



Miljögiftsövervakning i Stockholms stad år 2012

UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



RAPPORT

Miljögiftsövervakning av ytvatten och fisk i
Stockholms stad – sammanställning för år 2012
Miljöförvaltningen, Stockholms stad

2014-06-02

Upprättad av: Ann Helén Österås, Mats Allmyr

Granskad av: John Sternbeck

RAPPORT

Miljögiftsövervakning av ytvatten och fisk i Stockholms stad – sammanställning för år 2012 Miljöförvaltningen, Stockholms stad

Kund

Miljöanalysenheten
Miljöförvaltningen, Stockholms stad
Box 8136
104 20 Stockholm

Konsult

WSP Environmental
121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10 722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se

Kontaktpersoner

Uppdragsansvarig: Ann Helén Österås, 010-722 81 54
Specialist: John Sternbeck, 010-722 81 51

Foto framsida: Årstaviken, Magnus Sannebro

Sammanfattning

Under år 2009 startade Stockholms miljöförvaltning ett program för miljögiftsövervakning i ytvatten. Programmet syftar till att kunna påvisa långsiktiga förändringar i miljötillståndet samt belysa risksituationen. Miljöövervakningsprogrammet har två delar:

Delprogram I – tidstrendsanalys från månatlig analys av metaller, PFOS och PFOA (PFOS och PFOA ersätter analys av alkylfenoler år 2012) i ytvatten i tre lokaler och årlig provtagning av fisk för analys av prioriterade organiska ämnen.

Delprogram II – screening och långsammare förändringar av halter i fisk och sediment.


Under år 2012 har delprogram I genomförts med analyser av ytvatten och fisk. I årets analyser ingår även mätningar i fisk som provbankats från år 2011. Dessutom har delar av delprogram II genomförts med screening av fler ämnen i fisk och från fler lokaler. De lokaler som ingår i delprogram I är Årstadal/Årstaviken i Mälaren, Blockhusudden/Djurgårdsbrunnsviken i Saltsjön och Drevviken. De lokaler som tillkommit i delprogram II är Judarn och Trekanten.

Under år 2012 har månatliga mätningar (jan-dec) utförts av metaller (kadmium, krom, koppar, bly, nickel och zink) och perfluorerade ämnen (PFOS och PFOA) i ytvatten. Under hösten 2011 och 2012 insamlades abborre inom delprogram I för analys av polyklorerade bifenyler (PCB), bromerade flamskyddsmedel (PBDE och HBCD) och perfluorerade organiska ämnen (PFOS). Inom delprogram II analyserades ytterligare 14 perfluorerade ämnen samt 13 organofosfater. Samtliga ämnen utom de perfluorerade ämnena har mätts i muskel. Perfluorerade ämnen har mätts i lever.

Uppmätta halter av lösta metaller i ytvatten under år 2012 ligger under miljö kvalitetsnormerna eller föreslagna gränsvärden. Resultaten från 2012 liknar de från 2011. Det råder i stort sett inga skillnader i årsmedelhalter av metaller mellan dessa år och fördelningen mellan löst och partikulär fas är också likartad. Endast vid Blockhusudden ses en skillnad med lägre årsmedelhalter av kadmium 2012 jämfört med 2011.

Som tidigare år så kan skillnader i halter mellan lokalerna ses för bly, nickel och koppar. För dessa metaller är det generellt Drevviken som har lägst halter och Årstaviken högst halter. Jämförelse mot naturliga bakgrundshalter tyder på att Årstaviken är något mer påverkad än Drevviken. Zink, bly och nickel är metaller med relativt stor lokal påverkan, enligt dessa jämförelser. Totalhalter av metaller i Årstaviken och Blockhusudden överensstämmer väl med halter uppmätta i Riddarfjärden inom den nationella miljöövervakningen.

Uppmätta medelhalter av PFOS i ytvatten år 2012 vid Årstadal, Blockhusudden och Drevviken var 8, 6 respektive 11 ng/l. Halterna ligger långt över EU-kommissionens gränsvärde (0,65 ng/l). Halter av både PFOS och PFOA var högre i Drevviken än vid Årstadal och Blockhusudden. En preliminär bedömning av halter jämfört mot regionala bakgrundshalter indikerar en lokal påverkan av PFOS men inte av PFOA.

Uppdragsnr: 10129776		
Daterad: 2014-06-02	Status: Slutversion	

Sex av de femton undersökta perfluorerade organiska ämnena påträffades i detekterbara halter i lever från abborre. PFOS, PFDA och PFunDA förekom i samtliga undersökta fiskprov. PFDODA och PFDS förekom i samtliga prov utom det från Judarn. PFOS förekom i högst halter i samtliga lokaler och i halter betydligt högre än tidigare uppmätta halter i nationella och regionala bakgrundslokaler.

Uppmätta halter av PCB och PBDE i abborrmuskel från fiskar insamlade år 2011 och 2012 avvek kraftigt från tidigare uppmätta halter i individer insamlade år 2010. På grund av dessa mätproblem utgår resultaten från föreliggande rapport. Mätproblemen kommer att behandlas i en fördjupad utvärdering av miljögiftsövervakningsprogrammet. HBCD och organofosfater påträffades inte i halter över rapporteringsgränsen i något fiskprov. Liknande resultat för HBCD konstateras i fiskprov från år 2010. Avsaknaden av detekterbara halter för organofosfater beror sannolikt på att använda rapporteringsgränser var för höga.

INNEHÅLL

1	INLEDNING	6
2	MÄTPROGRAM ÅR 2012	6
3	METODBESKRIVNING	8
3.1	PROVTAGNING OCH PROVBEREDNING.....	8
3.1.1	Ytvatten.....	8
3.1.2	Fisk.....	8
3.2	ANALYSER	9
3.2.1	Ytvatten.....	9
3.2.2	Fisk.....	9
3.3	KVALITETSSÄKRING	10
3.3.1	Ytvatten.....	10
3.3.2	Fisk.....	11
3.4	SÄRSKILDA HÄNDELSER/AVVIKELSER.....	11
3.5	STATISTISK BEARBETNING	11
4	RESULTAT OCH UTVÄRDERING	12
4.1	METALLER I YTVATTEN.....	12
4.1.1	Årstadal.....	12
4.1.2	Blockhusudden.....	13
4.1.3	Drevviken.....	15
4.1.4	Samvariationen mellan totalhalt metaller och turbiditet.....	16
4.1.5	Samvariationen mellan olika metaller	16
4.1.6	Jämförelse mellan lokaler samt mot rikt- och gränsvärden.....	16
4.1.7	Jämförelse mot andra lokaler.....	17
4.1.8	Jämförelse med uppmätta halter år 2011.....	19
4.1.9	Jämförelse mot och utvärdering av kontrollmål	20
4.2	PFOS OCH PFOA I YTVATTEN	21
4.2.1	Jämförelse mot gränsvärden	22
4.2.2	Jämförelse mot andra mätningar	23
5	RESULTAT OCH UTVÄRDERING FISK	24
5.1	HALTER AV BROMERADE ORGANISKA ÄMNEN I MUSKEL	24
5.2	HALTER AV ORGANOFOSFATER I MUSKEL	24
5.3	HALTER AV PERFLUORERADE ORGANISKA ÄMNEN I LEVER.....	24
5.4	UTVÄRDERING AV HALTVARIATIONER MELLAN LOKALER OCH ÅR	25
5.5	UPPMÄTTA HALTER JÄMFÖRT MED TIDIGARE ÅRS MÄTNINGAR	25
5.6	UPPMÄTTA HALTER JÄMFÖRT MED BAKGRUNDSHALTER	25
6	OSÄKERHETER OCH FELKÄLLOR	27
7	REFERENSER	28
	BILAGA 1. RAPPORTERINGSGRÄNSER FÖR ANALYSER	29
	BILAGA 2. SAMMANSTÄLLNING METALLANALYSER YTVATTEN	30
	BILAGA 3. SAMMANSTÄLLNING ANALYSER AV PFOS OCH PFOA YTVATTEN	33
	BILAGA 4. SAMMANSTÄLLNING PROVUPPGIFTER FISK	34
	BILAGA 5. SAMMANSTÄLLNING ANALYSDATA FISK	35

1 Inledning

Under år 2009 startade Stockholms miljöförvaltning ett miljöövervakningsprogram i Stockholm. Underlag till programmets utformning togs fram av WSP (2008). Programmet syftar till att kunna påvisa långsiktiga förändringar i miljötillståndet samt belysa risksituationen. Miljöövervakningsprogrammet har två delar:

Delprogram I – tidstrendsanalys från månatlig analys av metaller och alkylfenoler i ytvatten i tre lokaler och årlig provtagning av fisk för analys av prioriterade organiska ämnen.

Delprogram II – screening och långsammare förändringar av halter i fisk och sediment.

Eftersom detektionsfrekvensen av alkylfenoler i ytvattenprover varit mycket låg 2009-2011 har de utgått från miljöövervakningsprogrammet från år 2012. De har ersatts av analyser av PFOS och PFOA. WSP Environmental har på uppdrag av Stockholms miljöförvaltning sammanställt och utvärderat utförda analyser av ytvatten för år 2012 och fisk för år 2011 och 2012. Resultaten från detta presenteras i denna rapport.

2 Mätprogram år 2012

Under år 2012 har delprogram I genomförts med analyser av ytvatten och fisk från Mälaren, Saltsjön och Drevviken, se Tabell 1. År 2012 erhöles dock inga fiskprov från Drevviken. I årets analyser ingår även mätningar i fisk som provbankats från år 2011. Dessutom har delar av delprogram II genomförts med screening av fler ämnen i fisk och från fler lokaler. De lokaler som tillkommit under år 2012 är Judarn och Trekanten.

Tabell 1. Provlokalerna för ytvatten och fisk år 2012.

Lokal	Lokalnamn ytvatten	Lokalnamn fisk	Koordinater ytvatten (WGS 84)
Mälaren	Årstadal	Årstaviken	N 59°18,439 O 18°02,239
Saltsjön	Blockhusudden	Djurgårdsbrunnsviken	N 59°19,139 O 18°09,196
Drevviken	Stortorp	Drevviken	N 59°14,747 O 18°07,311
Trekanten		Trekanten	
Judarn		Judarn	

Omfattningen av delprogram I avseende matriser och analyser i de tre lokalerna år 2012 presenteras i Tabell 2. Månatliga mätningar (jan-dec) har utförts av metaller samt två perfluorerade ämnen, PFOS och PFOA, i ytvatten. Under år 2012 har även månatliga fältmätningar av turbiditet utförts. Abborre (*Perca fluviatilis*) insamlade under hösten 2011 och 2012 har analyserats avseende PCB, PBDE, HBCD och PFOS. År 2012 analyserades dock HBCD endast i abborre från Djurgårdsbrunnsviken.

Tabell 2. Delprogram I, omfattning för ytvatten år 2012 och för fisk år 2011 och 2012.

Matris	Ämnen	Frekvens provtagning	Frekvens analyser	Lokalnamn
Ytvatten	Metaller, PFOS, PFOA	12 ggr/år	12 ggr/år	Årstadal, Blockhusudden, Stortorp
Abborre, muskel	PCB, PBDE, HBCD	1 ggr/år	1 ggr/år	Årstaviken, Djurgårdsbrunnsviken, Drevviken
Abborre, lever	PFOS	1 ggr/år	1 ggr/år	Årstaviken, Djurgårdsbrunnsviken, Drevviken

Omfattningen av delprogram II avseende analyser i fisk år 2012 presenteras i Tabell 3. Inom delprogram II har 2 ytterligare lokaler tillkommit, Judarn och Trekanten, som analyserats avseende PCB, PBDE och PFOS. Dessutom har fler ämnen analyserats inom delprogram II. De ämnen som tillkommit för samtliga leverprov från 2011 och 2012 är 14 ytterligare perfluorerade ämnen (PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFBS, PFHxS, PFDS, 6:2 FTS, 8:2 FTS). I fiskmuskel från Årstaviken, Djurgårdsbrunnsviken och Drevviken 2011 samt Djurgårdsbrunnsviken 2012 har också 13 organofosfater (TCPP, TCEP, TDCP, TBP, TBEP, TEHP, TIBP, TmpCP, ToCP, TPP, DBPP, DPBP, EHDPP) analyserats. Samtliga ämnen med fullständiga namn redovisas i bilaga 1.

Tabell 3. Delprogram II, omfattning för fisk år 2011 och 2012.

