Vattentjanster/Avlopp-och-Miljo/REVAQ/Certifiering/>), försöker förbättra slamkvalitén så att slammet ska kunna utnyttjas till att spridas på åkrar.

Reningsprocessen

Grovrensgaller, sandfång, förluftning och tillsats av järnsulfat, försedimentering, bioreaktor (biologisk rening), eftersedimentering, efterfällning med järnsulfat och sandfilter. Slam tas ut i försedimenteringen, bioreaktorn och eftersedimenteringen, förtjockas och rötas (uppehållstiden i rötkammarna är ca. 19 dygn). Polymertillsats sker efter rötning och slammet centrifugeras innan slutprodukten erhålls.

Ryaverket

I Göteborg finns Ryaverket som är ett av de två största reningsverken i Sverige och har följande orter anslutna: Göteborg, Ale, Härryda, Kungälv, Mölndal, Lerum och Partille. Reningsverket processar ett blandat avlopp med inslag av industriavlopp, lakvatten och organiskt material från storkök samt har ett större sjukhus, tvätteri och livsmedelsindustri anslutet. Certifierat enligt REVAQ , försöker förbättra slamkvalitén så att slammet ska kunna utnyttjas till att spridas på åkrar.

Reningsprocessen

Grovrensgaller, luftat sandfång, fingaller, försedimentering, tillsats av järnsulfat, aktivslambassänger (biologisk rening), eftersedimentering, efter eftersedimentering recirkuleras en del av vatnet och en del leds till skivfilteranläggningen. Merparten, dock högst 7 m³/s, ska under normala flödesförhållanden, ledas till biobäddarna för rening av kväve och recirkulation genom aktivslambassängerna. Slam tas ut i försedimenteringen och eftersedimenteringen och behandlas i tre steg, förtjockning och mesofil rötning (uppehållstiden i rötkammarna är ca 20 dygn) och avvattnning. Polymertillsats sker vid Ryaverken och slammet avvattnas med slamskruvpressar.

Öns reningsverk

Umeås avloppsreningsverk Ön är beläget på en ö i Umeälven söder om centrala Umeå och avloppsvatnet når avloppsreningsverket via fem tryckledningar. Avloppsreningsverket betjänar Umeå centralort och kranzorterna Brännland, Sörfors, Klabböle, Ersmark, Anumark, Innertavle, Yttertavle, Stöcksjö, Obbola, Holmsund samt Dåva industriområde.

Reningsprocessen

Grovrensning, luftade sandfång, tillsats av järnklorid, flockningsbassänger, försedimentering, luftade bassänger med biologisk rening och slutsedimentering med möjlighet att dosera fällningskemikalie, järnklorid för ytterligare reduktion av kväve. Slammet tas ut i försedimenteringen och pumpas med externslam från kommunens övriga reningsverk och enskilda avlopp till rötkammaren för nedbrytning och stabilisering. Därefter avvattnas slammet genom polymertillsats och centrifugering.

Gässlösa reningsverk

Gässlösa reningsverk behandlar avloppsvatten från Borås centralort och ett flertal samhällen samt från sjukhus och flera stora textilindustrier. Verket processar även avloppsvatten från plast- och kemisk industri. Certifierat enligt REVAQ, försöker förbättra slamkvalitén så att slammet ska kunna utnyttjas till att spridas på åkrar.

Reningsprocessen

Mekanisk rening med fingaller och luftade sandfång. Därefter flockning, biologisk rening med försedimentering där en del av vattnet går till biobäddar och mellansedimentering och en del av vattnet går till aktivslamanläggning och mellansedimentering. Kemisk rening med fällningskemikalie och polymer och slutsedimentering i form av dels lamellsedimentering och dels en s.k. ActifloTM-anläggning där mikrosand tillsätts för snabbare sedimentering. Primärslam från försedimenteringen och överskottsslam från mellansedimenteringen rötas tillsammans med externslam från kommunens övriga reningsverk. Slutligen avvattnas slammet med hjälp av centrifugering.

Ellinge reningsverk

I Eslöv processar Ellinge reningsverk en mycket stor andel industriavlopp (66 210 pe industri av totalt 97 000 pe) som nästan uteslutande härrör från livsmedelsindustrin. Verket har även tvätteri anslutet. Följande tätorter är anslutna till reningsverket: Eslöv, Gullarp, Östra Asmundstorp, Stabbarp, Västra Strö Kungshult, Örtofta och Marieholm. Reningsverket har två inkommende ledningar, en från Orkla Foods Sverige AB och en från kommunens invånare och övriga påkopplade industrier. Certifierat enligt REVAQ, försöker förbättra slamkvalitén så att slammet ska kunna utnyttjas till att spridas på åkrar.

Reningsprocessen

Rensgaller, sandfång, två försedimenteringsbassänger där den ena är till för kommunalt vatten och den andra för processvatten från Orkla Foods där vattnet också kan ledas vidare till en actiflo-anläggning om behov uppstår och processvattnet leds även vidare till en slamlutning och slamanox, innan det blandas med det kommunala avloppsvattnet i aktivslamanläggningen. Därefter följer mellansedimentering, fällning, flockning och slutsedimentering. Slam tas ut från försedimenteringen, mellansedimentering och slutsedimentering (även actiflo-anläggningen) och går vidare till rötkammare. Därefter rötas slammet och centrifugeras innan slutprodukt erhålls.

Nolhaga reningsverk

Avloppsreningsverket i Nolhaga tar emot och behandlar avloppsvatten från Alingsås tätort, Västra Bodarna, Lövekulle-Skår, Hjälmar-Röhult, Simmenäs och Saxebacken. Den största påkopplade industrien är idag Landstingets Tvätteri.

Reningsprocessen

Det inkommende vattnet behandlas i tre steg. Grovrening via rensgaller och luftat sandfång. Organiskt material och kväve avskiljs genom försedimentering och ett biologiskt steg bestående av biobäddar och bassänger med rörliga bärare. Aluminiumbaserat fällningsmedel tillsätts för avskiljning av fosfor. Slammet som bildas rötas och avvattnas i centrifuger. Därefter hämtas slammet av entreprenad som omvandlar slammet till produkt, exempelvis jordförbättringsmedel eller gödning till åkermark. Externslam från kommunens övriga reningsverk, privata slambrunnar och egen latrinstation tas emot och förs in tillsammans med

inkommande vatten. Vattenverksslam från Hjälmares vattenverk tas också emot i spillvattennätet.

Borlänge reningsverk

Borlänge reningsverk är ett medelstort verk och har små industrier anslutna samt processar det sanitära vattnet från ett stålverk och ett pappersbruk. Lakvatten från en avfallsanläggning är också ansluten till avloppsreningsverket.

Reningsprocessen

Reningsverket processar det inkommande vattnet mekaniskt genom rensgaller och luftat sandfång, följt av försedimentering med fällning med järnklorid. Därefter genomgår vattnet en aktivslambehandling i 4 stycken luftningsbassänger och slutligen till slutsedimentering. Slammet som uppkommer vid försedimenteringen och aktivslambehandlingen rötas och avvattnas i centrifuger.

Bergkvara reningsverk

Bergkvara reningsverk i Torsås är ett litet reningsverk utan större industriell belastning, processar uteslutande hushållsavlopp.

Reningsprocessen

Det inkommande vattnet genomgår mekanisk, biologisk och kemisk rening och slammet stabiliseras aerobiskt.

Bollebygds reningsverk

Bollebygds reningsverk processar uteslutande hushållsavlopp från Bollebygds kommun. Verket är utan större industriell belastning, men fr.o.m. hösten 2009 renas även processvatten från färgindustrin.

Reningsprocessen

Det inkommande vattnet passerar först ett renssil med renspress och därefter till ett sandfång och vidare till en aktivslamanläggning med tillsats av polyaluminiumklorid. Därefter mellansedimentering följt av flockningsbassäng och slutligen slutsedimentering. Under växstsäsongen pumpas slammet ut på sex vassbäddar. Resterande del av året går slammet till förtjockning och förvaras i container innan det transporteras till Gässlösa ARV i Borås för rötning och vidareförädling.

Föreningar

De ämnen som ingår i detta projekt är bl.a. utvalda från EUs vattendirektivslista (WFD) och från den finska prioriteringslistan, se Tabell 2. Perfluoroalkylsubstanser, organofosfater, fluorokinoloner (antibiotika), butylhydroxytoluen, myskämnen, PCDD/F och WHO-PCB valdes utifrån resultat från Naturvårdsverkets screeningstudier. Slutligen ingår en del andra substanser som tillhör samma ämnesgrupp som de tidigare nämnda och som lätt kan bestämmas parallellt ("på köpet ämnen"), samt har östrogena och androgena effekter (biotester) uppmäts och kvantifieras i utgående vatten.

Tabell 2. Sammanställning av föreningar och urvalskriterier.

Grupp	Namn	WFD	OSPAR	Finsk	Screening	"På köpet"
					prio	
Fenoler	Pentaklorfenol	X				
	Övriga klorfenoler				X	
	Butylhydroxytoluen				X	
	Triclosan				X	
	Bisfenol A					
	Nonyl- och oktylfenol	X				
Klorbensener	124-Triklorbensen	X				
	Pentaklorbensen	X				
	Hexaklorbensen	X				
	Övriga di-, tri- och tetra-klorbensener					X
Fosfatestrar	Tris(2-butoxyethyl)fosfat				X	
	Tris(2-kloroethyl)fosfat				X	
	Tris(kloropropyl)fosfat				X	
	Tris(1,3-dikloro-2-propyl)fosfat				X	
	Trifenyldifosfat				X	
Ftalater	Di-(2-ethylhexyl)fthalat (DEHP)	X		X		
	Dimethyl- och dietylftalat					X
	Di-n-butyl- och butylbenzylftalat			X		
	Di-n-oktyl-, di- <i>iso</i> -nonyl-, di- <i>iso</i> -decylftalat					X
Antibiotika	Ofloxacin (fluorokinolon)				X	
	Norfloxacin (fluorokinolon)				X	
	Ciprofloxacin (fluorokinolon)				X	
Dioxinlikä ämnen	WHO-PCB				X	
	PCDD/F				X	
Övriga POP	Polybromerade difenyletrar (PBDE)	X				
	Klorparaffiner (PCA)	X				
	Perfluoroämnen (PFAS)	X ¹			X	
	Metylsiloxaner			X		
Metaller	Bly och Pb-föreningar	X				
	Kadmium och Cd-föreningar	X				
	Kvicksilver och Hg-föreningar	X				
	Nickel och nickel föreningar	X				
	Arsenik, kobolt, krom, koppar, vanadin, zink					X
Metallorg.	Tributyltennoxid	X				
	Mono-, di- och tetrabutyltenn				X	
	Mono- och dioktyltenn				X	
	Tricyklohexyltenn				X	
	Mono-, di- och trifenyltenn				X	
Myskämnen	Tonalide (AHTN), galoxolide (HHCB)				X	
	Mysk xylen, mysk keton	X ²		X		
NSAID's³	Ibuprofen, naproxen, ketoprofen, diclofenac				X	

¹ PFOS (2013/39/EU)

² Mysk xylen: OSPAR. ³ Non steroidal anti-inflammatory drugs

Provtagning och provbankning

För att få så representativa prov som möjligt sker provtagningen varje år i oktober månad, under normala driftsförhållanden och efter en period med normala väderförhållanden. Proverna överförs till specialdiskade glasburkar och levereras omgående till Umeå universitet där de delas i portioner för de olika analyserna och för provbankning (slam). Proverna förvaras sedan i kyl/frys. Aktuella driftparametrar vid provtagningstillfället dokumenteras av provtagaren vid respektive reningsverk.

Utgående vatten

Ett (flödesproportionellt) veckoprov tas per reningsverk, dvs, 7 dygnsprov poolas till ett veckoprov.

Slam

Ett samlingsprov tas per reningsverk. Provtagningen sker en veckodag, dock inte en måndag för att representera normal belastning från industrier och andra verksamheter som eventuellt har reducerad verksamhet under helger. Provtagningen sker inom en timme efter avvattning.

Den större delen av proverna frystorkas, homogeniseras och delas i lämpliga delprover som skickas till Naturhistoriska riksmuseet för arkivering i deras provbank.

Analys och kvalitetssäkring

Proverna är kemiskt analyserade enligt lämpligast metod (Tabell 3), specifik för varje ämne/ämnesgrupp, och utförda av: Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), ALS Scandinavia AB (Luleå), Institutionen för tillämpad miljövetenskap (ITM, Stockholm universitet), IVL Svenska Miljöinstitutet (Stockholm) och Kemiska institutionen (Umeå universitet).

Eftersom många av föroreningarna är relativt nya har det inte alltid gått att använda ackrediterade metoder. I Tabell 3 har det indikerats vilka analyser som genomförts med ackrediterade analysmetoder, metoder validerade genom interkalibreringar (IK), respektive internvaliderade egenutvecklade metoder (EM).

Vissa ämnen har inte analyserats i båda matriserna, utan bara de ämnen som man förväntas hitta i utgående vatten och/eller slam. Vilka ämnen som har analyserats i respektive matris kan ses i Tabell 3.

Tabell 3. Utförare av de olika typerna av analyser.

Föreningar	Analys-teknik	UmU	Eurofins	ALS	ITM	IVL	Mät-osäkerhet
Klorfenoler	GC-MS		Ack.				± 20%
Butylhydroxytoluene	GC-MS		EM				± 20%
Triclosan	GC-MS		Ack.				± 20%
Bisfenol A	LC-MSMS	IK					± 20%
Nonyl- och oktylfenol	GC-MS			Ack.			± 20%
Klorbensener ¹	GC-HRMS	EM					± 30%
Organofosfater	GC-HRMS	IK					± 30%
Ftalater ¹	GC-MS		Ack.				± 20%
Antibiotika (fluorokinoloner)	LC-MSMS	IK					± 20%
NSAID's ²	LC-MSMS	IK					± 20%
WHO-PCB ¹	GC-HRMS	Ack.					± 29%
PCDD/F ¹	GC-HRMS	Ack.					± 29%
Polybromerade difenyletrar ¹	GC-HRMS	IK					± 30%
Klorparaffiner ¹	GC-MS	EM					± 30%
Fluorerade ämnen	LC-MSMS				IK		± 5-20%
Metaller	ICP-MS			Ack.			± 18-32%
Organotenn	ICP-MS			Ack.			± 6-40%
Metyl siloxaner ¹	ATD-GC-MS				IK		± 20%
Myskämnen	GC-HRMS	IK					± 20%
Biotester ²						EM	

¹ Endast analyserade i slam. ² Endast analyserade i H₂O.

Ack. = ackrediterad analys; IK = metod validerad genom interkalibreringar; EM = egenutvecklad metod, validerad vid respektive laboratorium.

Respektive laboratorium sköter sin egen kvalitetssäkring som kontrollerar extraktions- och upparbetningsutbyte, laboratoriebakgrund (via blankar), instrumentstatus, etc. Inga avvikelser har rapporterats under året. En rundringning till samtliga utförare bekräftade att inga avvikelser förekommit.

Resultat

Antibiotika

Utgående vatten

Tabell 4 redovisar koncentrationer av fluorokinolonerna (FQs) i utgående vatten. Enbart ciprofloxacin kunde detekteras i vatten från 2017 års provtagning vid Gässlösa, Borlänge och Bergkvara.

Slam

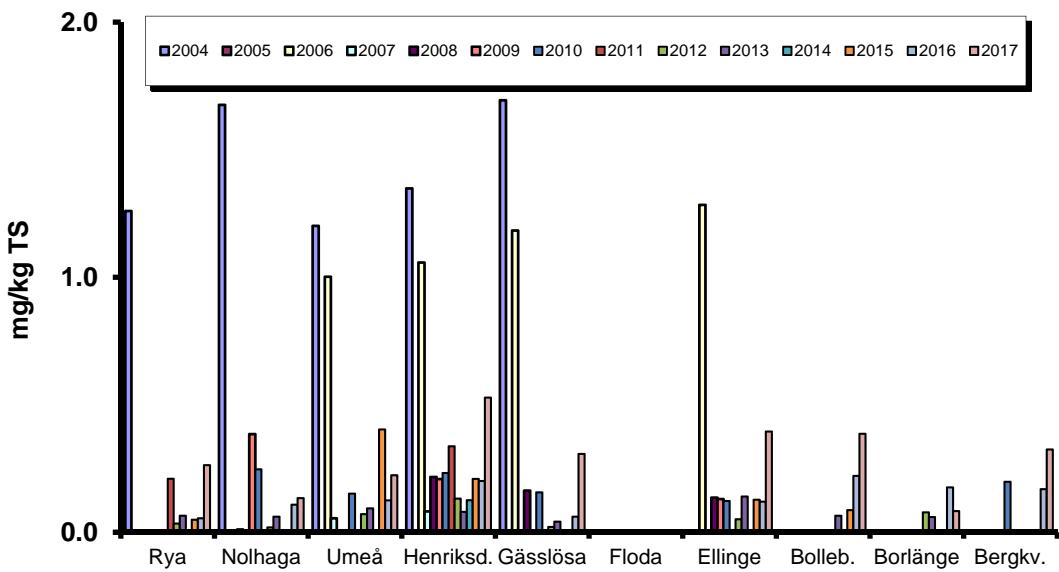
FQ norfloxacin och ciprofloxacin påvisades i alla ARV, med ciprofloxacin i högst halter (>1 mg/kg TS). Halter av ofloxacin och ciprofloxacin i reningsverksslam från år 2004-2017 redovisas i Figur 3 och Figur 4. Halterna för dessa är avtagande över tid.

Tabell 4. Resultat från 2016 och 2017 års prover, utgående vatten, fluorokinoloner ($\mu\text{g/L}$).

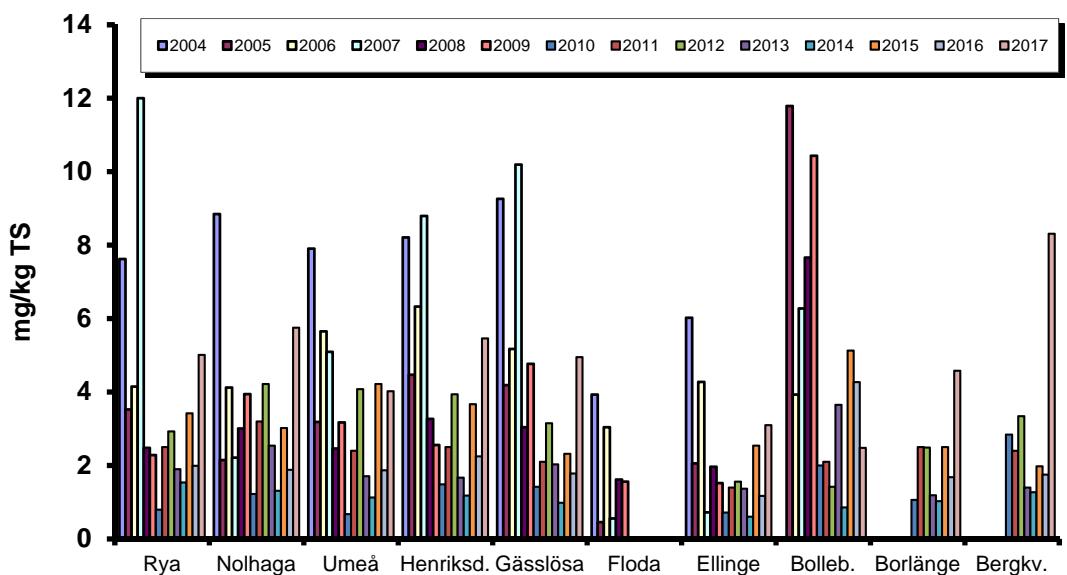
2016	Rya-verket	Nol-haga	Umeå	Henriks-dal	Gässlösa	Ellinge	Bollebygd	Bor-länge	Berg-kvara
Norfloxacin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ofloxacin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ciprofloxacin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
2017									
Norfloxacin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ofloxacin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ciprofloxacin	<0,01	<0,01	<0,01	0,047	0,046	<0,01	<0,01	0,117	0,125

Tabell 5. Resultat från 2016 och 2017 års prover, slam, fluorokinoloner (mg/kg TS).

