



## Miljögiftsövervakning i Stockholms stad år 2014

UNITED  
BY OUR  
DIFFERENCE




### RAPPORT

## Miljögiftsövervakning av ytvatten och fisk i Stockholms stad – sammanställning för år 2014 Miljöförvaltningen, Stockholms stad

2015-06-08

Upprättad av: Ann Helén Österås, Mats Allmyr

Granskad av: John Sternbeck

Uppdragsnr: 10129776	Miljögiftsövervakning i Stockholms stad år 2014	
Daterad: 2015-06-08	Status: Slutversion	

## RAPPORT

# Miljögiftsövervakning av ytvatten och fisk i Stockholms stad – sammanställning för år 2014 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

Uppdragsnr: 10129776	Miljögiftsövervakning i Stockholms stad år 2014	
Daterad: 2015-06-08	Status: Slutversion	

## 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 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 2014 har delprogram I genomförts med analyser av ytvatten och fisk i fyra lokaler. 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 2014 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/vintern 2014 insamlades abborre inom delprogram I för analys av polyklorerade bifenyler (PCB), bromerade flamskyddsmedel (polybromerade difenyletrar: PBDE och hexabromcyklododekan: HBCD) och perfluorerade ämnen (PFOS). Inom delprogram II analyserades ytterligare nio perfluorerade ämnen i ytvatten och fisk. Analyser i fisk är utförda på leverprov för PFAS och muskel för övriga ämnen.

Nya gränsvärden och bedömningsgrunder för klassning av vattenförekomster har nyligen införts för flera av de metaller som mäts i ytvatten inom programmet. För koppar, nickel, bly och zink i inlandsytvatten samt koppar i kustvatten och vatten i övergångszonen ska biotillgänglig fraktion beaktas. I föreliggande rapport har preliminära bedömningsgrunder eller gränsvärden där biotillgänglighet beaktas tagits fram för respektive lokal. Uppmätta halter av lösta metaller i ytvatten från Årstadal och Drevviken under år 2014 ligger under gränsvärden eller bedömningsgrunder. I Brunnsviken och vid Blockhusudden överskrider lösta halter av koppar preliminär bedömningsgrund något och årsmedelhalter av löst zink ligger 4 respektive 3 gånger över bedömningsgrunden. Övriga metaller ligger i Brunnsviken och Blockhusudden under gränsvärde eller bedömningsgrund.

Generellt är halter av lösta metaller i ytvatten år 2014 högre vid Årstadal och Brunnsviken än vid Drevviken, och halter vid Blockhusudden varken högre eller lägre än vid de andra lokalerna. Jämförelse mot bakgrundshalter visar på tydlig förhöjda halter av kadmium, bly och zink samt förhöjda halter koppar vid Årstadal och Drevviken. Påverkan är större i Årstadal än i Drevviken för främst bly och zink.


Uppmätta medelhalter av PFOS i ytvatten år 2014 vid Årstadal, Blockhusudden, Drevviken och Brunnsviken var 5, 4, 9 respektive 6 ng/l. Halterna ligger långt över gällande gränsvärden (0,65 ng/l och 0,13 ng/l för inlandsytvatten respektive andra

Uppdragsnr: 10129776	Miljögiftsövervakning i Stockholms stad år 2014	
Daterad: 2015-06-08	Status: Slutversion	

ytvatten). Halter av PFOA i samtliga lokaler ligger med god marginal under norskt förslag till riktvärde (50 ng/l och 10 ng/l för inlandsytvatten respektive andra ytvatten). Halter av PFOS i ytvatten är högst i Drevviken och lägst vid Blockhusudden. Halter av PFOA är också högre i Drevviken jämfört med Årstadal och Blockhusudden. Av övriga analyserade perfluorerade ämnen detekterades PFBS, PFHxS, PFHxA och PFHpA i merparten av de analyserade proverna. Även dessa ämnen, med undantag av PFBS, verkar förekomma i högre halter i Drevviken jämfört med övriga lokaler. Jämfört med halter av perfluorerade ämnen i andra vattendrag längs hela Sveriges kustnära inland visar resultaten att Stockholm stad har en hög belastning jämfört med övriga delar av landet

De halter av organiska ämnen som uppmätts i fisk i denna undersökning är högre än regionala bakgrundsnivåer och för bromerade flamskyddsmedel långt över gällande gränsvärden. För PFOS överskrids gränsvärdet (omräknat för lever) i Drevviken och Årstaviken. Sammantaget visar denna studie tillsammans med tidigare studier på en stark lokal påverkan av organiska föroreningar i recipienter i Stockholm.



Uppdragsnr: 10129776	Miljögiftsövervakning i Stockholms stad år 2014	
Daterad: 2015-06-08	Status: Slutversion	

## INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>INLEDNING.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>MÄTPROGRAM ÅR 2014 .....</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 .....	12
<b>4</b>	<b>RESULTAT OCH UTVÄRDERING YTVATTEN .....</b>	<b>13</b>
4.1	METALLER I YTVATTEN.....	13
4.2	PERFLUORERADE ÄMNEN I YTVATTEN .....	21
<b>5</b>	<b>RESULTAT OCH UTVÄRDERING FISK.....</b>	<b>27</b>
5.1	HALTER AV BROMERADE ORGANISKA ÄMNEN I MUSKEL .....	27
5.2	HALTER AV KLORERADE ORGANISKA ÄMNEN I MUSKEL .....	27
5.3	HALTER AV PERFLUORERADE ÄMNEN I LEVER .....	28
5.4	JÄMFÖRELSE MELLAN LOKALER OCH TIDIGARE ÅRS MÄTNINGAR.....	29
5.5	UPPMÄTTA HALTER JÄMFÖRT MED BAKGRUNDSHALTER OCH JÄMFÖRVÄRDEN.....	30
<b>6</b>	<b>OSÄKERHETER OCH FELKÄLLOR .....</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>REKOMMENDATIONER.....</b>	<b>31</b>
<b>8</b>	<b>REFERENSER.....</b>	<b>32</b>
	<b>BILAGA 1. RAPPORTERINGSGRÄNSER FÖR ANALYSER.....</b>	<b>33</b>
	<b>BILAGA 2. SAMMANSTÄLLNING METALLANALYSER YTVATTEN .....</b>	<b>35</b>
	<b>BILAGA 3. SAMMANSTÄLLNING ANALYSER PERFLUORERADE ÄMNEN I YTVATTEN.....</b>	<b>39</b>
	<b>BILAGA 4. SAMMANSTÄLLNING AV UPPMÄTT TURBIDITET.....</b>	<b>41</b>
	<b>BILAGA 5. SAMMANSTÄLLNING PROVUPPGIFTER FISK .....</b>	<b>42</b>
	<b>BILAGA 6. SAMMANSTÄLLNING ANALYSDATA FISK.....</b>	<b>43</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. En fördjupad utvärdering av miljöövervakningsprogrammet utfördes under 2014 (WSP, 2014a). Miljöövervakningsprogrammet har två delar och hade ursprungligen följande omfattning:

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. Sedan 2013 har ytterligare en lokal lagts till (Brunnsviken) i delprogram I. WSP Environmental har på uppdrag av Stockholms miljöförvaltning sammanställt och utvärderat utförda analyser av ytvatten och fisk för år 2014. Resultaten från detta presenteras i denna rapport.

## 2 Mätprogram år 2014

Under år 2014 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 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 2014.

Vattenförekomster	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 (Kräfftriket)	Brunnsviken	N 59°21,604; O 18°02,863

Omfattningen av delprogram I och II avseende matriser och analyser i de tre lokalerna år 2014 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 fältnätningar av turbiditet i samtliga lokaler. Abborre (*Perca fluviatilis*) insamlade under hösten 2014 har analyserats avseende PCB, PBDE, HBCD och PFOS.

Inom delprogram II analyserades ytterligare nio perfluorerade ämnen i ytvatten (PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFBS, PFHxS, PFDS) cirka en gång per kvartal och nio perfluorerade ämnen i fisk (PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFBS, PFHxS, PFDS). Vid ett tillfälle analyserades även PFOSA i ytvatten. Samtliga ämnen med fullständiga namn redovisas i bilaga 1.

**Tabell 2.** Delprogram I, omfattning för ytvatten och fisk år 2014.

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

**Tabell 3.** Delprogram II, omfattning för ytvatten och fisk år 2014.

Matris	Ämnen	Frekvens provtagning och analyser
Ytvatten	PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFBS, PFHxS, PFDS	5 ggr/år
Ytvatten	PFOSA	1 ggr/år
Abborre, lever	PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFBS, PFHxS, PFDS	1 ggr/år

### 3 Metodbeskrivning

mProv konsult utförde provtagning av ytvatten i de olika lokalerna år 2014. Fisk insamlades i samtliga lokaler av Sportfiskarna.

Provberedning samt analyser av metaller i ytvatten utfördes av ALS Scandinavia AB januari till maj 2014 och därefter hos ALcontrol AB, juni till december 2014.

Provberedning och analys av perfluorerade ämnen i ytvatten 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, ALcontrol, IVL, 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 respektive laboratorium. Filtrering utfördes med 0,45 µm membranfilter innan syrasättning.

### 3.1.2 Fisk

Abborrar insamlades under hösten/vintern 2014. Provlokal, fångstmetod och fångstdatum redovisas i Tabell 4.

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

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

Lokal	Fångstmetod	Fångstdatum
Årstaviken (Årstadal)	Nät	2014-09-17
Djurgårdsbrunnsviken	Nät	2014-09-14
Drevviken	Nät	2014-12-13
Brunnsviken	Nät	2014-09-16

## 3.2 Analyser

### 3.2.1 Ytvatten

Analyser av metaller i ytvatten har utförts hos ALS januari-maj och hos Alcontrol juni-december 2014. Perfluorerade ämnen har analyserats hos IVL. Rapporteringsgränser för samtliga analyser redovisas i bilaga 1.

Metallanalyser i ytvattenprov utfördes med högupplösande ICP-MS enligt metod EPA 200.8 och enligt ISO 17294-2:2005. Metoder är ackrediterade. 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 mars 2015. Rapporteringsgränser för samtliga analyser redovisas i bilaga 1. Analyser har utförts på samlingsprover från respektive lokal.



Uppdragsnr: 10129776	Miljögiftsövervakning i Stockholms stad år 2014	
Daterad: 2015-06-08	Status: Slutversion	

## 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, senast under 2013 i kanadensiska NCP-III7 där de berörda ämnesgrupperna var med. IVL är ackrediterade för analys av PCB i fisk.

## 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 har fältblankar analyserats avseende metaller vid sju tillfällen under år 2014 (jan-juni och okt). Resultaten redovisas i Tabell 5. Eftersom det funnits kontaminationsproblem med filtrerade prov analyserades extra många fältblankar under början av året.

Analys av fältblankar från 2014 indikerar kontamineringsproblem för koppar vid filtrering under januari månad. I ofiltrerade prov indikerar fältblankarna på att kontamination med olika metaller (nickel, krom, koppar, bly, zink) förekommer vid enstaka tillfällen. De kontaminerade fältblankarna i årets resultat har inte lett till någon åtgärd avseende exempelvis uteslutande av haltdata p.g.a. relativt låga blanknivåer.

**Tabell 5.** Analysresultat från filtrerade och ofiltrerade fältblankar 2014.

Provbeteckning	Provdatum	Filtrerat	Cd (µg/l)	Cr (µg/l)	Cu (µg/l)	Ni (µg/l)	Pb (µg/l)	Zn (µg/l)
Fältblank jan	2014-01-28	Nej	<0,002	<0,01	<0,1	0,185	<0,01	<0,2
		Ja	<0,002	<0,01	0,214	0,172	<0,01	<0,2
Fältblank feb	2014-02-21	Nej	<0,002	<0,01	<0,1	0,0635	<0,01	<0,2
		Ja	<0,002	<0,01	<0,1	<0,05	<0,01	0,24
Fältblank mars	2014-03-28	Nej	<0,002	<0,01	<0,1	<0,05	<0,01	<0,2
		Ja	<0,002	<0,01	<0,1	<0,05	<0,01	<0,2
Fältblank april	2014-04-28	Nej	<0,002	<0,01	1,13	<0,05	0,0124	0,335
		Ja	<0,002	<0,01	<0,1	<0,05	<0,01	<0,2
Fältblank maj	2014-05-28	Nej	<0,002	<0,01	<0,1	<0,05	<0,01	<0,2
		Ja	<0,002	<0,01	<0,1	<0,05	<0,01	<0,2
Fältblank juni	2014-06-30	Nej	<0,01	<0,05	0,2	<0,2	<0,02	<1
		Ja	<0,01	<0,05	<0,05	<0,2	<0,02	<1
Fältblank oktober	2014-10-23	Nej	<0,01	0,097	<0,05	<0,2	<0,02	<1
		Ja	<0,01	<0,05	<0,05	<0,2	<0,02	<1

### 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 %. Avvikelse i mätvärden hos certifierat referensmaterial för PBDE-kongenerna varierade föregående år mellan 4,2-28 % (WSP, 2014b).

### 3.4 Särskilda händelser/avvikelser

Under år 2013 rapporterades analytiska avvikelser för lösta halter av metaller, vilka ofta överskred totalhalt av motsvarande metall med mer än vad som kan förväntas utifrån normala variationer i analysfel (WSP, 2014b). Under år 2014 byttes därför det analyserande laboratoriet för metaller i ytvatten från tidigare leverantör (ALS) till Alcontrol. ALS anlätades under perioden januari-maj och Alcontrol under perioden juni-december 2014. Efter bytet förekommer inte de tidigare problemen med onormalt avvikande lösta halter av metaller.