Matris	Ämnen	Frekvens provtagning	Frekvens analyser	Lokalnamn
Abborre, muskel	PCB, PBDE	1 ggr/år	1 ggr/år	Judarn, Trekanten
Abborre, muskel	13 Organofosfater	1 ggr/år	1 ggr/år	Årstaviken, Djurgårdsbrunnsviken, Drevviken
Abborre, lever	PFOS	1 ggr/år	1 ggr/år	Judarn, Trekanten
Abborre, lever	14 Perfluorerade ämnen	1 ggr/år	1 ggr/år	Årstaviken, Djurgårdsbrunnsviken, Drevviken; Judarn, Trekanten

Eftersom det förekom mätproblem avseende PCB och PBDE i abborrmuskel så utgår dessa resultat från föreliggande rapport. Mätproblemen kommer att behandlas i en fördjupad utvärdering av miljögiftsövervakningsprogrammet.

3 Metodbeskrivning

mProv konsult utförde provtagning av ytvatten i de olika lokalerna år 2012. Stockholms idrottsförvaltning ansvarade för insamlingen av fisk i Årstaviken och Djurgårdsbrunnsviken år 2011. Fisk från Drevviken insamlades av Drevviken-Långsjöns fiskevårdsförening. År 2012 ansvarade Sportfiskarna för insamling av fisk i Årstaviken, Judarn och Trekanten samt Stockholms idrottsförvaltning för insamling av fisk från Djurgårdsbrunnsviken.

Provberedning samt analyser av ytvatten och fisk utfördes av ALS Scandinavia AB, med undantag av perfluorerade ämnen i ytvatten som utfördes av IVL Svenska Miljöinstitutet AB. I nedanstående underkapitel redovisas uppgifter om provtagning och analyser som erhållits från ALS, IVL och mProv.

3.1 Provtagning och provberedning

3.1.1 Ytvatten

Under år 2012 provtogs ytvatten en gång per månad vid de tre lokalerna Årstadal, Blockhusudden och Stortorp.

Samtliga prover är tagna på 0,5 meters djup med metallfri Ruttnerhämtare (Hydro-X). Vid samtliga provtagningar användes provtagningskärl tillhandahållet från respektive laboratorie. För metallanalyser används syradiskade plastflaskor och för perfluorerade ämnen används metanoltvättade platsflaskor.

Tillsats av syra och filtrering av metallproverna utfördes hos ALS på laboratorium. Filtrering utfördes med 0,45 µm membranfilter innan syrasättning. Filterkvaliteten är testad för att inte orsaka kontaminering.

3.1.2 Fisk

Abborrar insamlades under hösten 2011 och 2012. Fiskar insamlade under 2011 provbankades hos Naturhistoriska riksmuseet fram till samlad analys med fiskproven insamlade 2012. År 2012 insamlades även fiskar från två andra sjöar, Judarn och Trekanten, och inga fiskar kunde samlas in från Drevviken. Provlokal, fångstmetod och fångstdatum redovisas i Tabell 4.

Tabell 4. Fångstmetod och fångstdatum för de olika lokalerna.

Lokal	Fångstmetod	Fångstdatum 2011	Fångstdatum 2012
Årstaviken (Årstadal)	Jigg 2011/Nät 2012	2011-10-23	2012-09-03
Djurgårdsbrunnsviken	Spö-mete	2011-08-27	2012-08-25
Drevviken	Nätfiske	2011-09-10	Ingen fisk
Judarn	Nätfiske		2012-08-07
Trekanten	Nätfiske		2012-08-06

3.2 Analyser

3.2.1 Ytvatten

Analyser av metaller i ytvatten samt PFOS och PFOA har utförts hos ALS respektive IVL löpande under år 2012. Rapporteringsgränser för samtliga analyser redovisas i bilaga 1. Rapporteringsgränserna vid totalmetallanalyserna är desamma som vid analys av löst metallhalt.

Metallanalyser i ytvattenprov utfördes med högupplösande ICP-MS enligt metod EPA 200.8. Metoden är ackrediterad. Bestämning av metaller har utförts utan föregående uppslutning. Provet har surgjorts med 1 ml salpetersyra (Suprapur) per 100 ml innan analys. Metaller har analyserats både som totalhalter och som lösta halter (filtrerade prov).

Analyser av PFOS och PFOA i ytvattenprov utfördes med HPLC-MS-MS. Vattenproverna har innan analys extraherats med SPE kolonner (oasis, WAX).

Utöver analyser på laboratorier har mProv konsult utfört oackrediterade fältmätningar av turbiditet i samband med provtagningarna. Mätningarna har utförts med ett enklare fältinstrument, Eutech TN100. På grund av försenad leverans av fältinstrumentet utfördes ingen mätning i januari.

3.2.2 Fisk

Analyser av organiska ämnen i fisk har utförts hos ALS Scandinavia AB under december 2012/januari 2013. Rapporteringsgränser för samtliga analyser redovisas i bilaga 1.

Analyser har utförts på samlingsprover från respektive lokal. Inga prover är analyserade på individbasis.

Fetthaltsbestämning i muskel

Prover extraheras med hexan/diklormetan 1:1 v/v i 20 timmar. Extraktet ångprepareras på m h a RVO (vakuumrotationsindunstare) och under kväveånga till konstant vikt. Fettvikten bestäms sedan gravimetriskt.

HBCD i fiskmuskel

Analys av HBCD i fiskmuskel har utförts med GC-MS. Innan analys Soxhlet-extraherades lufttorkade prov med toluen. Proven renades i två steg med svavelsyra och GPC (gelkolumn, gel permeation chromatography). Som kvalitetssäkring används en intern standard (13C-märkt HBCD), samt dubbelprov. Även blankprover har analyserats i anslutning till analyserna.

Organofosfater i fiskmuskel

Analys av organofosfater i fiskmuskel har utförts med GC-MS. Två olika metoder för preparering har använts a) extraktion med en blandning av petroleumeter/acetone, rening med GPC eller b) extraktion med en blandning av hexan/acetone, rening med aluminiumoxid.

Uppdragsnr: 10129776		
Daterad: 2014-06-02	Status: Slutversion	

Som kvalitetssäkring används en intern standard eftersom certifierat referensmaterial saknas. Även blankprover har analyserats i anslutning till analyserna.

Perfluorerade ämnen i fisklever

Analys av perfluorerade karboxylsyror och perfluorerade alkylsulfonater har utförts med LC-MS-MS. Intern standard tillsätts till 1g homogeniserat prov. Provet extraheras under skakning med en blandning av acetonitril och vatten. En saltlösning (quetschers-agent) tillsätts extraktet varefter det omblandas väl. Den organiska fasen av extraktet blandas med vatten och renas på SPE-kolonn. Eluatet från SPE-kolonnen uppkoncentreras till en slutlig volym av 1 ml. Som kvalitetssäkring används en intern standard eftersom certifierat referensmaterial saknas. Även blankprover har analyserats i anslutning till analyserna.

3.3 Kvalitetssäkring

3.3.1 Ytvatten

För att kvalitetssäkra analyser av ytvatten så har fältblankar analyserats avseende metaller vid två tillfällen under år 2012 (mars och november). Resultaten redovisas i tabellen nedan.

Tabell 5. Analysresultat från filtrerade och ofiltrerade fältblankar från mars och november 2012.

Lokal	Datum	Filtrerad	Cd (µg/l)	Cr (µg/l)	Cu (µg/l)	Ni (µg/l)	Pb (µg/l)	Zn (µg/l)
Årsta fältblank	2012-03-23	Ja	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	<0.2
Fältblank	2012-11-29	Ja	<0.04	0,25	<2	<1	<0.2	7,0
Årsta fältblank	2012-03-23	Nej	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	<0.2
Fältblank	2012-11-29	Nej	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	<0.2

Analys av tre fältblankar från 2011 visade generellt att kontamineringen av proven var liten (WSP, 2012). I två filtrerade prov indikerades dock kontaminering av zink, bly och koppar, men i halter strax över rapporteringsgränsen. Resultaten från de två fältblankarna från 2012 indikerar att kontamineringen av prov före filterning är låg, medan efter filterning så kan den vara både låg och mycket hög. I den filtrerade fältblanken från mars detekterades inga metaller över rapporteringsgränsen, medan i provet från november detekterades krom och zink i halter långt över rapporteringsgränsen. Dessutom var rapporteringsgränserna högre i samtliga analyserade filtrerade prov från november jämfört med tidigare utförda analyser. För att utröna orsaken till de högre rapporteringsgränserna och kontamineringen i fältblanken från november kontaktades ALS. Någon säker förklaring kunde inte ges till de högre rapporteringsgränserna, men de kan se att proven spätts mer än vanligt vilket kan bero på högre halter. Eftersom inga prov fanns kvar kunde ingen omanalys utföras. På grund av kontamineringsproblemet och ändrade rapporteringsgränser av filtrerade prover under november månad så har analysresultatet från november för samtliga metaller utom nickel och i vissa fall koppar uteslutits ur årets sammanställning.

3.3.2 Fisk

Den kvalitetssäkring som utförts vid analyserna av fiskvävnad framgår av metodbeskrivningarna ovan. Överensstämmelsen i analysen av kontrollprov var 79 % för TCPP och 89 % för TCrP.

3.4 Särskilda händelser/avvikelser

Under provtagningen år 2012 har en avvikelse avseende provtagningen rapporterats. Under december månad försköts provtagningstillfället i Drevviken något och provlokalen fick ändras på grund av isläget. Provtagning utfördes istället ca 25 m utanför Talludden, N 59°14,801; O 18°07,571, vilket är ca 230 m från ordinarie provpunkt. Utanför denna punkt var det inte möjligt att gå på isen.

För analyser har rapporterats en ändring av utförare av analyser av perfluorerade ämnen i fisklever, vilket bytts från ALS laboratorium i Edmonton till deras underleverantör GBA.

Vid sammanställningen av analysresultaten av metaller i ytvatten har WSP noterat kraftig kontaminering av filtrerade prov från november månad med zink och krom, vilket har följts upp med kontakter av ansvarigt laboratorium. På grund av kontamineringsproblemet i filtrerade prover så har analysresultatet från november för samtliga metaller utom nickel och i vissa fall koppar uteslutits ur årets sammanställning.

Vid sammanställning av analysresultat av PCB och PBDE i fiskmuskel insamlade år 2011 och 2012 noterades kraftigt avvikande halter från analysresultat från fiskar insamlade år 2010. På grund av detta utgår resultaten från föreliggande rapport. Mätproblemen kommer att behandlas i en fördjupad utvärdering av miljögiftsövervakningsprogrammet.

3.5 Statistisk bearbetning

Analysdata har sammanställts statistiskt. Vid sammanställningen har värden under rapporteringsgränsen ansatts till halva rapporteringsgränsen. För ämnen med > 5 värden/lokal över rapporteringsgränsen har årsmedelvärde samt variationskoefficient (CV^1) beräknats. För övriga analyser anges endast min- och max-värden samt antal värden > rapporteringsgränsen. Andel löst halt har beräknats som kvoten mellan löst halt och totalhalt för respektive månad och anges som medianvärdet för samtliga månader.

Icke-parametriska metoder har använts för analyser av mätvärden, eftersom det finns en del avvikande höga värden och data generellt inte kan antas vara normalfördelade. Ett Spearman korrelationstest har använts för att titta på samvariationen mellan ämnena inom respektive lokal. En stark samvariation indikerar att förekomsten av olika metaller har ett gemensamt ursprung. Signifikansnivån är satt vid 5 %.

Förändringar i halter över tid i respektive lokal har undersökts med ett Mann-Whitney rank sum test (signifikansnivån är satt vid 5 %) samt genom jämförelse mot kontrollmål.

¹ Variationskoefficienten beräknas som standardavvikelse dividerat med medelvärde. Ett högt värde visar att variabiliteten mellan enskilda prov är hög, och indikerar att data inte är normalfördelade.

Kontrollmålen uttrycks som 95:e och 5:e percentilen för en log-normal fördelning för halter uppmätta år 2010.

Rumsliga haltvariationer har undersökts med en Kruskal-Wallis icke-parametriska envägs-ANOVA. I de fall signifikanta skillnader föreligger i ANOVA har post hoc test utförts med Tukey test eller, vid olika stora grupper av data, Dunn's test. Signifikansnivån är satt till 5 %.

