



Miljöövervakning av utgående vatten & slam från svenska avloppsreningsverk

**Resultat från år 2020-2021
och en sammanfattning av slamresultaten för åren 2004-2021**

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 DIBENSOFURANER (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	27
PESTICIDER	30
KLORFENOLER, ALKYLFENOLER, BISFENOLER, TMDD OCH BHT	31
ORGANOFOSFATER	34
FTALATER OCH DI-ISO-NONYLCYKLOHEXAN	37
ANTIBIOTIKA	39
ANTIBAKTERIELLA ÄMNEN OCH ANTIMYCOTICA	41
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	54
REFERENSER	54

Sammanfattning

Förekomsten av organiska substanser i utgående vatten (fr.o.m. 2011) och/eller slam från nio svenska avloppsreningsverk (ARV); Stockholm (Henriksdal), Göteborg (Ryaverket), Umeå (Ön), Borås (Gässlösa/Sobacken), Eslöv (Ellinge), Alingsås (Nolhaga), Bollebygd, Borlänge och Bergkvara (Torsås) har undersökts. Följande ämnen/ämnesgrupper har ingått i studien (fr.o.m. 2004): antibiotika (fluorokinoloner), polybromerade difenyletrar, klorparaffiner, fluorerade ämnen, organofosfater, ftalater, butylhydroxitoluen, klorbensener, klorfenoler, triklosan, organotenn-föreningar, metylsiloxaner, metaller samt klorerade dibenso-*p*-dioxiner, dibensofuraner och bifenyler. År 2010 adderades myskämnen, NSAID's, bisfenol A och nonyl- och oktylfenoler och år 2019 adderades ett flertal läkemedel, tio ftalater/organofosfater, nio flamskyddsmedel, sex pesticider, fyra antibakteriella ämnen och antimykotica, tre antibiotika, tre bisfenoler, tre bromfenoler, två UV filter, två bensotiasoler samt ett icke-flyktigt lösningsmedel (TMDD).

Resultaten från år 2020 och 2021 års mätningar presenteras i tabellform. Dessutom redovisas slamhalterna för perioden 2004-2021 i grafisk form för att illustrera eventuella tidstrender.

Liksom tidigare år så är slamhalterna 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 (Öhns 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 2011-2021 indikerar fortsatt minskande trender för samtliga ämnen med statistiskt signifikanta tidstrender, förutom för mono- och dibutyltenn och deca-BDE för vilka haltminskningen planat ut. Det finns även tydliga tecken på minskande halter av två antibiotika (ciprofloxacin och ofloxacin), två flamskyddskemikalier (PBDE-47 och PBDE-99), en mjukgörare (DEHP), en klorbensen (HCB) och en klorparaffin (LCCP).

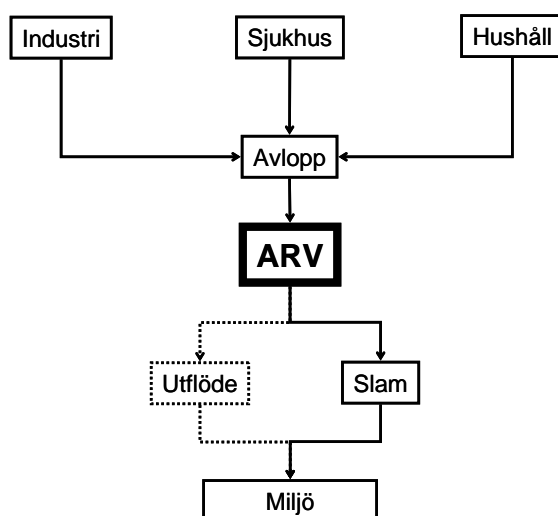
Halterna av flera av de ämnen som tidigare visat ökande trender verkat ha planat ut eller till och med vänt nedåt, ex. tributylfosfat, trikresylfosfat, TDCPP, TBEP och flera dioxin-lika PCB (ex. PCB 118, 126 och 169).

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 (2021 var medianhalten 3.8 respektive 1.2 mg/kg torrt slam). Högst halt i vatten hade läkemedlen Metoprolol och Losartan (2021 var medianhalterna 1.1 respektive 0.77 µg/L). Metoprolol och Losartan används båda som hjärtmediciner.

Analyserna av fluorerade ämnen utökades 2020 till att även omfatta små polyfluorerade ämnen (PFAS) och extraherbart organiskt fluor (EOF). Halterna av trifluorättiksyra visade sig vara mycket högre än halterna av övriga PFAS. Även perfluorpropansyra och perfluormetansulfonat hade relativt höga halter. De förekom generellt i högre halter än de mer kända analogerna PFOA och PFOS. Halterna av de undersökta PFAS i reningsverksslam utgjorde bara några få procent av EOF. Det finns alltså en stor mängd oidentifierade fluorerade ämnen i proverna.

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 som därför bör återföras till produktiv mark i ett kretsloppsanpassat samhälle. Dessvärre ansamlas också miljö- och hälsofarliga ämnen i slammet, vilket gör slam till en mycket relevant matris att analysera för att upptäcka nya miljöfarliga ämnen och för att fastlägga tidstrender för vissa prioriterade miljö- och hälsofarliga ämnen från samhället.

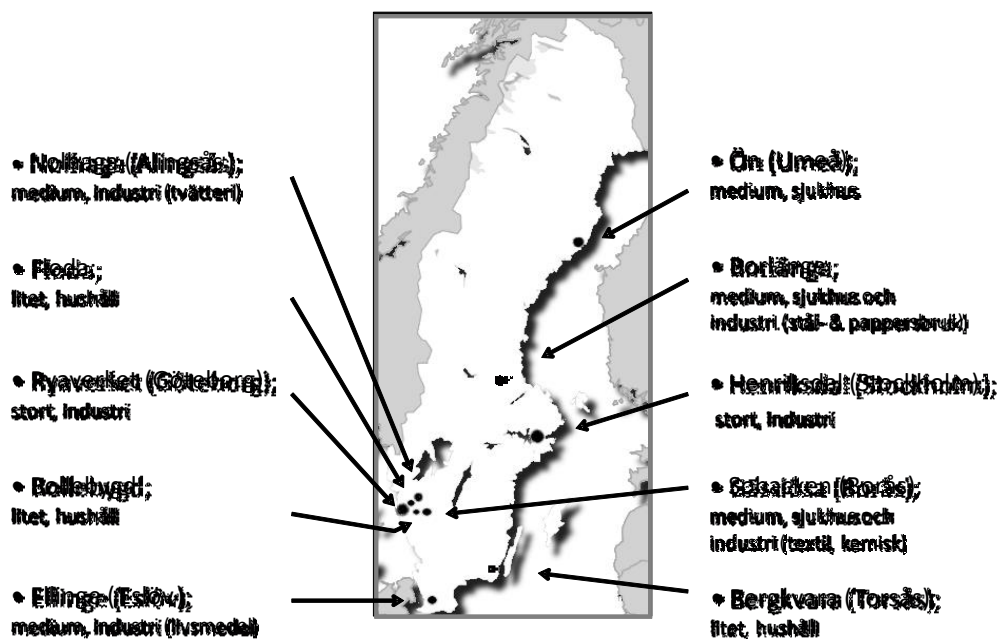


Figur 1. Förenklat flödesschema för kemikalier från samhället till miljön, ARV = Avloppsreningsverk.

Det övergripande syftet med denna årliga miljöövervakning är att kontrollera halterna av ett stort antal miljögifter i utgående vatten och slam i representativa svenska reningsverk. Halterna från denna årligen återkommande kvantifiering kan vid senare tillfälle utnyttjas för att fastlägga tidstrender, slamdata finns för år 2004-2021 [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 Bergkvara (Torsås) 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. Reningsverkens lokalisering, storlek och belastning kan ses i Figur 2. Information om bl.a. antalet anslutna kunder (även uttryckt som personekvivalenter, pe), volym inkommande vatten och mängd producerat slam för respektive reningsverk finns i Tabell 1.



Figur 2. Avloppsreningsverkens lokalisering, storlek och belastning,

Tabell 1. Information om reningsverken [5].

	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	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 *	5*	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, 2021 (%)	29	22	23	26	27	19	8	34	16
Uppehållstid (rötning)	20	17	18	19	25	30	--	15	--

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

Henriksdals reningsverk

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

Reningsprocessen

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

Ryaverket

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

Reningsprocessen

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

Öns reningsverk

Umeås avloppsreningsverk Ön är beläget på en ö i Umeälven söder om centrala Umeå och 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 rötkammaren 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- och kemisk industri. Certifierat enligt REVAQ, försöker förbättra slamkvaliteten så att slammet ska kunna utnyttjas till att spridas på åkrar.

Reningsprocessen

Mekanisk rening med fingaller och luftade sandfång. Därefter flockning, biologisk rening med försedimentering där en del av vattnet går till biobäddar och mellansedimentering och en del av vattnet går till aktivslamanläggning och mellansedimentering. Kemisk rening med fällningskemikalie och polymer och slutsedimentering i form av 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 med hjälp av centrifugering.

Ellinge reningsverk

I Eslöv processar Ellinge reningsverk en mycket stor andel industriavlopp (66 210 pe industri av totalt 97 000 pe) som nästan uteslutande härrör från livsmedelsindustrin. Verket har även tvätterier 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 utnyttjas till att spridas på åkrar.

Reningsprocessen

Rensgaller, sandfång, två försedimenteringsbassänger där den ena är till för kommunalt vatten och den andra för processvatten från Orkla Foods där vattnet också kan ledas vidare till en actiflo-anläggning om behov uppstår och processvattnet leds även vidare till en slamlutning och 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 rötkammare. Därefter rötas slammet och centrifugeras innan slutprodukt erhålls.

Nolhaga reningsverk

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

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 Hjälmaröds vattenverk tas också emot i spillvattennätet.

Borlänge reningsverk

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

Reningsprocessen

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

Bergkvara reningsverk

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

Reningsprocessen

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

Bollebygds reningsverk

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

Reningsprocessen

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

Föreningar

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

Tabell 2. Sammanställning av föreningar och urvalskriterier.

Grupp	Namn	WFD	OSPAR	Finsk Screening prio	"På köpet"	Utökning 2019
Dioxinlika ämnen	Dioxin-lika PCB (enligt WHO)				X	
	2,3,7,8-Polykorerade 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, hexabromcyklohexan, 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				
Organofosfater	TMDD					X
	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-kresyl fosfat					X
	Trixylyl fosfat					X
Isopropylerad fenyl fosfat					X	
Ftalater, etc	Di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)	X		X		
	Dimetyl- och dietylftalat				X	
	Dibutyl- och butylbenzylftalat			X		
	Dioktyl-, di-iso-nonyl-, di-iso-decylftalat				X	
	Dicyklohexyl-, di-iso-butyl, difenylftalat					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
NSAID³	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: Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), ALS Scandinavia AB (Luleå), IVL Svenska Miljöinstitutet (Stockholm) och Kemiska institutionen (Umeå universitet).

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

Vissa ämnen har inte analyserats i båda matriserna, utan bara de ämnen som man förväntas hitta i utgående vatten och/eller slam.

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	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%
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; IK = metod validerad genom interkalibreringar; EM = egenutvecklad metod, validerad vid respektive laboratorium.

Resultat

Polyklorerade dibenso-*p*-dioxiner (PCDD), polyklorerade dibensofuraner (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 torrs substans, TS), Tabell 4. Haltvariationen mellan år 2004 och 2021 kan ses i Figur 3 och 4. En minskande tidstrend kan ses för OCDF och OCDD i de flesta ARV.

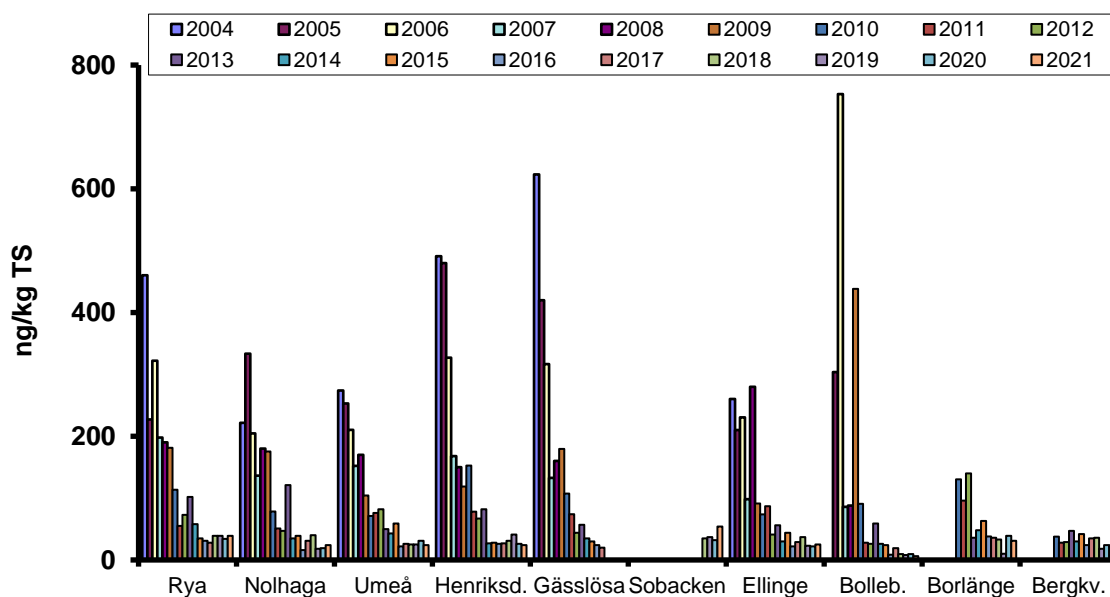
Slamhalter av dioxin-lika PCB kan ses i Tabell 5. Figur 5-8 visar haltvariationen mellan åren 2004-2021 för PCB #118, 77, 126 och 169. Halterna av dessa verkar minsta med tiden.

Tabell 4. Resultat från 2020 och 2021 års prover, slam, PCDD/F (ng/kg TS).

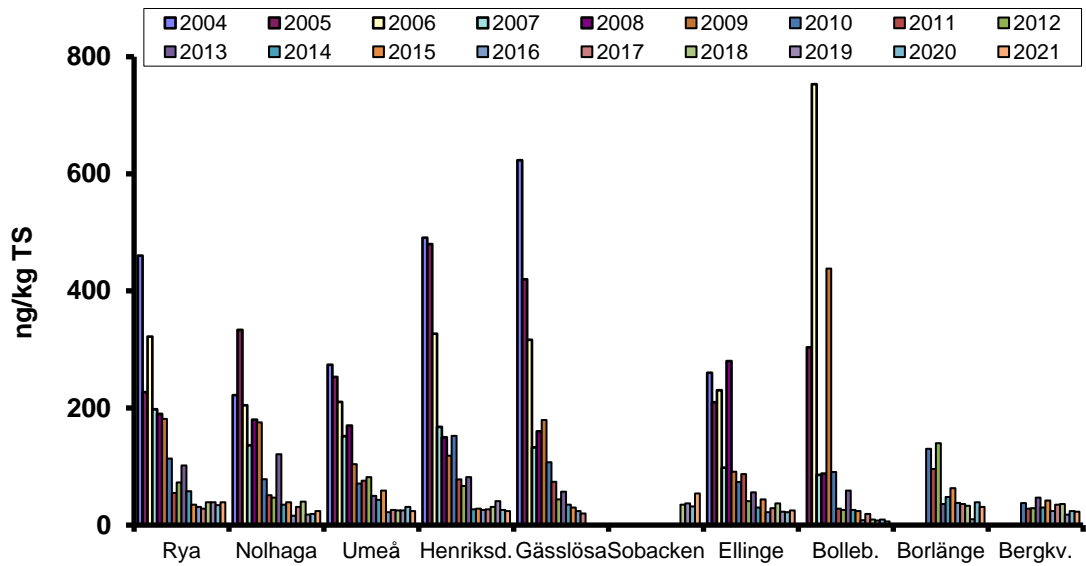
2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
2,3,7,8-TCDD	<0.29	<0.34	<0.27	<0.3	<0.29	<0.42	<1.7	<0.38	2.1
1,2,3,7,8-PeCDD	0.58	<0.48	<0.38	<0.41	<0.41	<0.52	<2.1	<0.47	<0.8
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.79	<0.53	0.51	0.78	0.66	<0.6	<2.4	0.58	<0.92
1,2,3,6,7,8-HxCDD	2.0	1.5	2.7	2.8	2.7	2.3	<2.4	1.9	2.5
1,2,3,7,8,9-HxCDD	1.4	0.68	1.1	1.2	1.00	0.71	<2.4	0.88	<0.92
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	43	47	64	85	88	31	16	50	45
OCDD	360	440	440	550	580	220	140	400	420
2,3,7,8-TCDF	1.8	1.1	1.2	1.5	1.5	1.1	<1.7	1.7	1.4
1,2,3,7,8-PeCDF	1.1	<0.53	0.77	0.65	0.67	0.67	<1.8	0.87	0.83
2,3,4,7,8-PeCDF	1.6	0.99	1.3	1.2	1.2	1.0	<1.8	1.7	1.5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1.9	0.80	1.4	1.2	1.4	1.3	<2.9	1.9	1.7
1,2,3,6,7,8-HxCDF	1.5	<0.73	1.7	0.99	1.1	0.78	<2.9	1.6	<1.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	1.8	0.94	1.4	1.1	1.5	1.2	<2.9	2.2	1.3
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.87	<0.73	<0.58	<0.63	<0.62	<0.72	<2.9	0.79	<1.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	17	9.2	24	13	12	13	5.4	19	13
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	1.1	<0.94	1.0	<0.81	<0.80	0.90	<3.2	1.9	<1.2
OCDF	34	19	31	26	32	22	9.5	39	24
2021									
2,3,7,8-TCDD	<1.0	<1.3	<1.0	<0.76	<0.55	<0.87	<2.0	<0.37	<1.6
1,2,3,7,8-PeCDD	0.62	<0.86	<1.2	<0.64	<1.1	<1.1	<4.5	<0.59	<3.6
1,2,3,4,7,8-HxCDD	1.1	<1.0	<0.79	<0.72	0.68	1.10	<2.4	<0.54	<2.8
1,2,3,6,7,8-HxCDD	2.4	1.2	1.4	1.5	2.2	2.5	<2.3	1.6	<2.8
1,2,3,7,8,9-HxCDD	1.4	<0.98	<0.74	0.7	0.96	1.5	<2.3	0.76	<2.9
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	37	39	26	32	64	37	13	34	36
OCDD	260	500	260	260	510	240	91	300	290
2,3,7,8-TCDF	1.8	0.91	0.99	1.4	1.7	1.4	<1.4	1.4	<1.3
1,2,3,7,8-PeCDF	1.7	<0.57	<0.71	0.61	0.90	1.5	<1.7	0.72	<1.1
2,3,4,7,8-PeCDF	2.8	0.77	<0.70	1.5	2.1	2.4	<1.9	1.6	<1.2
1,2,3,4,7,8-HxCDF	5.1	0.75	1.0	1.3	2.3	2.6	<1.6	2.1	<2.0
1,2,3,6,7,8-HxCDF	3.8	0.59	0.74	0.88	2.0	3.6	<1.5	1.5	<1.8
2,3,4,6,7,8-HxCDF	4.1	0.77	0.98	1.0	3.4	3.1	<1.7	2.7	<2.2
1,2,3,7,8,9-HxCDF	1.3	<0.65	<0.83	<0.74	1.5	1.4	<2.5	0.92	<2.9
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	33	11	21	13	24	17	2.7	17	16
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	2.2	<0.91	<1.2	<0.67	3.5	2.4	<2.8	1.9	<3
OCDF	39	24	24	24	54	25	6.2	31	23

Tabell 5. Resultat från 2020 och 2021 års prover, slam, PCB (ng/kg TS).

