



# FÖRORENINGSHALTER I FISK INOM OCH UTANFÖR OSKARSHAMNS HAMNBASSÄNG

Rapport Oskarshamns hamn 2004:17

Oskarshamns kommun

**Mars 2005**

**Författad av**

Marie Arnér, WSP Environmental<sup>1</sup>  
Johan Persson, WSP Environmental

---

<sup>1</sup> Projektstöd ekotoxikologi

---

## Sammanfattning

Tidigare undersökningar har visat att sedimenten i Oskarshamns hamn är förorenade av metaller. Inför beslut om eventuella åtgärder, har undersökningar inom ramen för det pågående projektet ”Sanering av Oskarshamns hamn”, även visat att höga halter av dioxiner ställvis förekommer inom hamnområdet. Förhöjda halter av metaller har också påträffats i sediment på ackumulationsbottnar öster och söder om hamnområdet. Fördelningen av blyisotoper visar att hamnen sannolikt utgör källa för vissa av dessa föroreningar.

Undersökning av metall- och dioxinhalt har utförts på fisk från hamnområdet, Grimskalledjupet, St Kronoholmen och Kättlefjärden i syfte att översiktligt besvara följande frågeställningar:

- Avviker föroreningshalterna i fisk i Oskarshamnsområdet från förväntade i regionen?
- Kan samband ses mellan lokal föroreningsbelastning i sediment och halt i fiskvävnad?
- Indikerar blyisotopsammansättning i fiskmuskel påverkan från hamnen?
- Utgör uppmätta metall- och dioxinhalt i fisk en hälsorisk?

Resultaten tyder på att metallhalterna i abborrmuskel generellt ligger i nivå med eller möjligen något högre än den närmaste referensstationen inom ramen för Naturvårdsverkets miljöövervakningsprogram. Referensdata för flundra i Östersjön saknas. Utvärdering mot lokalt, opåverkat område har inte kunnat göras då sedimenten vid samtliga fiskelokaler var påverkade av metaller. Inga systematiska skillnader mellan undersökta lokaler noterades för abborre eller flundra och något samband mellan föroreningshalt i sediment och halt i fiskvävnad kan därmed inte fastläggas. Halterna i flundra var något högre i abborre för arsenik, kobolt, koppar och nickel.

Blyisotopmönstret i fiskmuskel visar en relativt god överensstämmelse med dito i sediment från hamnområdet och övriga undersökta lokaler för kvoten  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ . Spridningen i blykvoter tycks vara större vid lägre totalkoncentrationer i både sediment och fisk. På basis av genomförda undersökningar kan det inte uteslutas att isotopsammansättningen i fiskmuskel indikerar upptag av bly som har sitt direkta eller indirekta ursprung från den historiska verksamheten i Oskarshamns hamn.

Halterna i analyserad fiskmuskel från Oskarshamnsområdet ligger under Livsmedelsverkets gränsvärden för kvicksilver, kadmium, bly och dioxiner i fisk och livsmedel och uppmätta halter bedöms inte utgöra någon hälsorisk. Gränsvärden saknas för övriga analyserade metaller.

Uppmätta halter i större fisk från Oskarshamnsområdet har jämförts med referensdata från halter i fisk i den allmänna livsmedelshandeln. Några generella mönster avseende t.ex. kadmium, koppar, nickel, bly och zink, som bedöms mest aktuella med hänsyn till föroreningssituationen i Oskarshamns hamn, kan inte utläsas från materialet. Uppmätta halter av kvicksilver, koppar och nickel låg i större flundra ca 2 – 5 gånger högre än referensmaterialet. I övriga fall låg uppmätta halter under koncentrationerna i jämförelsematerialet. Uppgifter om storleks- och viktfordelning i referensmaterialet har inte varit tillgängligt, vilket gör jämförelsen mer osäker, särskilt i de fall då föroreningshalten varierar med fiskens storlek.

## INNEHÅLL

<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>2</b>
<b>1 BAKGRUND.....</b>	<b>4</b>
<b>2 FRÅGESTÄLLNING OCH SYFTE .....</b>	<b>4</b>
<b>3 STRATEGI .....</b>	<b>4</b>
3.1 FISKELOKAL .....	4
3.2 FISK.....	4
3.3 AVGRÄNSNING .....	5
<b>4 METODER .....</b>	<b>6</b>
4.1 PROVTAGNING.....	6
4.2 ANALYSER OCH BERÄKNINGAR .....	6
<b>5 RESULTAT .....</b>	<b>7</b>
5.1 KVICKSILVER .....	7
5.2 ARSENIK.....	9
5.3 KADMIUM .....	11
5.4 KOBOLT .....	11
5.5 KROM.....	12
5.6 KOPPAR.....	13
5.7 MANGAN.....	15
5.8 NICKEL.....	17
5.9 BLY .....	18
5.10 ZINK.....	23
5.11 DIOXINER .....	25
<b>6 DISKUSSION OCH SLUTSATSER .....</b>	<b>27</b>
6.1 ARTSKILLNADER .....	28
6.2 LOKALA OCH REGIONALA SKILLNADER.....	28
6.3 HÄLSORISKER .....	29
6.4 SLUTSATSER.....	29
<b>7 REFERENSER.....</b>	<b>30</b>

## BILAGOR

Bilaga 1	Antal, längd och vikt av fångad fisk
Bilaga 2	Fiskelokaler
Bilaga 3	Analysrapporter

## 1 Bakgrund

Tidigare undersökningar har visat att sedimenten i Oskarshamns hamn är förorenade av metaller. Inför beslut om eventuella åtgärder, har undersökningar inom ramen för det pågående projektet ”Sanering av Oskarshamns hamn”, även visat att höga halter av dioxiner ställvis förekommer inom hamnområdet. Förhöjda halter av metaller har också påträffats i sediment på ackumulationsbottnar öster och söder om hamnområdet. Fördelningen av blyisotoper visar att hamnen sannolikt utgör källa för vissa av dessa föroreningar.

## 2 Frågeställning och syfte

Undersökning av metall- och dioxinhalt i fiskmuskel har utförts i syfte att översiktligt besvara följande frågeställningar:

- Avviker föroreningshalterna i fisk i Oskarshamnsområdet från förväntade i regionen?
- Kan samband ses mellan lokal föroreningsbelastning i sediment och halt i fiskvävnad?
- Indikerar blyisotopsammansättning i fiskmuskel påverkan från hamnen?
- Utgör uppmätta metall- och dioxinhalter i fisk en hälsorisk?

## 3 Strategi

### 3.1 Fiskelokal

Förhöjda halter av metaller har påträffats i sediment i hamnbassängen och på ackumulationsbottnar öster och söder om hamnområdet (Grimskalledjupet, syd-sydost St Kronoholmen samt Kättlefjärden; Oskarshamns hamn 2004:16; 2004:18). För att undersöka eventuell påverkan har fiske skett i dessa tre lokaler samt i Kättlefjärden, söder om hamnutloppet (Figur 1). Kättlefjärden har bedömts som ett tämligen bra lekområde för fisk (Borger 2003).

### 3.2 Fisk

Analys av abborre (*Perca fluviatilis*) har valts då den som en vanligt förekommande art ingår i nationella och lokala miljöövervakningsprogram i sjöar och kustområden (vanligtvis i storleksklassen 15–20 cm; se t.ex. Bignert 2002, Naturvårdsverket 1997). Detta medför att visst jämförelsematerial finns för bedömning av uppmätta halter. Naturvårdsverkets program för miljöövervakning omfattar föreningar i muskel (kvicksilver och klorerade organiska substanser) eller lever (bly, kadmium, krom, nickel, koppar, zink). Den lokal som ligger närmast Oskarshamn är Kvädöfjärden, Valdemarsviks kommun.

Abborre nyttjas även för konsumtionsändamål, vilket gör den intressant för bedömning av eventuella hälsoaspekter. Den pelagiska<sup>2</sup> abborren ändrar födoval med ökad ålder/storlek, från växt- och djurplankton till småfisk (ontogenetiskt födoskifte). Analys av mindre fisk ger därför en uppfattning om eventuell lokal miljöpåverkan medan analys av större individer ger en uppfattning om eventuell bioackumulation och –magnifikation samt hälsorisker förknippade med konsumtion av abborre.

Flundra (skrubbskädda, *Platichthys flesus*) ingår mer sällan i miljöövervakningsprogram, men visst jämförelsematerial finns (Bignert 2003). Naturvårdsverkets program för miljöövervakning omfattar föreningar i muskel (kvicksilver och klorerade organiska substanser) eller lever (bly, kadmium, krom, nickel, koppar, zink). Fisken fångas i Skagerak (Väderöarna), vilket medför att referensmaterial från Östersjön saknas.