2016	Rya-verket	Nol-haga	Umeå	Henriks-dal	Gässlösa	Ellinge	Bollebygd	Bor-länge	Berg-kvara
Norfloxacin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ofloxacin	0,055	0,108	0,125	0,201	0,061	0,120	0,221	0,176	0,169
Ciprofloxacin	1,99	1,88	1,87	2,25	1,78	1,17	4,27	1,68	1,75
2017									
Norfloxacin	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ofloxacin	0,263	0,134	0,224	0,528	0,307	0,395	0,386	0,083	0,325
Ciprofloxacin	5,01	5,75	4,02	5,46	4,95	3,10	2,48	4,58	8,31



Figur 3. Halter av Ofloxacin i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2017.



Figur 4. Halter av Ciprofloxacin i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2017.

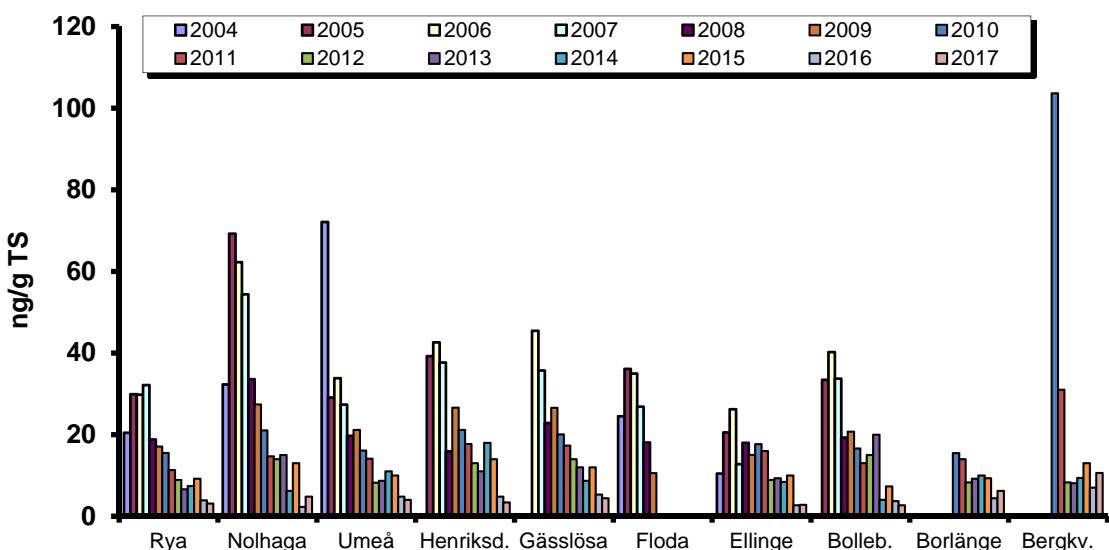
Bromerade difenyletrar (PBDE)

Slam

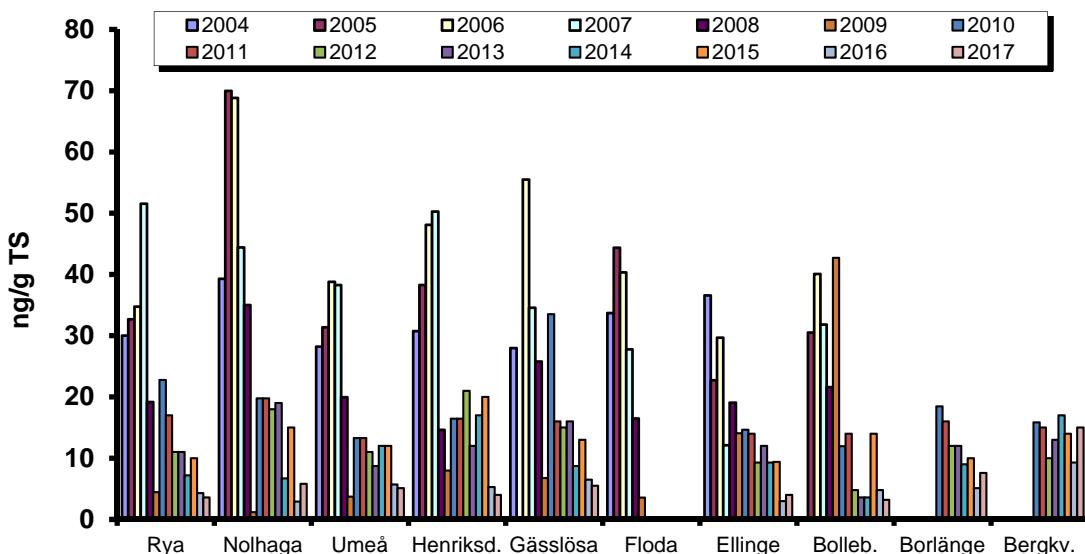
DecaBDE (#209) förekom, liksom tidigare år, i de högsta halterna i slam (uttryckt som microgram per kilogram torrsubstans, TS) från alla ARV, se Tabell 6. Halter av tetraBDE (#47), pentaBDE (#99) och decaBDE i avloppsreningsverksslam under åren 2004-2017 redovisas i Figur 5-7. Proverna från Bergkvara har utmärkt sig tidigare med relativt höga halter av tetraBDE (#47) och decaBDE, men har under senare år varit jämförbara med övriga reningsverk.

Tabell 6. Resultat från 2016 och 2017 års prover, slam, PBDE ($\mu\text{g}/\text{kg}$ TS).

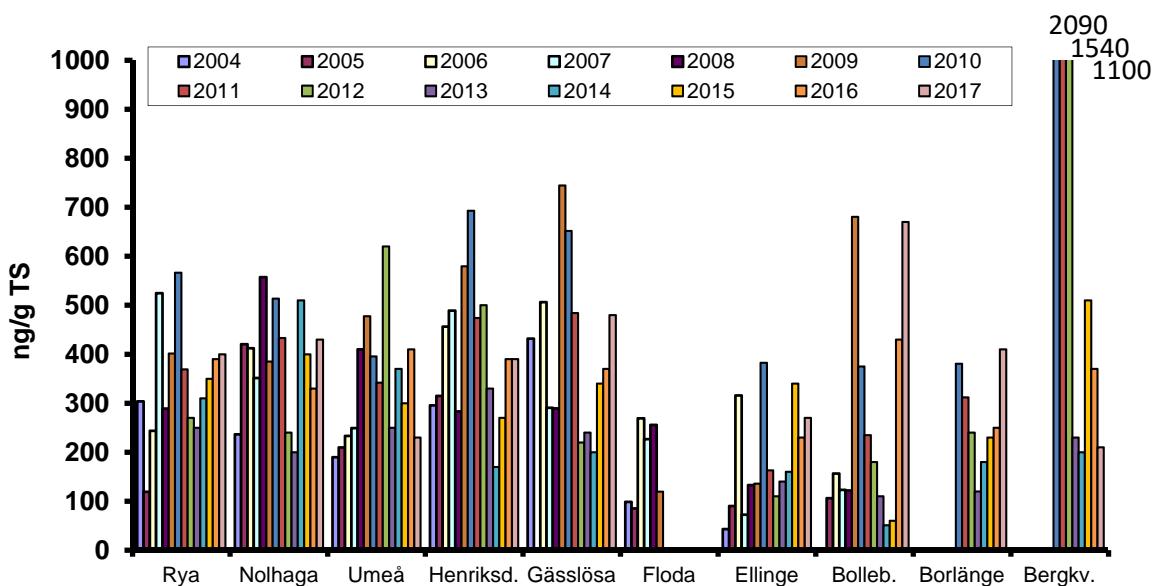
2016	Rya-verket	Nolhaga	Umeå	Henriksdal	Gässlösa	Ellinge	Bollebygd	Borlänge	Bergkvara
# 28	0,062	0,037	0,071	0,078	0,081	0,038	0,067	0,076	0,10
# 47	3,9	2,3	4,8	4,8	5,3	2,7	3,7	4,4	7,0
# 99	4,3	2,9	5,7	5,3	6,5	3,0	4,8	5,1	9,3
# 100	0,64	0,43	0,84	0,86	0,90	0,47	0,71	0,80	1,4
# 153	0,35	0,21	0,42	0,51	0,51	0,24	0,34	0,44	0,69
# 154	0,28	0,20	0,36	0,43	0,44	0,22	0,31	0,39	0,66
# 183	0,22	0,16	0,20	0,40	0,39	0,12	0,078	0,45	0,18
# 209	390	330	410	390	370	230	430	250	370
2017									
# 28	0,053	0,059	0,065	0,055	0,066	0,029	0,044	0,11	0,13
# 47	3,1	4,8	4,0	3,4	4,4	2,8	2,7	6,2	11
# 99	3,6	5,8	5,1	4,0	5,5	4,0	3,2	7,6	15
# 100	0,55	0,92	0,66	1,0	0,81	0,60	0,49	1,4	2,4
# 153	0,27	0,40	0,36	0,32	0,44	0,34	0,36	0,64	1,1
# 154	0,25	0,40	0,32	0,27	0,37	0,33	0,22	0,56	1,1
# 183	0,16	0,19	0,27	0,29	0,38	0,19	0,64	0,41	0,35
# 209	400	430	230	390	480	270	670	410	210



Figur 5. Halter av TetraBDE (#47) i avloppsreningsverksslam år 2004-2017.



Figur 6. Halter av PentaBDE (#99) i avloppsreningsverksslam år 2004-2017.



Figur 7. Halter av DecaBDE (#209) i avloppsreningsverksslam år 2004-2017.

Klorparaffiner (PCA)

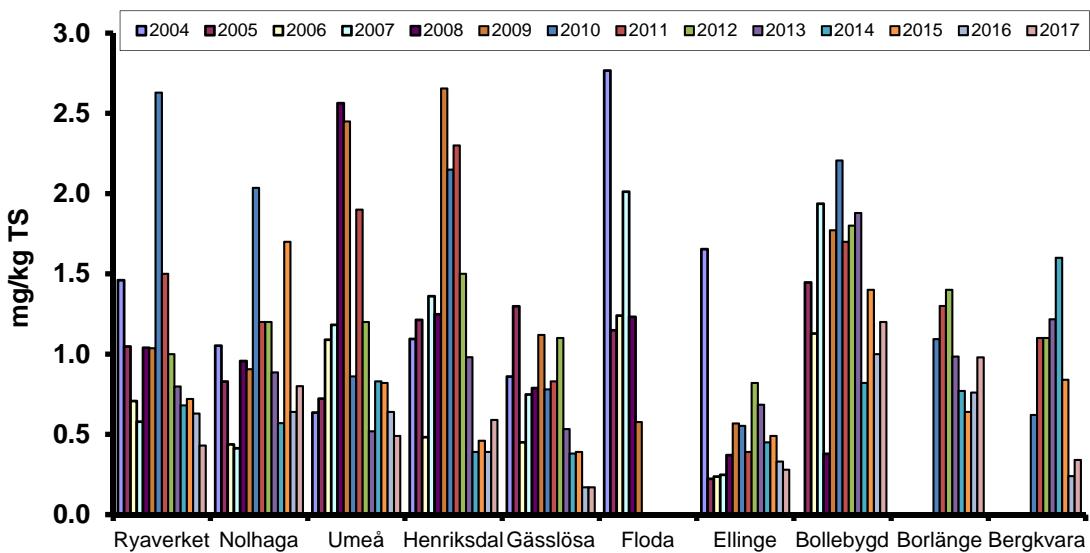
Slam

Tabell 7 redovisar halter av klorparaffiner (PCA) i avloppsreningsverksslam år 2016 och 2017. Långkedjade klorparaffiner (LCCP) har tidigare förekommit i högst koncentration, men halterna har minskat mycket och är nu jämförbara med klorparaffiner med medellånga kedjor (MCCP). Sammanfattning av PCA-halter för åren 2004-2017 kan ses i Figur 8-10.

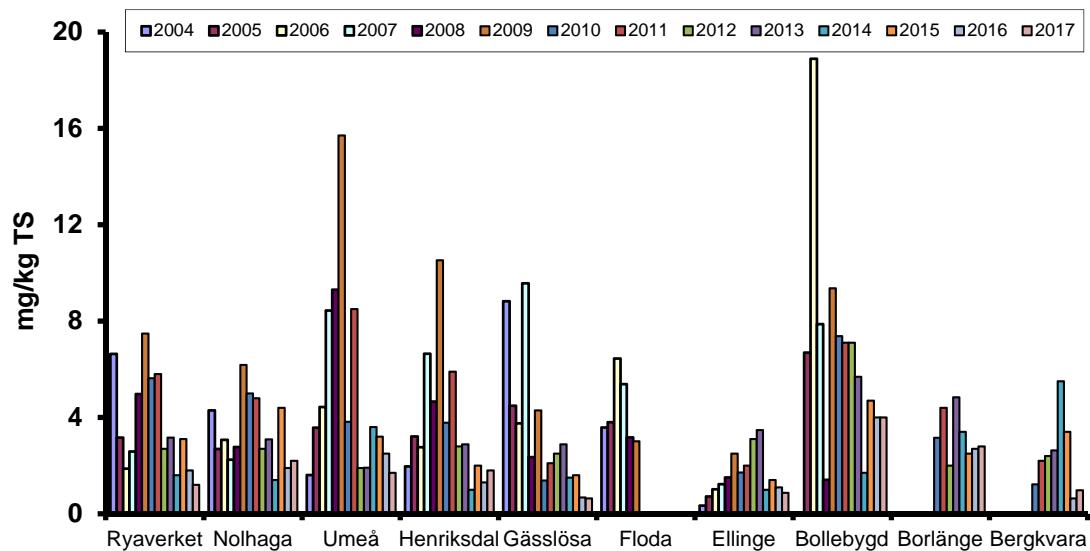
Tabell 7. Resultat från 2016-2017 analser av klorparaffiner (CP) (mg/kg TS).

Ämnen	Rya-verket	Nol-haga	Umeå	Henriks-dal	Gäss-lösa	Ellinge	Bolle-bygd	Bor-länge	Berg-kvara
2016									
SCCP ¹	0,63	0,64	0,64	0,39	0,17	0,33	1,0	0,76	0,24
MCCP ²	1,8	1,9	2,5	1,3	0,68	1,1	4,0	2,7	0,64
LCCP ³	2,1	2,1	2,4	1,5	0,84	1,2	4,2	3,0	1,2
2017									
SCCP ¹	0,43	0,80	0,49	0,59	0,17	0,28	1,2	0,98	0,34
MCCP ²	1,2	2,2	1,7	1,8	0,64	0,87	4,0	2,8	0,98
LCCP ³	1,6	2,5	1,7	1,9	0,88	1,2	4,0	3,2	1,2

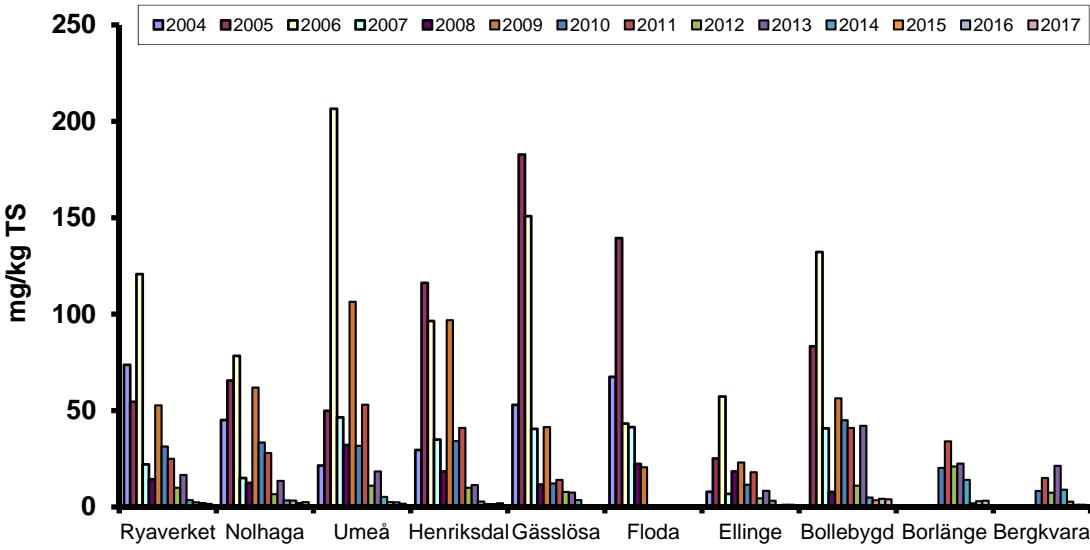
¹SCCP: Short chain CP, C₁₀-C₁₃. ²MCCP: Medium chain CP, C₁₄-C₁₇. ³LCCP: Long chain CP, C₁₈-C₂₀.



Figur 8. SCCP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2017.



Figur 9. MCCP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2017.



Figur 10. LCCP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2017.

Fluorerade ämnen

De fluorerade ämnenas nomenklatur kan ses i Tabell 8. Analyserna av fluorerade ämnen (PFAS) utökades temporärt år 2016 till att omfatta fler ämnen. Det rörde sig om prekursorer till perfluorkarboxylsyror och perfluorkarboxylsyra sulfonater (fluortelomer sulfonater (FTS), perfluoralkyl propansyror, polyfluoralkyl fosfatestrar (diPAP) och alkyl perfluoroktansulfonamider) samt nya alternativa PFAS (HFPO-DA, DONA, 9CIPF3ONS och 11CIPF3OUDs).

Generellt så innehåller både utgående vatten och slam från Gässlösa ARV högre halter av fluorerade ämnen än övriga verk. Skillnaden blir dock mindre över tid.

Utgående vatten

Tabell 9 redovisar koncentrationer av fluorerade ämnen i utgående vatten år 2016 och 2017. En jämförelse av PFOA- och PFOS-halter kan ses i Figur 11.

De nya PFAS HFPO-DA, DONA, 9CIPF3ONS och 11CIPF3OUDs var alla under detektionsgränsen (6 pg/L, 0,08 pg/L, 0,25 pg/L respektive 0,25 pg/L). Vidare var halterna av perfluoralkyl propaner mycket låga (<0,25 pg/L). Endast FPePA påträffades i vatten från Borlänge (0,54 pg/L) och Gässlösa (1,18 pg/L). Dessa ämnesklasser har därför ej inkluderats i Tabell 9.

Bland prekursorerna förförde MeFOSAA och EtFOSAA frekvent och i liknande eller högre halter än FOSA och FOSAA. Övriga var sällan detekterade. Dock var halten av 6:2 diPAP relativt hög i de två prover där den detekterades (Umeå 1,87 ng/L; Ellinge 2,18 ng/L)

Slam

Halter av fluorerade ämnen i avloppsreningsverksslam år 2016 och 2017 redovisas i Tabell 10a och Tabell 10b. Figur 12 och Figur 13 visar PFOS- och PFOA-halter i slammet 2004-2017, med generellt minskning halter över tiden. Slam från Gässlösa innehåller generellt mer fluorerade ämnen än övriga ARV.

De nya PFAS HFPO-DA, DONA, 9CIPF3ONS och 11CIPF3OUDs var även under detektionsgränsen i slam (7 pg/L, 0,05 pg/L, 0,10 pg/L respektive 0,10 pg/L). Dessa ämnesklasser har därför ej inkluderats i Tabell 10.

Däremot återfanns precursorserna i relativt höga halter, ofta liknande halten av PFOS. Medianhalten av PFOS i de studerade reningsverksslamen var 5,0 µg/kg. Motsvarande halt var 2,0 µg/kg för FPPePA, 0,6 µg/kg för PFHpPA, 2,4 µg/kg för MeFOSAA, 4,4 µg/kg för EtFOSAA, 0,7 µg/kg för 6:2 FTS respektive 8:2 FTS, 5,3 µg/kg för 6:2 diPAP, 2,0 µg/kg för 8:2 diPAP samt 2,6 µg/kg för 10:2 diPAP.