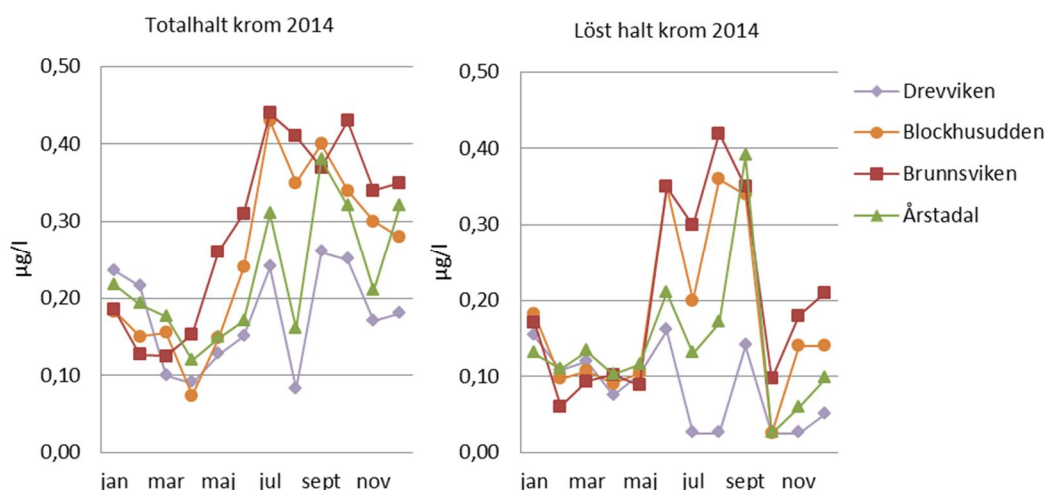
Byte av laboratorium har inneburit förändrade rapporteringsgränser avseende flertalet metaller. Alcontrols rapporteringsgränser är generellt något högre än ALS, se bilaga 1.

Innan sammanställning och utvärdering har rådata justerats avseende avvikande värden, s.k. outliers. Under 2014 har ett värde för totalhalt nickel i Brunnsviken under januari tagits bort eftersom det var avvikande högt (d.v.s. 37 µg/l) jämfört med övriga uppmätta halter. För Blockhusudden förekom under januari 2014 lösta halter av kadmium, koppar, nickel och zink långt över motsvarande totalhalt, varför dessa mätvärden utesluts ur sammanställningen.


Vid sammanställning av resultat för metallhalter i ytvatten år 2014 noterades en tendens till att kromhalterna var systematiskt högre under den senare hälften av året (Figur 1). Detta gällde både total och löst fraktion, och avvikelserna sammanfaller med byte av analyslaboratorium från och med juni. För att undersöka om avvikelserna är specifika för år 2014, och därmed skulle kunna bero på byte av laboratorium, har resultat avseende krom för perioderna januari-maj och juni-december för samtliga år och vid samtliga lokaler jämförts (ANOVA).

Vid Blockhusudden och Brunnsviken är totalhalter av krom signifikant högre under juni-december år 2014 än under januari-maj år 2014. För löst halt krom var resultatet detsamma vid Brunnsviken. Vid Blockhusudden var medianhalt löst krom under juni-december år 2014 dubbelt så hög som under januari-maj år 2014, skillnaden var dock inte signifikant och får ses som indikativ. Mönstret som noterats för krom år 2014 uppträder inte under något annat år, vilket visar att resultaten för krom skiljer sig mellan laboratorierna.

Med hänvisning till ovanstående utvärderas kromhalter i föreliggande rapport endast mot bedömningsgrunder. Motsvarande test som för krom har också utförts för övriga metaller men inga systematiska skillnader kan urskiljas.



**Figur 1** Årsvariation av totalhalt krom (vänster) och löst krom (höger) under år 2014.

Uppdragsnr: 10129776	Miljögiftsövervakning i Stockholms stad år 2014	
Daterad: 2015-06-08	Status: Slutversion	

### 3.5 Statistisk bearbetning

Analysdata har sammanställts statistiskt. Vid sammanställningen har värden under rapporteringsgränsen ansatts till halva rapporteringsgränsen. För ämnen med minst hälften värden/lokal över rapporteringsgränsen har årsmedelvärde samt variationskoefficient (CV<sup>1</sup>) beräknats. För övriga analyser anges endast min- och max-värden samt antal värden > rapporteringsgränsen.

Andel metall i löst fraktion 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.

Indikation på 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 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. Signifikansnivå 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.

### 4.1 Metaller i ytvatten

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

- I kapitel 4.1.1 beskrivs halter och skillnader mellan lokaler
- I kapitel 4.1.2 jämförs lösta metallhalter mot jämförvärden
- I kapitel 4.1.3 jämförs lösta metallhalter mot halter i andra lokaler
- I kapitel 4.1.4 jämförs lösta metallhalter mot tidigare års mätningar
- I kapitel 4.1.5 redovisas en utvärdering mot kontrollmålen
- I kapitel 4.1.6 jämförs totala metallhalters samvariation med grumligheten

Kromhalter utvärderas bara mot jämförvärden eftersom systematiska avvikelser förekommer efter byte av laboratorium (se avsnitt 3.4).

#### 4.1.1 Beskrivning av halter och lokala skillnader

I Tabell 6 redovisas årsmedelhalter och standardavvikelser för totala och lösta halter metaller i ytvatten 2014. Generellt kan sägas att löst fraktion utgör en stor andel av den totala halten för kadmium (73-80%), koppar (77-86%), nickel (96-102%) och zink (56-89%) (se bilaga 2). Lägst andel löst halt har bly med endast 7-20 % av den totala halten. För de flesta metaller förekommer således en mindre andel som partikelbundet. För bly är dock merparten av uppmätt halt partikelbunden.

**Tabell 6.** Totalhalter och lösta halter av metaller uppmätta under 2014. Årsmedel och standardavvikelse. Enhet µg/l. Antal (n) =12, med undantag för löst nickel i Brunnsviken och löst kadmium, koppar och zink vid Blockhusudden där n=11.

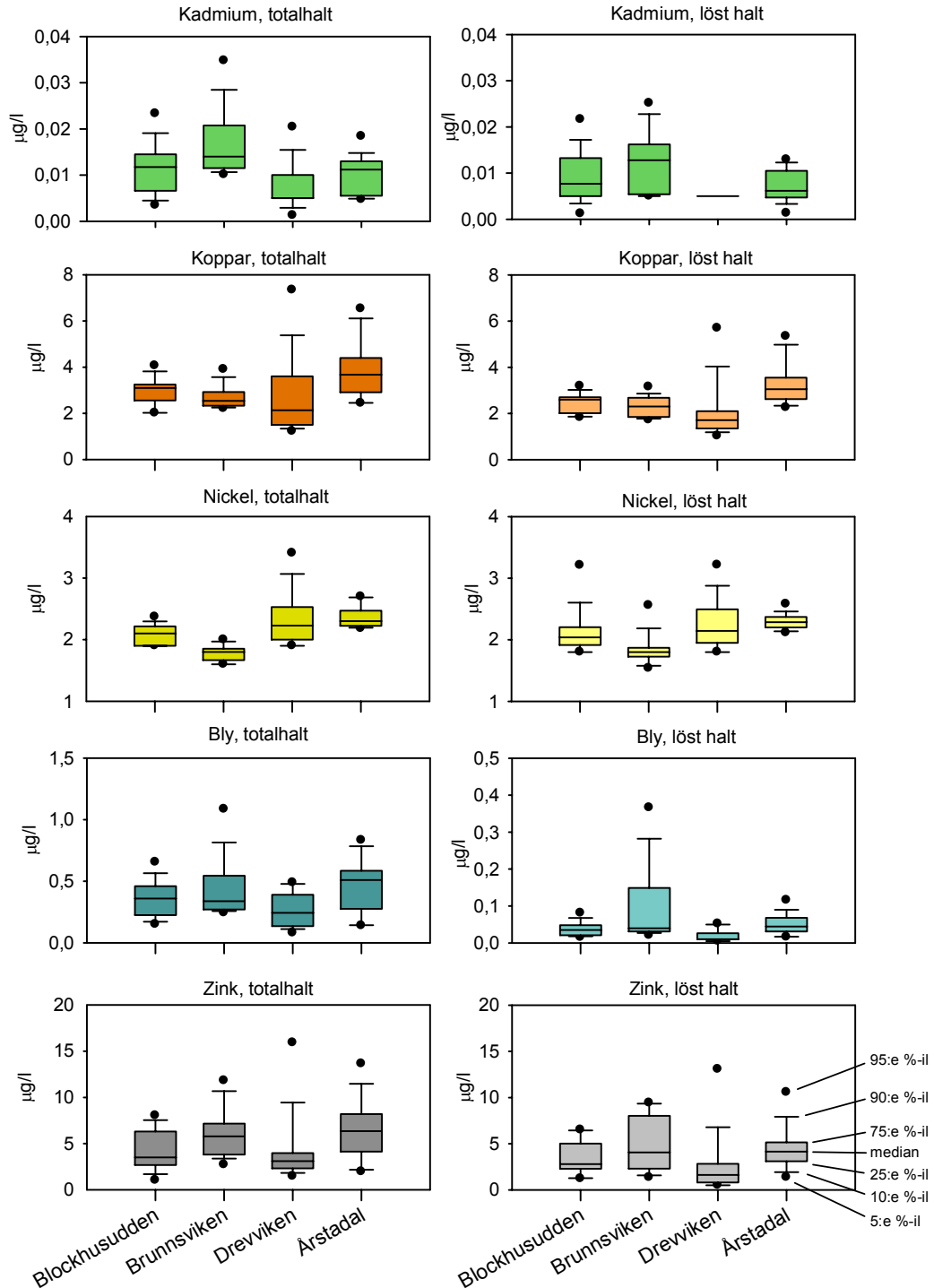
Metall	Fraktion	Årstadal		Blockhusudden		Drevviken		Brunnsviken	
		Medel	Stdav	Medel	Stdav	Medel	Stdav	Medel	Stdav
Kadmium	Total	0,010	0,004	0,012	0,006	0,008	0,005	0,017	0,008
	Löst	0,007	0,004	0,009	0,006	0,005	*	0,013	0,007
Krom**	Total	0,23	0,13	0,25	0,11	0,17	0,07	0,29	0,12
	Löst	0,14	0,09	0,18	0,11	0,08	0,05	0,20	0,12
Koppar	Total	3,9	1,3	3,0	0,6	2,9	1,8	2,7	0,5
	Löst	3,3	1,0	2,5	0,4	2,1	1,3	2,3	0,5
Nickel	Total	2,4	0,2	2,1	0,2	2,3	0,5	1,8	0,1
	Löst	2,3	0,1	2,1	0,4	2,3	0,4	1,8	0,3
Bly	Total	0,46	0,23	0,36	0,15	0,26	0,15	0,44	0,26
	Löst	0,051	0,030	0,038	0,020	0,019	0,016	0,10	0,12
Zink	Total	6,6	3,5	4,2	2,3	4,3	4,2	6,1	2,8
	Löst	4,5	2,5	3,5	1,9	2,7	3,7	4,9	3,1

\* Endast 4 mätvärden över rapporteringsgräns varför endast medelvärdet anges.

\*\* Kromhalter ska tolkas med försiktighet eftersom avvikande höga halter uppmätts under juni-dec.



I Figur 2 illustreras totala och lösta halter metaller år 2014 för de olika lokalerna. Kromhalter redovisas inte i figuren eftersom resultaten inte är tillförlitliga, se avsnitt 3.4. Kromhalter anges dock i Tabell 6 samt i bilaga 2.



**Figur 2.** Statistisk beskrivning av metallernas totalhalter (vänstra) och lösta halter (högra) i ytvatten under 2014. De statistiska mått som figurerna illustrerar anges i figuren för löst halt zink. För löst halt kadmium i Drevviken redovisas endast medianhalten eftersom endast 4 mätvärden låg över rapporteringsgränsen. Observera skalskillnaden mellan total och löst halt för bly.

Uppdragsnr: 10129776	Miljögiftsövervakning i Stockholms stad år 2014	
Daterad: 2015-06-08	Status: Slutversion	

Figur 2 indikerar att det förekommer skillnader i halter mellan de olika lokalerna. Om dessa skillnader är statistiskt signifikanta har testats för löst fraktion. Följande geografiska skillnader i halter kan ses:

- Kadmium: Brunnsviken > Årstadal och Drevviken
- Koppar: Årstadal > Drevviken
- Bly och zink: Brunnsviken och Årstadal > Drevviken
- Nickel: Årstadal > Brunnsviken

Sammantaget ges en generell bild av att lösta halter av olika metaller är högre vid Årstadal och Brunnsviken än vid Drevviken, och att halter vid Blockhusudden varken är högre eller lägre än vid de andra lokalerna. Den fördjupade utvärderingen där fem års data (2009-2013) användes för analys av rumsliga trender av totala metallhalter visade att metallhalter generellt är högre vid Årstadal och lägre i Drevviken (WSP, 2014a)<sup>2</sup>. Skillnader i halter mellan lokalerna var mest påtaglig för koppar, bly och zink.

#### 4.1.2 Jämförelse mot rikt- och gränsvärden

Havs- och vattenmyndigheten (HaV) har med anledning av ändring av vattendirektivet och direktivet om prioriterade ämnen genom ändringsdirektivet (2013/39/EU) gjort en revidering av föreskriften om klassificering och miljö kvalitetsnormer för ytvatten (HVMFS 2013:19). Ändringsföreskriften, HVMFS 2015:4, trädde i kraft 1 maj 2015. I den nya föreskriften har bl.a. gränsvärden för klassificering av kemisk ytvattenstatus tillkommit för ytterligare 12 prioriterade ämnen, gränsvärden för vattenlevande organismer och sediment har införts för några ämnen, nationella bedömningsgrunder har införts för tänkbara särskilda förorenande ämnen vid klassificering av ekologisk status om det konstaterats att de släpps ut i betydande mängd.