Flundran lever huvudsakligen på mjukbottnarnas meio- och makrofauna<sup>3</sup>, vilket medför att arten har bedömts lämplig för att undersöka eventuellt upptag av föroreningar från sediment via konsumtion av bottenorganismer. Arten är en uppskattad konsumtionsfisk och fiskas kommersiellt. I hamnarna runt Oskarshamn landas årligen 100–700 kg/år enligt Fiskeriverkets statistik för åren 1996–2004 (rapport 2004:9).

Det slutliga urvalet av fisk för analys styrdes av det faktiska utfallet av fisket. Större abborre (konsumtionsstorlek) erhöles på samtliga lokaler, medan mindre abborrar endast fångades i Kättlefjärden. Detta medför att den planerade jämförelsen med eventuell motsvarande population i hamnbassängen inte kunde göras. Flundra av olika storlekar fångades på tre av lokalerna (hamnbassängen, Grimskalledjupet och St Kronoholmen).

### 3.3 Avgränsning

I detta skede har undersökning av fisk begränsats till analyser av föroreningshalter i fiskmuskel vilket medför att fältinsatser och kostnader för själva fisket, provpreparation och analyser har blivit mindre omfattande. Standardiserade provfisken, vilket ger information om art- och individantal, diversitet, åldersfördelning och underlag för bedömning om reproduktion har inte utförts. Åldersbestämning av fisk har inte gjorts, vilket kan vara av intresse för bedömning av åldersfördelning, tillväxt och bioackumulationspotential.

I samband med fisket genomfördes provtagning och analys av sediment från Kättlefjärden (Oskarshamns hamn 2004:18). Förhöjda halter av bl. a. zink, koppar och bly påträffades, vilket medför att undersökningen inte har omfattat fiske från opåverkad lokal referens. Blyisotopsammansättningen i sedimenten från Kättlefjärden uppvisar stora likheter med den i sediment från hamnen och dess närområde.

Med den nedan redovisade omfattningen av undersökningen erhålls en ögonblicksbild av tillståndet. Någon mer omfattande statistisk utvärdering av t.ex. tids- och rumsvariation kan inte göras på basis av genomförda undersökningar (se t.ex Bignert 2002).

<sup>2</sup> Uppehåller sig i den ”fria” vattenmassan.

<sup>3</sup> Meio- och macrofauna är bottenorganismer mindre än 0,1 mm.

## 4 Metoder

### 4.1 Provtagning

Fisket har utförts av kustfiskarna Lennart och Våge Nilsson (ON10, Diana, Kvarnviken) med bottennät med en maskstorlek mellan ca 12 mm och 45 mm. I Tabell 1 och 2 redovisas utfört fiske och fångst. Provtagningslokalerna redovisas i Figur 1. Inga synliga skador noterades. Fiskarnas antal, längd och vikt har noterats och redovisas i Bilaga 1. Fiskelokalerna visas i Bilaga 2.

Fiskarna förpackades individuellt i polyetenpåsar och frysförvarades inför transport till laboratorium.

*Tabell 1. Fiskelokaler och fångst.*

Lokal	Datum	Fångst	Kommentar
Hamnbassängen	2004-08-23	<u>Badholmen</u> : Abborre, flundra, mört <u>Bogserbåtskajen</u> : Abborre, gärs <u>Oceankajen</u> : Abborre, flundra, gädda, mört	Näten fyllda av maneter, vilket kan leda till mindre fångst.
Grimskalledjupet	2004-08-24	Abborre, flundra, mört	
Kättlefjärden	2004-08-30	Abborre, mört, gädda	Mycket småfisk, bl. a. mört.
St Kronholmen	2004-08-31	Abborre, flundra, , gädda	Enligt fiskarna, oväntat lite och mager fisk.

### 4.2 Analyser och beräkningar

Analytica AB har uttagit fiskmuskel från enskilda fiskar (ej samlingsprov) för analys och ombesörjt analyser av metaller, blyisotoper, dioxiner<sup>4</sup> och fettvikt. Analysomfattningen redovisas i Tabell 2 och resultat och rapporteringsgränser i sin helhet i Bilaga 3. Mätosäkerheten för metaller (ca 20 – 70 %) och dioxiner (ca 20 - 30 %) redovisas i Tabell 3. Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet, beräknad med en täckningsfaktor 2, vilket ger en konfidensnivå på ca 95%.

För jämförelse med halter uppmätta i abborrlever inom den nationella miljöövervakningen och uppmätta halter i abborrmuskel inom ramen för denna undersökning, har omräkningar gjorts baserat på uppgifter om våtvikts-torrviktsförhållanden och erfarenhetsmässig data avseende förhållande mellan lever- och muskelhalter. Omräkning från torrsvikt (TS) till våtvikt (VV) gjordes genom multiplikation med torrsubstanshalten enligt  $C_{VV} = C_{TS} \times \% TS/100$ . Underlaget hämtades från Bignert (2002) och IVL (2004). Omvandlingsfaktorerna mellan lever och muskel redovisas i Tabell 4 (Bignert 2002; Göran Lithner, ITM Stockholms Universitet, muntlig kommunikation 2004).

<sup>4</sup> Dioxiner avser polyklorerade dibensodioxiner (PCDD) och polyklorerade dibensofuraner (PCDF) (17 kongener).

**Tabell 2.** Utförda analyser av fiskmuskel. Mindre/större fisk.

	Metaller inkl Hg	Blyisotoper	Dioxin	Fettvikt
<b>Abborre</b>				
Hamnbassängen	--/5	--/3	--/1	--/5
Kättlefjärden	5/5	3/3	--/1	--/5
<b>Summa</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
<b>Flundra</b>				
Hamnbassängen	4/3	3/3	--/1	4/3
Grimskalledjupet	4/3	--/--	--/--	4/3
St Kronoholmen	3/3	3/3	--/1	3/3
<b>Summa</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>20</b>
<b>Totalt</b>	<b>35</b>	<b>21</b>	<b>4</b>	<b>30</b>

**Tabell 3.** Analysernas mätosäkerhet.

	Mätosäkerhet (%)
Arsenik, kvicksilver, koppar	25 - 35
Mangan, zink	18 - 19
Nickel	50 - 70
Dioxiner (enskilda PCDD, PCDF-kongener)	20 - 30

**Tabell 4.** Använda empiriska omvandlingsfaktorer för beräkning av metallhalt i abborrmuskel från uppmätta halter i abborrlever (från den nationella miljöövervakningen)(Göran Lithner, ITM Stockholms Universitet, muntlig kommunikation 2004; Bignert 2002). Halterna uttrycks i mg/kg VV.

	Halt i muskel (Bignert 2002)	Halt i muskel (Lithner 2004)
Arsenik	--	Halt i lever/1,7
Kadmium	--	Halt i lever/1000
Koppar	Halt i lever/12-14	Halt i lever/40
Bly	Halt i lever/2	Halt i lever/10
Zink	Halt i lever/3,5	Halt i lever/7

## 5 Resultat

### 5.1 Kviksilver

Samtliga uppmätta halter av kvicksilver i abborre och flundra låg under EG:s och Livsmedelsverkets gränsvärde för högsta tillåtna halt i fisk som livsmedel (0,5 mg/kg VV) (EG 2001) (Figur 2). Halterna i abborrmuskel från Oskarshamn varierade mellan 0,043 och 0,28 mg/kg VV, vilket är lägre än t.ex kvicksilverhalter i abborre i allmänna handeln (ca 0,35 mg Hg/kg VV)(Ohlin 1993).

Inga systematiska skillnader mellan lokaler och fiskart kunde ses i det analyserade fiskmaterialet (Figur 2, 3).

