



Miljöövervakning av slam

Redovisning av resultat från 2004, 2005 och 2006 års
provtagningar

Beställare: Naturvårdsverket

Kontrakt: 219 04143

Programområde: Miljögiftssamordning

Delprogram: Miljögifter i urban miljö

Utförare: Peter Haglund och Ulrika Olofsson; Miljökemi, Umeå universitet

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
BAKGRUND	4
RENINGSVERKEN	5
<i>Henriksdals reningsverk</i>	6
<i>Ryaverket</i>	6
<i>Öbns reningsverk</i>	6
<i>Gässlösa reningsverk</i>	6
<i>Ellinge reningsverk</i>	7
<i>Nolhaga reningsverk</i>	7
<i>Floda reningsverk</i>	7
<i>Bollebygds reningsverk</i>	7
FÖRENINGAR.....	9
PROVTAGNING OCH PROVBANKNING	10
ANALYS OCH KVALITETSSÄKRING	10
RESULTAT	11
ANTIBIOTIKA	11
BROMERADE DIFENYLETRAR (PBDE).....	13
KLORPARAFFINER (PCA)	15
FLUORERADE ÄMNEN	17
FOSFATESTRAR	21
FTALATER OCH BUTYLHYDROXYTOLUEN	24
KLORBENSENER	27
KLORFENOLER OCH TRICLOSAN.....	30
KLORERADE DIBENSO-P-DIOXINER, DIBENSOFURANER OCH BIFENYLER.....	33
METALLER.....	40
ORGANOTENNFÖRENINGAR.....	41
DISKUSSION	43
REFERENSER	44

Sammanfattning

Förekomsten av organiska substanser i slam från sju (åtta) svenska avloppsreningsverk; Stockholm (Henriksdal), Göteborg (Ryaverket), Umeå (Öhn), Borås (Gässlösa), Eslöv (Ellinge), Alingsås (Nolhaga), Floda och Bollebygd, har undersökts. Följande ämnen/ämnesgrupper har ingått i studien: antibiotika (fluorokinoloner), bromerade difenyletrar, klorparaffiner, fluorerade ämnen, fosfatestrar, ftalater, butylhydroxytoluen, klorbensener, klorfenoler, triclosan, klorerade dibenso-*p*-dioxiner, -dibensofuraner och bifenyler, metaller och organotennföreningar.

Fluorokinolonerna norfloxacin och ciprofloxacin påvisades i relativt höga halter (ca 5 mg/kg TS) i nästan alla reningsverk medan ofloxacin förekom i något lägre halter eller under detektionsgränsen, vilket korrelerar väl med förskrivna mängd inom humanmedicin i Sverige.

DecaBDE, som tillhör gruppen bromerade difenyletrar, är ett av de bromerade flamskyddsmedel som har använts mest och det är därför logiskt att denna förekom i de högsta halterna i de analyserade slammerna (ca 250 ng/g TS).

Fördelningsgradienten av klorparaffiner inom reningsverken var densamma under 2004-2006; kortkedjade klorparaffiner (C₁₀-C₁₃) uppmättes i lägst halt (ca 1 µg/g TS) och långkedjade klorparaffiner (C₁₈-C₂₀) i högst halt (ca 80 µg/g TS).

Fyra perfluorerade ämnen; perfluoroktansyra, perfluorooktansulfonat, perfluoroktansulfonamid och perfluorodekansulfonat påvisades i alla reningsverk. I Gässlösa reningsverk förekom 93 % av de 15 substanserna i detekterbara halter (år 2004). År 2005 och 2006 kunde mer än hälften av de 11 respektive 13 analyserade perfluorerade ämnena detekteras i alla reningsverk. Samtliga perfluorerade ämnen detekterades i Gässlösa reningsverk år 2005. Generellt uppmättes de högsta halterna av dessa substanser i Gässlösa reningsverk, vilket förmodligen beror på att reningsverket processar avloppsvatten från textilindustrin.

Fosfatestrarna förekom i ng/g - µg/g-nivåer, med tris(2-kloroisopropyl)fosfat, tris(1,3-dikloropropyl)fosfat, trifenylfosfat och 2-etylhexyldifenylfosfat som de dominerande substanserna.

Ftalaterna di-(2-etylhexyl)ftalat, di-*iso*-decylftalat och di-*iso*-nonylftalat förekom i detekterbara halter (10-1000 mg/kg TS) i alla reningsverk.. Butylhydroxytoluen kunde bara detekteras i slammerna år 2004 och 2005 (ca 1,5 mg/kg TS).

Klorbensener förekommer i slam i låga ng/g-området. De högklorerade bensenerna penta- och hexaklorbensener påvisades i slam från alla reningsverk.

Klorfenoler förekom i låga halter (ca 0,07 mg/kg TS) och endast 2-monoklorfenol, 2,6-diklorfenol och 2,4 + 2,5-diklorfenol påträffades i detekterbara halter i vissa reningsverk (år 2004 och 2005). Inga klorfenoler kunde detekteras i slam från 2006. Triclosan påvisades däremot i relativt höga halter i slam (1,1-35 mg/kg TS) från alla reningsverk.

Oktaklordibenso-*p*-dioxiner och -furaner återfanns i de högsta halterna. De polyklorerade bifenylerna #105, 118 och 156 förekom i alla reningsverk. Tre av de fyra dioxinlika plana polyklorbifenylerna #77, 126 och 169 påvisades i stort sett i alla reningsverk varav #77 detekterades i högst halter. De relativa halterna av de olika polyklorerade bifenylerna

överensstämmer väl med de vanligaste tekniska polyklorbifenylprodukterna, vilka alltså skulle kunna vara källan till föroreningen.

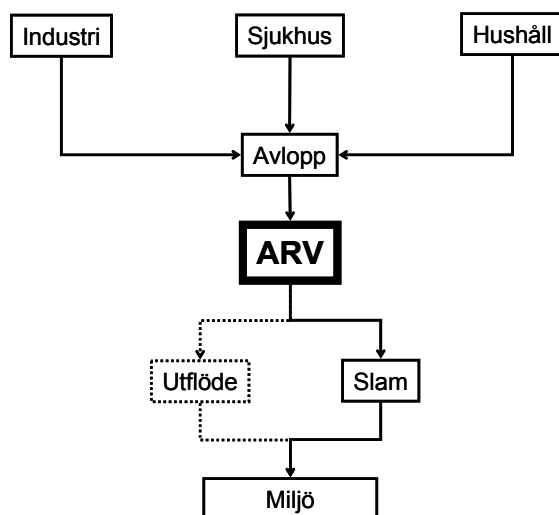
Av de metaller som har analyserats så uppmättes koppar och zink i de högsta halterna (år 2004 och 2005: ca 300 respektive ca 450 mg/kg TS; år 2006: ca 60 respektive 100 mg/kg TS). Kadmium och kvicksilver uppmättes i de lägsta halterna (år 2004 och 2005: ca 0,90 respektive ca 0,77 mg/kg TS; år 2006: ca 0,26 respektive 0,21 mg/kg TS). År 2004-2006 var metallhalten i de analyserade slammen under respektive gränsvärde (för spridning av avloppsslam på åkermark).

De tre butyltennföreningarna; monobutyltenn, dibutyltenn och tributyltenn påvisades i alla reningsverk, med monobutyltenn och dibutyltenn i betydligt högre halter (ca 200 ng Sn/g TS) än tributyltenn (ca 10 ng Sn/g TS). De tre fenyltennföreningarna förekom i halter nära eller under detektionsgränsen.

Generellt är slamhalterna lika såväl mellan reningsverk som över tid. Längre tidsserier kommer att behövas innan några statistiskt säkra trender kan beläggas.

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 yttre miljön. De flesta kemikalierna från samhället samlas upp i de kommunala reningsverken, vilket medför att avloppsreningsverk är den dominerande transportvägen för dessa substanser ut till miljön, se Figur 1. Under reningsprocessen ansamlas näringsämnen från avloppsvattnet i slammet som därför bör återföras till produktiv mark i ett kretsloppsanpassat samhälle. Dessvärre ansamlas också miljö- och hälsofarliga ämnen i slammet, vilket gör slam till en mycket relevant matris att analysera för att upptäcka nya miljöfarliga ämnen och för att fastlägga tidstrender för vissa prioriterade miljö- och hälsofarliga ämnen från samhället.



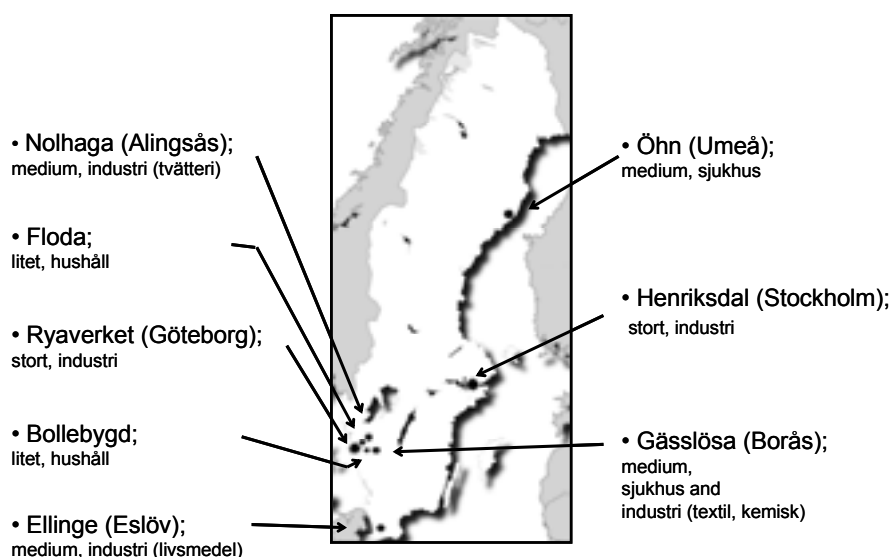
Figur 1. Förenklat flödesschema för kemikalier från samhället till miljön. ARV = Avloppsreningsverk.

Syftet med detta screeningprojekt är att kartlägga den svenska slamkvaliteten med hjälp av årlig kvantifiering av utvalda ämnen i slam från representativa svenska reningsverk.

Halterna från denna årligen återkommande kvantifiering kan vid senare tillfälle utnyttjas för att fastlägga tidstrender.

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 resulterade i följande sju reningsverk; Henriksdal (Stockholm), Ryaverket (Göteborg), Öhn (Umeå), Gässlösa (Borås), Ellinge (Eslöv), Nohaga (Alingsås) och Floda (Floda). Bollebygds reningsverk ingår i projektet fr.o.m. 2005 och blir ersättningsverk till Floda som troligen läggs ner inom ett par år. Reningsverkens lokalisering, storlek och belastning kan ses i Figur 2. Information om antalet anslutna kunder (uttryckt som personekvivalenter, pe), volym inkommande vatten och mängd producerat slam för respektive reningsverk finns i Tabell 1.



Figur 2. Avloppsreningsverkens lokalisering, storlek och belastning.

Tabell 1. Information om reningsverken [1].

	Rya- verket	Nohaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
Anslutna (kpe)	772	37	100	835	98	6,0	100	1,7
Inkommande vatten (Mm ³ /år)	117	4,6	12	88	18	1,5	4,6	0,29
Producerat slam (ton TS/år)	13 500	770	2 300	14 300	3 500	270	1 600	95
TS slam (%)	28	23	37	29	22	30	21	1,4

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.

Reningsprocessen

Grovrensning, 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 15 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 och Partille. Reningsverket processar ett blandat avlopp med inslag av industriavlopp, lakvatten och 5 500 m³ (5% TS) organisk material från storkök samt har ett större sjukhus och livsmedelsindustri anslutet.

Reningsprocessen

Grovrensning, försedimentering, tillsats av järnsulfat, aktivslambassänger (biologisk rening), eftersedimentering, hälften av vattnet leds här till biobäddarna för rening av kväve och recirkulation genom aktivslambassängerna. Slam tas ut i försedimenteringen och eftersedimenteringen, förtjockas och rötas (uppehållstiden i rötkammarna är ca 15 dygn). Polymertillsats sker vid Ryaverket och slammet antingen centrifugeras eller pressas för att avvattnas innan slutprodukt erhålls.

Öhns reningsverk

Öhns reningsverk är belägen i Umeå, en medelstor stad, som har ett stort sjukhus och ett stort universitet anslutet till reningsverket.

Reningsprocessen

Grovrensning, sandfång, tillsats av järnsulfat, luftningsbassänger, försedimentering, luftade bassänger med biologisk rening och slutsedimentering. Slammet tas ut i försedimenteringen och förtjockas (i förtjockaren tillkommer även externslam från kommunens övriga reningsverk). Därefter rötas slammet i rötkammaren, som har en uppehållstid på 18 dygn, följt av polymertillsats och centrifugering. I direkt anslutning till reningsverket finns en pelleteringsanläggning (endast verksam under sommar-halvåret), där det avvattnade slammet tvästogs-torkas med hjälp av värme.

Gässlösa reningsverk

Gässlösa reningsverk behandlar avloppsvatten från Borås centralort och ett flertal samhällen samt från flera stora textilindustrier.

Reningsprocessen

Mekanisk rening med grovrensning, sandfång och flockning, biologisk rening med försedimentering, biobäddar och mellansedimentering, kemisk rening med flockning och slutsedimentering följt av klorkontaktbassäng. Primärslam från försedimenteringen och

överskottsslam från mellansedimenteringen förtjockas innan rötningen som sker tillsammans med externslam från kommunens övriga reningsverk. Uppehållstiden i röt-kammaren är ca 28 dygn. Slutligen avvattnas slammet med hjälp av centrifugering.

Ellinge reningsverk

I Eslöv processar Ellinge reningsverk en mycket stor andel industriavlopp (99 000 pe industri av totalt 126 000 pe) som nästan uteslutande härrör från livsmedelsindustrin. Följande orter är anslutna till reningsverket: Eslöv, Gullarp, Kungshult och Marieholm. ReVAQ (Ren växtnäring från avlopp) försöker förbättra slamkvaliteten 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 vatten från livsmedelsindustrin (primärslam till röt-kammare), biobäddar, aktivslamanläggning, fällning och sedimentering (sekundärslam till röt-kammare). Därefter rötas slammet (uppehållstid ca 30 dygn) och centrifugeras innan slutprodukt erhålls.

Nolhaga reningsverk

Nolhaga reningsverk är belägen i Alingsås och har industrianslutningar av varierande karaktär. Ett sjukhus, ett större tvätterier och en avfallsdeponi är också anslutna till reningsverket. Avloppsreningsverket i Nolhaga serverar Alingsås tätort och Västra Bodarna.

Reningsprocessen

Det inkommande vattnet passerar ett rens-galler, sandfång och förluftas innan det pH-justeras med svavelsyra före biobädden. Aluminiumsulfat tillsätts i första flockningsbassängen och vattnet leds sedan till eftersedimenteringsbassängen. Uttag av slam härur sker kontinuerligt innan det förtjockas och pumpas till röt-kammaren som har en uppehållstid på 16-17 dygn. Det rötade slammet förtjockas ännu en gång innan polymer tillsätts och slammet avvattnas före kompostering. Externslam från kommunens övriga reningsverk, privata slambrunnar och egen latrinstation tas emot och förs in tillsammans med inkommande vatten.

Floda reningsverk

Floda reningsverk är ett litet reningsverk som processar i stort sett uteslutande hushållsavlopp samt avlopp från en vårdcentral och en mindre plastindustri.

Reningsprocessen

Grovrensning, sandfång, försedimentering, biobädd, kemisk fällning med järn-klorid och slutsedimentering. Slammet tas ut från försedimenteringen och förtjockas, därefter stabiliseras det aerobt (uppehållstid ca 18 dygn) och centrifugeras innan slutprodukt erhålls.

Bollebygds reningsverk

Bollebygds reningsverk, litet reningsverk utan större industriell belastning, processar uteslutande hushållsavlopp från Bollebygds kommun.

Reningsprocessen

Det inkommande vattnet passerar först ett rensgaller, sedan sker biologisk rening med tillsats av Ekoflock 90 REV. Därefter mellansedimentering följt av flockningsbassäng med Ekoflock 90 och slutligen slutsedimentering.

Föreningar

De ämnen som ingår i detta projekt är bl.a. utvalda från EUs vattendirektivlista (WFD) och från den finska prioriteringslistan, se Tabell 2. Perfluoroalkylsubstanser, organofosfater, fluorokinoloner (antibiotika), butylhydroxytoluen, 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").

Tabell 2. Sammanställning av föreningar och urvalskriterier.