Tabell 8. Nomenklatur perfluorerade ämnen.

PFBA	Perfluorobutansyra
PFPA	Perfluoropentansyra
PFHxA	Perfluorohexansyra
PFHpA	Perfluoroheptansyra
PFOA	Perfluoroktansyra
PFNA	Perfluornonansyra
PFDA	Perfluordekansyra
PFUnA	Perfluorundekansyra
PFDoA	Perfluordodekansyra
PFTrA	Perfluortridekansyra
PFTeA	Perfluortradekansyra
PPeA	Perfluorpentadekansyra
FPrPA	3-Perfluorpropyl propansyra (3:3)
FPePA	3-Perfluorpentyl propansyra (5:3)
FHpPA	3-Perfluorheptyl propansyra (7:3)
HFPO-DA	2,3,3,3-Tetrafluor-2-(1,1,2,2,3,3-heptafluorpropoxy)propansyra
DONA	Dodekafluor-3H-4,8-dioxan nonansyra
9CIPF3ONS	9-Klorhexadekafluor-3-oxanonan-1-sulfonsyra
11CIPF3OUDs	9-Klorhexaeikosafluor-3-oxaunnonan-1-sulfonsyra
PFBS	Perfluorbutansulfonat
PFHxS	Perfluorhexansulfonat
PFHpS	Perfluorheptansulfonat
PFOS	Perfluoroktansulfonat
PFNS	Perfluornonansulfonat
PFDS	Perfluordekansulfonat
PFUnDS	Perfluorundekansulfonat
PFOSA	Perfluoroktansulfonamid
4:2 FTS	4:2 Fluortelomer sulfonat
6:2 FTS	6:2 Fluortelomer sulfonat
8:2 FTS	8:2 Fluortelomer sulfonat
PFOSA	Perfluoroktansulfonamid
FOSAA	Perfluoroktansulfonamid-ättiksyra
MeFOSAA	Metyl-FOSAA
EtFOSAA	Etyl-FOSAA
4:2 diPAP	Di(1H,1H,2H,2H-perfluorhexyl)fosfat
6:2 diPAP	Di(1H,1H,2H,2H-perfluoroktyl)fosfat
8:2 diPAP	Di(1H,1H,2H,2H-perfluordekyl)fosfat
10:2 diPAP	Di(1H,1H,2H,2H-perfluordodekyl)fosfat

Tabell 9a. Resultat från 2016 års prover, utgående vatten (ng/L). Nomenklatur se Tabell 8.

	Rya-verket	Nol-haga	Umeå	Henriksdal	Gäss-lösa	Ellinge	Bollebygd*	Bor-länge	Berg-kvara
PFBA	<80,0	<80,0	<80,0	<80,0	<80,0	<80,0	EA	<80,0	<80,0
PFPeA	<2,50	<2,50	<2,50	<2,50	<2,50	<2,50	EA	3,00	<2,50
PFHxA	2,93	4,41	3,03	4,34	13,0	4,55	EA	6,68	2,46
PFHpA	1,63	1,43	1,16	1,93	6,65	1,50	EA	1,61	<0,80
PFOA	10,3	10,0	10,8	10,1	17,6	9,59	EA	10,3	8,56
PFNA	0,82	0,87	1,87	1,40	1,31	1,00	EA	1,56	0,26
PFDA	1,01	1,68	4,44	2,53	1,58	1,24	EA	1,89	0,22
PFUnDA	<0,25	<0,25	0,52	0,63	0,58	<0,25	EA	0,37	<0,25
PFDoDA	<0,25	<0,25	0,32	<0,25	<0,23	<0,22	EA	<0,21	<0,20
PFTrDA	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	0,66	EA	0,33	<0,25
PFTeDA	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	0,41	EA	0,25	<0,25
PFBS	0,59	0,25	<0,25	0,69	0,51	0,46	EA	<0,25	0,44
lin-PFHxS ¹	1,44	0,40	1,25	1,43	2,49	0,56	EA	1,05	7,31
br-PFHxS ²	0,21	0,09	0,25	0,19	0,25	0,13	EA	0,10	0,74
lin-PFHpS	0,13	<0,10	0,20	<0,10	0,19	<0,10	EA	<0,10	0,14
br-PFHpS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	EA	<0,05	<0,05
lin-PFOS	3,10	1,62	6,14	3,55	4,31	1,59	EA	2,35	2,03
br-PFOS	1,96	1,81	4,45	3,21	3,26	1,07	EA	2,69	7,12
PFNS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	EA	<0,10	<0,10
PFDS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	EA	<0,10	<0,10
PFUnDS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	EA	<0,10	<0,10
lin-FOSA	0,06	0,11	0,66	0,18	0,42	0,05	EA	0,29	0,08
br-FOSA	0,07	0,03	0,46	0,17	0,28	<0,05	EA	0,12	<0,05
lin-FOSAA	<0,25	<0,25	0,48	<0,25	<0,25	0,71	EA	<0,25	<0,25
br-FOSAA	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	EA	<0,25	<0,25
lin-MeFOSAA	0,30	0,44	1,52	<0,20	0,21	<0,20	EA	0,76	<0,20
br-MeFOSAA	<0,10	<0,10	0,44	<0,10	<0,10	<0,10	EA	0,27	<0,10
lin-EtFOSAA	1,19	<0,25	3,68	0,96	0,38	<0,25	EA	1,98	0,29
br-EtFOSAA	0,22	<0,10	1,83	0,59	0,32	<0,10	EA	0,86	<0,10
4:2 FTS	<2,90	<2,90	<2,90	<2,90	<2,90	<2,90	EA	<2,90	<2,90
6:2 FTS	<250	<250	<250	<250	<250	<250	EA	<250	<250
8:2 FTS	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	0,53	<0,50	EA	<0,50	<0,50
4:2 diPAP	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	EA	<7,00	<7,00
6:2 diPAP	<1,80	<1,80	1,87	<1,80	<1,80	2,18	EA	<1,80	<1,80
8:2 diPAP	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	EA	<0,25	<0,25
10:2 diPAP	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	EA	<0,25	<0,25

¹ Lin = linjär, Br = grenad. EA = ej analyserat. *Prov förlorat.

Tabell 9b. Resultat från 2017 års prover, utgående vatten (ng/L). Nomenklatur se Tabell 8.

	Rya-verket	Nol-haga	Umeå	Henriksdal	Gäss-lösa	Ellinge	Bollebygd*	Bor-länge	Berg-kvara
PFBA	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
PFPeA	3,91	<3	<3	5,24	17,21	<3	<3	<3	<3
PFHxA	4,81	6,60	4,82	7,96	28,2	3,18	4,19	7,97	3,05
PFHpA	2,79	3,01	1,18	3,13	15,2	2,20	1,64	1,52	1,61
PFOA	6,63	10,2	7,67	5,55	34,6	4,22	4,12	5,02	4,10
PFNA	1,56	1,18	1,22	1,75	3,92	0,46	1,84	0,80	0,48
PFDA	1,59	1,61	2,21	1,35	2,49	0,38	2,73	0,12	0,41
PFUnDA	<0,3	<0,3	0,39	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
PFDoDA	<0,54	<0,54	<0,54	<0,54	<0,54	<0,54	<0,54	<0,54	<0,54
PFTrDA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
PFTeDA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
PFBS	1,81	0,60	0,86	2,20	4,39	1,09	1,18	1,01	0,88
lin-PFHxS ¹	1,62	1,00	1,22	2,69	3,73	1,27	1,71	0,59	4,80
br-PFHxS ²	0,26	<0,15	<0,15	0,36	0,56	0,22	<0,15	<0,15	0,85
lin-PFHpS	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
br-PFHpS	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
lin-PFOS	8,61	0,76	4,92	5,89	11,6	<0,75	11,4	<0,75	5,12
br-PFOS	8,31	3,24	5,06	6,99	12,8	1,04	15,3	1,10	6,52
PFNS	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
PFDS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
PFUnDS	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
lin-FOSA	0,29	<0,18	0,35	<0,18	0,93	<0,18	0,18	<0,18	<0,18
br-FOSA	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,46	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
lin-FOSAA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
br-FOSAA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
lin-MeFOSAA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
br-MeFOSAA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
lin-EtFOSAA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
br-EtFOSAA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
4:2 FTS	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
6:2 FTS	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
8:2 FTS	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
4:2 diPAP	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
6:2 diPAP	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
8:2 diPAP	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
10:2 diPAP	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA

¹ Lin = linjär, Br = grenad. EA = ej analyserat.

Tabell 10a. Resultat från 2016-års prover, slam ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$). Nomenklatur se Tabell 8.

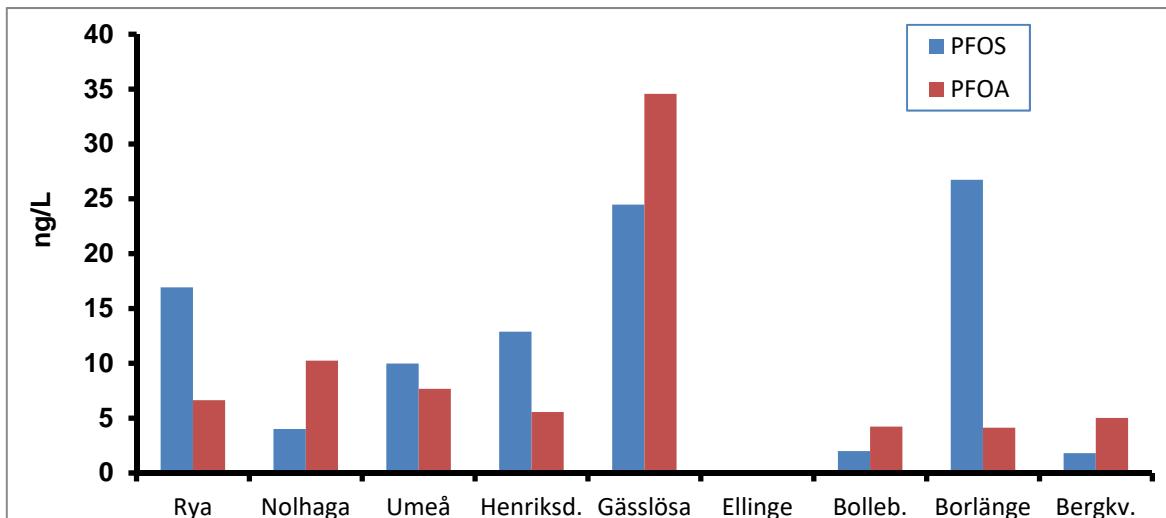
	Rya-verket	Nol-haga	Umeå	Henriksdal	Gäss-lösa	Ellinge	Bollebygd	Bor-länge	Berg-kvara
PFBA	<64	<64	<64	<64	<64	<64	<64	<64	<64
PFPeA	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	34,1
PFHxA	<0,80	1,34	1,39	1,40	3,74	<0,80	1,05	1,32	2,43
PFHpA	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,28	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
PFOA	0,70	0,81	0,51	0,97	1,57	0,44	0,81	0,58	2,57
PFNA	0,26	0,20	<0,19	0,48	0,67	0,29	<0,19	0,39	0,62
PFDA	1,27	1,05	0,75	3,35	2,59	1,41	0,89	1,68	3,07
PFUnDA	0,90	0,50	0,36	1,81	1,33	0,63	0,16	1,18	0,61
PFDoDA	1,11	1,04	0,93	2,45	0,80	0,81	0,44	1,58	0,94
PFTrDA	0,45	0,12	<0,10	0,46	0,11	0,12	<0,10	0,30	0,47
PFTeDA	0,33	0,23	0,10	0,43	0,17	0,14	0,12	0,35	0,31
PFPeDA	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
FPrPA	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
FPePA	2,20	2,01	1,24	4,26	19,1	0,86	0,81	4,54	1,21
FHpPA	0,49	0,83	0,45	1,12	0,60	0,26	0,27	0,69	1,08
PFBS	0,70	<0,25	0,27	<0,25	0,34	<0,25	0,34	<0,25	<0,25
lin-PFHxS ¹	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	0,29	<0,25	1,68
br-PFHxS ²	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,22	<0,10	0,46
lin-PFHpS	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	0,50
br-PFHpS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
lin-PFOS	4,02	1,40	1,88	6,52	5,10	2,08	4,57	2,25	38,2
br-PFOS	1,52	1,02	0,85	1,18	0,69	0,55	0,81	0,65	8,48
lin-PFNS	<0,10	0,13	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
br-PFNS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
lin-PFDS	<0,10	<0,10	0,52	0,61	<0,10	<0,10	<0,10	0,27	<0,10
br-PFDS	<0,10	<0,10	0,46	0,50	<0,10	<0,10	<0,10	0,21	<0,10
lin-PFUnDS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
br-PFUnDS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
lin-FOSA	<0,90	<0,90	<0,90	<0,90	<0,90	<0,90	<0,90	<0,90	<0,90
br-FOSA	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
lin-FOSAA	0,35	<0,25	<0,25	1,35	0,32	0,33	<0,25	0,49	1,32
br-FOSAA	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
lin-MeFOSAA	1,08	0,41	5,05	2,06	5,80	0,35	0,49	2,02	4,73
br-MeFOSAA	0,36	<0,10	0,13	0,83	0,34	<0,10	<0,10	0,54	0,41
lin-EtFOSAA	3,95	1,34	7,28	10,6	7,06	2,89	1,32	2,72	7,60
br-EtFOSAA	0,46	<0,10	0,36	0,23	1,91	0,14	<0,10	0,30	0,50
4:2 FTS	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
6:2 FTS	1,44	4,08	0,71	0,53	0,76	0,53	2,40	0,52	0,52
8:2 FTS	0,49	<0,25	0,65	0,91	0,70	<0,25	0,93	0,99	0,65
4:2 diPAP	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00
6:2 diPAP	4,59	7,84	5,45	3,90	6,43	0,87	5,29	6,07	1,68
8:2 diPAP	4,06	2,83	2,01	1,28	2,55	0,92	0,78	1,73	3,11
10:2 diPAP	8,24	2,56	6,52	<1,00	2,10	1,68	<1,00	1,23	15,2

¹ Lin = linjär, Br = grenad.

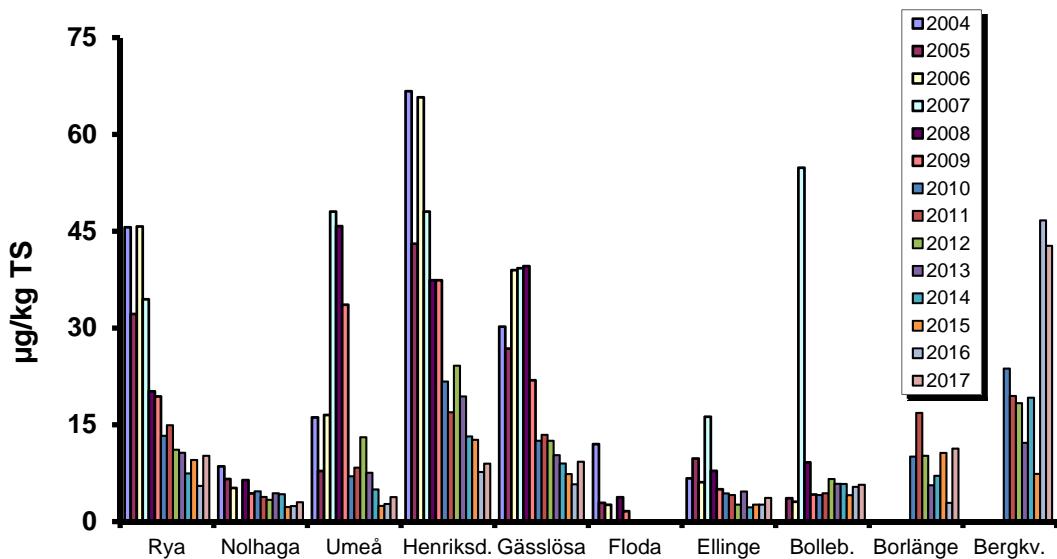
Tabell 10b. Resultat från 2017-års prover, slam ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$). Nomenklatur se Tabell 8.

	Rya-verket	Nolhaga	Umeå	Henriksdal	Gässlösa	Ellinge	Bollebygd	Borlänge	Bergkvara
PFBA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
PFPeA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
PFHxA	1,07	0,81	0,86	0,94	4,37	0,32	0,78	1,74	0,47
PFHpA	0,08	0,11	0,09	0,11	0,23	<0,05	0,21	0,09	0,11
PFOA	0,88	0,87	0,49	0,56	2,52	0,45	1,20	1,00	1,06
PFNA	0,19	0,12	0,13	0,47	0,66	0,24	0,63	0,34	0,69
PFDA	0,74	0,47	0,63	2,23	2,55	1,29	1,27	1,23	2,8
PFUnDA	0,6	0,30	0,41	1,22	1,18	0,47	0,61	0,46	0,91
PFDoDA	0,85	0,44	0,5	1,5	0,62	0,46	0,28	1,02	0,90
PFTrDA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
PFTeDA	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6
PFPeDA	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
FPrPA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
FPePA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
FHpPA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
PFBS	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	0,12	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
lin-PFHxS ¹	<0,15	<0,15	<0,15	0,16	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	0,53
br-PFHxS ²	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
lin-PFHpS	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
br-PFHpS	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
lin-PFOS	7,93	1,87	2,62	7,60	7,25	2,89	4,24	9,03	37,63
br-PFOS	2,27	1,14	1,17	1,39	2,02	0,78	1,47	2,28	5,10
lin-PFNS	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
br-PFNS	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
lin-PFDS	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
br-PFDS	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
lin-PFUnDS	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
br-PFUnDS	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
lin-FOSA	<0,22	<0,22	<0,22	0,43	0,51	0,26	<0,22	<0,22	0,30
br-FOSA	<0,22	<0,22	<0,22	<0,22	<0,22	<0,22	<0,22	<0,22	<0,22
lin-FOSAA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
br-FOSAA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
lin-MeFOSAA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
br-MeFOSAA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
lin-EtFOSAA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
br-EtFOSAA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
4:2 FTS	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
6:2 FTS	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
8:2 FTS	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
4:2 diPAP	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
6:2 diPAP	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
8:2 diPAP	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
10:2 diPAP	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA

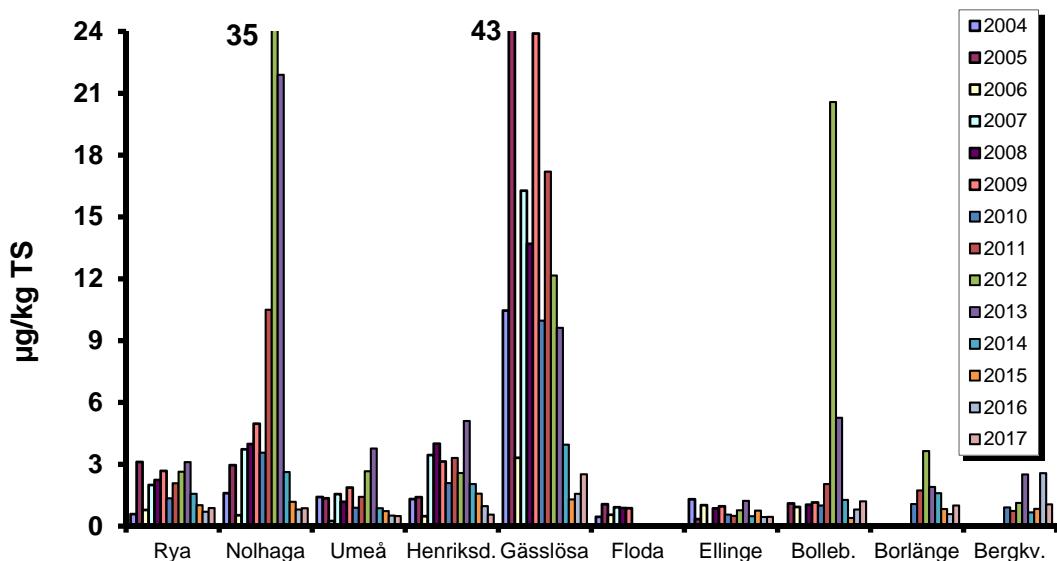
¹ Lin = linjär, Br = grenad. EA = ej analyserat.



