



## Miljögiftsövervakning i Stockholms stad år 2013

UNITED  
BY OUR  
DIFFERENCE



### RAPPORT

## Miljögiftsövervakning av ytvatten och fisk i Stockholms stad – sammanställning för år 2013 Miljöförvaltningen, Stockholms stad

2014-06-26

Upprättad av: Mats Allmyr, Ann Helén Österås

Granskad av: John Sternbeck

## RAPPORT

# Miljögiftsövervakning av ytvatten och fisk i Stockholms stad – sammanställning för år 2013 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](http://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 ersatte 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 2013 har delprogram I genomförts med analyser av ytvatten och fisk. Dessutom har delar av delprogram II genomförts med analys av fler perfluorerade ämnen i fisk och ytvatten. De lokaler som ingår i delprogram I sedan år 2009 är Årstadal/Årstaviken i Mälaren, Blockhusudden/Djurgårdsbrunnsviken i Saltsjön och Drevviken. År 2013 tillkom en ny lokal, Brunnsviken.

Under år 2013 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 2013 insamlades abborre inom delprogram I för analys av polyklorerade bifenylter (PCB), bromerade flamskyddsmedel (polybromerade difenyletrar:PBDE och hexabromcyklododekan: HBCD) och perfluorerade ämnen (PFOS). Inom delprogram II analyserades ytterligare fyra perfluorerade ämnen i ytvatten en gång per kvartal och tre perfluorerade ämnen i fisk. Analyser i fisk är utförda på leverprov för PFAS och muskel för övriga ämnen.

Uppmätta halter av lösta metaller i ytvatten från Åstadal, Blockhusudden och Drevviken under år 2013 ligger under miljökvalitetsnormerna eller föreslagna gränsvärden. Resultaten från 2013 liknar de från 2012. Det råder i stort sett inga skillnader i årsmedelhalter av metaller mellan dessa år och fördelningen mellan löst och partikulär fas är också likartad. I Brunnsviken ligger uppmätta halter av lösta metaller, förutom zink, under normer eller förslag till gränsvärden. Zinkhalten ligger något över Naturvårdsverkets förslag till gränsvärde.

Som tidigare år så kan skillnader i halter mellan lokalerna ses för koppar och kadmium. För dessa metaller är det generellt Drevviken som har lägst halter och Årstaviken och Blockhusudden högst halter. Jämförelse mot 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 2013 vid Årstadal, Blockhusudden, Drevviken och Brunnsviken var 6, 4, 12 respektive 11 ng/l. Halterna ligger långt över EU:s gränsvärden (0,65 ng/l och 0,13 ng/l för inlandsytvatten respektive andra ytvatten). Halter

Uppdragsnr: 10129776		
Daterad: 2014-06-26	Status: Slutversion	



av både PFOS och PFOA var liksom år 2012 högre i Drevviken än vid Årstadal och Blockhusudden. I Brunnsviken låg halter av PFOS och PFOA år 2013 i nivå med halter i Drevviken. Även övriga fyra analyserade perfluorerade ämnen verkar förekomma i högre halter i Drevviken och Brunnsviken än övriga lokaler. En preliminär bedömning av halter jämfört mot regionala bakgrundshalter indikerar en lokal påverkan av PFOS men inte av PFOA.

De halter av organiska ämnen som uppmätts i fisk i denna undersökning är högre än nationella och regionala bakgrundsnivåer och tyder sammantaget på en stark lokal påverkan av föroreningar i recipienter i och runt Stockholm.

**INNEHÅLL**

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>MÄTPROGRAM ÅR 2013</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>METODBESKRIVNING</b> .....	<b>7</b>
3.1	PROVTAGNING OCH PROVBEREDNING.....	7
3.2	ANALYSER .....	8
3.3	KVALITETSSÄKRING.....	9
3.4	SÄRSKILDA HÄNDELSER/AVVIKELSER.....	10
3.5	STATISTISK BEARBETNING .....	11
<b>4</b>	<b>RESULTAT OCH UTVÄRDERING YTVATTEN</b> .....	<b>12</b>
4.1	METALLER I YTVATTEN.....	12
4.2	PFOS, PFOA OCH ÖVRIGA PERFLUORERADE ÄMNEN I YTVATTEN .....	23
<b>5</b>	<b>RESULTAT OCH UTVÄRDERING FISK</b> .....	<b>29</b>
5.1	HALTER AV BROMERADE ORGANISKA ÄMNEN I MUSKEL .....	29
5.2	HALTER AV KLORERADE ORGANISKA ÄMNEN I MUSKEL .....	29
5.3	HALTER AV PERFLUORERADE ÄMNEN I LEVER .....	30
5.4	HALTVARIATIONER MELLAN LOKALER OCH JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE ÅRS MÄTNINGAR .....	31
5.5	UPPMÄTTA HALTER JÄMFÖRT MED BAKGRUNDSHALTER .....	32
<b>6</b>	<b>OSÄKERHETER OCH FELKÄLLOR</b> .....	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>REFERENSER</b> .....	<b>34</b>
	<b>BILAGA 1. RAPPORTERINGSGRÄNSER FÖR ANALYSER</b> .....	<b>36</b>
	<b>BILAGA 2. SAMMANSTÄLLNING METALLANALYSER YTVATTEN</b> .....	<b>37</b>
	<b>BILAGA 3. SAMMANSTÄLLNING ANALYSER AV PFOS, PFOA OCH ÖVRIGA PERFLUORERADE ÄMNEN I YTVATTEN</b> .....	<b>41</b>
	<b>BILAGA 4. SAMMANSTÄLLNING AV UPPMÄTT TURBIDITET</b> .....	<b>43</b>
	<b>BILAGA 5. SAMMANSTÄLLNING PROVUPPGIFTER FISK</b> .....	<b>44</b>
	<b>BILAGA 6. SAMMANSTÄLLNING ANALYSDATA FISK</b> .....	<b>45</b>
	<b>BILAGA 7. UTVÄRDERING AV KONTAMINERINGSPROBLEM FÖR YTVATTENPROVER INOM STOCKHOLMS STADS MILJÖGIFTSÖVERVAKNING 2013</b> .....	<b>46</b>



## 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 var mycket låg 2009-2011 har de utgått från miljöövervakningsprogrammet fr.o.m. 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 och fisk för år 2013. Resultaten från detta presenteras i denna rapport.

## 2 Mätprogram år 2013

Under år 2013 har delprogram I genomförts med analyser av ytvatten och fisk från Mälaren, Saltsjön, Drevviken och Brunnsviken, se Tabell 1. De tre förstnämnda lokalerna har ingått i mätprogrammet sedan start år 2009. Brunnsviken är en ny lokal som tillkom år 2013. Delprogram II har genomförts med screening av fler perfluorerade ämnen i fisk och ytvatten i samma lokaler som i delprogram I.

**Tabell 1.** Provlokaler 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	Drevviken (Stortorp)	Drevviken	N 59°14,747 O 18°07,311
Brunnsviken	Brunnsviken (Kräfteriket)	Brunnsviken	N 59°21,604; O 18°02,863

Omfattningen av delprogram I och II avseende matriser och analyser i de tre lokalerna år 2013 presenteras i Tabell 2 respektive Tabell 3. Inom delprogram I har månatliga mätningar (jan-dec) utförts av metaller samt två perfluorerade ämnen, PFOS och PFOA, i ytvatten. Sedan år 2012 utförs även månatliga fältmätningar av turbiditet i samtliga lokaler. Abborre (*Perca fluviatilis*) insamlade under hösten 2013 har analyserats avseende PCB, PBDE, HBCD och PFOS.

Inom delprogram II analyserades ytterligare fyra perfluorerade ämnen i ytvatten (PFHpA, PFHxA, PFHxS och PFBS) en gång per kvartal och tre perfluorerade ämnen i fisk (PFHxA, PFOA, PFHxS). Samtliga ämnen med fullständig namn redovisas i bilaga 1.

**Tabell 2.** Delprogram I, omfattning för ytvatten och fisk år 2013

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

**Tabell 3.** Delprogram II, omfattning för ytvatten och fisk år 2013.

Matris	Ämnen	Frekvens provtagning	Frekvens analyser
Ytvatten	PFHpA, PFHxA, PFHxS, PFBS	4 ggr/år	4 ggr/år
Abborre, lever	PFOA, PFHxA, PFHxS	1 ggr/år	1 ggr/år

### 3 Metodbeskrivning

mProv konsult utförde provtagning av ytvatten i de olika lokalerna år 2013. Fisk från Årstaviken och Brunnsviken insamlades av Sportfiskarna (Rickard Gustafsson). Fisk från Drevviken insamlades av Drevviken-Långsjöns fiskevårdsförening. Fisk från Djurgårdsbrunnsviken togs av deltagarna i fisketävlingen Tjejmetet.

Provberedning samt analyser av ytvatten utfördes av ALS Scandinavia AB, med undantag av perfluorerade ämnen i ytvatten som utfördes av IVL Svenska Miljöinstitutet AB. Provberedning och analyser av fisk utfördes av Naturhistoriska Riksmuseet respektive IVL. 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

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

Tillsats av syra och filtrering av metallproverna utfördes hos ALS på laboratorium. Filtrering utfördes med 0,45 µm membranfilter innan syrasättning. Filterkvaliteten är testad med MQ-vatten för att kontrollera risk för kontaminering.

##### 3.1.2 Fisk

Abborrar insamlades under sensommaren 2013. Provlokal, fångstmetod och fångsdatum redovisas i Tabell 4.

Provpreparat bereddades som samlingsprover av muskel (klorerade och bromerade ämnen) eller lever (perfluorerade ämnen) från 10 abborrhonor från varje lokal. Längd, vikt och ålder hos provtagna abborrar redovisas i bilaga 5.

**Tabell 4.** Fångstmetod och fångstdatum för de olika lokalerna.

Lokal	Fångstmetod	Fångstdatum
Årstaviken (Årstadal)	Nät	2013-08-28
Djurgårdsbrunnsviken	Mete	2013-08-31
Drevviken	Nät	September 2013
Brunnsviken	Nät	2013-08-27

## 3.2 Analyser

### 3.2.1 Ytvatten

Analyser av metaller och perfluorerade ämnen i ytvatten har utförts hos ALS respektive IVL löpande under år 2013. 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 perfluorerade ämnen 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 fältinstrument, Eutech TN100.

### 3.2.2 Fisk

Analyser av organiska ämnen i fisk har utförts hos IVL under december 2013-februari 2014. Rapporteringsgränser för samtliga analyser redovisas i bilaga 1. Analyser har utförts på samlingsprover från respektive lokal. Inga prover är analyserade på individbasis.

#### Bestämning av PCB och bromerade flamskyddsmedel i fiskmuskel

Analysen utfördes på en gaskromatograf försedd med elektroninfångningsdetektor (ECD) (Gaskromatograf Varian Model 3800, Varian Autosampler 8400). Analyskolonnen var en 50 m lång kapillärkolonn (CP-sil 8CB från Chrompack).

Internstandard bestående av olika PCB-kongener sattes till provet som därefter upprepade gånger extraherades, först med aceton och därefter med en blandning av pentan/dietyleter. Extraktionen genomfördes med ultraljud. De sammanslagna extrakten tillsattes vatten och en organfas separerades.



Provet behandlades därefter med svavelsyra varefter det fraktionerades på aluminiumoxidkolonn. Tre fraktioner uppsamlades: en med PCB, en med PBDE 47 – PBDE 154 samt en fraktion med PBDE 209 och HBCD. Extrakten indunstades och analyserades. Före analysen tillsattes insprutningsstandard till de respektive fraktionerna.

Alla ämnen bestäms med internstandard och certifierad standardblandning. Utbytet beräknades med hjälp av insprutningsstandard. IVL analyserar även referensmaterialet SRM NIST 1946 Lake Superior fish tissue varannan provomgång som kvalitetskontroll. Där ingår de berörda ämnesgrupperna. IVL medverkar även i interkalibreringar på fisk. Nu senast under 2013 i kanadensiska NCP-III7 där de berörda ämnesgrupperna var med. IVL är ackrediterade för analys av PCB i fisk.

### **Fetthaltsbestämning i muskel**

Fetthalt bestämdes enligt Jensen m fl. (2003) med en metod för mager fisk. Fiskhomogenat extraheras med 2-propanol, olika blandningar av dietyleter, n-hexan och 2-propanol. Extrakten slås ihop, tvättas med en svag fosforsyralösning, indunstas under kvävgas och bestäms gravimetriskt.

### **Perfluorerade ämnen i fisklever**

Analys av perfluorerade karboxylsyror och perfluorerade alkylsulfonater har utförts med LC-MS-MS. Fiskproverna har homogeniserats och extraherats med acetonitril. Extraktet har renats med grafitiserat kol. Som kvalitetssäkring används kvantitativ och kvalitativ jämförelse med tillsatta radioinmärkt internstandarder. Den framtagna analysmetoden för kvalitativ och kvantitativ kvantifiering av PFAS i fisk har enligt IVL bedömts fungera bra utifrån olika valideringsdata (baserat på kvantitativ och kvalitativ jämförelse med tillsatta radioinmärkt internstandarder). Metoden är inte ackrediterad.

## **3.3 Kvalitetssäkring**

### **3.3.1 Ytvatten**

För att kvalitetssäkra analyser av ytvatten så har fältblankar analyserats avseende metaller vid två tillfällen under år 2013 (maj och december). Resultaten redovisas i Tabell 5.

Analys av fältblankar från 2013 kan inte bekräfta att kontamineringsproblematiken är mer uttalad för filtrerade prover, vilket antydde av fältblankar från 2012. Detta skulle annars kunna förklara varför andelen löst halt metall överstiger totalhalt i vissa prov. I maj 2013 var halterna tvärtom tydligt högre i den ofiltrerade än i den filtrerade fältblanken. För zink noterades blankproblematik i både filtrerade och ofiltrerade prover från bägge blankarna medan kontaminering av koppar, nickel och bly förekom i den ofiltrerade fältblanken från i maj 2013.

Den kontaminerade fältblanken i årets resultat har inte lett till någon åtgärd avseende exempelvis uteslutande av halldata.

**Tabell 5.** Analysresultat från filtrerade och ofiltrerade fältblankar från maj och december 2013.

Lokal	Datum	Filtrerad	Cd (µg/l)	Cr (µg/l)	Cu (µg/l)	Ni (µg/l)	Pb (µg/l)	Zn (µg/l)
Drevviken	2013-05-30	Ja	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	0,48
Drevviken	2013-12-20	Ja	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	0,42
Drevviken	2013-05-30	Nej	0,0032	<0.01	0,55	0,14	0,099	2,1
Drevviken	2013-12-20	Nej	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	0,033	0,25

### 3.3.2 Fisk

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

Överensstämmelsen i mätvärdena hos det certifierade referensmaterialet för PBDE-kongenerna varierade med avvikelser i spannet 4,2–28 % (Tabell 6).

**Tabell 6.** Resultat från analys av certifierat referensmaterial (NIST 1946 frozen fish tissue) för bromerade ämnen. Resultat presenteras som procentuell avvikelse i uppmätt halt jämfört med angiven halt i certifierat referensmaterial.