4 Resultat och utvärdering

Resultaten från analyser av ytvatten samt en statistisk sammanställning redovisas i bilaga 2 och 3. I nedanstående underkapitel utvärderas resultaten.

4.1 Metaller i ytvatten

I detta kapitel redovisas och utvärderas resultaten från metallanalyser i ytvatten. Först redovisas resultaten från årets mätningar uppdelat på respektive lokal i kapitel 4.1.1 till 4.1.3. Därefter följer en jämförelse av totala metallhalters samvariation med grumligheten (kapitel 4.1.4), metallers samvariation (kapitel 4.1.5), lösta metallhalter mellan lokaler samt mot jämförvärden (kapitel 4.1.6), följt av en jämförelse mot halter i andra lokaler (kapitel 4.1.7), tidigare års mätning (kapitel 4.1.8) och en utvärdering mot kontrollmålen (kapitel 4.1.9).

För samtliga lokaler har analysresultat av löst halt kadmium, krom, bly och zink i november uteslutits från sammanställningen p.g.a. kontamineringsproblem, varför endast 11 prover ingår i resultatredovisningen av löst halt av dessa ämnen.

4.1.1 Årstadal

En statistisk sammanställning av totalhalter av metaller respektive lösta fraktionen metaller vid Årstadal för år 2012 redovisas i bilaga 2. I Figur 1 redovisas beräknade medelhalter och standardavvikelser.

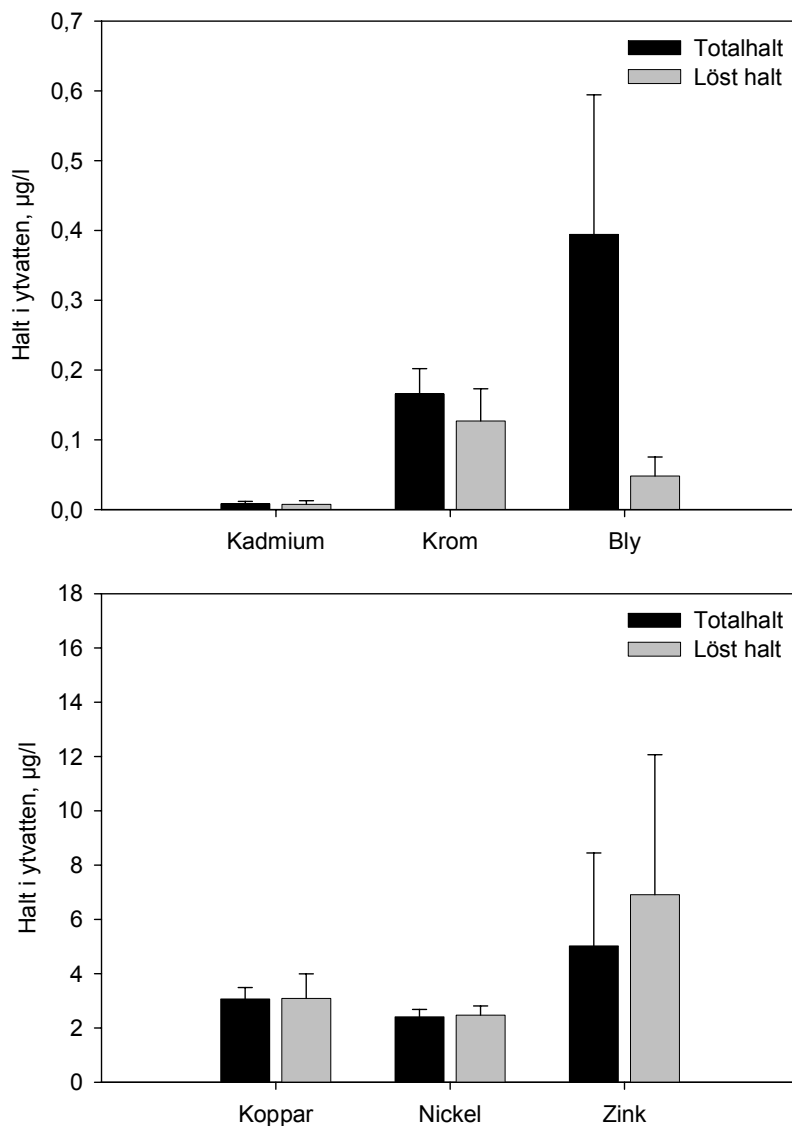
I samtliga prov påträffades metaller i totalhalter över rapporteringsgränsen. För alla metaller utom kadmium påträffades lösta halter över rapporteringsgränsen i samtliga prov, medan för kadmium i 10 av 11 prov.

Under år 2012 är variationen i totalhalter av metaller relativt låg med $CV < 50\%$ för samtliga metaller utom zink, som uppvisar något högre variation med $CV = 64\%$. För lösta halter är variationen något större, men för samtliga ligger den under 75% . Högst är variationen för zink och kadmium och lägst för nickel ($CV < 15\%$).

Andelen löst fraktion utgör en stor andel av den totala halten för koppar, nickel och zink (90, 100 respektive 100 %). Även för kadmium och krom är den lösta halten stor med 76 respektive 71 % av den totala halten. Lägst andel löst halt har bly med endast 12 % av den totala halten. Dessa tendenser överensstämmer väl med resultat från föregående år.

I vissa av proverna överstiger halten löst metall den uppmätta totalhalten metall. Löst halt metall kan inte överstiga totalhalten, men en viss analytisk precisionsavvikelse kan leda till slumpmässiga fel inom rimliga gränser. För zink rapporteras dock en löst halt som uppgår till $>300\%$ av totalhalt i två av proverna från Årstadal. I sammanställningen har dessa prov

inkluderats, vilket förklarar den högre medelhalten löst zink relativt total medelhalt i Figur 1. Liknande avvikelser för zink har även noterats i enstaka prov tidigare år. I en fördjupad utvärdering bör det utvärderas om dessa prover bör ingå i sammanställningen eller inte.



Figur 1. Totalhalter och lösta halter av metaller i Årstadal år 2012 redovisade som medelhalt + stdav, $n_{\text{(totalhalter)}} = 12$, $n_{\text{(lösta halter)}} = 12$ för koppar och nickel, $n = 11$ för kadmium, krom, bly och zink.

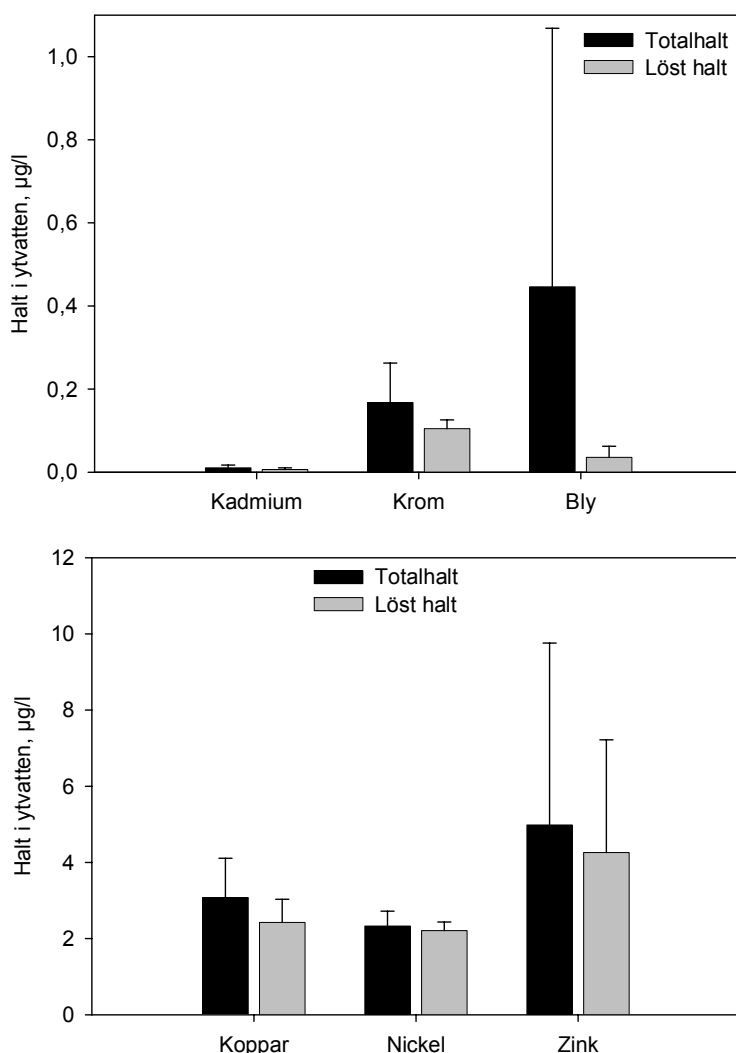
4.1.2 Blockhusudden

En statistisk sammanställning av totalhalter av metaller respektive lösta fraktionen metaller vid Blockhusudden för år 2012 redovisas i bilaga 2. I Figur 2 redovisas uppmätta medelhalter och standardavvikelsen.

Analyserade metaller påträffades i totalhalter över rapporteringsgränsen i samtliga prov. För alla metaller utom kadmium påträffades lösta halter över rapporteringsgränsen i samtliga prov, medan för kadmium i 10 av 11 prov.

Variationen av totalhalt för bly och zink var hög (CV = 134 respektive 89 %) men ≤ 60 för övriga metaller. Variation av löst halt kadmium, bly och zink var relativt hög med CV > 60 % medan variationen var < 30 % för krom, koppar och nickel.

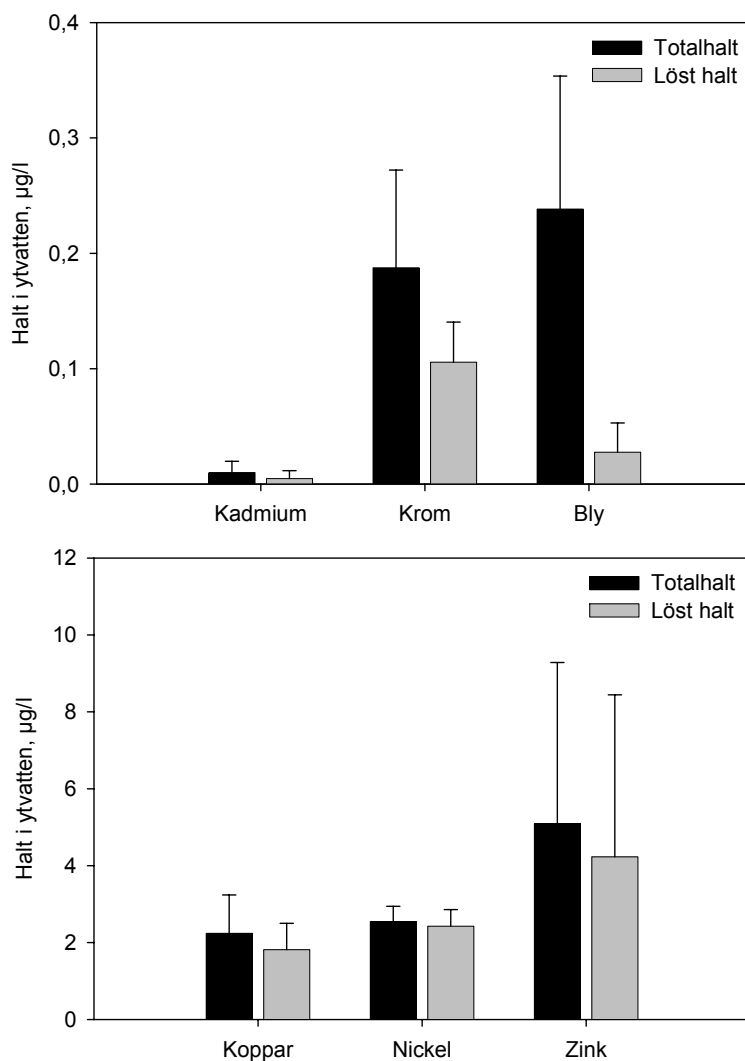
Andelen löst fraktion av totalhalten vid Blockhusudden är på liknande sett som vid Årstadal högst för nickel, zink och koppar (97, 81 respektive 87 %), följt av krom och kadmium (74 % respektive 65 %) och lägst först bly (11 %).



Figur 2. Totalhalter och lösta halter av metaller vid Blockhusudden år 2012 redovisade som medelhalt + stdav. För totalhalter är n=12 för samtliga metaller. För lösta halter är n=12 för koppar och nickel, n=11 för kadmium, krom, bly och zink.

