



Test av sparade slamprov från provbank

Jämförelse med resultat från år 2005, 2007 och 2011

Beställare: Naturvårdsverket
Kontrakt: 219 1013
Programområde: Miljögiftssamordning
Delprogram: Miljögifter i urban miljö
Utförare: Peter Haglund;
Kemiska institutionen, Umeå universitet



NATIONELL
MILJÖÖVERVAKNING
PÅ UPPDRAG AV
NATURVÅRDSVERKET

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING.....	2
SYFTE.....	3
BAKGRUND OCH OMFATTNING.....	3
BESKRIVNING AV RENINGSVERK.....	4
PROVER.....	4
ANALYS OCH KVALITETSSÄKRING.....	4
RESULTAT.....	5
DISKUSSION.....	7
APPENDIX 1. COMPILLATION OF CONCENTRATION DATA.....	8

Sammanfattning

Förekomsten av utvalda organiska substanser i arkiverat (provbankat) slam från tre svenska avloppsreningsverk (ARV); Stockholm (Henriksdal), Borås (Gässlösa) och Bollebygd har undersökts. Proven spreds över den tidsperiod (2004-2013) som prover bankats från de tre reningsverken (2005, 2007 och 2011) och följande ämnen/ämnesgrupper undersöktes antibiotika (fluorokinoloner), bromerade difenyletrar (PBDE), fosfatestrar, ftalater, triclosan, metylsiloxaner samt klorerade dibenso-*p*-dioxiner och dibensofuraner (PCDD/F) och bifenyler (PCB). Halterna jämfördes med de halter som tidigare uppmätts vid analys av färskt slam.

De flesta föreningarna verkar vara stabila i slam. Det fanns indikationer på nedbrytning av två antibiotika, Ciprofloxacin och Norfloxacin, två PBDE, BDE47 och BDE99 samt möjligen PCB77. Halterna av dessa var lägre i bankat material från 2005 och 2007 än tidigare rapporterats för färskt material.

Genomgående lägre halter av ftalater detekterades i bankat slam från alla tre reningsverken jämfört med tidigare analyser av färskt material, men för DEHP kunde man inte se någon effekt av hur länge slammet lagrats vilket är svårförklarat. Om det sker nedbrytning i slam vid lagring borde halterna minska med ökande lagringstid.

En möjlighet är heterogenitet i slamproverna. Prov för analys av färskt slam tas av praktiska skäl ut innan frystorkning. Det innebär att de tidigare och senare analyserna utförts på olika delprov av respektive slam. Även om det våta slammet homogeniseras väl innan delning är det troligen ändå inte lika homogent som det frystorkade materialet.

En annan möjlig konsekvens av detta förfarande är att föroreningar, främst ftalater, i det bankade slammet möjligen kunnat degraderats till något högre grad än det delprov som tagits för direkt analys. Frystorkningen kan ta flera dagar, speciellt om vattenhalten är hög.

Syfte

Det övergripande syftet med denna studie var att undersöka slamprover från miljöövervakningen av slam från avloppsreningsverk som sparats i provbank av Naturhistoriska riksmuseet mellan åren 2004 och 2012. Studien ger information om stabiliteten hos ett flertal slamföroreningar vid långtidslagring. Målet var att få svar på hur användbara proverna i provbanken är och få ett underlag för framtida rekommendationer (avseende vilka typer av ämnen som verkar vara stabila/instabila). Detta ska göras genom att:

- Analysera slamprover sparade från tidigare års miljöövervakning med avseende på ett urval av de ämnen som mätts tidigare.
- Jämföra de resultaten med de resultat som uppmätts från "färska" slamprov för att se att de överensstämmer.
- Söka förklaring till eventuella avvikelser.

Bakgrund och omfattning

Provtagning, analys och provbankning av slam från några representativt utvalda svenska reningsverk har gjorts mellan 2004-2012 för att fastlägga tidstrender för halterna av ett stort antal ämnen.

