



Miljöövervakning av utgående vatten och slam från svenska avloppsreningsverk

**Resultat från år 2022 och 2023
och en sammanfattning av slamresultaten för åren 2004-2023**

Beställare: Naturvårdsverket
Kontrakt: 2019-19-003
Programområde: Miljögiftssamordning
Delprogram: Miljögifter i urban miljö
Utförare: Peter Haglund, Per Liljelind, Maria Hjelt
Kemiska institutionen, Umeå universitet



NATIONELL
MILJÖÖVERVAKNING
PÅ UPPDRAG AV
NATURVÅRDSVERKET

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
BAKGRUND	4
RENINGSVERKEN	4
FÖRENINGAR	8
PROVTAGNING OCH PROVBANKNING	11
ANALYS OCH KVALITETSSÄKRING	11
RESULTAT	13
POLYKLORERADE DIBENSO- <i>p</i> -DIOXINER (PCDD), POLYKLORERADE DIBENSO-FURANER (PCDF) OCH DIOXIN-LIKA PCB.....	13
KLORBENSENER	17
POLYBROMERADE DIFENYLETRAR (PBDE).....	18
ÖVRIGA FLAMSKYDDSMEDEL	20
KLORPARAFFINER (POLYKLORERADE ALKANER, PCA)	21
PFAS/ PER OCH POLYFLUORERADE ORGANISKA ÄMNEN	23
METYLSILOXANER	26
PESTICIDER	29
KLORFENOLER, ALKYLFENOLER, BISFENOLER, TMDD OCH BHT	30
ORGANOFOSFATER.....	33
FTALATER OCH DI-ISO-NONYLCYKLOHEXAN.....	36
ANTIBIOTIKA	38
ANTIBAKTERIELLA ÄMNEN OCH ANTIMYCOTICA	40
NSAID´S (NON STEROIDAL ANTI-INFLAMMATORY DRUGS).....	42
ÖVRIGA LÄKEMEDEL	43
MYSKÄMNEN	45
UV FILTER OCH BENSOTIASOLER.....	47
METALLER	48
TENNORGANISKA FÖRENINGAR	51
ÖSTROGENA EFFEKTER	53
REFERENSER	54

Sammanfattning

Inom den nationella miljöövervakningen så undersöks förekomsten av organiska substanser i utgående vatten och/eller slam från nio svenska avloppsreningsverk (ARV) årligen. Slam har ingått i övervakningen sedan 2004 och från och med 2011 så övervakas även utgående vatten. Följande avloppsreningsverk ingår i övervakningen: Stockholm (Henriksdal), Göteborg (Ryaverket), Umeå (Ön), Borås (Gässlösa eller Sobacken), Eslöv (Ellinge), Alingsås (Nolhaga), Bollebygd, Borlänge och Bergkvara (Torsås) har undersökts. Inledningsvis ingick följande ämnen/ämnesgrupper: antibiotika (fluorokinoloner), polybromerade difenyletrar, klorparaffiner, fluorerade ämnen (PFAS), organofosfater, ftalater, butylhydroxitoluen, klorbensener, klorfenoler, triklosan, organotenn-föreningar, metylsiloxaner, metaller samt klorerade dibenso-*p*-dioxiner, dibensofuraner och bifenyler. År 2010 adderades myskämnena, NSAIDs, bisfenol A och nonyl- och oktylfenoler och år 2019 adderades ett flertal läkemedel, tio ftalater/organofosfater, nio flamskyddsmedel, sex pesticider, fem fluorerade ämnen med korta kolkedjor och extraherbart organiskt fluor, fyra antibakteriella ämnen och antimykotika, tre antibiotika, tre bisfenoler, tre bromfenoler, två UV-filter, två bensotiasoler samt ett icke-flyktigt lösningsmedel (TMDD).

Resultaten från år 2022 och 2023 års mätningar presenteras i tabellform. Dessutom redovisas slamhalterna för perioden 2004-2023 i grafisk form för att illustrera eventuella tidstrender.

Liksom tidigare år så är halterna i slam generellt relativt lika såväl mellan reningsverk som över tid. Med andra ord är mellanårsvariationen generellt lika stor som variationen mellan olika reningsverk. Det finns dock några avvikelser. Slam från Umeå (Öns ARV) innehåller exempelvis mer di-2-etylhexyl ftalat (DEHP) än övriga reningsverk.

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

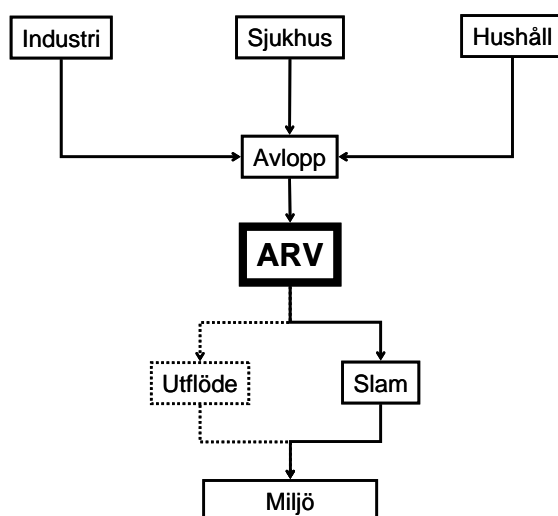
Sentida data för 2011-2023 indikerar fortsatt minskande trender för samtliga ämnen med statistiskt signifikanta tidstrender, förutom för dibutyltenn för vilken haltminskningen planat ut. Halterna av flera av de ämnen som tidigare visat ökande trender verkat också ha planat ut eller till och med vänt nedåt, ex. TDCPP, TBEP och deca-BDE.

Det finns även tydliga tecken på minskande halter av sex ytterligare fosfater (TBP, TCEP, TCPP, TPP, EHDPP, TCP), fem ytterligare PBDE (BDEs 47, 99, 100 och 153), två ytterligare antibiotika (ciprofloxacin och ofloxacin), alla dioxinlika PCB utom CB123, de flesta PFAS (inkl. PFOA och PFOS), tre klorparaffiner (SCCP, MCCP och LCCP), tre metaller (Cr, Hg och Pb), två metylsiloxaner (D5 och D6), två klorbensener (1,2,3,4-TrCBz och HCB), en mjukgörare (DEHP), tributyltenn och bisfenol A.

Av 57 nya ämnen som tillkom 2019 kunde 52 detekteras i minst ett prov. UV-filtret oktokrylen och läkemedlet (fungiciden) Ketokonazol var det två ämnen som detekterades i högst halt i slam (2022-2023 var medianhalten 1,2 respektive 0,75 mg/kg torrt slam). Högst halt i vatten hade läkemedlen Metoprolol och Losartan (2022-2023 var medianhalten 1,6 respektive 0,95 µg/L). Metoprolol och Losartan används båda som hjärtmediciner.

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 en sekundär transportväg (via utgående vatten eller slam) för dessa substanser ut till miljön, se Figur 1. Under reningsprocessen ansamlas näringsämnen från avloppsvattnet i slammet. I ett kretsloppsanpassat samhälle är det önskvärt att näringsämnena i slammet återförs till produktiv mark. 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 studera tidstrender för vissa prioriterade miljö- och hälsofarliga ämnen från samhället.

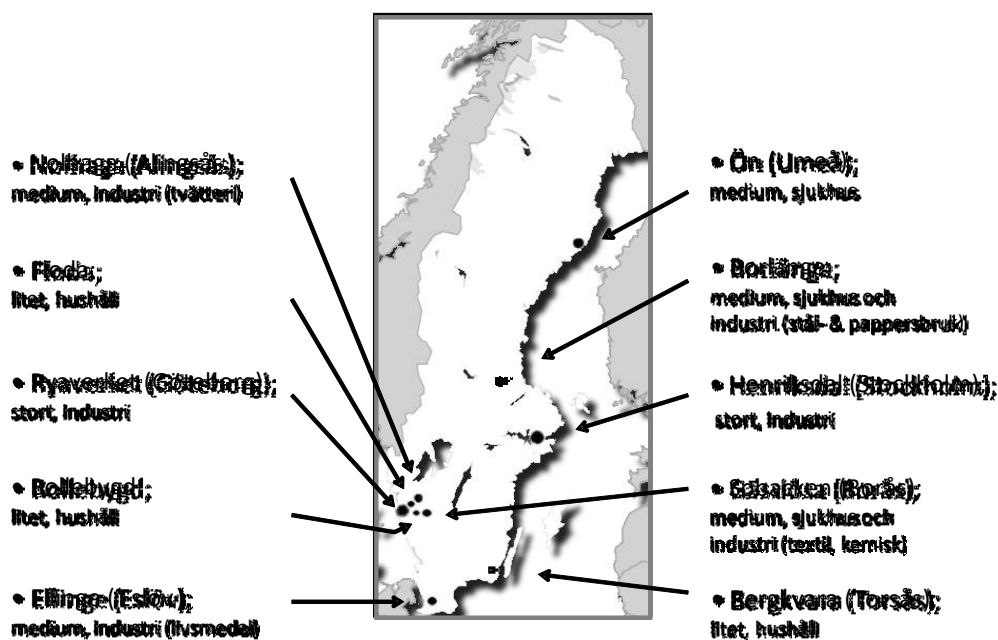


Figur 1. Förenklat flödesschema för kemikalier från samhället till miljön, ARV = Avloppsreningsverk.

Det övergripande syftet med denna årliga miljöövervakning är att kontrollera halterna av ett stort antal miljögifter i utgående vatten och slam i några utvalda svenska reningsverk. Halterna från denna årligen återkommande kvantifiering kan vid senare tillfälle utnyttjas för att studera tidstrender. Slamdata finns för åren 2004-2022 [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 resulterade 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, Floda utgick 2010, och fr.o.m. 2010 ingår Borlänge och Torsås (Bergkvara) reningsverk. Totalt ingår alltså nio reningsverk i den nationella miljöövervakningen fr.o.m. år 2011. Borås reningsverk i Gässlösa från 1934 ersattes 2018 med ett nytt modernt reningsverk, Sobacken. Reningsverkens lokalisering, storlek och belastning kan ses i Figur 2. Information om bl.a. antalet anslutna (även uttryckt som personekvivalenter, pe), volym inkommande vatten och mängd producerat slam för respektive reningsverk finns i Tabell 1.



Figur 2. Avloppsreningsverkens lokalisering, storlek (litet, medium, stort) och typ av inkommande belastning.

Tabell 1. Information om avloppsreningsverken [5].

	Rya- verket	Nol- haga	Örn	Henriks- dal	Sobac- ken	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	90	97	3,9	37	3,0
Inkommande vatten (Mm ³ /år)	138	3,6	11	105	14	4,8	0,32	4,7	0,7
Dagvatten ¹ (%)	61	32	20 *	48	54	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	2900	1250	38	897	83
TS slam, 2022 (%)	27	24	27	27	23	22	11	27	15
Uppehållstid (rötning, d)	20	17	18	19	25	30	--	15	--

¹ Tillskottsvatten; * 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. Verket tar emot avloppsvatten från Stockholm, Huddinge, Haninge, Nacka och Tyresö kommuner. Reningsverket processar ett blandat avloppsvatten med inslag av industriavlopp och har två större sjukhus samt tvätteri och livsmedelsindustri anslutet. Verket är certifierat enligt REVAQ¹ och försöker förbättra slamkvaliteten så att slammet ska kunna spridas på åkrar.

Reningsprocessen

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

Ryaverket

Ryaverket ligger i Göteborg och är det största reningsverket i Sverige med anslutna från Göteborg, Ale, Härryda, Kungälv, Mölndal, Lerum och Partille kommuner. 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 slamkvaliteten så att slammet ska kunna spridas på åkrar.

Reningsprocessen

Grovrensgaller, luftat sandfång, fingaller, försedimentering, tillsats av järnsulfat, aktivslambassänger (biologisk kväverening), eftersedimentering, efter eftersedimentering recirkuleras en del av vattnet och en del leds till efternitrikation och denitrifikation i bassänger med rörligt bärmaterial och därefter slutfiltrering i 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 röt-kammarna är ca 20 dygn) och avvattning. Efter rötningen tillsätts polyakrylamid innan slammet avvattnas i slamskruvpressar till önskad torrsubstanshalt (normalt 25-30 % TS).

Öns reningsverk

Umeås avloppsreningsverk Ön är beläget på en ö i Umeälven söder om centrala Umeå och avloppsvattnet når avloppsreningsverket via fem tryckledningar. Avloppsreningsverket betjänar Umeå centralort och kransorterna 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 röt-kammaren för nedbrytning och stabilisering. Därefter avvattnas slammet genom polymertillsats och centrifugering.

Sobacken reningsverk

Sobacken reningsverk behandlar avloppsvatten från Borås centralort och ett flertal samhällen samt från sjukhus och flera stora textilindustrier. Verket processar även avloppsvatten från plast-

¹ [Slamanvändning och Revaq | Svenskt Vatten](#) (hämtad den 4 mars 2025).

och kemisk industri. Certifierat enligt REVAQ, försöker förbättra slamkvaliteten så att slammet ska kunna 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 en s.k. ActifloTM-anläggning där mikrosand tillsätts för snabbare sedimentering och ett skivfilter. Primärslam från försedimenteringen och överskottsslam från mellansedimenteringen rötas tillsammans med externslam från kommunens övriga reningsverk. Slutligen avvattnas slammet i centrifuger.

Ellinge reningsverk

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

Nolhaga reningsverk

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

Reningsprocessen

Det inkommande 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 Hjälmarreds 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 anslutet till avloppsreningsverket.

Reningsprocessen

Reningsverket processar det inkommande vattnet mekaniskt genom rens-galler och luftat sandfång, följt av försedimentering med fällning med järnklorid. Därefter genomgår vattnet en aktivslambehandling i fyra luftningsbassänger och 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, det renar uteslutande hushållsavloppsvatten.

Reningsprocessen

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

Bollebygds reningsverk

Bollebygds reningsverk renar uteslutande hushållsavloppsvatten från Bollebygds kommun. Verket saknar större industriell belastning, men fr.o.m. hösten 2009 renas även processvatten från färgindustrin.

Reningsprocessen

Det inkommande vattnet passerar först ett rens-sil med renspress och går därefter till ett sandfång och vidare till en aktivslamanläggning där polyaluminiumklorid tillsätts. Därefter mellansedimentering följt av kemisk rening med flockning och slutsedimentering. Under växtsäsongen pumpas slammet ut på sex vassbäddar. Resterande del av året går slammet till förtjockning och förvaras i container innan det transporteras till Sobackens reningverk 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), butylhydroxitoluen, myskämnena, 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 effekter (biotester) uppmätts och kvantifieras i utgående vatten.

Under 2015 gjordes en översyn av vilka ämnen som mäts inom programmet av Naturvårdsverket, Kemikalieinspektionen, Livsmedelsverket och Havs- och vattenmyndigheten. Detta resulterade i ett utvecklingsprojekt under perioden 2016-2018. Detta ledde till att mätprogrammet från och med 2019 utökades undersökningarna med drygt 40 ämnen. De innefattar ett dussin läkemedel, ett halvdussin biocider/pesticider, tio ftalater/organofosfater, nio flamskyddsmedel, tre bromfenoler, tre bisfenoler, ett par UV filter och ett par bensotiasoler, se Tabell 2. Samtidigt slöts separat kontrakt för övervakning av fluorerade ämnen med Örebro universitet. Resultaten från dessa mätningar inkluderas för 2022, men var inte tillgängliga för 2023 vid tid för rapportering.

Tabell 2. Sammanställning av föreningar och urvalskriterier.

Grupp	Namn	WFD	OSPAR	Finsk prio	Screening	"På köpet"	Utökning 2019
Dioxinlika ämnen	Dioxin-lika PCB (enligt WHO)				X		
	2,3,7,8-Polyklorerade dibenso-p-dioxiner/dibensofuraner (PCDD/F)				X		
Klorbensener	124-Triklorbensen	X					
	Pentaklorbensen	X					
	Hexaklorbensen	X					
	Övriga di-, tri- och tetra-klorbensener					X	
Flamskyddsmedel	Polybromerade difenyletrar (PBDE)	X					
	Tetrabrom/tetraklor-bisfenol A						X
	Etylhexyl tetrabrombensoat, bis(2-etylhexyl)tetrabromftalat						X
	Pentabromtoluen, tetrabrometylcyklohexan, hexabromcyklo-dodekan, bis(tribromfenoxi)etan						X
Övriga POP	Klorparaffiner (PCA)	X					
	Perfluoroämnen (PFAS)	X ¹			X		
	Metylsiloxaner		X				
Pesticider	Cypermethrin						X
	Permethrin						X
	Piperonylbutoxid						X
	Terbutryn						X
	Imidacloprid						X
Fenoler	Pentaklorfenol	X					
	Övriga klorfenoler				X		
	Bromfenoler						X
	Butylhydroxitoluen				X		
	Bisfenol A						
	Bisfenol AF, F, S						X
	Nonyl- och oktylfenol	X					
TMDD						X	
Organofosfater	Tributyl fostat				X		
	Tri-iso-butylfosfat						X
	Tris(2-butoxietyl)fosfat				X		
	Tris(2-kloroetyl)fosfat				X		
	Tris(kloropropyl)fosfat				X		
	Tris(1,3-dikloro-2-propyl)fosfat				X		
	Trifenylfosfat				X		
	2-Etylhexyl difenyl fosfat						X
	Tri-2-ethylhexyl fosfat						X
	Tri-kresyl fosfat						X
	Trixylyl fosfat						X
	Isopropylerad fenyl fosfat						X
	Ftalater, etc	Di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)	X		X		
Dimetyl- och dietylfталat						X	
Dibutyl- och butylbenzylftalat				X			
Dioktyl-, di- <i>iso</i> -nonyl-, di- <i>iso</i> -decylftalat						X	
Dicyklohexyl-, di- <i>iso</i> -butyl, difenyl-ftalat							X
Dicyklohexyl cyklohexan							X

Grupp	Namn	WFD	OSPAR	Finsk prio	Screening	"På köpet"	Utökning 2019
Antibiotika	Ofloxacin (fluorokinolon)				X		
	Norfloxacin (fluorokinolon)				X		
	Ciprofloxacin (fluorokinolon)				X		
	Clarithromycin						X
	Sulfametoxazol						X
	Trimetroprim						X
Antibakteriella/ antimycotica	Triklosan				X		
	Diklosan						X
	Triklokarban						X
	Irgarol						X
	Flukonazol						X
	Ketokonazol						X
NSAID´ s³	Ibuprofen, naproxen, ketoprofen, diclofenac				X		
Övriga läkemedel	Karbamazepin						X
	Oxazepam						X
	Risperidone						X
	Fluoxetin						X
	Tramadol						X
	Venlafaxin						X
	Citalopram						X
	Losartan						X
	Metoprolol						X
	Sertralin						X
	Zolpidem						X
	Codeine						X
	Klotrimazol						X
Myrkämnerna	Tonalid (AHTN), galoxolid (HHCB)				X		
	Myrk xylene, myrk keton		X ²	X			
UV filter	2-etylhexyl-4-metoxicinnamat						X
	Octokrylen						X
Benzotiasoler	Benzotiasol						X
	2-hydroxibenstiasol						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
	Silver						X
Organotenn-föreningar	Tributyltennoxid	X					
	Mono-, di- och tetrabutyltenn					X	
	Mono- och dioktyltenn					X	
	Tricyklohexyltenn					X	
	Mono-, di- och trifenylyltenn					X	
Biotest	Östrogena effekter				X		

¹ PFOS (2013/39/EU)

² Myrk xylene: OSPAR. ³ Non steroidal anti-inflammatory drugs

Provtagning och provbankning

För att få så representativa prov som möjligt sker provtagningen varje år i oktober eller november 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: ALS Scandinavia AB (Luleå), Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), IVL Svenska Miljöinstitutet (Stockholm), Kemiska institutionen, Umeå universitet (UmU) och Örebro universitet (ÖU).

Opolära organiska ämnen är främst analyserade med gaskromatografi-masspektrometri (GC-MS), polära organiska ämnen med vätskekromatografi eller superkritisk vätskekromatografi kopplat till tandem-MS (LC-MS/MS; SFC-MS/MS), metaller och organo-metaller med induktivt kopplad plasma-MS (ICP-MS) och extraherbart organiskt fluor med provförbränning följt av jonkromatografi (CIC).

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.

Respektive laboratorium sköter sin egen kvalitetssäkring som kontrollerar extraktions- och uppberedningsutbyte, laboratoriebakgrund (via blankar), instrumentstatus, etc. Inga avvikelser har rapporterats under året.

Tabell 3. Utförare av de olika typerna av analyser.

Föreningar	Analys- teknik	UmU	Eurofins	ALS	IVL	ÖU	Mät- osäkerhet
PCDD/F och WHO-PCB ¹	GC-HRMS	Ack.					± 29%
Klorbensener ¹	GC-MS	EM					± 30%
Polybromerade difenyletrar ¹	GC-MS	IK					± 30%
Övriga flamskyddsmedel	GC-MS	EM					± 50%
Klorparaffiner ¹	GC-MS	EM					± 50%
Fluorerade ämnen, PFAS	LC-MS/MS	EM				EM	± 37%
Fluorerade ämnen, PFAS	SFC-MS/MS	EM				EM	± 42%
Extraherbart organiskt fluor	CIC					EM	± 45%
Metylsiloxaner ¹	ATD-GC-MS				IK		± 20%
Pesticider	GC-MS	EM					± 50%
Klor/brom-fenoler	GC-MS	EM					± 30%
Nonyl- och oktylfenol	GC-MS			Ack.			± 20%
Butylhydroxitoluen	GC-MS		EM				± 20%
Övriga fenoler	GC-MS	EM					± 30%
Organofosfater	GC-MS	IK					± 30%
Ftalater ¹	GC-MS		Ack.				± 50%
Antibiotika	LC-MSMS	IK					± 20%
Antibakteriella	GC-MS	EM					± 30-50%
Antimycotica	LC/MSMS	EM					± 30%
NSAID's ²	LC-MSMS	IK					± 20%
Övriga läkemedel	LC-MSMS	EM					± 30%
Myskämnen	GC-MS	IK					± 30%
UV filter, bensotiasoler	GC-MS	EM					± 30-50%
Metaller	ICP-MS			Ack.			± 10-20%
Organotenn	ICP-MS			Ack.			± 10%
Biotester ²		EM					± 30%

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

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

Resultat

Polyklorerade dibenso-*p*-dioxiner (PCDD), polyklorerade dibenso-furaner (PCDF) och dioxin-lika PCB

Oktaklordibenso-*p*-dioxiner och -furaner (OCDD/F) återfanns, liksom tidigare år, i de högsta halterna i reningsverksslam (uttryckt som nanogram per kilogram torrsustans, TS), Tabell 4. Haltvariationen mellan år 2004 och 2023 kan ses i Figur 3 och 4. En minskande tidstrend kan ses för OCDF och OCDD i de flesta ARV.

