



UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



RAPPORT

Miljöövervakning av miljögifter i urbana områden - sammanställning och analys

2010-09-03

Upprättad av: John Sternbeck och Ann Helén Österås
Granskad av: John Sternbeck och Ann Helén Österås

RAPPORT

Miljöövervakning av miljögifter i urbana områden - sammanställning och analys

Kund

Naturvårdsverket
106 48 Stockholm
Avtal 2150943

Konsult

WSP Environmental
121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 8 688 60 00
Fax: +46 8 688 69 22
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se

Kontaktpersoner

Uppdragsansvarig: John Sternbeck, 08-688 6319
Handläggare: Ann Helén Österås

Sammanfattning

Data från Naturvårdsverkets program för screening av miljögifter har inventerats och utvärderats i syfte att belysa miljögifter i urbana områden. Utvärderingen görs för slam från kommunala reningsverk och för prov från urban yttre miljö (luft, sediment, ytvatten, biota och jord). Det övergripande syftet är att undersöka om det är möjligt att förutsäga vilka kemikalier som kan förekomma i förhöjda halter i tätorter, baserat på kunskap om deras användning och deras egenskaper. Hypotesen är att många kemikalier sprids diffust från de varor och material som förekommer i tätorter, och att denna spridning påverkar halterna i den urbana miljön.

I slam har ca 240 av ca 310 undersökta ämnen påträffats. I yttre miljö har 44 av ungefär 110 undersökta ämnen påträffats i halter som är högre än i bakgrundsområden. De ämnen som identifierats är i hög grad sådana ämnen som förekommer i varor och material. Kemikalieinspektionen (2005) har med ett s.k. exponeringsindex skattat potentialen för diffus spridning för de ämnen som är registrerade i produktregistret. Denna utvärdering visar att det finns ett samband mellan dessa exponeringsindex och de halter som uppmätts i sediment och slam, även om osäkerheten för enskilda ämnen är stor. Utvärderingen visar också att de ämnen som påträffas i höga halter i slam oftast också är förhöjda i den urbana yttre miljön samt att de ämnen som inte eller bara sällsynt påträffas i slam endast i ett fåtal fall visar en urban miljöpåverkan (3 av 25 ämnen). Sammantaget styrker dessa observationer hypotesen att diffus spridning är en viktig process som påverkar både slamkvaliteten och den yttre miljön i tätorter.

Baserat på ovanstående slutsatser föreslår vi att kemikaliers förekomst i slam kan användas för att identifiera ämnen som torde uppträda i förhöjda halter i tätorter. Utifrån de slamdata som här utvärderats kan vi identifiera t.ex. klorparaffiner, organiska fosforföreningar, siloxaner och pentabromerade difenyletrar, ämnen för vilka ytterligare screeningar krävs. Flera nationella och internationella undersökningar visar att dessa ämnen är starkt förhöjda i tätortsmiljön, vilket kan ses som en validering av den föreslagna metoden. I rapporten diskuteras också behovet av en regelbunden miljögiftsövervakning i tätorter.

Innehåll

1.	Inledning	5
2.	Metodik	6
3.	Inventering av miljögiftsdata från urbana områden	8
3.1.	Reningsverk	8
3.2.	Yttre miljö	12
4.	Diskussion	19
4.1.	Reningsverk	19
4.2.	Yttre miljö	21
4.3.	Jämförelse av slam och yttre miljö	24
5.	Förslag till nationell urban miljögiftsövervakning	26
6.	Slutsatser	28
7.	Referenser	29
	Bilaga 1. De nationella screeningundersökningar som utvärderats.	30
	Bilaga 2. Översikt över alla ämnen som undersökts i slam från kommunala reningsverk.	32
	Bilaga 3. Sammanställning av resultat från yttre miljö	40
	Bilaga 4. Halter och relativ förhöjning av ämnen i yttre miljö	44

Uppdragsnr: 10130707		
Daterad: 2010-09-03	Status: Slutrapport	

1. Inledning

Historiskt sett har spridning av toxiska miljöföroreningar såsom metaller, PAH och olika klorerade ämnen ofta uppmärksammats vid punktkällor. Inom jordbruket används ett stort antal bekämpningsmedel och här har man under de senast årtiondena övergått från klore-erade och persistenta ämnen till mer lättnedbrytbara ämnen. Under de senaste ca 15 åren har forskningen och debatten kring miljögifter har breddats till att även omfatta det stora antal miljö- och hälsofarliga kemikalier som används i konsumenttillgängliga varor och produkter. Flödena av dessa varor och produkter följer befolkningen, vilket medför en upplagring av de associerade kemikalierna i tätorter.

I Sverige påvisade t.ex. Naturvårdsverkets forskningsprogram ”Metaller i Stad och Land” att stora mängder metaller är upplagrade i varor och produkter i tätorter, och att detta kunde föranleda lokal miljöpåverkan. Tusentals organiska ämnen förekommer också i konsumenttillgängliga varor. Dessa ämnen kan spridas till inom- och utomhusmiljön genom slitage, utlakning och vaporisering, s.k. diffus spridning. Undersökningar av damm och luft inomhus har i många länder visat förhöjda halter av moderna och hälsofarliga kemikalier (t.ex. Harrad m.fl., 2010), ämnen som antas härröra från t.ex. datorer, möbler och textilier. Det har även påvisats att den urbana yttre miljön, relativt bakgrundområden, uppvisar förhöjda halter av många av de organiska ämnen som används i dagens samhälle (t.ex. Kolpin m.fl., 2001; Jaward m.fl., 2004, Ding m.fl., 2009).

I Sverige har den nationella miljöövervakningens screeningprogram i flera fall påvisat förhöjda föroreningshalter i tätorter (NV, 2009). Detta har ofta tolkats som resultatet av diffusa emissioner snarare än av punktkälla-utsläpp. I Sverige är Stockholm troligen den stad vars sjöar och vattendrag undersökts mest avseende miljögifter. Sedimentundersökningar har visat att de ämnen som används i material och produkter i Sverige idag också var förhöjda i de centrala delarna av Stockholm, och inte minst i vattendrag runt mer nybyggda förorter (Sternbeck m.fl., 2003).

Spridningen till yttre miljö sker bl.a. via dagvatten och spillvatten som leds till reningsverken. I varierande grad minskas härmed spridningen till yttre miljö, men många ämnen sprids vidare från reningsverken till recipienterna. Det har uppmärksammats att dagens reningverk ofta har svårt att rena polära organiska ämnen (Reemtsma m.fl., 2006).

Denna rapport syftar till att utvärdera och sammanfatta vad vi kan säga om miljögiftstillståndet i tätorter utifrån nationell miljöövervakning. Till grund för denna bedömning ligger Naturvårdsverkets screeningprogram av miljögifter, där drygt 60 undersökningar genomförts. Många av dessa undersökningar innefattar prov från tätorter men någon samlad utvärdering av tätortsprov har hittills inte genomförts. Utvärderingen omfattar data från yttre miljö och från reningsverk. Reningsverken ger delvis en bild av vilka miljögifter som omsätts i tätorter och är därför intressant. Resultaten från yttre miljö och från reningsverk jämförs och eventuella skillnader i slutsatser diskuteras. Ett övergripande mål med utvärderingen är att undersöka om det finns något samband mellan kemikaliers användning och persistens, och deras eventuella påverkan på urban miljö. Denna utvärdering utgör också underlag för en bredare utredning om miljöstillståndet i svenska tätorter (WSP, 2010).

Uppdragsnr: 10130707		
Daterad: 2010-09-03	Status: Slutrapport	

2. Metodik

Utvärderingen baseras främst på data från Naturvårdsverkets screeningprogram för miljögifter. Vi har bl.a. använt Naturvårdsverkets screeningdatabas som förvaltas av IVL och vid tidpunkten för utdraget (december 2009) omfattande 64 undersökningar från perioden 2000-2008, och knappt 70 000 enskilda analysvärden. Data för metaller i ytvatten och luft finns främst från Naturvårdsverkets långsiktiga miljöövervakningsprogram och utvärderas i samband med en allmän genomgång av urban miljövakning för luft och ytvatten (ref till våra andra rapport).

Utvärderingen omfattar data om miljögifter i urban miljö, och är främst inriktad på att bedöma vilka ämnen som förekommer i förhöjda halter i urbana miljöer. Generellt genomförs denna typ av undersökningar en gång och sällan kan man därför bedöma tidstrender. Data har grupperats efter:

- Reningsverk
- Yttre miljö: sediment, ytvatten, biota och luft.

Totalt bedömdes det att prover från slam eller urban yttre miljö kunde finnas i 46 av de 64 undersökningarna. Databasen innehåller en kolumn med stationstyp och i vissa undersökningar var data kodade så att urbana data kunde identifieras. Generellt var det svårt att ur databasen söka ut prov från yttre miljö. I många undersökningar saknas denna information. Mätvärden och annan information om urbana prover hämtades istället från respektive rapport. För yttre miljö var i flera fall även rapporterna otydliga avseende typ av provpunkt. Det är inom denna övergripande utvärdering inte möjligt att manuellt identifiera alla provpunkter som är urbana. Utvärderingen av miljögifter i yttre miljö är därför avgränsad till de undersökningar där information om typ av provlokal var tydligt redovisad. Inga prov från t.ex. industrier eller hamnar ingår i utvärderingen. Totalt omfattar utvärderingen 34 undersökningar för slam från kommunala reningsverk och 27 undersökningar för yttre miljö (se bilaga 1).

Data från reningsverk kan användas som indikator på diffus spridning från hushållspillvattnen och dagvatten. Många kommunala reningsverk belastas även av industriella avlopp. Information om typ av belastning finns i databasen för många reningsverk, men saknas för ungefär lika många. Industriella reningsverk är exkluderade men kommunala reningsverk som delvis belastas av industrier ingår därför.

Från kommunala reningsverk finns prov på slam. Att identifiera alla dessa prov i databasen har krävt manuell granskning och sökning. Databasen innehåller information om stationstyp (FSTATYP) men prov från kommunala reningsverk har inte bara återfunnits under stationstypen "reningsverk" utan i mycket stor utsträckning även under följande stationstyper: "diffus arv"; "diffus"; "urban" och "tomma". Eftersom dessa stationstyper även innehåller andra typer av data har sökningen gjorts manuellt.

Uppdragsnr: 10130707		
Daterad: 2010-09-03	Status: Slutrapport	

För att ge en ungefärlig beskrivning av haltnivåer för de ämnen som uppträder i slam har aritmetiska och geometriska medelvärden samt standardavvikelse beräknats. I databasen är nästan hälften (45 %) av alla värden för halter i slam rapporterade som <-värden. För att ändå kunna beskriva haltnivåer för ämnen där vissa prov rapporterats som <-värde har vi ersatt dessa värden med halva rapporteringsgränsen. För de ämnen där mer än hälften av värden är <-värden anger vi ingen medelhalt. Ämnen som analyserats i 1-2 prov redovisas inte, då vi dessa värdenas representativitet inte kan bedömas.

Data för yttre miljö utvärderas enligt följande struktur:

- Föreligger data från urban yttre miljö?
- Är halterna förhöjda relativt regional eller nationell bakgrund?
- Hur stor är den relativa förhöjningen?
- Vilka matriser uppvisar förhöjda halter i urbana områden?

Antalet mätvärden i slam är i medeltal ca 30 per ämnen. För yttre miljö är det vanligen några få mätvärden per undersökt matris. Halternas representativitet är därför betydligt högre för slam, medan rapporterade halter i yttre miljö får betraktas som storleksordningar. För att identifiera urban påverkan i yttre miljö krävs att halterna i en viss matris kan relateras till halter i en referenslokal. Inom screeningundersökningarna förekommer två typer av referenslokaler:

1. avlägsna bakgrundslokaler som t.ex. Råö för luft
2. lokala bakgrundslokaler som t.ex. i ett vattendrag uppströms en tätort.

I det material som här inventerats är den första typen något vanligare, men båda förekommer. Då provantalet vanligen är litet för urbana prov har vi begränsad kunskap om variabiliteten. Att avgöra vilka ämnen som är förhöjda är därför i viss mån subjektivt, men för alla ämnen där halterna i en tätort är minst dubbelt så höga som i en bakgrundslokal har ämnet klassats som förhöjt.

3. Inventering av miljögiftsdata från urbana områden

I detta kapitel ges en övergripande beskrivning av de data som utvärderats. Redovisningen omfattar:

- hur många ämnen har påvisats respektive ej påvisats
- i vilka haltnivåer uppträder de olika ämnena
- vilken typ av ämnen påträffas

För yttre miljö redovisas också:

- i vilka matriser har urban påverkan påvisats
- i vilken grad är halterna förhöjda.

I kapitel 5 diskuteras resultaten i förhållande till vad vi vet om ämnens persistens och användningsmönster.

3.1. Reningsverk

Totalt omfattar databasen ca 10 000 prov på slam från kommunala reningsverk. Ungefär 314 ämnen¹ har analyserats i slam. Av dessa ämnen har 239 stycken återfunnits i ett eller flera slamprov, 71 ämnen återfanns i samtliga analyserade prov och ytterligare ca 20 ämnen i mer än 90% av analyserade prov. I vissa fall är få prov analyserade och detektionsfrekvensen blir ungefärlig. Medelvärden anges för att kunna göra en grov rangordning av vilka ämnen som uppträder i låga resp. höga halter. Osäkerheten i dessa värden ökar dock med avtagande detektionsfrekvens. För ämnen med detektionsfrekvens lägre än 25% anges ingen medelhalt. Samtliga analyserade ämnen anges med detektionsfrekvens och medelhalt i bilaga 2.

