



## Miljögiftsövervakning i Stockholms Stad år 2011

UNITED  
BY OUR  
DIFFERENCE



### RAPPORT

Miljögiftsövervakning av ytvatten i Stockholms Stad  
– sammanställning för år 2011

Miljöförvaltningen, Stockholms Stad

2012-02-10

Upprättad av: Ann Helén Österås, John Sternbeck

Granskad av: Sofia Frankki

## RAPPORT

# Miljögiftsövervakning av ytvatten i Stockholms Stad – sammanställning för år 2011 Miljöförvaltningen, Stockholms Stad

### Kund

Miljöanalysenheten  
Miljöförvaltningen, Stockholm Stad  
Box 8136  
104 20 Stockholm

### Konsult

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

### Kontaktpersoner

Uppdragsansvarig: Ann Helén Österås, 08-688 67 38

Specialist: John Sternbeck, 08-688 63 19

Foto framsida: Årstaviken, Magnus Sannebro

## Sammanfattning

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

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

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

Under år 2011 har delprogram I genomförts med analyser av ytvatten. Fisk har även insamlats och provbankats för samlad analys av prioriterade organiska ämnen senare inom programmet. De ytvattenlokaler som ingår i delprogram I är Årstadal i Mälaren, Blockhusudden i Saltsjön och Drevviken.

Under år 2011 har månatliga mätningar (jan-dec) utförts av metaller (kadmium, krom, koppar, bly, nickel och zink) och alkylfenoler (nonylfenol och oktylfenol) i ytvatten. Under hösten 2011 insamlades abborre för provbankning hos Naturhistoriska riksmuseet.

Uppmätta halter av nonylfenol och lösta metaller i ytvatten under år 2011 ligger under miljökvalitetsnormerna eller föreslagna gränsvärden. Resultaten från 2011 liknar de från 2010. Det råder i stort sett inga skillnader i årsmedelhalter av metaller mellan dessa år och fördelningen mellan löst och partikulär fas är också likartad. Endast vid Årstadal ses en skillnad med högre årsmedelhalter av zink 2011 jämfört med 2010. Halter av alkylfenoler är fortsatt låga och ligger under rapporteringsgränsen i samtliga 3 undersökta lokaler år 2011.

Skillnader i halter mellan lokalerna kan ses för bly, nickel, koppar och kadmium. För de ämnen som uppvisar geografiska skillnader är det generellt Drevviken som har lägst halter och Årstaviken högst halter. Undantag gäller dock för kadmium där halterna är högst vid Blockhusudden. En preliminär bedömning av uppmätta halter mot naturliga bakgrundshalter tyder också 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.

Uppdragsnr: 10129776		
Daterad: 2012-02-10	Status: Slutversion	

## INNEHÅLL

1	INLEDNING.....	5
2	MÄTPROGRAM ÅR 2011 .....	5
3	METODBESKRIVNING.....	6
3.1	PROVTAGNING OCH PROVBEREDNING.....	6
3.1.1	<i>Ytvatten</i> .....	6
3.1.2	<i>Fisk</i> .....	6
3.2	ANALYSER YTVATTEN .....	6
3.3	KVALITETSSÄKRING.....	7
3.4	SÄRSKILDA HÄNDELSER/AVVIKELSER.....	7
3.5	STATISTISK BEARBETNING .....	8
4	RESULTAT OCH UTVÄRDERING.....	8
4.1	METALLER I YTVATTEN.....	8
4.1.1	<i>Årstadal</i> .....	8
4.1.2	<i>Blockhusudden</i> .....	10
4.1.3	<i>Drevviken</i> .....	11
4.1.4	<i>Samvariationen mellan olika metaller</i> .....	12
4.1.5	<i>Jämförelse mellan lokaler samt mot rikt- och gränsvärden</i> .....	12
4.1.6	<i>Jämförelse mot andra lokaler</i> .....	13
4.1.7	<i>Jämförelse med uppmätta halter år 2010</i> .....	15
4.1.8	<i>Jämförelse mot och utvärdering av kontrollmål</i> .....	16
4.2	ALKYLFENOLER I YTVATTEN .....	17
5	REFERENSER.....	19
	BILAGA 1. RAPPORTERINGSGRÄNSER FÖR ANALYSER.....	20
	BILAGA 2. SAMMANSTÄLLNING METALLANALYSER YTVATTEN .....	21

## 1 Inledning

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

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

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

WSP Environmental har på uppdrag av Stockholms miljöförvaltning sammanställt och utvärderat utförda analyser för år 2011. Resultaten från detta presenteras i denna rapport.

## 2 Mätprogram år 2011

Under år 2011 har delprogram I genomförts med analyser av ytvatten och provbankning av fisk. De lokaler som ingår i delprogram 1 redovisas i Tabell 1. Ytvatten och fisk har provtagits vid samma provlokaler som tidigare år.

**Tabell 1.** Provlokaler för ytvatten och fisk år 2010.

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

Programmets omfattning avseende matriser och analyser i de tre lokalerna år 2011 presenteras i Tabell 2. Månatliga mätningar (jan-dec) har utförts av metaller och alkylfenoler i ytvatten. Abborre (*Perca Fluviatilis*) insamlades under hösten 2011 och har provbankats hos Naturhistoriska riksmuseet för senare analyser av PCB, PBDE, HBCD och PFOS.

**Tabell 2.** Mätprogrammets omfattning år 2011.

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

### 3 Metodbeskrivning

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

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

#### 3.1 Provtagning och provberedning

##### 3.1.1 Ytvatten

Under år 2011 provtogs ytvatten en gång per månad vid de tre lokalerna Årstadal, Blockhusudden och Stortorp.

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

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

##### 3.1.2 Fisk

Abborrar insamlades under hösten 2011. Fiskarna provbankas hos Naturhistoriska riksmuseet fram till samlad analys senare inom övervakningsprogrammet. Provlokal, fångstmetod och fångsdatum redovisas i Tabell 3.