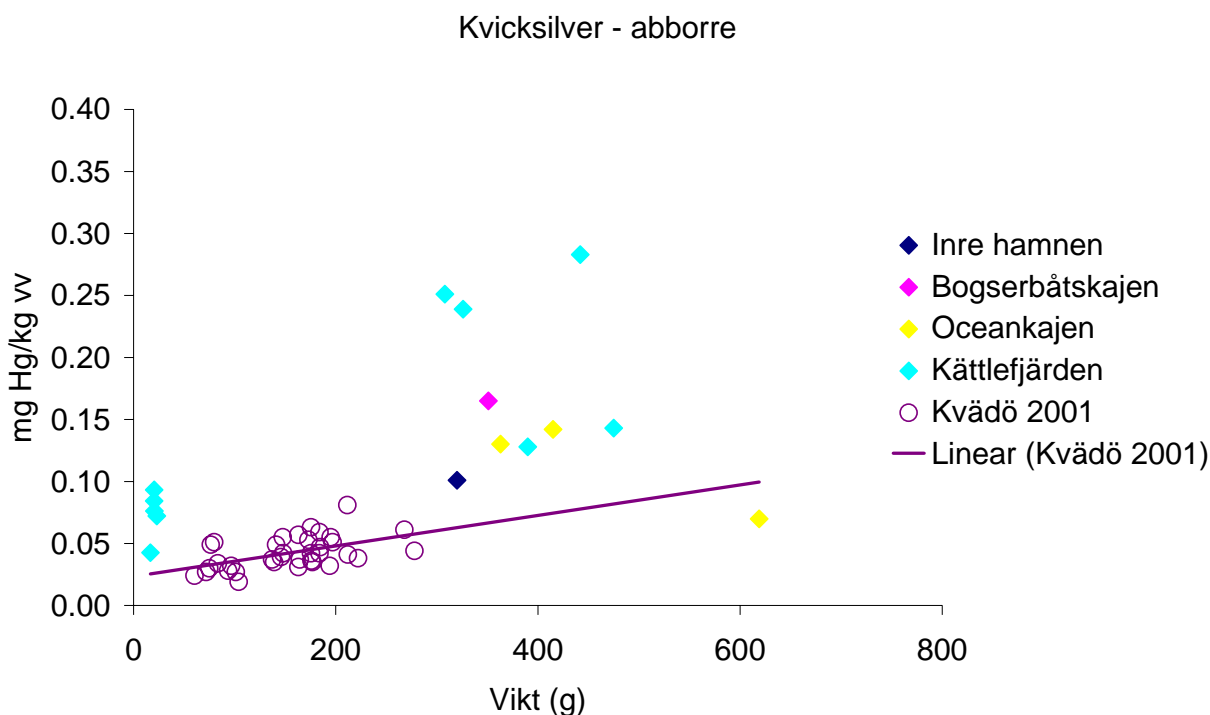
Som framgår av Figur 2 förefaller halten kvicksilver i abborren öka med ökad vikt. Trenden är dock inte statistiskt säkerställd ( $p$ -värde  $> 0.05$  vid 95 % konfidensnivå). I abborre från Kvädöfjärden var halten kvicksilver i muskel 0,019–0,081 mg/kg VV (min–max; IVL, 2004). Dessa fiskar hade i genomsnitt lägre vikt än de som togs i Oskarshamn. För Kvädöfjärden fanns ett signifikant positivt samband mellan vikt och kvicksilverhalt ( $p$ -värde  $< 0.01$  vid 95 % konfidensnivå). Data från Kvädöfjärden har därför extrapolerats till de vikter (linjen i Figur 2) som motsvarar fiskarna i Oskarshamn. Det framgår att halten kvicksilver i flertalet av Oskarshamnabborrarna ligger över de

halter som förväntas från ett opåverkat område som Kvädöfjärden. Det bör påpekas att tolkningen av en extrapolation alltid medför en viss osäkerhet.

Inom ramen för den nationella miljöövervakningen visar resultaten att kvicksilver i abborrmuskel från Kvädöfjärden har minskat 6,1 % per år under 1980–2000. För t ex torskmuskel från SÖ Gotland noteras däremot en ökning på 2,0 % per år under 1979–2000 (Bignert 2002).

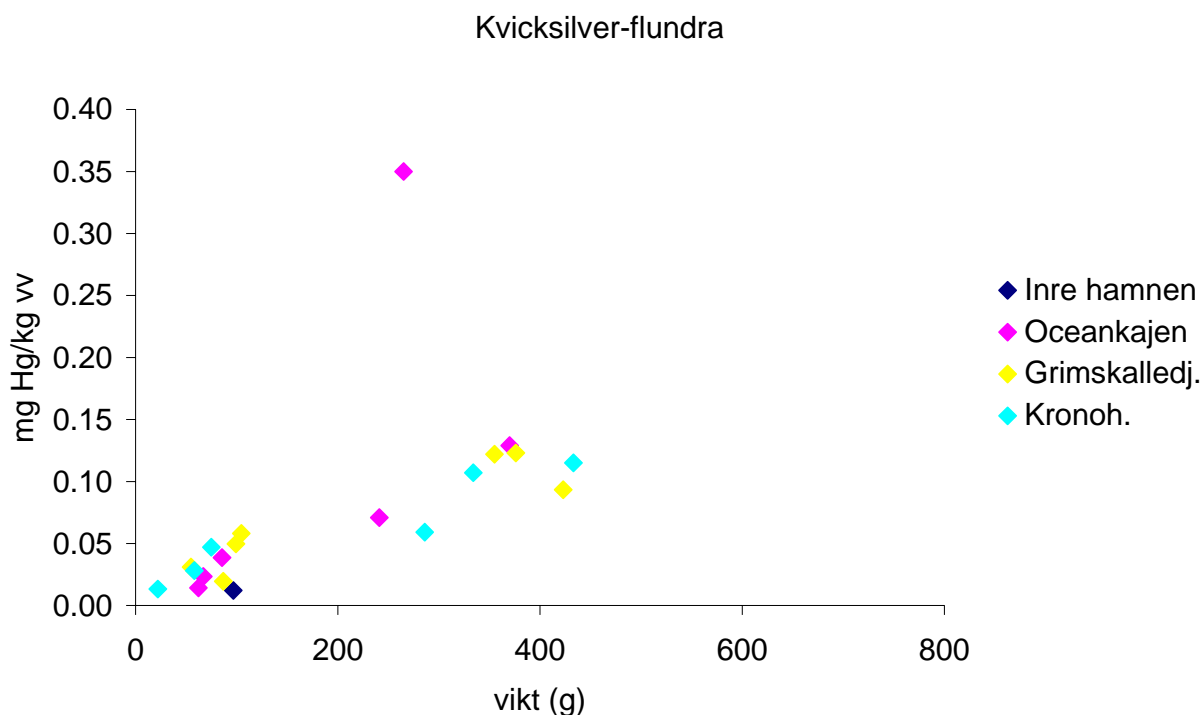
Kvicksilverhalten i flundrans muskel (0,01-0,35 mg /kg VV) ökade med ökad fiskvikt ( $p < 0,001$  vid 95 % konfidensnivå). Enligt Ohlin (1993) var kvicksilverhalten i flundra i allmänna handeln ca 0,05 mg Hg/kg VV. Uppmätta halter i större flundra från Oskarshamnsområdet ligger över detta värde.

För en enhektosflundra var medelvärdet 0,037 mg/kg VV muskel, och det låg inom ett 95 % konfidensintervall på 0,019–0,056 mg/kg VV muskel. Vid beräkning av korrelationen mellan kvicksilverhalt och fiskvikt uteslöts ett starkt avvikande mätvärde för en flundra från Oceankajen som vägde 265 g och hade 0,35 mg Hg/kg VV muskel. Detta värde visas i Figur 3.