4.1.3 Drevviken

En statistisk sammanställning av totalhalter av metaller respektive lösta fraktionen metaller i Drevviken för år 2012 redovisas i bilaga 2. I Figur 3 redovisas uppmätta medelhalter och standardavvikelsen. Analysresultatet av totalhalt zink i prov från mars 2012 är starkt avvikande (ca 50 ggr högre) från övriga resultat och bedöms vara ett resultat av kontaminering vid provtagning eller analys, varför detta resultat inte ingår i sammanställningen.



Figur 3. Totalhalter och lösta halter av metaller i Drevviken år 2012 redovisade som medelhalt + stdav. För totalhalter är n=12 för samtliga metaller utom zink för vilken n=11; för lösta halter är n=12 för nickel; n=11 för kadmium, koppar, krom och bly; n=10 för zink.

Analyserade metaller påträffades i totalhalter över rapporteringsgränsen i samtliga prov. För alla metaller utom kadmium och bly påträffades lösta halter över rapporteringsgränsen i samtliga prov, medan för kadmium och bly i 6 respektive 7 av 11 prov.

Variationen av totalhalt kadmium och zink var relativt hög (CV = 98 respektive 80 %) och för övriga metaller relativt låg (< 50 %). Variation av löst halt kadmium var hög (141 %), relativt hög för bly och zink (CV = 93 och 90 %) och relativt låg för löst halt krom, koppar och nickel (< 40 %).

Andelen löst fraktion av totalhalten vid Drevviken är på liknande sett som vid Årstadal och Blockhusudden högst för nickel, zink, och koppar (96, 81 respektive 79 %) följt av krom och kadmium (57 respektive 41 %), och lägst för bly (7 %).

4.1.4 Samvariationen mellan totalhalt metaller och turbiditet

I samband med provtagningar av ytvattenprover 2012 uppmättes även turbiditet i syfte att undersöka om det föreligger något samband mellan vattnets grumlighet och totalhalt av metaller i respektive lokal. Statistiska samband testades med linjär regressionsanalys med signifikansnivån 5 %.

Ett samband med turbiditeten kan endast förväntas förekomma för de metaller som främst påvisas i partikulär fas d.v.s. bly och eventuellt krom och kadmium. De statistiska analyserna påvisade inte några signifikanta samband mellan turbiditet och total metallhalt i någon av lokalerna, förutom för krom vid Årstadal ($p=0,02$). Trots det signifikanta sambandet är variationen av kromhalt med förändrad turbiditet mycket låg.

4.1.5 Samvariationen mellan olika metaller

Samvariationen mellan halter av olika metaller i respektive lokal har testats med mätvärdet från år 2011 och 2012. Detta för att se om förekomsten av olika metaller styrs av gemensamma processer. Processerna kan i princip avse både tillförsel och bortförsel.

Som tidigare år samvarierar generellt totalhalten av respektive metall med sin lösta halt i de olika lokalerna, vilket för flera metaller förklaras av att huvuddelen av totalhalten utgörs av den lösta fasen. Undantag gäller dock för krom och bly vid Årstadal, där löst och totalhalt inte tycks samvariera. I Drevviken samvarierar samtliga undersökta totalhalter av metaller (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) med varandra, medan i Årstadal samvarierar alla totalhalter av metaller utom kadmium med krom respektive nickel. Vid Blockhusudden ses samvariation mellan kadmium, koppar, zink och bly och en samvariation mellan krom och nickel respektive bly samt mellan koppar och nickel.

En diskussion kring vilka processer eller källor som orsakar denna samvariation kommer att föras i den fördjupade utvärderingen då flera års data föreligger.

4.1.6 Jämförelse mellan lokaler samt mot rikt- och gränsvärden

Årsmedelvärden för 2012 av lösta halter metaller i de tre lokalerna redovisas i Tabell 6. Den lösta fraktionen av metaller i ytvatten i respektive lokal jämförs mot miljö kvalitetsnormer (MKN) för ytvatten (EU direktiv 2008/105/EG) i Tabell 6. Blockhusudden är inte inlandsytvatten och jämförs därför med AA-MKN för andra ytvatten. För de ämnen där MKN saknas har svenska förslag till gränsvärden använts (Naturvårdsverket, 2008). Lösta medelhalter av kadmium, nickel och bly ligger i samtliga 3 lokaler med marginal under sina respektive miljö kvalitetsnormer (MKN) och årsmedelhalten för krom, koppar och zink

ligger under föreslaget gränsvärde för ytvatten, se Tabell 6. Högsta uppmätta halten av löst kadmium i respektive lokal (0,02 µg/l för Årstadal, Blockhusudden respektive Drevviken) ligger även med god marginal under maximala acceptabla koncentrationen (MAC-MKN).

Skillnader i halter mellan lokalerna har testats med samtliga resultat från år 2011 och 2012. Geografiska skillnader i halter kan som tidigare år ses för bly, nickel koppar och kadmium. Nickelhalter är signifikant högre i Årstadal och Drevviken än vid Blockhusudden. I likhet med 2011 års mätningar i miljöövervakningsprogrammet är blyhalten signifikant högre vid Årstadal än i Drevviken. Även koppar uppvisar samma geografiska skillnader som vid 2011 års utvärdering med signifikant högre halt vid Årstadal än vid Blockhusudden och i Drevviken samt högre halt vid Blockhusudden än i Drevviken. Även kadmium förekom i signifikant högre halter vid Blockhusudden och Årstadal än vid Drevviken. Vid 2011 års mätningar var kadmiumhalter vid Blockhusudden även signifikant högre än vid Årstadal.

Tabell 6. Medelhalter av lösta fraktionen metaller år 2012 jämfört miljö kvalitetsnormen för årsmedelvärden (AA-MKN) och maximal acceptabel koncentration (MAC-MKN) alternativt svenska förslag till gränsvärden (anges inom parantes).

Ämnen	Medelhalt (µg/l)			Jämförvärden (µg/l)		
	Årstadal	Blockhusudden	Drevviken	AA-MKN ¹ inlandsvatten	AA-MKN ¹ andra ytvatten	MAC-MKN alla vatten
Kadmium	0,008	0,006	0,005	0,08	0,2	0,45
Krom	0,13	0,10	0,11	(3)	(3)	-
Koppar	3,1	2,4	1,8	(4)	-	-
Nickel	2,5	2,2	2,4	20	20	-
Bly	0,048	0,036	0,028	7,2	7,2	-
Zink	6,9	4,3	4,3	(8)	(8)	-

¹Jämförvärden som anges inom parantes har inte status som MKN.

4.1.7 Jämförelse mot andra lokaler

Som föregående år utvärderas uppmätta totalhalter mot regionala bakgrundshalter (SLU, 2009) för att utvärdera påverkan av lokal belastning. I SLU (2009) har bakgrundshalter bestämts för olika geografiska områden och olika sjötyper. Geografiskt indelades vattenförekomster efter de sju limniska ekoregionerna (NFS, 2006:1). Underindelningar gjordes därefter utifrån uppgifter om kalk och humus. Referensdata har valts för de sjötyper som är mest representativa för Drevviken och Årstaviken, enligt förteckning i SLU (2009).

I Tabell 7 ges bakgrundshalter, medelhalter och beräknad anrikningsgrad för Drevviken och Årstaviken. Anrikningsgraden är beräknad som medelhalt dividerad med bakgrundshalt. Det ska dock betonas att bakgrundshalterna är tämligen osäkra, bl.a. skiljer sig värdena markant mellan de olika limniska ekoregionerna samt mellan sjöar och vattendrag. Som föregående år så tyder sammanställningen på att Årstaviken är något mer påverkad än Drevviken, vilket är helt rimligt med tanke på avrinningsområdenas karaktär. Zink, bly och nickel är metaller med relativt stor lokal påverkan, enligt dessa jämförelser. Detta ska ses som en preliminär bedömning av hur stor den lokala påverkan på metallhalter är, eftersom

valet av bakgrundshalter har stor betydelse för de slutsatser som dras. Fortsatt arbete med att karakterisera bakgrundshalter rekommenderas.

Tabell 7. Jämförelse av metallhalter i Drevviken och Årstaviken mot bakgrundshalter (SLU, 2009). Halter anges som medelvärden av totalhalter för 2012 ($\mu\text{g/l}$). Bakgrundshalterna är valda för följande ekoregioner: Drevviken - S4NY; Årstaviken - S4YY.

	Bakgrundshalt		Medelhalter 2012		Anrikningsgrad	
	för Drevviken	för Årstaviken	Drevviken	Årstaviken	Drevviken	Årstaviken
Cd	0,01	0,005	0,010	0,008	1,0	1,6
Cr	0,45	0,24	0,19	0,17	0,4	0,7
Cu	1,1	2,2	2,2	3,1	2,0	1,4
Ni	1,38	0,56	2,5	2,4	1,8	4,3
Pb	0,19	0,16	0,25	0,40	1,3	2,5
Zn	1,3	1	5,0	5,1	3,8	5,1

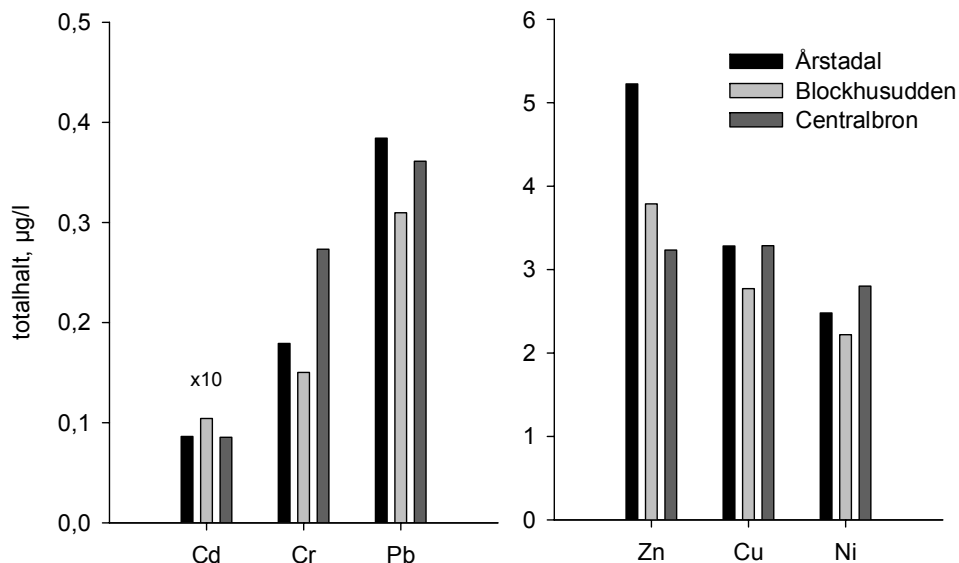
Totalhalten av metaller i ytvatten från Årstaviken och Blockhusudden har även jämförts mot halter i Riddarfjärden (www.ma.slu.se), som kan betraktas som en regional referenslokal. Halterna i Riddarfjärden representerar inte en naturlig bakgrundshalt utan ett regionalt jämförvärde. Miljöövervakningen i Riddarfjärden bedrivs av Naturvårdsverket och omfattar bl.a. metaller i vattenprov tagna månadsvis nära Centralbron. Dessa prov filtreras inte men dekanteras däremot.

Tidigare jämförelse mellan totalhalter och lösta halter visar att totalhalten bäst motsvarar uppmätta halter i Riddarfjärden (WSP, 2012), varför totalhalter används som jämförelsemått.

På längre sikt uppvisar vissa metaller tidstrender i Riddarfjärden, varför data från perioden juli 2010 till och med juni 2012 valts ut som jämförelsemått till föreliggande data (data fanns bara tillgängligt fram till och med juni 2012). Liksom föregående år används geometriska medelvärden i dessa jämförelser för att jämna ut effekter av starkt avvikande värden som förekommer i vissa prover. I Figur 4 jämförs data från Centralbron (juli 2010-juni 2012) mot data från Årstadal och Blockhusudden från år 2011 och 2012. Drevviken ingår inte i samma vattensystem varför det är mindre relevant att jämföra mot.

Den översiktliga jämförelse mellan lokalerna som datamaterialet tillåter ger bilden av att det inte föreligger några större skillnader mellan ytvattenhalter vid Centralbron och Årstadal respektive Blockhusudden.