**Tabell 3.** Fångstmetod och fångsdatum för de olika lokalerna.

Lokal	Fångstmetod	Fångsdatum
Årstaviken (Årstadal)	Jigg	2011-10-23
Djurgårdsbrunnsviken	Spö-mete	2011-08-27
Drevviken	Nätfiske	2011-09-10

#### 3.2 Analyser ytvatten

Analyser av metaller och alkylfenoler i ytvatten har utförts hos ALS Scandinavia AB löpande under år 2011. 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).

Uppdragsnr: 10129776		
Daterad: 2012-02-10	Status: Slutversion	

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

### 3.3 Kvalitetssäkring

För att kvalitetssäkra analyser av ytvatten så har fältblankar analyserats avseende metaller vid tre tillfällen under år 2011 (juli, nov och dec). Resultaten redovisas i tabellen nedan.

Analys av fältblankar från 2011 visar generellt att kontamineringen av proven är liten. I juli 2011 detekterades zink i ett filtrerat prov och kadmium och bly i ett annat filtrerat prov. I december detekterades bly och zink i samtliga 3 ofiltrerade prov och koppar i ett ofiltrerat prov. Uppmätta halter låg vid båda tillfällena (juli och december) strax över rapporteringsgränsen. I november detekterades inga metaller i fältblankarna.

**Tabell 4.** Analysresultat från filtrerade och ofiltrerade fältblankar från juli, november och december 2011.

Lokal	Datum	Filtrerad	Cd (µg/l)	Cr (µg/l)	Cu (µg/l)	Ni (µg/l)	Pb (µg/l)	Zn (µg/l)
Saltsjön	2011-07-21	Ja	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	0,309
Drevviken	2011-07-21	Ja	0,0026	<0.01	<0.1	<0.05	0,014	<0.2
Årstaviken	2011-11-16	Nej	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	<0.2
Saltsjön	2011-11-15	Nej	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	<0.2
Årstaviken	2011-11-16	Ja	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	<0.2
Saltsjön	2011-11-15	Ja	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	<0.2
Drevviken	2011-11-14	Ja	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	<0.2
Årstaviken	2011-12-07	Nej	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	0,0131	0,333
Saltsjön	2011-12-07	Nej	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	0,0108	0,237
Drevviken	2011-12-13	Nej	<0.002	<0.01	0,103	<0.05	0,0138	0,258
Årstaviken	2011-12-07	Ja	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	<0.2
Saltsjön	2011-12-07	Ja	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	<0.2
Drevviken	2011-12-13	Ja	<0.002	<0.01	<0.1	<0.05	<0.01	<0.2

### 3.4 Särskilda händelser/avvikelser

Under provtagningen år 2011 har ett prov från Årstaviken avseende alkylfenolanalyser utgått p.g.a. att provkärnen sprack vid transport till laboratoriet. I övrigt har inga särskilda händelser avseende provtagning och analyser rapporterats under år 2011.

### 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 (CV1) 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-parameteriska 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 ickeparametrisk envägs-ANOVA. I de fall då signifikant resultat uppnås och det är grafiskt svårtolkat vilka lokaler som orsakar resultatet (dvs om 2 eller 3 grupper skiljer sig åt) har post hoc test utförts med parade ickeparametriska t-test (U-test); Wilcoxon parat rangsummetest (teckentest). Wilcoxon test har endast använts vid signifikant skillnad i Kruskal-Wallis.

## 4 Resultat och utvärdering

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

### 4.1 Metaller i ytvatten

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

#### 4.1.1 Årstadal

En statistisk sammanställning av totalhalter av metaller respektive lösta fraktionen metaller vid Årstadal för år 2011 redovisas i bilaga 2. I Figur 1 redovisas beräknade medelhalter och standardavvikelser.

---

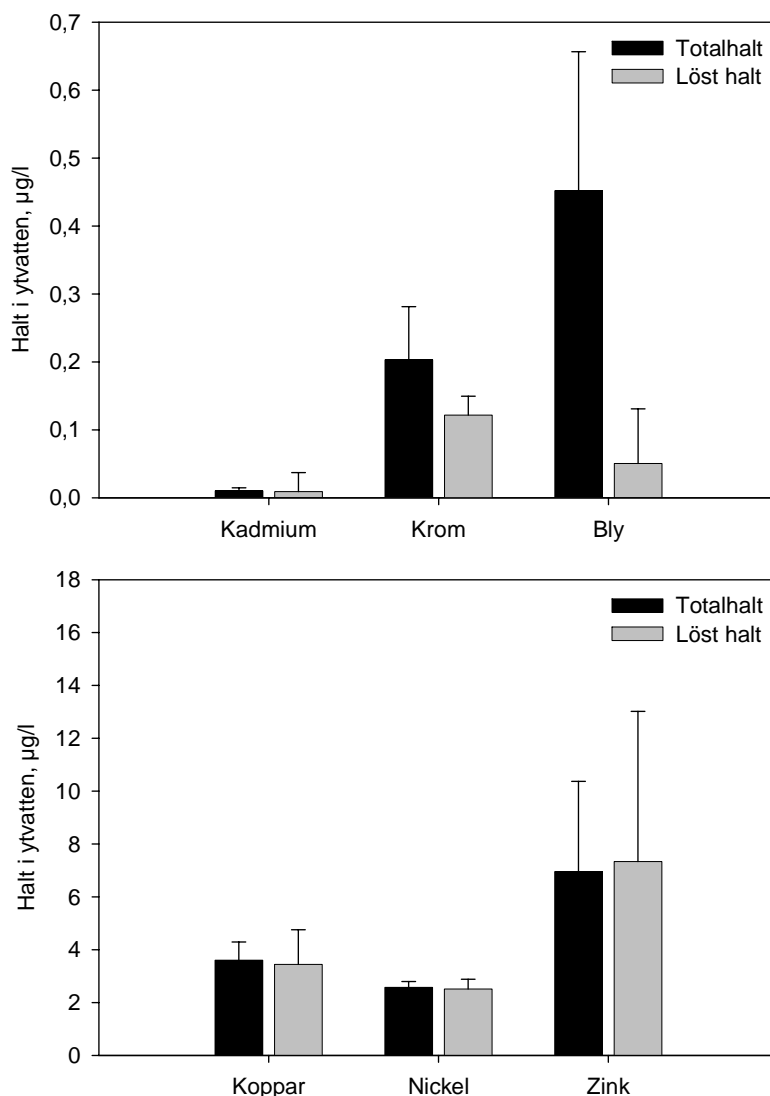
<sup>1</sup> Variationskoefficienten beräknas som standardavvikelse dividerat med medelvärde. Ett högt värde visar att variabiliteten mellan enskilda prov är hög, och indikerar att data inte är normalfördelade.