För ett och samma ämne kan halterna variera stort mellan olika prov, olika undersökningar eller mellan olika år. Detta återspeglas i vissa fall i höga CV-värden. Geometriska medelvärden är mindre känsliga än aritmetiska medelvärden för extremvärden. Därför anges båda typerna av medelvärden i bilaga 2 medan redovisningen i detta kapitel främst använder geometriskt medelvärde.

Samtliga ämnen som uppträder med geometriska medelhalter över 1 mg/kg ts listas i Tabell 1. De organiska ämnen som uppträder i högst halter är LAS, di(2-etylhexyl)ftalat, di-iso-nonylftalat, nonylfenol och långkedjiga klorparaffiner. LAS (summa C10-C14) uppträder i nästan 10 gånger högre halter än den näst vanligaste organiska föreningen (DEHP). Flera metaller uppträder i liknande halter som LAS och DEHP. De övriga ämnesgrupper som uppträder i halter över 1 mg/kg är klorparaffiner, ftalater, alkylfenoler,

¹ Vissa kan vara dubletter pga att flera termer ibland används för samma ämnen i databasen.

siloxaner, läkemedel, toluen och fosfatestrar. Samtliga är ämnen som är vanligt förekommande kemikalier i samhället. I grupperna ftalater, alkylfenoler, siloxaner, läkemedel och fosfatestrar finns även ämnen som uppträder i betydligt lägre halter än 1 mg/kg.

Tabell 1. De ämnen som uppträder i högst halter i slam. OBS halter i mg/kg.

PARAMETER	det. frek. %	geomedel µg/g	CV %
aluminium	100%	42 230	89%
Linear alkyl benzene sulfonate, C10-14	100%	493	85%
zinc	100%	311	56%
copper	100%	214	56%
Di-(2-etylhexyl)ftalat	100%	59	171%
Long chain chlorinated paraffins	100%	52	74%
Di-iso-nonylftalat	100%	37	48%
chromium	97%	25	88%
Di-iso-decylftalat	100%	20	60%
lead	100%	15	80%
4-nonylphenol, branched	100%	13	225%
vanadium	100%	11	76%
Nonylfenol	99%	9,8	104%
nickel	96%	9,8	72%
silver	100%	9,1	69%
dekametylcyklopentasiloxan	98%	8,1	76%
galaxolide	100%	7,6	81%
4-nonylphenol-mono-ethoxylate	100%	7,6	206%
N-didecyldimethylammonium chloride	100%	6,0	119%
Triclosan	100%	4,5	124%
Ciprofloxacin	100%	4,2	59%
Pigment red 170, CI 12475	100%	3,8	151%
cobalt	91%	3,6	57%
medium chain chlorinated paraffin (C14-C17)	100%	3,4	80%
antimony	100%	2,6	135%
arsenic	100%	2,1	57%
2-Etylhexyldifenylfosfat	100%	1,9	56%
Norfloxacin	97%	1,5	75%
dodekametylcyklohexasiloxan	98%	1,1	85%
toluene	85%	1,1	364%
2-etylhexyl difenylfosfat	100%	1,0	84%

I slam påträffas även ämnen som är förbjudna eller som bildas oavsiktligt. Exempel på sådana ämnesgrupper är klorerade dioxiner och furaner, klorbensener, klorfenoler, PAH och tributyltenn (Tabell 2). Dessa ämnen uppträder huvudsakligen i halter under ca 0,2 mg/kg. Inom gruppen klorfenoler är flertalet ämnen ej detekterade och inom klorbensener förekommer mycket stora haltvariationer mellan olika år.

Tabell 2. Förbjudna eller oavsiktligt bildade ämnen som uppträder i slam. OBS halter i µg/kg.

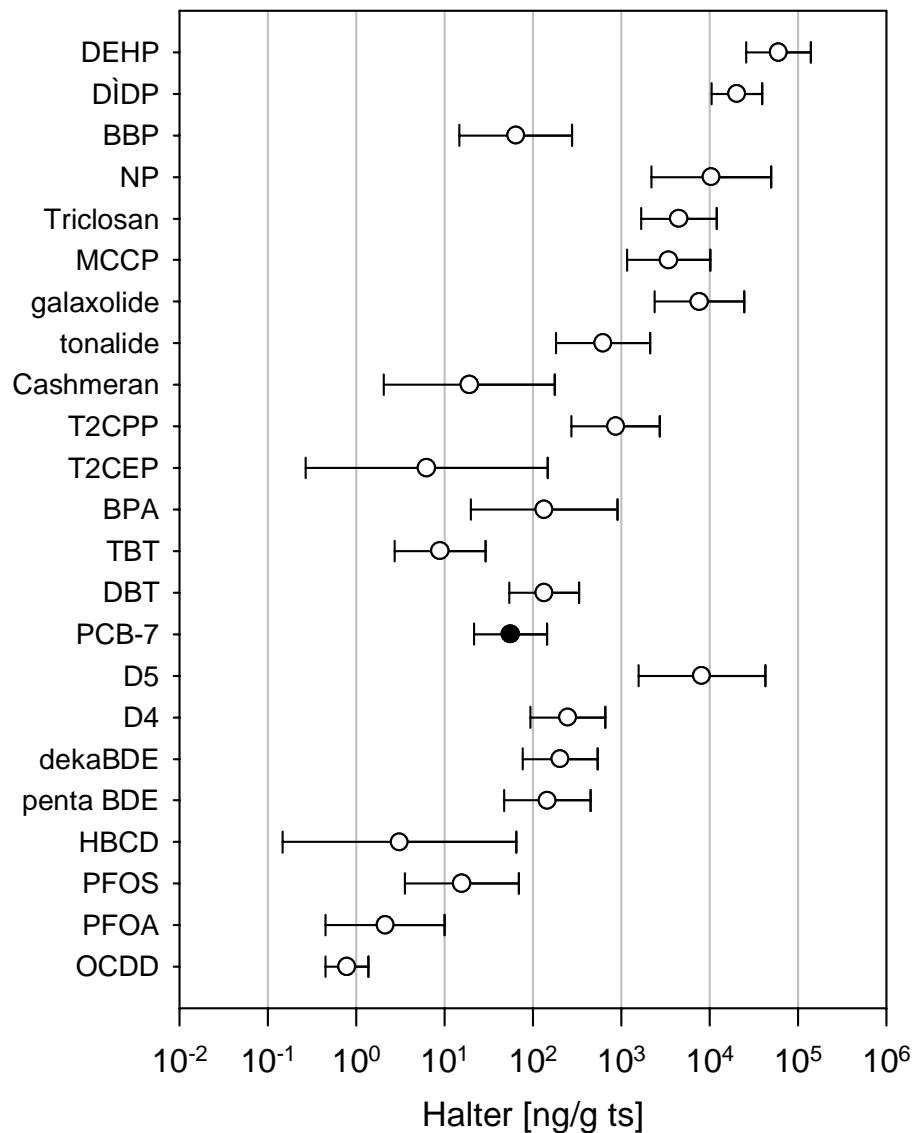
PARAMETER	geomedel, µg/kg	det.frek. %	CV
1,2,3,4,6,7,8,9-octachlorodibenzo-p-dioxin	0,78	100%	37%
octachloro-dibenzofuran	0,25	100%	54%
1,2,4-trichlorobenzene	8,8	63%	139%
hexachlorobenzene	3,4	80%	93%
pentachlorobenzene	1,1	57%	97%
2,4+2,5-diklorfenol	48	45%	33%
pentachlorophenol	28	14%	92%
benzo[a]pyrene	61	29%	102%
benzo[b]fluoranthene	88	47%	86%
benzo[ghi]perylene	62	35%	100%
benzo[k]fluoranthene	60	40%	92%
fluoranthene	103	63%	110%
tributyltin (TBT)	8,9	100%	78%

Många av de ämnen som förekommer i slam har miljö- och hälsofarliga egenskaper. I Figur 1 ges exempel på ämnesgrupper som under de senaste ca 10 åren uppmärksammas för sina miljö- eller hälsofarliga egenskaper. Till dessa ämnesgrupper hör ftalater, nonylfenol, triclosan, klorparaffiner, myskämnen, fosfatestrar, bisfenol A, tennorganiska ämnen, siloxaner, bromerade flamskyddsmedel och perfluorerade ämnen. Som jämförelse redovisas även PCB-7 och oktaklordioxin (den dominerande dioxinen i slam). Medelhalterna spänner över en faktor 10^5 mellan dessa ämnesgrupper. Bland de miljö- och hälsofarliga ämnen som uppträder i lägre halter än PCB-7 hör perfluorerade ämnen, hexabromcyklododekan, tributyltinn och vissa fosfatestrar. Det finns också persistenta ämnen som är vanligare än PCB-7, t.ex. klorparaffiner, PBDE, siloxanen D5, samt myskämnen tonalid och galaxolid.

Figur 1 visar också att variabiliteten för varje ämne är stor. Variabiliteten representeras av 10- och 90-percentilen, beräknade för en lognormal fördelning. Detta intervall spänner över minst en faktor 10 för varje enskilt ämne. Variationen kan delvis förklaras av att belastningen varierar mellan olika reningsverk, men i några fall är det också systematiskt stora skillnader mellan olika undersökningar.

Drygt 70 av de 314 undersökta ämnena har inte detekteras i något prov (bilaga 2). Denna grupp rymmer vitt skilda ämnen men nedan ges exempel och en tolkning av varför de inte kunnat detekteras:

- Ingen känd svensk användning eller oavsiktlig bildning: hexaklorbutadien, tricyklohexyltinn, flera klorfenoler, klorstyrener, endosulfan, 1,5,9-cyclododecatriene.
- Lättnedbrytbar: tolylfluorid, zinkpyrition, parabener och adipater.



Figur 1. Halter i slam av ämnen inom några uppmärksammade ämnesgrupper. För att illustrera haltvariationen anges geometriskt medelvärde samt 10- och 90-percentiler. Uppifrån räknat kommer ftalater (3), nonylfenol, triclosan, klorparaffiner, myskämnen (3), fosfatestrar (2), bisfenol A, tennorganiska (2), PCB, siloxaner (2), bromerade flamskyddsmedel (3), PFAS (2) och en dioxin.

3.2. Yttre miljö

Av totalt ca 113 genomgångna ämnen i yttre miljö har 44 ämnen påträffats i förhöjda halter i urban miljö. Samtliga inventerade ämnen är listade i bilaga 3, med angivelse av vilka matsrier som undersökts och om förhöjda halter påträffats. De ämnen som påträffas i förhöjda halter i urban miljö listas i Tabell 4 och tillhör följande ämnesgrupper:

- alkylfenoler, aminer, biocider, bromerade flamskyddsmedel, estrar, ftalater, LAS, läkemedel, metaller, myskämnen, pigment, polyklorerade dibensotiofener, PFAS, tennorganiska ämnen och sukralos.

Inom följande ämnesgrupper påvisades inga ämnen med förhöjda halter i urbana områden:

- antibiotika, anti-inflammatoriska substanser, etanolaminer, hormoner, siloxaner, styrener samt följande övriga ämnen 1,5,9-cyklododekatrien, endosulfan, limonen och mirex.

Den vanligast undersökta matrisen är sediment, där också flest ämnen påträffas i förhöjda halter (Tabell 3 och Tabell 4). Luft är den matris där näst mest ämnen påträffas i förhöjda halter. Den näst mest undersökta matrisen är ytvatten, men i denna matris påträffas endast ett fåtal ämnen i förhöjda halter. Även i biota (fisk) har endast ett fåtal ämnen påträffats i förhöjda halter. Flera bioackumulerande ämnen som konstaterats förhöjda i andra matriser från urbana områden har dock inte undersökts i fisk från urbana områden. Detta gäller bromerade flamskyddsmedel, polyklorerade dibensotiofener och perfluorerade ämnen. Jord är den minst vanliga matrisen.

Av de 44 ämnen med förhöjda halter i urbana områden är det 14 ämnen som påträffats i förhöjda halter i mer än en undersökt matris (Tabell 4): HBCD, irgarol, DEHP, DIDP, DINP, palladium, platina, rhodium, galaxolide, tonalide, PFOS, DBT, MBT och TBT. Av dessa ämnen har myskämnena galaxolide och tonalide endast påvisats i förhöjda halter nedströms reningsverk, medan övriga ämnen påträffas i förhöjda halter i diffust påverkade urbana miljöer.

Tabell 3. Antal undersökta ämnen i respektive matris i urban miljö samt antal ämnen som påträffas i förhöjda halter jämfört med bakgrundlokaler.

Matris	Antal undersökta ämnen	Antal påträffade ämnen i förhöjda halter
BIOTA	50	7
JORD	9	3
LUFT	54	15
SED	86	28
YV	78	7

Tabell 4. Sammanställning av de ämnen som förekommer i förhöjda halter i urbana områden. Om ämnet är förhöjt i en viss matris anges med ”+”, och ingen förhöjning med ”-”. En fullständig förteckning med alla negativa svar ges i bilaga 3.