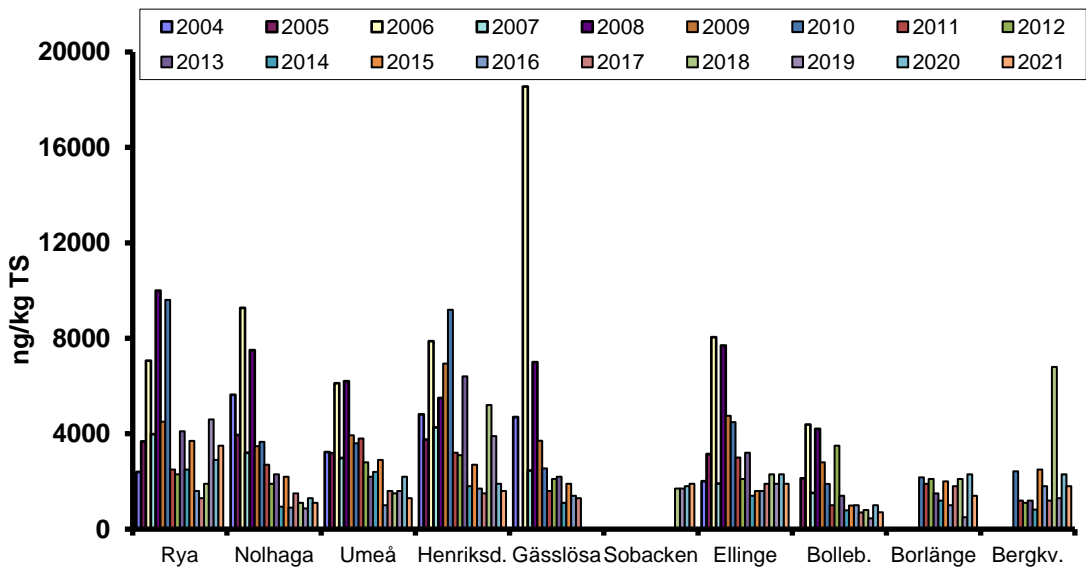
2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
# 77	100	79	80	160	80	98	42	82	92
# 81	5.2	3.2	3.9	7.6	3.7	4.8	2.1	3.4	4.1
# 126	15	15	11	15	14	16	5.2	22	20
# 169	2.3	2.4	2.1	2.4	2.5	2.2	<1.8	3.1	3.1
# 105	950	370	790	650	520	440	280	670	640
# 114	47	14	30	22	21	19	<4.5	28	32
# 118	2900	1300	2200	1900	1800	2300	1000	2300	2300
# 123	150	47	110	90	61	120	57	110	130
# 156	860	490	650	610	740	600	250	670	720
# 157	120	60	96	88	87	83	47	100	100
# 167	270	200	220	230	300	220	92	260	290
# 189	120	62	72	82	130	68	33	110	100
2021									
# 77	110	47	66	130	83	100	33	68	75
# 81	4.2	1.9	2.9	5.5	3.4	4.7	<1.8	3.1	3.1
# 126	16	9.5	7.6	12	17	17	4.3	13	20
# 169	2.3	1.5	2.3	1.7	2.8	2.6	<1.3	2.3	3.0
# 105	1100	280	370	540	530	530	230	450	440
# 114	110	15	34	20	50	50	16	36	26
# 118	3500	1100	1300	1600	1900	1900	710	1400	1800
# 123	160	54	51	58	68	70	27	58	67
# 156	850	470	390	480	630	540	230	530	680
# 157	130	57	53	73	88	81	38	73	89
# 167	330	200	150	170	240	220	70	200	290
# 189	100	88	58	68	100	77	34	84	110



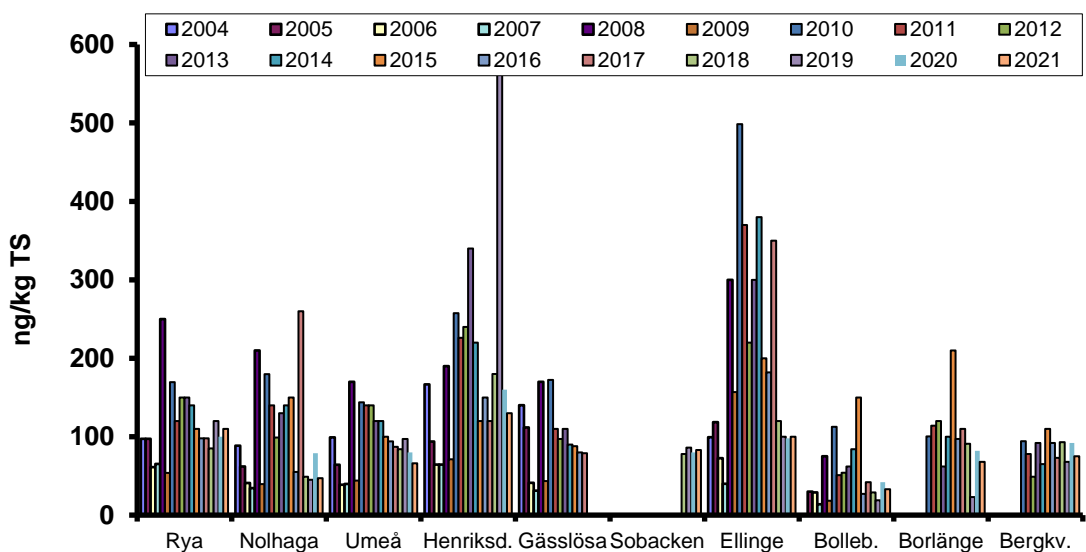
Figur 3. Halter av OCDF (år 2004-2021) i slam från avloppsreningsverken.



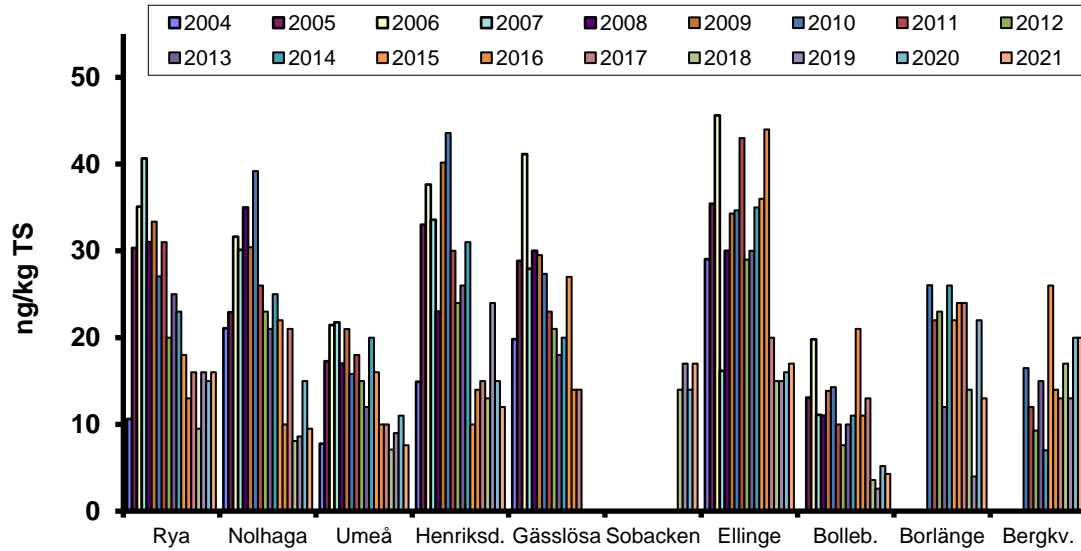
Figur 4. Halter av OCDD (år 2004-2021) i slam från avloppsreningsverken.



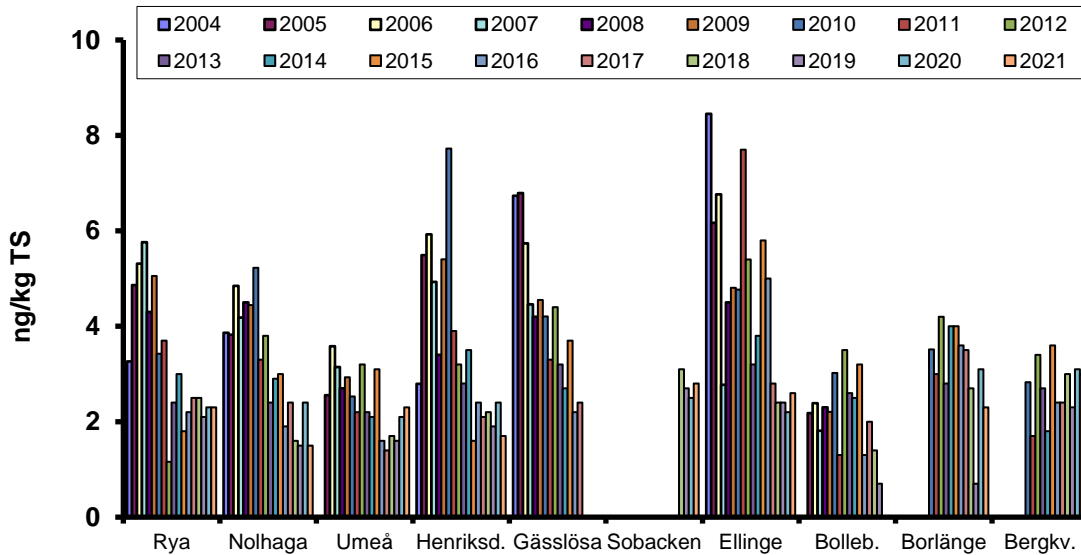
Figur 5. Halter av PCB #118 (år 2004-2021) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 6. Halter av PCB #77 (år 2004-2021) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 7. Halter av PCB #126 (år 2004-2021) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 8. Halter av PCB #169 (år 2004-2021) i slam från avloppsreningsverken.

Klorbensener

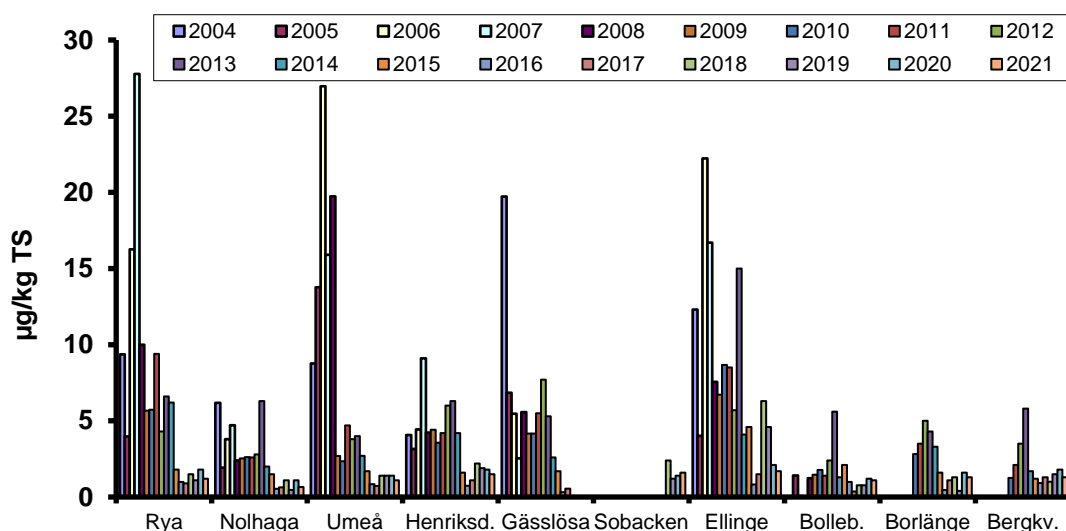
Slam

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 2020 och 2021 års prover, slam, klorbensener ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
1,3-diCBz	0.56	4.2	0.55	1.0	0.80	7.3	1.1	0.70	1.4
1,4-diCBz	6.1	39	12	345	9.2	235	12	8.6	8.6
1,2-diCBz	4.6	6.0	7.1	6.2	7.7	5.2	6.2	5.2	8.8
1,3,5-triCBz	0.53	<0.16	0.34	0.42	0.45	0.85	0.23	0.72	0.17
1,2,4-triCBz	3.3	18	2.1	2.7	2.5	4.5	21	4.5	16
1,2,3-triCBz	0.30	0.38	0.54	0.31	0.50	0.45	0.27	0.73	0.18
1235/1245-CBz	0.24	0.12	0.31	0.16	0.37	0.22	<0.10	0.26	<0.12
1,2,3,4-CBz	0.43	0.13	0.16	0.12	0.21	<0.14	0.17	0.20	0.11
PentaCBz	0.92	0.46	0.91	0.62	0.93	1.2	0.4	0.73	1.4
HexaCBz	1.8	1.1	1.4	1.8	1.4	2.1	1.2	1.6	1.8
2021									
1,3-diCBz	1.3	4.9	0.20	0.64	0.58	2.0	0.93	0.47	3.3
1,4-diCBz	29	113	5.0	64	5.0	16	12	19	12
1,2-diCBz	2.6	12	3.0	4.3	5.3	4.8	3.2	3.5	7.6
1,3,5-triCBz	0.36	0.21	0.21	0.32	0.40	0.47	0.47	0.35	0.31
1,2,4-triCBz	6.3	9.1	3.8	4.3	2.5	3.1	53	5.2	26
1,2,3-triCBz	0.24	0.16	0.22	0.22	0.41	0.68	0.23	0.23	0.18
1235/1245-CBz	0.30	0.10	0.25	0.17	0.39	0.20	0.11	0.16	0.12
1,2,3,4-CBz	0.97	0.19	0.14	0.086	0.16	0.048	0.064	0.062	0.047
PentaCBz	0.82	0.39	0.83	0.55	1.1	0.53	0.55	0.68	1.9
HexaCBz	1.2	0.65	1.1	1.5	1.6	1.7	1.1	1.3	1.3

CBz = Klorbensener.



Figur 9. HexaCBz-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2021.

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 2004-2021 redovisas i Figur 10-12.

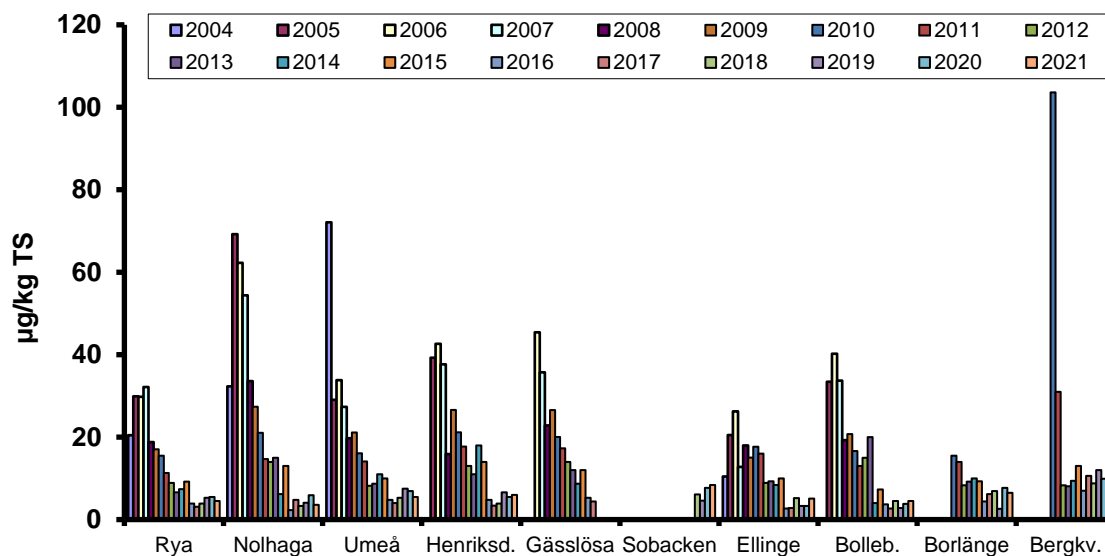
Proverna från Bergkvara har utmärkt sig tidigare med relativt höga halter av tetraBDE (#47) och decaBDE, men har under senare år varit relativt jämförbara med övriga reningsverk.

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

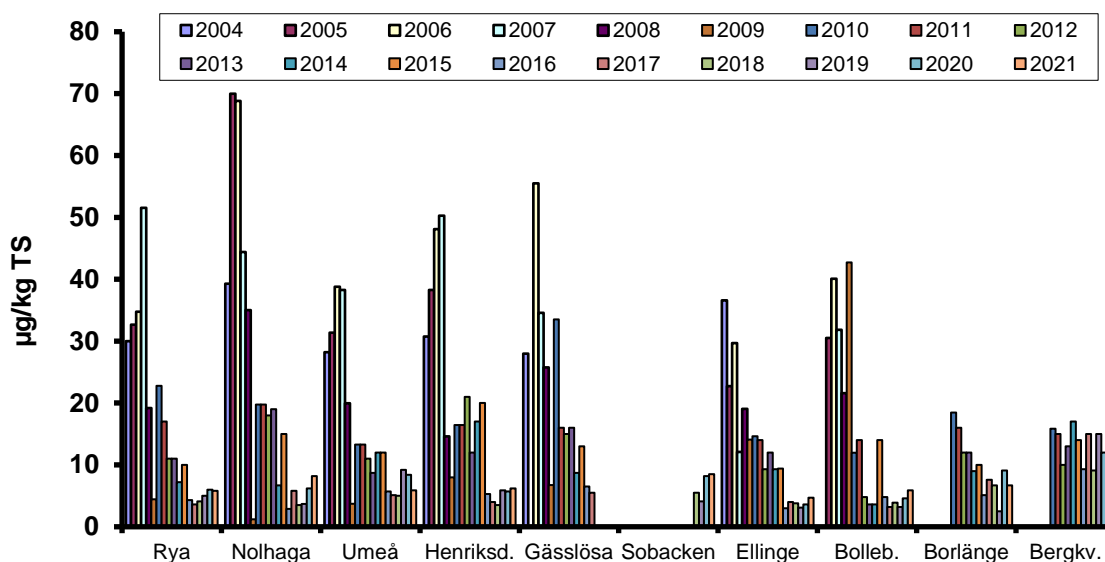
Tabell 7. Resultat från 2020 och 2021 års prover, slam, PBDE ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
# 28	0.11	0.13	0.14	0.15	0.16	<0.11	<0.28	0.14	0.20
# 47	5.5	5.9	6.9	5.5	7.7	3.3	3.8	7.7	9.9
# 99	6.0	6.2	8.4	5.7	8.2	3.6	4.6	9.1	12
# 100	1.3	1.5	1.8	1.3	2.1	0.84	0.95	1.9	2.3
# 153	0.66	0.72	1.2	0.73	1.5	0.58	0.45	1.0	1.1
# 154	0.53	0.60	0.73	0.52	0.90	0.35	0.37	0.79	0.90
# 183	0.49	0.26	0.43	0.34	1.1	0.46	0.32	0.41	0.45
# 209	570	310	460	450	540	300	260	500	400
2021									
# 28	0.075	0.047	0.098	0.062	0.14	0.076	0.15	0.14	0.15
# 47	4.5	3.6	5.5	6.0	8.4	5.1	4.5	6.5	11
# 99	5.8	8.2	5.9	6.2	8.5	4.7	5.9	6.7	11
# 100	1.3	0.6	1.3	1.4	2.1	1.1	1.2	1.5	2.6
# 153	0.65	0.22	0.59	0.57	1.63	0.72	0.78	0.69	1.08
# 154	0.51	0.21	0.48	0.44	0.75	0.48	0.43	0.56	0.88
# 183	0.33	Interf.	0.39	0.29	0.72	0.19	0.46	0.34	0.30
# 209	140	110	140	240	260	86	90	200	150

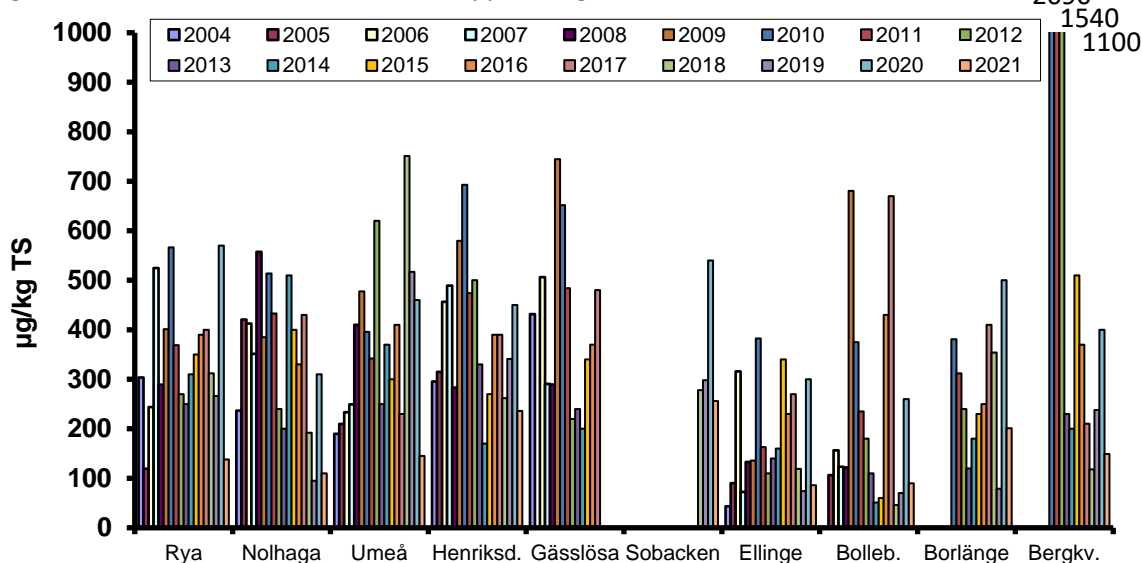
Interf. = Interferens (inget tillförlitligt värde kunde genereras).