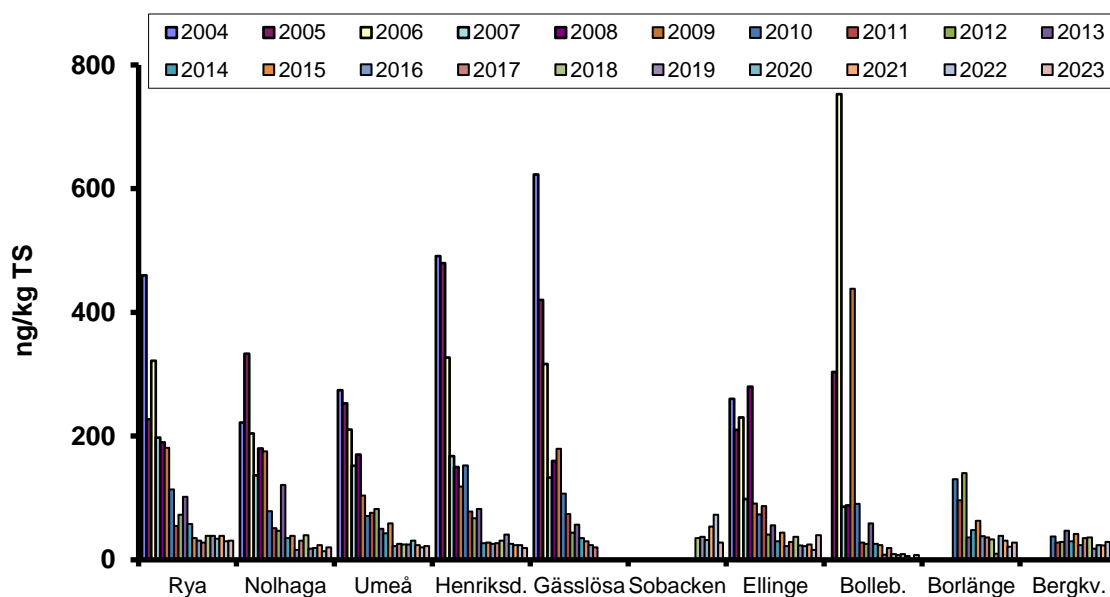
Slamhalter av dioxin-lika PCB kan ses i Tabell 5. Figur 5-8 visar haltvariationen mellan åren 2004-2023 för PCB #118, 77, 126 och 169. Halterna av dessa verkar minsta med tiden.

Tabell 4. Resultat från 2022 och 2023 års prover, slam, PCDD/F (ng/kg TS).

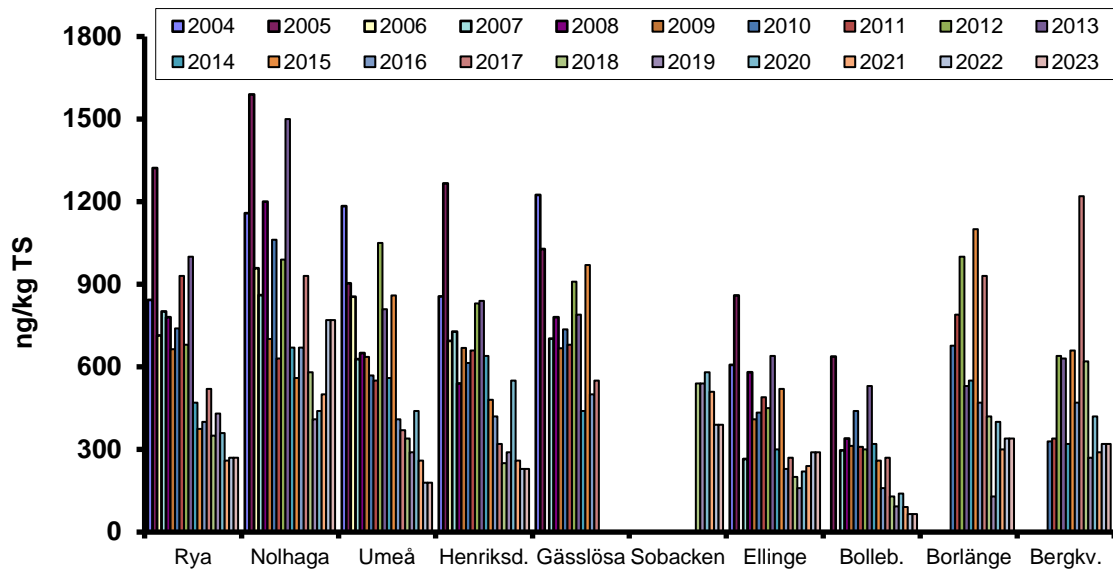
2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
2,3,7,8-TCDD	<0.24	<0.27	<0.24	<0.25	<0.21	<0.23	<0.59	<0.19	<0.36
1,2,3,7,8-PeCDD	<0.49	<0.55	<0.5	<0.52	<0.56	<0.61	<1.6	<0.52	<0.96
1,2,3,4,7,8-HxCDD	<0.61	<0.69	<0.62	<0.65	<0.66	<0.72	<1.9	<0.61	<1.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	1.2	0.72	1.0	1.6	1.4	1.0	<1.5	1.2	2.0
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.79	<0.61	0.55	<0.57	0.76	<0.68	<1.8	<0.58	<1.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	36	20	24	49	62	19	15	41	45
OCDD	360	240	300	370	540	140	120	310	360
2,3,7,8-TCDF	1.6	0.51	0.59	<0.89	1.8	0.89	<0.41	1.1	0.81
1,2,3,7,8-PeCDF	0.54	<0.45	<0.40	<0.42	0.97	0.68	<1.6	<0.54	<1.0
2,3,4,7,8-PeCDF	1.6	0.62	0.89	<0.57	2.6	1.5	<1.8	1.1	<1.1
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1.8	<0.69	<0.62	<1.1	3.3	2	<2.1	<0.94	<1.3
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.8	<0.56	<0.5	<0.52	2.8	1.4	<1.7	<0.67	<1.0
2,3,4,6,7,8-HxCDF	1.6	0.74	<0.65	<0.73	6	1.5	<2.4	1.2	<1.5
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<0.64	<0.73	<0.65	<0.68	2.6	<0.92	<2.4	<0.79	<1.5
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	11	5.7	11	12	31	11	3.2	8.4	20
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<3.1	<3.6	<3.2	<3.3	4.6	<1.7	<4.4	<1.5	<2.7
OCDF	30	14	20	24	73	16	<5.9	21	29
2023									
2,3,7,8-TCDD	<0.35	<0.33	<0.26	<0.28	<0.25	<0.29	<0.56	<0.2	<0.23
1,2,3,7,8-PeCDD	1.8	2.4	1.2	0.97	1.2	1.4	1.6	1.1	1.0
1,2,3,4,7,8-HxCDD	1.6	1.7	0.83	0.88	0.87	0.93	1.6	0.87	1.00
1,2,3,6,7,8-HxCDD	2.2	3.20	1.9	1.9	2.3	2.1	1.8	2.3	2.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	2.1	2.5	1.1	1.4	1.30	1.8	1.4	1.7	1.30
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	34	76	22	28	50	52	9.9	47	32
OCDD	270	770	180	230	390	290	66	340	320
2,3,7,8-TCDF	1.7	1.1	0.93	1.3	1.1	2.1	<0.56	1.5	1.5
1,2,3,7,8-PeCDF	1.9	1.9	0.89	1.0	1.50	1.9	1.2	1.1	1.40
2,3,4,7,8-PeCDF	2.8	3.1	1.4	1.5	2.2	2.5	1.2	2.6	2.2
1,2,3,4,7,8-HxCDF	2.9	2.7	1.5	1.5	2.2	4.0	1.3	3.3	2.0
1,2,3,6,7,8-HxCDF	2.1	3.0	1.4	1.5	1.6	2.5	1.4	2.4	1.5
2,3,4,6,7,8-HxCDF	3.0	2.9	2.1	1.9	3.1	2.6	1.7	4.5	1.6
1,2,3,7,8,9-HxCDF	1.8	2.0	1.2	1.1	1.8	2.1	1.8	2.2	1.2
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	15	9.6	16	11	15	16	4.3	19	8.6
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	1.8	1.4	1.10	0.87	2.2	4.0	0.73	2.9	1.1
OCDF	31	20	22	19	28	40	7.7	28	21

Tabell 5. Resultat från 2022 och 2023 års prover, slam, PCB (ng/kg TS).

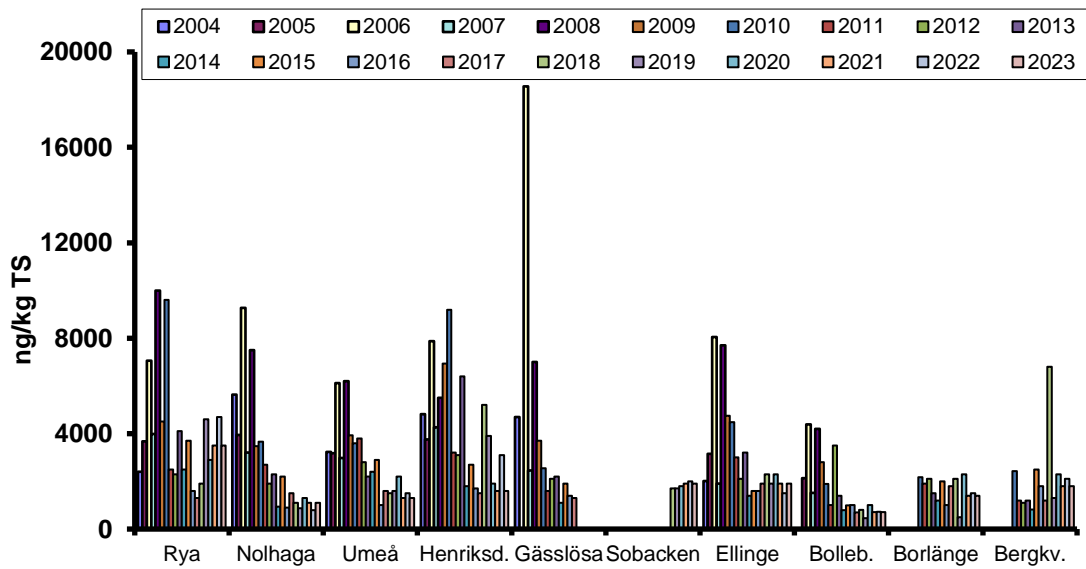
2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
# 77	110	41	71	600	80	71	29	86	82
# 81	4.7	1.4	2.7	21	3.2	3.6	1.3	3.5	3.7
# 126	14	6.6	6.6	15	16	11	3.5	17	20
# 169	1.9	1.0	1.6	2.0	2.4	1.9	1.2	2.2	3.1
# 105	1500	210	400	1200	570	380	210	490	650
# 114	50	7.8	15	43	18	19	9.8	17	23
# 118	4700	790	1500	3100	2000	1500	730	1500	2100
# 123	55	10	13	31	24	20	10	26	29
# 156	1000	250	360	630	590	400	200	520	690
# 157	150	34	53	95	90	50	35	75	87
# 167	490	110	150	300	260	200	74	250	290
# 189	130	31	43	83	78	64	23	75	89
2023									
# 77	81	140	66	94	65	72	29	66	61
# 81	4.3	7.4	3.1	4.2	3.3	3.6	1.6	2.8	2.8
# 126	9.7	13	6.9	8.6	9.7	10	2.8	12	10
# 169	2.4	3.3	1.8	1.9	2.2	2.3	1.3	2.6	2.6
# 105	570	410	380	490	430	440	170	480	380
# 114	17	3.8	6.3	14	8.9	10	4.3	10	11
# 118	1700	1400	1200	1400	1500	1400	500	1500	1300
# 123	6.8	9.9	5.5	11	9.4	4.1	1.8	3.9	5.3
# 156	490	420	340	400	460	410	160	470	480
# 157	82	67	66	74	79	78	32	70	76
# 167	200	180	130	170	200	190	61	190	200
# 189	63	52	41	47	48	58	21	63	64



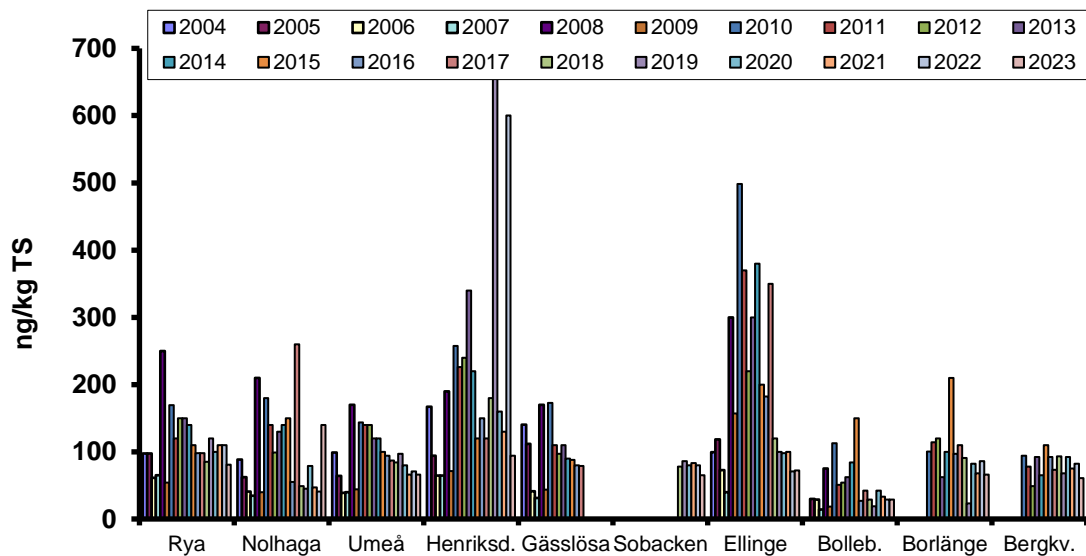
Figur 3. Halter av OCDF (år 2004-2023) i slam från avloppsreningsverken.



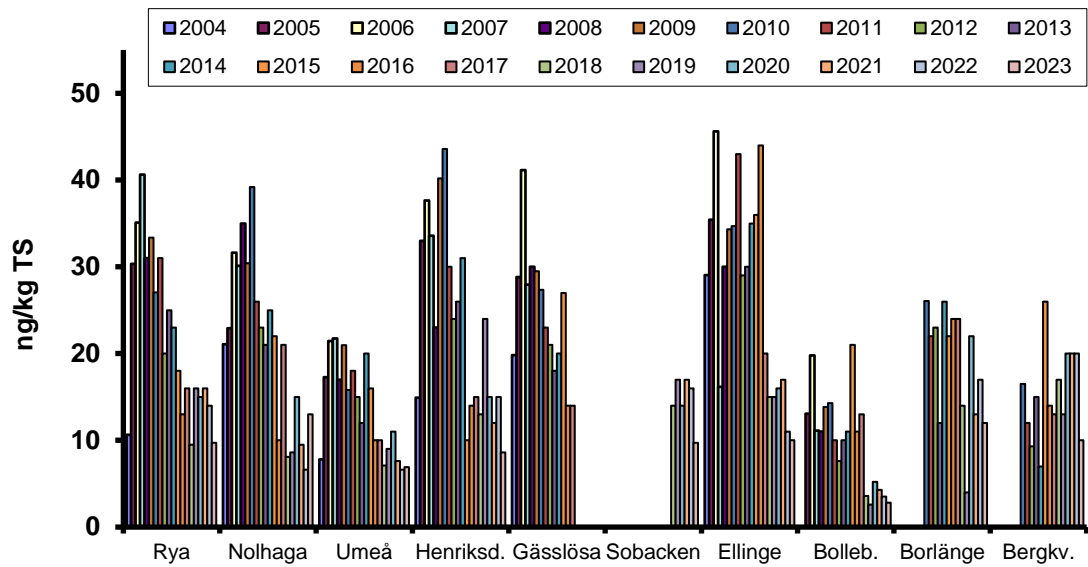
Figur 4. Halter av OCDD (år 2004-2023) i slam från avloppsreningsverken.



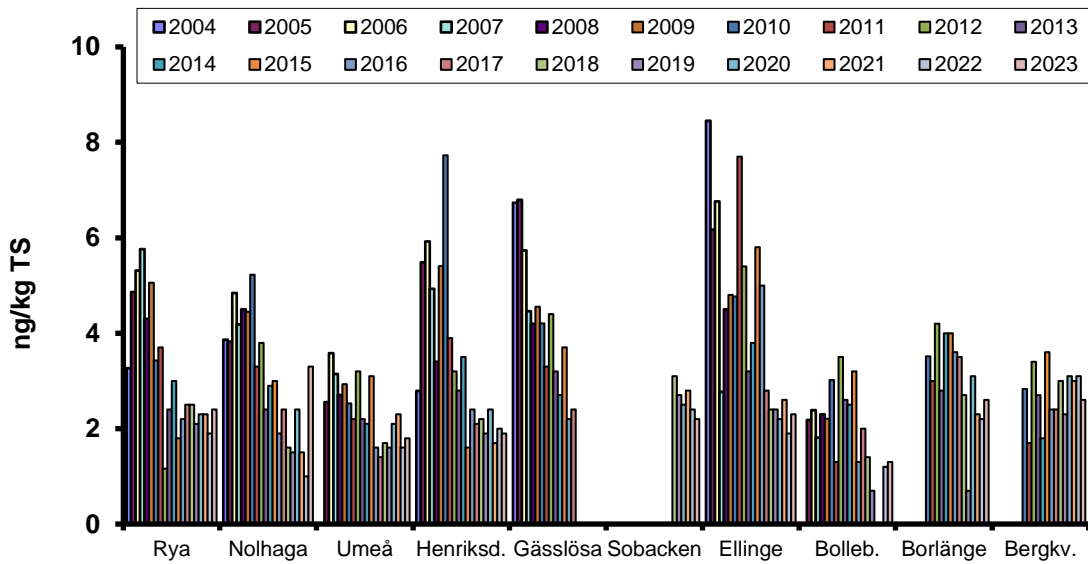
Figur 5. Halter av PCB #118 (år 2004-2023) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 6. Halter av PCB #77 (år 2004-2023) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 7. Halter av PCB #126 (år 2004-2023) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 8. Halter av PCB #169 (år 2004-2023) i slam från avloppsreningsverken.

Klorbensener

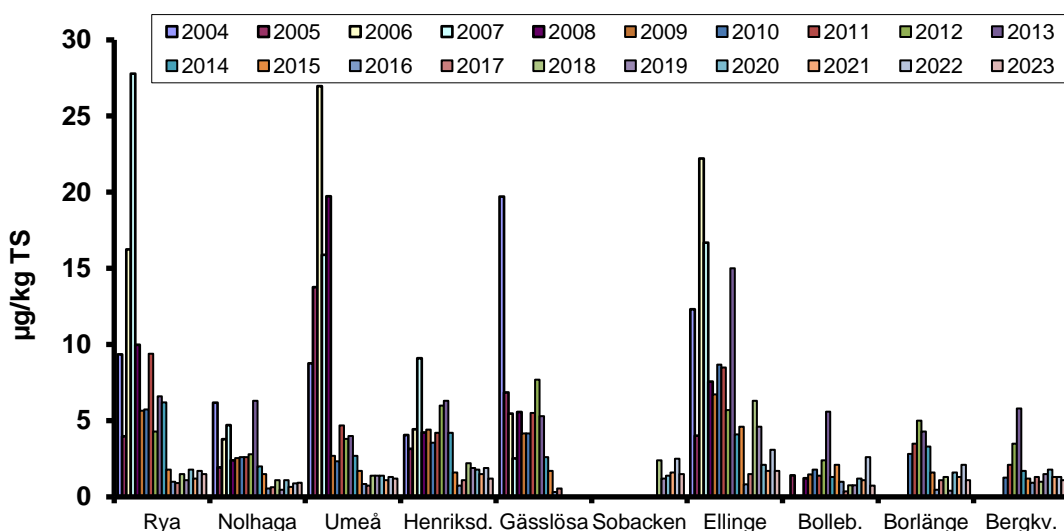
Slam

Halter av klorbensener redovisas i Tabell 6. Halter av hexaklorbensenen skiljer sig under senare år inte nämnvärt mellan ARV, men halterna är generellt på väg nedåt (Figur 9). Mellanårsvariationen är dock stor för vissa reningsverk, ex. Ryaverket, Gässlösa och Ellinge. Halterna av vissa ämnen varierar också mycket mellan olika ARV, exempelvis för 1,4-diCBz.