I samtliga prov påträffades metaller i totalhalter över rapporteringsgränsen. För alla metaller utom kadmium påträffades lösta halter över rapporteringsgränsen i samtliga prov, medan för kadmium i 11 av 12 prov.

Under år 2011 är variationen i totalhalter av metaller relativt låg för samtliga metaller, med  $CV < 50\%$ . För lösta halter är variationen något större, men för samtliga ligger den under  $85\%$ . Högst är variationen för zink och kadmium och lägst för nickel ( $CV \leq 15\%$ ).

Andelen löst fraktion utgör en stor andel av den totala halten för koppar, nickel och zink (90, 97 respektive 95 %). Även för kadmium är den lösta halten stor med 83 % av den totala halten. För krom är andelen löst fraktion något lägre med 68 % av den totala halten. Lägst andel löst halt har bly med endast 10 % av den totala halten. Dessa tendenser överensstämmer väl med resultat från föregående år.



**Figur 1.** Totalhalter och lösta halter av metaller i Årstadal år 2011 redovisade som medelhalt + stdav, n=12.

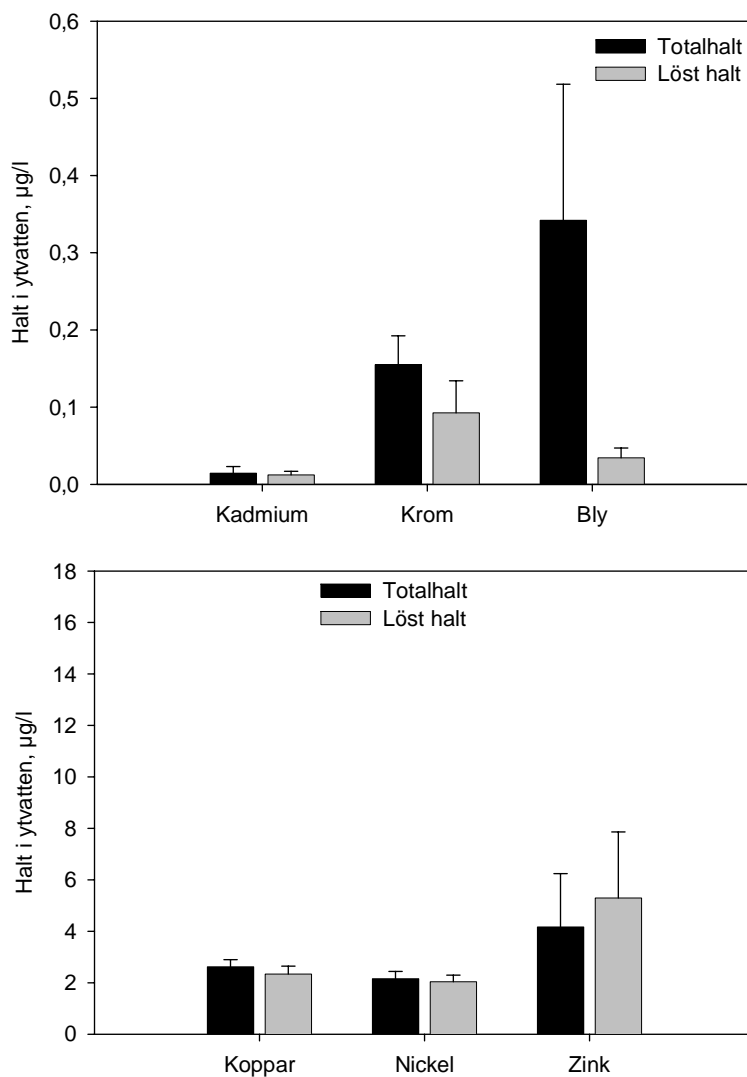
#### 4.1.2 Blockhusudden

En statistisk sammanställning av totalhalter av metaller respektive lösta fraktionen metaller vid Blockhusudden för år 2011 redovisas i bilaga 2. I Figur 2 redovisas uppmätta medelhalter och standardavvikelsen.

Analyserade metaller påträffades i totalhalter över rapporteringsgränsen i samtliga prov. För alla metaller utom krom påträffades lösta halter över rapporteringsgränsen i samtliga prov, medan för krom i 11 av 12 prov.

Variationen av både totalhalt och löst halt för samtliga metaller är relativt låg med  $CV \leq 60$  %. Lägst variation i halter har koppar och nickel ( $CV \leq 13$  %).

Andelen löst fraktion av totalhalten vid Blockhusudden är på liknande sett som vid Årstadal störst för nickel, zink, koppar och kadmium ( $> 90$  %) följt av krom (58 %) och bly (12 %).