Ämne	RPS
PBDE 47	10 %
PBDE 99	6,9 %
PBDE 100	4,5 %
PBDE 153	28 %
PBDE 154	4,2 %
PBDE 209	Ej beräknad, halt under LOQ

### 3.4 Särskilda händelser/avvikelser

För analyser av organiska ämnen i fisk har analyserande laboratorium bytts från tidigare leverantör (ALS/GBA) till IVL.

Vid sammanställningen av analysresultaten av metaller i ytvatten har WSP noterat att andelen löst halt metall överskrider totalhalt metall i många prover. Avvikelse har under 2013 varit mest tydligt för zink och problemet störst vid lokalen Blockhusudden.

Problemet har diskuterats med ansvarigt laboratorium och kontroller har utförts av provhanteringen och använda filter under början av 2014. Kontrollen visar följande:

- Halter av flera metaller kan variera mellan de två olika kärnen som används för analys av totalhalter och lösta halter.
- Undersökta prover med bräckt vatten kan öka utlakningen av zink från använda filter.
- Provhanteringen på laboratoriet kan ge kontaminering.

Ett separat PM där kontamineringsproblematiken beskrivs utförligare är bilagt denna rapport (Bilaga 7).

I prov från Drevviken 2013-07-24 konstaterades onormalt höga lösta halter av krom och bly. Ett nytt delprov från provet analyserades vilket resulterade i rimliga halter av metallerna. Det förmodas därför att det första delprovet kontaminerats vid provhanteringen på lab och/eller av använda filter.

Kontamineringsproblemen i filtrerade prov har lett till att resultat på lösta halter uteslutits i utvärderingen för de metaller där årsmedel av löst halt överskrider årsmedel av totalhalt metall. Istället används totalhalter för dessa metaller. Samtliga data redovisas dock i resultatdelen för att tydliggöra avvikelserna och val av data som uteslutits. Det ska nämnas att även för de fall årsmedelhalt av lösta halter av en metall inte överskrider totalhalt kan det förekomma individuella provtillfällen där lösta halter överskrider totalhalt.

### 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. 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, Dunns test. Signifikansnivån är satt till 5 %.

---

<sup>1</sup> 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.

## 4 Resultat och utvärdering ytvatten

Resultaten från analyser av ytvatten samt en statistisk sammanställning redovisas i bilaga 2 och 3. I nedanstående underkapitel utvärderas resultaten. Observera att det förekommer kontamineringsproblem för vissa metaller i filtrerade prov. Dessa resultat har tagits med i resultatdelen för att redovisa avvikelserna som lett till att dessa resultat utesluts i vidare utvärdering av data.

### 4.1 Metaller i ytvatten

I detta kapitel redovisas och utvärderas resultaten från metallanalyser i ytvatten.

- I kapitel 4.1.1 till 4.1.4 redovisas resultaten från årets mätningar uppdelat på respektive lokal.
- I kapitel 4.1.5 jämförs totala metallhalters samvariation med grumligheten.
- I kapitel 4.1.6 beskrivs metallers samvariation.
- I kapitel 4.1.7 jämförs lösta metallhalter mellan lokaler samt mot jämförvärden.
- I kapitel 4.1.8 jämförs lösta metallhalter mot halter i andra lokaler.
- I kapitel 4.1.9 jämförs lösta metallhalter tidigare års mätning.
- I kapitel 4.1.10 redovisas en utvärdering mot kontrollmålen.

#### 4.1.1 Årstadal

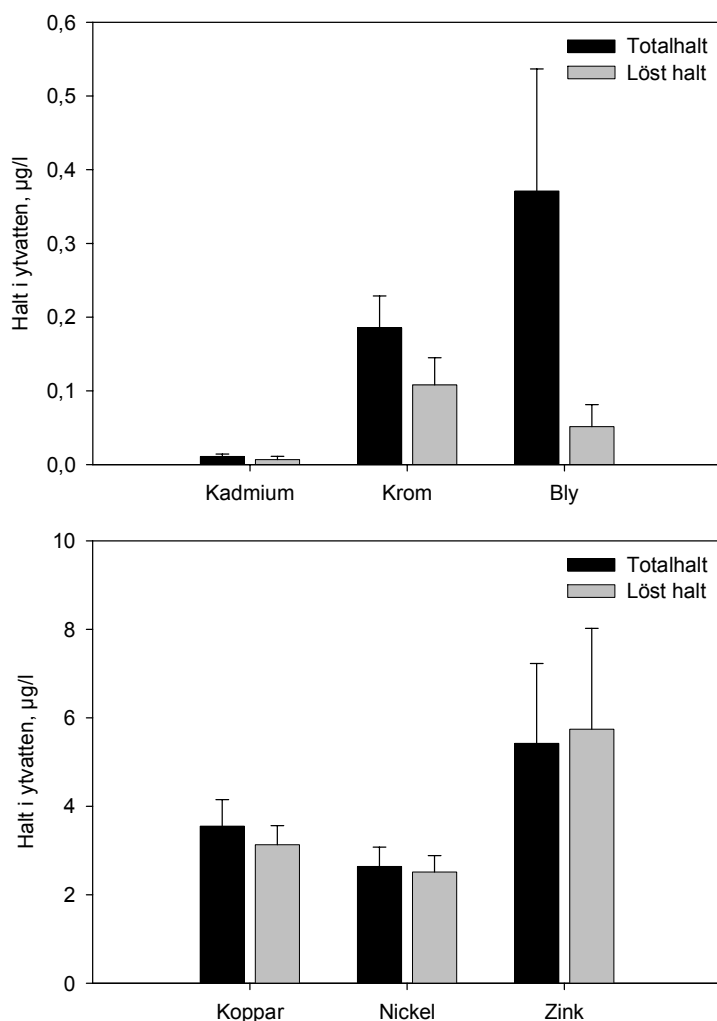
I Figur 1 redovisas beräknade medelhalter och standardavvikelser av totalhalter respektive lösta fraktionen metaller vid Årstadal för år 2013.

I samtliga prov påträffades metaller i totalhalter över rapporteringsgränsen. I ett av 12 prov kunde dock varken löst kadmium, krom eller bly detekteras.

Av Figur 1 framgår att lösta halter zink är högre än totalhalter, vilket visar på en kontaminering av filtrerade prov med zink. I tre av proven uppgick löst halt till >170 % av totalhalten. Liknande avvikelser för zink har även noterats i enstaka prov tidigare år. På grund av kontamineringen används inte lösta halter av zink från Årstadal i fortsatt utvärdering.

Under år 2013 är variationen i totalhalter av metaller relativt låg med CV < 50 % för samtliga metaller. För lösta halter observeras en högre variation för kadmium (65 %) och bly (58 %). För övriga lösta metaller är variationen lägre med CV < 50 %.

Andelen löst fraktion utgör en stor andel av den totala halten för koppar och nickel (median av löst halt/totalhalt: 91 respektive 96 %). För kadmium och krom är den lösta halten lägre med 47 respektive 65 % av den totala halten. Lägst andel löst halt har bly med endast 16 % av den totala halten. Dessa tendenser överensstämmer väl med resultat från föregående år, med undantag för kadmium som har en märkbart lägre andel löst halt än 2012 då medianvärdet av andel löst kadmium var 76 %.



**Figur 1.** Totalhalter och lösta halter av metaller i Årstadal år 2013 redovisade som medelhalt + standardavvikelse, n = 12.

#### 4.1.2 Blockhusudden

I Figur 2 redovisas beräknade medelhalter och standardavvikelser av totalhalter respektive lösta fraktionen metaller vid Blockhusudden för år 2013.

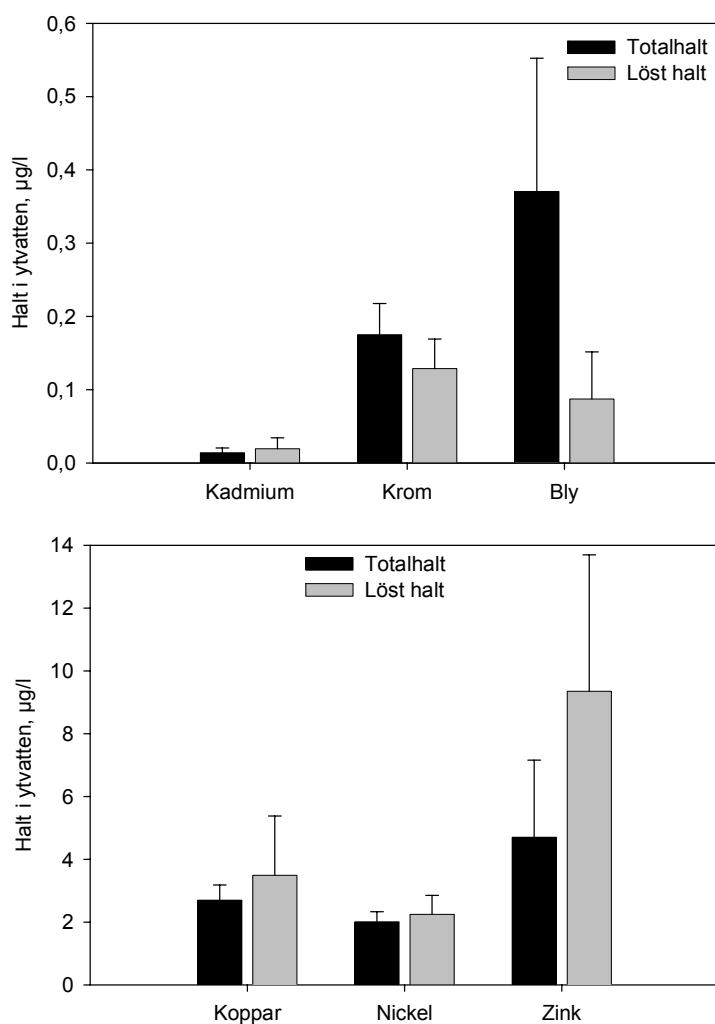
Analyserade metaller påträffades i totalhalter över rapporteringsgränsen i samtliga prov. I ett av 12 prov kunde inte löst bly detekteras.

Av Figur 2 framgår att lösta halter av kadmium, koppar, nickel och zink i medeltal överskrider totalhalter, vilket visar på en kontaminering av filtrerade prov. För zink varierar andel löst zink av totalhalt inom spannet 100-531 %. På grund av kontamineringen används inte lösta halter av kadmium, koppar, nickel och zink från Blockhusudden i fortsatt utvärdering.



Variationen av totalhalter var relativt låg för samtliga metaller (<50 %). Zink uppvisade högst variation med en variation på 52 %. Variation av löst halt bly var relativt hög med CV = 74 % medan variationen för löst krom var 31 %.

Andelen löst fraktion av totalhalten vid Blockhusudden är för krom och bly 68 respektive 16 %.



**Figur 2.** Totalhalter och lösta halter av metaller vid Blockhusudden år 2013 redovisade som medelhalt + standardavvikelse, n=12.

#### 4.1.3 Drevviken

I Figur 3 redovisas beräknade medelhalter och standardavvikelser av totalhalter respektive lösta fraktionen metaller vid Drevviken för år 2013.

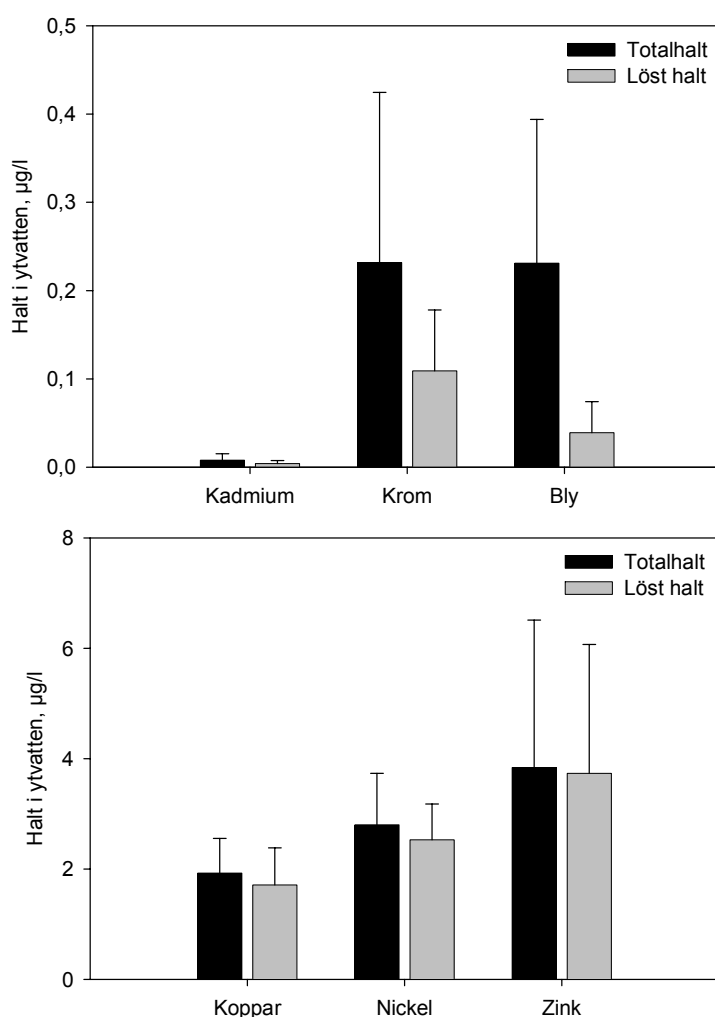
Analyserade metaller påträffades i totalhalter över rapporteringsgränsen i samtliga prov. I fyra av 12 prov kunde dock inte löst kadmium eller bly detekteras.

Variationen av totalhalt kadmium, krom, bly och zink var relativt hög (CV = 91, 83, 70 respektive 70 %) och för nickel och koppar låg (< 30 %). Variation av löst halt kadmium,

krom, bly och zink var relativt hög (CV = 83, 63, 90 och 63 %) och relativt låg för löst halt koppar och nickel (< 40 %).

Andelen löst fraktion av totalhalten vid Drevviken är högst för zink, nickel, och koppar (108, 96 respektive 90 %) följt av kadmium och krom (63 respektive 59 %), och lägst för bly (17 %).

Liksom i prover från Årstadal och Blockhusudden förekommer orimligt höga analysvärden för lösta halter av metaller i förhållande till totalhalter i Drevviken, framför allt för zink och i viss mån även för koppar. Som angivits ovan var medianvärdet för andel lösta halter av totalhalt zink 108 %. Som framgår av figur 3 resulterade dessa avvikelser inte i att årsmedelhalter av löst metall överskrider årsmedel av totalhalter. Därför har vi valt att inte utesluta data för lösta halter för Drevviken.



**Figur 3.** Totalhalter och lösta halter av metaller i Drevviken år 2013 redovisade som medelhalt + standardavvikelse. n=12.