För att resultaten skall kunna utgöra en grund för att bedöma kvaliteten på det provbankade slammet har 3 prover från 3 år och 3 reningsverk valts ut och analyseras med avseende på ett urval av de ämnen som tidigare mätts.

Urval av sparade slamprov

Proven har valts på ett för att spegla de prover som hittills analyserats och sparats i provbank så att det går att undersöka om tiden de lagrats har någon effekt på de nuvarande halterna av uvalda ämnen i slammet.

Reningsverk: Ett större reningsverk (Henriksdahl), ett medelstort reningsverk med stor industriell belastning (Borås) och ett mindre reningsverk med mestadels hushållsbelastning (Bollebygd) valdes ut för studien i samråd med Naturvårdsverket.

År: Proven spreds över den tidsperiod som prover bankats från de tre reningsverken, 2005, 2007 och 2011.

Urval av ämnen

Ett stort antal ämnen har mätts varje år i slam för att möjliggöra tidstrendsstudier. Valet av ämnen inkluderar ämnen som är väldigt stabila samt ämnen som kan anses vara mer lättnedbrytbara eller flyktiga. Följande ämnesklasser har analyserats:

- Organofosfater – Stor skillnad i polaritet och nedbrytbarhet inom gruppen.
- Ftalater – Relativt lättnedbrytbara.
- Antibiotika – Relativt polära och antibakteriella.
- Dioxiner – Troligen mycket persistenta och svårflyktiga (speciellt OCDD/F).
- WHO-PCB – Varierande stabilitet (PCB#77 relativt lättnedbrytbar).
- PBDE – Kan tänkas debromera (speciellt BDE209).
- Metylsiloxaner – Relativt stabila och relativt flyktiga.

Beskrivning av reningsverk

Henriksdals reningsverk

Henriksdals reningsverk finns i Stockholm och är ett av de två största reningsverken i Sverige (730 000 personekvivalenter, p.e.) och har följande orter anslutna: Stockholm, Huddinge, Haninge, Nacka och Tyresö. Reningsverket processar ett blandat avlopp med inslag av industriavlopp och det har dessutom två större sjukhus samt tvätterier och livsmedelsindustri anslutna.

Reningsprocess: Grovrensgaller, sandfång, förluftning och tillsats av järnsulfat, försedimentering, bioreaktor (biologisk rening), eftersedimentering, efterfällning med järnsulfat och sandfilter. Slam förtjockas och rötas (ca. 19 dygn). Polymertillsats sker efter rötning och slammet centrifugeras.

Gässlösa reningsverk

Gässlösa reningsverk är medelstort (82 000 p.e.) och 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.

Reningsprocess: Mekanisk rening med grovrensning, sandfång och flockning, biologisk rening med försedimentering, biobäddar och mellansedimentering, kemisk rening med flockning och slutsedimentering följt av klorkontaktbassäng. Slam förtjockas innan rötningen (ca 25 dygn) och avvattnas m.h.a centrifugering.

Bollebygds reningsverk

Bollebygds reningsverk är ett mindre reningsverk (4 100 p.e.) och processar uteslutande hushållsavlopp från Bollebygds kommun. Verket är utan större industriell belastning, men fr.o.m. hösten 2009 renas även processvatten från färgindustrin.

Reningsprocess: Inkommande vatten passerar ett rens-galler, sedan biologisk rening, mellansedimentering, flockningsbassäng och slutligen slutsedimentering. Slammet stabiliseras aerobiskt.

Prover

För att få så representativa prov som möjligt sker provtagningen varje år under hösten, under normala driftsförhållanden och efter en period med normala väderförhållanden. 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. Proverna överförs till specialdiskade glasburkar och levereras omgående till Umeå universitet. Aktuella driftparametrar vid provtagningstillfället dokumenteras av provtagaren vid respektive reningsverk. Vid ankomst till Umeå universitet delas proverna i portioner för olika analyser och för provbankning (efter frystorkning). Prover för det aktuella projektet har erhållits från Naturhistoriska riksumseet som förvaltar bankat slam på uppdrag av Naturvårdsverket.