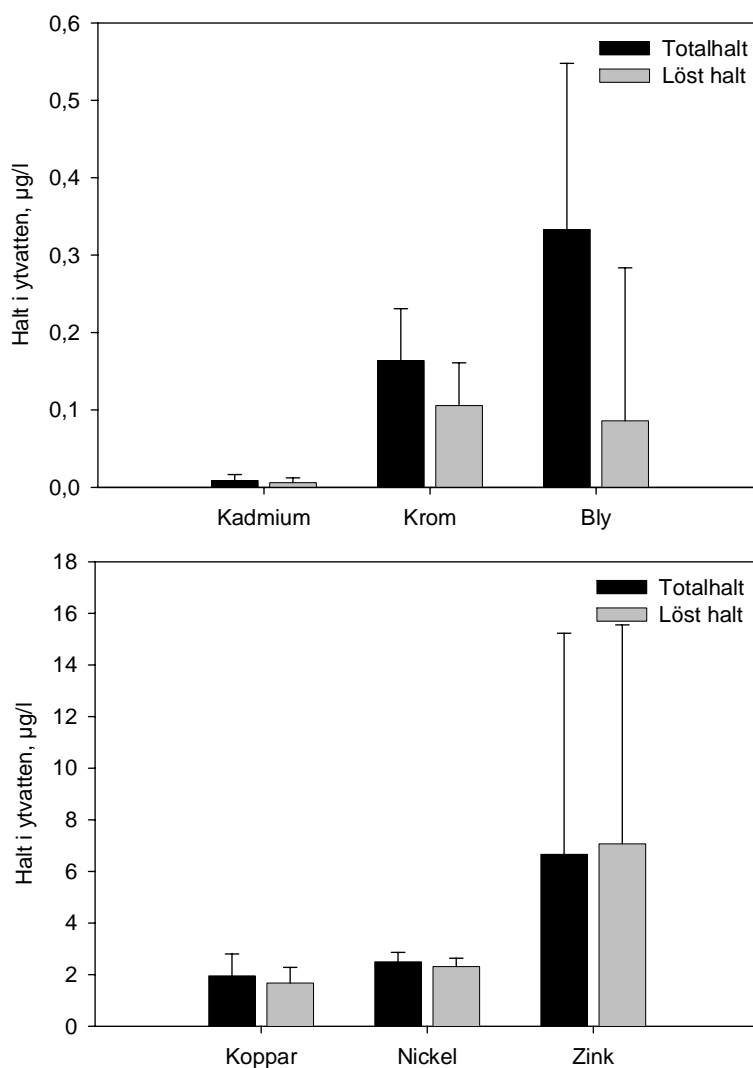


**Figur 2.** Totalhalter och lösta halter av metaller vid Blockhusudden år 2011 redovisade som medelhalt + stdav, n=12.

### 4.1.3 Drevviken

En statistisk sammanställning av totalhalter av metaller respektive lösta fraktionen metaller i Drevviken för år 2011 redovisas i bilaga 2. I Figur 3 redovisas uppmätta medelhalter och standardavvikelsen.

Krom, koppar, nickel, bly och zink påträffades i totalhalter över rapporteringsgränsen i samtliga prov, kadmium i 10 av 12 prov. Koppar, nickel och zink påträffades i lösta halter över rapporteringsgränsen i samtliga prov, kadmium i 9 av 12 prov, krom i 11 av 12 prov och bly i 10 av 12 prov.



**Figur 3.** Totalhalter och lösta halter av metaller i Drevviken år 2011 redovisade som medelhalt + stdav, n=12.

Variationen i totalhalter av zink och lösta halter av bly och zink är stor ( $CV \geq 120\%$ ). Störst är variationen i lösta halter av bly med ett CV på 230 %. Även variationen i total och löst halt kadmium är relativt stor med CV på 87 respektive 101 %. Minst är variationen hos nickel för både total och lösta halter ( $CV \leq 15\%$ ). Variationen hos övriga metaller, totalhalt och löst halt, varierar med CV mellan 36 och 65 %. Den stora variationen i halter av zink och bly beror främst på avvikande höga halter uppmätta under februari månad, då halten av zink var ca 4 ggr högre och halten av bly ca 9 ggr högre än övriga uppmätta halter. Avvikande denna månad var även att andelen löst bly var ca 10 ggr högre än övriga månader.

På liknande sätt som för Årstadal och Blockhusudden så är andel löst fraktion av totalhalten i Drevviken stor för nickel, koppar och zink och liten för bly. Andelen löst fraktion kadmium är också hög med 79 % av den totala halten. Andelen löst fraktion krom ligger i samma storleksordning som i övriga två lokaler.

#### 4.1.4 Samvariationen mellan olika metaller

Samvariationen mellan halter av olika metaller i respektive lokal har testats med mätvärden från år 2010 och 2011. Detta för att se om förekomsten av olika metaller styrs av gemensamma processer. Processerna kan i princip avse både tillförsel och bortförsel.

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

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

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

Årsmedelvärden av lösta halter metaller i de tre lokalerna redovisas i Tabell 5. Den lösta fraktionen av metaller i ytvatten i respektive lokal jämförs mot miljökvalitetsnormer (MKN) för ytvatten (EU direktiv 2008/105/EG) i Tabell 5. För de ämnen där MKN saknas har svenska förslag till gränsvärden använts (Naturvårdsverket, 2008). Lösta medelhalter av kadmium, nickel och bly ligger i samtliga 3 lokaler med marginal under sina respektive miljökvalitetsnormer (MKN) och årsmedelhalten för krom, koppar och zink ligger under föreslaget gränsvärde för ytvatten, se Tabell 5. Högsta uppmätta halten av löst kadmium i respektive lokal (0,03, 0,02 och 0,02 för Årstadal, Blockhusudden respektive Drevviken) ligger även med god marginal under maximala acceptabla koncentrationen (MAC-MKN).

Skillnader i halter mellan lokalerna har testats med samtliga resultat från år 2010 och 2011. Geografiska skillnader i halter kan ses för bly, nickel, koppar och kadmium. För de ämnen som uppvisar rumsliga skillnader är det generellt Drevviken som har lägst halter och Årstaviken högst halter. Undantag gäller dock för kadmium där halterna är högre vid Blockhusudden än i de två andra lokalerna. För övriga metaller kan signifikanta skillnader ses i

halter av nickel och koppar som är högre vid Årstadal än vid Blockhusudden och i Drevviken. Halter av koppar vid Blockhusudden är också högre än i Drevviken och halter av bly är högre vid Årstadal än i Drevviken.