#### 4.1.4 Brunnsviken

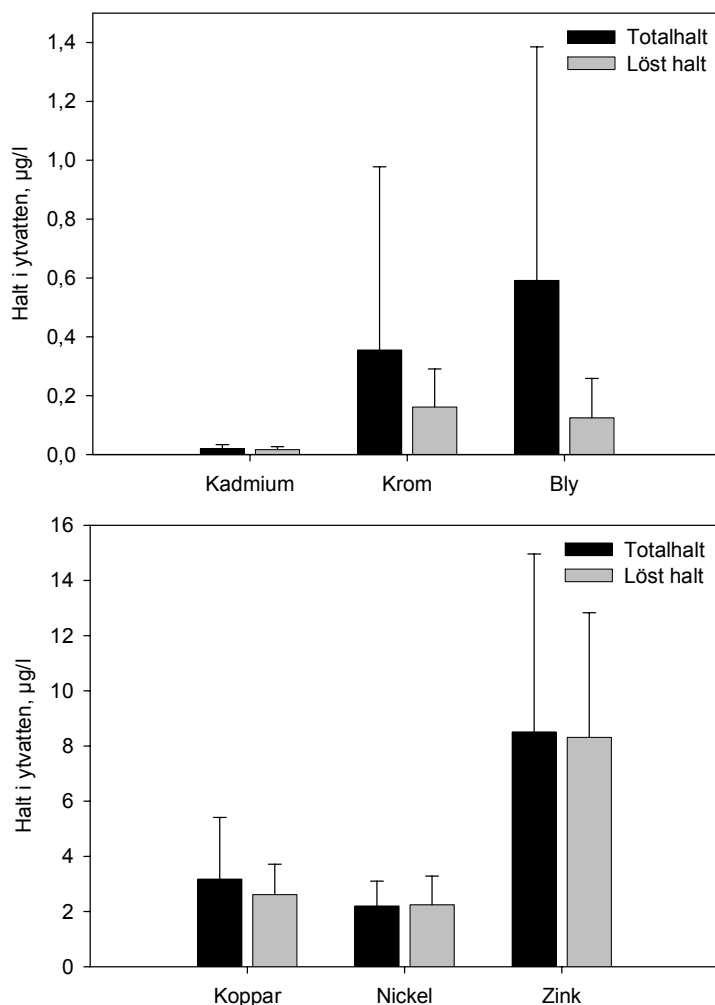
I Figur 4 redovisas beräknade medelhalter och standardavvikelser av totalhalter respektive lösta fraktionen metaller vid Brunnsviken för år 2013.

Analyserade metaller påträffades i totalhalter och lösta halter över rapporteringsgränsen i samtliga prov.

Variationen av totalhalt krom och bly var hög (CV = 176 respektive 134 %) och relativt hög för kadmium, koppar och zink var hög (CV = 73, 70 respektive 76 %) och för nickel relativt låg (41 %). Variation av löst halt bly var hög (CV=108 %) medan den för kadmium, krom, bly och zink var relativt hög (CV = 59, 80, och 54 %) och något lägre för löst halt koppar och nickel (42 och 46 %).

Andelen löst fraktion av totalhalten vid Brunnsviken är på liknande sätt som vid Årstadal och Blockhusudden högst för zink, nickel, kadmium, och koppar (109, 97, 87 respektive 84 %) följt av krom (73 %), och lägst för bly (20 %).

Liksom i prover från Drevviken, Årstadal och Blockhusudden förekommer orimligt höga analysvärden för lösta halter av metaller i förhållande till totalhalter i Brunnsviken, framför allt för zink och i viss mån även för koppar, nickel och kadmium. Trots detta var årsmedelhalter av lösta halter lägre än årsmedelhalter av totalhalter för metallerna, och därför har inga resultat för lösta halter från Brunnsviken uteslutits.



**Figur 4.** Totalhalter och lösta halter av metaller i Brunnsviken år 2013 redovisade som medelhalt + stdav. n=12.

#### 4.1.5 Samvariationen mellan totalhalt metaller och turbiditet

I samband med provtagningar av ytvattenprover 2012 och 2013 uppmättes även turbiditet i syfte att undersöka om det föreligger något samband mellan vattnets grumlighet och totalhalt av metaller i respektive lokal. Uppmätt turbiditet år 2013 redovisas i bilaga 4. Statistiska samband mellan turbiditet och metallhalter testades med linjär regressionsanalys med signifikansnivån 5 %. I analyserna har samtliga data från 2012 och 2013 använts för lokalerna Årstadal, Blockhusudden och Drevviken medan data från Brunnsviken endast omfattar mätningar från 2013.

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 signifikanta samband mellan turbiditet och total metallhalt för krom vid Årstadal och Blockhusudden ( $p < 0,001$ ). Trots det signifikanta sambandet är

variationen av kromhalt med förändrad turbiditet mycket låg. Övriga metaller visade inga signifikanta samband mellan turbiditet och totalhalt. En varierande grumlighet verkar således ha liten eller ingen påverkan på totalhalter av metaller i ytvatten i dessa mätningar.

#### 4.1.6 Samvariationen mellan olika metaller

Samvariationen mellan halter av olika metaller i respektive lokal har testats med mätvärden från år 2012 och 2013. För Brunnsviken finns dock endast mätvärden från 2013. Samvariationsanalys utförs 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 kadmium, koppar och krom vid Årstadal samt bly vid Årstadal, Drevviken och Brunnsviken, där löst och totalhalt inte tycks samvariera.

Samvariation av totalhalter av metaller i respektive lokal presenteras i Tabell 7.

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

**Tabell 7.** Samvariation av totalhalter av metaller i respektive lokal, Drevviken (D), Blockhusudden (B), Årstaviken (Å) och Brunnsviken (Br). I de fall samvariation ses för två metaller i en lokal är lokalens initial ifylld i den ruta som representerar kombinationen av de två metallerna.

	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Cd		D, Br	D, B, Br	D, Br	D, B	D, Å, B, Br
Cr			D, Br	D, Å, Br	D, Å, Br	D
Cu				D, Br	D, Å, B, Br	D, Å, B
Ni					D, Br	D
Pb						D, Å, B
Zn						

#### 4.1.7 Jämförelse mellan lokaler samt mot rikt- och gränsvärden

Årsmedelvärden för 2013 av metaller i de fyra lokalerna redovisas i Tabell 8. Primärt redovisas lösta halter men i de fall årsmedelhalter av lösta halter överskrider totalhalter har totalhalten istället angivits (se resonemang om avvikelser i avsnitt 3.4). Metallhalt i ytvatten i respektive lokal jämförs mot miljö kvalitetsnormer (MKN) för ytvatten (EU direktiv 2008/105/EG) i Tabell 8. Blockhusudden och Brunnsviken 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).

Medelhalter av kadmium, nickel och bly ligger i samtliga fyra lokaler med marginal under sina respektive miljö kvalitetsnormer (MKN) och årsmedelhalten för krom och koppar ligger under föreslaget gränsvärde för ytvatten. Högsta uppmätta halten av löst kadmium i



respektive lokal (högsta lösta halt som inte överskrider totalhalt) (0,01 µg/l för Årstadal, 0,02 µg/l för Blockhusudden, 0,01 µg/l för Drevviken samt 0,04 µg/l för Brunnsviken) ligger även med god marginal under maximala acceptabla koncentrationen (MAC-MKN=0,45 µg/l). Det bör nämnas att de reviderade miljö kvalitetsnormerna för bly och nickel som kommer att tillämpas genom direktiv 2013/39/EU är lägre än de som tillämpas genom 2008/105/EG. Uppmätta halter underskrider även de reviderade miljö kvalitetsnormerna för dessa ämnen.

Totalhalter av zink vid Blockhusudden (4,7 µg/l) är under föreslaget gränsvärde vilket borgar för att även löst halt bör vara under gränsvärdet. Vid Brunnsviken överskrider dock det föreslagna gränsvärdet för löst halt zink. Resultaten i denna studie bekräftar en nyligen genomförd studie där höga zinkhalter påvisats i stickprover från Brunnsviken år 2012 (ITM, 2012). De höga zinkhalterna i Brunnsviken ger anledning att följa upp miljö tillståndet i lokalen under kommande år.

Skillnader i halter mellan lokalerna har testats med samtliga resultat av totalhalter från år 2012 och 2013. Geografiska skillnader i lösta halter kan ses för nickel och som tidigare år för koppar och kadmium. Totalhalt kadmium är högre i Blockhusudden än i Drevviken. Koppar uppvisar högre totalhalt vid Blockhusudden och Årstadal än vid Drevviken. Totalhalter av nickel var högre vid både Årstadal och Drevviken än vid Blockhusudden. Totalhalter av bly var signifikant högre vid Årstadal än vid Drevviken. För totalhalter av krom förekom inga signifikanta skillnader mellan lokalerna.

Brunnsviken ingick inte i 2012 års mätningar och har inte inkluderats i statistiska analyser av skillnader mellan lokalerna. Det förefaller dock som om halterna i Brunnsviken ligger på ungefär samma nivå som vid Blockhusudden, med undantag för zink.

**Tabell 8.** Medelhalter av lösta fraktionen metaller år 2013 jämfört miljö kvalitetsnormen för årsmedelvärden (AA-MKN) alternativt svenska förslag till gränsvärden (anges inom parentes).

Ämnen	Medelhalt (µg/l)				Jämförvärden (µg/l)	
	Årstadal	Blockhusudden	Drevviken	Brunnsviken	AA-MKN <sup>1</sup> inlandsvatten	AA-MKN <sup>1</sup> andra ytvatten
Kadmium	0,007	0,014*	0,004	0,017	0,08	0,2
Krom	0,11	0,13	0,11	0,16	(3)	(3)
Koppar	3,1	2,7*	1,7	2,6	(4)	-
Nickel	2,5	2,0*	2,5	2,2	20	20
Bly	0,05	0,09	0,04	0,12	7,2	7,2
Zink	5,4*	4,7*	4	8,3	(8)	(8)

<sup>1</sup>Jämförvärden som anges inom parentes har inte status som MKN.

\* anger värden där löst halt ersatts av totalhalt på grund av avvikande höga årsmedelvärden av lösta halter

#### 4.1.8 Jämförelse mot andra lokaler

Som föregående år utvärderas uppmätta totalhalter i insjölokalerna Drevviken och Årstaviken mot regionala bakgrundshalter (SLU, 2009) för att utvärdera påverkan av lokal belastning. I SLU (2009) har bakgrundshalter föreslagits 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 9 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 9.** Jämförelse av metallhalter i Drevviken och Årstaviken mot föreslagna bakgrundshalter (SLU, 2009). Halter anges som medelvärden av totalhalter för 2013 ( $\mu\text{g/l}$ ). Bakgrundshalterna är valda för följande ekoregioner: Drevviken - S4NY; Årstaviken - S4YY.

	Bakgrundshalt		Medelhalter 2013		Anrikningsgrad	
	Drevviken	Årstaviken	Drevviken	Årstaviken	Drevviken	Årstaviken
Cd	0,01	0,005	0,008	0,011	0,8	2,2
Cr	0,45	0,24	0,23	0,19	0,5	0,8
Cu	1,1	2,2	1,9	3,5	1,7	1,6
Ni	1,38	0,56	2,8	2,6	2,0	4,6
Pb	0,19	0,16	0,23	0,37	1,2	2,3
Zn	1,3	1	3,8	5,4	2,9	5,4

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

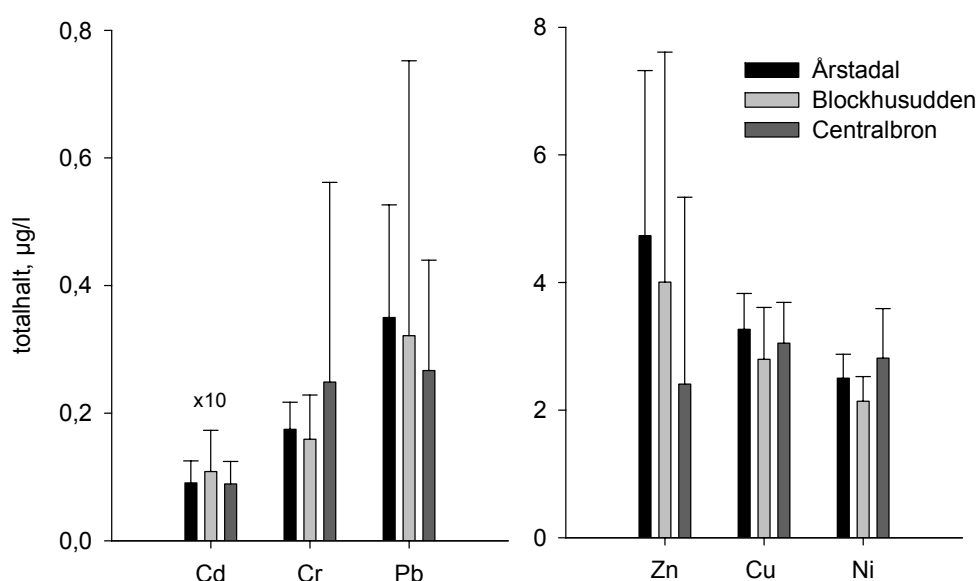
Tidigare jämförelse mellan totalhalter och lösta halter visar att totalhalten bäst motsvarar uppmätta halter i Riddarfjärden (WSP, 2012), varför totalhalter används som jämförelsemått.

På längre sikt uppvisar vissa metaller tidstrender i Riddarfjärden, varför data från perioden 2011-2012 valts ut som jämförelsemått till föreliggande data (data fanns bara tillgängligt fram till och med 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 5 jämförs data från Centralbron (2010-2012) mot data från Årstadal och Blockhusudden från år 2012 och 2013. Drevviken ingår inte i samma vattensystem varför det är mindre relevant att jämföra mot. Brunnsviken har inte heller inkluderats i dessa

jämförelser eftersom lokalen är väl avskild från den lokala jämförelseloken i Riddarfjärden.

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. Zinkhalter tenderar att vara lägre vid Centralbron än vid de två andra lokalerna.

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 5.** Jämförelse av geometriska medelhalter i Årstaviken 2012-2013 och Blockhusudden 2012-2013 mot Centralbron 2011-2012. Observera att värden för kadmium har multiplicerats med 10 för att underlätta den grafiska jämförelsen.

#### 4.1.9 Jämförelse med uppmätta halter år 2012

Skillnader mellan metallhalter år 2012 och 2013 i undersökta lokaler har testats med ett Mann-Whitney rank sum test. P-värden från testet redovisas i Tabell 10. Signifikansnivån är satt vid 5 %. Generellt har lösta halter använts i jämförelsen, men pga kontamineringsproblem testades skillnader för Blockhusudden med totalhalter för Cd, Cu, Ni och Zn och med lösta halter för Cr och Pb. På liknande sett användes för Årstadal totalhalter av zink och för övriga metaller lösta halter.

Vid Blockhusudden är årsmedelhalten av totalhalt nickel signifikant högre år 2012 jämfört med år 2013. I övrigt ses inga signifikanta skillnader i uppmätta halter mellan år 2012 och 2013 i respektive lokal. Det kan nämnas att förra årets jämförelse visade på signifikant lägre årsmedelhalt av löst kadmium vid Blockhusudden år 2012 jämfört med år 2011. I övrigt förekom inte några skillnader mellan åren för ämnena.