Figur 11. PFOA- och PFOS-halter (ng/L) i utgående vatten, ARV (2017).



Figur 12. PFOS-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2017.



Figur 13. PFOA-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2017.

Fosfatestrar

Organofosfater (OP) används främst som additativ i en mängd olika produkter, bl. a. i oljeprodukter och som flamskyddsmedel och mjukgörare i plaster [6]. Organofosfaternas nomenklatur se Tabell 11.

Utgående vatten

Tris(2-butoxyethyl)fosfat (TBEP) och tris(2-kloroisopropyl)fosfat (TCPP) förekom i högre halter än övriga OPs i utgående vatten år 2016 och 2017, se Tabell 12. Det kan förklaras med deras relativt höga vattenlösighet.

Slam

Tabell 13 redovisar halter av OP i avloppsreningsverksslam från 2016 och 2017. Haltjämförelse av tris(2-kloroisopropyl)fosfat (TCPP), tris(1,3-dikloropropyl)fosfat (TDCPP), trifenylfosfat (TPP) och tris(2-butoxyethyl)fosfat (TBEP) mellan åren 2004 och 2017 visas i Figur 14-17. Halterna av de flesta OP är relativt lika mellan år liksom mellan reningsverk, vilket tyder på en vid användning.

Tabell 11. Nomenklatur organofosfater.

TBP	Tributylfosfat
TCEP	Tris(2-kloroetyl)fosfat
TCPP	Tris(2-kloroisopropyl)fosfat
TDCPP	Tris(1,3-dikloropropyl)fosfat
TBEP	Tris(2-butoxyethyl)fosfat
TPP	Trifenylfosfat
EHDPP	2-Etylhexyldifenylfosfat
TEHP	Trietylhexylfosfat
TCP	Tricresylfosfat

Tabell 12. Resultat från 2016 och 2017 års prover, utgående vatten (ng/L).

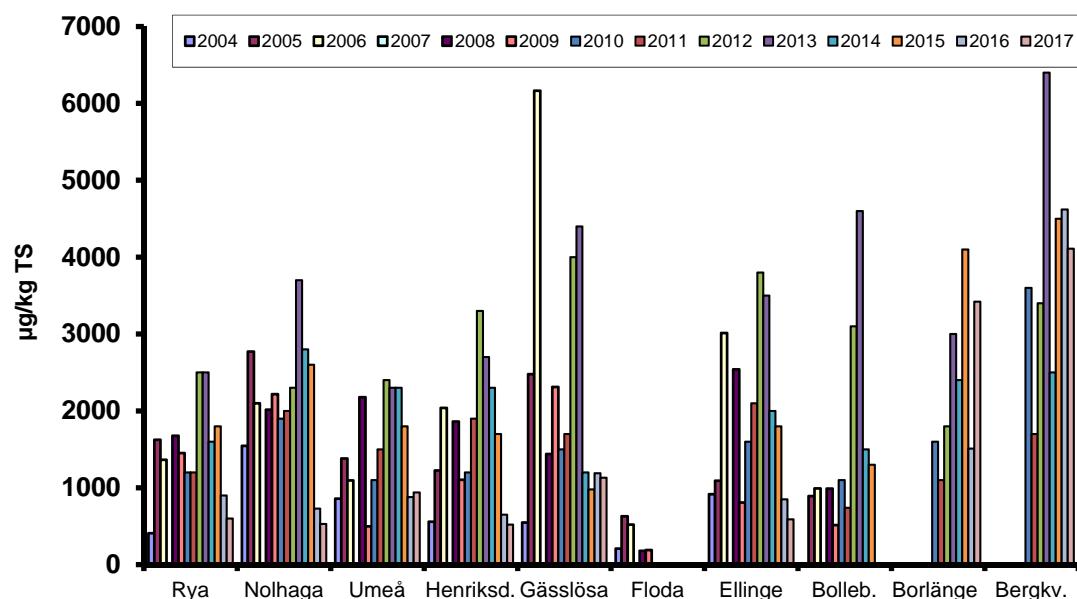
2016	Rya-verket	Nol-haga	Umeå	Henriksdal	Gäss-lösa	Ellinge	Bollebygd	Bor-länge	Berg-kvara
TBP	140	220	110	740	68	68	EA	150	90
TCEP	190	370	290	140	210	110	EA	210	130
TCPP	2600	6500	4000	1500	1800	1300	EA	3300	1300
TDCPP	320	1500	740	190	360	220	EA	410	390
TBEP	2000	4300	2200	2200	2800	460	EA	4200	660
TPP	43	63	40	29	39	32	EA	25	41
EHDPP	13	32	15	19	13	10	EA	12	17
TEHP	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	EA	<0,5	<0,5
TCP	5,0	<1	4,0	6,2	2,4	1,2	EA	2,4	2,1
2017									
TBP	110	170	120	1200	130	97	110	150	90
TCEP	150	300	270	170	230	120	320	230	120
TCPP	1900	8500	3000	1900	2700	1200	4100	2700	2300
TDCPP	300	1300	460	240	400	230	520	390	190
TBEP	790	1800	2700	1500	1700	310	1500	2800	1700
TPP	74	62	55	35	79	42	120	64	40
EHDPP	41	68	32	22	28	17	100	15	19
TEHP	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
TCP	18	7,4	2,8	4,0	<1	<1	18	4,5	3,3

EA = ej analyserat.

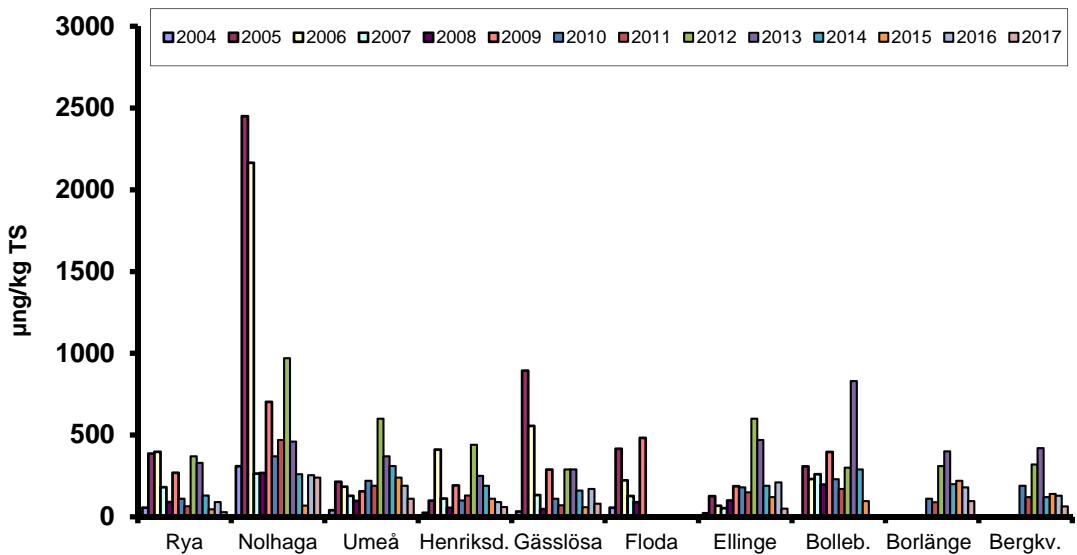
Tabell 13. Resultat från 2016 och 2017 års prover, slam, organofosfater ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

2016	Rya-verket	Nolhaga	Umeå	Henriksdal	Gässlösa	Ellinge	Bollebygd	Borlänge	Bergkvara
TBP	33	21	44	1000	73	37	EA	24	10
TCEP	6,9	5,9	7,5	4,5	5,0	15	EA	16	13
TCPP	900	730	880	650	1200	850	EA	1500	4600
TDCPP	90	250	190	90	170	210	EA	180	130
TBEP	120	300	240	180	170	85	EA	812	1000
TPP	76	231	116	77	89	100	EA	130	200
EHDPP	1400	1170	1400	1300	1500	1300	EA	1040	550
TEHP	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
TCP	210	340	400	260	330	230	EA	250	400
2017							EA		
TBP	37	14	67	1500	62	27	EA	57	11
TCEP	9,3	7,9	13	7,1	7,5	13	EA	44	19
TCPP	600	530	940	520	1100	590	EA	3400	4100
TDCPP	28	240	110	60	80	50	EA	96	63
TBEP	53	86	130	170	90	38	EA	320	120
TPP	48	140	80	44	75	39	EA	180	170
EHDPP	490	410	1300	1000	1100	380	EA	690	360
TEHP	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
TCP	120	220	260	250	360	90	EA	240	290

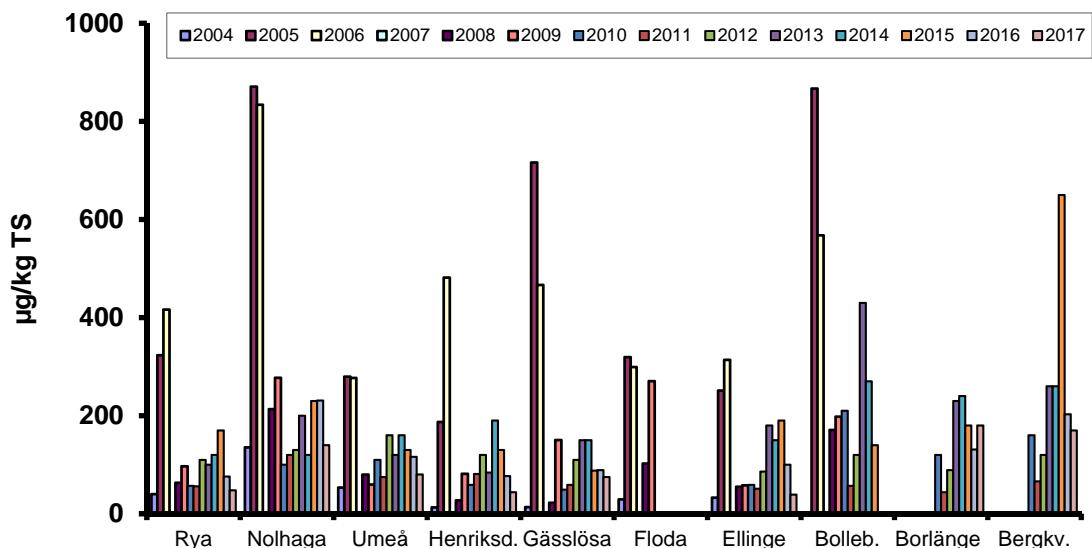
EA = ej analyserat.



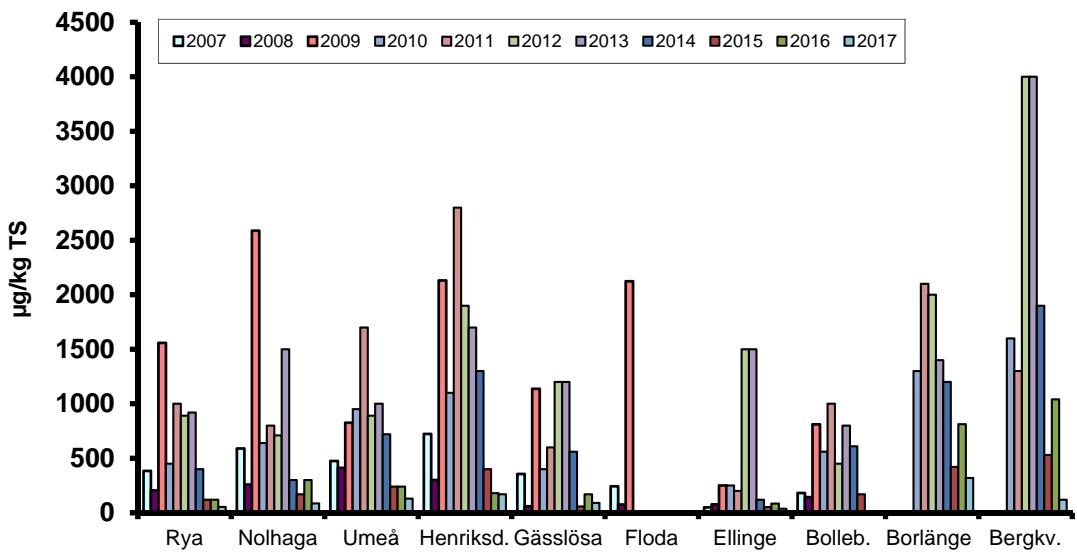
Figur 14. Halter av TCPP i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2017.



Figur 15. Halter av TDCPP i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2017.



Figur 16. Halter av TPP i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2017.



Figur 17. Halter av TBEP i avloppsreningsverken (slam) år 2007-2017.

Ftalater och butylhydroxytoluen

Utgående vatten

Ftalater har inte analyserats i utgående vatten, däremot så har butylhydroxytoluen (BHT) analyserats med halter under detektionsgränsen (5 mg/L).

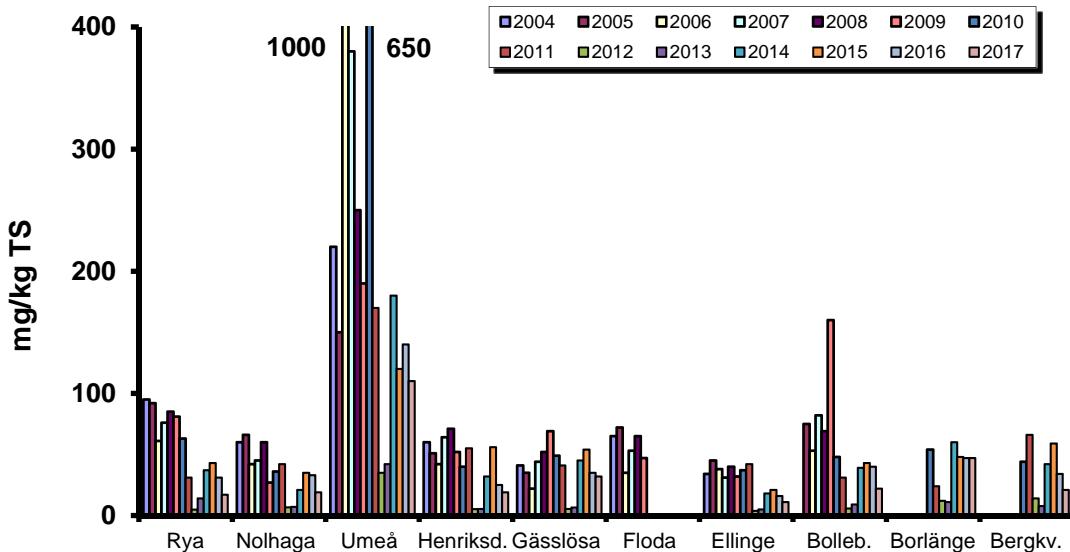
Slam

Di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP), di-*iso*-nonylftalat (DINP) och di-*iso*-decylftalat (DIDP) påvisades i alla ARV, medans halterna av övriga ftalater var under eller nära detektionsgränsen, se Tabell 14. Halterna av DEHP har genomgående minskat, Figur 18. Halterna av DINP och DIDP har dock inte minskat, Figur 19-20. Slam från Umeå ARV innehåller mer DEHP och DINP och slam från Gässlösa ARV mer DIDP än övriga ARV. Möjligen kan en generell ökning av DINP skönjas under senare år, som i så fall skulle kunna härledas till den substitution som skett av DEHP med DINP och DIDP.

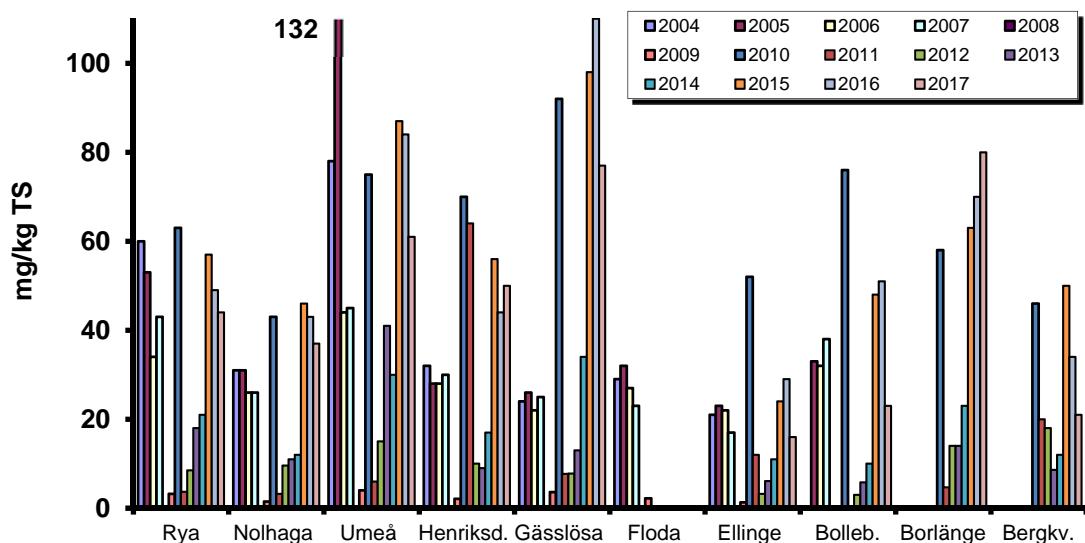
Tidigare år (2004 och 2005) påvisades BHT i alla ARV, men på senare år har den detekterats mindre frekvent. År 2016 och 2017 detekterades den bara i tre slam per år i halter nära detektionsgränsen (0,50 mg/kg).

Tabell 14. Resultat från 2016 och 2017 års prover, slam, ftalater och BHT (mg/kg TS).