**Tabell 5.** Medelhalter av lösta fraktionen metaller år 2011 jämfört miljö kvalitetsnormen för årsmedelvärden (AA-MKN) och maximal acceptabel koncentration (MAC-MKN) alternativt svenska förslag till gränsvärden (anges inom parentes).

Ämnen	Medelhalt (µg/l)			Jämförvärden (µg/l)	
	Årstadal	Blockhusudden	Drevviken	AA-MKN <sup>1</sup>	MAC-MKN
Kadmium	0,009	0,012	0,006	0,08	0,45
Krom	0,12	0,09	0,11	(3)	-
Koppar	3,4	2,3	1,7	(4)	-
Nickel	2,5	2,0	2,3	20	-
Bly	0,050	0,034	0,086	7,2	-
Zink	7,3	5,3	7,1	(8)	-

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

#### 4.1.6 Jämförelse mot andra lokaler

Det är viktigt att veta i vilken mån uppmätta halter är påverkade av lokal belastning. En bakgrundshalt ska för metaller återspegla det naturliga bidraget samt det storskaliga diffusa bidraget som härrör från atmosfäriskt nedfall. Naturvårdsverkets (1999) tidigare bedömningsgrunder fyllde den funktionen men är indragna och delvis inaktuella. En mer aktuell översikt av regionala bakgrundshalter ges i SLU (2009), där bakgrundshalter har bestämts för olika geografiska områden och olika sjötyper. Geografiskt indelades vattenförekomster efter de sju limniska ekoregionerna (NFS, 2006:1). Underindelningar gjordes därefter utifrån uppgifter om kalk och humus. Referensdata har valts för de sjötyper som är mest representativa för Drevviken och Årstaviken, enligt förteckning i SLU (2009). Dessa värden bör jämföras mot totalhalter.

I Tabell 6 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. Sammanställningen tyder 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.

Det är uppenbart att valet av bakgrundshalter har stor betydelse för de slutsatser man drar, och att skillnaden i påverkansbedömning för dessa två lokaler delvis beror på skillnaden i bakgrundshalter och inte bara i uppmätta halter. WSP föreslår att detta ses som en preliminär bedömning av hur stor den lokala påverkan på metallhalter är. Fortsatt arbete med att karakterisera bakgrundshalter rekommenderas.

**Tabell 6.** Jämförelse av metallhalter i Drevviken och Årstaviken mot bakgrundshalter (SLU, 2009). Halter anges som medelvärden av totalhalter för 2011 ( $\mu\text{g/l}$ ). Bakgrundshalterna är valda för följande ekoregioner: Drevviken - S4NY; Årstaviken - S4YY.

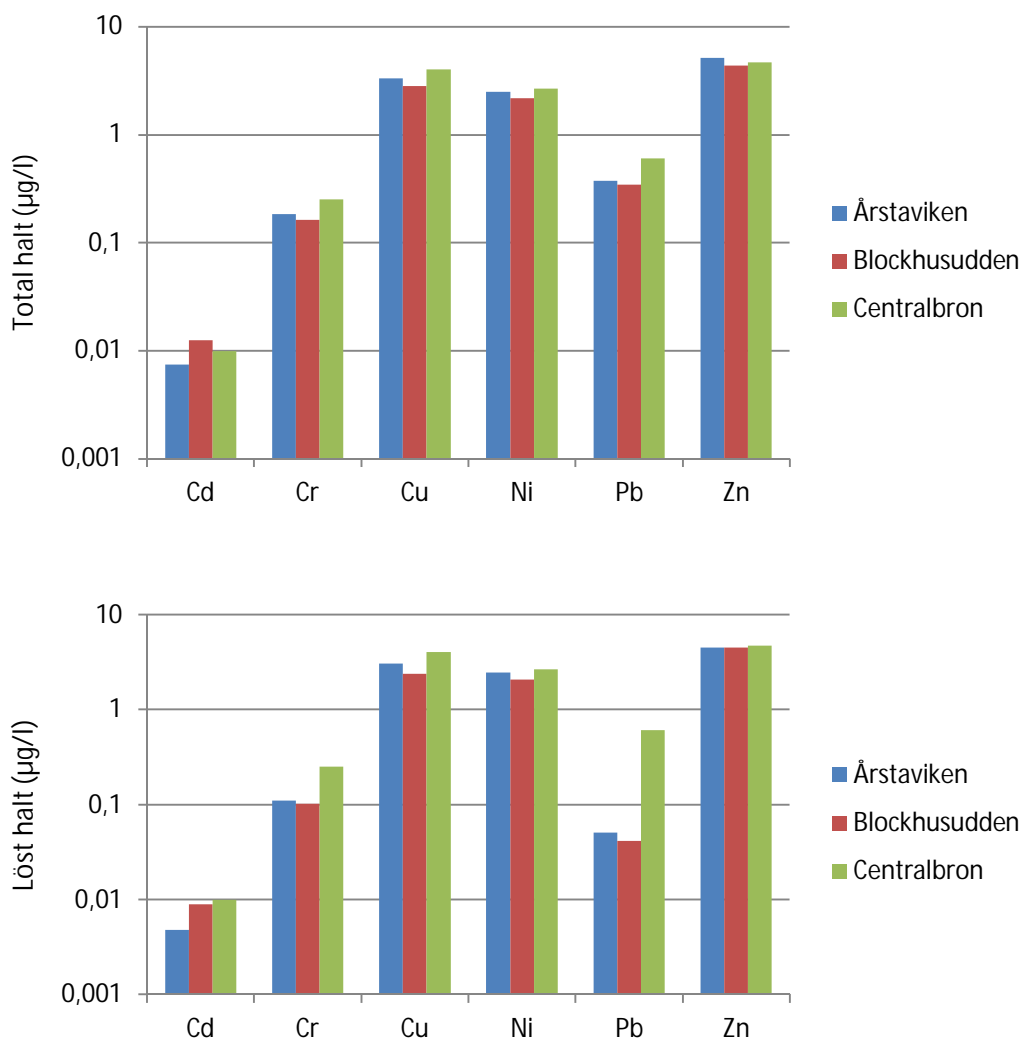
	Bakgrundshalt		Medelhalter 2011		Anrikningsgrad	
	för Drevviken	för Årstaviken	Drevviken	Årstaviken	Drevviken	Årstaviken
Cd	0,01	0,005	0,009	0,01	0,9	2,0
Cr	0,45	0,24	0,16	0,2	0,4	0,8
Cu	1,1	2,2	2	3,6	1,8	1,6
Ni	1,38	0,56	2,5	2,6	1,8	4,6
Pb	0,19	0,16	0,33	0,45	1,7	2,8
Zn	1,3	1	6,7	7	5,2	7,0

