



Miljöövervakning av slam

**Redovisning av resultat från 2009 års provtagning
(inklusive en sammanfattning av åren 2004-2009)**

Beställare: Naturvårdsverket

Kontrakt: 219 0710

Programområde: Miljögiftssamordning

Delprogram: Miljögifter i urban miljö

Utförare: Peter Haglund och Ulrika Olofsson; Kemiska institutionen, Umeå universitet

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	FEL! BOKMÄRKET ÄR INTE DEFINIERAT.
RESULTAT	3
ANTIBIOTIKA	3
BROMERADE DIFENYLETRAR (PBDE)	4
KLORPARAFFINER (PCA)	6
FLUORERADE ÄMNEN	8
FOSFATESTRAR.....	10
FTALATER OCH BUTYLHYDROXYTOLUEN	11
KLORBENSENER	14
KLORFENOLER OCH TRICLOSAN.....	15
KLORERADE DIBENSO-P-DIOXINER, DIBENSOFURANER OCH BIFENYLER.....	17
METALLER	21
ORGANOTENNFÖRENINGAR	22
SILOXANER.....	24
REFERENSER	25

Sammanfattning

Denna fortsättning på tidigare års miljöövervakning av slam redovisar kortfattade resultat av 2009 års provtagning. Kompletterande information om reningsverken, föreningar, provtagning och analys återfinns i rapporten Miljöövervakning av slam, Redovisning av resultat från 2004-2006 års provtagningar [1].

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

I graferna till denna rapport visas halterna för perioden 2004-2009. Slam från Bollebygd analyserades dock inte under 2004.

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, halterna av antibiotikat norfloxacin visar en minskande tidstrend. Minskningen kan möjligen förklaras av en minskad förskrivning under senare år (886000 dagliga doser år 2006, 633000 doser 2007, 372000 doser 2008, 190000 doser 2009). Vidare innehåller slam från Umeå ARV innehåller mer di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP) och ofta även mer di-*iso*-nonylftalat (DINP) än övriga reningsverk. Dessa ämnen har liknande teknisk användning. Slutligen innehåller slam från Gässlösa ARV flera fluorerade ämnen än övriga reningsverk och högre halter av perfluoroktansyra (PFOA).

Resultat

Antibiotika

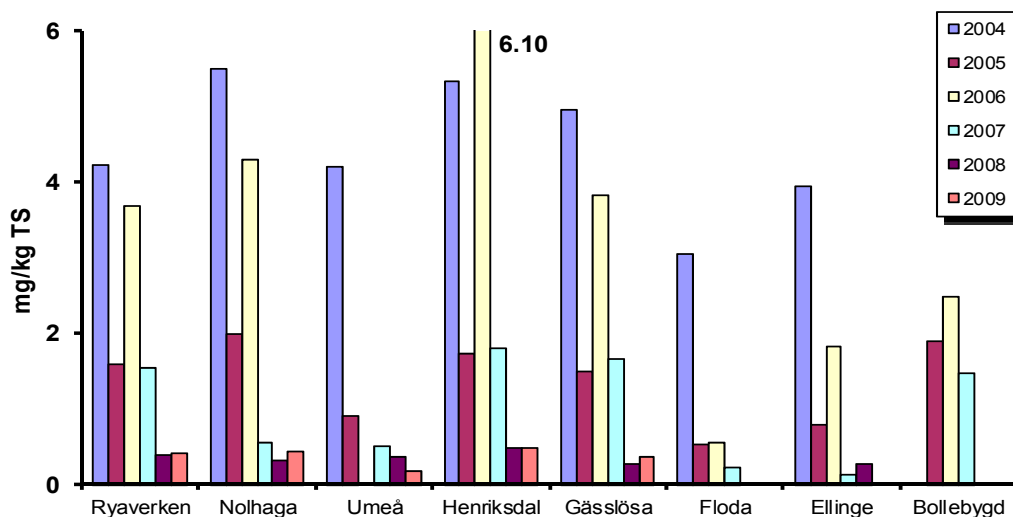
Fluorokinolonerna (FQ) norfloxacin och ciprofloxacin har tidigare (år 2004-2007) påvisats i alla ARV, men 2008 och 2009 var endast ciprofloxacin detekterbar i alla reningsverken, se Tabell 1 och 2. Halter av norfloxacin och ciprofloxacin i avloppsreningsverksslam för år 2004-2009 redovisas i Figur 1 och 2.

Tabell 1. Sammanställning av resultat från 2008-års prover, fluorokinoloner (mg/kg TS).

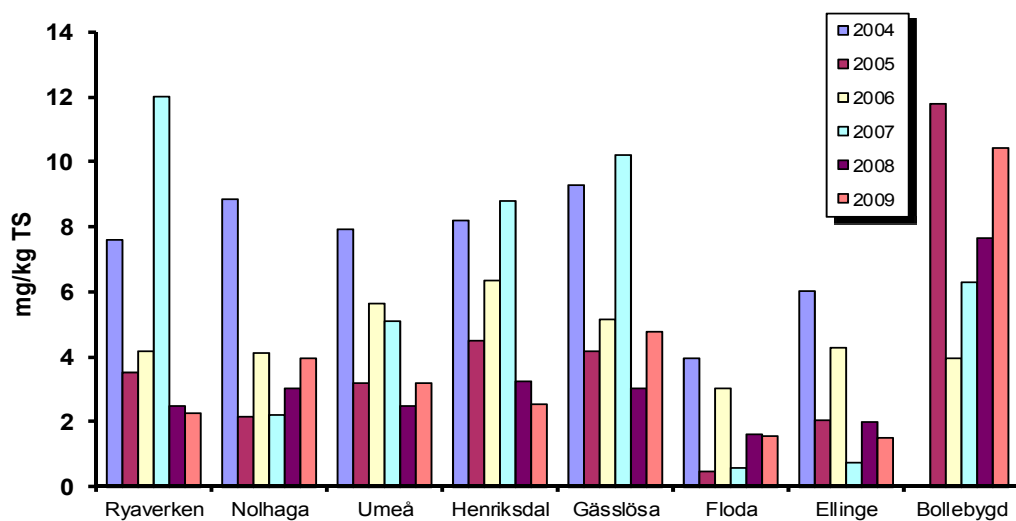
	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
Norfloxacin	0.38	0.31	0.36	0.47	0.27	<0.1	0.28	<0.1
Ofloxacin	<0.1	<0.1	<0.1	0.22	0.16	<0.1	0.14	<0.1
Ciprofloxacin	2.5	3.0	2.5	3.3	3.0	1.6	2.0	7.7

Tabell 2. Sammanställning av resultat från 2009-års prover, fluorokinoloner (mg/kg TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
Norfloxacin	0.40	0.45	0.17	0.49	0.36	<0.1	<0.1	<0.1
Ofloxacin	<0.1	0.39	<0.1	0.21	<0.1	<0.1	0.13	<0.1
Ciprofloxacin	2.3	3.9	3.2	2.6	4.8	1.6	1.5	10.4



Figur 1. Halter av Norfloxacin i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.



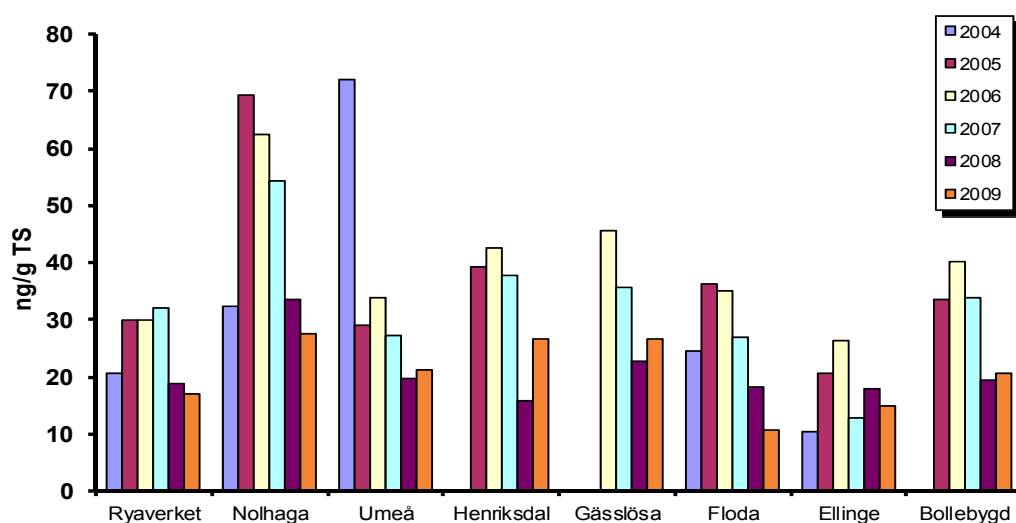
Figur 2. Halter av Ciprofloxacin i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.

Bromerade difenyletrar (PBDE)

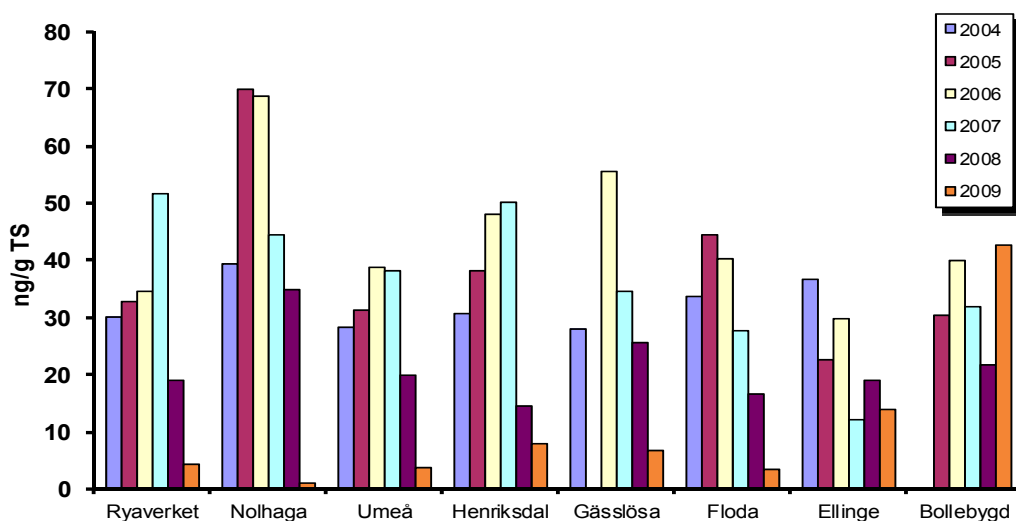
DecaBDE (#209) förekom, liksom tidigare år, i de högsta halterna i slam (uttryckt som ng per gram torrs substans, TS) från alla ARV, se Tabell 3. Halter av tetraBDE (#47), pentaBDE (#99) och decaBDE i avloppsreningsverksslam under åren 2004-2009 redovisas i Figur 3-5.

