



Miljögiftsövervakning i Stockholm Stad år 2010

UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



RAPPORT

Miljögiftsövervakning av ytvatten och fisk i Stockholm Stad – sammanställning för år 2010

Miljöförvaltningen, Stockholm Stad

2011-05-24

Upprättad av: Ann Helén Österås, John Sternbeck, Katarina Gyllenberg

Granskad av: Andreas Woldegiorgis

RAPPORT

Miljögiftsövervakning av ytvatten och fisk i Stockholm Stad – sammanställning för år 2010 Miljöförvaltningen, Stockholm Stad

Kund

Miljöanalysenheten
Miljöförvaltningen, Stockholm Stad
Box 8136
104 20 Stockholm

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: Ann Helén Österås, 08-688 67 38

Specialist: John Sternbeck, 08-688 63 19

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 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.

Under år 2010 har delprogram I genomförts med analyser av ytvatten och fisk. Under år 2009 genomfördes delprogram I, med undantag för analys av prioriterade organiska ämnen i fisk. De lokaler som ingår i delprogram 1 är Årstadal/Årstaviken i Mälaren, Blockhusudden/Djurgårdsbrunnsviken i Saltsjön och Drevviken.

Under år 2010 har månatliga mätningar (jan-dec) utförts av metaller (kadmium, krom, koppar, bly, nickel och zink) och alkylfenoler (nonylfenol och oktylfenol) i ytvatten. Under hösten 2010 insamlades abborre för analys av polyklorerade bifenyler (PCB), bromerade flamskyddsmedel (PBDE och HBCD) och perfluorerade organiska ämnen (PFOS). PCB, PBDE och HBCD har mätts i muskel och PFOS i lever.

Uppmätta halter av nonylfenol och lösta metaller i ytvatten under år 2010 ligger under miljökvalitetsnormerna eller föreslagna gränsvärden. Halter av lösta metaller är generellt högre inne i centrala Stockholm än i Drevviken, främst avseende kadmium, koppar, bly och zink. Halter av alkylfenoler låg generellt under rapporteringsgränsen i samtliga 3 undersökta lokaler. Endast i Drevviken detekterades nonylfenol i 2 prov.

PCB, PBDE och PFOS påträffas i detekterbara halter i samtliga analyserade abborrar. Halterna är betydligt högre än tidigare uppmätta halter i nationella och regionala bakgrundlokaliter. Detta visar att abborrens exponering för dessa ämnen är starkt förhöjd i dessa vatten, beroende antingen på pågående utsläpp eller på spridning från historiska föroreningar i sediment och landområden. Dessa ämnen ackumuleras starkt i levande djur, är mycket svårnedbrytbara och är dessutom giftiga. Användningen av dessa ämnen är därför helt förbjuden eller starkt begränsad inom EU. För PBDE och PFOS har begränsningarna trätt i kraft mer nyligen än för PCB.

Innehåll

1	INLEDNING.....	5
2	MÄTPROGRAM ÅR 2010	5
3	METODBESKRIVNING.....	6
3.1	PROVTAGNING OCH PROVBEREDNING.....	6
3.1.1	Ytvatten.....	6
3.1.2	Fisk.....	6
3.2	ANALYSER.....	6
3.2.1	Ytvatten.....	6
3.2.2	Fisk.....	7
3.3	KVALITETSSÄKRING.....	8
3.3.1	Ytvatten.....	8
3.3.2	Fisk.....	9
3.4	SÄRSKILDA HÄNDELSER/AVVIKELSER.....	9
4	RESULTAT OCH UTVÄRDERING YTVATTEN	10
4.1	METALLER I YTVATTEN.....	10
4.1.1	Årstadal.....	10
4.1.2	Blockhusudden.....	12
4.1.3	Drevviken.....	13
4.1.4	Jämförelse mellan lokaler samt mot rikt- och gränsvärden.....	14
4.1.5	Jämförelse med uppmätta halter år 2009.....	15
4.1.6	Jämförelse mot kontrollmål.....	16
4.2	ALKYLFENOLER I YTVATTEN	18
5	RESULTAT OCH UTVÄRDERING FISK.....	19
5.1	HALTER AV BROMERADE ORGANISKA ÄMNEN I MUSKEL.....	19
5.2	HALTER AV KLORERADE ORGANISKA ÄMNEN I MUSKEL	20
5.3	HALTER AV PERFLUORERADE ORGANISKA ÄMNEN I LEVER.....	21
5.4	UTVÄRDERING AV HALTER MOT FISKLÄNGD SAMT MELLAN LOKALER	21
5.5	SAMVARIATION AV HALTER	24
5.6	UPPMÄTTA HALTER JÄMFÖRT MED BAKGRUNDSHALTER	24
5.7	FÖRMÅGA ATT UPPTÄCKA TIDSTRENDER.....	25
	OSÄKERHETER OCH FELKÄLLOR.....	26
	REFERENSER.....	27
	BILAGA 1. RAPPORTERINGSGRÄNSER FÖR ANALYSER.....	28
	BILAGA 2. KVALITETSSÄKRING FISKANALYSER.....	29
	BILAGA 3. SAMMANSTÄLLNING METALLANALYSER YTVATTEN	30
	BILAGA 4. SAMMANSTÄLLNING ALKYL FENOLANALYSER YTVATTEN	33
	BILAGA 5. SAMMANSTÄLLNING PROVUPPGIFTER FISK	34
	BILAGA 6. SAMMANSTÄLLNING ANALYSDATA FISK.....	35
	BILAGA 7. STATISTISK SAMMANSTÄLLNING AV ANALYSDATA FÖR FISK.....	37

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.

WSP Environmental har på uppdrag av Stockholms miljöförvaltning sammanställt och utvärderat utförda analyser för år 2010. Resultaten från detta presenteras i denna rapport.

2 Mätprogram år 2010

Under år 2010 har delprogram I genomförts med analyser av ytvatten och fisk. Under år 2009 genomfördes delprogram I, med undantag för analys av prioriterade organiska ämnen i fisk. Analys av fisk var inte möjlig detta år eftersom inte tillräcklig mängd fisk kunde insamlas från samtliga lokaler. De lokaler som ingår i delprogram 1 redovisas i Tabell 1. Ytvatten har provtagits vid samma provlokaler som år 2009. Koordinater för ytvattenprovtagningen redovisas i WSP, 2010.

Tabell 1. Provlokaler för ytvatten och fisk år 2010.

Lokal	Lokalnamn ytvatten	Lokalnamn fisk
Mälaren	Årstadal	Årstaviken
Saltsjön	Blockhusudden	Djurgårdsbrunnsviken
Drevviken	Stortorp	Drevviken

Programmets omfattning avseende matriser och analyser i de tre lokalerna år 2010 presenteras i Tabell 2. Månatliga mätningar (jan-dec) har utförts av metaller och alkylfenoler i ytvatten och årlig mätning (hösten) av PCB, PBDE, HBCD och PFOS i abborre (*Perca fluviatilis*). PCB, PBDE och HBCD har mätts i muskel och PFOS i lever.

Tabell 2. Mätprogrammets omfattning år 2010.

Matris	Ämnen	Frekvens
Ytvatten	Metaller, alkylfenoler	12 ggr/år
Abborre, muskel	PCB, PBDE, HBCD	1 ggr/år
Abborre, lever	PFOS	1 ggr/år

3 Metodbeskrivning

Eurofins utförde provtagning av ytvatten i de olika lokalerna. Stockholms idrottsförvaltning ansvarade för insamlingen av fisk i Årstaviken och Djurgårdsbrunnsviken. Fisk från Drevviken insamlades av Drevviken-Långsjöns fiskevårdsförening.

Provberedning samt analyser av ytvatten och fisk utfördes av ALS Scandinavia AB. I nedanstående underkapitel redovisas uppgifter om provtagning och analyser som erhållits från ALS och Eurofins.

3.1 Provtagning och provberedning

3.1.1 Ytvatten

Under år 2010 provtogs ytvatten en gång per månad vid de tre lokalerna Årstadal, Blockhusudden och Stortorp.

Samtliga prover är tagna på 0,5 meters djup med Ruttner- eller Limnoshämtare. Vid samtliga provtagningar användes provtagningskärl från ALS.

Ytvattenprov för metallanalyser provtogs med en metallfri hämtare och överfördes till 125-ml syradiskade plastflaskor. För alkylfenolproverna användes 1-liters glasflaskor. Tillsats av syra och filtrering av metallproverna utfördes hos ALS på labb. Filtrering utfördes med 0,45 µm membranfilter. Filterkvaliteten är testad för att inte orsaka kontaminering.

3.1.2 Fisk

Abborrar insamlades under hösten 2010. Provlokaler, fångstmetod och fångsdatum redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Fångstmetod och fångsdatum för de olika lokalerna.

Lokal	Fångstmetod	Fångsdatum
Årstaviken (Årstadal)	Jigg + pimpel	2010-11-14
Djurgårdsbrunnsviken	Red. Spö-mete	2010-08-28
Drevviken	Nätfiske	2010-09-12

Fiskarna förvarades i frys fram till leverans till laboratoriet (ALS) den 8 dec, 2010. Hos labbet förvarades fiskarna i frys fram till preparering av muskel- och levervävnad. Preparering utfördes av ALS Scandinavia AB. Uppgifter om respektive fisks längd, vikt, eventuella prov som slagits samman etc. redovisas i bilaga 4.

3.2 Analyser

3.2.1 Ytvatten

Analyser av metaller och alkylfenoler i ytvatten har utförts hos ALS Scandinavia AB löpande under år 2010. ALS hämtade proverna hos Eurofins. 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).

Eftersom ett flertal metaller inte kunde detekteras med den metod som användes för bestämning av totalhalter av metaller under år 2009 bestämdes att metoden skulle ändras. Ändringen bestod i en justering av provberedningen där ingen uppslutning utförs innan bestämning av metaller.

Alkylfenolanalyser i ytvattenprov utfördes med GC-MS efter tillsats av intern standard. Innan analys surgjordes proven, extraherades på för-konditionerad SPE-kolonn (Styren/divinylbensen), eluerades av (med aceton och diklormetan), och torkades. Slutbestämning m h a GC-MS genomfördes med en kapillärkolonn med polär fas (varför derivatisering ej var nödvändig).

3.2.2 Fisk

Analys av organiska ämnen i fisk har utförts hos ALS Scandinavia AB under jan/feb 2011. Rapporteringsgränser för samtliga analyser redovisas i bilaga 1.

3.2.2.1 Fetthaltsbestämning i muskel

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

3.2.2.2 PBDE i fiskmuskel

Analys av PBDE i fiskmuskel har utförts med högupplösande GC-MS (Thermo Finnigan MAT95XP). Metoden är ackrediterad. Som certifierat referensmaterial används ett fiskprov (WMF-01). Innan analys homogeniserades fiskprov varefter en spikningslösning med internstandard tillsätts. Därefter extraheras provet med hexandiklormetan varefter det renas med koncentrerad svavelsyra i en kombinerad kisel och kisel/NaOH sorbent. Provupparbetning följer en modifierad EPA 1614-metod.

3.2.2.3 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 (gelkolonn, gel permeation chromatography). Som kvalitetssäkring används en intern standard (13C-märkt HBCD), samt dubbelprov. Även blankprover har analyserats i anslutning till analyserna.

3.2.2.4 PCB i fiskmuskel

Analys av PCB i fiskmuskel har utförts med högupplösande GC-MS (Thermo Finnigan MAT95XP eller Thermo DFS). Metoden är ackrediterad. Som certifierat referensmaterial används ett fiskprov (WMF-01). Provupparbetning följer en modifierad EPA 1668-metod.

3.2.2.5 PFOS i fisklever

Analys av PFOS i fisklever har utförts med LC-MS-MS (API 3000 Sciex, PE 200 auto-samples, series 200 micropump). Metoden är ackrediterad för serum. Ungefär 1 g leverprov användes för analys. Isotopmärkt surrogatsubstans tillsattes proven följt av metanol. Proverna ultraljudsbehandlades ca 1 timma, centrifugerades i 5 min (5 500 rpm), varefter de extraherades på SPE-kolonn (Oasis HLB). SPE-kolonnerna eluerades med en 1% lösning av ammoniumhydroxid varefter extraktet uppkoncentrerades med 100 µl myrsyra:metanol (90:10). I samband med kvantifieringen på HPLC-MS-MS nyttjades dotterjonen på 99 Da (ifrån moderjonen på 499 Da). För att undvika matrisinterferenser ifrån de biologiska prover frekvent förekommande gallsyrorna (taurodeoxcholate isomers, samma retentionstidsfönster, moderjon på 499 Da, dotterjoner på 80 Da, bl a), användes enbart sönderfallet 499 → 99 för kvantifiering emedan sönderfallet 499 → 169 och 499 → 80 nyttjades för konfirmering av analyserna.