**Figur 2.** Kvicksilver i muskel (mg/kg VV) från abborre mot fiskens totalvikt (g). VV=våtvikt/färskvikt.





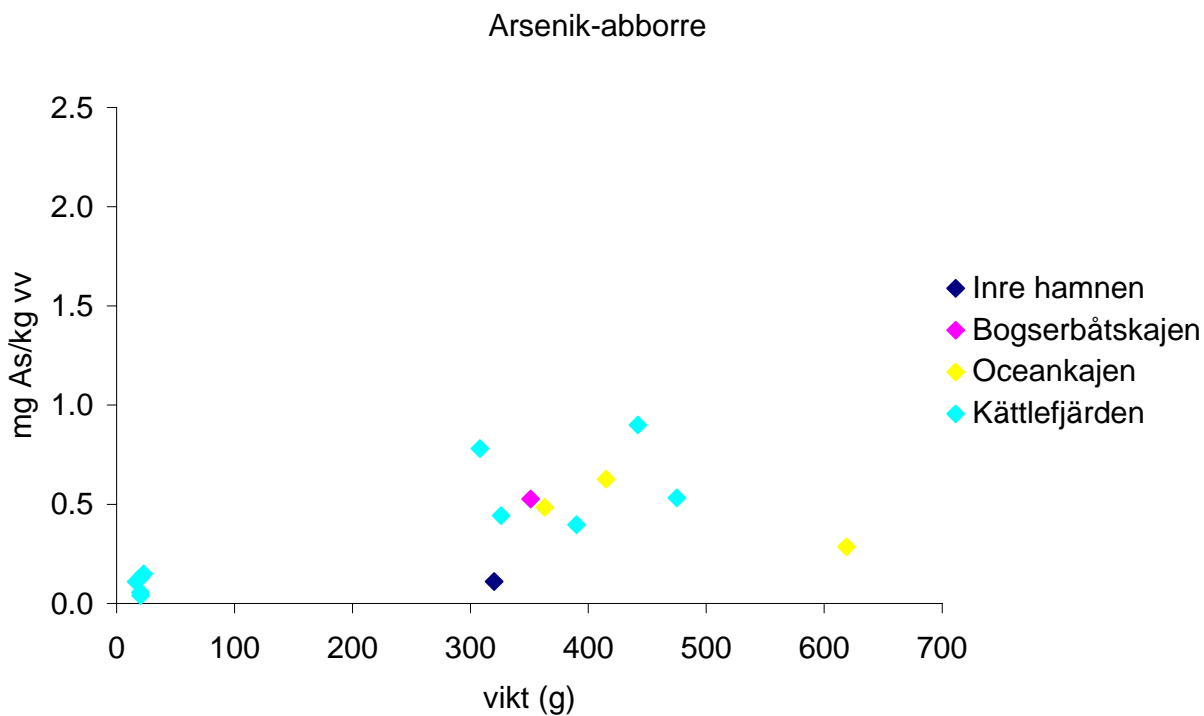
Figur 3. Kvicksilver i muskel (mg/kg VV) från flundra (mg/kg VV) mot fiskens totalvikt (g). VV=våtvikt/färskvikt.

## 5.2 Arsenik

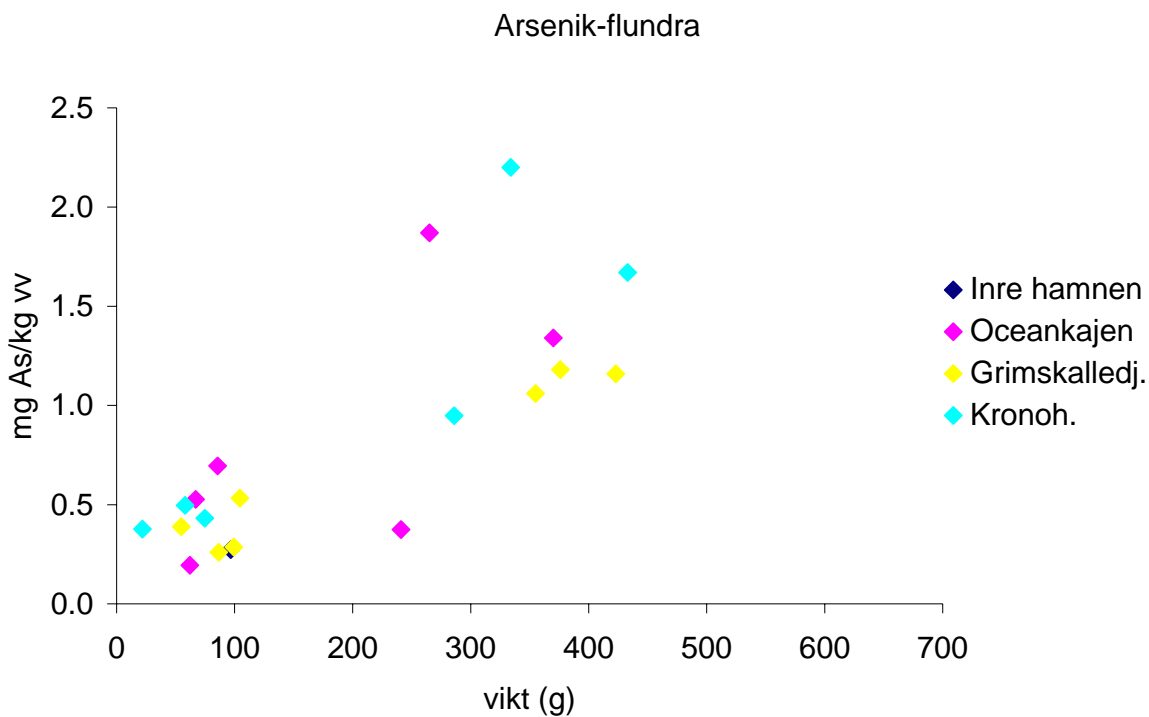
Uppmätta halter i abborre och flundra från Oskarshamnsområdet varierade mellan <0,08 – 0,6 respektive 0,2 – 2,2 mg/kg VV. Inga systematiska skillnader i arsenikhalt mellan olika lokaler kan utläsas av det analyserade materialet (Figur 4, 5). Halten arsenik ökade med ökad fiskvikt för båda arterna. Trenden var statistiskt säkerställd för abborre och flundra ( $p < 0,05$  respektive  $p < 0,001$  vid 95 % konfidensnivå). Vid jämförelse av motsvarande fiskvikter, var halterna i flundra högre än i abborre.

Gränsvärden för arsenik i fisk saknas. Rapporterade halter i abborre och flundra i den allmänna handeln är 0,72 respektive 13 mg/kg VV, vilket är i nivå med eller högre än uppmätta halter i Oskarshamnsområdet (Jorhem&Sundström 1993). Arsenik analyseras inte i fisk inom det nationella miljöövervakningsprogrammet varför information om tidstrender i regionen saknas.

I Vänern uppmättes 1,0–2,6 mg As/kg TS i abborrlever från olika lokaler under år 2002 (VVF 2003). Detta motsvarar ca 0,10–0,52 mg/kg VV lever om en torrsbstanshalt på 10–20 % antas (IVL 2004). Halten arsenik i abborrmuskel från Vänern beräknas till ca 0,06–0,3 mg/kg VV (Tabell 4). Vänerabborrarnas vikt var 58–89 g och för motsvarande fiskvikter i Oskarshamnsområdet var arsenikhalten i abborre ca 0,3 mg/kg VV (Figur 4), och i flundra 0,5 mg/kg VV (Figur 4, 5). Arsenikhalten i analyserade fiskar från Oskarshamnsområdet är därmed troligen i nivå med eller något lägre än halterna i redovisade Vänerabborrar.



Figur 4. Arsenik i muskel (mg/kg VV) från abborre mot fiskens totalvikt (g). VV=våtvikt/färskvikt.



Figur 5. Arsenik i muskel (mg/kg VV) från flundra mot fiskens totalvikt (g). VV=våtvikt/färskvikt.

### 5.3 Kadmium

Halterna i analyserade fiskar låg under rapporteringsgränsen (0,002–0,005 mg/kg VV). EU:s gränsvärde för konsumtion av fisk är 0,05 mg/kg VV (EG 2002). Halten av kadmium i analyserad abborre och flundra i Oskarshamn ligger därmed minst en faktor tio under detta gränsvärde.

Livsmedelsverket uppger att i 75 prov från åren 1993 respektive 2001, var medelhalten kadmium i fisk 0,02 mg/kg, med <0,001–0,11 som min- och maxvärden (SLV 2004). Dessa halter avser fiskmuskel på våtviktsbas (A. Glynn, SLV, email 15 oktober 2004) och medelhalten är högre än uppmätta halter i Oskarshamnsområdet. Enligt Jorhem & Sundström (1993) var kadmiumhalten i abborre och flundra i den allmänna handeln ca 0,002 respektive 0,0008 mg/kg VV, vilket ligger i nivå med eller under rapporteringsgränsen i denna studie. Det går därmed inte att utvärdera om uppmätta halter i denna studie avviker från halterna i konsumtionsfisk i den allmänna handeln.

Vid omräkning av data från nationella miljöövervakningen (halt i lever till halt i muskel), beräknas medelhalten kadmium i abborre från Kvädöfjärden ligga på ca 0,15 µg/kg VV med ett 95 % konfidensintervall på 0,14–0,17 µg/kg VV. Det går inte att utvärdera eventuella skillnader mellan abborrar tagna i Oskarshamn och Kvädöfjärden då halterna ligger under den använda rapporteringsgränsen i Oskarshamnsstudien (2–5 µg/kg VV).

Enligt uppgifter från den nationella miljöövervakningen har kadmiumhalten i abborrlever från Kvädöfjärden ökat 15 % per år under 1995–2000. I torsklever från sydöstra Gotland har däremot halterna minskat 7,2 % per år under 1981–2000 (Bignert 2002).

