



# Miljöövervakning av utgående vatten & slam från svenska avloppsreningsverk

Resultat från år 2012 och 2013  
och en sammanfattning av slamresultaten för åren 2004-2013

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



NATIONELL  
MILJÖÖVERVAKNING  
PÅ UPPDRAG AV  
NATURVÅRDSVERKET

# Innehållsförteckning

|   |           |
|---|-----------|
| <b>SAMMANFATTNING</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>BAKGRUND</b> .....   | <b>3</b>  |
| RENINGSVERKEN.....  | 4         |
| Henriksdals reningsverk.....  | 6         |
| Ryaverket.....  | 6         |
| Öns reningsverk.....  | 6         |
| Gässlösa reningsverk.....   | 7         |
| Ellinge reningsverk.....  | 7         |
| Nolhaga reningsverk.....  | 7         |
| Borlänge reningsverk.....   | 8         |
| Bergkvara reningsverk.....  | 8         |
| Bollebygds reningsverk.....   | 8         |
| FÖRENINGAR.....   | 8         |
| PROVTAGNING OCH PROVBANKNING.....                                   | 10        |
| Utgående vatten.....  | 10        |
| Slam.....   | 10        |
| ANALYS OCH KVALITETSSÄKRING.....                                    | 10        |
| <b>RESULTAT</b> .....   | <b>12</b> |
| ANTIBIOTIKA.....  | 12        |
| Utgående vatten.....  | 12        |
| Slam.....   | 12        |
| BROMERADE DIFENYLETRAR (PBDE).....                                  | 14        |
| Slam.....   | 14        |
| KLORPARAFFINER (PCA).....   | 16        |
| Slam.....   | 16        |
| FLUORERADE ÄMNEN.....   | 18        |
| Utgående vatten.....  | 18        |
| Slam.....   | 18        |
| FOSFATESTRAR.....   | 22        |
| Utgående vatten.....  | 22        |
| Slam.....   | 22        |
| FTALATER OCH BUTYLHYDROXYTOLUEN.....                                | 25        |
| Utgående vatten.....  | 25        |
| Slam.....   | 25        |
| KLORBENSENER.....   | 27        |
| Slam.....   | 27        |
| KLORFENOLER, NONYL- OCH OKTYLFENOLER, TRICLOSAN OCH BISFENOL A..... | 28        |
| Utgående vatten.....  | 28        |
| Slam.....   | 28        |
| KLORERADE DIBENSO-P-DIOXINER, DIBENSOFURANER OCH BIFENYLER.....     | 31        |
| Slam.....   | 31        |
| METALLER.....   | 35        |
| Utgående vatten.....  | 35        |
| Slam.....   | 35        |
| ORGANOTENNFÖRENINGAR.....   | 38        |
| Utgående vatten.....  | 38        |
| Slam.....   | 38        |
| SILOXANER.....  | 41        |
| Slam.....   | 41        |
| NSAID´S.....  | 43        |
| Utgående vatten.....  | 43        |
| MYSKÄMNEN.....  | 44        |
| Utgående vatten.....  | 44        |
| Slam.....   | 44        |
| ÖSTROGENA OCH ANDROGENA EFFEKTER.....                               | 45        |
| Utgående vatten.....  | 45        |
| <b>REFERENSER</b> .....   | <b>46</b> |

## Sammanfattning

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

Graferna i denna rapport redovisar slamhalterna för perioden 2004-2013 och utgående vattenhalter för år 2013. Bollebygd reningsverk ingick inte i den nationella miljöövervakningen under 2004 och Floda reningsverk har fr.o.m. 2010 ersatts av Borlänge reningsverk och Bergkvara reningsverk.

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

En nyligen genomförd tidstrendanalys (Olofsson, Bignert & Haglund, 2012) visade på signifikant minskande halter över tid (2004-2010) för kobolt, antibiotikat norfloxacin, triklosan, mono- och dibutyltenn, fluorkemikalien PFOSA, 1,2,4-triklorbensen, flamskyddskemikalierna PBDE-154 och PBDE-183 samt högklorerade dioxiner och furaner (heptaCDD, OCDD, 1,2,3,4,6,7,8-hepta-CDF och OCDF). 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, fluorämnet PFDoDA, 2,3,7,8-tetraklordibensofuran (TCDF) och klorparaffiner (MCCP) samt ökande trender för två organofosfater (TDCPP och TBEP).

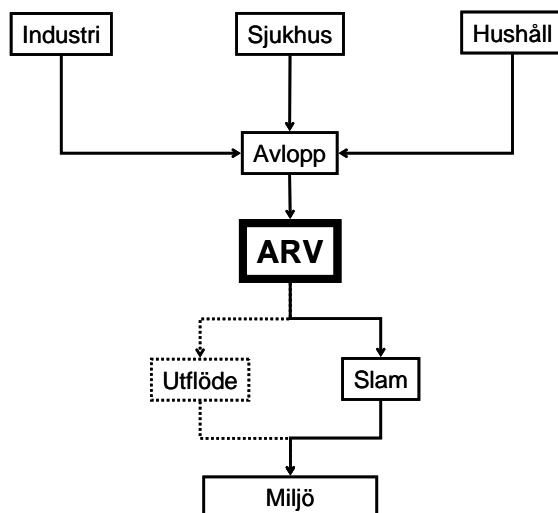
Sentida data för 2011-2013 visar på fortsatt minskande trender för samtliga ämnen med statistiskt signifikanta tidstrender, förutom för triclosan och OCDD för vilka haltminskningen planat ut. Det finns även tydliga tecken på minskande halter av två antibiotika (ciprofloxacin och ofloxacin), två flamskyddskemikalier (PBDE-47 och PBDE-99) och två mjukgörare (DEHP och DIDP).

Halterna av linjära metylsiloxaner fortsätter att öka. Däremot verkar halterna av några av de ämnen som tidigare visat ökande trender plana ut (1,4-diklorbensen) eller till och med vänt nedåt (deca-BDE). Det senare verkar även gälla för flera dioxin-lika PCB (ex. PCB118, PCB126 och PCB169). Däremot verkar halterna av två organofosfater (TDCPP och TDCPP) öka. Dessa ersätter i många tekniska applikationer PBDE (vilka minskar i halt).

## 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.

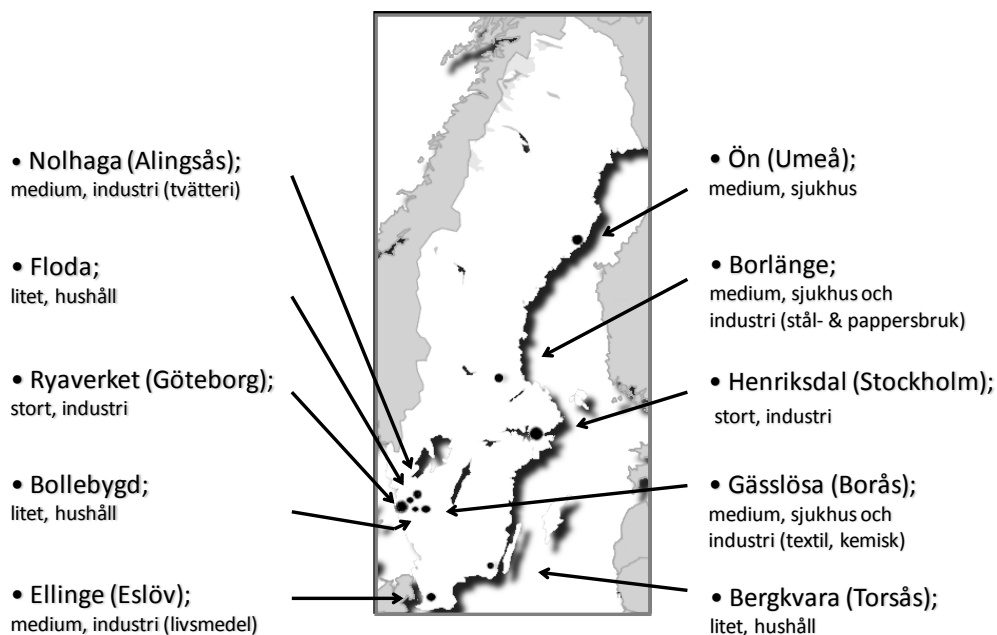


**Figur 1.** Förenklat flödesschema för kemikalier från samhället till miljön, ARV = Avloppsreningsverk.

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 2004-2013 [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 och Floda utgår fr.o.m. 2010, samt fr.o.m. 2010 ingår Borlänge och Bergkvara (Torsås) reningsverk, dvs, totalt ingår nio reningsverk i den nationella miljöövervakningen fr.o.m. år 2011. Reningsverkens lokalisering, storlek och belastning kan ses i Figur 2. Information om bl.a. antalet anslutna kunder (även uttryckt som personekvivalenter, pe), volym 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-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|---|----------------|--------------|------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| Anslutna<br>(kpers)                           | 649            | 26           | 92   | 737             | 82            | 20      | 4,1            | 44            | 5,9            |
| Anslutna<br>(kpe)                             | 640            | 27           | 129  | 656             | 73            | 74      | 3,7            | 25            | 2,5            |
| Inkommande<br>vatten<br>(Mm <sup>3</sup> /år) | 119            | 3,2          | 13   | 89              | 13            | 3,7     | 0,24           | 5,6           | 0,6            |
| Dagvatten <sup>1</sup><br>(%)                 | 57             | 24           | 20*  | 5*              | 50            | 28      | 21             | 35            | 46             |
| Renings-<br>process <sup>2</sup>              | MCBD           | MBCD         | MCBD | MCBD            | MBCD          | MBCD    | MBCS           | MCBD          | MBCS           |
| Producerat<br>slam<br>(ton TS/år)             | 13300          | 690          | 2300 | 14400           | 2400          | 1100    | 78             | 1200          | 110            |
| TS slam<br>(%)                                | 30             | 23           | 31   | 27              | 21            | 18      | 2,4            | 35            | 17             |
| Uppehållstid<br>(rötning)                     | 15             | 17           | 18   | 19              | 25            | 30      | --             | 15            | --             |

<sup>1</sup> Ovidkommande vatten; Uppskattning enl. ARV-personal. <sup>2</sup> 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.svensktvatten.se/Vattentjanster/Avlopp-och-Miljo/REVAQ/Certifiering/>), försöker förbättra slamkvaliteten så att slammet ska kunna utnyttjas till att spridas på åkrar.

#### Reningsprocessen

Grovrensningar, 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 och Partille. Reningsverket processar ett blandat avlopp med inslag av industriavlopp, lakvatten och 5500 m<sup>3</sup> (5% TS) organisk 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

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

### ***Öns reningsverk***

Öns reningsverk är belägen i Umeå, en medelstor stad, som har ett stort sjukhus och ett stort universitet anslutet till reningsverket. Mycket liten andel industriellt avloppsvatten processas.

#### Reningsprocessen

Grovrensning, sandfång, tillsats av järnsulfat, luftningsbassänger, försedimentering, luftade bassänger med biologisk rening och slutsedimentering. Slammet tas ut i försedimenteringen och förtjockas (i förtjockaren tillkommer även externslam från kommunens övriga reningsverk, ca. 17% av den totala andelen producerat slam härrör från externslam). Därefter rötas slammet i rötkammaren, som har en uppehållstid på 18 dygn, följt av polymertillsats och centrifugering.

### ***Gässlösa reningsverk***

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

#### Reningsprocessen

Mekanisk rening med grovrensning, sandfång och flockning, biologisk rening med försedimentering, biobäddar och mellansedimentering, kemisk rening med flockning och slutsedimentering följt av klorkontaktbassäng. Primärslam från försedimenteringen och överskottsslam från mellansedimenteringen förtjockas innan rötningen som sker tillsammans med externslam från kommunens övriga reningsverk (ca. 15% av den totala andelen producerat slam härrör från externslam). Uppehållstiden i rötkammaren är ca 25 dygn. Slutligen avvattnas slammet med hjälp av centrifugering.

### ***Ellinge reningsverk***

I Eslöv processar Ellinge reningsverk en mycket stor andel industriavlopp (64000 pe industri av totalt 74000 pe) som nästan uteslutande härrör från livsmedelsindustrin. Verket har även tvätterier anlutet. Följande orter är anslutna till reningsverket: Eslöv, Gullarp, Kungshult och Marieholm. 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 vatten från livsmedelsindustrin (primärslam till rötkammare), biobäddar, aktivslamanläggning, fällning och sedimentering (sekundärslam till rötkammare). Därefter rötas slammet (uppehållstid ca 30 dygn) och centrifugeras innan slutprodukt erhålls.

### ***Nolhaga reningsverk***

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

#### Reningsprocessen

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

### ***Borlänge reningsverk***

Borlänge reningsverk är ett medelstort verk och har små industrier anslutna samt processar det sanitära vattnet från ett stålverk och ett pappersbruk, samt avloppsvatten från två relativt stora verksamheter som bägge producerar kosmetiska produkter och hygienprodukter. Avloppsreningsverket i Borlänge har även ett sjukhus anslutet.

#### Reningsprocessen

Reningsverket processar det inkommande vattnet mekaniskt, följt av kemiskt och biologiskt rening och slutligen rötas slammet (uppehållstid ca 15 dygn).

### ***Bergkvara reningsverk***

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

#### Reningsprocessen

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

### ***Bollebygds reningsverk***

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

#### Reningsprocessen

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

## **Föreningar**

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



**Tabell 2. Sammanställning av föreningar och urvalskriterier.**

| Grupp                      | Namn  | WFD            | OSPAR          | Finsk prio | Screening | "På köpet" |
|----------------------------|---|----------------|----------------|------------|-----------|------------|
| <b>Fenoler</b>             | Pentaklorfenol  | X              |                |            |           |            |
|                            | Övriga klorfenoler  |                |                |            | X         |            |
|                            | Butylhydroxytoluen  |                |                |            | X         |            |
|                            | Triclosan   |                |                |            | X         |            |
|                            | Bisfenol A  |                |                |            |           |            |
|                            | Nonyl- och oktylfenol   | X              |                |            |           |            |
| <b>Klorbensener</b>        | 124-Triklorbensenen   | X              |                |            |           |            |
|                            | Pentaklorbensenen   | X              |                |            |           |            |
|                            | Hexaklorbensenen  | X              |                |            |           |            |
|                            | Övriga di-, tri- och tetra-klorbensener                                   |                |                |            |           | X          |
| <b>Fosfatestrar</b>        | Tris(2-butoxyethyl)fosfat   |                |                |            | X         |            |
|                            | Tris(2-kloroetyl)fosfat   |                |                |            | X         |            |
|                            | Tris(kloropropyl)fosfat   |                |                |            | X         |            |
|                            | Tris(1,3-dikloro-2-propyl)fosfat  |                |                |            | X         |            |
|                            | Trifenylfosfat  |                |                |            | X         |            |
| <b>Ftalater</b>            | Di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)   | X              |                | X          |           |            |
|                            | Dimethyl- och dietylfталat  |                |                |            |           | X          |
|                            | Di- <i>n</i> -butyl- och butylbenzylftalat                                |                |                | X          |           |            |
|                            | Di- <i>n</i> -oktyl-, di- <i>iso</i> -nonyl-, di- <i>iso</i> -decylftalat |                |                |            |           | X          |
| <b>Antibiotika</b>         | Ofloxacin (fluorokinolon)   |                |                |            | X         |            |
|                            | Norfloxacin (fluorokinolon)   |                |                |            | X         |            |
|                            | Ciprofloxacin (fluorokinolon)   |                |                |            | X         |            |
| <b>Dioxinlika ämnen</b>    | WHO-PCB   |                |                |            | X         |            |
|                            | PCDD/F  |                |                |            | X         |            |
| <b>Övriga POP</b>          | Polybromerade difenyletrar (PBDE)   | X              |                |            |           |            |
|                            | Klorparaffiner (PCA)  | X              |                |            |           |            |
|                            | Perfluoroämnen (PFAS)   | X <sup>1</sup> |                |            | X         |            |
|                            | Metylsiloxaner  |                | X              |            |           |            |
| <b>Metaller</b>            | 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          |
| <b>Metallorg.</b>          | Tributyltennoxid  | X              |                |            |           |            |
|                            | Mono-, di- och tetrabutyltenn   |                |                |            |           | X          |
|                            | Mono- och dioktyltenn   |                |                |            |           | X          |
|                            | Tricyklohexyltenn   |                |                |            |           | X          |
|                            | Mono-, di- och trifenyltenn   |                |                |            |           | X          |
| <b>Myrkämnerna</b>         | Tonalide (AHTN), galoxolide (HHCB)  |                |                |            | X         |            |
|                            | Myrk xylene, myrk keton   |                | X <sup>2</sup> | X          |           |            |
| <b>NSAID's<sup>3</sup></b> | Ibuprofen, naproxen, ketoprofen, diclofenac                               |                |                |            | X         |            |

<sup>1</sup> PFOS (2013/39/EU)

<sup>2</sup> Myrk xylene: OSPAR. <sup>3</sup> Non steroidal anti-inflammatory drugs

## Provtagning och provbankning

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

### ***Utgående vatten***

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

### ***Slam***

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

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

## Analys och kvalitetssäkring

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

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

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

**Tabell 3.** Utförare av de olika typerna av analyser.

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

<sup>1</sup> Endast analyserade i slam. <sup>2</sup> Endast analyserade i H<sub>2</sub>O.

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

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

# Resultat

## Antibiotika

### *Utgående vatten*

Tabell 4 redovisar koncentrationer av fluorokinolonerna (FQs) i utgående vatten, Ciprofloxacin var den enda FQ som var detekterad och bara i två prover.

### *Slam*

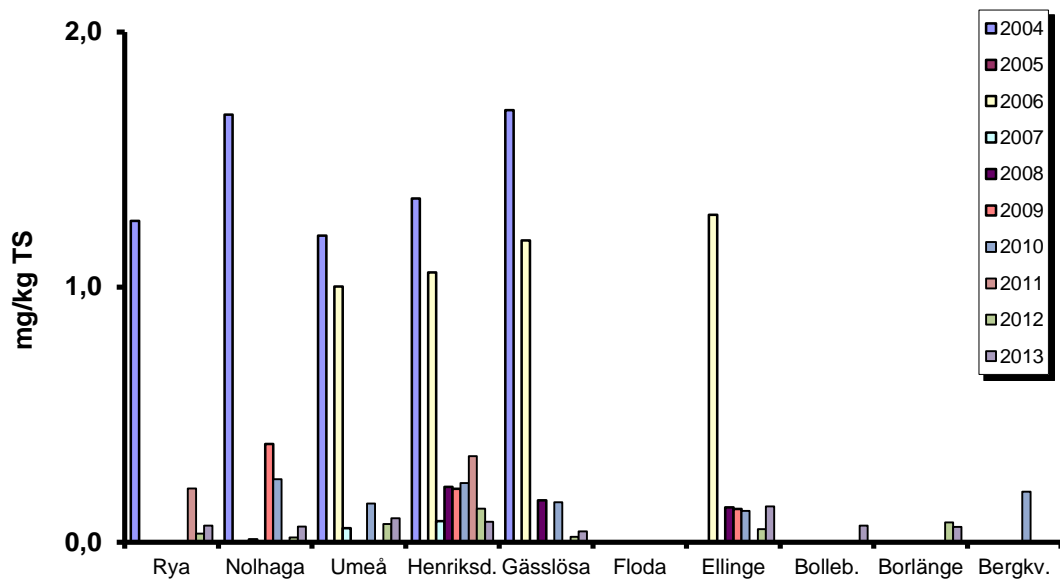
FQs norfloxacin och ciprofloxacin har tidigare (år 2004-2007) påvisats i alla ARV, men 2008 och framåt var endast ciprofloxacin detekterbar i alla reningsverken. Under 2012 och 2013 detekterades norfloxacin inte vid något reningsverk. Halter av ofloxacin och ciprofloxacin i avloppsreningsverksslam för år 2004-2013 redovisas i Figur 3 och 4.