Ämnesgrupp	Ämne	Urban matris				
		BIOTA	JORD	LUFT	SED	YV
Alkylfenoler	2,6-di-t-butylmetylfenol (BHT)			-	+	
	4-nonylfenol			-	+	
	4-t-oktylfenol			-	+	
Aminer	NCBA		-	+	-	-
Bromerade flam-skyddsmedel	HBCD			+	+	
	Dekabromdifenyletan				+	
	PBDE209				+	
Biocider	2-merkaptobensotiazol	-		-	+	-
	DDMAC	-			+	-
	Irgarol	-			+	+
	Metylparaben	+		-	-	-
Estrar	Oktadecyl-3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyfenyl)propionat	+	-		-	-
Ftalater	Butylbenzylftalat			+		
	Dibutylftalat			+		
	Di(etylhexyl)-adipat	-		+	-	
	Di(etylhexyl)ftalat	-		+	+	
	Dietylftalat			+		
	Di(iso)butylftalat			+		
	Di(iso)dekyllftalat	-		+	+	
	Di(iso)nonylftalat	-		+	+	
LAS	LAS				+	-
Läkemedel	Citalopram	-			+	-
	Oxazepam	-			-	+
	Propofol	-			+	-
	Sertralin	-			+	-
Metaller	Palladium	-	+	+	-	
	Platina	-	+	+	-	
	Rhodium	-	+	+	-	

Ämnesgrupp	Ämne	Urban matris				
		BIOTA	JORD	LUFT	SED	YV
	Silver	-			+	-
Myskämmen	Galaxolide	+			+	+
	Tonalide	-			+	+
Perfluorerade ämnen	PFHxS			-	-	+
	PFOS			+	+	+
	PFOSA			+	-	-
PIGMENT	Red 170	-			+	-
	Red 53:1	-			+	-
Polyklorerade dibensotiofener					+	
Tennorganiska	Dibutyltenn	+			+	-
	Dioktyltenn	-			+	-
	Monobutyltenn	+			+	-
	Monooktyltenn	-			+	-
	Tributyltenn	+			+	-
	Trifenyltenn	+			-	-
Övrigt	Sukralos	-				+

De ämnen som förekommer med högst förhöjning i urban miljö (≥ 10 ggr högre än bakgrundslokal) i respektive matris är följande (bilaga 4):

- **Sediment** – LAS, nonylfenol, oktylfenol, dekabromdifenyletan, propofol, diisodekylftalat (DIDP), PBDE-209, diisononylftalat (DINP), Irgarol, DEHP
- **Luft** – HBCD, dibutylftalat, dietylftalat, diisodekylftalat, platina, palladium, rhodium, perfluoroktansulfonamid (PFOSA)
- **Ytvatten** – Perfluorhexansulfonat (PFHxS), galaxolide, sukralos
- **Jord** – platina och rhodium
- **Biota** – galaxolide

Av dessa ämnen har galaxolide, sukralos och propofol endast påträffats förhöjda nedströms reningsverk. Av dessa ”mest urbana” ämnen förefaller alla vara tillåtna, även om den i Sverige registrerade användningen av HBCD upphört och ämnet är upptaget på kandidatlistan i REACH. Även de ämnen som identifierats som förhöjda i tätorter i lägre grad än 10 är huvudsakligen ämnen som är tillåtna. En grupp av oavsiktligt bildade ämnen identifierades med urban påverkan: polyklorerade dibensotiofener.

Bland de 69 ämnen som inte påträffats i förhöjda halter i urbana områden återfinns flera ämnen som sannolikt inte används eller bildas oavsiktligt i urbana områden, t.ex. klorstyren, 1,5,9-cyklododekatrien, mirex och endosulfan. Det finns också en relativt stor grupp ämnen som sannolikt förekommer i varor och produkter i det svenska samhället, men som i detta begränsade datamaterial inte har påvisats förhöjda i urbana områden. Exempel på sådana ämnen är:

- Perfluorerade ämnen, t.ex. PFDS, PFOA och PFHpA
- Myskämmen, t.ex. mysk xylen
- Biocider, t.ex. flera parabener, propikanazol och tolylfluamid
- Siloxaner

Bisfenol A är också ett ämne som används i stora mängder i varor, men där vi inte kunnat påvisa urbant förhöjda halter. Bisfenol A har påvisats i luft i flera svenska städer (WSP, 2004), men eftersom data från bakgrundslokaler saknas har vi inte kunnat bedöma i vilken utsträckning dess förekomst har ett urbant ursprung.

Den relativa förhöjningen som diskuteras ovan har använts för att identifiera ämnen som är tydligt förhöjda i urbana områden. De absoluta halterna är också intressanta, t.ex. vid jämförelse med använda mängder, utsläpp och eventuella risker för miljö eller hälsa. Halterna redovisas i bilaga 4 och för luft och sediment redovisas de även grafiskt i Figur 2 och Figur 3. Eftersom underlaget ofta består av blott 2-5 prov ska haltnivåerna ses som indikativa, och med ett större dataunderlag skulle den inbördes ordningen mellan närliggande ämnen kunna ändras något. Figurerna illustrerar därför en grovindelning av vilka ämnen som uppträder i höga och låga halter i urbana områden. De ämnen som förekommer i högst medelhalter i respektive matris är följande:

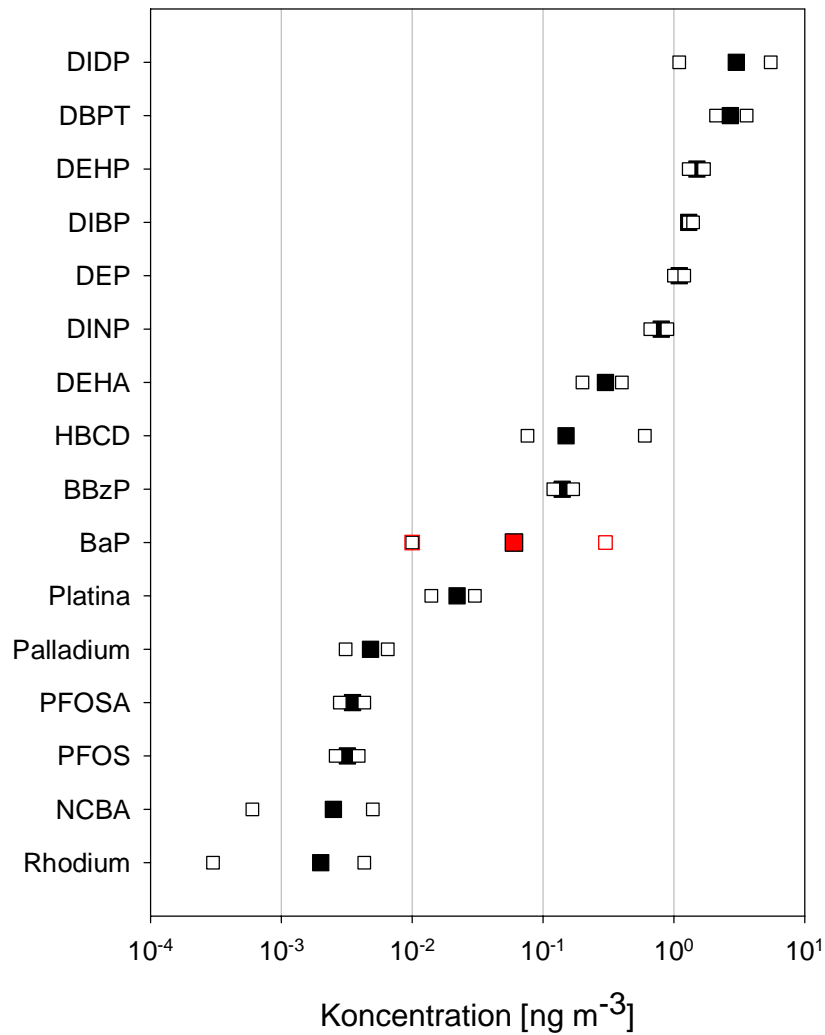
- **Sediment (> 200 ng/g ts)** – Silver > DINP > DIDP > DEHP > LAS > 4-NP > TBT
- **Luft (> 0,1 ng/m³)** – DIDP > DBPT > DEHP > DIBP > DEP > DINP > DEHA > HBCD
- **Ytvatten (> 10 ng/l)** – sukralos > galaxolide > PFOS > oxazepam
- **Jord (> 10 µg/kg ts)** – platina
- **Biota (> 10 ng/g vv)** – TPT > TBT > DBT > galaxolide.

Ftalatgruppen utmärker sig genom många representanter i både luft och sediment. För att kunna relatera halterna till mer välkända substanser har halter av benso(a)pyren och PCB-153 i Stockholm använts som referenssubstanser (Figur 2 och Figur 3). I luft har fem ftalater samt diethylhexyladipat (DEHA) påträffats i halter som är ungefär 10-50 gånger högre än medelhalten av benso(a)pyren. I betydligt lägre halter än benso(a)pyren påträffas några ädelmetaller, två perfluorerade ämnen samt aminen NCBA i luft.

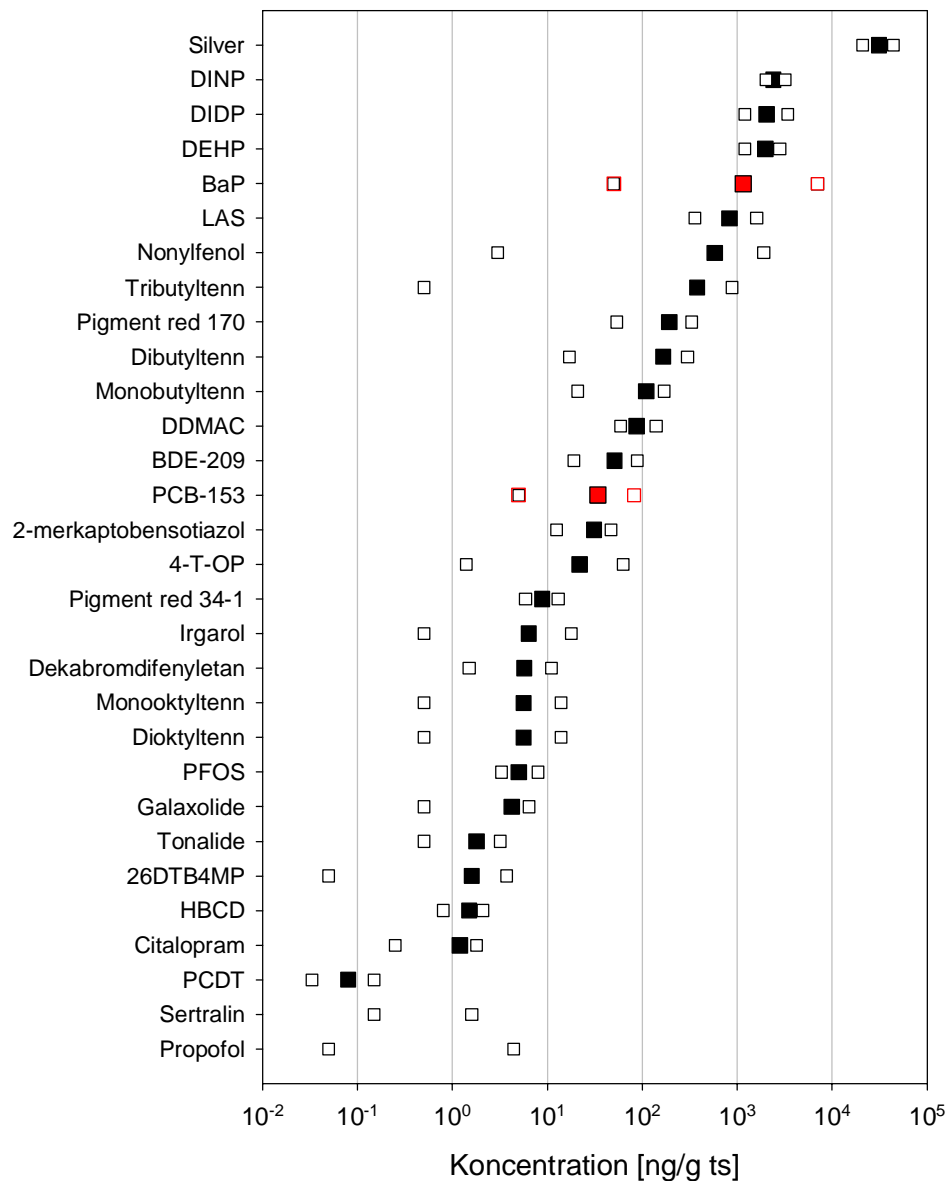
Uppdragsnr: 10130707		
Daterad: 2010-09-03	Status: Slutrapport	

Halterna av de ämnen som identifierats som urbant förhöjda i sediment varierar mer än en faktor 10^5 . Som referenssubstanter för sediment används både benso(a)pyren och PCB-153. Silver och ftalaterna DEHP, DINP och DEHP uppträder i halter över 1000 ng/g ts, vilket ungefär motsvarar medelhalten av benso(a)pyren. I haltintervallet mellan benso(a)pyren och PCB-153 återfinns bl.a. LAS, nonylfenol, butyltennföreningar samt BDE-209. Omkring 17 föreningar har påträffats i halter lägre än de för PCB-153.