Tabell 3. Sammanställning av resultat från 2009-års prover, PBDE (ng/g TS).

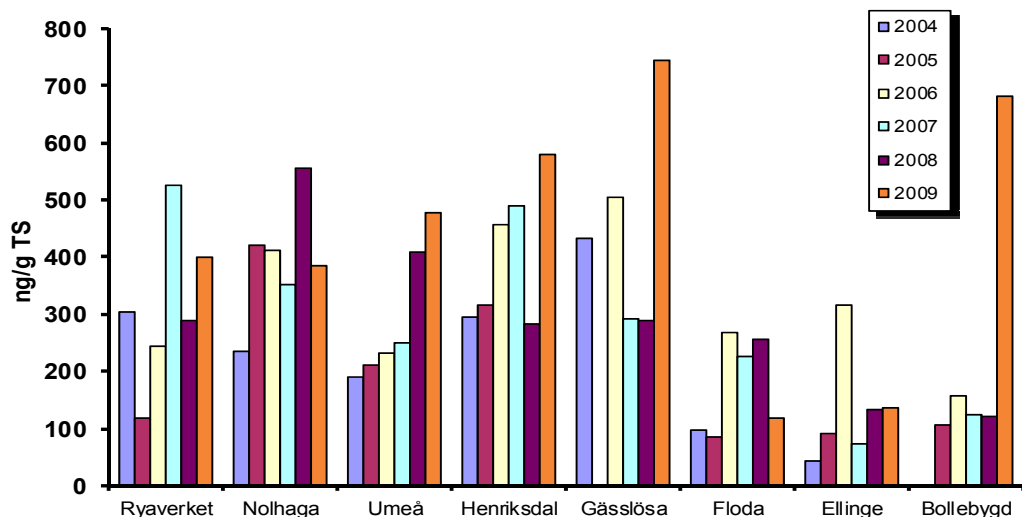
	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
# 28	0.40	0.30	0.43	2.2	0.41	0.21	0.27	0.31
# 47	17	27	21	27	27	11	15	21
# 99	4.5	1.2	3.7	8.0	6.7	3.6	14	43
# 100	<0.07	0.9	0.7	1.5	1.2	4.0	2.5	7.7
# 153	0.38	<0.02	0.42	0.91	1.0	0.35	1.4	2.2
# 154	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	2.8
# 183	0.60	<0.1	0.31	0.68	0.60	0.15	0.57	0.81
# 209	401	385	478	580	745	119	136	680



Figur 3. Halter av TetraBDE (#47) i avloppsreningsverksslam år 2004-2009.



Figur 4. Halter av PentaBDE (#99) i avloppsreningsverksslam år 2004-2009.



Figur 5. Halter av DecaBDE (#209) i avloppsreningsverksslam år 2004-2009.

Klorparaffiner (PCA)

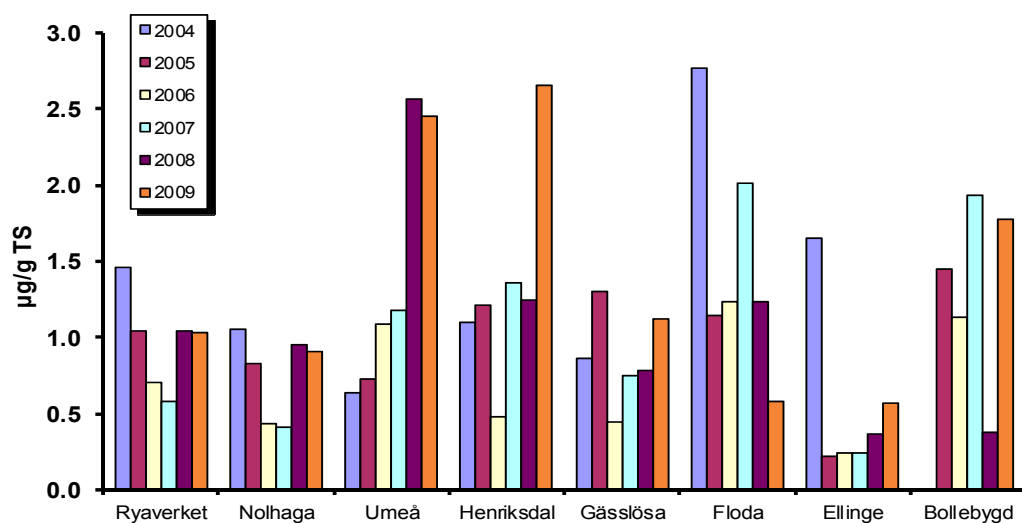
Tabell 4 redovisar halter av klorparaffiner (PCA) i avloppsreningsverksslam år 2009. Även detta år återfinns i slammet de långkedjade klorparaffinerna (LCCP) i högsta halter. Sammanfattning av PCA-halter för åren 2004-2009 kan ses i Figur 6-8.

Tabell 4. Sammanställning av resultat från 2009-års prover, PCA ($\mu\text{g/g TS}$).

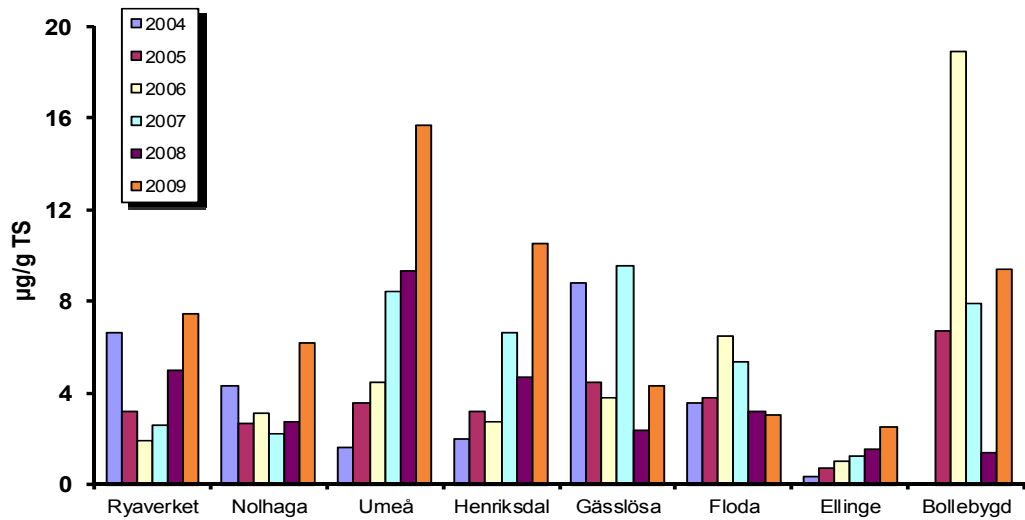
	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
SCCP ¹	1.0	0.9	2.4	2.7	1.1	0.6	0.6	1.8
MCCP ²	7.5	6.2	16	11	4.3	3.0	2.5	9.4
LCCP ³	53	62	106	97	41	21	23	56

¹SCCP: Short chain chlorinated paraffins, C₁₀-C₁₃. ²MCCP: Medium chain chlorinated paraffins, C₁₄-C₁₇.

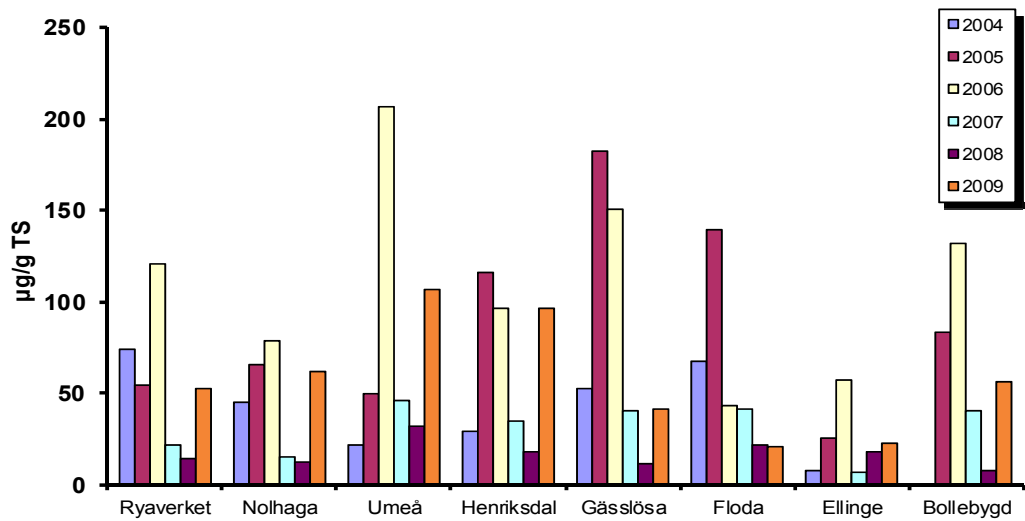
³LCCP: Long chain chlorinated paraffins, C₁₈-C₂₀.



Figur 6. SCCP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.



Figur 7. MCCP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.



Figur 8. LCCP-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.