**Tabell 4.** Resultat från 2012 och 2013-års prover, utgående vatten, fluorokinoloner (ng/L).

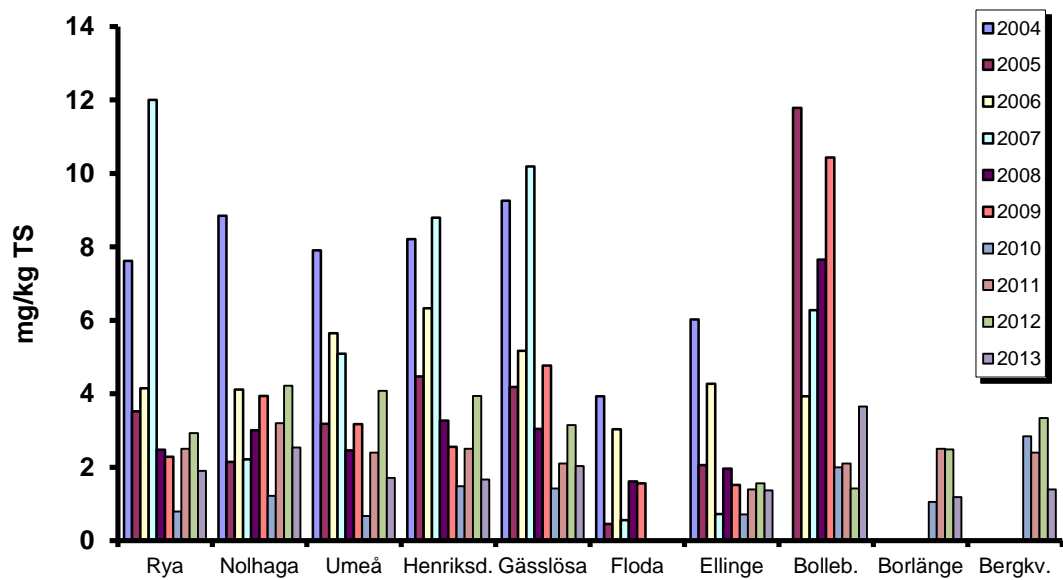
| 2012          | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå  | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|---------------|----------------|--------------|-------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| Norfloxacin   | <0,01          | <0,01        | <0,01 | <0,01           | <0,01         | <0,01   | <0,01          | <0,01         | <0,01          |
| Ofloxacin     | <0,01          | <0,01        | <0,01 | <0,01           | <0,01         | <0,01   | <0,01          | <0,01         | <0,01          |
| Ciprofloxacin | 0,011          | <0,01        | <0,01 | <0,01           | <0,01         | <0,01   | <0,01          | 0,023         | 0,013          |
| <b>2013</b>   |                |              |       |                 |               |         |                |               |                |
| Norfloxacin   | <0,01          | <0,01        | <0,01 | <0,01           | <0,01         | <0,01   | <0,01          | <0,01         | <0,01          |
| Ofloxacin     | <0,01          | <0,01        | <0,01 | <0,01           | <0,01         | <0,01   | <0,01          | <0,01         | <0,01          |
| Ciprofloxacin | <0,01          | <0,01        | <0,01 | <0,01           | <0,01         | <0,01   | <0,01          | <0,01         | <0,01          |

**Tabell 5.** Resultat från 2012 och 2013-års prover, slam, fluorokinoloner (mg/kg TS).

| 2012          | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå  | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|---------------|----------------|--------------|-------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| Norfloxacin   | <0,01          | <0,01        | <0,01 | <0,01           | <0,01         | <0,01   | <0,01          | <0,01         | <0,01          |
| Ofloxacin     | 0,034          | 0,019        | 0,071 | 0,132           | 0,021         | 0,051   | <0,01          | 0,078         | <0,01          |
| Ciprofloxacin | 2,93           | 4,22         | 4,08  | 3,94            | 3,15          | 1,56    | 1,42           | 2,49          | 3,34           |
| <b>2013</b>   |                |              |       |                 |               |         |                |               |                |
| Norfloxacin   | <0,01          | <0,01        | <0,01 | <0,01           | <0,01         | <0,01   | <0,01          | <0,01         | <0,01          |
| Ofloxacin     | 0,065          | 0,061        | 0,094 | 0,080           | 0,042         | 0,14    | 0,065          | 0,060         | <0,1           |
| Ciprofloxacin | 1,9            | 2,54         | 1,71  | 1,67            | 2,03          | 1,37    | 3,65           | 1,19          | 1,40           |



Figur 3. Halter av Ofloxacin i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2013,



Figur 4. Halter av Ciprofloxacin i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2013,

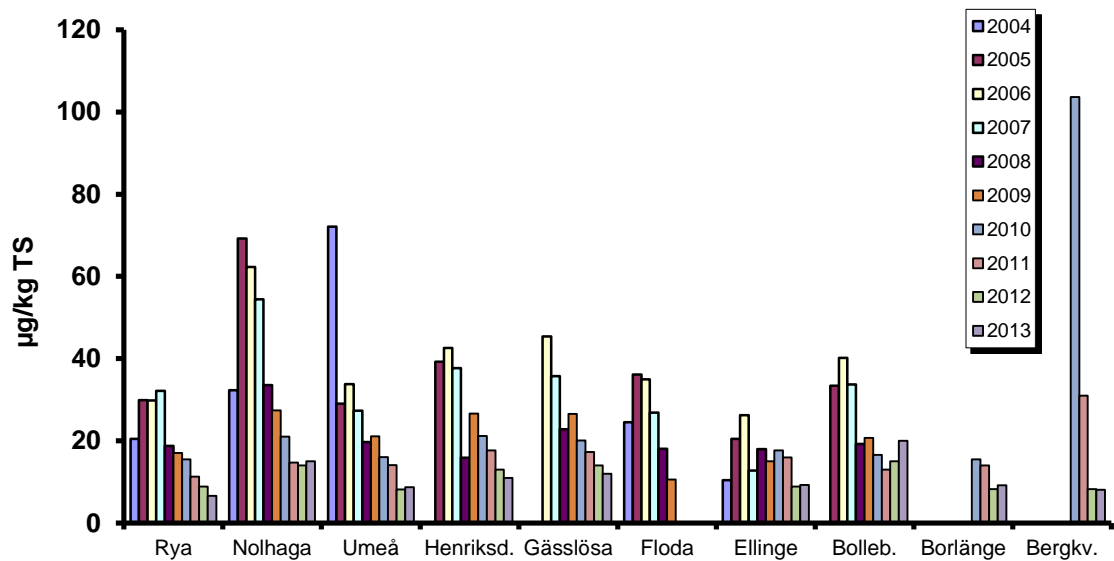
## Bromerade difenyletrar (PBDE)

### Slam

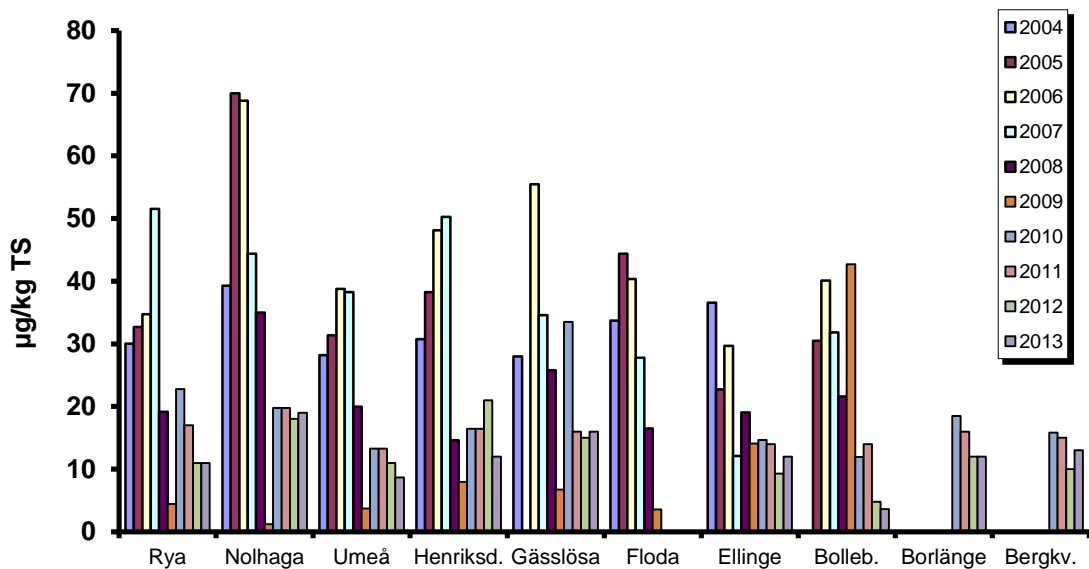
DecaBDE (#209) förekom, liksom tidigare år, i de högsta halterna i slam (uttryckt som ng per gram torrs substans, TS) från alla ARV, se Tabell 6. Halter av tetraBDE (#47), pentaBDE (#99) och decaBDE i avloppsreningsverksslam under åren 2004-2013 redovisas i Figur 5-7. Proverna från Bergkvara har utmärkt sig tidigare med relativt höga halter av tetraBDE (#47) och decaBDE, men var under 2013 jämförbara med övriga reningsverk.

**Tabell 6.** Resultat från 2012-2013 års prover, slam, PBDE ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS).

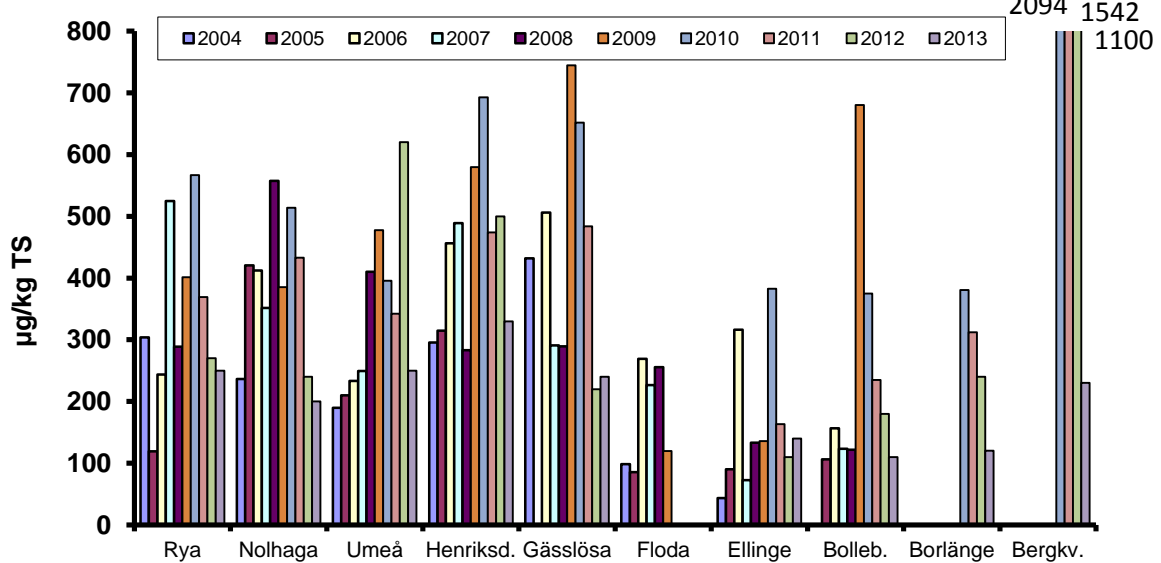
| 2012        | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå  | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|-------------|----------------|--------------|-------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| # 28        | < 0,2          | < 0,2        | < 0,2 | < 0,2           | < 0,2         | < 0,2   | < 0,2          | < 0,2         | < 0,2          |
| # 47        | 8,9            | 14           | 8,2   | 13              | 14            | 8,9     | 15             | 8,3           | 8,3            |
| # 99        | 11             | 18           | 11    | 21              | 15            | 9,3     | 4,8            | 12            | 10             |
| # 100       | 2,3            | 3,2          | 2,0   | 4,4             | 3,3           | 2,4     | 21             | 3,0           | 2,4            |
| # 153       | 1,2            | 1,8          | 1,1   | 2,4             | 1,8           | 1,5     | 1,7            | 1,3           | 1,0            |
| # 154       | 0,65           | 1,7          | 0,79  | 1,6             | 1,6           | 1,2     | 1,1            | 1,3           | 1,0            |
| # 183       | 1,1            | 0,67         | 0,41  | 0,63            | 1,8           | 1,2     | 0,63           | 0,63          | 0,52           |
| # 209       | 270            | 240          | 620   | 500             | 220           | 110     | 180            | 240           | 1100           |
| <b>2013</b> |                |              |       |                 |               |         |                |               |                |
| # 28        | < 0,2          | < 0,2        | < 0,2 | < 0,2           | < 0,2         | < 0,2   | < 0,2          | < 0,2         | < 0,2          |
| # 47        | 6,6            | 15           | 8,7   | 11              | 12            | 9,3     | 20             | 9,2           | 8,1            |
| # 99        | 11             | 19           | 8,7   | 12              | 16            | 12      | 4,0            | 12            | 13             |
| # 100       | 3,1            | 6,8          | 2,8   | 4,7             | 5,4           | 3,3     | 17             | 1,8           | 2,7            |
| # 153       | 1,1            | 2,0          | 0,87  | 1,6             | 1,7           | 1,2     | 2,3            | 1,1           | 1,5            |
| # 154       | 0,74           | 3,7          | 0,59  | 1,1             | 1,3           | 1,1     | 1,7            | 0,66          | 1,0            |
| # 183       | 0,58           | 0,69         | 0,77  | 0,98            | 0,48          | 0,62    | 0,36           | 0,5           | 0,32           |
| # 209       | 250            | 200          | 250   | 330             | 240           | 140     | 110            | 120           | 230            |



Figur 5. Halter av TetraBDE (#47) i avloppsreningsverksslam år 2004-2013.



Figur 6. Halter av PentaBDE (#99) i avloppsreningsverksslam år 2004-2013.



Figur 7. Halter av DecaBDE (#209) i avloppsreningsverksslam år 2004-2013.

## Klorparaffiner (PCA)

### Slam

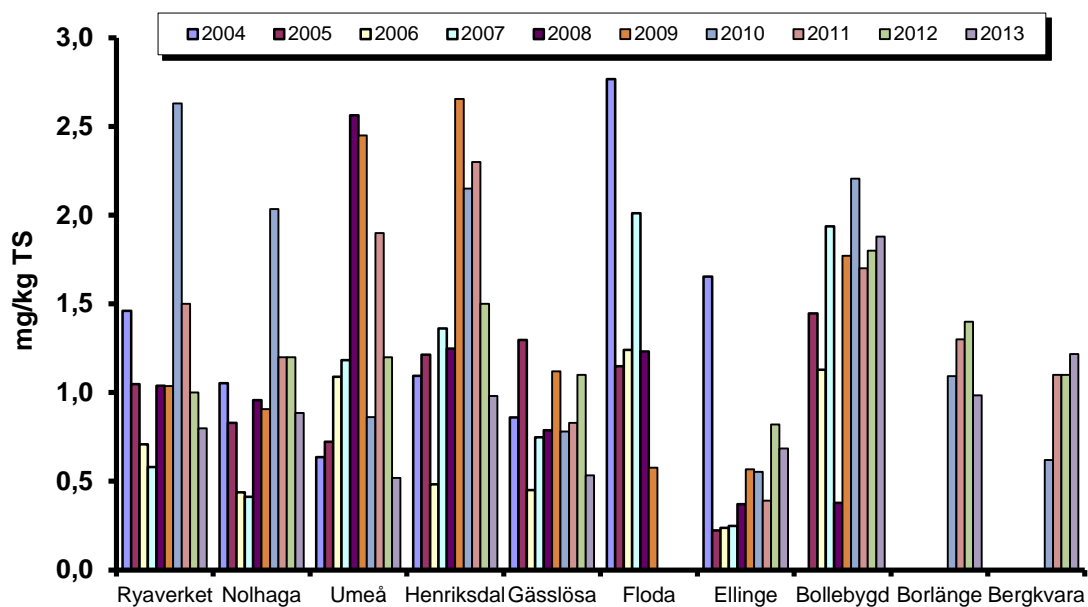
Tabell 7 redovisar halter av klorparaffiner (PCA) i avloppsreningsverksslam år 2012 och 2013, Även dessa år återfinns i slammet de långkedjade klorparaffinerna (LCCP) i högsta halter. Sammanfattning av PCA-halter för åren 2004-2013 kan ses i Figur 8-10.

**Tabell 7. Resultat från 2012-2013 års prover,slam, PCA (mg/kg TS).**

| 2012              | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|-------------------|----------------|--------------|------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| SCCP <sup>1</sup> | 1,0            | 1,2          | 1,2  | 1,5             | 1,1           | 0,82    | 1,8            | 1,4           | 1,1            |
| MCCP <sup>2</sup> | 2,7            | 2,7          | 1,9  | 2,8             | 2,5           | 3,1     | 7,1            | 2,0           | 2,4            |
| LCCP <sup>3</sup> | 10             | 6,6          | 11   | 10              | 7,8           | 4,5     | 11             | 21            | 7,4            |
| <b>2013</b>       |                |              |      |                 |               |         |                |               |                |
| SCCP <sup>1</sup> | 0,80           | 0,89         | 0,52 | 0,98            | 0,53          | 0,68    | 1,9            | 0,98          | 1,2            |
| MCCP <sup>2</sup> | 3,2            | 3,1          | 1,9  | 2,9             | 2,9           | 3,5     | 5,7            | 4,8           | 2,6            |
| LCCP <sup>3</sup> | 17             | 14           | 18   | 11              | 7,5           | 8,4     | 42             | 22            | 21             |

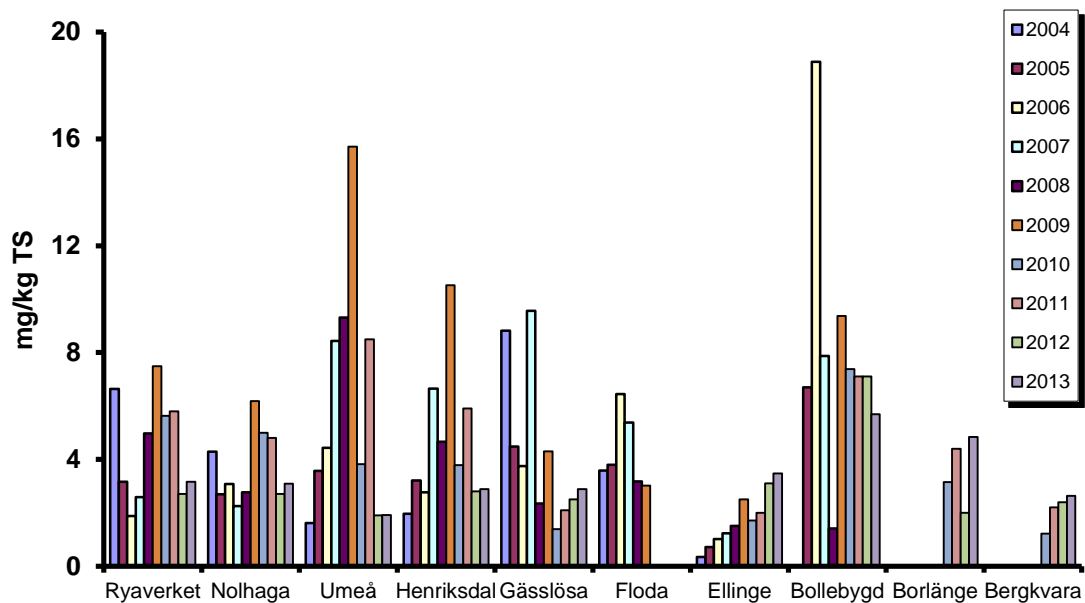
<sup>1</sup>SCCP: Short chain chlorinated paraffins, C<sub>10</sub>-C<sub>13</sub>. <sup>2</sup>MCCP: Medium chain chlorinated paraffins, C<sub>14</sub>-C<sub>17</sub>.

<sup>3</sup>LCCP: Long chain chlorinated paraffins, C<sub>18</sub>-C<sub>20</sub>.

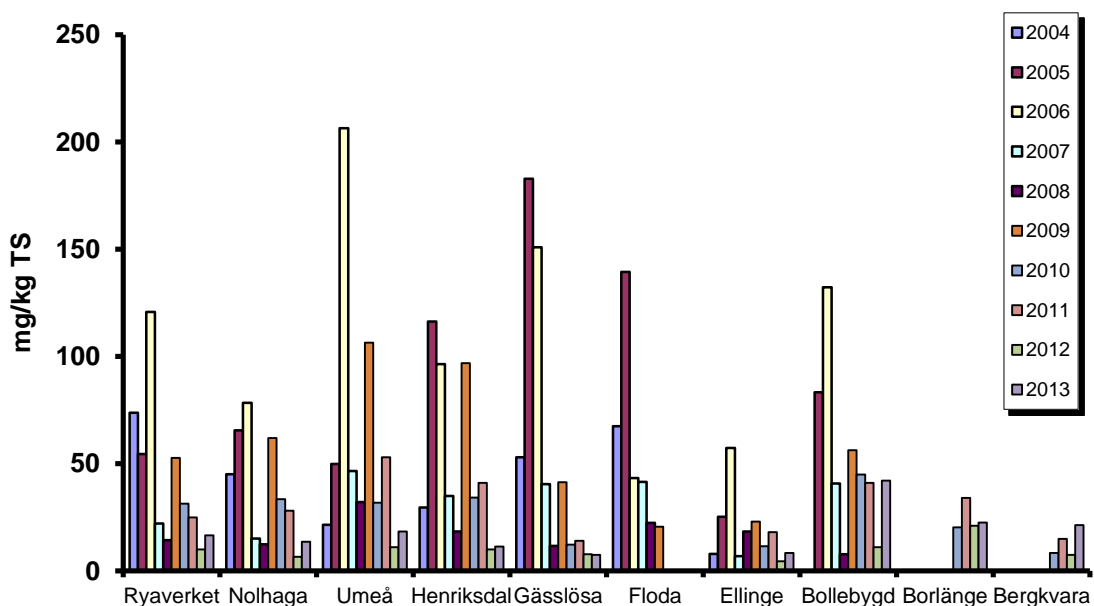


**Figur 8. SCCP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2013.**





Figur 9. MCCP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2013.