Klassningskriterier för årsmedelvärden av bly, nickel, koppar och zink i inlandsytvatten samt koppar i s.k. andra ytvatten avser biotillgänglig halt. Övriga kriterier för metaller avser upplöst halt, d.v.s. den fas i vatten som erhålls vid filtrering genom ett 0,45 µm-filter. Den biotillgängliga halten är den del av löst fraktion som bedöms vara tillgänglig för upptag av vattenlevande organismer. För de kriterier som avser biotillgänglig halt får hänsyn tas till vattnets hårdhet, pH-värde, löst organiskt kol (DOC) eller andra parametrar som påverkar dessa ämnens biotillgänglighet i vatten. Föreskriften HVMFS 2013:19 anger att den biotillgängliga halten ska fastställas med hjälp av lämplig modell. Havs- och vattenmyndigheten har i maj 2015 inte preciserat vilka modeller som ska användas i Sverige, men detta kommer att preciseras under 2015.

En av de modeller som använts och utvärderats med gott resultat är Bio-Met 2.3 (se EC, 2014). Med modellen beräknas lokala bedömningsgrunder för koppar och zink samt gränsvärde för nickel utifrån pH, DOC och halt kalcium. Modellen har här använts för att ta fram preliminära bedömningsgrunder/gränsvärden för Årstadal och Drevviken. Inom miljöövervakningsprogrammet ingår inte mätningar av pH och DOC, varför preliminära

<sup>2</sup> Brunnsviken har bara ingått i programmet sedan 2013 och ingick inte i den utvärderingen.

värden avseende dessa parametrar har ansatts utifrån mätdata från SLUs databas samt Jönsson, 2011, (se Tabell 7). Kalcium har mätts inom föreliggande mätprogram vid några tillfällen under 2012 och 2013 och från dessa resultat har medelvärden på kalcium beräknats.

För Brunnsviken och Blockhusudden, som är s.k. ”andra ytvatten”, har bedömningsgrund för koppar beräknats enligt metodik enligt metodik i HVMF 2013:19. Data för DOC har hämtats från Jönsson, 2011 (Tabell 7). På grund av Östersjöns högre känslighet har HaV använt en generell säkerhetsfaktor om 3 för bedömningsgrunder för bl.a. koppar och zink.

I kommande mätprogram rekommenderas att mätningar av kalcium, pH och DOC inkluderas i mätprogrammet för Drevviken och Årstadal samt DOC för Blockhusudden och Brunnsviken för att fastställa mer rättvisande jämförvärden. I samtliga lokaler rekommenderas även att mätningar utförs av alkaliniteten för uppskattning av hårdheten, d.v.s. kalcium och alkalinitet.

**Tabell 7.** Kemiska parametrar som använts vid beräkning av preliminära bedömningsgrunder eller gränsvärden för respektive lokal.

Parameter	Årstadal	Drevviken	Blockhusudden	Brunnsviken	Referens
Hårdhet, CaCO <sub>3</sub> , mg/l	100	100	>100	>100	SLU; Jönsson 2011; Mätdata 2012 & 2013
Ca <sup>2+</sup> , mg/l	20	30	Ej relevant	Ej relevant	Mätdata 2012 & 2013
pH	7,7	7,7	Ej relevant	Ej relevant	SLU
DOC, mg/l	9	8	6	6	SLU; Jönsson 2011

I Tabell 8 presenteras de gränsvärden och bedömningsgrunder som används vid utvärdering av årsmedelhalter och/eller maxhalter av lösta metaller i ytvatten i Årstadal, Drevviken, Blockhusudden och Brunnsviken.


**Tabell 8.** Jämförelsemått för metaller i namngivna vattenförekomster. Observera att kursiverade jämförvärden är preliminära. Enhet µg/l.

Metall	Jämförelsemått årsmedel och (max)		Jämförelsemått årsmedel och (max)		Typ av värde
	Årstaviken	Drevviken	Blockhusudden	Brunnsviken	
Kadmium	0,09 (0,6)		0,2 (0,9)		Gränsvärde
Koppar	48 <sup>1</sup>	37 <sup>1</sup>	1,7 <sup>2</sup>		Bedömningsgrund
Krom	3,4		3,4		Bedömningsgrund
Nickel	15 <sup>1</sup> (34)		8,6 (34)		Gränsvärde
Bly	1,2 <sup>3</sup> (14)	1,2 <sup>3</sup> (14)	1,3 (14)		Gränsvärde
Zink	48 <sup>1</sup>	46 <sup>1</sup>	1,1		Bedömningsgrund

<sup>1</sup> Preliminära lokala bedömningsgrunder beräknade med Bio-Met 2.3 (EC, 2014) och parametervärden för biotillgänglighet från tabell 7.

<sup>2</sup> Preliminär lokal bedömningsgrund baserad på DOC från tabell 7 och metod angiven i HVMFS 2013:19.

<sup>3</sup> Avser biotillgänglig halt. I skrivande stund har ingen metodik för att beräkna detta påträffats.

Uppdragsnr: 10129776	Miljögiftsövervakning i Stockholms stad år 2014	
Daterad: 2015-06-08	Status: Slutversion	

Risikkvoter för varje metall har beräknats som årsmedelhalt av löst fraktion dividerat med respektives gränsvärde eller bedömningsgrund. För kadmium, nickel och bly har även risikkvoter beräknats som högsta uppmätta halt dividerat med gränsvärde för maxhalt. Resultaten presenteras i Tabell 9. En risikkvot >1 visar att halter överskrider jämförvärdet och indikerar att negativa effekter på ekosystemet kan förekomma.

Metallhalter i Årstadal och Drevviken ligger med god marginal under respektive jämförvärde (Tabell 9). Det gäller även för bly, trots att hänsyn inte tagits till biotillgänglig halt. Vid Blockhusudden och Brunnsviken ligger årsmedelhalter och/eller maxhalter av kadmium, krom, nickel och bly också med god marginal under respektive jämförvärde. Årsmedelhalter av koppar vid Blockhusudden och Brunnsviken ligger dock något över preliminär bedömningsgrund (risikkvot 1,4) och halter av zink ligger 3 respektive 4 gånger över bedömningsgrunden.

**Tabell 9.** Risikkvoter för lösta metaller i ytvatten baserat på årsmedelhalt dividerat med gränsvärde eller bedömningsgrund från Tabell 8. För kadmium, nickel och bly anges även risikkvot för högsta uppmätta halt inom parentes. Risikkvoter >1 är fetmarkerade.

Lokal	Parameter	Kadmium	Krom	Koppar	Nickel	Bly	Zink
Årstadal	med	<0,1 (<0,1)	<0,1	<0,1	0,2 (<0,1)	<0,1 (<0,1)	<0,1
Drevviken	med	<0,1 (<0,1)	<0,1	<0,1	0,2 (0,1)	<0,1 (<0,1)	<0,1
Blockhusudden	med	<0,1 (<0,1)	<0,1	<b>1,4</b>	0,2 (0,1)	<0,1 (<0,1)	<b>3,2</b>
Brunnsviken	med	<0,1 (<0,1)	<0,1	<b>1,4</b>	0,2 (<0,1)	<0,1 (<0,1)	<b>4,5</b>

#### 4.1.3 Jämförelse mot bakgrundshalter och andra lokaler

För att bedöma i vilken mån metallhalterna är lokalt förhöjda i Stockholm krävs lämpliga bakgrundshalter att jämföra mot. För Drevviken och Årstaviken har det bedömts att av tillgängliga data är Lithners m.fl. (2003) mätdata från Mälaren uppströms Stockholm (Stäket, Hässelby, Kungshatt och Klubbensborg) mest relevant (WSP, 2014a).

Därför görs här en jämförelse av årsmedel av totalhalten för respektive metall och lokal 2014 med medelvärden för totalhalter från de fyra lokalerna i Lithners m.fl. (2003), se Tabell 10. Liksom i den fördjupade utvärderingen visar jämförelsen tydligt förhöjda halter av kadmium, bly och zink samt något förhöjda halter av koppar i båda lokalerna. Påverkan är större i Årstaviken än i Drevviken för främst bly och zink. Det vore dock önskvärt med bakgrundshalter från en mer nyligen genomförd undersökning.

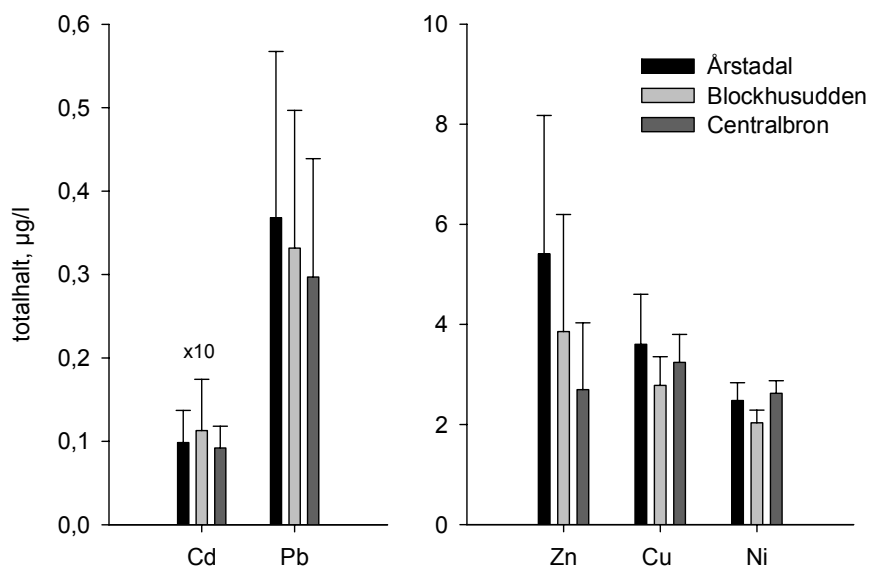
**Tabell 10.** Jämförelse av metallhalter i Drevviken och Årstaviken mot föreslagen regional bakgrundshalt baserad på Lithners m.fl. (2003). Halter anges som medelvärden av totalhalter för 2014 ( $\mu\text{g/l}$ ). Anrikningsgrad = Medelhalt/Bakgrundshalt.

Metall	Bakgrundshalt Ö Mälaren	Medelhalter 2014		Anrikningsgrad	
		Drevviken	Årstaviken	Drevviken	Årstaviken
Cd	0,003	0,0075	0,010	2,5	3,3
Cu	2,4	2,9	3,9	1,2	1,6
Ni	3,0	2,3	2,4	0,8	0,8
Pb	0,1	0,26	0,46	2,6	4,6
Zn	1,2	4,3	6,6	3,6	5,5

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 av totalhalter och lösta halter mot data från Riddarfjärden 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 2012-2013 valts ut som jämförelsemått till föreliggande data (data fanns bara tillgängligt fram till och med 2013). 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 3 jämförs data från Centralbron (2012-2013) mot data från Årstadal och Blockhusudden från år 2013 och 2014. Varken Brunnsviken eller Drevviken ingår i samma vattensystem och har därför inte ingått i denna jämförelse.

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 liksom vid 2013 års analys av miljöövervakningsdata att vara lägre vid Centralbron än vid de andra två lokalerna.



**Figur 3.** Jämförelse av geometriska medelhalter i Årstaviken 2013-2014 och Blockhusudden 2013-2014 mot Centralbron 2012-2013. Felstaplar = standardavvikelsen. Observera att värdena för kadmium har multiplicerats med 10 för att underlätta den grafiska jämförelsen. Notera skillnad i skala på y-axlarna.



#### 4.1.4 Jämförelse med tidigare års mätningar

Skillnader mellan metallhalter år 2013 och 2014 har testats med ett Mann-Whitney rank sum test. *p*-värden från testet redovisas i Tabell 11. Signifikansnivån är satt vid 5 %. Generellt har lösta halter använts i jämförelsen, men p.g.a. kontamineringsproblem från filtrering år 2013 testades skillnader för Blockhusudden respektive Brunnsviken med totalhalter för Cd, Cu, Ni och Zn och med lösta halter för Pb. På liknande sätt användes för Årstadal och Drevviken totalhalter av zink och för övriga metaller lösta halter. Kromhalter är osäkra 2014 och ingår inte denna jämförelse (se avsnitt 3.4).

Vid Blockhusudden är löst halt bly signifikant högre år 2013 jämfört med år 2014. I övrigt ses inga signifikanta skillnader i uppmätta halter mellan år 2013 och 2014 i respektive lokal. Förra årets jämförelse visade lägre totalhalt nickel vid Blockhusudden år 2013 jämfört med år 2012. I övrigt förekom inte några skillnader för ämnena mellan åren 2012 och 2013.

**Tabell 11.** Jämförelse av lösta metallhalter år 2013 och 2014 från Årstadal, Blockhusudden, Brunnsviken och Drevviken. Skillnader i halter har testats med ett Mann-Whitney rank sum test. I tabellen redovisas resultatet från testet som ett *P*-värde.  $p < 0,05$  tolkas som att skillnaden är signifikant.

Lokal/år	Parameter	Kadmium	Koppar	Nickel	Bly	Zink
<i>Årstadal</i>						
2013	Median	0,0063	3,1	2,4	0,045	5,4*
2014	Median	0,0062	3,1	2,9	0,045	6,4*
	<i>p</i> -värde	0,60	0,75	0,09	0,89	0,51
<i>Blockhusudden</i>						
2013	Median	0,014*	2,7*	2,0*	0,087	4,1*
2014	Median	0,012*	3,1*	2,1*	0,035	3,5*
	<i>p</i> -värde	0,31	0,21	0,49	<b>0,046</b>	0,62
<i>Brunnsviken</i>						
2013	Median	0,011*	2,7*	1,9*	0,068	6,3*
2014	Median	0,014*	2,5*	1,8*	0,040	5,8*
	<i>p</i> -värde	0,75	1,0	0,37	0,93	0,36
<i>Drevviken</i>						
2013	Median	0,0024	1,6	2,3	0,033	2,3*
2014	Median	0,0050	1,7	2,1	0,010	3,1*
	<i>p</i> -värde	0,50	0,67	0,44	0,31	0,58

\*Jämförelse baserad på totalhalter

#### 4.1.5 Jämförelse mot och utvärdering av kontrollmål

År 2011 beräknades kontrollmål för enskilda prov för halter av lösta metaller baserat på mätresultaten från 2010 (WSP, 2011). Syftet med dessa kontrollmål är att indikera eventuella förändringar i brist på längre tidsserier som medger trendanalys.