I den fördjupade utvärderingen är det av intresse att jämföra hur halterna i dessa tre lokaler varierar över längre perioder, eftersom det kan ge förståelse för metallernas spridning i detta vattensystem.



Figur 4. Jämförelse av geometriska medelhalter mellan Årstaviken 2011-2012, Blockhusudden 2011-2012, samt Centralbron juli 2010-juni 2012. Observera att kadmiumhalter har multiplicerats med 10 för att underlätta jämförelser.

4.1.8 Jämförelse med uppmätta halter år 2011

Skillnader mellan lösta metallhalter år 2011 och 2012 i undersökta lokaler har testats med ett Mann-Whitney rank sum test. P-värden från testet redovisas i Tabell 8. Signifikansnivån är satt vid 5 %.

Vid Blockhusudden är årsmedelhalten av löst kadmium signifikant lägre år 2012 jämfört med år 2011. I övrigt ses inga signifikanta skillnader i uppmätta halter mellan år 2011 och 2012 i respektive lokal. Det kan nämnas att förra årets jämförelse visade på signifikant högre årsmedelhalt av löst zink vid Årstadal år 2011 jämfört med år 2010. I övrigt förekom inte några skillnader mellan lokaler och år för ämnena.

Tabell 8. Jämförelse av lösta metallhalter år 2011 och 2012 från Årstadal, Blockhusudden och Drevviken. Skillnader i halter har testats med ett Mann-Whitney rank sum test. I tabellen redovisas resultatet från testet som ett P-värde. $p < 0,05$ tolkas som att skillnaden är signifikant.

Lokal/år	Parameter	Kadmium	Krom	Koppar	Nickel	Bly	Zink
Årstadal							
2012	Medel	0,008	0,13	3,1	2,5	0,048	6,9
2011	Medel	0,009	0,12	3,4	2,5	0,050	7,3
	<i>P-värde</i>	<i>0,56</i>	<i>0,93</i>	<i>0,36</i>	<i>0,71</i>	<i>0,98</i>	<i>0,52</i>
Blockhusudden							
2012	Medel	0,006	0,10	2,4	2,2	0,036	4,3
2011	Medel	0,012	0,09	2,3	2,0	0,034	5,3
	<i>P-värde</i>	0,004	<i>0,48</i>	<i>0,71</i>	<i>0,24</i>	<i>0,52</i>	<i>0,21</i>
Drevviken							
2012	Medel	0,005	0,11	1,8	2,4	0,028	4,3
2011	Medel	0,006	0,11	1,7	2,3	0,086	7,1
	<i>P-värde</i>	<i>0,45</i>	<i>0,85</i>	<i>0,62</i>	<i>0,29</i>	<i>0,64</i>	<i>0,50</i>

Uppdragsnr: 10129776		
Daterad: 2014-06-02	Status: Slutversion	

4.1.9 Jämförelse mot och utvärdering av kontrollmål

År 2011 beräknades kontrollmål för enskilda prov för lösta halter av metaller baserat på mätresultaten från 2010 (WSP, 2011).

På grund av misstänkt kontaminationsproblematik vid analys av lösta halter av metaller har kontrollmålen denna gång baserats på 2010 års totalhalter istället för lösta halter.

Kontrollmålen presenteras i Tabell 9 **Fel! Hittar inte referensälla..** Kontrollmålen uttrycks som 95:e och 5:e percentilen för en log-normal fördelning. Med 12 prov per år är det rimligt att 1 prov per år hamnar utanför intervallet. Om fler prov hamnar utanför intervallet kan detta indikera en förändring i miljötillståndet. Jämförelsen ska inte förväxlas med en statistiskt säkerställd förändring utan betraktas som indikativ.

Tabell 9. Kontrollmål för stickprov av totalhalter av metaller i ytvatten vid Årstadal, Blockhusudden och Drevviken år 2010.

Kontrollmål	Kadmium	Krom	Koppar	Nickel	Bly	Zink
<i>Årstadal</i>						
95-perc	0,064	0,31	5,6	2,8	1,3	17
5-perc	0,001	0,10	1,7	2,1	0,091	1,0
<i>Blockhusudden</i>						
95-perc	0,12	0,33	5,7	3,0	0,92	21
5-perc	0,0015	0,095	1,6	1,6	0,16	1,3
<i>Drevviken</i>						
95-perc	0,038	0,33	2,5	2,8	0,33	6,4
5-perc	0,0003	0,058	0,99	1,8	0,084	1,2

En jämförelse av uppmätta totalhalter av metaller under år 2012 mot kontrollmålen för år 2010 redovisas i Tabell 10 **Fel! Hittar inte referensälla..** Denna jämförelse indikerar ökande halter av koppar, bly och nickel i Drevviken. Uppmätta halter av zink i Drevviken 2012 ligger både lägre och högre än gränserna i kontrollmålet i flera prov, vilket antyder en större variation i halter av zink än tidigare år. Halter av nickel och krom ser i jämförelsen ut att avta vid Årstadal respektive Drevviken. En säkrare bedömning kan erhållas genom regression då flera års data finns tillgängligt.

Tabell 10. Jämförelse av uppmätta halter under år 2012 från Årstadal, Blockhusudden och Drevviken mot kontrollmål för år 2010. Kontrollmålen uttrycks som 95:e och 5:e percentilen. Antal över-skridande eller underskridande av intervallet under år 2012 anges i tabellen. Mer än ett värde markeras med fetstil, vilket indikerar en förändring av miljötillståndet.

Lokal/metall	<5 perc	>95 perc
<i>Årstadal</i>		
Cd	0	0
Cr	0	0
Cu	0	0
Ni	2	0
Pb	0	0
Zn	0	0
<i>Blockhusudden</i>		
Cd	0	0
Cr	2	1
Cu	0	1
Ni	0	1
Pb	1	1
Zn	0	0
<i>Drevviken</i>		
Cd	0	1
Cr	0	1
Cu	0	3
Ni	0	3
Pb	1	2
Zn	3	4

4.2 PFOS och PFOA i ytvatten

I detta kapitel redovisas och utvärderas resultaten från analyser av PFOS och PFOA i ytvatten år 2012. Dessa ämnen är nya i miljögiftsövervakningsprogrammet och ersätter tidigare analyserade alkylfenoler. Ytvattenhalter av PFOS och PFOA från provtagning år 2012 vid Årstadal, Blockhusudden och Drevviken redovisas i bilaga 3. Medelhalter och standardavvikelser från respektive lokal presenteras i Figur 5.

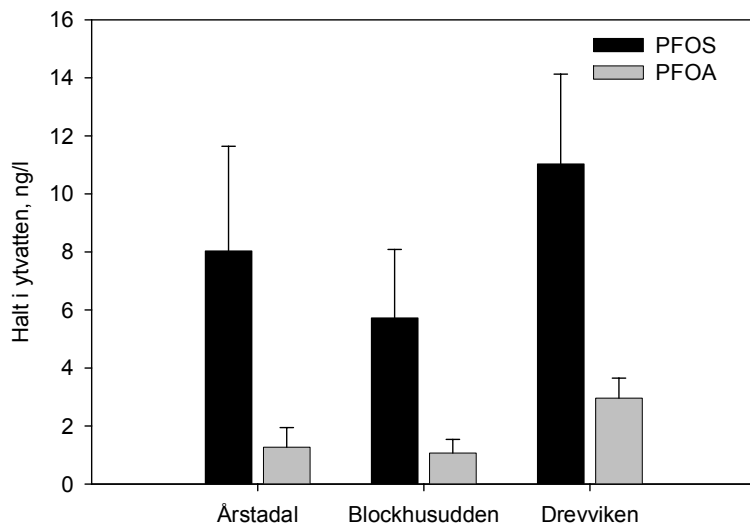
PFOS detekterades i samtliga prover från Årstadal och Drevviken samt i 11 av 12 prover från Blockhusudden. PFOA detekterades i 8 av 12 prover från Årstadal och Blockhusudden medan halter var över detektionsgränsen i samtliga prover från Drevviken.

Årsvariationen var relativt låg för både PFOS och PFOA vid Drevviken ($CV \leq 28\%$) medan variationen var något större vid Blockhusudden och Årstaviken; PFOS = 41 och 45 % samt PFOA = 44 och 53 % vid respektive lokal.

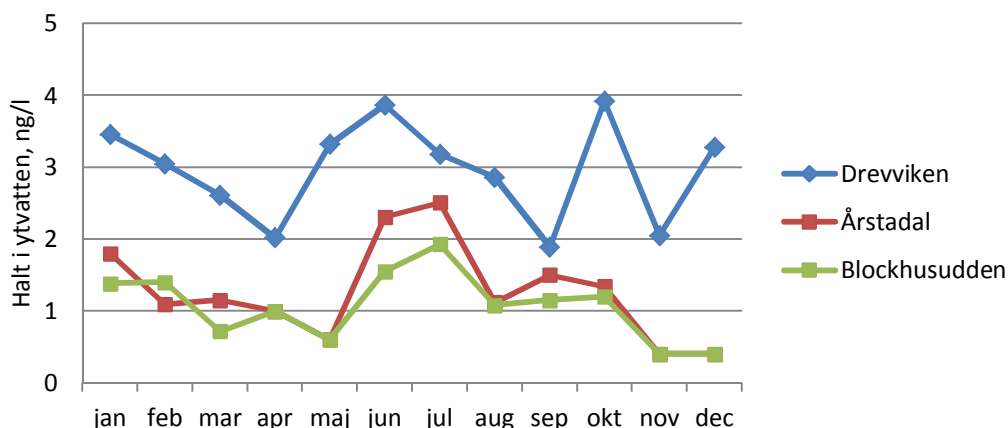
Ytvattenhalter av både PFOS och PFOA var signifikant högre i Drevviken än vid Årstadal och Blockhusudden.

Årstidsvariationerna i halter av PFOA tycks följa samma mönster i de olika lokalerna. Detta är tydligare vid Årstadal och Blockhusudden där haltmönstret är i princip identiskt

medan haltvariationer vid Drevviken avviker något från de andra två lokalerna (Figur 6). För PFOS kunde man inte se något motsvarande mönster i variation över året.



Figur 5. Halter av PFOS och PFOA år 2012 redovisade som medelhalt + stdav, n=12.



Figur 6. Årstidsvariationer av PFOA i ytvatten i de olika lokalerna.

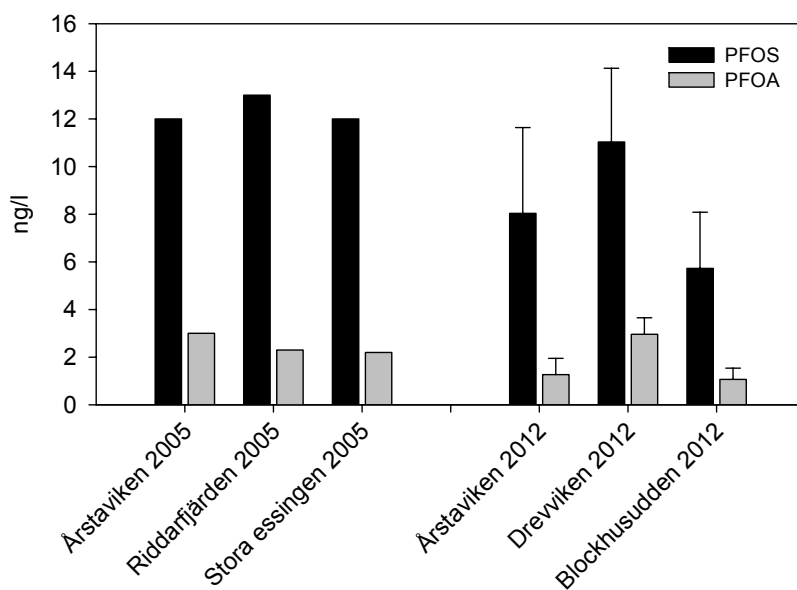
4.2.1 Jämförelse mot gränsvärden

EU-kommissionens gränsvärde för PFOS och relaterade ämnen är satt till 0,65 ng/l avseende årsmedelhalt i inlandsytvatten och 0,13 ng/l för andra ytvatten (AA-MKN) (EU, 2013). Även om gränsvärden för PFOS inte har implementerats i svensk lag ännu så används de här som referensnivåer för godtagbara halter. Gränsvärdena är framtagna för att utgöra ett skydd för människa vid konsumtion av fiskprodukter och baseras på beräkningar utifrån lägsta relevanta effektnivå i däggdjur och biokoncentrations- samt biomagnifikationsfaktor för PFOS i fisk. Gränsvärdet har tidigare kommenterats av bland annat IVL som orimligt för Sverige att efterleva med tanke på nuvarande föroreningsituation av PFOS i svenska bakgrundssjöar.