Persistens är en central aspekt vid bedömning av kemikaliers förmåga att påverka akvatisk miljö. Av de ämnen som här identifierats som urbana är BDE-209 det enda persistenta ämnet som uppträder i högre halter än den persistenta referenssubstanten PCB-153. I lägre halter återfinns de förmodat persistenta substanserna dekabromdifenyletan, PFOS, galaxolid och tonalid, HBCD och polyklorerade dibensotiofener. Även om många av de ämnen som påträffats i dessa sedimentprov torde vara betydligt mer lättnedbrytbara än t.ex. PCB, är deras förekomst i sedimenten en indikation på att nedbrytning i sedimentmiljön är långsam.



Figur 2. Urbant förhöjda ämnen i luft. Halterna anges med medel (■) samt min och max (□). Antalet mätvärden är vanligen 2-5. Som jämförvärde används min, max och årsmedelhalt för benso(a)pyren från urban bakgrund i Stockholm (SLB, 2009).



Figur 3. Urbant förhöjda ämnen i sediment. Halterna anges med medel (■) samt min och max (□). Antalet mätvärden är vanligen 2-5. Som jämförvärde används min, max och medelhalt av benso(a)pyren och PCB-153 från ytsediment i Stockholm (Östlund m.fl., 1998; Sternbeck m.fl., 2003).

Uppdragsnr: 10130707		
Daterad: 2010-09-03	Status: Slutrapport	

4. Diskussion

Detta kapitel syftar till att utreda om det på basis av de data som presenteras i föregående kapitel kan se några generella samband mellan ämnens användning, deras egenskaper och deras grad av påverkan i urbana områden och reningsverk.

4.1. Reningsverk

Huruvida en viss kemikalie påträffas i slam, givet att analysmetoden har tillräcklig känslighet, regleras av flera faktorer. Det krävs att kemikalien:

1. har en källa
 - inkommande avloppsvatten, eller
 - bildas i reningsverket, eller
 - tillförs genom tillsatskemikalier i reningsverket
2. har viss persistens
3. har måttlig eller låg vattenlöslighet och därmed binds till partiklar i reningsverket.

I det följande undersöks i vilken mån förekomsten i slam kan förklaras av ovanstående tre faktorer. Först diskuteras källan. Sannolikheten att ett visst ämne ska belasta ett reningsverk bör primärt vara relaterat till de mängder som används i samhället och hur ämnet används, dvs spridningspotentialen. Kemikalieinspektionen har kategoriserat användningen av alla kemikalier som är registrerade i produktregistret och beräknat ett s.k. exponeringsindex för olika primärreceptier, däribland reningsverk (KemI, 2005). Exponeringsindexet avser att beskriva potentialen för diffus spridning genom att ta hänsyn både till använda mängder och till hur kemikalien används. Indexet tar dock inte hänsyn till de kemikalier som tillförs via importerade varor och inte är registrerade i produktregistret. Indexet beaktar inte heller fysikalisk/kemiska egenskaper såsom nedbrytbarhet eller flyktighet.

Vi har jämfört resultaten från slam med exponeringsindexet för reningsverk. Då det totala antalet ämnen uppgår till över 300 är det inom detta uppdrag inte möjligt att för samtliga ämnen relatera förekomsten i slam till dessa kända användning mm. Vi har gjort ett urval som i viss mån är subjektivt men som utgår från de prioriteringar som görs i andra sammanhang, innefattande ämnen som varit i fokus de senaste åren:

- Prioriterade ämnen inom vattendirektivet
- De ämnen som prioriterats för NVs slamövervakning
- Ämnesgrupper som pga av sina miljö- och hälsopåverkande egenskaper varit i fokus de senaste åren: triklosan, HBCD, dibutyl- och dioktyltenn, LAS, myskämnen
- Vissa övriga ämnen för vilka exponeringsindex för reningsverk beräknats: alkylfenoler, bensothiazol, klorkresol, siloxaner, bisfenol A, di(2-ethylhexyl)adipate, aminer och propikanazol.

Uppdragsnr: 10130707		
Daterad: 2010-09-03	Status: Slutrapport	

Ämnesgrupper med många likartade ämnen (t.ex. klorfenoler och dioxiner) representeras av ett fåtal utvalda ämnen.

- ❑ Dioxiner: 2378- och oktaklordioxin.
- ❑ Klorfenol: pentaklorfenol (WFD) och 2,4+2,5 (de som hittas i svenskt slam)
- ❑ Klorbensener: HCB + pentaklorbensen (WFD) 1,2,3-; 1,2,4-; 1,3,5- (OSPAR)

Exponeringsindex saknas för klorbensener, dioxiner, klorfenoler, vissa bekämpningsmedel, vissa myskämnen, vissa PAH och vissa perfluorerade ämnen, troligen för att de inte är registrerade i produktregistret. Detta diskuteras längre ned i detta avsnitt.

Totalt prioriterades 83 ämnen varav exponeringsindex fanns för 54 ämnen. Exponeringsindex och geometrisk medelhalt för dessa ämnen plottas i Figur 4. För varje spridningsindex är haltvariationen mycket stor, men det finns ändå ett generellt samband mellan exponeringsindexen och de geometriska medelhalterna. Som förklaras ovan är exponeringsindexet ett bruttoindex som inte tar hänsyn till ämnens nedbrytbarhet eller grad av fastläggning i reningsverken. Det är därför troligt att exponeringsindexet överskattar lättnedbrytbara eller vattenlösliga ämnens förekomst i slam.

För att underlätta en analys av vad som påverkar variationen för varje exponeringsindex har olika ämnesgrupper färgkodats i Figur 4. Man kan förvänta sig att de mest svårnedbrytbara ämnena återfinns i de högre nivåerna för respektive exponeringsindex. De ämnesgrupper som generellt anses svårnedbrytbara är bromerade, klorerade och perfluorerade (PFAS). Även om flera bromerade och klorerade ämnen återfinns i de högre nivåerna så finns även avvikelser från detta mönster. Bland de ämnen som ligger högt i grafen återfinns DEHP och LAS som inte är halogenerade, men som ändå kan vara svårnedbrytbara i reningsverk (t.ex. Martinen m.fl., 2003).

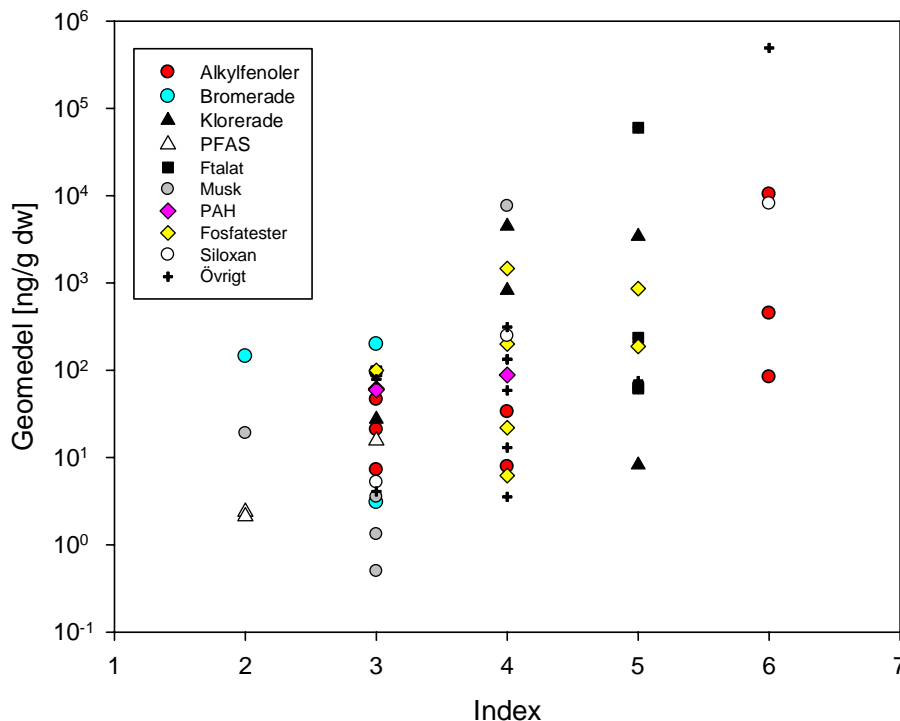
Inom vissa ämnesgrupper är sambandet mellan exponeringsindex och halter mer tydligt, t.ex. och siloxaner. Inom andra grupper såsom för alkylfenoler², ftalater och organofosfater är spridningen stor. Denna spridning kan beror både på osäkerheter i spridningsindex och varierande nedbrytbarhet och vattenlöslighet inom ämnesgrupperna. Exempelvis har både butylbensylftalat, DEHP, dimetylfталat och di-n-oktylfталat samma exponeringsindex, trots att de mängder som är registrerade i produktregistret skiljer sig upp till en faktor 3000. Därför har vi testat att bara relatera halterna till registrerade mängder i produktregistret, istället för att relatera halterna till exponeringsindexet. Detta ger dock ännu sämre samvariation. Längre än så här kan tolkningen inte föras.

Det generella sambandet mellan exponeringsindex och förekomst i slam stärker hypotesen att diffus spridning är en dominerande källa till dessa ämnens förekomst i slam från reningsverk. Indexet är dock i nuvarande version inte tillräckligt precist för att haltnivåer i slam ska kunna prediceras.

² För nonylfenol har exponeringsindexet valts för nonylfenoletoxilat, som sannolikt är den dominerande källan till nonylfenol i reningsverk.

Att ämnen som är persistenta eller klassas som PBT förekommer i slam kan prediceras relativt väl av deras exponeringsindex. Exempel på sådana ämnen är klorparaffiner, PBDE, siloxanen D5 och myskämnet tonalid, som alla uppträder i högre halter än PCB i slam. Exponeringsindexet bör därför kunna användas framgent för att identifiera sådana miljöfarliga substanser.

Det är också värt att notera att exponeringsindex saknas för många miljöfarliga ämnen som förekommer i slam, exempelvis dioxiner, klorbensenser, vissa mysk- och perfluoretrade ämnen, vissa bekämpningsmedel samt vissa PAH. Källan till dessa ämnen kan t.ex. vara livsmedel, dagvatten, och importerade varor vars innehåll av kemikalier inte är registrerade.



Figur 4. Samband mellan exponeringsindex för reningsverk och medelhalt i slam.

4.2. Yttre miljö

För att ett kemiskt ämnen ska uppträda i förhöjda halter i urban yttre miljö krävs liksom för slam att ämnet emitteras i tätorter och att det har viss persistens i miljön. I vilka matri-ser som ämnet kan uppträda regleras främst av ämnets egenskaper. I det följande diskuteras resultaten från denna utvärdering (se avsnitt 3.2) i relation till utsläppskälla, persistens och fördelning i miljön.

I avsnitt 3.2 konstaterades att huvuddelen av de ämnen som identifierats som förhöjda i urban yttre miljö också var ämnen som används i samhället. De exponeringsindex som

Kemikalieinspektion (2005) utvecklat, och som beskrivs i avsnitt 4.1, finns också kvantifierade för vattenmiljö och luft. Dessa index avser att utifrån respektive ämnes registrerade användning beskriva den relativa potentialen för diffus påverkan på luft och vattenmiljö. Flertalet av de ”urbana” ämnen med en relativ förhöjning på minst en faktor 4 (se bilaga 4) har utvärderats gentemot respektive exponeringsindex för luft och vattenmiljö.

Sambandet mellan halter och exponeringsindex visas för luft och sediment i Figur 5. Till skillnad mot utvärderingen av slam data (ovan) är underlaget mycket begränsat. För luft representeras sambandet endast av tre ämnesgrupper. Flertalet värden i luft kommer från ftalatgruppen och det föreligger inget tydligt samband mellan halter i luft och exponeringsindex. Detta kan vara sant, men kan också bero på att underlaget är för begränsat. Halter i luft varierar snabbt över tid och ett fåtal prov är knappast representativa utan mer indikativa för vilka halter som kan förekomma.