Lösta och 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 naturlig bakgrundshalt utan ett regionalt jämförvärde. Miljöövervakningen i Riddarfjärden bedrivs av Naturvårdsverket och omfattar bl.a. metaller i vattenprov tagna månadsvis nära Centralbron. Dessa prov filteras inte men dekanteras däremot. Det är av allmänt intresse att jämföra resultat från föreliggande undersökning med de från Centralbron. Dock är det oklart hur data kan jämföras, eftersom proven hanteras olika.

På längre sikt uppvisar vissa metaller tidstrender i Riddarfjärden, varför data från perioden jan 2009 till juli 2011 valts ut som jämförelsemått till föreliggande data (data fanns bara tillgängligt fram till juli 2011). I detta dataset från Riddarfjärden förekom 1-2 starkt avvikande höga halter, varför geometriskt medelvärde valts som jämförelsemått. I Figur 4 jämförs data från Centralbron (2009-2011) mot data från Årstaviken och Blockhusudden från år 2010 och 2011. Drevviken ingår inte i samma vattensystem varför det är mindre relevant att jämföra mot.

För metaller som främst uppträder i löst fas, t.ex. Zn, är överensstämmelsen mot Riddarfjärden god både för total och löst fas. Det förklaras av att löst och total halt är ungefär lika stora. För metaller som i högre grad uppträder i partikelfas är det tydligt att totalhalterna från föreliggande studie överensstämmer relativt väl med motsvarande från Centralbron, medan halterna för löst fraktion inte gör det. Det gäller särskilt bly, men även krom och kadmium.

Slutsatsen är att i den mån jämförelser görs så bör totalhalterna jämföras. Det är då också uppenbart att data från Centralbron inte är direkt jämförbara med MKN för ytvatten. I den fördjupade utvärderingen är det av intresse att jämföra hur halterna i dessa tre lokaler varierar över längre perioder, eftersom det kan ge förståelse för metallernas spridning i detta vattensystem.



**Figur 4.** Jämförelse av geometriska medelhalter mellan Årstaviken 2010-2011, Blockhusudden 2010-2011, samt Centralbron 2009-2011. Den övre grafen visar totalhalt i Årstaviken och Blockhusudden, och den nedre figuren visar löst halt för samma lokaler. Halter från Centralbron är samma i båda figurerna och representeras av dekanterade prov, se förklaring i text ovan. OBS att haltskalan är logaritmisk.

#### 4.1.7 Jämförelse med uppmätta halter år 2010

Skillnader mellan lösta metallhalter år 2010 och 2011 i undersökta lokaler har testats med ett Mann-Whitney rank sum test. P-värden från testet redovisas i Tabell 7. Signifikansnivån är satt vid 5 %.

Vid Årstadal är årsmedelhalten av löst zink signifikant högre år 2011 jämfört med år 2010. I övrigt ses inga signifikanta skillnader mellan de uppmätta halterna mellan år 2010 och 2011 i respektive lokal.

**Tabell 7.** Jämförelse av lösta metallhalter år 2010 och 2011 från Årstadal, Blockhusudden och Drevviken. Skillnader i halter har testats med ett Mann-Whitney rank sum test. I tabellen redovisas resultatet från testet som ett P-värde.  $p < 0,05$  tolkas som att skillnaden är signifikant.

Lokal/år	Parameter	Kadmium	Krom	Koppar	Nickel	Bly	Zink
<i>Årstadal</i>							
2011	Medel	0,009	0,12	3,4	2,5	0,050	7,3
2010	Medel	0,012	0,11	3,0	2,4	0,078	5,2
	<i>P-värde</i>	<i>0,065</i>	<i>0,75</i>	<i>0,089</i>	<i>0,14</i>	<i>0,40</i>	<i>0,009</i>
<i>Blockhusudden</i>							
2011	Medel	0,012	0,09	2,3	2,0	0,034	5,3
2010	Medel	0,014	0,11	2,6	2,1	0,066	5,6
	<i>P-värde</i>	<i>0,47</i>	<i>0,26</i>	<i>0,77</i>	<i>0,84</i>	<i>0,078</i>	<i>0,54</i>
<i>Drevviken</i>							
2011	Medel	0,006	0,11	1,7	2,3	0,086	7,1
2010	Medel	0,005	0,087	1,5	2,1	0,034	2,5
	<i>P-värde</i>	<i>0,88</i>	<i>0,33</i>	<i>0,54</i>	<i>0,23</i>	<i>0,62</i>	<i>0,11</i>

#### 4.1.8 Jämförelse mot och utvärdering av kontrollmål

År 2009 beräknades kontrollmål för enskilda prov för lösta halter av metaller (WSP, 2010). Eftersom kontamineringsproblem uppstod år 2009, främst avseende zink, har nya kontrollmål från mätresultaten från år 2010 beräknats och jämförts mot 2011 års mätningar. De nya kontrollmålen presenteras i Tabell 8. 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.

**Tabell 8.** Kontrollmål för stickprov av lösta halter av metaller i ytvatten vid Årstadal, Blockhusudden och Drevviken år 2010.