Kontrollmålen presenteras i (Tabell 12). 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 12.** Kontrollmål för stickprov av lösta halter av metaller i ytvatten vid Årstadal, Blockhusudden och Drevviken år 2010 (µg/l).

Kontrollmål	Kadmium	Krom	Koppar	Nickel	Bly	Zink
<i>Årstadal</i>						
95-perc	0,045	0,18	5,2	3,0	0,21	14
5-perc	0,0002	0,064	1,5	1,9	0,02	0,8
<i>Blockhusudden</i>						
95-perc	0,079	0,20	4,2	3,0	0,19	15
5-perc	0,00060	0,060	1,4	1,5	0,015	1,2
<i>Drevviken</i>						
95-perc	0,021	0,15	2,6	2,7	0,13	6,8
5-perc	0,0005	0,048	0,78	1,6	0,0057	0,71

En jämförelse av uppmätta lösta halter av metaller under år 2014 mot kontrollmålen för år 2010 redovisas i Tabell 13. Denna jämförelse indikerar inga förändringar av halter vid Årstadal eller Blockhusudden. För Drevviken indikerar resultaten ökade halter av koppar och nickel samt minskande halter av bly och zink. Krom utvärderas inte p.g.a. systematiska avvikelser i mätdata efter byte av laboratorium.

**Tabell 13.** Jämförelse av uppmätta lösta halter under år 2014 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 2014 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
Cu	0	1
Ni	0	0
Pb	1	0
Zn	0	0
<i>Blockhusudden</i>		
Cd	0	0
Cu	0	0
Ni	0	1
Pb	1	0
Zn	0	0
<i>Drevviken</i>		
Cd	0	0
Cu	0	<b>2</b>
Ni	0	<b>2</b>
Pb	<b>2</b>	0
Zn	<b>3</b>	1

Uppdragsnr: 10129776	Miljögiftsövervakning i Stockholms stad år 2014	
Daterad: 2015-06-08	Status: Slutversion	

Syftet med kontrollmålen har som beskrivs ovan varit att indikera förändringar i brist på dataunderlag från längre tidsserier som medger en statistiskt vedertagen trendanalys. Jämförelsen har varit uttalat indikativ.

I en fördjupad utvärdering av miljöövervakningsdata för åren 2009-2013 utfördes trendanalyser för totalhalter av samtliga analyserade metaller i lokalerna Årstadal, Blockhusudden och Drevviken (WSP, 2014a). I den studien kunde inga signifikanta förändringar ses för någon av metallerna vid Årstadal eller Drevviken, även med signifikansnivån satt till  $\alpha=0,1$ . Vid Blockhusudden kunde man påvisa svagt avtagande trender för koppar, nickel och zink. Slutsatserna från trendanalysen återspeglas med andra ord inte av de jämförelser med kontrollmål från år 2010 som beskrivs i ovanstående.

Inte heller om man beaktar att trendanalyserna utfördes på totalhalter och omfattade mätningar fram till och med år 2013 ges en samstämmig bild av förändring mellan trendanalysen och jämförelse med kontrollmål. Vid den årliga utvärderingen av 2013 års data gjordes jämförelse av resultat med kontrollmål för år 2010 baserat på totalhalter. Då antydde utvärderingen att det inte skett några förändringar i Blockhusudden, medan alla metaller utom kadmium förekom i halter som antydde en ökning i Drevviken samt att nickelhalter ökade i Årstadal.

Det bedöms här som att trendanalyser över flera år ger en mer rättvisande bild av hur metallhalter förändras, än om kontrollmålen baserade på ett års 95:e och 5:e percentiler används. I fortsatta årsutvärderingar rekommenderas därför att jämförelser mot kontrollmål och mellan enstaka år (avsnitt 4.1.4) utgår och ersätts med trendanalyser.


#### 4.1.6 Samvariationen mellan totalhalt metaller och turbiditet

I samband med provtagningar av ytvattenprover 2013 och 2014 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 2014 redovisas i bilaga 4. Statistiska samband mellan turbiditet och metallhalter testades med linjär regressionsanalys. I analyserna har samtliga data från 2013 och 2014 använts för samtliga lokaler.

Ett samband med turbiditet kan främst förväntas förekomma för de metaller som främst påvisas i partikulär fas d.v.s. bly och eventuellt krom och kadmium. De statistiska analyserna påvisade samband mellan turbiditet och total metallhalt för bly vid Brunnsviken ( $p<0,05$ ). Förklaringsgraden var dock mycket låg ( $r^2=0,17$ ). Övriga metaller visade inga signifikanta samband mellan turbiditet och totalhalt i någon lokal. En varierande grumlighet verkar således ha liten eller ingen påverkan på totalhalter av metaller i ytvatten i dessa mätningar.

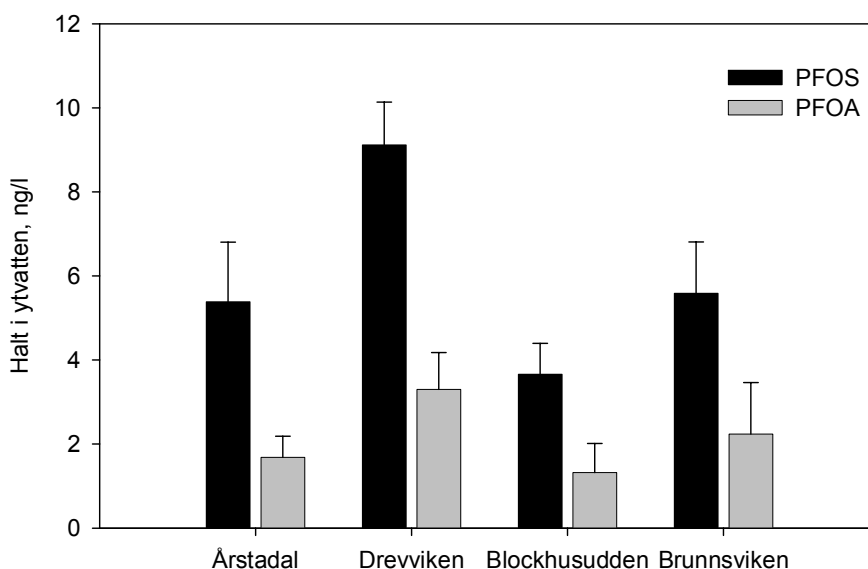
#### 4.2 Perfluorerade ämnen i ytvatten

I detta kapitel redovisas och utvärderas resultaten från analyser av PFOS och PFOA samt ytterligare åtta perfluorerade ämnen i ytvatten år 2014. Resultaten redovisas också i bilaga 3. Medelhalter och standardavvikelser av PFOS och PFOA från respektive lokal presenteras i Figur 4.

Uppdragsnr: 10129776	Miljögiftsövervakning i Stockholms stad år 2014	
Daterad: 2015-06-08	Status: Slutversion	

PFOS detekterades i samtliga prover från alla lokaler. PFOA detekterades i samtliga prover utom augusti och oktober månad vid Blockhusudden. Vid Drevviken och Brunnsviken var halter av PFOS signifikant lägre år 2014 än 2013. I övrigt ses inga mätbara skillnader mellan åren.

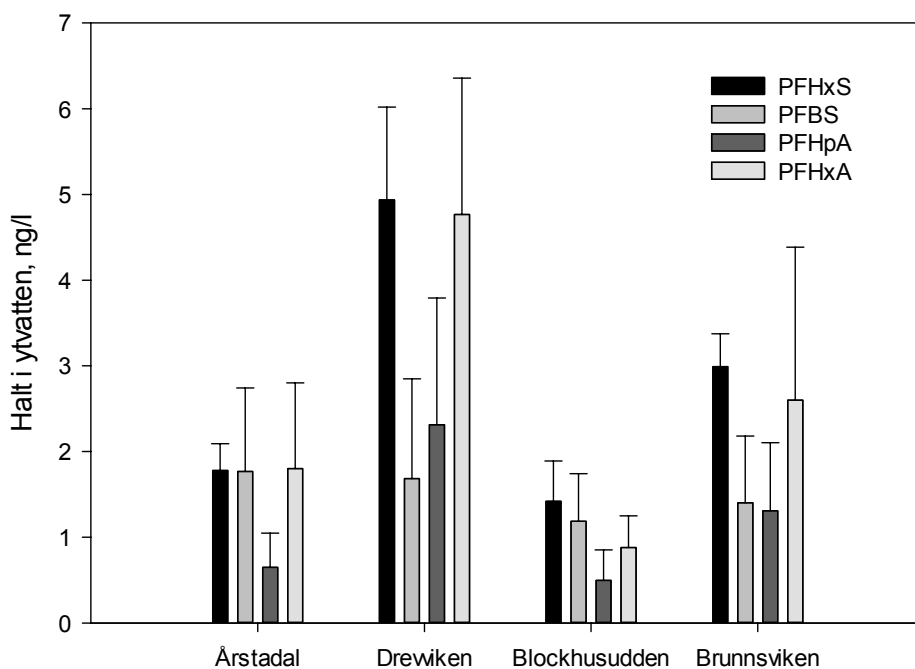
Ytvattenhalter av PFOS var signifikant högre i Drevviken än vid Årstadal, Blockhusudden och Brunnsviken samt signifikant högre vid Årstadal och Brunnsviken än vid Blockhusudden. Halter av PFOA var högre vid Drevviken än vid Årstadal och Blockhusudden. Generellt ser fördelningen av halter mellan lokaler ut som vid 2013 års mätningar, förutom att medelhalten av PFOS vid Brunnsviken var lägre relativt de andra lokalerna år 2014 än 2013.



**Figur 4.** Halter av PFOS och PFOA år 2014 redovisade som medelhalt +standardavvikelse, n=12.

År 2014 har förutom PFOS och PFOA även PFBS, PFHxS, PFDS, PFHxA, PFHpA, PFNA, PFDA och PFUnDA ingått i analys av ytvattenprover från mars, juni, juli september och oktober. PFOSA analyserades även vid ett tillfälle i mars. PFDS, PFOSA, PFNA, PFDA och PFUnDA var under respektive ämnes rapporteringsgräns i samtliga prover från de olika lokalerna. PFBS, PFHxS, PFHxA och PFHpA kunde detekteras i merparten av de analyserade proverna. Medelvärden av dessa ämnen för de olika lokalerna presenteras i Figur 5. I relation till PFOS är halter av övriga ämnen generellt hälften så höga. Medelhalter av övriga perfluorerade ämnen är dock osäkra, eftersom de endast baseras på fem mätvärden.

Antalet analyserade prover för övriga perfluorerade ämnen är för lågt för en statistisk analys. Halterna tenderar dock, liksom för PFOS och PFOA, vara högre vid Drevviken än i övriga lokaler. I jämförelse med halter uppmätta år 2013 tycks den relativa förekomsten av PFHxA vara högre år 2014.

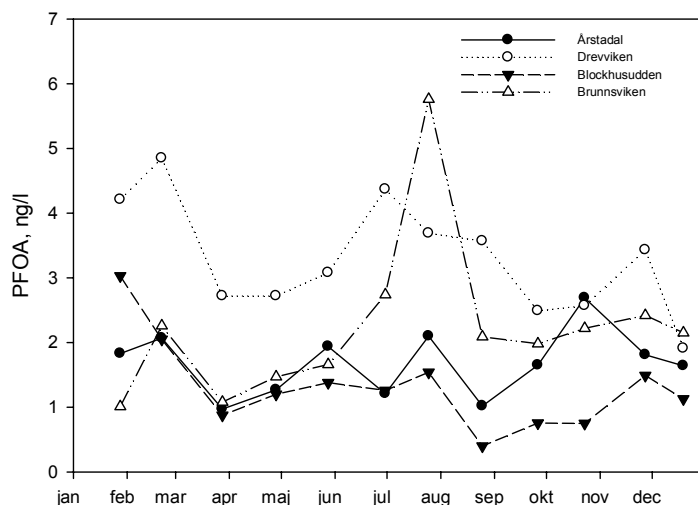


**Figur 5.** Halter av övriga perfluorerade ämnen år 2014 redovisade som medelhalt + stdav, n=5.

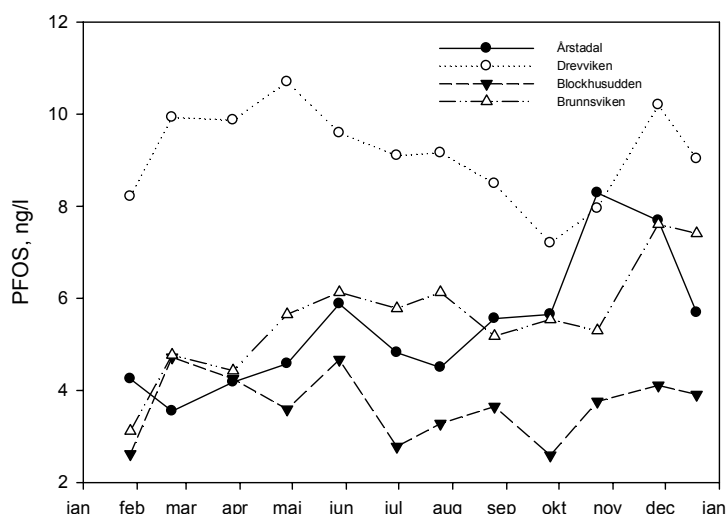
Årstidsvariationer av PFOS och PFOA presenteras i Figur 6 respektive Figur 7. År 2012 och 2013 noterades en samvariation av halter av PFOA mellan flera olika lokaler över tid. Denna samvariation var inte lika tydlig vid årets mätningar. En statistiskt signifikant samvariation förekommer endast mellan PFOA-halter i Drevviken respektive Blockhusudden (Figur 7). Liksom tidigare år är samvariationen för PFOS mellan lokalerna låg. År 2014 ses en positiv samvariation mellan halter av PFOS i Årstadal respektive Brunnsviken (Figur 6). Vid förra årets mätningar förekom ett negativt samband mellan PFOS-halter i dessa lokaler.