Figur 10. LCCP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2013.

## Fluorerade ämnen

Fluorerade ämnenas nomenklatur kan ses i Tabell 8. Generellt så innehåller både utgående vatten och slam från Gässlösa ARV högre halter av fluorerade ämnen än övriga verk.

### *Utgående vatten*

Tabell 9 och Tabell 11 redovisar koncentrationer av fluorerade ämnen i utgående vatten år 2012 och 2013. En jämförelse av PFOA- och PFOS-halter kan ses i Figur 11, i Gässlösa ARV påvisades de högsta halterna.

### *Slam*

Halter av fluorerade ämnen i avloppsreningsverksslam år 2012 och 2013 redovisas i Tabell 10 och Tabell 12. Figur 12 visar PFOS-halter i slammet 2004-2013, med generellt minskning halter över tiden. Tidsvariationer av PFOA-halter inom verken (2012) kan ses i Figur 13. Bilden är här mer komplex med ökande, minskande eller konstanta halter i de olika ARV. Slam från Gässlösa innehåller generellt mer fluorerade ämnen än övriga ARV.

**Tabell 8, Nomenklatur perfluorerade ämnen,**

---

|       |                         |
|-------|-------------------------|
| PFBA  | Perfluorobutansyra      |
| PFPA  | Perfluoropentansyra     |
| PFHxA | Perfluorohexansyra      |
| PFHpA | Perfluoroheptansyra     |
| PFOA  | Perfluoroktansyra       |
| PFNA  | Perfluornonansyra       |
| PFDA  | Perfluordekansyra       |
| PFUnA | Perfluorundekansyra     |
| PFDoA | Perfluordodekansyra     |
| PFBS  | Perfluorbutansulfonat   |
| PFHxS | Perfluorohexansulfonat  |
| PFOS  | Perfluorooktansulfonat  |
| PFDS  | Perfluordekansulfonat   |
| PFOSA | Perfluoroktansulfonamid |

---

**Tabell 9.** Resultat från 2012-års prover, utgående vatten (ng/L). Nomenklatur se Tabell 8.

| 2012                  | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå  | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|-----------------------|----------------|--------------|-------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| PFBA                  | 3,68           | 9,39         | <2    | 4,08            | 24,5          | 4,52    | 6,81           | <2            | <2             |
| PFPA                  | <2             | <2           | 5,65  | 5,40            | 10,0          | <2      | 6,55           | <2            | <2             |
| PFHxA                 | 7,78           | 6,88         | 11,2  | 8,77            | 19,2          | 4,43    | 6,60           | 6,06          | 15,9           |
| PFHpA                 | 2,68           | 4,72         | 6,83  | 4,30            | 12,9          | 2,20    | 1,88           | 3,55          | 5,95           |
| PFOA                  | 6,11           | 9,80         | 6,40  | 6,89            | 32,9          | 5,21    | 4,86           | 5,86          | 4,09           |
| PFNA                  | 1,11           | 1,70         | 1,03  | 2,01            | 3,95          | 2,24    | 0,82           | 2,01          | 0,90           |
| PFDA                  | 1,84           | 3,01         | 1,31  | 1,63            | 4,49          | 0,93    | 0,41           | 0,80          | 1,14           |
| PFUnA                 | 0,93           | 1,38         | 0,15  | 0,17            | 0,33          | 0,29    | 0,09           | 0,41          | <0,08          |
| PFDoDA                | 0,29           | 0,54         | <0,2  | <0,2            | 0,53          | <0,2    | <0,2           | <0,2          | <0,2           |
| PFBS                  | 1,60           | 1,85         | 2,29  | 5,47            | 2,33          | 2,01    | 1,18           | 0,88          | 1,37           |
| PFHxS                 | 3,44           | 1,09         | 2,64  | 6,53            | 4,56          | 0,90    | 0,96           | 2,87          | 6,59           |
| Lin-PFOS <sup>1</sup> | 13,0           | 5,08         | 7,56  | 15,0            | 15,9          | 1,25    | 1,12           | 8,17          | 6,15           |
| Br-PFOS <sup>1</sup>  | 6,99           | 3,43         | 4,21  | 15,1            | 11,7          | 1,19    | 1,60           | 6,66          | 9,67           |
| Lin-PFDS              | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| Br-PFDS               | <0,1           | <0,1         | <0,1  | <0,1            | <0,1          | <0,1    | <0,1           | <0,1          | <0,1           |
| Lin-PFOA              | 0,11           | 0,08         | 0,08  | 0,12            | 0,53          | 0,33    | 0,06           | 0,13          | 0,13           |
| Br-PFOA               | 0,05           | <0,05        | <0,05 | 0,15            | 0,39          | 0,30    | <0,05          | 0,13          | <0,05          |

<sup>1</sup> Lin = linjär, Br = grenad.

**Tabell 10.** Resultat från 2012-års prover, slam, perfluorerade ämnen (µg/kg TS).

|          | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå  | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|----------|----------------|--------------|-------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| PFHxA    | 0,69           | 3,89         | 1,19  | 1,63            | 5,24          | <0,2    | 6,35           | 1,25          | <0,2           |
| PFHpA    | <0,2           | 3,53         | 0,81  | 0,62            | 1,65          | <0,2    | 2,62           | 0,43          | <0,2           |
| PFOA     | 2,64           | 35,4         | 2,66  | 2,58            | 12,2          | 0,77    | 20,6           | 3,64          | 1,13           |
| PFNA     | <0,5           | 3,16         | 0,52  | 1,33            | 2,77          | <0,5    | 2,22           | <0,5          | <0,5           |
| PFDA     | 0,62           | 12,8         | 0,95  | 3,72            | 11,3          | 1,08    | 8,13           | 1,54          | 1,02           |
| PFUnDA   | 0,66           | 1,54         | 0,53  | 1,68            | 5,65          | 0,67    | 0,57           | 0,71          | 0,87           |
| PFDoDA   | 1,36           | 1,45         | 0,72  | 2,13            | 3,50          | 1,07    | 1,32           | 0,95          | 0,75           |
| PFTTrDA  | <0,2           | 0,30         | 0,31  | 0,56            | 1,70          | 0,37    | 0,24           | 0,28          | <0,2           |
| PFTTeDA  | 7,95           | 0,41         | 0,43  | 0,75            | 0,34          | 0,59    | 0,35           | 0,35          | <0,2           |
| PFPeDA   | <0,1           | <0,1         | <0,1  | 0,11            | <0,1          | 0,13    | <0,1           | 0,12          | <0,1           |
| PFBS     | <0,5           | <0,5         | <0,5  | <0,5            | <0,5          | <0,5    | 0,60           | <0,5          | <0,5           |
| PFHxS    | 2,90           | <0,5         | 0,76  | 2,07            | <0,5          | 1,19    | <0,5           | 2,13          | 0,98           |
| lin-PFOS | 10,3           | 2,38         | 11,3  | 21,8            | 10,9          | 2,21    | 5,38           | 9,08          | 14,4           |
| br-PFOS  | 0,83           | 1,00         | 1,77  | 2,40            | 1,66          | 0,43    | 1,21           | 1,13          | 3,99           |
| lin-PFDS | <0,5           | <0,5         | 0,99  | 1,53            | 0,66          | 2,64    | 6,59           | 10,2          | 18,4           |
| br-PFDS  | <0,8           | <0,8         | 0,88  | 1,38            | <0,8          | 0,55    | <0,5           | 1,34          | <0,5           |
| lin-FOSA | 0,04           | 0,05         | <0,01 | 0,08            | 0,05          | <0,8    | <0,8           | 1,68          | <0,8           |
| br-FOSA  | <0,01          | 0,02         | <0,01 | 0,02            | 0,01          | 0,04    | 0,14           | 0,05          | <0,01          |

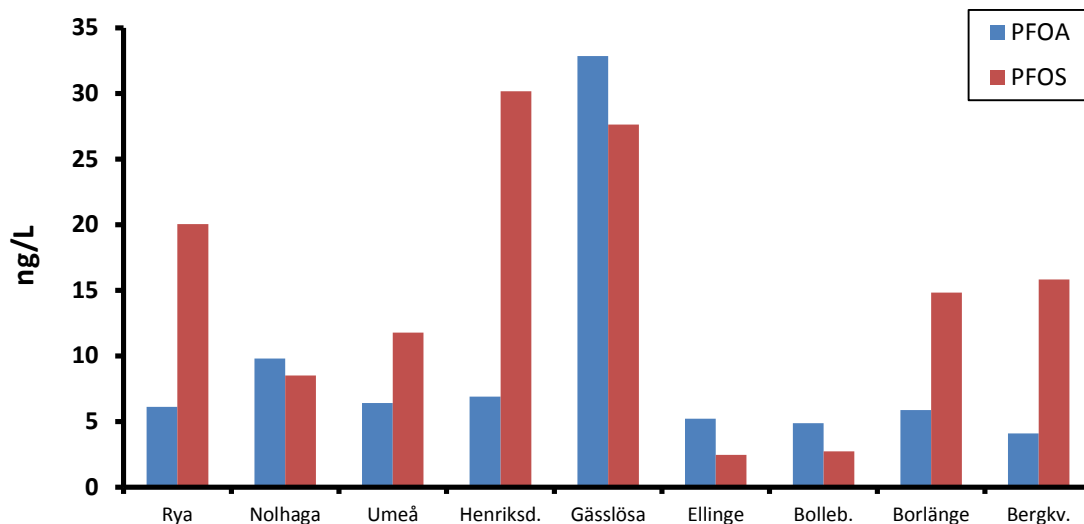
nq = ej kvantifierat (pga interferens).

**Tabell 11. Resultat från 2013-års prover, utgående vatten (ng/L). Nomenklatur se Tabell 8.**

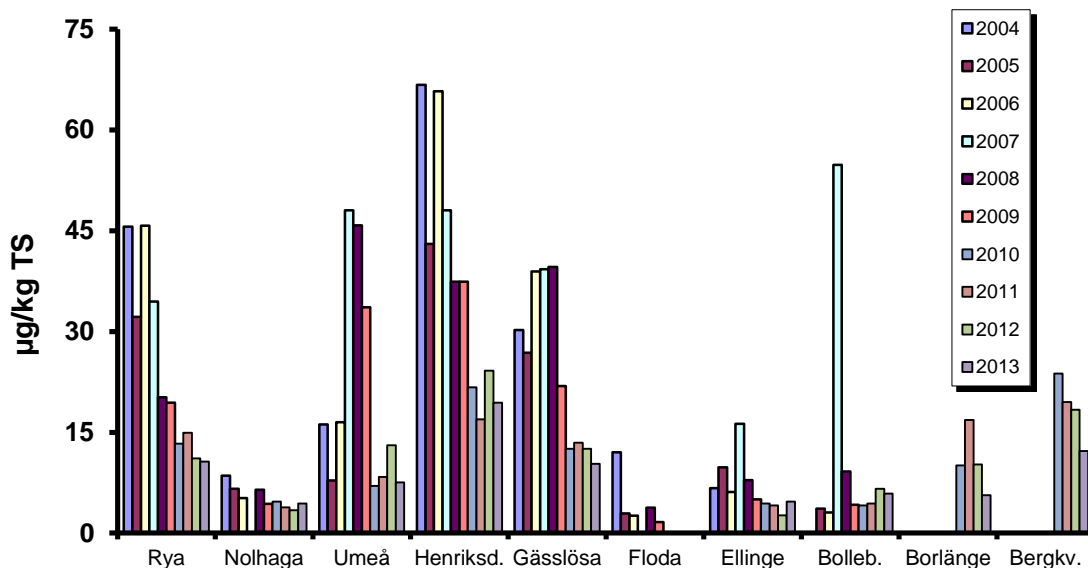
| 2012                  | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå  | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|-----------------------|----------------|--------------|-------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| PFBA                  | 9,95           | 14,6         | 18,4  | 7,81            | 1,31          | <1.0    | 328            | 1,32          | 12,7           |
| PFPA                  | 4,80           | <0,1         | 3,74  | 5,16            | 10,1          | <0,1    | 2,94           | <0,1          | <0,1           |
| PFHxA                 | 11,7           | 12,4         | 5,99  | 14,1            | 24,2          | 13,8    | 27,8           | 13,2          | 6,73           |
| PFHpA                 | 1,62           | 1,89         | 1,24  | 1,89            | 8,76          | 1,30    | 1,41           | 0,83          | 0,99           |
| PFOA                  | 7,62           | 11,9         | 4,81  | 7,60            | 22,2          | 6,49    | 14,14          | 5,15          | 11,8           |
| PFNA                  | 1,30           | 1,14         | 0,29  | 1,80            | 3,57          | 0,74    | 1,13           | 1,77          | 0,72           |
| PFDA                  | 1,31           | 2,61         | 2,77  | 3,34            | 5,56          | 2,06    | 6,79           | 2,29          | 3,45           |
| PFUnA                 | 0,09           | 0,52         | 0,17  | 0,01            | 0,64          | <0.01   | <0.01          | 0,37          | 0,57           |
| PFDoDA                | 0,02           | 0,34         | 0,01  | <0,01           | 0,09          | 0,34    | 0,92           | 0,08          | 0,13           |
| PFBS                  | 1,78           | 4,44         | 1,26  | 6,05            | 2,22          | 2,02    | 1,81           | 8,81          | 1,35           |
| PFHxS                 | 2,68           | 0,80         | 2,17  | 3,93            | 5,57          | 1,02    | 0,50           | 0,98          | 7,42           |
| Lin-PFOS <sup>1</sup> | 13,0           | 1,22         | 4,61  | 10,1            | 7,69          | 2,37    | 1,61           | 5,02          | 8,32           |
| Br-PFOS <sup>1</sup>  | 8,21           | 1,55         | 3,23  | 6,01            | 4,79          | 1,63    | 1,32           | 3,34          | 4,83           |
| Lin-PFDS              | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | 0,05          | <0,05   | <0,05          | 0,18          | <0,05          |
| Br-PFDS               | 0,14           | <0,05        | <0,05 | 0,13            | <0,05         | <0,05   | <0,05          | 0,09          | <0,05          |
| Lin-PFOA              | 0,46           | 0,37         | 0,52  | 0,15            | 0,44          | 0,04    | 0,24           | 0,63          | 0,14           |
| Br-PFOA               | 0,14           | 0,15         | 0,25  | 0,08            | 0,19          | 0,06    | 0,09           | 0,15          | 0,11           |

<sup>1</sup> Lin = linjär, Br = grenad.**Tabell 12. Resultat från 2013-års prover, slam, perfluorerade ämnen (µg/kg TS).**

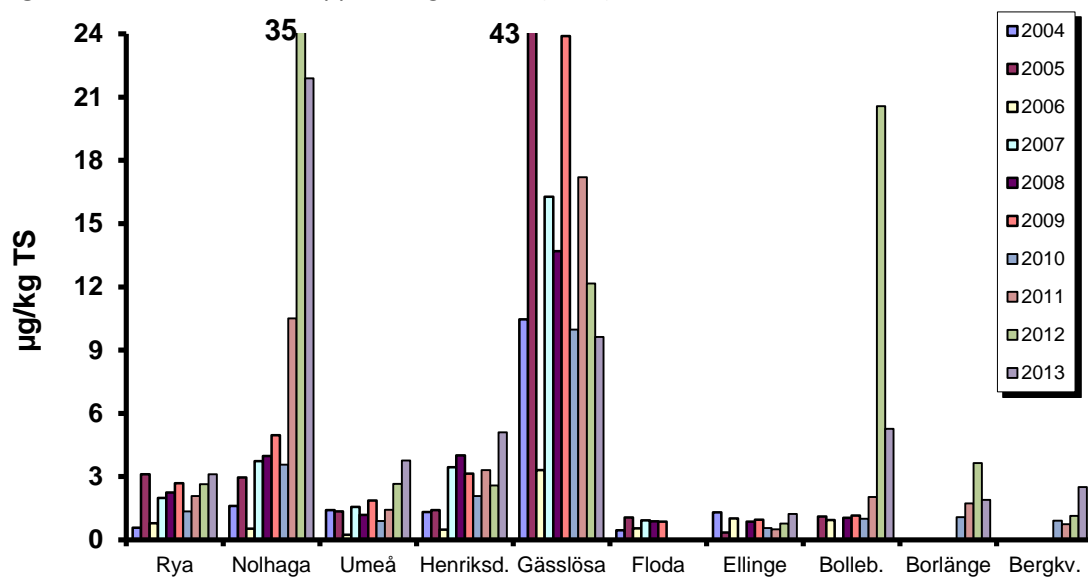
|          | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå  | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|----------|----------------|--------------|-------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| PFHxA    | 2,51           | 3,92         | 11,00 | 4,61            | 6,46          | 0,87    | 5,56           | <0,1          | <0,1           |
| PFHpA    | <0,01          | 0,06         | <0,01 | <0,01           | 0,84          | <0,01   | <0,01          | <0,01         | <0,01          |
| PFOA     | 3,11           | 21,9         | 3,77  | 5,10            | 9,62          | 1,23    | 5,26           | 1,90          | 2,51           |
| PFNA     | 0,29           | 1,86         | 0,31  | 0,83            | 6,16          | 0,35    | 0,82           | 0,34          | 0,18           |
| PFDA     | 2,62           | 17,9         | 2,02  | 7,10            | 24,2          | 2,64    | 5,02           | 1,28          | 4,11           |
| PFUnDA   | 1,11           | 2,36         | 0,65  | 1,74            | 17,2          | 0,94    | 1,13           | 0,77          | 0,96           |
| PFDoDA   | 2,13           | 2,78         | 1,45  | 4,11            | 4,80          | 1,94    | 1,17           | 1,04          | 1,35           |
| PFTTrDA  | 0,34           | 0,26         | 0,27  | 0,59            | 1,72          | 0,32    | 0,09           | 0,10          | 0,12           |
| PFTeDA   | 0,51           | 0,66         | 0,53  | 1,04            | 0,68          | 0,47    | 0,14           | 0,29          | 0,36           |
| PFPeDA   | 0,17           | 0,10         | 0,13  | 0,20            | 0,14          | 0,08    | 0,02           | 0,06          | 0,03           |
| PFBS     | 1,36           | 2,03         | 3,60  | 15,30           | <0,01         | <0,01   | 0,30           | 0,44          | 0,28           |
| PFHxS    | <0,1           | <0,1         | 0,62  | 0,63            | <0,1          | 0,06    | <0,1           | <0,1          | 0,23           |
| lin-PFOS | 9,45           | 3,64         | 6,17  | 17,70           | 8,90          | 4,03    | 5,24           | 5,12          | 9,85           |
| br-PFOS  | 1,21           | 0,76         | 1,39  | 1,71            | 1,40          | 0,64    | 0,63           | 0,51          | 2,35           |
| lin-PFDS | 0,27           | 0,12         | 1,57  | 1,39            | 0,58          | <0,05   | <0,05          | 0,62          | 0,06           |
| br-PFDS  | 0,22           | 0,07         | 1,13  | 0,88            | 0,33          | 0,03    | 0,17           | 0,15          | 0,31           |
| lin-FOSA | 0,04           | 0,09         | 0,01  | 0,06            | 0,08          | 0,07    | 0,04           | <0,01         | 0,04           |
| br-FOSA  | 0,01           | 0,02         | <0,01 | 0,02            | 0,02          | 0,01    | <0,01          | <0,01         | 0,02           |



Figur 11. PFOA- och PFOS-halter (ng/L) i utgående vatten, ARV (2012).



Figur 12. PFOS-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2013.



Figur 13. PFOA-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2013.

## Fosfatestrar

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 13.

### *Utgående vatten*

Tris(2-butoxyetyl)fosfat (TBEP) och tris(2-kloroisopropyl)fosfat (TCPP) förekom i högre halter än övriga OPs i utgående vatten år 2012 och 2013, se Tabell 14.

### *Slam*

Tabell 15 redovisar halter av OP i avloppsreningsverksslam från 2012 och 2013. Haltjämförelse av tris(2-kloroisopropyl)fosfat (TCPP), tris(1,3-dikloropropyl)fosfat (TDCPP), trifenyfosfat (TPP) och tris(2-butoxyetyl)fosfat (TBEP) mellan åren 2004 och 2013 visas i Figur 14-17. Halterna av TCPP, TDCPP och TBEP verkar öka med tid.