Analys och kvalitetssäkring

Proverna är kemiskt analyserade enligt samma metoder som används vid den årliga analysen av varje ämne/ämnesgrupp.

Eftersom många av föroreningarna är relativt nya har det inte alltid gått att använda ackrediterade metoder. Analyserna av dioxiner och PCB har dock gjorts med ackrediterade analysmetoder. Mätosäkerheten för dessa (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, GUM) är +/- 29%.

Eftersom övriga analyser använder samma mätprincip, masspektrometri med isotopspädningsteknik förväntas osäkerheten för övriga analyser vara likande (för ämnen med matchande intern standard) eller något högre (för ämnen utan matchande intern standard).

Resultat

Resultaten från de nya analyserna av arkiverade prover och de ursprungliga analyserna av färskt slam från Henriksdahl, Gässlösa och Bollebygds reningsverk finns sammanställda i Appendix 1. En jämförelse mellan analysresultat för bankade och färska prover har gjorts i Tabell 1 och Tabell 2. I den första jämförelseanalysresultat för polära och semi-polära ämnen och i den andra jämförelseanalysresultat för opolära ämnen.

Bland de polära föreningarna uppvisar organofosfaterna liknande halter mellan ursprungliga och nya analyser (Tabell 1). Merparten av resultaten avviker mindre än 2x mätosäkerheten, vilket är den maximala spridningen som förväntas (då data för den ena analysen råkar hamna vid den övre osäkerhetsgränsen och data för den andra analysen råkar hamna vid den nedre gränsen). I ett fall var halten i de nya analyserna betydligt högre än i de tidigare, TBEP i slam från Bollebygd, 2007.

Ftalaterna uppvisade ofta lägre halter i de nya analyserna än i de ursprungliga. För DEHP var samtliga resultat lägre i de nya analyserna, men det verkar inte finnas något klart samband med lagringstid. För DiNP och DiDP var resultaten mycket mer variabla, ibland högre och ibland lägre i de nya analyserna jämfört med ursprungliga. Detta kan möjligen hänföras till analytiska svårigheter med dessa två "ämnen". De består egentligen av ett stort antal isomerer och är därför svåra att exakt bestämma.

Halterna av antibakteriella ämnen har minskat över tid och är nära detektionsgränsen i prover från senare år. Detta försvårar jämförelse. Kompletta data finns bara för Ciprofloxacin och Triclosan. För Triclosan erhöles jämförbara data vid analys av bankat material och ursprunglig analys av färskt material. Detsamma gäller för Ciprofloxacin i prover från 2010/2011. Däremot var halterna av denna antibiotika lägre i bankat material från 2005 och 2007 än tidigare rapporterats för färskt material. En liknande trend observerades för Norfloxacin (även om komplett data bara finns för slam från Henriksdahl). Halterna av Ofloxacin var så låga att jämförelse inte är meningsfull.

Tabell 1. Relativa halter av 6 organofosfater, 8 ftalater och 4 antibakteriella ämnen i analys av bankat material jämfört med ursprungliga analyser av färskt material. Data som avviker mer än 2x mätosäkerheten har markerats med fet stil och grå tonplatta.