I vattenprover från samtliga provlokaler i föreliggande undersökning är årsmedelhalter av PFOS med marginal över det föreslagna gränsvärdet 0,65 ng/l.

4.2.2 Jämförelse mot andra mätningar

Tidigare mätningar av PFOS och PFOA i svenska ytvatten har gjorts dels i tidigare nationella screeningprogram och dels inom ramen för forskningsprojektet RE-PATH (IVL, 2006; IVL, 2010). I det nationella screeningprogrammet 2005 analyserades bland annat prover från urbana områden runt Stockholm, bland dem Årstaviken som även ingår i 2012 års miljögiftsövervakning. I Figur 7 presenteras en jämförelse mellan årsmedelhalter 2012 och tidigare uppmätta halter i screeningprogrammet 2005. På grund av att dataunderlaget i de tidigare mätningarna endast utgörs av ett prov från respektive lokal kan inga säkra slutsatser dras av jämförelsen. Jämförelsen tyder dock på att halterna av PFOS och PFOA har minskat i urban miljö nära Stockholm. Inom RE-PATH har IVL även rapporterat ytvattenhalter av PFOS och PFOA i intervallen 4,2–15 respektive 1,2–2,8 ng/l i prov tagna 2009 i lokalen ”Görväln” i Mälaren (Järfälla kommun) (IVL, 2010). Dessa halter är i nivå med 2012 års halter vid Årstadal, Blockhusudden och Drevviken.



Figur 7. Rapporterade ytvattenhalter av PFOS och PFOA i enstaka prover från 2005 års screening (IVL, 2006) samt årsmedelvärden av PFOS och PFOA i miljögiftsövervakning 2012.

I 2009 års provtagningar i RE-PATH-projektet ingick sjön Valloxen som anses kunna utgöra en referenslokal med låg belastning från punktkällor för PFOS och PFOA (IVL, 2010). Sjön är enligt uppgift från IVL belastad via torr- och våtdeposition samt dagvatten från Knivsta tätort. År 2009 var halter av PFOS och PFOA 2,2 respektive 1,6 ng/l i Valloxen. PFOS-halterna är således högre vid samtliga lokaler i årets miljögiftsprovtagning i Stockholm, medan PFOA-halterna ligger på ungefär samma nivå som i Valloxen. Bilden av att närhet till urban miljö ger tydligare påverkan på PFOS-halter i ytvatten än på PFOA-halter kan även skönjas i resultat från 2005 års screening (IVL, 2006).

5 Resultat och utvärdering fisk

Provuppgifter om analyserade abborrar redovisas i bilaga 4. Resultaten från analyser av HBCD, perfluorerade ämnen och organofosfater redovisas i bilaga 5. I nedanstående underkapitel utvärderas resultaten.

Analyser har utförts på samlingsprover från respektive lokal. Inga prover är analyserade på individbasis.

5.1 Halter av bromerade organiska ämnen i muskel

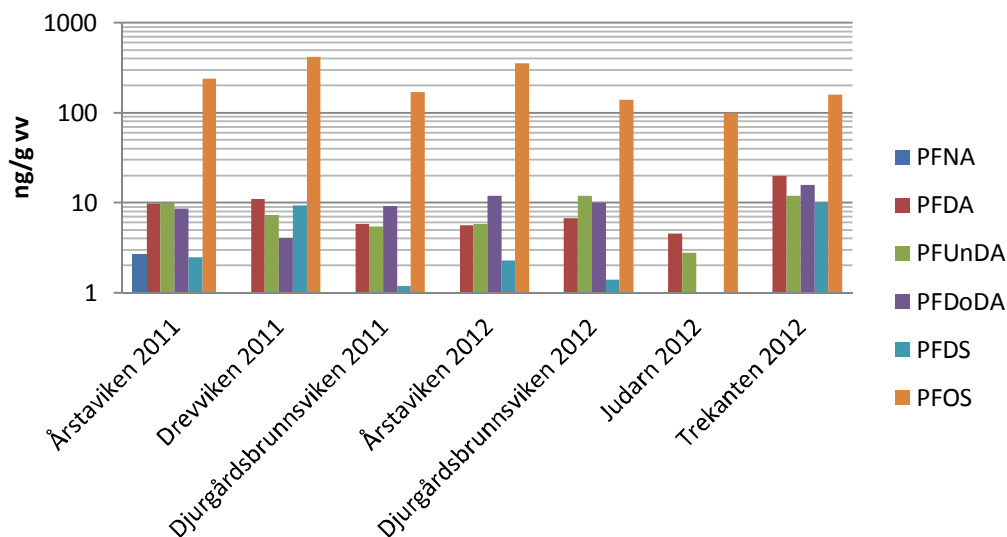
Halter av HBCD var under rapporteringsgränsen (0,5 µg/kg vv) i samtliga prover.

5.2 Halter av organofosfater i muskel

Halterna av organofosfater var under rapporteringsgränsen i samtliga prover (Årstaviken, Drevviken och Djurgårdsbrunnsviken år 2011 samt Djurgårdsbrunnsviken år 2012).

5.3 Halter av perfluorerade organiska ämnen i lever

Perfluorerade organiska ämnen påträffades i lever från abborre i samtliga analyserade prov från de olika lokalerna. Av de analyserade perfluorerade ämnena förekom PFDA, PFUnDA och PFOS i samtliga prover medan PFDoDA och PFDS förekom i alla prover utom i de från Judarn. PFNA detekterades endast i prov från Årstaviken 2011. Övriga ämnen förekom inte i detekterbara halter i något prov (PFHxA, PFHpA, PFOA, PFBS, PFHxS, 6:2 FTS, 8:2 FTS) eller gick inte att bestämma på grund av matrisinterferenser (PFBA, PFPeA). PFOS förekom i högst halter av samtliga analyserade perfluorerade ämnen. Övriga detekterade ämnen förekom i ungefär samma haltintervall (Figur 8).



Figur 8. Halter (ng/g våtvikt) av perfluorerade ämnen i samlingsprov av lever från abborre. I figuren presenteras samtliga resultat med halter över rapporteringsgränsen. Obs logskala.

5.4 Utvärdering av haltvariationer mellan lokaler och år

Summahalt och antal detekterade perfluorerade ämnen var lägst i abborrleverprover från sjön Judarn medan summahalt av perfluorerade ämnen var högst i prov från Drevviken följt av Årstaviken år 2011 och år 2012. Om man bortser från PFOS var halter av övriga perfluorerade ämnen högst i prov från sjön Trekanten (Figur 8).

5.5 Uppmätta halter jämfört med tidigare års mätningar

Halter av PFOS och HBCD i abborre från provtagning år 2010 i Årstaviken, Djurgårdsbrunnsviken och Drevviken har tidigare redovisats inom ramen för detta miljögiftsövervakningsprogram. Analyserna från 2010 visade på kraftigt förhöjda halter av PFOS i jämförelse med nationella och regionala bakgrundshalter (WSP, 2011). Halter av PFOS var betydligt lägre i fisk från Djurgårdsbrunnsviken år 2011 och 2012 än 2010 medan mellanårsvariationen tycks vara lägre i Årstaviken och Drevviken (Tabell 11).

Avseende HBCD så visade analyserna från 2010 på liknande resultatet som för år 2011 och 2012 med halter generellt <0,5 ng/g vv. År 2010 uppmättes halter över rapporteringsgränsen i endast 3 av 10 individer från Djurgårdsbrunnsviken (WSP, 2011).

Tabell 11 Uppmätta halter av PFOS i abborrlever (ng/g våtvikt) från samtliga ingående lokaler i föreliggande övervakningsprogram åren 2010-2012.

Lokal	År	Antal	Längd (cm)	Vikt (g)	Fetthalt muskel (%)	PFOS (ng/g vv)
Årstaviken	2010	10	24,9 ± 1,4	193 ± 32	0,7	270 ± 120
Årstaviken	2011	10	28,1 ± 5,6	344 ± 224	1,2	240
Årstaviken	2012	5	15,6 ± 0,6	43 ± 4,7	1,2	360
Djurgårdsbrunnsviken	2010	10	26,9 ± 2,8	246 ± 95	0,4	570 ± 460
Djurgårdsbrunnsviken	2011	10	24,5 ± 2,3	188 ± 50	1,1	170
Djurgårdsbrunnsviken	2012	10	24,9 ± 1,9	187 ± 51	3,3	140
Drevviken	2010	5	23,2 ± 0,6	148 ± 23	0,4	460 ± 96
Drevviken	2011	10	21,3 ± 5,2	143 ± 108	2,3	420
Judarn	2012	6	17,2 ± 1,1	51 ± 12	1,1	100
Trekanten	2012	6	18,4 ± 0,9	58 ± 5,8	1,4	160

5.6 Uppmätta halter jämfört med bakgrundshalter

Halter PFOS i lever har jämförts med uppmätta halter i abborrar från bakgrundslokaler inom det nationella miljöövervakningsprogrammet. Bakgrundshalterna representerar mätperioden 2007-2010. En indelning har gjorts i bakgrundslokaler påverkade av storskalig diffus påverkan såsom nordligt belägna lokaler, här kallat nationell bakgrundslokal, och lokaler påverkade av regional diffus påverkan, här kallat regional bakgrundslokal. Som nationella bakgrundslokaler har Stensjön i Gävleborgs län och Remmarsjön i Västernorrlands län använts och som regionala bakgrundslokaler Tärnan och Stora Envättern i Stockholms län.

Halter av PFOS ligger över bakgrundsnivåer i samtliga lokaler år 2011 och 2012 (Tabell 12). Övriga perfluorerade ämnen som detekterats i denna undersökning är i stort sett samma ämnen som enligt tidigare miljöövervakningsdata förekommer i fisklever. Halterna av dessa ämnen ligger över bakgrundshalter, men inte lika markant som för PFOS.

Tabell 12. Medelhalter av perfluorerade ämnen i lever hos abborre jämfört med koncentrationsintervall av medelhalter från bakgrundslokaler inom det nationella miljöövervakningsprogrammet.

Lokal	PFOS ng/g vv	PFNA ng/g vv	PFDA ng/g vv	PFUnDA ng/g vv	PFDoDA ng/g vv	PFDS ng/g vv
Årstaviken 2011	240	3	10	10	9	3
Årstaviken 2012	360	<1	6	6	12	2
Djurgårdsbrunnsviken 2011	170	<1	6	6	9	1
Djurgårdsbrunnsviken 2012	140	<10	7	12	10	1
Drevviken 2011	420	<10	11	7	4	9
Judarn 2012	100	<1	5	3	<2	<1
Trekanten 2012	160	<1	20	12	16	10
Bakgrundslokaler¹						
Nationellt	2-7	0,3-0,9	0,9-3	1,6-10	0,7-6	<0,3
Regionalt	7-11	<0,2-2	2-5	3-10	1,4-4	<0,3


¹ Nationella bakgrundshalter utgörs av halter i lever från abborre från Remmarsjön i Västernorrlands län och Stensjön i Gävleborgs län medan regionala bakgrundshalter utgörs av halter i abborre från sjöarna Tärnan och Stora envättern i Stockholms län.

Tidigare screeningundersökningar visar att flera organofosfater förekommer i abborre, dels i nationella och regionala bakgrundslokaler och dels i ytterligare förhöjda halter i lokaler med närhet till urban påverkan (Sundkvist och Haglund, 2008). I föreliggande undersökning kunde dock inga av de tretton analyserade organofosfaterna detekteras, vilket troligen beror på de mycket höga detektionsgränserna i analyserna (ca 1000 µg/g lv). I Tabell 13 redovisas tidigare screeningresultat av några av de organofosfater som ingick i denna undersökning.

Tabell 13. Tidigare uppmätta medelhalter (ng/g lv) i abborremuskel av några av de organofosfater som analyserats i denna undersökning (Sundkvist och Haglund, 2008).