Fluorerade ämnen

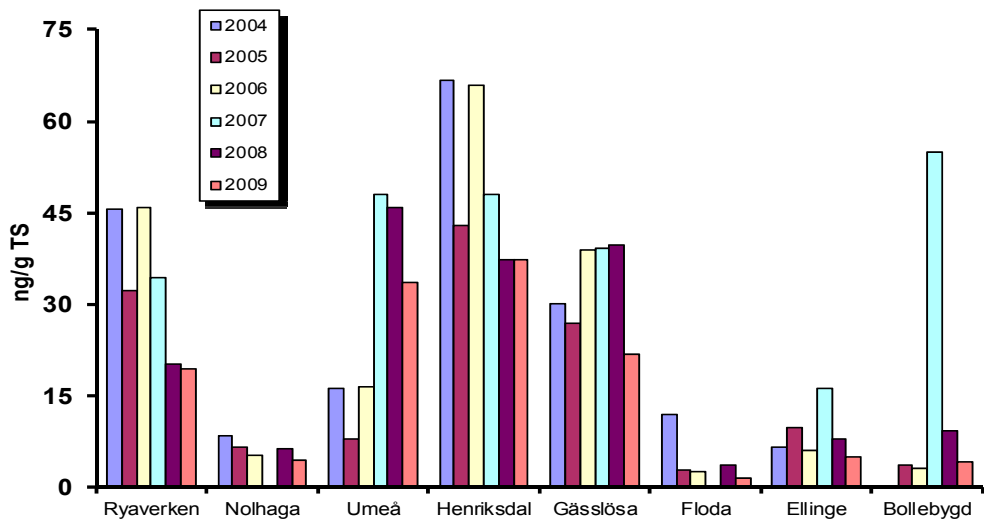
Halter av fluorerade ämnen i avloppsreningsverksslam år 2009 redovisas i Tabell 5. Nomenklatur för de perfluorerade ämnena se Tabell 6. Figur 9 visar PFOS-halter i slammet 2004-2009, med generellt oförändrade halter över tiden, med undantag för Bollebygd. Tidsvariationer av PFOA-halter inom verken kan ses i Figur 10. Vidare innehåller slam från Gässlösa flera olika fluorämnen än övriga reningsverk och betydligt mer PFOA.

Tabell 5. Sammanställning av resultat från 2009-års prover, perfluorerade ämnen (ng/g TS). Nomenklatur se Tabell 6.

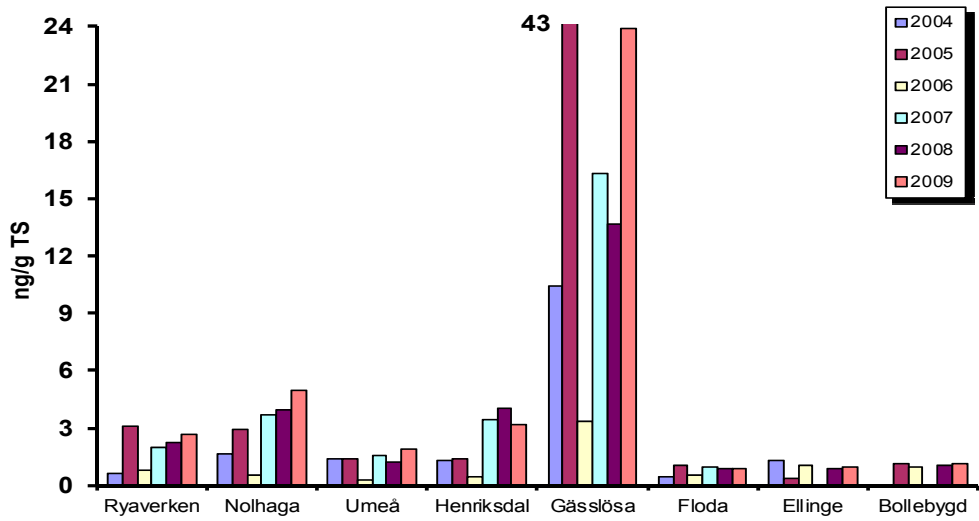
	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
PFHxA	1.18	0.87	1.30	1.53	6.86	<0.4	<0.4	<0.4
PFHxS	<0.3	<0.3	<0.3	0.47	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
PFHpA	<0.3	0.56	<0.3	0.4	2.71	<0.3	<0.3	<0.3
PFOA	2.68	4.97	1.87	3.1	23.9	0.87	0.96	1.15
PFNA	0.45	0.71	0.32	0.79	7.78	0.32	<0.3	<0.3
PFOS	19.4	4.36	33.6	37.4	21.9	1.62	5.02	4.19
PFOSA	0.21	0.16	0.16	0.34	0.21	<0.15	0.16	<0.15
PFDA	1.42	2.61	1.21	4.67	33	0.73	1.71	1.51
PFUnA	1.14	4.53	0.7	1.82	45.7	0.38	0.79	<0.3
PFDS	0.75	<0.4	4.12	5.03	1.3	<0.4	<0.4	<0.4
PFDoA	1.63	2.06	1.05	2.98	4.2	0.84	0.92	<0.3
PFTTrDA	<0.4	<0.4	<0.4	0.42	4.31	<0.4	<0.4	<0.4
PFTeDA	<0.5	<0.5	<0.5	0.63	0.50	<0.5	<0.5	<0.5
PFPeDA	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
PFBS	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4

Tabell 6. Nomenklatur perfluorerade ämnen.

PFHxA	Perfluoroheptansyra
PFHxS	Perfluoroheptansulfonat
PFHpA	Perfluoroheptansyra
PFOA	Perfluoroktansyra
PFNA	Perfluornonansyra
PFOS	Perfluoroktansulfonat
PFOSA	Perfluoroktansulfonamid
PFDA	Perfluordekansyra
PFUnA	Perfluorundekansyra
PFDS	Perfluordekansulfonat
PFDoA	Perfluordodekansyra
PFTTrDA	Perfluortridekansyra
PFTeDA	Perfluortetradekansyra
PFPeDA	Perfluorpentadecansyra
PFBS	Perfluorbutansulfonat



Figur 9. PFOS-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.



Figur 10. PFOA-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.

Fosfatestrar

Organofosfater (OP) används främst som additiv i en mängd olika produkter, bl. a i oljeprodukter och som flamskyddsmedel och mjukgörare i plaster [2]. Tabell 7 redovisar 2009 års halter av OP i avloppsreningsverksslam. Haltjämförelse av tris(2-kloroisopropyl)fosfat (TCPP), trifenylfosfat (TPP) och 2-Etylhexyldifenylfosfat (EHDPP) mellan åren 2004 och 2009 för respektive ARV kan ses i Figur 11-13. Organofosfaternas nomenklatur se Tabell 8.

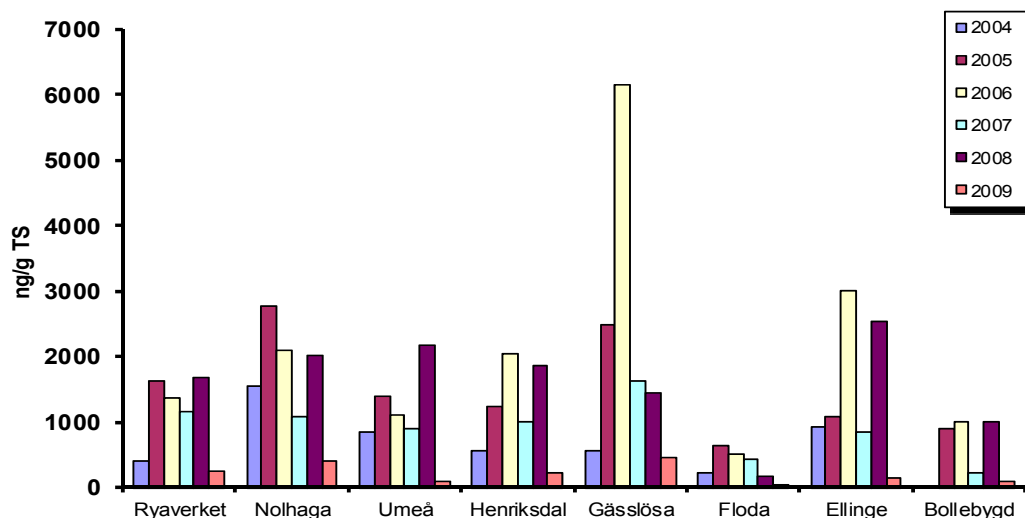
Tabell 7. Sammanställning av resultat från 2009-års prover, organofosfater (ng/g TS). Nomenklatur se Tabell 8.

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
TBP	26.9	18.5	161.2	445.7	34.7	11.4	10.8	9.9
TCEP	6.8	6.1	2.5	9.5	4.2	7.1	5.4	6.9
TCPP	1452	2218	499	1105	2312	189	809	515
TDCPP	269	702	155	192	289	483	187	396
TBEP	1559	2588	825	2132	1137	2124	250	812
TPP	97	277	60	81	150	270	58	198
EHDPP	3763	1405	2303	2519	3276	6564	1522	812
TCP	176	203	115	178	212	151	129	139

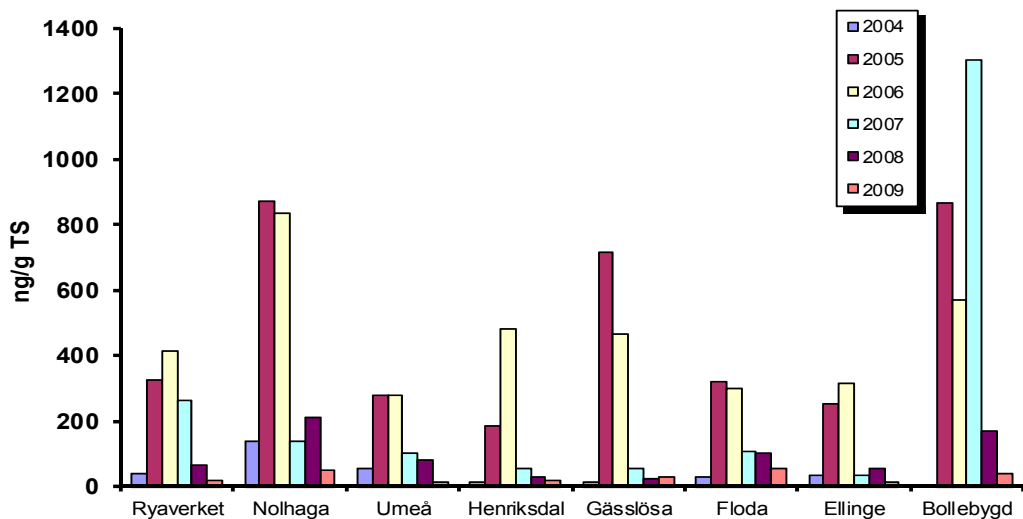
nm = not measured.