Tabell 6. Resultat från 2022 och 2023 års prover, slam, klorbensener ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
1,3-diCBz	1.6	0.44	0.41	0.48	1.4	1.5	0.54	0.50	5.9
1,4-diCBz	30	3.8	4.9	56	14	13	4.3	12	23
1,2-diCBz	9.0	0.98	2.9	5.3	7.7	2.5	1.6	4.9	4.5
1,3,5-triCBz	0.64	0.14	0.23	0.37	0.41	0.24	0.17	1.2	0.27
1,2,4-triCBz	8.0	5.2	4.8	7.6	4.3	2.7	14	9.5	27
1,2,3-triCBz	0.17	0.45	0.18	0.95	0.36	0.31	0.12	0.27	0.12
1235/1245-CBz	0.40	0.10	0.22	0.48	0.48	0.21	0.081	0.26	0.11
1,2,3,4-CBz	0.91	0.15	0.13	0.72	0.4	0.089	0.079	0.14	0.10
PentaCBz	0.93	0.36	0.61	0.69	1.9	0.73	0.75	0.77	2.5
HexaCBz	1.7	0.88	1.3	1.9	2.5	3.1	2.6	2.1	1.3
2023									
1,3-diCBz	0.51	0.53	0.26	0.51	1.7	1.6	0.23	0.40	1.4
1,4-diCBz	6.4	23	4.1	80	4.5	23	3.9	4.3	3.5
1,2-diCBz	40	71	36	37	64	52	21	37	70
1,3,5-triCBz	0.19	0.32	0.27	0.25	0.30	0.18	0.10	0.24	0.14
1,2,4-triCBz	5.9	8.3	3.2	3.9	1.5	2.0	4.8	2.6	5.0
1,2,3-triCBz	0.12	0.10	0.23	0.16	0.19	0.28	0.047	0.12	0.082
1235/1245-CBz	0.21	0.15	0.27	0.16	0.33	0.16	0.11	0.14	0.10
1,2,3,4-CBz	0.19	0.11	0.11	0.057	0.14	0.092	0.070	0.092	0.010
PentaCBz	0.80	0.53	0.57	0.48	0.86	0.54	0.38	0.52	1.2
HexaCBz	1.5	0.92	1.2	1.2	1.5	1.7	0.74	1.1	1.1

CBz = Klorbensenen.



Figur 9. HexaCBz-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2023.

Polybromerade difenyletrar (PBDE)

Slam

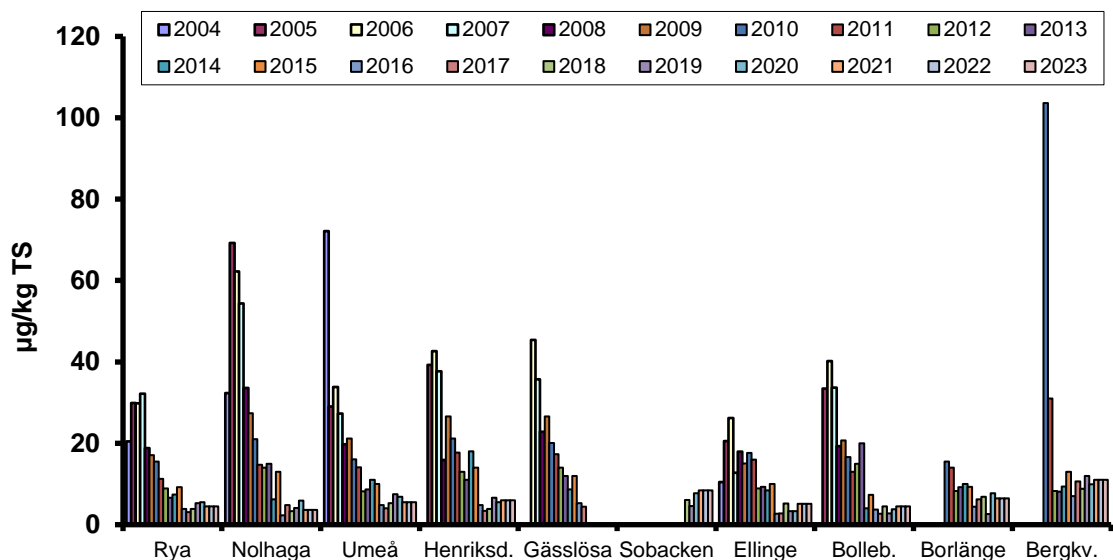
DecaBDE (#209) förekom, liksom tidigare år, i de högsta halterna i slam från alla ARV, se Tabell 7. Halter av tetraBDE (#47), pentaBDE (#99) och decaBDE i avloppsreningsverksslam under åren 2004-2023 redovisas i Figur 10-12.

Proverna från Bergkvara har utmärkt sig tidigare med relativt höga halter av tetraBDE (#47) och decaBDE, men har under senare år varit relativt jämförbara med övriga reningsverk.

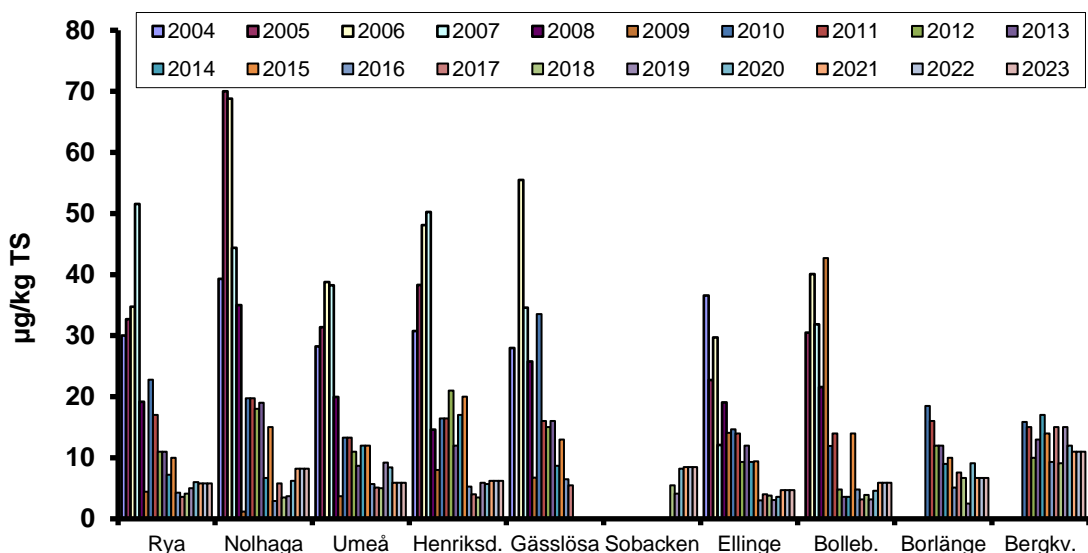
Generellt minskar halterna av PBDE förutom PBDE#209 som förekommer i relativt konstanta halter i slam.

Tabell 7. Resultat från 2022 och 2023 års prover, slam, PBDE ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

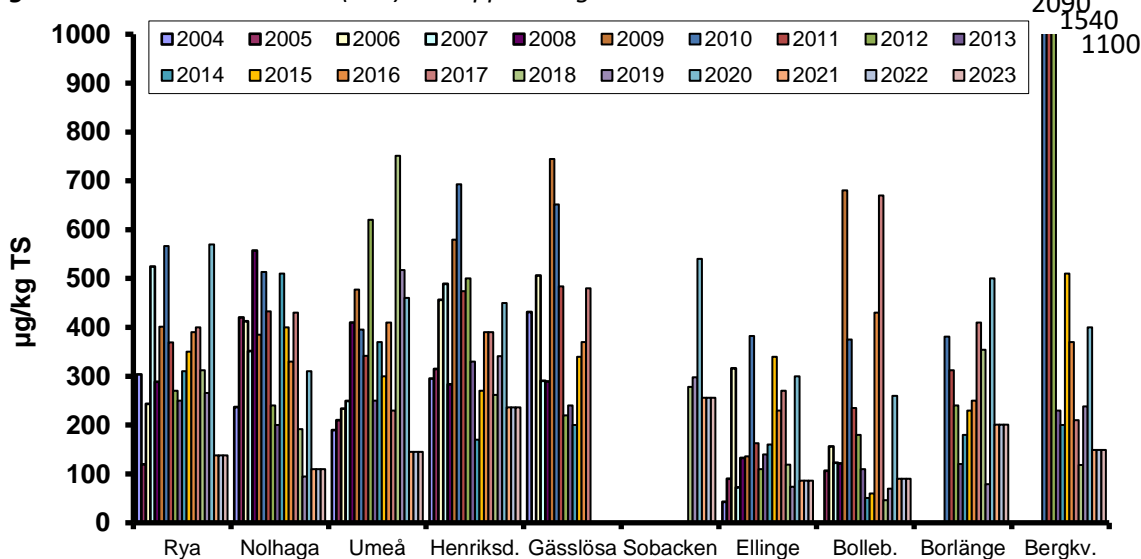
2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
# 28	0.12	0.051	0.13	0.16	0.16	0.072	0.082	0.14	0.17
# 47	4.6	4.2	5.2	5.3	7.9	3.2	3.2	6.6	7.9
# 99	5.4	8.5	6.4	6.5	8.5	3.7	3.8	7.5	9.1
# 100	1.1	1.8	1.3	1.4	1.7	0.80	0.76	1.7	2.1
# 153	0.71	1.10	0.69	0.78	2.0	0.44	0.39	0.93	1.0
# 154	0.53	0.92	0.58	0.46	0.94	0.33	0.32	0.69	0.78
# 183	0.48	0.13	0.24	0.41	0.85	0.16	0.15	0.22	0.44
# 209	230	210	75	270	230	85	35	120	230
2023									
# 28	0.10	0.081	0.11	0.094	0.14	0.068	0.080	0.13	0.13
# 47	3.8	3.6	4.7	4.1	5.5	2.7	4.9	4.4	5.6
# 99	4.2	4.0	6.1	4.8	5.7	2.6	7.6	4.8	7.0
# 100	0.96	1.0	1.4	1.1	1.5	0.66	1.7	1.1	1.6
# 153	0.49	0.47	0.73	0.50	1.1	0.29	0.81	0.54	0.67
# 154	0.38	0.37	0.50	0.36	0.57	0.25	1.0	0.35	0.56
# 183	0.40	0.30	0.22	0.38	0.97	0.24	0.23	0.40	0.50
# 209	160	87	92	150	190	63	44	160	140



Figur 10. Halter av TetraBDE (#47) i avloppsreningsverksslam år 2004-2023.



Figur 11. Halter av PentaBDE (#99) i avloppsreningsverksslam år 2004-2023.



Figur 12. Halter av DecaBDE (#209) i avloppsreningsverksslam år 2004-2023.

Övriga flamskyddsmedel

Slam

Tabell 8 redovisar halter av de övriga flamskyddsmedlen, inklusive de nya flamskyddsmedel som började mätas 2019. De innefattar pentabromtoluen (PBT), tetrabrometylcyklohexan (TBECH), hexabromcyklododekan (HBCDD), bis(tribromfenoxi)etan (BTBPE), 2-etylhexyl tetrabrombensoat (EH-TEBP), bis(2-etylhexyl)-tetrabromftalat (BEH-TBP), tetrabrombisfenol A (TBBPA) och tetraklorbisfenol A (TCBPA).

Av de nya flamskyddsmedlen förekom DBDPE i högst halt (median 140 µg/kg TS). Ett antal prov från 2023 innehöll mycket höga halter (> 1mg/kg). Även PBT detekterades frekvent men i lägre halter (runt 1 µg/kg TS). BTBPE, BEH-TEBP, EH-TBB, TBBPA och TCBPA detekterades inte i något av reningsverken men detektionsgränsen för flera av dessa är relativt höga.

Tabell 8. Resultat från 2022 och 2023 års analyser av "nya" flamskyddsmedel (µg/kg TS).

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
PBT	0.10	0.21	1.0	0.32	0.17	0.22	1.2	0.72	1.6
TBECH	<0.03	<0.03	<0.05	<0.1	<0.03	<0.03	<0.03	<0.1	<0.1
HBCDD	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.
BTBPE	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
DBDPE	30	3.5	100	190	7.0	25	300	37	93
EH-TBB	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
BEH-TEBP	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
TBBPA	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
TCBPA	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
2023									
PBT	0.13	0.28	0.31	0.082	0.11	0.061	0.50	0.18	0.40
TBECH	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.
HBCDD	Nedbr	Nedbr	Nedbr	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.
BTBPE	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
DBDPE	1250	330	3060	770	1100	960	440	1110	94
EH-TBB	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
BEH-TEBP	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
TBBPA	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25
TCBPA	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Nedbr. = Termisk nedbrytning (inget tillförlitligt värde kunde genereras). Interf. = interferens.

Klorparaffiner (Polyklorerade alkaner, PCA)

Slam

Tabell 9 redovisar halter av klorparaffiner (PCA) i avloppsreningsverksslam år 2022 och 2023.

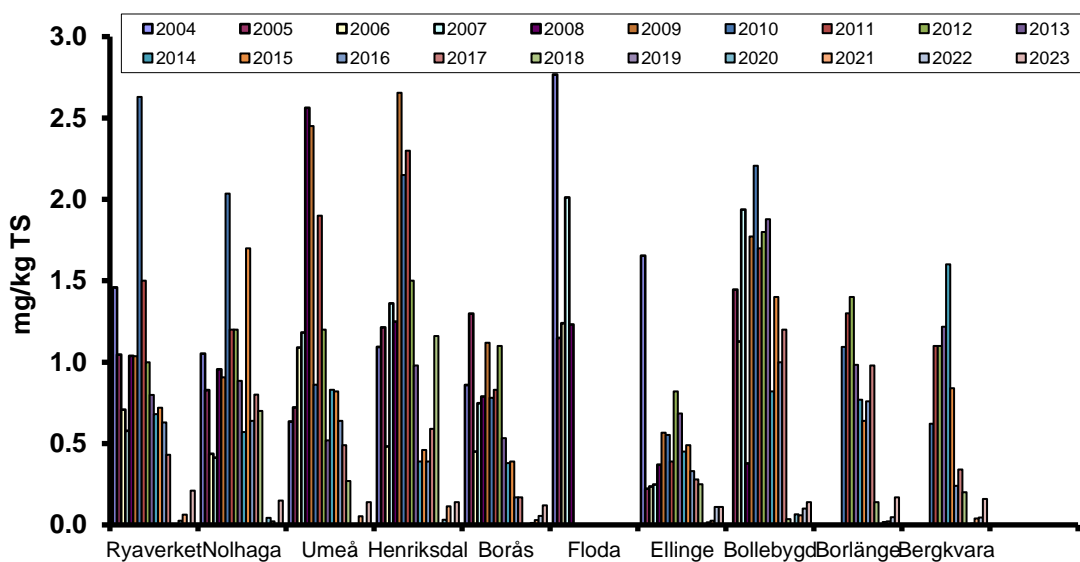
Sammanfattning av PCA-halter för åren 2004-2023 kan ses i Figur 13-15. Halter av klorparaffiner med korta och medellånga kolkedjor (SCCP och LCCP) varierade inte mycket mellan reningsverk. Långkedjiga klorparaffiner gick inte att analysera tillförlitligt med den använda analysmetoden (GC-MS med detektion av negativa joner) och fick därför uteslutas.

Generellt verkar halterna av SCCP och MCCP minska över tid.

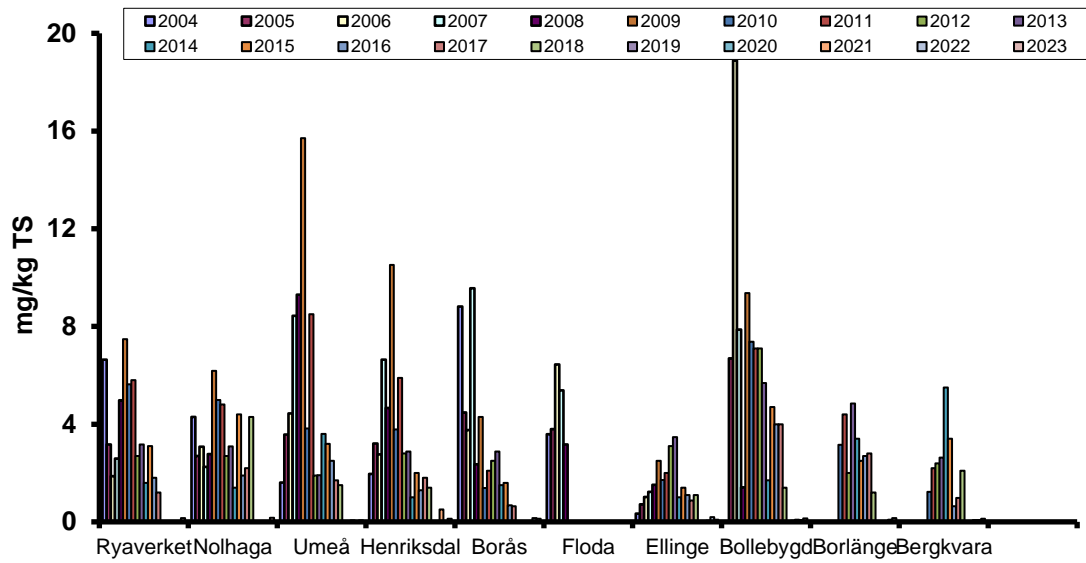
Tabell 9. Resultat från 2022 analyser av klorparaffiner (CP) ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
SCCP ¹	Interf.	Interf	Interf	Interf	56	110	100	48	46
MCCP ²	Interf	Interf	Interf	Interf	150	190	79	84	81
LCCP ³	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
2023									
SCCP ¹	210	150	140	140	120	110	140	170	160
MCCP ²	150	170	69	130	130	90	140	160	130
LCCP ³	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA

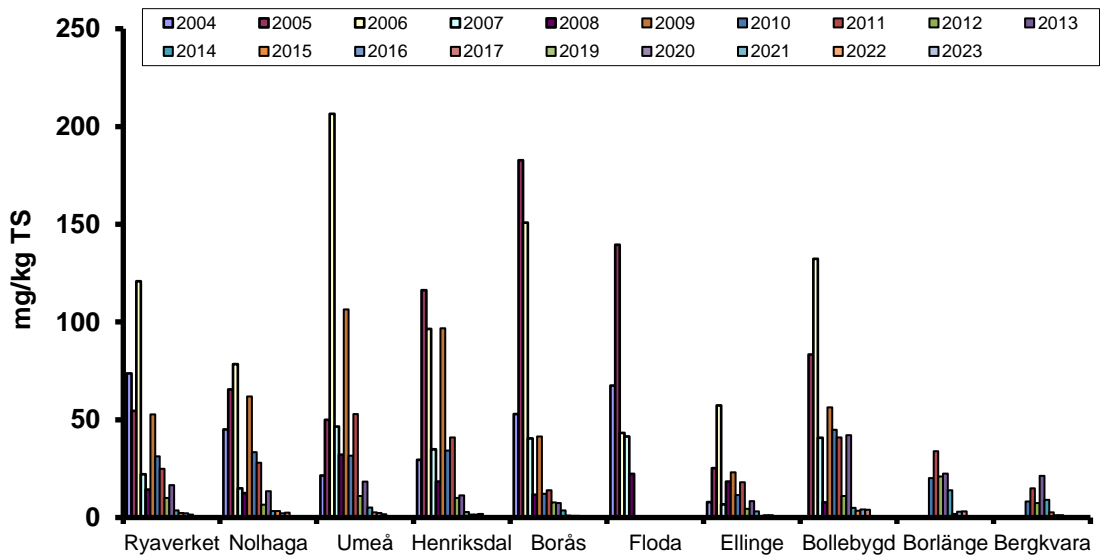
¹SCCP: Short chain CP, C₁₀-C₁₃. ²MCCP: Medium chain CP, C₁₄-C₁₇. ³LCCP: Long chain CP, C₁₈-C₂₀. EA. Ej analyserat



Figur 13. SCCP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2023.



Figur 14. MCCP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2023.



Figur 15. LCCP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2023.

PFAS/ Per och polyfluorerade organiska ämnen

De fluorerade ämnenas nomenklatur kan ses i Tabell 10.

Generellt har både utgående vatten och slam från Borås, Gässlösa ARV, haft högre halter av fluorerade ämnen än övriga verk. Vatten från Borås leds nu till det nya reningsverket i Sobacken. Halterna i prover från Sobacken var under år 2022 på samma nivå som halterna i preover från Henriksdal, medans övriga reningsverk hade något lägre halter.

Utgående vatten

Tabell 11 redovisar koncentrationer av fluorerade ämnen i utgående vatten år 2022. Från och med 2020 inkluderades även PFAS med ultrakorta kolkedjor i analyserna. Halterna av trifluorättiksyra (TFAA) är mycket högre än för övriga PFAS, men även perfluorpropansyra (PFPrA) och Perfluormetansulfonat (TFMA) hade högre halter än PFOA och PFOS. En jämförelse av PFOS- och PFOA-halter kan ses i Figur 16. Halterna av PFOS är i de flesta fall högre än halterna av PFOA.

Slam

Halter av fluorerade ämnen i avloppsreningsverksslam år 2022 redovisas i Tabell 12. Figur 17 och Figur 18 visar PFOS- och PFOA-halter i slammet 2004-2022, med generellt minskning halter över tiden.

Under år 2022 mättes förutom PFAS även extraherbart organiskt fluor (EOF). Halterna av PFAS utgör bara några få procent av EOF. Det finns alltså en stor mängd oidentifierade fluorerade ämnen i proverna.

Tabell 10. Nomenklatur perfluorerade ämnen.