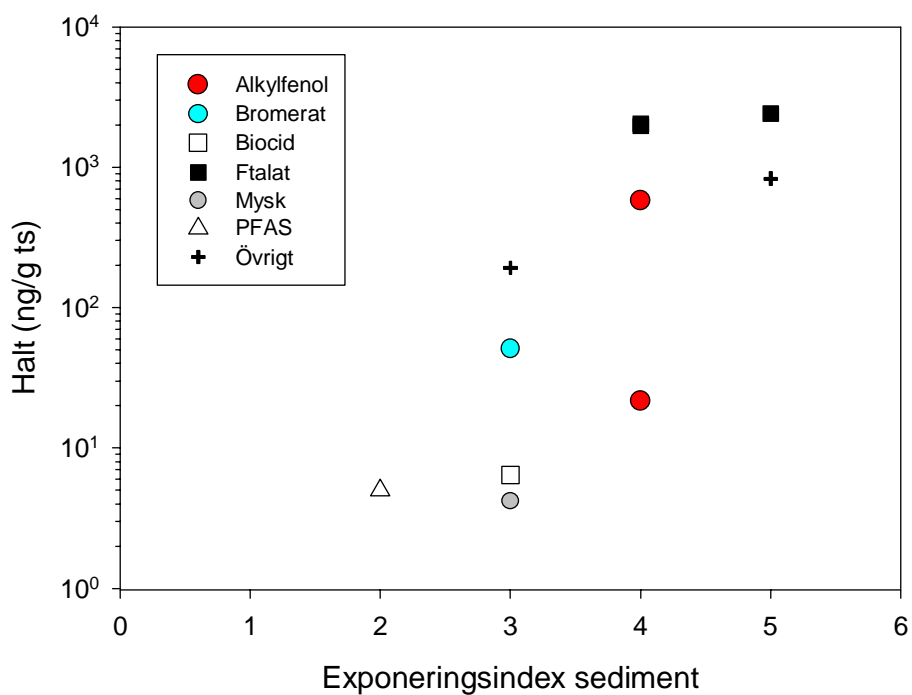
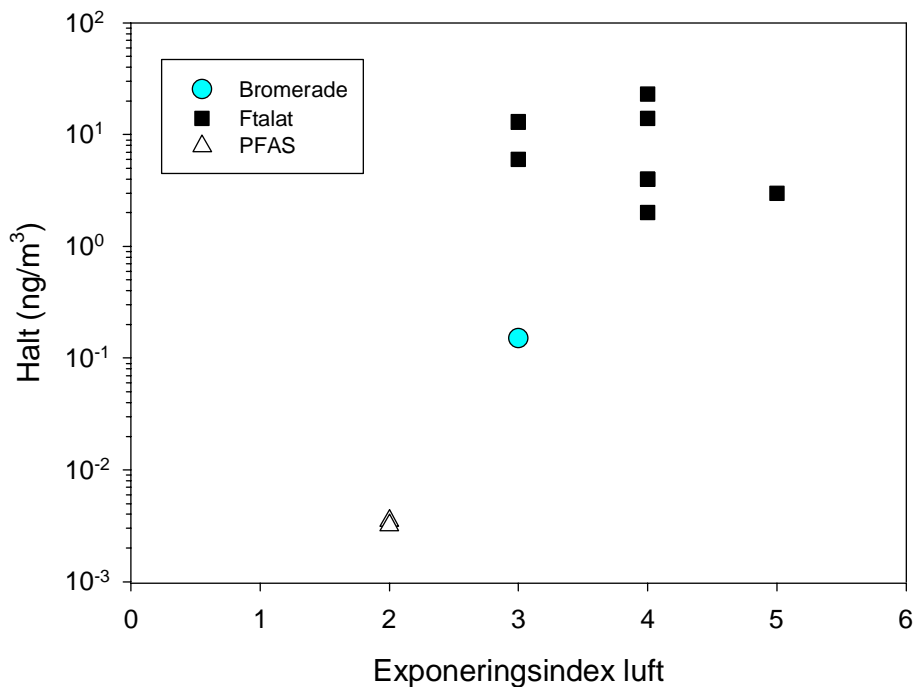
Datamaterialet för sediment representerar fler ämnesgrupper. Variationen är liksom för slam (Figur 4) stor, men sambandet mellan halter och exponeringsindex för vattenmiljön framstår som starkare än för luft. Haltförändringar över tid är långsamma i sediment, varför halterna torde vara något mer representativa än vad halterna i luft är. Detta kan möjligen förklara varför ett tydligare samband till exponeringsindexet ses för sediment än för luft. Resultatet för sediment stärker hypotesen att dessa ämnen är förhöjda i urban miljö, och att föroreningarnas ursprung kan vara diffusa emissioner.

I datamaterialet finns även ämnen med välkänd användning i varor och produkter, och med relativt höga spridningsindex, som inte kunde påvisas som förhöjda i tätorter. Några exempel på ämnen med spridningsindex för luft och sediment (eg. vattenmiljö) på 3-4 är bisfenol-A, cyklopentasiloxan, cyklotetrasiloxan, PFOA, tolylfluorid, triclosan och myskxylen. För bisfenol A fanns data i urban luft men inte i bakgrund, varför det inte kunde bedömas om förekomsten hade ett urban ursprung. Att övriga exempelämnen inte kunde påvisas kan bero på t.ex. omvandling i miljön, otillräckliga detektionsgränser, eller bara att det statistiska underlaget är för begränsat. Andra studier har t.ex. påvisat en omvandlingsprodukt av triclosan i fisk, medan triclosan inte kunnat detekteras eller blott i betydligt lägre halter (t.ex. Balmer m.fl., 2004). Även tolylfluorid omvandlas snabbt i miljön och vanligen påträffas dess nedbrytningsprodukt MCPA.

I materialet finns även exempel på det omvända förhållandet, dvs att urbant förhöjda halter konstaterats som inte kunnat konstateras utifrån exponeringsindexen. Denna situation är aktuell för:

- ämnen som importeras i varor som inte är registrerade i produktregistret
- ämnen som bildas eller sprids oavsiktligt.

Exempel på den förstnämnda kategorin är dekabromdifenyletan, platina och palladium, läkemedel och sukralos. Av de drygt 100 ämnen som utvärderats här, är polyklorerade dibensotiofener det enda oavsiktligt bildade ämnet som påvisades vara förhöjt i urbana områden. Det förefaller inte förekomma några oavsiktligt bildade ämnen som inte påvisats förhöjda.

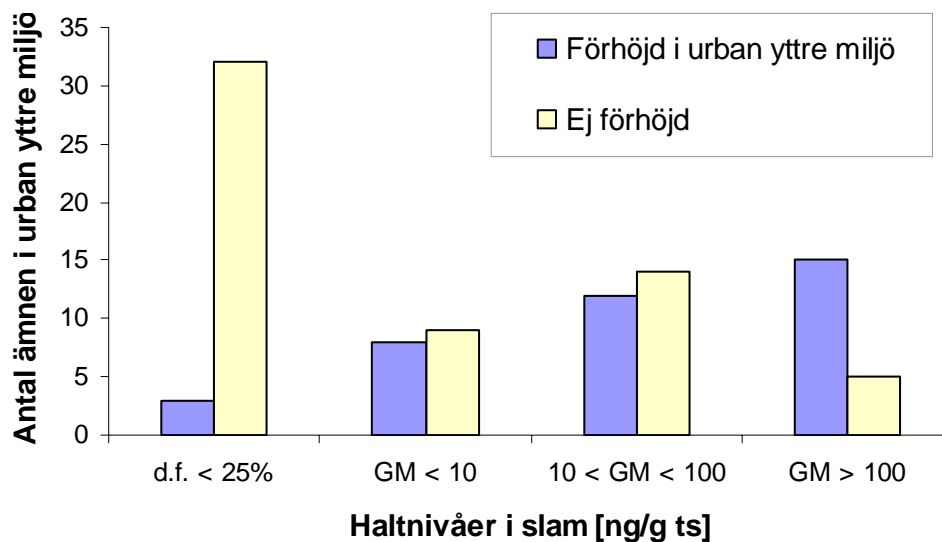


Figur 5. Samband mellan exponeringsindex och halter i urbana områden. Övre grafen visar värden för luft och nedre grafen visar värden för sediment.

4.3. Jämförelse av slam och yttre miljö

Många kommunala reningsverk belastas av urbant dagvatten, vilket också belastar urbana ytvatten med föroreningar. Det är därför intressant att undersöka om det finns ett samband mellan föroreningar i slam och i urban yttre miljö. Därför har alla föroreningar som vi identifierat som förhöjda i urban miljö (se Tabell 4) jämförts med motsvarande förekomst i slam. För ämnen med en detektionsfrekvens lägre än 25% i slam har vi betraktat dessa förekomst i slam som osäker. Ämnen med detektionsfrekvens över 25% har sorterats i tre haltintervall. Därutöver finns några ämnen som påvisats förhöjda i urban yttre miljö, men där vi saknar uppgifter om halter i slam. Totalt ingår 98 olika kemiska ämnen i denna utvärdering.

Utvärderingen visar ett tydligt samband mellan enskilda ämnens förekomst i slam och deras påverkan (förhöjda halter) på urban yttre miljö (Figur 6). Flertalet ämnen som uppträder i medelhalter över 100 ng/g ts har påvisats förhöjda i urban yttre miljö. Samtliga sju ämnen som uppträder i halter över 10 000 ng/g ts i slam har påträffats i förhöjda halter i urban miljö. Inom grupperna med medelhalt < 10 ng/g ts respektive 10-100 ng/g ts är det ingen generell skillnad. I gruppen med osäker förekomst i slam (d.f. < 25%) är det däremot bara tre ämnen som förefaller förhöjda i urban yttre miljö: 1) trifenyntenn som sannolikt härrör från båtottenfärg och därmed inte belastar reningsverk; 2) dietylftalat, ett flyktigt ämne som påträffats i urban luft men som binds svagt till slam; 3) aminen NCBA, som inte är registrerad i produktregistret.



Figur 6. Samband mellan urban påverkan och geometrisk medelhalt i slam.

Uppdragsnr: 10130707		
Daterad: 2010-09-03	Status: Slutrapport	

Det generellt goda sambandet mellan förekomst i slam och tendens uppträda i förhöjda halter i urban miljö, stärker ytterligare tesen att diffusa emissioner har stor betydelse för den miljögiftsituation som råder i större tätorter. Sambandet innebär också att man utifrån kunskap om enskilda ämnens förekomst i slam kan förutsäga vilka ämnen som sannolikt uppträder i den urbana miljön. Det datamaterial som utvärderas i denna rapport omfattar betydligt fler ämnen i slam än i yttre miljö. Därför har vi gått igenom vilka ämnen som uppträder i slam i halter över 100 ng/g ts, och därmed kan förväntas uppträda i förhöjda halter i tätortsmiljöer. Exempel på sådana ämnen, och som inte påvisats alternativt undersökts i urban yttre miljö i det aktuella dataunderlaget, är:

- Siloxaner: dekametylcyklopentasiloxan och dodekametylcyklohexasiloxan
- Fosfatestrar: t.ex. tris(2-klorisopropyl)fosfat och tris(2-butoxyetyl)fosfat
- Klorparaffiner
- Penta-BDE

Både siloxaner, klorparaffiner, klorparaffiner och penta-BDE har i andra undersökningar påvisats i starkt förhöjda halter i urbana miljöer (t.ex. Sternbeck m.fl., 2003; Jaward m. fl., 2004; Kaj m.fl., 2005; Marklund m.fl., 2005; Regnery och Puttmann, 2009). Detta validerar ytterligare det presenterade sambandet mellan slam och halter i urban yttre miljö.

5. Förslag till nationell urban miljögiftsövervakning

I den nationella miljögiftsövervakningen undersöks tätorter främst inom screeningprogrammet, samt genom det långsiktiga program för slam som Umeå Universitet bedriver. Den utvärdering som presenteras i kapitel 3 och 4 tyder på att diffusa emissioner kan påverka den yttre miljön i tätorter. Eftersom emissionerna är diffusa är det troligt att den resulterande påverkan på yttre miljö förekommer allmänt i medelstora och större tätorter. Denna typ av spridning har ingen klar verksamhetsutövare som kan ansvara för kontroll och åtgärder. Det stora antal ämnen med hälso- och miljöfarliga ämnen som här identifierats i tätorter motierar därför en fördjupad och långsiktig övervakning av miljögiftsstillståndet i diffust påverkade områden. Studier i några få lokaler bör också vara av allmänt värde. Här ges kort några reflektioner kring behov och utformning av en långsiktig miljögiftsövervakning i urban yttre miljö.

Som utgångspunkt bör övervakningen vara relevant ur ett miljö- eller hälsotoxikologiskt perspektiv och anpassad för kemikalier med vitt skilda fördelningsegenskaper. Spridningen kan påverka miljön i och utanför tätorten samt hälsa. Människans exponering torde främst ske via luft och fisk, vilka båda är lämpliga matriser för att möjliggöra bedömning av eventuella hälsoeffekter. Effekter i vattenmiljö bedöms oftast utifrån halter i ytvatten, men ytvatten är mindre lämplig matris för miljöövervakning av organiska ämnen. Detta beror på de vanligen förekommande låga halterna samt de förmodat stora haltvariationerna över tid. Därför föreslår vi sediment, vilket också är den matris som är vanligast i screeningprogrammets mätningar i tätorter.

Mätningar bör helst göras i mer än en tätort, och helst innefatta någon typ av bakgrundsstation. Bakgrundsstationer skulle kunna väljas inom de befintliga övervakningsprogrammen för luft, fisk och sediment. Lämpliga provtagningsfrekvens beror på syftet. Om syftet är ge en generell bild av vilka ämnen som sprids i tätorer och i vilka ungefärliga haltnivåer så kan frekvensen vara lägre än om tidstrender ska bedömas. Vi föreslår att tidstrender är mindre viktigt i tätorter, så länge man inte ska följa upp genomförda nationell eller internationella åtgärder mot vissa ämnen. Därför skulle kunna lämplig provtagningsfrekvens kunna vara:

- sediment: 1 gång vart 3:e eller 6:e år.
- fisk: 1 gång vart annat år
- luft: 3 gånger per år.

Genom de tre matriserna kan olika typer av ämnen också följas. Tätorters betydelse för påverkan i omgivningar, via spridning i luft och vatten, kan vara särskilt viktig för de mer persistenta ämnen som används i samhället, t.ex. vissa siloxaner, bromerade flamskyddsmedel, perfluoroerade ämnen och myskämnen. Dessa följs lämpligen genom sediment eller fisk.