ARV	Henriksdahl			Gässlösa			Bollebygd		
	2005	2007	2011	2005	2007	2011	2005	2007	2010
MPR 3601:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TBP	122%	144%	128%	n.d.	150%	131%	87%	140%	88%
TPP	138%	144%	127%	87%	135%	146%	115%	128%	120%
TCEP	131%	72%	63%	n.d.	129%	125%	67%	61%	106%
TCPP	117%	95%	84%	94%	88%	100%	107%	90%	73%
TDCPP	138%	79%	97%	89%	106%	81%	81%	96%	121%
TBEP	n.d.	145%	97%	n.d.	144%	79%	n.d.	199%	66%
DMP	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
DEP	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
D-n-BP	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
BBzP	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	13%	n.d.
DEHP	59%	19%	25%	22%	25%	23%	n.d.	22%	23%
DOP	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
DiNP	14%	30%	31%	n.d.	30%	130%	n.d.	42%	70%
DiDP	28%	32%	n.d.	15%	26%	268%	38%	28%	3.4%
Norfloxacin	38%	32%	112%	40%	26%	n.d.	29%	41%	n.d.
Ofloxacin	n.d.	163%	44%	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ciprofloxacin	31%	23%	84%	33%	17%	95%	28%	30%	90%
Triclosan	83%	134%	145%	142%	145%	76%	133%	71%	92%
D4	121%	145%	333%	531%	458%	1133%	95%	88%	153%
D5	25%	33%	95%	17%	121%	27%	8%	3%	70%
D6	31%	36%	164%	22%	16%	64%	16%	6%	17%

Metylsiloxaner var svåra att analysera i frystorkat slam och data har större osäkerhet än vanligt (relativt stor spridning mellan duplikat). Halterna av linjära metylsiloxaner var generellt lägre än detektionsgränsen, medans de cykliska siloxanerna (D4, D5 och D6) gick att detektera i samtliga prov. D4 förkom ofta i högre halter i bankat material än i färskt material, vilket kan tyda på kontaminering eller metodskillnader mellan vått och frystorkat material. Övriga data ger heller ingen tydlig trend. Det kan dock konstateras att trots att siloxaner har relativt hög flyktighet går de att detektera i 10 år gammalt material.

Halterna av de flesta övriga opolära föreningarna var jämförbara mellan nya och ursprungliga analyser (Tabell 2). Mycket små skillnader erhöles för de klorerade dioxinerna och dibensofuranerna. Ett avvikande värde erhöles för en hexaklordibensofuran i slam från Gässlösa, 2005. Jämförelse av isomerprofiler (Appendix 1) indikerar en positiv bias vid den ursprungliga analysen.

Även för PCB erhöles mycket jämförbara data. Lägre halter av PCB#77 uppättes för bankat material från Henriksdahl, 2005 och Gässlösa, 2005 och det kan skönjas ett samband med lagringstid. Däremot finns det inte någon sådan trend för slam från Bollebygd.

Tabell 2. Relativa halter av 17 klorerade dioxiner och dibensofuraner, 12 dioxin-lika PCB och 8 bromerade difenylerar (BDE) i analys av bankat material jämfört med ursprungliga analyser av färskt material. Data som avviker mer än 2x mätosäkerheten har markerats med fet stil och grå tonplatta.