Grupp	Namn	WFD	Finsk prio	Screening	"På köpet"
Fenoler	Pentaklorfenol	X			
	Övriga klorfenoler			X	
	Butylhydroxytoluen			X	
	Triclosan			X	
Klorbensener	124-Triklorbensen	X			
	Pentaklorbensen	X			
	Hexaklorbensen	X			
	Övriga di-, tri- och tetra-klorbensener				X
Estrar	Tris(2-butoxyethyl)fosfat			X	
	Tris(2-kloroetyl)fosfat			X	
	Tris(kloropropyl)fosfat			X	
	Tris(1,3-dikloro-2-propyl)fosfat			X	
	Trifenylfosfat			X	
	Di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)	X	X		
	Dimethyl- och dietylftalat				X
	Di- <i>n</i> -butyl- och butylbenzylftalat		X		
	Di- <i>n</i> -oktyl-, di- <i>iso</i> -nonyl-, di- <i>iso</i> -decylftalat				X
Antibiotika	Ofloxacin (fluorokinolon)			X	
	Norfloxacin (fluorokinolon)			X	
	Ciprofloxacin (fluorokinolon)			X	
Dioxinlika ämnen	WHO-PCB			X	
	PCDD/F			X	
Övriga POP	Polybromerade difenyletrar (PBDE)	X			
	Klorparaffiner (PCA)	X			
	Perfluoroämnen (PFAS)			X	
Metaller	Bly och Pb-föreningar	X			
	Kadmium och Cd-föreningar	X			
	Kvicksilver och Hg-föreningar	X			
	Nickel och nickelföreningar	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 trifenylyltenn				X

Provtagning och provbankning

Ett samlingsprov tas per reningsverk. För att få så representativa prov som möjligt sker provtagningen av det avvattnade slammet varje år i oktober månad, under normala driftsförhållanden och efter en period med normala väderförhållanden. Dessutom sker provtagningen 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. Proverna överförs till specialdiskade glasburkar och levereras omgående till Umeå universitet där de delas i portioner för de olika analyserna och för provbankning. Proverna förvaras sedan i frys.

Den större delen av proverna frystorkades, homogeniserades och delades i lämpliga delprover som skickades till Naturhistoriska riksmuseet för arkivering i deras provbank.

Analys och kvalitetssäkring

Slamproverna är kemiskt analyserade enligt lämpligast metod (Tabell 3), specifik för varje ämne/ämnesgrupp, och utförda av: AnalyCen Nordic AB (Lidköping), Analytica AB (Luleå), Analytisk kemi (Umeå universitet), Institutionen för tillämpad miljövetenskap (Stockholm universitet) och Miljökemi (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).

Tabell 3. Utförare av de olika typerna av analyser.

Grupp	Undergrupp	Analys-teknik	UmU	Analy Cen	Analytica	ITM	Mät-osäkerhet
Fenoler	Klorfenoler	GC-MS		Ack.			± 20%
	Butylhydroxytoluene	GC-MS		EM			± 20%
	Triclosan	GC-MS		Ack.			± 20%
Klorbensener		GC-MS	EM				± 30%
Estrar	Organofosfater	GC-MS	IK				± 30%
	Ftalater	GC-MS		Ack.			± 20%
Antibiotika	Fluorokinoloner	LC-MS	EM				± 20%
Dioxinlika ämnen	WHO-PCB	GC-MS	Ack.				± 29%
	PCDD/F	GC-HRMS	Ack.				± 29%
Övriga POP	Polybromerade difenyletrar	GC-MS	IK				± 30%
	Klorparaffiner	GC-MS	EM				± 30%
Fluorerade ämnen		LC-MS				IK	± 5-20%
Metaller	Pb, Cd, Hg, Cu, Cr, As, m.fl.	ICP-MS			Ack.		± 18-32%
Metallorg.	Organotenn	ICP-MS	IK				± 6-40%

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 uppdragsutbyte, laboratoriebakgrund (via blankar), instrumentstatus, etc. Inga

avvikelser har rapporterats under de tre åren. En rundringning till samtliga utförare bekräftade att inga avvikelser förekommit.

Resultat

På kommande sidor presenteras resultaten från de genomförda analyserna av 2004, 2005 och 2006 års slamprover.

Antibiotika

Fluorokinolonerna (FQ) norfloxacin och ciprofloxacin påvisades i nästan alla ARV (Tabell 4-6), norfloxacin var dock under detektionsgränsen år 2006 i Umeå ARV. Ofloxacin förekom i lägre halter eller under detektionsgränsen (år 2004 och 2006, Tabell 4 och 6) och år 2005 var ofloxacin inte detekterbar i något av ARV-slammen (se Tabell 5). Koncentrationsgradienten av fluorokinolonerna (År 2004), dvs att ciprofloxacin förekom i högst halt och ofloxacin i lägst, korrelerar väl med föreskriven mängd inom humanmedicin i Sverige [2]. Fördelningsmönstret av FQ inom verken överensstämmer väl mellan de olika reningsverken. Halterna var generellt något lägre i slammet från år 2005, med undantag av Bollebygds reningsverk där höga halter av ciprofloxacin uppmättes (12 mg/kg TS).

Tabell 4. Sammanställning av resultat från 2004-års prover, fluorokinoloner (mg/kg TS).

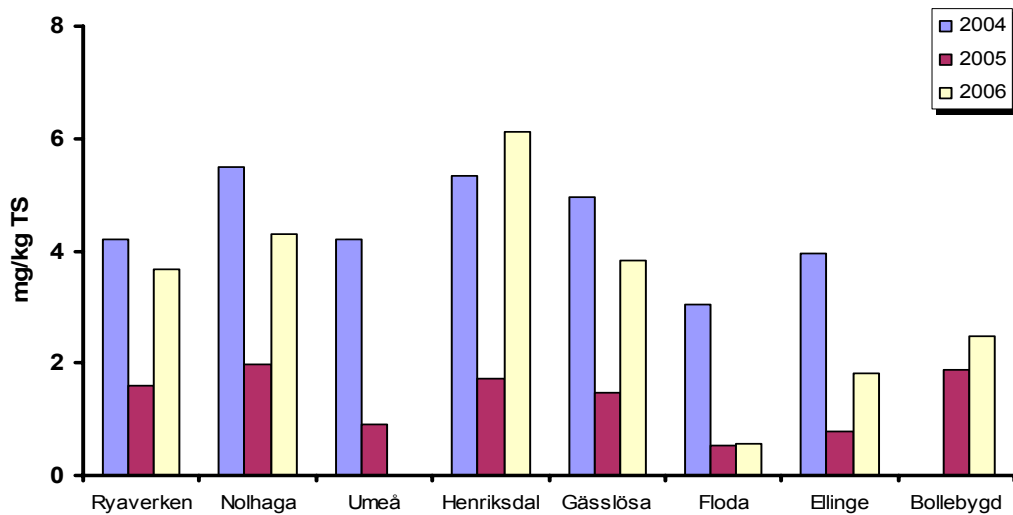
	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge
Norfloxacin	4,3	5,5	4,2	5,3	5,0	3,0	3,9
Ofloxacin	1,3	1,7	1,2	1,3	1,7	<0,1	<0,1
Ciprofloxacin	7,9	8,8	7,9	8,2	9,3	3,9	6,0

Tabell 5. Sammanställning av resultat från 2005-års prover, fluorokinoloner (mg/kg TS).

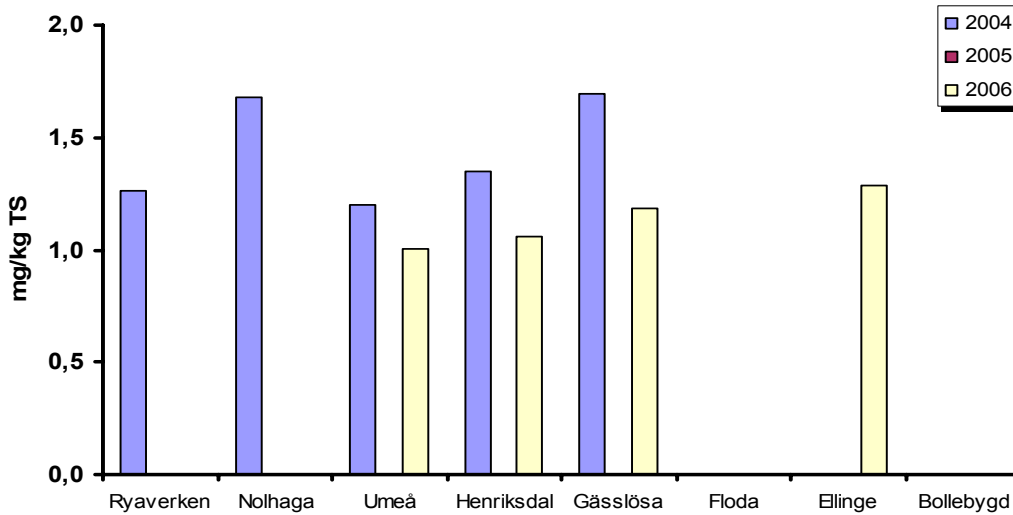
	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
Norfloxacin	1,6	2,0	0,9	1,7	1,5	0,5	0,8	1,9
Ofloxacin	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ciprofloxacin	3,5	2,1	3,2	4,5	4,2	0,5	2,1	12

Tabell 6. Sammanställning av resultat från 2006-års prover, fluorokinoloner (mg/kg TS).

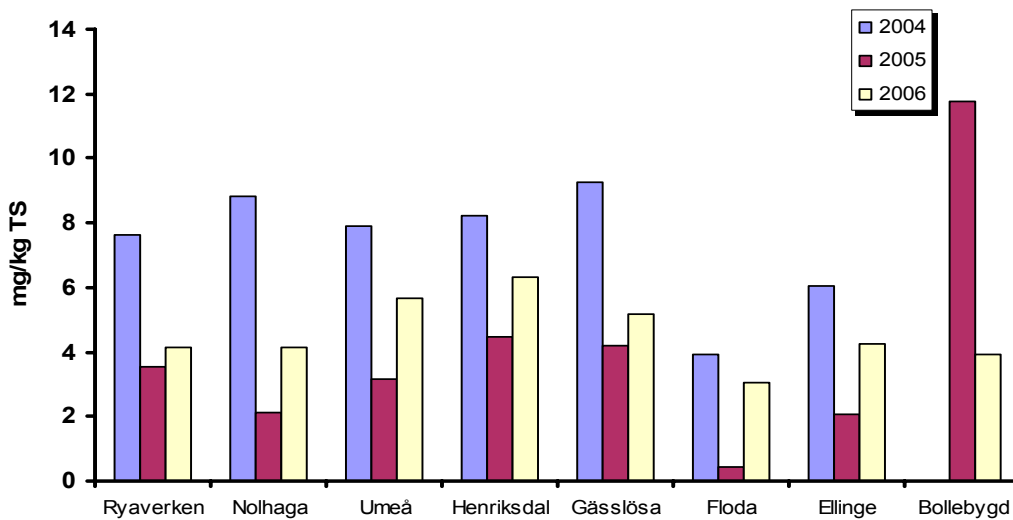
	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
Norfloxacin	3,7	4,3	<0,1	6,1	3,8	0,6	1,8	2,5
Ofloxacin	<0,1	<0,1	1,0	1,1	1,2	<0,1	1,3	<0,1
Ciprofloxacin	4,2	4,1	5,7	6,3	5,2	3,0	4,3	3,9



Figur 3. Halter av Norfloxacin (år 2004-2006) i avloppsreningsverken.



Figur 4. Halter av Ofloxacin (år 2004-2006) i avloppsreningsverken.



Figur 5. Halter av Ciprofloxacin (år 2004-2006) i avloppsreningsverken.

Bromerade difenyletrar (PBDE)

Polybromerade difenyletrar (PBDE) används främst som flamskyddsmedel för att försvåra antändningen av ett material och för att minska spridningen av en brand [3]. DecaBDE (#209) förekom i de högsta halterna i slam från alla ARV, se Tabell 7-9 och Figur 7. Resultatet speglar förmodligen samhällets användning av detta flamskyddsmedel, decaBDE är nämligen ett av de bromerade flamskyddsmedel som har använts mest. PentaBDE (#99) påvisades också i alla ARV (Figur 6), men i något lägre halter än DecaBDE. Figur 8 visar fördelningen av PBDE #47, 99 och 209 i avloppsreningsverken år 2006. Fördelningsmönstret för dessa tre är mycket lika mellan de inkluderade verken.

Tabell 7. Sammanställning av resultat från 2004-års prover, PBDE (ng/g TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge
# 28	0,13	0,17	0,15	0,26	0,33	0,23	0,15
# 47	20	32	72	<0,9	<0,9	25	10
# 99	30	39	28	31	28	34	37
# 100	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7
# 153	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	1,4
# 154	155	187	87	417	354	234	508
# 183	44	22	116	37	55	1,1	0,8
# 209	304	237	190	296	432	99	43

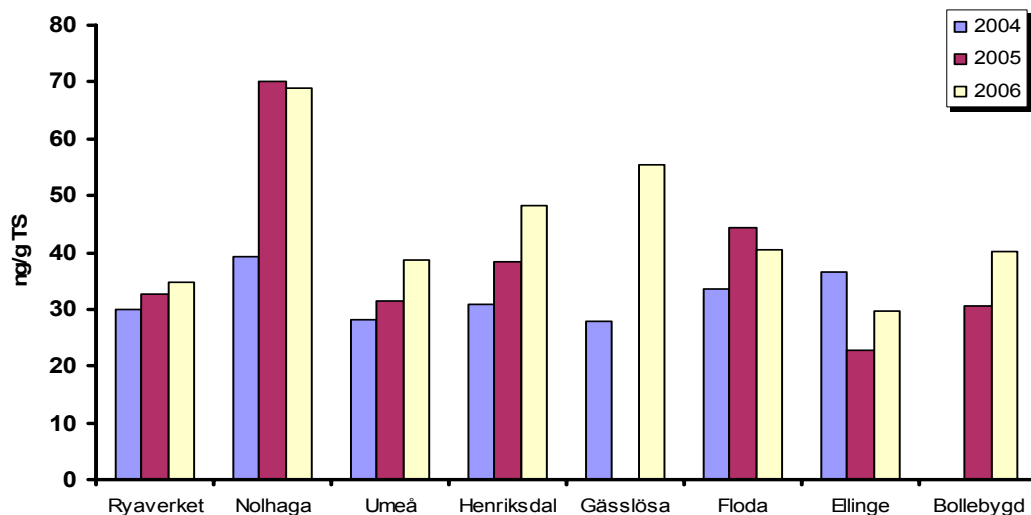
Tabell 8. Sammanställning av resultat från 2005-års prover, PBDE (ng/g TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
# 28	<0,002	0,68	0,54	0,59	ea. ¹	0,47	0,31	0,46
# 47	30	69	29	39	ea.	36	21	33
# 99	33	70	31	38	ea.	44	23	31
# 100	6,4	16	6,3	8,4	ea.	7,5	4,3	6,6
# 153	3,5	5,9	3,1	3,9	ea.	5,2	2,9	2,6
# 154	3,2	6,4	2,7	3,3	ea.	3,4	3,5	2,3
# 183	2,5	2,5	1,9	1,9	ea.	2,2	1,7	1,9
# 209	119	420	210	315	ea.	85	90	106

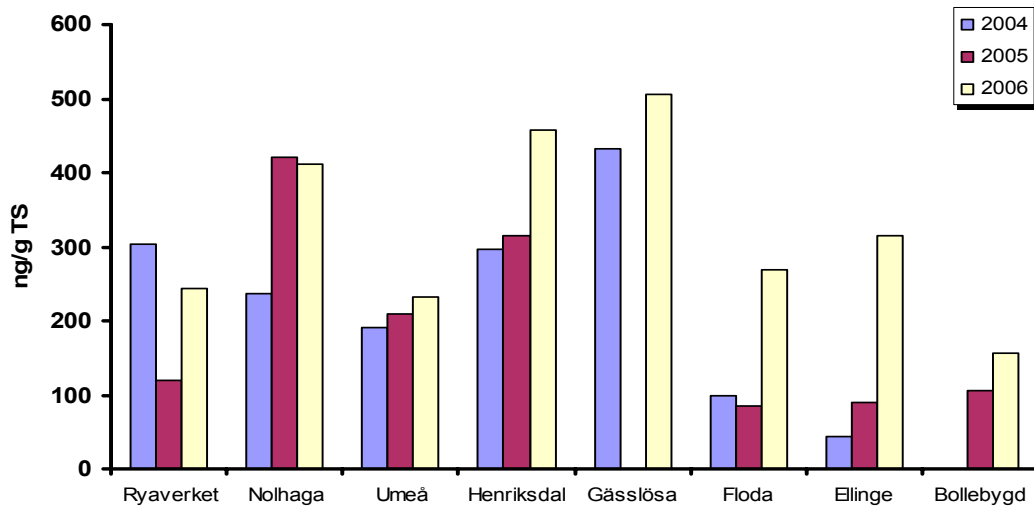
¹ea. = ej analyserad.

Tabell 9. Sammanställning av resultat från 2006-års prover, PBDE (ng/g TS).