Figur 10. Halter av TetraBDE (#47) i avloppsreningsverksslam år 2004-2021.



Figur 11. Halter av PentaBDE (#99) i avloppsreningsverksslam år 2004-2021.



Figur 12. Halter av DecaBDE (#209) i avloppsreningsverksslam år 2004-2021.

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 prov (Nolhage 2020) innehöll mycket höga halter (> 1mg/kg). BEH-TEBP och EH-TBB detekterades i alla prover i halter runt 10 µg/kg TS. Även PBT och BTBPE detekterades frekvent men i lägre halter (runt 1 µg/kg TS). TBBPA detekterades i två prover (Bergkvara reningsverk 2020 och 2021) och TCBPA detekterades i ett prov (Ellinge reningsverk 2020).

Tabell 8. Resultat från 2020 och 2021 års analyser av "nya" flamskyddsmedel (µg/kg TS).

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
PBT	0.13	0.26	0.15	0.24	<0.18	<0.17	<0.20	0.36	<0.12
TBECH	<0.14	<0.16	<0.13	<0.14	<0.14	<0.15	<0.61	<0.14	<0.23
HBCDD	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.
BTBPE	0.52	0.26	0.33	0.25	0.40	<0.2	<0.2	0.21	0.38
DBDPE	52	1060	213	755	138	232	213	82	226
EH-TBB	7.2	14	4.5	5.0	3.5	2.4	4.3	4.6	3.4
BEH-TEBP	17	22	14	15	10	4.1	12	8.8	9.5
TBBPA	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	16
TCBPA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.5	<0.5	<0.5	<0.5
2021									
PBT	0.22	0.17	0.38	0.15	<0.23	<0.29	<1.8	1.2	<0.38
TBECH	<0.13	<0.18	<0.16	<0.14	<0.15	<0.18	<0.48	<0.11	<0.25
HBCDD	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.	Nedbr.
BTBPE	0.43	<0.2	0.27	0.27	0.49	<0.2	<0.2	0.27	0.95
DBDPE	26	102	225	32	17	30	263	8.6	150
EH-TBB	6.0	9.2	6.2	5.6	3.9	1.9	6.8	3.6	5.4
BEH-TEBP	18	18	12	17	8.8	6.5	8.7	6.1	7.3
TBBPA	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	8.9
TCBPA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

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

Klorparaffiner (Polyklorerade alkaner, PCA)

Slam

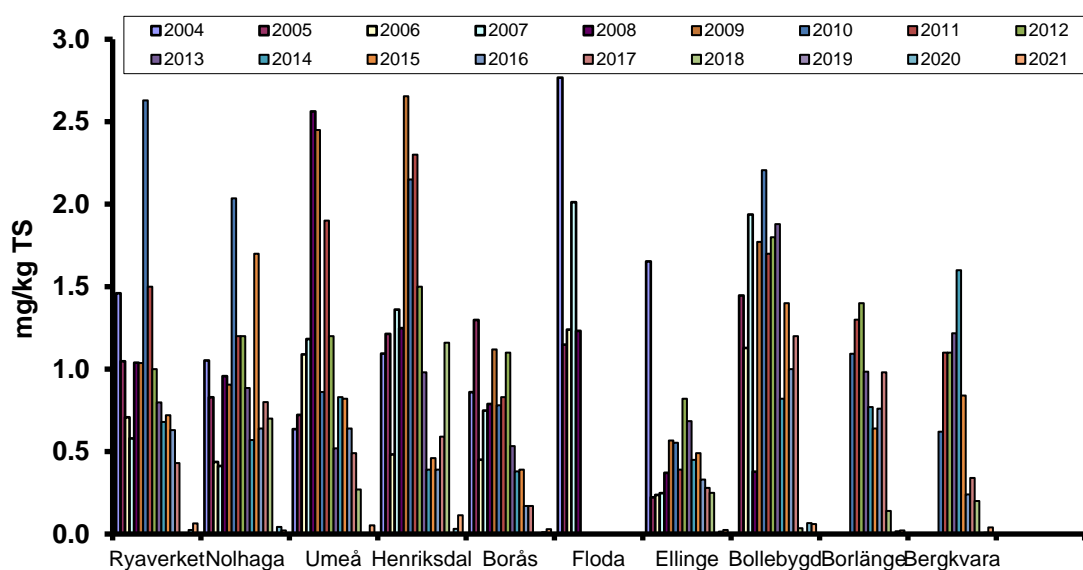
Tabell 9 redovisar halter av klorparaffiner (PCA) i avloppsreningsverksslam år 2020 och 2021.

Sammanfattning av PCA-halter för åren 2004-2021 kan ses i Figur 13-15. Generellt verkar halterna minska över tid.

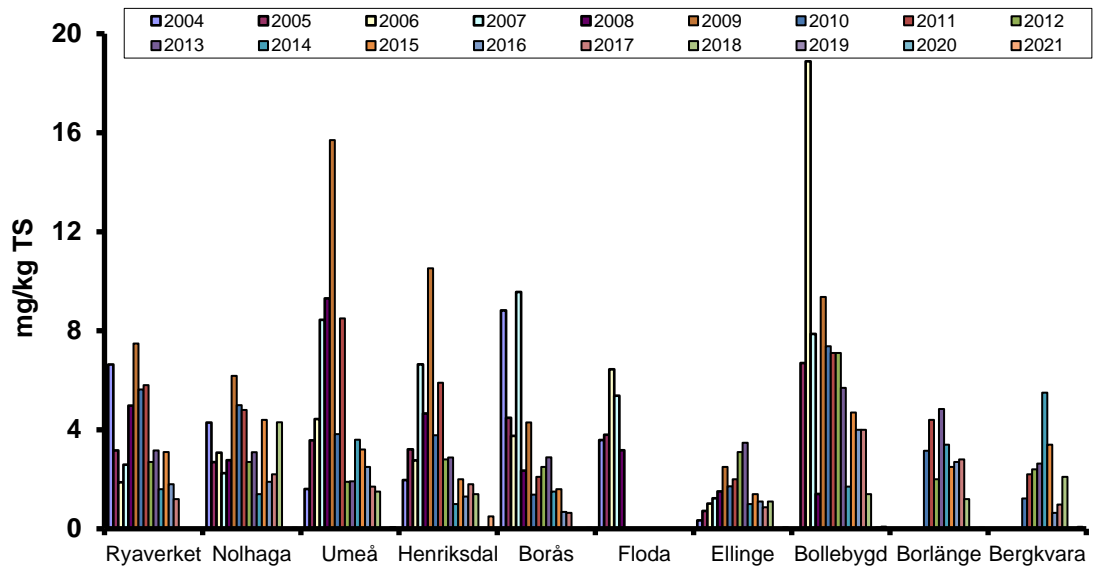
Tabell 9. Resultat från 2020-2021 analyser av klorparaffiner (CP) ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
SCCP ¹	25	43	5.4	31	11	15	66	17	7.9
MCCP ²	18	25	12	11	10	17	54	14	16
LCCP ³	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
2021									
SCCP ¹	64	22	53	114	29	25	60	22	40
MCCP ²	24	39	68	503	43	56	85	43	79
LCCP ³	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100

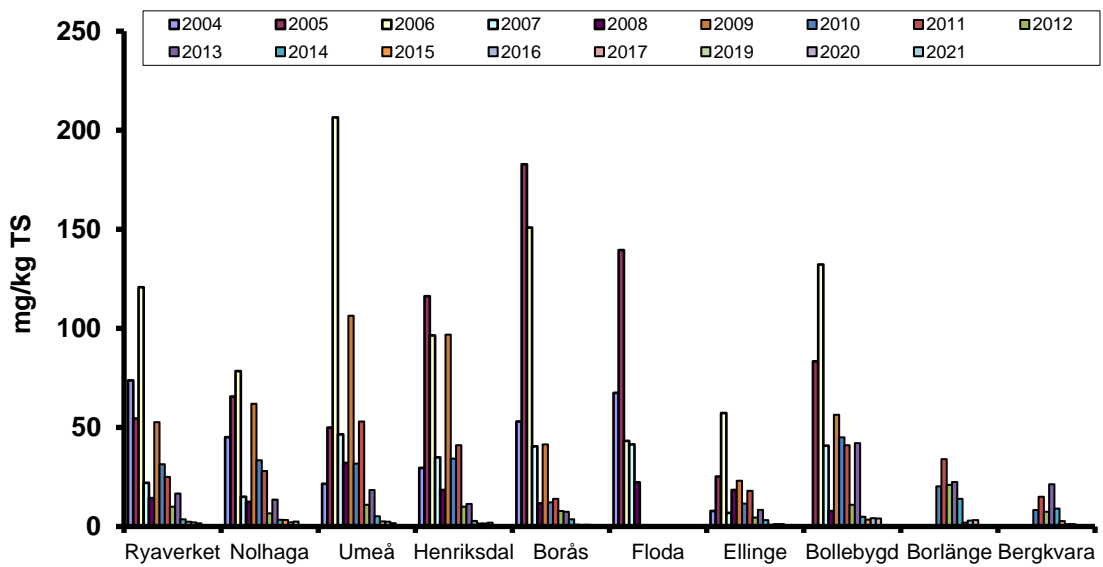
¹SCCP: Short chain CP, C₁₀-C₁₃. ²MCCP: Medium chain CP, C₁₄-C₁₇. ³LCCP: Long chain CP, C₁₈-C₂₀.



Figur 13. SCCP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2021.



Figur 14. MCCP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2021.



Figur 15. LCCP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2021.

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 2020 och 2021 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 2020 och 2021. 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 generellt högre än halterna av PFOA.

Slam

Halter av fluorerade ämnen i avloppsreningsverksslam år 2020 och 2021 redovisas i Tabell 12. Figur 17 och Figur 18 visar PFOS- och PFOA-halter i slammet 2004-2021, med generellt minskning halter över tiden.

Under åren 2020 och 2021 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.

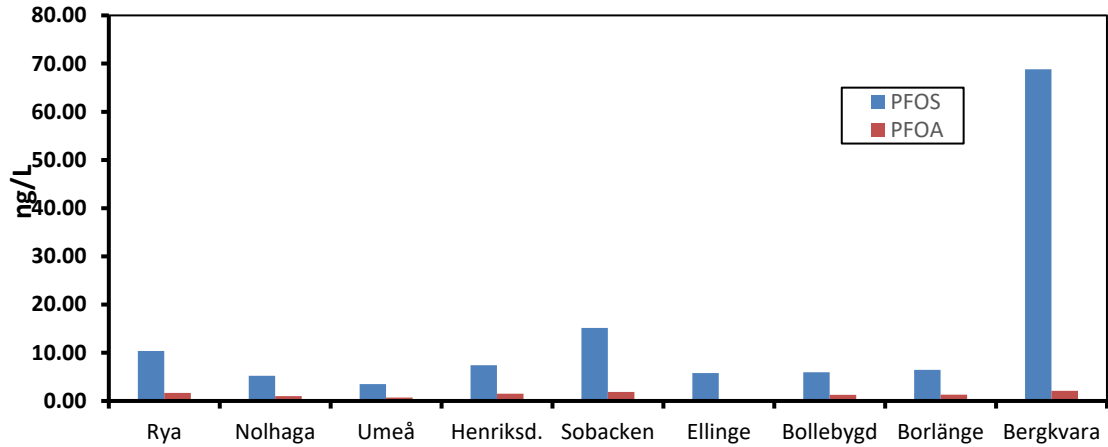
TFAA	Trifluorättiksyra
TFPrA	Perfluorpropansyra
PFBA	Perfluorbutansyra
PFPeA	Perfluorpentansyra
PFHxA	Perfluorhexansyra
PFHpA	Perfluorheptansyra
PFOA	Perfluoroktansyra
PFNA	Perfluornonansyra
PFDA	Perfluordekansyra
PFUnA	Perfluorundekansyra
PFDoA	Perfluordodekansyra
PFTTrDA	Perfluortridekansyra
PFTeDA	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 2020 och 2021-års prover, utgående vatten (ng/L). Nomenklatur se Tabell 10.

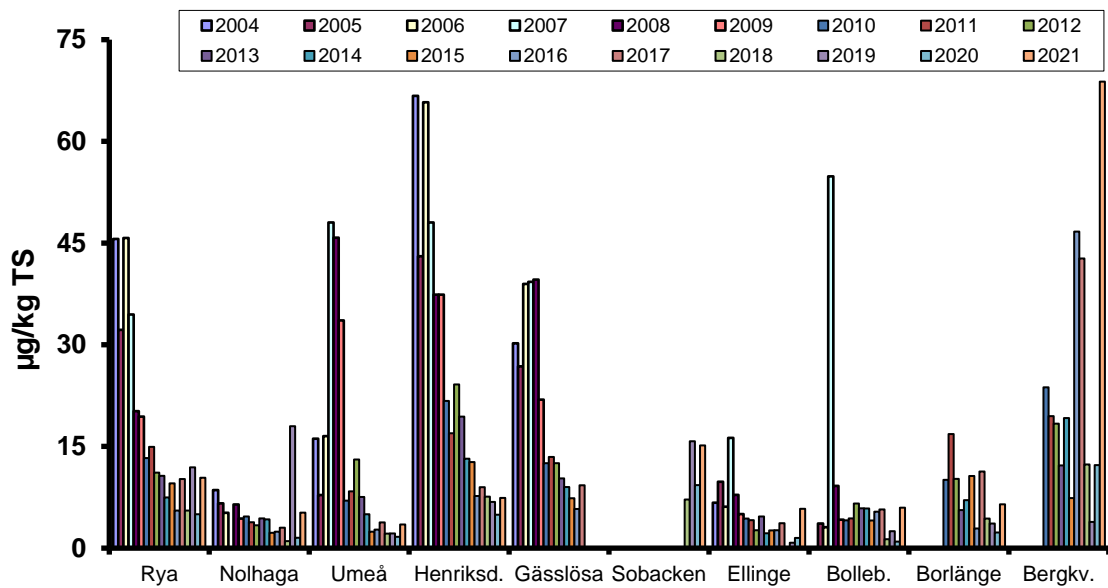
2020	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
TFAA	230	252	224	242	343	512	236	235	426
PFPrA	19.06	4.50	3.42	9.81	19.55	1.59	1.69	74.40	1.95
PFBA	3.78	4.74	2.99	19.96	5.56	3.16	4.47	5.66	<2.0
PFPeA	2.66	3.45	2.75	35.55	5.67	2.23	2.00	3.72	2.95
PFHxA	4.40	4.77	3.97	36.68	7.32	2.34	4.77	4.65	3.02
PFHpA	1.90	1.94	1.28	14.32	3.23	1.28	0.70	1.76	1.40
PFOA	4.74	17.89	2.88	28.50	5.28	3.23	8.08	8.12	12.47
PFNA	0.93	0.52	0.52	2.79	1.02	0.54	0.30	0.93	0.38
PFDA	0.50	0.23	0.35	0.56	0.64	0.35	0.25	0.61	0.12
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	36.64	4.26	<2.0	17.17	4.54	<2.0	<2.0	10.11	3.17
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	1.52	1.19	1.13	16.39	3.56	1.26	0.46	0.99	1.43
PFPeS	0.28	0.26	0.19	1.04	0.32	0.19	<0.10	0.14	0.16
PFHxS	1.42	0.89	1.15	4.51	2.15	0.64	0.60	1.34	2.32
PFHpS	0.28	<0.10	<0.10	0.49	0.20	<0.10	<0.10	<0.10	0.13
lin-PFOS	6.31	0.88	1.54	4.45	2.77	0.62	0.72	2.96	0.54
gr-PFOS	2.12	0.43	1.06	3.78	1.59	0.34	0.25	1.39	1.24
6:2 FTSA	2.47	0.42	2.77	2.88	8.52	1.26	2.76	2.78	0.92
6:2 FTSA	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30
2021									
TFAA	268	607	369	775	432	468	257	289	925
PFPrA	4.10	34.33	3.19	37.47	19.50	3.31	2.63	72.08	3.75
PFBA	<2.0	3.53	3.48	6.92	10.42	2.63	11.75	7.53	<2.0
PFPeA	1.81	3.23	2.44	5.70	18.24	3.16	1.76	3.70	3.10
PFHxA	1.95	4.08	3.41	5.99	24.53	2.25	3.68	5.57	3.43
PFHpA	1.03	2.63	1.24	2.62	11.48	1.23	<0.20	1.49	1.68
PFOA	2.96	6.20	3.80	5.63	22.60	3.77	1.80	7.12	3.25
PFNA	0.46	0.59	1.19	1.00	3.08	0.59	0.60	1.88	0.29
PFDA	0.19	0.20	0.76	0.64	0.86	0.33	0.27	0.77	<0.10
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	29.23	4.82	18.19	6.91	16.55	3.23	6.04	18.66	5.17
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	0.63	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
PFBS	0.85	1.29	0.82	4.22	17.6	1.05	0.51	1.17	1.78
PFPeS	0.19	0.25	0.18	0.30	0.70	0.14	0.17	0.30	0.69
PFHxS	1.06	1.01	1.39	1.92	3.10	0.71	0.78	2.46	6.60
PFHpS	0.24	<0.10	0.20	0.12	0.35	<0.10	0.12	0.25	0.22
lin-PFOS	3.68	0.88	5.10	1.95	5.10	0.94	0.96	9.90	1.22
gr-PFOS	2.49	1.13	4.83	1.57	5.51	0.96	1.30	6.52	3.42
6:2 FTSA	5.57	0.82	1.63	3.47	3.43	0.89	1.90	4.63	0.90
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 2020 och 2021-års prover, slam, perfluorerade ämnen ($\mu\text{g}/\text{kg}$ TS).
Nomenklatur se Tabell 10. Interf. = störande interferens.