**Tabell 10.** Jämförelse av lösta metallhalter år 2012 och 2013 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.

Lokallår	Parameter	Kadmium	Krom	Koppar	Nickel	Bly	Zink
<i>Årstadal</i>							
2013	Medel	0,007	0,11	3,1	2,5	0,052	5,4*
2012	Medel	0,008	0,13	3,1	2,5	0,048	5,1*
	<i>P-värde</i>	<i>0,58</i>	<i>0,52</i>	<i>0,34</i>	<i>0,90</i>	<i>0,83</i>	<i>0,29</i>
<i>Blockhusudden</i>							
2013	Medel	0,014*	0,13	2,7*	2,0*	0,087	4,7*
2012	Medel	0,011*	0,10	3,1*	2,3*	0,036	5,1*
	<i>P-värde</i>	<i>0,16</i>	<i>0,11</i>	<i>0,64</i>	<b><i>0,04</i></b>	<i>0,06</i>	<i>0,71</i>
<i>Drevviken</i>							
2013	Medel	0,0041	0,11	1,7	2,5	0,039	3,7
2012	Medel	0,005	0,11	1,8	2,4	0,028	4,3
	<i>P-värde</i>	<i>0,50</i>	<i>0,97</i>	<i>0,76</i>	<i>0,98</i>	<i>0,68</i>	<i>0,74</i>

#### 4.1.10 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). Syftet med dessa kontrollmål är att indikera eventuella förändringar, i avvaktan på tillräcklig datamängd för trendanalys. På grund av misstänkt kontamination vid analys av lösta halter av metaller har kontrollmålen år 2013 istället baserats på totalhalter för 2010 års data. Kontrollmålen presenteras i (Tabell 11). 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 11.** Kontrollmål för stickprov av totalhalter av metaller i ytvatten vid Årstadal, Blockhusudden och Drevviken år 2010 ( $\mu\text{g/l}$ ).

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 2013 mot kontrollmålen för år 2010 redovisas i Tabell 12. Denna jämförelse indikerar ökande halter av nickel vid Årstadal samt ökande halter av zink, krom, koppar, bly och framför allt nickel i Drevviken.

Även vid 2012 års mätningar noterades en ökning av koppar, bly och nickel i Drevviken jämfört med kontrollmål. En säkrare bedömning kan erhållas genom regression då flera års data finns tillgängligt.

**Tabell 12.** Jämförelse av uppmätta totalhalter under år 2013 från Årstadal, Blockhusudden och Drevviken mot kontrollmål för år 2010. Kontrollmålen uttrycks som 95:e och 5:e percentilen. Antal överskridande eller underskridande av intervallet under år 2013 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	0	<b>2</b>
Pb	0	0
Zn	0	0
<i>Blockhusudden</i>		
Cd	0	0
Cr	1	0
Cu	0	0
Ni	0	0
Pb	1	0
Zn	0	0
<i>Drevviken</i>		
Cd	0	0
Cr	0	<b>3</b>
Cu	0	<b>2</b>
Ni	0	<b>5</b>
Pb	1	<b>2</b>
Zn	<b>2</b>	<b>4</b>

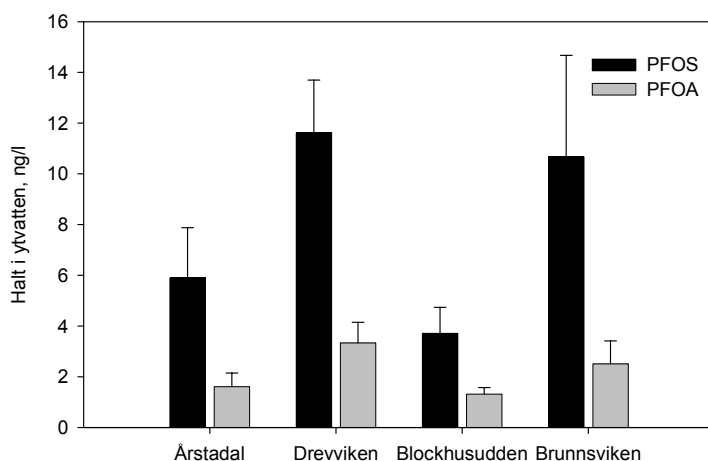
## 4.2 PFOS, PFOA och övriga perfluorerade ämnen i ytvatten

I detta kapitel redovisas och utvärderas resultaten från analyser av PFOS och PFOA samt ytterligare fyra perfluorerade ämnen i ytvatten år 2013. PFOS och PFOA ersätter sedan 2012 tidigare analyserade alkylfenoler. Ytvattenhalter av PFOS och PFOA från provtagning år 2013 vid Årstadal, Drevviken, Blockhusudden och Brunnsviken redovisas i bilaga 3. Medelhalter och standardavvikelser från respektive lokal presenteras i Figur 6. År 2013 har förutom PFOS och PFOA även PFHpA, PFHxA, PFHxS och PFBS ingått i analys av ytvattenprover från mars, juni, september och december. Medelvärden av dessa ämnen för de olika lokalerna presenteras i Figur 7. Årstidsvariationer av PFOS och PFOA presenteras i Figur 8 respektive Figur 9.



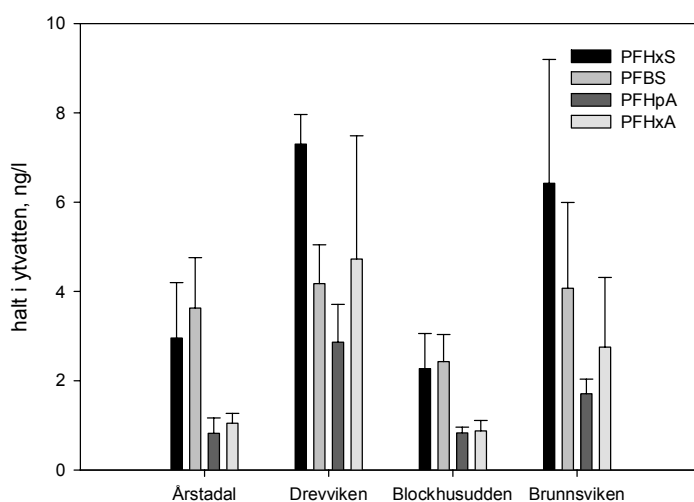
Både PFOS och PFOA detekterades i samtliga prover från alla lokaler. Inomårsvariationen var relativt låg för både PFOS och PFOA i samtliga lokaler (CV<40 %), med lägst variation i Drevviken och Blockhusudden (CV ≤ 28 %).

Ytvattenhalter av både PFOS och PFOA var liksom 2012 signifikant högre i Drevviken än vid Årstadal och Blockhusudden. Brunnsviken är ny i programmet för 2013 och där var halter signifikant högre än vid Blockhusudden och i samma nivå som vid Drevviken.



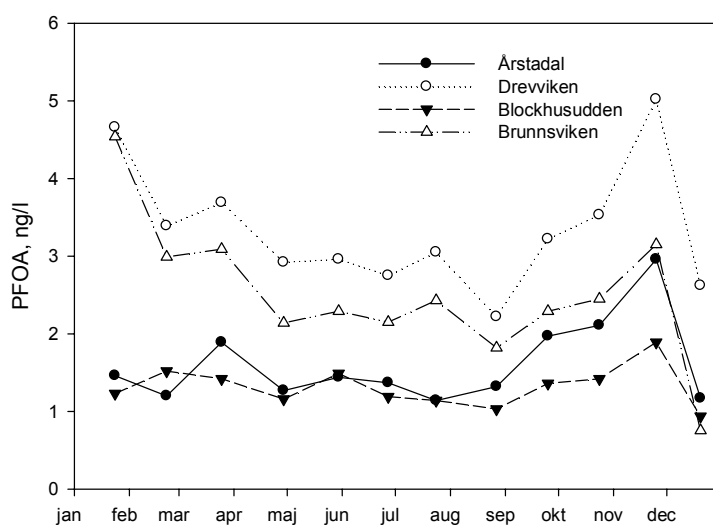
**Figur 6.** Halter av PFOS och PFOA år 2013 redovisade som medelhalt + stdav, n=12.

Även om antalet analyserade prover för övriga perfluorerade ämnen är för lågt för en statistisk analys tenderar halterna, liksom för PFOS och PFOA, vara högre vid Drevviken och Brunnsviken än övriga lokaler. Resultaten för PFHpA, PFHxA, PFHxS och PFBS antyder att haltmönster av de olika ämnena är likartade för Brunnsviken och Drevviken respektive Blockhusudden och Årstadal.

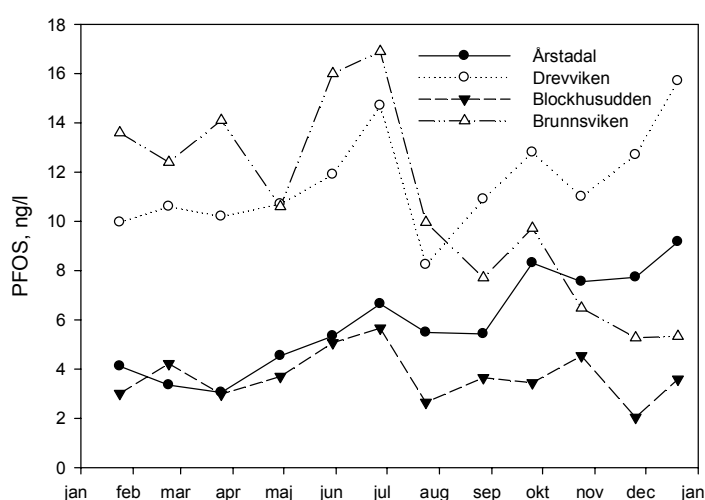


**Figur 7.** Halter av övriga perfluorerade ämnen år 2013 redovisade som medelhalt+ stdav, n=4.

Liksom 2012 tycks årstidsvariationerna i halter av PFOA följa samma mönster i de olika lokalerna. Variationerna följer dock inte riktigt samma mönster 2013 som 2012. År 2013 ses en topp för halter i november och för Drevviken och Brunnsviken en topp i januari, medan mätningar år 2012 antydde en topp i juni-juli. En statistiskt signifikant samvariation kan ses för PFOA mellan samtliga lokaler 2013 utom mellan Årstadal och Brunnsviken (Figur 8). För PFOS tycks halterna inte samvariera på samma tydliga sätt (Figur 9). En signifikant samvariation över året ses för PFOS i Årstadal och Drevviken respektive Brunnsviken 2013. För Årstadal och Brunnsviken är dock sambandet negativt vilket, kan tolkas som att PFOS har en motsatt trend i de olika lokalerna. Detta framgår dock inte helt tydligt av Figur 9.



Figur 8. Årstidsvariationer av PFOA i ytvatten i de olika lokalerna 2013.



Figur 9. Årstidsvariationer av PFOS i ytvatten i de olika lokalerna 2013.

#### 4.2.1 Jämförelse mot gränsvärden

EU:s 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.

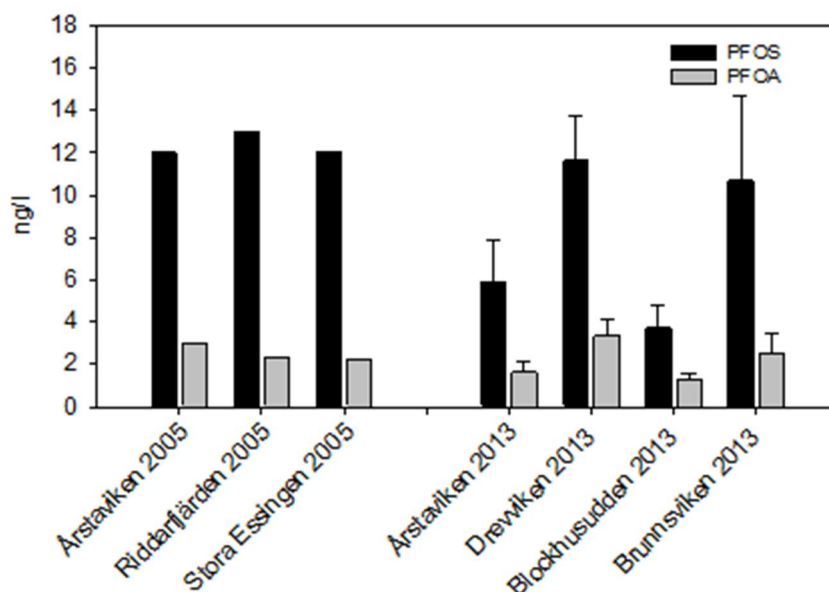
I vattenprover från samtliga provlokaler i föreliggande undersökning ligger årsmedelhalter av PFOS ca 11-20 gånger över gränsvärdet för inlandsytvatten (0,65 ng/l) vid Årstadal och Drevviken samt 80 gånger över gränsvärdet för andra ytvatten (0,13 ng/l) vid Blockhusudden och Brunnsviken.

#### 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 2013 års miljögiftsövervakning. I Figur 10 presenteras en jämförelse mellan årsmedelhalter av PFOS och PFOA år 2013 och tidigare uppmätta halter av ämnena 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 av halter uppmätta i Årstaviken 2005 och 2013 antyder att halterna av PFOS och PFOA har minskat i urban miljö nära Stockholm vilket dock inte kan stärkas av haltjämförelser i de andra lokalerna.

Inom RE-PATH-projektet 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 och 2013 års halter vid Årstadal, Drevviken, Blockhusudden och Brunnsviken.

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 alltså högre vid samtliga undersökta Stockholmslokaler 2012 och 2013, 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).



**Figur 10.** Rapporterade ytvattenhalter av PFOS och PFOA i enstaka prover från 2005 års screening (IVL, 2006) samt årsmedelvärden och standardavvikelse av PFOS och PFOA 2013 i de undersökta lokalerna. Brunnsviken tillkom som ny lokal 2013.

#### 4.2.3 Jämförelse mot och utvärdering av kontrollmål

För PFOS och PFOA har kontrollmål beräknats baserat på 2012 års mätningar. Kontrollmålen uttrycks som 95:e och 5:e percentilen för en log-normal fördelning. Om fler än ett 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 13.** Kontrollmål för stickprov av totalhalter av PFOS och PFOA (ng/l) i ytvatten vid Årstadal, Blockhusudden och Drevviken år 2012.

Kontrollmål	PFOS	PFOA
<i>Årstadal</i>		
95-perc	16	3,2
5-perc	3,5	0,37
<i>Blockhusudden</i>		
95-perc	17	2,4
5-perc	1,5	0,38
<i>Drevviken</i>		
95-perc	18	4,5
5-perc	6,1	1,8

En jämförelse av uppmätta halter av PFOS och PFOA under år 2013 mot kontrollmålen för år 2012 redovisas i Tabell 14. Denna jämförelse indikerar minskande halter av PFOS vid Årstadal samt ökande halter av PFOA i Drevviken. Skillnader är dock små och utgörs av enstaka prov som avviker från kontrollmål.