Sammanfattningsvis kan sägas att det inte förekommer några tydliga tidsmässigt återkommande mönster i haltvariationer eller samvariation i halter mellan lokaler för PFOS eller PFOA.





Figur 6. Årstidsvariationer av PFOA i ytvatten i de olika lokalerna år 2014.



Figur 7. Årstidsvariationer av PFOS i ytvatten i de olika lokalerna år 2014.

#### 4.2.1 Jämförelse mot gränsvärden

I Tabell 14 jämförs uppmätta årsmedelhalter av PFOS och PFOA i ytvatten vid de olika lokalerna mot gräns- eller riktvärden. PFOS omfattas av gränsvärden för ytvatten enligt HVMFS 2015:4. 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. Detta ger väldigt låga gränsvärden som är lägre än bakgrundshalter i många regioner. Klassificering av ytvattenförekomster avseende PFOS ska ske första gången senast den 22 december 2018 (HVMFS 2015:4). PFOA omfattas inte av gränsvärden men i Norge har förslag till riktvärden tagits fram med samma metodik som för PFOS (KLIF, 2012). För övriga ämnen som analyserats i ytvatten saknas effektbaserade riktvärden.

**Tabell 14.** Medelhalter av PFOS och PFOA år 2014 jämfört med gränsvärden för årsmedelvärde (AA) för PFOS (HVMFS 2013:19) samt Norska föreslagna riktvärden för PFOA (KLIF, 2012).

Ämne	Medelhalt (ng/l)				Jämförvärden (ng/l)	
	Årstaviken	Blockhusudden	Drevviken	Brunnsviken	Gränsvärde AA <sup>1</sup> inlandsytvatten	Gränsvärde AA <sup>1</sup> andra ytvatten
PFOS	5,4	3,7	9,1	5,6	0,65	0,13
PFOA	1,7	1,3	3,3	2,2	(50)	(10)

<sup>1</sup> Jämförvärden som anges inom parantes har inte status som gränsvärde.

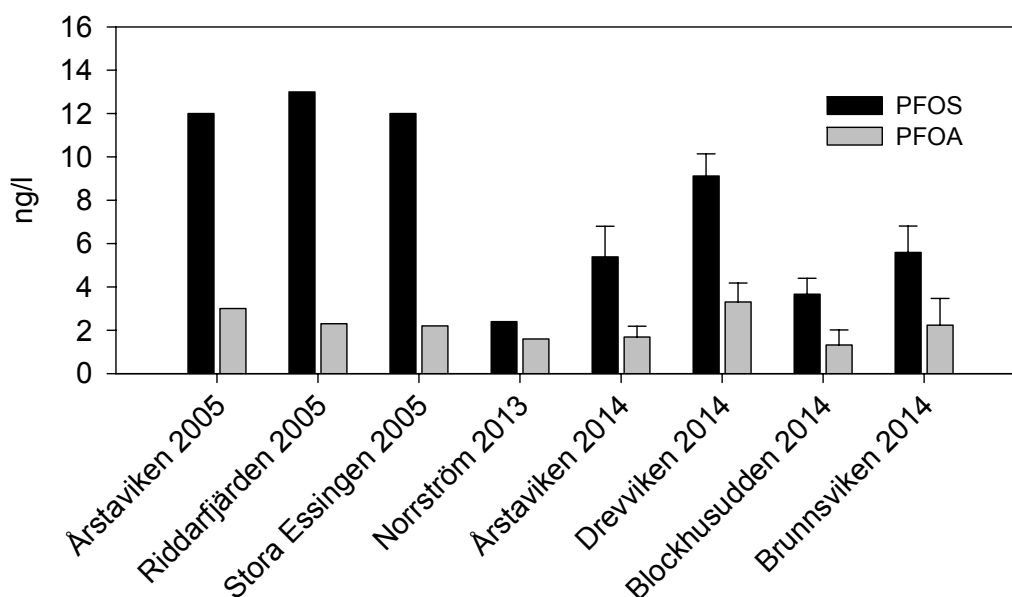
Årsmedelhalter av PFOS i samtliga lokaler ligger långt över motsvarande gränsvärde (Tabell 14). Högsta uppmätta halter av PFOS i respektive lokal överskrider dock inte maximala acceptabla koncentrationen (gränsvärde för maximal tillåten koncentration inlandsytvatten 36 ng/l och andra ytvatten 7,2 ng/l). Uppmätta halter av PFOA ligger med god marginal under förslag till riktvärden för årsmedelhalt och maxhalt (riktvärde motsvarande gränsvärde för maximal halt inlandsytvatten 570 000 ng/l och andra ytvatten 57 000 ng/l).

#### 4.2.2 Jämförelse mot andra mätningar

Tidigare mätningar av PFOS och PFOA i svenska ytvatten har gjorts dels i tidigare nationella screeningprogram och dels inom ramen för forskningsprojektet RE-PATH (IVL, 2006; IVL, 2010; IVL, 2013). Under 2013 genomfördes en omfattande screeningundersökning avseende perfluorerade ämnen i Svenska ytvatten (SLU, 2014).

I det nationella screeningprogrammet 2005 analyserades bland annat prover från urbana områden runt Stockholm, bland dem Årstaviken som även ingår i 2014 års miljögiftsövervakning. I screeningundersökningen från 2013 analyserades ytvatten från Norrström i Stockholm. I Figur 8 presenteras en jämförelse av 2014 års årsmedelhalter av PFOS och PFOA med tidigare uppmätta halter av ämnena i Stockholm i screeningprogrammet 2005 och 2013. På grund av att dataunderlaget i screeningundersökningarna endast utgörs av ett prov från respektive lokal kan inga säkra slutsatser dras av jämförelsen. Resultaten antyder dock att halterna av PFOS i ytvatten runt Stockholm har minskat sedan 2005 medan halter av PFOA tycks oförändrade.

I Naturvårdsverkets screeningundersökning år 2013 undersöktes halter av perfluorerade ämnen i 41 vattendrag med olika närhet till urbana miljöer längs hela Sveriges kustnära inland. I dessa mätningar var lägsta-, median- och maxvärden för PFOS: <0,03, 0,35 och 6,9 ng/l samt för PFOA: 0,09, 0,67 och 4,2 ng/l. De årsmedelhalter av PFOS och PFOA som uppmätts i de olika lokalerna i 2012-2014 års miljögiftsövervakning ligger i den översta delen av intervallet av 2013 års screeningdata. Ytvatten runt Stockholms stad har således en hög belastning av perfluorerade ämnen i jämförelse med övriga delar av landet.



**Figur 8.** Rapporterade ytvattenhalter av PFOS och PFOA i enstaka prover från 2005 och 2013 års screening (IVL, 2006; SLU, 2014) samt årsmedelvärden och standardavvikelse av PFOS och PFOA 2014 i de undersökta lokalerna.

#### 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.

En jämförelse av uppmätta halter av PFOS och PFOA under år 2014 mot kontrollmålen för år 2012 indikerar inga avvikelser.

**Tabell 15.** Kontrollmål för stickprov av totalhalter av PFOS och PFOA (ng/l) i ytvatten vid Årstadal, Blockhusudden och Drevviken år 2012.

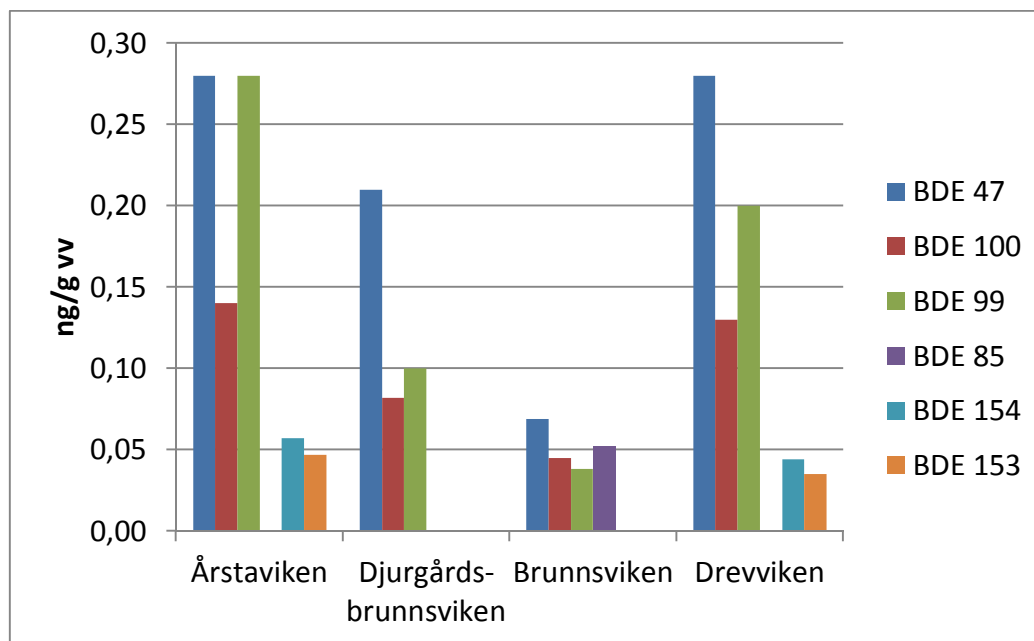
Kontrollmål	PFOS	PFOA
<b>Årstadal</b>		
95-perc	16	3,2
5-perc	3,5	0,37
<b>Blockhusudden</b>		
95-perc	17	2,4
5-perc	1,5	0,38
<b>Drevviken</b>		
95-perc	18	4,5
5-perc	6,1	1,8

## 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.

### 5.1 Halter av bromerade organiska ämnen i muskel

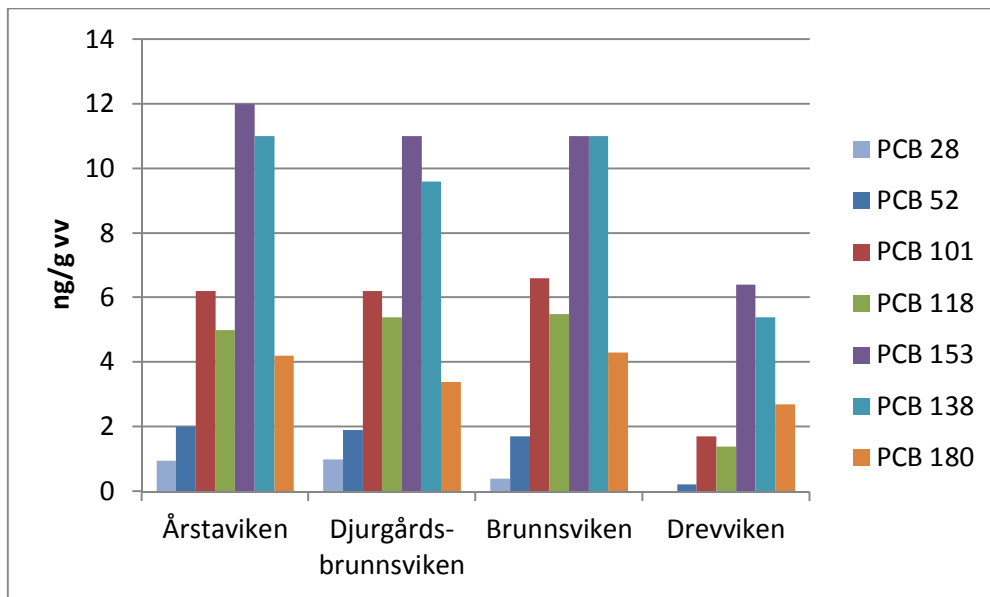
Bromerade flamskyddsmedel förekommer i abborrmuskel från samtliga undersökta lokaler (Figur 9). BDE 47, BDE 99 och BDE 100 påträffas i samtliga prov. BDE 47 dominerar generellt sammansättningen i de olika lokalerna, följt av BDE 99 och därefter BDE 100. I Årstaviken och Drevviken förekommer även BDE 153 och 154 i kvantifierbara halter samt i Brunnsviken BDE85. BDE 209 och HBCD förekom inte i halter över rapporteringsgräns i något prov, vilket innebär att halterna var lägre än 0,1 respektive 0,2 ng/g våtvikt. Summan av analyserade kongener återges i Tabell 16.



**Figur 9.** Halter (ng/g våtvikt) av bromerade organiska ämnen i samlingsprov av muskel från abborre 2014. I figuren presenteras samtliga resultat med halter över rapporteringsgränsen.

### 5.2 Halter av klorerade organiska ämnen i muskel

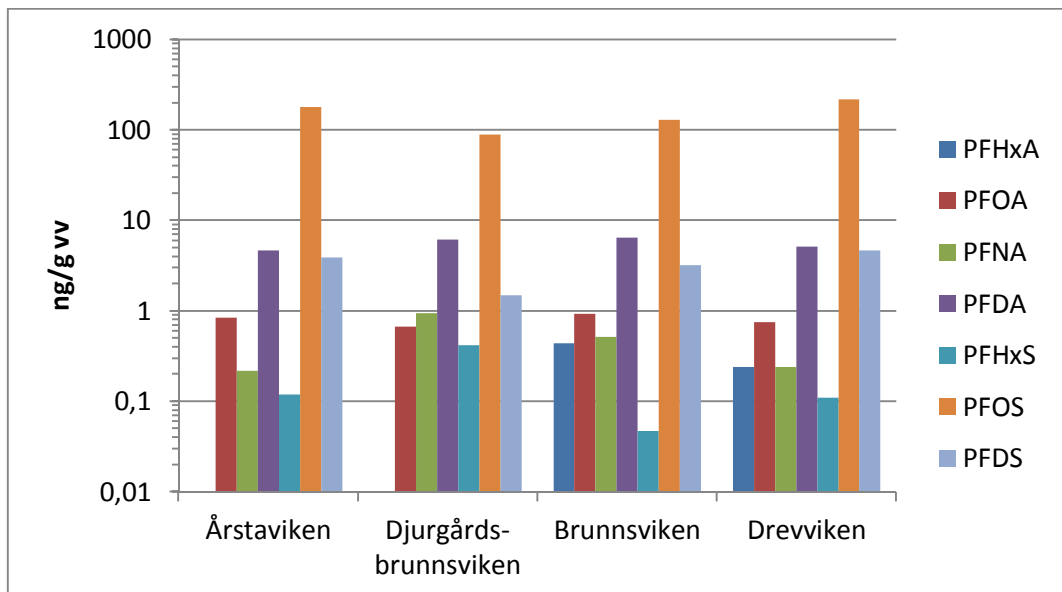
PCB förekommer i abborrmuskel från samtliga undersökta lokaler (Figur 10). Samtliga analyserade kongener påträffas i halter över rapporteringsgränsen i samtliga lokaler, med undantag av PCB 28 i Drevviken. Generellt är haltmönstret av olika kongener detsamma i samtliga lokaler, med högst halter av PCB 153 följt av PCB 138, 101, 118, 180 52 och 28 i fallande ordning. Summan av analyserade kongener återges i Tabell 16.