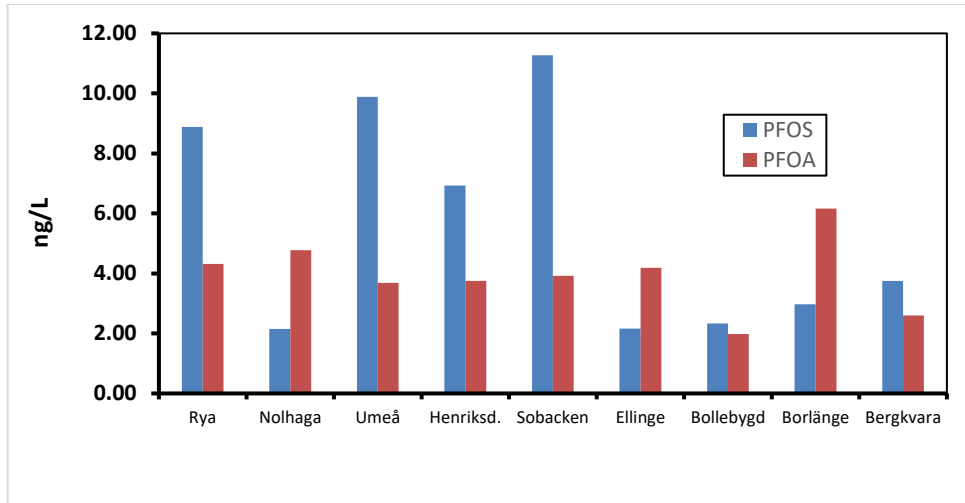
TFAA	Trifluorättiksyra
TFPrA	Perfluorpropansyra
PFBA	Perfluorbutansyra
PFPeA	Perfluorpentansyra
PFHxA	Perfluorhexansyra
PFHpA	Perfluorheptansyra
PFOA	Perfluoroktansyra
PFNA	Perfluornonansyra
PFDA	Perfluordekansyra
PFUnA	Perfluorundekansyra
PFDoA	Perfluordodekansyra
PFTTrDA	Perfluortridekansyra
PFTeDA	Perfluortetradekansyra
TFMS	Perfluormetansulfonat
PFEtS	Perfluoretansulfonat
PFPrS	Perfluorpropansulfonat
PFBS	Perfluorbutansulfonat
PFPeS	Perfluorpentansulfonat
PFHxS	Perfluorhexansulfonat
PFHpS	Perfluorheptansulfonat
lin-PFOS	Perfluoroktansulfonat, linjär
gr-PFOS	Perfluoroktansulfonat, grenad
PFNS	Perfluornonansulfonat
PFDS	Perfluordekansulfonat
PFDoDS	Perfluordodekansulfonat
6:2 FTSA	6:2 Fluortelomersulfonsyra
8:2 FTSA	8:2 Fluortelomersulfonsyra
PFOSA	Perfluoroktansulfonamid

Tabell 11. Resultat från 2022-års prover, utgående vatten (ng/L). Nomenklatur se Tabell 10.

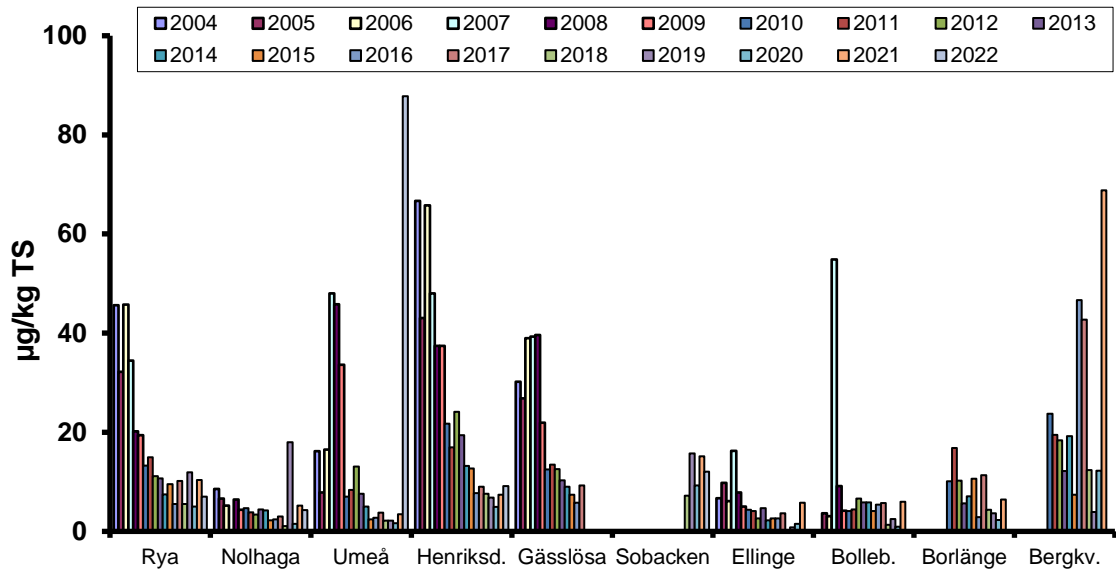
2022	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
TFAA	362	574	530	797	741	375	318	334	835
PFPrA	4.80	9.26	5.21	17.62	19.53	3.20	2.26	67.51	3.23
PFBA	<2	3.94	3.40	6.88	6.29	3.16	7.10	5.03	5.12
PFPeA	2.82	3.55	3.46	2.99	3.21	2.54	2.10	2.95	3.03
PFHxA	2.64	4.49	4.43	4.88	4.04	2.78	3.28	3.65	3.92
PFHpA	0.81	1.95	1.46	2.52	2.09	1.46	0.25	1.91	2.01
PFOA	4.32	4.77	3.69	3.75	3.92	4.19	1.98	6.16	2.60
PFNA	0.56	0.72	0.94	0.97	0.71	0.47	0.35	1.51	0.38
PFDA	0.30	0.31	1.12	0.41	0.32	0.33	0.32	1.14	0.20
PFUnA	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
PFDoDA	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
TFMS	9.20	4.73	3.62	3.91	9.61	4.38	5.38	7.28	4.14
PFEtS	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
PFPrS	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
PFBS	1.06	0.75	1.11	4.16	3.06	0.79	0.51	0.73	0.85
PFPeS	0.31	0.19	0.20	0.26	0.80	0.12	0.18	0.22	0.93
PFHxS	1.45	0.42	1.28	1.43	3.30	0.88	0.69	1.52	3.48
PFHpS	0.16	<0,10	0.19	0.13	0.35	<0,10	0.15	<0,10	0.25
lin-PFOS	4.78	1.04	5.23	3.08	5.59	0.95	1.16	1.87	1.88
gr-PFOS	4.10	1.11	4.65	3.85	5.68	1.21	1.17	1.10	1.87
6:2 FTSA	2.00	0.48	0.99	3.74	3.16	0.76	1.67	2.56	1.14
6:2 FTSA	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30

Tabell 12. Resultat från 2022-års prover, slam, perfluorerade ämnen ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$). Nomenklatur se Tabell 10. Interf. = störande interferens.

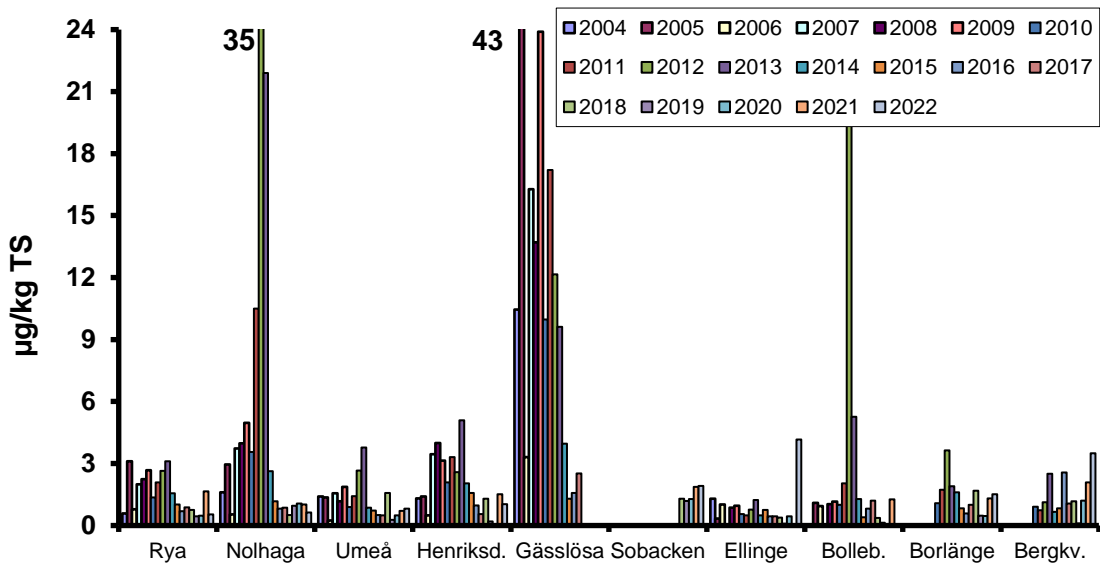
2022	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
PFBA	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
PFPeA	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	1.88	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5
PFHxA	1.54	0.27	1.44	2.35	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
PFHpA	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	0.73	<0.50	0.55	<0.50
PFOA	0.54	0.63	0.81	1.04	1.92	4.17	<0.40	1.52	3.49
PFNA	0.31	0.30	<0.26	0.73	1.20	2.45	<0.26	2.32	17.4
PFDA	0.98	0.58	0.45	2.33	1.97	5.52	0.29	5.69	16.30
PFUnDA	0.82	0.17	0.36	1.13	0.77	4.76	3.68	11.7	24.2
PFDoDA	0.82	0.18	0.42	1.21	0.68	6.21	1.90	8.94	22.60
PFTriDA	0.37	0.06	0.13	0.41	0.20	2.20	5.69	5.83	5.46
PFTeDA	0.39	0.12	0.22	0.55	0.30	2.86	3.67	6.05	12.5
PFBS	0.30	<0.15	0.21	0.18	0.22	0.20	<0.15	<0.15	<0.15
PFPeS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
PFHxS	<0.10	0.14	0.61	<0.10	0.22	Interf.	<0.10	Interf.	0.80
PFHpS	<0.10	<0.10	0.49	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
lin-PFOS	6.31	3.58	71.6	8.12	10.4	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.
gr-PFOS	0.72	0.71	16.2	1.02	1.65	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.
PFNS	<0.10	0.14	0.15	0.16	<0.10	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.
PFDS	0.12	0.14	0.25	0.40	0.70	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.
PFDoDS	<0,10	<0,10	0.21	<0.10	0.15	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.
6:2 FTSA	4.34	<0.10	31.2	7.21	1.94	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.
8:2 FTSA	1.42	0.25	5.50	2.62	1.62	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.
FOSA	0.29	<0.10	0.29	0.57	0.48	0.19	<0.10	<0.10	0.62
EOF	666	360	439	440	1517	384	313	569	562



Figur 16. PFOA- och PFOS-halter (ng/L) i utgående vatten, ARV (2022).



Figur 17. PFOS-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2022.



Figur 18. PFOA-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2022.

Metylsiloxaner

Slam

Tabell 13 sammanfattar nomenklaturen för metylsiloxaner och Tabell 14 redovisar halter av metylsiloxaner i avloppsreningsverksslam år 2022 och 2023.

Halterna av cykliska metylsiloxaner (främst D5) är betydligt högre än halterna av linjära metylsiloxaner. Halter i avloppsslam, åren 2004-2023, redovisas i Figur 19-21. De är avtagande för D5 och D6, men relativt konstante eller till och med ökande för D4.

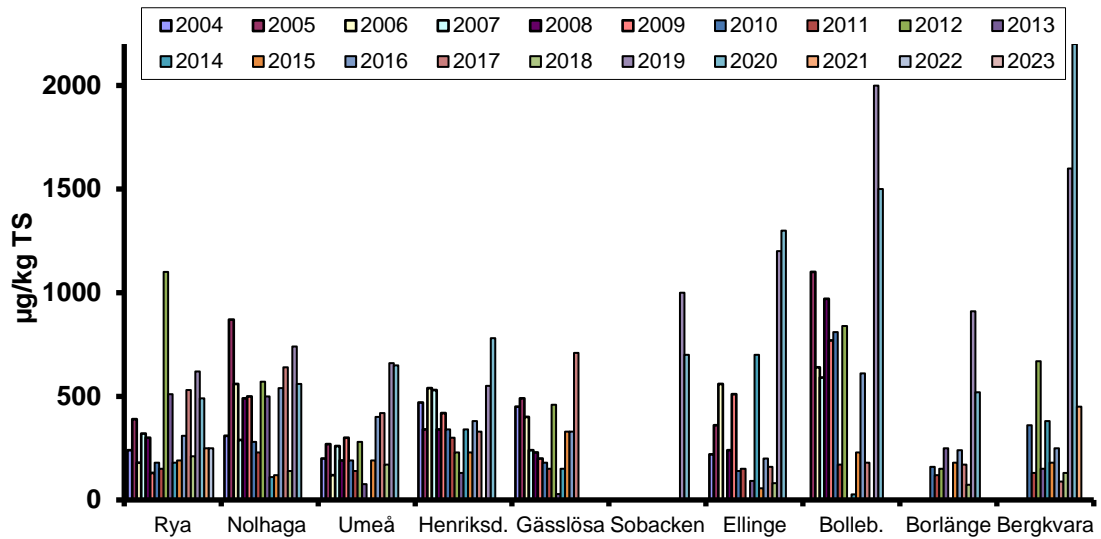
Halterna av linjära metylsiloxaner var lägre, men ökar över tid i slam från flera reningsverk. Figur 22 visar tidstrenden för MD3M.

Tabell 13. Nomenklatur metylsiloxaner.

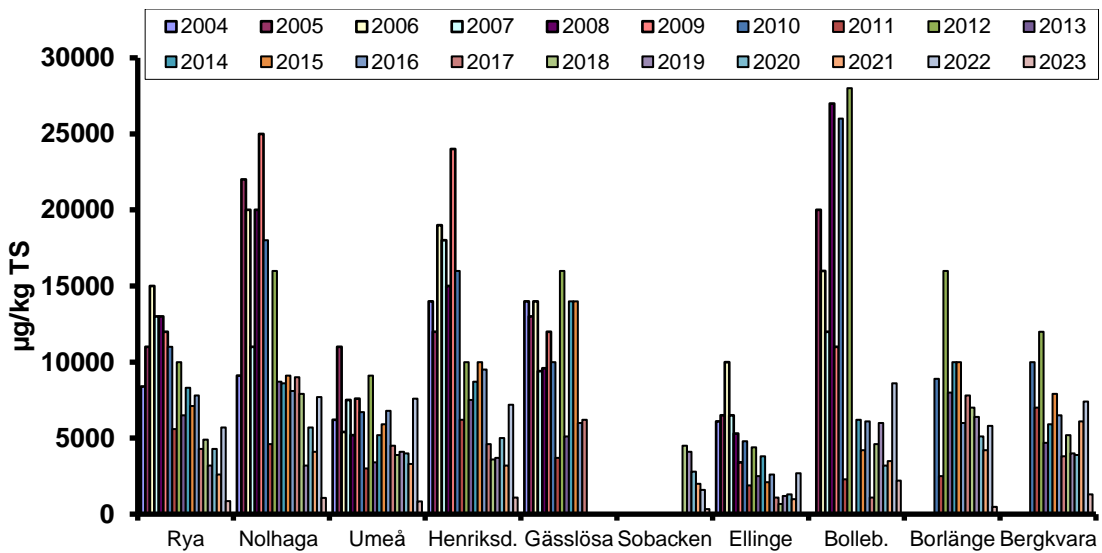
D4	Oktametylcyklotetrasiloxan	MM	Hexametyldisiloxan
D5	Dekametylcyklopentasiloxan	MDM	Oktametyltrisiloxan
D6	Dodekametylcyklohexasiloxan	MD2M	Dekametyltetrasiloxan
		MD3M	Dodekametylpentasiloxan

Tabell 14. Resultat från 2022 och 2023 års prover, slam, metylsiloxaner ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

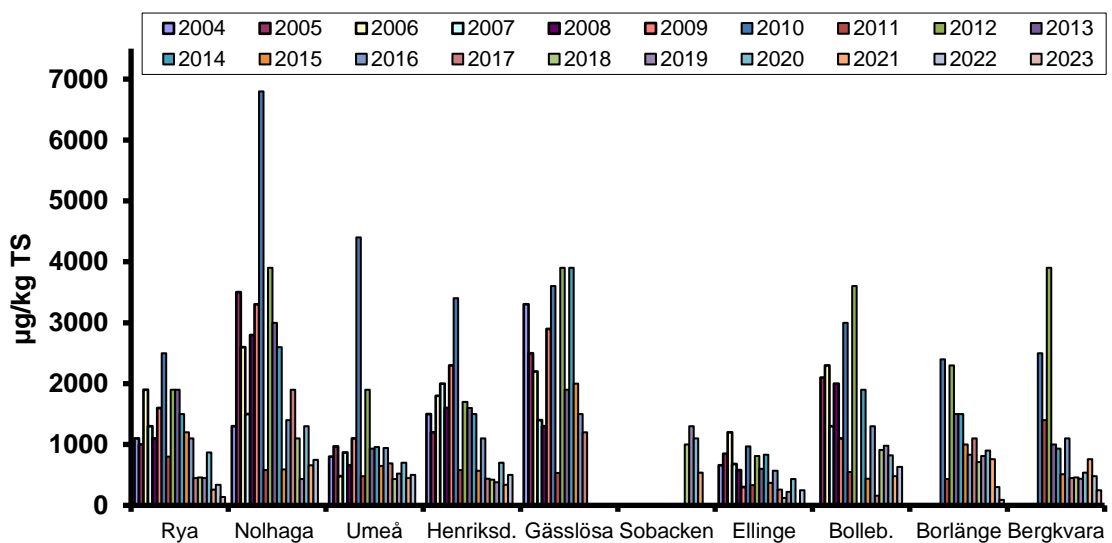
2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
D4	250	<250	<250	<205	<250	<250	<250	<250	<250
D5	5700	7700	7600	7200	1600	2700	8600	5800	7400
D6	340	750	500	500	<100	250	630	300	480
MM	<2	5.2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
MDM	26	36	47	24	4.8	<4	140	9.2	72
MD2M	80	320	94	190	17	34	240	47	110
MD3M	190	470	290	260	<110	<110	460	140	230
Summa D4-D6	6040	8450	8100	7700	1600	3200	9230	6100	7880
Summa MM-MD3M	296	831	431	474	22	34	853	218	412
2023									
D4	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250	<250
D5	870	1060	830	1100	330	<80	2200	490	1300
D6	140	<80	<80	<80	<80	<80	<80	90	250
MM	<2	<2	<2	<2	<2	<2	20	<2	<2
MDM	5.2	6	17	6.6	<4	<4	38	<4	16
MD2M	19	23	18	32	<6	<6	60	<6	31
MD3M	86	82	76	69	<25	<25	160	49	84
Summa D4-D6	1010	1060	830	1100	330	nd	2200	580	1550
Summa MM-MD3M	110	111	111	108	nd	nd	278	49	131



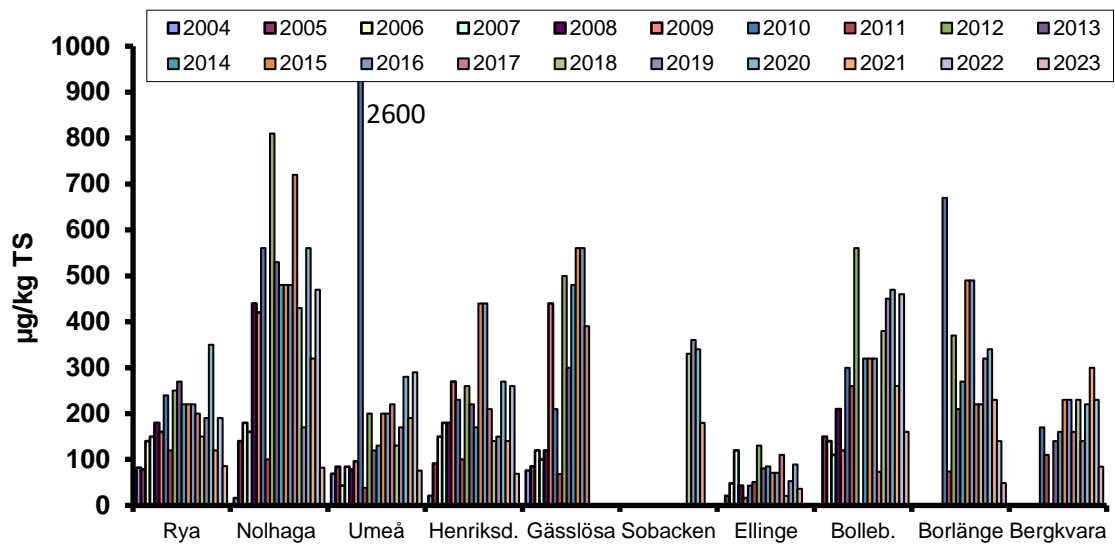
Figur 19. Oktametylcyclotetrasiloxan (D4) i avloppsreningsverksslam år 2004-2023.



Figur 20. Dekametylcyklopentasiloxan (D5) i avloppsreningsverksslam år 2004-2023.



Figur 21. Dodekametylcyklohexasiloxan (D6) i avloppsreningsverksslam år 2004-2023.



Figur 22. Dodekametylpentasiloxan (MD3M) i avloppsreningsverksslam år 2004-2023.

Pesticider

Utgående vatten

Tabell 15 redovisar 2022 och 2023 års halter av de pesticider som började mätas 2019 i utgående vatten. Piperonylbutoxid, permetrin och terbutryn detekterades frekvent och då i halter runt 10 ng/L (piperonylbutoxid) respektive mellan 1 och 10 ng/L. Cypermetrin detekterades i tre prover 2023 och imidacloprid detekterades inte i vatten från något ARV. Detektionsgränserna för dessa ämnen var dock relativt höga.

Slam

Tabell 16 redovisar 2022 och 2023 års halter av de pesticider som började mätas 2019 i slam. Piperonylbutoxid och permetrin detekterades i samtliga prover, cypermetrin detekterades i tre prover från 2022 och terbutryn i ett prov 2022 och tre prov 2023. Piperonylbutoxid och permetrin förekom i haltintervallet 1-130 µg/kg TS. I de fall cypermetrin detekterades förekom detta ämne i liknande halter. Terbutryn detekterades i en halt av 7.1 µg/kg TS i slam från Ryaverket 2022 och i haltintervallet 0.3-1.2 µg/kg i slam från tre reningsverk 2023. Imidacloprid kunde inte detekteras i något prov, möjligen p.g.a. en relativt hög detektionsgräns.

Tabell 15. Resultat från 2022 och 2023 års analyser av pesticider (ng/L TS) i vatten.