**Tabell 13. Nomenklatur organofosfater.**

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

**Tabell 14. Resultat från 2012 och 2013 års prover, utgående vatten (ng/L).**

| 2012        | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|-------------|----------------|--------------|------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| TBP         | 49             | 84           | 35   | 7,9             | 7,9           | 24      | 60             | 68            | 46             |
| TCEP        | 190            | 210          | 290  | 160             | 160           | 150     | 230            | 170           | 190            |
| TCPP        | 1200           | 2000         | 1200 | 1400            | 940           | 1400    | 820            | 1100          | 1200           |
| TDCPP       | 140            | 410          | 230  | 150             | 180           | 320     | 60             | 250           | 290            |
| TBEP        | 9400           | 10000        | 9600 | 3800            | 4300          | 3500    | 3200           | 2100          | 5600           |
| TPP         | 27             | 15           | 30   | 10              | 13            | 1,9     | 1,2            | 27            | 28             |
| EHDPP       | 5,3            | 12           | 16   | 4,1             | 5,1           | 1,9     | 2,2            | 6,6           | 7,9            |
| TEHP        | <0,5           | <0,5         | <0,5 | <0,5            | <0,5          | <0,5    | <0,5           | <0,5          | <0,5           |
| TCP         | 5,5            | 6,5          | 6,0  | 3,8             | 5,0           | 2,5     | 2,4            | 2,5           | 7,4            |
| <b>2013</b> |                |              |      |                 |               |         |                |               |                |
| TBP         | 57             | 76           | 63   | 330             | 23            | 59      | 110            | 95            | 86             |
| TCEP        | 110            | 190          | 210  | 120             | 210           | 74      | 150            | 95            | 250            |
| TCPP        | 1700           | 5900         | 2000 | 1400            | 1700          | 1300    | 2700           | 1500          | 1100           |
| TDCPP       | 220            | 1650         | 370  | 140             | 320           | 190     | 200            | 170           | 200            |
| TBEP        | 5900           | 11000        | 2500 | 4300            | 3700          | 3700    | 11000          | 1900          | 2200           |
| TPP         | 33             | 54           | 2,0  | 14              | 39            | 13      | 2,0            | 38            | 36             |
| EHDPP       | 11             | 14           | 7,2  | 5,4             | 27            | 3,1     | 1,6            | 8,8           | 13             |
| TEHP        | <0,5           | <0,5         | <0,5 | <0,5            | <0,5          | <0,5    | <0,5           | <0,5          | <0,5           |
| TCP         | 2,8            | 1,8          | 1,4  | 0,9             | 1,3           | 0,8     | 0,5            | 2,1           | 1,1            |

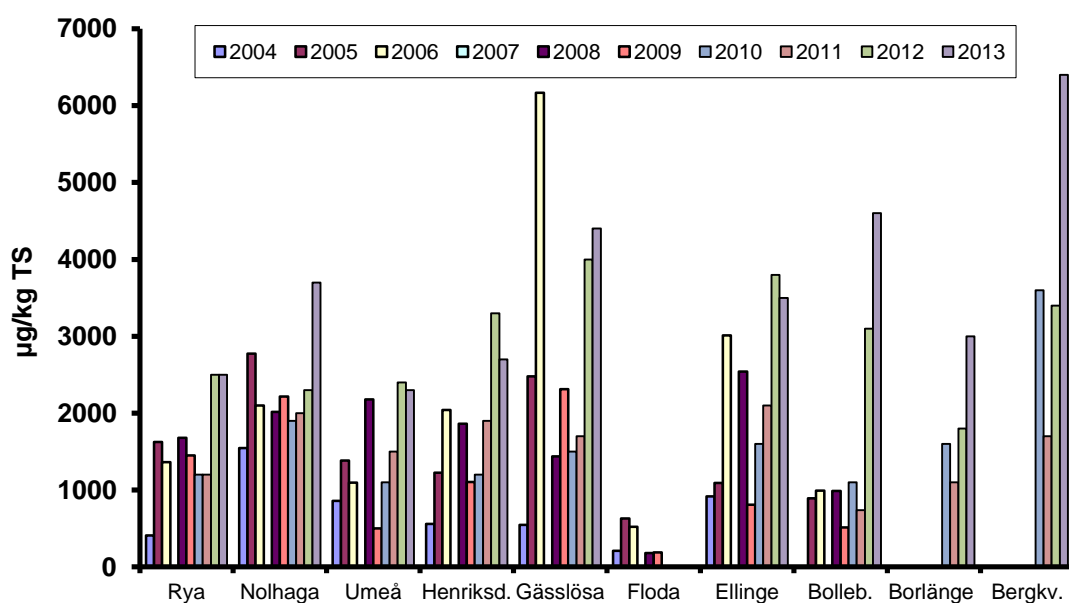
**Tabell 15.** Resultat från 2012 och 2013 års prover, slam, organofosfater ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS).  
Nomenklatur se Tabell 13.

| 2012  | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|-------|----------------|--------------|------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| TBP   | 26             | 26           | 21   | 670             | 24            | 10      | 7,9            | 14            | 13             |
| TCEP  | 25             | 7,0          | 15   | 11              | 12            | 10      | 15             | 31            | 34             |
| TCPP  | 2500           | 2300         | 2400 | 3300            | 4000          | 3800    | 3100           | 1800          | 3400           |
| TDCPP | 370            | 970          | 600  | 440             | 290           | 600     | 300            | 310           | 320            |
| TBEP  | 890            | 710          | 890  | 1900            | 1200          | 1500    | 450            | 2000          | 4000           |
| TPP   | 110            | 130          | 160  | 120             | 110           | 86      | 120            | 89            | 120            |
| EHDPP | 1800           | 1100         | 2600 | 2200            | 1600          | 840     | 680            | 1200          | 510            |
| TEHP  | n.m.           | n.m.         | n.m. | n.m.            | n.m.          | n.m.    | n.m.           | n.m.          | n.m.           |
| TCP   | 380            | 210          | 470  | 230             | 260           | 250     | 200            | 270           | 190            |

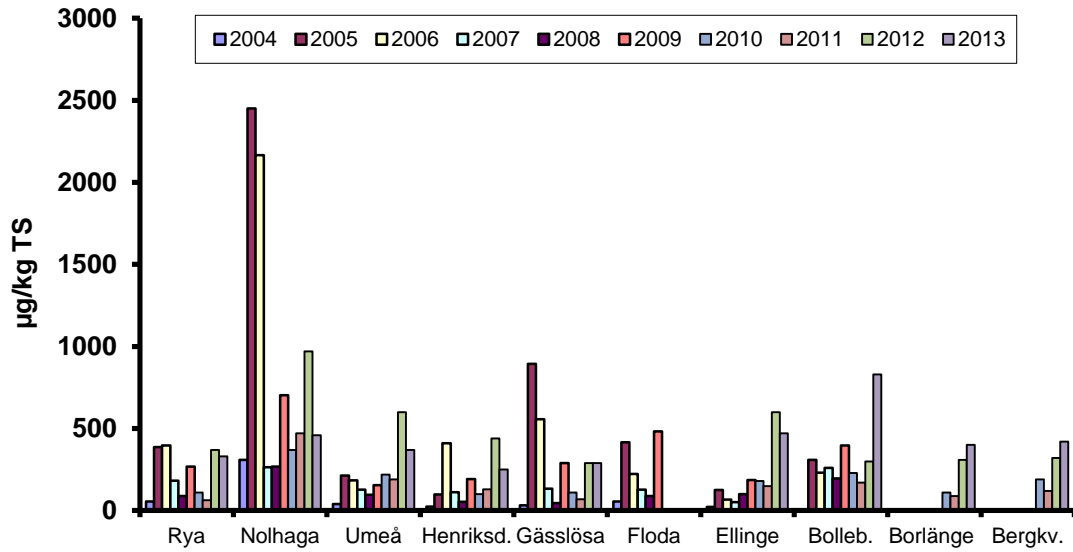
  

| 2013  | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|-------|----------------|--------------|------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| TBP   | 27             | 39           | 56   | 390             | 32            | 26      | 10             | 19            | 25             |
| TCEP  | 13             | 10           | 24   | 9,2             | 17            | 15      | 13             | 13            | 26             |
| TCPP  | 2500           | 3700         | 2300 | 2700            | 4400          | 3500    | 4600           | 3000          | 6400           |
| TDCPP | 330            | 460          | 370  | 250             | 290           | 470     | 830            | 400           | 420            |
| TBEP  | 920            | 1500         | 1000 | 1700            | 1200          | 1500    | 800            | 1400          | 4000           |
| TPP   | 100            | 200          | 120  | 84              | 150           | 180     | 430            | 230           | 260            |
| EHDPP | 1300           | 980          | 890  | 940             | 1400          | 800     | 640            | 730           | 860            |
| TEHP  | n.m.           | n.m.         | n.m. | n.m.            | n.m.          | n.m.    | n.m.           | n.m.          | n.m.           |
| TCP   | 140            | 250          | 340  | 210             | 290           | 190     | 440            | 230           | 230            |

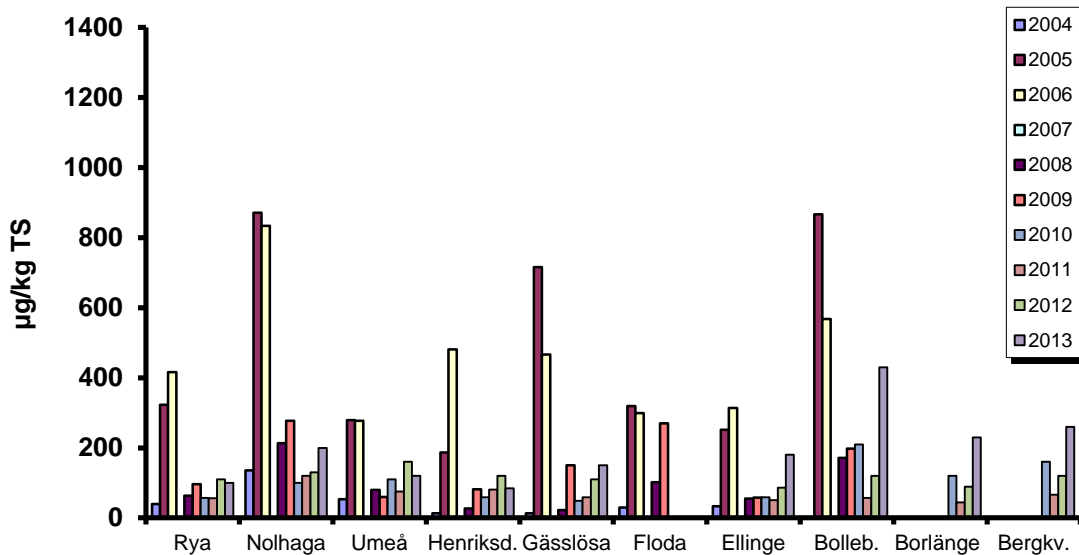
n.m., not measured.



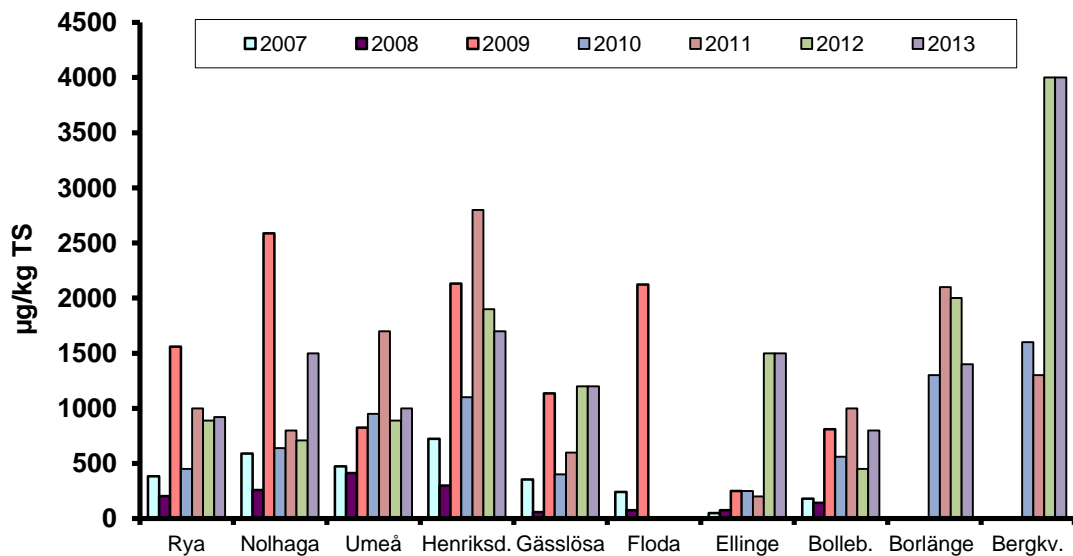
**Figur 14.** Halter av TCPP i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2013,



Figur 15. Halter av TDCPP i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2013.



Figur 16. Halter av TPP i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2013.



Figur 17. Halter av TBEP i avloppsreningsverken (slam) år 2005-2013.



## Ftalater och Butylhydroxytoluen

### Utgående vatten

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

### Slam

Di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP), di-*iso*-nonylftalat (DINP), di-*iso*-decylftalat (DIDP) och di-*n*-butylftalat påvisades i alla ARV år 2012 och 2013, medans halterna av övriga ftalater var under eller nära detektionsgränsen, se Tabell 17. Halterna av DEHP har genomgående minskat kraftigt under senare år, Figur 18. Halterna av DINP och DIDP har också minskat men inte lika mycket, Figur 19-20. Tidigare har slam från Umeå ARV innehållit mer DEHP och slam från Gässlösa ARV mer DIDP, men halterna har nu minskat till samma nivåer som övriga ARV. I Umeås fall är orsaken troligen att en större producent av PVC mattor lagt ned produktionen.

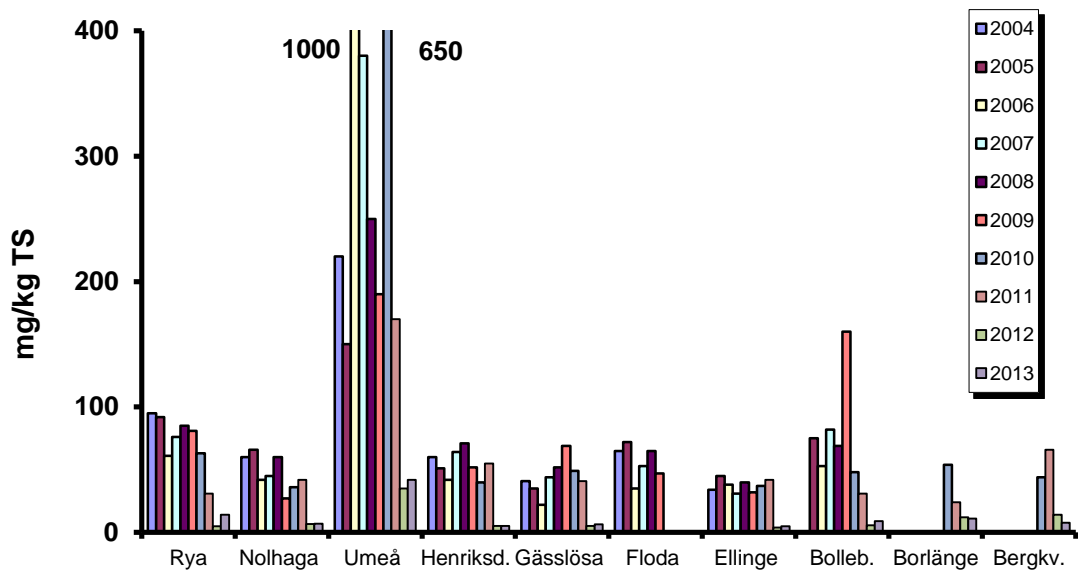
Tidigare år (2004 och 2005) påvisades BHT i alla ARV, men på senare år har den detekterats mindre frekven och 2013 detekterades den bara i slam från Nollhaga ARV.

**Tabell 16. Nomenklatur ftalater.**

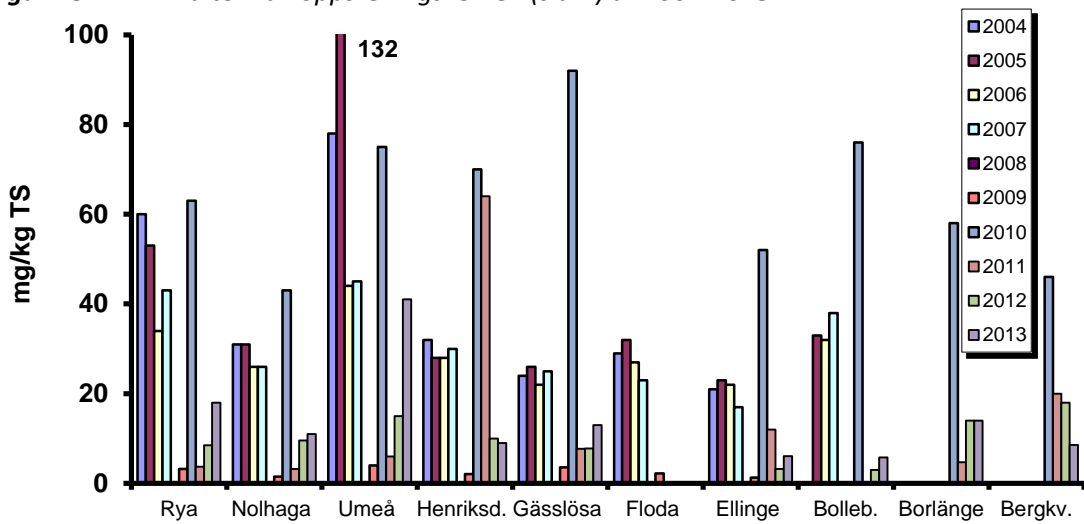
|      |                             |
|------|-----------------------------|
| DMP  | Dimetylftalat               |
| DEP  | Dietylftalat                |
| DBP  | Di- <i>n</i> -butylftalat   |
| BBP  | Butylbensylftalat           |
| DEHP | Di-(2-etylhexyl)ftalat      |
| DOP  | Di- <i>n</i> -oktylftalat   |
| DIDP | Di- <i>iso</i> -decylftalat |
| DINP | Di- <i>iso</i> -nonylftalat |

**Tabell 17. Resultat från 2012-2013 års prover, slam, ftalater och BHT (mg/kg TS).**

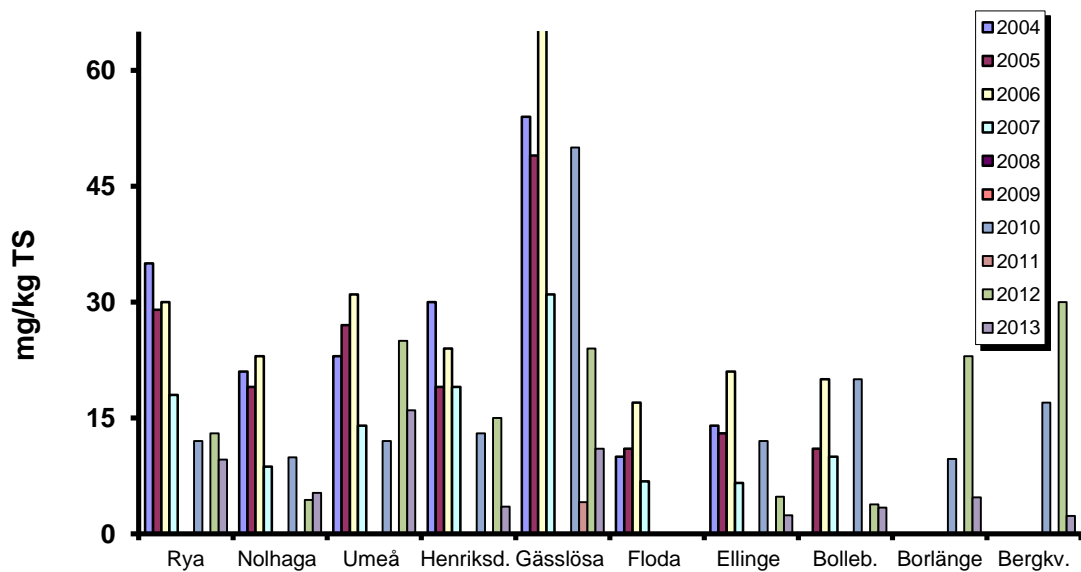
| 2012        | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå   | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|-------------|----------------|--------------|--------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| DMP         | <0,010         | <0,010       | <0,010 | <0,010          | 0,027         | <0,010  | <0,010         | <0,010        | <0,010         |
| DEP         | <0,05          | 0,14         | <0,05  | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| DBP         | <0,1           | <0,1         | <0,1   | <0,1            | <0,1          | <0,1    | <0,1           | <0,1          | <0,1           |
| BBP         | <0,05          | <0,05        | 0,07   | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | 0,05           |
| DEHP        | 4,8            | 6,7          | 35     | 5,2             | 5,3           | 3,8     | 5,8            | 12            | 14             |
| DOP         | 0,05           | <0,05        | 0,06   | <0,05           | 0,05          | <0,05   | <0,05          | 0,05          | 0,07           |
| DINP        | 8,5            | 9,6          | 15     | 10              | 7,8           | 3,2     | 3,0            | 14            | 18             |
| DIDP        | 13             | 4,4          | 25     | 15              | 24            | 4,8     | 3,8            | 23            | 30             |
| BHT         | 0,19           | 0,18         | 0,29   | 0,26            | 0,076         | 0,087   | 0,064          | 0,65          | <5,0           |
| <b>2013</b> |                |              |        |                 |               |         |                |               |                |
| DMP         | 0,03           | 0,01         | 0,02   | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | 0,02           |
| DEP         | < 0,01         | 0,02         | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| DBP         | < 0,01         | 0,05         | 0,06   | 0,07            | 0,01          | < 0,01  | < 0,01         | 0,05          | < 0,01         |
| BBP         | 0,03           | 0,23         | 0,12   | 0,02            | 0,02          | < 0,01  | 0,03           | 0,06          | 0,05           |
| DEHP        | 14             | 7,0          | 42     | 5,3             | 6,5           | 4,9     | 9,0            | 11            | 7,7            |
| DOP         | < 0,9          | 0,4          | < 1,5  | < 0,5           | < 0,5         | < 0,3   | < 0,2          | < 0,6         | < 0,3          |
| DINP        | 18             | 11           | 41     | 9,0             | 13            | 6,1     | 5,8            | 14            | 8,6            |
| DIDP        | 9,6            | 5,3          | 16     | 3,5             | 11            | 2,4     | 3,4            | 4,7           | 2,3            |
| BHT         | <0,10          | 0,12         | <0,10  | <0,10           | <0,10         | <0,10   | <0,10          | <0,10         | <0,10          |



Figur 18. DEHP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2013.