3.3 Kvalitetssäkring

3.3.1 Ytvatten

Första årets analyser av ytvatten indikerade att prover kontaminerats med metaller (främst zink och koppar) och alkylfenoler. Möjliga källor till kontaminering med metaller identifierades som använda sprutor, filter och provkärl. För alkylfenoler identifierades provhanteringen med sönderspruckna kärl vid upptining av frysta prov som en källa till kontaminering. För att kvalitetssäkra kommande analyser bestämdes att:

- syradiskade kärl skulle användas vid provtagning.
- filtrering av prover skulle utföras på labb med kvalitetssäkrade sprutor och filter.
- fältblank skulle användas vid något provtillfälle under år 2010.
- prov till alkylfenolanalyser skulle analyseras löpande och inte frysas.

För att utröna orsaken till eventuell kontamineringen utfördes även test av tidigare använda filter och sprutor. Resultaten från detta test redovisas i tabellen nedan tillsammans med resultat från fältblank från januari 2010.

Tabell 4. Analysresultat från test av använda filter och sprutor vid filtrering av ytvattenprov under år 2009 samt från filtrerad fältblank från januari 2010.

Provbeteckning	Filtrerad	Cd (µg/l)	Cr (µg/l)	Cu (µg/l)	Ni (µg/l)	Pb (µg/l)	Zn (µg/l)
Spruta MQ-vatten ¹	NEJ	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	4,1
Spruta+Gelman Sprutfilter MQ-vatten ²	JA	<0.002	<0.01	0,13	0,058	<0.01	<0.2
Blank MQ-vatten	NEJ	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	<0.2
Fältblank, jan 2010	JA	<0,002	<0,01	<0,1	<0,05	<0,01	<0,2

¹Spruta MQ-vatten: MQ-vatten kört genom spruta.

²Spruta+Gelman Sprutfilter MQ-vatten: MQ-vatten kört genom spruta och filtrerat genom Gelman sprutfilter. Samma spruta har först använts till prov Spruta MQ-vatten.

Resultatet från testet visar att både sprutor och filter kan ha kontaminerat filtrerade prover för metallanalyser under år 2009, vilket gör att första årets resultat är osäkert. Sprutan gav förhöjda halter av zink, medan filter + spruta gav förhöjda halter av koppar och nickel.

Analys av fältblank från januari 2010 visar inte på någon kontaminering från nya provkärn, sprutor och filter.

3.3.2 Fisk

Den kvalitetssäkring som utförts vid analyserna av fiskvävnad framgår av metodbeskrivningarna ovan. Osäkerheten i analysvärdena av olika PCB och PBDE kongener är uppskattad till 30 %.

Överensstämmelsen i analysen av duplikatprov var för de olika PCB och PBDE kongenerna mellan 80-100 % och för PFOS 98 % (bilaga 2). Överensstämmelsen i mätvärdena hos det certifierade referensmaterialet var 85 % för PCB 118 och för BDE kongenerna varierade den mellan 78-98 % (Tabell 5).

Tabell 5. Resultat från analys av certifierat referensmaterial (CRM) jämfört med certifierade referensvärden (CRV) för PCB 118 samt BDE kongenerna. Överensstämmelsen i mätvärdena presenteras som en relativ procentuell skillnad (RPS).

Ämne	CRV	CRM	RPS
PCB 118	130100	150000	15%
BDE 28	3124	3200	2%
BDE 47	123200	140000	12%
BDE 99	37500	42000	11%
BDE 100	35870	43000	17%
BDE 153	17040	20000	15%
BDE 154	19790	25000	21%
BDE 183	532	680	22%

3.4 Särskilda händelser/avvikelser

Inga särskilda händelser avseende provtagning och analyser har rapporterats under år 2010.

4 Resultat och utvärdering ytvatten

Resultaten från analyser av ytvatten samt en statistisk sammanställning redovisas i bilaga 3 och 4. I nedanstående underkapitel utvärderas resultaten.

Vid den statistiska sammanställningen har värden under rapporteringsgränsen ansatts till halva rapporteringsgränsen. För ämnen med > 5 värden/lokal över rapporteringsgränsen har årsmedelvärde samt variationskoefficient (CV¹) beräknats. För övriga analyser anges endast min- och max-värden samt antal värden > rapporteringsgränsen. Ett Spearman korrelationsstest har använts för att titta på samvariationen mellan ämnena inom respektive lokal. Detta för att se om förekomsten av olika metaller har ett gemensamt ursprung. Signifikansnivån är satt vid 5 %.

Den lösta fraktionen av metaller och totalhalten av alkylfenoler i ytvatten har jämförts mot miljökvalitetsnormer (MKN) för ytvatten (EU direktiv 2008/105/EG). För de ämnen där MKN saknas har svenska förslag till gränsvärden använts (Naturvårdsverket, 2008). Miljökvalitetsnormerna anges både för årsmedelvärde (AA) och högsta acceptabla halt (MAC).

Lösta halten av metaller i ytvatten har även jämförts mot halter i Riddarfjärden (www.ma.slu.se), som kan betraktas som en regional referenslokal. Dessa referenshalter är redovisade som genomsnittlig medelhalt under perioden 2000-2006, vilket innebär att medelhalterna enskilda år kan vara både högre och lägre än dessa värden.

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 lösta metallhalter mellan lokaler samt mot jämförvärden (kapitel 4.1.4), följt av en jämförelse mot tidigare års mätning (kapitel 4.1.4) och en utvärdering mot kontrollmålen (kapitel 4.1.6).

4.1.1 Årstadal

En statistisk sammanställning av totalhalter av metaller respektive lösta fraktionen metaller vid Årstadal för år 2010 redovisas i bilaga 3. I Figur 1 redovisas uppmätta medelhalter och standardavvikelsen.

Krom, koppar, nickel, bly och zink påträffades i totalhalter och lösta halter över rapporteringsgränsen i samtliga prov. Kadmium påträffades i totalhalter och lösta halter över rapporteringsgränsen i 9 respektive 6 av 12 prov.

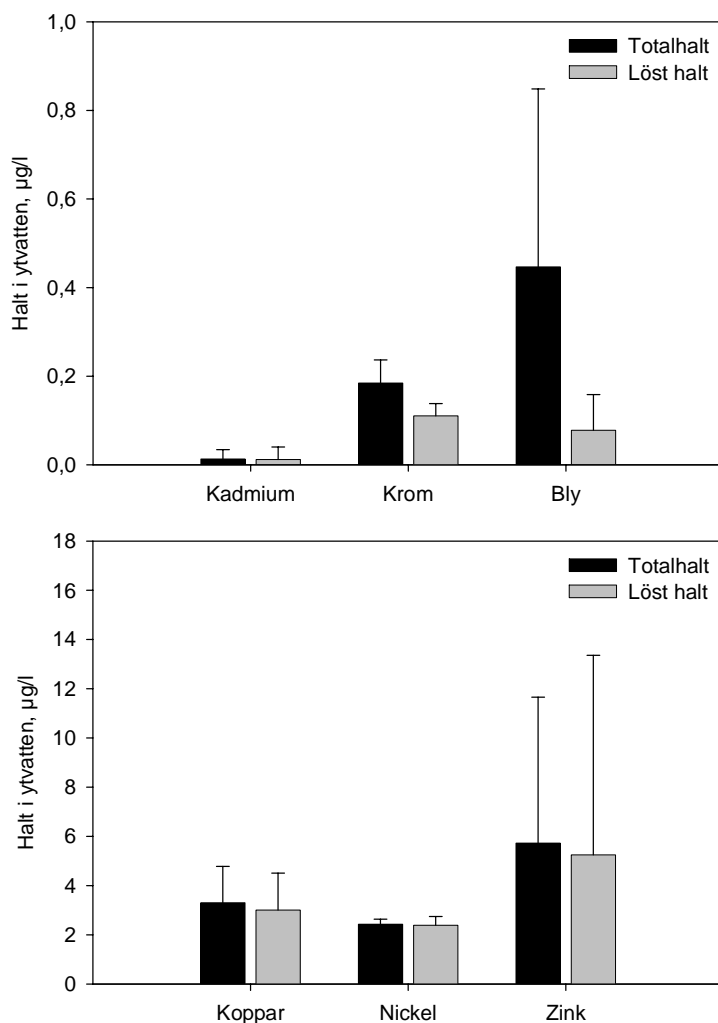
Variationen i både lösta och totalhalter av metaller är stor för kadmium, bly och zink med CV > 100 %. För övriga metaller är variationen i lösta och totalhalter lägre, främst för nickel som har ett CV ≤ 15 %. Den stora tidsmässiga haltvariationen av kadmium och zink är främst relaterat till avvikande höga halter uppmätta under augusti månad, då halten av kadmium och zink generellt var ca 10 ggr högre än i prov från övrig tid. Under augusti

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.

månad var även halten av bly ca 4 ggr högre och koppar ca 2 ggr högre än övriga uppmätta halter.

För koppar, nickel och zink så utgör andelen löst fraktion en stor andel av den totala halten (91, 99 respektive 83 %). För krom och kadmium är andelen löst fraktion något lägre med 65 respektive 68 % av den totala halten. För kadmium är detta dock behäftat med en osäkerhet eftersom inte samtliga prov innehöll halter över rapporteringsgränsen. Lägst andel löst halt har bly med endast 18 % av den totala halten.

Totalhalten av bly samvarierar med totalhalten av krom, koppar, nickel och zink samt med den lösta halten av zink. Totalhalten av koppar samvarierar även med totalhalten och lösta halten av zink och koppar. Totalhalten av zink samvarierar även med den lösta halten av zink. Totalhalten av kadmium samvarierar endast med lösta halten av kadmium och nickel. Av lösta halter så samvarierar koppar och zink samt krom och nickel. Innebörden av dessa samvariationer kommer att tolkas i den fördjupade utvärderingen när resultat från flera år föreligger.



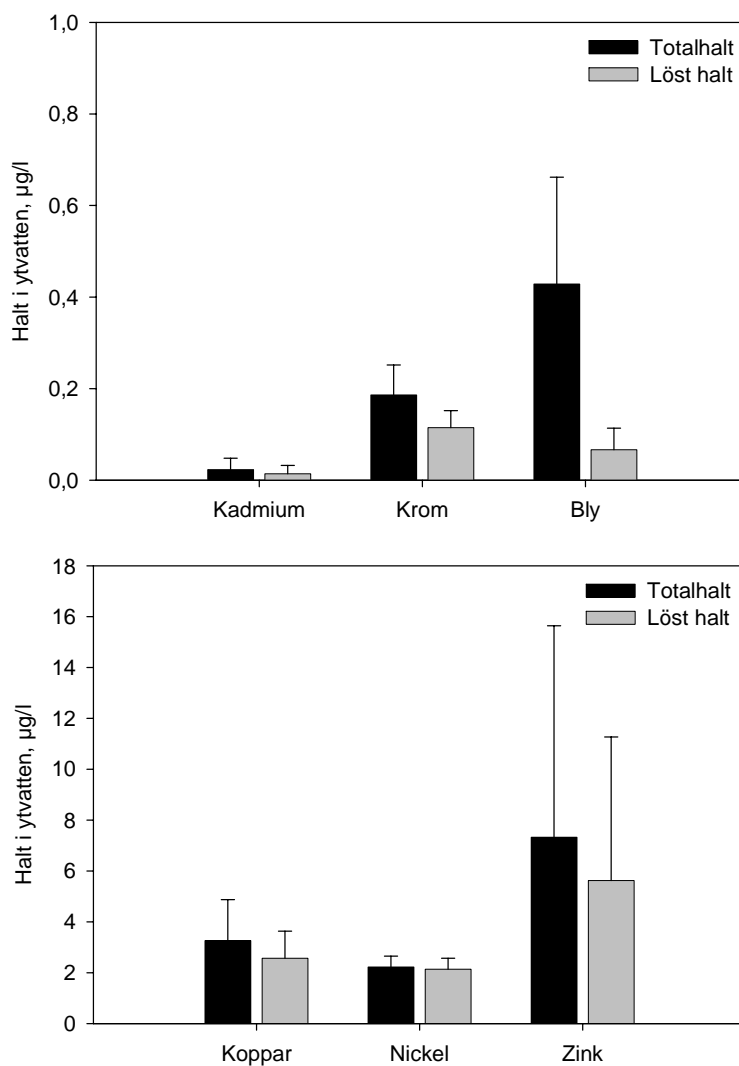
Figur 1. Totalhalter och lösta halter av metaller i Årstadal år 2010 redovisade som medelhalt \pm stdav, n=12.

4.1.2 Blockhusudden

En statistisk sammanställning av totalhalter av metaller respektive lösta fraktionen metaller vid Blockhusudden för år 2010 redovisas i bilaga 3. I Figur 2 redovisas uppmätta medelhalter och standardavvikelsen.

Krom, koppar, nickel, bly och zink påträffades i totalhalter och lösta halter över rapporteringsgränsen i samtliga prov. Kadmium påträffades i totalhalter och lösta halter i 11 respektive 9 av 12 prov.