**Tabell 14.** Jämförelse av uppmätta halter under år 2013 från Årstadal, Blockhusudden och Drevviken mot kontrollmål för år 2012. Kontrollmålen uttrycks som 95:e och 5:e percentilen. Antal överskridande eller underskridande av intervallet under år 2013 anges i tabellen. Mer än ett värde markeras med fetstil, vilket indikerar en förändring av miljötillståndet.

Lokal/ämne	<5 perc	>95 perc
<i>Årstadal</i>		
PFOS	<b>2</b>	0
PFOA	0	0
<i>Blockhusudden</i>		
PFOS	0	0
PFOA	0	0
<i>Drevviken</i>		
PFOS	0	0
PFOA	0	<b>2</b>

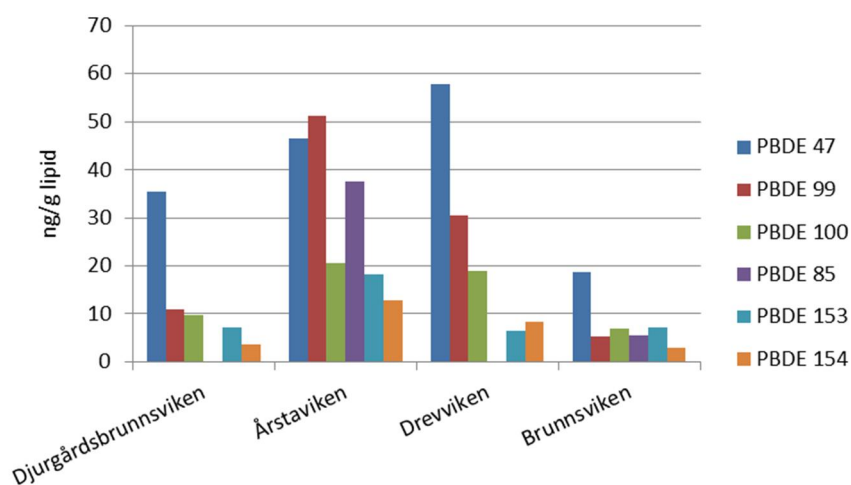
## 5 Resultat och utvärdering fisk

Provuppgifter om analyserade abborrar redovisas i bilaga 5. Resultaten från analyser redovisas i bilaga 6. 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

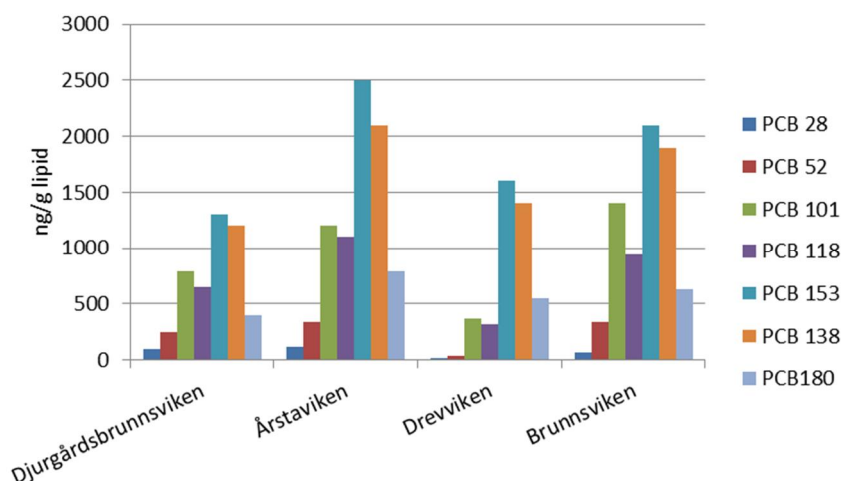
Bromerade flamskyddsmedel påträffades i halter över rapporteringsgränsen i samlingsprov från samtliga lokaler. PBDE 47, PBDE 99, PBDE 100, PBDE 153 och PBDE 154 fanns i halter över rapporteringsgränsen i alla prover. PBDE85 påträffades endast i kvantifierbara halter i Årstaviken och Brunnsviken. PBDE 183 och PBDE 209 samt HBCD var under rapporteringsgränsen i samtliga prover. Kongenmönstret uppvisar skillnader mellan lokalerna. PBDE 47 tycks dock dominera sammansättningen i alla lokaler utom Årstaviken där PBDE 99 förekommer i högst halt. Där är även PBDE 85 hög i förhållande till andra lokaler. (Figur 11).



**Figur 11.** Halter (ng/g lipidvikt) av bromerade organiska ämnen i samlingsprov av muskel från abborre 2013. I figuren presenteras samtliga resultat med halter över rapporteringsgränsen.

### 5.2 Halter av klorerade organiska ämnen i muskel

Samtliga analyserade kongener av PCB påträffades i halter över rapporteringsgränsen i abborrmuskel från samtliga lokaler. Generellt är haltmönstret av olika kongener detsamma i samtliga lokaler, med högst halter av PCB 153 följt av PCB 138, 101, 118, 180 52 och 28 i fallande ordning (Figur 12).

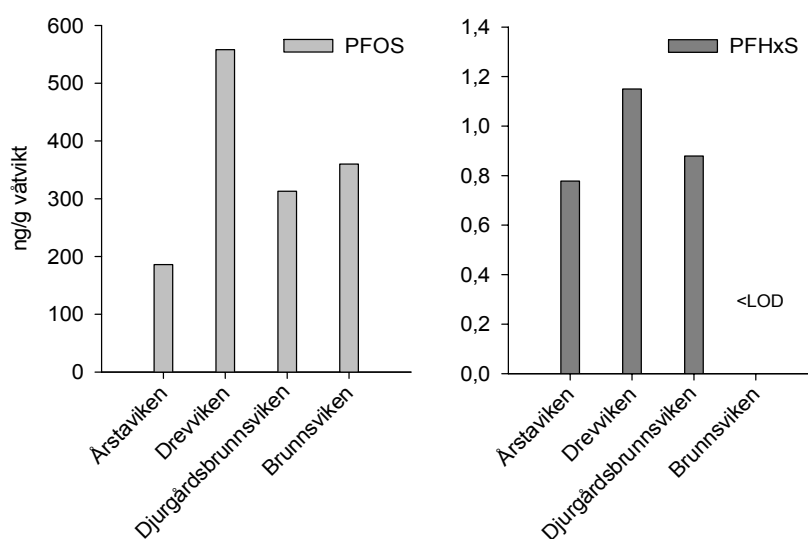


Figur 12. Halter (ng/g lipidvikt) av PCB i samlingsprov av muskel från abborre 2013.

### 5.3 Halter av perfluorerade ämnen i lever

Perfluorerade ämnen påträffades i abborrlever från samtliga undersökta lokaler. Av de analyserade perfluorerade ämnena förekom PFOS i samtliga lokaler och i högst halter. PFHxS detekterades i alla lokaler utom Brunnsviken. PFOA detekterades endast i Drevviken i halter strax över rapporteringsgränsen (0,12 ng/g våtvikt). PFHxA kunde inte detekteras i någon av lokalerna. Uppmätta halter av PFOS och PFHxS visas i Figur 13.

PFOS och PFHxS är de perfluorerade ämnen som, liksom i fisklever, rapporterats i högst halter i ytvatten i 2013 års miljögiftsövervakning (se avsnitt 4.2). I fisklever är dock skillnader i halter mellan ämnena mycket större än i ytvatten med PFOS i halter upp till ca 500 gånger högre än PFHxS.



Figur 13. Halter (ng/g våtvikt) av PFOS och PFHxS i samlingsprov av lever från abborre 2013. Observera att haltskalar skiljer sig för ämnena. LOD = 0,4 ng/g våtvikt för PFHxS.



## 5.4 Haltvariationer mellan lokaler och jämförelse med tidigare års mätningar

Eftersom analyser endast utförts på samlingsprover år 2013 så kan ingen statistisk utvärdering av skillnader mellan lokaler utföras. En översiktlig jämförelse av halter som presenteras i Tabell 15 ger bilden av att PCB-halter i fisk är högre i Årstaviken och Brunnsviken än i Djurgårdsbrunnsviken och Drevviken. Halter av PBDE tycks något högre i fisk från Årstaviken och Drevviken än från Djurgårdsbrunnsviken och Brunnsviken. Halter av PFOS ser ut att vara något högre i Drevviken följt av Djurgårdsbrunnsviken, Brunnsviken och med lägst halt i fisk från Årstaviken (186 ng/g våtvikt). De olika föreningarna uppvisar således inte samma rumsliga mönster.

Halter av PCB, PBDE, PFOS och HBCD i abborre från provtagning år 2010 i Årstaviken, Djurgårdsbrunnsviken och Drevviken har tidigare redovisats inom ramen för detta miljögiftsövervakningsprogram (WSP, 2011). I Tabell 15 jämförs 2013 års halter av PCB, PBDE och PFOS med uppmätta halter år 2010. Ämnena har även analyserats i fisk från 2011 och 2012, men i dessa analyser var resultat avseende PCB och PBDE inte tillförlitliga (WSP, 2014). Halter av PFOS i fisklever och HBCD i fiskmuskel från Årstaviken och Djurgårdsbrunnsviken är dock tillgängliga från åren 2010-2013 inom detta program och från Drevviken 2010-2011 samt 2013. HBCD detekterades i ett fåtal prov från Djurgårdsbrunnsviken år 2010, men har i övriga lokaler och övriga år inte detekterats i halter över rapporteringsgränsen (<0,5 ng/g vv 2010-2012 och <3 ng/g vv 2013).

Halter av både PCB och PBDE i fisk verkar vara i samma storleksordning år 2013 som 2010 i Årstaviken och Drevviken. I Djurgårdsbrunnsviken ser dock halterna ut att vara ungefär en faktor 4 lägre år 2013 än de var 2010. Halter av PFOS var i samma storleksordning de två åren i samtliga lokaler (Tabell 15). Det ska tilläggas att fiskarnas längd och vikt varierar inom och mellan lokaler och år och att detta kan påverka skillnader i halter. Denna aspekt bör ingå i den fördjupade utvärderingen av data.

**Tabell 15.** Uppmätta halter av  $\Sigma$ PBDE6 och  $\Sigma$ PCB7 (ng/g lipidvikt) i abborrmuskel och PFOS i abborrlever (ng/g våtvikt) från samtliga ingående lokaler i delprogram I åren 2010 och 2013.

Lokal	År	Antal	Längd (cm)	Vikt (g)	Fetthalt muskel (%)	$\Sigma$ PBDE6 (ng/g lv)	$\Sigma$ PCB7 (ng/g lv)	PFOS (ng/g vv)
Årstaviken	2010	10	25 ± 1,4	190 ± 32	0,7	140 ± 80	6900 ± 3700	270 ± 120
Årstaviken	2013	10	17 ± 0,7	43 ± 7,0	0,6	190	8200	190
Djurgårdsbrunnsviken	2010	10	27 ± 2,8	250 ± 95	0,4	200 ± 72	19800 ± 7300	570 ± 460
Djurgårdsbrunnsviken	2013	10	23 ± 2,4	160 ± 48	0,7	69	4700	310
Drevviken	2010	5	23 ± 0,6	150 ± 23	0,4	130 ± 18	5400 ± 2500	460 ± 96
Drevviken	2013	10	17 ± 1,1	51 ± 9,7	0,6	120	4300	560

## 5.5 Uppmätta halter jämfört med bakgrundshalter

Halter av PBDE och PCB i muskel samt PFOS i lever har jämförts med uppmätta halter i abborrar från bakgrundslokaler inom det nationella miljöövervakningsprogrammet.

Bakgrundshalterna representerar mätperioden 2000-2012 för PCB samt 2007-2012 för PFOS och PBDE. En indelning har gjorts i bakgrundslokaler påverkade av storskalig diffus påverkan såsom nordligt belägna lokaler, här kallat nationell bakgrundlokal, och lokaler påverkade av regional diffus påverkan, här kallat regional bakgrundlokal. 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. PBDE-halter jämförs avseende kongenerna PBDE 47, PBDE 99 och PBDE 100 ( $\Sigma$ PBDE3) eftersom endast dessa kongener är representerade i nationella miljöövervakningsdata.

Halterna av PCB 118 och 153 från samtliga lokaler 2013 ligger långt över uppmätta halter i nationella och regionala bakgrundslokaler (Tabell 16). Halter av PBDE ( $\Sigma$ PBDE3) ligger över regionala bakgrundshalter i Årstaviken, Drevviken och Djurgårdsbrunnsviken medan halten PBDE i Brunnsviken är inom intervallet för regionala bakgrundshalter.

Halter av PFOS ligger långt över bakgrundsnivåer i samtliga lokaler år 2013 (Tabell 16). PFOA detekterades i Drevviken i en halt om 0,124 ng/g våtvikt. PFOA har inte detekterats i bakgrundslokalerna men det kan tilläggas att uppmätt halt i Drevviken år 2013 ligger under detektionsgränsen för data från bakgrundslokalerna. PFHxS har endast analyserats i två samlingsprover av abborrlever från bakgrundslokalen Stensjön 2012. PFHxS i denna undersökning ligger ca 10 gånger högre än maximal halt från Stensjön. PFHxA har inte tidigare detekterats i abborrlever från bakgrundslokalerna.

Sammantaget kan sägas att resultaten av denna undersökning bekräftar den tidigare bilden av en stark lokal påverkan av PCB, PBDE och perfluorerade ämnen i fisk i recipienter nära Stockholms innerstad.

**Tabell 16.** Medelhalter  $\Sigma$ PBDE3 och PCB kongenerna PCB 118 och PCB 153 i muskel hos abborre jämfört med koncentrationsintervall av medelhalter från bakgrundslokaler inom det nationella miljöövervakningsprogrammet.  $\Sigma$ PBDE3 avser PBDE 47, PBDE 99 och PBDE 100 eftersom inga andra PBDE-kongener är analyserade i valda bakgrundslokaler.

Lokal	PCB118 ng/g lv	PCB153 ng/g lv	$\Sigma$ PBDE3 ng/g lv	PFOS ng/g vv	PFHxS ng/g vv
Årstaviken 2013	1100	2500	120	190	0,78
Djurgårdsbrunnsviken 2013	650	1300	56	310	0,88
Drevviken 2013	320	1600	110	560	1,2
Brunnsviken 2013	940	2100	31	360	<0,4
<b>Bakgrundslokaler<sup>1</sup></b>					
Nationellt	<5-20	<8-50	<1-13	2-7	<0,06-0,09
Regionalt	10-70	30-200	9-32	7-11	n.a.

<sup>1</sup> Koncentrationsintervallen för PCB118 och PCB153 i abborre representerar medelhalter i muskel uppmätta mellan år 2000-2012 och för  $\Sigma$ PBDE3 samt PFOS är koncentrationsintervallet för medelhalter mellan 2007-2012. Data för PFHxS är tillgängligt för 2012. Nationella bakgrundshalter utgörs av halter i 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.