ARV	Henriksdahl			Gässlösa			Bollebygd		
	2005	2007	2011	2005	2007	2011	2005	2007	2010
MPR 3601:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TF	76%	125%	143%	61%	106%	74%	141%	139%	61%
PF1	n.d.	123%	117%	n.d.	100%	73%	n.d.	n.d.	64%
PF2	137%	105%	108%	141%	88%	88%	n.d.	147%	67%
HxF1	59%	105%	125%	54%	94%	79%	n.d.	n.d.	93%
HxF2	100%	87%	110%	89%	91%	94%	n.d.	108%	92%
HxF3	74%	83%	105%	106%	77%	103%	n.d.	91%	100%
HxF4	128%	67%	112%	n.d.	109%	128%	n.d.	96%	83%
HpF1	88%	98%	90%	86%	103%	100%	63%	152%	96%
HpF2	71%	n.d.	140%	70%	n.d.	84%	n.d.	n.d.	89%
OF	73%	100%	128%	81%	108%	74%	87%	128%	99%
TD	n.d.	n.d.	109%	n.d.	n.d.	104%	n.d.	n.d.	n.d.
PD	n.d.	n.d.	90%	n.d.	n.d.	128%	n.d.	n.d.	n.d.
HxD1	n.d.	n.d.	119%	n.d.	n.d.	100%	n.d.	n.d.	n.d.
HxD2	117%	125%	126%	133%	126%	141%	132%	133%	83%
HxD3	71%	131%	118%	85%	133%	126%	n.d.	159%	119%
HpD	105%	135%	115%	138%	138%	158%	97%	139%	112%
OD	92%	122%	130%	130%	130%	124%	111%	140%	98%
#77	59%	77%	97%	61%	97%	136%	107%	141%	98%
#81	n.d.	n.d.	80%	n.d.	n.d.	117%	n.d.	n.d.	79%
#126	97%	74%	83%	117%	82%	96%	120%	109%	68%
#169	106%	86%	110%	103%	124%	127%	130%	148%	93%
#105	125%	92%	120%	n.d.	122%	119%	99%	87%	72%
#114	n.d.	78%	132%	n.d.	84%	70%	110%	75%	n.d.
#118	121%	88%	131%	n.d.	132%	144%	100%	93%	89%
#123	n.d.	n.d.	80%	n.d.	n.d.	111%	n.d.	n.d.	n.d.
#156	100%	90%	90%	n.d.	120%	84%	94%	107%	72%
#157	130%	94%	100%	n.d.	156%	92%	71%	84%	64%
#167	115%	98%	90%	129%	116%	105%	136%	127%	97%
#189	120%	133%	67%	n.d.	109%	65%	152%	142%	89%
BDE28	80%	n.d.	n.d.	n.d.	64%	97%	n.d.	n.d.	85%
BDE47	49%	42%	67%	n.d.	31%	82%	39%	32%	94%
BDE99	61%	40%	88%	n.d.	40%	94%	58%	47%	83%
BDE100	65%	88%	92%	n.d.	76%	113%	103%	74%	92%
BDE153	69%	67%	94%	n.d.	92%	147%	77%	96%	82%
BDE154	64%	93%	79%	n.d.	80%	100%	78%	100%	84%
BDE183	74%	71%	133%	n.d.	93%	98%	22%	101%	79%
BDE209	126%	78%	121%	n.d.	114%	88%	136%	117%	103%

För de bromerade difenyletrarna erhöles oftast likande resultat mellan ursprungliga och nya analyser. Undantagen var två lågbromerade ämnen, BDE47 och BDE99, vilka var lägre i slam från provbank än i färskt slam. Lägre halter uppmättes även för BDE183 i slam från Gässlösa, 2005. Övriga reningsverk uppvisade dock jämförbara halter för detta ämne.

Diskussion

Det verkar ske en nedbrytning av två antibiotika, Norfloxacin och ciprofloxacin, samt två bromerade difenyletrar, BDE47 och BDE99, under lagring. Möjligen sker även viss degradering av PCB77.

När det gäller BDE är det troligt att det rör sig troligen om reduktiv debromering som lätt inträffar p.g.a. den svaga bindningen mellan brom och kol.

PCB77 har närliggande (vicinala) väten och är därför relativt känsliga för enzymatisk oxidation (möjligen extracellulär). Möjligen har den degraderat till vis del i det äldsta slammet från Henriksdahl och Gässlösa. Avsaknad på tidstrend i slam från Bollebygd talar emot det. Detta slam har dock stabiliserats aerobt istället för anaerobt (rötning) vilket kan tänkas leda till andra slamegenskaper.

De genomgående lägre halterna av ftalater i bankat slam från alla tre reningsverken är svårare att förstå. Om det sker nedbrytning i slam vid lagring borde halterna minska med ökande lagringstid.

Övriga avvikande data har troligen orsakats av interferenser vid analyserna eller heterogenitet i slamproverna. Prov för analys av färskt slam tas av praktiska skäl ut innan frystorkning. Det innebär att de tidigare och senare analyserna utförts på olika delprov av respektive slam. Även om det våta slammet homogeniseras väl innan delning är det troligen ändå inte lika homogent som det frystorkade materialet.