Variationen av både totalhalt och löst halt är stor i framförallt kadmium och zink med ett CV >100 %. Variationen av övriga metaller är lägre i både totalhalt och löst halt. CV hos övriga metaller, totalhalt och löst halt, ligger mellan 20 - 71 %.



Figur 2. Totalhalter och lösta halter av metaller vid Blockhusudden år 2010 redovisade som medelhalt ± stdav, n=12.

Den stora tidsmässiga haltvariationen av kadmium och zink beror främst på avvikande höga halter uppmätta under juni månad, då halten av kadmium och zink generellt var ca 6 ggr högre än övriga uppmätta halter. Under juni månad var även halten av koppar ca 2 ggr högre än övriga uppmätta halter.

På liknande sett som för Årstadal är andel löst fraktion av totalhalten vid Blockhusudden störst för nickel, zink och koppar, följt av krom och kadmium och sist bly. För kadmium är detta resultat dock behäftat med en osäkerhet eftersom inte samtliga prov innehöll halter över rapporteringsgränsen.

Totalhalten av zink samvarierar med totalhalten av kadmium och bly samt lösta halten kadmium och zink. Totalhalten av krom samvarierar med totalhalten av nickel samt lösta halten av krom och nickel. Totalhalten av nickel samvarierar även med totalhalten av koppar samt lösta halten nickel. Av lösta halter så samvarierar kadmium och zink samt krom och nickel. Innebörden av dessa samvariationer kommer att tolkas i den fördjupade utvärderingen när resultat från flera år föreligger.

4.1.3 Drevviken

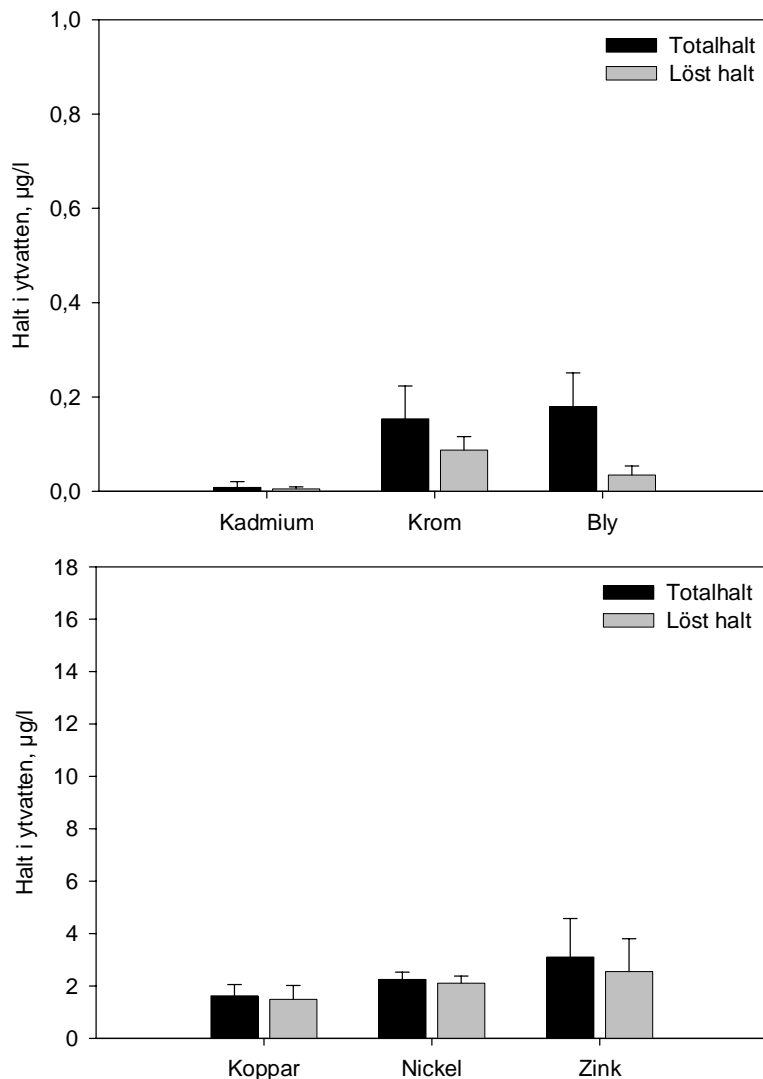
En statistisk sammanställning av totalhalter av metaller respektive lösta fraktionen metaller i Drevviken för år 2010 redovisas i bilaga 3. I Figur 3 redovisas uppmätta medelhalter och standardavvikelsen.

Krom, koppar, nickel, bly och zink påträffades i totalhalter över rapporteringsgränsen i samtliga prov, kadmium i 7 av 12 prov. Krom, koppar, nickel och zink påträffades i lösta halter över rapporteringsgränsen i samtliga prov, kadmium i 8 av 12 prov och bly i 10 av 12 prov.

Variationen i halter är stor för totalhalter av kadmium med ett CV på 147 %. Även variationen av lösta halter är störst hos kadmium med ett CV på 85 %. Variationen är minst hos nickel med ett CV på 12 och 13 % hos totalhalt respektive löst halt. Variationen hos övriga metaller, totalhalt och löst halt varierar med CV mellan 27 och 56 %. Den stora variationen i totalhalter av kadmium beror främst på avvikande höga halter uppmätta under april och november månad, då halten av kadmium generellt var ca 10 ggr högre än övriga uppmätta halter.

På liknande sett som för Årstadal och Blockhusudden så är andel löst fraktion av totalhalten i Drevviken stor för nickel, koppar och zink och liten för bly. Andelen löst fraktion krom ligger i samma storleksordning som i övriga två lokaler. Avvikande är dock den höga andelen löst fraktion kadmium som ligger långt över 100 %, vilket tyder på något felaktigt resultat alternativt kontaminering av proverna.

Totalhalten av zink samvarierar med totalhalten av kadmium, koppar och bly. Totalhalten av koppar samvarierar även med totalhalten av krom samt lösta halten av kadmium, krom, bly och koppar. Totalhalten av nickel samvarierar med lösta halten kadmium, krom och nickel. Av lösta halter så samvarierar krom, koppar och bly samt koppar och nickel. Innebörden av dessa samvariationer kommer att tolkas i den fördjupade utvärderingen när resultat från flera år föreligger.



Figur 3. Totalhalter och lösta halter av metaller i Drevviken år 2010 redovisade som medelhalt \pm stdav, n=12.

4.1.4 Jämförelse mellan lokaler samt mot rikt- och gränsvärden

Årsmedelvärden av lösta metallhalter är likartade i Årstadal och Blockhusudden, se Tabell 6. Halter i Drevviken är generellt lägre än i de två andra lokalerna, främst avseende kadmium, koppar, bly och zink.

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 (0,1, 0,07 och 0,01 för Årstadal, Blockhusudden respektive Drevviken) ligger även med god marginal under maximala acceptabla koncentrationen (MAC-MKN) på 0,45 µg/l.

Årsmedelvärden av lösta halter av kadmium, koppar, nickel och zink i de tre lokalerna ligger generellt i samma storleksordning som i Riddarfjärden, se Tabell 6. Halter av krom och bly i samtliga tre undersökta lokaler tenderar dock att vara lägre än halterna i Riddarfjärden.

Tabell 6. Medelhalter av lösta fraktionen metaller år 2010 jämfört med medelhalter från Riddarfjärden och miljö kvalitetsnormen för årsmedelvärden (AA MKN) alternativt svenska förslag till gränsvärden.

Ämnen	Medelhalt (µg/l)			Jämförvärden (µg/l)	
	Årstadal	Blockhusudden	Drevviken	Medelhalt Riddarfjärden ¹	AA-MKN ²
Kadmium	0,012	0,014	0,005	0,01	0,08 ³
Krom	0,11	0,11	0,087	0,56	(3)
Koppar	3,0	2,6	1,5	4,5	(4)
Nickel	2,4	2,1	2,1	3	20
Bly	0,078	0,066	0,034	0,97	7,2
Zink	5,2	5,6	2,5	5,1	(8)

¹ Referenshalterna är redovisade som genomsnittlig medelhalt under perioden 2000-2006, vilket innebär att medelhalterna enskilda år kan vara både högre och lägre än dessa värden.

² Jämförvärden som anges inom parentes har inte status som MKN.

³ För kadmium finns även en MKN för maximala acceptabla koncentrationen (MAC-MKN) på 0,45 µg/l.

4.1.5 Jämförelse med uppmätta halter år 2009

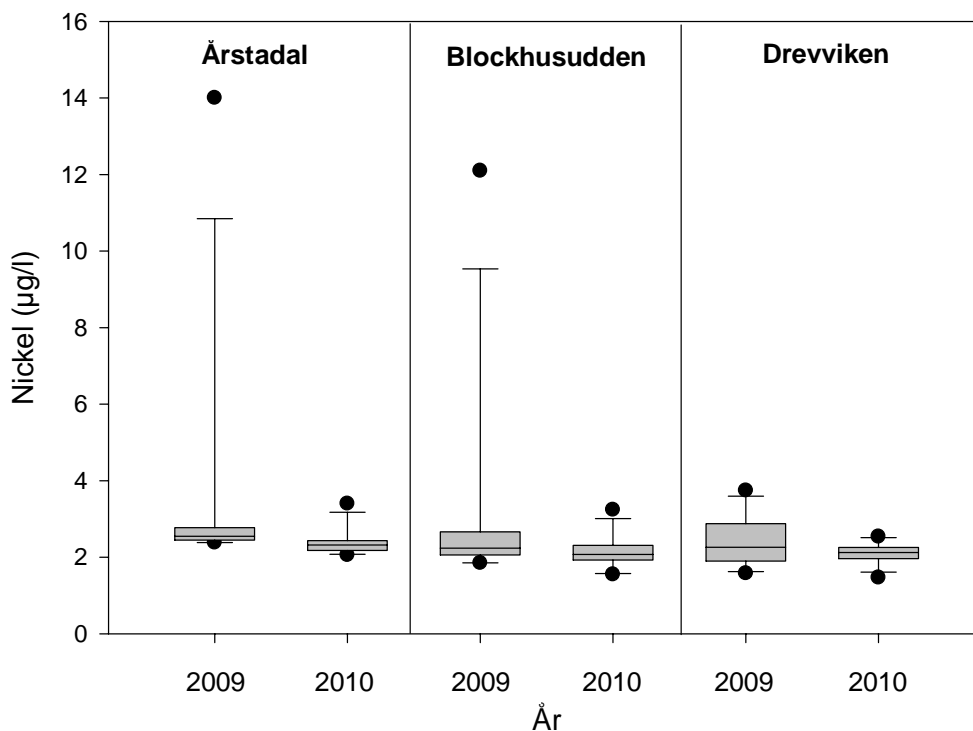
Skillnader i lösta metallhalter mellan år 2009 och 2010 har undersökts med ett Mann-Whitney rank sum test. Testet är utfört med programvaran SigmaPlot. P-värden från testet redovisas i Tabell 7. Signifikansnivån är satt vid 5 %.

Tabell 7. Jämförelse av lösta metallhalter år 2009 och 2010 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.

Lokal/år	Parameter	Kadmium	Krom	Koppar	Nickel	Bly	Zink
Årstadal							
2010	Medel	0,012	0,11	3,0	2,4	0,078	5,2
2009	Medel	0,015	0,17	4,4	3,6	0,16	13
	<i>P-värde</i>	<i>0,055</i>	<i>0,053</i>	<i>0,004</i>	<i>0,005</i>	<i>0,004</i>	<i><0,001</i>
Blockhusudden							
2010	Medel	0,014	0,11	2,6	2,1	0,066	5,6
2009	Medel	0,014	0,15	3,4	3,1	0,15	11
	<i>P-värde</i>	<i>0,34</i>	<i>0,04</i>	<i>0,003</i>	<i>0,18</i>	<i>0,005</i>	<i>0,003</i>
Drevviken							
2010	Medel	0,005	0,087	1,5	2,1	0,034	2,5
2009	Medel	0,006	0,13	3,1	2,4	0,15	9,9
	<i>P-värde</i>	<i>0,86</i>	<i>0,75</i>	<i>0,02</i>	<i>0,44</i>	<i>0,03</i>	<i><0,001</i>

Årsmedelhalten av lösta halter av koppar, bly och zink är signifikant lägre år 2010 jämfört med år 2009 i samtliga tre lokaler. I Drevviken och Blockhusudden är även halten nickel respektive krom signifikant lägre år 2010. Även kadmium och krom tenderar förekomma i lägre halter i Drevviken år 2010 jämfört med år 2009.

Variationen i lösta halter är i vissa fall mindre år 2010 jämfört med år 2009. Detta gäller bl.a. för nickel, se Figur 4.