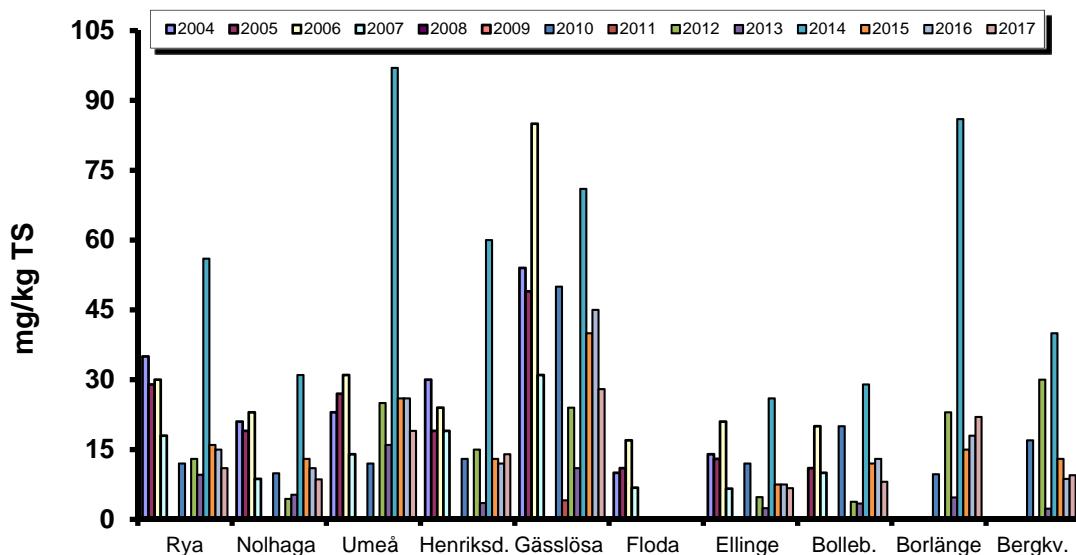
2016	Förk.	Rya-verket	Nol-haga	Umeå	Henriks-dal	Gäss-lösa	Ellinge	Bollebygd	Bor-länge	Berg-kvara
Dimetylftalat	DMP	0,01	<0,05	0,08	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05
Dietylftalat	DEP	0,03	0,03	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,02
Di- <i>n</i> -butylftalat	DBP	<0,05	0,08	0,17	0,03	0,03	0,01	0,19	0,03	0,10
Butylbensyftalat	BBP	0,03	0,09	0,13	0,04	0,09	0,02	0,05	0,09	0,08
Di-(2-etylhexyl)ftalat	DEHP	31	33	140	25	35	16	40	47	34
Di- <i>n</i> -oktylftalat	DOP	<0,40	<0,2	<0,4	<0,2	<0,6	<0,2	<0,4	<0,3	0,37
Di- <i>iso</i> -nonylftalat	DINP	49	43	84	44	110	29	51	70	34
Di- <i>iso</i> -decylftalat	DIDP	15	11	26	12	45	7,5	13	18	8,7
Butylhydroxytoluen	BHT	0,75	0,65	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	1,0	<0,50
2017										
Dimetylftalat	DMP	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,06	<0,01	<0,03	<0,01	<0,02
Dietylftalat	DEP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05
Di- <i>n</i> -butylftalat	DBP	<0,1	0,13	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1	<0,1
Butylbensyftalat	BBP	<0,05	0,07	0,08	<0,05	0,09	0,05	<0,1	0,27	0,12
Di-(2-etylhexyl)ftalat	DEHP	17	19	110	19	32	11	22	47	21
Di- <i>n</i> -oktylftalat	DOP	<0,3	<0,3	<0,4	<0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<1,0	<0,2
Di- <i>iso</i> -nonylftalat	DINP	44	37	61	50	77	16	23	80	21
Di- <i>iso</i> -decylftalat	DIDP	11	8,6	19	14	28	6,7	8,1	22	9,5
Butylhydroxytoluen	BHT	<0,50	<0,50	0,58	<0,50	0,43	<0,50	<0,50	1,8	<0,50



Figur 18. DEHP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2017.



Figur 19. DINP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2017.



Figur 20. DIDP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2017.

Klorbensener

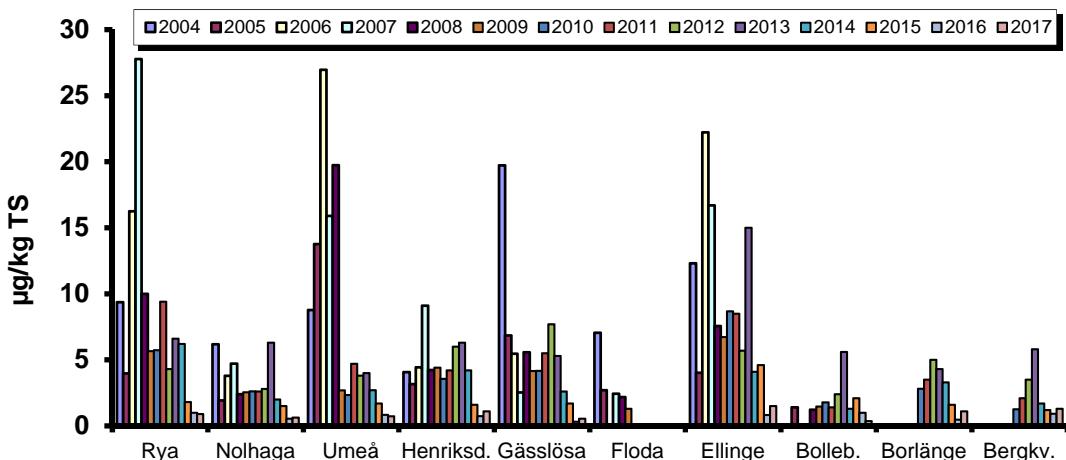
Slam

Halter av klorbensener redovisas i Tabell 15. Halter av hexaklorbensen skiljer sig under senare år inte nämnvärt mellan ARV, men halterna är generellt på väg nedåt (Figur 21). Mellanårsvariationen är dock stor för vissa reningsverk, ex. Ryaverket, Umeå och Ellinge. Halterna av vissa ämnen varierar också mycket mellan olika ARV. Under år 2016 var exempelvis halterna av 1,2,4-TrCBz 50 gånger högre i slam från Ellinge än i slam från övriga ARV. År 2017 var halterna av 1,4-diCBz och 1,2,4-TrCBz i samma ARV ca 10 gånger högre än i slam från övriga ARV.

Tabell 15. Resultat från 2016 och 2017 års prover, slam, klorbensener ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

2016	Rya-verket	Nol-haga	Umeå	Henriks-dal	Gäss-lösa	Ellinge	Bolle-bygd	Bor-länge	Berg-kvara
1,3-diCBz	0,65	i.v.	1,1	0,47	1,2	1,1	i.v.	0,97	0,86
1,4-diCBz	3,1	i.v.	2,3	1,9	3,6	3,6	i.v.	2,6	3,8
1,2-diCBz	3,7	i.v.	5,0	2,6	5,7	4,2	i.v.	4,8	9,7
1,3,5-triCBz	0,73	0,59	0,40	0,60	0,71	0,38	0,93	0,38	0,49
1,2,4-triCBz	1,5	1,1	1,3	1,3	1,1	60	2,2	0,72	1,1
1,2,3-triCBz	0,20	0,31	0,22	0,23	0,12	10	0,21	0,13	0,18
1235/1245-CBz	0,18	0,14	0,27	0,17	0,19	0,44	0,15	0,12	0,10
1,2,3,4-CBz	0,18	0,23	0,09	0,10	0,10	0,69	0,22	0,13	0,14
PentaCBz	0,38	0,21	0,60	0,47	0,17	0,42	0,52	0,24	1,3
HexaCBz	0,99	0,54	0,84	0,74	0,32	0,82	0,99	0,47	0,92
2017									
1,3-diCBz	i.v.	2,4	0,44	1,4	0,85	0,98	i.v.	EA	0,82
1,4-diCBz	i.v.	3,1	1,6	6,4	3,9	63	i.v.	EA	3,4
1,2-diCBz	i.v.	7,8	2,0	5,3	5,2	8,6	i.v.	EA	5,0
1,3,5-triCBz	0,38	0,50	0,22	0,47	0,61	0,26	0,99	EA	0,71
1,2,4-triCBz	1,2	1,4	0,87	1,3	1,1	19	1,8	EA	1,2
1,2,3-triCBz	0,10	0,23	0,09	0,14	0,12	0,56	0,32	EA	0,29
1235/1245-CBz	0,14	0,12	0,19	0,10	0,18	0,22	0,11	EA	0,20
1,2,3,4-CBz	0,11	0,18	0,08	0,10	0,06	0,16	0,28	EA	0,16
PentaCBz	0,54	0,38	0,48	0,37	0,17	1,3	0,39	EA	0,46
HexaCBz	0,90	0,63	0,73	1,1	0,55	1,5	0,36	EA	1,1

CBz = Klorbensen, i.v. = inget värde (p.g.a. dålig återvinning av intern standard). EA: Ej analyserat.



Figur 21. HexaCB-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2017.

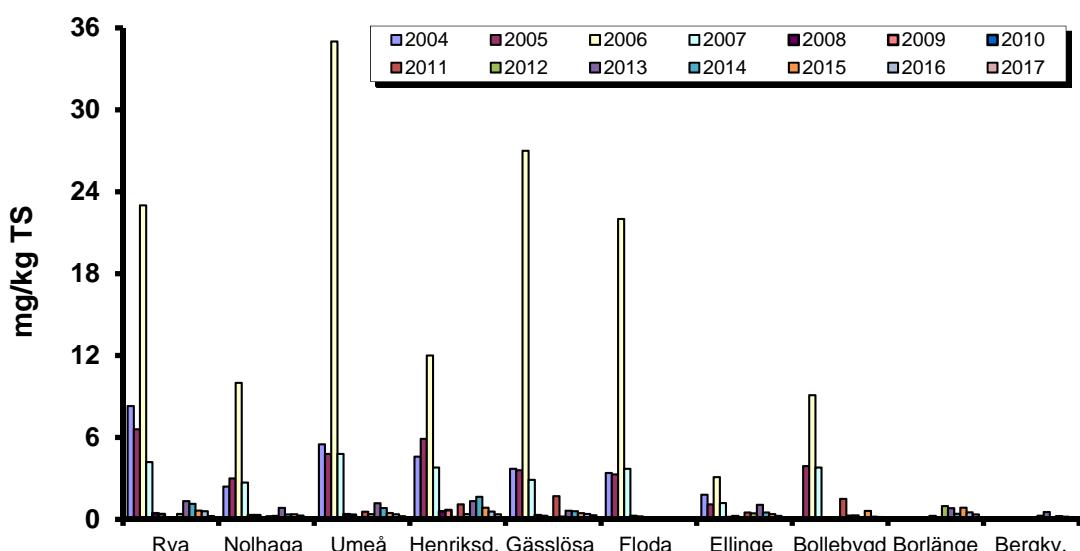
Klorfenoler, nonyl- och oktylfenoler, triclosan och bisfenol A

Utgående vatten

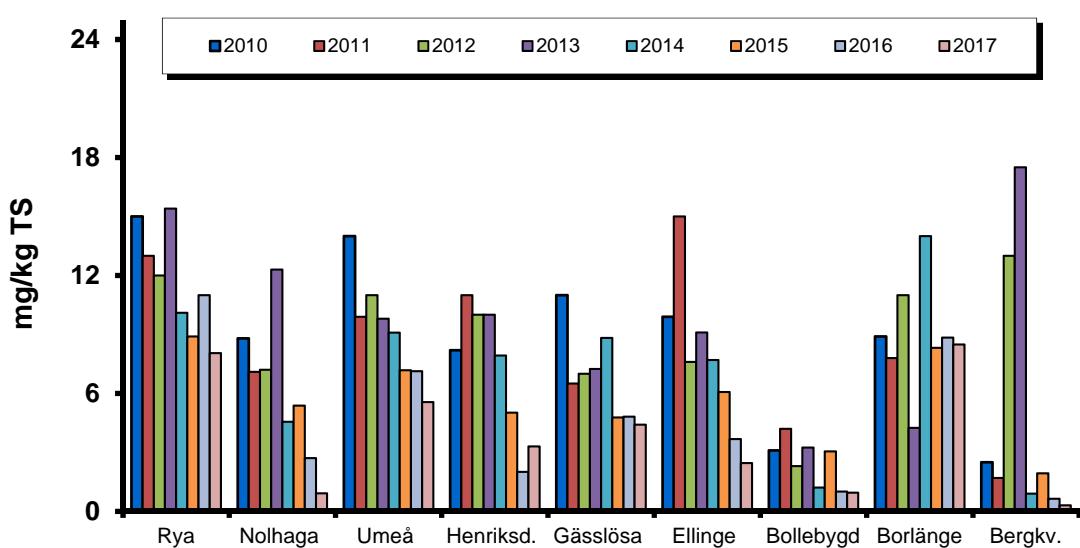
De flesta klorfenolerna, oktylfenol, nonylfenol, triclosan och bisfenol A var nära eller under detektionsgränsen i utgående vatten från ARV, Tabell 16. År 2017 analyserades triclosan och Bisfenol A med GC-MS vilket resulterade i lägre detektionsgränser. Bisfenol A detekterades i samtliga prover i halter mellan 0,22 µg/L och 1,1 µg/L och triklosan detekterades i samtliga prover i halter mellan 0.013 µg/L och 0.23 µg/L.

Slam

År 2016 och 2017 detekterades inte klorfenoler (<0,05 mg/kg TS). Bisfenol A detekterades i samtliga prover i halter mellan 0,08 mg/kg och 0,69 mg/kg. Nonyl- och oktylfenol samt triklosan detekterades i alla ARV, Tabell 17. Figur 22 visar halter av triclosan i slam från år 2004-2017 och Figur 23 visar halterna av nonylfenol i slam från år 2010-2017. Halterna av både triclosan och nonylfenoler minskar över den studerade tidsperioden.



Figur 22. Triclosanhalter (år 2004-2017) i avloppsreningsverksslam.



Figur 23. Nonylphenolhalter (år 2010-2017) i avloppsreningsverksslam.

Tabell 16. Klorfenoler, 4-NP, 4-t-OP, bisfenol A och triclosan i vatten från 2016-2017 ($\mu\text{g/L}$).

2016	Rya-verket	Nolhaga	Umeå	Henriksdal	Gässlösa	Ellinge	Bollebygd	Borlänge	Bergkvara
2-monoCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
3-monoCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4-monoCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,6-diCP	<0.01	<0.01	<0.01	0.022	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,4+2,5-diCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.018	0.053	<0.01	<0.01	<0.01
2,3-diCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
3,5-diCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
3,4-diCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,4,6-triCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.013	<0.01	<0.01	<0.01
2,3,5-triCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,4,5-triCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,3,6-triCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
3,4,5-triCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,3,4-triCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,3,5,6-TeCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,3,4,6- TeCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.011	0.011	<0.01
2,3,4,5- TeCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PentaCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4-NP	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100
4-t-OP	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Triclosan	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bisfenol A	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
2017									
2-monoCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
3-monoCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4-monoCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,6-diCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,4+2,5-diCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.013	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,3-diCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
3,5-diCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
3,4-diCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,4,6-triCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,3,5-triCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,4,5-triCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,3,6-triCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
3,4,5-triCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,3,4-triCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,3,5,6-TeCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,3,4,6- TeCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
2,3,4,5- TeCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PentaCP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
4-NP	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100
4-t-OP	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Triclosan	0,029	0,029	0,013	0,039	0,019	0,083	0,020	0,073	0,23
Bisfenol A	0,36	0,37	0,51	0,44	0,50	0,49	1,1	0,22	0,29

CP: Klorfenol, 4-NP: 4-nonylfenol, 4-t-OP: 4-t-oktylfenol.

Tabell 17. Klorfenoler, 4-NP, 4-t-OP, bisfenol A och triclosan i slam från 2016-2017 (mg/kg TS).

2016	Rya-verket	Nol-haga	Umeå	Henriks-dal	Gäss-lösa	Ellinge	Bolle-bygd	Bor-länge	Berg-kvara
2-monoCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
3-monoCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
4-monoCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,6-diCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,4+2,5-diCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,3-diCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
3,5-diCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
3,4-diCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,4,6-triCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,3,5-triCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,4,5-triCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,3,6-triCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
3,4,5-triCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,3,4-triCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,3,5,6-TeCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,3,4,6- TeCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,3,4,5- TeCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
PentaCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
4-NP	11	2,71	7,13	2,01	4,82	3,68	1,01	8,84	0,64
4-t-OP	0,406	0,095	0,366	0,213	0,214	0,124	0,050	0,282	0,026
Triclosan	0,60	0,28	0,37	0,58	0,40	0,26	0,20	0,52	0,20
Bisfenol A	0,66	0,22	0,33	0,40	0,30	0,42	EA	0,11	0,082
2017									
2-monoCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
3-monoCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
4-monoCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,6-diCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,4+2,5-diCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,3-diCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
3,5-diCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
3,4-diCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,4,6-triCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,3,5-triCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,4,5-triCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,3,6-triCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
3,4,5-triCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,3,4-triCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,3,5,6-TeCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,3,4,6- TeCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,3,4,5- TeCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
PentaCP	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
4-NP	8,05	0,920	5,56	3,30	4,41	2,46	0,950	8,49	0,31
4-t-OP	0,421	0,027	1,08	0,450	0,402	0,085	0,037	0,506	0,014
Triclosan	0,25	0,14	0,23	0,38	0,31	0,15	0,18	0,36	0,18
Bisfenol A	0,69	0,19	0,44	0,44	0,64	0,57	EA	0,61	0,20

CP: Klorfenol, 4-NP: 4-nonylfenol, 4-t-OP: 4-t-oktylfenol. EA: Ej analyserat.

Klorerade dibenso-p-dioxiner, dibenofuraner och bifenyler

Slam

Oktaklordibenzo-*p*-dioxiner och -furaner (OCDD/F) återfanns, liksom tidigare år, i de högsta halterna, Tabell 18. Haltvariationen mellan år 2004 och 2017 kan ses i Figur 24 och 25. En minskande tidstrend kan ses för OCDF och även för OCDD i de flesta ARV.

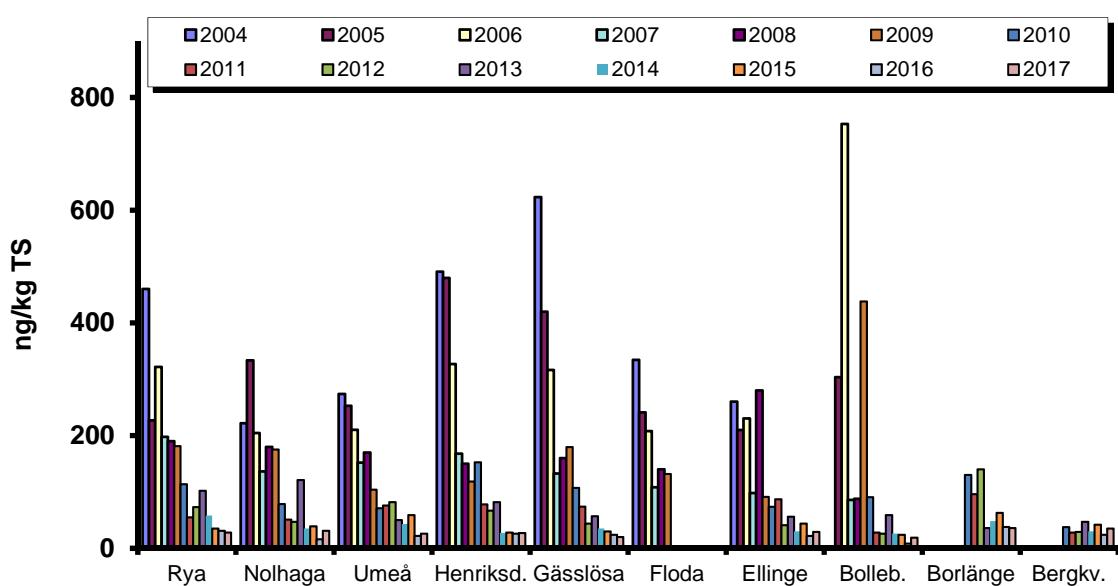
Slamhalter av WHO-PCB kan ses i Tabell 19. Figur 26-29 visar haltvariationen mellan åren 2004-2017 för PCB #118, 77, 126 och 169. Halterna av PCB118 verkar minsta med tiden.

Tabell 18. Resultat från 2016 och 2017 års prover, slam, PCDD/F (ng/kg TS).