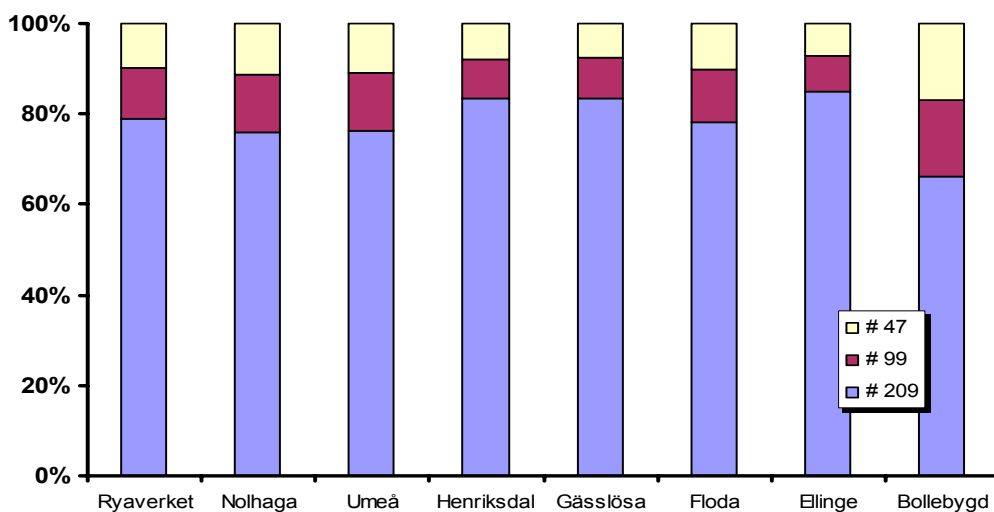
	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
# 28	0,87	0,68	0,51	1,6	0,57	0,49	0,43	0,77
# 47	30	62	34	43	45	35	26	40
# 99	35	69	39	48	55	40	30	40
# 100	6,2	14	6,9	8,7	9,8	7,5	5,7	8,0
# 153	3,0	4,9	2,5	3,7	4,1	2,8	2,4	2,6
# 154	2,5	4,8	2,7	3,4	4,1	2,8	2,2	2,6
# 183	1,6	1,7	1,5	3,0	1,8	1,0	1,1	1,0
# 209	244	412	233	456	506	269	316	156



Figur 6. Halter av PentaBDE (#99) i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004, Gässlösa ej analyserad år 2005.



Figur 7. Halter av DecaBDE (#209) i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004, Gässlösa ej analyserad år 2005.



Figur 8. Fördelning av PBDE #47, #99 och #209 i avloppsreningsverken år 2006.

Klorparaffiner (PCA)

Stor produktionsvolym (Sverige 2002: 100 ton/år) av klorparaffiner (PCA) samt deras toxiska och persistenta egenskaper medför att dessa ämnen är klassificerade som prioriterade miljögifter (Ramdirektivet för vatten, 2000/60/EG) [4], och i synnerhet kortkedjade klorparaffiner (SCCP, short chain chlorinated paraffins, C₁₀-C₁₃) [5]. Tabell 10-12 och Figur 9-11 redovisar halter av PCA i avloppsrenings slam år 2004-2006.

Tabell 10. Sammanställning av resultat från 2004-års prover, PCA ($\mu\text{g/g TS}$).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge
SCCP ¹	1,5	1,1	0,64	1,1	0,86	2,8	1,7
MCCP ²	6,6	4,3	1,6	2,0	8,8	3,6	0,34
LCCP ³	74	45	22	30	53	67	7,9

¹SCCP: Short chain chlorinated paraffins, C₁₀-C₁₃.

²MCCP: Medium chain chlorinated paraffins, C₁₄-C₁₇.

³LCCP: Long chain chlorinated paraffins, C₁₈-C₂₀.

Tabell 11. Sammanställning av resultat från 2005-års prover, PCA ($\mu\text{g/g TS}$).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
SCCP ¹	0,86	0,83	0,72	1,2	1,3	1,2	0,22	1,4
MCCP ²	2,8	2,7	3,6	3,2	4,5	3,8	0,72	6,7
LCCP ³	50	66	50	116	183	139	25	83

¹SCCP: Short chain chlorinated paraffins, C₁₀-C₁₃.

²MCCP: Medium chain chlorinated paraffins, C₁₄-C₁₇.

³LCCP: Long chain chlorinated paraffins, C₁₈-C₂₀.

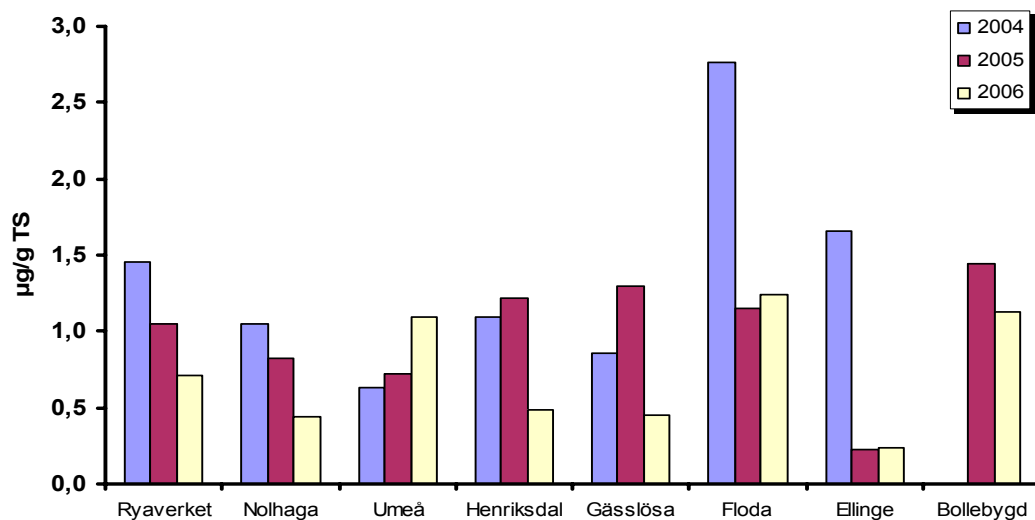
Tabell 12. Sammanställning av resultat från 2006-års prover, PCA ($\mu\text{g/g TS}$).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
SCCP ¹	0,71	0,44	1,1	0,48	0,45	1,24	0,24	1,1
MCCP ²	1,9	3,1	4,4	2,8	3,8	6,4	1,0	19
LCCP ³	121	78	206	96	151	43	57	132

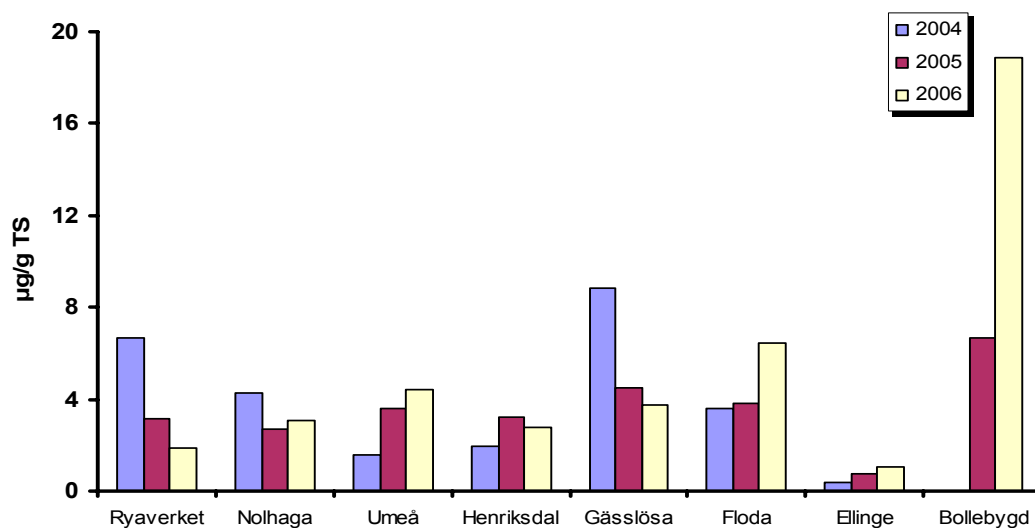
¹SCCP: Short chain chlorinated paraffins, C₁₀-C₁₃.

²MCCP: Medium chain chlorinated paraffins, C₁₄-C₁₇.

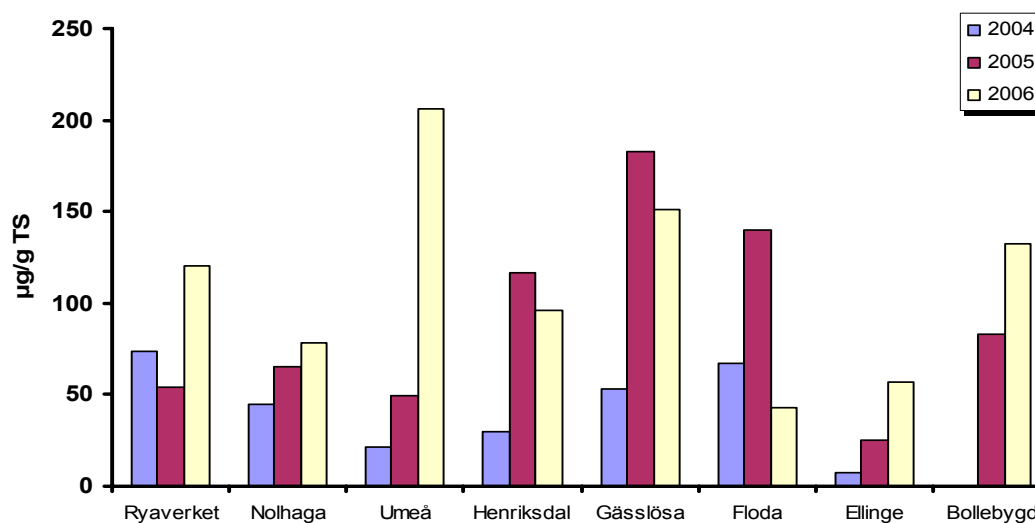
³LCCP: Long chain chlorinated paraffins, C₁₈-C₂₀.



Figur 9. Halter av SCCP i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004.



Figur 10. Halter av MCCP i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004.



Figur 11. Halter av LCCP i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004.

Fluorerade ämnen

Fyra perfluorerade ämnen (PF): PFOA, PFOS, PFOSA och PFDS påvisades i alla ARV år 2004-2006, se Tabell 13-15. Nomenklaturen för de perfluorerade ämnena kan ses Tabell 16. I Gässlösa reningsverk förekom 93 % av de 15 substanserna i detekterbara halter (år 2004). År 2005 och 2006 förekom mer än hälften av de 11 respektive 13 analyserade PF i alla ARV. Samtliga PF detekterades i Gässlösa reningsverk år 2005.

I Gässlösa reningsverk uppmättes generellt de högsta PF-halterna, vilket förmodligen beror på att reningsverket processar avloppsvatten från textilindustrin som använder vissa av dessa substanser p.g.a deras smuts- och vattenavvisande egenskaper [6]. PFOS används troligen inte längre inom textilindustrin i Sverige, men andra PFOS-liknande ämnen kan tänkas brytas ner i reningsverk och miljön till PFOS [7]. Fördelningen av PF mellan reningsverken kan ses i Figur 12-14. Figur 15 visar PFOS-halter i slammet 2004-2006, med generellt oförändrade halter över tiden inom verken. Däremot förekom tidsvariationer av PFOA-halter inom verken, se Figur 16.

Tabell 13. Sammanställning av resultat från 2004-års prover, perfluorerade ämnen (ng/g TS). Nomenklatur se Tabell 16.

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge
PFHxA	<2	<2	3,0	2,9	5,4	<2	2,1
PFHxS	0,36	0,34	1,0	<0,3	0,47	<0,3	0,47
PFHpA	<0,5	<0,5	0,62	<0,5	2,9	0,82	<0,5
PFOA	0,58	1,6	1,4	1,3	10	0,45	1,3
PFNA	<0,4	0,48	<0,4	0,53	14	<0,4	<0,4
PFOS	46	8,6	16	67	30	12	6,7
PFOSA	0,88	1,5	0,92	3,5	5,0	0,54	1,2
PFDA	<0,8	2,5	<0,8	5,9	54	0,84	<0,8
PFUnA	0,77	2,8	0,60	2,2	112	<0,6	<0,6
PFDS	5,0	1,1	15	26	7,5	0,94	1,5
PFDoA	<1,5	3,23	<1,5	4,1	30	<1,5	<1,5
PFTTrDA ¹	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	15	<1,5	<1,5
PFTeDA	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	2,7	<1,5	<1,5
THPFOS	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
THPFDS ²	2,1	3,7	5,0	6,6	6,5	2,9	3,0

¹PFTTrDA: semikvantitativt resultat, autentisk referens ej tillgänglig, kvantifieras mot PFDoA och PFTeDA.

²THPFDS: semikvantitativt resultat, autentisk referens ej tillgänglig, kvantifieras mot THPFOS.

Tabell 14. Sammanställning av resultat från 2005-års prover, perfluorerade ämnen (ng/g TS).
Nomenklatur se Tabell 16.

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
PFHxA	7,2	3,8	3,9	8	27	<2	<2	3,1
PFHxS	e.a. ¹	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.
PFHpA	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.
PFOA	3,1	3,0	1,4	1,4	43	1,1	0,34	1,1
PFNA	0,51	1,1	0,42	0,55	57	0,36	0,53	0,72
PFOS	32	6,6	7,8	43	27	2,9	9,8	3,6
PFOSA	1,6	2,0	1,3	4,2	4,3	0,53	1,2	0,56
PFDA	2,8	5,7	1,9	7,5	116	1,2	2,2	1,4
PFUnA	3,8	11	1,1	3,3	181	1,1	1,5	0,76
PFDS	6,1	2,1	16	21	6,2	1,8	1,9	1,0
PFDoA	6,1	9,0	2,9	9,6	48	1,9	2,8	3,8
PFTTrDA ²	<1	<1	<1	<1	32	<1	<1	<1
PFTeDA	<1	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1
THPFOS	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.
THPFDS	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.

¹e.a. = ej analyserad. THPFOS har tidigare inkluderats i metoden men har uteslutits pga av att den omvandlas.

²PFTTrDA: semikvantitativt resultat, autentisk referens ej tillgänglig, kvantifieras mot PFDoA och PFTeDA.

Tabell 15. Sammanställning av resultat från 2006-års prover, perfluorerade ämnen (ng/g TS).
Nomenklatur se Tabell 16.

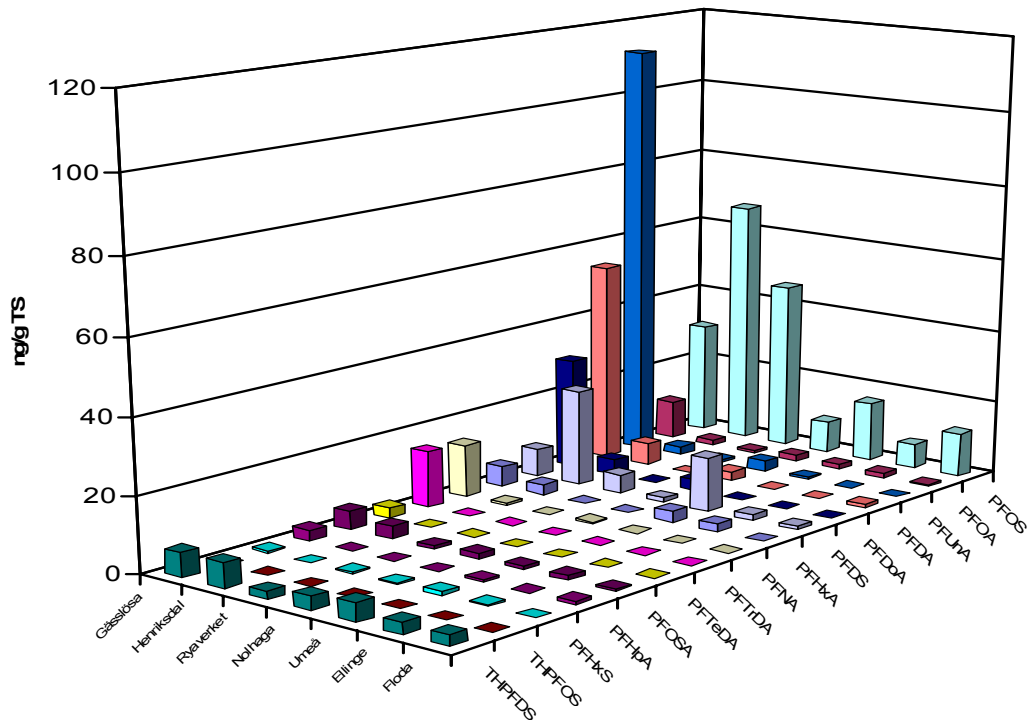
	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
PFHxA	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PFHxS	0,19	0,11	0,20	<0,1	<0,1	0,11	<0,1	<0,1
PFHpA	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
PFOA	0,79	0,53	0,25	0,48	3,3	0,55	1,0	0,93
PFNA	0,89	2,3	0,69	0,69	34	0,87	1,1	0,94
PFOS	46	5,2	17	66	39	2,6	6,1	3,1
PFOSA	2,1	1,4	1,6	7,3	3,0	0,98	4,0	0,73
PFDA	3,5	7,7	0	15	98	4,3	6,7	5,9
PFUnA	2,6	16	1,1	5,9	387	2,6	4,4	1,8
PFDS	6,7	2,3	19	40	9,0	1,6	2,6	0,83
PFDoA	4,9	12	3,6	15	44	6,4	5,6	5,4
PFTTrDA ²	0,56	3,8	0,63	1,9	72	1,6	0,91	2,4
PFTeDA	0,97	2,3	1,0	2,9	4,3	6,5	1,1	0,98
THPFOS	e.a. ¹	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.
THPFDS	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.	e.a.