Figur 19. DINP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2013.



Figur 20. DIDP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2013.

## Klorbensener

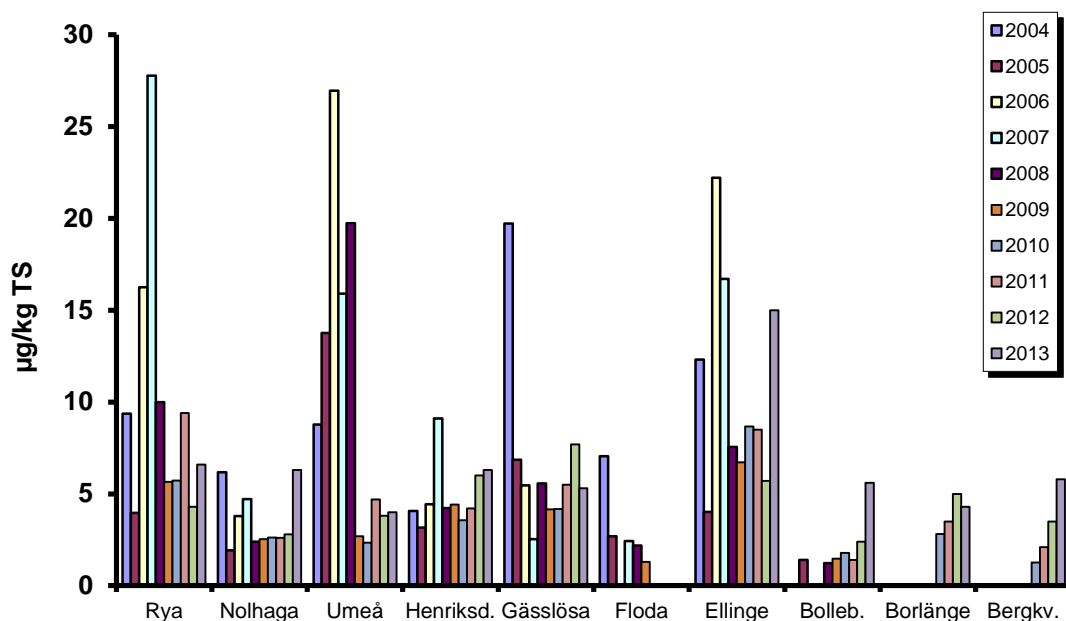
### *Slam*

Halter av klorbensener redovisas i Tabell 18. Halter av hexaklorbensenen skiljer sig under senare år inte nämnvärt mellan ARV (Figur 21). Mellanårsvariationen är dock stor för vissa reningsverk, ex. Ryaverket, Umeå och Ellinge.

**Tabell 18.** Resultat från 2012 och 2013 års prover, slam, klorbensener ( $\mu\text{g}/\text{kg TS}$ ).

| 2012                  | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|-----------------------|----------------|--------------|------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| 1,3-diCB              | < 1            | < 1          | < 1  | 1,3             | < 1           | 2,0     | < 1            | 1,1           | < 1            |
| 1,4-diCB              | 6,5            | 4,2          | 5,8  | 9,1             | 25            | 7,8     | 3,6            | 7,7           | 5,3            |
| 1,2-diCB              | 9,0            | 5,8          | 7,9  | 12              | 65            | 9,7     | 4,0            | 8,1           | 7,3            |
| 1,3,5-triCB           | < 1            | < 1          | < 1  | < 1             | 1,8           | < 1     | < 1            | < 1           | < 1            |
| 1,2,4-triCB           | 6,0            | 3,9          | 5,3  | 8,3             | 31            | 20      | 3,3            | 6,9           | 4,9            |
| 1,2,3-triCB           | < 1            | < 1          | < 1  | < 1             | 3,0           | < 1     | < 1            | < 1           | < 1            |
| 1235/1245-<br>tetraCB | < 1            | < 1          | < 1  | < 1             | 2,5           | < 1     | < 1            | < 1           | < 1            |
| 1,2,3,4-<br>tetraCB   | < 1            | < 1          | < 1  | < 1             | 2,3           | < 1     | < 1            | < 1           | < 1            |
| PentaCB               | 1,2            | 1,2          | 1,0  | 1,3             | 1,8           | 1,6     | 1,6            | 1,5           | 1,1            |
| HexaCB                | 4,3            | 2,8          | 3,8  | 6,0             | 7,7           | 5,7     | 2,4            | 5,0           | 3,5            |
| 2013                  | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
| 1,3-diCB              | < 1            | 1,4          | < 1  | 1,4             | < 1           | 3,3     | < 1            | < 1           | < 1            |
| 1,4-diCB              | 10             | 9,6          | 6,0  | 9,6             | 8,0           | 19      | 4,2            | 3,7           | 4,4            |
| 1,2-diCB              | 14             | 13           | 8,3  | 13              | 48            | 28      | 4,5            | 7,6           | 8,1            |
| 1,3,5-triCB           | < 1            | < 1          | < 1  | < 1             | 1,5           | 1,9     | < 1            | < 1           | < 1            |
| 1,2,4-triCB           | 9,2            | 8,7          | 5,5  | 8,8             | 22            | 31      | 7,8            | 6,0           | 8,1            |
| 1,2,3-triCB           | < 1            | < 1          | < 1  | < 1             | 4,5           | 2,2     | < 1            | < 1           | < 1            |
| 1235/1245-<br>tetraCB | < 1            | < 1          | < 1  | < 1             | < 1           | 1,5     | < 1            | < 1           | < 1            |
| 1,2,3,4-<br>tetraCB   | < 1            | < 1          | < 1  | < 1             | < 1           | 1,4     | < 1            | < 1           | < 1            |
| PentaCB               | 2,6            | 1,8          | 1,8  | 1,4             | 1,8           | 3,6     | 1,9            | 1,8           | 1,8            |
| HexaCB                | 6,6            | 6,3          | 4,0  | 6,3             | 5,3           | 15      | 5,6            | 4,3           | 5,8            |

CB = Klorbensener.



Figur 21. HexaCB-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2013.

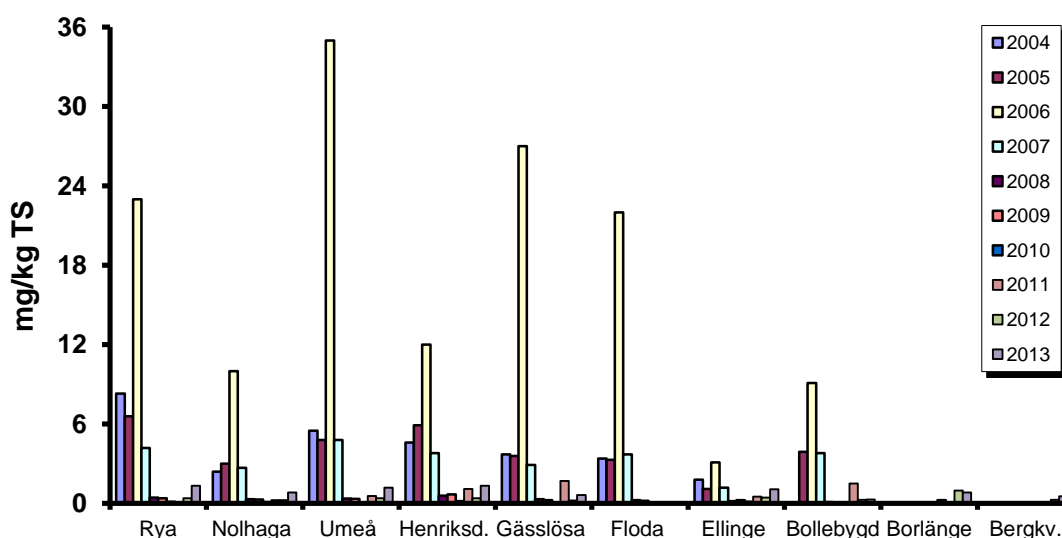
## Klorfenoler, Nonyl- och oktylfenoler, Triclosan och Bisfenol A

### Utgående vatten

De flesta klorfenoler, oktylfenol och triclosan var under eller nära detektingränsen (0,01 µg/L) i utgående vatten från ARV, Tabell 19. Även nonylfenol var nära detektionsgräns i många prov (0,1 µg/L) men när den detekterades var halterna högre (0,2 – 1,0 µg/L). Bisfenol A detekterades i alla prov (0,2 till 1,3 µg/L).

### Slam

År 2012 återfanns enbart pentaklorfenol i ett prov (Bergkvara ARV) och år 2013 detekterades inga klorfenoler i slammet (0,05 mg/kg TS). Nonyl- och oktylfenol samt triklosan detekterades i alla ARV, Tabell 20. Bisfenol A detekterades i hälften av slammen från 2012, men bara i två från 2013 (Ryaverket och Umeå). Figur 22 visar halter av triclosan i slam från år 2004-2013.



Figur 22. Triclosanhalter (år 2004-2013) i avloppsreningsverksslam.

**Tabell 19.** Klorfenoler, 4-NP, 4-t-OP, bisfenol A och triclosan i vatten från 2012-2013 (µg/L).

| 2012                | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå   | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|---------------------|----------------|--------------|--------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| 2-monoCP            | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 3-monoCP            | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 4-monoCP            | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | 0,011           | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,6-diCP            | 0,011          | < 0,01       | < 0,01 | 0,015           | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,4+2,5-diCP        | 0,015          | 0,012        | < 0,01 | 0,033           | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,3-diCP            | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 3,5-diCP            | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 3,4-diCP            | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,4,6-triCP         | 0,013          | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | 0,028         | 0,036   | 0,029          | 0,015         | < 0,01         |
| 2,3,5-triCP         | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,4,5-triCP         | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,3,6-triCP         | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 3,4,5-triCP         | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,3,4-triCP         | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,3,5,6-<br>tetraCP | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,3,4,6-<br>tetraCP | < 0,01         | < 0,01       | 0,015  | < 0,01          | < 0,01        | 0,011   | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,3,4,5-<br>tetraCP | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| PentaCP             | < 0,01         | < 0,01       | 0,058  | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | 0,014         | < 0,01         |
| 4-NP                | < 0,10         | 0,29         | < 0,10 | < 0,10          | < 0,10        | < 0,10  | < 0,10         | < 0,10        | < 0,10         |
| 4-t-OP              | < 0,01         | 0,029        | 0,010  | 0,012           | < 0,01        | < 0,01  | 0,012          | < 0,01        | < 0,01         |
| Triclosan           | 0,015          | < 0,01       | 0,013  | 0,013           | < 0,01        | 0,011   | < 0,01         | 0,013         | 0,017          |
| Bisfenol A          | 1,3            | 0,20         | 0,38   | 0,70            | 0,26          | 0,24    | 0,26           | 0,31          | 0,88           |
| <b>2013</b>         |                |              |        |                 |               |         |                |               |                |
| 2-monoCP            | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 3-monoCP            | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 4-monoCP            | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | 0,010          | 0,014         | < 0,01         |
| 2,6-diCP            | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | 0,019           | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,4+2,5-diCP        | 0,015          | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | 0,011         | < 0,01  | 0,011          | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,3-diCP            | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 3,5-diCP            | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 3,4-diCP            | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,4,6-triCP         | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | 0,024         | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,3,5-triCP         | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,4,5-triCP         | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,3,6-triCP         | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 3,4,5-triCP         | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,3,4-triCP         | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,3,5,6-<br>tetraCP | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,3,4,6-<br>tetraCP | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 2,3,4,5-<br>tetraCP | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| PentaCP             | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| 4-NP                | < 0,10         | 0,20         | < 0,10 | < 0,10          | < 0,10        | < 0,10  | 0,99           | < 0,10        | 0,94           |
| 4-t-OP              | < 0,01         | 0,016        | 0,022  | 0,13            | 0,022         | < 0,01  | 0,061          | < 0,01        | 0,020          |
| Triclosan           | < 0,01         | < 0,01       | < 0,01 | < 0,01          | < 0,01        | < 0,01  | < 0,01         | < 0,01        | < 0,01         |
| Bisfenol A          | 0,64           | 0,83         | 0,60   | 0,70            | 0,75          | 1,1     | 0,93           | 0,85          | 0,39           |

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

**Tabell 20.** Klorfenoler, 4-NP, 4-t-OP, bisfenol A och triclosan i slam från 2012-2013 (mg/kg TS).

| 2012                | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå  | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|---------------------|----------------|--------------|-------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| 2-monoCP            | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 3-monoCP            | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 4-monoCP            | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,6-diCP            | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,4+2,5-diCP        | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,3-diCP            | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 3,5-diCP            | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 3,4-diCP            | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,4,6-triCP         | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,3,5-triCP         | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,4,5-triCP         | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,3,6-triCP         | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 3,4,5-triCP         | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,3,4-triCP         | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,3,5,6-<br>tetraCP | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,3,4,6-<br>tetraCP | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,3,4,5-<br>tetraCP | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| PentaCP             | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | 0,006          |
| 4-NP                | 12             | 7,2          | 11    | 10              | 7,0           | 7,6     | 2,3            | 11            | 0,94           |
| 4-t-OP              | 0,37           | 0,12         | 0,37  | 1,2             | 0,29          | 0,31    | <0,050         | 0,23          | 0,012          |
| Triclosan           | 0,40           | 0,26         | 0,39  | 0,39            | 0,22          | 0,45    | 0,28           | 0,97          | 0,26           |
| Bisfenol A          | 0,43           | 0,14         | 0,14  | 0,32            | < 0,05        | 0,16    | < 0,05         | < 0,05        | < 0,05         |
| <b>2013</b>         |                |              |       |                 |               |         |                |               |                |
| 2-monoCP            | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 3-monoCP            | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 4-monoCP            | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,6-diCP            | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,4+2,5-diCP        | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,3-diCP            | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 3,5-diCP            | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 3,4-diCP            | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,4,6-triCP         | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,3,5-triCP         | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,4,5-triCP         | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,3,6-triCP         | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 3,4,5-triCP         | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,3,4-triCP         | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,3,5,6-<br>tetraCP | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,3,4,6-<br>tetraCP | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 2,3,4,5-<br>tetraCP | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| PentaCP             | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| 4-NP                | 15             | 12           | 9,8   | 10              | 7,2           | 9,1     | 3,2            | 4,2           | 2,2            |
| 4-t-OP              | 0,55           | 0,31         | 0,56  | 2,6             | 0,46          | 0,41    | 0,093          | 0,15          | 0,043          |
| Triclosan           | 1,3            | 0,84         | 1,2   | 1,3             | 0,63          | 1,1     | 0,30           | 0,82          | 0,54           |
| Bisfenol A          | 1,2            | <0,01        | 0,32  | <0,01           | <0,01         | <0,01   | <0,01          | <0,01         | <0,01          |

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

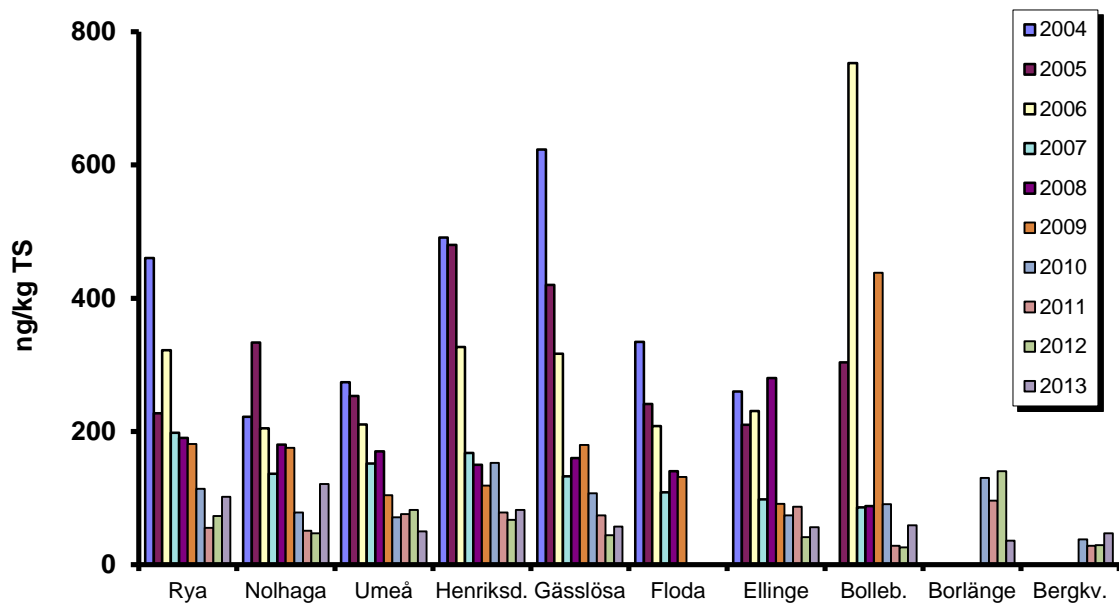
## Klorerade dibenso-*p*-dioxiner, dibensofuraner och bifenyler

### Slam

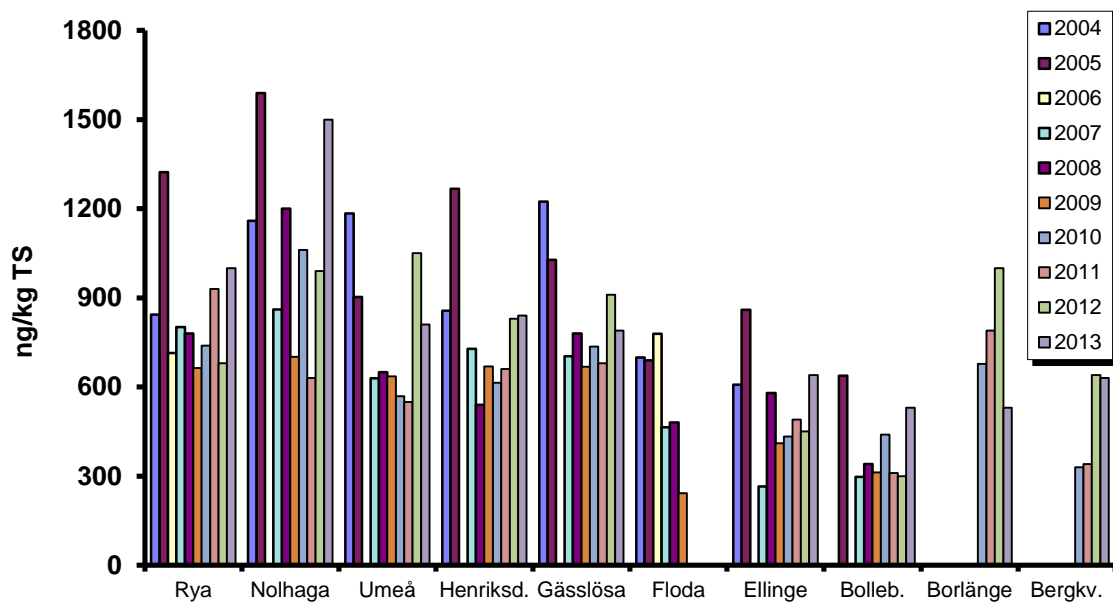
Oktaklordibenso-*p*-dioxiner och -furaner (OCDD/F) återfanns, liksom tidigare år, i de högsta halterna, Tabell 21, och haltvariationen mellan år 2004 och 2013 kan ses i Figur 23 och 24. En minskande tidstrend kan skönjas för OCDF.