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	0,016	0,79
<i>Blockhusudden</i>						
95-perc	0,079	0,20	4,2	3,0	0,19	15
5-perc	0,0006	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 halter av lösta metaller under år 2011 mot kontrollmålen för år 2010 redovisas i Tabell 9. Denna jämförelse indikerar ökande halter av zink vid Årstadal och i Drevviken samt avtagande halter av krom vid Blockhusudden.



**Tabell 9.** Jämförelse av uppmätta halter under år 2011 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 2011 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	1	1
Cu	0	1
Ni	0	1
Pb	0	0
Zn	0	<b>2</b>
<i>Blockhusudden</i>		
Cd	0	0
Cr	<b>2</b>	0
Cu	0	0
Ni	0	0
Pb	0	0
Zn	0	0
<i>Drevviken</i>		
Cd	0	1
Cr	<b>2</b>	<b>3</b>
Cu	0	1
Ni	0	1
Pb	<b>2</b>	1
Zn	0	<b>3</b>

## 4.2 Alkylfenoler i ytvatten

Alkylfenolerna oktylfenol och nonylfenol detekterades inte i någon provlokal. Rapporteringsgränsen för 4-tert-oktylfenol är 0,01 µg/l och för 4-nonylfenol 0,02 µg/l, vilket ligger minst en faktor 10 under miljökvalitetsnormerna.

Resultatet från 2011 är jämförbara med 2010 års mätning då nonylfenol endast detekterades i 2 av 36 prov, i halter under miljökvalitetsnormerna. Resultatet avviker dock kraftigt, precis som 2010 års mätningar, från resultaten från år 2009 då detektionsfrekvensen och uppmätta halter var väsentligt högre. År 2009 detekterades t.ex. nonylfenol i 75 % av proven från Årstadal, med en maxhalt på 2,7 µg/l (WSP, 2010), medan år 2010 och 2011 detekterades nonylfenol inte i något prov. Detta verifierar misstanken från år 2009 att proven troligen kontaminerats vid en avvikande provhantering, varför dessa prov nu utgår från miljögiftsövervakningsprogrammet. I tidigare mätningar av nonylfenol i ytvatten i Sverige varierade halterna i ofiltrerade prov från under rapporteringsgränsen (<0,055 µg/l) till ca 1 µg/l (SWECO, 2007).

WSP Environmental


2012-02-10

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

Ann Helén Österås

A handwritten signature in blue ink that reads 'John Sternbeck'.

John Sternbeck

Uppdragsnr: 10129776		
Daterad: 2012-02-10	Status: Slutversion	

## 5 Referenser

Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/105/EG

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.

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.

## Bilaga 1. Rapporteringsgränser för analyser

**Tabell 10.** Rapporteringsgränser för utförda analyser av metaller och alkylfenoler i ytvatten.

Ämne	Matris	Enhet	Rapporterings-gräns
Cd	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,002
Cr	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,01
Cu	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,1
Ni	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,05
Pb	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,01
Zn	Vatten filtrerat/ofiltrerat	µg/l	0,2
4-tert-oktylfenol	Vatten ofiltrerat	µg/l	0,01
4-nonylfenol, grenad	Vatten ofiltrerat	µg/l	0,02

## Bilaga 2. Sammanställning metallanalyser ytvatten

### Årstadal

**Tabell 11.** 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
Årstaviken 110120	0,0147	0,23	3,65	2,41	0,356	8,69
Årstaviken 110217	0,0104	0,34	3,7	2,5	0,423	5,9
Årstaviken 110324	0,0103	0,201	3,23	2,46	0,218	4,44
Årstaviken 110413	0,0074	0,164	2,59	2,95	0,251	5,43
Årstaviken 110518	0,0073	0,127	3,11	2,51	0,411	2,88
Årstaviken 110616	0,01	0,131	5,05	2,55	0,479	6,55
Årstaviken 110712	0,0043	0,129	3	2,23	0,191	3,13
Årstaviken 2011-08-09	0,0108	0,333	4,17	2,67	0,638	15,2
Årstaviken 2011-09-13	0,0067	0,293	3,88	2,57	0,928	8,64
Årstaviken 2011-10-25	0,0212	0,167	4,41	3,02	0,501	10,4
Årstaviken 2011-11-16	0,0109	0,159	3,29	2,59	0,597	6,29
Årstaviken 2011-12-07	0,0107	0,163	3,17	2,45	0,429	5,93
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	12	12	12	12	12	12
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,021	0,34	5,1	3,0	0,93	15
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,010	0,20	3,6	2,6	0,45	7,0
<i>CV (%)</i>	42%	39%	19%	9%	45%	49%

**Tabell 12.** 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
Årstaviken 110120	0,015	0,134	3,33	2,41	0,0513	9,08
Årstaviken 110217	0,0062	0,0539	2,63	2,32	0,0507	4,29
Årstaviken 110324	0,0051	0,142	2,87	2,28	0,112	3,77
Årstaviken 110413	0,0036	0,126	2,34	2,33	0,0202	4,6
Årstaviken 110518	0,0077	0,12	3,11	2,4	0,0691	3,45
Årstaviken 110616	0,0092	0,121	4,31	2,52	0,0438	5,15
Årstaviken 110712	<0,002	0,0958	2,57	2,22	0,0266	3,28
Årstaviken 2011-08-09	0,0095	0,254	4,21	2,78	0,0408	17,4
Årstaviken 2011-09-13	0,0077	0,14	3,13	2,41	0,0937	5,52
Årstaviken 2011-10-25	0,0306	0,083	7,13	3,59	0,0445	20,5
Årstaviken 2011-11-16	0,0058	0,103	2,75	2,41	0,0259	4,45
Årstaviken 2011-12-07	0,0084	0,0885	2,95	2,48	0,0267	6,52
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	11	12	12	12	12	12
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,031	0,25	7,1	3,6	0,11	21
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,009	0,12	3,4	2,5	0,050	7,3
<i>CV (%)</i>	83%	40%	38%	15%	56%	78%
<i>Andel löst halt (%)</i>	83%	68%	90%	97%	10%	95%