En annan möjlig konsekvens av detta förfarande är att föroreningar, främst ftalater, i det bankade slammet möjligen kunnat degraderats till något högre grad än det delprov som tagits för direkt analys. Frystorkningen kan ta flera dagar, speciellt om vattenhalten är hög.

För övriga föroreningar (vid sidan av ftalater) verkar det inte som frystorkningen leder till några förluster via avdunstning eller nedbrytning. Det är god överensstämmelse mellan de ursprungliga data och data för bankat frystorkat material från 2010/2011.

Slutsatser

Däremot verkar finnas viss biologisk aktivitet i det bankade materialet. Den verkar påverka ftalater som är kända för att vara relativt lätta att biodegradera, men även vissa PCB och PBDE föreningar. I det senare fallet påverkas främst minsta föreningarna, vilka är mest vattenlösliga och är mest lättrörliga; vilket gör dem mest sårbara för biotisk och abiotisk degradering under långtidslagring.

Det skulle därför vara motiverat att spara lite av det frystorkade materialet vid mycket låg temperatur. Vid Naturhistoriska riksmuseet finns möjlighet till lagring vid -80 C, men kapaciteten är begränsad. Genom att sänka temperaturen minskar eventuell biologisk aktivitet liksom hastigheten av andra nedbrytningsreaktioner.

Appendix 1. Compilation of concentration data.

		Nya data									Original data								
ARV		Henriksdahl			Gässlösa			Bollebygd			Henriksdahl			Gässlösa			Bollebygd		
År		2005	2007	2011	2005	2007	2011	2005	2007	2010	2005	2007	2011	2005	2007	2011	2005	2007	2010
MPR 3601:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TBP	ng/g	780	360	370	20	18	17	130	28	14	640	250	290	n.d.	12	13	150	20	16
TPP	ng/g	262	78	103	628	73	86	1000	217	253	190	54	81	720	54	59	870	170	210
TCEP	ng/g	17	13	15	53	8	3.5	24	20	19	13	18	24	n.d.	6.2	2.8	36	33	18
TCPP	ng/g	1400	950	1600	2350	1400	1700	950	800	800	1200	1000	1900	2500	1600	1700	890	890	1100
TDCPP	ng/g	130	87	125	793	138	57	250	193	279	98	110	130	890	130	70	310	200	230
TBEP	ng/g	1040	1040	2710	663	517	473	340	338	369	n.d.	720	2800	n.d.	360	600	n.d.	170	560
DMP	µg/g	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
DEP	µg/g	0.03	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.02	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
D-n-BP	µg/g	0.16	0.02	0.02	0.02	0.14	0.02	1.5	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
BBzP	µg/g	0.06	0.07	0.47	0.04	0.09	0.04	0.14	0.11	0.08	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.87	<0.01
DEHP	µg/g	30	12	14	7.7	11	9.3	25	18	11	51	64	55	35	44	41	75	82	48
DOP	µg/g	<0.5	<0.2	<0.6	<0.3	<0.2	<0.3	<0.3	<0.3	<0.2	<0.2	0.57	<0.2	<0.2	0.3	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
DiNP	µg/g	7.2	9.1	20	5.2	7.6	10	13	16	14	53	30	64	26	25	7.7	33	38	20
DiDP	µg/g	8.0	6.0	14	7.2	8.2	11	4.2	2.8	2.6	29	19	<0.4	49	31	4.1	11	10	76
Norfloxacin	µg/g	0.65	0.58	0.29	0.60	0.44	0.29	0.56	0.62	0.28	1.7	1.8	0.26	1.5	1.7	<0.1	1.9	1.5	n.d.
Ofloxacin	µg/g	0.11	0.13	0.15	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.08	0.34	n.d.	n.d.	<0.1	n.d.	n.d.	n.d.
Ciprofloxacin	µg/g	1.4	2.0	2.1	1.4	1.7	2.0	3.4	1.9	1.8	4.5	8.8	2.5	4.2	10	2.1	12	6.3	2.0
Triclosan	µg/g	4.9	5.1	1.6	5.1	4.2	1.3	5.2	2.7	0.92	5.9	3.8	1.1	3.6	2.9	1.7	3.9	3.8	1.0
D4	ng/g	410	770	1000	2600	1100	1700	1050	520	260	340	530	300	490	240	150	1100	590	170
D5	ng/g	3000	6000	5900	2200	880	1000	1550	360	1600	12000	18000	6200	13000	9400	3700	20000	12000	2300
D6	ng/g	370	720	950	560	220	340	330	74	96	1200	2000	580	2500	1400	530	2100	1300	550
MM	ng/g	1.2	2.6	7.2	1.4	1.4	0.6	0.6	1.9	0.3	<0.2	<0.2	0.10	0.3	<0.2	0.90	0.4	6.7	1.10
MDM	ng/g	<10	<10	16	<10	<10	<10	<10	<10	<10	5.8	17	21	4.8	4.9	19	18	19	40
MD2M	ng/g	<10	15	31	<10	<10	<10	<10	<10	<10	18	63	43	12	19	37	15	26	43
MD3M	ng/g	<10	27	55	<10	<10	<10	<10	<10	17	91	180	100	85	100	68	150	110	260