Figur 10. Halter (ng/g våtvikt) av PCB i samlingsprov av muskel från abborre 2014.

### 5.3 Halter av perfluorerade ämnen i lever

Perfluorerade ämnen förekommer i abborrelever från samtliga undersökta lokaler. Av de analyserade perfluorerade ämnena förekom PFOS, PFDA, PFDS, PFOA, PFNA och PFHxS i samtliga lokaler. PFHxA detekterades i Brunnsviken och Drevviken. PFHpA, PFUnDA och PFBS kunde inte detekteras i någon av lokalerna. Generellt är haltmönstret av olika perfluorerade ämnen detsamma i samtliga lokaler, med klart högst halter av PFOS följt av PFDA, PFDS, PFOA och PFNA i fallande ordning.



Figur 11. Halter (ng/g våtvikt) av perfluorerade ämnen i samlingsprov av lever från abborre 2014. Observera att skalan är logaritmisk. I figuren presenteras samtliga resultat med halter över rapporteringsgränsen.



## 5.4 Jämförelse mellan lokaler och tidigare års mätningar

Uppmätta halter av PCB-7, penta-BDE<sup>3</sup> och PFOS 2014 presenteras i Tabell 16 tillsammans med uppmätta halter 2010 och 2013<sup>4</sup>. Uppmätta halter 2014 ligger generellt inom samma haltintervall som tidigare år. En översiktlig jämförelse av halterna av penta-BDE mellan lokalerna de senaste 2 åren visar på högst halter av penta-BDE i Årstaviken följt av Drevviken, Djurgårdsbrunnsviken samt lägst halter i Brunnsviken. PCB-halter de senaste 2 åren visar på högre halter i Årstaviken och Brunnsviken än i Djurgårdsbrunnsviken och Drevviken. Resultaten av PFOS från 2014 visar på något högre halter i Årstaviken och Drevviken än i Djurgårdsbrunnsviken och Brunnsviken. Tidigare har resultat av PFOS visat på högre halter i Drevviken än övriga lokaler och detta mönster syns även i ytvatten.

HBCD detekterades i ett fåtal prov från Djurgårdsbrunnsviken år 2010, men har i övriga lokaler och övriga år inte detekterats i halter över rapporteringsgränsen.

Jämfört med resultat från år 2013 är halter av PFOS i fisklever år 2014 i samtliga lokaler utom Årstaviken ca 3 ggr lägre (Tabell 16). Även i ytvatten var PFOS lägre 2014 än 2013, vad gäller Drevviken och Brunnsviken. penta-BDE i Brunnsviken är ca 2 ggr lägre år 2014 än år 2013. I Djurgårdsbrunnsviken är halter av samtliga organiska ämnen en faktor 2 eller mer lägre än år 2010. Skillnader i halter kan vara påverkad av att storleken på analyserade fiskar varierat något, men det är knappast den enda förklaringen till observerade haltvariationer. I övrigt ses inga tydliga skillnader i halter mellan de olika åren.

**Tabell 16.** Uppmätta halter av penta-BDE och PCB-7 (ng/g våtvikt) i abborrmuskel och PFOS i abborrlever (ng/g våtvikt) från samtliga ingående lokaler i delprogram I åren 2010, 2013 och 2014. Brunnsviken har bara ingått i programmet från år 2013 och har bara analyserats som samlingsprov.

Lokal	År	Antal	Längd (cm)	Vikt (g)	Fetthalt muskel (%)	Σpenta-BDE (ng/g vv)	ΣPCB7 (ng/g vv)	PFOS (ng/g vv)
Årstaviken	2010	10	25 ± 1,4	190 ± 32	0,7	0,98 ± 0,59	47 ± 27	270 ± 120
Årstaviken	2013	10	17 ± 0,7	43 ± 7,0	0,6	1,1	49	190
Årstaviken	2014	10	16 ± 0,7	41 ± 5,6	n.d.	0,80	42	180
Djurgårdsbrunnsviken	2010	10	27 ± 2,8	250 ± 95	0,4	0,90 ± 0,48	86 ± 43	568 ± 459
Djurgårdsbrunnsviken	2013	10	23 ± 2,4	160 ± 48	0,7	0,48	34	310
Djurgårdsbrunnsviken	2014	10	16 ± 1,0	40 ± 5,9	n.d.	0,39	39	90
Drevviken	2010	5	23 ± 0,6	150 ± 23	0,4	0,51 ± 0,07	21 ± 5,9	464 ± 96
Drevviken	2013	10	17 ± 1,1	51 ± 9,7	0,6	0,73	26	560
Drevviken	2014	10	16 ± 1,4	41 ± 9,9	n.d.	0,69	18	220
Brunnsviken	2013	10	17 ± 0,9	44 ± 6,4	0,7	0,34	54	360
Brunnsviken	2014	10	15 ± 0,8	37 ± 4,8	n.d.	0,15	41	130

<sup>3</sup> Penta-BDE representeras av kongenerna 28, 47, 99, 100, 153 och 154, i enlighet med 2013/39/EU.

<sup>4</sup> Resultaten från abborrar insamlade 2011 och 2012 redovisas inte eftersom analyser av PCB och PBDE från dessa år bedömts vara felaktiga (WSP, 2014a).

## 5.5 Uppmätta halter jämfört med bakgrundshalter och jämförvärden

Uppmätta halter av PCB i abborrmuskel och PFOS i abborrlever i samtliga undersökta lokaler ligger långt över regionala bakgrundshalter (lokaler påverkade av regional diffus påverkan), se Tabell 17. Även halter av PBDE ligger i samtliga lokaler utom Brunnsviken över regionala bakgrundshalter. Halter av PBDE i Brunnsviken ligger inom det övre haltintervallet av regionala bakgrundshalter. 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 17.** Medelhalter PCB-7 och penta-BDE i muskel och PFOS i lever hos abborre jämfört med koncentrationsintervall av medelhalter från regionala bakgrundslokaler inom det nationella miljöövervakningsprogrammet samt gränsvärden.

Ämne	Uppmätta halter 2014 (ng/g vv)				Jämförvärden	
	Årstaviken	Djurgårds-brunnsviken	Drevviken	Brunnsviken	Regional bakgrundslokal	Gränsvärde <sup>3</sup>
PCB-7	42	39	18	41	0,5-1 <sup>1</sup>	125
Penta-BDE	0,8	0,39	0,69	0,15	0,02-0,13 <sup>1</sup>	0,0085
PFOS	180	90	220	130	7-11 <sup>2</sup>	155 <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Data från nationella miljöövervakningen för Stensjön, Stora Envättern, Övre Skärsjön samt Älgsjön. Utförare: Naturhistoriska riksmuseet; Datavärd: www.ivl.se

<sup>2</sup> Koncentrationsintervallet för PFOS representerar medelhalter mellan 2007-2012. Regionala bakgrundshalter utgörs av halter i abborre från sjöarna Tärnan och Stora envättern i Stockholms län.

<sup>3</sup> PFOS och Penta-BDE omfattas av gränsvärden i form av miljö kvalitetsnormer för ytvatten och PCB-7 omfattas av gränsvärde för livsmedel (HVMFS, 2013:19, uppdaterade 2015-05-01).

<sup>4</sup> Gränsvärde för PFOS (9,1 ng/g vv i ätliga delar) är omräknat för lever enligt NRM, 2014.

Vid jämförelse av uppmätta halter 2014 mot gällande gränsvärden framgår att halter av PCB-7 är lägre än gränsvärdet (Tabell 17). Halter av penta-BDE ligger långt över gränsvärdet, så även i bakgrundslokaler. Gränsvärde för PFOS avser ätliga delar av fisken, varför det inte är helt jämförbart mot uppmätta halter i lever. Eftersom mätningar av perfluorerade ämnen ofta utförs på fisklever har förhållandet mellan halter i muskel och lever studerats i flera fiskarter för att kunna ta fram gränsvärden för lever (NRM, 2014). För abborre finns ett linjärt samband mellan halter i muskel och lever och en faktor på 17 har använts av NRM för att ta fram gränsvärden för lever. Antaget detta förhållande så innebär det att gränsvärdet överskrids i Årstaviken och Drevviken. Tidigare år har uppmätta halter av PFOS legat över gränsvärdet i samtliga lokaler.

## 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:

- Det har tidigare år förekommit kontamineringsproblem med metaller vid filtrering av ytvattenprov, så även under januari 2014 vilket lett till att analysresultat från januari uteslutits ur utvärderingen.
- Från och med juni 2014 anlitas Alcontrol istället för ALS för analyser avseende metaller i ytvatten. Efter bytet tycks kromhalter för perioden juni-december 2014 vara högre än vad som rapporterats tidigare. Resultaten indikerar en systematisk avvikelse jämfört med resultat januari-maj 2014, varför kromhalter generellt uteslutits i utvärderingen av halter förutom vid jämförelse mot bedömningsgrunder.
- Det finns inga platsspecifika mätdata avseende hårdheten ( $\text{CaCO}_3$ ) i ytvatten i de olika lokalerna. Denna parameter behövs för bestämning av vilket gränsvärde som ska användas för utvärdering av kadmiumhalter.
- Nya gränsvärden och bedömningsgrunder för metaller i ytvatten avser i vissa fall biotillgänglig fraktion. Det finns idag ingen vedertagen metodik för beräkning av biotillgänglig fraktion i inlandsytvatten, men rekommendationer ges att pH, kalcium och löst organsikt kol (DOC) ska användas vid uppskattningen. För ”andra ytvatten” ska DOC användas för beräkning av biotillgänglig halt. Dessa parametrar ingår inte i mätprogrammet idag varför värden från andra undersökningar och lokaler använts vid uppskattning av biotillgänglig fraktion, vilket ger osäkerheter i beräknade lokala bedömningsgrunder.
- Det saknas nyare mätdata på regionala bakgrundshalter av metaller i ytvatten, vilket ger osäkerheter i bedömningen av påverkan.

## 7 Rekommendationer

Miljöövervakningsprogrammet för ytvatten rekommenderas utökas med följande:

- Analys av alkalinitet vid några tillfällen under året i samtliga lokaler
- Analys av kalcium och pH månadsvis i Årstaviken och Drevviken
- Analys av DOC månadsvis i samtliga lokaler
- Referenslokal för metaller i ytvatten


Fortsatt utvärdering av förändringar över tid bör utföras med regression istället för jämförelse mellan år och kontrollmål.

WSP Environmental

2015-06-08

Ann Helén Österås

Mats Allmyr

Uppdragsnr: 10129776	Miljögiftsövervakning i Stockholms stad år 2014	
Daterad: 2015-06-08	Status: Slutversion	

## 8 Referenser

- EC, 2014. Technical guidance to implement bioavailability-based environmental quality standards for metals.
- HVMFS 2013:19. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten. Uppdaterad 2015-05-01.
- HVMFS 2015:4. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om ändring i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten.
- 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.
- IVL, 2013. Årsrapport 2013 för projektet RE-PATH. Mätningar av PFAS i närområdet till Stockholm-Arlanda Airport och Göteborg Landvetter Airport. IVL B2148.
- Jönsson A., 2011. Ni, Cu, Zn, Cd and Pb in sediments in the city-centre of Stockholm, Sweden. Origins, deposition rates and bioavailability. IVL B2013.
- KLIF, 2012. Utkast til Bakgrunnsdokument for utarbeidelse av miljøkvalitetsstandarder og klassifisering av miljøgifter i vann, sediment og biota. Rapport TA 3001.
- Lithner G., Nolm K. och Ekström C. 2003. Metaller och organiska miljögifter i vattenlevande organismer och deras miljö i Stockholm 2001. ITM rapport 108.
- NRM, 2014. Distribution of PFAS in liver and muscle of herring, perch, cod, eelpout, arctic char, and pike from limnic and marine environments in Sweden. Report nr 9:2014.
- SLU, 2014. Screening av perfluoralkylerade ämnen och flamskyddsmedel i svenska vattendrag.
- WSP, 2008. Underlag till program för miljögiftsövervakning i Stockholms sjöar och vattendrag. Uppdragsnr. 10100026.
- WSP, 2011. Miljögiftsövervakning av ytvatten och fisk i Stockholms stad – sammanställning för år 2010. Uppdrags nr. 10129776.
- WSP, 2012. Miljögiftsövervakning av ytvatten i Stockholms stad – sammanställning för år 2011. Uppdragsnr. 10129776.
- WSP, 2014a. Tillståndet i Stockholms ytvatten – utvärdering av miljöövervakningsdata från 2009-2013. Uppdragsnr. 10201107.
- WSP, 2014b. Miljögiftsövervakning av ytvatten och fisk i Stockholm Stad – sammanställning för år 2013. Uppdragsnr. 10129776.

## Bilaga 1. Rapporteringsgränser för analyser


Tabell 18. Rapporteringsgränser för utförda analyser i ytvatten.