De typer av ämnen som skulle följas i ett övervakningsprogram av urbana områden bör ha:

Uppdragsnr: 10130707		
Daterad: 2010-09-03	Status: Slutrapport	

1. stor potential för diffus spridning
2. miljö- eller hälsofarliga egenskaper.

Ämnen med potential för diffus spridning föreslås identifieras i två steg. Först väljs ämnen med höga exponeringsindex ut, och därefter görs en bred screening av slam från några reningsverk. Utvärderingen som presenteras i denna rapport visar att detta bör ge relevanta ämnen. Det är också viktigt att bedöma ämnens persistens och tendens till omvandling.

6. Slutsatser

Analysen av miljögiftsdata visar att diffusa emissioner har stor betydelse för den miljögiftssituation som råder i större tätorter. Det finns ett tydligt samband mellan enskilda ämnens förekomst i slam och deras påverkan (förhöjda halter) på urban yttre miljö. Utifrån kunskap om enskilda ämnens förekomst i slam bör det därför kunna förutsägas vilka ämnen som sannolikt uppträder i den urbana miljön.

I slam påträffas vanligt förekommande kemikalier i samhället (t.ex. LAS, ftalater, alkylfenoler och klorparaffiner) såväl som förbjudna och oavsiktligt bildade ämnen (t.ex. klorerade dioxiner och furaner, klorbensener, klorfenoler, PAH och TBT). De förstnämnda förekommer oftast i mycket högre halter än de sistnämnda. Många av de ämnen som förekommer i slam har miljö- och hälsofarliga egenskaper. Däribland kan nämnas ämnesgrupperna ftalater, nonylfenoler, klorparaffiner, myskämnen och fosfatestrar som påträffas i högre halter än PCB-7. Det finns också persistenta ämnen i slam som är vanligare än PCB-7 såsom klorparaffiner, PBDE, siloxanen D5 samt myskämnen tonalid och galaxolid.

Det finns ett generellt samband mellan kemikalieinspektionens exponeringsindex för reningsverk och förekomsten av ämnena i slam, vilket stärker hypotesen att diffus spridning är en dominerande källa till dessa ämnens förekomst i slam. Exponeringsindexet bör i framtiden kunna användas för att identifiera vilka miljöfarliga substanser som kan förekomma i slam.

Huvuddelen av de ämnen som påträffas i urban yttre miljö i förhöjda halter är ämnen som är vanligt förekommande i samhället t.ex. LAS, ftalater, alkylfenoler och bromerade flamskyddsmedel. Den matris som är mest undersökt och där också flest ämnen påträffas i förhöjda halter är sediment. Ämnen som påträffas i högre halter än PCB-153 i urbana sediment är bl.a. silver, ftalater, LAS, alkylfenoler och tennorganiska ämnen.

Precis som för slam finns ett samband mellan exponeringsindex för ytvatten och påträffade halter i sediment, vilket stärker tesen att dessa ämnen påträffas i förhöjda halter i urban miljö och att föroreningens ursprung kan vara diffusa emissioner.

WSP Environmental 2010 09 03



John Sternbeck



Ann Helén Österås

7. Referenser

- Balmer M.E., Poiger T., Droz C., Romanin K., Bergqvist P.A., Müller M.D. och Buser H.R. (2004) Occurrence of Methyl Triclosan, a Transformation Product of the Bactericide Triclosan, in Fish from Various Lakes in Switzerland. *Environ. Sci. Technol.*, 38, 390–395.
- Ding Y., Harwood A.D., Foslund F.M. och Lydy J.M. (2009) Distribution and toxicity of sediment-associated pesticides in urban and agricultural waterways from Illinois, USA. *Environ. Tox. Chem.* 29, 149-157.
- Harrad S, Cynthia A. de Wit, m.fl. (2010) Indoor Contamination with Hexabromocyclododecanes, Polybrominated Diphenyl Ethers, and Perfluoroalkyl Compounds: An Important Exposure Pathway for People? *Environ. Sci. Technol.*, 44, 3221–3231.
- Jaward F.M. Farrar N.J., Harner T., Sweetman A.J. and Jones K.C. (2004) Passive Air Sampling of PCBs, PBDEs, and Organochlorine Pesticides Across Europe. *Environ. Sci. Technol.* 38, 34-41.
- Kaj L., Schlabach M. mfl (2005) Siloxanes in the Nordic environment. TemaNord 2005:593. Nordic Council of Ministers.
- KemI (2005) Framtagande av produktregisterbaserat ExponeringsIndex. Kemikalieinspektionen.
- Kolpin D.W., Furlong E.T., Meyer M.T., Thurman E.M., Zaugg C.D., Barber L. and Buxton H.T. (2002) Pharmaceuticals, hormones, and other organic wastewater contaminants in U.S. streams, 1999–2000: A National Reconnaissance. *Environ. Sci. Technol.*, 36, 1202–1211.
- Marklund A., Barbro Andersson, and Peter Haglund (2005) Traffic as a Source of Organophosphorus Flame Retardants and Plasticizers in Snow. *Environ. Sci. Technol.* 35, 3555–3562.
- Marttinen SK, Kettunen RH, Sormunen KM, Rintala JA. (2003) Removal of bis(2-ethylhexyl) phthalate at a sewage treatment plant. *Water Res.* 37, 1385-93.
- Naturvårdsverket (2009) Vilka halter av miljöfarliga ämnen hittar vi i miljön. Rapport 6301.
- Regnery J. och Püttmann W. (2009) Organophosphorus Flame Retardants and Plasticizers in Rain and Snow from Middle Germany. *CLEAN - Soil, Air, Water.* 37, 334-342.
- Reemtsma T. Weiss S. m.fl. (2009) Polar pollutants entry into the water cycle by municipal wastewater: a European perspective. *Environ. Sci. Technol.* 40, 5451-5458.
- Sternbeck J. Brorström-Lundén E. m.fl. (2003) WFD Priority substances in sediments from Stockholm and the Svealand coastal region. IVL B1538.
- WSP (2010) Miljöövervakning i urbana områden – sammanställning, analys och förslag. J. Sternbeck och A.H. Österås.
- Östlund P., Sternbeck J. and Brorström-Lundén E. (1998) Metaller, PAH, PCB och taltolkväten i sediment runt Stockholm: flöden och halter. IVL B 1297.

Bilaga 1. De nationella screeningundersökningar som utvärderats.

UNDERSÖKNING	Slam från reningsverk	Yttre miljö
HBCD i Sverige - screening av ett bromerat flamskyddsmedel	x	x
Miljöövervakning av slam	x	
Mätningar av dekabromdifenyletan i den yttre miljön		x
Nationell och regional screening program 2007: Sukralos	x	x
Nationell screening : Octachlorostyren, Monochlorostyrenes and beta-Bromostyrene	x	x
Nationell Screening 2006: Zinc pyrithione and Irgarol 1051	x	x
Nationell screening 2006:1,5,9-Cyclododecatriene	x	x
Nationell Screening 2006:Ftalater	x	x
Nationell Screening 2006:Läkemedel	x	x
Nationellt screening program 2007: Aminer	x	x
Nationellt screening program 2007: Ester	x	x
Nationellt screening program 2007: LAS	x	x
Nationellt screening program 2007: Pigment	x	x
Nationellt screening program 2007: Silver	x	x
Nationellt screeningprogram 2004 : Limonen	x	x
Nationellt screeningprogram 2004 : Mirex and Endosulfan	x	x
Nationellt screeningprogram 2004 : Siloxanes	x	x
Nationellt screeningprogram 2005: antibiotika, antiinflammatoriska ämnen och hormoner	x	x
Nationellt screeningprogram 2005: Biocider	x	x
Nationellt screeningprogram 2005: PFAS	x	x
Organofosfater i svensk miljö	x	
Screening 2004 - uppföljningsprojekt	x	
Screening av etanolaminer	x	x
Screening av bisfenoler och bis(4-klorofenol)sulfon	x	x
Screening av diantimontrioxid i miljön	x	
Screening av hexaklorbutadien (HCBD) i miljön	x	
Screening av klorparaffiner i den Svenska miljön	x	

Uppdragsnr: 10130707		
Daterad: 2010-09-03	Status: Slutrapport	

Screening av pentaklorfenol, triclosan och vissa bromerade fenoliska ämnen	x	
Screening av polyklorerade dibensotiofener	x	x
Screening av tennorganiska föreningar	x	x
Screening of biocides and organic halogens		x
Screening of mysk substances	x	x
Screening of platinum group metals		x
Screeninguppdrag inom den nationella miljöövervakningen (Dnr 234-6669-02 Mm).	x	
Övervakning av slam	x	
Sediment och slamdata, Jönköpings län	x	

Bilaga 2. Översikt över alla ämnen som undersökts i slam från kommunala reningsverk.

Tabell 5. Samtliga ämnen som undersökts i slam från kommunala reningsverk. För ämnen med detektionsfrekvens > 25% har även en ungefärlig medelhalt beräknats. Listan är sorterad enligt fallande detektionsfrekvens. P.g.a det stora antalet värden har värdesiffrorna inte justerats i tabellen.

PARAMETER	antal prov	det.frek. %	geomedel ng/g	medel, ng/g	CV %
aluminium	8	100%	42 230 000	63 700 000	89%
Linear alkyl benzene sulfonate (LAS), C10-14	24	100%	493 223	825 792	85%
zinc	164	100%	311 334	371 617	56%
Linear alkyl benzene sulfonate (LAS), C13	24	100%	267 553	441 142	85%
copper	133	100%	214 237	257 714	56%
Linear alkyl benzene sulfonate (LAS), C12	24	100%	143 669	245 400	86%
Di-(2-etylhexyl)ftalat	47	100%	58900	86300	171%
Linear alkyl benzene sulfonate (LAS), C11	24	100%	59 940	104 329	87%
Long chain chlorinated paraffins	31	100%	51 783	69 087	74%
Di-iso-nonylftalat	47	100%	37 398	40 851	48%
chromium	132	97%	25 004	35 228	88%
Di-iso-decylftalat	47	100%	20 268	23 130	60%
lead	164	100%	15 193	19 967	80%
Linear alkyl benzene sulfonate (LAS), C14	24	100%	12 697	19 079	80%
4-nonylphenol, branched	29	100%	12 539	38 400	225%
vanadium	31	100%	10 754	15 938	76%
Nonylfenol	91	99%	9812	16 692	104%
nickel	132	96%	9778	12 768	72%
silver	59	100%	9066	13 346	69%
dekametylcyklopentasiloxan	60	98%	8141	11 904	76%
Linear alkyl benzene sulfonate (LAS), C10	24	100%	7913	14 029	88%
galaxolide	17	100%	7606	10 508	81%
4-nonylphenol-mono-ethoxylate	24	100%	7561	15 900	206%
N-didecyldimethylammonium chloride (DDMAC)	17	100%	5962	13 081	119%
Triclosan	58	100%	4474	6521	124%
Ciprofloxacin	31	100%	4242	5377	59%
Pigment red 170, CI 12475	6	100%	3795	31 882	151%
cobalt	66	91%	3573	4754	57%
medium chain chlorinated paraffin (C14-C17)	31	100%	3423	4566	80%
antimony	4	100%	2633	5340	135%
arsenic	31	100%	2065	2619	57%
2-Etylhexyldifenylfosfat	24	100%	1870	2253	56%
Norfloxacin	31	97%	1513	2355	75%
dodekametylcyklohexasiloxan	60	98%	1100	1531	85%
toluene	81	85%	1061	19726	364%

2-ethylhexyl difenylfosfat	17	100%	1039	1364	84%
Tris(2-kloroisopropyl)fosfat	48	100%	862	1178	85%
short chain chlorinated paraffin (C10-C13)	37	97%	822	1576	254%
cadmium	134	100%	702	836	68%
mercury	133	100%	694	835	61%
tonalide	17	100%	620	880	83%
4-nonylphenol-diethoxylate	24	96%	483	1502	251%
Butylhydroxytoluen	31	48%	450	1024	76%
l-limonene	22	82%	313	1453	234%
Tri-iso-butylfosfat	17	100%	309	550	113%
4-t-Octylphenol	29	100%	307	896	220%
oktametylcyklotetrasiloxan	60	68%	248	393	92%
dibutylftalat	31	45%	236	761	149%
decabromodiphenyl ether (PBDE209)	15	100%	200	252	60%
Trifenylfosfat	48	100%	200	305	94%
Tris(2-butoxyetyl)fosfat	32	75%	188	607	99%
4-Methyl-phenol	15	100%	182	1754	351%
monobutyltin (MBT)	41	100%	156	177	43%
Bisphenol A	84	68%	134	448	219%
dibutyltin (DBT)	41	100%	133	162	60%
Ofloxacin	31	29%	129	452	127%
fluoranthene	16	63%	103	219	120%
Tris(1,3-dikloropropyl)fosfat	48	100%	100	256	182%
Di-n-oktylftalat	31	42%	97	214	88%
4-t-Octylphenol-mono-ethoxylate	21	29%	95	417	254%
Tetracycline	61	64%	95	1855	293%
Citalopram	35	100%	93	101	38%
benzo[b]fluoranthene	15	47%	88	172	66%
2,6-Di-t-butyl-4-methyl-phenol	29	90%	84	558	134%
Dicyclohexylamine	13	100%	79	164	127%
Di(2-ethylhexyl) adipate	54	69%	75	310	172%
Butylbensylftalat	31	29%	64	175	126%
Ibuprofen	60	100%	63	451	628%
benzo[ghi]perylene	17	35%	62	132	78%
benzo[a]pyrene	17	29%	61	136	77%
d-limonene	22	50%	60	364	180%
benzo[k]fluoranthene	15	40%	60	135	79%
2-Mercaptobenzothiazole	24	67%	59	171	136%
Summa klorfenoler	31	45%	58	91	35%
indeno[1,2,3-cd]pyrene	17	29%	57	127	76%
Progesterone	52	87%	55	129	217%
Sertraline	35	100%	54	75	86%
4-n-nonylphenol	7	71%	52	162	136%
2,4+2,5-diklorfenol	31	45%	48	78	36%
Pigment yellow 1, CI 11680, Hansa Yellow G	6	50%	47	127	116%
2,4-Di-t-butyl-phenol	29	76%	46	1522	450%