Tabell 8. Nomenklatur organofosfater.

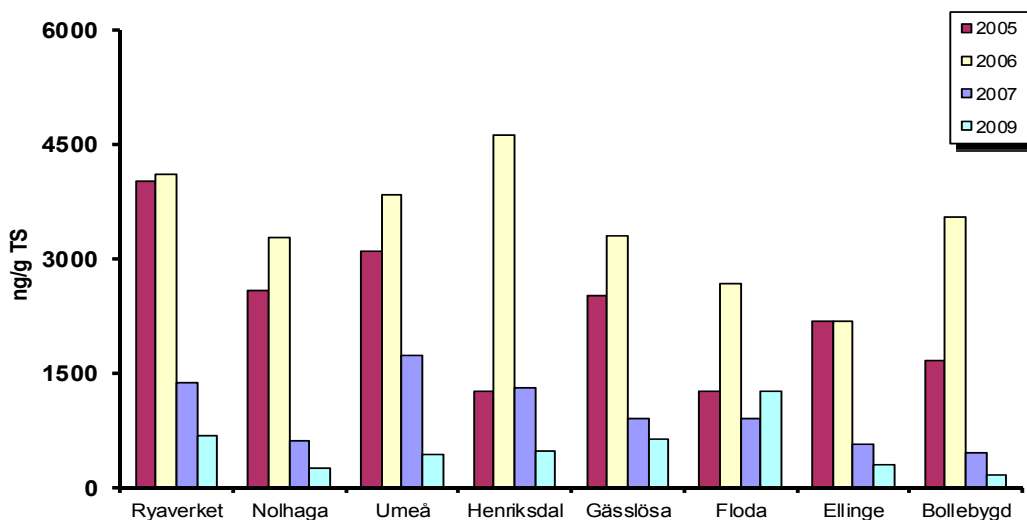
TBP	Tributylfosfat
TCEP	Tris(2-kloroetyl)fosfat
TCPP	Tris(2-kloroisopropyl)fosfat
TDCPP	Tris(1,3-dikloropropyl)fosfat
TBEP	Tris(2-butoxyetyl)fosfat
TPP	Trifenylfosfat
EHDPP	2-Etylhexyldifenylfosfat
TCP	Tricresylfosfat



Figur 11. Halter av TCPP i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.



Figur 12. Halter av TPP i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.



Figur 13. Halter av EHDPP i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.

Ftalater och Butylhydroxytoluen

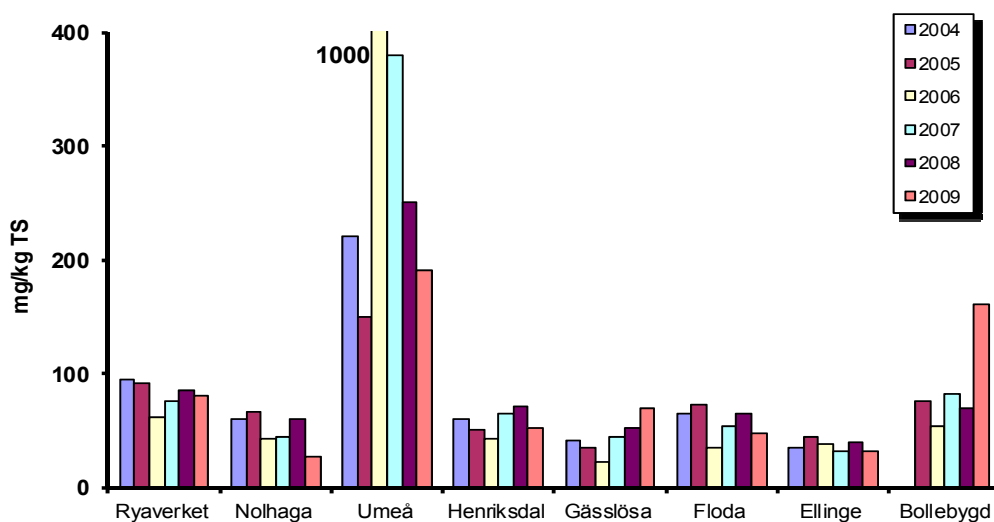
Ftalater är samlingsnamnet på en grupp kemiska ämnen som är baserade på ämnet ftalsyra och används bl.a. som mjukningsmedel i plast [3]. Di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP), di-*iso*-decylftalat (DIDP), di-*iso*-nonylftalat (DINP) och di-*n*-butylftalat har tidigare påvisats i alla ARV, åren 2004-2007 (Figur 14-16), men år 2008 var det endast DEHP som detekterades i alla reningsverk och nu år 2009 även DINP (dock ej i Bollebygds ARV), se Tabell 9. Tidigare år (2004 och 2005) påvisades butylhydroxytoluen (BHT) i alla ARV, år 2006 -2008 var halterna under detektionsgränsen och år 2009 så kunde BHT detekteras i tre ARV (Ryaverket, Umeå och Floda). Den totala slamhalten av ftalater (år 2004-2009) kan ses i Figur 17. Genomgående verkar slam från Umeå ARV innehålla mer DEHP och ofta även mer DINP. Dessa har liknande teknisk användning.

Tabell 9. Sammanställning av resultat från 2009-års prover, ftalater och BHT (mg/kg TS). BHT = Butylhydroxytoluen.

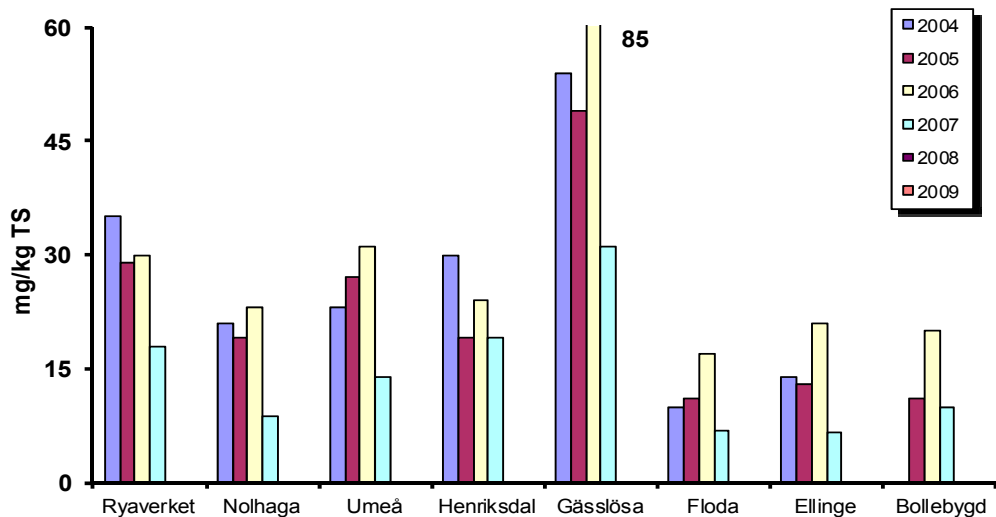
	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
Dimetylftalat ¹	<0.035	<0.047	<0.034	<0.042	<0.053	<0.046	<0.060	<0.16
Dietylftalat ¹	<0.035	0.07	<0.034	0.06	<0.053	<0.046	<0.060	<0.16
Di- <i>n</i> -butylftalat ¹	0.1	0.035	<0.034	<0.042	<0.053	0.05	<0.060	<0.16
Butylbensylftalat ¹	<0.035	<0.047	0.68	<0.042	<0.053	<0.046	<0.060	<0.16
Di-(2-etylhexyl) ftalat ¹	81	27	190	52	69	47	32	160
Di- <i>n</i> -oktylftalat ¹	<0.035	<0.047	<0.034	<0.042	<0.053	<0.046	0.21	<0.16
Di- <i>iso</i> -decylftalat ¹	<3.7	<4.4	<2.9	<3.6	<3.8	<3.6	<6.6	<12
Di- <i>iso</i> -nonylftalat ¹	3.2	1.5	4	2.1	3.6	2.2	1.3	<1.6
BHT ²	5.5	<5	6.2	<5	<5	6.4	<5	<5

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

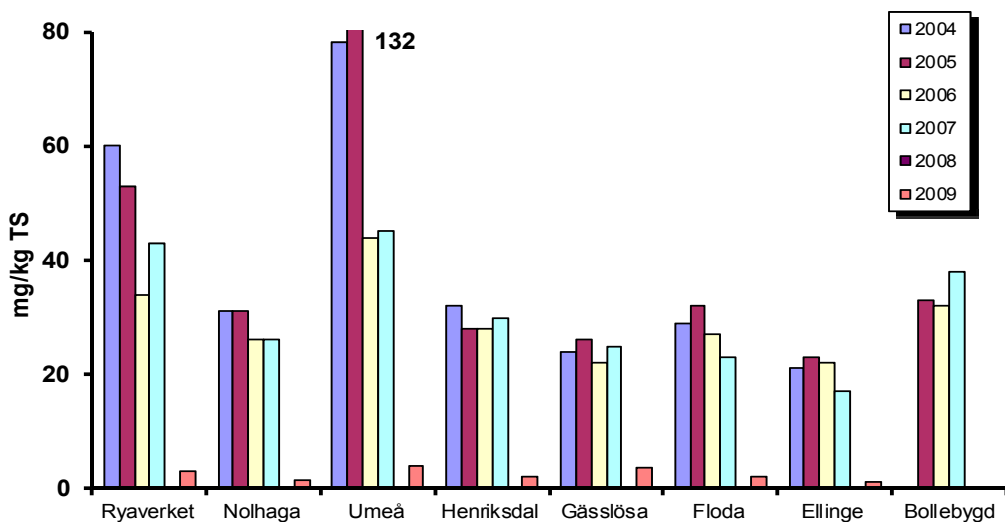
²BHT semi-kvantitativt analyserad, resultaten är uttryckt i benzylbensoat-ekvivalenter.