Ämne	Matris	Enhet	Rapporteringsgräns
Kadmium, Cd	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,002/0,01*
Krom, Cr	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,01/0,02*
Koppar, Cu	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,1/0,05*
Nickel, Ni	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,05/0,2*
Bly, Pb	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,01/0,02*
Zink, Zn	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,2/1,0*
PFBS, perfluorbutansulfonat	Vatten ofiltrerat	ng/l	0,1-0,6
PFHxS, perfluorhexansulfonat	Vatten ofiltrerat	ng/l	0,1-0,6
PFOS, perfluoroktansulfonat	Vatten ofiltrerat	ng/l	0,1-1
PFDS, perfluorodekansulfonat	Vatten ofiltrerat	ng/l	0,01-0,3
PFOSA, perfluorooktansulfonamid	Vatten ofiltrerat	ng/l	1,0
PFHxA, perfluorhexansyra	Vatten ofiltrerat	ng/l	0,4-2,5
PFHpA, perfluorheptansyra	Vatten ofiltrerat	ng/l	0,2-1
PFOA, perfluoroktansyra	Vatten ofiltrerat	ng/l	0,2-1,5
PFNA, perfluorononan syra	Vatten ofiltrerat	ng/l	0,3-1,2
PFDA, perfluorodekan syra	Vatten ofiltrerat	ng/l	0,4-1
PFUnDA, perfluoroundekan syra	Vatten ofiltrerat	ng/l	0,2-0,6

\*Rapporteringsgräns ALS/ALcontrol

Tabell 19. Rapporteringsgränser för utförda analyser i fisk.

Ämne	Matris	Enhet	Rapporteringsgräns
PBDE 47	Fiskmuskel	ng/g vv	
PBDE 85	Fiskmuskel	ng/g vv	
PBDE 99	Fiskmuskel	ng/g vv	
PBDE 100	Fiskmuskel	ng/g vv	
PBDE 153	Fiskmuskel	ng/g vv	
PBDE 154	Fiskmuskel	ng/g vv	
PBDE 209	Fiskmuskel	ng/g vv	
HBCD, hexabromcyklododekan	Fiskmuskel	ng/g vv	
PCB 28	Fiskmuskel	ng/g vv	0,01
PCB 52	Fiskmuskel	ng/g vv	0,01
PCB 101	Fiskmuskel	ng/g vv	0,01
PCB 118	Fiskmuskel	ng/g vv	0,01
PCB 138	Fiskmuskel	ng/g vv	0,007
PCB 153	Fiskmuskel	ng/g vv	0,007
PCB 180	Fiskmuskel	ng/g vv	0,007

Uppdragsnr: 10129776	Miljögiftsövervakning i Stockholms stad år 2014	
Daterad: 2015-06-08	Status: Slutversion	

Ämne	Matris	Enhet	Rapporteringsgräns
PFHxA, perfluorhexan syra	Fisklever	ng/g vv	0,1
PFHpA, perfluoroheptan syra	Fisklever	ng/g vv	0,2
PFOA, perfluoroktan syra	Fisklever	ng/g vv	0,3
PFNA, perfluorononan syra	Fisklever	ng/g vv	0,02
PFDA, perfluorodekan syra	Fisklever	ng/g vv	0,1
PFUnDA, perfluoroundekan syra	Fisklever	ng/g vv	0,04
PFBS, perfluorobutan sulfonat	Fisklever	ng/g vv	0,01
PFHxS, perfluorhexan sulfonat	Fisklever	ng/g vv	0,01
PFOS, perfluoroktan sulfonat	Fisklever	ng/g vv	0,4
PFDS, perfluorodekan sulfonat	Fisklever	ng/g vv	0,1



## Bilaga 2. Sammanställning metallanalyser ytvatten

### Årstadal

**Tabell 20.** 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 2014-01-28	0,0114	0,217	3,64	2,68	0,532	10,4
Årstadal 2014-02-21	0,00735	0,192	2,46	2,18	0,146	3,37
Årstadal 2014-03-28	0,0123	0,176	3,12	2,54	0,234	8,4
Årstadal 2014-04-28	0,00467	0,119	2,7	2,25	0,138	1,92
Årstadal 2014-05-28	0,00607	0,148	2,43	2,2	0,318	2,27
Årstadal 2014-06-30	0,013	0,17	3,7	2,2	0,51	4,9
Årstadal 2014-07-25	0,013	0,31	5,9	2,4	0,84	7,8
Årstadal 2014-08-25	<0,01	0,16	4,4	2,3	0,51	6,1
Årstadal 2014-09-26	0,013	0,38	4,4	2,3	0,62	8
Årstadal 2014-10-23	<0,01	0,32	3,7	2,3	0,55	6,6
Årstadal 2014-11-27	0,011	0,21	3,5	2,3	0,34	5,2
Årstadal 2014-12-19	0,019	0,32	6,6	2,7	0,76	14
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	10	12	12	12	12	12
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,019	0,38	6,6	2,7	0,84	14
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,010	0,23	3,9	2,4	0,46	6,6
<i>CV (%)</i>	44	37	33	8	55	53

**Tabell 21.** 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 2014-01-28	0,0043	0,13	2,52	2,3	0,0251	3,84
Årstadal 2014-02-21	0,00732	0,109	2,38	2,27	0,0155	3,21
Årstadal 2014-03-28	0,00844	0,133	2,74	2,34	0,0176	5,19
Årstadal 2014-04-28	<0,002	0,102	2,72	2,15	0,0373	1,26
Årstadal 2014-05-28	0,00445	0,115	2,24	2,11	0,043	2,2
Årstadal 2014-06-30	<0,01	0,21	3,1	2,2	0,062	3,0
Årstadal 2014-07-25	0,011	0,13	4,8	2,4	0,12	6,6
Årstadal 2014-08-25	<0,01	0,17	3,4	2,2	0,074	4,1
Årstadal 2014-09-26	0,012	0,39	3,7	2,2	0,077	5,1
Årstadal 2014-10-23	<0,01	<0,05	3,2	2,4	0,046	4,8
Årstadal 2014-11-27	0,01	0,059	3	2,3	0,06	4,2
Årstadal 2014-12-19	0,013	0,097	5,4	2,6	0,037	11
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	8	11	12	12	12	12
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,013	0,39	5,4	2,6	0,12	11
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,0072	0,14	3,3	2,3	0,051	4,5
<i>CV (%)</i>	51	66	29	6	58	55
<i>Andel löst halt (%)</i>	73	66	86	97	12	72

## Blockhusudden

**Tabell 22.** 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 2014-01-28	0,0051	0,183	3,2	2,38	0,243	2,96
Blockhusudden 2014-02-21	0,01	0,15	2,01	1,9	0,207	2,39
Blockhusudden 2014-03-28	0,0125	0,155	2,21	2,23	0,183	2,02
Blockhusudden 2014-04-28	0,00331	0,0735	2,03	1,97	0,146	0,919
Blockhusudden 2014-05-28	0,00812	0,148	2,93	2,26	0,396	3,21
Blockhusudden 2014-06-30	0,014	0,24	2,9	1,9	0,52	5,3
Blockhusudden 2014-07-25	0,017	0,43	3,7	1,9	0,67	7,3
Blockhusudden 2014-08-25	0,024	0,35	4,1	2,1	0,51	8,1
Blockhusudden 2014-09-26	0,015	0,4	3,2	1,9	0,41	7,3
Blockhusudden 2014-10-23	<0,01	0,34	3,1	2,1	0,36	4
Blockhusudden 2014-11-27	0,011	0,3	3,1	2,2	0,36	3,2
Blockhusudden 2014-12-19	0,014	0,28	3,3	2,2	0,34	3,8
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	11	12	12	12	12	12
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,024	0,43	4,1	2,4	0,67	8,1
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,012	0,25	3,0	2,1	0,36	4,2
<i>CV (%)</i>	50	45	21	8	43	55

**Tabell 23.** 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 2014-01-28	0,0108*	0,182	6,09*	3,31*	0,0192	9,37*
Blockhusudden 2014-02-21	0,00864	0,097	1,89	1,99	0,0205	2,65
Blockhusudden 2014-03-28	0,00716	0,107	1,82	2,11	0,0145	2,19
Blockhusudden 2014-04-28	<0,002	0,0908	1,93	1,93	0,0211	1,21
Blockhusudden 2014-05-28	0,00768	0,104	2,26	2,08	0,0329	3,85
Blockhusudden 2014-06-30	<0,01	0,35	2,4	1,8	0,061	1,3
Blockhusudden 2014-07-25	0,014	0,2	2,9	2,0	0,083	5,4
Blockhusudden 2014-08-25	0,022	0,36	3,2	1,9	0,057	6,4
Blockhusudden 2014-09-26	0,014	0,34	2,6	1,8	0,033	6,5
Blockhusudden 2014-10-23	<0,01	<0,05	2,7	2,3	0,039	3,5
Blockhusudden 2014-11-27	0,011	0,14	2,6	2,1	0,037	2,6
Blockhusudden 2014-12-19	<0,01	0,14	2,7	2,3	0,039	2,8
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	8	12	12	12	12	12
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,022	0,36	3,2	2,3	0,083	6,5
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,0091	0,18	2,5	2,0	0,038	3,5
<i>CV (%)</i>	64	63	18	8	53	54
<i>Andel löst halt (%)</i>	73	76	84	102	10	89

\*Avvikande värden som ej ingår i statistisk sammanställning.

## Drevviken

**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
Drevviken 2014-01-28	0,0065	0,235	1,97	2,64	0,126	2,63
Drevviken 2014-02-21	0,00808	0,215	1,48	2,31	0,236	3,75
Drevviken 2014-03-28	0,00374	0,099	1,52	2,42	0,145	3
Drevviken 2014-04-28	<0,002	0,09	1,97	2,26	0,0765	2,23
Drevviken 2014-05-28	0,0212	0,127	7,67	3,46	0,474	17
Drevviken 2014-06-30	0,013	0,15	4,4	2,9	0,46	6,2
Drevviken 2014-07-25	<0,01	0,24	3,6	2,2	0,49	3,2
Drevviken 2014-08-25	<0,01	0,082	3,6	1,9	0,27	3,5
Drevviken 2014-09-26	0,012	0,26	3,1	1,9	0,32	4,2
Drevviken 2014-10-23	<0,01	0,25	2,3	2	0,25	2,4
Drevviken 2014-11-27	<0,01	0,17	1,2	2	0,14	1,4
Drevviken 2014-12-19	<0,01	0,18	1,4	2,1	0,13	2,0
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	6	12	12	12	12	12
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,021	0,26	7,7	3,5	0,49	17
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,0075	0,18	2,9	2,3	0,26	4,3
<i>CV (%)</i>	72	37	64	20	57	98

**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
Drevviken 2014-01-28	0,0034	0,153	1,62	2,71	0,0185	2,56
Drevviken 2014-02-21	0,0054	0,108	1,27	2,29	0,0195	3,66
Drevviken 2014-03-28	0,00337	0,119	1,4	2,24	<0,01	1,95
Drevviken 2014-04-28	<0,002	0,0746	1,81	2,19	<0,01	1,84
Drevviken 2014-05-28	0,0142	0,102	5,97	3,27	0,0489	14,1
Drevviken 2014-06-30	<0,01	0,16	3,2	2,7	0,033	3,1
Drevviken 2014-07-25	<0,01	<0,05	2,2	2	0,052	1,3
Drevviken 2014-08-25	<0,01	<0,05	1,8	1,8	<0,02	<1
Drevviken 2014-09-26	<0,01	0,14	2	1,8	<0,02	1,4
Drevviken 2014-10-23	<0,01	<0,05	1,5	2	<0,02	<1
Drevviken 2014-11-27	<0,01	<0,05	1	1,9	<0,02	<1
Drevviken 2014-12-19	<0,01	0,05	1,3	2,1	<0,02	1,1
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	4	8	12	12	5	9
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,014	0,16	6,0	3,3	0,052	14
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,0052	0,084	2,1	2,3	0,019	2,7
<i>CV (%)</i>	-	63	65	20	85	138
<i>Andel löst halt (%)</i>	80	54	77	96	7	56

## Brunnsviken

**Tabell 26.** Totalhalter av metaller ( $\mu\text{g/l}$ ) i ytvatten från Brunnsviken samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	Cd tot	Cr tot	Cu tot	Ni tot	Pb tot	Zn tot
Brunnsviken 2014-01-28	0,0225	0,185	3,05	36,7*	0,278	7,38
Brunnsviken 2014-02-21	0,0162	0,127	2,36	1,87	0,265	6,94
Brunnsviken 2014-03-28	0,0358	0,125	2,27	1,69	0,241	10,1
Brunnsviken 2014-04-28	0,0109	0,153	3,96	1,95	0,307	5,18
Brunnsviken 2014-05-28	0,0253	0,261	2,58	1,66	1,13	3,83
Brunnsviken 2014-06-30	0,014	0,31	2,7	1,8	0,68	3,8
Brunnsviken 2014-07-25	0,013	0,44	2,8	1,8	0,5	2,6
Brunnsviken 2014-08-25	0,011	0,41	2,5	1,8	0,38	3,7
Brunnsviken 2014-09-26	0,01	0,37	2,2	1,6	0,27	4,6
Brunnsviken 2014-10-23	0,012	0,43	2,4	1,6	0,37	6,4
Brunnsviken 2014-11-27	0,014	0,34	2,3	1,8	0,27	6,8
Brunnsviken 2014-12-19	0,019	0,35	3,4	2,0	0,59	12
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	12	12	12	12	12	12
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,036	0,44	4,0	2,0	1,1	12
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,017	0,29	2,7	1,8	0,44	6,1
<i>CV (%)</i>	45	41	19	7	59	46

\*Avvikande värde som ej ingår i statistisk sammanställning.