	DBPP	EHDPP	TBEP	TBP	TCEP	TCPP	TDGP	ToCP	TPP
Bakgrundslokaler¹	<2	50	<25	20	80	600	<10	<4	70

¹ Halter utgör medelhalt i muskel från abborre från lokalerna Remmarsjön, Stensjön och Stora Envättern

Uppdragsnr: 10129776		
Daterad: 2014-06-02	Status: Slutversion	

6 Osäkerheter och felkällor

Under arbetes gång har osäkerheter och felkällor noterats. Dessa har presenterats löpande i ovanstående text, men sammanfattas även här. Följande osäkerheter och felkällor har identifierats:

- Lösta halter av zink i ytvatten från Årstadal överskrider i vissa prov totalhalten. Löst halt metall kan inte överstiga totalhalten, men en viss analytisk precisionsavvikelse kan leda till slumpmässiga fel inom rimliga gränser. För zink rapporteras dock en löst halt som uppgår till >300% löst halt av totalhalt i två av proverna från Årstadal. Orsaken till de större haltavvikelser som förekommer i vissa prov är inte utredd men en möjlig felkälla skulle kunna vara kontamination i analysprocessen. Tidigare har liknande problem förekommit inom övervakningsprogrammet och då har ALS påtalat att det alltid finns en risk för kontaminering vid filtrering.
- Uppmätta halter av PCB och PBDE i abbormuskel från fiskar insamlade år 2011 och 2012 avvek kraftigt från tidigare uppmätta halter i individer insamlade år 2010. På grund av dessa mätproblem utgår resultaten från föreliggande rapport. Mätproblemen kommer att behandlas i en fördjupad utvärdering av miljögiftsövervakningsprogrammet.

WSP Environmental


2014-06-02



Ann Helén Österås



John Sternbeck

Uppdragsnr: 10129776		
Daterad: 2014-06-02	Status: Slutversion	

7 Referenser

- EU, 2012. Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/105/EG
- EU, 2013. Europaparlamentets och rådets direktiv 2013/39/EU Europaparlamentets och rådets direktiv om ändring av direktiven 2000/60/EG och 2008/105/EG vad gäller prioriterade ämnen på vattenpolitikens område.
- IVL, 2006. Results from the Swedish national screening programme 2005, subreport 3: perfluorinated alkylated substances (PFAS). IVL B1698.
- IVL, 2010. Årsrapport 2009 för projektet RE-PATH. Mätningar av PFAS i närområdet till Stockholm-Arlanda Airport och Göteborg Landvetter Airport. IVL B1899.
- Naturvårdsverket, 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Sjöar och vattendrag. Rapport 4913.
- Naturvårdsverket, 2008. Förslag till gränsvärden för särskilda förorenande ämnen - Stöd till vattenmyndigheterna vid statusklassificering och fastställande av MKN. Rapport 5799.
- NFS (2006:1) Naturvårdsverkets föreskrifter om kartläggning och analys av ytvatten enligt förordningen (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön.
- SLU, 2009. Bakgrundshalter av metaller i Svenska inlands- och kustvatten. SLU rapport 2009:12.
- Sundkvist och Haglund, 2008. Organofosfatestrar i humanmjölk och fisk från svenska sjöar och kustnära områden - ett screeningprojekt från Naturvårdsverket (Projekt 219 0714; dnr 721-4070-07Mm)
- SWECO, 2007. Nationwide screening of WFD priority substances. SWECO VIAK Screening Report 2007:1.
- WSP, 2008. Underlag till program för miljögiftsövervakning i Stockholms sjöar och vattendrag. Uppdrags nr. 10100026.
- WSP, 2010. Miljöövervakning av ytvatten i Stockholm Stad – sammanställning för år 2009. Uppdrags nr. 10129776.
- WSP, 2011. Miljögiftsövervakning av ytvatten och fisk i Stockholm Stad – sammanställning för år 2010. Uppdrags nr. 10129776.
- WSP, 2012. Miljögiftsövervakning av ytvatten i Stockholm Stad – sammanställning för år 2011. Uppdrags nr. 10129776.

Bilaga 1. Rapporteringsgränser för analyser

Tabell 14. Rapporteringsgränser för utförda analyser i ytvatten och fisk.

Ämne	Matris	Enhet	Rapporteringsgräns
Kadmium, Cd	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,002
Krom, Cr	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,01
Koppar, Cu	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,1
Nickel, Ni	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,05
Bly, Pb	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,01
Zink, Zn	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,2
PFOS, perfluoroktansulfonat	Vatten ofiltrerat	ng/l	0,5
PFOA, perfluoroktansyra	Vatten ofiltrerat	ng/l	0,5
HBCD, hexabromcyklododekan	Fiskmuskel	ng/g vv	0,5
PFHxA, perfluorhexansyra	Fisklever	µg/kg vv	2,0
PFHpA, perfluorheptansyra	Fisklever	µg/kg vv	5,0
PFOA, perfluoroktansyra	Fisklever	µg/kg vv	1,0
PFNA, perfluorononansyra	Fisklever	µg/kg vv	1,0
PFDA, perfluordekansyra	Fisklever	µg/kg vv	1,0
PFUnDA, perfluorundekansyra	Fisklever	µg/kg vv	1,0
PFDoDA, perfluordodekansyra	Fisklever	µg/kg vv	2,0
PFBS, perfluorbutansulfonat	Fisklever	µg/kg vv	10
PFHxS, perfluorhexansulfonat	Fisklever	µg/kg vv	1,0
PFOS, perfluoroktansulfonat	Fisklever	µg/kg vv	0,5
PFDS, perfluordekansulfonat	Fisklever	µg/kg vv	1,0
6:2 FTS, Fluortelomersulfonat	Fisklever	µg/kg vv	2,0
8:2 FTS, Fluortelomersulfonat	Fisklever	µg/kg vv	2,0
TCP, tris(1-metyl-2-kloretyl)fosfat	Fiskmuskel	mg/kg vv	10
TCEP, tris(2-kloretyl)fosfat	Fiskmuskel	mg/kg vv	10
TDCP, tris(1,3-diklor-2-propyl)fosfat	Fiskmuskel	mg/kg vv	10
TBP, tri-n-butylfosfat	Fiskmuskel	mg/kg vv	10
TBEP, tri(2-butoxyetyl)fosfat	Fiskmuskel	mg/kg vv	10
TEHP, tri(2-etylhexyl)fosfat	Fiskmuskel	mg/kg vv	10
TIBP, tri-iso-butylfosfat	Fiskmuskel	mg/kg vv	10
TmpCP, tri-m+p-kresylfosfat	Fiskmuskel	mg/kg vv	10
ToCP, tri-o-kresylfosfat	Fiskmuskel	mg/kg vv	10
TPP, trifenyfosfat	Fiskmuskel	mg/kg vv	10
DBPP, dibutylfenylfosfat	Fiskmuskel	mg/kg vv	50
DPBP, difenylbutylfosfat	Fiskmuskel	mg/kg vv	50
EHDPP, 2-etylhexyl-di-fenylfosfat	Fiskmuskel	mg/kg vv	10

Bilaga 2. Sammanställning metallanalyser ytvatten

Årstadal

Tabell 15. Totalhalter av metaller ($\mu\text{g/l}$) i ytvatten från Årstadal samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	Cd tot	Cr tot	Cu tot	Ni tot	Pb tot	Zn tot
Årstadal 2012-01-29	0,0022	0,133	2,27	2,32	0,124	1,63
Årstadal 2012-02-23	0,0143	0,128	3,21	1,96	0,446	7,93
Årstadal 2012-03-23	0,0053	0,15	2,6	2,62	0,164	2,65
Årstadal 2012-04-27	0,0086	0,233	3,15	2,38	0,372	4,71
Årstadal 2012-05-30	0,0078	0,171	3,11	2,74	0,247	2,37
Årstadal 2012-06-28	0,0079	0,176	3,49	2,52	0,395	5,07
Årstadal 2012-07-25	0,0067	0,155	3	2,31	0,352	4,58
Årstadal 2012-08-28	0,0112	0,209	3,21	2,38	0,86	4,77
Årstadal 2012-09-27	0,0098	0,108	2,62	1,95	0,359	4,35
Årstadal 2012-10-26	0,0118	0,181	3,84	2,71	0,47	14
Årstadal 2012-11-29	0,0095	0,254	2,99	2,74	0,492	5,64
Årstadal 2012-12-20	0,0062	0,179	3,31	2,31	0,548	3,18
<i>Antal>rapp.gr.</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>
<i>Max ($\mu\text{g/l}$)</i>	<i>0,014</i>	<i>0,25</i>	<i>3,8</i>	<i>2,7</i>	<i>0,86</i>	<i>14</i>
<i>Medel ($\mu\text{g/l}$)</i>	<i>0,008</i>	<i>0,17</i>	<i>3,1</i>	<i>2,4</i>	<i>0,40</i>	<i>5,1</i>
<i>CV (%)</i>	<i>38%</i>	<i>25%</i>	<i>14%</i>	<i>11%</i>	<i>48%</i>	<i>64%</i>

Tabell 16. Lösta halter av metaller ($\mu\text{g/l}$) i ytvatten från Årstadal samt statistisk sammanställning. I sammanställningen har resultat från november månad uteslutits (-) p.g.a. kontamineringsproblem.

Provbeteckning	Cd löst	Cr löst	Cu löst	Ni löst	Pb löst	Zn löst
Årstadal 2012-01-29	<0,002	0,106	2,13	2,27	0,0124	1,73
Årstadal 2012-02-23	0,0109	0,105	2,55	1,81	0,0465	10,4
Årstadal 2012-03-23	0,0058	0,116	2,57	2,43	0,0152	8,34
Årstadal 2012-04-27	0,0176	0,264	5,06	2,94	0,0746	15,2
Årstadal 2012-05-30	0,0058	0,121	2,83	2,5	0,0491	2,27
Årstadal 2012-06-28	0,004	0,12	3	2,56	0,069	4,15
Årstadal 2012-07-25	0,0051	0,108	2,69	2,43	0,0544	4,01
Årstadal 2012-08-28	0,0031	0,105	2,55	2,32	0,0995	2,38
Årstadal 2012-09-27	0,0131	0,107	3,95	2,48	0,0587	10,1
Årstadal 2012-10-26	0,012	0,122	4,26	2,77	0,0299	15,1
Årstadal 2012-11-29	-	-	3,36	3,04	-	-
Årstadal 2012-12-20	0,005	0,123	2,14	2,13	0,0205	2,33
<i>Antal>rapp.gr.</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>11</i>	<i>11</i>
<i>Max ($\mu\text{g/l}$)</i>	<i>0,018</i>	<i>0,26</i>	<i>5,1</i>	<i>3,0</i>	<i>0,10</i>	<i>15</i>
<i>Medel ($\mu\text{g/l}$)</i>	<i>0,008</i>	<i>0,13</i>	<i>3,1</i>	<i>2,5</i>	<i>0,048</i>	<i>6,9</i>
<i>CV (%)</i>	<i>67%</i>	<i>36%</i>	<i>29%</i>	<i>14%</i>	<i>56%</i>	<i>75%</i>
<i>Andel löst halt (%)</i>	<i>76%</i>	<i>71%</i>	<i>92%</i>	<i>100%</i>	<i>12%</i>	<i>106%</i>

Blockhusudden

Tabell 17. Totalhalter av metaller ($\mu\text{g/l}$) i ytvatten från Blockhusudden samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	Cd tot	Cr tot	Cu tot	Ni tot	Pb tot	Zn tot
Blockhusudden 2012-01-29	0,0269	0,406	5,83	3,37	0,333	17,5
Blockhusudden 2012-02-23	0,0188	0,201	3,1	2,37	2,31	9,37
Blockhusudden 2012-03-23	0,006	0,0991	2,18	2,1	0,106	1,58
Blockhusudden 2012-04-27	0,0063	0,175	2,24	2,08	0,219	2,16
Blockhusudden 2012-05-30	0,0117	0,236	3,49	2,7	0,302	6,13
Blockhusudden 2012-06-28	0,0082	0,143	2,78	2,22	0,299	2,79
Blockhusudden 2012-07-25	0,0075	0,0744	2,18	1,97	0,178	1,61
Blockhusudden 2012-08-28	0,0088	0,0902	3,27	2,4	0,301	5,33
Blockhusudden 2012-09-27	0,0059	0,102	2,3	2,12	0,219	2,68
Blockhusudden 2012-10-26	0,008	0,121	3,69	1,99	0,338	3,35
Blockhusudden 2012-11-29	0,0105	0,16	3,46	2,48	0,416	6,87
Blockhusudden 2012-12-20	0,0074	0,198	2,39	2,14	0,303	2,32
<i>Antal>rapp.gr.</i>	12	12	12	12	12	12
<i>Max ($\mu\text{g/l}$)</i>	0,027	0,41	5,8	3,4	2,3	18
<i>Medel ($\mu\text{g/l}$)</i>	0,011	0,17	3,1	2,3	0,44	5,1
<i>CV (%)</i>	60%	54%	34%	17%	134%	89%

Tabell 18. Lösta halter av metaller ($\mu\text{g/l}$) i ytvatten från Blockhusudden samt statistisk sammanställning. I sammanställningen har resultat från november månad uteslutits (-) p.g.a. kontamineringsproblem.