## 6 Osäkerheter och felkällor

Under arbetets 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 metaller i ytvatten överskrider i vissa prov totalhalten. Detta gäller framför allt zink. Löst halt metall kan inte överstiga totalhalten, men en viss analytisk precisionsavvikelse kan leda till slumpmässiga fel inom rimliga gränser. Avvikelserna är dock i vissa fall så stora att de bedöms bero på kontaminering av prover, vilket har lett till att data för vissa metaller och lokaler har uteslutits ur årets utvärdering.
- Analyserade fiskar varierar i storlek mellan år och lokaler, vilket ger osäkerheter i bedömningen av skillnader i halter.

WSP Environmental

2013-06-26

A handwritten signature in blue ink that reads 'Ann Helén Österås'.

Ann Helén Österås

Mats Allmyr

## 7 Referenser

Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/105/EG

EU, 2012. Förslag till 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.

ITM, 2012. Undersökning av vatten, ytsediment och ytjord vid Segelsällskapet Brunnsvikens (SSB) båtklubb i Brunnsviken. ITM-rapport 211.

Jensen S, Häggberg L, Jörundsdóttir H och Odham G A Quantitative Lipid Extraction Method for Residue Analysis of Fish Involving Nonhalogenated Solvents Journal of Agricultural and Food Chemistry 200351 (19), 5607-5611

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.

Uppdragsnr: 10129776

Daterad: 2014-06-26

Status: Slutversion



WSP, 2014. Miljögiftsövervakning av ytvatten i Stockholm Stad – sammanställning för år 2012. Uppdrags nr. 10129776.

## Bilaga 1. Rapporteringsgränser för analyser

Tabell 17. 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	1
PFOA, perfluoroktansyra	Vatten ofiltrerat	ng/l	0,5
PFHxA, perfluorhexansyra	Vatten ofiltrerat	ng/l	0,5
PFHpA, perfluorheptansyra	Vatten ofiltrerat	ng/l	0,5
PFBS, perfluorbutansulfonat	Vatten ofiltrerat	ng/l	0,5
PFHxS, perfluorhexansulfonat	Vatten ofiltrerat	ng/l	0,5
PBDE 47	Fiskmuskel	ng/g vv	0,2
PBDE 99	Fiskmuskel	ng/g vv	0,2
PBDE 100	Fiskmuskel	ng/g vv	0,2
PBDE 153	Fiskmuskel	ng/g vv	0,25
PBDE 154	Fiskmuskel	ng/g vv	0,25
PBDE 183	Fiskmuskel	ng/g vv	0,25
PBDE 209	Fiskmuskel	ng/g vv	5,0
PCB 28	Fiskmuskel	ng/g vv	0,4
PCB 52	Fiskmuskel	ng/g vv	0,5
PCB 101	Fiskmuskel	ng/g vv	0,3
PCB 118	Fiskmuskel	ng/g vv	0,3
PCB 138	Fiskmuskel	ng/g vv	0,3
PCB 153	Fiskmuskel	ng/g vv	0,3
PCB 180	Fiskmuskel	ng/g vv	0,3
HBCD, hexabromcyklododekan	Fiskmuskel	ng/g vv	3,0
PFHxA, perfluorhexansyra	Fisklever	µg/kg vv	0,1
PFOA, perfluoroktansyra	Fisklever	µg/kg vv	0,1
PFHxS, perfluorhexansulfonat	Fisklever	µg/kg vv	0,4
PFOS, perfluoroktansulfonat	Fisklever	µg/kg vv	0,4

## Bilaga 2. Sammanställning metallanalyser ytvatten

### Årstadal

**Tabell 18.** 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 2013-01-24	0,0143	0,166	3,46	3,46	0,299	6,83
Årstadal 2013-02-22	0,0155	0,189	2,98	3,51	0,248	5,88
Årstadal 2013-03-25	0,0125	0,192	2,98	2,64	0,180	3,88
Årstadal 2013-04-29	0,00890	0,272	3,82	2,71	0,407	3,80
Årstadal 2013-05-30	0,00850	0,200	3,02	2,62	0,299	2,96
Årstadal 2013-06-26	0,00830	0,144	3,62	2,40	0,314	5,04
Årstadal 2013-07-24	0,0100	0,249	3,94	2,48	0,616	5,39
Årstadal 2013-08-27	0,00650	0,134	3,25	2,13	0,221	3,17
Årstadal 2013-09-25	0,0089	0,206	3,85	2,43	0,725	7,04
Årstadal 2013-10-24	0,0171	0,182	5,11	2,71	0,468	9,02
Årstadal 2013-11-25	0,0130	0,131	3,39	2,42	0,427	6,75
Årstadal 2013-12-20	0,00920	0,161	3,17	2,17	0,248	5,30
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	<i>0,0171</i>	<i>0,272</i>	<i>5,11</i>	<i>3,51</i>	<i>0,725</i>	<i>9,02</i>
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	<i>0,0111</i>	<i>0,186</i>	<i>3,55</i>	<i>2,64</i>	<i>0,371</i>	<i>5,42</i>
<i>CV (%)</i>	<i>30%</i>	<i>23%</i>	<i>17%</i>	<i>17%</i>	<i>45%</i>	<i>33%</i>

**Tabell 19.** 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 2013-01-24	0,00450	0,113	3,15	3,04	0,0999	11,6
Årstadal 2013-02-22	0,0113	0,133	3,03	3,36	0,0483	5,45
Årstadal 2013-03-25	0,00940	0,104	2,53	2,37	0,0285	4,38
Årstadal 2013-04-29	<0,002	0,132	2,45	2,42	0,0389	1,77
Årstadal 2013-05-30	0,0101	0,135	3,80	2,6	0,0932	5,26
Årstadal 2013-06-26	0,00760	0,126	3,32	2,45	0,0798	4,41
Årstadal 2013-07-24	0,00330	<0,01	2,81	2,18	<0,01	5,56
Årstadal 2013-08-27	0,00300	0,0958	3,05	2,16	0,0573	5,80
Årstadal 2013-09-25	0,00240	0,102	3,01	2,11	0,0748	5,72
Årstadal 2013-10-24	0,00830	0,101	3,78	2,70	0,0321	5,83
Årstadal 2013-11-25	0,00490	0,149	3,05	2,32	0,0198	5,64
Årstadal 2013-12-20	0,0160	0,102	3,57	2,44	0,0409	7,49
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	<i>0,0160</i>	<i>0,149</i>	<i>3,80</i>	<i>3,36</i>	<i>0,100</i>	<i>11,6</i>
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	<i>0,00682</i>	<i>0,108</i>	<i>3,13</i>	<i>2,51</i>	<i>0,0515</i>	<i>5,74</i>
<i>CV (%)</i>	<i>65%</i>	<i>34%</i>	<i>14%</i>	<i>15%</i>	<i>58%</i>	<i>40%</i>
<i>Andel löst halt (%)</i>	<i>47%</i>	<i>65%</i>	<i>91%</i>	<i>96%</i>	<i>16%</i>	<i>98%</i>



## Blockhusudden

**Tabell 20.** 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 2013-01-29	0,00980	0,181	2,42	2,17	0,191	2,78
Blockhusudden 2013-02-21	0,00770	0,156	2,72	2,29	0,238	3,41
Blockhusudden 2013-03-25	0,00560	0,165	2,43	2,10	0,163	2,03
Blockhusudden 2013-04-29	0,00700	0,223	2,65	2,20	0,234	2,45
Blockhusudden 2013-05-30	0,00890	0,241	2,83	2,65	0,350	1,91
Blockhusudden 2013-06-26	0,0152	0,217	2,68	1,97	0,331	5,42
Blockhusudden 2013-07-24	0,0203	0,174	3,10	1,64	0,666	6,00
Blockhusudden 2013-08-27	0,0187	0,147	2,73	1,90	0,475	6,84
Blockhusudden 2013-09-25	0,0268	0,144	3,39	1,93	0,657	9,25
Blockhusudden 2013-10-24	0,0191	0,199	3,41	1,81	0,595	8,25
Blockhusudden 2013-11-25	0,0143	0,082	1,61	1,40	0,252	3,88
Blockhusudden 2013-12-20	0,0145	0,172	2,41	2,07	0,294	4,19
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	12	12	12	12	12	12
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,0268	0,241	3,41	2,65	0,666	9,25
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,0140	0,175	2,70	2,01	0,371	4,70
<i>CV (%)</i>	46%	24%	18%	16%	49%	52%

**Tabell 21.** Lösta halter av metaller ( $\mu\text{g/l}$ ) i ytvatten från Blockhusudden samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	Cd löst	Cr löst	Cu löst	Ni löst	Pb löst	Zn löst
Blockhusudden 2013-01-29	0,019	0,123	3,04	2,22	0,089	6,84
Blockhusudden 2013-02-21	0,018	0,132	8,16	3,58	0,239	18,1
Blockhusudden 2013-03-25	0,006	0,107	1,95	1,82	0,025	3,79
Blockhusudden 2013-04-29	0,005	0,127	2,30	2,24	0,027	2,91
Blockhusudden 2013-05-30	0,020	0,168	5,14	3,05	0,152	9,19
Blockhusudden 2013-06-26	0,037	0,137	4,89	2,65	0,123	14,0
Blockhusudden 2013-07-24	0,012	0,232	2,42	1,81	0,100	7,15
Blockhusudden 2013-08-27	0,018	0,0779	2,47	1,68	0,077	9,70
Blockhusudden 2013-09-25	0,059	0,117	4,63	2,44	0,091	14,2
Blockhusudden 2013-10-24	0,015	0,104	2,72	1,89	0,031	8,25
Blockhusudden 2013-11-25	0,010	0,089	1,51	1,50	<0,02	8,46
Blockhusudden 2013-12-20	0,015	0,133	2,66	2,08	0,085	9,62
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	12	12	12	12	11	12
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,059	0,232	8,16	3,58	0,239	18,1
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,019	0,129	3,49	2,25	0,0874	9,35
<i>CV (%)</i>	77%	31%	54%	27%	74%	46%
<i>Andel löst halt (%)</i>	105%	68%	94%	107%	16%	187%

## Drevviken

**Tabell 22.** Totalhalter av metaller ( $\mu\text{g/l}$ ) i ytvatten från Drevviken samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	Cd tot	Cr tot	Cu tot	Ni tot	Pb tot	Zn tot
Drevviken 2013-01-24	0,00910	0,410	2,11	3,28	0,378	7,23
Drevviken 2013-02-22	0,01940	0,402	2,40	5,37	0,266	7,19
Drevviken 2013-03-25	0,01110	0,295	2,71	3,08	0,256	6,98
Drevviken 2013-04-29	0,00810	0,258	2,39	3,12	0,221	5,81
Drevviken 2013-05-30	0,00510	0,143	2,41	2,92	0,156	2,46
Drevviken 2013-06-26	0,00300	0,125	1,55	2,60	0,124	1,28
Drevviken 2013-07-24	0,00250	0,702	1,38	2,52	0,243	1,23
Drevviken 2013-08-27	0,00250	0,0717	1,41	2,00	0,0634	1,12
Drevviken 2013-09-25	0,0242	0,100	2,92	2,60	0,670	6,83
Drevviken 2013-10-24	0,00670	0,0772	1,46	2,01	0,148	2,17
Drevviken 2013-11-25	<0,002	0,115	1,17	2,11	0,116	1,96
Drevviken 2013-12-20	0,00280	0,083	1,20	2,00	0,132	1,82
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	<i>0,0242</i>	<i>0,702</i>	<i>2,92</i>	<i>5,37</i>	<i>0,670</i>	<i>7,23</i>
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	<i>0,00796</i>	<i>0,232</i>	<i>1,93</i>	<i>2,80</i>	<i>0,231</i>	<i>3,84</i>
<i>CV (%)</i>	<i>91%</i>	<i>83%</i>	<i>33%</i>	<i>33%</i>	<i>70%</i>	<i>70%</i>

**Tabell 23.** Lösta halter av metaller ( $\mu\text{g/l}$ ) i ytvatten från Drevviken samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	Cd löst	Cr löst	Cu löst	Ni löst	Pb löst	Zn löst
Drevviken 2013-01-24	0,00830	0,172	1,93	3,26	0,0944	7,28
Drevviken 2013-02-22	0,0100	0,236	2,28	3,89	0,105	6,48
Drevviken 2013-03-25	0,00860	0,196	1,65	2,77	0,0543	6,59
Drevviken 2013-04-29	0,00610	0,154	3,45	3,20	0,0274	6,72
Drevviken 2013-05-30	0,00250	0,0843	1,66	2,66	0,0383	1,72
Drevviken 2013-06-26	0,00560	0,123	1,96	2,60	0,0588	2,32
Drevviken 2013-07-24	<0,002	0,0773	1,09	1,95	<0,01	1,85
Drevviken 2013-08-27	<0,002	0,0232	1,54	2,06	0,0544	2,01
Drevviken 2013-09-25	0,00220	0,0654	1,40	1,98	<0,01	2,85
Drevviken 2013-10-24	<0,002	0,0162	0,98	1,96	<0,01	0,798
Drevviken 2013-11-25	<0,002	0,107	1,04	2,00	<0,01	3,12
Drevviken 2013-12-20	0,00210	0,0538	1,54	2,01	0,0169	3,07
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	<i>8</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>9</i>	<i>12</i>
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	<i>0,0100</i>	<i>0,236</i>	<i>3,45</i>	<i>3,89</i>	<i>0,105</i>	<i>7,28</i>
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	<i>0,00412</i>	<i>0,109</i>	<i>1,71</i>	<i>2,53</i>	<i>0,0391</i>	<i>3,73</i>
<i>CV (%)</i>	<i>83%</i>	<i>63%</i>	<i>39%</i>	<i>26%</i>	<i>90%</i>	<i>63%</i>
<i>Andel löst halt (%)</i>	<i>91%</i>	<i>83%</i>	<i>33%</i>	<i>33%</i>	<i>70%</i>	<i>70%</i>

## Brunnsviken

**Tabell 24.** Totalhalter av metaller ( $\mu\text{g/l}$ ) i ytvatten från Drevviken samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	Cd tot	Cr tot	Cu tot	Ni tot	Pb tot	Zn tot
Brunnsviken 2013-01-24	0,0616	0,329	10,0	4,81	1,04	27,0
Brunnsviken 2013-02-22	0,0195	0,220	2,86	2,34	0,224	8,48
Brunnsviken 2013-03-25	0,0267	0,145	3,32	2,43	0,153	12,1
Brunnsviken 2013-04-29	0,0225	0,158	2,60	2,15	0,324	11,6
Brunnsviken 2013-05-30	0,0161	0,294	2,87	1,91	0,979	3,80
Brunnsviken 2013-06-27	0,0131	0,179	3,23	1,97	0,488	4,81
Brunnsviken 2013-07-24	0,0163	2,32	3,39	2,63	2,91	6,00
Brunnsviken 2013-08-27	0,0110	0,102	2,50	1,81	0,266	3,95
Brunnsviken 2013-09-25	0,0082	0,124	1,79	1,64	0,226	4,04
Brunnsviken 2013-10-24	0,0119	0,138	1,98	1,74	0,189	6,17
Brunnsviken 2013-11-25	0,0129	0,092	1,59	1,55	0,127	6,39
Brunnsviken 2013-12-20	0,0145	0,158	1,99	1,46	0,172	7,76
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	12	12	12	12	12	12
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,0616	2,32	10,0	4,81	2,91	27,0
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,0195	0,355	3,18	2,20	0,592	8,51
<i>CV (%)</i>	73%	176%	70%	41%	134%	76%