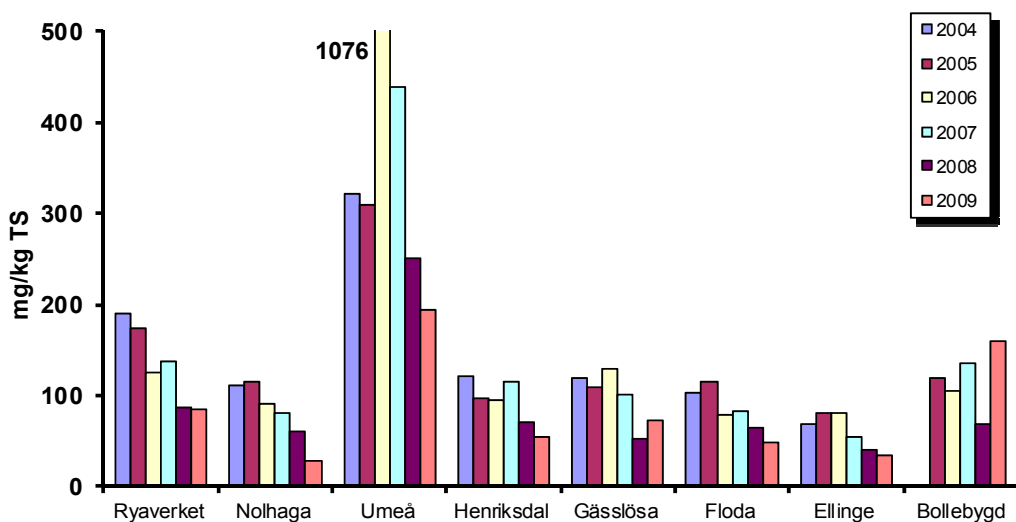
Figur 14. Di-(2-etylhexyl)ftalat-halter (DEHP) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.



Figur 15. Di-iso-decylftalat-halter (DIDP) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.



Figur 16. Di-iso-nonylftalat-halter (DINP) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.



Figur 17. Totalhalt av ftalater i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.

Klorbensener

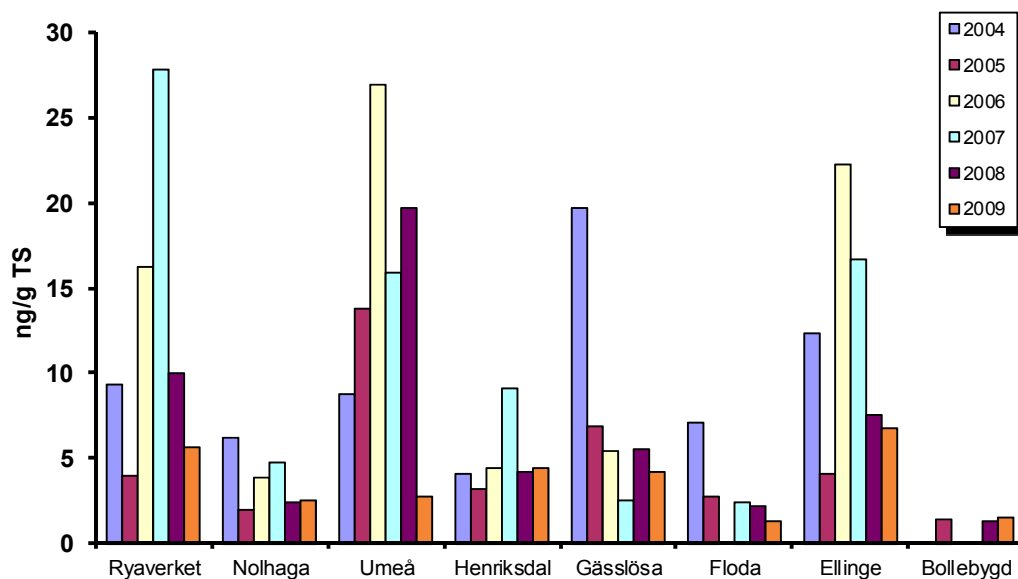
Halter av klorbensener redovisas i Tabell 10 (2008 och 2009 års prover har analyserats med GC-HRMS jämfört med 2004-2007 års prover som analyserades med GC-LRMS). Halter av hexaklorbensenen skiljer sig inte nämnvärt mellan åren och generellt inte mellan ARV, dock kan man säga att Bollebygd har de lägsta uppmätta halterna genom åren 2005-2009 (Figur 18).

Tabell 10. Sammanställning av resultat från 2009-års prover, klorbensener (ng/g TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
1,3-diCB	6.5	17	10 ¹	138 ¹	43 ¹	0.9	2.2	0.3
1,4-diCB	28	63	10 ¹	138 ¹	43 ¹	2.2	10	1.2
1,2-diCB	35	60	16	47	88	4.3	6.3	3.1
1,3,5-triCB	0.9	1.8	0.5	2.3	1.3	0.2	1.5	0.2
1,2,4-triCB	11	20	7.5	27	53	4.8	17	2.3
1,2,3-triCB	0.9	2.3	0.8	3.6	11	0.5	1.9	0.6
1,2,3,5-tetra + 1,2,4,5-tetraCB	1.0	0.9	0.7	0.6	3.6	0.5	0.7	0.3
1,2,3,4-tetraCB	1.2	0.4	0.4	0.5	3.2	0.5	0.3	0.2
PentaCB	2.1	1.5	1.3	1.6	1.9	0.7	1.2	0.6
HexaCB	5.7	2.5	2.7	4.4	4.2	1.3	6.7	1.5

CB = Klorbensener.

¹1,3+1,4-diCB.



Figur 18. HexaCB-halter i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.

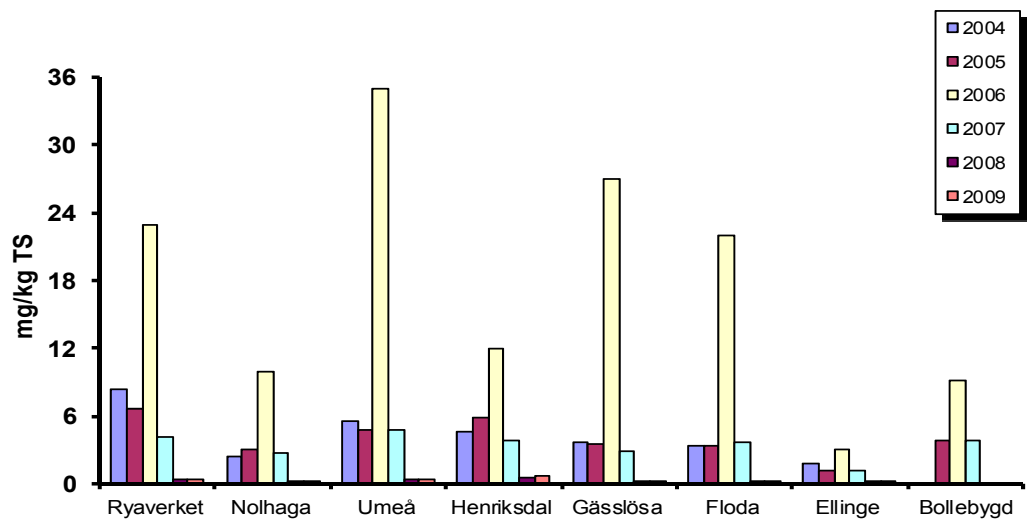
Klorfenoler och Triclosan

År 2007 återfanns inga klorfenoler i slammet, men 2008 och 2009 såg det annorlunda ut och fler klorfenoler kunde detekteras, se Tabell 11. Triclosan (2-(2,4-diklorfenoxy)-5-klorfenol) är en baktericid vanligt förekommande tillsats i bl.a tandkräm och deodoranter [4] och påvisades i alla ARV. Figur 19 visar halter av triclosan i avloppsreningsverksslam år 2004-2009.

Tabell 11. Sammanställning av resultat från 2009-års prover, klorfenoler och triclosan (mg/kg TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
2-monoCP	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
3-monoCP	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
4-monoCP	<0.005	<0.005	<0.005	0.019	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
2,6-diCP	<0.005	<0.005	<0.005	0.0059	<0.005	0.01	<0.005	0.016
2,4+2,5-diCP	0.035	0.026	0.025	0.092	0.068	0.12	0.023	0.02
2,3-diCP	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
3,5-diCP	<0.005	0.013	<0.005	<0.005	0.0064	<0.005	0.01	<0.005
3,4-diCP	<0.005	<0.005	0.0082	<0.005	0.0058	<0.005	<0.005	<0.005
2,4,6-triCP	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
2,3,5-triCP	0.0063	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
2,4,5-triCP	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
2,3,6-triCP	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
3,4,5-triCP	<0.005	<0.005	<0.005	0.012	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
2,3,4-triCP	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
2,3,5,6-tetraCP	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
2,3,4,6-tetraCP	<0.005	0.0052	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
2,3,4,5-tetraCP	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
PentaCP	0.0053	0.0061	<0.005	0.0072	<0.005	0.02	<0.005	0.027
Summa CP:er	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm	nm
Triclosan	0.39	0.30	0.34	0.68	0.25	0.20	0.24	0.078

CP = Klorfenol, nm = not measured.