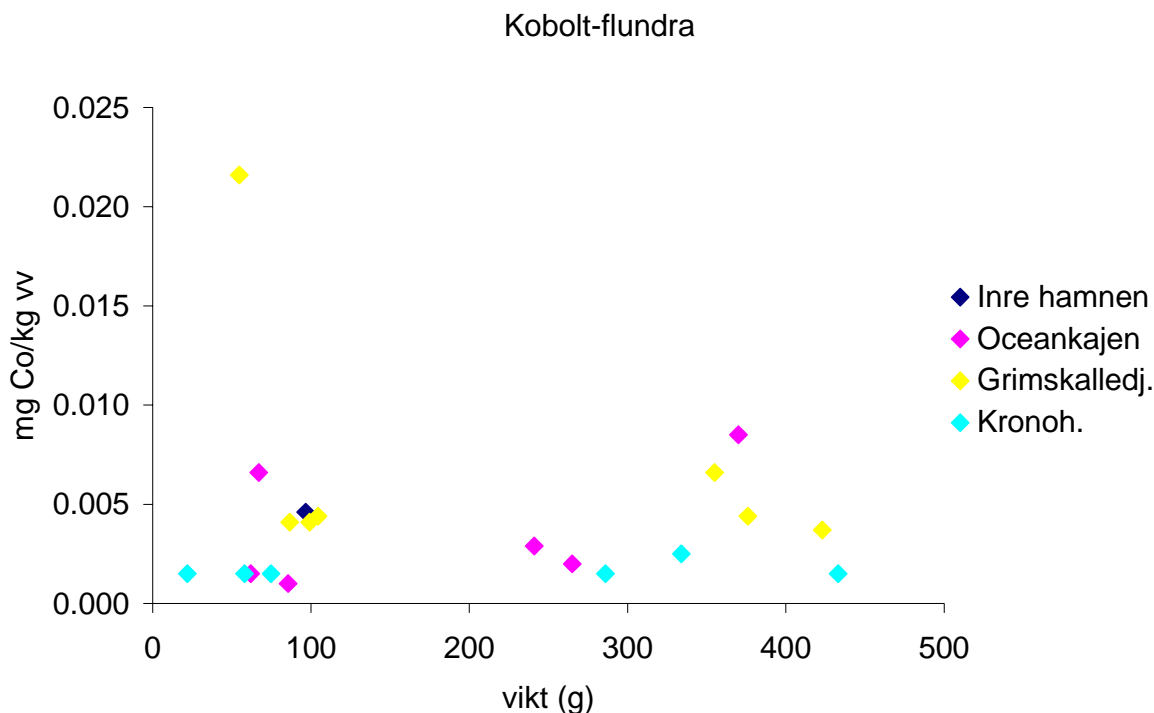
### 5.4 Kobolt

Halten kobolt i flundra var något högre än i abborre. Halten av kobolt i abborre låg i samtliga fall under rapporteringsgränsen. Nationella eller internationella gränsvärden för kobolt i mat eller fisk saknas. Enligt Engman & Jorhem (1998) ligger halterna i konsumtionsfisk på 0,002 mg/kg VV för abborre och 0,005 mg/kg VV för flundra. Halterna i analyserade abborrar och flundra från Oskarshamn bedöms ligga på ungefär samma nivå.

Inga systematiska skillnader mellan kobolthalt i flundra och fångstlokal kan ses i provmaterialet (Figur 6).

Det fanns inget samband mellan kobolthalt i flundrans muskel och flundrans kroppsvikt ( $p > 0,05$  vid 95 % konfidensnivå) (Figur 6). Avsaknaden av samband kan möjligen avspegla att koboltföreningar fungerar som co-enzym i vitamin B-12 hos fisk (Aquacare 2004). Fisken har därför sannolikt en naturlig reglerförmåga för kobolthalten i kroppen.

Kobolt analyseras inte i biota inom det nationella övervakningsprogrammet varför inga regionala jämförelser av halter, eller kommentarer om regionala tidstrender kan göras.



Figur 6. Kobolt i muskel (mg/kg VV) från flundra mot fiskens totalvikt (g). VV=våtvikt/färskvikt.

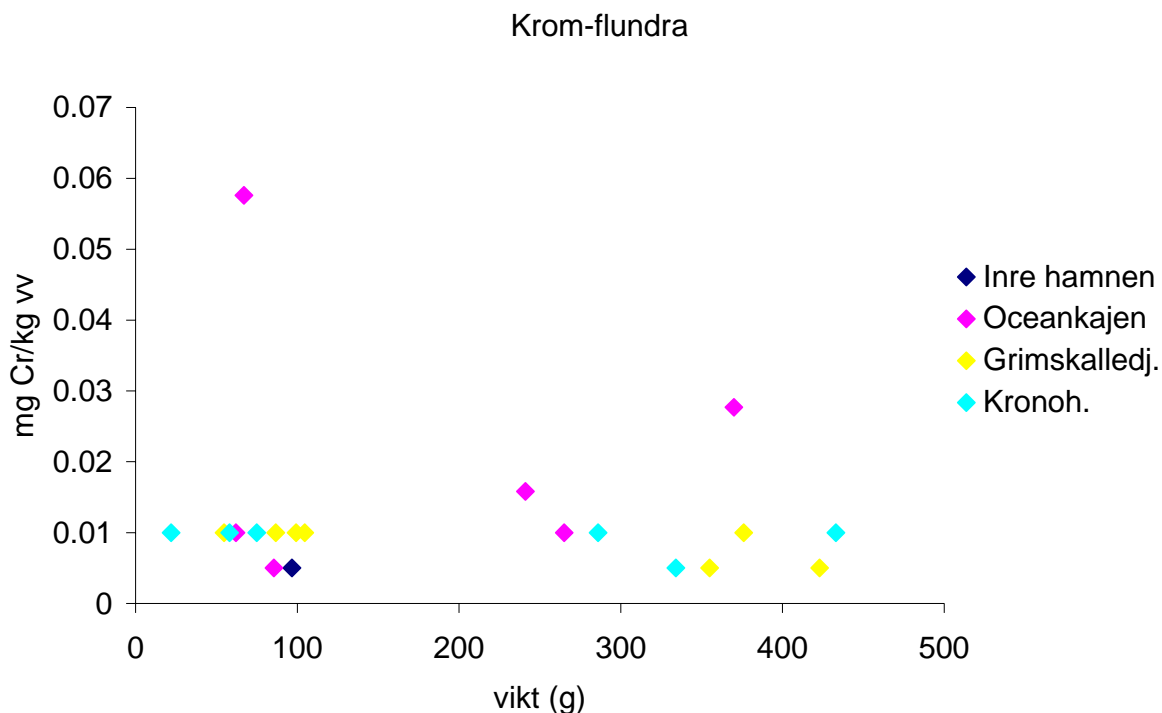
## 5.5 Krom

Halterna av krom i flundra var högre än i abborre. Halten av krom i abborre låg under analysens rapporteringsgräns (<0,01-0,03 mg/kg VV). Nationella eller internationella gränsvärden för krom i mat eller fisk saknas. Enligt Engman & Jorhem (1998) ligger halterna i konsumtionsfisk på 0,009 mg/kg VV för abborre och 0,064 mg/kg VV för flundra. Halterna i analyserade flundror från Oskarshamn ligger under denna nivå (Figur 7), medan det p.g.a av denna studies rapporteringsgräns inte går att uttala sig om hur abborrarna förhåller sig till de rapporterade värdena i konsumtionsfisk.

I flundror från Oskarshamnsområdet fanns inget statistiskt påvisbart samband mellan kromhalt i muskeln och fiskens vikt (Figur 7). Medelhalten av krom i flundrans muskel var 0,012 mg/kg VV med ett 95 % konfidensintervall på 0,007–0,018 mg/kg VV. De två högsta halterna av krom i flundra var från Oceankajen, i övrigt låg halterna under rapporteringsgränsen (0,02 mg/kg VV). I Figur 7 visas dessa prov som halva rapporteringsgränsen.

Kromhalten i abborrlever omräknat till våtviktsbas från Kvädöfjärden år 2001 (IVL 2004) minskade med ökad fiskvikt ( $p < 0,001$  vid 95 % konfidensnivån). Förhållandet mellan kromhalt i lever och i muskel är okänt varför ingen omräkning till förväntad halt i muskel kan göras.

Kromhalten i abborrlever från Kvädöfjärden har ökat 6,5 % per år under 1995–2000, medan kromhalten i torsklever från SÖ Gotland varit oförändrad under samma period (Bignert 2003).



Figur 7. Krom i muskel (mg/kg VV) från flundra mot fiskens totalvikt (g). VV=våtvikt/färskvikt.