**Tabell 25.** Lösta halter av metaller ( $\mu\text{g/l}$ ) i ytvatten från Drevviken samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	Cd löst	Cr löst	Cu löst	Ni löst	Pb löst	Zn löst
Brunnsviken 2013-01-24	0,0371	0,168	5,27	3,42	0,0757	15,5
Brunnsviken 2013-02-22	0,0176	0,139	2,74	2,30	0,161	9,08
Brunnsviken 2013-03-25	0,0313	0,105	2,96	5,09	0,0599	13,5
Brunnsviken 2013-04-29	0,0209	0,102	1,89	2,01	0,0248	15,0
Brunnsviken 2013-05-30	0,00940	0,181	2,28	1,86	0,189	2,24
Brunnsviken 2013-06-27	0,0186	0,156	4,12	2,25	0,367	7,83
Brunnsviken 2013-07-24	0,00840	0,561	2,52	2,00	0,408	3,25
Brunnsviken 2013-08-27	0,00850	0,0978	2,21	1,59	0,0905	3,70
Brunnsviken 2013-09-25	0,00500	0,0961	1,42	1,59	0,0257	5,12
Brunnsviken 2013-10-24	0,0102	0,116	2,44	1,73	0,0297	6,22
Brunnsviken 2013-11-25	0,0113	0,0984	1,98	1,78	0,0294	9,56
Brunnsviken 2013-12-20	0,0222	0,117	1,54	1,31	0,0345	8,78
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	12	12	12	12	12	12
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,0371	0,561	5,27	5,09	0,408	15,5
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,0167	0,161	2,61	2,24	0,125	8,32
<i>CV (%)</i>	59%	80%	42%	46%	108%	54%
<i>Andel löst halt (%)</i>	87%	73%	84%	97%	20%	109%

### Bilaga 3. Sammanställning analyser av PFOS, PFOA och övriga perfluorerade ämnen i ytvatten

#### Årstadal

**Tabell 26.** Totalhalter (ng/l) av PFOS, PFOA och övriga analyserade perfluorerade ämnen i ytvatten från Årstadal samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	PFOS	PFHxS	PFBS	PFOA	PFHpA	PFHxA
Årstadal 2013-01-24	4,12			1,46		
Årstadal 2013-02-22	3,35			1,20		
Årstadal 2013-03-25	3,05	1,65	3,18	1,89	0,459	0,885
Årstadal 2013-04-29	4,54			1,27		
Årstadal 2013-05-30	5,34			1,44		
Årstadal 2013-06-26	6,65	2,26	3,67	1,37	0,885	1,36
Årstadal 2013-07-24	5,49			1,14		
Årstadal 2013-08-27	5,43			1,32		
Årstadal 2013-09-25	8,31	3,5	5,16	1,97	1,3	0,899
Årstadal 2013-10-24	7,55			2,11		
Årstadal 2013-11-25	7,73			2,96		
Årstadal 2013-12-20	9,17	4,42	2,5	1,17	0,7	1,05
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	12	4	4	12	4	4
<i>Max (ng/l)</i>	9,2	4,4	5,2	3,0	1,3	1,4
<i>Medel (ng/l)</i>	5,9	3,0	3,6	1,6	0,8	1,0
<i>CV (%)</i>	34	42	31	33	42	21

#### Blockhusudden

**Tabell 27.** Totalhalter (ng/l) av PFOS, PFOA och övriga analyserade perfluorerade ämnen i ytvatten från Blockhusudden samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	PFOS	PFHxS	PFBS	PFOA	PFHpA	PFHxA
Blockhusudden 2013-01-29	3,01			1,23		
Blockhusudden 2013-02-21	4,22			1,52		
Blockhusudden 2013-03-25	2,98	1,45	2,75	1,42	0,918	0,793
Blockhusudden 2013-04-29	3,70			1,16		
Blockhusudden 2013-05-30	5,07			1,49		
Blockhusudden 2013-06-26	5,66	2,07	2,49	1,19	0,648	0,693
Blockhusudden 2013-07-24	2,65			1,14		
Blockhusudden 2013-08-27	3,65			1,03		
Blockhusudden 2013-09-25	3,44	2,22	2,92	1,36	0,8	1,14
Blockhusudden 2013-10-24	4,54			1,42		
Blockhusudden 2013-11-25	2,04			1,89		
Blockhusudden 2013-12-20	3,59	3,34	1,56	0,94	0,9	<LOD
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	12	4	4	12	4	3
<i>Max (ng/l)</i>	5,7	3,3	2,9	1,9	0,92	1,1
<i>Medel (ng/l)</i>	3,7	2,3	2,4	1,3	0,82	0,71
<i>CV (%)</i>	28	35	25	20	15	55

## Drevviken

**Tabell 28.** Totalhalter (ng/l) av PFOS, PFOA och övriga analyserade perfluorerade ämnen i ytvatten från Drevviken samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	PFOS	PFHxS	PFBS	PFOA	PFHpA	PFHxA
Drevviken 2013-01-24	9,96			4,66		
Drevviken 2013-02-22	10,6			3,39		
Drevviken 2013-03-25	10,2	7,33	4,09	3,69	4,1	7,11
Drevviken 2013-04-29	10,7			2,92		
Drevviken 2013-05-30	11,9			2,96		
Drevviken 2013-06-26	14,7	6,92	4,9	2,75	2,4	3,69
Drevviken 2013-07-24	8,24			3,05		
Drevviken 2013-08-27	10,90			2,22		
Drevviken 2013-09-25	12,80	6,73	4,73	3,22	2,3	6,81
Drevviken 2013-10-24	11,00			3,53		
Drevviken 2013-11-25	12,70			5,02		
Drevviken 2013-12-20	15,7	8,22	2,98	2,62	2,6	1,3
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	12	4	4	12	4	4
<i>Max (ng/l)</i>	16	8,2	4,9	5,0	4,1	7,1
<i>Medel (ng/l)</i>	12	7,3	4,2	3,3	2,9	4,7
<i>CV (%)</i>	18	9	21	24	30	58

## Brunnsviken

**Tabell 29.** Totalhalter (ng/l) av PFOS, PFOA och övriga analyserade perfluorerade ämnen i ytvatten från Brunnsviken samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	PFOS	PFHxS	PFBS	PFOA	PFHpA	PFHxA
Brunnsviken 2013-01-24	13,6			4,54		
Brunnsviken 2013-02-22	12,4			2,99		
Brunnsviken 2013-03-25	14,1	9,99	3,75	3,09	2,14	4,15
Brunnsviken 2013-04-29	10,6			2,14		
Brunnsviken 2013-05-30	16,0			2,29		
Brunnsviken 2013-06-27	16,9	7,21	6,34	2,15	1,39	2,54
Brunnsviken 2013-07-24	9,96			2,43		
Brunnsviken 2013-08-27	7,71			1,82		
Brunnsviken 2013-09-25	9,72	4,62	4,5	2,29	1,54	3,68
Brunnsviken 2013-10-24	6,48			2,45		
Brunnsviken 2013-11-25	5,27			3,15		
Brunnsviken 2013-12-20	5,33	3,87	1,69	0,755	1,77	0,644
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	12	4	4	12	4	4
<i>Max (ng/l)</i>	17	10	6,3	4,5	2,1	4,2
<i>Medel (ng/l)</i>	11	6,4	4,1	2,5	1,7	2,8
<i>CV (%)</i>	37	43	47	36	19	57

## Bilaga 4. Sammanställning av uppmätt turbiditet

**Tabell 30.** Turbiditet (NTU) i ytvatten vid samtliga provtagningsstillfällen och lokaler. Datum för mätning sammanfaller med de som angivits för provtagning för respektive lokal i bilaga 2.

Provtagningsmånad	Årstadal	Blockhusudden	Drevviken	Brunnsviken
jan-13	2,3	2,0	3,3	3,5
feb-13	2,5	2,4	2,4	2,3
mar-13	2,3	1,9	1,7	1,1
apr-13	4	3	2,7	2,1
maj-13	2,5	2,6	3,1	4,2
jun-13	1,8	3,7	2,6	1,2
jul-13	2,1	3,0	2,8	2,9
aug-13	1,2	2,1	1,8	4,8
sep-13	3	1,7	3	2,4
okt-13	1,6	2,0	1,8	1,3
nov-13	2	1,2	2	0,75
dec-13	1,4	1,0	1,5	0,91

## Bilaga 5. Sammanställning provuppgifter fisk

**Tabell 31.** Provuppgifter för abborrar som använts i samlingsprov (n=10) för analys. Enbart honor har analyserats.

Provlokal	Parameter	Individens (n=10) vikt och längd										Mede I	CV %
Årstaviken	Kroppsvikt (g)	42,1	41,7	42,4	38,2	41,4	36,3	61,4	39,7	43,2	47,7	43,4	16
	Totallängd (cm)	17,1	16,3	16,1	15,6	16,4	16,2	18,1	16	16,8	16,8	16,5	4,2
	Ålder (år)	7	4	5	6	5	5	5	6	5	5	5,3	
	Parasitangrepp på lever	x	x			x	x						
Djurgårdsbrunnsviken	Kroppsvikt (g)	79,8	112	97,0	156	160	173	146	186	218	224	155	31
	Totallängd (cm)	18,8	22,5	20,4	23,3	23,2	24,6	21,9	23,5	26,0	26,7	23,1	10
	Ålder (år)	5	6	5	6	6	6	6	6	8	9	6,3	
	Parasitangrepp på lever												
Drevviken	Kroppsvikt (g)	38,5	48,7	56,2	50,3	48,5	54,7	73,4	41,8	43,9	53,8	51,0	19
	Totallängd (cm)	15,6	16,5	18	17,2	-	17,6	18,8	-	15,9	17,4	17,1	6,3
	Ålder (år)	4	5	7	4	4	5	4	4	4	4	4,5	
	Parasitangrepp på lever	x		x									
Brunnsviken	Kroppsvikt (g)	36,8	48,4	49,9	47,7	50,2	41,5	45,7	49,7	36,2	33,4	44,0	15
	Totallängd (cm)	15,6	18,2	17,3	16,9	17,1	16,2	17,2	17,2	16,1	15,4	16,7	5,2
	Ålder (år)	4	7	5	6	5	3	4	5	4	4	4,7	
	Parasitangrepp på lever												



## Bilaga 6. Sammanställning analysdata fisk

**Tabell 32.** Bestämda fetthalter i analyserade samlingsprover av muskel från abborre.

Lokal	Årstaviken	Djurgårdsbrunnsviken	Drevviken	Brunnsviken
Lipidhalt%	0,60 %	0,72 %	0,60 %	0,73 %

**Tabell 33.** Uppmätta halter av polyklorerade bifenyler i muskel hos abborre (ng/g lipidvikt).

	Årstaviken	Djurgårdsbrunnsviken	Drevviken	Brunnsviken
PCB 28	120	93	8,0	62
PCB 52	340	250	31	340
PCB 101	1200	790	370	1400
PCB 118	1100	650	320	940
PCB 153	2500	1300	1600	2100
PCB 138	2100	1200	1400	1900
PCB180	790	400	550	630
<b>Summa PCB7</b>	<b>8200</b>	<b>4700</b>	<b>4300</b>	<b>7400</b>

**Tabell 34.** Uppmätta halter av bromerade flamskyddsmedel i muskel hos abborre (ng/g lipidvikt).

	Årstaviken	Djurgårdsbrunnsviken	Drevviken	Brunnsviken
PBDE 47	47	36	58	19
PBDE 99	51	11	31	5,3
PBDE 100	21	9,6	19	6,8
PBDE 85	38	<2.9	<3.7	5,5
PBDE 153	18	7,1	6,6	7,1
PBDE 154	13	3,6	8,2	3,0
PBDE 209	<86	<72	<87	<64
<b>Summa analyserad PBDE</b>	<b>190</b>	<b>67</b>	<b>120</b>	<b>46</b>
HBCD*	<52	<43	<52	<38

**Tabell 35.** Uppmätta halter av perfluorerade ämnen i lever hos abborre (ng/g färskvikt).

	Årstaviken	Djurgårdsbrunnsviken	Drevviken	Brunnsviken
PFOS	186	313	558	360
PFOA	<0,1	<0,1	0.124	<0,1
PFHxS	0.778	0.879	1.15	<0,1
PFHxA	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4

## **Bilaga 7. Utvärdering av kontamineringsproblem för ytvattenprover inom Stockholms stads miljögiftsövervakning 2013**

### **Inledning**

Stockholms stads miljögiftsövervakning omfattar bland annat analys av metallerna kadmium, krom, koppar, nickel, bly och zink i ytvatten. Under senare år har resultaten pekat på en möjlig kontamination av prover. Föreliggande PM syftar till att dels beskriva de avvikelser som observerats i resultaten av metallanalyserna och dels bereda underlag för att söka efter en eventuell felkälla inför provtagning och analyser av metaller i ytvatten inom miljögiftsövervakningen under 2014.

### **Hög andel löst metallhalt av totalhalt**

I sammanställningar av analysresultat av metaller i ytvattenprover i miljögiftsövervakningen har det observerats att lösta halter av metaller ibland överstiger totalhalter av samma metall, vilket i praktiken är omöjligt. En högre löst halt än totalhalt kan dock till viss del förklaras av naturliga avvikelser i analyserade prover och variationer i analysprecision. För lättlösliga metaller, av vilka en stor andel av den totala halten förekommer i löst form, är det troligare att den uppmätta lösta halten kommer att överskrida totalhalten på grund av slumpmässiga analysvariationer. En viss variation inom rimliga gränser måste därför också accepteras.

För zink har lösta halter ofta överskridit totalhalter och överskridandena varit orimligt stora. Mätosäkerheten anges i analysrapporten med 95 % konfidensnivå. För zink ligger mätosäkerheten generellt på 18 % av uppmätta halter för både löst och total halt. Enstaka avvikelser som visar sig som högre än 18 % löst halt än totalhalt kan därför vara acceptabla under antagandet att löst halt motsvarar 100 % av totalhalten. Vid slumpmässiga avvikelser skulle dock analysfel slå åt båda hållen och förväntas resultera i ungefär motsvarande antal prover där lösta halter underskattas. För zink verkar precisionsavvikelsen vara systematisk vilket indikerar att analyserna inte är korrekta.

Problemet har blivit mer uttalat under senare år och tillförlitligheten i analysresultaten har därför ifrågasatts. I Tabell 38 till Tabell 40 sammanställs analysdata presenterat som kvoten löst halt/totalhalt av respektive metall och provtagningslokal under åren 2012 och 2013.