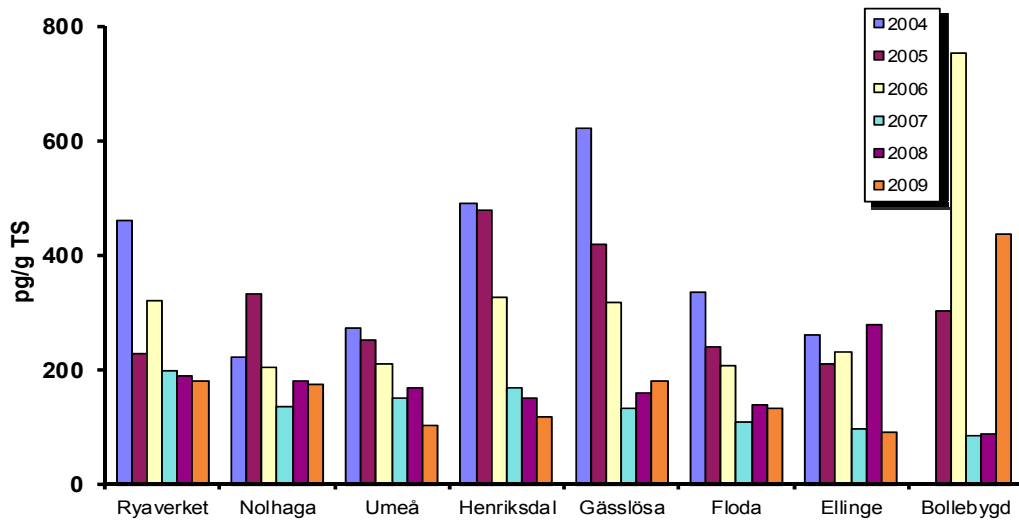
Figur 19. Triclosanhalter (år 2004-2009) i avloppsreningsverksslam.

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

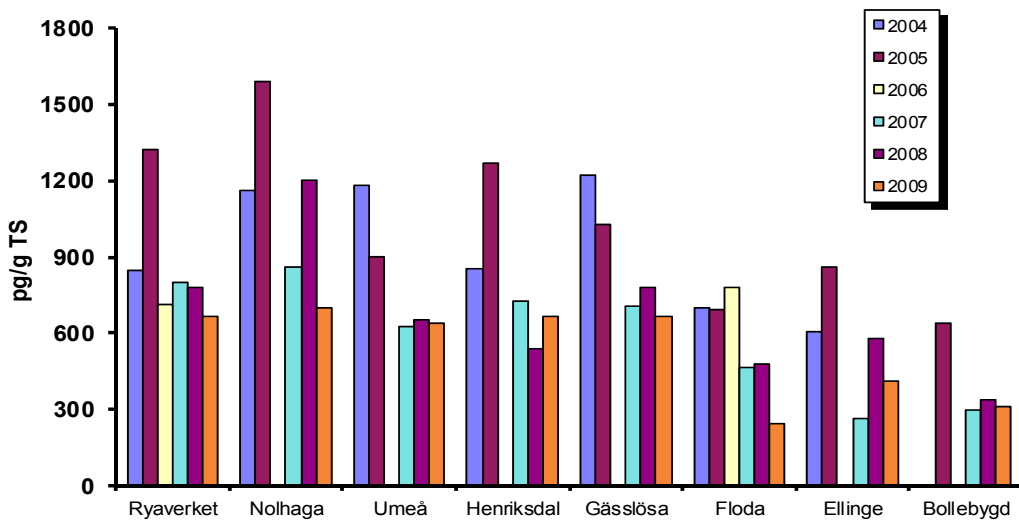
Oktaklordibenso-*p*-dioxiner och -furaner (OCDD/F) återfanns, liksom tidigare år, i de högsta halterna, Tabell 12, och haltvariationen mellan år 2004 och 2009 kan ses i Figur 20 och 21. En viss avvikande tidstrend kan skönjas för OCDD/F.

Tabell 12. Sammanställning av resultat från 2009-års prover, PCDD/F (pg/g TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
2,3,7,8-TCDD	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
1,2,3,7,8-PeCDD	1.1	1.4	1.1	0.8	1.0	0.6	0.6	<0.4
1,2,3,4,7,8- HxCDD	1.4	1.7	1.1	1.3	1.3	0.4	0.8	1.0
1,2,3,6,7,8- HxCDD	5.0	4.1	5.0	5.1	7.6	2.1	7.9	2.3
1,2,3,7,8,9- HxCDD	2.9	3.9	1.9	1.9	2.3	0.6	1.9	1.1
1,2,3,4,6,7,8- HpCDD	68	74	62	75	84	25	66	34
OCDD	664	702	636	669	668	242	410	313
2,3,7,8-TCDF	3	2	2	2	2	1	2	1
1,2,3,7,8-PeCDF	1.8	0.7	0.8	1.1	0.9	<0.6	0.8	<0.6
2,3,4,7,8-PeCDF	3.1	1.7	1.9	2.8	2.3	<0.9	1.9	1.1
1,2,3,4,7,8- HxCDF	3.3	2.0	1.9	2.3	2.4	1.3	2.3	1.1
1,2,3,6,7,8- HxCDF	3.5	2.1	1.8	2.5	1.9	<0.9	1.9	0.9
2,3,4,6,7,8- HxCDF	5.6	5.6	3.6	5.2	9.3	1.6	2.7	2.5
1,2,3,7,8,9- HxCDF	2.5	3.2	<1.4	1.6	1.9	<1.4	<1.4	<1.4
1,2,3,4,6,7,8- HpCDF	50	44	34	45	47	15	27	47
1,2,3,4,7,8,9- HpCDF	4.8	8.4	3.4	4.5	4.7	2.1	5.0	3.2
OCDF	181	175	104	119	180	132	91	438



Figur 20. Halter av OCDF (år 2004-2009) i slam från avloppsreningsverken.

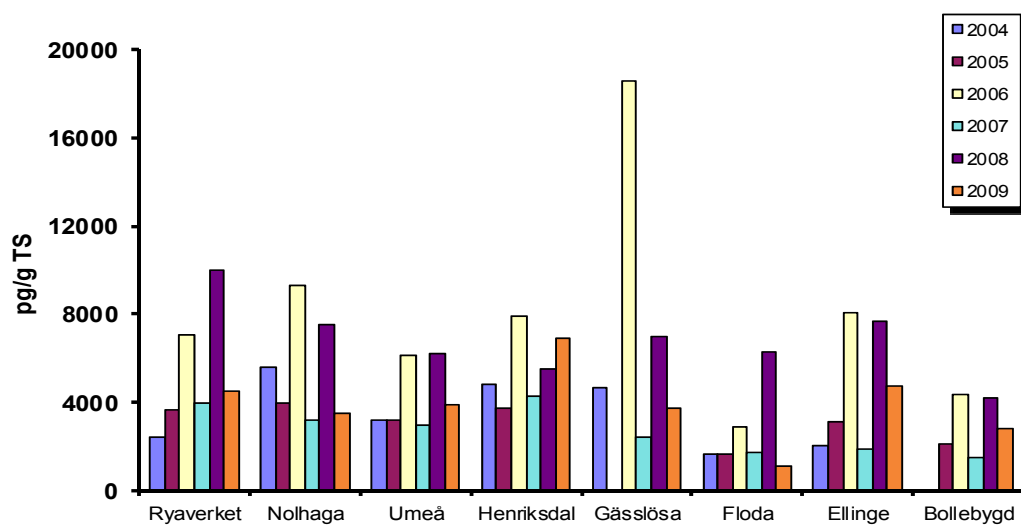


Figur 21. Halter av OCDD (år 2004-2009) i slam från avloppsreningsverken. OCDD ej detekterbar i slam från Nolhaga, Umeå, Henriksdal, Gässlösa, Ellinge och Bollebygd år 2006.

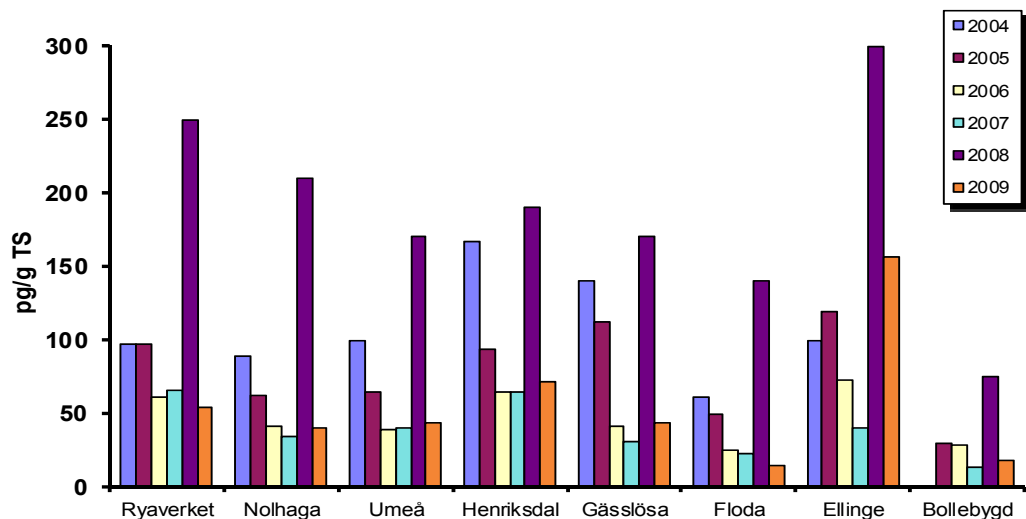
Slamhalter av WHO-PCB kan ses i Tabell 13. Figur 22-25 visar haltvariationen mellan åren 2004-2009 för PCB #118, 77, 126 och 169.

Tabell 13. Sammanställning av resultat från 2009-års prover, PCB (pg/g TS).