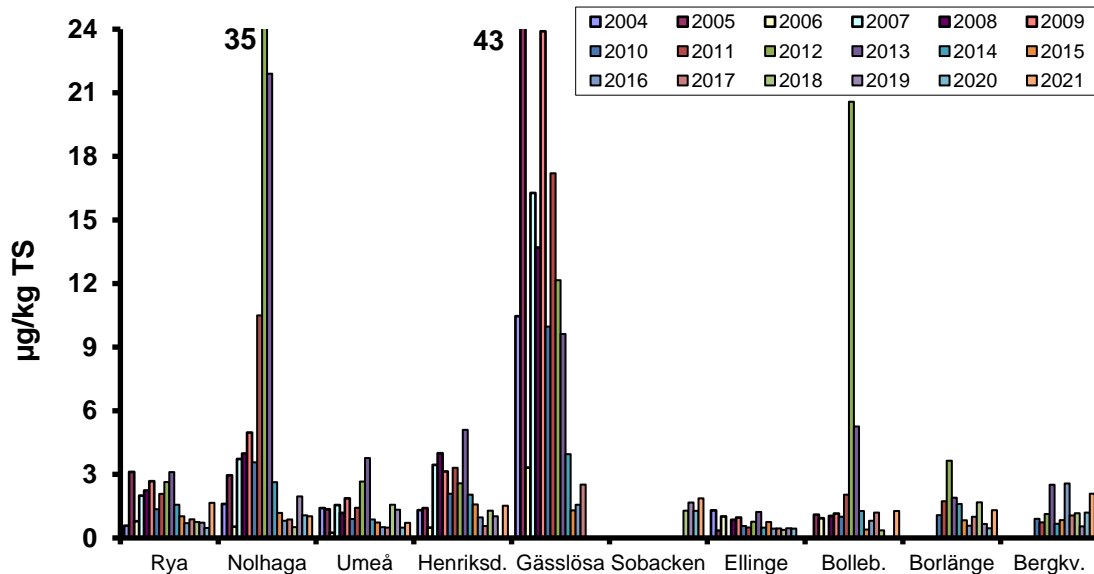
2020	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
PFBA	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.	Interf.
PFPeA	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5
PFHxA	0.95	0.93	1.15	0.56	21.5	<0.10	0.29	1.46	1.03
PFHpA	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
PFOA	0.47	1.07	0.49	<0.40	1.28	0.44	<0.40	0.46	1.20
PFNA	<0.26	0.26	<0.26	0.35	0.81	<0.26	<0.26	<0.26	1.03
PFDA	1.12	1.17	0.63	1.44	2.16	0.62	0.37	0.82	2.07
PFUnDA	0.70	0.41	0.36	1.11	0.84	0.44	0.26	0.64	0.60
PFDoDA	<1.25	<1.25	<1.25	1.60	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25	<1.25
PFTriDA	0.26	0.21	<0.20	0.54	0.27	<0.20	<0.20	0.26	<0.20
PFTeDA	<0.90	<0.90	<0.90	<0.90	<0.90	<0.90	<0.90	<0.90	<0.90
PFBS	0.41	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	1.58	<0.15
PFPeS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
PFHxS	0.13	<0.10	<0.10	<0.10	0.11	<0.10	<0.10	<0.10	0.49
PFHpS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
lin-PFOS	4.41	1.52	1.68	4.02	8.07	1.51	0.96	2.31	10.40
gr-PFOS	0.60	<0.54	<0.54	0.91	1.22	<0.54	<0.54	<0.54	1.84
PFNS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
PFDS	0.11	<0.10	0.23	0.33	<0.10	<0.10	0.17	0.18	<0.10
PFDoDS	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45
6:2 FTSA	<0.10	<0.10	<0.10	0.18	0.22	0.33	0.16	<0.10	0.52
8:2 FTSA	0.63	0.21	0.95	0.94	0.35	0.54	0.28	1.05	0.45
FOSA	0.41	0.36	<0.10	0.53	0.79	0.17	<0.10	0.17	0.45
EOF	Interf.	Interf.	589	539	2063	Interf.	Interf.	651	1005
2021									
PFBA	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
PFPeA	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5
PFHxA	3.61	0.43	2.41	3.40	1.98	0.23	2.89	2.91	1.96
PFHpA	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
PFOA	1.66	1.02	0.71	1.52	1.87	<0.40	1.27	1.31	2.09
PFNA	0.29	0.37	<0.26	0.55	1.27	<0.26	<0.26	<0.26	1.06
PFDA	1.50	1.02	0.60	3.27	2.75	1.09	1.20	0.96	3.09
PFUnDA	0.81	0.39	0.36	1.52	0.86	0.63	0.49	0.54	0.76
PFDoDA	1.09	0.40	0.45	1.86	0.73	0.84	0.50	0.61	0.99
PFTriDA	<0.20	<0.20	<0.20	0.47	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	0.28
PFTeDA	0.34	<0.20	<0.20	0.59	0.28	0.23	0.25	<0.20	0.31
PFBS	1.19	<0.15	0.17	0.92	<0.15	<0.15	0.18	<0.15	2.42
PFPeS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
PFHxS	0.11	0.12	0.11	0.13	0.21	<0.10	0.14	0.11	1.43
PFHpS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.14	<0.10	<0.10	<0.10	0.38
lin-PFOS	9.04	4.70	3.21	6.53	13.01	4.99	5.44	5.76	55.04
gr-PFOS	1.34	0.53	0.28	0.87	2.14	0.81	0.53	0.70	13.78
PFNS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
PFDS	<0.10	<0.10	0.20	0.40	<0.10	<0.10	<0.10	0.40	<0.10
PFDoDS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
6:2 FTSA	0.68	<0.10	0.18	1.86	0.37	0.31	2.14	1.01	0.68
8:2 FTSA	0.50	0.73	1.58	2.32	2.05	0.75	1.13	1.17	0.91
FOSA	0.29	0.17	0.33	0.62	0.72	0.31	0.13	0.23	0.51
EOF	525	445	466	658	1630	546	642	711	719



Figur 16. PFOA- och PFOS-halter (ng/L) i utgående vatten, ARV (2021).



Figur 17. PFOS-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2021.



Figur 18. PFOA-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2021.

Metylsiloxaner

Slam

Tabell 13 sammanfattar nomenklaturen för metylsiloxaner och Tabell 14 redovisar halter av metylsiloxaner i avloppsreningsverksslam år 2020 och 2021.

Halterna av cykliska metylsiloxaner (främst D5) var betydligt högre än halterna av linjära metylsiloxaner. Halter i avloppsslam, åren 2004-2021, redovisas i Figur 19-21. De är avtagande för D5 och D6, men relativt konstante eller till och med ökande för D4.

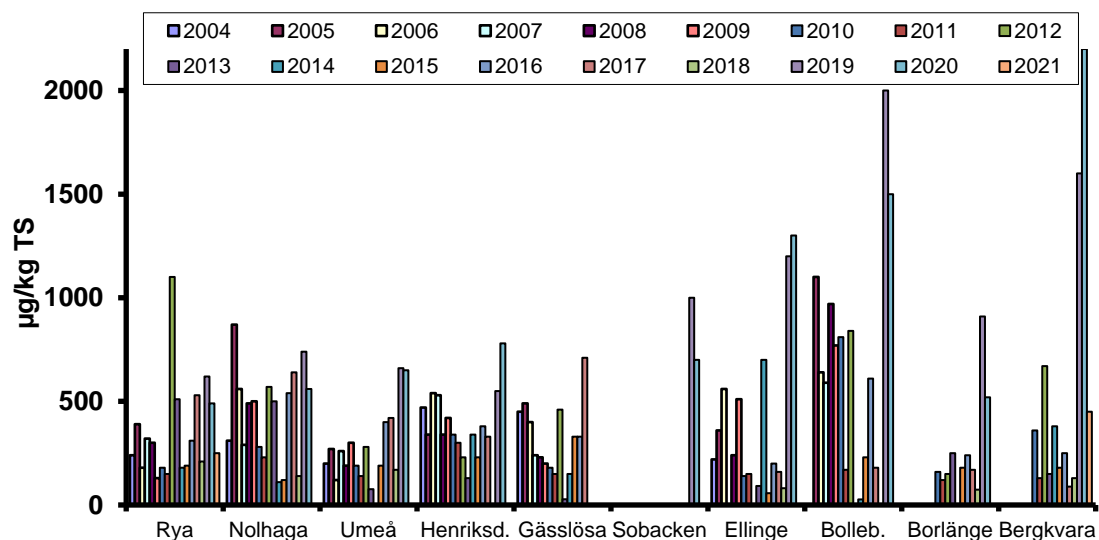
Halterna av linjära metylsiloxaner var lägre, men ökar över tid i slam från flera reningsverk. Figur 22 visar tidstrenden för MD3M.

Tabell 13. Nomenklatur metylsiloxaner.

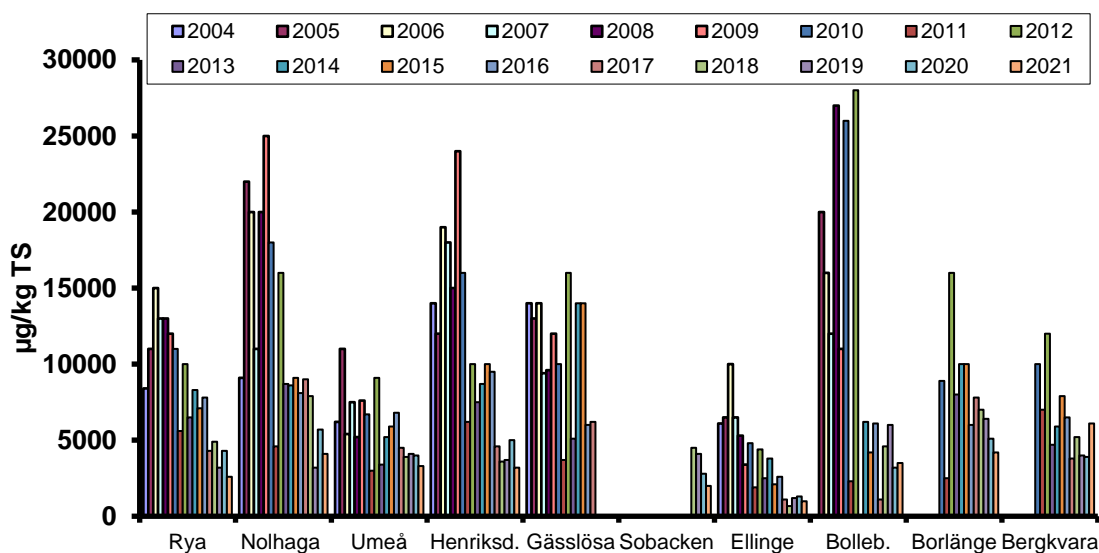
D4	Oktametylcyklotetrasiloxan
D5	Dekametylcyklopentasiloxan
D6	Dodekametylcyklohexasiloxan
MM	Hexametyldisiloxan
MDM	Oktametyltrisiloxan
MD2M	Dekametyltetrasiloxan
MD3M	Dodekametylpentasiloxan

Tabell 14. Resultat från 2020 och 2021 års prover, slam, metylsiloxaner ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

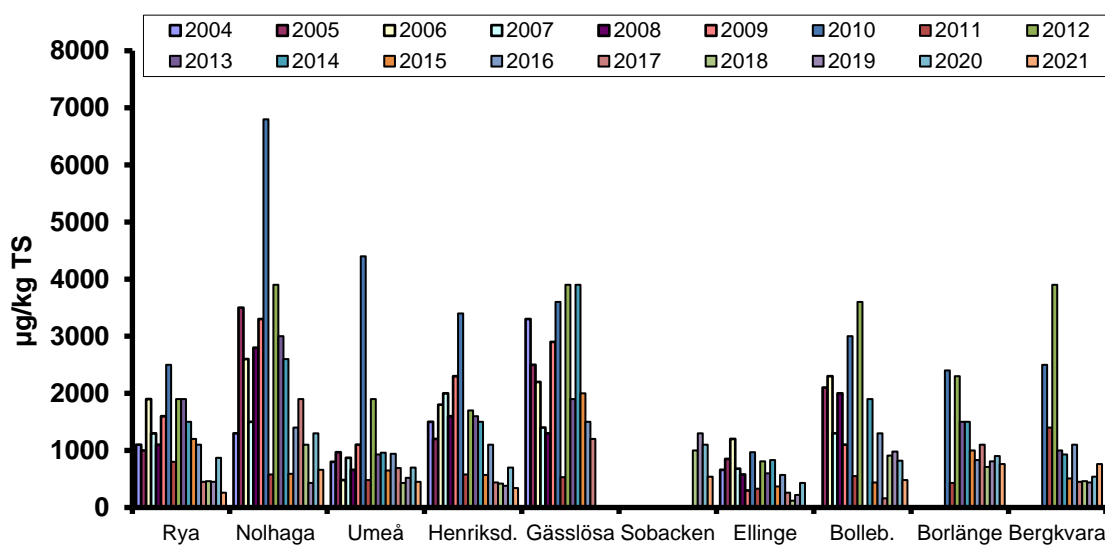
2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
D4	490	560	650	780	700	1300	1500	520	2200
D5	4300	5700	4000	5000	2800	1300	3200	5100	3900
D6	870	1300	700	700	1100	430	820	900	540
MM	4.5	5,7	<4	<4	<4	<4	9.9	<4	6.3
MDM	16	15	15	16	<5	<5	33	8.8	17
MD2M	41	150	29	71	26	<10	70	30	28
MD3M	350	560	280	270	340	89	470	340	220
Summa D4-D6	5700	7600	5400	6500	4600	3000	5500	6500	6600
Summa MM-MD3M	410	730	600	360	370	89	580	380	270
2021									
D4	250	<250	<250	<205	<250	<250	<250	<250	450
D5	2600	4100	3300	3200	2000	990	3500	4200	6100
D6	260	660	450	340	540	<100	480	760	760
MM	<2	3.1	<2	<2	<2	<2	8.5	<2	<2
MDM	9.9	30	23	9.2	<5	<5	46	<5	47
MD2M	32	97	42	110	18	7.6	110	23	88
MD3M	120	320	190	140	180	36	260	230	300
Summa D4-D6	3100	4800	3800	3500	2500	990	4000	5000	7300
Summa MM-MD3M	160	450	260	260	200	44	420	250	440



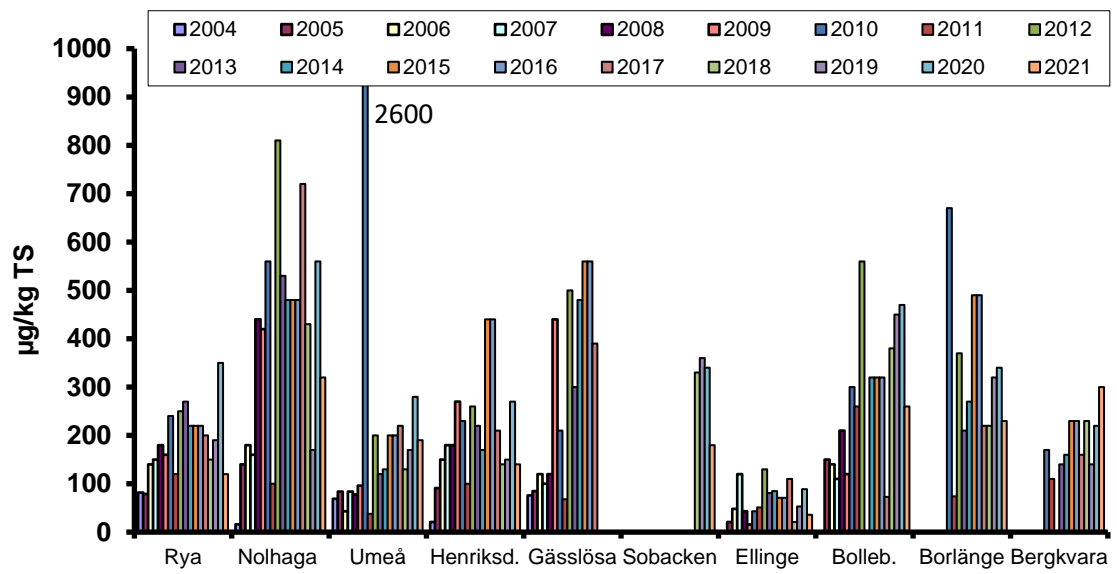
Figur 19. Oktametylcyclotetrasiloxan (D4) i avloppsreningsverksslam år 2004-2021.



Figur 20. Dekametylcyklopentasiloxan (D5) i avloppsreningsverksslam år 2004-2021.



Figur 21. Dodekametylcyklohexasiloxan (D6) i avloppsreningsverksslam år 2004-2021.



Figur 22. Dodekametylpentasiloxan (MD3M) i avloppsreningsverksslam år 2004-2021.

Pesticider

Utgående vatten

Tabell 15 redovisar halter av de pesticider som började mätas 2019 i utgående vatten. Imidakloprid kunde inte analyseras p.g.a. analysvårigheter (termisk nedbrytning). Enbart Piperonylbutoxid och terbutryn detekterades frekvent och då i halter runt 10 ng/L respektive mellan 1 och 10 ng/L. Cypermetrin och Permetrin detekterades i två ARV vardera.

Slam

Tabell 16 redovisar halter av de pesticider som började mätas 2019 i slam. Cypermetrin, permetrin och piperonylbutoxid detekterades i samtliga prover. Permetrin och piperonylbutoxid förekom i haltintervallet 5-75 µg/kg TS och cypermetrin i haltintervallet 0.9-17 µg/kg TS. Halterna av terbutryn var ofta när eller under detektionsgränsen (0.9 µg/kg TS) men förekom i något högre halt i slam från Ryaverket. Imidakloprid kunde inte analyseras p.g.a. analysvårigheter.

Tabell 15. Resultat från 2020 och 2021 års analyser av pesticider (ng/L TS) i vatten.

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henrik -sdal	Soba- cken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Cypermetrin	<6	<7	<6	<7	<7	36	<6	<6	16
Permetrin	<10	<10	<10	<10	<10	110	<10	<10	56
Piperonylbutoxid	3.3	31	6.6	<1	<1	3.5	61	28	2.2
Terbutryn	3.9	6.5	1.8	1.4	6.9	4.3	2.7	5.6	3.0
2021									
Cypermetrin	<8	<8	<8	<6	<5	<9	<15	<9	<9
Permetrin	16	45	46	20	43	<10	24	<10	21
Piperonylbutoxid	1.0	5.5	6.3	<1	<1	<1	5.3	<1	<1
Terbutryn	8.6	36	2.9	5.2	7.2	6.5	32	5.5	3.2

Tabell 16. Resultat från 2020 och 2021 års analyser av pesticider (µg/kg TS) i slam.

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henrik -sdal	So- backa	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Cypermetrin	3.1	1.3	0.9	3.3	1.9	3.1	17	7.1	0.9
Permetrin	27	20	33	28	67	10	16	74	5.3
Piperonylbutoxid	12	5.1	10	49	13	19	2.0	21	0.86
Terbutryn	8.8	0.91	<0.9	<0.9	1.1	<0.9	<0.9	1.7	<0.9
2021									
Cypermetrin	5.4	1.2	1.0	5.1	1.6	2.5	1	5.5	<1
Permetrin	23	10	20	32	65	16	17	59	8.5
Piperonylbutoxid	9.1	2.5	4.3	46	10	16	3.5	13	1.1
Terbutryn	2.4	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9

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 liknande halter än klorfenolerna. 2,4-dibromfenol förekom i högst halt, upp till 24 ng/L.

Bisfenol A detekterades i samtliga vattenprover från 2020 och 2021 i halter mellan 28 ng/L och 300 ng/L, medans 4-nonylfenoler, 4-*tert*-oktylfenol och BHT inte kunde detekteras i något vattenprov från samma tidsperiod.

Bisfenol AF detekterades enbart i vatten från Nolhaga 2020 och 2021 och Bisfenol F detekterades inte i något av vattenproven. Bisfenol S kunde inte bestämmas p.g.a. termisk degradering.

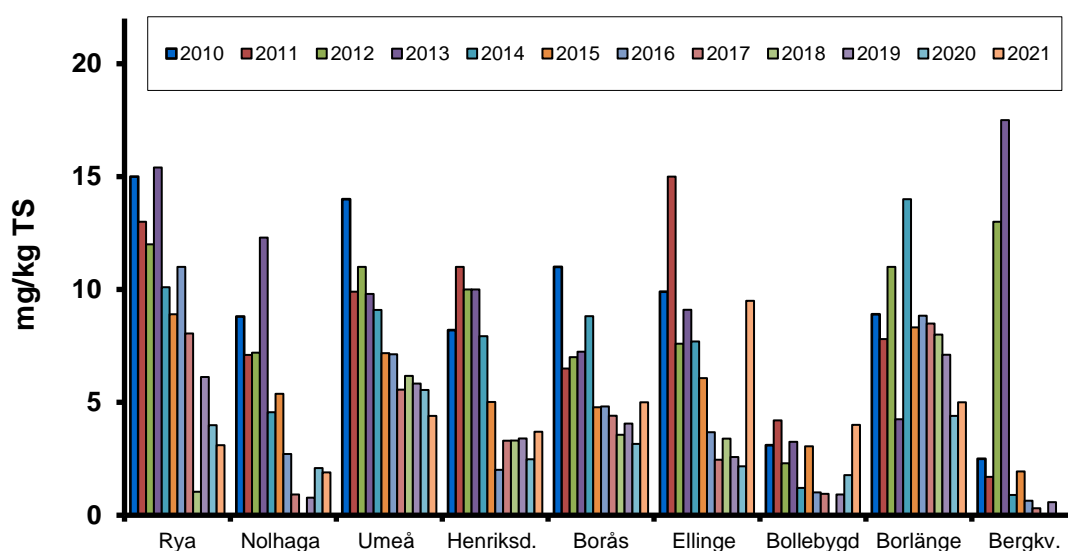
TMDD (2,4,7,9-tetrametyldec-5-yn-4,7-diol) detekterades däremot i samtliga prover från 2020 och 2021 i relativt höga halter, mellan 240 ng/L och 7800 ng/L.