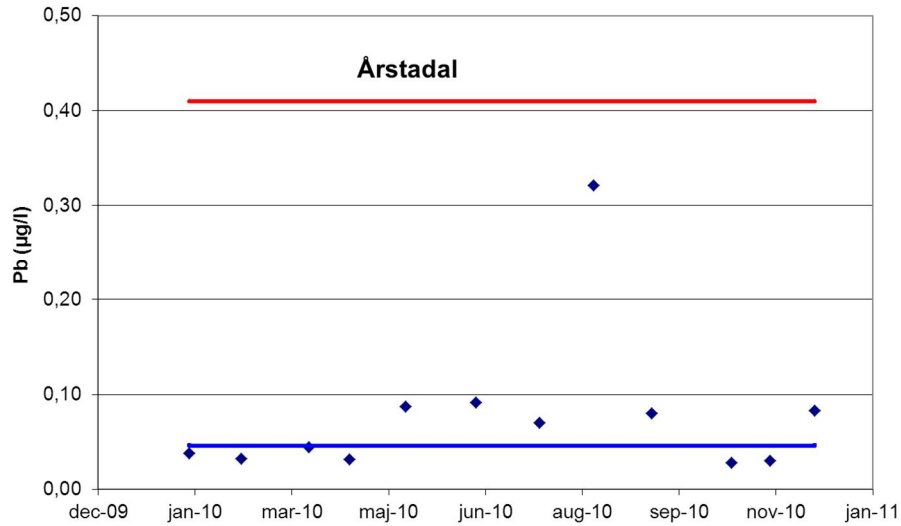
Figur 4. Lösta halter av nickel uppmätta år 2009 och 2010 vid Årstadal, Blockhusudden och Drevviken. Den grå boxens under- och överkant representerar 25- respektive 75-percentielen av uppmätta halter. Linjen i boxen visar medianhalten. Staplarna representerar 5- och 95-percentilen och de svarta prickarna den högsta och lägsta uppmätta halten.

4.1.6 Jämförelse mot kontrollmål

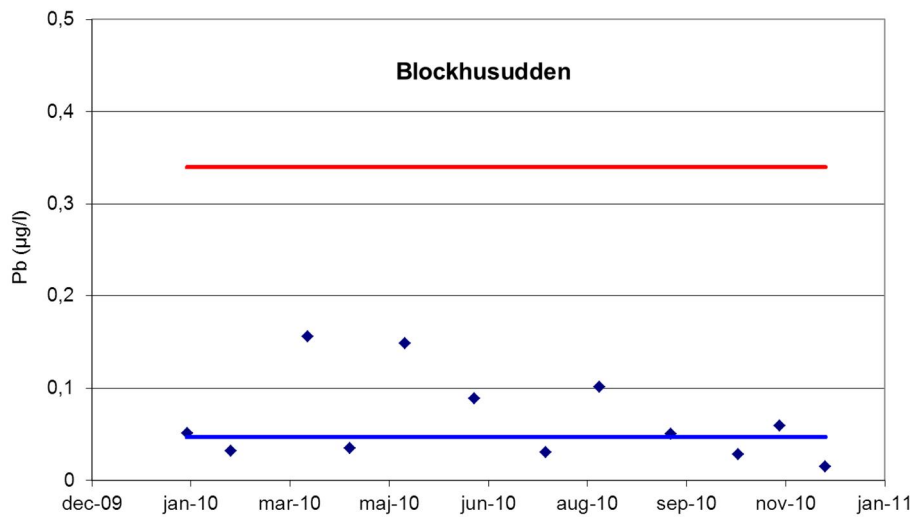
År 2009 beräknades kontrollmål för enskilda prov för lösta halter av metaller, se WSP, 2010. Kontrollmålen uttrycks som 95:e och 5:e percentilen för en log-normal fördelning. Med 12 prov per år är det rimligt att 1 prov per år hamnar utanför intervallet. Om fler prov hamnar utanför intervallet kan detta indikera en förändring i miljötillståndet.

En jämförelse av uppmätta halter av lösta metaller under år 2010 mot kontrollmålen indikerar att halterna av bly och zink avtar i samtliga 3 lokaler. Kontrollmålen 5-percentiler av zink och bly underskreds 3 respektive 6 ggr vid Årstadal, 6 respektive 5 ggr vid Blockhusudden och 3 respektive 2 ggr i Drevviken. För övriga metaller ses ingen tydlig avvikelser i halter. Resultaten från dessa jämförelser ska dock tolkas med försiktighet eftersom det förekom indikationer på kontaminering av proverna under år 2009. Efter 3 års mätningar tas ställning till om kontrollmålen bör justeras. För att illustrera de avvikande hal-

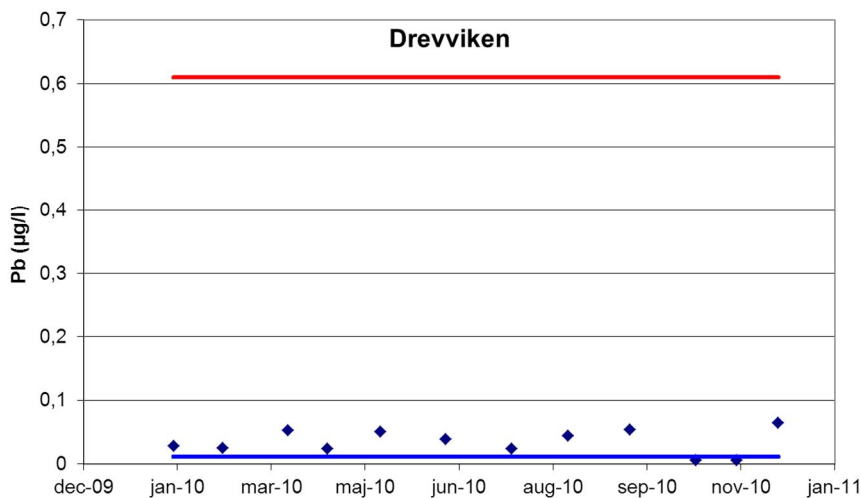
terna redovisas i Figur 5 - Figur 7 uppmätta halter av bly år 2010 vid respektive lokal tillsammans med kontrollmålen.



Figur 5. Uppmätta halter av löst fraktion bly vid Årstadal under år 2010 jämfört mot kontrollmål för 5- och 95-percentilen (blå respektive röd linje).



Figur 6. Uppmätta halter av löst fraktion bly vid Blockhusudden under år 2010 jämfört mot kontrollmål för 5- och 95-percentilen (blå respektive röd linje).



Figur 7. Uppmätta halter av löst fraktion bly i Drevviken under år 2010 jämfört mot kontrollmål för 5- och 95-percentilen (blå respektive röd linje).

4.2 Alkylfenoler i ytvatten

I bilaga 4 redovisas uppmätta totalhalter av alkylfenoler i ytvatten från de tre lokalerna. Oktylfenol detekterades inte i någon provlokal och nonylfenol detekterades endast i en lokal, (i Drevviken, i 2 av 12 prov). Högsta uppmätta halt var 0,23 µg/l. Detekterade halter ligger långt under miljö kvalitetsnormen (MKN) för maximala acceptabla koncentrationen (MAC = 2,0 µg/l) och något under MKN för årsmedelvärdet (AA = 0,3 µg/l). Rapporteringsgränsen för alkylfenolerna ligger minst en faktor 10 under miljö kvalitetsnormerna.

Jämfört med 2009 års mätning är detektionsfrekvensen och uppmätta halter av nonylfenol väsentligt lägre år 2010. År 2009 detekterades t.ex. nonylfenol i 75 % av proven från Årstadal, med en maxhalt på 2,7 µg/l (WSP, 2010), medan år 2010 detekterades nonylfenol i inget prov. Detta verifierar misstanken från år 2009 att proven troligen kontaminerats vid en avvikande provhantering. I tidigare mätningar av nonylfenol i ytvatten i Sverige varierade halterna i ofiltrerade prov från under rapporteringsgränsen (<0,055 µg/l) till ca 1 µg/l (SWECO, 2007).

5 Resultat och utvärdering fisk

Provuppgifter om analyserade abborrar redovisas i bilaga 5. Resultaten från analyser redovisas i bilaga 5-6. En statistisk sammanställning av resultaten redovisas i bilaga 7. I nedanstående underkapitel utvärderas resultaten.

Vid den statistiska sammanställningen har värden under rapporteringsgränsen ansatts till halva rapporteringsgränsen. För ämnen med > 5 värden/lokal över rapporteringsgränsen har årsmedelvärde samt variationskoefficient (CV) beräknats. För övriga analyser anges endast min- och max-värden samt antal värden > rapporteringsgränsen.

Medelhalter av PBDE och PCB i muskel samt PFOS i lever har jämförts mot uppmätta halter i abborrar från bakgrundslokaler. För PCB och PFOS har bakgrundshalter inom det nationella miljöövervakningsprogrammet (NRM, 2010) använts och för PBDE har bakgrundshalter från Sternbeck m.fl. (2004) använts². Bakgrundshalterna representerar mätperioden 2000-2008 för PCB, 2001 för PBDE och 2007-2008 för PFOS. 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. I skrivandets stund finns inte rådata tillgängligt från bakgrundslokalerna inom det nationella miljöövervakningsprogrammet varför halterna i dagsläget endast kan uttryckas som haltintervall. Vid behov har halterna justerats till fett-haltsvikt utifrån det geometriska medelvärde i abborre som redovisats till 0,65 % i muskel (NRM, 2010). Som nationella bakgrundslokaler för PCB och PFOS har Stensjön och Remmarsjön använts och som regionala bakgrundslokaler Tärnan och Stora Envättern. För Σ PBDE har Stensjön använts som nationell bakgrundslokal. Representativa mätvärden för Σ PBDE i abborre från regionala lokaler har inte påträffats.

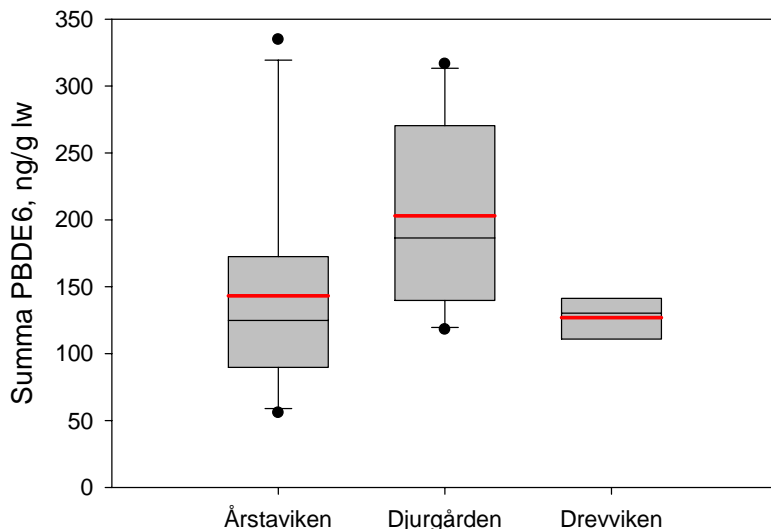
5.1 Halter av bromerade organiska ämnen i muskel

Bromerade flamskyddsmedel påträffades i muskel från abborre i samtliga analyserade prov från de tre olika lokalerna (bilaga 7). HBCD detekterades dock endast i abborre från Djurgårdsbrunnsviken och i endast 3 av 10 individer. Generellt var halter av HBCD <0,5 ng/g vv. Mest frekvent förekommande kongener av PBDE var BDE 47, 99, 100, 153 och 154 (bilaga 7). Dessa förekom i nästan samtliga prov. BDE 183 detekterades inte i något prov, medan BDE 28 påträffades i 80 % av proven från Årstaviken, 50 % av proven från Djurgårdsbrunnsviken och 10 % av proven från Drevviken. Av de undersökta kongenerna av PBDE förekom BDE 47 i högst halter i samtliga tre lokaler.

Halten av summa PBDE³ varierade mellan 56-340 ng/g lv i Årstaviken, 120-320 ng/g lv i Djurgårdsbrunnsviken samt 98-150 ng/g lv i Drevviken (Figur 8). Variationen i summa PBDE6-halten var relativt hög i Årstaviken med ett CV på 56 %. I Djurgårdsbrunnsviken var variationen något lägre med ett CV-värde på 35 %. I Drevviken var variationen i halter låg med ett CV-värde på 14 %.

² För PBDE har inte analysvärden från NRM (2010) använts eftersom haltdata anges i ett haltintervall som är mycket stort, vilket bedöms inte ge en rättvisande bild av halterna i bakgrundsområden.