¹e.a. = ej analyserad. THPFOS har tidigare inkluderats i metoden men har uteslutits pga av att den omvandlas.

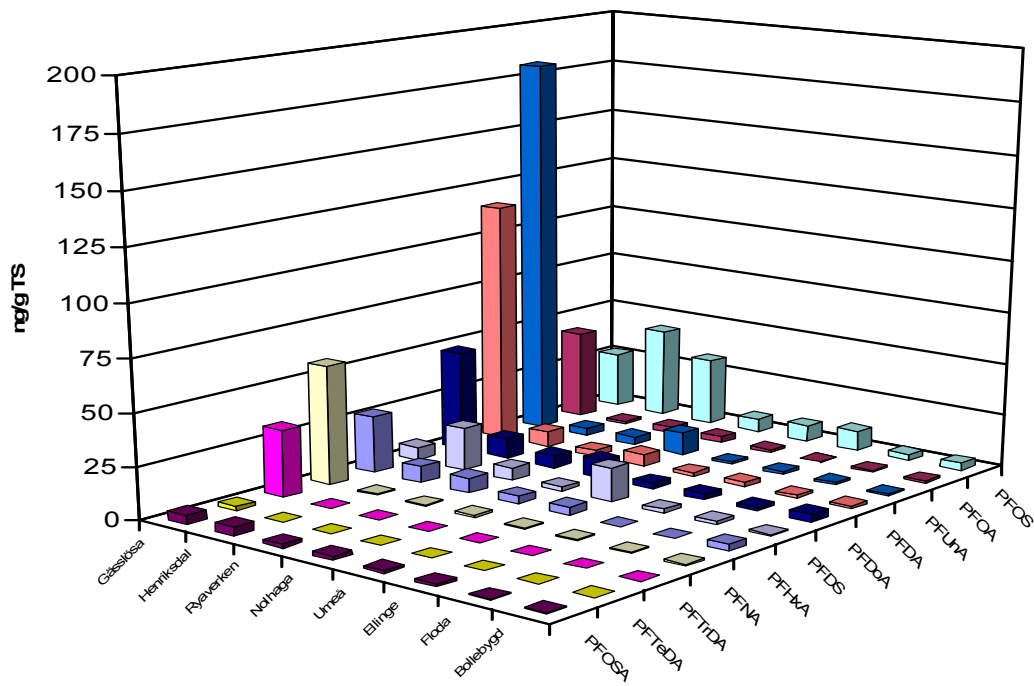
²PFTTrDA: semikvantitativt resultat, autentisk referens ej tillgänglig, kvantifieras mot PFDoA och PFTeDA.

Tabell 16. Nomenklatur perfluorerade ämnen.

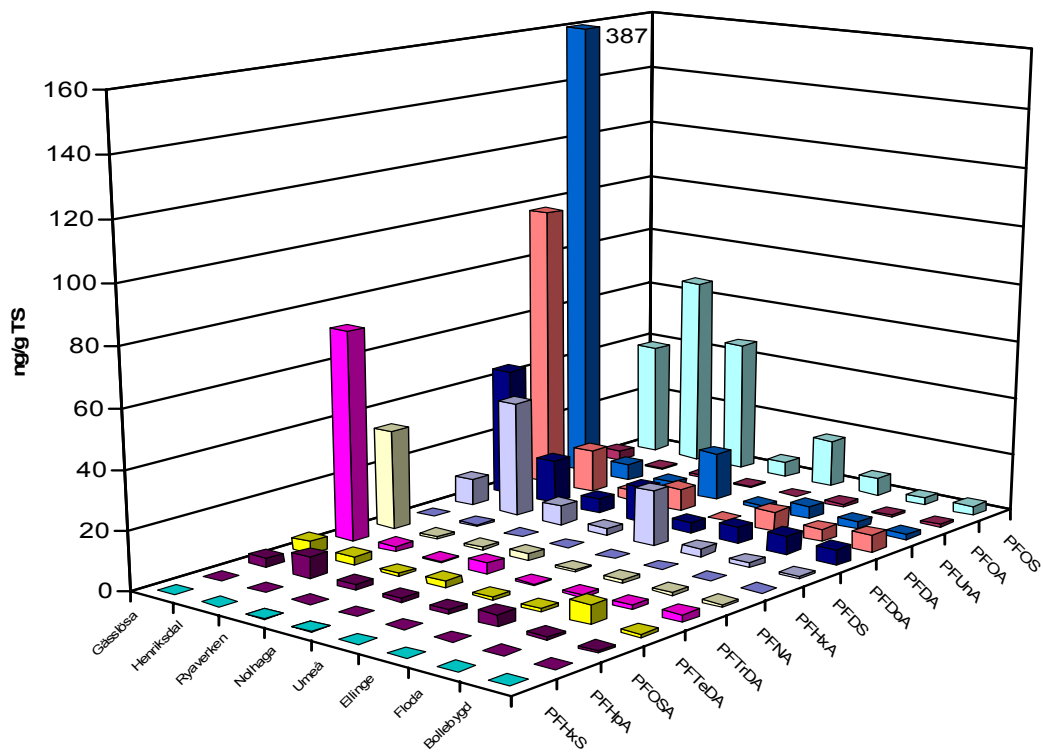
PFH _x A	Perfluorohexansyra
PFH _x S	Perfluorohexansulfonat
PFH _p A	Perfluoroheptansyra
PFOA	Perfluoroktansyra
PFNA	Perfluornonansyra
PFOS	Perfluorooktansulfonat
PFOSA	Perfluorooktansulfonamid
PFDA	Perfluordekansyra
PFUnA	Perfluorundekansyra
PFDS	Perfluordekansulfonat
PFDoA	Perfluordodekansyra
PFT _r DA	Perfluortridekansyra
PFT _t DA	Perfluortetradekansyra
THPFOS	Telomer 6:2 sulfonat
THPFDS	Telomer 8:2 sulfonat



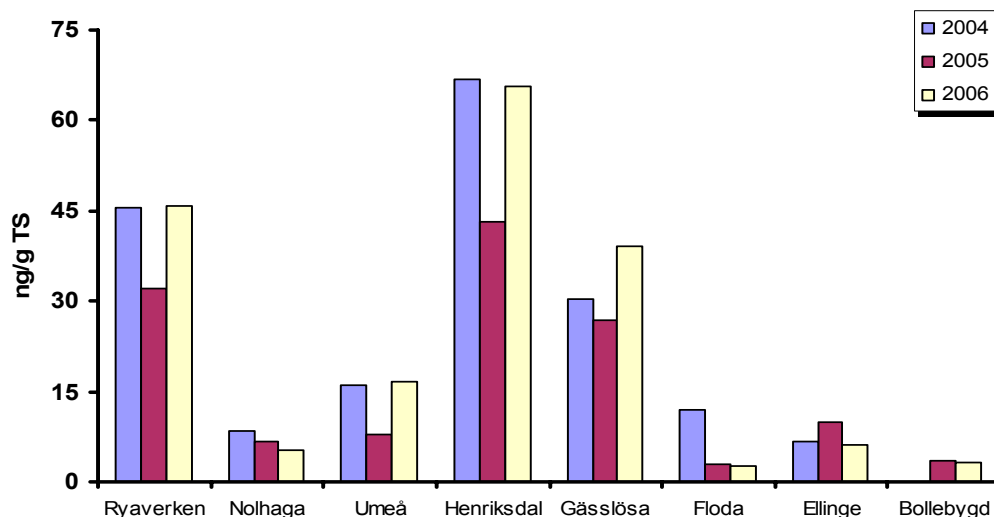
Figur 12. Halter av perfluorerade ämnen (2004) i avloppsreningsverken.



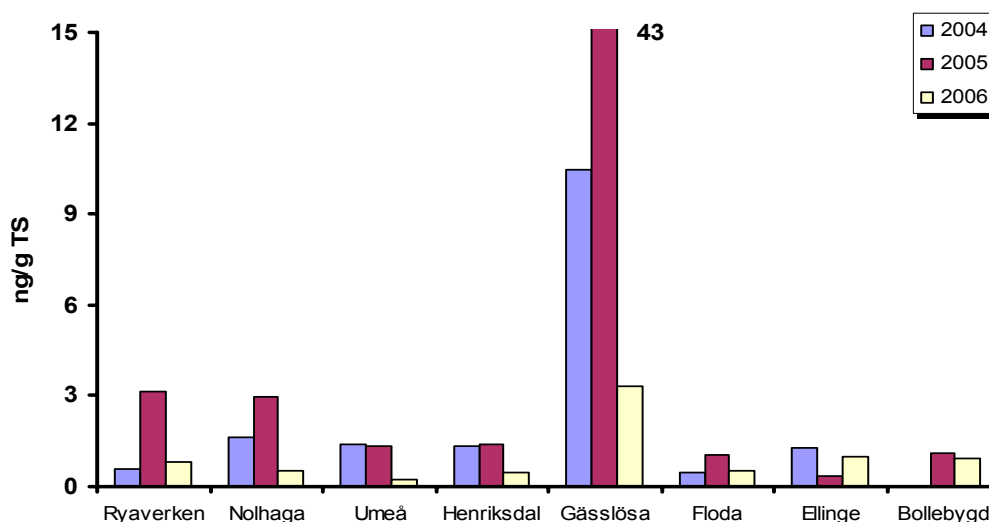
Figur 13. Halter av perfluorerade ämnen (2005) i avloppsreningsverken.



Figur 14. Halter av perfluorerade ämnen (2006) i avloppsreningsverken.



Figur 15. PFOS-halter i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004.



Figur 16. PFOA-halter i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004.

Fosfatestrar

Organofosfater (OP) används främst som additiv i en mängd olika produkter, bl. a i oljeprodukter och som flamskyddsmedel och mjukgörare i plaster [8]. Halterna av organofosfater i slam ligger i ng/g - µg/g-området, se Tabell 17-19, där TCPP, TDCPP, TPP och EHDPP (ej analyserad år 2004) är de dominerande substanserna. Jämförelse av dessa uppmätta OP-halter mellan åren för respektive ARV kan ses i Figur 17-19. Halterna för de flesta föreningarna var högre under 2005 och 2006 än 2004 (undantaget är TBEP). Figur 20 visar fördelningsmönstret av TPP, TDCPP och TCPP i reningsverken. Dataunderlaget är dock för litet för att avgöra om denna ökning är signifikant. Organofosfaternas nomenklatur kan ses i Tabell 20.

Tabell 17. Sammanställning av resultat från 2004-års prover, organofosfater (ng/g TS). Nomenklatur se Tabell 20.

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge
TBP	11	37	24	7	10	14	37
TCEP	5	20	8	3	4	<2	9
TCPP	409	1545	859	559	547	209	916
TDCPP	55	309	40	24	32	56	22
TBEP	210	<32	1865	94	<32	<32	<32
TPP	40	135	53	13	14	29	33

Tabell 18. Sammanställning av resultat från 2005-års prover, organofosfater (ng/g TS). Nomenklatur se Tabell 20.

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
TBP	<0,4	<0,4	<0,4	637	<0,4	<0,4	<0,4	150
TCEP	<0,1	84	<0,1	13	<0,1	<0,1	<0,1	36
TCPP	1624	2772	1382	1224	2477	629	1092	892
TDCPP	386	2450	214	98	893	416	126	308
TBEP	e.d. ¹	e.d.	e.d.	e.d.	e.d.	e.d.	e.d.	e.d.
TPP	323	871	279	187	716	319	251	867
EHDPP	4015	2593	3094	1274	2523	1272	2189	1669

¹e.d. = ej detekterbar.

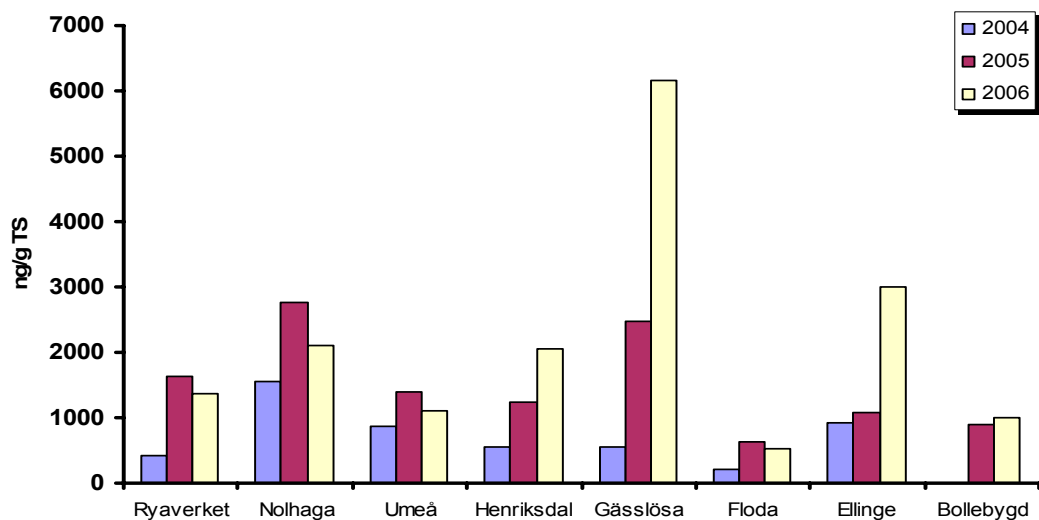
Tabell 19. Sammanställning av resultat från 2006-års prover, organofosfater (ng/g TS). Nomenklatur se Tabell 20.

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
TBP	<0,4	<0,4	<0,4	617	479	80	<0,4	<0,4
TCEP	<0,1	17	<0,1	41	<0,1	16	131	25
TCPP	1363	2100	1095	2040	6165	520	3012	992
TDCPP	397	2166	184	411	556	223	67	231
TBEP	e.d. ¹	e.d.	e.d.	e.d.	e.d.	e.d.	e.d.	e.d.
TPP	416	834	277	481	467	299	314	568
EHDPP	4112	3270	3835	4620	3306	2669	2185	3546

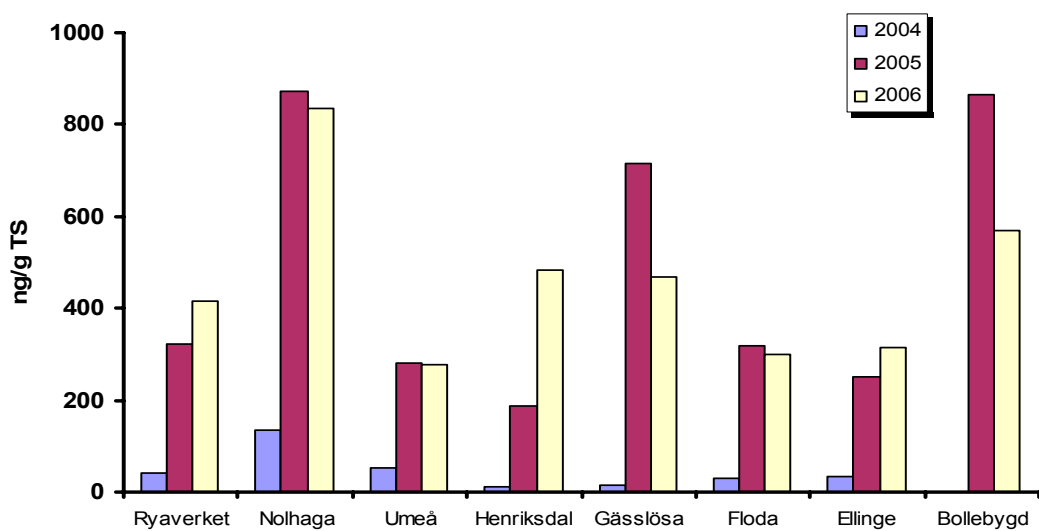
¹e.d. = ej detekterbar.

Tabell 20. Nomenklatur organofosfater.