**Tabell 21.** Resultat från 2012 och 2013 års prover, slam, PCDD/F (ng/kg TS).

| 2012                | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|---------------------|----------------|--------------|------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| 2,3,7,8-TCDD        | 0,71           | 0,19         | 0,12 | 0,36            | 0,24          | 0,24    | 0,09           | 0,74          | 0,17           |
| 1,2,3,7,8-PeCDD     | 1,8            | <0,2         | 0,18 | 0,40            | 0,35          | 0,70    | <0,2           | 2,8           | 0,37           |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDD   | 2,4            | 0,63         | 1,2  | 0,82            | 0,90          | 0,64    | 0,33           | 2,2           | 0,35           |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDD   | 6,7            | 3,4          | 6,6  | 4,5             | 3,8           | 4,1     | 2,0            | 6,3           | 2,2            |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDD   | 3,6            | 1,8          | 3,2  | 2,4             | 1,9           | 1,9     | 0,62           | 2,9           | 1,1            |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 150            | 140          | 190  | 160             | 160           | 82      | 68             | 240           | 110            |
| OCDD                | 680            | 990          | 1050 | 830             | 910           | 450     | 300            | 1000          | 640            |
| 2,3,7,8-TCDF        | 3,0            | 1,5          | 1,7  | 2,6             | 2,2           | 1,7     | 0,70           | 5,1           | 0,78           |
| 1,2,3,7,8-PeCDF     | 3,8            | 0,66         | 0,64 | 0,93            | 0,90          | 0,98    | 0,41           | 1,7           | 0,37           |
| 2,3,4,7,8-PeCDF     | 7,0            | 1,4          | 1,8  | 2,1             | 1,4           | 1,6     | 0,57           | 2,9           | 0,92           |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDF   | 8,0            | 1,4          | 2,0  | 2,1             | 1,9           | 2,1     | 0,62           | 3,7           | 1,1            |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDF   | 8,9            | 1,2          | 1,7  | 2,0             | 1,5           | 2,7     | 0,51           | 2,7           | 1,0            |
| 2,3,4,6,7,8-HxCDF   | 11             | 1,4          | 1,7  | 1,9             | 2,4           | 1,6     | 0,65           | 1,9           | 1,2            |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDF   | 3,3            | 0,70         | 0,44 | 0,82            | 0,88          | 0,69    | 0,35           | 1,0           | 0,37           |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 59             | 19           | 40   | 29              | 18            | 24      | 7,3            | 40            | 15             |
| 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | 4,7            | 1,0          | 1,1  | 1,5             | 1,5           | 1,2     | <0,5           | 3,8           | 0,54           |
| OCDF                | 73             | 47           | 82   | 67              | 44            | 41      | 26             | 140           | 29             |
| <b>2013</b>         |                |              |      |                 |               |         |                |               |                |
| 2,3,7,8-TCDD        | 1,3            | 5,4          | 0,17 | 0,87            | 0,29          | 0,56    | <0,2           | <0,2          | 0,33           |
| 1,2,3,7,8-PeCDD     | 0,93           | <0,2         | 0,12 | 0,40            | 0,53          | <0,2    | 0,57           | 0,42          | <0,2           |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDD   | 1,4            | 0,81         | 0,85 | 0,95            | 1,06          | 0,94    | 0,72           | 0,56          | 0,82           |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDD   | 5,2            | 4,7          | 4,5  | 4,4             | 3,8           | 5,1     | 3,0            | 2,8           | 4,7            |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDD   | 2,7            | 2,3          | 1,7  | 2,2             | 1,8           | 2,1     | 1,6            | 1,4           | 2,7            |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 160            | 210          | 170  | 170             | 140           | 120     | 100            | 95            | 130            |
| OCDD                | 1000           | 1500         | 810  | 840             | 790           | 640     | 530            | 530           | 630            |
| 2,3,7,8-TCDF        | 3,4            | 2,5          | 1,8  | 3,3             | 1,8           | 1,9     | 1,5            | 1,2           | 1,4            |
| 1,2,3,7,8-PeCDF     | 2,0            | 0,81         | 0,66 | 1,3             | 0,64          | 0,86    | 0,64           | 0,36          | 0,63           |
| 2,3,4,7,8-PeCDF     | 3,6            | 1,3          | 1,3  | 2,0             | 1,6           | 1,7     | 1,1            | 0,73          | 1,3            |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDF   | 3,6            | 2,6          | 1,5  | 2,3             | 1,7           | 2,4     | 1,5            | 1,0           | 1,5            |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDF   | 4,1            | 1,5          | 1,2  | 2,0             | 1,2           | 2,1     | 1,3            | 0,87          | 1,3            |
| 2,3,4,6,7,8-HxCDF   | 3,9            | 1,4          | 1,2  | 1,7             | 1,7           | 1,6     | 1,4            | 1,1           | 1,7            |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDF   | 1,8            | 0,90         | 0,70 | 0,80            | 0,60          | 1,2     | 0,60           | 0,70          | 0,70           |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 34             | 23           | 18   | 25              | 18            | 21      | 17             | 11            | 18             |
| 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | 2,3            | 1,5          | 1,2  | 1,3             | 1,5           | 1,3     | <0,5           | <0,5          | 1,2            |
| OCDF                | 102            | 121          | 50   | 82              | 57            | 56      | 59             | 36            | 47             |



Figur 23. Halter av OCDF (år 2004-2013) i slam från avloppsreningsverken.



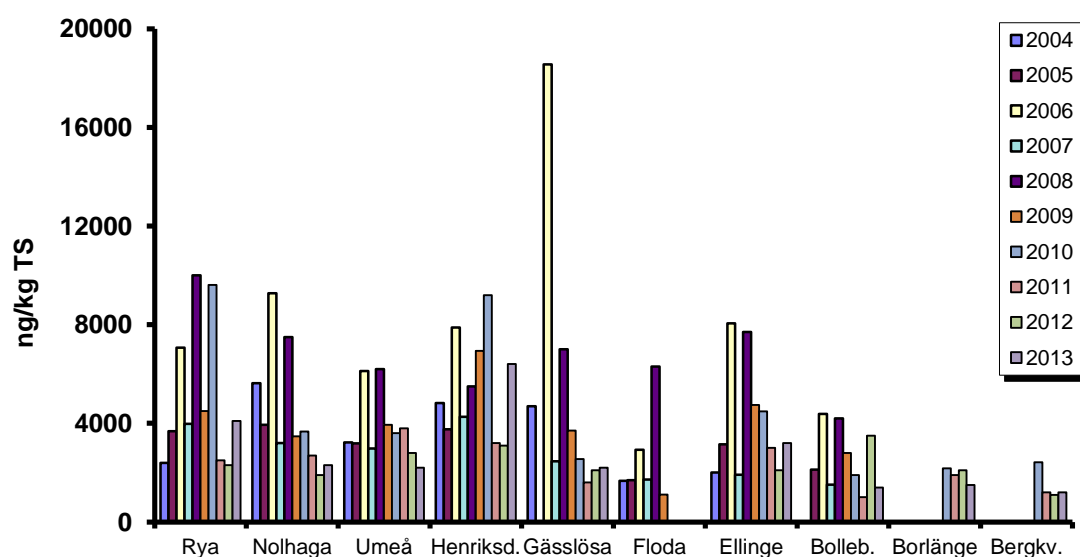
Figur 24. Halter av OCDD (år 2004-2013) i slam från avloppsreningsverken. OCDD ej kvantifierbar i slam från Nolhaga, Umeå, Henriksdal, Gässlösa, Ellinge och Bollebygd år 2006.



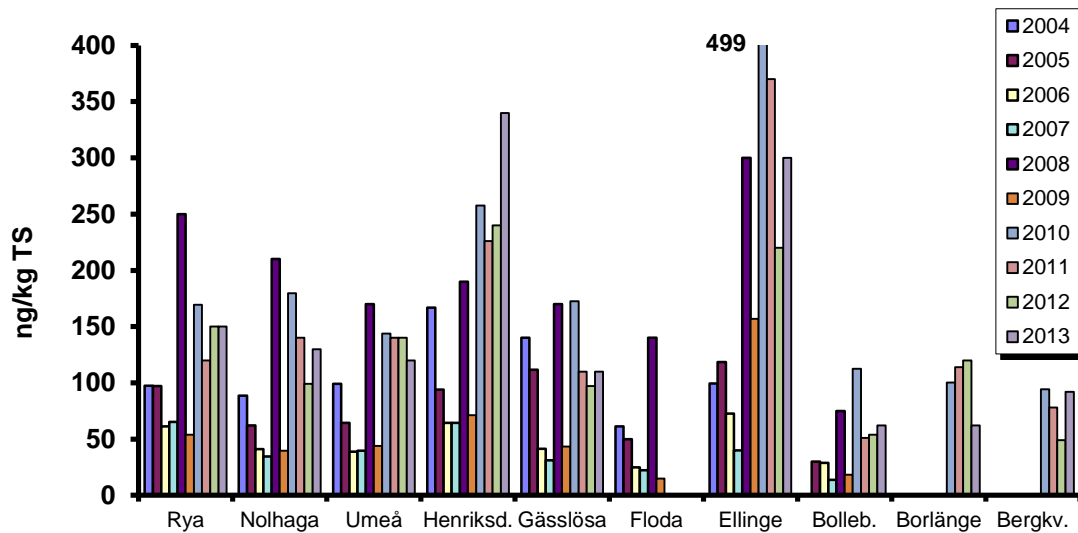
Slamhalter av WHO-PCB kan ses i Tabell 22. Figur 25-28 visar haltvariationen mellan åren 2004-2013 för PCB #118, 77, 126 och 169.

**Tabell 22.** Resultat från 2012 och 2013 års prover, slam, PCB (ng/kg TS).

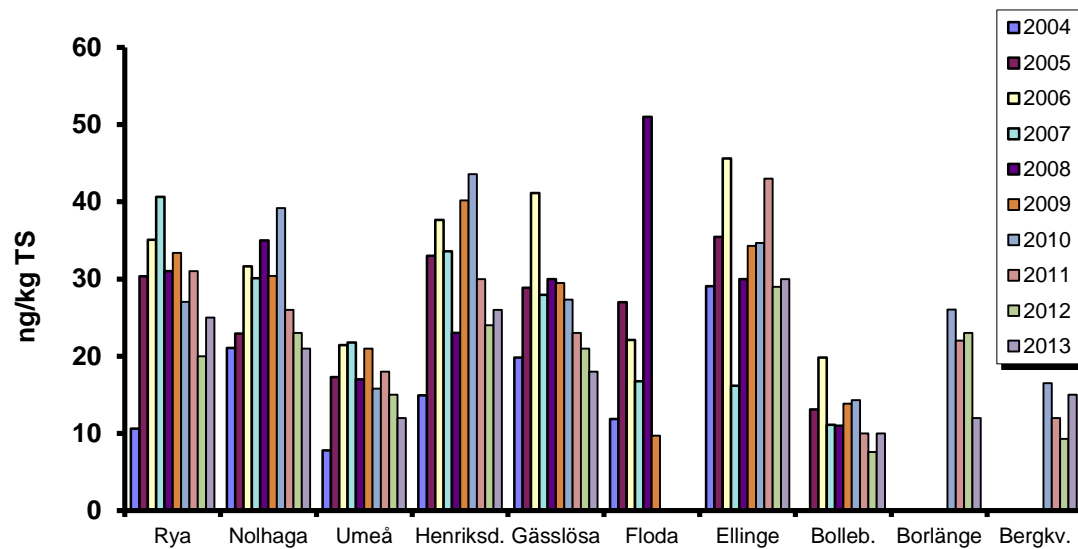
| 2012        | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|-------------|----------------|--------------|------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| # 105       | 710            | 550          | 870  | 1000            | 620           | 550     | 840            | 650           | 320            |
| # 114       | 48             | 36           | 54   | 60              | 50            | 36      | 73             | 40            | 23             |
| # 118       | 2300           | 1900         | 2800 | 3100            | 2100          | 2100    | 3500           | 2100          | 1100           |
| # 123       | 38             | 29           | 38   | 50              | 21            | 29      | 33             | 29            | 15             |
| # 156       | 620            | 590          | 830  | 830             | 680           | 690     | 1140           | 710           | 420            |
| # 157       | 94             | 90           | 120  | 120             | 100           | 91      | 146            | 99            | 57             |
| # 167       | 260            | 260          | 350  | 360             | 320           | 310     | 510            | 310           | 170            |
| # 189       | 79             | 80           | 120  | 110             | 110           | 100     | 176            | 99            | 61             |
| # 77        | 150            | 99           | 140  | 240             | 97            | 220     | 54             | 120           | 49             |
| # 81        | 7,6            | 3,4          | 6,6  | 10              | 3,7           | 4,3     | 2              | 5,1           | 2,2            |
| # 126       | 20             | 23           | 15   | 24              | 21            | 29      | 7,6            | 23            | 9,3            |
| # 169       | 1,2            | 3,8          | 3,2  | 3,2             | 4,4           | 5,4     | 3,5            | 4,2           | 3,4            |
| <b>2013</b> |                |              |      |                 |               |         |                |               |                |
| # 105       | 1300           | 670          | 640  | 1900            | 640           | 810     | 450            | 610           | 430            |
| # 114       | 92             | 46           | 75   | 110             | 70            | 43      | 59             | 56            | 31             |
| # 118       | 4100           | 2300         | 2200 | 6400            | 2200          | 3200    | 1400           | 1500          | 1200           |
| # 123       | 70             | 42           | 30   | 89              | 26            | 34      | 25             | 39            | 19             |
| # 156       | 1000           | 720          | 640  | 1300            | 710           | 1100    | 450            | 590           | 330            |
| # 157       | 160            | 110          | 110  | 250             | 110           | 140     | 76             | 92            | 51             |
| # 167       | 450            | 320          | 300  | 620             | 270           | 490     | 180            | 270           | 140            |
| # 189       | 140            | 96           | 110  | 140             | 110           | 170     | 51             | 87            | 33             |
| # 77        | 150            | 130          | 120  | 340             | 110           | 300     | 62             | 62            | 92             |
| # 81        | 6,3            | 3,9          | 5,3  | 15              | 4,4           | 7,1     | 2,1            | 3,1           | 3,3            |
| # 126       | 25             | 21           | 12   | 26              | 18            | 30      | 10             | 12            | 15             |
| # 169       | 2,4            | 2,4          | 2,2  | 2,8             | 3,2           | 3,2     | 2,6            | 2,8           | 2,7            |



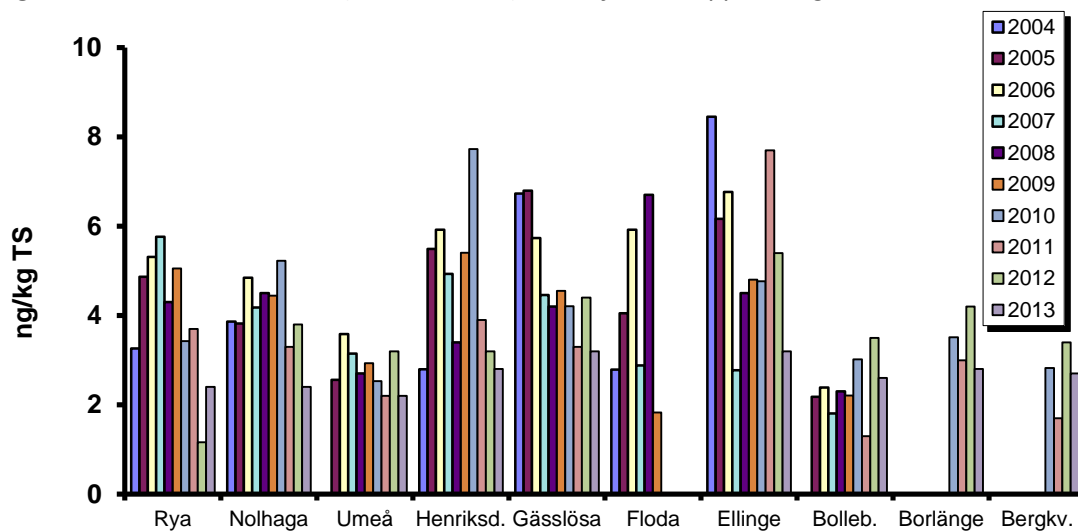
**Figur 25.** Halter av PCB #118 (år 2004-2013) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 26. Halter av PCB #77 (år 2004-2013) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 27. Halter av PCB #126 (år 2004-2013) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 28. Halter av PCB #169 (år 2004-2013) i slam från avloppsreningsverken.

## Metaller

### *Utgående vatten*

Metallerna Ca, Fe, K, Mg, och Na återfanns i betydligt högre halter ( $\times 10^3$ ) än övriga metaller i utgående vatten, Tabell 23, As, Hg och Pb var under respektive detektionsgräns (As, 0,5-1  $\mu\text{g/L}$ ; Hg, 0,02  $\mu\text{g/L}$ ; Pb, 0,5  $\mu\text{g/L}$ ) med undantag för Pb i ett vattenprov per år (Borlänge, 2012; Nolvaga, 2013) samt As i två ARV 2013 (Ryaverket och Bollebygd).

### *Slam*

Resultaten från grundämnesanalysen (metaller) kan ses i Tabell 24. 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 25 [8]. År 2013 överskred Hg gränsvädet i flera fall. Även sett över de senaste 10 åren verkar kvicksilverhalterna vara förhöjda under 2013 (Figur 29). Halterna av Cd minskar dock över tid, Figur 30.