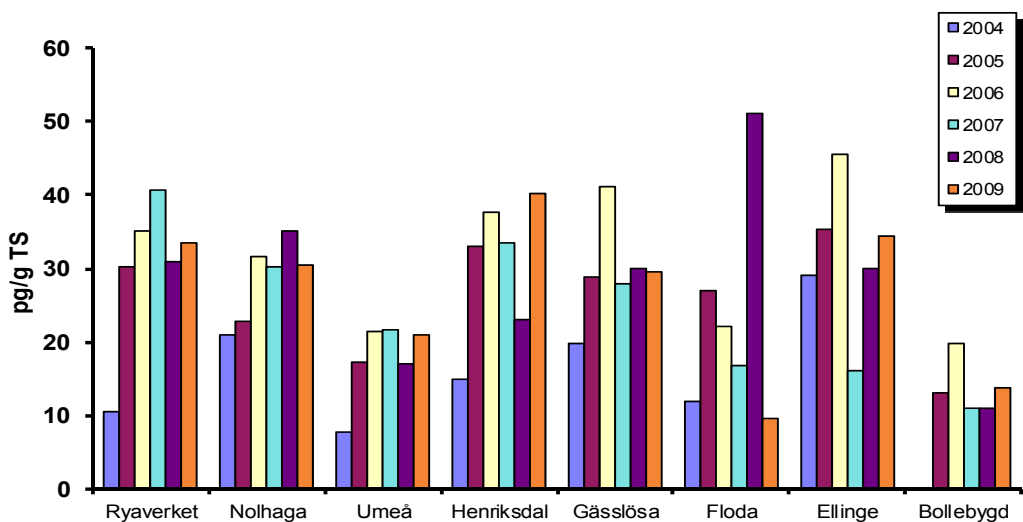
	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
# 105	1228	856	990	1919	1009	302	918	585
# 114	110	75	70	160	74	24	72	34
# 118	4502	3478	3936	6937	3709	1112	4750	2803
# 123	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8
# 156	1093	975	865	1304	887	99	1124	943
# 157	120	114	131	180	98	275	128	103
# 167	730	643	368	753	457	127	807	467
# 189	151	126	86	173	106	<0.1	153	119
# 77	54	40	44	71	43	15	157	18
# 81	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
# 126	33	30	21	40	30	10	34	14
# 169	5.1	4.4	2.9	5.4	4.6	1.8	4.8	2.2



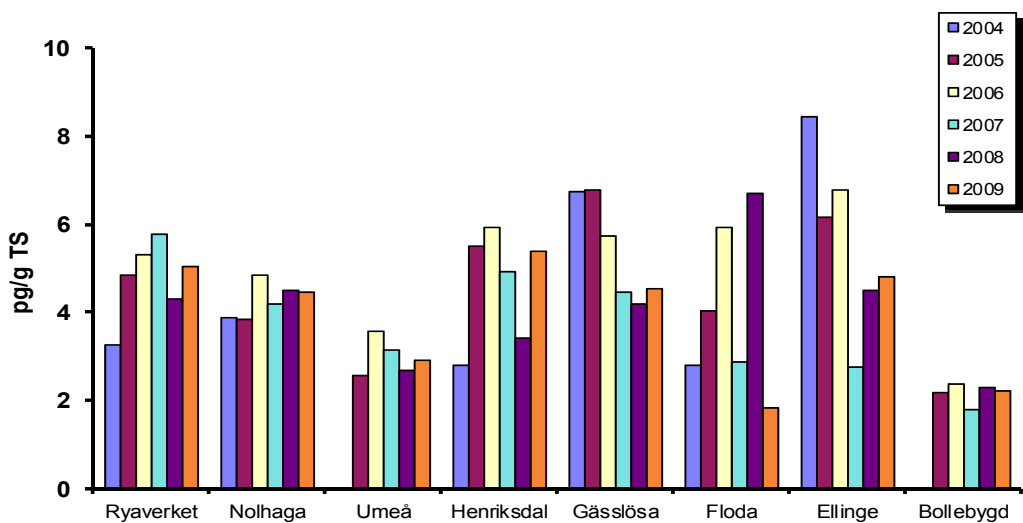
Figur 22. Halter av PCB #118 (år 2004-2009) i avloppsreningsverken.



Figur 23. Halter av PCB #77 (år 2004-2009) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 24. Halter av PCB #126 (år 2004-2009) i slam från avloppsreningsverken.



Figur 25. Halter av PCB #169 (år 2004-2009) i slam från avloppsreningsverken.

Metaller

Resultaten från grundämnesanalysen (metaller) kan ses i Tabell 14. Koppar (Cu) och zink (Zn) påvisades i högsta halter medan kadmium (Cd) och kvicksilver (Hg) förekom i lägsta halter i alla ARV, vilket även konstaterades tidigare år. Vid spridning av avloppsslam på åkermark får marken inte innehålla höga metallmängder och metallhalten i slammet måste vara lägre än de gränsvärden som framgår av Tabell 15 [5]. Detta år, med undantag för Ryaverket, var metallhalterna i slammet under respektive gränsvärde.

Tabell 14. Sammanställning av resultat från 2009-års prover, metaller (mg/kg TS).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
As	4.14	5.7	4.21	4.1	2.94	1.49	4.2	1
Cd	1.09	0.807	0.981	0.996	0.782	0.44	0.965	0.413
Co	7.34	2.9	9.97	7.39	4.56	2.22	2.55	1.67
Cr	24.8	47.9	18.9	21	27.1	14.8	22.6	4.23
Cu	518	358	115	457	326	152	438	87.7
Hg	0.633	1.42	0.475	0.812	1.22	0.274	1.46	0.446
Ni	21.4	11.5	23.8	24	10.1	6.58	13.8	3.46
Pb	35.8	25.3	16.1	26.9	17.7	7.75	18.8	6.28
V	25.4	37.8	13	25	8.81	33.8	22	2.59
Zn	806	597	618	648	550	319	511	323

Tabell 15. Gränsvärden för metaller i slam [5].

	Maximal metallhalt i slam, mg/kg TS
Cd	2
Cr	100
Cu	600
Hg	2.5
Ni	50
Pb	100
Zn	800

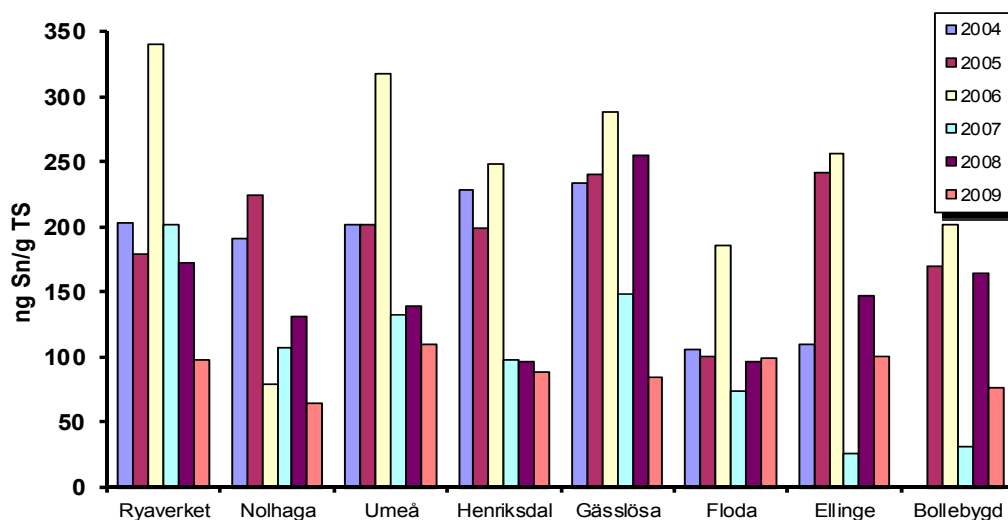
Organotennföreningar

Mono- och dibutyltenn påvisades i högre halter än tributyltenn och monoooktyltenn i alla ARV, år 2009, se Tabell 16. De tre fenyltennföreningarna och tricyklohexyltenn förekom i halter under detektionsgränsen. Haltvariationer mellan åren 2004 och 2009 av de tre butyltennföreningarna kan ses i Figur 26-28.

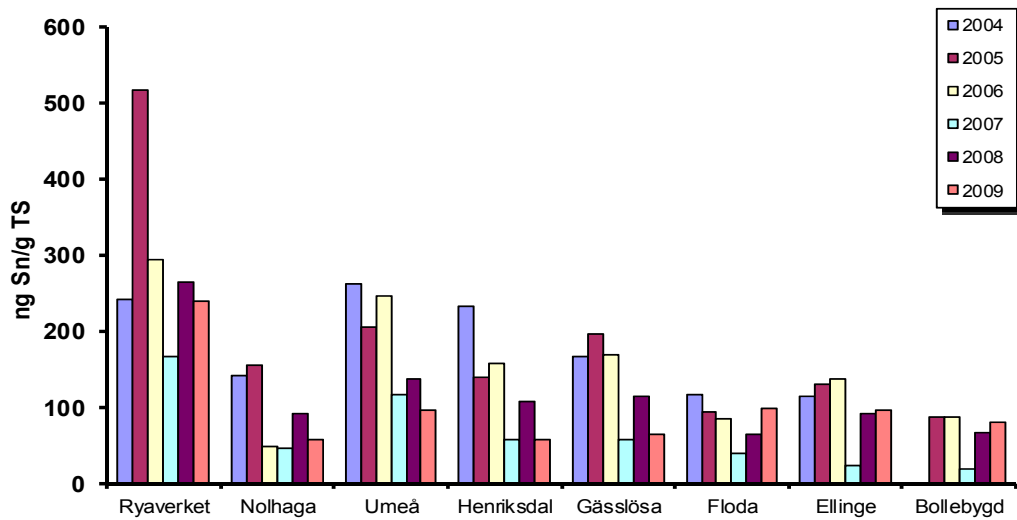
Tabell 16. Sammanställning av resultat från 2009-års prover, organotennföreningar ($\mu\text{g}/\text{kg TS}$).