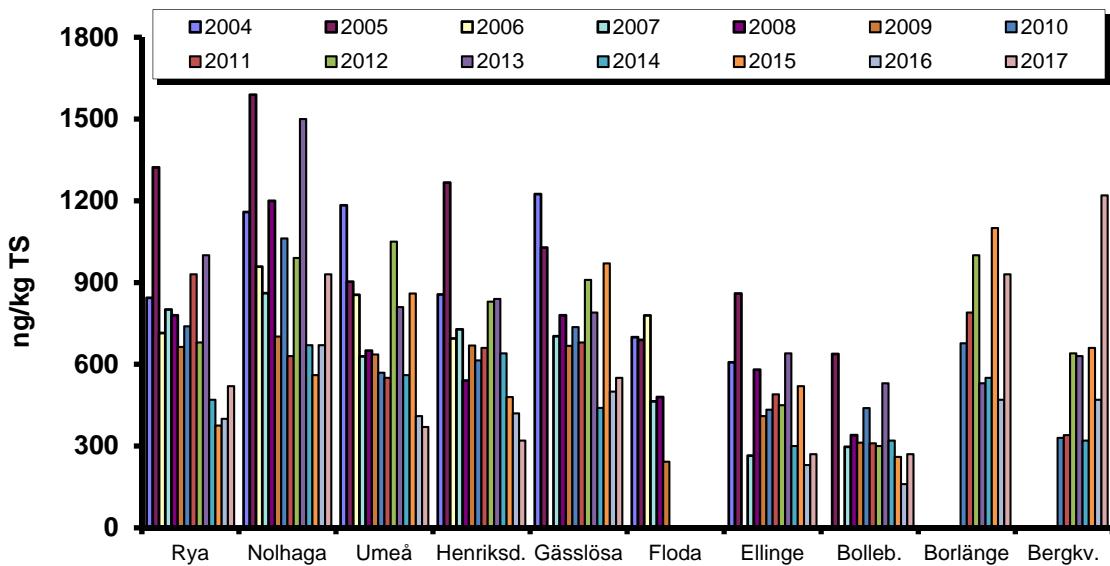
2016	Rya-verket	Nol-haga	Umeå	Henriksdal	Gäss-lösa	Ellinge	Bollebygd	Bor-länge	Berg-kvara
2,3,7,8-TCDD	0,07	0,04	0,08	0,08	0,24	0,05	0,07	0,04	0,11
1,2,3,7,8-PeCDD	0,64	0,40	0,47	0,54	0,73	0,34	0,32	0,48	0,50
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,42	0,38	0,38	0,46	0,38	0,31	0,28	0,44	0,38
1,2,3,6,7,8-HxCDD	1,8	2,7	1,7	1,8	2,0	1,2	0,69	1,9	1,9
1,2,3,7,8,9-HxCDD	1,1	1,2	0,80	1,0	1,1	0,73	0,28	0,90	0,94
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	46	91	49	51	67	30	17	53	58
OCDD	400	670	410	420	500	230	160	470	470
2,3,7,8-TCDF	1,8	0,70	1,8	1,9	1,4	1,4	0,40	1,5	1,1
1,2,3,7,8-PeCDF	0,77	0,30	0,82	0,69	0,91	0,62	0,25	0,62	0,45
2,3,4,7,8-PeCDF	1,9	0,76	1,4	1,8	1,8	1,2	0,40	1,5	1,6
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1,6	0,92	1,1	1,5	1,5	2,0	0,37	1,5	1,5
1,2,3,6,7,8-HxCDF	1,3	0,54	0,94	1,2	1,4	1,0	0,32	1,3	0,80
2,3,4,6,7,8-HxCDF	1,8	0,65	1,0	1,3	1,8	1,0	0,59	1,8	1,2
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,66	0,27	0,50	0,62	0,56	1,0	0,75	0,66	0,49
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	17	8,2	13	15	14	14	4,3	17	13
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	1,1	0,54	0,78	0,85	1,0	1,0	0,26	1,3	0,82
OCDF	31	16	22	26	24	22	8,5	38	24
2017									
2,3,7,8-TCDD	0,08	0,05	0,07	0,07	0,08	0,06	0,36	0,13	0,10
1,2,3,7,8-PeCDD	0,65	0,33	0,55	0,42	0,56	0,56	1,8	0,53	1,0
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,60	0,32	0,28	0,30	0,84	0,32	0,37	0,44	1,5
1,2,3,6,7,8-HxCDD	2,4	1,7	1,5	1,5	2,9	1,5	4,6	2,7	8,8
1,2,3,7,8,9-HxCDD	1,3	0,90	0,71	0,92	1,4	1,0	1,5	1,3	4,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	70	68	46	43	100	36	35	100	320
OCDD	520	930	370	320	550	270	270	930	1200
2,3,7,8-TCDF	1,8	1,0	1,5	1,4	1,0	1,3	0,90	2,4	1,1
1,2,3,7,8-PeCDF	0,72	0,40	0,63	0,51	0,61	0,70	0,87	0,77	0,96
2,3,4,7,8-PeCDF	1,9	1,1	1,3	1,6	1,7	1,6	1,2	2,1	2,1
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1,9	0,89	1,0	1,7	1,7	2,4	1,6	2,0	2,7
1,2,3,6,7,8-HxCDF	1,6	0,55	1,0	1,2	1,0	1,3	1,8	1,4	2,2
2,3,4,6,7,8-HxCDF	1,8	0,91	0,86	1,4	1,5	1,3	1,6	1,9	2,6
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,72	0,63	0,45	0,53	0,73	1,3	0,97	0,85	0,88
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	20	17	16	20	14	17	35	21	21
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	1,1	0,80	0,97	0,94	1,1	1,2	0,72	1,4	1,8
OCDF	28	31	26	27	20	29	19	36	35

Tabell 19. Resultat från 2016 och 2017 års prover, slam, PCB (ng/kg TS).

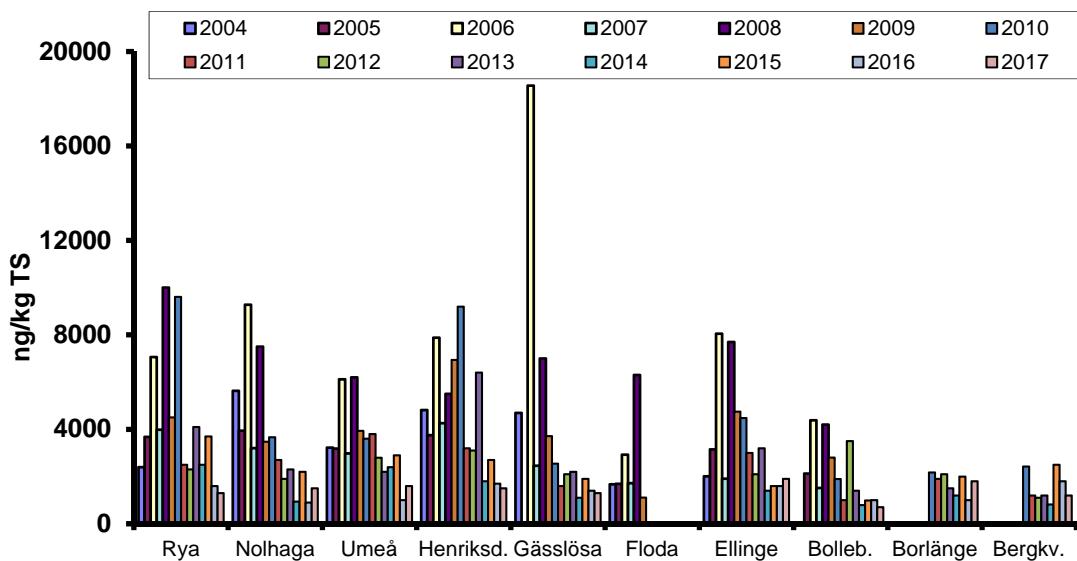
2016	Rya-verket	Nolhaga	Umeå	Henriksdal	Gässlösa	Ellinge	Bollebygd	Borlänge	Bergkvara
# 105	450	250	260	530	440	440	300	300	490
# 114	29	18	13	50	35	22	28	19	44
# 118	1600	900	1000	1700	1400	1600	1000	1000	1800
# 123	17	11	7,7	20	18	34	12	19	19
# 156	530	290	230	450	490	490	330	580	750
# 157	70	37	28	66	48	100	53	62	89
# 167	180	110	74	180	190	230	120	200	280
# 189	66	41	29	54	79	72	36	84	110
# 77	98	55	94	150	80	180	27	97	92
# 81	4,6	2,3	4,6	6,5	3,3	5,1	1,2	4,4	4,1
# 126	13	10	10	14	14	44	11	24	14
# 169	2,2	1,9	1,6	2,4	2,2	5,0	1,3	3,6	2,4
2017									
# 105	390	710	470	410	330	490	200	580	350
# 114	25	64	20	30	24	24	20	48	29
# 118	1300	1500	1600	1500	1300	1900	700	1800	1200
# 123	20	35	21	22	17	27	10	24	12
# 156	510	530	480	490	520	620	300	910	500
# 157	70	73	63	56	56	88	49	110	71
# 167	160	190	140	170	180	240	120	340	170
# 189	68	63	53	67	70	80	97	130	62
# 77	98	260	87	120	79	350	42	110	73
# 81	4,2	13	4,0	5,1	3,2	4,9	2,6	4,6	3,2
# 126	16	21	10	15	14	20	13	24	13
# 169	2,5	2,4	1,4	2,1	2,4	2,8	2,0	3,5	2,4



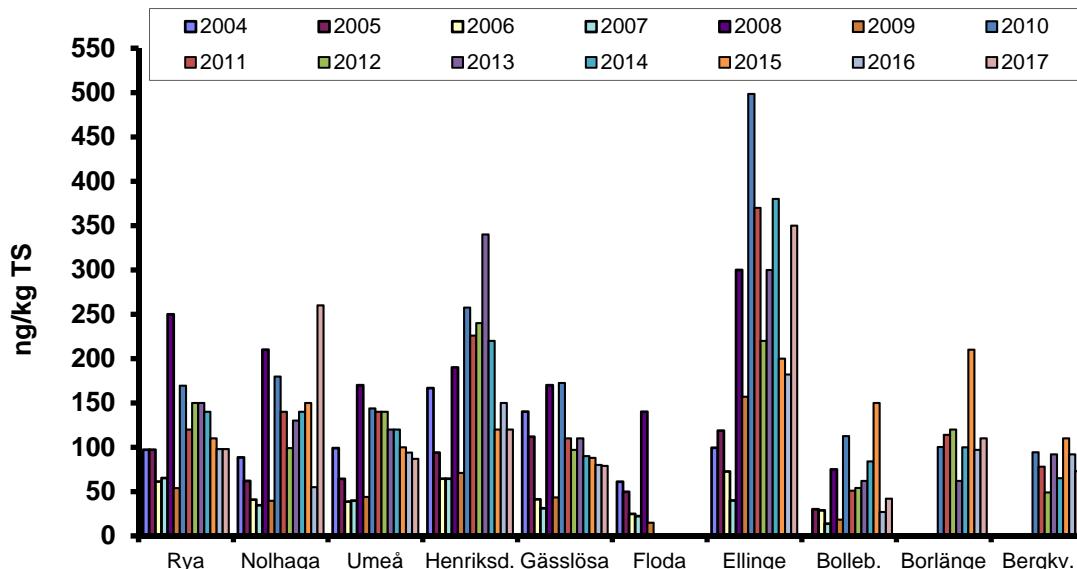
Figur 24. Halter av OCDF (år 2004-2017) i slam från avloppsreningsverken.



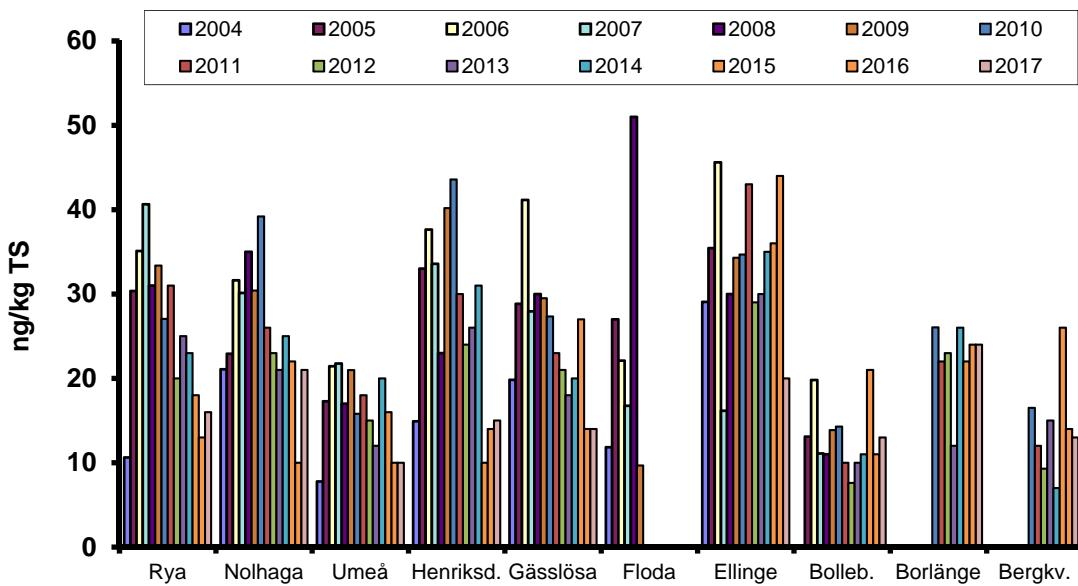
Figur 25. Halter av OCDD (år 2004-2017) i slam från avloppsreningsverken.



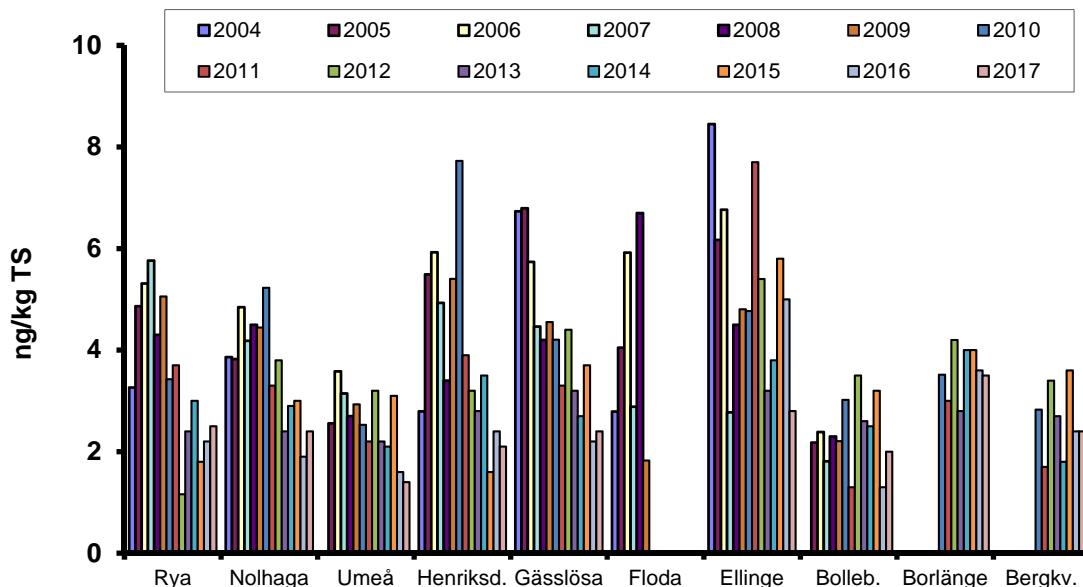
Figur 26. Halter av PCB #118 (år 2004-2017) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 27. Halter av PCB #77 (år 2004-2017) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 28. Halter av PCB #126 (år 2004-2017) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 29. Halter av PCB #169 (år 2004-2017) i slam från avloppsreningsverken.

Metaller

Utgående vatten

Metallerna Ca, Fe, K, Mg, och Na återfanns i betydligt högre halter ($\times 10^3$) än övriga metaller i utgående vatten, Tabell 20. Cr och Hg var under detektionsgränsen (0,9 respektive 0,02 µg/L) i alla prover.

Tabell 20. Resultat från 2016 och 2017 års prover, utgående vatten, metaller. EA: Ej analyserat.

2016	Rya-verket	Nol-haga	Umeå	Henriks-dal	Gäss-lösa	Ellinge	Bollebygd	Bor-länge	Berg-kvara
Ca (mg/L)	25,9	15,8	27,3	33,0	27,8	36,8	EA	54,6	52,6
Fe (mg/L)	0,434	0,0794	0,902	0,257	0,0993	2,07	EA	0,694	0,0703
K (mg/L)	19,8	17,7	29,6	19,4	19,7	59,9	EA	22,4	13,7
Mg (mg/L)	5,16	4,16	4,30	7,56	3,83	5,69	EA	5,98	8,76
Na (mg/L)	121	88,6	74,5	76,0	78,2	65,3	EA	130	62,5
Al (µg/L)	14,5	2270	<10	<10	696	42,8	EA	<10	225
As (µg/L)	0,747	<0,5	0,508	<0,5	<0,5	<0,5	EA	<0,5	<0,5
Ba (µg/L)	3,33	9,01	2,55	2,06	8,62	2,25	EA	7,92	24,4
Cd (µg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	EA	<0,05	<0,05
Co (µg/L)	1,10	0,289	2,44	2,64	0,613	1,22	EA	0,815	0,654
Cr (µg/L)	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	EA	<0,9	<0,9
Cu (µg/L)	8,95	7,48	5,49	8,28	7,08	6,09	EA	7,74	6,92
Hg (µg/L)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	EA	<0,02	<0,02
Mn (µg/L)	42,6	61,2	98,5	53,2	177	95,7	EA	97,4	195
Mo (µg/L)	0,938	<0,5	<0,5	1,14	0,931	<0,5	EA	5,09	<0,5
Ni (µg/L)	3,39	3,16	9,01	5,93	1,52	2,54	EA	2,64	2,31
Pb (µg/L)	0,75	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,857	EA	0,535	<0,5
V (µg/L)	0,331	0,217	0,329	<0,2	<0,2	0,734	EA	0,584	0,343
Zn (µg/L)	8,77	25,9	16,8	33,1	15,9	32,6	EA	17,6	18,0
2017									
Ca (mg/L)	26,1	22,7	31,1	47,9	36,2	69,5	21,9	52,2	58,7
Fe (mg/L)	0,577	0,0779	1,50	0,401	0,0728	2,37	0,0456	0,436	0,0911
K (mg/L)	13,4	14,1	29,4	14,9	14,2	35,2	14,2	19,1	13,1
Mg (mg/L)	6,30	4,89	4,63	8,55	4,16	6,53	4,61	5,43	9,62
Na (mg/L)	89,3	68,7	61,3	70,6	54,1	62,3	49,7	88,8	72,0
Al (µg/L)	78,0	1600	<10	16,8	379	28,6	453	14,5	23,1
As (µg/L)	0,715	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,542	<0,5	<0,5	<0,5
Ba (µg/L)	4,80	9,77	4,70	2,90	16,7	15,0	8,35	10,6	31,4
Cd (µg/L)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Co (µg/L)	0,888	0,440	3,40	2,21	0,662	0,609	0,361	0,743	0,617
Cr (µg/L)	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9
Cu (µg/L)	13,3	11,7	7,26	8,36	9,35	9,80	23,1	10,5	7,94
Hg (µg/L)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Mn (µg/L)	53,3	54,3	144	50,8	92,2	74,0	36,3	91,0	123
Mo (µg/L)	1,60	0,612	0,555	1,69	0,932	<0,5	0,592	2,74	0,596
Ni (µg/L)	3,13	2,67	10,7	6,81	2,11	2,27	2,29	2,41	2,75
Pb (µg/L)	0,599	0,523	<0,5	<0,5	0,564	0,883	0,518	0,769	<0,5
V (µg/L)	0,410	0,268	0,470	0,316	0,202	0,991	<0,2	1,04	0,713
Zn (µg/L)	12,7	40,7	14,5	24,5	16,6	35,8	24,1	17,9	9,25

Slam

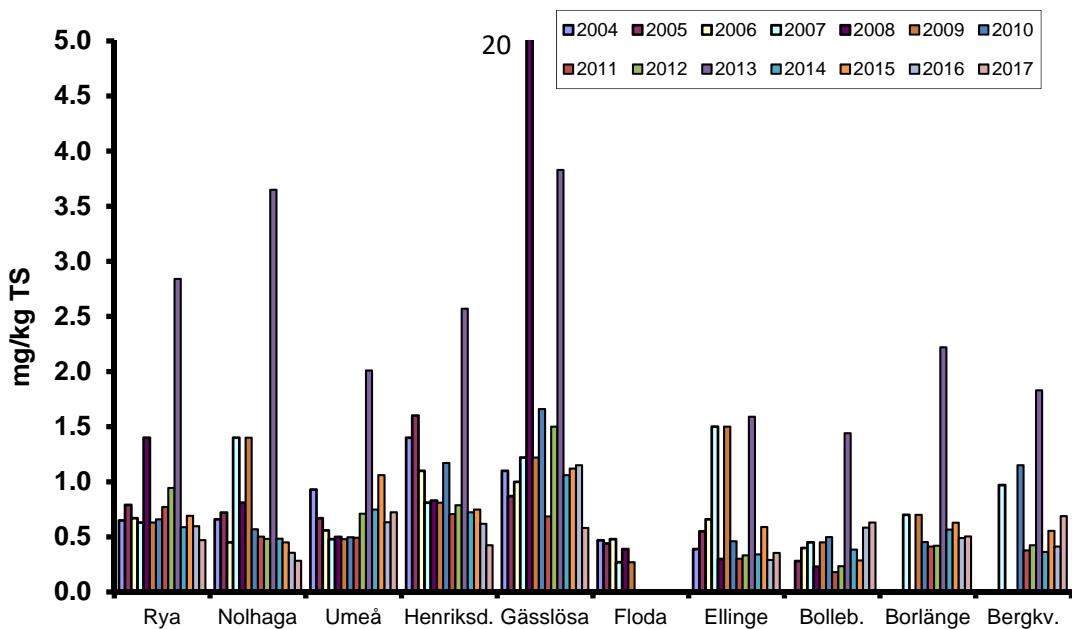
Resultaten från grundämnesanalysen (metaller) kan ses i Tabell 21. Cu och Zn påvisades i högsta halter medan Cd och Hg förekom i lägsta halter. Vid spridning av avloppsslam på åkermark måste halterna i slammet vara under gränsvärdena i Tabell 22 [8]. År 2016 och 2017 överskeds inget gränsväde. Över de senaste 10 åren verkar kvicksilverhalterna vara relativt konstanta, med undantag för data för samtliga reningsverk 2013 (orsak okänd) och ett värde 2008 (Gässlösa), Figur 30. Halterna av Cd minskar över tid, Figur 31.