Pigment red 53:1, CI 15585:1	6	100%	44	91	95%
Sucralose	6	83%	33	49	52%
2,2',4,4',5-pentabromodiphenyl ether (PBDE99)	15	100%	33	34	29%
tetrabromobiphenol-A	4	100%	25	27	40%
Tributylfosfat	48	77%	22	182	135%
Methylparabene	26	96%	21	26	57%
traseolide	17	94%	21	37	90%
Doxycycline	61	39%	20	360	338%
2,2',4,4',5,6'-hexabromodiphenyl ether (PBDE154)	15	100%	19	130	133%
Cashmeran	17	88%	19	174	347%
pentabromophenol	4	75%	18	40	85%
monooctyltin	11	100%	18	20	51%
4-t-Butyl-phenol	29	93%	18	35	128%
Naproxen	60	92%	17	272	662%
2-Methyl-phenol	15	53%	17	40	130%
2,2',4,4'-tetrabromodiphenyl ether (PBDE47)	15	87%	16	28	67%
Diclofenac	60	85%	16	33	218%
Perfluorooctane sulfonate	46	96%	16	29	120%
4-t-Octylphenol-diethoxylate	24	79%	16	48	232%
celestolide	17	82%	15	36	95%
Ketoprofen	60	77%	14	56	368%
2,2',6,6'-tetra-butyl-4,4'-metendifenol	79	52%	13	43	341%
dioctyltin	11	100%	13	15	55%
dodekametyltetrasiloxan	60	85%	12	28	134%
Norethindrone	57	32%	10,5	155,2	522%
tributyltin (TBT)	41	100%	8,9	12,5	78%
1,2,4-trichlorobenzene	35	63%	8,8	80,0	139%
1,3 + 1,4-diklorbensen	7	86%	8,3	20,9	104%
4-Chloro-3-cresol	26	62%	8,2	16,1	104%
Clozapine	35	77%	8,2	21,5	109%
2,2',4,4',5,5'-hexachlorobiphenyl (CB153)	14	93%	7,7	9,5	56%
2,6-Di-t-butyl-phenol	29	52%	7,4	55,3	239%
2,2',3,4,4',5'-hexachlorobiphenyl (CB138)	16	94%	7,4	10,0	82%
3,5-Dimethyl-phenol	15	27%	6,5	61,2	174%
t-Butyl-hydroxyquinone	29	38%	6,3	107,3	483%
Tris(2-kloroetyl)fosfat	48	81%	6,2	24,2	124%
2,3-Dimethyl-phenol	15	27%	6,1	13,2	60%
3-Methyl-phenol	15	47%	5,9	12,2	98%
Octadecyl 3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)propionate	14	100%	5,3	7,3	68%
dekametyltetrasiloxan	60	87%	5,2	8,5	85%
2,6-Diiso-propyl-phenol	29	76%	5,1	18,0	111%
2,2',4,5,5'-pentachlorobiphenyl (CB101)	16	88%	4,5	5,8	63%
2,2',3,4,4',5,5'-heptachlorobiphenyl (CB180)	14	71%	4,4	5,9	47%
Telomer 8:2 sulfonat	7	100%	3,9	4,3	42%
hexachlorobenzene	35	80%	3,4	8,8	90%
Pentachloroanisole	5	80%	3,4	5,2	73%

2,3',4,4',5-pentachlorobiphenyl (CB118)	46	85%	3,4	4,5	73%
2,2',3,4,4',5',6-heptabromodiphenyl ether (PBDE183)	15	100%	3,4	18,9	173%
Perfluordodekansyra	31	77%	3,3	7,7	151%
Perfluordekansyra	46	59%	3,3	18,3	216%
2-t-Butyl-phenol	29	69%	3,2	7,2	155%
Perfluorundekansyra	46	57%	3,1	23,6	284%
1,2,5,6,9,10-hexabromocyclododecane	6	50%	3,1	12,2	125%
Oxazepam	35	40%	2,9	19,6	151%
2,2',5,5'-tetrachlorobiphenyl (CB52)	16	50%	2,4	3,6	42%
Perfluordekansulfonat	46	83%	2,4	5,9	138%
2,4,4'-trichlorobiphenyl (CB28)	16	50%	2,4	3,5	31%
Perfluorohexansyra	46	33%	2,4	7,9	137%
Perfluorooctanoic acid	46	65%	2,1	6,0	133%
irgarol 1051	33	52%	2,0	8,1	170%
1,2,3,4-tetrachlorobenzene	35	66%	1,8	3,9	82%
phantolide	17	41%	1,8	6,3	142%
Perfluoronansyra	46	48%	1,6	8,2	174%
2,2',4,4',6-pentabromodiphenyl ether (PBDE100)	15	53%	1,5	3,3	86%
2,3,3',4,4'-pentachlorobiphenyl (CB105)	30	100%	1,2	1,5	74%
2,3,3',4,4',5-hexachlorobiphenyl (CB156)	30	100%	1,2	1,4	65%
Perfluoroktansulfonamid	46	80%	1,1	1,8	88%
2,4,6-Tri-t-butyl-phenol	29	62%	1,1	7,7	357%
pentachlorobenzene	35	57%	1,1	4,2	121%
2,2',4,4',5,5'-hexabromodiphenyl ether (PBDE153)	15	53%	1,0	1,8	68%
Perfluortridekansyra	31	42%	1,0	5,1	273%
4-n-Octylphenol	24	50%	1,0	2,1	110%
Perfluortetradekansyra	31	32%	0,80	1,5	79%
1,2,3,4,6,7,8,9-octachlorodibenzo-p-dioxin	25	100%	0,78	0,8	37%
2,6-Di-t-butyl-4-ethyl-phenol	29	28%	0,75	2,3	176%
oktametyltrisoxolan	60	30%	0,75	2,9	159%
Zolpidem	35	57%	0,44	1,0	99%
1,4-Dichlorobenzene	35	57%	0,4061	2,2	201%
1,2,3,5-tetra + 1,2,4,5-tetraklorbensen	31	68%	0,3612	1,0	122%
Perfluorohexansulfonat	38	32%	0,2661	0,6	94%
octachloro-dibenzofuran	31	100%	0,2489	0,3	54%
2,4,4'-tribromodiphenyl ether (PBDE28)	15	100%	0,2197	0,2	40%
1,3-Dichlorobenzene	35	37%	0,1619	2,6	401%
Propofol	35	46%	0,1491	0,5	185%
1,2,3,4,6,7,8-heptachlorodibenzo-p-dioxin	28	100%	0,1320	0,1982	119%
2,3,4,3',4',5'-hexachlorobiphenyl (CB157)	30	90%	0,1069	0,2049	72%
2',3,4,4',5,5'-hexachlorobiphenyl (CB167)	30	77%	0,0927	0,4258	97%
1,2,3,4,6,7,8-heptachlorodibenzofuran	31	100%	0,0605	0,0653	40%
3,3',4,4'-tetrachlorobiphenyl (CB77)	31	100%	0,0570	0,0666	55%
2,3,3',4,4',5,5'-heptachlorobiphenyl (CB189)	30	73%	0,0331	0,1341	107%
2,3,4,4',5-pentachlorobiphenyl (CB114)	30	73%	0,0280	0,0901	116%
3,3',4,4',5-pentachlorobiphenyl (CB126)	31	100%	0,0229	0,0251	40%

Monoklordibensotiofener	7	100%	0,0173	0,0180	30%
Diklordibensotiofener	7	100%	0,0052	0,0059	63%
3,3',4,4',5,5'-hexachlorobiphenyl (CB169)	31	97%	0,0039	0,0044	42%
2,3,7,8-tetrachloro-dibenzofuran	31	90%	0,0034	0,0043	61%
1,2,3,6,7,8-hexachlorodibenzo-p-dioxin	31	84%	0,0034	0,0046	84%
Triklordibensotiofener	7	100%	0,0027	0,0036	106%
2,3,4,6,7,8-hexachlorodibenzofuran	31	55%	0,0022	0,0039	64%
1,2,3,4,7,8-hexachloro-dibenzofuran	31	58%	0,0019	0,0042	96%
1,2,3,7,8,9-hexachlorodibenzo-p-dioxin	31	48%	0,0019	0,0070	332%
2,3,4,7,8-pentachlorodibenzofuran	31	71%	0,0016	0,0022	45%
1,2,3,4,7,8,9-heptachlorodibenzofuran	31	52%	0,0015	0,0035	94%
1,2,3,6,7,8-hexachlorodibenzofuran	31	48%	0,0015	0,0033	89%
Summa klordibensotiofener	7	100%	0,0012	0,0014	45%
Heptaklordibensotiofener	7	100%	0,0009	0,0010	47%
Hexaklordibensotiofener	7	100%	0,0009	0,0010	48%
Tetraklordibensotiofener	7	57%	0,0006	0,0025	94%
Oktaklordibensotiofener	7	100%	0,0003	0,0003	44%
Diuron	4	25%			
2,4,6-Tribromophenol	4	25%			
mysk ketone	17	24%			
N-Isopropyl-N'-phenyl-p-phenylenediamine 4-(Isopropylamino)-diphenylamine,	13	23%			
4-Dodecylphenol	24	21%			
2,4-Dimethyl-phenol	15	20%			
1,2-Dichlorobenzene	35	20%			
Resorcinol	18	17%			
4-t-Butyl-toluen	19	16%			
Perfluoroheptansyra	38	16%			
Propylparabene	26	15%			
Caffeine	35	14%			
pentachlorophenol	36	14%			
Perfluorobutanoic acid	15	13%			
2,6-dichlorophenol	31	13%			
1,2,3,7,8-pentachlorodibenzo-p-dioxin	31	13%			
Ethinylestradiol	60	12%			
Demeclocycline	61	11%			
Didecyladipate	38	11%			
6-t-Butyl-2,4-xylenol	29	10%			
t-Butyl-4-hydroxy-anisole	29	10%			
Estriol	60	10%			
o-chlorophenol	31	10%			
1,2,3,4,7,8-hexachlorodibenzo-p-dioxin	31	10%			
Oxytetracycline	61	8%			
N-Cyclohexyl-2-benzothiazolamine	13	8%			
monophenyltin	41	7%			
3,4-Dimethyl-phenol	15	7%			

Estradiol	60	7%
Dietylftalat	31	6%
Propiconazole	31	6%
1,2,3,7,8-pentachlorodibenzofuran	31	6%
Di-iso-butyladipate	38	5%
hexametyldisolaxan	60	5%
Bis(4-klorfenyl)sulfon	65	5%
Telomer 6:2 sulfonat	22	5%
2-(Tiocyanomethylthio)benzothiazole	24	4%
Ethylparabene	26	4%
Butylparabene	26	4%
2,6-Di-iso-butyl-phenol	29	3%
Iso-eugenol	29	3%
1,2,3,7,8,9-hexachlorodibenzofuran	31	3%
Dextropropoxyphene	35	3%
1,2,3-trichlorobenzene	35	3%
Dietyladiipate	38	3%
triphenyltin	41	2%
Tolyfluamid	4	0%
Diklofluamid	4	0%
Kathon (CMI), 5-chloro-2-methyl-2 H -isothiazol-3-one (CMI) (5-klor-2-metyl-4-i	25	0%
Klortalonil	4	0%
Dimetylftalat	31	0%
Kathon (MI), 2-methyl-2 H -isothiazol-3-one (MI) (2-metyl-4-isotiazolin-3-on)	25	0%
Di-iso-decyladipate	38	0%
Di-iso-octyladipate	38	0%
2,3,4,5-Tetrachlorophenol	31	0%
2,3,4,6-Tetrachlorophenol	31	0%
2,3,4-Trichlorophenol	31	0%
2,3,5,6-Tetrachlorophenol	31	0%
2,3,5-Trichlorophenol	31	0%
2,3,6-Trichlorophenol	31	0%
2,3-dichlorophenol	31	0%
2,4,5-Trichlorophenol	31	0%
2,4,6-Trichlorophenol	31	0%
3,4,5-Trichlorophenol	31	0%
3,4-dichlorophenol	31	0%
3,5-dichlorophenol	31	0%
m-chlorophenol	31	0%
p-chlorophenol	31	0%
Tebukonazol	7	0%
simazine	7	0%
atrazine	6	0%
1,5,9-Cyclododecatriene	6	0%