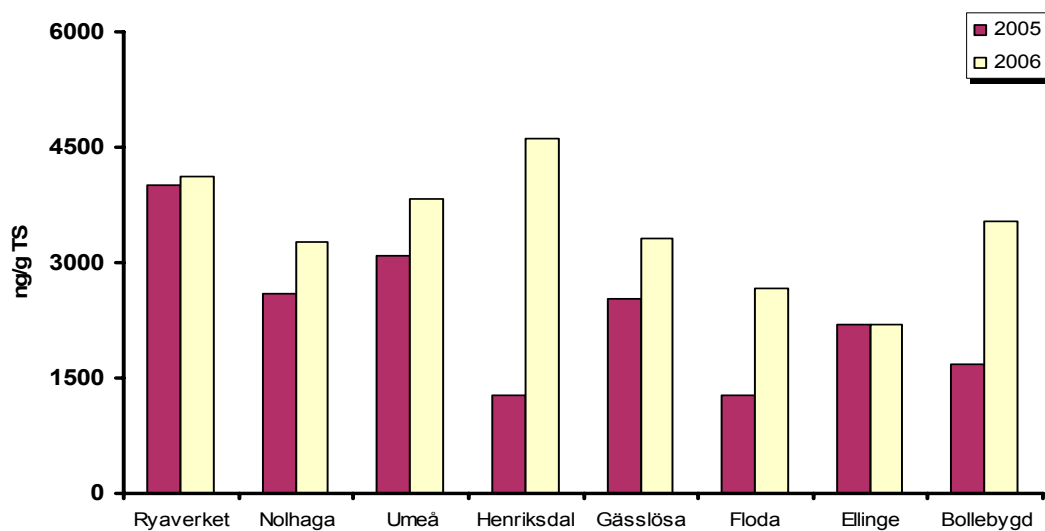
TBP	Tributylfosfat
TCEP	Tris(2-kloroetyl)fosfat
TCPP	Tris(2-kloroisopropyl)fosfat
TDCPP	Tris(1,3-dikloropropyl)fosfat
TBEP	Tris(2-butoxyetyl)fosfat
TPP	Trifenylfosfat
EHDPP	2-Etylhexyldifenylfosfat



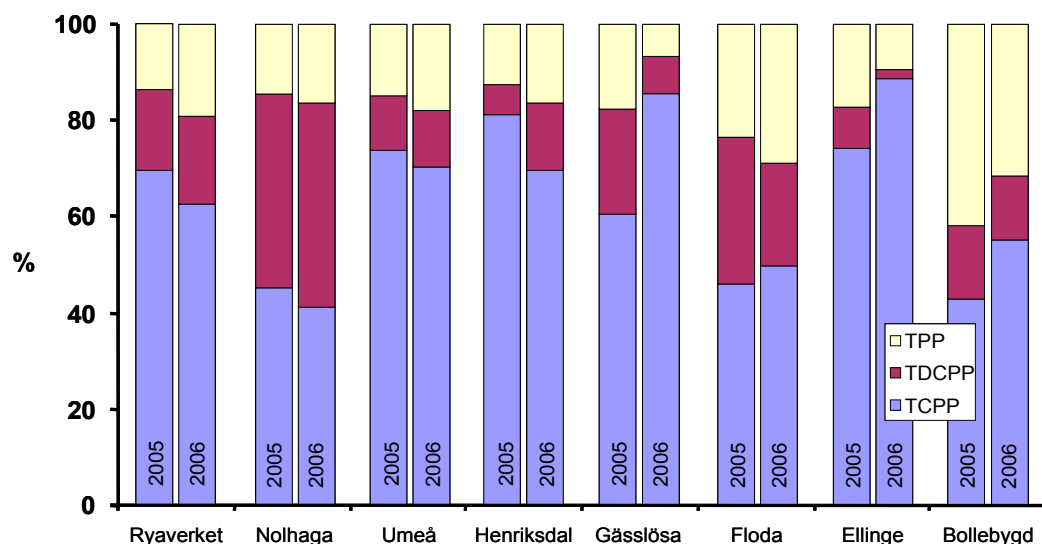
Figur 17. Halter av TCPP i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004.



Figur 18. Halter av TPP i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004.



Figur 19. Halter av EHDPP i avloppsreningsverken år 2005 och 2006.



Figur 20. Fördelning av TPP, TDCPP och TCPP i avloppsreningsverken år 2005 och 2006.

Ftalater och Butylhydroxytoluen

Ftalater är samlingsnamnet på en grupp kemiska ämnen som är baserade på ämnet ftalsyra och används bl.a. som mjukningsmedel i plast [9]. Di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP), di-*iso*-decylftalat och di-*iso*-nonylftalat påvisades i alla ARV, vilket kan ses i Tabell 21-23 och Figur 21-23. Butylhydroxytoluen (BHT) påvisades i alla ARV år 2004 och 2005, Figur 24, di-*n*-oktylftalat förekom endast år 2006 i alla ARV. Övriga ftalater var under respektive detektionsgräns. Med få undantag är halterna lika mellan ARV och år.

Tabell 21. Sammanställning av resultat från 2004-års prover, ftalater och BHT (mg/kg TS). BHT = Butylhydroxytoluen.

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge
Dimetylftalat ¹	<0,70	<0,47	<3,2	<0,75	<0,10	<0,68	<0,11
Dietylftalat ¹	<0,07	<0,047	<0,065	<0,075	<0,10	<0,068	<0,11
Di- <i>n</i> -butylftalat ¹	<0,70	<0,47	<3,2	<0,75	<0,10	<0,68	<0,11
Butylbensylftalat ¹	<0,07	<0,047	<0,065	<0,075	<0,10	<0,68	<0,11
Di-(2-etylhexyl) ftalat ¹	95	60	220	60	41	65	34
Di- <i>n</i> -oktylftalat ¹	<0,07	<0,047	<0,065	<0,075	<0,10	<0,068	<0,11
Di- <i>iso</i> -decylftalat ¹	35	21	23	30	54	10	14
Di- <i>iso</i> -nonylftalat ¹	60	31	78	32	24	29	21
BHT ²	0,64	1,6	1,5	0,81	2,4	2,2	0,83

¹Detektionsgränsen varierar ty DEHP (Di-(2-etylhexyl)ftalat) styr detektionsgränsen (spänningsfaktorer).

²BHT semi-kvantitativt analyserad, resultaten är uttryckt i benzylosoat-ekvivalenter.

Tabell 22. Sammanställning av resultat från 2005-års prover, ftalater och BHT (mg/kg TS). BHT = Butylhydroxytoluen.

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
Dimetylftalat ¹	<0,76	<0,47	<0,075	<0,67	<0,45	<0,66	<0,12	<0,28
Dietylftalat ¹	<0,076	<0,047	<0,075	<0,067	<0,045	<0,66	<0,12	<0,28
Di- <i>n</i> -butylftalat ¹	<0,76	<0,47	<1,1	<0,67	<0,45	<0,66	<0,61	<1,4
Butylbensylftalat ¹	<0,076	<0,047	<0,075	<0,067	<0,045	<0,66	<0,12	<0,28
Di-(2-etylhexyl) ftalat ¹	92	66	150	51	35	72	45	75
Di- <i>n</i> -oktylftalat ¹	<0,076	<0,047	<0,075	<0,067	<0,045	<0,66	0,12	<0,28
Di- <i>iso</i> -decylftalat ¹	29	19	27	19	49	11	13	11
Di- <i>iso</i> -nonylftalat ¹	53	31	132	28	26	32	23	33
BHT ²	1,7	1,5	1,8	1,9	0,81	3,2	1,4	0,66

¹Detektionsgränsen varierar ty DEHP (Di-(2-etylhexyl)ftalat) styr detektionsgränsen (spädningsfaktorer).

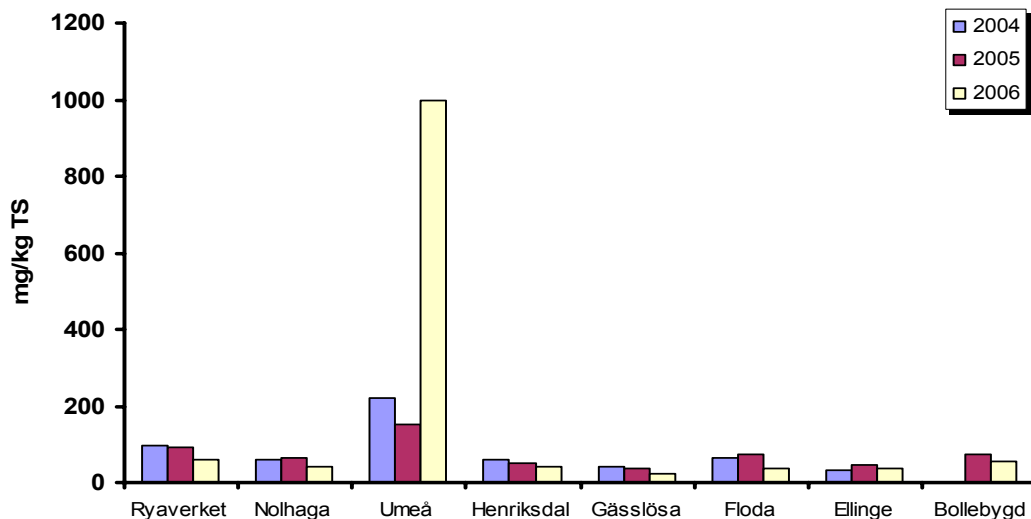
²BHT semi-kvantitativt analyserad, resultaten är uttryckt i benzylensoat-ekvivalenter.

Tabell 23. Sammanställning av resultat från 2006-års prover, ftalater och BHT (mg/kg TS). BHT = Butylhydroxytoluen.

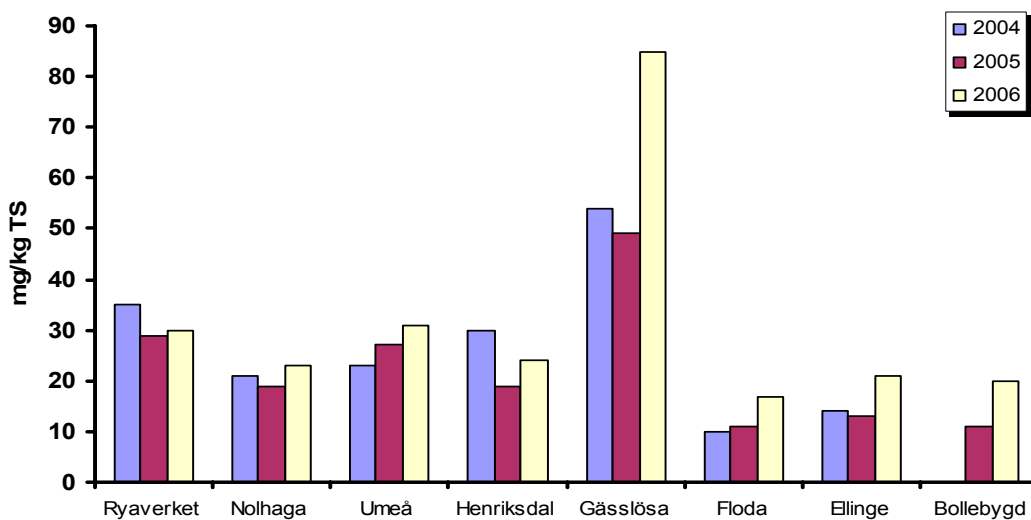
	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
Dimetylftalat ¹	<0,038	<0,047	<0,031	<0,038	<0,050	<0,050	<0,070	<0,070
Dietylftalat ¹	<0,038	<0,047	0,072	<0,038	<0,050	<0,050	<0,070	<0,070
Di- <i>n</i> -butylftalat ¹	0,045	0,052	0,47	0,084	0,13	0,059	<0,070	<3,2
Butylbensylftalat ¹	<0,038	0,13	0,53	0,061	0,13	<0,050	0,077	<0,070
Di-(2-etylhexyl) ftalat ¹	61	42	1000	42	22	35	38	53
Di- <i>n</i> -oktylftalat ¹	0,42	0,31	0,18	0,38	0,50	0,34	0,11	0,12
Di- <i>iso</i> -decylftalat ¹	30	23	31	24	85	17	21	20
Di- <i>iso</i> -nonylftalat ¹	34	26	44	28	22	27	22	32
BHT ²	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

¹Detektionsgränsen varierar ty DEHP (Di-(2-etylhexyl)ftalat) styr detektionsgränsen (spädningsfaktorer).

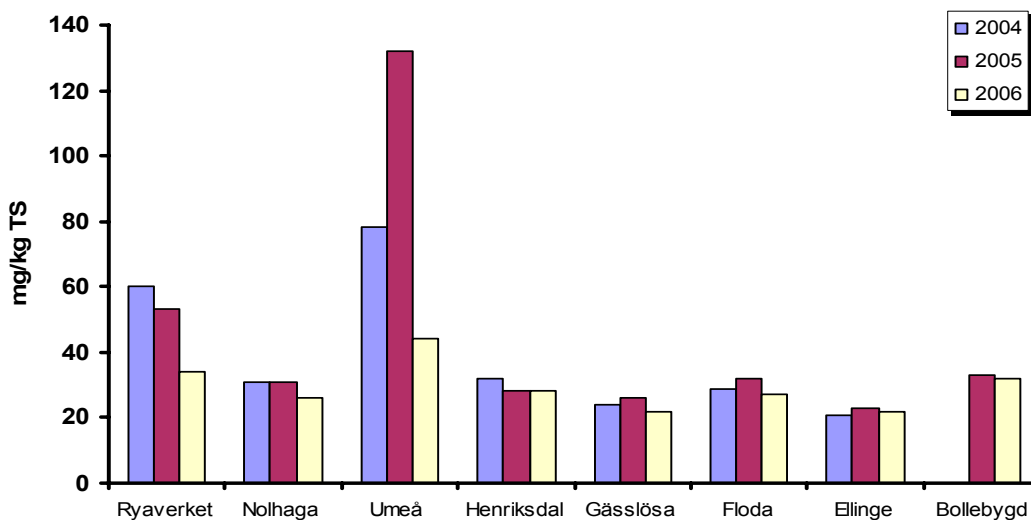
²BHT semi-kvantitativt analyserad, resultaten är uttryckt i benzylensoat-ekvivalenter.



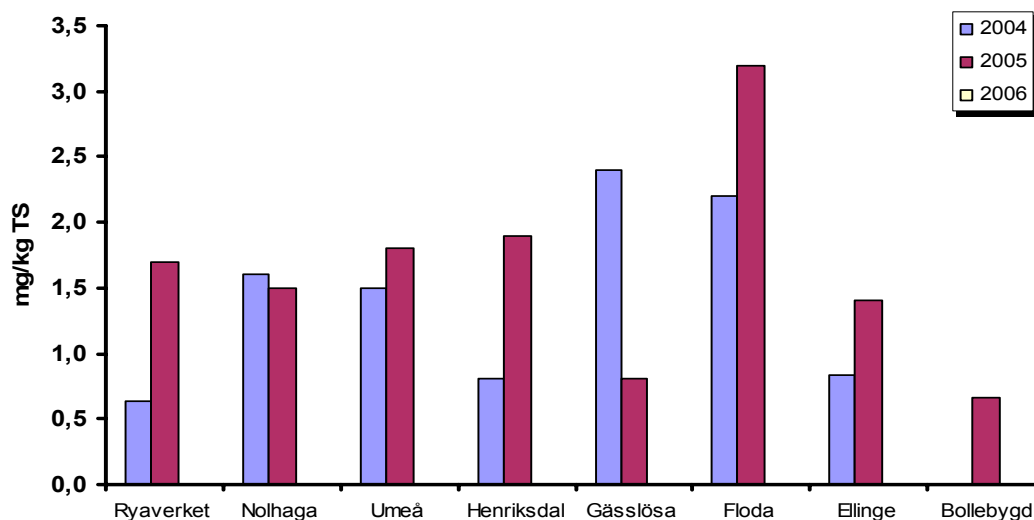
Figur 21. Di-(2-etylhexyl)ftalat-halter (DEHP) i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004.



Figur 22. Di-iso-decylftalat-halter i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004.



Figur 23. Di-iso-nonylftalat-halter i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004.



Figur 24. BHT-halter i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. BHT under detektionsgränsen (<1 mg/kg TS) år 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004.

Klorbensener

De högklorerade bensenerna penta- och hexaklorbensenen påvisades i alla ARV år 2004 och 2005, och förekom i drygt hälften av verken 2006, se Tabell 24-26 och Figur 25 och 26. Under 2005 och 2006 påträffades höga 1,2,4-triCB i slam från de flesta verken. Sammanfattningsvis kan sägas att klorbensener i slam förekommer i låga ng/g-området. Fördelningsmönstret för de två högklorerade bensenerna (PentaCB och HexaCB) inom de inkluderade verken (år 2005) överensstämmer väl, se Figur 27.

Tabell 24. Sammanställning av resultat från 2004-års prover, klorbensener (ng/g TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge
1,3-diCB	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
1,4-diCB	5	29 ¹	14 ¹	26 ¹	64 ¹	8 ¹	<0,003
1,2-diCB	3	2	<0,003	7	79	<0,003	<0,003
1,3,5-triCB	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
1,2,4-triCB	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	541
1,2,3-triCB	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	149
1,2,3,5-tetra + 1,2,4,5-tetraCB	1	1	1	0,9	4,1	1	5
1,2,3,4-tetraCB	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	4
PentaCB	0,5	1	1	0,4	3	1	1
HexaCB	9	6	9	4	20	4	6

CB = Klorbensener.

¹1,3-diCB + 1,4-diCB.