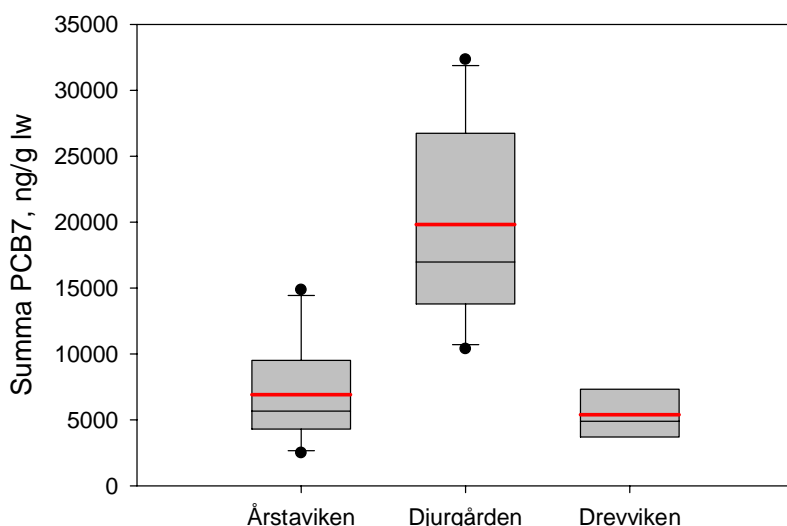
³ Summa PBDE6 omfattar kongenerna BDE28, 47, 99, 100, 153 och 154



Figur 8. Halter av \sum PBDE6 i muskel från abborre vid tre lokaler. Boxens under- och överkant representerar 25- respektive 75-percentilen. Den svarta linjen i boxen representerar medianhalten och den röda medelhalten. Staplarna representerar 5- och 95-percentilen och de svarta prickarna den högsta och lägsta uppmätta halten.

5.2 Halter av klorerade organiska ämnen i muskel

Polyklorerade bifenyler (PCB) påträffades i muskel från abborre i samtliga analyserade individer från de tre lokalerna (bilaga 7). De analyserade 7 kongenerna (PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 och 180) förekom i detekterbara halter i samtliga prov med undantag för ett prov från Drevviken där PCB 28 inte detekterades i halter över rapporteringsgränsen.

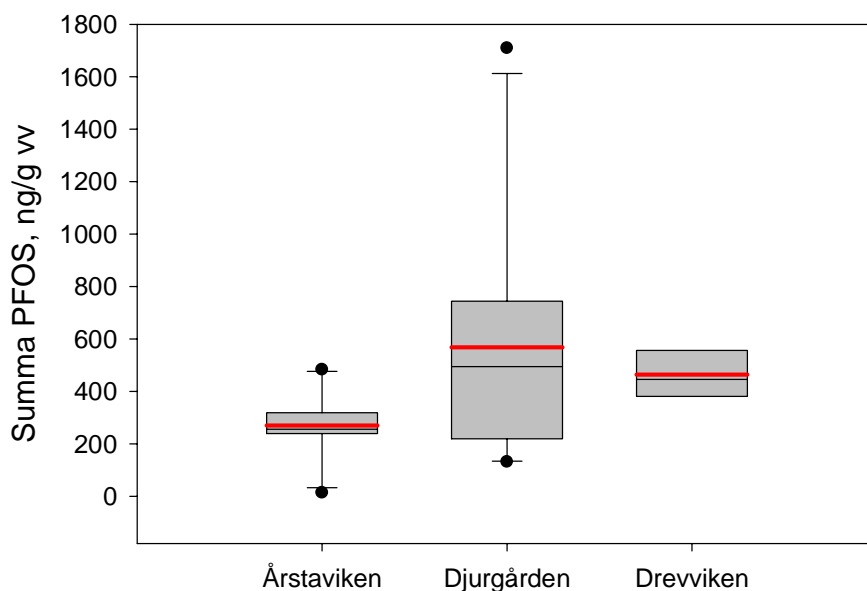


Figur 9. Halter av \sum PCB7 i muskel från abborre vid tre olika lokaler. Boxens under- och överkant representerar 25- respektive 75-percentilen. Den svarta linjen i boxen representerar medianhalten och den röda medelhalten. Staplarna representerar 5- och 95-percentilen och de svarta prickarna den högsta och lägsta uppmätta halten.

Halten av summa PCB7 varierade mellan 2500-15 000 ng/g lv i Årstaviken, 10 000-32 000 ng/g lv i Djurgårdsbrunnsviken och 3 700-9700 ng/g lv i Drevviken (Figur 9). Variationen i halterna var likartad i de olika lokalerna med ett CV omkring 40-50 %. Av de undersökta kongenerna av PCB förekom PCB 153 i högst halter i samtliga tre lokaler.

5.3 Halter av perfluorerade organiska ämnen i lever

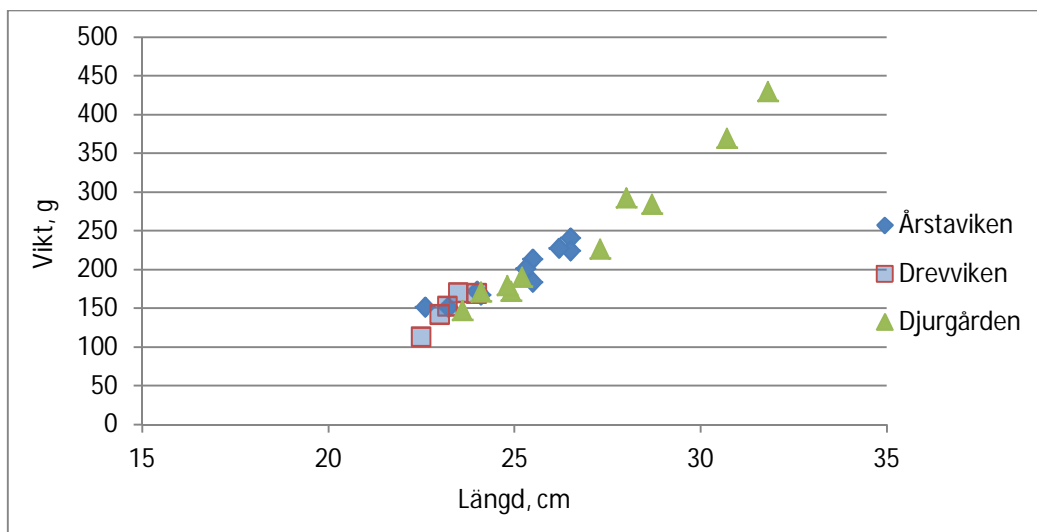
Perfluorerade organiska ämnen (PFOS) påträffades i lever från abborre i samtliga analyserade prov från de tre olika lokalerna (bilaga 7). Halterna av PFOS varierade mellan 13- 480 ng/g vv i Årstaviken, 130-1700 ng/g vv i Djurgårdsbrunnsviken och 380-610 ng/g vv i Drevviken. Högst variation av PFOS förekom i Djurgårdsbrunnsviken med ett CV på 81 % och lägst i Drevviken med ett CV på 21 %. I Årstaviken var variationen i halter relativt hög med ett CV på 46 %.



Figur 10. Halter av PFOS i lever från abborre vid tre olika lokaler. Boxens under- och överkant representerar 25- respektive 75-percentilen. Den svarta linjen i boxen representerar medianhalten och den röda medelhalten. Staplarna representerar 5- och 95-percentilen och de svarta prickarna den högsta och lägsta uppmätta halten.

5.4 Utvärdering av halter mot fisklängd samt mellan lokaler

I Drevviken analyserades 5 individer och i Årstadal och Blockhusudden analyserades 10 individer. Samtliga individer är relativt stora och generellt förefaller individerna i alla lokaler följa samma längd-vikt förhållande (Figur 11). Individerna från Djurgårdsbrunnsviken var dock i genomsnitt större och uppvisade också mycket större variation än i de två andra lokalerna. Variationen i storlek på fiskarna från de olika lokalerna kan möjligen förklaras av olika fångstmetoder (se Tabell 3). I Drevviken där minst variation i storlek observeras användes nätfiske medan i övriga 2 lokaler användes mete alternativt pimpel/jigg. Detta indikerar att det är lättare att få fisk av samma storlek med nät än med övriga använda metoder.



Figur 11. Längd /vikt förhållande hos abborrar från de tre olika lokalerna, Årstaviken, Drevviken och Djurgårdsbrunnsviken.

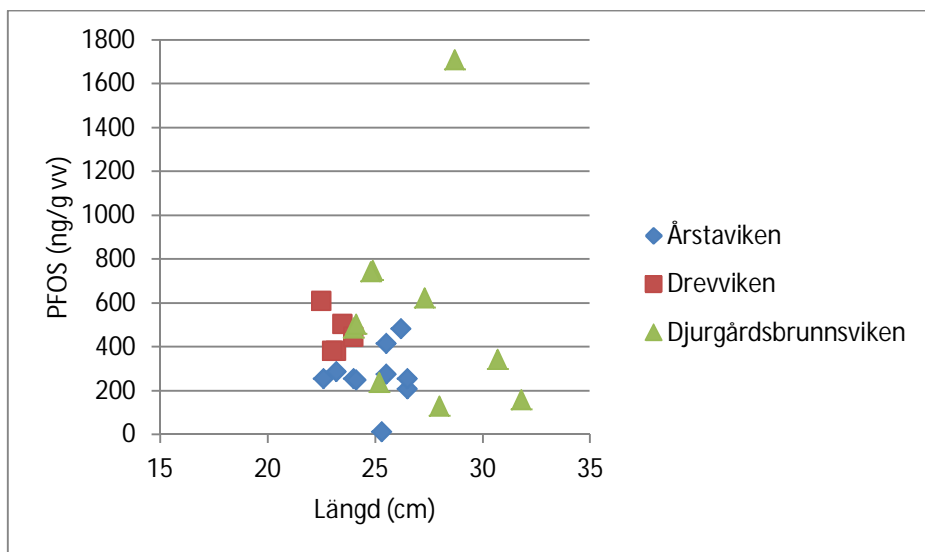
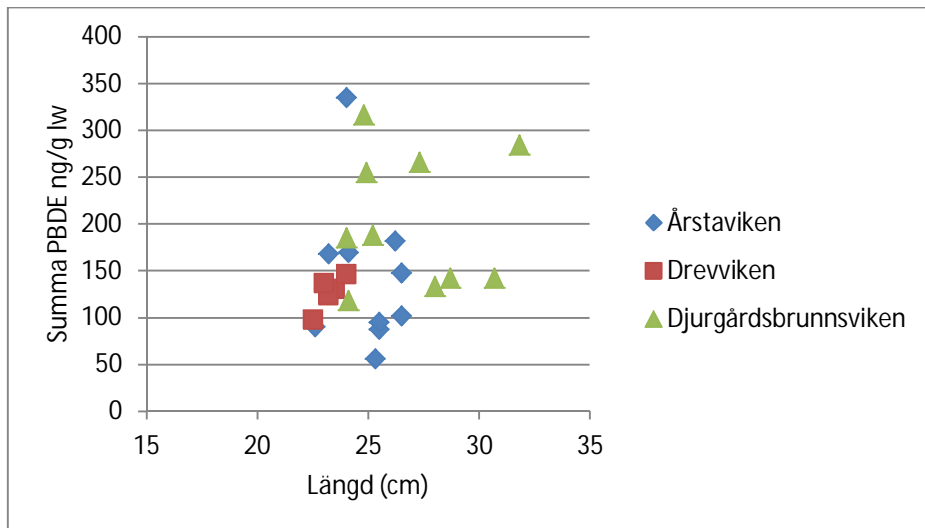
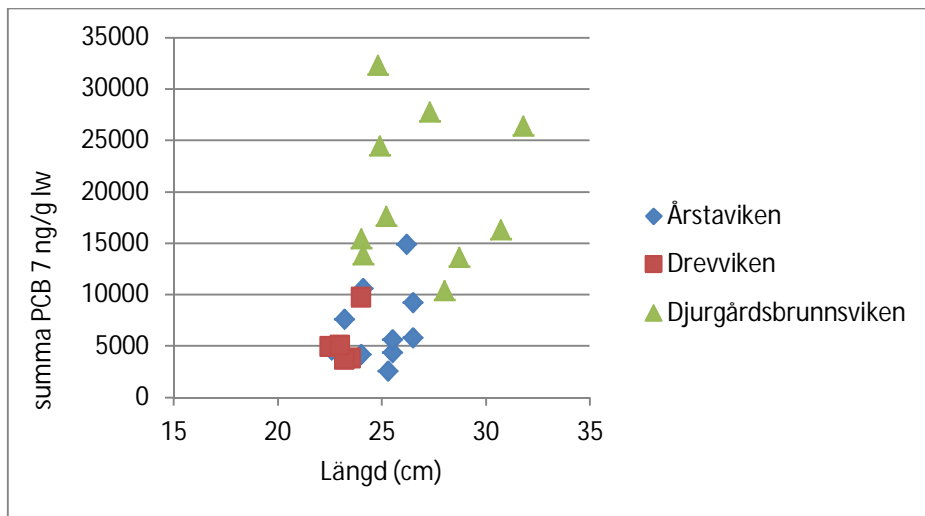
De genomsnittliga halterna av Σ PBDE6 och Σ PCB7 i muskel är tydligt högst i Djurgårdsbrunnsviken (Tabell 8). I Årstaviken och Drevviken är medelhalterna av Σ PBDE6 och Σ PCB7 ungefär lika höga, men individvariationen är högre i Årstaviken än i Drevviken.