## Blockhusudden

**Tabell 13.** 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
Saltsjön 110119	0,0204	0,185	2,76	2,08	0,282	6,68
Saltsjön 110217	0,0074	0,205	2,5	2,19	0,185	1,85
Saltsjön 110324	0,0158	0,182	2,58	2,23	0,309	4,37
Saltsjön 110421	0,0162	0,213	3,09	2,17	0,334	3,25
Saltsjön 110517	0,0081	0,119	2,65	2,26	0,264	2,33
Saltsjön 110614	0,031	0,13	2,36	1,82	0,242	4,63
Saltsjön 110719	0,019	0,156	2,89	1,78	0,604	7,1
Saltsjön 2011-08-17	0,0172	0,13	2,74	1,87	0,721	6,06
Saltsjön 2011-09-22	0,0022	0,185	2,19	2,08	0,226	2,28
Saltsjön 20111018	0,0241	0,1	2,94	2,88	0,525	6,98
Saltsjön 2011-11-15	0,0049	0,128	2,24	2,22	0,193	1,99
Saltsjön 2011-12-07	0,0073	0,127	2,5	2,28	0,219	2,5
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	12	12	12	12	12	12
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,031	0,21	3,1	2,9	0,72	7,1
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,014	0,16	2,6	2,2	0,34	4,2
<i>CV (%)</i>	60%	24%	11%	13%	52%	50%

**Tabell 14.** 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
Saltsjön 110119	0,0213	0,12	2,72	1,86	0,0373	7,96
Saltsjön 110217	0,0098	0,0665	2,54	2,28	0,0253	2,98
Saltsjön 110324	0,0158	0,106	2,36	2,07	0,0458	6,44
Saltsjön 110421	0,0169	0,158	2,68	2,1	0,0386	5,08
Saltsjön 110517	0,0076	0,123	2,6	2,21	0,0405	3,97
Saltsjön 110614	0,0108	0,0744	1,79	1,66	0,0307	2,83
Saltsjön 110719	0,0136	0,0873	2,64	1,84	0,0632	10,4
Saltsjön 2011-08-17	0,0174	0,125	2,32	1,74	0,0416	6,64
Saltsjön 2011-09-22	0,0077	0,0986	1,98	1,84	0,0245	2,54
Saltsjön 20111018	0,0099	<0,01	2,04	2,54	0,0173	5,02
Saltsjön 2011-11-15	0,0058	0,108	2,12	2,21	0,0229	2,11
Saltsjön 2011-12-07	0,0101	0,0397	2,25	2,13	0,0241	7,56
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	12	11	12	12	12	12
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,021	0,16	2,7	2,5	0,063	10
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,012	0,09	2,3	2,0	0,034	5,3
<i>CV (%)</i>	39%	45%	13%	13%	37%	48%
<i>Andel löst halt (%)</i>	101%	58%	91%	93%	12%	119%

## Drevviken

**Tabell 15.** 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 110120	0,0256	0,277	3,82	2,92	0,772	18,5
Drevviken 110217	0,0209	0,26	2,48	2,78	0,709	29,1
Drevviken 110324	0,0101	0,233	1,97	3,05	0,269	8,15
Drevviken 110414	0,0059	0,16	1,57	2,5	0,151	3,78
Drevviken 110510	0,0099	0,13	2,57	2,74	0,285	5,03
Drevviken 110613	0,0103	0,199	2,98	2,92	0,441	5,16
Drevviken 110721	<0,002	0,101	1,41	2,14	0,14	1,00
Drevviken 2011-08-16	0,0033	0,138	1,38	2,14	0,345	1,47
Drevviken 2011-09-14	0,0054	0,187	1,78	2,05	0,373	2,62
Drevviken 20111026	0,0103	0,0859	1,22	2,35	0,148	1,66
Drevviken 2011-11-14	<0,002	0,101	1,11	2,14	0,222	1,64
Drevviken 2011-12-13	0,0021	0,0936	1,11	2,21	0,14	1,82
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	10	12	12	12	12	12
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,026	0,28	3,8	3,1	0,77	29
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,009	0,16	2,0	2,5	0,33	6,7
<i>CV (%)</i>	87%	41%	44%	15%	65%	129%

**Tabell 16.** 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 110120	0,0168	0,138	2,88	2,7	0,0527	12,9
Drevviken 110217	0,0184	0,174	2,39	2,7	0,707	30,6
Drevviken 110324	0,0119	0,153	1,8	2,8	0,0997	13
Drevviken 110414	0,0041	0,125	1,45	2,43	0,0143	4,28
Drevviken 110510	0,0043	0,101	1,54	2,41	0,013	2,86
Drevviken 110613	0,006	0,107	2,15	2,44	0,0657	5,4
Drevviken 110721	<0,002	0,0607	1,27	1,99	0,0272	1,4
Drevviken 2011-08-16	0,0035	0,134	2,19	2	0,0176	4,04
Drevviken 2011-09-14	0,0021	0,177	1,28	2,03	<0,01	1,23
Drevviken 20111026	<0,002	<0,01	0,991	1,81	<0,01	1,32
Drevviken 2011-11-14	<0,002	0,04	0,972	2,1	0,0112	1,35
Drevviken 2011-12-13	0,0032	0,0539	1,15	2,32	0,0135	6,43
<i>Antal&gt;rapp.gr.</i>	9	11	12	12	10	12
<i>Max (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,018	0,18	2,9	2,8	0,71	31
<i>Medel (<math>\mu\text{g/l}</math>)</i>	0,006	0,11	1,7	2,3	0,086	7,1
<i>CV (%)</i>	101%	52%	36%	14%	230%	120%
<i>Andel löst halt (%)</i>	79%	63%	89%	93%	8%	105%