Nya data

Original data

ARV		Nya data						Original data											
		Henriksdahl			Gässlösa			Bollebygd			Henriksdahl			Gässlösa			Bollebygd		
År		2005	2007	2011	2005	2007	2011	2005	2007	2010	2005	2007	2011	2005	2007	2011	2005	2007	2010
MPR 3601:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TF	pg/g	9.9	2.5	4.3	2.3	1.9	1.7	2.4	0.89	1.1	13	2.0	3.0	3.8	1.8	2.3	1.7	0.64	1.8
PF1	pg/g	1.2	1.0	1.4	1.0	0.82	0.67	1.1	0.52	0.58	n.d.	0.81	1.2	n.d.	0.82	0.92	n.d.	n.d.	0.91
PF2	pg/g	2.6	2.0	2.7	2.4	1.5	2.1	2.6	0.78	0.87	1.9	1.9	2.5	1.7	1.7	2.4	n.d.	0.53	1.3
HxF1	pg/g	2.9	2.2	2.5	3.4	1.7	1.9	3.7	0.89	1.3	4.9	2.1	2.0	6.3	1.8	2.4	n.d.	n.d.	1.4
HxF2	pg/g	4.7	2.0	2.2	3.4	2.0	1.7	2.4	0.84	1.1	4.7	2.3	2.0	3.8	2.2	1.8	n.d.	0.78	1.2
HxF3	pg/g	3.2	2.0	2.0	3.6	3.7	3.2	3.5	2.9	2.1	4.3	2.4	1.9	3.4	4.8	3.1	n.d.	3.2	2.1
HxF4	pg/g	0.50	0.59	0.73	1.1	1.2	1.0	1.5	0.79	1.0	0.39	0.89	0.65	n.d.	1.1	0.78	n.d.	0.82	1.2
HpF1	pg/g	72	46	27	74	40	29	31	41	24	82	47	30	86	39.0	29	49	27	25
HpF2	pg/g	3.0	1.7	1.4	2.8	1.6	1.6	2.1	0.90	1.6	4.2	n.d.	1.0	4.0	n.d.	1.9	n.d.	n.d.	1.8
OF	pg/g	350	170	100	340	140	55	260	110	89.95	480	170	78	420	130	74	300	86	91
TD	pg/g	0.29	0.19	0.25	0.36	0.17	0.25	0.12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.23	n.d.	n.d.	0.24	n.d.	n.d.	0.19
PD	pg/g	0.96	0.57	0.47	1.1	0.57	0.51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.52	n.d.	n.d.	0.40	n.d.	n.d.	1.0
HxD1	pg/g	1.2	0.72	0.69	1.3	0.89	1.1	1.3	0.73	n.d.	n.d.	n.d.	0.58	n.d.	n.d.	1.1	n.d.	n.d.	1.6
HxD2	pg/g	5.6	4.5	4.8	6.4	4.3	5.5	3.3	2.4	1.9	4.8	3.6	3.8	4.8	3.4	3.9	2.5	1.8	2.3
HxD3	pg/g	3.2	1.7	2.0	3.3	2.0	2.4	2.7	1.1	1.9	4.5	1.3	1.7	3.9	1.5	1.9	n.d.	0.69	1.6
HpD	pg/g	200	100	100	180	110	160	90	50	65	190	74	87	130	80	101	93	36	58