Den genomsnittliga halten av PFOS i lever är tydligt högre i Drevviken än i Årstaviken. Medelhalten av PFOS tenderar även att vara högre i Djurgårdsbrunnsviken än i Årstaviken. Variationen i halter är dock mycket stor i Djurgårdsbrunnsviken jämfört med de andra lokalerna.

Tabell 8. Samlad beskrivning av data för abborre samt jämförvärden. Värdena från de tre lokalerna anges som medel \pm std.av.

Lokal	Antal	Längd cm	Vikt g	Σ PBDE6 ng/g lw	Σ PCB7 ng/g lw	PFOS ng/g vv
Årstaviken	10	24,9 \pm 1,4	193 \pm 32	143 \pm 80	6900 \pm 3700	270 \pm 120
Djurgårdsbrunnsviken	10	26,9 \pm 2,8	246 \pm 95	203 \pm 72	19800 \pm 7300	570 \pm 460
Drevviken	5	23,2 \pm 0,6	148 \pm 23	127 \pm 18	5400 \pm 2500	460 \pm 96

Det är känt att halterna av PCB kan öka med stigande ålder i fisk. Olsson m.fl. (2000) visar att ett visst samband mellan PCB och längd hos abborre börjar uppträda runt 20 cm längd. Spridningen i deras data är dock stor. I aktuellt datamaterial finns inga individer som är kortare än 22 cm, vilket gör det svårare att upptäcka ett eventuellt samband. I Figur 12 illustreras halfördelningen av Σ PCB7, Σ PBDE6 och PFOS hos undersökta individer.



Figur 12. Förhållande mellan längd och halter av \sum PCB7 och \sum PBDE6 i muskel samt PFOS i lever hos abborre från Årstaviken, Drevviken och Djurgårdsbrunnsviken.

Sambandet mellan längd och halt av PCB-118 respektive PBDE-47 har undersökts i aktuell studie. Sambandet är statistiskt signifikant för PCB-118, men behäftat med stor osäkerhet. Med stöd av tidigare studier (Olsson m.fl., 2000) är det dock troligt att ett visst samband finns. Detta bör beaktas då man jämför halter i abborre mellan olika lokaler. För att minimera eventuell effekt av storleken har vi i föreliggande studie testat om det finns en geografisk skillnad i medelhalter av Σ PCB7, Σ PBDE6 och PFOS genom att bara jämföra halter på individer i samma storleksintervall (22-27 cm). Vid denna jämförelse syns en tydlig skillnad i halter av Σ PCB7, med signifikant högre halter i Djurgårdsbrunnsviken jämfört med Årstaviken och Drevviken. Djurgårdsbrunnsviken har även högre halter av Σ PBDE6 jämfört med Drevviken samt tenderar att ha högre halter än Årstaviken. Avseende PFOS så har Drevviken och Djurgårdsbrunnsviken tydligt högre halter än Årstaviken.

5.5 Samvariation av halter

För att studera i vilken mån halterna av olika föroreningar samvarierar krävs stor variation i data (t.ex. längd och halt). Därför har samvariation studerats dels samlat för alla tre lokalerna och dels för Djurgårdsbrunnsviken. De olika PCB-kongenerna korrelerar starkt med varandra mellan olika fiskindivider, vilket är väntat då de olika kongenerna förväntas ha gemensamt ursprung. Inom gruppen PBDE är samvariationen mellan olika kongener inte lika stark som inom gruppen PCB. Starkast samband föreligger mellan BDE47 och BDE100. Det är känt att fisk kan metabolisera vissa PBDE-kongener, vilket skulle kunna vara en bidragande orsak till den sämre samvariationen.

I Djurgårdsbrunnsviken korrelerar BDE47 mycket starkt med PCB. Detta kan tolkas som att upptaget av PCB och PBDE följs åt men varierar mellan individerna.

5.6 Uppmätta halter jämfört med bakgrundshalter

Halterna av samtliga undersökta ämnen ligger långt över uppmätta halter i bakgrundslokaler (Tabell 9).

Tabell 9. Medelhalter av PFOS i lever samt Σ PBDE6 och PCB kongenerna CB-118 och CB-153 i muskel hos abborre jämfört med koncentrationsintervall av medelhalter från bakgrundslokaler. För PCB och PFOS har bakgrundshalter inom det nationella miljöövervakningsprogrammet (NRM, 2010) använts och för PBDE har bakgrundshalter från Sternbeck m.fl. (2004) använts.

Lokal	CB118 ng/g lv	CB153 ng/g lv	Σ PBDE6 ng/g lv	PFOS ng/g vv
Årstaviken	960	1848	143	270
Djurgårds-brunnsviken	3126	5670	203	570
Drevviken	505	2130	127	460
Bakgrundslokaler¹				
Nationellt	<10	10-40	16 ²	0,5-6,0
Regionalt	10-50	40-150	n.d.	6,0-12

¹ Koncentrationsintervallen för CB118 och CB153 i abborre representerar medelhalter i muskel uppmätta mellan år 2000-2008 och för PFOS är koncentrationsintervallet för medelhalter i fisklever mellan 2007-2008. För PBDE representeras koncentrationen av medelhalten i muskel hos abborre från 2001 i en bakgrundlokal.

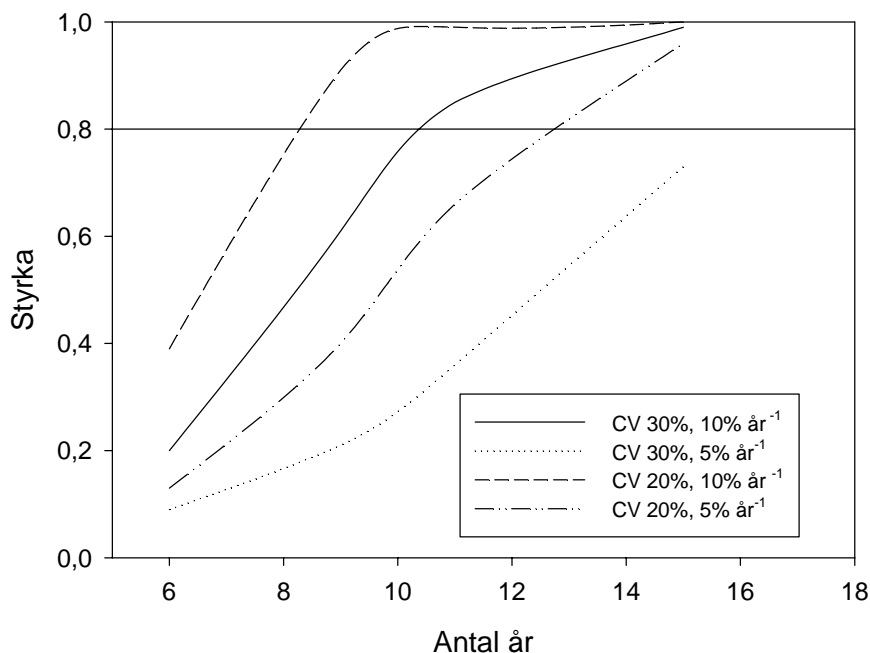
² Koncentrationsintervallet omfattar Σ PBDE5 d.v.s. summan av kongenerna BDE-47, 99, 100, 153 och 154.

Representativa halter av PBDE i abborre från regionala bakgrundslokaler har inte påträffats, men en sammanställning av medelhalter i fisk generellt visar att halten av kongenen BDE 47 regionalt ligger mellan 5-10 ng/g lv (NRM, 2005), vilket kan jämföras mot medelhalterna av BDE47 i Årstaviken, Djurgårdsbrunnsviken och Drevviken som ligger på 83, 130 respektive 64 ng/g lv (bilaga 7).

5.7 Förmåga att upptäcka tidstrender

Möjligheten att upptäcka en tidstrend begränsas av den slumpmässiga haltvariationen mellan individer och mellan olika år. Eftersom denna rapport beskriver första årets data på miljögifter i fisk finns inga data som beskriver mellanårsvariationen. En skattning kan ändå göras, antaget vissa värden på denna variation. Data från det nationella limniska övervakningsprogrammet visar att mellanårsvariationen av PCB i abborre, är ca 20-40% uttryckt som relativ standardavvikelse. Några motsvarande data för tidsserier av PBDE eller PFAS känner vi inte till.

Styrkan har skattats med Monte Carlo-simulering antaget ett samlingsprov per år och $\alpha=5\%$. I Figur 13 illustreras hur styrkan ökar med ökande antal år i dataserien, för två tänkta förändringshastigheter: 5 och 10 % per år. Av konvention brukar man önska en styrka om minst 80 %, d.v.s. chansen att mätprogrammet ska kunna påvisa en viss förändring bör vara minst 80 %. Vid en lägre slumpmässig mellanårsvariation (CV=20 %) kan förändringar om 5 % per år upptäckas efter ca 12-13 år, medan en något högre CV (30 %) innebär serier uppemot 16 år. En årlig förändring om 10 % per år bör kunna upptäckas inom 8-10 år. Alla dessa årtal ska ses som ungefärliga. En bättre skattning kan göras om några år, då mellanårsvariationen kan bedömas utifrån mer mätdata.



Figur 13. Skattning av statistisk styrka i programmet för fisk. Figuren illustrerar styrka vid ett samlingsprov per år samt vid olika kombinationer av slumpvis mellanårsvariation (CV) och årlig förändring. Önskvärd styrka om 80 % har markerat med en horisontell linje.

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:

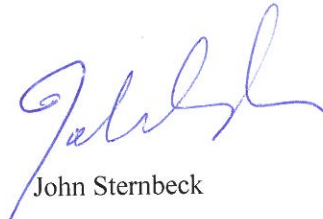
- Lösta halter av kadmium i ytvatten från Drevviken överskrider i vissa prov totalhalten. ALS kan inte hitta några felaktigheter i analyserna. De påtalar att halterna är väldigt låga och att det alltid finns en risk för kontaminering vid filtrering.

WSP Environmental

2011-05-24



Ann Helén Österås



John Sternbeck

Referenser

Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/105/EG

Naturvårdsverket, 2008. Förslag till gränsvärden för särskilda förorenande ämnen - Stöd till vattenmyndigheterna vid statusklassificering och fastställande av MKN. Rapport 5799.

NRM, 2005. Utvärdering av analyser av ämnen prioriterade inom vattendirektivet och direktiv 76/464/EEG i miljöprover. Preliminär sakrapport, daterad 2005-07-08.

NRM, 2010. Comments Concerning the National Swedish Contaminant Monitoring Programme in Fresh Water Biota 2009. Report nr 4:2010.

Olsson A, Valters K, Burreau S, 2000. Concentrations of Organochlorine Substances in Relation to Fish Size and Trophic Position: A Study on Perch (*Perca fluviatilis* L.) Environmental Science and Technology, vol 34, no 23.

Sternbeck J, Kaj L, Remberger M, Palm A, Junedahl E, Bignert A, Haglund P, Lindkvist K, Adolfsson-Erici M, Nylund K, Asplund L, 2004. Organiska miljögifter i fisk från svenska bakgrundslökaler. IVL rapport B1576.

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.

Bilaga 1. Rapporteringsgränser för analyser

Tabell 10. Rapporteringsgränser för utförda analyser av metaller och alkylfenoler i ytvatten samt organiska ämnen i fisk.

Ämne	Matris	Enhet	Rapporterings-gräns
Cd	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,002
Cr	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,01
Cu	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,1
Ni	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,05
Pb	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,01
Zn	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,2
4-tert-oktylfenol	Vatten ofiltrerat	µg/l	0,01
4-nonylfenol, grenad	Vatten ofiltrerat	µg/l	0,02
BDE 28	Fiskmuskel	ng/g vv	0,008
BDE 47	Fiskmuskel	ng/g vv	0,006
BDE 99	Fiskmuskel	ng/g vv	0,005
BDE 100	Fiskmuskel	ng/g vv	0,004
BDE 153	Fiskmuskel	ng/g vv	0,004
BDE 154	Fiskmuskel	ng/g vv	0,004
BDE 183	Fiskmuskel	ng/g vv	0,016
PCB 28	Fiskmuskel	ng/g vv	0,4
PCB 52	Fiskmuskel	ng/g vv	0,24
PCB 101	Fiskmuskel	ng/g vv	0,34
PCB 118	Fiskmuskel	ng/g vv	0,11
PCB 138	Fiskmuskel	ng/g vv	0,23
PCB 153	Fiskmuskel	ng/g vv	0,35
PCB 180	Fiskmuskel	ng/g vv	0,10
hexabromcyklododekan(HBCD)	Fiskmuskel	ng/g vv	0,5
PFOS	Fisklever	µg/kg vv	0,5

Bilaga 2. Kvalitetssäkring fiskanalyser

Tabell 11. Resultat från analys av duplikatprov.