	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
MonoBT	98	65	110	88	85	99	100	76
DiBT	240	58	96	57	65	100	97	80
TriBT	13	6.5	5.5	9.5	7	18	6	9.5
TetraBT	<3.0	<2.0	<3.0	<3.0	<3.0	<20	<3.0	<3.0
MonoOT	18	12	15	19	18	28	16	26
DiOT	<3.0	5.3	<3.0	6	6.2	28	<3.0	10
TricykloHT	<3.0	<2.0	<3.0	<3.0	<3.0	<20	<3.0	<3.0
MonoPhT	<3.0	<2.0	<3.0	<3.0	<3.0	<20	<3.0	<3.0
DiPhT	<3.0	<2.0	<3.0	<3.0	<3.0	<20	<3.0	<3.0
TriPhT	<3.0	<2.0	<3.0	<3.0	<3.0	<20	<3.0	<3.0

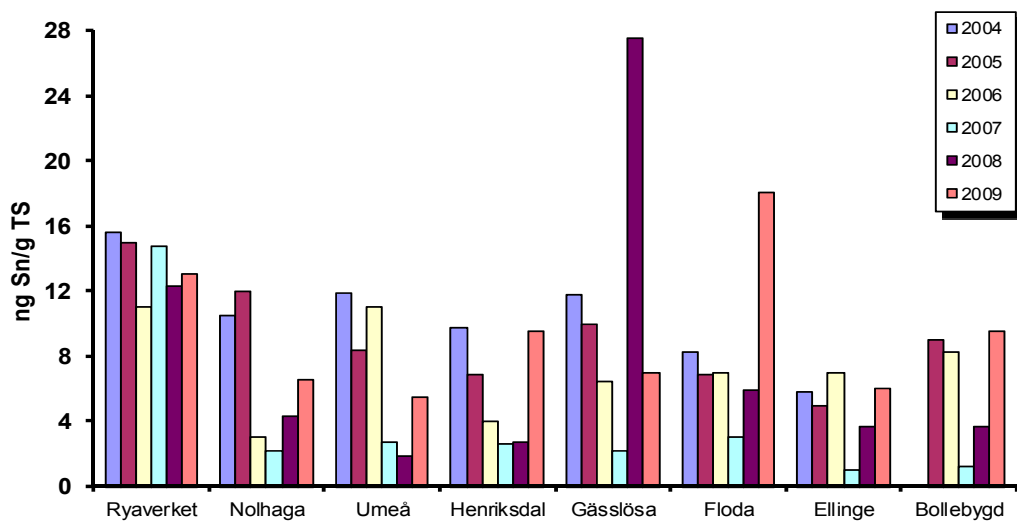
BT = Butyltenn, OT = oktyltenn, HT = Hexyltenn, PhT = Fenyltenn.



Figur 26. Monobutyltennhalter (MBT) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.



Figur 27. Dibutyltennhalter (DBT) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.



Figur 28. Tributyltennhalter (TBT) i avloppsreningsverken (slam) år 2004-2009.

Siloxaner

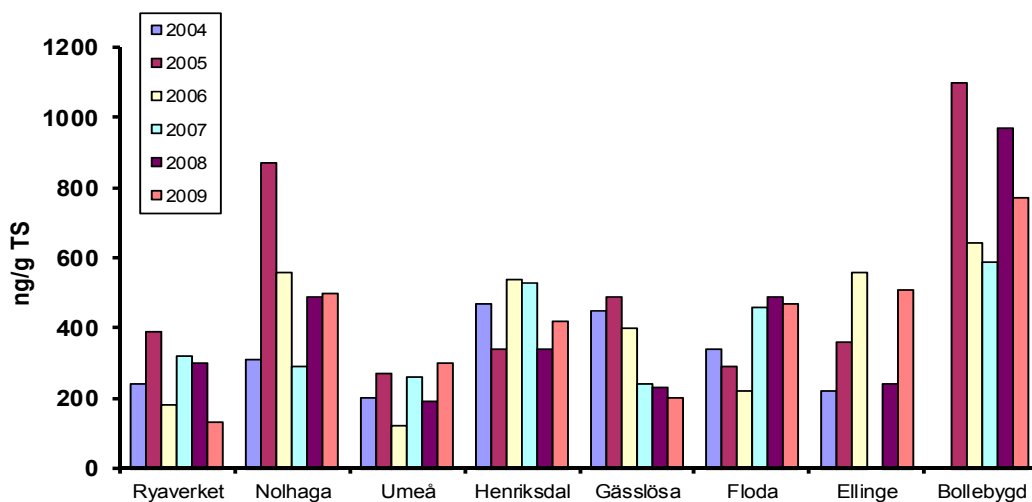
Tabell 17 sammanfattar nomenklaturen för siloxaner och Tabell 18 redovisar halter av siloxaner i avloppsreningsverksslam år 2009. Halterna av cykliska siloxaner (främst D5) var betydligt högre än halterna av linjära siloxaner. Siloxanhalter i avloppsslam, åren 2004-2009, redovisas i Figur 29-31.

Tabell 17. Nomenklatur siloxaner.

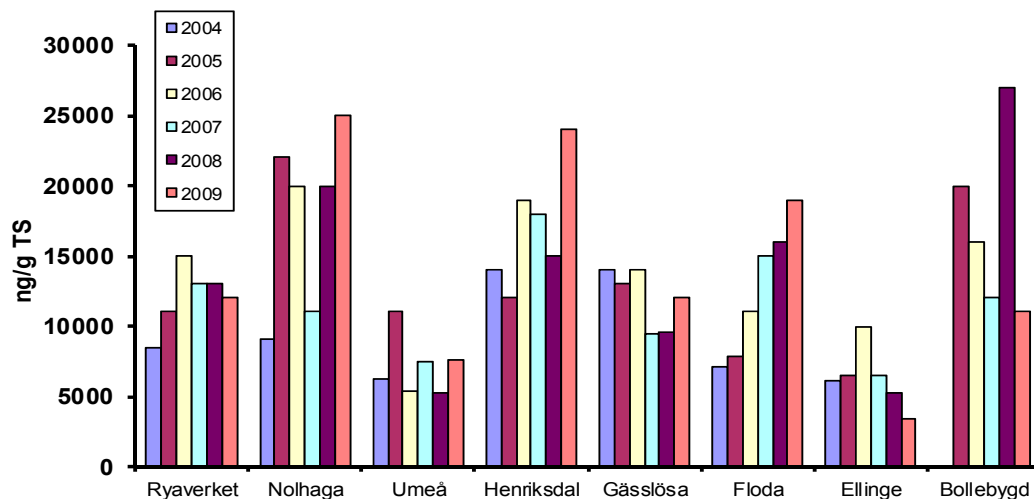
D4	Oktametylcyclo-tetrasiloxan
D5	Dekametylcyclo-pentasiloxan
D6	Dodekametylcyclo-hexasiloxan
MM	Hexametyldisiloxan
MDM	Oktametyl-trisiloxan
MD2M	Dekametyl-tetrasiloxan
MD3M	Dodekametyl-pentasiloxan

Tabell 18. Sammanställning av resultat från 2009-års prover, siloxaner (ng/g TS).

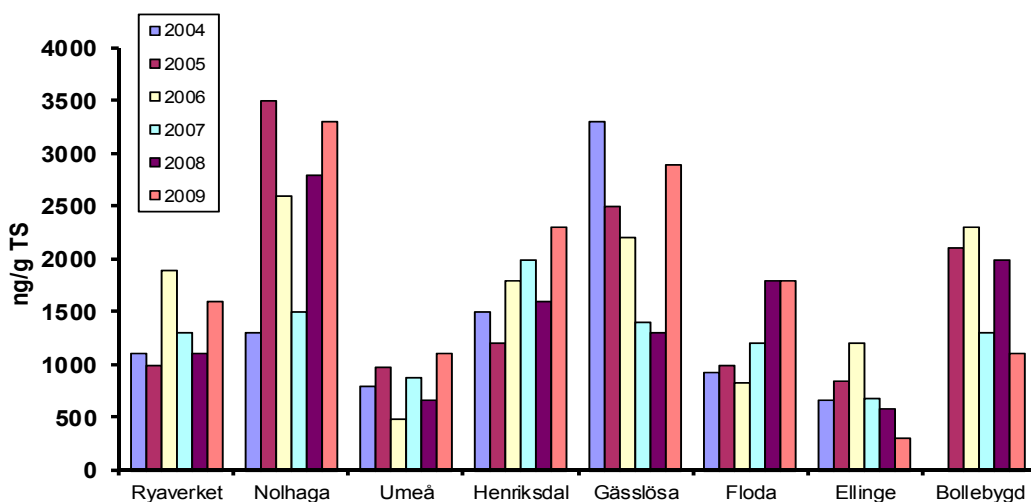
	Rya- verket	Nolhaga	Umeå	Henriks- dal	Gässlösa	Floda	Ellinge	Bolle- bygd
D4	130	500	300	420	200	470	510	770
D5	12000	25000	7600	24000	12000	19000	3400	11000
D6	1600	3300	1100	2300	2900	1800	300	1100
MM	0.49	0.69	0.64	0.51	0.95	3.1	0.43	1.8
MDM	9.2	45	7.6	22	8.8	52	3.5	62
MD2M	36	140	23	89	64	130	7.6	81
MD3M	160	420	96	270	440	350	16	120
Summa D4-D6	14000	29000	9000	27000	15000	21000	4200	13000
Summa MM- MD3M	210	610	130	380	510	540	28	270



Figur 29. Oktametylcyclo-tetrasiloxan (D4) i avloppsreningsverksslam år 2004-2009.



Figur 30. Dekametylcyclopentasiloxan (D5) i avloppsreningsverksslam år 2004-2009.



Figur 31. Dodekametylcyclohexasiloxan (D6) i avloppsreningsverksslam år 2004-2009.

Referenser

1. Naturvårdsverket, Sverige, *Mljöövervakning av slam, Redovisning av resultat från 2004-2006 års provtagningar*, 2007.
2. Naturvårdsverket, Sverige, *Organofosfater i svensk miljö*, 2005.
3. Kemikalieinspektionen, Sverige, http://www.kemi.se/templates/Page_3283.aspx, 2006-04-20.
4. Naturvårdsverket, Sverige, *Screening av triclosan i reningsverk och recipienter*, 2003.
5. Jordbruksverket, Sverige, 2005.