OD	pg/g	1200	890	860	1300	910	840	710	420	430	1300	730	660	1000	700	680	640	300	440
#77	pg/g	220	200	220	270	120	150	120	79	54	376	260	226	440	124	110	112	56	55
#81	pg/g	9.9	9.0	7.9	7.9	4.3	4.8	5.0	3.4	4.6	n.d.	n.d.	9.9	n.d.	n.d.	4.1	n.d.	n.d.	5.8
#126	pg/g	32	25	25	34	23	22	24	12	9.5	33	34	30	29	28	23	20	11	14
#169	pg/g	5.7	4.2	4.3	6.9	5.6	4.2	3.0	3.1	2.8	5.4	4.9	3.9	6.7	4.5	3.3	2.3	2.1	3.0
#105	pg/g	1500	1200	1200	1100	900	760	710	450	460	1200	1300	1000	n.d.	740	640	720	520	640
#114	pg/g	120	94	100	63	59	39	53	39	30	n.d.	120	76	n.d.	70	56	48	52	n.d.
#118	pg/g	4600	3800	4200	4900	3300	2300	2100	1400	1700	3800	4300	3200	n.d.	2500	1600	2100	1500	1900
#123	pg/g	78	61	48	44	65	40	23	26	17	n.d.	n.d.	60	n.d.	n.d.	36	n.d.	n.d.	n.d.
#156	pg/g	1500	900	900	2500	980	810	630	450	430	1500	1000	1000	n.d.	820	960	670	420	600
#157	pg/g	390	150	140	310	150	120	92	70	89	300	160	140	n.d.	96	130	130	83	140
#167	pg/g	620	410	430	1080	370	410	258	178	74	540	420	480	840	320	390	190	140	76
#189	pg/g	240	120	120	510	120	110	76	51	50	200	90	180	n.d.	110	170	50	36	56
BDE28	µg/g	0.47	n.d.	n.d.	0.17	0.16	0.37	n.d.	n.d.	0.28	0.59	0.41	0.61	n.d.	0.25	0.38	0.46	0.17	0.33
BDE47	µg/g	19	16	12	38	11	14	13	11	16	39	38	18	n.d.	36	17	33	34	17
BDE99	µg/g	23	20	14	56	14	15	18	15	10	38	50	16	n.d.	35	16	31	32	12
BDE100	µg/g	5.5	6.0	3.5	12	4.1	4.5	6.8	4.0	3.6	8.4	6.8	3.8	n.d.	5.4	4.0	6.6	5.4	3.9
BDE153	µg/g	2.7	2.0	1.6	4.7	3.5	2.5	2.0	2.6	1.8	3.9	3.0	1.7	n.d.	3.8	1.7	2.6	2.7	2.2
BDE154	µg/g	2.1	2.5	1.1	4.9	2.0	2.1	1.8	2.0	1.6	3.3	2.7	1.4	n.d.	2.5	2.1	2.3	2.0	1.9
BDE183	µg/g	1.4	1.2	0.68	0.87	1.3	0.98	0.43	0.85	0.46	1.9	1.7	0.51	n.d.	1.4	1.0	2.0	0.84	0.58
BDE209	µg/g	390	380	570	800	330	420	150	140	380	310	490	470	n.d.	290	480	110	120	370