## 5.6 Koppar

Kopparhalterna i abborre och flundra varierade mellan 0,09 – 0,25 respektive 0,15 – 0,46 mg/kg VV (Figur 8, 9). Nationella eller internationella gränsvärden för koppar i mat eller fisk saknas. Enligt Jorhem & Sundström (1993) ligger halterna i konsumtionsfisk på 0,21 mg/kg VV för abborre och 0,16 mg/kg VV för flundra. Halterna i större analyserad abborre från Oskarshamn bedöms ligga i nivå med dessa referensvärden. Uppmätta kopparhalter i flundra ligger över halterna i jämförelse-materialiet.

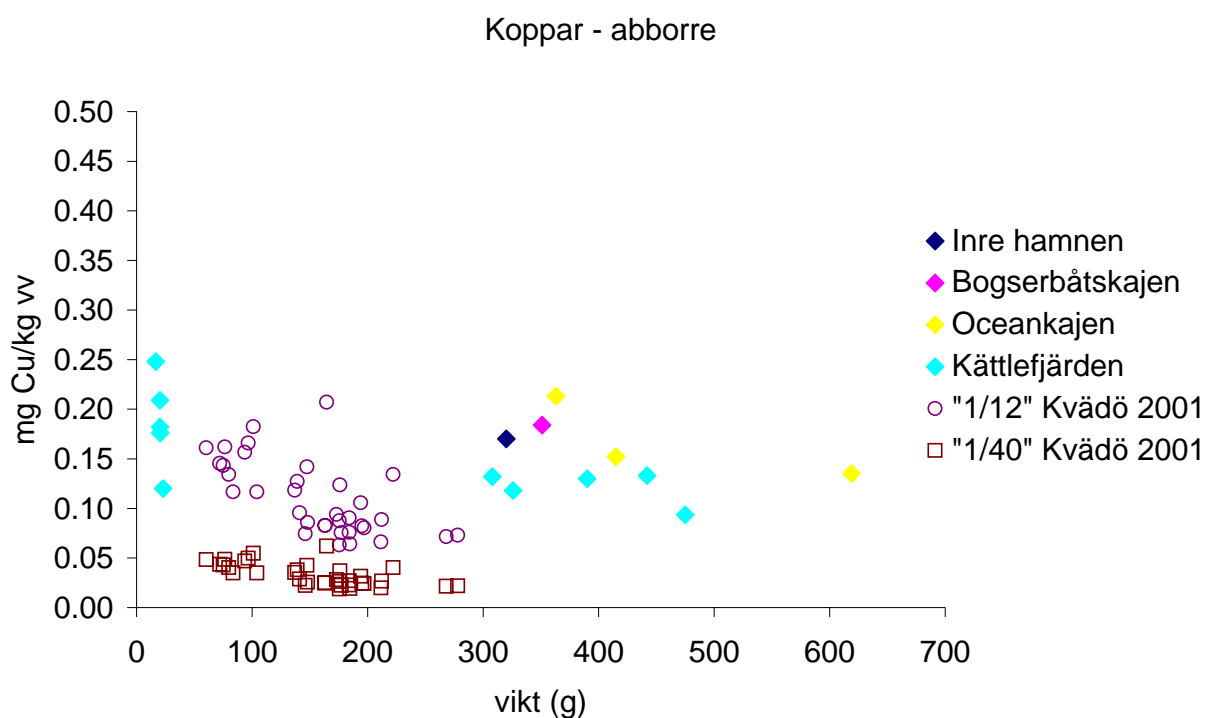
Det är intressant att notera att de minsta abborrarna i Kättelefjärden har högst halter av koppar. Möjligen är detta en effekt av lokal kopparbelastning och stationärt leverne för abborren. I övrigt ses i detta provmaterial inga systematiska skillnader i kopparhalt i fisk från olika fångstlokaler.

Halterna i flundra var något högre än abborre, vilket framgår av att konfidensintervallet för flundrans medelvärde är högre än för abborren. Kopparföreningar är en viktig enzymaktivator i fisk, och kopparbrist ger dessutom blodbrist hos vissa fiskar (Aquacare 2004). Givet dessa fiskfysiologiska funktioner hos koppar, kan artskillnader förväntas.

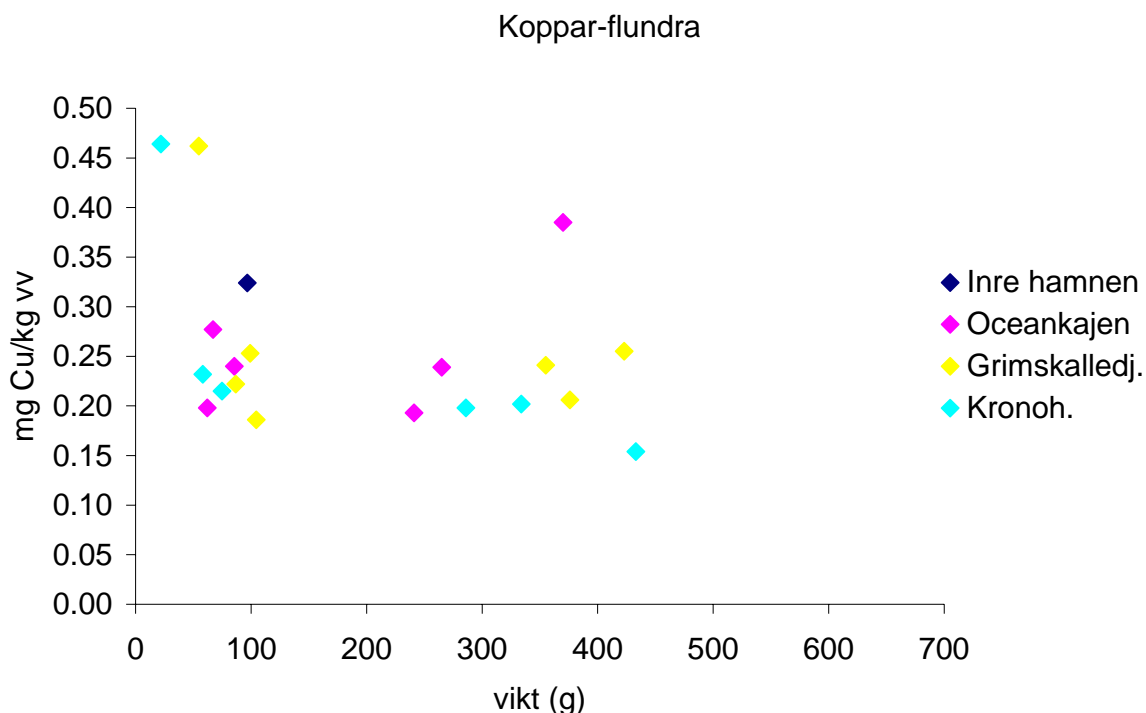
Inget signifikant samband fanns mellan vikt och föroreningshalt i flundra ( $p > 0,05$ , vid 95 % konfidensnivån). Medelvärdet var 0,26 mg/kg VV och låg inom ett 95 % konfidensintervall på 0,22–0,30 mg/kg VV. Halten koppar i abborrmuskel hade en svag men statistiskt säkerställd ( $p < 0,05$ , vid 95 % konfidensnivån) negativ korrelation med vikten. Kopparhalten i abborrmuskel minskar därmed med ökad abborrvikt. Omräknat till en enhetosabborre var medelvärde 0,26 mg/kg VV och 95% konfidensintervall 0,13–0,23 mg/kg VV.

För jämförelse av föroreningsgraden i Oskarshamn med övriga Östersjöregionen, omräknades data från nationella miljöövervakningen (halt i lever till halt i muskel) (Tabell 4). Medelhalten koppar i abborrmuskel från Oskarshamn bedöms, beroende på omvandlingsfaktor, ligga i nivå med eller över halterna i abborre från Kvädöfjärden (Figur 8).

Kopparhalten i abborrlever från Kvädöfjärden var oförändrade under 1995–2000, och i torsklever från SÖ Gotland var halterna oförändrade under 1981–2000 (Bignert 2002).



**Figur 8.** Koppar i muskel (mg/kg VV) från abborre mot fiskens totalvikt (g). VV=våtvikt/färskvikt. "1/12 Kvädö" och "1/40 Kvädö" avser beräknade halter i fiskmuskel, med omvandlingsfaktor 12 respektive 40, se Tabell 4.



Figur 9. Koppar i muskel (mg/kg VV) från flundra mot fiskens totalvikt (g). VV=våtvikt/färskvikt.