Zinc pyriothione	34	0%
alachlor	7	0%
Bronopol	8	0%
mirex	4	0%
Chlorotetracycline	61	0%
Dibutyladipate	38	0%
Bromo-styrene	22	0%
4-Chloro-styrene	22	0%
3-Chloro-styrene	22	0%
2-Chloro-styrene	22	0%
Benzylparabene	26	0%
N-Phenyl-benzeneamine Diphenylamine,	13	0%
alpha-endosulfan	4	0%
beta-endosulfan	4	0%
endosulfan sulfate	4	0%
Diocetyladiate	38	0%
1,2,4,5-tetrachlorobenzene	4	0%
Pigment orange 5, CI 12075	6	0%
2,4-Dibromophenol	4	0%
hexachlorobutadiene	4	0%
Perfluorobutane sulfonate	23	0%
tetrabutyltin	11	0%
tricyclohexyltin	11	0%
Mysk ambrette	17	0%
Mysk moskene	17	0%
Mysk tibetene	17	0%
mysk xylene	17	0%
7-aminoflunitrazepam	35	0%
Bromocriptine	35	0%
Fentanyl	35	0%
N-demethylflunitrazepam	35	0%
Nordiazepam	35	0%
Norfentanyl	35	0%
Norpropoxyphene	35	0%
Thioridazine	35	0%
Zopiclone	35	0%
Zopiclone N-oxide	35	0%
octachlorostyrene	22	0%
Perfluoropentadekansyra	8	0%
diphenyltin	41	0%
Diazepam	35	0%
Flunitrazepam	35	0%
Fluoxetine	35	0%
Paroxetine	35	0%
Risperidone	35	0%
1,3,5-trichlorobenzene	35	0%

Uppdragsnr: 10130707

Daterad: 2010-09-03

Status: Slutrapport



2,3',4,4',5-pentachlorobiphenyl(CB123)	30	0%
3,4,4',5-tetrachlorobiphenyl (CB81)	31	0%
Pentaklordibensotiofener	7	0%

Bilaga 3. Sammanställning av resultat från yttre miljö

Tabell 6. Sammanställning av ämnen som förekommer i förhöjda halter (+) eller inte (-) i olika undersökta matriser i urban miljö. Tomma rutor innebär att matrisen ej är undersökt.

Ämnesgrupp	Ämne	Urban matris				
		BIOTA	JORD	LUFT	SED	YV
Alkyfenoler	2,4-di-t-butylfenol			-	-	
	2,6-di-t-butylmetylfenol (BHT)			-	+	
	4-dekylfenol			-	-	
	4-nonylfenol			-	+	
	4-t-oktylfenol			-	+	
Aminer	DCHA		-	-	-	-
	DPA		-	-	-	-
	IPPD		-	-	-	-
	NCBA		-	+	-	-
Etanolaminer	Dietanolamin					-
	Trietanolamin					-
Bromerade flamskyddsmedel	HBCD			+	+	
	Dekabromdifenyletan				+	
	PBDE209				+	
Biocider	2-(tiocyanometyltio)-bensothiazol	-		-	-	-
	2-merkaptobensotiazol	-		-	+	-
	4-klor-3-kresol	-		-	-	-
	Bensylparaben	-		-	-	-
	Bronopol	-		-	-	-
	Butylparaben	-		-	-	-
	Cypermetrin				-	-
	DDMAC	-			+	-
	Diuron				-	-
	Etylparaben	-		-	-	-
	Irgarol	-			+	+
	Kathon				-	-
	Klortalonid				-	-
	Metylparaben	+		-	-	-
	Propikonazol	-		-	-	-
	Propylparaben	-		-	-	-
	Resorcinol	-		-	-	-
	Tolyfluamid				-	-
	Triklosan	-		-	-	-
	Zinkpyrition				-	-
Estrar	Oktadecyl-3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxifenyl)propionat	+	-		-	-
Ftalater	Butylbenzylftalat			+		

Ämnesgrupp	Ämne	Urban matris				
		BIOTA	JORD	LUFT	SED	YV
	Dibutylftalat			+		
	Di(etylhexyl)-adipat	-		+	-	
	Di(etylhexyl)ftalat	-		+	+	
	Dietylftalat			+		
	Di(iso)butylftalat			+		
	Di(iso)dekyllftalat	-		+	+	
	Di(iso)nonylftalat	-		+	+	
LAS	LAS				+	-
Läkemedel						
Antibiotika	Doxycyklin					-
	Lymecyklin					-
	Oxytetracyklin					-
	Tetracyklin					-
Anti-inflammatoriska	Diklofenak					-
	Ibuprofen					-
	Ketoprofen					-
	Naproxen					-
Hormoner	Etinylestradiol					-
	Noretisteron					-
	Progesteron					-
	Östradiol					-
	Östriol					-
Med påverkan på nervsystemet	Citalopram	-			+	-
	Oxazepam	-			-	+
	Propofol	-			+	-
	Sertralin	-			+	-
	Övriga	-			-	-
Metaller	Palladium	-	+	+	-	
	Platina	-	+	+	-	
	Rhodium	-	+	+	-	
	Silver	-			+	-
Myskämnen	Cashmeran	-			-	-
	Celestolide	-			-	-
	Galaxolide	+			+	+
	Mysk ambrette	-			-	-
	Mysk ketone	-			-	-
	Mysk xylene	-			-	-
	Phantolide	-			-	-
	Tonalide	-			+	+
	Traesolide	-			-	-

Ämnesgrupp	Ämne	Urban matris				
		BIOTA	JORD	LUFT	SED	YV
PFAS	PFBA			-	-	-
	PFBS			-	-	-
	PFDCa			-	-	-
	PFDS			-	-	-
	PFHpA			-	-	-
	PFHxA			-	-	-
	PFHxS			-	-	+
	PFNA			-	-	-
	PFOA			-	-	-
	PFOS			+	+	+
	PFOSA			+	-	-
	PFUnA			-	-	-
PIGMENT	Orange 5	-			-	-
	Red 170	-			+	-
	Red 53:1	-			+	-
	Yellow 1	-			-	-
Polyklorerade dibensotiofener						+
Siloxaner	dekametylcyklopentasiloxan			-		
	dekametyltetrasiloxan			-		
	dodekametylcyklohexasiloxan			-		
	dodekametyltetrasiloxan			-		
	oktametylcyklotetrasiloxan			-		
	dekametylcyklopentasiloxan			-		
Styrener	Beta-bromstyren			-	-	
	Monoklorstyrener			-	-	
	Oktaklorstyren			-	-	
Tennorganiska	Dibutyltenn	+			+	-
	Dioktyltenn	-			+	-
	Monobutyltenn	+			+	-
	Monooktyltenn	-			+	-
	Tributyltenn	+			+	-
	Trifenyltenn	+			-	-
Övrigt	1,5,9-cyklododekatrien	-	-	-	-	
	Bisfenol A	-		? ³	-	
	Endosulfan			-	-	
	Limonen			-		
	Mirex			-	-	
	Sukralos	-				+

³ Bisfenol A har uppmätts i luft från flera svenska städer (WSP, 2004). Då data från bakgrundslökaler saknas har vi inte kunnat bedöma i vilken utsträckning förekomsten har ett urbant ursprung.

Uppdragsnr: 10130707		
Daterad: 2010-09-03	Status: Slutrapport	

L:\365x\2009\10130707_NV Urban miljöövervakning\C-Genomförande\24-Slutversioner\Urban miljögifter_slutrappp 100903.doc

Bilaga 4. Halter och relativ förhöjning av ämnen i yttre miljö

I denna bilaga har halter för de ämnen som påvisats förhöjda i yttre miljö samt deras relativa förhöjning jämfört med bakgrundslokar sammanställts. Halterna baseras huvudsakligen på 2-5 mätvärden varför uppskattat medelvärde ska ses som approximativt. Medelvärde har endast uppskattats för de ämnen som påträffats i två prov eller fler i halter över rapporteringsgränsen. Halterna och den relativa förhöjningen presenteras uppdelat på respektive matris i tabellerna nedan. De ämnen som endast påvisats förhöjda nedströms reningsverk markeras med en asterix (*).

Jord

Tabell 7. Sammanställning av uppmätta halter av de ämnen som påträffas i förhöjda halter i jord i urban miljö samt relativa förhöjningen jämfört med bakgrundslokalerna.

Ämne	Ämnesgrupp	Min (µg/kg ts)	Max (µg/kg ts)	Medel (µg/kg ts)	Relativ förhöjning
Palladium	Metaller	1,5	16,8	6,2	3
Platina	Metaller	0,5	83,9	19	35
Rhodium	Metaller	0,1	20,5	4,4	45

Luft

Tabell 8. Sammanställning av uppmätta halter av de ämnen som påträffas i förhöjda halter i luft i urban miljö samt relativa förhöjningen jämfört med bakgrundslokalerna.

Ämne	Ämnesgrupp	Min (ng/m ³)	Max (ng/m ³)	Medel (ng/m ³)	Relativ förhöjning
DEHP	Ftalater	1,3	1,7	1,5	2
DINP	Ftalater	0,66	0,89	0,8	3
DIBP	Ftalater	1,3	1,4	1,3	4
BBzP	Ftalater	0,12	0,17	0,14	4
PFOS	PFAS	0,0026	0,0039	0,0032	4
DEHA	Ftalater	0,2	0,4	0,3	6
NCBA	Aminer	<0,0012	0,005	0,0025	8
HBCD	Bromerade flamskyddsmedel	0,076	0,6	0,15	10
DBPT	Ftalater	2,1	3,6	2,7	13
DEP	Ftalater	1	1,2	1,1	14
DIDP	Ftalater	1,1	5,5	3	23
Platina	Metaller	0,014	0,0301	0,022	30
Palladium	Metaller	0,0031	0,0065	0,0048	30
Rhodium	Metaller	<0,00063	0,0043	0,002	30
PFOSA	PFAS	0,0028	0,0043	0,0035	180

Ytvatten

Tabell 9. Sammanställning av uppmätta halter av de ämnen som påträffas i förhöjda halter i ytvatten i urban miljö samt relativa förhöjningen jämfört med bakgrundslokaler.

Ämne	Ämnesgrupp	Min (ng/l)	Max (ng/l)	Medel (ng/l)	Relativ förhöjning
Oxazepam	Läkemedel	9	24	12	4
Irgarol	Biocider	<0,3	1,6	0,8	5
Tonalide*	Myskämnen	<1	6	2,8	6
PFOS	PFAS	12	13	12	6
PFHxS	PFAS	1,9	1,9	1,9	10
Galaxolide*	Myskämnen	<1	71,2	36,6	70
Sukralos*	Övrigt	400	900	550	250

Biota

Tabell 10. Sammanställning av uppmätta halter av de ämnen som påträffas i förhöjda halter i biota i urban miljö samt relativa förhöjningen jämfört med bakgrundslokaler.

Ämne	Ämnesgrupp	Min (ng/g ww)	Max (ng/g ww)	Medel (ng/g ww)	Relativ förhöjning
Oktadecyl-3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxifenyl)propionat	Estrar	<0,02	0,07	0,04	2
Metylparaben	Biocider	<0,5	2,5	1,5	3
MBT	Tennorg	0,8	0,8	0,8	5
DBT	Tennorg	14	21	17,5	5
TBT	Tennorg	69	71	70,05	5
TPT	Tennorg	124	171	147,5	5
Galaxolide*	Myskämnen	<1	48	13,8	30

Sediment

Tabell 11. Sammanställning av uppmätta halter av de ämnen som påträffas i förhöjda halter i sediment i urban miljö samt relativa förhöjningen jämfört med bakgrundslokaler.

Ämne	Ämnesgrupp	Min (ng/g ts)	Max (ng/g ts)	Medel (ng/g ts)	Relativ förhöjning
MOT	Tennorg	<1	14	5,6	2
DOT	Tennorg	<1	14	5,6	2
2-merkaptobensotiazol	Biocider	<25	47	31	3
Sertralin	Läkemedel	<0,3	1,6		3
Silver	Metaller	21000	44000	31000	3
Tonalide*	Myskämmen	<1	3,2	1,8	3
DDMAC	Biocider	59	140	87	4
	Polyklorerade dibensotiofener	0,033	0,15	0,08	4
26DTB4MP	Alkylfenoler	<0,1	3,7	1,6	5
	Bromerat				
HBCD	flamskyddsmedel	0,8	2,1	1,5	5
Citalopram	Läkemedel	<0,5	1,8	1,2	5
MBT	Tennorg	21	170	110	5
DBT	Tennorg	17	300	165	5
TBT	Tennorg	<1	880	377	5
Galaxolide*	Myskämmen	<1	6,4	4,2	6
Red 170	Pigment	<107	330	192	7
PFOS	PFAS	3,3	8	5	8
Red 53:1	Pigment	5,9	13	8,8	9
LAS	LAS	360	1600	830	10
4NP	Alkylfenoler	<6	1900	580	12
4-T-OP	Alkylfenoler	1,4	63	21,8	17
	Bromerat				
Dekabromdifenyletan	flamskyddsmedel	1,5	11	5,7	20
Propofol*	Läkemedel	<0,1	4,4		20
DIDP	Ftalater	1200	3400	2033	40
	Bromerat				
PBDE209	flamskyddsmedel	19	88	51	50
DINP	Ftalater	2000	3200	2400	50
Irgarol	Biocider	<1	17,8	6,4	100
DEHP	Ftalater	1200	2800	1967	100