**Tabell 27.** Lösta halter av metaller ( $\mu\text{g/l}$ ) i ytvatten från Brunnsviken samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	Cd löst	Cr löst	Cu löst	Ni löst	Pb löst	Zn löst
Brunnsviken 2014-01-28	0,0216	0,171	2,71	2,62	0,0397	7,06
Brunnsviken 2014-02-21	0,0174	0,0604	2,66	1,84	0,0305	9,42
Brunnsviken 2014-03-28	0,0255	0,0936	1,8	1,75	0,0193	8,97
Brunnsviken 2014-04-28	0,0136	0,102	3,2	1,77	0,0846	2,4
Brunnsviken 2014-05-28	0,00582	0,0881	1,71	1,53	0,213	1,3
Brunnsviken 2014-06-30	0,012	0,35	2,5	1,8	0,38	2,8
Brunnsviken 2014-07-25	<0,01	0,3	2,7	1,9	0,24	1,7
Brunnsviken 2014-08-25	<0,01	0,42	2,0	1,6	0,056	2,2
Brunnsviken 2014-09-26	0,012	0,35	2,2	1,7	0,04	3,7
Brunnsviken 2014-10-23	<0,01	0,097	1,8	1,8	0,031	4,4
Brunnsviken 2014-11-27	0,014	0,18	1,9	1,8	0,031	5,8
Brunnsviken 2014-12-19	0,015	0,21	2,4	2	0,035	9,3
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	9	12	12	12	12	12
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,026	0,42	3,2	2,6	0,38	9,4
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,013	0,20	2,3	1,8	0,10	4,9
<i>CV (%)</i>	53	61	20	15	115	63
<i>Andel löst halt (%)</i>	78	69	85	100	20	76

## Bilaga 3. Sammanställning analyser perfluorerade ämnen i ytvatten

### Årstadal

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

Provbeteckning	PFBS	PFHxS	PFOS	PFDS	PFOSA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnDA
Årstadal 2014-01-28			4,25					1,83			
Årstadal 2014-02-21			3,55					2,07			
Årstadal 2014-03-28	<0,4	1,67	4,18	<0,1	<1	<2,5	<0,3	0,973	<0,3	<0,4	<0,4
Årstadal 2014-04-28			4,58					1,27			
Årstadal 2014-05-28			5,88					1,94			
Årstadal 2014-06-30	2,3	1,71	4,82	<0,3		<2,5	1,04	1,21	<1,2	<0,5	<0,2
Årstadal 2014-07-25	2,07	1,45	4,5	<0,13		0,859	<1	2,1	<0,6	<1	<0,6
Årstadal 2014-08-25			5,56					1,02			
Årstadal 2014-09-26	2,72	1,78	5,65	<0,01		2,05	1,08	1,65	<0,5	<0,5	<0,4
Årstadal 2014-10-23	1,55	2,29	8,29	<0,3		3,48	0,472	2,69	<0,5	<1	<0,6
Årstadal 2014-11-27			7,69					1,81			
Årstadal 2014-12-19			5,69					1,64			
<i>Anta&gt;rapp.gr.</i>	4	5	12	0	0	3	3	12	0	0	0
<i>Max (ng/l)</i>	2,7	2,3	8,3			3,5	1,1	2,7			
<i>Medel (ng/l)</i>	1,8	1,8	5,4					1,7			
<i>CV (%)</i>		17	26					30			

### Blockhusudden

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

Provbeteckning	PFBS	PFHxS	PFOS	PFDS	PFOSA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnDA
Blockhusudden 2014-01-28			2,62					3,03			
Blockhusudden 2014-02-21			4,72					2,05			
Blockhusudden 2014-03-28	<0,4	2,15	4,25	<0,1	<1	<2,5	<0,3	0,877	<0,3	<0,4	<0,4
Blockhusudden 2014-04-28			3,59					1,2			
Blockhusudden 2014-05-28			4,67					1,38			
Blockhusudden 2014-06-30	1,46	1,11	2,78	<0,3		<2,5	1,04	1,26	<1,2	<0,5	<0,2
Blockhusudden 2014-07-25	1,39	1,53	3,28	<0,13		<0,8	<1	1,54	<0,6	<1	<0,6
Blockhusudden 2014-08-25			3,65					<0,8			
Blockhusudden 2014-09-26	1,36	0,923	2,59	<0,01		0,676	0,587	0,756	<0,5	<0,5	<0,4
Blockhusudden 2014-10-23	1,52	1,38	3,76	<0,3		0,821	0,203	<1,5	<0,5	<1	<0,6
Blockhusudden 2014-11-27			4,11					1,49			
Blockhusudden 2014-12-19			3,91					1,13			
<i>Anta&gt;rapp.gr.</i>	4	5	12	0	0	2	3	12	0	0	0
<i>Max (ng/l)</i>	1,5	2,2	4,7			0,82	1,0	3,0			
<i>Medel (ng/l)</i>	1,4	1,4	3,7					1,3			
<i>CV (%)</i>		33	20					52			

L:\365x\2009\10129776 Analysjämnar för miljögiftsövervakning\C-Genomförande\23-Skisser-Utkast\Miljögiftsövervakning 2014\Miljögiftsövervakning ytvatten och fisk Stockholm 2014.docx

## Drevviken

**Tabell 30.** Totalhalter (ng/l) av PFOS, PFOA och övriga analyserade perfluorerade ämnen i ytvatten från Drevviken samt statistisk sammanställning.

Provbeteckning	PFBS	PFHxS	PFOS	PFDS	PFOSA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnDA
Drevviken 2014-01-28			8,21					4,21			
Drevviken 2014-02-21			9,9					4,85			
Drevviken 2014-03-28	<0,4	6,41	9,9	<0,1	<1	3,1	<0,3	2,72	<0,3	<0,4	<0,4
Drevviken 2014-04-28			10,7					2,72			
Drevviken 2014-05-28			9,59					3,08			
Drevviken 2014-06-30	2,0	5,34	9,1	<0,3		6,17	3,98	4,37	<1,2	<0,5	<0,2
Drevviken 2014-07-25	1,58	5,2	9,16	<0,13		6,42	3,26	3,69	<0,6	<1	<0,6
Drevviken 2014-08-25			8,49					3,57			
Drevviken 2014-09-26	3,39	3,87	7,20	<0,01		4,98	2,48	2,49	<0,5	<0,5	<0,4
Drevviken 2014-10-23	1,25	3,86	7,95	<0,3		3,2	1,69	2,57	<0,5	<1	<0,6
Drevviken 2014-11-27			10,2					3,43			
Drevviken 2014-12-19			9,03					1,91			
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	4	5	12	0	0	5	4	12	0	0	0
<i>Max (ng/l)</i>	3,4	6,4	11			6,4	4,0	4,9			
<i>Medel (ng/l)</i>	2,1	4,9	9,1			4,8	2,9	3,3			
<i>CV (%)</i>		22	11			33		27			

## Brunnsviken

**Tabell 31.** Totalhalter (ng/l) av PFOS, PFOA och övriga analyserade perfluorerade ämnen i ytvatten från Brunnsviken samt statistisk sammanställning.


Provbeteckning	PFBS	PFHxS	PFOS	PFDS	PFOSA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnDA
Brunnsviken 2014-01-28			3,12					1,01			
Brunnsviken 2014-02-21			4,8					2,26			
Brunnsviken 2014-03-28	<0,4	3,53	4,4	<0,1	<1	<2,5	<0,3	1,08	<0,3	<0,4	<0,4
Brunnsviken 2014-04-28			5,7					1,47			
Brunnsviken 2014-05-28			6,13					1,66			
Brunnsviken 2014-06-30	1,7	2,48	5,78	<0,3		<2,5	1,57	2,74	<1,2	<0,5	<0,2
Brunnsviken 2014-07-25	1,34	3,01	6,13	<0,13		5,55	2,33	5,76	<0,6	<1	<0,6
Brunnsviken 2014-08-25			5,18					2,09			
Brunnsviken 2014-09-26	2,33	2,82	5,54	<0,01		2,85	1,43	1,98	<0,5	<0,5	<0,4
Brunnsviken 2014-10-23	1,41	3,11	5,30	<0,3		2,2	1,06	2,22	<0,5	<1	<0,6
Brunnsviken 2014-11-27			7,61					2,42			
Brunnsviken 2014-12-19			7,41					2,15			
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	4	5	12	0	0	3	4	12	0	0	0
<i>Max (ng/l)</i>	2,3	3,5	7,6			5,6	2,3	5,8			
<i>Medel (ng/l)</i>	1,7	3,0	5,6				1,6	2,2			
<i>CV (%)</i>		13	22					55			



## Bilaga 4. Sammanställning av uppmätt turbiditet

**Tabell 32.** Turbiditet (NTU) i ytvatten vid samtliga provtagningstillfällen och lokaler.

Provdatum	Årstadal	Blockhusudden	Drevviken	Brunnsviken
2014-01-28	3,0	2,3	1,8	1,6
2014-02-21	3,5	2,4	2,4	2,4
2014-03-28	2,7	2,7	2,6	1,5
2014-04-28	1,8	2,8	2,2	2,4
2014-05-28	2,3	1,7	2,1	5,3
2014-06-30	1,7	2,6	1,9	0,8
2014-07-25	0,8	1,9	3,0	0,6
2014-08-25	1,3	1,9	4,3	1,1
2014-09-26	2,4	1,4	4,1	0,9
2014-10-23	2,6	1,3	2,1	1,4
2014-11-27	1,5	1,4	0,9	1,0
2014-12-19	3,4	2,1	1,1	1,3

Uppdragsnr: 10129776	Miljögiftsövervakning i Stockholms stad år 2014	
Daterad: 2015-06-08	Status: Slutversion	

## Bilaga 5. Sammanställning provuppgifter fisk

Tabell 33. Provpuppgifter för abborrar som använts i samlingsprov (n=10) för analys.

Provlokal	Parameter	Individens (n=10) vikt, längd och kön										Med	CV%
Årstaviken	Kroppsvikt (g)	36,3	41,5	42,2	38,8	50,7	44,3	37,3	42,6	44,7	30,2	41	14
	Totallängd (cm)	15,8	16,7	16,6	16,3	17,8	16,8	15,2	16,5	16,5	15,7	16	4,3
	Kön	Samtliga hona											
	Ålder (år)	4	4	5	7	9	6	8	5	4	7		
	Parasitangrepp	Riklig parasitförekomst hos samtliga											
Djurgårds-brunnsviken	Kroppsvikt (g)	49,8	39	36,6	42,3	33,8	34,3	33,2	48,4	43,6	39,8	40	15
	Totallängd (cm)	17,9	16,4	15,6	15,4	15	14,5	14,8	16,4	16,2	15,4	16	6,3
	Kön	Hona	Hona	Hane	Hona	Hona	Hane	Hane	Hona	Hona	Hona		
	Ålder (år)	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5		
	Parasitangrepp	Inga rapporterade											
Drevviken	Kroppsvikt (g)	34,5	33,6	34,5	49,7	46,8	48,8	29,8	38,1	61,4	35,6	41	24
	Totallängd (cm)	15,8	14,4	15,3	17,3	17,1	17,2	14	16	18	15	16	8,4
	Kön	Hona	Hona	Hona	Hona	Hona	Hona	Hane	Hona	Hona	Hona		
	Ålder (år)	4	4	3	4	5	5	4	5	5	4		
	Parasitangrepp	Inga rapporterade											
Brunnsviken	Kroppsvikt (g)	37,5	35,4	37,1	37,8	42,6	38,4	34,9	30	29,5	44,9	37	13
	Totallängd (cm)	n.d.	14,1	15,8	15	16,4	15,5	15,3	14,5	14,5	16,4	15	5,4
	Kön	Hona	Hane	Hona	Hona	Hona	Hane	Hane	Hane	Hane	Hona		
	Ålder (år)	5	4	6	4	4	5	12	7	6	5		
	Parasitangrepp	Liten parasitförekomst hos samtliga											

## Bilaga 6. Sammanställning analysdata fisk

**Tabell 34.** Uppmätta halter av polyklorerade bifenyler i muskel hos abborre (ng/g färskvikt).

	Årstaviken	Djurgårdsbrunnsviken	Drevviken	Brunnsviken
PCB 28	0,95	1	<0,04	0,4
PCB 52	2,0	1,9	0,23	1,7
PCB 101	6,2	6,2	1,7	6,6
PCB 118	5	5,4	1,4	5,5
PCB 153	12	11	6,4	11
PCB 138	11	9,6	5,4	11
PCB180	4,2	3,4	2,7	4,3
<b>Summa PCB7</b>	<b>42</b>	<b>39</b>	<b>18</b>	<b>41</b>

**Tabell 35.** Uppmätta halter av bromerade flamskyddsmedel i muskel hos abborre (ng/g färskvikt).

	Årstaviken	Djurgårdsbrunnsviken	Drevviken	Brunnsviken
PBDE 47	0,28	0,21	0,28	0,069
PBDE 99	0,28	0,1	0,2	0,038
PBDE 100	0,14	0,082	0,13	0,045
PBDE 85	0,057	<0,027	0,044	<0,026
PBDE 153	0,047	<0,027	0,035	<0,026
PBDE 154	<0,027	<0,027	<0,027	0,052
PBDE 209	<0,075	<0,074	<0,074	<0,11
<b>Summa 7 PBDE</b>	<b>0,80</b>	<b>0,39</b>	<b>0,69</b>	<b>0,20</b>
HBCD*	<0,22	<0,21	<0,22	<0,31

**Tabell 36.** Uppmätta halter av perfluorerade ämnen i lever hos abborre (ng/g färskvikt).

	Årstaviken	Djurgårdsbrunnsviken	Drevviken	Brunnsviken
PFHxA	<0,1	<0,1	0,24	0,44
PFHpA	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
PFOA	0,85	0,67	0,76	0,93
PFNA	0,22	0,95	0,24	0,52
PFDA	4,7	6,2	5,2	6,5
PFUnDA	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
PFBS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PFHxS	0,12	0,42	0,11	0,047
PFOS	180	90	220	130
PFDS	3,9	1,5	4,7	3,2