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henrik- sdal	Soba- cken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Piperonylbutoxid	9.5	12	32	5.5	1.3	2.2	20	14	2.3
Permetrin	4.6	3.4	8.5	25	5.7	7.1	8.4	<3	<3
Cypermetrin	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Terbutryn	2.5	2.3	2.1	1.6	1.0	2.6	2.0	2.0	<1.0
Imidacloprid	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
2023									
Piperonylbutoxid	43	14	20	9.9	1.1	3.1	18	16	1.6
Permetrin	2.5	7.2	5.6	3.8	2.5	<2	<2	<2	<2
Cypermetrin	<2	3.2	2.5	2.0	<2	<2	<2	<2	<2
Terbutryn	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Imidacloprid	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20

Tabell 16. Resultat från 2022 och 2023 års analyser av pesticider (µg/kg TS) i slam.

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henrik- sdal	So- backa	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Piperonylbutoxid	25	1.2	4.9	30	22	18	11	20	6.7
Permetrin	54	19	13	49	40	46	30	81	16
Cypermetrin	150	<10	<10	<10	<10	<10	<10	21	12
Terbutryn	7.1	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Imidacloprid	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
2023									
Piperonylbutoxid	66	15	16	130	15	17	4.1	27	0.94
Permetrin	90	36	43	49	120	35	30	85	11
Cypermetrin	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Terbutryn	1.2	<0.3	<0.3	0.5	<0.3	0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Imidacloprid	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20

Klorfenoler, alkylfenoler, bisfenoler, TMDD och BHT

Utgående vatten

Klorfenoler har tidigare år detekterats med låg frekvens. För att öka detektionsfrekvensen analyseras proverna sedan 2019 med en mer känsligare analysteknik (GC-HRMS). De flesta klorfenolerna detekteras nu i utgående vatten från ARV, Tabell 17. 2,4- och 2,6-Diklorfenol, 2,4,6-triklorfenol, 2,3,4,6-tetraklorfenol och pentaklorfenol förekom i högsta halter utgående vatten. Dessa isomerer är även dominanta i tekniska klorfenolpreparat. Bromfenolerna förekom i jämförbara halter än klorfenolerna. 2,4,6-Tribromfenol förekom i högst halt, upp till 7.9 ng/L.

Bisfenol A detekterades i samtliga vattenprover 2022 och 2023 i halter mellan 21 ng/L och 240 ng/L, medans 4-nonylfenoler, 4-*tert*-oktylfenol och BHT inte kunde detekteras i något prov.

Bisfenol F detekterades 2022 i vattenprover från Henriksdal och Ellinge i relativt höga halter, 200 ng/L respektive 290 ng/L och i samtliga prover från 2023 – med högst halt i vatten från Ryaverket (1300 ng/L). Bisfenol AF detekterades enbart i vatten från Nolhaga 2022 och i relativt låg halt (17 ng/L). Bisfenol S kunde inte bestämmas p.g.a. termisk degradering.

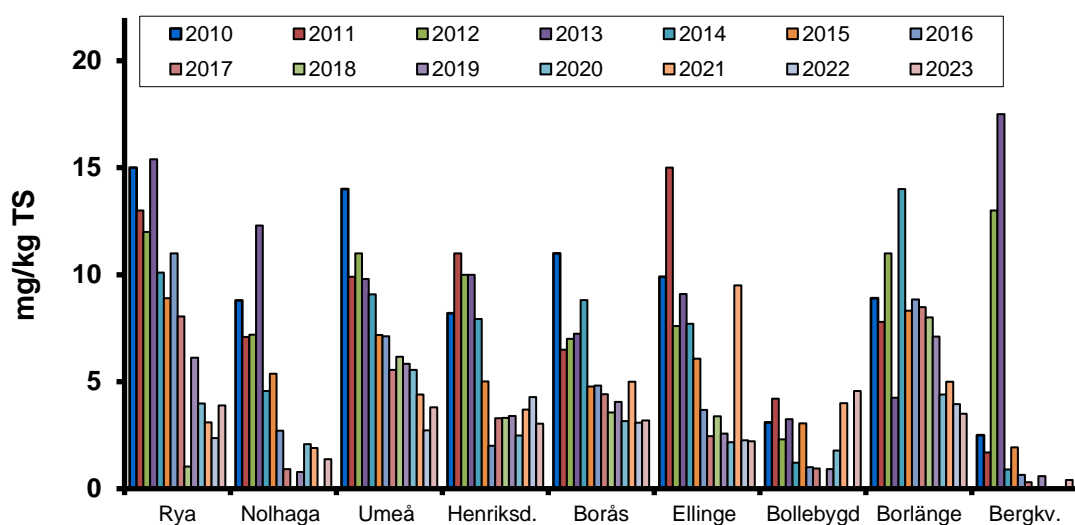
TMDD (2,4,7,9-tetrametyldec-5-yne-4,7-diol) detekterades däremot i samtliga prover från 2022 och 2023 i relativt höga halter, mellan 330 ng/L och 7700 ng/L.

Slam

De flesta klorfenolerna detekteras även i slam från 2022 och 2023, Tabell 18. Kongenerprofilen för de klorerade och bromerade fenolerna påminner om den som observerades i vatten.

Nonylfenol detekterades i sex av nio ARV 2022 och i alla ARV 2023, Tabell 18. Figur 23 visar halterna av nonylfenoler i slam från år 2010-2023. Halterna av nonylfenoler minskar över den studerade tidsperioden. Oktylfenol och BHT kunde inte detekteras i något prov från 2022-2023.

TMDD detekterades i samtliga slam i halter mellan 10 och 120 µg/kg. Bisfenol A detekterades i 4 av 9 prover 2022 och 8 av 9 prover 2023 i halter mellan 3 och 18 µg/kg TS. Bisfenol AF detekterades i slam från Ryaverket 2022 och 2023 (ca 1 µg/kg TS), Bisfenol F detekterades i slam från Ryaverket 2023 (4.5 µg/kg TS) och bisfenol S kunde inte bestämmas p.g.a. ovan nämnda analysvårighet.



Figur 23. Nonylfenolhalter (år 2010-2023) i avloppsreningsverksslam.

Tabell 17. Brom/klorfenoler, alkyl- och bisfenoler, TMDD och BHT i vatten från 2022-2023 (ng/L).

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
2-monoCP	0.17	0.11	0.10	0.063	0.082	0.061	0.79	0.086	0.091
3-monoCP	0.091	0.084	0.072	0.033	0.088	0.020	0.49	0.078	<0,02
4-monoCP	0.36	0.31	0.80	0.37	0.16	0.21	8.0	0.35	0.36
2,6-diCP	4.4	0.16	0.69	13	1.7	2.6	1.6	0.79	1.2
2,4+2,5-diCP	0.50	0.18	0.55	3.0	0.85	1.0	0.41	0.79	0.39
3,5-diCP	0.12	0.14	0.51	0.030	0.035	0.016	0.66	0.17	<0,02
2,3-diCP	0.076	<0,02	0.031	0.014	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
3,4-diCP	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
2,4,6-triCP	3.7	0.75	2.2	3.4	4.1	14	0.45	9.7	3.9
2,3,6-triCP	0.092	0.038	0.020	0.030	0.054	0.040	<0,02	0.059	0.021
2,3,5-triCP	0.10	0.031	0.022	0.019	<0,02	0.013	0.016	0.011	<0,02
2,4,5-triCP	0.16	0.028	0.050	0.087	0.044	0.025	0.020	0.080	0.034
2,3,4-triCP	0.13	<0,02	0.012	0.016	<0,02	<0,02	<0,02	0.013	0.012
3,4,5-triCP	0.34	0.19	0.11	0.070	0.049	0.071	0.20	0.093	0.027
2346/2356-teCP	1.5	0.49	3.7	1.0	1.5	4.2	0.20	7.3	2.2
2,3,4,5- teCP	0.61	0.16	0.048	0.14	0.052	0.037	0.048	0.077	0.06
PentaCP	3.4	0.68	1.2	1.2	0.83	0.48	0.19	2.0	1.0
2,4-diBP	7.1	0.32	0.22	0.25	0.12	0.34	0.23	0.14	0.62
2,4,6-triBP	5.8	1.6	2.0	3.0	2.9	5.2	1.8	2.4	7.9
4-t-OP	<10	<40	<10	<10	<20	<10	<20	<10	<10
4-NP	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Bisfenol A	98	180	180	81	76	110	220	110	79
Bisfenol AF	<10	17	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Bisfenol F	<20	<20	<20	200	<20	290	<20	<20	<20
TMDD	7700	880	5500	1100	330	3800	1500	1400	440
BHT	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
2023									
2-monoCP	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.
3-monoCP	0.023	1.3	0.30	0.042	0.14	0.032	0.073	0.39	0.023
4-monoCP	0.87	2.2	1.6	0.94	0.67	0.41	0.33	1.3	0.81
2,6-diCP	5.8	1.6	6.9	6.8	1.1	2.0	0.66	1.4	1.3
2,4+2,5-diCP	1.2	0.63	1.2	1.2	0.80	2.7	0.3	1.2	2.2
3,5-diCP	0.020	0.66	0.27	<0,02	0.53	0.026	0.17	1.1	0.024
2,3-diCP	0.20	0.26	0.26	0.22	0.023	0.014	0.006	0.046	0.017
3,4-diCP	1.4	1.5	1.7	2.1	0.93	1.2	0.7	0.6	0.8
2,4,6-triCP	1.9	0.86	47	4.7	6.0	28	6.8	28	2.7
2,3,6-triCP	0.029	0.033	0.032	0.019	0.023	0.044	0.022	0.043	0.022
2,3,5-triCP	0.013	0.015	0.023	0.006	0.012	0.011	0.011	0.029	0.010
2,4,5-triCP	0.044	0.052	0.16	0.057	0.090	0.069	0.065	0.22	0.16
2,3,4-triCP	0.029	0.011	0.016	0.018	0.11	0.007	0.004	0.072	0.051
3,4,5-triCP	0.025	0.36	0.17	0.039	0.33	0.11	0.091	0.69	0.03
2346/2356-teCP	1.3	0.32	27	0.87	2.9	8.4	3.1	15	1.1
2,3,4,5- teCP	0.048	0.027	0.086	0.021	0.045	0.022	0.059	0.073	0.032
PentaCP	1.4	0.30	3.3	1.2	1.4	0.86	1.3	4.2	1.2
2,4-diBP	13	4.3	5.2	4.8	5.1	3.7	3.2	3.0	4.0
2,4,6-triBP	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.
4-t-OP	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
4-NP	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Bisfenol A	200	72	240	21	140	57	200	100	38
Bisfenol AF	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Bisfenol F	1300	29	32	14	110	6.3	15	22	5.9
TMDD	4900	980	2200	590	1900	420	2500	520	1200
BHT	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10

CP: Klorfenol, BP: Bromfenol, 4-NP: 4-nonylfenoler, 4-t-OP: 4-t-oktylfenol. TMDD: 2,4,7,9-tetrametyldec-5-yne-4,7-diol. BHT: Butylhydroxitoluen. Interf. = Interferens.

Tabell 18. Brom/klorfenoler, alkyl- och bisfenoler, TMDD och BHT i slam från 2022-2023 ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
2-monoCP	0.80	6.7	6.2	1.1	0.46	0.86	20	4.1	EA
3-monoCP	0.15	0.44	0.62	3.4	0.45	0.062	0.76	0.15	EA
4-monoCP	3.8	14	7.6	4.6	5.9	2.7	20	4.6	EA
2,6-diCP	1.1	48	25	1.6	1.2	4.4	90	14	EA
2,4+2,5-diCP	1.1	1.9	3.1	20	1.6	0.61	5.4	2.6	EA
3,5-diCP	0.52	15.0	3.3	7.7	2.7	0.018	16	0.040	EA
2,3-diCP	<0,03	0.078	0.040	0.17	0.026	<0,02	0.23	0.020	EA
3,4-diCP	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
2,4,6-triCP	3.4	1.8	2.9	1.4	4.5	2.8	8.8	4.7	EA
2,3,6-triCP	0.068	0.047	0.032	0.022	0.048	0.021	0.17	0.059	EA
2,3,5-triCP	0.12	4.8	1.0	0.30	1.8	0.027	7.8	0.10	EA
2,4,5-triCP	0.15	3.6	0.25	1.0	0.079	0.11	1.6	1.00	EA
2,3,4-triCP	<0,02	0.016	0.042	0.032	0.026	<0,02	0.16	0.11	EA
3,4,5-triCP	0.23	8.2	1.3	6.5	1.2	<0,02	3.1	0.16	EA
2346/2356-teCP	2.3	2.1	4.2	3.3	5.9	5.7	22	25	EA
2,3,4,5- teCP	0.28	1.3	0.45	1.6	0.66	0.13	4.1	2.1	EA
PentaCP	5.3	2.5	1.2	1.3	0.78	1.6	2.4	4.2	EA
2,4-diBP	0.13	0.15	0.11	0.15	0.25	0.14	0.35	2.5	EA
2,4,6-triBP	0.19	0.26	0.21	0.11	6.5	0.23	0.50	0.26	EA
4-t-OP	<231	<43	<531	<600	<406	<173	<25	<235	<10
4-NP	2360	<550	2730	4280	3090	2260	<630	3960	<550
Bisfenol A	<3	<3	3.3	<3	<3	<3	4.6	6.3	11
Bisfenol AF	1.1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Bisfenol F	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
TMDD	100	44	26	31	63	40	16	40	27
BHT	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500
2023									
2-monoCP	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.
3-monoCP	0.30	0.89	0.32	0.56	1.54	0.11	0.18	0.24	0.22
4-monoCP	9.8	17	8.3	15	8.8	10	12	6.8	12
2,6-diCP	3.7	7.3	4.5	3.5	1.6	2.9	2.3	1.1	61
2,4+2,5-diCP	3.7	8.8	3.1	14	34	5.3	3.6	2.5	2.7
3,5-diCP	7.2	11	5.6	5.1	27	4.1	0.18	6.4	0.058
2,3-diCP	0.11	0.50	0.026	0.034	0.23	0.027	0.042	0.060	0.049
3,4-diCP	14	29	29	16	33	16	6.5	16	6.5
2,4,6-triCP	4.7	21	5.3	5.1	4.0	6.4	6.8	2.4	6.3
2,3,6-triCP	0.12	0.39	0.11	0.11	0.13	0.095	0.085	0.030	0.042
2,3,5-triCP	7.4	0.78	0.74	2.3	1.0	3.6	0.078	2.4	0.057
2,4,5-triCP	0.68	0.51	0.46	0.64	1.7	0.53	0.54	0.63	0.5
2,3,4-triCP	0.082	0.34	0.039	0.045	0.13	0.16	0.064	0.11	0.041
3,4,5-triCP	1.0	5.7	3.9	0.81	9.4	1.8	0.087	0.81	0.25
2346/2356-	3.0	8.7	5.7	2.7	1.0	1.8	2.8	0.59	3.4
2,3,4,5- teCP	0.84	2.11	0.58	0.66	1.6	1.1	0.63	0.44	0.87
PentaCP	2.7	17	1.7	2.9	2.5	1.8	5.1	1.4	9.4
2,4-diBP	1.4	1.0	0.22	0.27	0.39	0.51	0.59	0.14	0.75
2,4,6-triBP	6.2	25	2.8	3.7	2.4	4.1	7.1	2.0	9,5
4-t-OP	<440	<120	<480	<470	<240	<180	<50	<320	<110
4-NP	3900	1380	3800	3040	3190	2220	4560	3500	410
Bisfenol A	18	4.6	9.9	4.5	2.6	5.5	<1	3.4	3.0
Bisfenol AF	1.2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Bisfenol F	4.5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
TMDD	31	38	39	16	120	16	13	39	9.8
BHT	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30

CP: Klorfenol, BP: Bromfenol, 4-NP: 4-nonylfenoler, 4-t-OP: 4-t-oktylfenol. TMDD: 2,4,7,9-tetrametyldec-5-yne-4,7-diol. BHT: Butylhydroxitoluen. Interf. = Interferens.

Organofosfater

Organofosfater (OP) används främst som additiv i en mängd olika produkter, bl. a. i oljeprodukter och som flamskyddsmedel och mjukgörare i plaster [6]. Organofosfaternas nomenklatur se Tabell 19. Av de tre OP som tillkom 2019 detekterades enbart tri-*iso*-butylfosfat (TiBP) frekvent i både utgående vatten och slam. Trixylylfosfat och isopropylrad fenylfosfat (iPrPP) detekterades inte i slam och inte i vatten 2022. Detektionsgränserna var dock relativt höga. Under 2023 detekterades båda ämnena i vatten och iPrPP i slam, men i relativt låga halter.

Utgående vatten

Tris(2-kloroisopropyl)fosfat (TCPP), tris(1,3-dikloroisopropyl)fosfat (TDCPP), tris(2-butoxietyl)fosfat (TBEP) och butylfosfater (TBP och TiBP) förekom i högre halter än övriga OPs i utgående vatten, se Tabell 20. Det kan förklaras med deras relativt höga användning och vattenlöslighet.

Tabell 19. Nomenklatur organofosfater.

TiBP	Tri- <i>iso</i> -butylfosfat
TBP	Tri- <i>n</i> -butylfosfat
TCEP	Tris(2-kloroetyl)fosfat
TCPP	Tris(2-kloroisopropyl)fosfat
TDCPP	Tris(1,3-dikloropropyl)fosfat
TBEP	Tris(2-butoxietyl)fosfat
TPP	Trifenylfosfat
EHDPP	2-Etylhexyldifenylfosfat
TEHP	Tri2-etylhexylfosfat
TCP	Triresylfosfat
TXP	Trixylylfosfat
iPrPP	Tri- <i>iso</i> -propylfenylfosfat

Tabell 20. Resultat från 2022 och 2023 års prover, utgående vatten (ng/L).

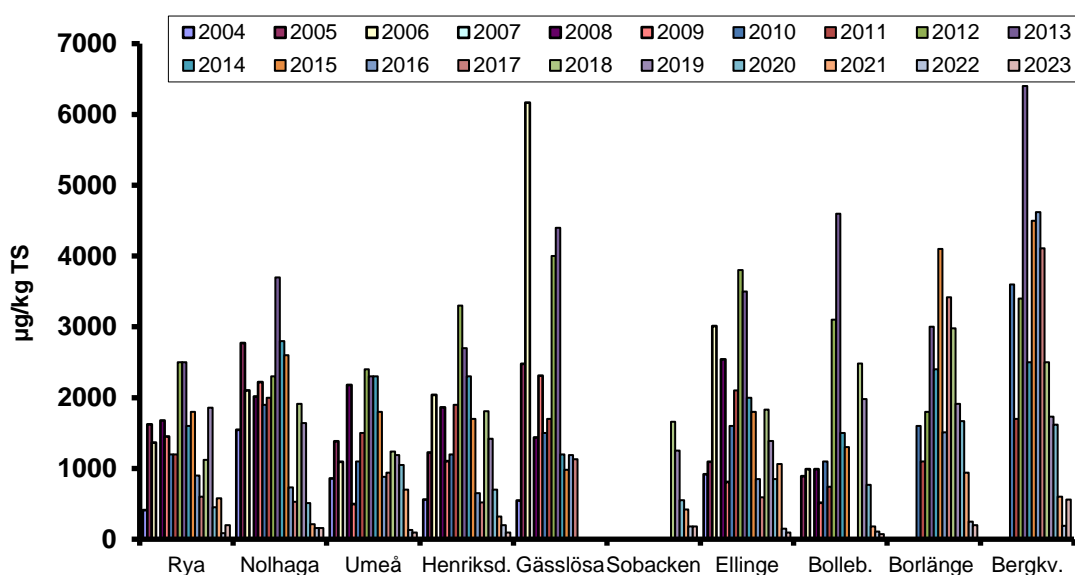
2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
TiBP	46	58	170	15	28	110	92	78	38
TBP	33	50	82	20	20	44	54	68	25
TCEP	34	38	54	36	28	38	41	44	27
TCPP	600	1600	110	110	60	240	2400	420	450
TDCPP	32	170	6.8	4.8	1.9	13	150	22	26
TBEP	16	72	45	7.8	6.3	54	630	91	110
TPP	5.7	12	1.3	0.8	2.2	8.1	35	19	9.5
EHDPP	1.4	13	2.5	4.1	1.4	2.1	3.5	2.6	1.8
TEHP	0.7	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.6	0.7
TCP	<4	10	<4	<4	<4	6.4	12	12	4.0
TXP	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
iPrPP	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
2023									
TiBP	64	99	110	40	55	27	42	57	37
TBP	43	98	89	290	31	28	53	80	24
TCEP	53	70	100	47	49	39	48	72	20
TCPP	2200	5100	3600	900	1500	1200	1800	2200	830
TDCPP	85	360	200	42	81.0	54	110	110	26
TBEP	720	810	600	370	43	150	1700	770	260
TPP	11	12	11	4.1	13	7.6	20	16	9.4
EHDPP	29	13	12	18	6.3	2.8	7.1	7.0	4.4
TEHP	1.0	0.4	0.5	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4
TCP	<2	9.7	6.9	5.3	4.6	<2	2.5	<2	<2
TXP	<1	9.0	6.9	4.1	1.5	<1	<1	<1	<1
iPrPP	8.6	3.4	2.8	2.2	3.8	<2	<2	<2	<2

Slam

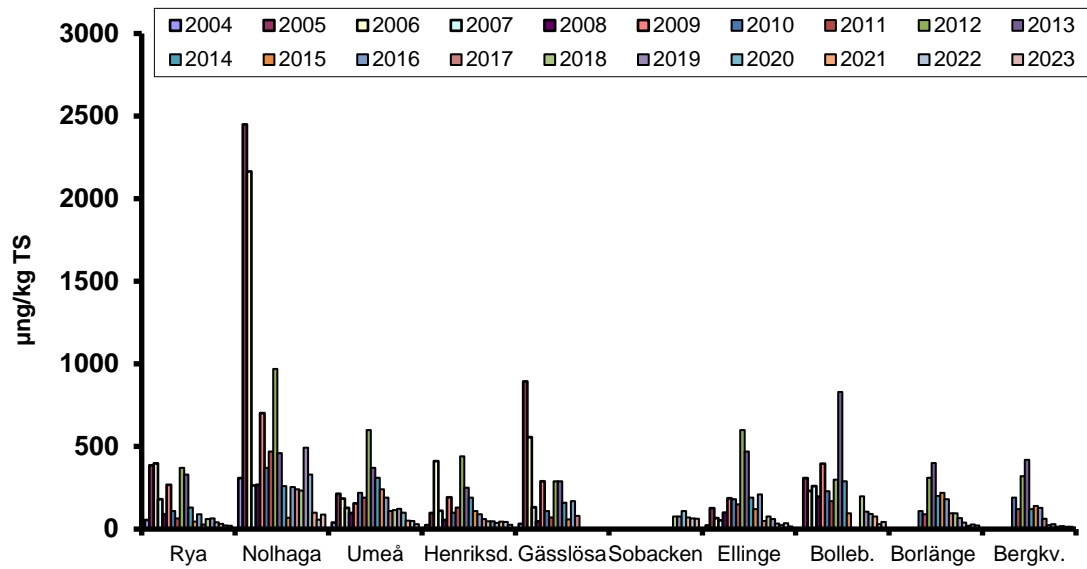
Tabell 21 redovisar halter av OP i avloppsreningsverksslam från 2022 och 2023. Haltjämförelse av tris(2-kloroisopropyl)fosfat (TCPP), tris(1,3-dikloropropyl)fosfat (TDCPP), trifenyfosfat (TPP) och tris(2-butoxietyl)fosfat (TBEP) mellan åren 2004 och 2023 visas i Figur 24-27. Halterna av de flesta OP är relativt lika mellan reningsverk, vilket tyder på en vid användning. För de flesta OP kan man skönja en minskning av halter över tid.