**Tabell 23.** Resultat från 2012 och 2013-års prover, utgående vatten, metaller.

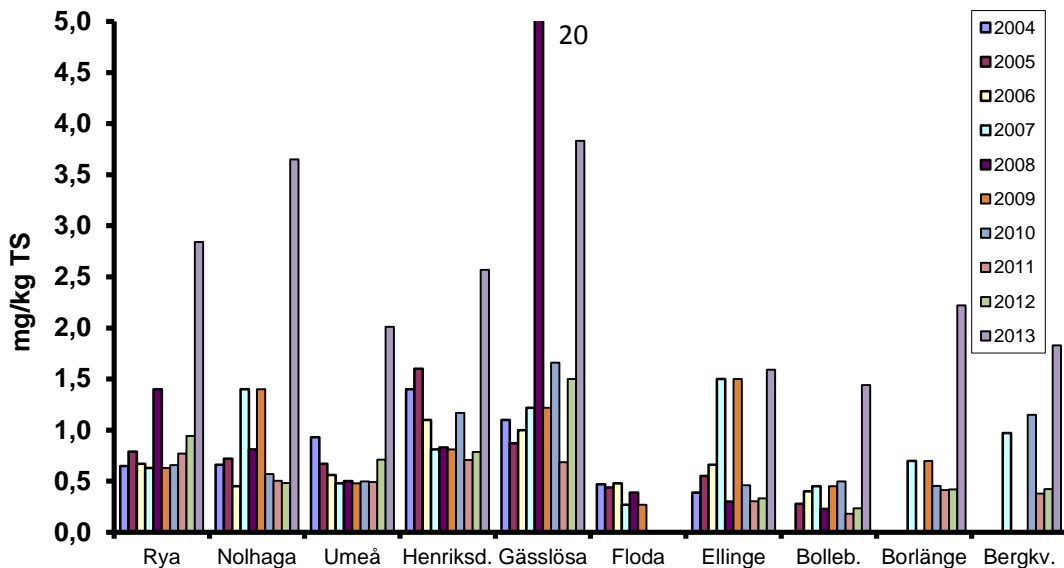
| 2012        | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå  | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|-------------|----------------|--------------|-------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| Ca (mg/L)   | 25,9           | 28           | 31,9  | 42,3            | 29,3          | 49,6    | 18,1           | 56,1          | 47,1           |
| Fe (mg/L)   | 0,227          | 0,0899       | 0,751 | 0,184           | 0,0594        | 1,21    | 0,0575         | 1,78          | 0,139          |
| K (mg/L)    | 13,5           | 10,8         | 33,4  | 13,8            | 10,2          | 55,8    | 12,2           | 12,3          | 13,4           |
| Mg (mg/L)   | 4,89           | 5,20         | 5,02  | 6,72            | 3,61          | 6,31    | 4,45           | 7,06          | 8,22           |
| Na (mg/L)   | 59,1           | 37,5         | 51,1  | 45,6            | 36,4          | 63,5    | 38,9           | 27,9          | 53,7           |
| Al (µg/L)   | 90,3           | 775          | 15,2  | 14,4            | 275           | <10     | 1500           | 131           | 1070           |
| As (µg/L)   | <1             | <0,5         | <0,7  | <0,5            | <0,5          | <0,6    | <0,7           | <0,5          | <0,5           |
| Ba (µg/L)   | 5,61           | 14,0         | 8,00  | 2,97            | 15,2          | 6,95    | 8,80           | 26,3          | 29,3           |
| Cd (µg/L)   | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| Co (µg/L)   | 0,566          | 0,348        | 3,11  | 1,80            | 0,337         | 0,685   | 0,589          | 0,378         | 1,24           |
| Cr (µg/L)   | <0,9           | <0,9         | <0,9  | 6,52            | <0,9          | <0,9    | <0,9           | <0,9          | 2,29           |
| Cu (µg/L)   | 10,4           | 7,44         | 3,89  | 5,71            | 3,73          | 8,52    | 12,4           | 10,0          | 9,77           |
| Hg (µg/L)   | <0,02          | <0,02        | <0,02 | <0,02           | <0,02         | <0,02   | <0,02          | <0,02         | <0,02          |
| Mn (µg/L)   | 49,1           | 77,2         | 146   | 51,5            | 64,2          | 76,7    | 97,8           | 99,1          | 198            |
| Mo (µg/L)   | 1,26           | 0,668        | 0,81  | 1,82            | 1,14          | <0,5    | <0,5           | 2,18          | 0,644          |
| Ni (µg/L)   | 3,06           | 1,82         | 10,7  | 5,16            | 1,26          | 2,03    | 1,65           | 1,88          | 6,85           |
| Pb (µg/L)   | <0,5           | <0,5         | <0,5  | <0,5            | <0,5          | <0,5    | <0,5           | 0,87          | <0,5           |
| V (µg/L)    | 0,430          | 0,285        | <0,2  | 0,266           | <0,2          | 0,511   | <0,2           | 3,00          | 0,489          |
| Zn (µg/L)   | 16,2           | 22,5         | 14,5  | 25,5            | 18,1          | 25,7    | 10,6           | 27,1          | 20,5           |
| <b>2013</b> |                |              |       |                 |               |         |                |               |                |
| Ca (mg/L)   | 26,0           | 14,6         | 23,5  | 37,8            | 27,4          | 46,1    | 22,5           | 51,9          | 49,3           |
| Fe (mg/L)   | 0,661          | 0,110        | 0,652 | 0,486           | 0,0454        | 1,73    | 0,0429         | 0,559         | 0,0921         |
| K (mg/L)    | 17,6           | 17,3         | 29,3  | 19,6            | 18,4          | 62,8    | 22,9           | 19,6          | 17,5           |
| Mg (mg/L)   | 6,58           | 3,82         | 4,23  | 6,89            | 3,81          | 6,15    | 5,82           | 4,98          | 8,81           |
| Na (mg/L)   | 121            | 87,5         | 63,8  | 68,8            | 75,2          | 87,7    | 74,4           | 55,4          | 79,7           |
| Al (µg/L)   | 36,3           | 533          | 15,1  | 11,4            | 402           | 19,6    | 770            | 13,7          | 557            |
| As (µg/L)   | 0,510          | <0,5         | <0,5  | <0,5            | <0,5          | <0,5    | 0,596          | <0,5          | <0,5           |
| Ba (µg/L)   | 2,63           | 9,83         | 3,22  | 2,31            | 8,42          | 7,00    | 4,71           | 13,4          | 22,0           |
| Cd (µg/L)   | <0,05          | <0,05        | <0,05 | <0,05           | <0,05         | <0,05   | <0,05          | <0,05         | <0,05          |
| Co (µg/L)   | 1,15           | 0,240        | 4,43  | 2,5             | 0,470         | 0,539   | 0,247          | 0,586         | 0,822          |
| Cr (µg/L)   | 3,76           | 3,76         | 2,41  | 2,36            | 1,35          | <0,9    | 3,28           | 1,19          | 1,00           |
| Cu (µg/L)   | 13,9           | 19,1         | 8,49  | 4,53            | 8,47          | 7,00    | 7,29           | 9,94          | 10,2           |
| Hg (µg/L)   | <0,02          | <0,02        | <0,02 | <0,02           | <0,02         | <0,02   | <0,02          | <0,02         | <0,02          |
| Mn (µg/L)   | 45             | 147          | 144   | 58              | 147           | 46,5    | 8,82           | 80,9          | 235            |
| Mo (µg/L)   | 0,904          | <0,5         | <0,5  | 1,53            | 0,831         | <0,5    | <0,5           | 3,00          | <0,5           |
| Ni (µg/L)   | 5,19           | 4,14         | 12,1  | 6,31            | 2,04          | 2,21    | 2,81           | 3,41          | 6,65           |
| Pb (µg/L)   | <0,5           | 1,08         | <0,5  | <0,5            | <0,5          | <0,5    | <0,5           | <0,5          | <0,5           |
| V (µg/L)    | 0,386          | <0,2         | <0,2  | <0,2            | <0,2          | 0,718   | <0,2           | 0,5           | 0,505          |
| Zn (µg/L)   | 4,87           | 134          | 12,7  | 21,4            | 19,7          | 35,1    | 17,0           | 11,8          | 4,69           |

**Tabell 24.** Resultat från 2012 och 2013-års prover, slam, metaller (mg/kg TS).

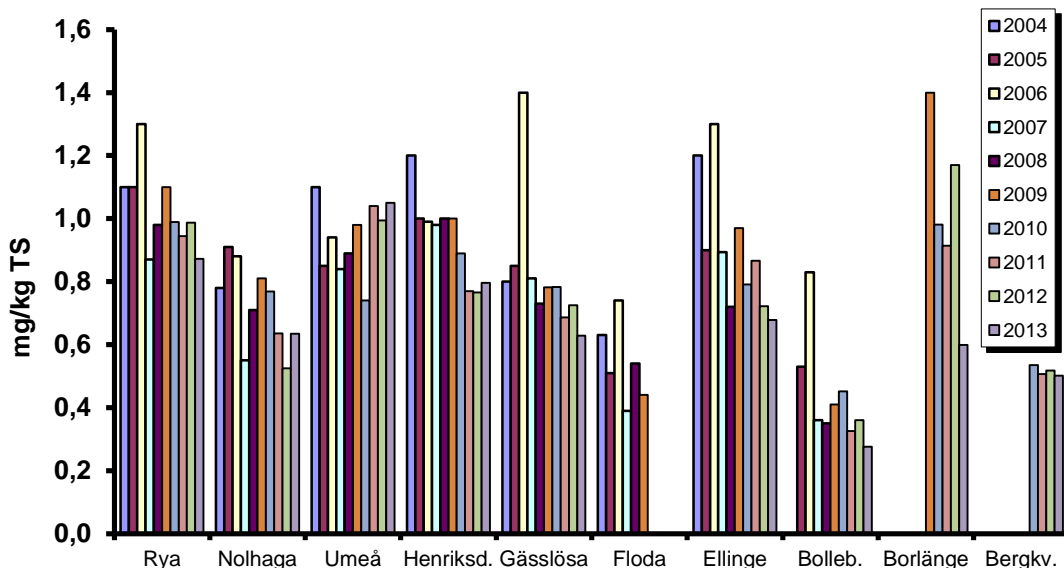
| 2012 | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå  | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|------|----------------|--------------|-------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| As   | 4,32           | 5,00         | 4,67  | 3,83            | 2,60          | 3,88    | 1,18           | 2,38          | 1,44           |
| Cd   | 0,987          | 0,525        | 0,994 | 0,766           | 0,725         | 0,722   | 0,360          | 1,17          | 0,518          |
| Co   | 6,65           | 4,18         | 8,36  | 6,10            | 2,90          | 3,19    | 1,30           | 3,64          | 1,83           |
| Cr   | 30,5           | 70,9         | 22,5  | 21,6            | 30,7          | 26,7    | 12,9           | 21,1          | 18,3           |
| Cu   | 487            | 261          | 152   | 376             | 265           | 269     | 87,5           | 365           | 249            |
| Hg   | 0,944          | 0,483        | 0,711 | 0,787           | 1,50          | 0,333   | 0,234          | 0,42          | 0,424          |
| Ni   | 24,3           | 14,1         | 30,1  | 22,0            | 13,3          | 17,6    | 5,70           | 13,4          | 6,99           |
| Pb   | 34,5           | 19,4         | 15,6  | 23,2            | 17,1          | 16,2    | 4,57           | 26,8          | 13,8           |
| V    | 27,8           | 50,7         | 16,7  | 19,9            | 10,9          | 20,9    | 6,42           | 44,9          | 5,69           |
| Zn   | 703            | 475          | 585   | 568             | 550           | 423     | 215            | 671           | 348            |
| 2013 |                |              |       |                 |               |         |                |               |                |
| As   | 3,56           | 2,17         | 3,07  | 3,94            | 2,32          | 4,27    | 1,80           | 1,45          | 2,43           |
| Cd   | 0,872          | 0,634        | 1,05  | 0,796           | 0,628         | 0,678   | 0,276          | 0,599         | 0,501          |
| Co   | 7,65           | 3,07         | 8,52  | 7,03            | 3,48          | 3,03    | 1,64           | 1,69          | 2,35           |
| Cr   | 23,1           | 16,9         | 19,8  | 22,7            | 28,1          | 28,0    | 11,8           | 9,77          | 28,3           |
| Cu   | 412            | 317          | 117   | 398             | 286           | 372     | 122            | 288           | 248            |
| Hg   | 2,84           | 3,65         | 2,01  | 2,57            | 3,83          | 1,59    | 1,44           | 2,22          | 1,83           |
| Ni   | 24,9           | 14,3         | 25,5  | 22,9            | 12,9          | 18,0    | 9,01           | 10,2          | 11,1           |
| Pb   | 21,5           | 13,2         | 13,5  | 21,7            | 14,0          | 24,5    | 5,81           | 12,8          | 9,45           |
| V    | 18,7           | 9,92         | 12,6  | 18,6            | 6,73          | 20,2    | 3,42           | 12,8          | 5,66           |
| Zn   | 562            | 438          | 496   | 505             | 433           | 399     | 261            | 341           | 504            |

**Tabell 25.** Gränsvärden för metaller i slam [8].

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



Figur 29. Halter av kvicksilver (år 2004-2013) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 30. Halter av kadmium (år 2004-2013) i slam från avloppsreningsverken.

## Organotennföreningar

### Utgående vatten

Monobutyltenn (alla ARV) var den enda organotennföreningen (OT) som var detekterbar i alla utgående vatten år 2012 och 2013, Tabell 26. Dibutyltenn detekterades i vatten från Ryaverket 2012. Övriga OTs var under detektionsgränsen i alla prover, 1 ng/L.

### Slam

Mono- och dibutyltenn samt monooktyltenn påvisades i högre halter än tributyltenn och dioktyltenn i alla ARV, år 2012 och 2013, se Tabell 27. De tre fenyltennföreningarna, tetrabutyltenn och tricyklohexyltenn förekom i halter under detektionsgränsen. Haltvariationer mellan åren 2004 och 2013 av de tre butyltennföreningarna kan ses i Figur 31-33.

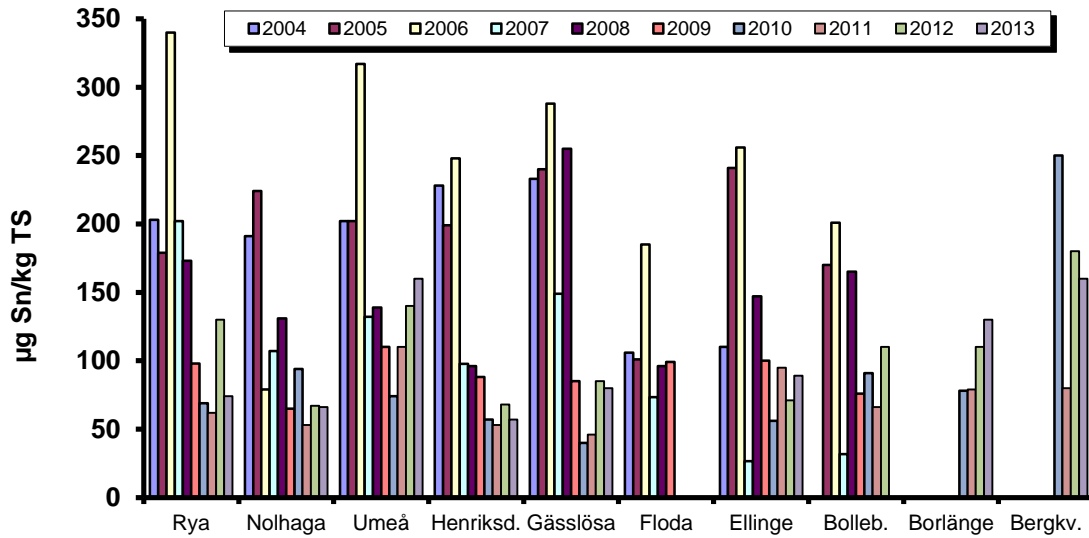
**Tabell 26. Resultat från 2012-2013 års prover, utgående vatten, organotennföreningar (ng/L).**

| 2012        | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|-------------|----------------|--------------|------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| MonoBT      | 11             | 1,5          | 2,6  | 2,7             | 2,4           | 1,9     | 2,4            | 3,5           | 8,1            |
| DiBT        | 2,3            | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |
| TriBT       | <1,0           | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |
| TetraBT     | <1,0           | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |
| MonoOT      | <1,0           | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |
| DiOT        | <1,0           | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |
| TricykloHT  | <1,0           | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |
| MonoPhT     | <1,0           | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |
| DiPhT       | <1,0           | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |
| TriPhT      | <1,0           | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |
| <b>2013</b> |                |              |      |                 |               |         |                |               |                |
| MonoBT      | 2,3            | 4,5          | 2,4  | 1,5             | 2,3           | 2,3     | 2,9            | 3,0           | 1,3            |
| DiBT        | <1,0           | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |
| TriBT       | <1,0           | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |
| TetraBT     | <1,0           | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |
| MonoOT      | <1,0           | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |
| DiOT        | <1,0           | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |
| TricykloHT  | <1,0           | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |
| MonoPhT     | <1,0           | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |
| DiPhT       | <1,0           | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |
| TriPhT      | <1,0           | <1,0         | <1,0 | <1,0            | <1,0          | <1,0    | <1,0           | <1,0          | <1,0           |

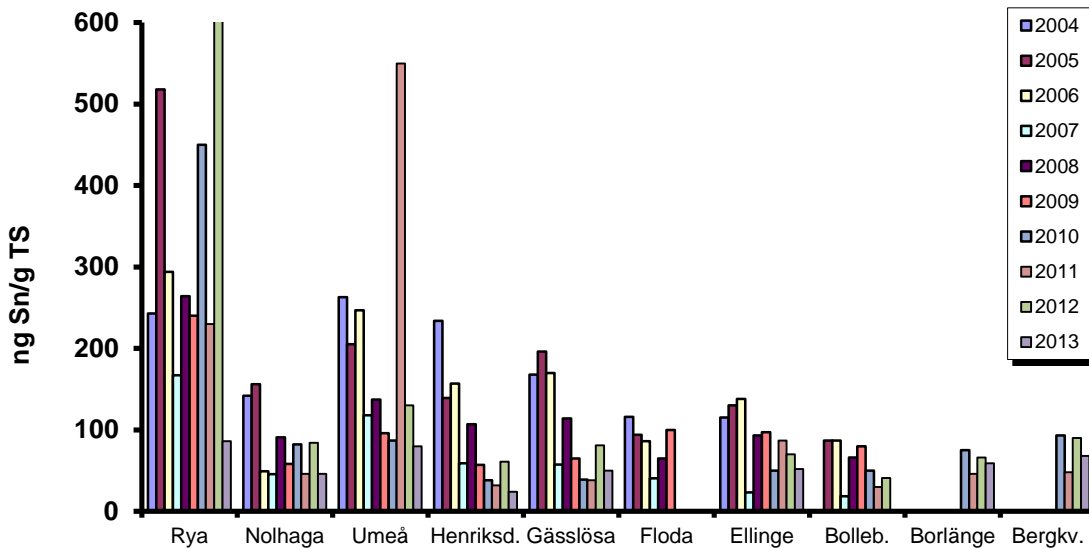
**Tabell 27. Resultat från 2012-2013 års prover, slam, organotennföreningar (µg/kg TS).**

| 2012        | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|-------------|----------------|--------------|------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| MonoBT      | 130            | 67           | 140  | 68              | 85            | 71      | 110            | 110           | 180            |
| DiBT        | 720            | 84           | 130  | 61              | 81            | 70      | 41             | 66            | 90             |
| TriBT       | 11             | 4,8          | 5,4  | 5,1             | 5,0           | <5,0    | <5,0           | 5,3           | 4,5            |
| TetraBT     | <4,0           | <4,0         | <4,0 | <4,0            | <5,0          | <5,0    | <5,0           | <4,0          | <1,0           |
| MonoOT      | 15             | 12           | 24   | 13              | 20            | 10      | 26             | 19            | 43             |
| DiOT        | 8,6            | 9,9          | 8,1  | 6,7             | 17            | 7,5     | 13             | 9,1           | 9,5            |
| TricykloHT  | <4,0           | <4,0         | <4,0 | <4,0            | <5,0          | <5,0    | <5,0           | <4,0          | <2,0           |
| MonoPhT     | <4,0           | <4,0         | <4,0 | <4,0            | <5,0          | <5,0    | <5,0           | <4,0          | <6,0           |
| DiPhT       | <4,0           | <4,0         | <4,0 | <4,0            | <5,0          | <5,0    | <5,0           | <4,0          | <2,0           |
| TriPhT      | <4,0           | <4,0         | <4,0 | <4,0            | <5,0          | <5,0    | <5,0           | <4,0          | <2,0           |
| <b>2013</b> |                |              |      |                 |               |         |                |               |                |
| MonoBT      | 74             | 66           | 160  | 57              | 80            | 89      | n.m.           | 130           | 160            |
| DiBT        | 86             | 46           | 80   | 24              | 50            | 52      | n.m.           | 59            | 68             |
| TriBT       | 6,6            | 20           | 3,8  | 3,2             | 3,7           | 3,2     | n.m.           | <5,0          | <5,0           |
| TetraBT     | <3,0           | <3,0         | <3,0 | <3,0            | <3,0          | <3,0    | n.m.           | <5,0          | <5,0           |
| MonoOT      | 15             | 18           | 20   | 14              | 17            | 21      | n.m.           | 21            | 36             |
| DiOT        | 3,0            | 8,3          | 7,1  | 7,7             | 10            | 7,2     | n.m.           | <20           | <20            |
| TricykloHT  | <3,0           | <3,0         | <3,0 | <3,0            | <3,0          | <3,0    | n.m.           | <10           | <10            |
| MonoPhT     | <3,0           | <3,0         | <3,0 | <3,0            | <3,0          | <3,0    | n.m.           | <20           | <20            |
| DiPhT       | <3,0           | <3,0         | <3,0 | <3,0            | <3,0          | <3,0    | n.m.           | <20           | <20            |
| TriPhT      | <3,0           | <3,0         | <3,0 | <3,0            | <3,0          | <3,0    | n.m.           | <20           | <20            |

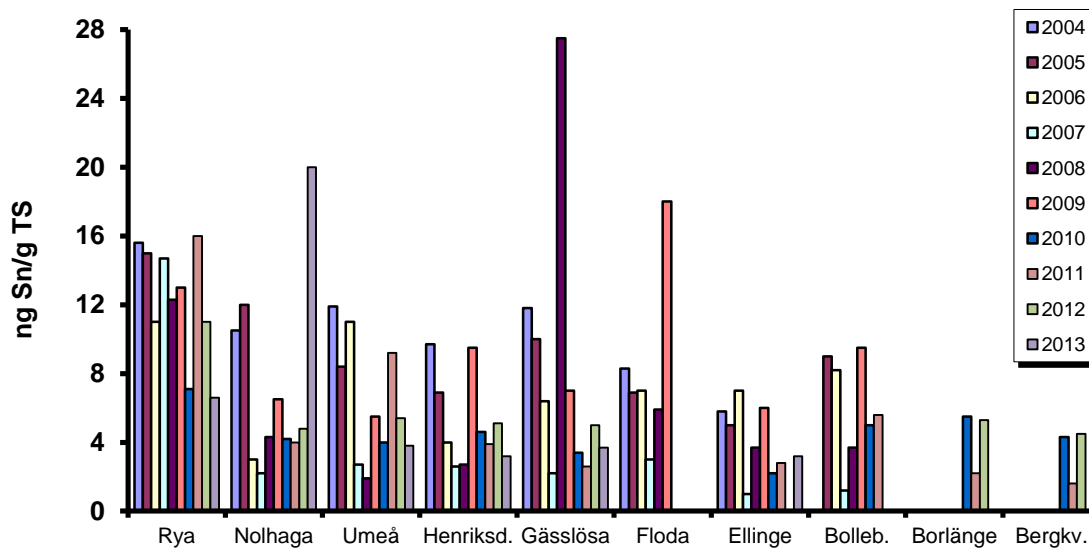
BT = Butyltenn, OT = oktyltenn, HT = Hexyltenn, PhT = Fenyltenn. N.m.: ej analyserat pga materialbrist.



Figur 31. Monobutyltennhalter (MBT) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2013.



Figur 32. Dibutyltennhalter (DBT) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2013.



Figur 33. Tributyltennhalter (TBT) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2013.