Provnr	Ämne	Analysresultat	Duplikat
Årstaviken 9	PFOS	275	270
Årstaviken 15	PCB 28	1900	2300
Årstaviken 15	PCB 52	5000	4800
Årstaviken 15	PCB 101	8300	8700
Årstaviken 15	PCB 118	8100	7800
Årstaviken 15	PCB 138	12000	12000
Årstaviken 15	PCB 153	15000	18000
Årstaviken 15	PCB 180	3900	4400
Djurgården 7	PCB 28	2300	2300
Djurgården 7	PCB 52	6000	5700
Djurgården 7	PCB 101	17000	17000
Djurgården 7	PCB 118	14000	13000
Djurgården 7	PCB 138	14000	14000
Djurgården 7	PCB 153	23000	27000
Djurgården 7	PCB 180	6400	7000
Årstaviken 15	BDE 28	6,3	7,7
Årstaviken 15	BDE 47	630	660
Årstaviken 15	BDE 99	240	270
Årstaviken 15	BDE 100	210	190
Årstaviken 15	BDE 153	43	48
Årstaviken 15	BDE 154	65	68
Årstaviken 15	BDE 183	<20	<25
Årstaviken 15	BDE 28	<12	n.d.
Årstaviken 15	BDE 47	680	730
Årstaviken 15	BDE 99	120	140
Årstaviken 15	BDE 100	240	290
Årstaviken 15	BDE 153	<4	<4,6
Årstaviken 15	BDE 154	10	11
Årstaviken 15	BDE 183	<20	n.d.
Årstaviken 5	HBCD	<0,5	<0,5
Årstaviken 13	HBCD	<0,5	<0,5
Djurgården 1	HBCD	<0,5	<0,5

Bilaga 3. Sammanställning metallanalyser ytvatten

Årstadal

Tabell 12. 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 Jan 19	0,0067	0,177	2,83	2,26	0,338	8,83
Årstadal 15 Feb	<0.002	0,149	2,18	2,13	0,122	1,75
Årstadal Mars 22	0,0032	0,0877	2,74	2,41	0,158	2,05
Årstadal April 12	0,0105	0,133	2,52	2,42	0,169	1,92
Årstaviken Maj 11	0,0031	0,244	2,57	2,36	0,416	2,06
Årstaviken Juni 16	0,0087	0,194	2,8	2,48	0,51	3,33
Årstaviken July 19	<0.002	0,124	3,15	2,34	0,266	3,61
Årstaviken Augusti 16	0,0775	0,211	7,8	2,92	1,6	23,1
Årstaviken September 15	<0.002	0,264	3,92	2,67	0,639	6,17
Årstaviken Oktober 26	0,0151	0,223	3,11	2,44	0,571	6,7
Årstaviken November 15	0,0188	0,206	3,07	2,25	0,398	6,05
Årstaviken December 08	0,0091	0,202	2,94	2,46	0,173	3,12
<i>Antal>rapp.gr.</i>	9	12	12	12	12	12
<i>Max ($\mu\text{g/l}$)</i>	0,078	0,26	7,8	2,9	1,6	0,078
<i>Medel ($\mu\text{g/l}$)</i>	0,013	0,18	3,3	2,4	0,45	0,013
<i>CV (%)</i>	163%	28%	45%	8%	90%	163%

Tabell 13. Lösta halter av metaller ($\mu\text{g/l}$) i ytvatten från Årstadal samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	Cd löst	Cr löst	Cu löst	Ni löst	Pb löst	Zn löst
Årstadal Jan 19	<0.002	0,124	2,39	2,32	0,0373	3,55
Årstadal 15 Feb	<0.002	0,107	1,91	2,06	0,032	1,39
Årstadal Mars 22	<0.002	0,125	2,66	2,44	0,0437	2,17
Årstadal April 12	0,0038	0,0551	2,37	2,32	0,0315	1,96
Årstaviken Maj 11	<0.002	0,126	2,28	2,33	0,0866	1,51
Årstaviken Juni 16	0,0046	0,135	2,97	2,65	0,0914	2,7
Årstaviken July 19	<0.002	0,109	3,22	2,12	0,0697	3,6
Årstaviken Augusti 16	0,1	0,16	7,64	3,4	0,321	30,8
Årstaviken September 15	<0.002	0,0958	2,90	2,16	0,0799	3,73
Årstaviken Oktober 26	0,0068	0,102	2,41	2,41	0,0276	3,59
Årstaviken November 15	0,0147	0,114	2,79	2,24	0,03	4,87
Årstaviken December 08	0,0077	0,0739	2,53	2,24	0,0827	3,1
<i>Antal>rapp.gr.</i>	6	12	12	12	12	12
<i>Max ($\mu\text{g/l}$)</i>	0,10	0,16	7,6	3,4	0,32	31
<i>Medel ($\mu\text{g/l}$)</i>	0,012	0,11	3,0	2,4	0,08	5,2
<i>CV (%)</i>	234%	25%	50%	15%	104%	155%
<i>Andel löst halt (%)</i>	65%	68%	91%	99%	18%	83%

Blockhusudden

Tabell 14. Totalhalter av metaller (µg/l) i ytvatten från Blockhusudden samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	Cd tot	Cr tot	Cu tot	Ni tot	Pb tot	Zn tot
Saltsjön Jan 20	0,0115	0,166	3,33	2,21	0,367	4
Blockhusudden 11 Feb	0,0024	0,189	2,68	2,06	0,231	3,27
Blockhusudden Mars 22	0,0099	0,2	2,56	2,2	0,246	3,28
Blockhusudden April 12	0,0359	0,0824	3,07	2,04	0,208	2,93
Saltsjön (Blockhusudden) Maj 10	0,0093	0,212	2,31	2,26	0,459	1,7
Saltsjön (Blockhusudden) Juni 14	0,0924	0,355	8,16	3,43	0,86	31,8
Blockhusudden July 20	0,0165	0,148	2,66	1,96	0,573	6,4
Blockhusudden Augusti 16	0,0372	0,232	3,64	2,31	0,884	13,9
Blockhusudden September 21	<0,002	0,145	2,75	2,04	0,262	3,7
Saltsjön Oktober 25	0,0154	0,167	2,74	2,18	0,444	5,76
Saltsjön November 15	0,0281	0,157	1,95	1,63	0,296	6,23
Saltsjön December 08	0,0166	0,18	3,29	2,37	0,312	4,93
<i>Antal>rapp.gr.</i>	11	12	12	12	12	12
<i>Max (µg/l)</i>	0,092	0,36	8,2	3,4	0,88	32
<i>Medel (µg/l)</i>	0,023	0,19	3,3	2,2	0,43	7,3
<i>CV (%)</i>	108%	35%	49%	19%	54%	114%

Tabell 15. Lösta halter av metaller (µg/l) i ytvatten från Blockhusudden samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	Cd löst	Cr löst	Cu löst	Ni löst	Pb löst	Zn löst
Saltsjön Jan 20	<0,002	0,0553	2,49	1,91	0,051	3,63
Blockhusudden 11 Feb	<0,002	0,124	2,28	2,03	0,0322	2,9
Blockhusudden Mars 22	0,0109	0,115	2,48	2,13	0,156	3,48
Blockhusudden April 12	0,0118	0,0881	2,11	1,98	0,0349	2,3
Saltsjön (Blockhusudden) Maj 10	0,0033	0,15	2,13	2,36	0,148	1,2
Saltsjön (Blockhusudden) Juni 14	0,0676	0,188	5,86	3,24	0,089	22,8
Blockhusudden July 20	0,0159	0,087	2,52	1,55	0,0302	5,56
Blockhusudden Augusti 16	0,0093	0,161	2,5	2,16	0,101	4,49
Blockhusudden September 21	<0,002	0,0817	2,4300	2,0700	0,0507	3,3900
Saltsjön Oktober 25	0,0157	0,109	2,36	2,08	0,0283	4,68
Saltsjön November 15	0,0227	0,11	1,9	1,63	0,0593	6,91
Saltsjön December 08	0,0074	0,109	1,78	2,48	0,0149	6,12
<i>Antal>rapp.gr.</i>	9	12	12	12	12	12
<i>Max (µg/l)</i>	0,068	0,19	5,9	3,2	0,16	23
<i>Medel (µg/l)</i>	0,014	0,11	2,6	2,1	0,066	5,6
<i>CV (%)</i>	131%	32%	41%	20%	71%	100%
<i>Andel löst halt (%)</i>	64%	64%	84%	95%	19%	83%

Drevviken

Tabell 16. Totalhalter av metaller (µg/l) i ytvatten från Drevviken samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	Cd tot	Cr tot	Cu tot	Ni tot	Pb tot	Zn tot
Drevviken Jan 20/19	0,0028	0,108	1,38	1,99	0,129	2,72
Drevviken 15 Feb	<0.002	0,124	1,02	1,94	0,0998	2,14
Drevviken Mars 22	<0.002	0,0512	1,46	2,29	0,111	2,83
Drevviken April 12	0,0343	0,224	1,76	1,63	0,224	5,64
Drevviken Maj 10	<0,002	0,208	1,47	2,3	0,119	2,53
Drevviken Juni 14	0,0118	0,15	1,91	2,48	0,299	2,92
Drevviken July 19	<0.002	0,0821	1,39	2,25	0,119	1,22
Drevviken Augusti 18	0,005	0,152	1,99	2,22	0,311	4,11
Drevviken September 20	<0.002	0,305	2,52	2,48	0,187	2,59
Drevviken Oktober 25	0,0031	0,0961	1,16	2,38	0,155	1,64
Drevviken November 16	0,0326	0,167	1,36	2,36	0,207	2,83
Drevviken December 08	0,0048	0,177	2,06	2,66	0,195	6,08
<i>Antal>rapp.gr.</i>	7	12	12	12	12	12
<i>Max (µg/l)</i>	0,034	0,31	2,5	2,7	0,31	6,1
<i>Medel (µg/l)</i>	0,008	0,15	1,6	2,2	0,18	3,1
<i>CV (%)</i>	147%	45%	27%	12%	40%	47%

Tabell 17. Lösta halter av metaller (µg/l) i ytvatten från Drevviken samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	Cd löst	Cr löst	Cu löst	Ni löst	Pb löst	Zn löst
Drevviken Jan 20/19	<0,002	0,0736	1,36	1,94	0,0277	4,54
Drevviken 15 Feb	<0.002	0,0811	1,02	1,95	0,0252	2,22
Drevviken Mars 22	0,0022	0,0723	1,42	2,13	0,0522	3,32
Drevviken April 12	0,0083	0,0626	1,07	1,47	0,0233	3,83
Drevviken Maj 10	0,0052	0,102	1,7	2,45	0,0501	4,03
Drevviken Juni 14	0,0065	0,106	1,65	2,54	0,0384	2,11
Drevviken July 19	<0.002	0,0497	1,18	2,12	0,0234	0,528
Drevviken Augusti 18	<0,002	0,0887	1,59	2,01	0,0445	2,2
Drevviken September 20	0,0123	0,153	2,490	2,280	0,054	2,200
Drevviken Oktober 25	0,0031	0,0603	0,985	2,18	<0,01	1,08
Drevviken November 16	0,0062	0,0833	0,948	2	<0,01	1,27
Drevviken December 08	0,0126	0,116	2,46	2,19	0,0643	3,27
<i>Antal>rapp.gr.</i>	8	12	12	12	10	12
<i>Max (µg/l)</i>	0,013	0,15	2,5	2,5	0,064	4,5
<i>Medel (µg/l)</i>	0,005	0,09	1,5	2,1	0,034	2,5
<i>CV (%)</i>	85%	33%	36%	13%	56%	49%
<i>Andel löst halt (%)</i>	220%	64%	89%	95%	21%	89%

Bilaga 4. Sammanställning alkylfenolanalyser ytvatten

Tabell 18. Uppmätta halter av alkylfenoler ($\mu\text{g/l}$) i ytvatten vid tre lokaler i Stockholm under år 2010.