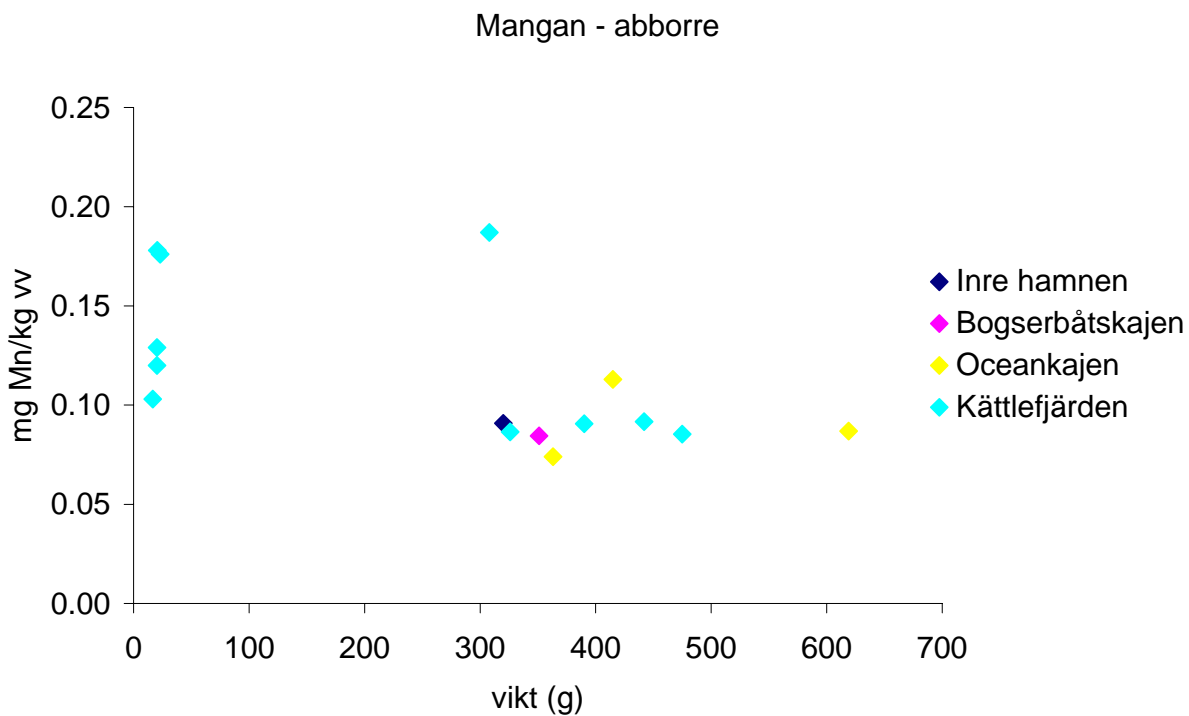
## 5.7 Mangan

Manganhalterna i abborre och flundra varierade mellan 0,07 – 0,19 respektive 0,08 – 0,22 mg/kg VV (Figur 10, 11). Nationella eller internationella gränsvärden för mangan i mat eller fisk saknas. Enligt Jorhem & Sundström (1993) ligger halterna i konsumtionsfisk på 0,52 mg/kg VV för abborre och 0,053 mg/kg VV för flundra. Halterna i analyserade abborrar från Oskarshamn bedöms ligga under dessa referensvärden, medan halterna i flundra förefaller vara förhöjda.

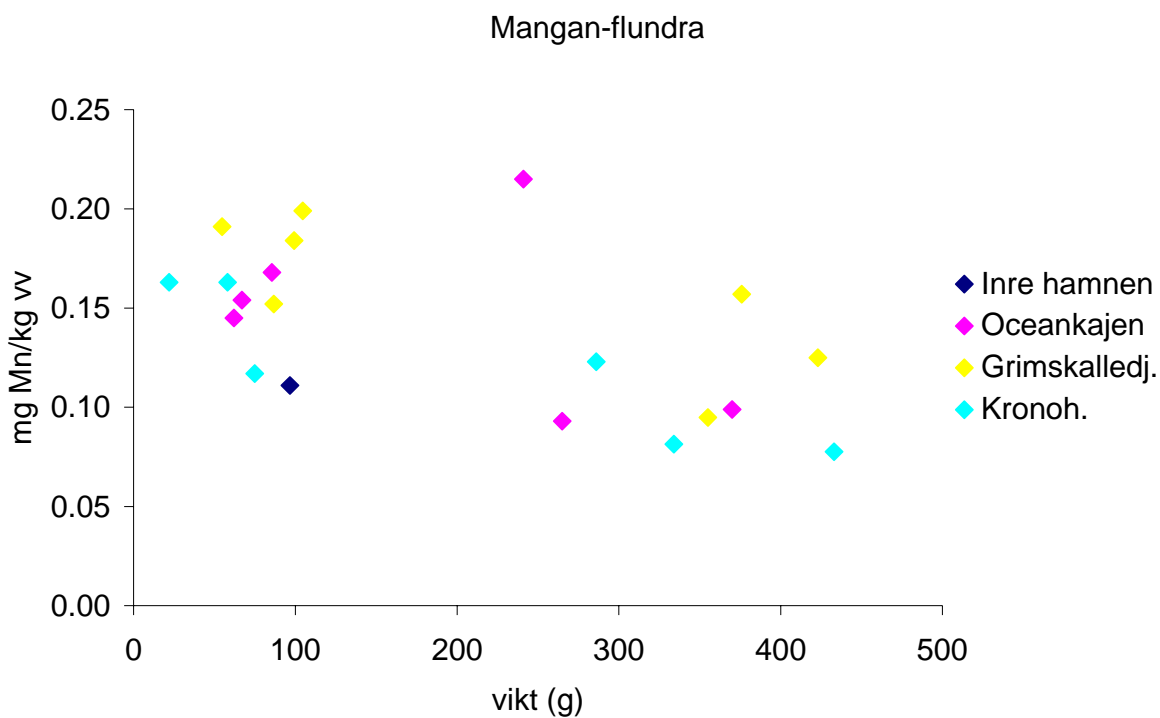
Det är intressant att notera att de minsta abborrarna i Kättlefjärden har relativt högre halter av mangan (jämför koppar). Möjligen är detta en effekt av lokal kopparbelastning och stationärt leverne för abborren. I övrigt ses i detta provmaterial inga systematiska skillnader i manganhalt i fiskar från olika fångstlokaler. Manganföreningar, liksom koppar, fungerar som enzymaktivator i fisk och finns framförallt i lever och ovarier (Aquacare 2004).

Manganhalten i flundra och abborre minskade med ökad fiskvikt ( $p < 0,01$  respektive  $p < 0,05$  vid 95 % konfidensnivå). Omräknat till en enhektosfisk så var medelhalten mangan i flundra 0,156 mg/kg VV (0,117–0,194 som 95 % konfidensintervall), och i abborre 0,132 mg/kg VV (0,092–0,172 som 95 % konfidensintervall). Manganhalten i enhektosfiskar av flundra var alltså ungerfär lika som i enhektosfiskar av abborre (Figur 10,11).

Mangan ingår inte i det nationella övervakningsprogrammet för biota (Bignert 2002) varför inga jämförelser med regionala halter eller tidstrender kan göras.



Figur 10. Mangan i muskel (mg/kg VV) från abborre mot fiskens totalvikt (g). VV=våtvikt/färskvikt.



Figur 11. Mangan i muskel (mg/kg VV) från flundra mot fiskens totalvikt (g). VV=våtvikt/färskvikt.