Tabell 21. Resultat från 2016 och 2017 års prover, slam, metaller (mg/kg TS).

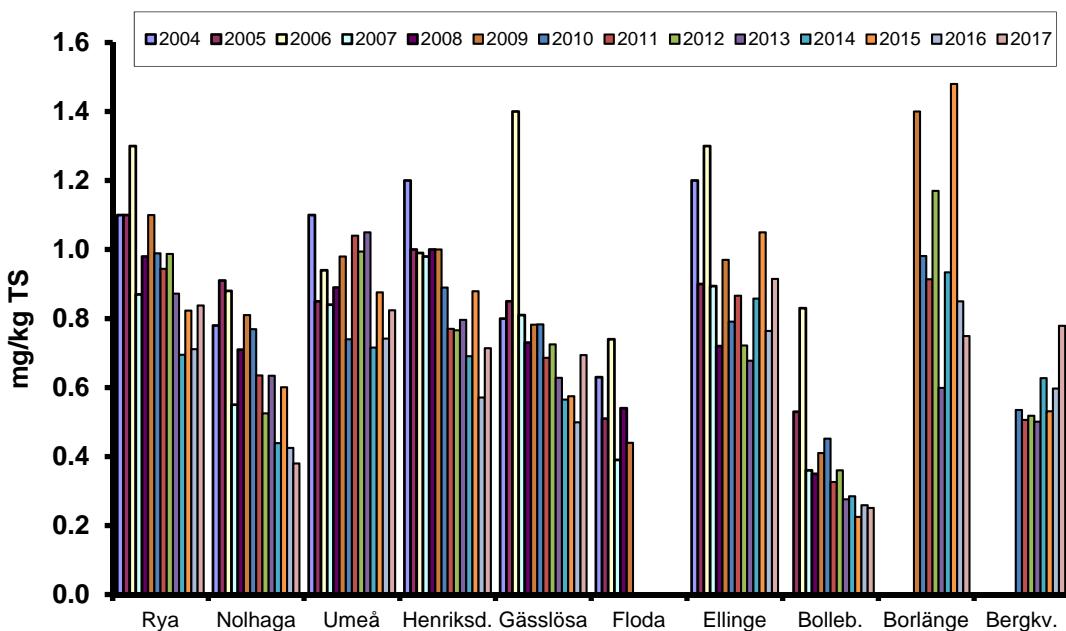
2016	Rya-verket	Nol-haga	Umeå	Henriks-dal	Gäss-lösa	Ellinge	Bolle-bygd	Bor-länge	Berg-kvara
As	4,01	2,09	2,87	2,94	2,18	2,98	2,61	2,17	2,13
Cd	0,711	0,425	0,742	0,571	0,499	0,764	0,259	0,85	0,597
Co	6,43	2,09	7,66	6,41	2,77	2,96	1,96	2,76	2,82
Cr	21,7	11,5	22,3	15,7	21,9	22,7	18,9	16,0	16,1
Cu	412	196	132	339	239	301	124	455	305
Hg	0,597	0,356	0,634	0,619	1,15	0,29	0,584	0,489	0,412
Ni	16,9	9,72	22,6	17,3	9,59	14,8	10,5	12,4	13,6
Pb	21,0	10,7	13,6	14,1	14,2	16,4	6,70	17,3	10,2
V	19,3	8,71	21,3	16,6	7,28	17,1	10,5	28,0	6,54
Zn	667	425	581	493	512	414	222	650	436
2017									
As	4,53	1,76	3,37	3,84	2,27	4,94	1,64	2,32	2,76
Cd	0,838	0,380	0,824	0,714	0,694	0,915	0,251	0,749	0,779
Co	7,66	1,55	7,97	6,96	4,28	4,39	2,39	3,34	3,56
Cr	19,7	7,73	18,7	16,0	25,7	21,6	23,7	19,6	12,2
Cu	438	158	146	380	270	339	98,6	483	333
Hg	0,471	0,284	0,723	0,424	0,581	0,355	0,63	0,504	0,689
Ni	17,6	6,23	25,3	21,6	13,9	26,2	22,1	17,4	13,9
Pb	27,1	8,24	14,0	19,2	19,3	28,8	5,20	21,3	14,6
V	22,9	5,93	26,2	17,5	9,54	21,1	4,00	30,4	6,22
Zn	696	318	639	554	583	438	208	683	583

Tabell 22. Gränsvärden för metaller i slam [8].

Maximal metallhalt i slam, mg/kg TS	
Cd	2
Cr	100
Cu	600
Hg	2,5
Ni	50
Pb	100
Zn	800



Figur 30. Halter av kvicksilver (år 2004-2017) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 31. Halter av kadmium (år 2004-2017) i slam från avloppsreningsverken.

Organotennföreningar

Utgående vatten

Monobutyltenn (alla ARV) var den enda organotennföreningen (OT) som var frekvent detekterbar i utgående vatten år 2016 och 2017, Tabell 23. Dessutom detekterades och dibutyltenn i vatten från 2016 från Nolhaga och monooktyltenn och dioktyltenn båda åren i vatten från Gässlösa reningsverk.

Slam

Mono- och dibutyltenn samt mono- och dioktyltenn påvisas normalt i högre halter än övriga OT i de flesta ARV. Halterna av dibutyltenn samt mono- och dioktyltenn var dock mycket högre, ca. 10 gånger, under 2015 än tidigare år. Halterna av mono- och dioktyltenn i 2016 och 2017 års prover var tillbaks i "normala" nivåer. Dock var halterna av dibutyltenn fortfarande högre än i tidigare prover, Figur 33.

Möjligen är detta en artifakt orsakad av byte av analyslaboratorium och analysmetod (från GC-FPD till GC-ICPMS). Tills det finns mer data bör denna skenbartökande tidstrend hanteras med viss försiktighet.

Klar är dock att halterna av tributyltenn (TBT) fortsatt är avtagande, Figur 34.

De tre fenylnennföreningarna, tetrabutyltenn och tricyklohexyltenn förekom i halter under detektionsgränsen.

Tabell 23. Resultat från 2016 och 2017 års prover, utgående vatten, organotennämnen (ng Sn/L).

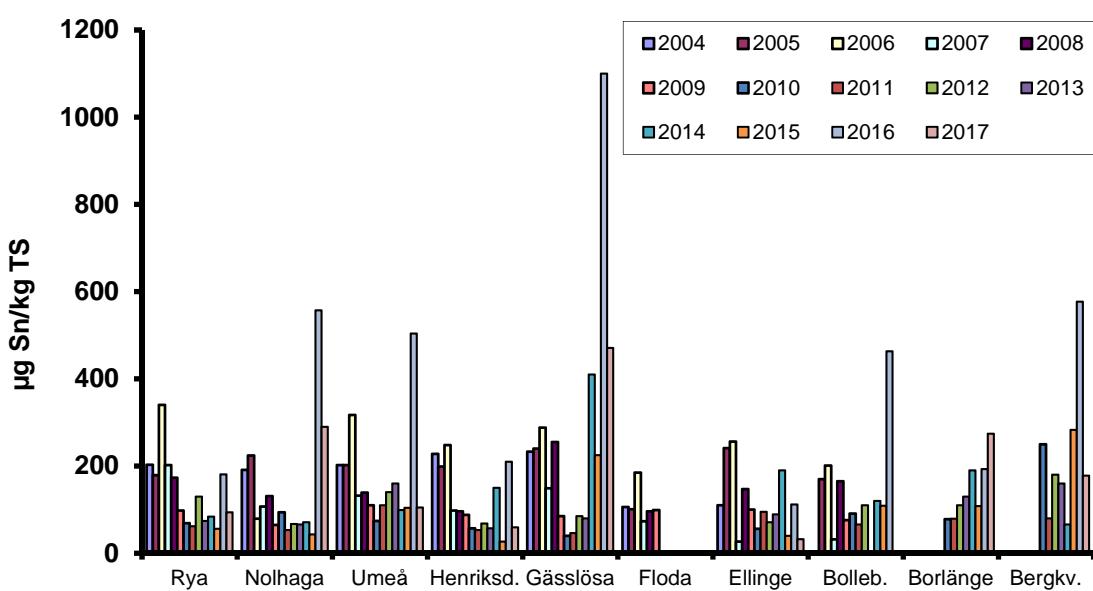
2016	Rya-verket	Nolhaga	Umeå	Henriksdal	Gässlösa	Ellinge	Bollebygd	Borlänge	Bergkvara
MonoBT	2,84	3,29	2,04	<1	3,04	1,42	3,8	2,35	2,73
DiBT	<1	1,27	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
TriBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
TetraBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
MonoOT	<1	<1	<1	<1	5,98	<1	<1	<1	<1
DiOT	<1	<1	<1	<1	2,32	<1	<1	<1	<1
TricykloHT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
MonoPhT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
DiPhT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
TriPhT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
2017									
MonoBT	5,45	4,63	1,61	1	6,95	1,28	EA	4,59	3,45
DiBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	EA	<1	<1
TriBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	EA	<1	<1
TetraBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	EA	<1	<1
MonoOT	<1	<1	<1	<1	13,2	<1	EA	<1	<1
DiOT	<1	<1	<1	<1	1,73	<1	EA	<1	<1
TricykloHT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	EA	<1	<1
MonoPhT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	EA	<1	<1
DiPhT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	EA	<1	<1
TriPhT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	EA	<1	<1

EA: Ej analyserat.

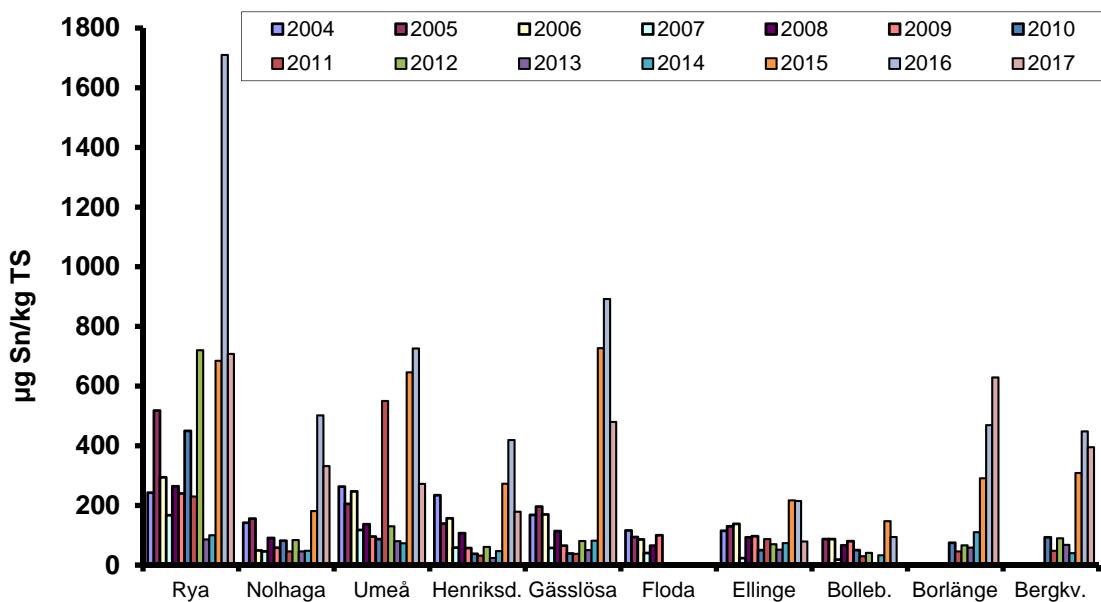
Tabell 24. Resultat från 2016 och 2017 års prover, slam, organotennföreningar ($\mu\text{g Sn/kg TS}$).

2016	Rya-verket	Nolhaga	Umeå	Henriksdal	Gässlösa	Ellinge	Bollebygd	Borlänge	Bergkvara
MonoBT	181	557	504	210	1100	112	463	193	577
DiBT	1710	502	726	419	892	215	94,1	469	448
TriBT	7,38	1,87	2,06	1,41	2,72	<1	<3	3,89	2,30
TetraBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<3	<1	<1
MonoOT	26,9	33,1	22,2	12,7	39,4	7,89	34,5	14,3	50,3
DiOT	23,6	18,9	20,4	23,3	23,6	17,1	13,9	22,6	20,1
TricykloHT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<3	<1	<1
MonoPhT	<1	<1	<1	1,75	<1	<1	<3	<1	<1
DiPhT	<1	1,60	<1	1,25	<1	<1	<3	1,11	<1
TriPhT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<3	<1	<1
2017									
MBT	93,7	290	105	59,4	471	32,3	EA	274	178
DiBT	708	332	272	179	480	79,0	EA	629	395
TriBT	5,62	<2	2,13	<2	2,94	<2	EA	2,70	3,07
TetraBT	<2	<2	<2	<2	<2	<2	EA	<2	<2
MonoOT	7,06	24,4	8,24	4,72	18,7	2,99	EA	22,1	20,2
DiOT	7,95	14,1	6,01	5,32	18,5	4,46	EA	33,3	11,5
TricykloHT	<2	<2	<2	<2	<2	<2	EA	<2	<2
MonoPhT	<2	<2	<2	<2	<2	<2	EA	<2	<2
DiPhT	<2	<2	<2	<2	<2	<2	EA	<2	<2
TriPhT	<2	<2	<2	<2	<2	<2	EA	<2	<2

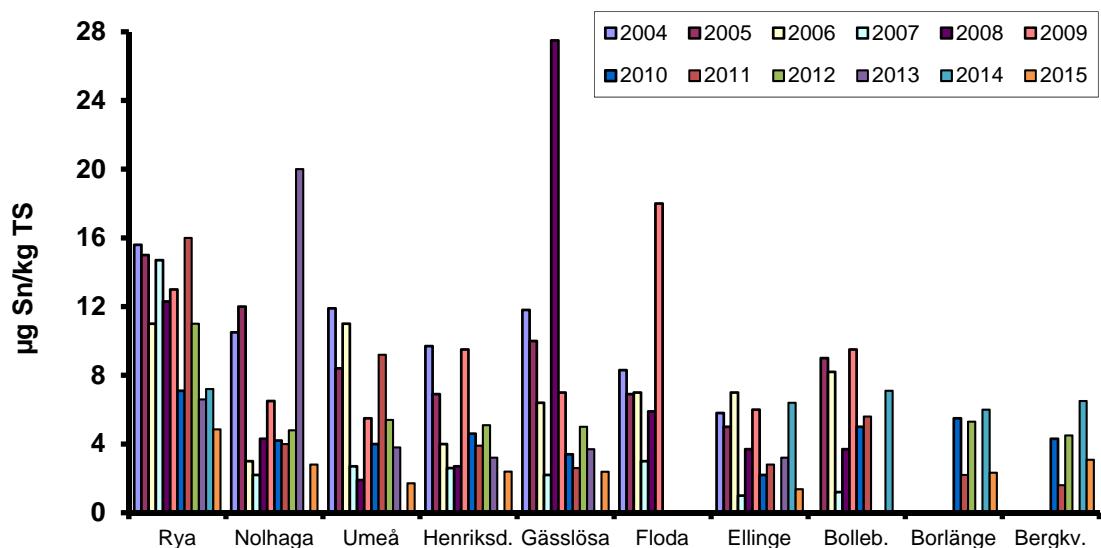
BT = Butyltenn, OT = oktyltenn, HT = Hexyltenn, PhT = Fenyltenn. EA: Ej analyserat.



Figur 32. Monobutyltennhalter (MBT) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2017.



Figur 33. Dibutyltennhalter (DBT) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2017.



Figur 34. Tributyltennhalter (TBT) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2017.

Siloxaner

Slam

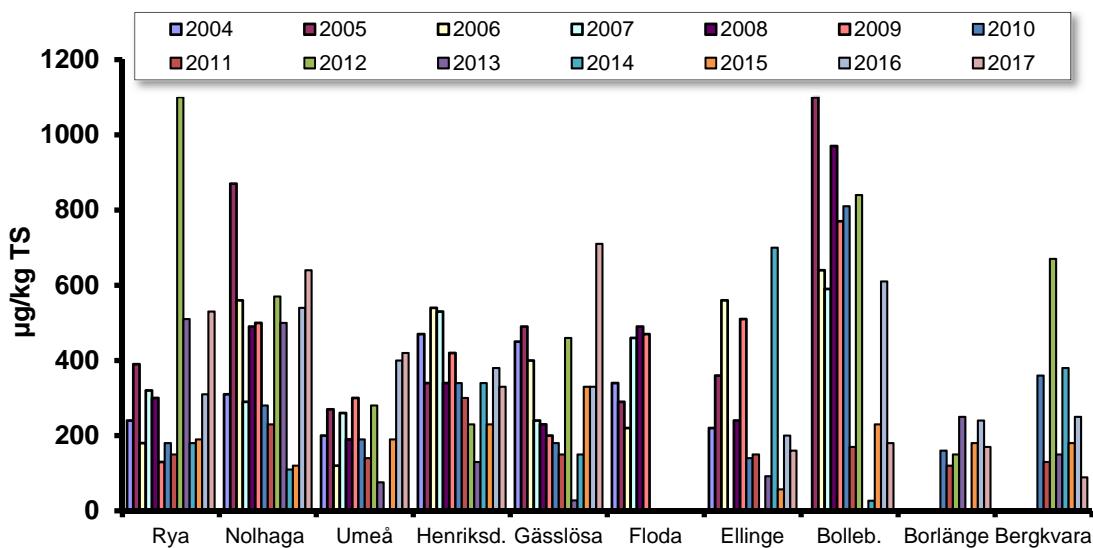
Tabell 25 sammanfattar nomenklaturen för siloxaner och Tabell 26 redovisar halter av siloxaner i avloppsreningsverksslam år 2016 och 2017. Halterna av cykliska metylsiloxaner (främst D5) var betydligt högre än halterna av linjära siloxaner. Halter i avloppsslam, åren 2004-2017, redovisas i Figur 35-37. De är relativt konstanta eller svagt avtagande. Halterna av linjära metylsiloxaner var lägre, men ökar över tid. Figur 38 visar tidstrenden för MD3M.