Provbeteckning	4-tert-oktylfenol	4-nonylfenol
Årstadal Jan 19	<0,01	<0,02
Årstadal 15 Feb	<0,01	<0,02
Årstadal Mars 22	<0,01	<0,02
Årstadal April 12	<0,01	<0,02
Årstaviken Maj 11	<0,01	<0,02
Årstaviken Juni 16	<0,01	<0,02
Årstaviken July 19	<0,01	<0,02
Årstaviken Augusti 16	<0,01	<0,02
Årstaviken September 15	<0,01	<0,02
Årstaviken Oktober 26	<0,01	<0,02
Årstaviken November 15	<0,01	<0,02
Årstaviken December 08	<0,01	<0,02
Saltsjön Jan 20	<0,01	<0,02
Blockhusudden 11 Feb	<0,01	<0,02
Blockhusudden Mars 22	<0,01	<0,02
Blockhusudden April 12	<0,01	<0,02
Saltsjön (Blockhusudden) Maj 10	<0,01	<0,02
Saltsjön (Blockhusudden) Juni 14	<0,01	<0,02
Blockhusudden July 20	<0,01	<0,02
Blockhusudden Augusti 16	<0,01	<0,02
Blockhusudden September 21	<0,01	<0,02
Saltsjön Oktober 25	<0,01	<0,02
Saltsjön November 15	<0,01	<0,02
Saltsjön December 08	<0,01	<0,02
Drevviken Jan 20/19	<0,01	0,23
Drevviken 15 Feb	<0,01	<0,02
Drevviken Mars 22	<0,01	<0,02
Drevviken April 12	<0,01	<0,02
Drevviken Maj 10	<0,01	0,23
Drevviken Juni 14	<0,01	<0,02
Drevviken July 19	<0,01	<0,02
Drevviken Augusti 18	<0,01	<0,02
Drevviken September 20	<0,01	<0,02
Drevviken Oktober 25	<0,01	<0,02
Drevviken November 16	<0,01	<0,02
Drevviken December 08	<0,01	<0,02

Bilaga 5. Sammanställning provuppgifter fisk

Tabell 19. Provuppgifter för abborrar som använts för analys samt fetthalt i muskel.

Provbeteckning	Fångstdatum	Längd (cm)	Totalvikt (g)	Levervikt (g)	Poolat	Fett (%)
Prov 1 Årstaviken	2010-11-14	22,6	151	2,23	Nej	0,76
Prov 3 Årstaviken	2010-11-14	25,5	213	3,69	Nej	0,69
Prov 4 Årstaviken ¹	2010-11-14	26,5	240	5,77	Nej	0,71
Prov 5 Årstaviken	2010-11-14	24,0	172	3,47	Nej	0,72
Prov 7 Årstaviken	2010-11-14	26,5	224	2,70	Nej	0,72
Prov 8 Årstaviken	2010-11-14	26,2	227	2,64	Nej	0,74
Prov 9 Årstaviken	2010-11-14	25,5	183	2,56	Nej	0,61
Prov 12 Årstaviken	2010-11-14	24,1	167	2,90	Nej	0,52
Prov 13 Årstaviken	2010-11-14	25,3	201	3,62	Nej	0,64
Prov 15 Årstaviken	2010-11-14	23,2	151	1,14	Nej	0,71
Prov 1 Drevviken	2010-09-12	23,5	169	1,45	Nej	0,48
Prov 2 Drevviken	2010-09-12	22,5	112	1,17	Nej	0,51
Prov 3 Drevviken	2010-09-12	23,2	152	2,51	Nej	0,41
Prov 4 Drevviken	2010-09-12	24,0	168	1,55	Nej	0,3
Prov 5 Drevviken	2010-09-12	23,0	141	1,48	Nej	0,34
Prov 1 Djurgården	2010-08-28	24,9	172	1,89	Nej	0,45
Prov 2/15 Djurgården ²	2010-08-28	24,5/22,8	152/143	0,43/1,5	Ja	0,35
Prov 4 Djurgården	2010-08-28	24,1	171	1,35	Nej	0,26
Prov 5 Djurgården	2010-08-28	28,7	284	3,70	Nej	0,44
Prov 7 Djurgården	2010-08-28	28,0	292	3,10	Nej	0,79
Prov 11 Djurgården	2010-08-28	27,3	226	2,06	Nej	0,36
Prov 12 Djurgården	2010-08-28	30,7	369	3,80	Nej	0,38
Prov 14 Djurgården	2010-08-28	24,8	179	1,49	Nej	0,3
Prov 19 Djurgården	2010-08-28	25,2	190	1,19	Nej	0,38
Prov 13 Djurgården	2010-08-28	31,8	430	3,50	Nej	0,72

¹Lever full med parasiter, ² Prov 2: Lever skadat genom fångst? POOLAD med DJURGÅRDEN 15

Bilaga 6. Sammanställning analysdata fisk

Tabell 20. Uppmätta halter av PBDE (pg/g vv) och HBCD (µg/kg vv) i muskel samt PFOS (ng/g vv) i lever hos abborre.

Provbeteckning	BDE 28 pg/g	BDE 47 pg/g	BDE 99 pg/g	BDE 100 pg/g	BDE 153 pg/g	BDE 154 pg/g	BDE 183 pg/g	HBCD µg/kg	PFOS ng/g
Prov 1 Årstaviken	<20	410	140	97	<9,1	26	<30	<0.5	256
Prov 3 Årstaviken	22	360	83	93	22	23	<41	<1	416
Prov 4 Årstaviken	<17	430	130	110	18	27	<22	<0.5	209
Prov 5 Årstaviken	12	1500	290	510	32	66	<21	<0.5	256
Prov 7 Årstaviken	9,1	610	180	180	28	57	<28	<0.5	256
Prov 8 Årstaviken	9,4	850	190	210	29	57	<15	<0.5	483
Prov 9 Årstaviken	6,9	300	130	110	8,2	23	<34	<0.5	275
Prov 12 Årstaviken	10	450	210	150	24	37	<16	<0.5	249
Prov 13 Årstaviken	3,2	180	67	68	12	27	<41	<0.5	13,2
Prov 15 Årstaviken	6,3	630	240	210	43	65	<20	<2.5	286
Prov 1 Drevviken	18	390	79	98	13	27	<27	<0.5	504
Prov 2 Drevviken	<7.9	240	120	89	14	37	<38	<0.5	609
Prov 3 Drevviken	<12	240	120	100	16	31	<38	<0.5	382
Prov 4 Drevviken	<8.4	190	140	69	15	24	<29	<0.5	446
Prov 5 Drevviken	<13	230	120	74	14	27	<18	<0.5	380
Prov 1 Djurgården	<8	770	110	200	21	45	<26	<0.5	747
Prov 2/15 Djurgården	<12	400	93	110	16	29	<11	1,2	487
Prov 4 Djurgården	<10	210	43	41	4,7	8,3	<20	<0.5	502
Prov 5 Djurgården	<15	440	37	110	14	24	<22	<0.5	1709
Prov 7 Djurgården	<12	680	120	240	<4	10	<20	<0.5	131
Prov 11 Djurgården	11	620	100	160	26	40	<29	<0.5	624
Prov 12 Djurgården	12	370	63	72	7,6	16	<32	<0.5	342
Prov 14 Djurgården	8,8	570	190	140	18	23	<24	<0.5	743
Prov 19 Djurgården	7,5	390	170	100	16	30	<17	0,79	239
Prov 13 Djurgården	13	1300	250	400	32	50	<16	0,79	159

Tabell 21. Uppmätta halter av PCB i muskel hos abborre, enhet pg/g våtvikt.

Provbeteckning	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	PCB7, summa
Prov 1 Årstaviken	1500	4800	6800	4900	6600	8400	1700	35000
Prov 3 Årstaviken	1900	4700	4900	3900	5500	7200	1600	30000
Prov 4 Årstaviken	2200	4300	7700	7800	8500	8700	1900	41000
Prov 5 Årstaviken	2300	4000	5500	4400	5300	6900	1700	30000
Prov 7 Årstaviken	2900	7800	13000	9900	11000	18000	3700	66000
Prov 8 Årstaviken	5100	8600	16000	13000	20000	35000	7700	110000
Prov 9 Årstaviken	2100	5200	5000	4800	6000	8400	2200	34000
Prov 12 Årstaviken	4100	7400	9500	6800	10000	14000	3200	55000
Prov 13 Årstaviken	910	1600	2100	2000	3200	4700	1100	16000
Prov 15 Årstaviken	1900	5000	8300	8100	12000	15000	3900	54000
Prov 1 Drevviken	230	440	2500	2000	4000	7000	2000	18000
Prov 2 Drevviken	<120	250	2700	2300	7200	9900	3000	25000
Prov 3 Drevviken	140	300	2100	1300	4000	5000	1800	15000
Prov 4 Drevviken	200	330	2900	2700	7300	12000	3500	29000
Prov 5 Drevviken	160	350	1700	1500	4000	6900	2200	17000
Prov 1 Djurgården	4600	8900	18000	20000	20000	32000	9400	110000
Prov 2/15 Djurgården	990	3600	9500	8100	10000	16000	5300	54000
Prov 4 Djurgården	980	4300	7000	5800	5800	9800	2500	36000
Prov 5 Djurgården	2100	5600	10000	9200	11000	17000	5100	60000
Prov 7 Djurgården	2300	6000	17000	14000	14000	23000	6400	82000
Prov 11 Djurgården	2300	6800	17000	15000	18000	31000	8900	100000
Prov 12 Djurgården	1700	7300	13000	8500	11000	16000	3100	62000
Prov 14 Djurgården	2300	6700	16000	14000	22000	29000	6400	97000
Prov 19 Djurgården	2200	7200	14000	11000	12000	16000	4500	67000
Prov 13 Djurgården	6600	13000	28000	32000	45000	56000	14000	190000

Bilaga 7. Statistisk sammanställning av analysdata för fisk

Tabell 22. Statistisk sammanställning av bromerade organiska ämnen i abbormuskel från Årstaviken, Djurgårdsbrunnsviken och Drevviken, enhet ng/g lipidvikt.

Lokal/Ämnen	Antal > rapp.gr.	Uppmätta halter			
		Min (ng/g lv)	Max (ng/g lv)	Medel (ng/g lv)	CV (%)
Årstaviken (n=10)					
BDE 28	8	<1,0	3,2	1,4	51%
BDE 47	10	28	208	83	61%
BDE 99	10	10	40	25	43%
BDE 100	10	11	71	25	69%
BDE 153	9	<1,2	6,1	3,2	51%
BDE 154	10	3,3	9,2	6,0	41%
∑PBDE6	10	56	335	143	56%
HBCD	0	-	-	-	-
Djurgårdsbrunnsviken (n=10)					
BDE 28	5	<1,6	3,2	-	-
BDE 47	10	81	190	130	34%
BDE 99	10	8,4	63	28	59%
BDE 100	10	16	56	34	39%
BDE 153	9	0,3	7,2	3,8	54%
BDE 154	10	1,3	11	6,6	46%
∑PBDE6	10	118	317	203	35%
HBCD	3	<110	343	-	-
Drevviken (n=5)					
BDE 28	1	<3	3,8	-	-
BDE 47	5	47	81	64	20%
BDE 99	5	16	47	30	38%
BDE 100	5	17	24	21	12%
BDE 153	5	3	5,0	3,7	26%
BDE 154	5	6	8,0	7,3	13%
∑PBDE6	5	98	146	127	14%
HBCD	0	-	-	-	-

Tabell 23. Statistisk sammanställning av polyklorerade organiska ämnen i abbormuskel från Årstaviken, Djurgårdsbrunnsviken och Drevviken, enhet ng/g lipidvikt.

Lokal/Ämnen	Antal > rapp.gr.	Uppmätta halter			CV (%)
		Min (ng/g lv)	Max (ng/g lv)	Medel (ng/g lv)	
Årstaviken (n=10)					
PCB 28	10	142	788	374	55%
PCB 52	10	250	1423	795	43%
PCB 101	10	328	2162	1156	51%
PCB 118	10	313	1757	960	47%
PCB 138	10	500	2703	1293	52%
PCB 153	10	734	4730	1848	66%
PCB 180	10	172	1041	421	64%
summa PCB7	10	2500	14865	6918	54%
Djurgårdsbrunnsviken (n=10)					
PCB 28	10	283	1022	580	44%
PCB 52	10	759	2233	1644	29%
PCB 101	10	2152	5333	3488	30%
PCB 118	10	1772	4667	3126	37%
PCB 138	10	1772	7333	3844	48%
PCB 153	10	2911	9667	5670	42%
PCB 180	10	810	2472	1508	40%
summa PCB7	10	10380	32333	19818	37%
Drevviken (n=5)					
PCB 28	4	12	67	42	49%
PCB 52	5	49	110	85	29%
PCB 101	5	500	967	606	33%
PCB 118	5	317	900	505	45%
PCB 138	5	833	2433	1366	46%
PCB 153	5	1220	4000	2130	52%
PCB 180	5	417	1167	652	47%
summa PCB7	5	3659	9667	5395	46%

Tabell 24. Statistisk sammanställning av perfluorerade organiska ämnen i abborrlever från Årstaviken, Djurgårdsbrunnsviken och Drevviken, enhet ng/g våtvikt.

Lokal/Ämnen	Antal > rapp.gr.	Uppmätta halter			CV (%)
		Min (ng/g vv)	Max (ng/g vv)	Medel (ng/g vv)	
Årstaviken (n=10)					
PFOS	10	13	483	270	46%
Djurgårdsbrunnsviken (n=10)					
PFOS	10	131	1709	568	81%
Drevviken (n=5)					
PFOS	5	380	609	464	21%