Slam

De flesta klorfenolerna detekteras även i slam från 2020 och 2021, Tabell 18. Kongenerprofilen för de klorerade och bromerade fenolerna påminner om den som observerades i vatten.

Nonylfenol detekterades i alla ARV, Tabell 18. Figur 23 visar halterna av nonylfenoler i slam från år 2010-2021. Halterna av nonylfenoler minskar över den studerade tidsperioden. Oktylfenol och BHT kunde inte detekteras i något prov från 2020 och 2021.

Bisfenol A detekterades i samtliga prover från 2020 och 2021 i halter mellan 11 och 260 µg/kg TS. Bisfenol F detekterades i de flesta slam från 2020 och 2021 i halter mellan 1.7 och 5.4 µg/kg TS. TMDD i samtliga slam i halter mellan 16 och 600 µg/kg. Bisfenol AF detekterades i en tredjedel av slamproven från 2020 och 2021 i halter mellan 0.3 och 1.3 µg/kg TS och bisfenol S kunde inte bestämmas p.g.a. ovan nämnda analysvärighet.



Figur 23. Nonylfenolhalter (år 2010-2021) i avloppsreningsverksslam.

Tabell 17. Brom/klorfenoler, alkyl- och bisfenoler, TMDD och BHT i vatten från 2020-2021 (ng/L).

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
2-monoCP	0.42	1.2	0.67	0.24	0.81	0.35	0.19	0.20	1.2
3-monoCP	0.29	0.21	2.0	<0.03	0.67	0.20	0.12	<0.03	0.15
4-monoCP	2.1	1.5	4.2	2.2	2.1	2.4	1.3	0.93	1.4
2,6-diCP	7.6	4.1	1.8	53	15	21	1.8	1.3	6.9
2,4+2,5-diCP	13	13	14	14	20	23	7.7	5.4	6.9
2,3-diCP	<0.06	<0.05	0.71	<0.05	<0.08	<0.11	0.88	<0.02	<0.03
3,5-diCP	0.56	0.46	0.35	<0.05	<0.08	<0.11	0.77	0.32	0.54
3,4-diCP	<0.06	1.7	1.2	1.6	1.7	1.4	1.0	0.35	2.8
2,4,6-triCP	2.6	2.8	9.1	11	40	208	13	19	13
2,3,5-triCP	<0.13	<0.05	<0.12	<0.12	0.41	<0.63	0.06	<0.1	<0.12
2,4,5-triCP	<0.13	0.13	<0.12	<0.12	<0.30	<0.63	0.42	<0.1	<0.12
2,3,6-triCP	0.27	<0.05	0.22	0.23	0.44	<0.63	<0.04	0.15	0.21
3,4,5-triCP	0.16	0.12	<0.12	<0.12	<0.30	<0.63	0.09	<0.10	<0.12
2,3,4-triCP	0.26	<0.05	0.83	<0.12	<0.30	<0.63	1.2	<0.10	<0.12
2346/2356-teCP	1.1	0.48	2.8	1.5	14	37	3.1	7.7	2.6
2,3,4,5- teCP	0.38	0.13	<0.14	<0.14	<0.56	<2	0.15	<0.15	<0.12
PentaCP	5.2	2.3	50	5.7	9.2	5.1	2.7	3.5	1.8
2,4-diBP	0.56	0.18	0.070	0.14	0.20	0.33	0.51	0.23	0.26
2,4,5-/2,4,6-triBP	3.2	0.35	0.29	0.78	1.5	3.3	1.7	0.59	0.81
4-t-OP	<10	<17	<10	<10	<37	<10	<17	<14	<10
4-NP	<130	<300	<120	<120	<200	<130	<110	<140	<200
Bisfenol A	150	93	120	300	120	75	70	91	98
Bisfenol AF	<1	1.6	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Bisfenol F	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
TMDD	6800	260	310	240	2500	430	620	660	300
BHT	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
2021									
2-monoCP	22	17	16	14	15	18	99	15	15
3-monoCP	4.2	1.1	0.73	0.42	0.42	0.44	2.6	0.62	0.29
4-monoCP	32	25	25	28	27	34	201	27	29
2,6-diCP	6.8	5.0	2.2	43	7.2	9.1	1.8	1.6	5.2
2,4+2,5-diCP	9.7	4.3	2.2	3.2	6.3	5.7	2.7	2.6	3.2
2,3-diCP	4.0	1.2	0.35	0.20	0.12	0.094	0.45	1.0	0.05
3,5-diCP	5.1	1.5	0.29	0.11	0.15	0.11	0.38	0.12	0.063
3,4-diCP	5.1	1.8	0.88	0.92	0.75	1.1	0.98	0.72	1.6
2,4,6-triCP	11	5.3	49	14	32	60	41	38	12
2,3,5-triCP	4.7	1.4	0.65	0.37	0.38	0.40	0.52	0.25	0.15
2,4,5-triCP	4.8	1.4	0.35	0.20	<0.22	<0.07	0.46	0.10	<0.07
2,3,6-triCP	5.5	1.7	0.46	0.32	0.51	0.22	0.69	0.38	0.19
3,4,5-triCP	6.0	2.4	0.40	0.17	<0.18	<0.06	0.48	0.11	0.62
2,3,4-triCP	5.6	2.4	0.45	0.27	<0.17	0.16	0.64	0.89	0.07
2346/2356-teCP	3.2	1.3	<0.40	<0.30	<0.50	0.40	0.38	0.41	<0.10
2,3,4,5- teCP	3.1	1.0	0.20	0.10	<0.2	0.13	0.54	0.20	0.25
PentaCP	4.7	1.6	2.5	3.6	4.1	3.5	3.2	7.6	3.3
2,4-diBP	24	8.6	0.90	0.60	0.79	0.22	1.8	0.78	0.30
2,4,5-/2,4,6-triBP	1.1	0.29	0.24	0.51	0.86	1.1	0.40	0.69	0.53
4-t-OP	<10	<12	<10	<10	<10	<10	<12	<12	<10
4-NP	<120	<150	<120	<110	<100	<100	<120	<100	<100
Bisfenol A	28	95	70	110	44	93	120	160	110
Bisfenol AF	<1	1.7	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Bisfenol F	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
TMDD	4900	950	770	580	7800	530	580	880	510
BHT	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100

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.

Tabell 18. Brom/klorfenoler, alkyl- och bisfenoler, TMDD och BHT i slam från 2020-2021 ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
2-monoCP	21	2.6	9.3	16	26	0.92	22	15	29
3-monoCP	0.88	0.41	1.0	1.3	3.3	2.0	<0.40	0.45	0.50
4-monoCP	17	8.7	16	34	51	25	23	10	14
2,6-diCP	33	4.9	8.2	45	8.1	3.2	30	3.0	23
2,4+2,5-diCP	8.6	16	9.9	13	140	21	13	10	10
2,3-diCP	3.0	7.7	7.7	7.9	44	16	<0.54	5.0	<0.20
3,5-diCP	1.2	2.1	0.78	0.93	<0.80	1.9	<0.54	0.93	<0.20
3,4-diCP	26	18	36	18	100	44	16	15	11
2,4,6-triCP	6.7	11	3.5	6.3	6.3	4.8	7.3	2.6	8.5
2,3,5-triCP	<0.10	<0.40	<0.11	<0.21	<1.2	<0.06	<0.76	<0.35	<0.70
2,4,5-triCP	5.0	6.5	3.3	3.8	1.9	4.8	<0.76	3.4	<0.70
2,3,6-triCP	0.76	1.7	0.51	1.1	3.4	0.15	1.1	<0.35	3.9
3,4,5-triCP	0.15	<0.32	<0.11	<0.21	<1.2	<0.06	<0.76	<0.35	<0.70
2,3,4-triCP	1.2	4.6	2.8	3.6	93	1.4	<0.76	3.0	1.3
2346/2356-teCP	4.1	5.2	1.6	1.0	0.6	1.2	2.5	0.52	2.7
2,3,4,5- TeCP	0.92	4.6	0.33	1.4	3.5	0.92	<1.2	<0.69	9.3
PentaCP	5.9	25	2.4	5.3	5.5	2.9	16	3.1	9.0
2,4-diBP	4.9	1.0	0.58	0.37	0.95	0.40	0.37	0.20	0.30
2,4,5/2,4,6-triBP	8.1	6.4	1.5	4.0	2.2	2.7	2.2	1.1	1.8
4-t-OP	<420	<270	<610	<300	<370	<160	<180	<300	<19
4-NP	3990	2090	5550	2480	3160	2170	1780	4400	<310
Bisfenol A	43	19	30	66	16	110	39	90	24
Bisfenol AF	<0.5	<0.5	<0.5	0.52	<0.5	1.1	1.3	<0.5	<0.5
Bisfenol F	2.7	4.2	1.7	5.4	3.1	<1.5	<1.5	3.3	2.1
TMDD	600	96	26	32	67	24	51	57	16
BHT	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500	<500
2021									
2-monoCP	90	61	7.5	7.2	4.5	27	131	2.8	37
3-monoCP	15	<3.4	<0.6	<0.6	<0.5	<1.4	<11	<0.4	<3.4
4-monoCP	20	<3.2	<0.6	<1.2	<1.0	<1.4	<11	<0.4	<3.4
2,6-diCP	4.3	66	94	53	30	23	86	9.1	490
2,4+2,5-diCP	7.3	8.0	7.0	11	68	8.1	9.8	5.0	11
2,3-diCP	3.7	<0.6	2.0	1.2	<1.3	0.82	<1.4	2.1	<0.8
3,5-diCP	3.6	11	80	37	127	35	7.9	12	3.3
3,4-diCP	3.0	14	23	37	64	32	14	3.8	27
2,4,6-triCP	4.0	48	66	14	23.0	30	87	3.8	33
2,3,5-triCP	4.0	<0.6	1.7	0.16	<0.7	<0.2	<1	<0.1	<0.4
2,4,5-triCP	3.3	11	2.2	3.1	2.6	5.5	<1	3.3	<0.5
2,3,6-triCP	3.6	2.0	0.63	1.1	3.3	0.33	1.5	0.38	1.2
3,4,5-triCP	3.3	<0.3	<0.3	<0.1	<0.7	<0.2	<0.9	0.07	<0.4
2,3,4-triCP	3.4	0.39	0.73	1.9	1.6	0.36	<0.8	0.56	<0.4
2346/2356-teCP	34	4.2	3.9	0.41	5.2	3.2	1.2	0.83	1.6
2,3,4,5- TeCP	26	2.7	1.6	1.5	1.9	0.69	1.2	0.44	3.4
PentaCP	0.4	8.3	21	3.2	3.7	2.9	15	2.4	24
2,4-diBP	1.6	0.24	0.10	0.050	0.10	0.46	2.1	0.040	1.1
2,4,5/2,4,6-triBP	0.020	0.84	0.70	0.081	0.056	0.42	0.82	Interf.	0.39
4-t-OP	<230	<110	<620	<550	<430	<530	<96	<400	<19
4-NP	3100	1900	4400	3700	5000	9500	4000	5000	1600
Bisfenol A	13	11	16	27	11	16	260	57	21
Bisfenol AF	0.33	<0.3	0.63	<0.3	<0.3	<0.3	0.58	<0.3	<0.3
Bisfenol F	2.4	1.8	2.6	3.4	1.8	2.5	<1.2	<1.1	<1.0
TMDD	300	23	39	87	45	53	79	49	22
BHT	<500	<500	560	<500	<500	<500	<500	770	<500

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 fyra OP som tillkom 2019 detekterades enbart tri-*iso*-butylfosfat (TiBP) och isopropylerad fenylfosfat (iPrPP) frekvent i både utgående vatten och slam. Trixylylfosfat detekterades frekvent i slam men inte vatten.

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	Trikylylfosfat
TXP	Trixylylfosfat
iPrPP	Tri- <i>iso</i> -propylfenylfosfat

Tabell 20. Resultat från 2020 och 2021 års prover, utgående vatten (ng/L).

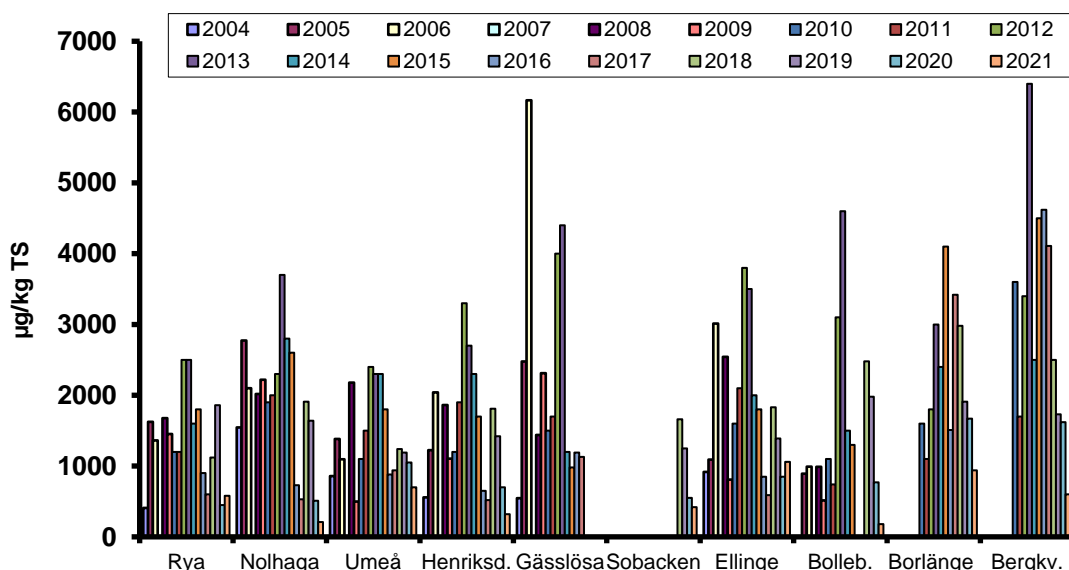
2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
TiBP	29	63	44	5.0	77	33	120	98	52
TBP	12	64	25	2.0	22	48	90	72	51
TCEP	240	85	58	120	16	25	69	53	29
TCPP	230	2200	1500	158	93	28	4100	2400	296
TDCPP	9.3	160	82	5.9	3.6	1.3	110	76	19
TBEP	<10	810	54	<10	<10	<10	490	58	19
TPP	5.5	7.0	4.8	1.3	2.5	0.9	9.7	13	5.1
EHDPP	0.81	7.2	1.2	0.70	0.53	1.9	1.4	1.1	2.3
TEHP	1.9	<0.3	<0.3	<0.3	0.40	<0.3	<0.3	0.37	0.41
TCP	<3	3.6	<3	<3	<3	8.1	4.3	<3	11
TXP	<2	<2	<2	<2	<2	14	<2	<2	8.2
iPrPP	6.1	15	6.3	2.9	4.8	15	13	11	8.4
2021									
TiBP	17	110	130	10	55	13	54	51	27
TBP	30	110	64	17	38	14	41	29	17
TCEP	31	79	56	30	28	34	87	40	74
TCPP	84	2200	1900	109	45	36	3600	140	86
TDCPP	4.8	530	190	6.6	4.0	1.7	150	7.9	3.2
TBEP	<10	980	530	<10	10	<10	68	<10	<10
TPP	2.2	16	10	0.72	0.61	0.71	1.8	1.8	1.0
EHDPP	0.45	4.2	1.1	0.40	0.89	0.45	0.71	0.33	0.95
TEHP	1.2	0.39	<0.3	<0.3	4.1	0.34	<0.3	0.53	0.52
TCP	<3	6.5	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
TXP	<3	<3	<3	<3	3.3	<3	<3	<3	<3
iPrPP	7.2	25	9.1	2.4	39	6.1	4.6	4.1	5.1

Slam

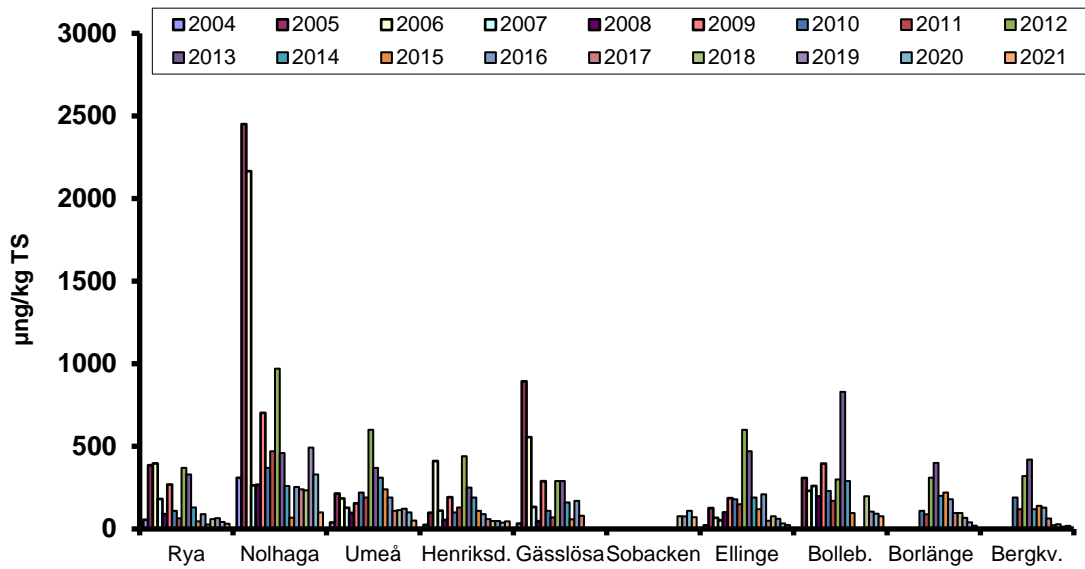
Tabell 21 redovisar halter av OP i avloppsreningsverksslam från 2020 och 2021. Haltjämförelse av tris(2-kloroisopropyl)fosfat (TCPP), tris(1,3-dikloropropyl)fosfat (TDCPP), trifenyfosfat (TPP) och tris(2-butoxietyl)fosfat (TBEP) mellan åren 2004 och 2021 visas i Figur 24-27. Halterna av de flesta OP är relativt lika mellan reningsverk, vilket tyder på en vid användning. Möjligen kan man skönja en minskning av halter under de senaste åren.