## Siloxaner

### Slam

Tabell 28 sammanfattar nomenklaturen för siloxaner och Tabell 29 och 30 redovisar halter av siloxaner i avloppsreningsverksslam år 2012-2013. Halterna av cykliska metylsiloxaner (främst D5) var betydligt högre än halterna av linjära siloxaner. Siloxanhalter i avloppsslam, åren 2004-2011, redovisas i Figur 34-36. De är relativt konstanta eller svagt avtagande. Halterna av linjära metylsiloxaner var lägre, men halterna ökar med tid. Figur 37 visar tidstrenden för MD3M.

**Tabell 28. Nomenklatur siloxaner.**

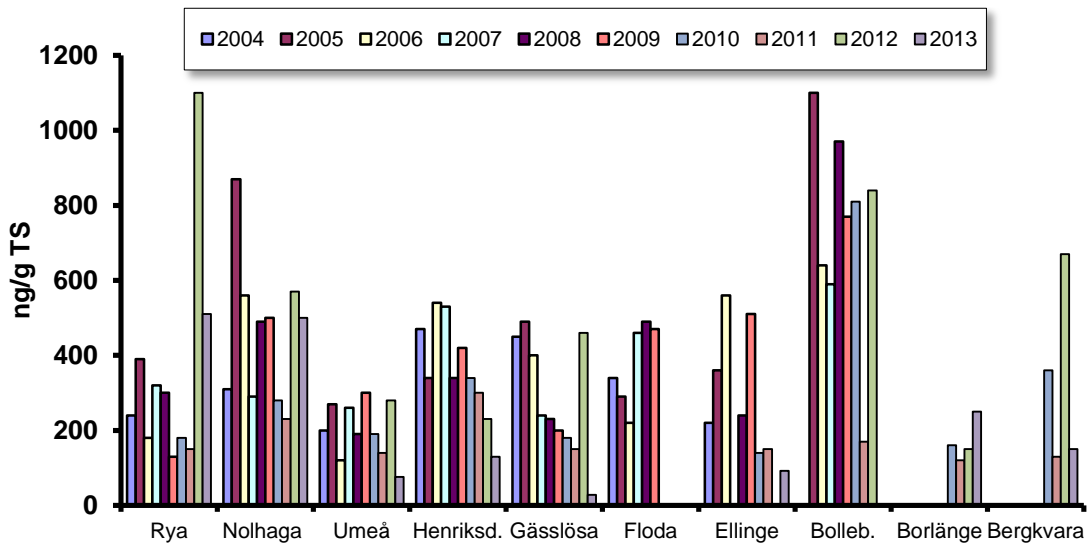
|      |                             |
|------|-----------------------------|
| D4   | Oktametylcyklotetrasiloxan  |
| D5   | Dekametylcyklopentasiloxan  |
| D6   | Dodekametylcyklohexasiloxan |
| MM   | Hexametyldisiloxan          |
| MDM  | Oktametyltrisiloxan         |
| MD2M | Dekametyltetrasiloxan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

**Tabell 29. Resultat från 2012-års prover, slam, siloxaner (ng/g TS).**

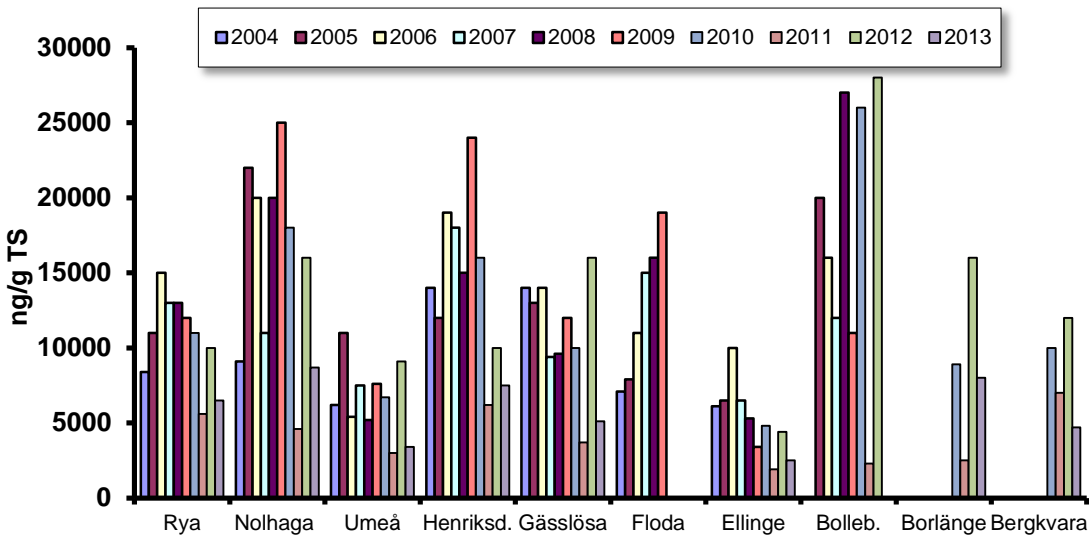
|                  | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå  | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|------------------|----------------|--------------|-------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| D4               | 1100           | 570          | 280   | 230             | 460           | <24     | 840            | 150           | 670            |
| D5               | 10000          | 16000        | 9100  | 10000           | 16000         | 4400    | 28000          | 16000         | 12000          |
| D6               | 1900           | 3900         | 1900  | 1700            | 3900          | 810     | 3600           | 2300          | 3900           |
| MM               | 4,0            | 2,8          | 0,9   | 2,9             | 1,5           | 1,8     | 8,2            | 3,4           | 0.58           |
| MDM              | 21             | 48           | 20    | 26              | 18            | 7,7     | 100            | 9,4           | 79             |
| MD2M             | 77             | 210          | 52    | 80              | 120           | 36      | 240            | 42            | 120            |
| MD3M             | 250            | 810          | 200   | 260             | 500           | 130     | 560            | 370           | 480            |
| Summa<br>D4-D6   | 13000          | 20000        | 11000 | 12000           | 20000         | 5200    | 32000          | 18000         | 16000          |
| Summa<br>MM-MD3M | 350            | 1100         | 270   | 370             | 640           | 170     | 900            | 420           | 680            |

**Tabell 30. Resultat från 2013-års prover, slam, siloxaner (ng/g TS).**

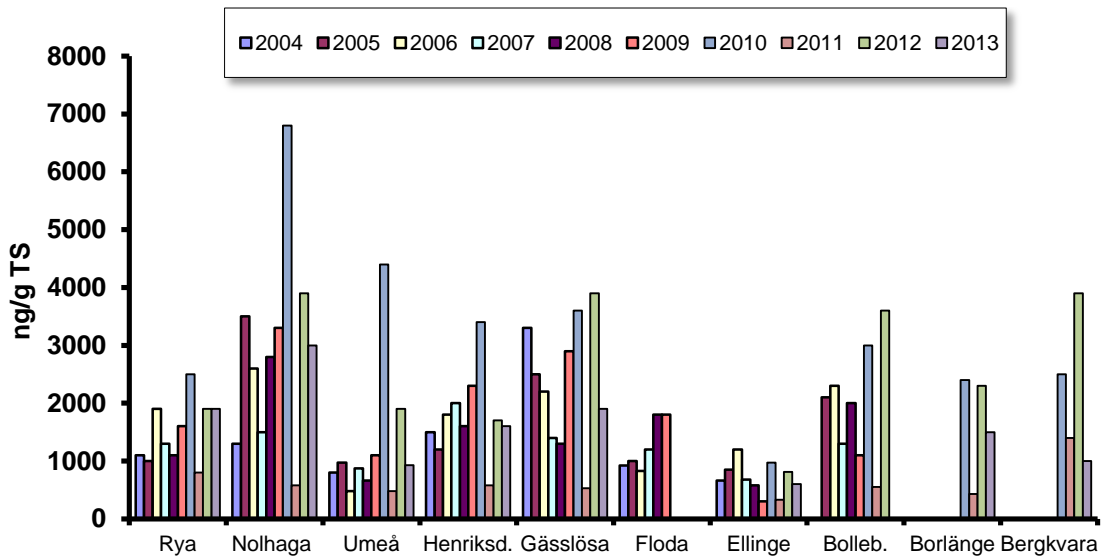
|                  | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|------------------|----------------|--------------|------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| D4               | 510            | 500          | 76   | 130             | 28            | 92      | n.m.           | 250           | 150            |
| D5               | 6500           | 8700         | 3400 | 7500            | 5100          | 2500    | n.m.           | 8000          | 4700           |
| D6               | 1900           | 3000         | 930  | 1600            | 1900          | 600     | n.m.           | 1500          | 1000           |
| MM               | <0.3           | 0.53         | <0.3 | <0.3            | <0.3          | <0.3    | n.m.           | 19            | 0.73           |
| MDM              | 37             | 67           | 12   | 30              | 18            | 9,0     | n.m.           | 58            | 41             |
| MD2M             | 68             | 140          | 31   | 67              | 57            | 29      | n.m.           | 49            | 37             |
| MD3M             | 270            | 530          | 120  | 220             | 300           | 81      | n.m.           | 210           | 140            |
| Summa<br>D4-D6   | 8900           | 12000        | 4400 | 9100            | 7000          | 3200    | n.m.           | 9700          | 5800           |
| Summa<br>MM-MD3M | 380            | 740          | 160  | 320             | 370           | 120     | n.m.           | 320           | 220            |



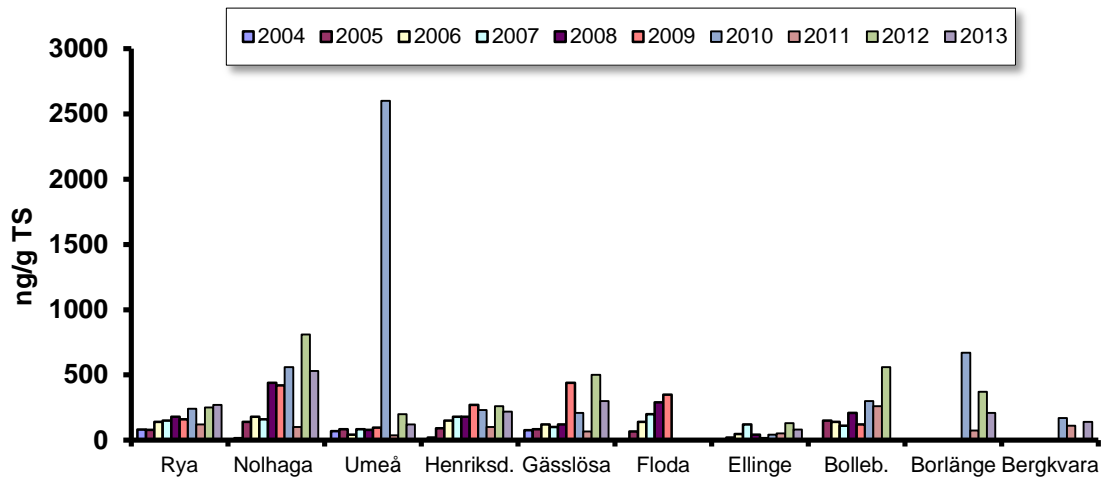
Figur 34. Oktametylcyclotetrasiloxan (D4) i avloppsreningsverksslam år 2004-2013.



Figur 35. Dekametylcyklopentasiloxan (D5) i avloppsreningsverksslam år 2004-2013.



Figur 36. Dodekametylcyklohexasiloxan (D6) i avloppsreningsverksslam år 2004-2013.



Figur 39. Dodekametylpentasiloxan (MD3M) i avloppsreningsverksslam år 2004-2013.

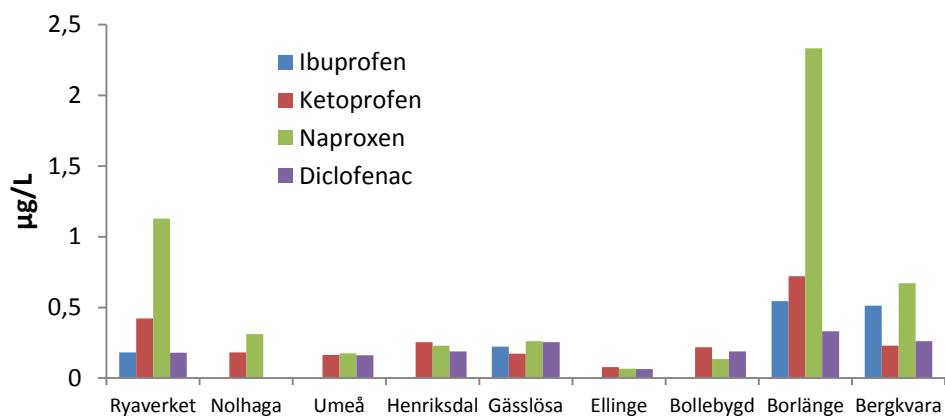
## NSAID's (Non steroidal anti-inflammatory drugs)

### Utgående vatten

Tabell 31 och Figur 38 redovisar halter av NSAID's (ibuprofen, ketoprofen, naproxen och diclofenac) i vatten från år 2012 och 2013. Halterna varierat mycket mellan reningsverk och år.

Tabell 31. Resultat från 2012-2013 års prover, utgående vatten, NSAID's (ng/L).

| 2012       | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|------------|----------------|--------------|------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| Ibuprofen  | <100           | <100         | <100 | <100            | <100          | <100    | <100           | <100          | <100           |
| Ketoprofen | <100           | <100         | <100 | <100            | <100          | <100    | <100           | <100          | <100           |
| Naproxen   | 153            | <100         | <100 | <100            | <100          | <100    | 244            | <100          | 192            |
| Diclofenac | 152            | 115          | <100 | <100            | <100          | 181     | 299            | 166           | 118            |
| 2013       |                |              |      |                 |               |         |                |               |                |
| Ibuprofen  | 182            | <100         | <100 | <100            | 222           | <100    | <100           | 544           | 512            |
| Ketoprofen | 423            | 182          | 165  | 255             | 174           | 79      | 218            | 720           | 229            |
| Naproxen   | 1130           | 312          | 176  | 229             | 261           | 66      | 134            | 2330          | 671            |
| Diclofenac | 180            | < 100        | 162  | 189             | 254           | 64      | 189            | 331           | 261            |



Figur 38. NSAID's i utgående vatten från ARV, år 2013.

## Myskämnen

### *Utgående vatten*

Tabell 32 och Figur 39 redovisar halter av myskämnen, nitro (musk ketone och musk xylene) och polycykliska (galoxolide, HHCB, och tonalide, AHTN) i utgående vatten 2012-2013. Halterna av polycykliska musk var generellt mycket högre än halterna av nitromusk. Nitromyskämnen har på senare tid blivit ersatta av de polycykliska, vilket förmodligen avspeglas i dessa resultat.

### *Slam*

Tabell 33 redovisar halter av myskämnen i avloppsreningsverksslam 2012 och 2013. Även här dominerar polycykliska musk över nitromusk.

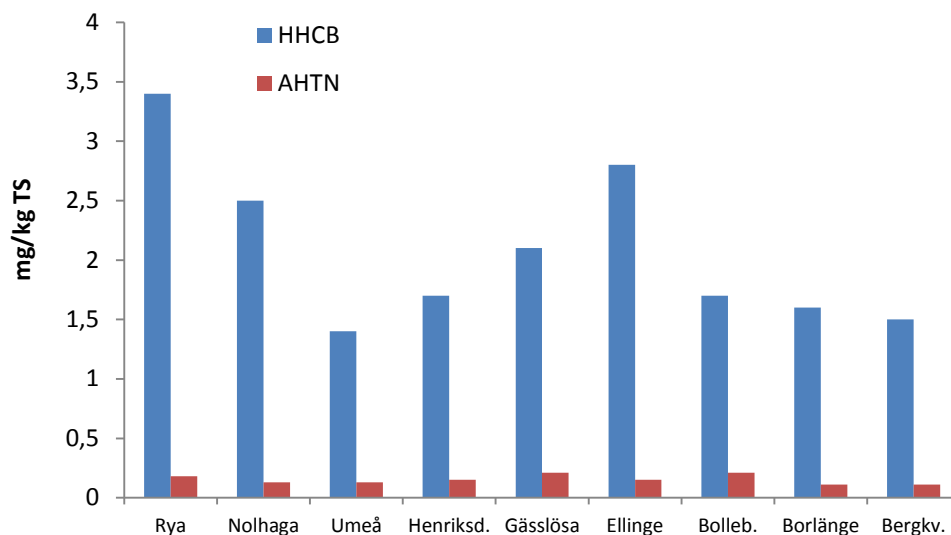
**Tabell 32. Resultat från 2012-2013 års prover, utgående vatten, myskämnen (ng/L).**

| 2012                 | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|----------------------|----------------|--------------|------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| Musk Ketone          | 1,9            | 3,3          | 3,5  | 6,9             | 2,5           | 1,3     | 4,1            | 2,5           | 3,9            |
| Musk Xylene          | <DL            | 1,0          | <DL  | 0,5             | <DL           | <DL     | 0,7            | <DL           | 1,1            |
| Galoxolide<br>(HHCB) | 240            | 90           | 200  | 250             | 210           | 60      | 200            | 220           | 370            |
| Tonalide<br>(AHTN)   | 51             | 40           | 53   | 81              | 50            | 14      | 35             | 53            | 68             |
| <b>2013</b>          |                |              |      |                 |               |         |                |               |                |
| Musk Ketone          | 2,2            | 3,9          | 2,1  | 3,6             | 2,7           | 1,5     | 2,7            | 2,5           | 1,1            |
| Musk Xylene          | 0,7            | 1,5          | 1,4  | 0,9             | 1,5           | <DL     | <DL            | 0,6           | 1,1            |
| Galoxolide<br>(HHCB) | 260            | 70           | 240  | 200             | 290           | 140     | 410            | 350           | 390            |
| Tonalide<br>(AHTN)   | 22             | 16           | 15   | 19              | 14            | 13      | 23             | 17            | 14             |

**Tabell 33. Resultat från 2012-2013 års prover, slam, myskämnen (mg/kg TS).**

| 2012                 | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|----------------------|----------------|--------------|------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| Musk Ketone          | <DL            | <DL          | <DL  | <DL             | <DL           | 0,0005  | 0,0010         | <DL           | <DL            |
| Musk Xylene          | <DL            | <DL          | <DL  | <DL             | <DL           | <DL     | 0,0012         | 0,0007        | 0,0010         |
| Galoxolide<br>(HHCB) | 4,1            | 2,3          | 2,5  | 2,2             | 1,3           | 1,6     | 2,1            | 1,2           | 1,2            |
| Tonalide<br>(AHTN)   | 0,13           | 0,076        | 0,12 | 0,18            | 0,10          | 0,066   | 0,14           | 0,10          | 0,10           |
| <b>2013</b>          |                |              |      |                 |               |         |                |               |                |
| Musk Ketone          | 0,0008         | 0,0006       | <DL  | 0,0007          | 0,0006        | 0,0016  | 0,0020         | 0,0006        | 0,0009         |
| Musk Xylene          | <DL            | 0,0005       | <DL  | <DL             | 0,0006        | <DL     | 0,0009         | <DL           | <DL            |
| Galoxolide<br>(HHCB) | 3,4            | 2,5          | 1,4  | 1,7             | 2,1           | 2,8     | 1,7            | 1,6           | 1,5            |
| Tonalide<br>(AHTN)   | 0,18           | 0,13         | 0,13 | 0,18            | 0,21          | 0,15    | 0,21           | 0,11          | 0,11           |

DL = 0,0005



**Figur 39.** Galoxolide (HHCB) och tonalide (AHTN) i slam från ARV, år 2013.

## Östrogena och androgena effekter

### Utgående vatten

Östrogena effekter kunde uppmätas och kvantifieras i utgående vatten från Ryaverket, Gässlösa, Bollebygd och Bergkvara under både 2012 och 2013 (Tabell 34). Effekter kunde också uppmätas i vatten från Nollhaga, 2012 och Umeå, 2012 samt Borlänge, 2013. Däremot kunde inga östrogena effekter uppmätas i vatten från Henriksdal och Ellinge. Nivåerna varierade mellan 0,34 och 6,4 ng östradiolekvivalenter per liter.

**Tabell 34.** Resultat från 2012-års prover, utgående vatten, biotester,

| 2012                            | Rya-<br>verket | Nol-<br>haga | Umeå  | Henriks-<br>dal | Gäss-<br>lösa | Ellinge | Bolle-<br>bygd | Bor-<br>länge | Berg-<br>kvara |
|---------------------------------|----------------|--------------|-------|-----------------|---------------|---------|----------------|---------------|----------------|
| Östrogen<br>effekt<br>(ng E2/L) | 3,4            | < 0,1        | < 0,1 | < 0,1           | 0,57          | < 0,1   | 2,7            | 2,9           | 0,6            |
| 2013                            |                |              |       |                 |               |         |                |               |                |
| Östrogen<br>effekt<br>(ng E2/L) | 0,44           | 0,46         | 0,34  | < 0,1           | 1,7           | < 0,1   | 6,4            | < 0,1         | 1,8            |

E2 = östradiolenheter.

## 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).