Tabell 21. Resultat från 2022 och 2023 års prover, slam, organofosfater ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

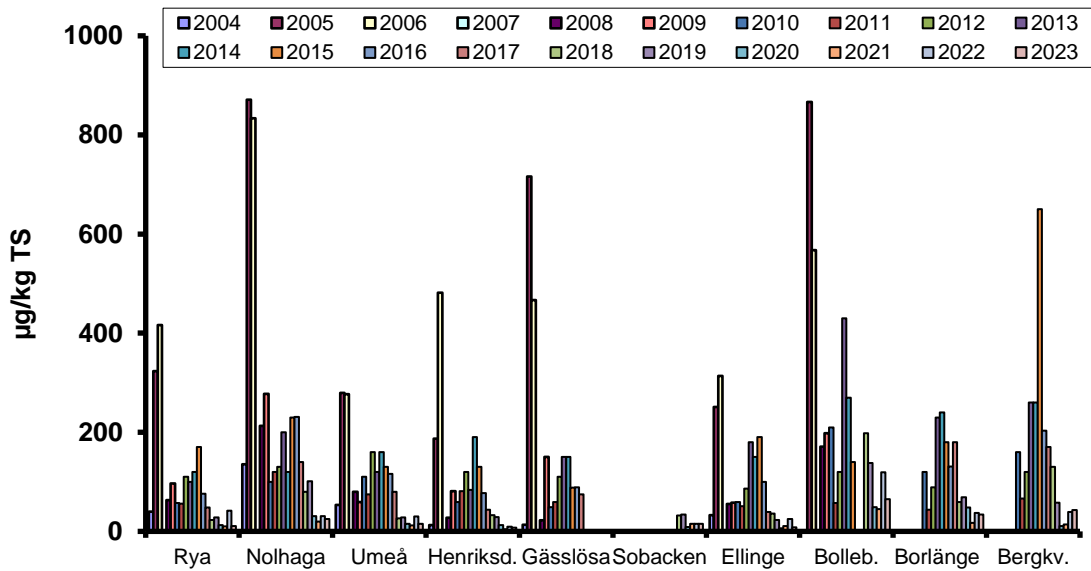
2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
TiBP	6.5	6.5	3.3	8.7	87	11	6.7	7.9	4.8
TBP	7.2	8.3	5.8	38	17	8.7	7.1	9.8	5.4
TCEP	1.9	1.7	1.0	1.4	3.5	3.9	2.1	2.4	2.4
TCPP	87	160	130	200	180	150	110	250	190
TDCPP	22	57	49	44	64	36	29	28	15
TBEP	5.5	5.6	8.1	24	191	10	16	46	72
TPP	42	31	30	9.4	15	25	119	37	39
EHDPP	190	150	150	150	80.6	250	610	230	110
TEHP	520	160	180	350	300	1300	180	100	75
TCP	150	38	42	40	83	97	160	62	43
TXP	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
iPrPP	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
2023									
TiBP	5.5	5.0	4.5	6.9	68	3.5	3.1	4.6	2.4
TBP	3.9	5.2	3.3	270	6.0	2.3	2.4	4.2	1.5
TCEP	6.0	1.1	0.97	8.4	1.9	4.1	0.68	1.1	12
TCPP	200	160	95	96	180	95	70	200	560
TDCPP	20	87	29	26	63	17	44	21	15
TBEP	72	7.2	14	33	100	7.0	49	27	7.4
TPP	11	25	15	7.8	15	8.0	65	34	43
EHDPP	600	190	310	230	170	180	170	310	31
TEHP	600	230	170	370	380	420	100	230	110
TCP	23	7.1	26	17	27	15	23	33	17
TXP	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
iPrPP	25	11	13	13	14	8.0	11	18	7.6



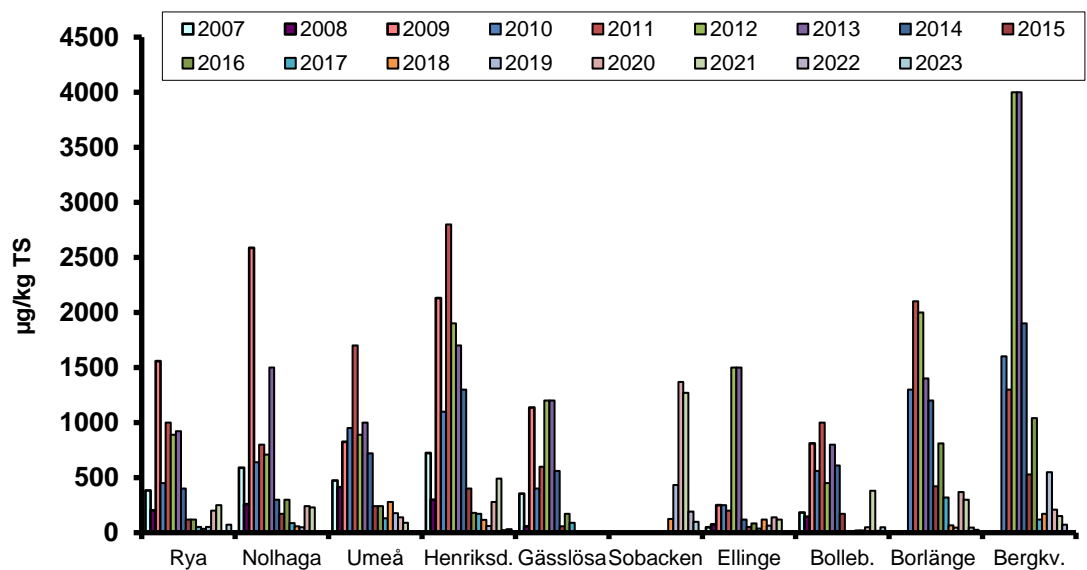
Figur 24. Halter av TCPP i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2023.



Figur 25. Halter av TDCPP i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2023.



Figur 26. Halter av TPP i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2023.



Figur 27. Halter av TBEP i avloppsreningsverken (slam) år 2007-2023.

Ftalater och di-iso-nonylcyklohexan

Slam

Tabell 22 redovisar halter av ftalater och di-iso-nonylcyklohexan (DINCH) i avloppsreningsverksslam från 2022 och 2023.

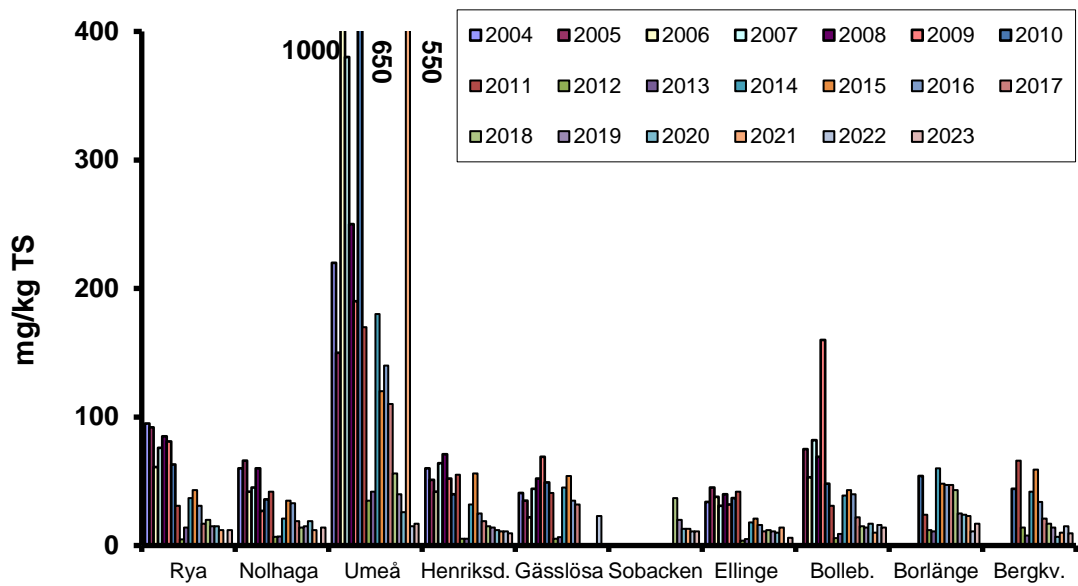
Tabell 22. Resultat från 2022 och 2023 års prover, slam, ftalater (mg/kg TS).

2022	Förk.	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henrik- sdal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Dimetylfталat	DMP	< 0.02	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.02	< 0.01	< 0.01	< 0.02
Dietylfталat	DEP	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.03	< 0.03
Di-iso-butylftalat	DIBP	0.04	0.14	0.14	0.10	0.05	0.03	0.11	0.02	0.07
Dibutylftalat	DBP	0.02	0.05	0.03	0.03	0.02	< 0.01	< 0.05	0.02	0.07
Butylbensylftalat	BBP	0.03	0.06	0.14	0.05	0.02	< 0.01	0.04	0.07	0.06
Di-(2-etylhexyl)ftalat	DEHP	15	11	23	11	16	11	15	23	7.2
Dioktylfталat	DOP	< 0.06	< 0.03	< 0.04	< 0.03	< 0.02	< 0.02	< 0.03	< 0.05	< 0.01
Di-iso-nonylfталat	DINP	< 25	< 35	< 50	< 20	< 8.0	< 20	< 20	< 40	< 8.0
Di-iso-decylftalat	DIDP	< 10	< 7.0	< 15	< 9.0	< 7.0	< 7.0	< 6.0	< 15	< 5.0
Dicyklohexylftalat	DCHP	0.11	0.06	0.07	0.17	0.17	0.18	0.11	0.09	0.02
Difenylftalat	DPHP	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Di-iso-nonylcyklohexan	DINCH	11	8.9	11	9.4	16	6.4	12	7.4	6.9
2023										
Dimetylfталat	DMP	< 0.02	< 0.01	< 0.01	< 0.03	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Dietylfталat	DEP	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.02	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Di-iso-butylftalat	DIBP	0.094	0.18	0.055	0.031	0.035	0.032	< 0.01	0.046	0.046
Dibutylftalat	DBP	0.068	0.08	0.04	0.03	0.043	0.063	0.045	0.061	0.064
Butylbensylftalat	BBP	0.026	0.062	0.091	0.023	0.014	0.019	0.014	0.11	0.091
Di-(2-etylhexyl)ftalat	DEHP	12	14	17	9.6	11	6.1	14	17	9.4
Dioktylfталat	DOP	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Di-iso-nonylfталat	DINP	<31	<33	<35	<32	<11	<12	<23	<45	14
Di-iso-decylftalat	DIDP	<30	<27	<32	<28	<25	<8	<25	<50	<8
Dicyklohexylftalat	DCHP	0.09	0.042	0.18	0.15	0.1	0.11	0.077	0.13	0.026
Difenylftalat	DPHP	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Di-iso-nonylcyklohexan	DINCH	2.6	2.9	5.4	2.6	4.6	2.0	4.2	4.2	2.6

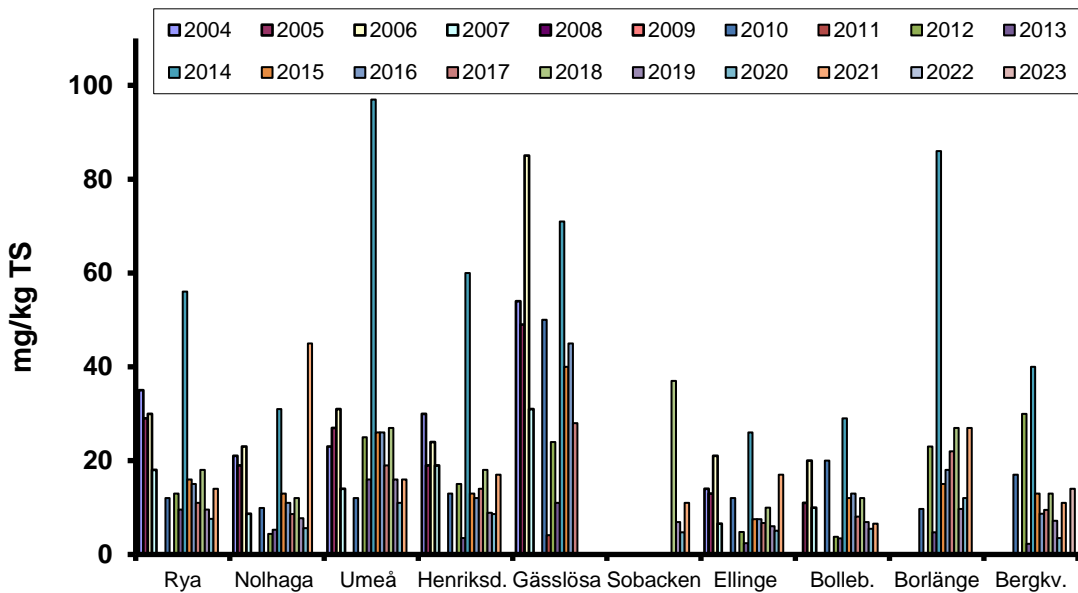
Di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP), di-iso-nonylfталat (DINP) och di-iso-decylftalat (DIDP) påvisades i alla ARV i relativt höga halter, medans halterna av många linjära (n-alkyl) ftalater var under eller nära detektionsgränsen, se Tabell 22.

Av de fyra nya plasticider som började mätas 2019 uppmättes di-iso-nonylcyklohexan (DINCH) i de högsta halterna. Di-iso-butylftalat (DIBP) och dicyklohexylftalat (DCHP) detekterades i samtliga prover utom ett, men i lägre halter. Difenylftalat (DPHP) detekterades inte i något prov.

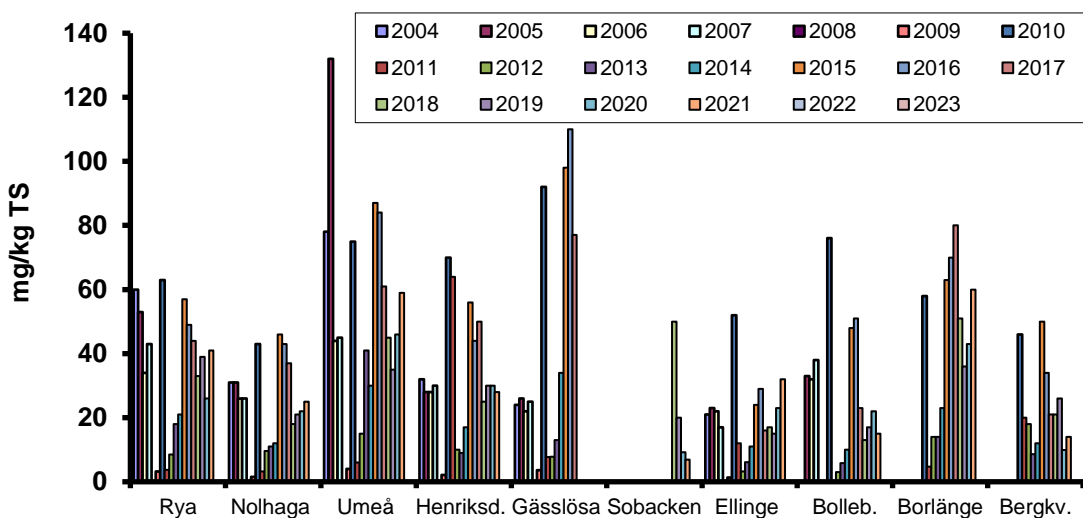
Halterna av DEHP har genomgående minskat, Figur 28. Halterna av DINP och DIDP har dock inte minskat, Figur 29-30. Slam från Umeå ARV innehåller mer DEHP än övriga ARV. DEHP har ersatts med DINCH som nu detekteras i halter liknande de för DEHP.



Figur 28. DEHP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2023.



Figur 29. DINP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2023.



Figur 30. DIDP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2023.

Antibiotika

Utgående vatten

Tabell 23 redovisar data för antibiotika i utgående vatten. Ingen av de tre analyserade fluorokinolonerna kunde detekteras i vatten från 2022 och 2023 års provtagningar.

Två av de tre antibiotika som började mätas 2019 kunde detekteras i utgående vatten år 2022 och alla tre kunde detekteras år 2023. Trimetoprim detekterades i högst medelhalt och återfanns i samtliga prov utom ett (25-211 ng/L). Claritromycin detekterades alla prov utom tre i liknande halter (17-165 ng/L). Sulfamethoxazol detekterades inte i något prov från år 2022 men i 7 av 9 prov år 2023 och då i relative hög halt (40-324 ng/L).

Tabell 23. Resultat från 2022 och 2023 års prover, utgående vatten, fluorokinoloner (ng/L).

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Norfloxacin	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Ofloxacin	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Ciprofloxacin	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Claritromycin	30	17	32	85	121	24	117	90	<3
Sulfamethoxazol	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
Trimetoprim	32	46	72	93	81	80	55	129	25
2023									
Norfloxacin	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Ofloxacin	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Ciprofloxacin	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Claritromycin	69	145	165	107	44	149	<3	52	<3
Sulfamethoxazol	75	282	324	137	154	<15	<15	184	40
Trimetoprim	172	172	211	165	162	122	<3	157	43

Slam

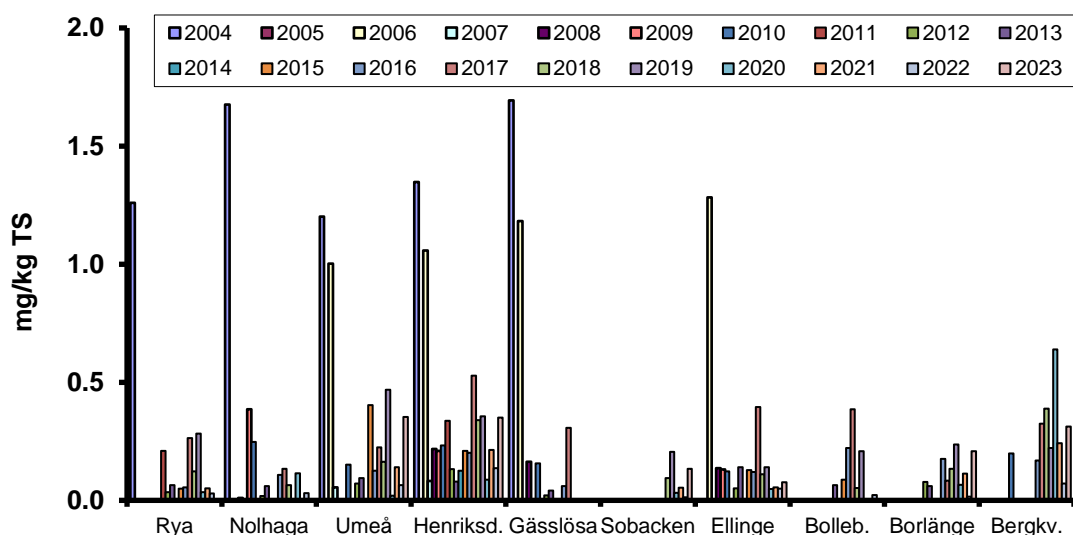
Fluorokinolonerna norfloxacin och ciprofloxacin påvisades i de flesta ARV, Tabell 24, med ciprofloxacin i högst halter (ca. 8.3-3540 µg/kg TS). Norfloxacin detekterades endast i ett prov, men i relativt hög halt (ca. 550 µg/kg TS).

Halter av ofloxacin och ciprofloxacin i reningsverksslam från år 2004-2023 redovisas i Figur 31 och Figur 32. Halterna för dessa har varit avtagande över tid men sedan 2015 har minskningen avtagit eller till och med vänt uppåt.

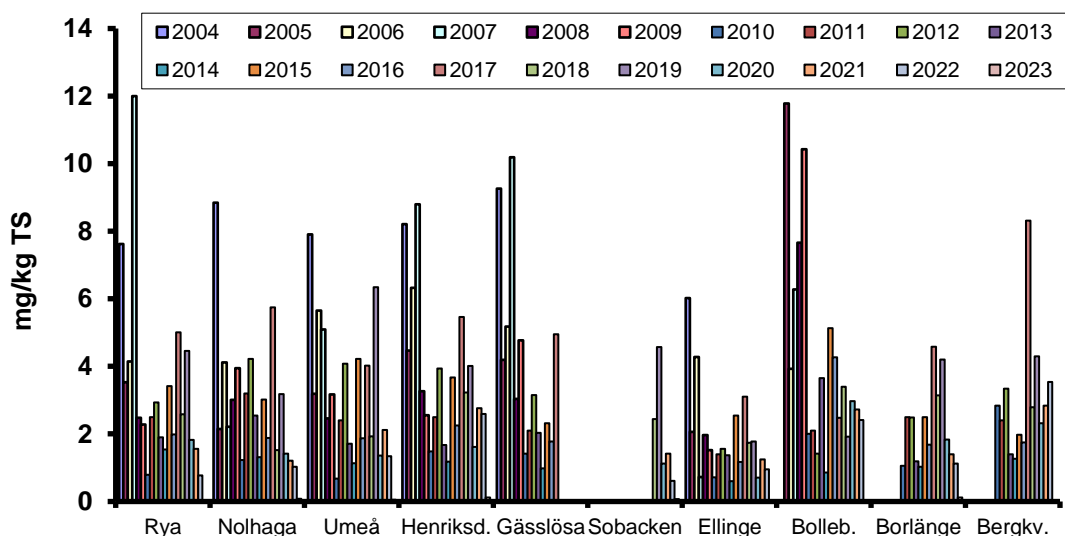
Av de tre antibiotika som började mätas 2019 kunde inget detekteras i prover från 2022 och endast ett Claritromycin i 6 av 9 prov från 2023 (2-8.8 µg/kg TS).