Tabell 21. Resultat från 2020 och 2021 års prover, slam, organofosfater ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

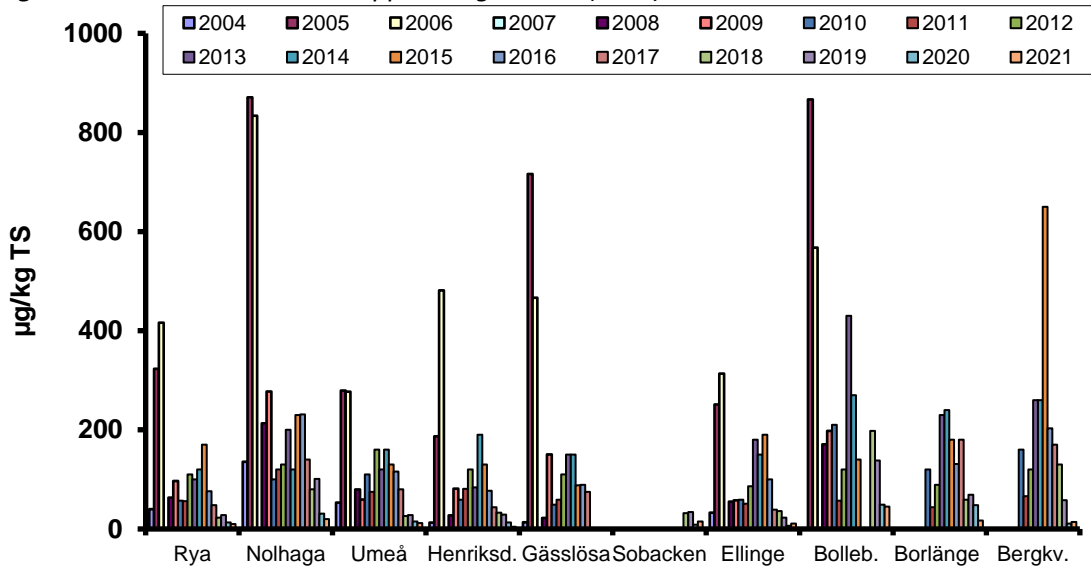
2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
TiBP	15	12	10	17	147	11	6.5	12	6.2
TBP	70	12	7.7	677	19	10	7.2	17	3.2
TCEP	0.50	0.64	0.99	3.2	<0.5	<0.5	0.59	0.59	0.51
TCPP	450	510	1050	700	550	850	770	1670	1620
TDCPP	42	330	100	38	110	33	92	40	14
TBEP	200	240	140	280	1370	140	50	370	210
TPP	13	31	15	13	8.8	6.3	49	48	11
EHDPP	330	270	380	440	270	410	450	300	41
TEHP	49	86	44	65	79	82	25	61	52
TCP	66	55	77	55	48	30	110	150	39
TXP	0.73	1.0	3.4	0.55	1.0	1.0	1.4	5.7	0.42
iPrPP	210	110	140	180	93	67	130	180	61
2021									
TiBP	6.8	7.4	9.3	17	55	12	5.0	7.3	3
TBP	6.1	5.9	6.7	633	18	6.9	5.4	10	2.7
TCEP	0.60	0.69	<0.5	0.50	<0.5	<0.5	0.85	<0.5	0.87
TCPP	580	210	700	320	420	1060	180	940	600
TDCPP	31	100	51	46	71	24	77	20	19
TBEP	250	230	90	490	1270	120	380	300	150
TPP	10	20	12	4.4	15	11	45	17	14
EHDPP	290	280	360	350	360	310	510	190	37
TEHP	140	41	41	110	150	630	21	43	34
TCP	32	30	110	36	61	24	110	130	66
TXP	0.87	1.3	2.5	1.7	0.37	0.85	1.3	1.4	0.53
iPrPP	120	91	110	100	93	64	110	140	64



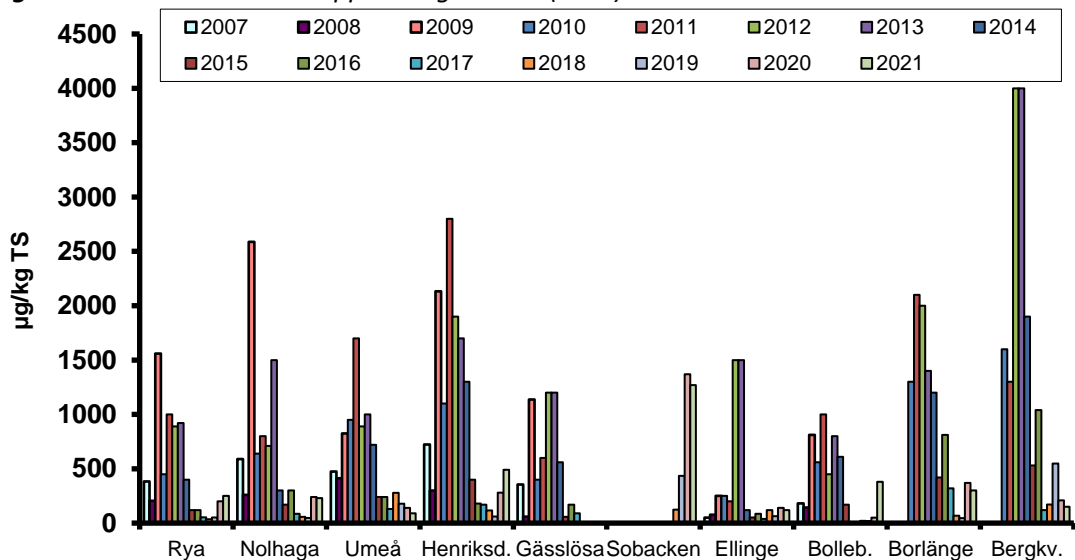
Figur 24. Halter av TCPP i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2021.



Figur 25. Halter av TDCPP i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2021.



Figur 26. Halter av TPP i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2021.



Figur 27. Halter av TBEP i avloppsreningsverken (slam) år 2007-2021.

Ftalater och di-iso-nonylcyklohexan

Slam

Tabell 22 redovisar halter av ftalater och di-iso-nonylcyklohexan (DINCH) i avloppsreningsverksslam från 2020 och 2021.

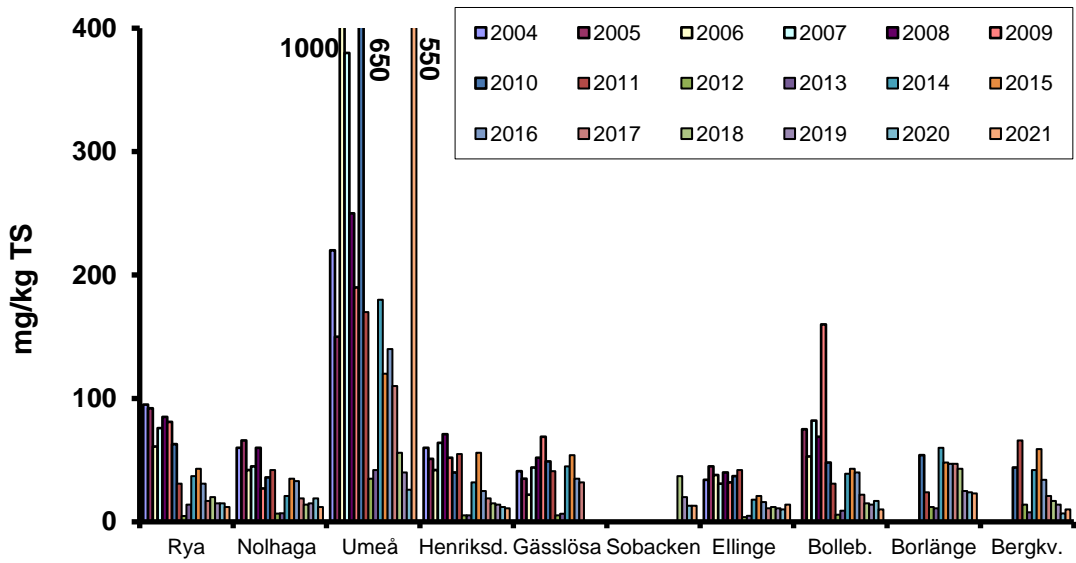
Tabell 22. Resultat från 2020 och 2021 års prover, slam, ftalater (mg/kg TS).

2020	Förk.	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henrik- sdal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Dimetylfталat	DMP	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	0.06
Dietylfталat	DEP	<0.01	0.06	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.30	<0.01	<0.01
Di-iso-butylftalat	DIBP	0.033	0.061	0.028	0.030	0.047	0.023	0.037	0.038	0.031
Dibutylftalat	DBP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.06	<0.01	<0.02
Butylbensylftalat	BBP	0.02	0.03	0.05	<0.01	0.03	0.02	0.05	0.05	0.02
Di-(2-etylhexyl)ftalat	DEHP	15	19	26	12	13	10	17	24	6.8
Dioktylfталat	DOP	<0.04	<0.04	<0.05	<0.03	<0.01	<0.02	<0.04	<0.05	<0.04
Di-iso-nonylfталat	DINP	26	22	46	30	9.2	23	22	43	9.9
Di-iso-decylftalat	DIDP	7.6	5.6	11	8.6	4.7	5.1	5.5	12	3.5
Dicyklohexylftalat	DCHP	0.060	0.012	0.066	0.11	0.074	0.072	0.0063	0.044	0.0023
Difenylftalat	DPHP	<0.0003	<0.0003	0.0003	0.0003	0.0004	0.0004	0.0005	<0.0003	0.0007
Di-iso-nonylcyklohexan	DINCH	0.20	0.32	0.23	0.13	0.33	0.13	0.066	0.45	0.06
2021										
Dimetylfталat	DMP	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02
Dietylfталat	DEP	<0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02
Di-iso-butylftalat	DIBP	0.026	0.042	0.045	0.026	0.029	0.02	0.03	0.54	0.054
Dibutylftalat	DBP	0.03	0.04	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.03
Butylbensylftalat	BBP	<0.05	<0.15	<0.15	<0.05	<0.05	<0.03	<0.03	<0.11	<0.09
Di-(2-etylhexyl)ftalat	DEHP	12	12	550	11	13	14	10	23	10
Dioktylfталat	DOP	<0.05	<0.06	<0.2	<0.05	<0.01	<0.05	<0.01	<0.12	<0.02
Di-iso-nonylfталat	DINP	41	25	59	28	6.9	32	15	60	14
Di-iso-decylftalat	DIDP	14	45	16	17	11	17	6.6	27	11
Dicyklohexylftalat	DCHP	0.12	0.012	0.06	0.091	0.067	0.036	0.0057	0.064	0.10
Difenylftalat	DPHP	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0004	<0.0003	0.0007
Di-iso-nonylcyklohexan	DINCH	0.25	0.16	0.25	0.22	0.34	0.27	0.076	0.48	0.054

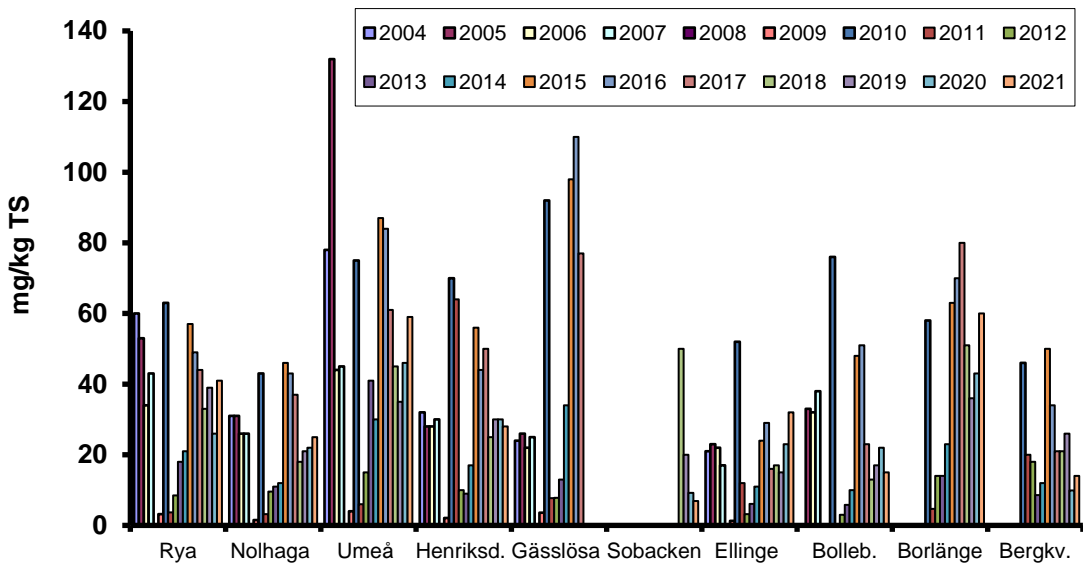
Di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP), di-iso-nonylfталat (DINP) och di-iso-decylftalat (DIDP) påvisades i alla ARV i relativt höga halter, medans halterna av många linjära (n-alkyl) ftalater var under eller nära detektionsgränsen, se Tabell 22.

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 också i samtliga prover, men i lägre halter. Difenylftalat (DPHP) och detekterades i ungefär hälften av proverna.

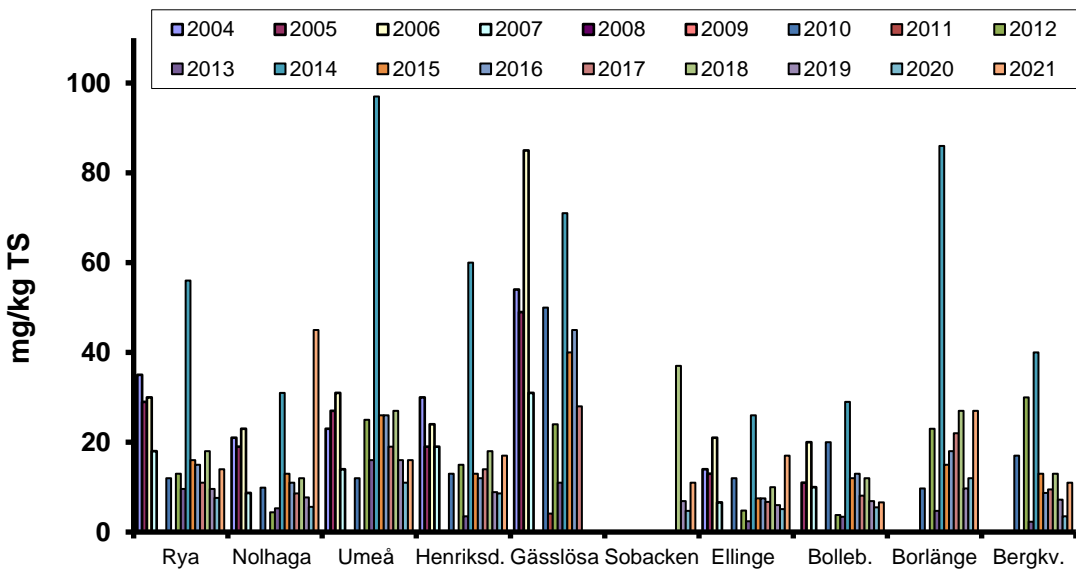
Halterna av DEHP har genomgående minskat, Figur 28. Halterna av DINP och DIDP har dock inte minskat, Figur 29-30. Slam från Umeå ARV innehåller mer DEHP än övriga ARV. Möjligen kan en generell ökning av DINP skönjas under senare år, som i så fall skulle kunna härledas till den substitution som skett av DEHP med DINP och DIDP.



Figur 28. DEHP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2021.



Figur 29. DINP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2021.



Figur 30. DIDP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2021.

Antibiotika

Utgående vatten

Tabell 23 redovisar data för fluorokinoloner i utgående vatten. Ingen av de tre analyserade föreningarna kunde detekteras i vatten från 2020 och 2021 års provtagningar.

Alla tre antibiotika som började mätas 2019 kunde detekteras i utgående vatten. Trimetoprim detekterades i högst medelhalt. Clarithromycine detekterades i de flesta prover från både 2020 och 2021. Sulfametroxazol detekterades bara i ett prov från 2020, men i sju av nio prover från 2021. Det blir intressant att se hur halterna av denna antibiotika utvecklas under kommande år.

Tabell 23. Resultat från 2020 och 2021 års prover, utgående vatten, fluorokinoloner (ng/L).

2020	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
Clarithromycin	5.2	6.3	29	28	18	31	<3	24	12
Sulfametroxazol	<15	<15	<15	161	<15	<15	<15	<15	<15
Trimetoprim	20	46	63	25	62	22	137	40	39
2021									
Norfloxacin	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Ofloxacin	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Ciprofloxacin	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Clarithromycin	20	8.9	<3	76	26	20	<3	54	192
Sulfametroxazol	129	231	129	78	<15	<15	142	366	125
Trimetoprim	51	94	171	40	145	71	184	169	84

Slam

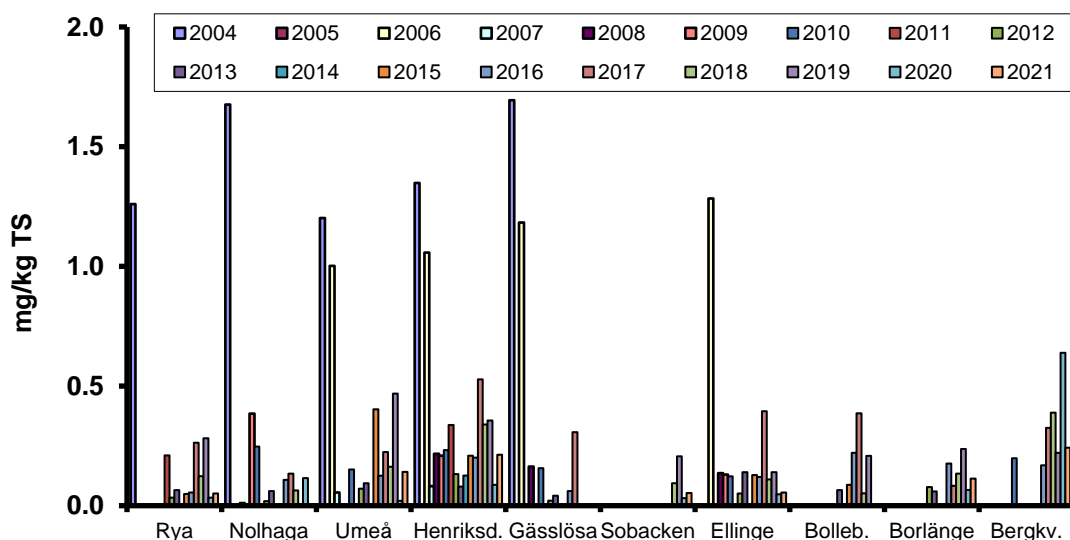
Fluorokinolonerna norfloxacin och ciprofloxacin påvisades i de flesta ARV, Tabell 24, med ciprofloxacin i högst halter (ca. 1-3 mg/kg TS). Norfloxacin detekterades sporadiskt.

Halter av ofloxacin och ciprofloxacin i reningsverksslam från år 2004-2021 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.

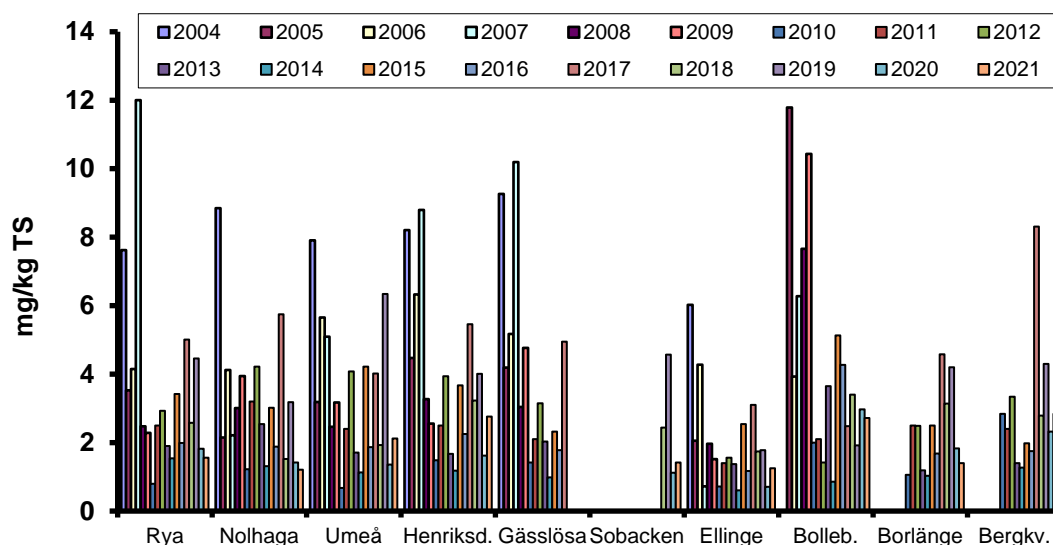
Av de tre antibiotika som började mätas 2019 kunde bara Clarithromycin detekteras i fyra prov och trimetoprim i ett prov från år 2020.

Tabell 24. Resultat från 2020 och 2021 års prover, slam, fluorokinoloner (mg/kg TS).

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Norfloxacin	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015
Ofloxacin	0.034	0.115	0.020	0.087	0.032	0.048	<0.002	0.066	0.639
Ciprofloxacin	1.82	1.42	1.36	1.62	1.12	0.708	2.97	1.83	2.32
Claritromycin	<0.002	<0.002	0.0026	0.0017	0.0042	<0.002	0.0058	<0.002	<0.002
Sulfametoxazol	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
Trimetoprim	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.022	<0.002	<0.002
2021									
Norfloxacin	0.098	<0.015	0.048	<0.015	0.058	<0.015	<0.015	<0.015	0.049
Ofloxacin	0.051	<0.002	0.141	0.213	0.053	0.055	<0.002	0.113	0.242
Ciprofloxacin	1.56	1.21	2.12	2.76	1.42	1.25	2.72	1.40	2.84
Claritromycin	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Sulfametoxazol	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
Trimetprim	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002



Figur 31. Halter av Ofloxacin i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2021.