Tabell 25. Sammanställning av resultat från 2005-års prover, klorbensener (ng/g TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
1,3-diCB	0,3	0,7	<0,008	1,1	0,4	<0,008	62	<0,008
1,4-diCB	0,3	0,3	<0,008	1,7	1,3	2,1	3	0,5
1,2-diCB	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
1,3,5-triCB	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
1,2,4-triCB	194	95	111	73	172	42	140	16
1,2,3-triCB	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
1,2,3,5-tetra + 1,2,4,5-tetraCB	0,5	0,5	0,4	0,5	1,6	0,9	1,3	0,3
1,2,3,4-tetraCB	7	4	3,5	4,1	5,8	15	12	1,2
PentaCB	1,6	0,9	1	1	2,2	1,5	1,2	0,6
HexaCB	4	1,9	14	3,2	6,8	2,7	4	1,4

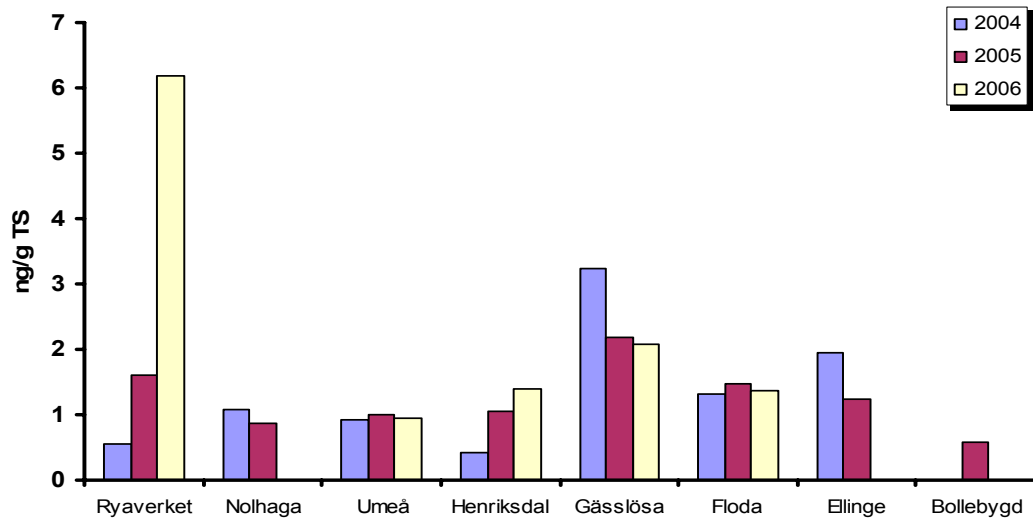
CB = Klorbensen.

Tabell 26. Sammanställning av resultat från 2006-års prover, klorbensener (ng/g TS).

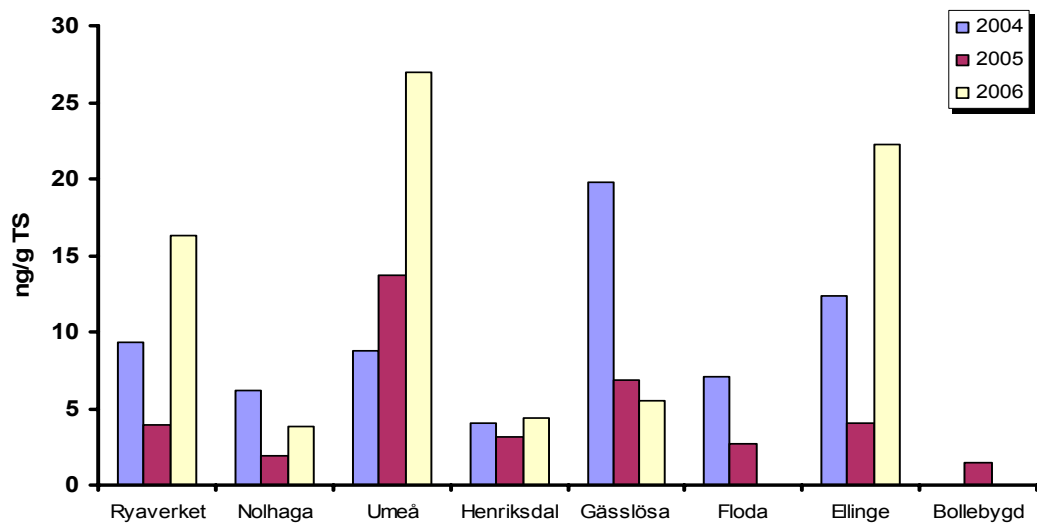
	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
1,3-diCB	0,6	1,2	0,2	2,5	0,2	<0,012	2,3	<0,012
1,4-diCB	0,3	0,5	0,3	1,4	0,8	0,7	1,1	<0,012
1,2-diCB	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
1,3,5-triCB	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
1,2,4-triCB	92	67	142	50	352	104	51	<0,008
1,2,3-triCB	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
1,2,3,5-tetra + 1,2,4,5-tetraCB	3	1,8	0,4	<0,018	1,1	0,8	<0,018	<0,018
1,2,3,4-tetraCB	4,5	4	3	1,7	8,4	4,7	<0,011	<0,011
PentaCB	6,2	<0,005	1 ¹	1,4	2,1	1,4	<0,005	<0,005
HexaCB	16	3,8	27	4,4	5,5	<0,003	22	<0,003

CB = Klorbensen.

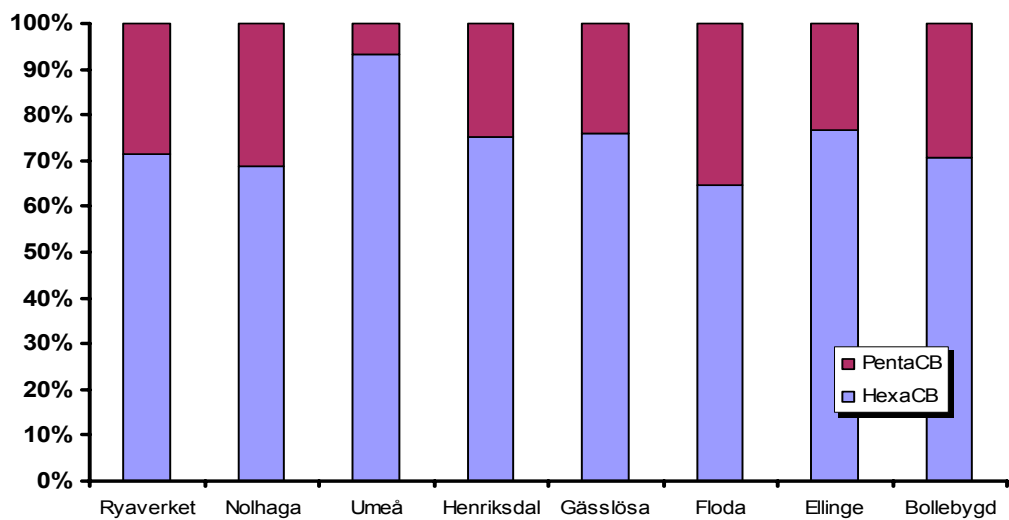
¹PentaCB kvantifierad mot hexaCB.



Figur 25. PentaCB-halter i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004.



Figur 26. HexaCB-halter i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004.



Figur 27. Fördelning av PentaCB och HexaCB i avloppsreningsverken år 2005.

Klorfenoler och Triclosan

2-monoklorfenol, 2,6-diklorfenol och 2,4 + 2,5-diklorfenol var de klorfenoler som förekom i detekterbara halter år 2004 i vissa ARV medan endast 2,4 + 2,5-diklorfenol förekom år 2005, se Tabell 27 och 28. Däremot kunde inga klorfenoler detekteras år 2006, Tabell 29. Triclosan (2-(2,4-diklorfenoxy)-5-klorfenol) är en baktericid vanligt förekommande tillsats i bl.a tandkräm och deodoranter [10] och påvisades i alla ARV (år 2004-2006), se Tabell 27-29 samt Figur 28, med de högsta halterna år 2006.

Tabell 27. Sammanställning av resultat från 2004-års prover, klorfenoler och triclosan (mg/kg TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge
2-monoCP	<0,020	0,028	<0,020	0,022	<0,020	0,036	<0,020
3-monoCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
4-monoCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,6-diCP	<0,020	0,028	<0,020	0,022	<0,020	0,036	<0,020
2,4+2,5-diCP	0,07	0,021	<0,020	0,042	0,062	0,064	0,034
2,3-diCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
3,5-diCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
3,4-diCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,4,6-triCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,3,5-triCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,4,5-triCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,3,6-triCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
3,4,5-triCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,3,4-triCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,3,5,6-tetraCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,3,4,6-tetraCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,3,4,5-tetraCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
PentaCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,040	<0,020
Summa CP:er	0,1	0,11	<0,2	0,092	0,062	0,13	0,034
Triclosan	8,3	2,4	5,5	4,6	3,7	3,4	1,8

CP = Klorfenol.

Tabell 28. Sammanställning av resultat från 2005-års prover, klorfenoler och triclosan (mg/kg TS).

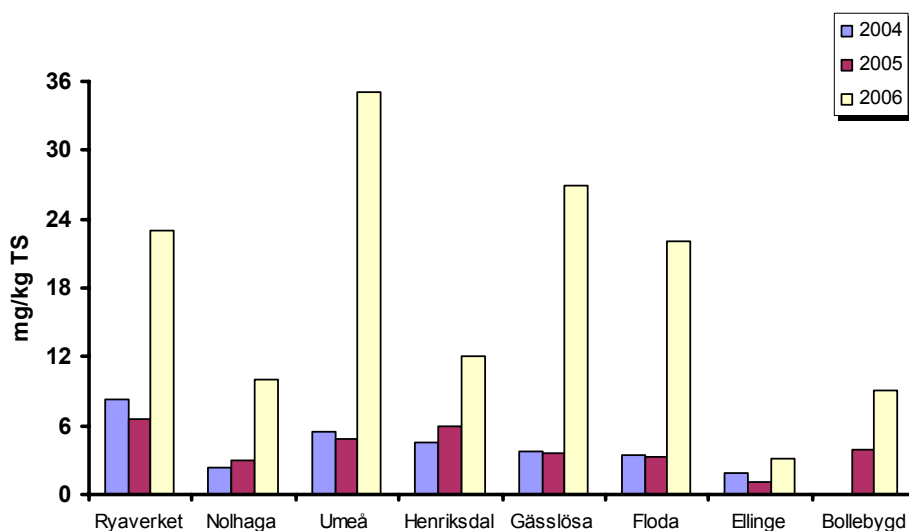
	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
2-monoCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
3-monoCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
4-monoCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,6-diCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,4+2,5-diCP	0,075	0,06	0,051	0,06	0,1	0,087	0,036	0,03
2,3-diCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
3,5-diCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
3,4-diCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,4,6-triCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,3,5-triCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,4,5-triCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,3,6-triCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
3,4,5-triCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,3,4-triCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,3,5,6-tetraCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,3,4,6-tetraCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
2,3,4,5-tetraCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
PentaCP	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,025	<0,020	<0,030
Summa CP:er	0,075	0,06	0,051	0,06	0,1	0,087	0,036	0,03
Triclosan	6,6	3,0	4,8	5,9	3,6	3,3	1,1	3,9

CP = Klorfenol.

Tabell 29. Sammanställning av resultat från 2006-års prover, klorfenoler och triclosan (mg/kg TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
2-monoCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
3-monoCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
4-monoCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2,6-diCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2,4+2,5-diCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2,3-diCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
3,5-diCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
3,4-diCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2,4,6-triCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2,3,5-triCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2,4,5-triCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2,3,6-triCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
3,4,5-triCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2,3,4-triCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2,3,5,6-tetraCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2,3,4,6-tetraCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2,3,4,5-tetraCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
PentaCP	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Summa CP:er	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Triclosan	23	10	35	12	27	22	3,1	9,1

CP = Klorfenol.



Figur 28. Triclosanhalter (år 2004-2006) i avloppsreningsverken. Bollebygd ej inkluderad år 2004.

Klorerade dibenso-*p*-dioxiner, dibensofuraner och bifenyler

Oktaklordibenso-*p*-dioxiner och -furaner (OCDD/F) återfanns i de högsta halterna, Tabell 30-32 samt Figur 30 och 31. Figur 29 visar liknande halter av 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD över tiden inom avloppsreningsverken. Fördelningsmönstret av 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD, OCDF och OCDD (år 2005) inom verken ser ungefär likadant ut, vilket kan ses i Figur 32.

Tabell 30. *Sammanställning av resultat från 2004-års prover, PCDD/F (pg/g TS).*

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge
2,3,7,8-TCDD	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3,7,8-PeCDD	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
1,2,3,4,7,8- HxCDD	5	<3	<3	<3	<3	<3	<3
1,2,3,6,7,8- HxCDD	6	<2	3	<2	8	<2	<2
1,2,3,7,8,9- HxCDD	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
1,2,3,4,6,7,8- HpCDD	111	135	159	111	218	116	54
OCDD	844	1159	1184	856	1224	700	607
2,3,7,8-TCDF	7	5	3	6	8	4	4
1,2,3,7,8-PeCDF	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8
2,3,4,7,8-PeCDF	4	<3	<3	<3	<3	<3	<3
1,2,3,4,7,8- HxCDF	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
1,2,3,6,7,8- HxCDF	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
2,3,4,6,7,8- HxCDF	<1	<1	<1	<1	5	<1	<1
1,2,3,7,8,9- HxCDF	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
1,2,3,4,6,7,8- HpCDF	78	60	59	94	120	70	34
1,2,3,4,7,8,9- HpCDF	3	<2	<2	<2	<2	<2	<2
OCDF	460	222	274	491	623	334	260

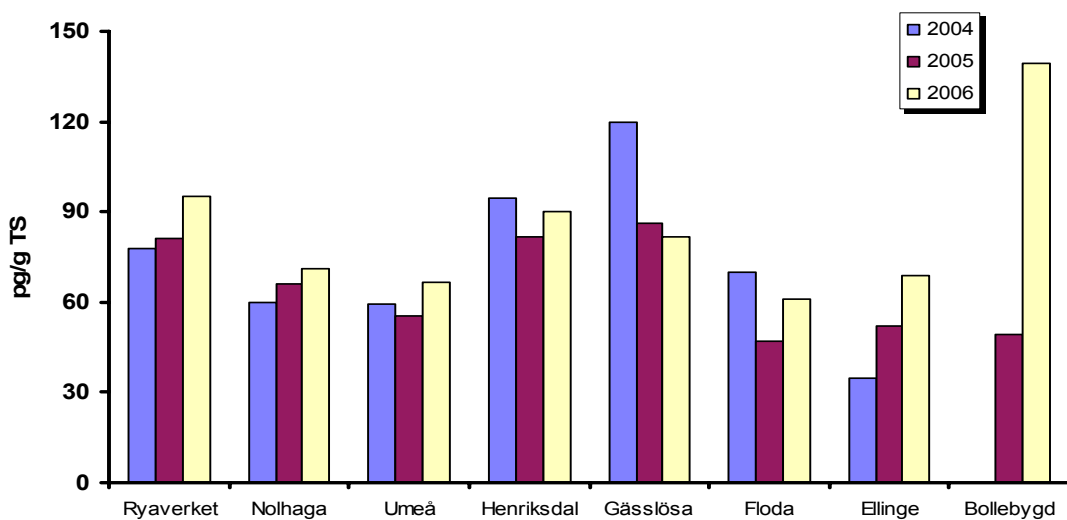
Tabell 31. Sammanställning av resultat från 2005-års prover, PCDD/F (pg/g TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
2,3,7,8-TCDD	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
1,2,3,7,8-PeCDD	<3,8	<3,8	<3,8	<3,8	<3,8	<3,8	<3,8	<3,8
1,2,3,4,7,8- HxCDD	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9
1,2,3,6,7,8- HxCDD	5	3	3	5	5	2	23	3
1,2,3,7,8,9- HxCDD	5	3	3	5	4	<1	13	<1
1,2,3,4,6,7,8- HpCDD	152	166	102	187	127	94	220	93
OCDD	1323	1590	903	1267	1028	690	860	638
2,3,7,8-TCDF	4	3	3	13	4	3	3	2
1,2,3,7,8-PeCDF	<3,8	<3,8	<3,8	<3,8	<3,8	<3,8	<3,8	<3,8
2,3,4,7,8-PeCDF	2	<0,4	1	2	2	1	1	<0,4
1,2,3,4,7,8- HxCDF	4	3	2	5	6	<0,3	3	<0,3
1,2,3,6,7,8- HxCDF	2	1	2	5	4	<0,3	2	<0,3
2,3,4,6,7,8- HxCDF	4	3	3	4	3	2	3	<0,3
1,2,3,7,8,9- HxCDF	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6
1,2,3,4,6,7,8- HpCDF	81	66	56	82	86	47	52	49
1,2,3,4,7,8,9- HpCDF	3	1	2	4	4	<0,6	<0,6	<0,6
OCDF	227	333	253	480	420	241	210	304