År 2012 utgjorde löst zink mer än 120 % av totalhalten i 9 av 32 analyserade prover från Blockhusudden, Drevviken och Årstadal. Andelen löst halt zink var över 200 % i 5 av dessa 32 prover. Under år 2013 var i samma lokaler andelen uppmätta lösta halter över 120 % av totalhalter i 18 av 36 prover och över 200 % i 6 av 36 prover. Blockhusudden är den lokal med flest prover där andelen löst zinkhalt var över 120 % av totalhalt (9 av 12 prover) 2013. Under 2013 har även andelen uppmätt löst halt av kadmium och koppar av respektive totalhalt varit orimligt hög och över 120 % i 5 av 12 prover från Blockhusudden. Överskridande för koppar och kadmium förekom också i de andra lokalerna.

Om man ser till totala antalet prover från de tre lokalerna och samtliga metaller så har antalet analyserade prover där andelen löst halt utgör över 120 % av totalhalt fördubblats till 38 år 2013 jämfört med 19 och 18 för åren 2012 respektive 2011.

I det ovanstående diskuteras endast de fall där uppmätta lösta halter överskrider totalhalter med mer än 20 %. Det kan inte uteslutas att analysresultat för lösta metallhalter i övriga prover också är för höga relativt totalhalt, trots att andelen löst halt är lägre än 120 % av totalhalt. Även vid en andel löst halt under 100 % kan analyser vara fel. Någon ingående analys kring detta har inte gjorts.

### Ingen entydig fältblankproblematik

För att kvalitetssäkra analyser av ytvatten så har fältblankar analyserats avseende metaller vid två tillfällen under år 2012 (mars och november) och vid två tillfällen under 2013 (maj och december). Resultaten redovisas i Tabell 34 och Tabell 35 nedan.

**Tabell 36.** Analysresultat från filtrerade och ofiltrerade fältblankar från mars och november 2012. Resultat över rapporteringsgränsen markeras med fetstil.

Lokal	Datum	Filtrerad	Cd (µg/l)	Cr (µg/l)	Cu µg/l)	Ni (µg/l)	Pb (µg/l)	Zn (µg/l)
Drevviken	2012-03-27	Ja	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	<0.2
Årstadal	2012-11-29	Ja	<0.04	<b>0,25</b>	<2	<1	<0.2	<b>7,0</b>
Drevviken	2012-03-27	Nej	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	<0.2
Årstadal	2012-11-29	Nej	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	<0.2

**Tabell 37.** Analysresultat från filtrerade och ofiltrerade fältblankar från maj och december 2013. Resultat över rapporteringsgränsen markeras med fetstil.

Lokal	Datum	Filtrerad	Cd (µg/l)	Cr (µg/l)	Cu (µg/l)	Ni (µg/l)	Pb (µg/l)	Zn (µg/l)
Drevviken	2013-05-30	Ja	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	<b>0,48</b>
Drevviken	2013-12-20	Ja	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	<b>0,419</b>
Drevviken	2013-05-30	Nej	<b>0,0032</b>	<0.01	<b>0,549</b>	<b>0,136</b>	<b>0,0987</b>	<b>2,07</b>
Drevviken	2013-12-20	Nej	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<b>0,0332</b>	<b>0,247</b>

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 det filtrerade provet från mars detekterades inga metaller över rapporteringsgränsen, medan i provet från november detekterades krom och zink i halter långt över rapporteringsgränsen. ALS har tidigare kontaktats för att utreda orsaken till kontamineringen i fältblanken från november 2012. Någon säker förklaring kunde inte ges och kontaminationsproblematiken kunde inte härledas.

Analys av fältblankar från 2013 kan inte bekräfta att kontamineringsproblematiken är mer uttalad för filtrerade prover, vilket antyddes av fältblankar från 2012. I maj var halterna tvärtom tydligt högre i den ofiltrerade än i den filtrerade fältblanken.

### **Omanalys av prov med avvikande halter**

Under 2013 noterades ett prov från Drevviken med avvikande höga uppmätta lösta halter av krom och bly. Ett nytt delprov av provet filtrerades och analyserades, varpå resultaten visade mycket lägre och rimliga halter av båda ämnena. Omanalysen resulterade även i en noterbart lägre halt av nickel och zink. Av resultaten drogs slutsatsen att provet troligtvis kontaminerats vid filtrering under den första analysen.

Förutom ovanstående omanalys har laboratoriet analyserat om ett filtrerat respektive ofiltrerat prov från 2014 års provtagning vid Blockhusudden där avvikande höga zinkhalter i förhållande till totalhalter förekom. Filtrering utfördes med två olika filtertyper som dubbelprov (rött respektive gult filter enligt laboratoriet). Tillsammans med proverna analyserades även ett antal laboratorieblankar (milliQ-vatten) och filterblankar.

Vad gäller zink, som vid första analysen var högre i det filtrerade provet än i det ofiltrerade, så ligger halten på samma nivå även efter omanalys och filtrering. Ingen slutsats kring kontamination under analysprocessen kunde dras. För bly såg man dock en minskning av löst halt vid omanalys av prov vilket resulterade i en minskning av kvoten löst halt mot totalhalt från 20 % till 8 %. Detta antogs kunna bero på kontamination på laboratoriet vid den första analysen.

Analys av blankar tyder inte på att varken vattnet eller filtren bidrar till blanknivåer som kan påverka halterna i era prov. Omanalys av det ofiltrerade provet resulterade inte i några ändrade halter.

### **Dubbelfiltrering av prov från olika lokaler**

Problemen var som framgår ovan mest frekventa i prov från Blockhusudden.

Blockhusudden skiljer sig från de andra lokalerna genom sitt bräckta vatten. Som ett sätt att utröna om prover från Blockhusudden kan ge matriseffekter har laboratoriet testat att filtrera prov från Blockhusudden med två filter, det vill säga provet filtrerades en gång till. Zinkhalten blev ca 3 ggr så hög i dubbelfiltrerat som i enkelfiltrerat prov. Övriga halter ligger på ungefär samma nivå. Man gjorde samma procedur på prov från Brunsviken men där var skillnaden inte lika markant och halten zink ligger på ungefär samma nivå i enkelfiltrerat som i dubbelfiltrerat prov. Detta indikerar att vattnets egenskaper kan öka utlakning från filter. En kontaminationsrisk som inte uppenbaras vid vanliga filtertester när man använder Milli-Q-vatten.

Salthalten i Brunsviken är 0,15 - 0,35 % medan salthalten i Saltsjön varierar i intervallet 0-0,5 %. Huruvida eventuella skillnader i salthalt i prover har ett samband med blankproblematiken har inte utvärderats.

### **Slutsats och rekommendation**

Sammanfattningsvis kan inte fältblankarna ge någon information som pekar på källan till kontaminering av lösta halter i analyserade prover. Resultaten från 2013 års fältblank visar

på att kontaminering kan ske med flera metaller. Om detta beror på använda kärl förorening från omgivning eller provtagningsutrustning är inte känt. Använda kärl ska vara syradiskade och därför inte orsaka kontaminering. För provtagning används en metallfri hämtare.

Den mest troliga förklaringen till de återkommande avvikande resultaten verkar vara att matriseffekter ger ett påslag av framför allt zink vid filtrering, vilket dubbelfiltreringen antyder. Exakt vad som ligger bakom detta fenomen är inte klarlagt. Enligt laboratoriet har man inte ändrat analysmetod för metaller i vatten, vilket gör det svårt att förklara varför problematiken verkar ha ökat år 2013.

I dagsläget rekommenderas att den årsvisa utvärderingen av datamaterialet inte omfattar lösta halter för de fall där årsmedelhalter av lösta halter överstiger årsmedelhalter av totalhalter. I de fall jämförelser mellan lokaler och år eller mot gränsvärden ska göras bör man i dessa fall istället använda totalhalter.

Uppdragsnr: 10129776	Bilaga 7	
Daterad: 2014-06-26	Status: Slutversion	

**Tabell 38.** Sammanställning över andel uppmätt löst halt av totalhalt för respektive metall vid Drevviken 2012 och 2013.

<b>Drevviken</b>													
Provdatum	Cd löst/ Cd tot	Cr löst/ Cr tot	Cu löst/ Cu tot	Ni löst/ Ni tot	Pb löst/ Pb tot	Zn löst/ Zn tot	Provdatum	Cd löst/ Cd tot	Cr löst/ Cr tot	Cu löst/ Cu tot	Ni löst/ Ni tot	Pb löst/ Pb tot	Zn löst/ Zn tot
2013-01-24	91 %	42 %	91 %	99 %	25 %	101 %	2012-01-29	64 %	45 %	81 %	96 %	11 %	86 %
2013-02-22	52 %	59 %	95 %	72 %	39 %	90 %	2012-02-23	238 %	59 %	151 %	105 %	16 %	130 %
2013-03-25	77 %	66 %	61 %	90 %	21 %	94 %	2012-03-27	3 %	55 %	66 %	99 %	5 %	-
2013-04-29	75 %	60 %	144 %	103 %	12 %	116 %	2012-04-27	22 %	53 %	60 %	90 %	3 %	60 %
2013-05-30	49 %	59 %	69 %	91 %	25 %	70 %	2012-05-30	41 %	50 %	63 %	93 %	24 %	44 %
2013-06-26	187 %	98 %	126 %	100 %	47 %	181 %	2012-06-28	21 %	51 %	55 %	84 %	7 %	31 %
2013-07-24	40 %	11 %	79 %	77 %	2 %	150 %	2012-07-25	40 %	84 %	96 %	96 %	23 %	119 %
2013-08-27	40 %	32 %	109 %	103 %	86 %	179 %	2012-08-28	63 %	77 %	80 %	75 %	5 %	103 %
2013-09-25	9 %	66 %	48 %	76 %	1 %	42 %	2012-09-27	43 %	88 %	79 %	99 %	7 %	77 %
2013-10-24	15 %	21 %	67 %	98 %	3 %	37 %	2012-10-26	23 %	57 %	77 %	91 %	2 %	56 %
2013-11-25	100 %	93 %	89 %	95 %	4 %	159 %	2012-11-29	-	-	-	107 %	-	-
2013-12-20	75 %	65 %	128 %	101 %	13 %	169 %	2012-12-27	84 %	57 %	145 %	109 %	19 %	167 %

Uppdragsnr: 10129776	Bilaga 7	
Daterad: 2014-06-26	Status: Slutversion	

**Tabell 39.** Sammanställning över andel uppmätt löst halt av totalhalt för respektive metall vid Årstadal under 2012 och 2013.

Årstadal													
Provdatum	Cd löst/ Cd tot	Cr löst/ Cr tot	Cu löst/ Cu tot	Ni löst/ Ni tot	Pb löst/ Pb tot	Zn löst/ Zn tot	Provdatum	Cd löst/ Cd tot	Cr löst/ Cr tot	Cu löst/ Cu tot	Ni löst/ Ni tot	Pb löst/ Pb tot	Zn löst/ Zn tot
2013-01-24	31 %	68 %	91 %	88 %	33 %	170 %	2012-01-29	45 %	80 %	94 %	98 %	10 %	106 %
2013-02-22	73 %	70 %	102 %	96 %	19 %	93 %	2012-02-23	76 %	82 %	79 %	92 %	10 %	131 %
2013-03-25	75 %	54 %	85 %	90 %	16 %	113 %	2012-03-23	109 %	77 %	99 %	93 %	9 %	315 %
2013-04-29	11 %	49 %	64 %	89 %	10 %	47 %	2012-04-27	205 %	113 %	161 %	124 %	20 %	323 %
2013-05-30	119 %	68 %	126 %	99 %	31 %	178 %	2012-05-30	74 %	71 %	91 %	91 %	20 %	96 %
2013-06-26	92 %	88 %	92 %	102 %	25 %	88 %	2012-06-28	51 %	68 %	86 %	102 %	17 %	82 %
2013-07-24	33 %	2 %	71 %	88 %	1 %	103 %	2012-07-25	76 %	70 %	90 %	105 %	15 %	88 %
2013-08-27	46 %	71 %	94 %	101 %	26 %	183 %	2012-08-28	28 %	50 %	79 %	97 %	12 %	50 %
2013-09-25	27 %	50 %	78 %	87 %	10 %	81 %	2012-09-27	134 %	99 %	151 %	127 %	16 %	232 %
2013-10-24	49 %	55 %	74 %	100 %	7 %	65 %	2012-10-26	102 %	67 %	111 %	102 %	6 %	108 %
2013-11-25	38 %	114 %	90 %	96 %	5 %	84 %	2012-11-29	-	-	112 %	111 %	-	-
2013-12-20	174 %	63 %	113 %	112 %	16 %	141 %	2012-12-20	81 %	69 %	65 %	92 %	4 %	73 %



Uppdragsnr: 10129776	Bilaga 7	
Daterad: 2014-06-26	Status: Slutversion	

**Tabell 40.** Sammanställning över andel uppmätt löst halt av totalhalt för respektive metall vid Blockhusudden under 2012 och 2013.

<b>Blockhusudden</b>													
Provdatum	Cd löst/ Cd tot	Cr löst/ Cr tot	Cu löst/ Cu tot	Ni löst/ Ni tot	Pb löst/ Pb tot	Zn löst/ Zn tot	Provdatum	Cd löst/ Cd tot	Cr löst/ Cr tot	Cu löst/ Cu tot	Ni löst/ Ni tot	Pb löst/ Pb tot	Zn löst/ Zn tot
2013-01-29	190 %	68 %	126 %	102 %	46 %	246 %	2012-01-29	65 %	35 %	70 %	78 %	8 %	69 %
2013-02-21	232 %	85 %	300 %	156 %	100 %	531 %	2012-02-23	36 %	55 %	74 %	84 %	1 %	70 %
2013-03-25	105 %	65 %	80 %	87 %	16 %	187 %	2012-03-23	78 %	100 %	89 %	97 %	14 %	259 %
2013-04-29	74 %	57 %	87 %	102 %	12 %	119 %	2012-04-27	90 %	53 %	109 %	108 %	9 %	242 %
2013-05-30	226 %	70 %	182 %	115 %	43 %	481 %	2012-05-30	50 %	53 %	70 %	88 %	12 %	36 %
2013-06-26	242 %	63 %	182 %	135 %	37 %	258 %	2012-06-28	65 %	90 %	87 %	109 %	13 %	105 %
2013-07-24	61 %	133 %	78 %	110 %	15 %	119 %	2012-07-25	104 %	144 %	88 %	103 %	14 %	129 %
2013-08-27	94 %	53 %	90 %	88 %	16 %	142 %	2012-08-28	89 %	74 %	77 %	88 %	11 %	83 %
2013-09-25	221 %	81 %	137 %	126 %	14 %	154 %	2012-09-27	17 %	86 %	90 %	96 %	11 %	74 %
2013-10-24	79 %	52 %	80 %	104 %	5 %	100 %	2012-10-26	55 %	75 %	55 %	102 %	10 %	81 %
2013-11-25	72 %	109 %	94 %	107 %	4 %	218 %	2012-11-29	-	-	87 %	103 %	-	-
2013-12-20	101 %	77 %	110 %	100 %	29 %	230 %	2012-12-20	59 %	52 %	82 %	96 %	37 %	111 %