Figur 32. Halter av Ciprofloxacin i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2021.

Antibakteriella ämnen och antimycotica

Utgående vatten

Tabell 25 redovisar koncentrationer av antibakteriella ämnen i utgående vatten. Enbart Triklosan kunde detekteras i vatten från 2020 och 2021 års provtagning. Halterna varierade mellan 1.8 och 8.5 ng/L.

Ett av de två antimycotica som började mätas 2019, Flukonazol, detekterades i samtliga prov utom ett i halter mellan 11 och 312 ng/L, medans det andra, Ketokonazol, inte detekterades i något prov.

Tabell 25. Resultat från 2020 och 2021 års prover, utgående vatten, antibakteriella ämnen och antimycotica (ng/L).

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Triklosan	4.8	3.8	2.9	3.7	3.2	2.5	4.0	5.1	5.4
Diklosan	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Irgarol	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Flukonazol	11	37	97	99	38	51	54	41	45
Ketokonazol	<45	<45	<45	<45	<45	<45	<45	<45	<45
2021									
Triklosan	1.8	2.6	3.9	5.2	8.5	<1.8	<5.5	7.8	4.0
Diklosan	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Irgarol	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Flukonazol	130	312	206	172	213	44	94	184	<8
Ketokonazol	<45	<45	<45	<45	<45	<45	<45	<45	<45

Slam

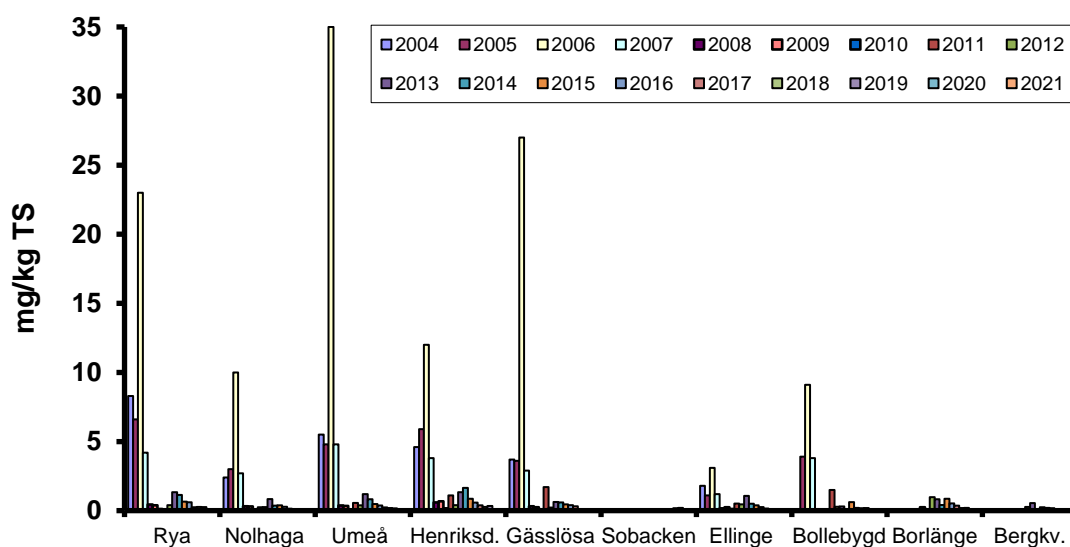
Av de antibakteriella ämnena kunde Triklosan detekteras i alla ARV i halter mellan 9 och 110 µg/kg TS, Tabell 26, med högst halt i slam från de två största reningsverken, Ryaverket och Henrikdal. Diklosan detekterades i slam från två tredjedelar av reningsverken i halter mellan 0.6 och 4.2 µg/kg TS medans Irgarol enbart detekterades i slam från Umeå. Halterna för triklosan avtar över tid, Figur 33.

Av de två antimycotica som började mätas 2019 kunde Ketokonazol detekterades i samtliga prov i halter mellan 297 och 2800 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 2020 och 2021 års prover, slam, antibakteriella ämnen och antimycotica ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Triklosan	91	51	80	110	12	49	46	100	28
Diklosan	2.0	1.1	1.6	2.0	<0.6	1.4	<0.6	0.60	<0.6
Irgarol	<0.2	<0.2	<0.1	<0.2	<0.1	<0.2	<0.3	<0.1	<0.1
Flukonazol	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Ketokonazol	1470	1320	2800	1740	1180	1420	1090	915	2690
2021									
Triklosan	51	12	45	97	9.0	29	29	75	40
Diklosan	1.0	2.4	1.5	1.6	<0.8	4.2	<0.8	1.2	<0.8
Irgarol	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Flukonazol	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Ketokonazol	1180	297	1170	1300	904	1380	511	1050	1600



Figur 33. Triklosanhalter (år 2004-2021) i avloppsreningsverksslam.

NSAID's (Non steroidal anti-inflammatory drugs)

Utgående vatten

Tabell 27 redovisar halter av Diklofenak i vatten från år 2020 och 2021. Halterna är relativt konstanta mellan reningsverk och mellan år. Data för övriga NSAID (ibuprofen, ketoprofen och naproxen) saknas p.g.a. analysvårigheter (en speciell MS jonkälla var trasig).

Tabell 27. Resultat från 2020 och 2021 års prover, utgående vatten, Diklofenak (ng/L).

År	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
2020	52	509	120	514	224	78	669	667	808
2021	254	552	182	252	93	346	600	459	494

Övriga läkemedel

Utgående vatten

Tabell 28 redovisar halter av övriga läkemedel i utgående vatten år 2020 och 2021. Metoprolol och Losartan förkom i högst halt (medelhalt 1050 ng/L respektive 880 ng/L), följt av Venlafazin, Tramadol, Citalopram, Carbamazepin, Oxazepam och Kodein (medelhalt mellan 150 och 780 ng/L) samt Fluoxetin, Sertralin och Zolpidem (medelhalt mellan 6 och 47 ng/L). Clotimazol och Risperidon 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 2020 och 2021 års prover, utgående vatten, läkemedel (ng/L).

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henrik -sdal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Carbamazepin	88	299	90	123	148	132	157	104	299
Citalopram	530	597	128	492	356	136	409	371	396
Clotrimazol	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoxetin	<8	188	<8	<8	47	36	<8	<8	<8
Kodein	140	108	287	89	312	40	147	<15	97
Losartan	450	745	479	215	932	266	1425	875	161
Metoprolol	469	638	702	562	415	622	1193	821	1582
Oxazepam	86	165	43	79	126	115	110	90	195
Risperidon	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Sertralin	<10	89	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Tramadol	361	421	428	345	465	677	471	713	1409
Venlafaxin	348	911	<20	969	283	721	593	385	987
Zolpidem	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
2021									
Carbamazepin	254	233	459	263	546	292	311	347	366
Citalopram	122	147	157	131	141	48	266	198	146
Clotrimazol	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoxetin	<8	19	15	<8	<8	<8	15	<8	11
Kodein	73	34	102	112	426	54	83	207	225
Losartan	468	554	989	193	1 560	337	3 660	1 610	857
Metoprolol	733	1 420	999	924	1 173	775	2 810	1 270	1 820
Oxazepam	113	81	194	181	160	154	367	251	352
Risperidon	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Sertralin	<10	18	11	13	<10	15	18	<10	<10
Tramadol	392	228	297	197	351	483	644	607	489
Venlafaxin	1 234	619	554	602	1 350	603	1 460	710	898
Zolpidem	8	<3	5	<3	4	<3	5	<3	<3

Slam

Tabell 29 redovisar halter av övriga läkemedel i avloppsreningsverksslam år 2020 och 2021. Sertralin, Metoprolol och Losartan förekom i högst halt (medelhalt mellan 390 och 420 µg/kg), följt av Citalopram, Venlafaxin, Clotrimazol och Fluoxetin (medelhalt mellan 140 och 260 µg/kg) samt Carbamazepin, Tramadol, Risperidon, Oxazepam och Zolpidem (medelhalt mellan 11 och 64 µg/kg). Kodein detekterades inte i något prov. Det läkemedel som detekterades i högst halt, Sertralin, används som lugnande medel.

Tabell 29. Resultat från 2020 och 2021 års prover, slam, läkemedel (µg/kg).

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henrik -sdal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Carbamazepin	39	137	140	115	82	38	32	70	46
Citalopram	260	286	515	350	219	265	276	234	226
Clotrimazol	175	128	130	205	148	91	241	123	174
Fluoxetin	107	174	233	174	162	102	192	123	40
Kodein	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Losartan	256	399	363	242	558	137	525	376	124
Metoprolol	<8	406	1642	608	182	<8	<8	293	<8
Oxazepam	13	26	8.4	16	<5	<5	42	9.1	75
Risperidon	<2	<2	<2	<2	<2	<2	12	<2	8.5
Sertralin	284	257	368	260	260	301	1088	275	523
Tramadol	<10	13	62	<10	<10	14	26	14	45
Venlafaxin	99	259	540	143	34	236	102	113	122
Zolpidem	11	7.4	15	10	18	3.1	10	5.7	6.0
2021									
Carbamazepin	39	76	48	62	68	55	26	59	24
Citalopram	267	221	225	275	224	372	154	240	122
Clotrimazol	114	66	136	177	177	145	113	117	150
Fluoxetin	122	142	141	217	121	147	240	82	22
Kodein	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Losartan	271	282	333	320	817	252	1030	489	315
Metoprolol	444	236	285	478	154	273	143	110	289
Oxazepam	12	5.2	12	20	<5	<5	53	12	49
Risperidon	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Sertralin	412	549	281	358	326	773	352	610	349
Tramadol	<10	11	<10	<10	<10	38	25	<10	29
Venlafaxin	417	118	60	124	<10	303	154	106	118
Zolpidem	6.9	2.3	3.2	6.6	14	5.3	<2	2.6	8.0

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 2020 och 2021. Halterna av polycykliska mysk var generellt mycket högre än halterna av nitromysk. Nitromyskämnen har på senare tid blivit ersatta av de polycykliska, vilket förmodligen avspeglas i dessa resultat.

Tabell 30. Resultat från 2020 och 2021 års prover, utgående vatten, myskämnen (ng/L).

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Mysk Keton	1.1	3.6	1.6	2.4	0.44	1	1.4	2.2	1.1
Mysk Xylen	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Galoxid (HHCB)	280	130	310	510	300	110	610	260	390
Tonalid (AHTN)	5.2	4.9	6.9	7.7	5.4	3.6	6.8	4	6.8
2021									
Mysk Keton	0.94	2.5	1.6	3.7	0.46	0.7	1.8	1	1.7
Mysk Xylen	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Galoxid (HHCB)	390	140	340	440	460	86	390	300	390
Tonalid (AHTN)	6.7	5.3	6.3	9.0	9.6	4.0	6.0	5.9	9.0

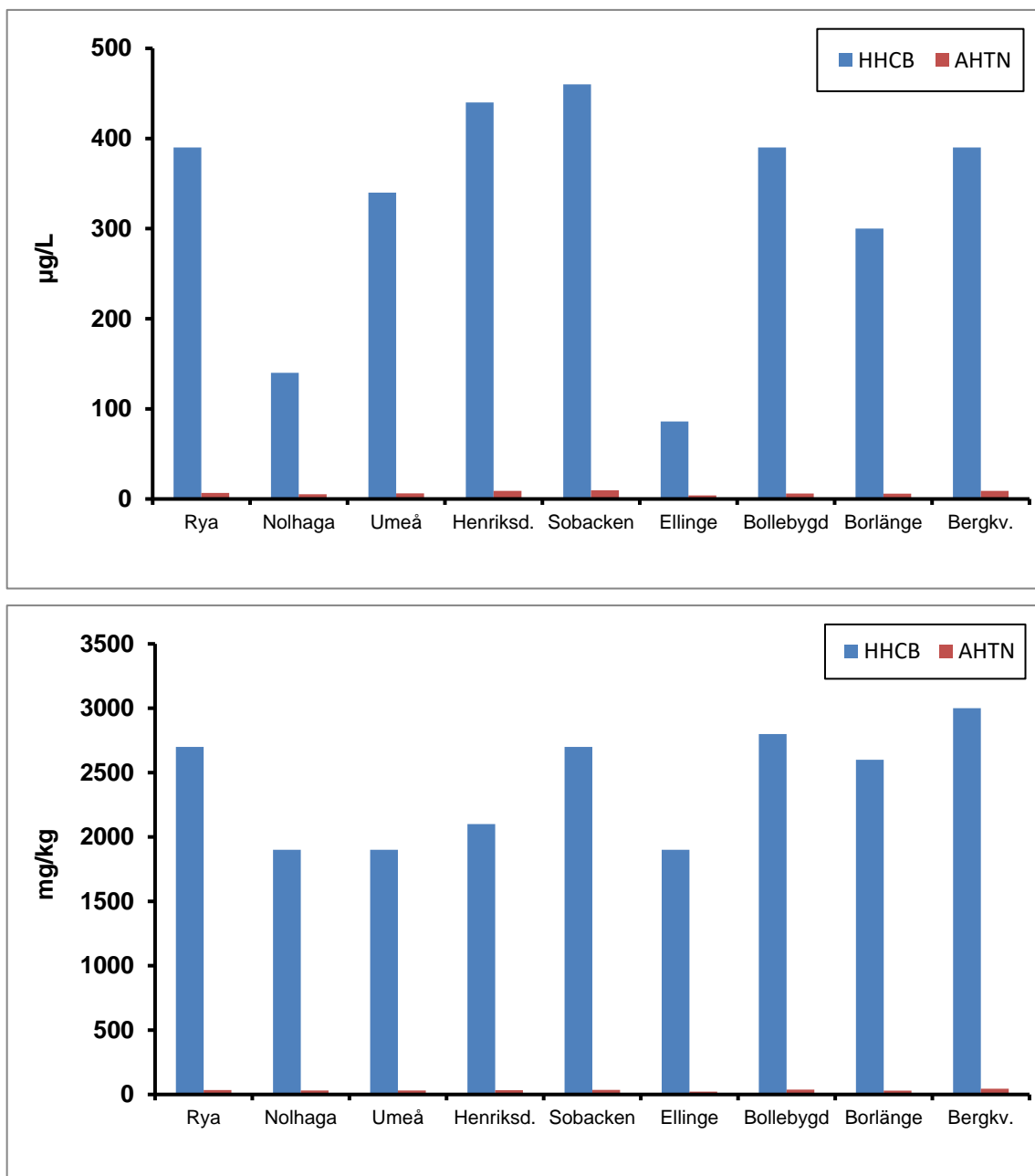
Slam

Tabell 31 redovisar halter av myskämnen i avloppsreningsverksslam 2020 och 2021. Även här dominerar polycykliska mysk över nitromysk.

Halterna av Galoxid (HHCB) och Tonalid (AHTN) i 2021 års prover av slam respektive vatten visas i Figur 34.

Tabell 31. Resultat från 2020 och 2021 års prover, slam, myskämnen ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Mysk Keton	0.29	0.54	<0.16	<0.21	<0.13	0.28	5.2	0.33	2
Mysk Xylen	8.3	0.9	<0.5	<0.7	<0.4	<0.6	<1.2	3.2	<0.5
Galoxid (HHCB)	2700	1900	1900	2100	2700	1900	2800	2600	3000
Tonalid (AHTN)	35	31	31	33	36	22	38	30	45
2021									
Mysk Keton	0.18	2.3	0.24	<0.13	<0.14	0.16	2.2	0.29	3.8
Mysk Xylen	5.0	<0.5	<0.5	<0.4	<0.4	15	<0.5	1.0	<0.9
Galoxid (HHCB)	2500	1700	2200	2300	3300	2300	3200	2500	2400
Tonalid (AHTN)	27	31	39	35	43	26	43	29	38



Figur 34. Galoxolide (HHCB) och tonalide (AHTN) i vatten (övre) och slam (nedre) från ARV år 2021.

UV filter och bensotiasoler

Utgående vatten

Tabell 32 redovisar halter av UV filter och bensotiasoler i utgående vatten år 2020 och 2021. Bensotiasol, 2-hydroxibensotiasol och octokrylen detekterades i samtliga prover. UV filtret EHMC (2-etylhexyl-4-metoxi cinnamat) detekterades i merparten av proverna i halter nära detektionsgränsen. Bensotiasolerna förekom i högre halt än octokrylen.

Tabell 32. Resultat från 2020 och 2021 års prover, utgående vatten, UV filter och bensotiasoler (ng/L).

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac -ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
EHMC	<1	1.1	<1	<1	1.3	3.2	1.3	1.9	2.3
Octokrylen	3.3	14	3.5	3.7	4.9	9.0	7.5	4.9	10
Bensotiazol	190	32	20	180	23	240	170	230	200
2-hydroxi- bensotiazol	47	400	50	39	65	140	220	91	95
2021									
EHMC	1.4	3.8	3.1	1.0	2.8	1.9	2.0	1.2	1.5
Octokrylen	3.6	7.7	7.2	2.2	7.9	9.6	3.5	3.2	7.6
Bensotiazol	460	200	260	160	180	230	330	280	150
2-hydroxi- bensotiazol	64	540	150	41	100	200	200	170	66

EHMC: 2-etylhexyl-4-methoxy cinnamat

Slam

Samtliga UV filter och bensotiasoler detekterades i avloppsreningsverksslam från 2021, Tabell 33. Octokrylen förkom i högst halt, över 1 mg/kg TS.

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

Tabell 33. Resultat från 2020 och 2021 års prover, slam, UV filter och bensotiasoler (µg/kg).

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac -ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
EHMC	58	232	30	49	30	5.7	43	50	26
Octokrylen	8000	7500	5900	5000	3300	2700	2400	4500	1200
Bensotiazol	39	238	39	34	22	32	66	25	26
2-hydroxi- bensotiazol	230	150	190	270	140	320	260	240	110
2021									
EHMC	82	451	52	44	38	5.5	59	37	20
Octokrylen	4500	3700	5200	4200	3500	3800	3100	5100	900
Bensotiazol	38	19	19	24	17	134	31	68	79
2-hydroxi- bensotiazol	110	100	160	160	140	58	240	300	180

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. Ag var under detektionsgränsen i alla prov och Hg och Cd var under detektionsgränsen i alla prover utom ett respektive två.

Tabell 34. Resultat från 2020 och 2021 års prover, utgående vatten, metaller. EA: Ej analyserat.