Tabell 24. Resultat från 2022 och 2023 års prover, slam, fluorokinoloner ($\mu\text{g}/\text{kg}$ TS).

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Norfloxacin	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	544
Ofloxacin	29	30	65	136	13	49	23	16	71
Ciprofloxacin	774	1030	1340	2590	611	950	2410	1120	3540
Clarithromycin	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Sulfametoxazol	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8
Trimetoprim	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
2023									
Norfloxacin	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
Ofloxacin	<2	<2	353	351	133	77	<2	208	313
Ciprofloxacin	907	1210	1190	4780	2570	1100	3390	2460	5160
Clarithromycin	<2	2.7	3.0	8.8	26	<2	<2	6.0	2.0
Sulfametoxazol	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8
Trimetoprim	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2



Figur 31. Halter av Ofloxacin i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2023.



Figur 32. Halter av Ciprofloxacin i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2023.

Antibakteriella ämnen och antimycotica

Utgående vatten

Tabell 25 redovisar koncentrationer av antibakteriella ämnen i utgående vatten. Enbart Triklosan kunde detekteras i vatten från 2022 och 2023 års provtagning. Halterna varierade mellan 0.6 och 3.9 ng/L.

Ett av de två antimycotica som började mätas 2019, Flukonazol, detekterades i samtliga prov utom två i halter mellan 25 och 269 ng/L, medans det andra, Ketokonazol, inte detekterades i något prov.

Tabell 25. Resultat från 2022 och 2023 års prover, utgående vatten, antibakteriella ämnen och antimycotica (ng/L).

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Triklosan	1.5	2.5	3.9	2.7	1.5	3.0	3.0	3.5	3.0
Diklosan	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Irgarol	1.2	<1	<1	<1	<1	<1	2	<1	<1
Flukonazol	130	25	224	264	74	120	112	145	193
Ketokonazol	<45	<45	<45	<45	<45	<45	<45	<45	<45
2023									
Triklosan	3.0	1.6	2.1	1.2	2.2	0.6	2.3	2.4	1.0
Diklosan	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Irgarol	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Flukonazol	89	162	269	255	98	97	<8	156	<8
Ketokonazol	<45	<45	<45	<45	<45	<45	<45	<45	<45

Slam

Av de antibakteriella ämnena kunde Triklosan detekteras i alla ARV utom Nolhaga år 2022 i halter mellan 15 och 81 µg/kg TS, Tabell 26, med högst halt i slam från det största reningsverket, Henrikdal. Triklosan kunde inte detekteras i prover från 2023, men detektionsgränserna var relativt höga. Halterna för triklosan avtar över tid, Figur 33.

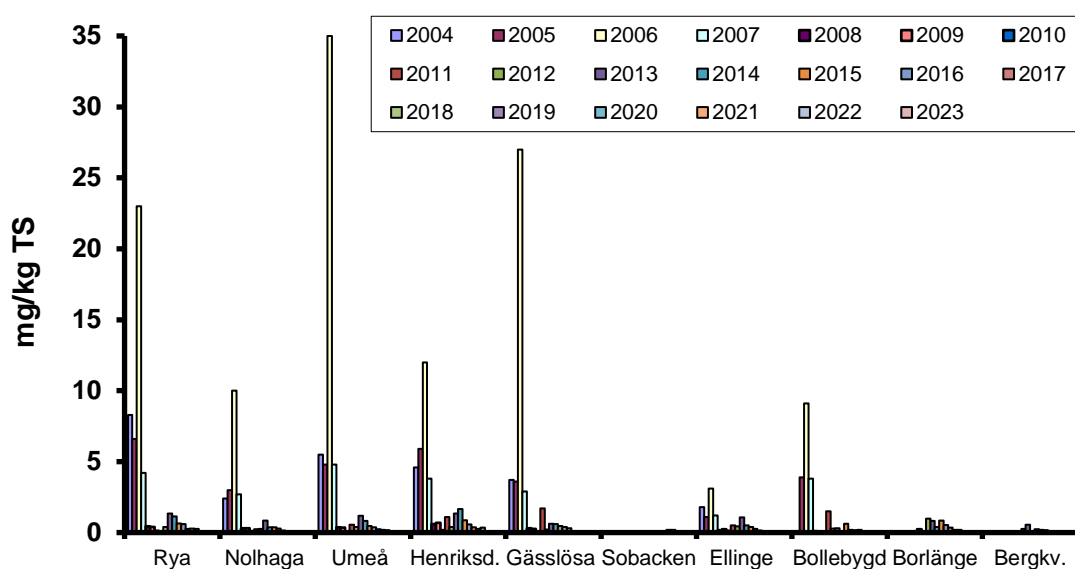
Irgarol detekterades enbart i slam från Ryaverket (4.8 µg/kg TS) år 2022 och diklosan detekterades inte i något slamprov.

Av de två antimycotica som började mätas 2019 kunde Ketokonazol detekterades i samtliga prov i halter mellan 168 och 1407 µg/kg TS, medans det andra, Flukonazol, inte detekterades i något prov.

Flukonazol förekommer således i vattenfas medans Ketokonazol adsorberar till slam under reningsprocessen, vilket reflekterar de två ämnernas vattenlöslighet (som är högre för Flukonazol) respektive fettlöslighet (som är högre för Ketokonazol).

Tabell 26. Resultat från 2022 och 2023 års prover, slam, antibakteriella ämnen och antimycotica ($\mu\text{g}/\text{kg}$ TS).

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Triklosan	23	<10	75	81	64	51	73	15	16
Diklosan	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Irgarol	4.8	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Flukonazol	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Ketokonazol	791	168	955	885	452	701	610	424	691
2023									
Triklosan	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Diklosan	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Irgarol	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Flukonazol	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Ketokonazol	1036	525	1207	1407	932	715	276	1058	783



Figur 33. Triklisanhalter (år 2004-2023) i avloppsreningsverksslam.

NSAID's (Non steroidal anti-inflammatory drugs)

Utgående vatten

Tabell 27a redovisar halter av Diklofenak i vatten från år 2022 och 2023. År 2022 var halterna relativt lika mellan reningsverk och varierade mellan 353 och 1742 ng/L. År 2023 var de något lägre och varierade mer. Data för övriga NSAID (ibuprofen, ketoprofen och naproxen) saknas p.g.a. analysvårigheter (en speciell MS jonkälla var trasig).

Slam

Tabell 27b redovisar halter av Diklofenak i slam från år 2022 och 2023. Halterna i slam korrelerar relativt väl med halterna i vatten. Reningverk med höga halter i vatten hade även höga halter i slam. Undantagen är Nolhaga (båda åren) och Borlänge (2023) som hade relativt låga halter i vatten men höga i slam.

Tabell 27a. Resultat från 2022 års prover, utgående vatten, Diklofenak (ng/L).

År	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
2022	422	353	904	361	562	531	1194	674	1742
2023	287	164	886	165	392	77	<10	317	544

Tabell 27b. Resultat från 2022 års prover, slam, Diklofenak ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

År	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
2022	45	234	70	58	80	52	91	59	155
2023	53	115	80	74	43	19	93	46	141

Övriga läkemedel

Utgående vatten

Tabell 28 redovisar halter av övriga läkemedel i utgående vatten 2022 och 2023. Metoprolol och Losartan förkom i högst halt (medelhalt 1730 ng/L respektive 1230 ng/L), följt av Citalopram, Tramadol, Venlafazin, Carbamazepin, Oxazepam och Kodein (medelhalt mellan 300 och 700 ng/L) samt Trimetoprim och Setralin och Zolpidem (medelhalt 10 -107 ng/L). Övriga läkemedel detekterades inte i något prov. De två läkemedel som detekterades i högst halt, Metoprolol och Losartan, används båda för behandling av högt blodtryck.

Tabell 28. Resultat från 2022 och 2023 års prover, utgående vatten, läkemedel (ng/L).

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henrik -sdal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Carbamazepin	393	321	424	515	671	536	746	451	83
Citalopram	510	394	423	788	468	317	907	698	435
Clotrimazol	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoxetin	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8
Kodein	221	236	230	117	301	294	490	421	253
Losartan	1017	979	1570	809	2123	754	3862	2904	859
Metoprolol	1052	236	1265	1402	1084	1304	2057	1483	2157
Oxazepam	282	264	302	453	289	332	367	486	385
Risperidon	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Sertralin	<10	75	<10	45	<10	<10	<10	<10	<10
Tramadol	775	249	628	548	587	1088	614	839	398
Venlafaxin	477	215	458	503	476	552	610	472	497
Zolpidem	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
2023									
Carbamazepin	313	903	309	507	542	262	386	384	78
Citalopram	874	1385	1141	882	1192	168	719	891	424
Clotrimazol	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoxetin	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8
Kodein	<15	436	<15	378	159	<15	<15	<15	<15
Losartan	926	1193	724	535	1417	300	846	1110	237
Metoprolol	2137	2534	2025	1696	1509	1655	3880	2413	1168
Oxazepam	433	370	244	220	315	117	179	237	129
Risperidon	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Sertralin	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Tramadol	957	659	681	521	562	687	113	926	169
Venlafaxin	568	625	806	464	519	483	590	464	168
Zolpidem	<3	<3	<3	<3	8.3	<3	<3	11	<3

Slam

Tabell 29 redovisar halter av övriga läkemedel i avloppsreningsverksslam 2022 och 2023. Citalopram, Setralin, Losartan, Metoprolol och Clotrimazol förekom i högst halt (medelhalt mellan 200 och 660 µg/kg TS), följt av Fluoxetin, Venlafaxin och Carbamazepin (medelhalt mellan 50 och 89 µg/kg TS) samt Tramadol och Oxazepam (medelhalt ca 10 µg/kg TS). Riperidon och Zolpidem detekterades i ca hälften av proverna 2023 och inte i något prov 2023 (halter < 10 µg/kg TS). Övriga läkemedel detekterades inte i något prov. Två av de läkemedel som detekterades i högst halt, Citalopram och Setralin, används som lugnande medel.

Tabell 29. Resultat från 2022 och 2023 års prover, slam, läkemedel ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henrik -sdal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Carbamazepin	14	86	41	54	48	24	13	55	13
Citalopram	408	371	550	660	376	525	225	608	209
Clotrimazol	151	59	109	182	151	87	77	116	161
Fluoxetin	54	22	65	103	63	57	49	64	24
Kodein	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Losartan	161	274	198	182	328	96	218	443	175
Metoprolol	94	141	132	195	47	121	<8	170	125
Oxazepam	12	6	6	13	<5	<5	5	17	34
Risperidon	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Sertralin	366	296	443	259	279	441	523	242	390
Tramadol	<10	<10	<10	<10	<10	19	<10	12	26
Venlafaxin	41	52	52	52	<20	26	14	52	53
Zolpidem	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
2023									
Carbamazepin	39	85	57	120	76	26	17	118	8.3
Citalopram	1038	719	1312	1160	868	526	620	927	742
Clotrimazol	460	194	265	438	370	152	128	259	269
Fluoxetin	140	87	182	175	141	58	160	105	49
Kodein	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Losartan	421	493	363	570	749	144	619	685	517
Metoprolol	<8	486	281	629	505	113	<8	184	495
Oxazepam	28	24	17	22	9	8.4	24	14	33
Risperidon	2.9	<2	<2	3.9	3.9	<2	3.3	3	<2
Sertralin	500	372	527	448	528	456	374	674	516
Tramadol	59	47	11	88	<10	42	<10	<10	37
Venlafaxin	24	61	70	78	<10	76	62	105	<10
Zolpidem	4.2	3.4	3.4	7.1	6.3	<2	<2	<2	5.3

Myskämnen

Utgående vatten

Tabell 30 redovisar halter av myskämnen, nitro (mysk keton och mysk xylen) och polycykliska (galoxid, HHCB, och tonalid, AHTN) i utgående vatten 2022 och 2023. Halterna av polycykliska mysk var generellt mycket högre än halterna av nitromysk. Nitromyskämnen har över tid blivit ersatta av de polycykliska, vilket förmodligen avspeglas i dessa resultat.

Tabell 30. Resultat från 2022 och 2023 års prover, utgående vatten, myskämnen (ng/L).

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Mysk Keton	3.5	1.8	2.9	4.6	1.6	3.9	1.8	3.0	2.5
Mysk Xylen	2.6	1.9	3.1	2.4	3.8	4.2	0.9	2.1	2.5
Galoxid (HHCB)	110	89	230	140	33	180	230	110	100
Tonalid (AHTN)	15	18	23	20	13	20	21	17	17
2023									
Mysk Keton	<2	2.8	<2	3.1	3.7	3.1	4.5	<2	<2
Mysk Xylen	11	3.5	5.7	1.3	6.6	4.4	1.5	6.0	11
Galoxid (HHCB)	250	130	350	180	220	88	250	280	140
Tonalid (AHTN)	12	11	12	11	12	11	11	9.5	9.8

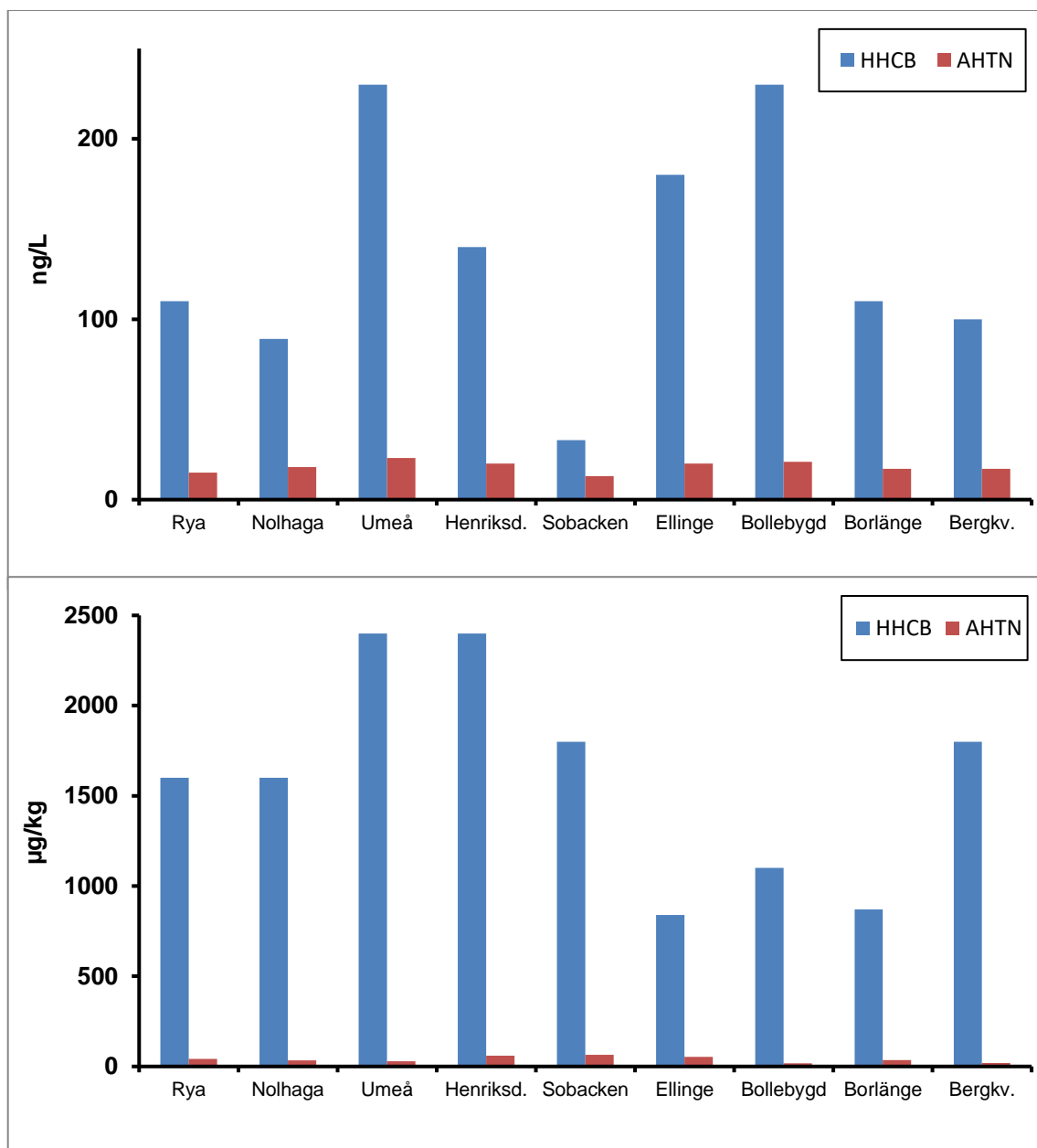
Slam

Tabell 31 redovisar halter av myskämnen i avloppsreningsverksslam 2022 och 2023. Även här dominerar polycykliska mysk över nitromysk.

Halterna av Galoxid (HHCB) och Tonalid (AHTN) i 2022 års prover av slam respektive vatten visas i Figur 34.

Tabell 31. Resultat från 2022 och 2023 års prover, slam, myskämnen ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Mysk Keton	6.6	38	13	10	8.6	2.0	6.0	3.8	4.1
Mysk Xylen	8.5	26	39	22	12	5.2	19	17	21
Galoxid (HHCB)	1600	1600	2400	2400	1800	840	1100	870	1800
Tonalid (AHTN)	42	33	29	59	65	53	18	36	19
2023									
Mysk Keton	<2	2.0	<2	<2	<2	<2	<2	<2	3.1
Mysk Xylen	11	12	2.0	16	2.1	2.2	<2	<2	2.6
Galoxid (HHCB)	2400	2400	3100	3500	1800	1800	1200	2500	2700
Tonalid (AHTN)	360	180	250	270	170	130	260	310	130



Figur 34. Galoxolid (HHCB) och tonalid (AHTN) i vatten (övre) och slam (nedre) från ARV år 2022.

UV filter och bensotiazoler

Utgående vatten

Tabell 32 redovisar halter av UV filter och bensotiazoler i utgående vatten år 2022 och 2023. Bensotiazol och 2-hydroxibensotiazol detekterades i samtliga prover i halter mellan 49 och 900 ng/L.

UV filtren EHMC och octokrylen (2-etylhexyl-4-metoxicinnamat) detekterades även de i samtliga prover i halter mellan 0.6 och 21 ng/L.

Tabell 32. Resultat från 2022-2023 års prov, utgående vatten, UV filter och bensotiazoler (ng/L).

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac -ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
EHMC	2.7	4.4	3.9	4.3	2.0	3.2	3.4	2.6	3.1
Octokrylen	4.1	21	7.2	6.7	4.0	7.2	9.2	6.3	8.3
Bensotiazol	770	740	480	460	620	860	350	430	740
2-hydroxi- bensotiazol	130	590	250	110	170	130	180	110	120
2023									
EHMC	12	1.3	1.4	0.8	2.5	0.6	1.1	2.1	1.5
Octokrylen	11	14	9.3	10	7.7	5.8	5.6	5.6	11
Bensotiazol	400	410	380	500	330	190	900	380	420
2-hydroxi- bensotiazol	240	740	49	140	62	1790	720	100	55

EHMC: 2-etylhexyl-4-methoxy cinnamat

Slam

Samtliga UV filter och bensotiazoler detekterades i avloppsreningsverksslam från 2022 och 2023, Tabell 33. Octokrylen förkom i högst halt, ca. 1 mg/kg TS.

Till skillnad från utgående vatten dominerade UV filtret octokrylen över bensotiazolerna. Detta reflekterar den högre vattenlösligheten hos bensotiazolerna och högre lipofiliteten och slamaffiniteten hos UV filtren.

Tabell 33. Resultat från 2022-2023 års prov, slam, UV filter och bensotiazoler (µg/kg).

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac -ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
EHMC	40	490	92	93	280	38	39	120	67
Octokrylen	7400	1400	1100	1300	1800	2100	1300	4100	1300
Bensotiazol	240	27	36	55	28	48	27	82	22
2-hydroxi- bensotiazol	89	11	13	12	93	40	26	54	25
2023									
EHMC	82	140	50	63	42	15	240	110	35
Octokrylen	2500	800	1000	630	780	650	800	900	180
Bensotiazol	180	250	90	90	130	44	56	63	65
2-hydroxi- bensotiazol	12	6.0	8.9	3.6	5.1	4.4	2.9	7.9	5.0

EHMC: 2-etylhexyl-4-metoxi cinnamat

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 34. Cd, Hg och Ag var under detektionsgränsen i alla prov utom ett Cd i vatten från Borlänge 2023.

Tabell 34. Resultat från 2022 och 2023 års prover, utgående vatten, metaller.