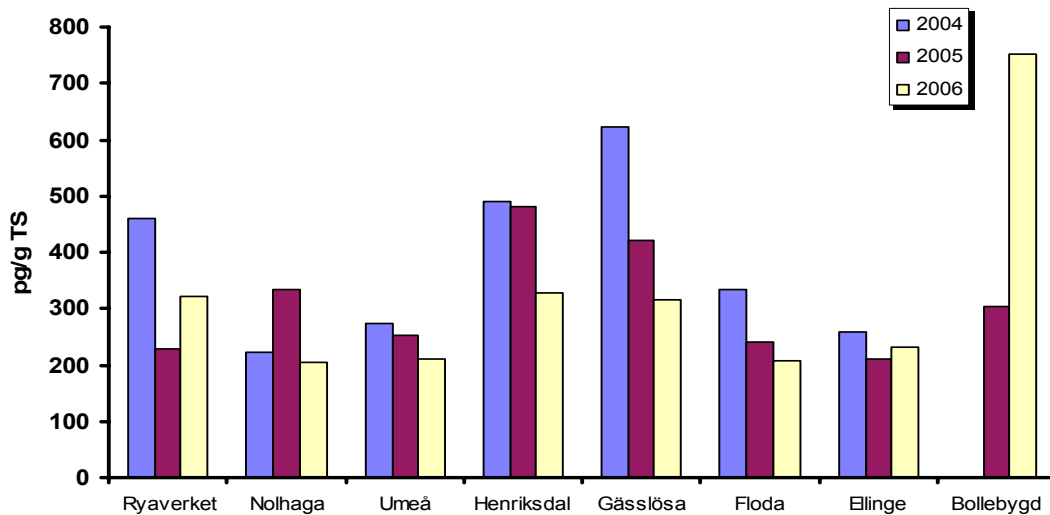
Tabell 32. Sammanställning av resultat från 2006-års prover, PCDD/F (pg/g TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
2,3,7,8-TCDD	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,2,3,7,8-PeCDD	2	<1,3	<1,3	1,3	2	3	<1,3	<1,3
1,2,3,4,7,8- HxCDD	3	<2,7	<2,7	<2,7	<2,7	3	<2,7	<2,7
1,2,3,6,7,8- HxCDD	7	6	5	6	7	6	6	<2,4
1,2,3,7,8,9- HxCDD	<2,6	<2,6	<2,6	<2,6	<2,6	131	<2,6	<2,6
1,2,3,4,6,7,8- HpCDD	165	958	855	695	e.d. ¹	315	e.d.	e.d.
OCDD	715	e.d.	e.d.	e.d.	e.d.	779	e.d.	e.d.
2,3,7,8-TCDF	10	5	4	7	5	4	6	4
1,2,3,7,8-PeCDF	<8,5	<8,5	<8,5	<8,5	<8,5	<8,5	<8,5	<8,5
2,3,4,7,8-PeCDF	4	3	2	3	3	3	3	2
1,2,3,4,7,8- HxCDF	15	11	10	11	10	<7,3	9	<7,3
1,2,3,6,7,8- HxCDF	9	<7,5	<7,5	8	<7,5	<7,5	<7,5	<7,5
2,3,4,6,7,8- HxCDF	9	<7,3	<7,3	<7,3	<7,3	<7,3	<7,3	<7,3
1,2,3,7,8,9- HxCDF	<3,6	<3,6	<3,6	<3,6	<3,6	<3,6	<3,6	<3,6
1,2,3,4,6,7,8- HpCDF	95	71	66	90	82	61	69	139
1,2,3,4,7,8,9- HpCDF	12	8	5	8	9	10	7	9
OCDF	322	205	210	327	317	208	230	753

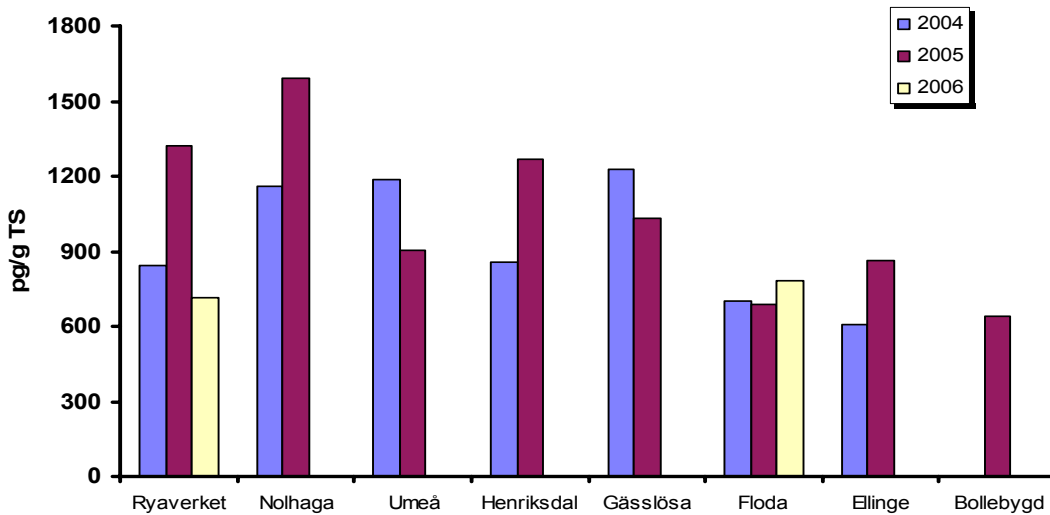
¹e.d. = ej detekterbar.



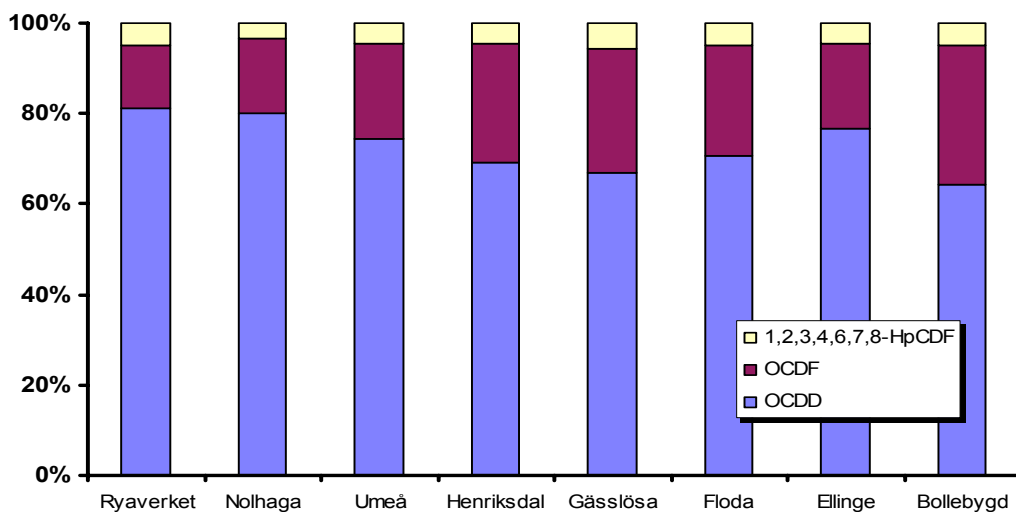
Figur 29. Halter av 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF (år 2004-2006) i avloppsreningsverken. Bollebygd ej inkluderad år 2004.



Figur 30. Halter av OCDF (år 2004-2006) i avloppsreningsverken. Bollebygd ej inkluderad år 2004.



Figur 31. Halter av OCDD (år 2004-2006) i avloppsreningsverken. Bollebygd ej inkluderad år 2004. OCDD ej detekterbar i slam från Nohaga, Umeå, Henriksdal, Gässlösa, Ellinge och Bollebygd år 2006.



Figur 32. Fördelning av 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF, OCDF och OCDD i avloppsreningsverken år 2005.

Resultaten av WHO-PCB analysen kan ses i Tabell 33-35. PCB #105, 118 och 156 förekom i alla ARV. Tre av de fyra dioxinlika plana PCB:erna (pPCB), #77, 126 och 169, påvisades i stort sett i alla ARV, där #77 detekterades i signifikant högre halter. Figur 33-36 visar haltvariationen mellan åren för PCB #118, 77, 126 och 169, respektive. De relativa halterna av olika PCB överensstämmer väl med de vanligaste tekniska PCB produkterna, vilka alltså skulle kunna vara källan till föroreningen.

Tabell 33. Sammanställning av resultat från 2004-års prover, PCB (pg/g TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge
# 105	1161	2774	1487	2314	2436	705	841
# 114	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
# 118	2398	5631	3227	4816	4697	1672	2009
# 123	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
# 156	887	2088	1152	1381	1373	605	569
# 157	237	<1	<1	504	<1	140	285
# 167	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
# 189	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
# 77	97	89	99	167	140	61	99
# 81	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
# 126	11	21	8	15	20	12	29
# 169	3	4	<0,6	3	7	3	9

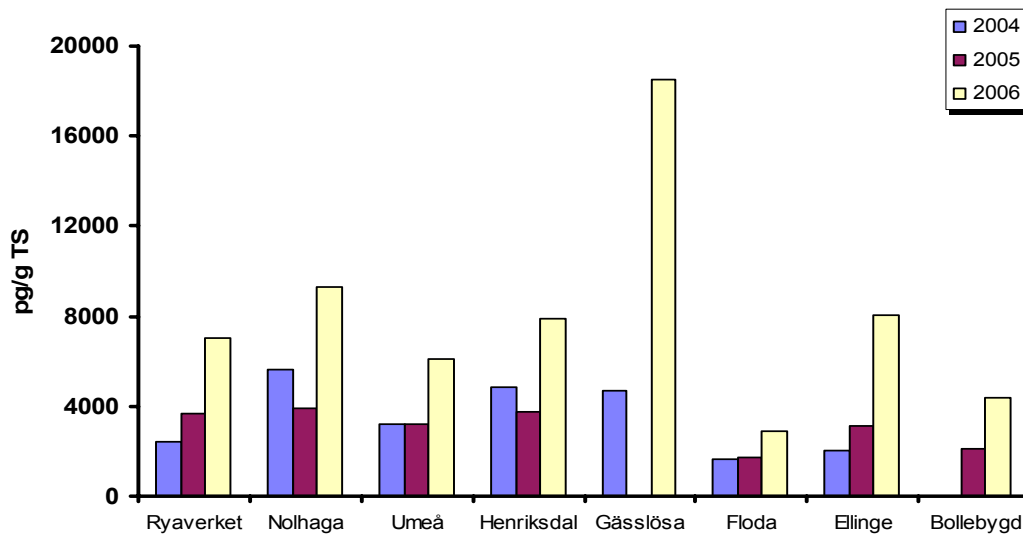
Tabell 34. Sammanställning av resultat från 2005-års prover, PCB (pg/g TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
# 105	1190	988	986	1228	e.a. ¹	578	874	721
# 114	66	71	53	<1,1	e.a.	45	73	48
# 118	3678	3945	3182	3754	e.a.	1694	3149	2127
# 123	<1	<1	<1	<1	e.a.	<1	<1	<1
# 156	1183	1619	903	1479	e.a.	701	1000	672
# 157	221	281	179	298	e.a.	176	151	126
# 167	454	669	334	540	e.a.	228	486	191
# 189	139	221	91	199	e.a.	<3,7	143	50
# 77	97	62	64	94	112	50	119	30
# 81	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
# 126	30	23	17	33	29	27	35	13
# 169	5	4	3	6	7	4	6	2

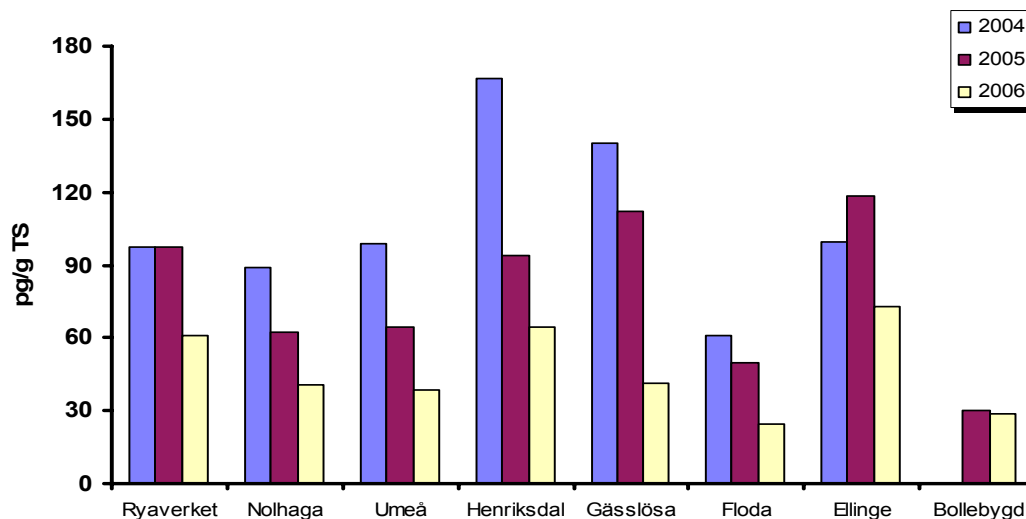
¹e.a. = ej analyserad.

Tabell 35. Sammanställning av resultat från 2006-års prover, PCB (pg/g TS).

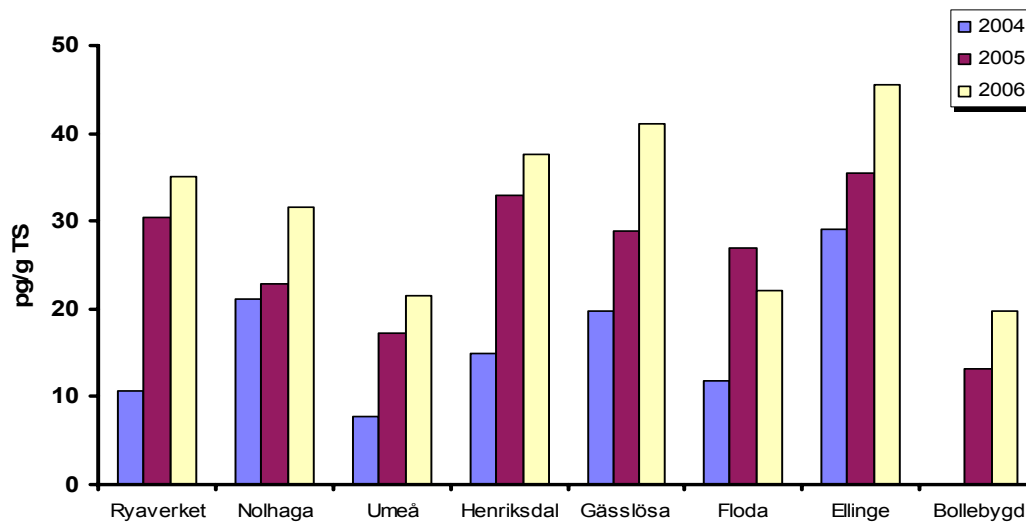
	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
# 105	2304	2306	1871	2512	5925	914	2182	1599
# 114	212	170	162	224	518	91	200	140
# 118	7063	9276	6115	7880	18554	2928	8049	4384
# 123	<1,4	<1,4	<1,4	<1,4	<1,4	<1,4	<1,4	<1,4
# 156	2076	3955	1762	2427	3928	898	2521	1189
# 157	294	463	239	341	641	130	342	185
# 167	865	1497	651	980	1533	324	1053	392
# 189	292	597	206	330	426	105	340	108
# 77	61	41	39	65	41	25	73	29
# 81	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
# 126	35	32	21	38	41	22	46	20
# 169	5	5	4	6	6	6	7	2



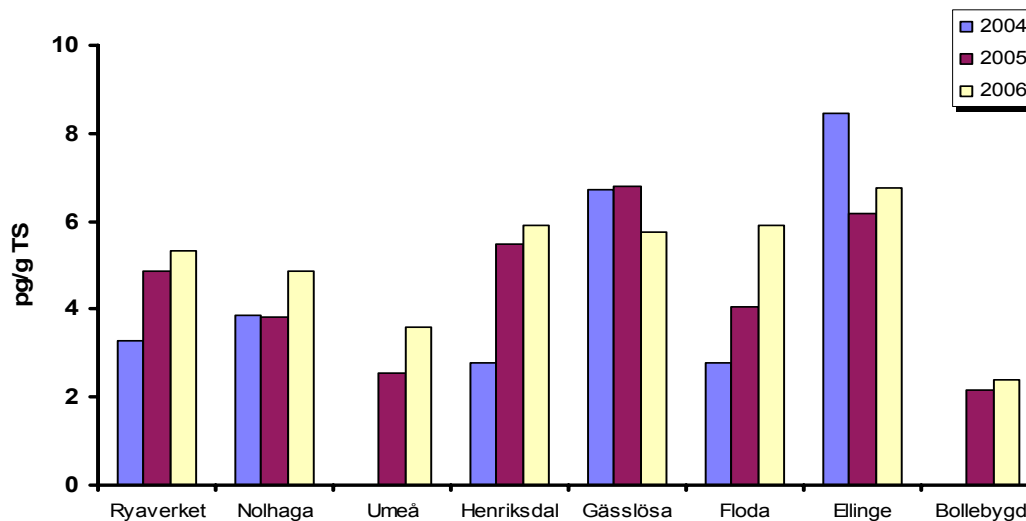
Figur 33. Halter av PCB #118 (år 2004-2006) i avloppsreningsverken. Bollebygd ej inkluderad år 2004, Gässlösa ej analyserad år 2005.