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
Ca (mg/L)	24	18.8	28.3	41.1	37.3	38.9	20.7	55.8	59.1
Fe (mg/L)	0.258	0.0538	3.83	0.293	1.4	2.21	0.0556	0.519	0.0546
K (mg/L)	13.7	15.8	23.4	19.5	17	73.1	16.2	16.7	21.3
Mg (mg/L)	4.4	4.61	4.13	8.71	4.69	5.32	4.88	6.2	11.3
Na (mg/L)	59.3	73.6	50.1	80	55.5	79	54.8	63.4	120
Al (µg/L)	134	677	26.4	<10	5610	111	850	13.1	49.3
As (µg/L)	0.595	<0.5	0.632	0.57	0.847	<0.5	<0.5	<0.5	0.608
Ba (µg/L)	2.96	8.92	6.36	1.92	43.3	4.1	9.49	14.3	14
Cd (µg/L)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.11	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Co (µg/L)	0.744	0.356	3.5	2.14	6.64	0.828	0.33	0.845	0.426
Cr (µg/L)	1.58	<0.9	<0.9	<0.9	12.2	<0.9	<0.9	<0.9	1.08
Cu (µg/L)	14.7	6.3	4.76	5.35	42.8	7.74	6.66	9.95	7.17
Hg (µg/L)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.0451	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Mn (µg/L)	29.3	38.1	135	44.8	199	58.7	47.7	116	266
Mo (µg/L)	1.64	<0.5	0.684	1.43	3.35	<0.5	<0.5	2.82	<0.5
Ni (µg/L)	5.14	2.38	11.9	6.52	4.17	3.38	2.15	3.3	2.59
Pb (µg/L)	0.668	0.717	0.526	<0.5	1.74	0.724	0.626	<0.5	<0.5
V (µg/L)	0.474	<0.2	1.03	<0.2	1.1	0.848	0.243	1.58	0.344
Zn (µg/L)	17.8	34.1	12.3	25.6	188	25.8	17.1	13.4	16.6
Ag (µg/L)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
2021									
Ca (mg/L)	23.6	20.1	23.2	35.1	27.7	44	20.2	53.7	46.4
Fe (mg/L)	0.221	0.0956	3.95	0.138	0.0765	0.71	0.0426	0.497	0.0916
K (mg/L)	13.5	11.5	20.6	22.3	11.9	47.2	19.2	14.3	16.9
Mg (mg/L)	4.49	4.89	3.54	7.54	3.3	5.46	5.41	6.88	9.82
Na (mg/L)	58.9	45.2	43.2	63.7	39.3	62	59.9	47.8	68.8
Al (µg/L)	56.7	1940	224	<10	325	187	714	15.4	50
As (µg/L)	1.14	<0.5	0.502	<0.5	<0.5	0.588	1.19	<0.5	<0.5
Ba (µg/L)	6.14	11.8	7.95	2.22	21	3.04	7.09	16.3	20.2
Cd (µg/L)	<0.05	0.0716	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.0653	<0.05
Co (µg/L)	0.578	0.359	3.76	2.58	2.69	1.02	0.317	0.712	0.89
Cr (µg/L)	<0.9	<0.9	1.16	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	<0.9	1.07
Cu (µg/L)	8.86	12.7	24	6.16	7.12	7	5.36	9.84	11.5
Hg (µg/L)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Mn (µg/L)	24.2	50.4	131	51.4	123	64	45.1	122	158
Mo (µg/L)	2.19	<0.5	0.678	1.28	1.44	<0.5	<0.5	3.84	<0.5
Ni (µg/L)	2.95	5.44	11.7	6.66	2.48	3.01	2.42	2.57	3.69
Pb (µg/L)	<0.5	<0.5	2.74	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.61
V (µg/L)	0.493	<0.2	0.442	0.239	0.228	0.323	0.217	2.04	0.477
Zn (µg/L)	15.3	88	13.5	16.2	28.5	17.4	21.1	22	41.3
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]. År 2020 och 2021 överskreds gränsvärdet för zink i slam från Sobacken.

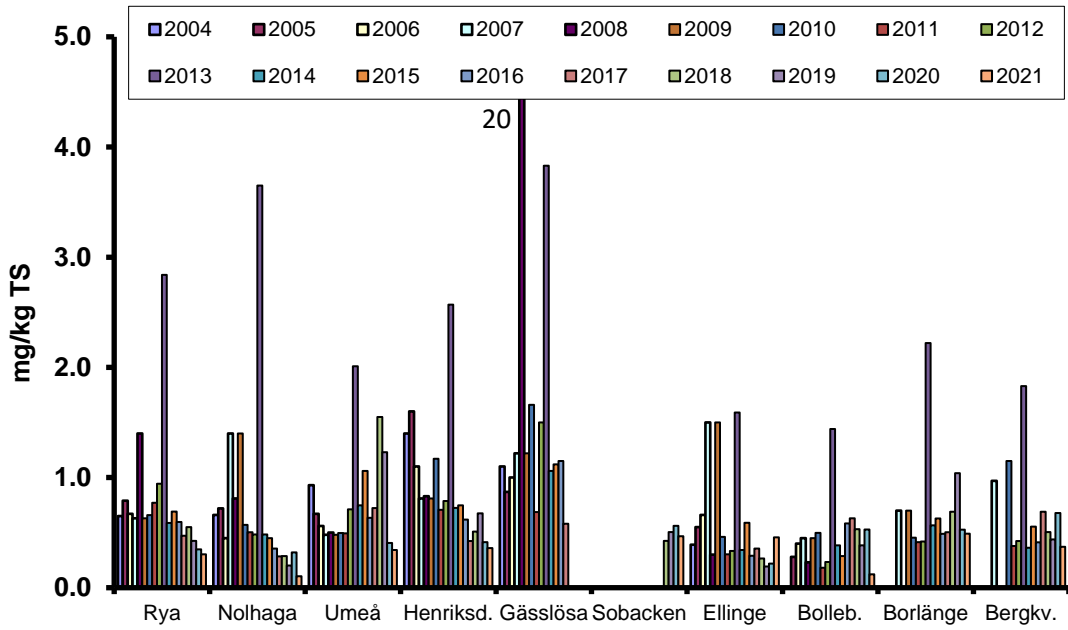
Över de senaste 10 åren verkar kvicksilverhalterna vara relativt konstanta, med undantag för data för samtliga reningsverk 2013 (orsak okänd) och ett värde 2008 (Gässlösa), Figur 35. Halterna av Cd minskar över tid, Figur 36.

Tabell 35. Resultat från 2020 och 2021 års prover, slam, metaller (mg/kg TS).

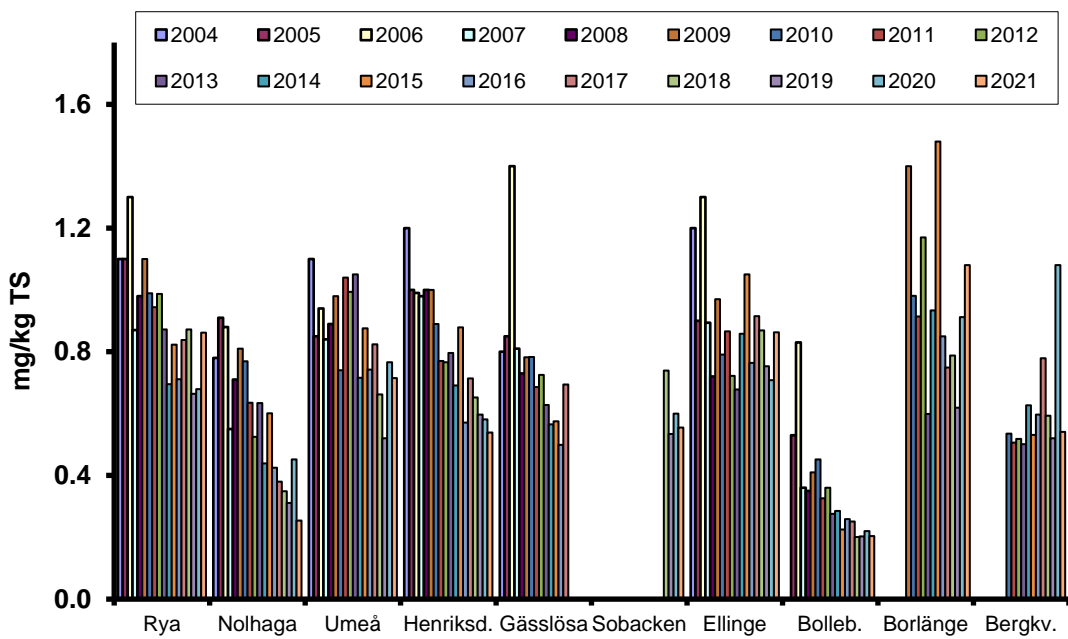
2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
As	4.43	2.64	4.81	3.98	2.73	3.78	1.39	3.22	2.62
Cd	0.679	0.452	0.766	0.581	0.600	0.708	0.220	0.912	1.08
Co	7.28	2.18	8.34	6.67	12.2	2.54	0.918	3.82	2.02
Cr	14.3	7.54	18.2	13.8	40.7	16.5	4.00	14.6	11.3
Cu	387	249	134	352	289	199	104	530	282
Hg	0.348	0.321	0.406	0.414	0.562	0.219	0.528	0.527	0.678
Ni	17.2	10.1	38.6	19.0	9.50	12.1	4.92	12.5	12.1
Pb	17.6	9.12	13.0	15.7	11.9	11.5	3.30	19.9	9.46
V	15.6	6.09	24.7	13.3	7.78	16	3.95	33.3	3.48
Zn	522	357	503	420	810	365	201	544	394
Ag	1.49	1.00	1.16	4.19	1.50	1.03	0.945	1.11	1.44
2021									
As	3.72	2.01	3.86	4.58	1.86	4.28	1.13	3.02	2.89
Cd	0.862	0.254	0.715	0.539	0.555	0.863	0.204	1.08	0.541
Co	6.41	1.81	7.55	6.42	16.4	4.38	1.10	3.86	2.37
Cr	18.0	6.71	17.9	15.8	66.1	16.8	3.95	16.7	11.2
Cu	295	112	103	354	272	248	87.9	345	264
Hg	0.303	0.104	0.343	0.36	0.468	0.457	0.121	0.491	0.372
Ni	17.8	9.72	25.1	17.2	9.17	14.3	4.07	12.7	11.1
Pb	22.4	6.71	10.0	12.6	14.3	18.1	2.53	20.4	9.75
V	21.2	7.38	14.6	14.6	8.05	17.4	2.52	39.7	4.89
Zn	492	202	416	430	1130	420	192	580	395
Ag	0.893	0.443	0.714	2.20	1.23	1.08	0.642	0.92	1.43

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 2004-2021) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 36. Halter av kadmium (år 2004-2021) i slam från avloppsreningsverken.

Tennorganiska föreningar

Utgående vatten

Monobutyltenn (alla ARV) var den enda tennorganiska föreningen som detekterades i utgående vatten år 2020. År 2021 detekterades både mono- och dibutyltenn i utgående vatten, Tabell 37.

Slam

Mono- och dibutyltenn samt mono- och dioktyltenn i högre halter än övriga tennorganiska föreningar i de flesta ARV. Tributyltenn och mono- och dioktyltenn detekteras också frekvent, Tabell 38.

Halterna av monobutyltenn är relativt konstanta över tid, Figure 37. Däremot verkar halterna av dibutyltenn ökat 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.

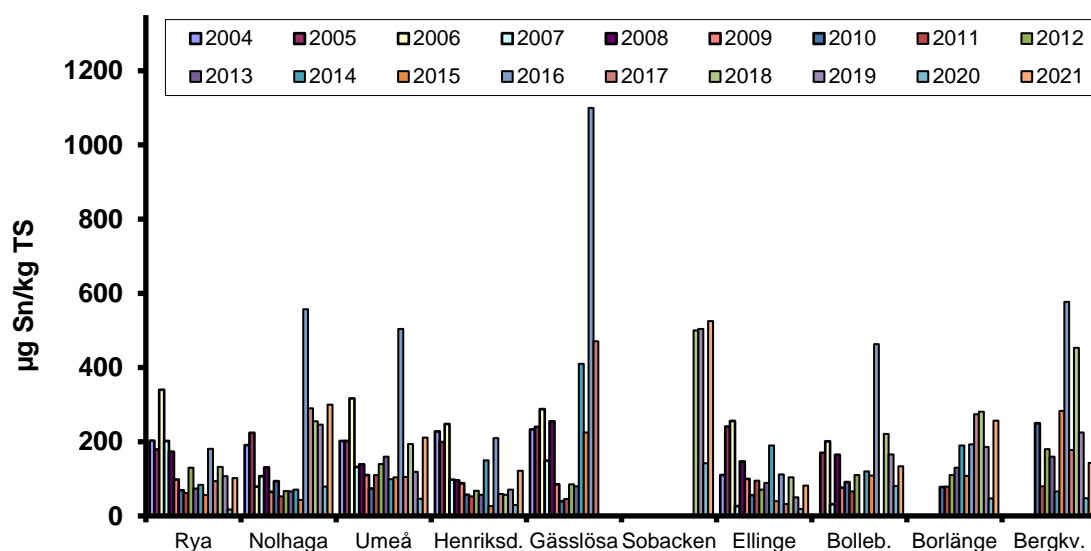
Tabell 37. Resultat från 2020 och 2021 års prover, utgående vatten, tennorganiska ämnen (ng/L).

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
MonoBT	3.66	1.90	<1	<1	4.09	4.99	2.82	<1	3.31
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
2021									
MonoBT	4.87	1.12	<1	<1	1.00	<1	5.45	2.19	3.44
DiBT	1.26	3.22	<1	<1	<1	<1	<1	1.34	<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

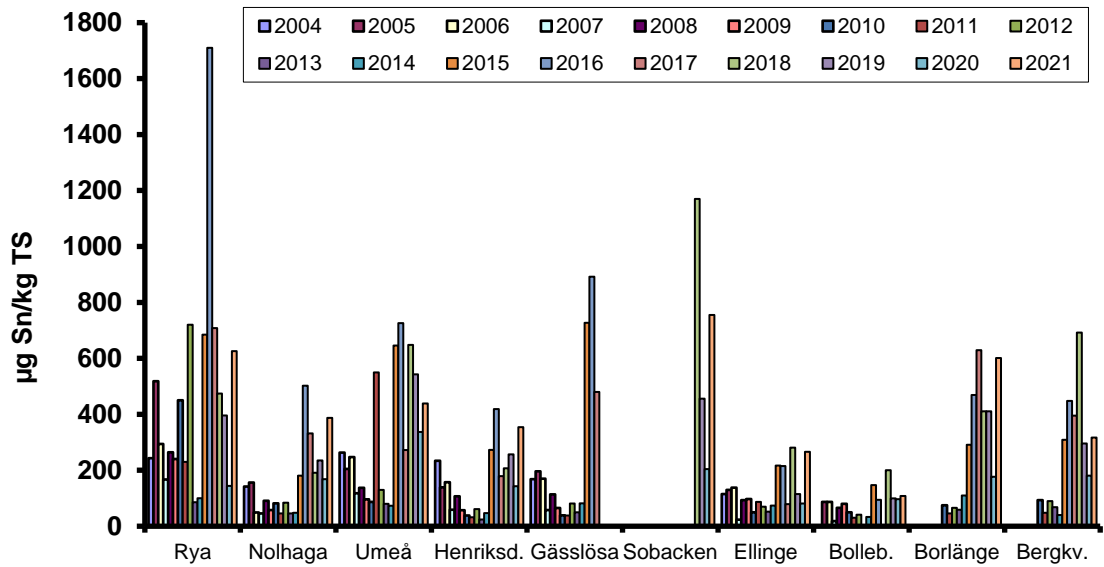
Tabell 38. Resultat från 2020 och 2021 års prover, slam, tennorganiska föreningar ($\mu\text{g}/\text{kg}$ TS).

2020	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
MonoBT	17.3	79.0	46.3	29.7	142	18.6	80.4	47.4	47.5
DiBT	144	168	337	143	204	81.1	96.8	177	181
TriBT	3.73	2.56	1.56	1.54	2.77	1.26	2.85	2.14	2.89
TetraBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
MonoOT	2.06	10.4	4.37	4.43	8.70	2.61	12.6	8.32	5.27
DiOT	6.67	13.3	6.63	11.3	13.4	8.06	16.8	<1	9.31
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
2021									
MBT	102	300	211	122	525	81.7	134	257	143
DiBT	626	387	439	354	755	266	108	601	317
TriBT	5.1	<1	1.4	2.17	2.28	1.46	1.95	1.88	1.84
TetraBT	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
MonoOT	5.65	15.0	7.72	8.32	16.5	6.87	17.0	17.6	12.5
DiOT	8.81	17.3	9.48	12.6	15.6	11.2	8.83	14.8	13.8
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

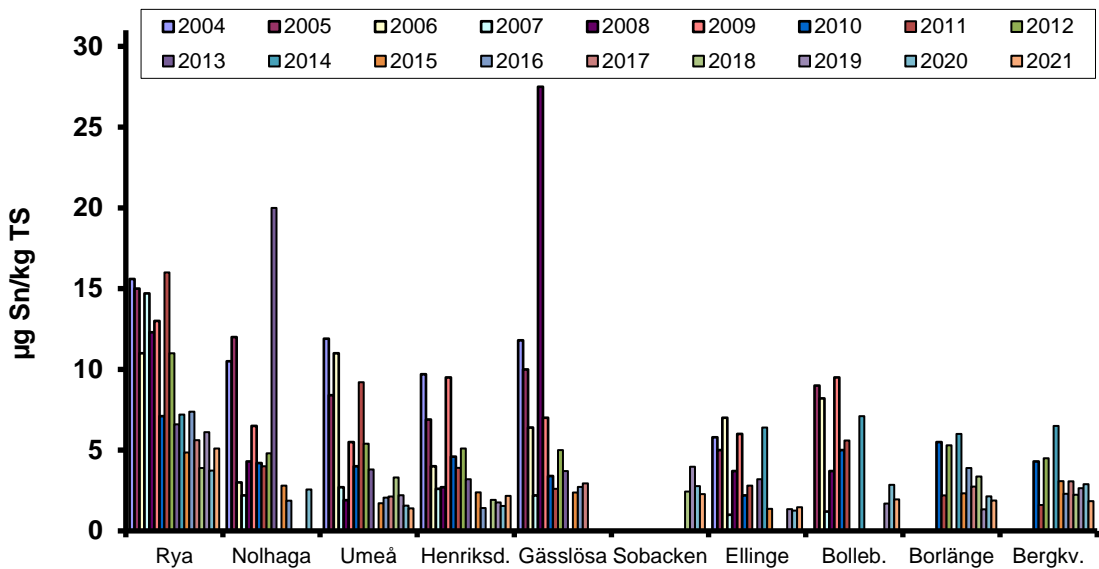
BT = Butyltenn, OT = oktyltenn, HT = Hexyltenn, PhT = Fenyltenn. EA: Ej analyserat.



Figur 37. Monobutyltennhalter (MBT) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2021.



Figur 38. Dibutyltennhalter (DBT) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2021.



Figur 39. Tributyltennhalter (TBT) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2021.

Östrogena effekter

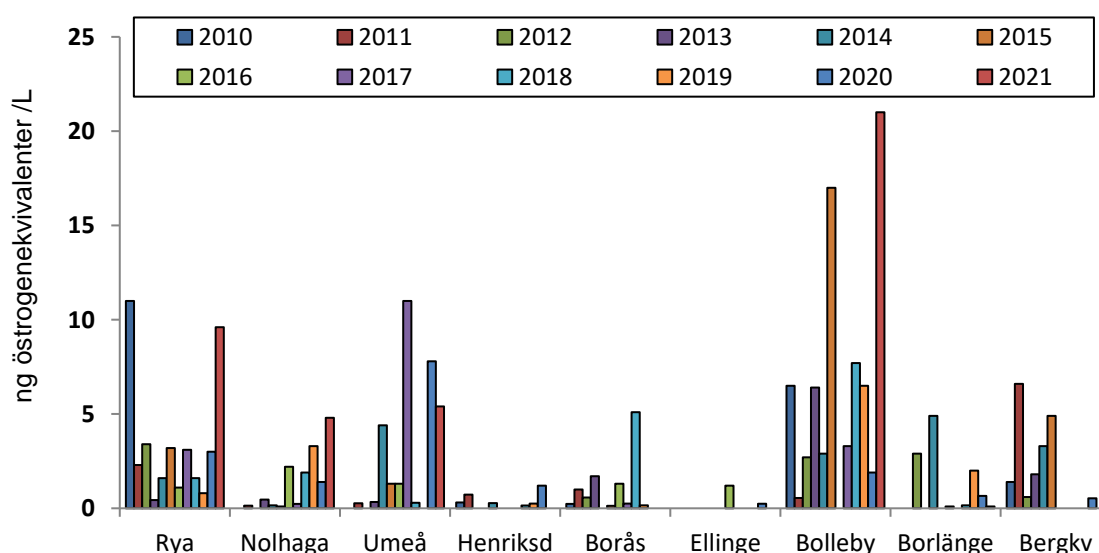
Utgående vatten

Östrogena effekter kunde uppmätas och kvantifieras i merparten av de utgående vattnen under 2020 och 2021 (Tabell 39). Inga östrogena effekter kunde uppmätas i vatten från Sobacken 2020 eller i vatten från Henriksdal, Sobacken och Bergkvara 2021.

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 2020 års utgående vatten.

	Rya- verket	Nol- haga	Umeå	Henriks- dal	Sobac- ken	Ellinge	Bolle- bygd	Bor- länge	Berg- kvara
2020	3.0	1.4	7.8	1.2	<0.1	0.24	1.9	0.66	0.53
2021	9.6	4.8	5.4	<0.1	<0.1	<0.1	21	0.1	<0.1



Figur 40. Östrogen effekt (ng estradiolekvivalenter) i vatten från ARV, år 2010-2021.

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).