2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Ca (mg/L)	25.4	24.4	30.7	42.0	32	41.1	25	56.2	25.4
Fe (mg/L)	32.4	1880	13.5	14.6	363	269	473	13.4	32.4
K (mg/L)	0.314	0.147	1.06	0.407	0.0416	2.29	0.0446	0.679	0.314
Mg (mg/L)	16.7	8.33	33	21.8	13.1	70.8	16	20.3	16.7
Na (mg/L)	7.08	4.66	4.44	10.0	3.43	5.02	5.35	6.06	7.08
Al (µg/L)	110	42.8	73.6	95.2	53.3	77	56	61.4	110
As (µg/L)	0.62	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.62
Ba (µg/L)	3.22	17.8	3.74	2.71	17.4	3.2	10.8	8.39	3.22
Cd (µg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Co (µg/L)	0.523	0.402	3.12	2.34	2.53	1.14	1.03	0.277	0.523
Cr (µg/L)	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9
Cu (µg/L)	12.3	8.90	9.89	8.91	9.53	6.83	13.2	13.6	12.3
Hg (µg/L)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Mn (µg/L)	27.4	86.7	132	46.6	158	73.2	73.6	11.7	27.4
Mo (µg/L)	1.67	0.519	0.610	1.56	1.15	<0.5	<0.5	2.30	1.67
Ni (µg/L)	3.07	2.01	9.26	5.61	3.23	2.36	3.57	3.86	3.07
Pb (µg/L)	<0.5	0.894	<0.5	<0.5	<0.5	0.705	1.18	<0.5	<0.5
V (µg/L)	0.384	0.300	0.414	0.259	<0.2	0.722	<0.2	1.26	0.384
Zn (µg/L)	22.9	20.4	11.0	14.7	16.8	23.0	19.1	12.1	22.9
Ag (µg/L)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
2023									
Ca (mg/L)	27	25.4	29.2	43.3	29	58.6	19	60.5	29.7
Fe (mg/L)	0.563	0.0904	1.43	0.204	0.298	2.48	0.0924	0.527	0.0701
K (mg/L)	20.3	17.5	32.2	19.1	10.3	41.4	11.4	15.6	8.48
Mg (mg/L)	5.37	5.45	4.26	7.57	3.07	5.61	4.06	6.97	5.59
Na (mg/L)	131	80.2	75.6	82	54.1	89.9	42	54.2	40.1
Al (µg/L)	67.1	932	<10	<10	525	199	584	<10	88
As (µg/L)	0.657	0.503	<0.5	<0.5	0.514	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Ba (µg/L)	2.89	12.3	2.93	3.82	10.7	6.16	9.36	11.4	17.3
Cd (µg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.0619	<0.05
Co (µg/L)	1.09	0.278	2.33	1.47	1.28	0.554	0.247	0.642	0.304
Cr (µg/L)	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9
Cu (µg/L)	14.3	4.98	3.76	5.85	5.58	18.5	3.44	6.84	5.55
Hg (µg/L)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Mn (µg/L)	58.6	85.8	134	28.3	98.4	70	85.7	98.3	81
Mo (µg/L)	1.03	<0.5	0.666	1.72	5.83	<0.5	<0.5	2.46	<0.5
Ni (µg/L)	3.78	1.93	6.73	6.2	1.84	4.73	1.37	2.06	1.84
Pb (µg/L)	1.34	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.807	<0.5
V (µg/L)	0.515	<0.2	0.316	<0.2	0.453	0.626	<0.2	1.26	0.309
Zn (µg/L)	9.7	25.4	6.28	17.8	6.44	14.3	12.4	14	10.6
Ag (µg/L)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

Slam

Resultaten från grundämnesanalysen (metaller) kan ses i Tabell 35. 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 36 [8]. Inget prov överskreds gränsvärdet under 2022 och 2023.

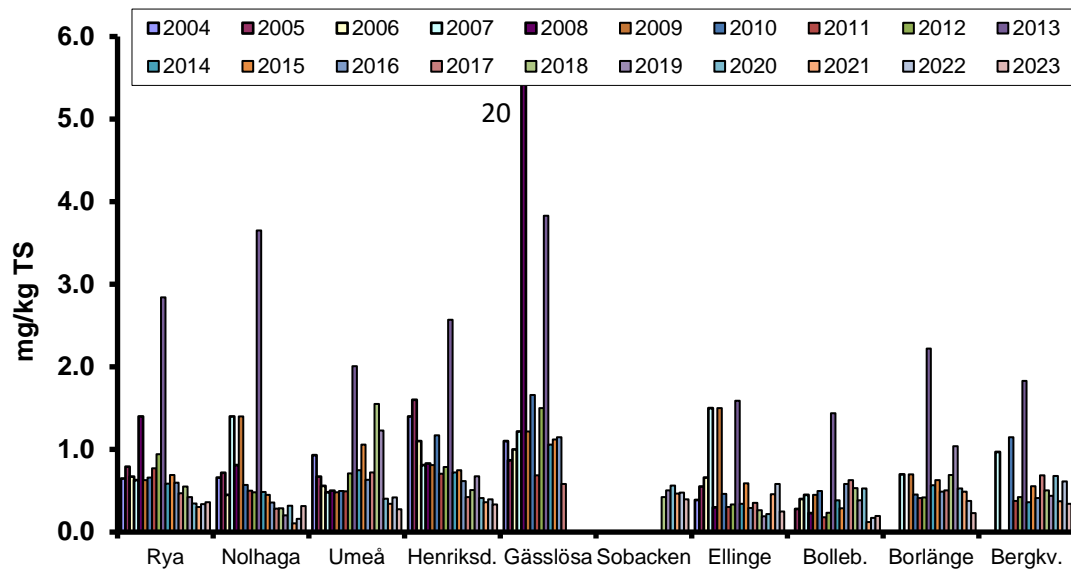
Över de senaste 10 åren verkar kvicksilverhalterna vara relativt konstanta eller möjligen något minskande, med undantag för data för samtliga reningsverk 2013 (orsak okänd) och ett värde 2008 (Gässlösa), Figur 35. Halterna av Cd minskar över tid, Figur 36.

Tabell 35. Resultat från 2022 och 2023 års prover, slam, metaller (mg/kg TS).

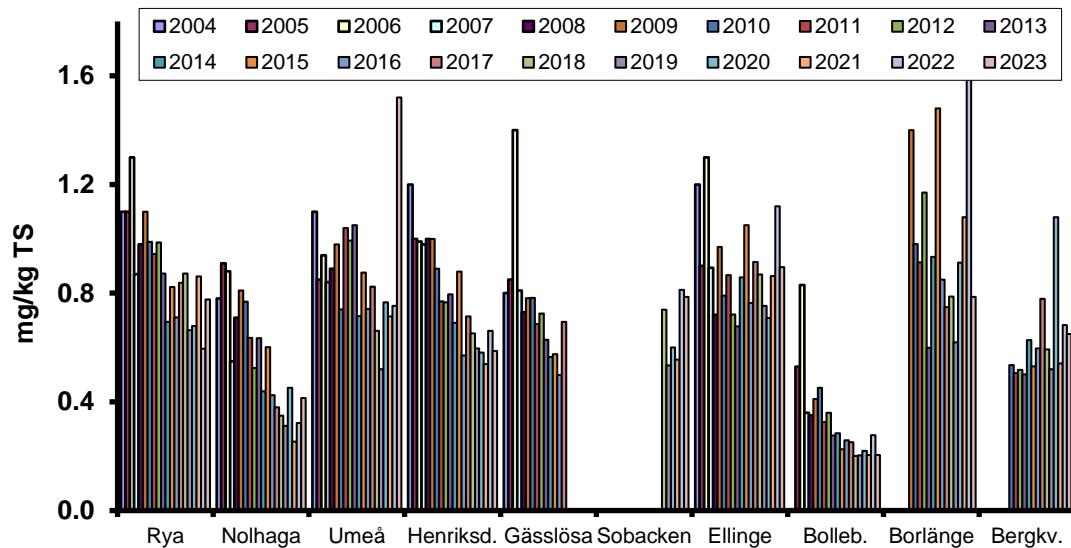
2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
As	3.14	1.71	2.98	2.88	2.30	2.82	1.03	2.28	2.54
Cd	0.596	0.322	0.753	0.661	0.812	1.12	0.277	1.83	0.683
Co	6.29	1.84	7.08	6.70	8.78	4.33	1.5	4.16	2.88
Cr	15.1	8.45	18.0	13.7	25.1	16.4	4.40	14.6	10.6
Cu	304	116	371	91.0	315	210	71.1	365	262
Hg	0.337	0.160	0.418	0.396	0.477	0.583	0.173	0.378	0.615
Ni	15.6	6.81	23.7	21.6	12.1	15.6	6.57	13.3	12.8
Pb	13.8	6.00	13.8	6.28	14.9	14.4	2.39	33.0	8.92
V	16.2	9.80	16.7	19.1	7.99	12.8	6.87	30.8	3.93
Zn	448	212	453	345	696	352	170	657	378
Ag	1.57	0.583	2.94	0.821	1.56	0.919	0.533	1.06	1.80
2023									
As	3.42	1.93	3.07	3.49	2.38	3.65	0.816	2.74	3.07
Cd	0.777	0.414	1.52	0.587	0.786	0.896	0.204	0.786	0.65
Co	6.14	2.02	8.71	6.33	5.62	3.78	1.13	4.99	2.18
Cr	16.7	8.84	14.9	17.1	26.6	17.1	2.28	16.9	11.1
Cu	355	173	107	325	289	162	46.8	301	242
Hg	0.361	0.317	0.278	0.333	0.398	0.251	0.194	0.230	0.343
Ni	14.5	7.33	26.9	19.2	10.2	13.4	3.04	11.6	11.4
Pb	17.6	10.2	9.94	13.7	13.6	15.6	3.83	20.0	10.1
V	16.9	7.55	19.7	19.6	10.0	18.9	3.20	55.6	5.23
Zn	510	299	400	394	647	348	148	470	378
Ag	1.27	0.895	0.777	1.78	1.56	0.786	0.56	0.792	1.61

Tabell 36. 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 35. Halter av kvicksilver (år 2004-2023) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 36. Halter av kadmium (år 2004-2023) i slam från avloppsreningsverken.

Tennorganiska föreningar

Utgående vatten

Monobutyltenn (alla ARV) var den enda tennorganiska föreningen som detekterades frekvent i utgående vatten år 2022 och 2023, Tabell 37. Monooktyl- och monofenyltenn samt dibutyltenn detekterades i ett utgående vatten vardera.

Slam

Mono- och dibutyltenn detekterades i högre halter än övriga tennorganiska föreningar i samtliga ARV. Mono- och dioktyltenn detekterades i samtliga slam 2022 och i hälften av slammen 2023. Tributyltenn detekteras i ungefär hälften av slammen 2022 och ett slam 2023, Tabell 38.

Halterna av mono-butyltenn är relativt konstanta över tid, Figure 37. Halterna av dibutyltenn ser ut att öka runt år 2017 från en relativt låg nivå, Figur 38. Möjligen kan det relateras till ett byte av analyslaboratorium för organotennföreningar. Halterna av tributyltenn (TBT) är avtagande, Figur 39.

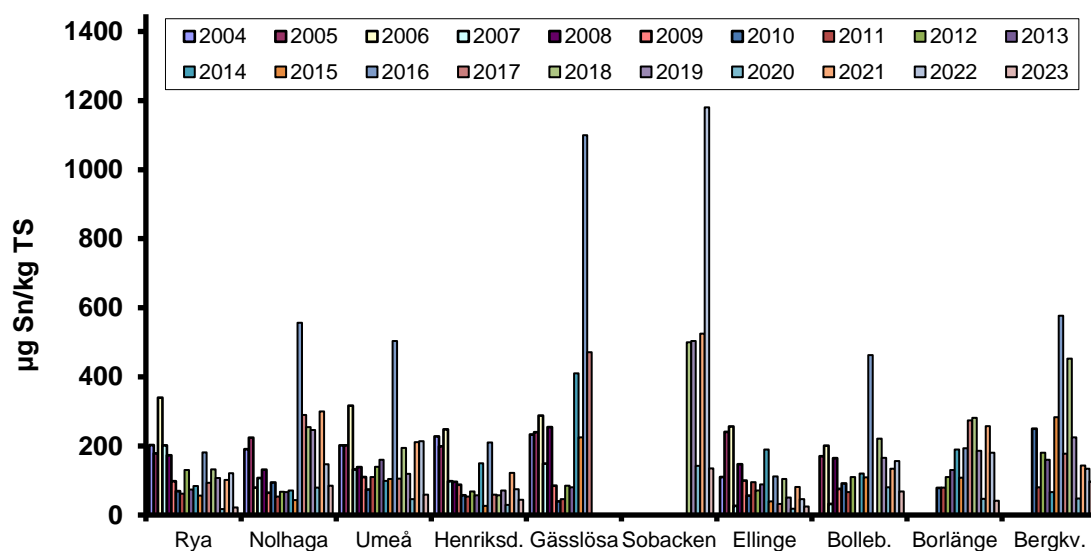
De tre fenyltennföreningarna, tetrabutyltenn och tricyklohexyltenn förekom i halter under detektionsgränsen.

Tabell 37. Resultat från 2022 och 2023 års prover, utgående vatten, tennorganiska ämnen (ng/L).

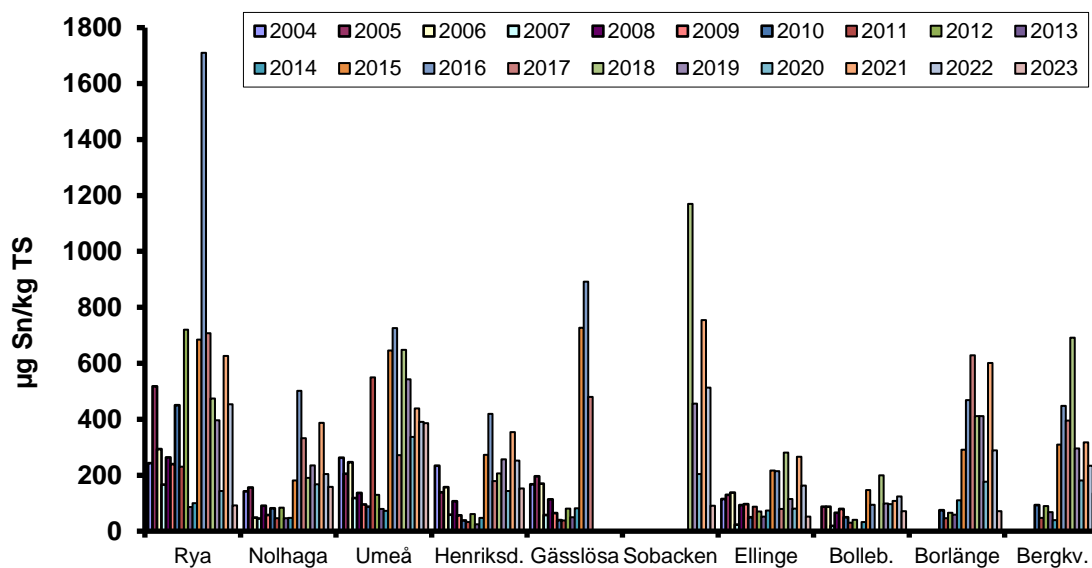
2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
MonoBT	1.81	<1	1.11	1.09	1.58	<1	1.87	3.29	1.81
DiBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2.36	<1
TriBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
TetraBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
MonoOT	<1	<1	<1	<1	9.56	<1	<1	<1	<1
DiOT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
TricykloHT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
MonoPhT	<1	<1	<1	<1	2.97	<1	<1	<1	<1
DiPhT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
TriPhT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
2023									
MonoBT	9.3	2.4	1.2	2.1	6.8	<1	<1	1.6	15
DiBT	<1	<1	<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	<1	<1	<1	<1	<1
DiOT	<1	<1	<1	<1	<1	<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

Tabell 38. Resultat från 2022 och 2023 års prover, slam, tennorganiska föreningar ($\mu\text{g}/\text{kg}$ TS).

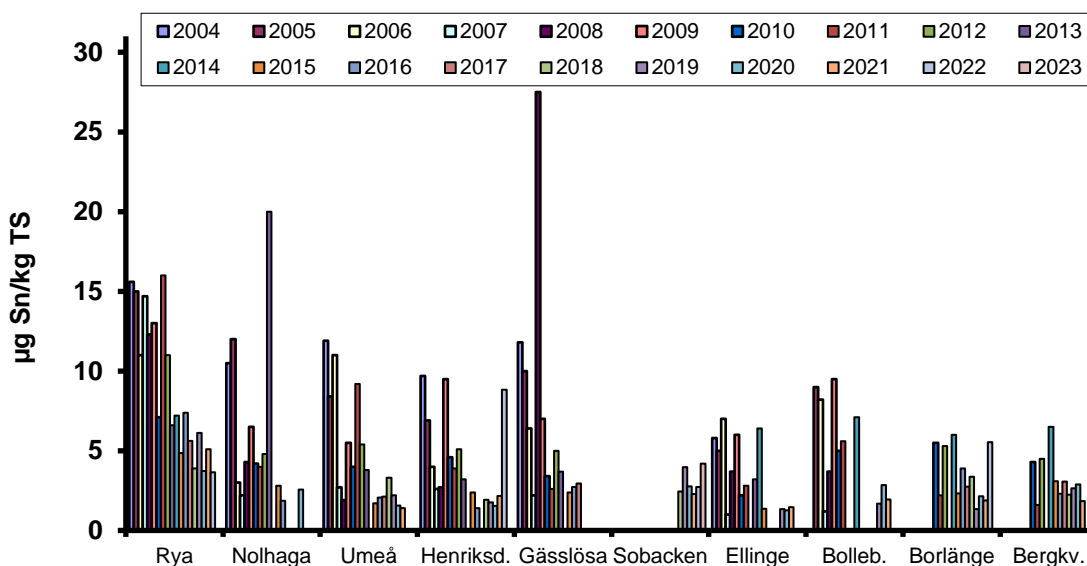
2022	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
MonoBT	121	147	214	74.4	1180	46	156	180	134
DiBT	454	204	391	252	513	163	124	289	234
TriBT	3.64	<2	<3	8.83	2.72	<2	<3	5.53	<3
TetraBT	<2	<2	<3	<3	<2	<2	<3	<3	<3
MonoOT	5.15	13.8	8.73	5.24	23.3	5.48	16.7	10.6	9.18
DiOT	9.88	8.36	10.6	7.53	25.9	10.6	7.36	12.0	8.53
TricykloHT	<2	<2	<3	<3	<2	<2	<3	<3	<3
MonoPhT	<2	<2	<3	<3	<2	<2	<3	<3	<3
DiPhT	<2	<2	<3	<3	<2	<2	<3	<3	<3
TriPhT	<2	<2	<3	<3	<2	<2	<3	<3	<3
2023									
MonoBT	22	85	59	44	135	25	68	41	97
DiBT	92	158	386	153	91	52	71	72	135
TriBT	<4	<5	<5	<4	4.2	<5	<12	<3	<6
TetraBT	<4	<5	<5	<4	<4	<5	<12	<3	<6
MonoOT	7.0	8.4	8.3	<4	14	<5	<12	<3	9.4
DiOT	5.1	<5	<5	5.3	8.9	<5	<12	<3	6.4
TricykloHT	<4	<5	<5	<4	<4	<5	<12	<3	<6
MonoPhT	<4	<5	<5	<4	<4	<5	<12	<3	<6
DiPhT	<4	<5	<5	<4	<4	<5	<12	<3	<6
TriPhT	<4	<5	<5	<4	<4	<5	<12	<3	<6



Figur 37. Monobutyltennhalter (MBT) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2023.



Figur 38. Dibutyltennhalter (DBT) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2023.



Figur 39. Tributyltennhalter (TBT) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2023.

Östrogena effekter

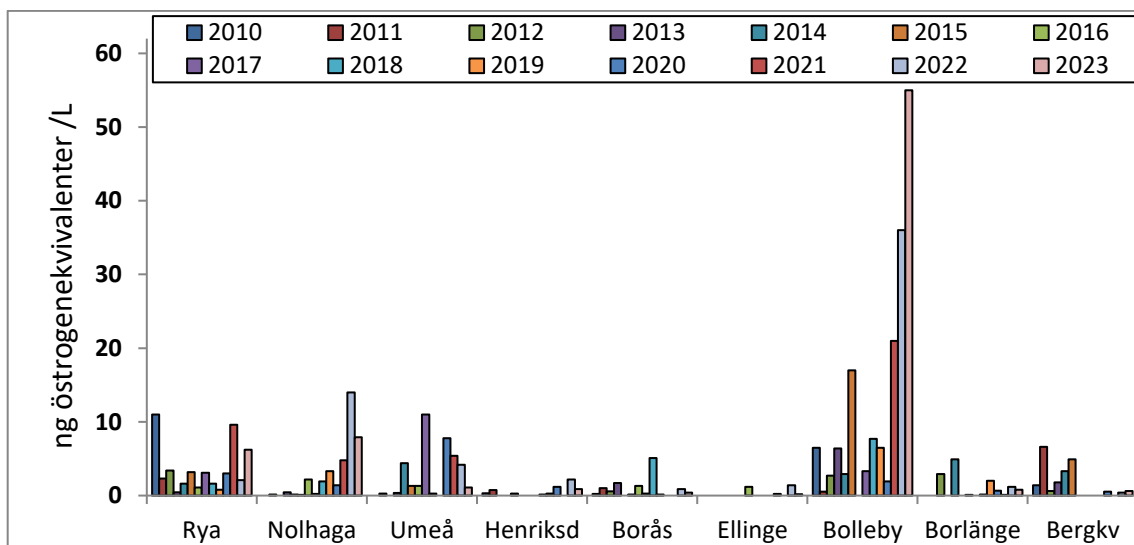
Utgående vatten

Östrogena effekter kunde uppmätas och kvantifieras i samtliga utgående vattnen under 2022 och 2023 (Tabell 39).

Nivåerna varierar kraftigt mellan ARV (Tabell 36) och mellan år (Figur 40). Henriksdal och Ellinge har dock generellt låga halter och Bollebygd höga.

Tabell 39. Resultat från biotester (ng östradiolenheter/L) av 2022 och 2023 års utgående vatten.

År	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
2022	2.1	14	4.2	2.2	0.9	1.4	36	1.2	0.4
2023	6.2	7.9	1.1	0.9	0.4	0.2	55	0.8	0.6



Figur 40. Östrogen effekt (ng estradiolekvivalenter) i vatten från ARV, år 2010-2023.

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 författningssamling. 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).