Provbeteckning	Cd löst	Cr löst	Cu löst	Ni löst	Pb löst	Zn löst
Blockhusudden 2012-01-29	0,0176	0,141	4,06	2,62	0,0281	12
Blockhusudden 2012-02-23	0,0067	0,111	2,28	2	0,0277	6,6
Blockhusudden 2012-03-23	0,0047	0,0993	1,95	2,04	0,0144	4,1
Blockhusudden 2012-04-27	0,0057	0,0924	2,44	2,25	0,0205	5,23
Blockhusudden 2012-05-30	0,0059	0,126	2,44	2,37	0,0356	2,21
Blockhusudden 2012-06-28	0,0053	0,128	2,42	2,41	0,0375	2,92
Blockhusudden 2012-07-25	0,0078	0,107	1,92	2,02	0,0242	2,08
Blockhusudden 2012-08-28	0,0078	0,0671	2,52	2,11	0,033	4,44
Blockhusudden 2012-09-27	<0,002	0,0879	2,07	2,04	0,0248	1,98
Blockhusudden 2012-10-26	0,0044	0,0907	2,03	2,03	0,0353	2,72
Blockhusudden 2012-11-29	-	-	3,02	2,56	-	-
Blockhusudden 2012-12-20	0,0044	0,103	1,95	2,05	0,113	2,57
<i>Antal>rapp.gr.</i>	10	11	12	12	11	11
<i>Max ($\mu\text{g/l}$)</i>	0,018	0,14	4,1	2,6	0,11	12
<i>Medel ($\mu\text{g/l}$)</i>	0,0065	0,10	2,4	2,2	0,036	4,3
<i>CV (%)</i>	64%	20%	25%	10%	74%	69%
<i>Andel löst halt (%)</i>	65%	75%	87%	97%	11%	82%

Drevviken

Tabell 19. Totalhalter av metaller ($\mu\text{g/l}$) i ytvatten från Drevviken samt statistisk sammanställning. I sammanställningen har resultat av zink från mars uteslutits p.g.a. starkt avvikande rapporterad halt.

Provbeteckning	Cd tot	Cr tot	Cu tot	Ni tot	Pb tot	Zn tot
Drevviken 2012-01-29	0,0067	0,324	2,32	2,75	0,259	6,88
Drevviken 2012-02-23	0,0101	0,211	1,94	2,41	0,438	8,09
Drevviken 2012-03-27	0,0299	0,223	3,01	2,94	0,263	-
Drevviken 2012-04-27	0,0045	0,198	2,35	2,5	0,187	4,09
Drevviken 2012-05-30	0,0101	0,205	2,77	2,91	0,255	4,8
Drevviken 2012-06-28	0,0276	0,225	4,64	3,27	0,38	14,1
Drevviken 2012-07-25	0,0025	0,103	1,4	2,22	0,0937	1,13
Drevviken 2012-08-28	0,0032	0,0807	1,22	2,21	0,109	0,826
Drevviken 2012-09-27	0,0023	0,0646	1,1	1,78	0,0761	0,917
Drevviken 2012-10-26	0,0043	0,129	2,03	2,32	0,253	2,53
Drevviken 2012-11-29	0,0046	0,241	1,93	2,67	0,328	4,1
Drevviken 2012-12-27	0,0091	0,299	1,87	2,57	0,308	7,53
<i>Antal>rapp.gr.</i>	12	12	12	12	12	11
<i>Max ($\mu\text{g/l}$)</i>	0,030	0,32	4,6	3,3	0,44	14
<i>Medel ($\mu\text{g/l}$)</i>	0,010	0,19	2,2	2,5	0,25	5,0
<i>CV (%)</i>	98%	43%	43%	16%	46%	80%

Tabell 20. Lösta halter av metaller ($\mu\text{g/l}$) i ytvatten från Drevviken samt statistisk sammanställning. I sammanställningen har resultat från november månad uteslutits (-) p.g.a. kontamineringsproblem.

Provbeteckning	Cd löst	Cr löst	Cu löst	Ni löst	Pb löst	Zn löst
Drevviken 2012-01-29	0,0043	0,145	1,88	2,65	0,0295	5,92
Drevviken 2012-02-23	0,024	0,125	2,93	2,52	0,0712	10,5
Drevviken 2012-03-27	<0,002	0,123	2	2,9	0,0119	5,15
Drevviken 2012-04-27	<0,002	0,104	1,4	2,24	<0,01	2,45
Drevviken 2012-05-30	0,0041	0,103	1,75	2,71	0,0617	2,11
Drevviken 2012-06-28	0,0057	0,115	2,55	2,75	0,0278	4,38
Drevviken 2012-07-25	<0,002	0,087	1,34	2,13	0,0216	1,35
Drevviken 2012-08-28	0,002	0,062	0,972	1,66	<0,01	0,854
Drevviken 2012-09-27	<0,002	0,0567	0,871	1,77	<0,01	0,704
Drevviken 2012-10-26	<0,002	0,073	1,57	2,11	<0,01	1,42
Drevviken 2012-11-29	-	-	-	2,86	-	-
Drevviken 2012-12-27	0,0076	0,169	2,72	2,81	0,0598	12,6
<i>Antal>rapp.gr.</i>	6	11	11	12	7	11
<i>Max ($\mu\text{g/l}$)</i>	0,024	0,17	2,9	2,9	0,069	13
<i>Medel ($\mu\text{g/l}$)</i>	0,0048	0,11	1,8	2,4	0,028	4,3
<i>CV (%)</i>	141%	33%	38%	18%	92%	93%
<i>Andel löst halt (%)</i>	41%	57%	79%	96%	7%	81%

Bilaga 3. Sammanställning analyser av PFOS och PFOA ytvatten

Tabell 21. Totalhalter av PFOS (ng/l) och PFOA (ng/l) i ytvatten från Årstadal, Blockhusudden och Drevviken samt statistisk sammanställning. Provbeteckningar för respektive lokal och prov är identiska med, och i samma kronologi som beteckningar som angivits i Tabell 15 till Tabell 20.

Provbeteckning	Årstadal		Blockhusudden		Drevviken	
	PFOS	PFOA	PFOS	PFOA	PFOS	PFOA
Se tabelltext	9,280	1,800	7,810	1,380	16,000	3,460
	4,430	1,090	4,960	1,400	14,300	3,050
	11,500	1,150	5,170	0,717	14,700	2,610
	16,100	<2	<1,4	<2	13,700	2,020
	4,300	<1,2	6,500	<1,2	9,700	3,320
	12,300	2,310	10,800	1,550	5,290	3,870
	7,430	2,510	6,960	1,930	11,500	3,180
	6,920	1,120	4,820	1,080	10,200	2,860
	5,600	1,500	5,180	1,150	8,360	1,890
	7,130	1,340	4,430	1,200	9,520	3,920
	6,050	<0,8	5,660	<0,8	9,750	2,050
	5,390	<0,8	5,720	<0,8	9,370	3,280
<i>Antal>rapp.gr.</i>	12	8	11	8	12	12
<i>Max (ng/l)</i>	16	2,5	11	1,9	16	3,9
<i>Medel (ng/l)</i>	8,0	1,3	5,7	1,1	11	3
<i>CV (%)</i>	45%	53%	41%	44%	28%	23%

Bilaga 4. Sammanställning provuppgifter fisk

Tabell 22. Provuppgifter för abborrar som använts i poolade prov för analys.

Provlokala och år/parameter											Antal	Medel	Stdav	
Årstaviken Sö 2011														
Längd (cm)	29,7	32,4	26,8	28,5	31,1	22,9	32	37,2	20,7	19,5	10	28,1	5,6	
Vikt (g)	383	522	240	320	413	150	430	815	94	74		344	224	
Drevviken Sö 2011														
Längd (cm)	26,9	27,1	22,3	16,6	27,1	16,4	15,2	17,4	17,6	26,6	10	21,3	5,2	
Vikt (g)	265	275	144	41	244	43	37	51	60	269		143	108	
Djurgårdsbrunn 2011														
Längd (cm)	22,3	25,1	20,9	25,3	27	25,7	22	26,2	27,7	22,8	10	25	2,3	
Vikt (g)	136	180	95	195	234	219	177	240	252	150		188	50	
Årstaviken 2012														
Längd (cm)	16,1	16,2	15,2	14,9	15,6						5	15,6	0,6	
Vikt (g)	46	48	45	38	38							43,0	4,7	
Djurgårdsbrunn 2012														
Längd (cm)	21,4	22,6	24,8	26,5	23,3	27,4	26,3	24,9	25,2	26,7	10	25	1,9	
Vikt (g)	126	136	170	223	134	258	198	152	201	267		187	51	
Judarn 2012														
Längd (cm)	17,1	15,5	17	17,3	17,2	19,1					6	17,2	1,1	
Vikt (g)	45	45	54	46	41	74						51	12	
Trekanten 2012														
Längd (cm)	17,9	18,8	18	18,2	17,6	20					6	18,4	0,9	
Vikt (g)	53	61	55	59	53	68						58,2	5,8	

Bilaga 5. Sammanställning analysdata fisk

Tabell 23. Uppmätta halter av HBCD i muskel hos abborre. Enhet ng/g vv.

Ämne	Årstaviken	Drevviken	Djurgårds- brunnsviken	Årstaviken	Djurgårds- brunnsviken	Judarn	Trekanten
	2011	2011	2011	2012	2012	2012	2012
HBCD	<0,5	<0,5	<0,5	n.a.	<0,5	n.a.	n.a.

Tabell 24. Uppmätta halter av perfluorerade organiska ämnen i lever hos abborre (ng/g vv).

Ämne	Årstaviken	Drevviken	Djurgårds- brunnsviken	Årstaviken	Djurgårds- brunnsviken	Judarn	Trekanten
	2011	2011	2011	2012	2012	2012	2012
PFHxA	<2,0	<10	<2,0	<2,0	<2,0	<5,0	<2,0
PFHpA	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<35	<5,0	<5,0
PFOA	<1,0	<2,0	<1,0	<4,0	<10	<2,0	<1,0
PFNA	2,7	<10	<1,0	<1,0	<10	<1,0	<1,0
PFDA	9,9	11	5,8	5,7	6,8	4,6	20
PFUnDA	10	7,3	5,5	5,8	12	2,8	12
PFDoDA	8,6	4,1	9,2	12	10	<2,0	16
PFBS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PFHxS	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
PFOS	240	420	170	360	140	100	160
PFDS	2,5	9,4	1,2	2,3	1,4	<1,0	10
6:2 FTS	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
8:2 FTS	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<10	<5,0

Tabell 25. Uppmätta halter av organofosfater i muskel hos abborre. Enhet pg/g vv.

Ämne	Årstaviken	Drevviken	Djurgårds- brunnsviken	Årstaviken	Djurgårds- brunnsviken	Judarn	Trekanten
	2011	2011	2011	2012	2012	2012	2012
T CPP	<10	<10	<10	n.a.	<10	n.a.	n.a.
T CEP	<10	<10	<10	n.a.	<10	n.a.	n.a.
T DCP	<10	<10	<10	n.a.	<10	n.a.	n.a.
T BP	<10	<10	<10	n.a.	<10	n.a.	n.a.
T BEP	<10	<10	<10	n.a.	<10	n.a.	n.a.
T EHP	<10	<10	<10	n.a.	<10	n.a.	n.a.
T IBP	<10	<10	<10	n.a.	<10	n.a.	n.a.
T mpCP	<10	<10	<10	n.a.	<10	n.a.	n.a.
T oCP	<10	<10	<10	n.a.	<10	n.a.	n.a.
T PP	<10	<10	<10	n.a.	<10	n.a.	n.a.
DBPP	<50	<50	<50	n.a.	<50	n.a.	n.a.
DPBP	<50	<50	<50	n.a.	<50	n.a.	n.a.
EHDPP	<10	<10	<10	n.a.	<10	n.a.	n.a.