Tabell 25. Nomenklatur siloxaner.

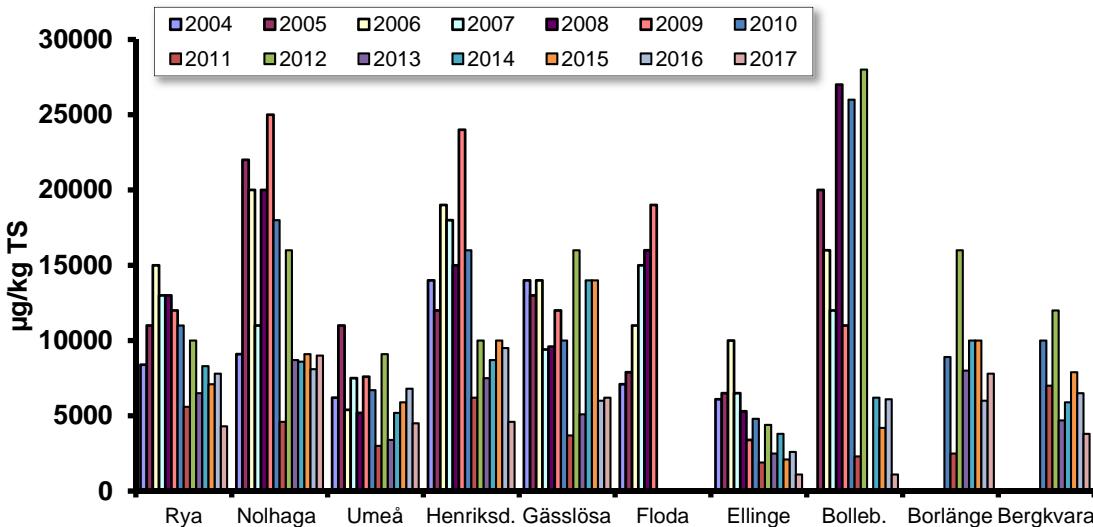
D4	Oktametylcyklotetrasiloxan
D5	Dekametylcyklopentasiloxan
D6	Dodekametylcyklohexasiloxan
MM	Hexametyldisiloxan
MDM	Oktametyltrisiloxan
MD2M	Dekamethyltetrasiloxan
MD3M	Dodekametylpentasiloxan

Tabell 26. Resultat från 2016 och 2017 års prover, slam, siloxaner ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

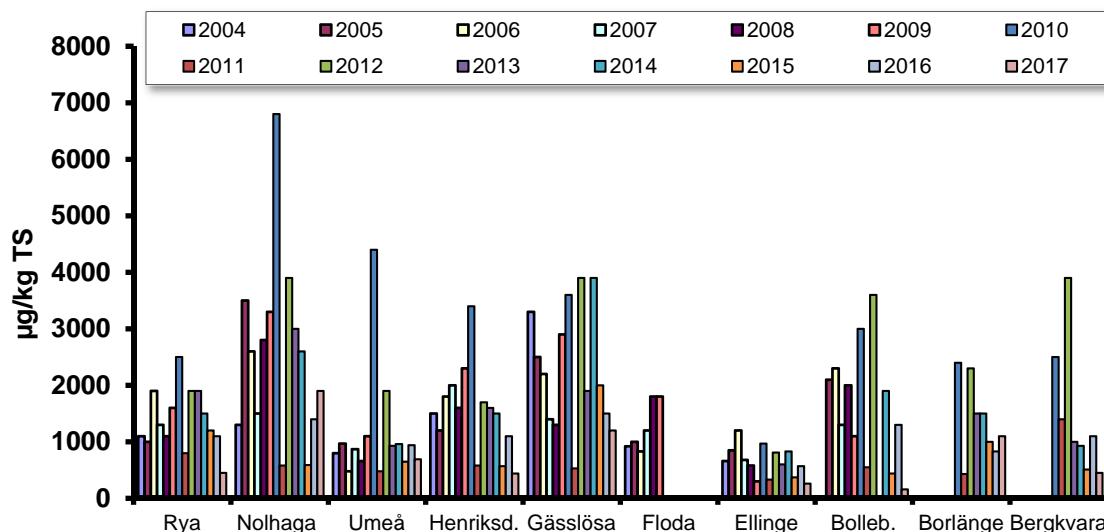
2016	Rya-verket	Nol-haga	Umeå	Henriksdal	Gäss-lösa	Ellinge	Bollebygd	Bor-länge	Berg-kvara
D4	310	540	400	380	330	200	610	240	250
D5	7800	8100	6800	9500	6000	2600	6100	6000	6500
D6	1100	1400	940	1100	1500	570	1300	830	1100
MM	<0,6	<0,6	<0,6	1,1	<0,6	<0,6	2,1	1,0	<0,6
MDM	22	49	54	34	13	5,0	81	16	48
MD2M	84	120	91	110	70	25	110	43	87
MD3M	280	370	240	420	350	200	670	290	500
Summa D4-D6	9300	10000	8100	11000	7800	3400	7900	7000	7800
Summa MM-MD3M	390	540	380	560	430	230	860	350	630
2017									
D4	530	640	420	330	710	160	180	170	89
D5	4300	9000	4500	4600	6200	1100	1100	7800	3800
D6	450	1900	690	440	1200	260	160	1100	450
MM	<0,6	4,4	<0,5	<0,4	<0,5	<0,5	57	<0,5	<0,5
MDM	350	550	340	370	450	420	110	340	460
MD2M	120	250	120	120	150	100	45	120	140
MD3M	200	720	220	210	390	110	73	220	160
Summa D4-D6	5300	12000	5600	5400	8200	1500	1400	9100	4400
Summa MM-MD3M	670	1500	680	700	990	630	290	670	760



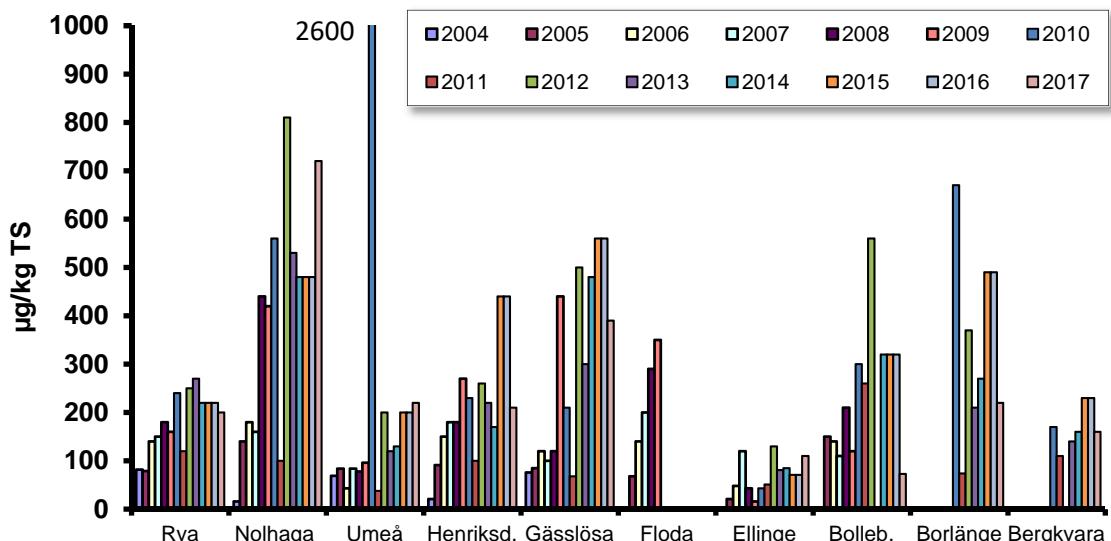
Figur 35. Oktametylcyklotetrasiloxan (D4) i avloppsreningsverksslam år 2004-2017.



Figur 36. Dekametylcyklopentasiloxan (D5) i avloppsreningsverksslam år 2004-2017.



Figur 37. Dodekametylcyklohexasiloxan (D6) i avloppsreningsverksslam år 2004-2017.



Figur 38. Dodekametylpentasiloxan (MD3M) i avloppsreningsverksslam år 2004-2017.

NSAID's (Non steroidal anti-inflammatory drugs)

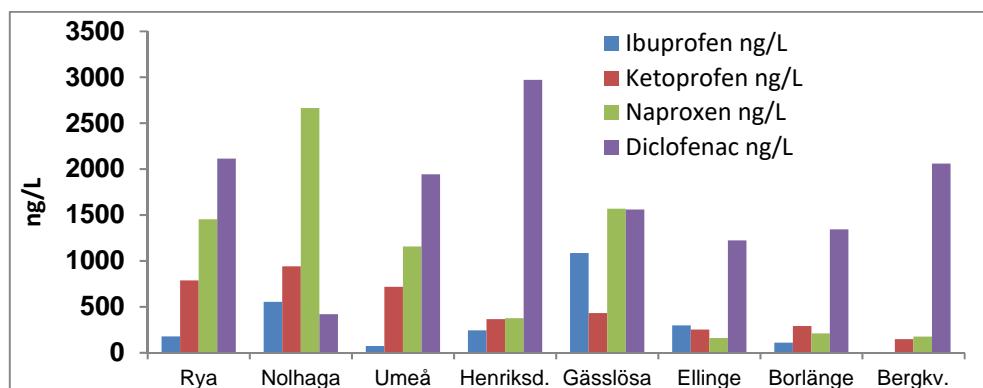
Utgående vatten

Tabell 27 och Figur 39 redovisar halter av NSAID's (ibuprofen, ketoprofen, naproxen och diclofenac) i vatten från år 2016. Halterna av samtliga NSAIDs varierar mycket mellan reningsverk. Data för 2017 saknas p.g.a. analyssvårigheter under det året.

Tabell 27. Resultat från 2016 års prover, utgående vatten, NSAID's (ng/L).

	Rya-verket	Nolhaga	Umeå	Henriksdal	Gässlösa	Ellinge	Bollebygd	Borlänge	Bergkvara
Ibuprofen	179	555	73,0	244	1086	298	EA	110	<10
Ketoprofen	788	942	718	367	432	253	EA	291	149
Naproxen	1450	266	1160	376	1570	160	EA	211	176
Diclofenac	2110	420	1940	2970	1560	1220	EA	1340	2060

EA: Ej analyserat.



Figur 39. NSAID's i utgående vatten från ARV, år 2016.

Myskämnen

Utgående vatten

Tabell 28 redovisar halter av myskämnen, nitro (musk ketone och musk xylene) och polycykliska (galoxolide, HHCB, och tonalide, AHTN) i utgående vatten 2016 och 2017. Halterna av polycykliska musk var generellt mycket högre än halterna av nitromysk. Nitromyskämnen har på senare tid blivit ersatta av de polycykliska, vilket förmödligens avspeglas i dessa resultat.

Slam

Tabell 29 redovisar halter av myskämnen i avloppsreningsverksslam 2016 och 2017. Även här domineras polycykliska mysk över nitromysk. Halterna av HHCB och AHTN visas i Figur 40

Tabell 28. Resultat från 2016 och 2017 års prover, utgående vatten, myskämnen (ng/L).

2016	Rya-verket	Nol-haga	Umeå	Henriks-dal	Gäss-lösa	Ellinge	Bolle-bygd	Bor-länge	Berg-kvara
Musk Ketone	<2	<2	<2	<2	<2	<2	EA	<2	<2
Musk Xylene	12	<5	6,9	14	17	4,3	EA	10	15
Galoxolide (HHCB)	140	220	140	100	270	61	EA	140	260
Tonalide (AHTN)	17	16	19	12	51	14	EA	19	32

2017	Musk Ketone	Nol-haga	Umeå	Henriks-dal	Gäss-lösa	Ellinge	Bolle-bygd	Bor-länge	Berg-kvara
Musk Ketone	<1	<1	2,3	<1	<1	<1	EA	<1	<1
Musk Xylene	7,4	7,9	6,1	12	9,2	18	EA	15	5,3
Galoxolide (HHCB)	290	110	210	160	200	130	EA	180	150
Tonalide (AHTN)	18	13	18	15	20	13	EA	13	11

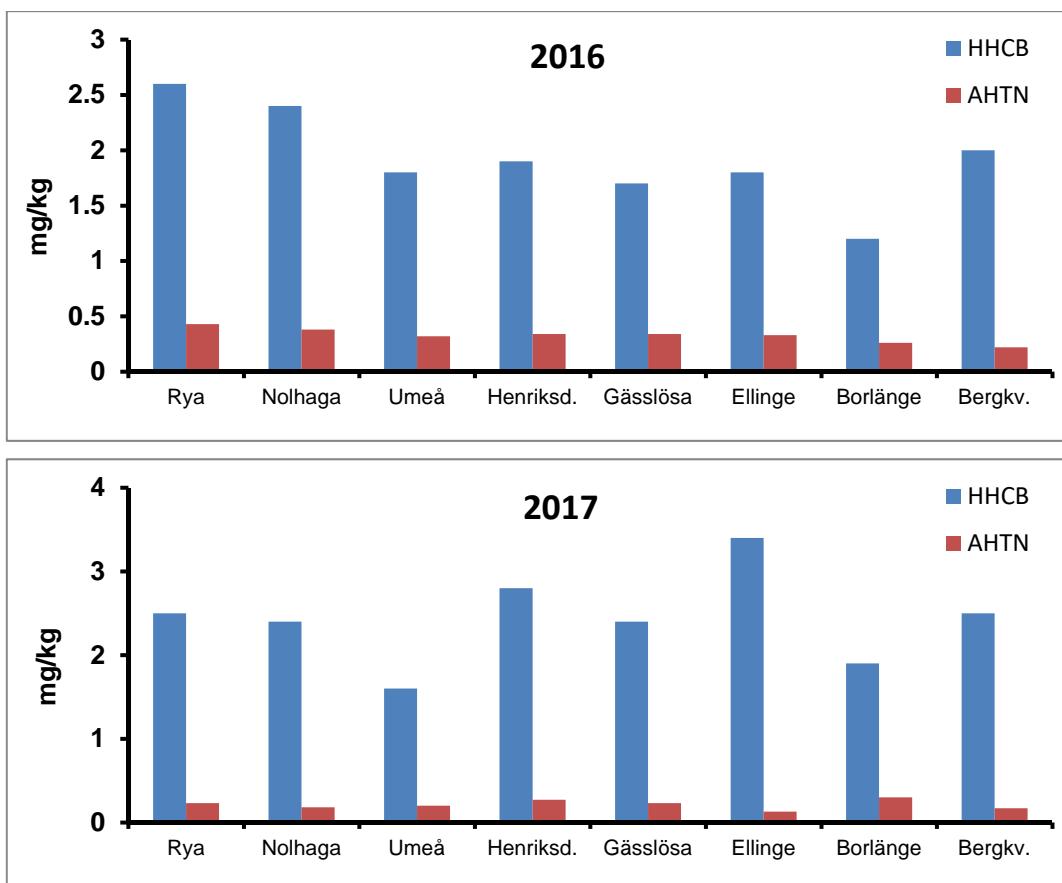
EA: Ej analyserat.

Tabell 29. Resultat från 2016 och 2017 års prover, slam, myskämnen (µg/kg TS).

2016	Rya-verket	Nol-haga	Umeå	Henriks-dal	Gäss-lösa	Ellinge	Bolle-bygd	Bor-länge	Berg-kvara
Musk Ketone	0,80	0,63	0,39	0,38	0,40	0,38	EA	0,51	0,56
Musk Xylene	0,48	3,1	0,44	0,39	0,17	0,33	EA	0,26	11
Galoxolide (HHCB)	2600	2400	1800	1900	1700	1800	EA	1200	2000
Tonalide (AHTN)	430	380	320	340	340	330	EA	260	220

2017	Musk Ketone	Nol-haga	Umeå	Henriks-dal	Gäss-lösa	Ellinge	Bolle-bygd	Bor-länge	Berg-kvara
Musk Ketone	0,48	8,9	0,60	0,34	0,41	0,32	EA	0,51	0,60
Musk Xylene	0,18	11	0,55	0,53	0,45	0,19	EA	0,43	9,2
Galoxolide (HHCB)	2500	2400	1600	2800	2400	3400	EA	1900	2500
Tonalide (AHTN)	230	180	200	270	230	130	EA	300	170

EA: Ej analyserat.



Figur 40. Galoxolide (HHCB) och tonalide (AHTN) i slam från ARV, år 2016 och 2017 (nedre).

Östrogena och androgena effekter

Utgående vatten

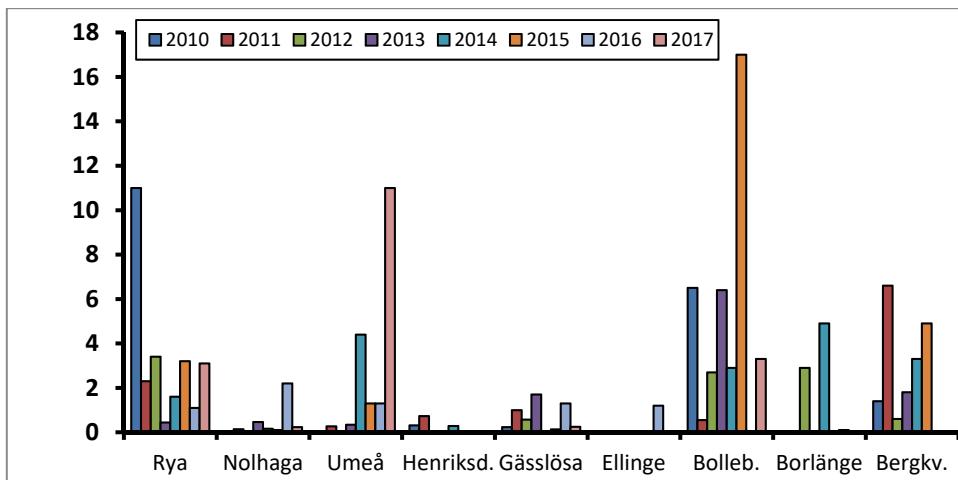
Östrogena effekter kunde uppmätas och kvantifieras i utgående vatten under 2016 och 2017 (Tabell 30). Inga österogenika effekter kunde uppmätas i vatten från Henriksdal och Bergkvara.

Nivåerna varierar kraftigt mellan ARV och mellan år, Figur 41.

Tabell 30. Resultat från biotester (ng östradiolenheter/L) av 2016 och 2017 års utgående vatten.

	Ryaverket	Nolhaga	Umeå	Henriksdal	Gässlösa	Ellinge	Bollebygd	Borlänge	Bergkvara
2016	1,1	2,2	1,3	<0,1	1,3	1,2	EA	0,1	<0,1
2017	3,1	0,23	11	<0,1	0,25	<0,1	3,3	<0,1	<0,1

EA: Ej analyserat.



Figur 41. Estrogen effekt (ng estradiolekvivalenter) i vatten från ARV, år 2010-2017.

Referenser

1. Naturvårdsverket, Sverige, *Miljöövervakning av slam, Redovisning av resultat från 2004-2006 års provtagningar*, 2007.
2. Naturvårdsverket, Sverige, *Miljöövervakning av slam, Redovisning av resultat från 2007 års provtagning*, 2008.
3. Naturvårdsverket, Sverige, *Miljöövervakning av slam, Redovisning av resultat från 2008 års provtagning (inklusive en sammanställning av åren 2004-2008)*, 2010.
4. Naturvårdsverket, Sverige, *Miljöövervakning av slam, Redovisning av resultat från 2009 års provtagning (inklusive en sammanställning av åren 2004-2009)*, 2011.
5. Miljörapporter år 2009.
6. Naturvårdsverket, Sverige, *Organofosfater i svensk miljö*, 2005.
7. Kemikalieinspektionen, Sverige, 2006.
8. Svensk författningsamling. Förordning 1998:944.
9. Ulrika Olofsson, Anders Bignert, Peter Haglund, Time-trends of metals and organic contaminants in sewage sludge, Water Research 46:4841-4851, 2012).