Figur 34. Halter av PCB #77 (år 2004-2006) i avloppsreningsverken. Bollebygd ej inkluderad år 2004.



Figur 35. Halter av PCB #126 (år 2004-2006) i avloppsreningsverken. Bollebygd ej inkluderad år 2004.



Figur 36. Halter av PCB #169 (år 2004-2006) i avloppsreningsverken. Bollebygd ej inkluderad år 2004.

Metaller

Resultaten från grundämnesanalysen (metaller) redovisas i Tabell 37-39. Koppar (Cu) och zink (Zn) påvisades i högsta halter medan kadmium (Cd) och kvicksilver (Hg) förekom i lägsta halter i alla ARV. Vid spridning av avloppsslam på åkermark får marken inte innehålla höga metallmängder och metallhalten i slammet måste vara lägre än de gränsvärden som framgår av tabellen nedan (Tabell 36) [11]. År 2004-2006 var metallhalten i slammet under respektive gränsvärde.

Tabell 36. Gränsvärden för metaller i slam [11].

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

Tabell 37. Sammanställning av resultat från 2004-års prover, metaller (mg/ kg TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge
As	3,86	4,58	4,28	4,15	3,19	2,41	3,75
Cd	1,13	0,784	1,11	1,16	0,796	0,626	1,18
Co	9,96	3,22	7,78	9,22	2,84	6,4	3,06
Cr	24,3	42,4	15,3	19,9	28,7	48,1	18,6
Cu	433	298	132	387	337	159	336
Hg	0,65	0,663	0,934	1,39	1,13	0,474	0,387
Ni	17,1	9,92	16,6	22,4	9,47	14,6	9,89
Pb	29,5	27,5	17,9	26,5	22	11,7	14
V	26,5	25,8	12,4	20,4	11,8	10,1	17,1
Zn	548	389	569	501	430	252	329

Tabell 38. Sammanställning av resultat från 2005-års prover, metaller (mg/ kg TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
As	4,22	4,11	3,48	3,18	2,26	1,28	2,7	1,14
Cd	1,12	0,911	0,851	1,03	0,845	0,505	0,904	0,532
Co	9,68	3,07	9,25	9,51	2,85	5,59	2,93	1,04
Cr	27,6	40,1	13,7	21,3	23,6	19,2	43,8	7,47
Cu	511	391	143	478	351	202	394	130
Hg	0,791	0,715	0,669	1,64	0,874	0,439	0,548	0,279
Ni	18,1	9,46	20,7	22,4	8,4	16,3	10,7	3,91
Pb	28,7	23,1	13,5	36,6	66,2	9,32	13,3	8,08
V	24,6	26	12,6	24,3	8,26	6,87	23,9	4,32
Zn	649	502	501	578	460	297	402	283

Tabell 39. Sammanställning av resultat från 2006-års prover, metaller (mg/kg TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
As	1,11	1,09	0,86	0,93	0,76	0,37	1,25	0,26
Cd	0,32	0,225	0,239	0,253	0,34	0,194	0,32	0,215
Co	2,5	0,74	2,9	2,04	0,98	0,41	0,82	0,26
Cr	6,2	9,4	4,6	5,4	6,7	2,5	6,2	1,70
Cu	90	61	30	78	62	39	80	28
Hg	0,220	0,159	0,181	0,33	0,33	0,157	0,208	0,132
Ni	5,3	2,38	5,8	5,5	2,9	1,89	3,6	1,10
Pb	9,2	5,4	3,9	6,9	5,6	2,2	4,8	1,88
V	5,6	5,0	3,3	4,1	2,4	0,89	5,8	1,19
Zn	143	101	109	104	110	74	102	76

Organotennföreningar

De tre butyltennföreningarna påvisades i alla ARV, med mono- och dibutyltenn i högre halter än tributyltenn, medan de tre fenyltennföreningarna förekom i halter under eller nära detektionsgränsen, se Tabell 40-42. Jämförelse mellan åren av de tre mest förekommande tennföreningarna kan ses i Figur 37-39.

Tabell 40. Sammanställning av resultat från 2004-års prover, organotennföreningar (ng Sn/g TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge
MonoBT	203	191	202	228	233	106	110
DiBT	243	142	263	234	168	116	115
TriBT	15,6	10,5	11,9	9,7	11,8	8,3	5,8
MonoPhT	<0,37	<0,37	<0,37	<0,37	<0,37	<0,37	<0,37
DiPhT	<0,29	<0,29	<0,29	<0,29	<0,29	<0,29	<0,29
TriPhT	<0,43	<0,43	<0,43	<0,43	<0,43	<0,43	<0,43

BT = Butyltenn, PhT = Fenyltenn.

Tabell 41. Sammanställning av resultat från 2005-års prover, organotennföreningar (ng Sn/g TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd ¹
MonoBT	179	224	202	199	240	101	241	170
DiBT	518	156	205	139	196	94	130	87
TriBT	15	12	8,4	6,9	10	6,9	5	9
MonoPhT	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	1,1	1,1	1,6	<0,95
DiPhT	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,90
TriPhT	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,87

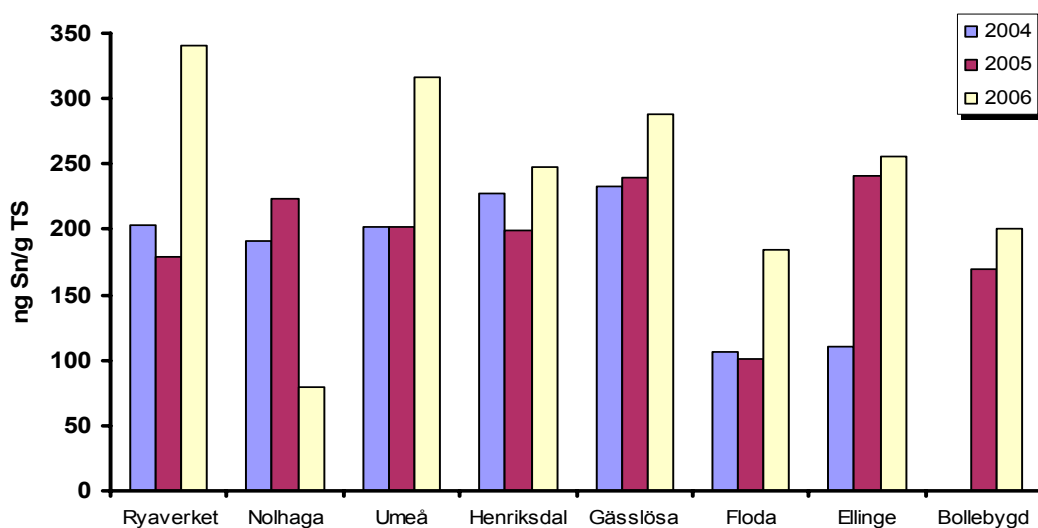
BT = Butyltenn, PhT = Fenyltenn.

¹Analyserades tillsammans med 2006-års prover.

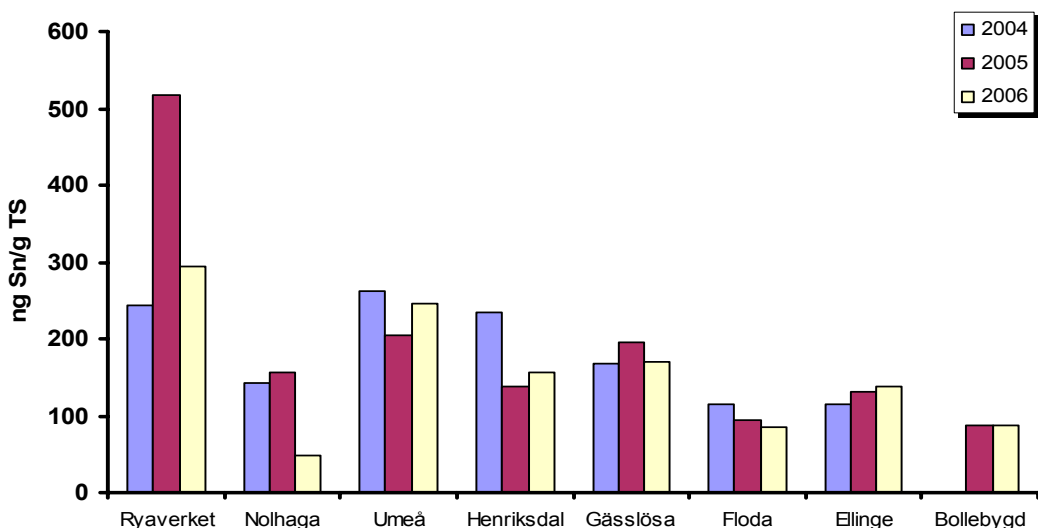
Tabell 42. Sammanställning av resultat från 2006-års prover, organotennföreningar (ng Sn/g TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
MonoBT	340	79	317	248	288	185	256	201
DiBT	294	49	247	157	170	86	138	87
TriBT	11	3	11	4	6,4	7	7	8,2
MonoPhT	<0,95	<0,95	<0,95	<0,95	<0,95	<0,95	<0,95	<0,95
DiPhT	<0,90	<0,90	<0,90	<0,90	<0,90	<0,90	<0,90	<0,90
TriPhT	<0,87	<0,87	<0,87	<0,87	<0,87	<0,87	<0,87	<0,87

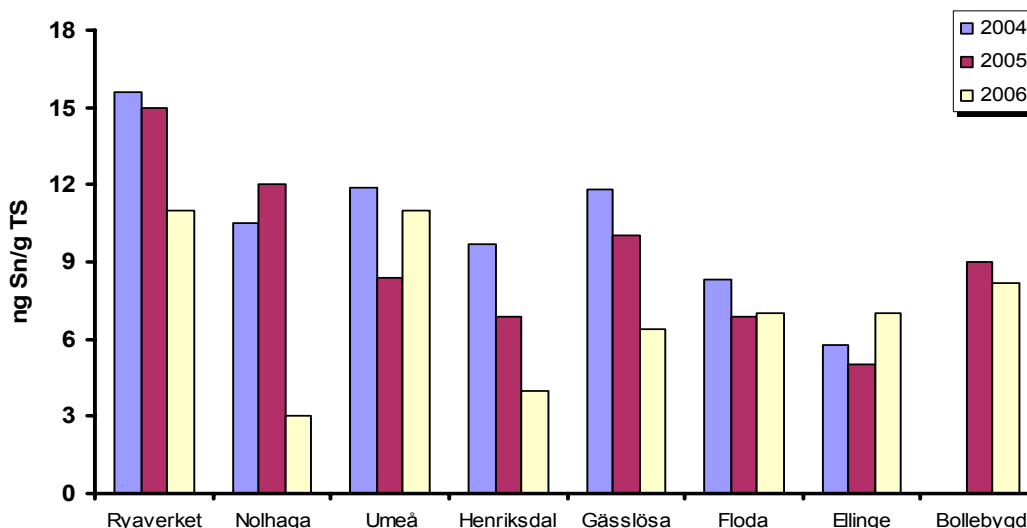
BT = Butyltenn, PhT = Fenyltenn.



Figur 37. Monobutyltennhalter i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004.



Figur 38. Dibutyltennhalter i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004.



Figur 39. Tributyltennhalter i avloppsreningsverken år 2004, 2005 och 2006. Bollebygd ej inkluderad år 2004.

Diskussion

Med tanke på de korta mätserierna är det inte möjligt att göra någon riktig trendanalys. Det krävs åtminstone några års mätningar till innan det över huvud taget blir någon som helst statistisk styrka i en sådan analys.

De befintliga data tyder dock på att variationen i föroreningshalter i slam är relativt låg, såväl mellan avloppsreningsverk (ARV) som mellan år (Tabell 43). Halterna varierade oftast mindre än en faktor 10 mellan de olika reningsverken. Fluorerade ämnen varierade mest i såväl halter som fördelning mellan olika ämnen i ämnesklassen. Totalhalterna i de prover som analyserats från 2005 och 2006 års provtagning skiljde endast marginellt från motsvarande totalhalter föregående år. Möjligen är halten av antibiotika och klorbensener lägre, halten av klorparaffiner, fluorerade ämnen och fosfatestrar högre år 2005 jämfört med år 2004. År 2006 var totalhalten av antibiotika, ftalater och WHO-PCB något högre och totalhalten av triclosan signifikant högre jämfört med år 2005. Övriga skillnader ligger inom eller nära analysernas mätosäkerhet.

De utförda kvalitetssäkringsåtgärderna tyder på att analyserna håller godtagbar kvalitet. Indirekt stöder även de erhållna data denna slutsats. De relativa föroreningshalterna (föroreningsmönstret) förväntas vara och är relativt lika mellan reningsverk och mellan år för ämnen med generell diffus spridning.

Tabell 43. Jämförelse av variationer av föroreningshalter mellan avloppsreningsverk (ARV; halten i slam från det mest och minst förorenade ARV jämförs) och mellan två år (totalhalter för 2004, 2005 och 2006 jämförs). Bollebygd ej inkluderad. Beräkningarna baseras på data normaliserade till mängd torrsbstans (TS).

Ämnesklass	Haltvariation mellan ARV ¹			Totalhaltsvariation mellan år		
	2004	2005	2006	2005/2004	2006/2005	2006/2004
Antibiotika	2,3 (26)	6,3 (43)	3,7 (37)	32%	198%	64%
Bromdifenylenetrar	2,2 (28)	4,0 (63)	2,0 (29)	61% ²	123% ²	75%
Klorparaffiner	8,3 (56)	7,2 (62)	4,2 (51)	196%	119%	233%
Fluorerade ämnen ³	22 (128)	50 (163)	25(157)	152%	132%	200%
Fosfatestrar ⁴	9,2 (78)	4,5 (63)	6,7 (64)	236%	127%	300%
Ftalater	4,7 (57)	3,8 (55)	14 (154)	97%	167%	162%
BHT	3,8 (49)	4,0 (40)	0 ⁵	123%	---	---
Klorbensener	72 (209)	3,5 (44)	6,0 (75)	58%	99%	58%
Klorfenoler	3,8 (39)	2,8 (33)	0 ⁵	89%	---	---
Triclosan	4,6 (51)	6,0 (46)	11 (58)	95%	467%	445%
PCDD/F ⁶	2,3 (25)	2,0 (24)	4,5 (44)	108%	63%	68%
WHO-PCB	3,4 (44)	9,3 (46)	5,8 (52)	84%	285%	239%
Metaller	2,2 (23)	2,3 (26)	2,1 (23)	114%	104%	118%
Organotenn	2,1 (29)	3,5 (37)	4,9 (42)	110%	101%	110%

¹Siffrorna inom parentes visar den relativa standardavvikelsen (RSD, %).

²Gässlösa ej analyserad år 2005 → medelvärde (år 2004 och 2006) används som totalhalt år 2005.

³PFHpA och PFHxS ej analyserad år 2005, THPFOS och THPFDS ej analyserad år 2005 och 2006 → ej inkluderad i totalhalterna.

⁴EHDPP ej analyserad år 2004 → ej inkluderad i totalhalterna.

⁵Resultat under detektionsgränsen.

⁶1,2,3,4,6,7,8-HpCDD och OCDD endast delvis detekterbara år 2006 → ej inkluderad i haltvariation mellan ARV (2006) samt totalhaltsvariation mellan år (2006/2005 och 2006/2004).

Referenser

1. Miljörapporter år 2004 (Bollebygd år 2005).
2. Läkemedelsverket, Apoteket AB, Sverige.
3. Kemikalieinspektionen, Sverige,
http://www.kemi.se/templates/Page_3264.aspx, 2006-04-20.
4. Ramdirektivet för vatten, 2000/60/EG,
http://ec.europa.eu/environment/water/waterframework/priority_substances.htm,
2007-09-10.
5. Naturvårdsverket, Sverige, *Screening av klorparaffiner i den Svenska miljön*, 2005.
6. Svenskt Vatten AB, Sverige, *Fluorkarboner i slam och avloppsvatten från textila beredningsverk – förekomst och egenskaper*, 2004.
7. Naturvårdsverket, Sverige, *Höga halter av miljöfarliga ämnen i miljön*, 2005.
8. Naturvårdsverket, Sverige, *Organofosfater i svensk miljö*, 2005.
9. Kemikalieinspektionen, Sverige,
http://www.kemi.se/templates/Page_3283.aspx, 2006-04-20.
10. Naturvårdsverket, Sverige, *Screening av triclosan i reningsverk och recipienter*, 2003.
11. Jordbruksverket, Sverige, 2005.