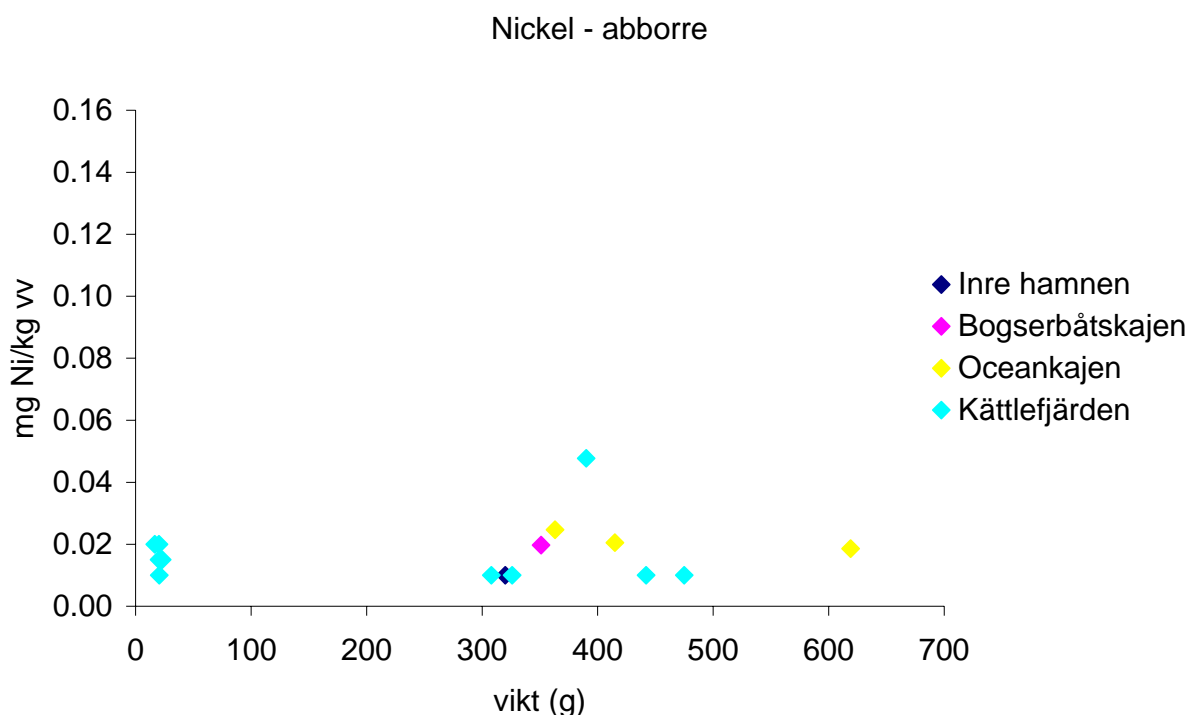
## 5.8 Nickel

Nickelhalterna i abborre och flundra varierade mellan 0,01– 0,05 respektive <0,01 –0,15 mg/kg VV (Figur 12, 13). Nationella eller internationella gränsvärden för koppar i mat eller fisk saknas. Enligt Jorhem & Sundström (1993) ligger halterna i konsumtionsfisk på 0,012 mg/kg VV för abborre och 0,013 mg/kg VV för flundra. Halterna i analyserade abborrar och flundra från Oskarshamn bedöms ligga i nivå med och i vissa fall något högre än dessa referensvärden. Medelhalterna i flundra är något högre än dito i abborre.

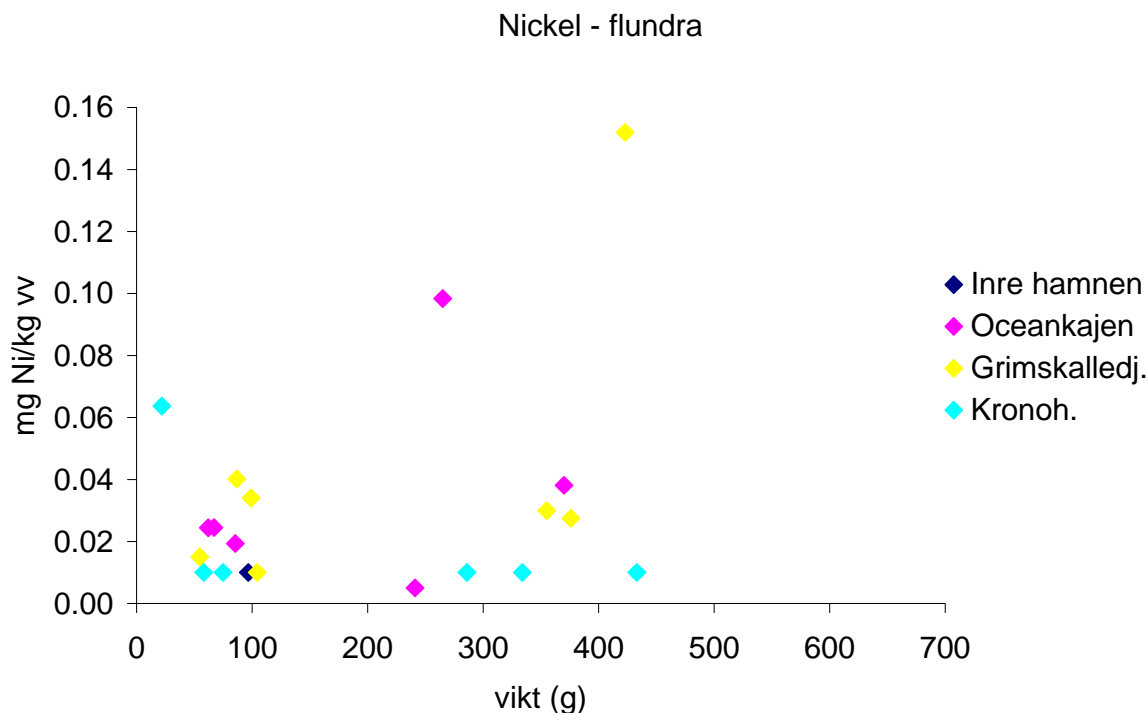
Inga systematiska skillnader i nickelhalt för fiskar fångade på olika fångstlokaler kan ses i provmaterialet. Det kan dock noteras att medelhalten, liksom variationen i nickelhalt var större för flundror, vilket möjligen kan avspegla en mer ojämn exponering, t ex via föda på olika starkt förorenade sediment.

Det fanns inget samband mellan nickelhalt och fiskvikt för flundra eller abborre ( $p > 0,05$  vid 95 % konfidensnivå, för respektive art). För undersökning av detta samband utfördes linjär regression av nickelhalten i fisken mot fiskvikten. I regressionsanalysen av flundror uteslöts ett starkt avvikande värde som var mer än fem gånger högre än medianvärdet (0,019 mg/kg VV).

För regional jämförelse finns nickelhalter i lever från Kvädöfjärden. Förhållandet mellan nickelhalt i lever och i muskel är okänt varför ingen omräkning till förväntad halt i muskel kan göras. Nickelhalter i abborrlever från Kvädöfjärden har minskat 37 % per år under 1995–2000, medan halterna i torsklever från SÖ Gotland har varit oförändrade (Bignert 2002).



**Figur 12.** Nickel i muskel (mg/kg VV) från abborre mot fiskens totalvikt (g). VV=våtvikt/färskvikt.



Figur 13. Nickel i muskel (mg/kg VV) från flundra mot fiskens totalvikt (g). VV=våtvikt/färskvikt.

## 5.9 Bly

Uppmätta blyhalter i abborre och flundra varierade mellan 0,001 – 0,012 respektive 0,001 – 0,017 mg/kg VV (Figur 14, 15). För bly i fiskkött anger EG (2002) en högsta tillåten halt på 0,2 mg/kg VV. Blyhalterna i analyserade abborrar och flundror muskel från Oskarshamn är alltså ca. 10–100 gånger lägre än detta gränsvärde. Det kan noteras att EG:s gränsvärde avser hela fisken.

Enligt Jorhem & Sundström (1993) ligger halterna i konsumtionsfisk på 0,008 mg/kg VV för abborre och 0,006 mg/kg VV för flundra. Halterna i analyserade större abborrar och flundra från Oskarshamn bedöms ligga i nivå med och under dessa referensvärden. Livsmedelsverket (SLV 2004) uppger att i 75 prov från åren 1993 respektive 2001 var medelhalten bly i fisk 0,004 mg/kg, med <0,006–0,018 som min- och maxvärden. Dessa halter avser fiskmuskel på våtviktsbas (A. Glynn, SLV, email 15 oktober 2004), och är i nivå med halterna i större fisk från Oskarshamnsområdet. Koncentrationen i enhektorsfisk från Oskarshamnsområdet ligger något över 0,004 mg/kg VV (Tabell 5).

Liksom för koppar och mangan, har de minsta abborrarna i Kättlefjärden högst blyhalter. Detta kan vara ett resultat av lokal belastning med bly och stationärt leverne för abborren. I övrigt sågs inga systematiska skillnader i blyhalt för fiskar fångade på olika lokaler (Figur 14, 15).

För abborrar och flundror i Oskarshamnsområdet fanns statistiskt säkerställt linjärt negativt samband mellan blyhalt och fiskvikt ( $p < 0,001$  respektive  $p < 0,05$  vid 95 % konfidensnivå). Eftersom blyhalten i flundra och abborre minskade med ökande fiskvikt så beror medelvärdet för blyhalten av vilka fiskvikter som har provtagits. Omräknat till en enhektorsfisk så var halterna i

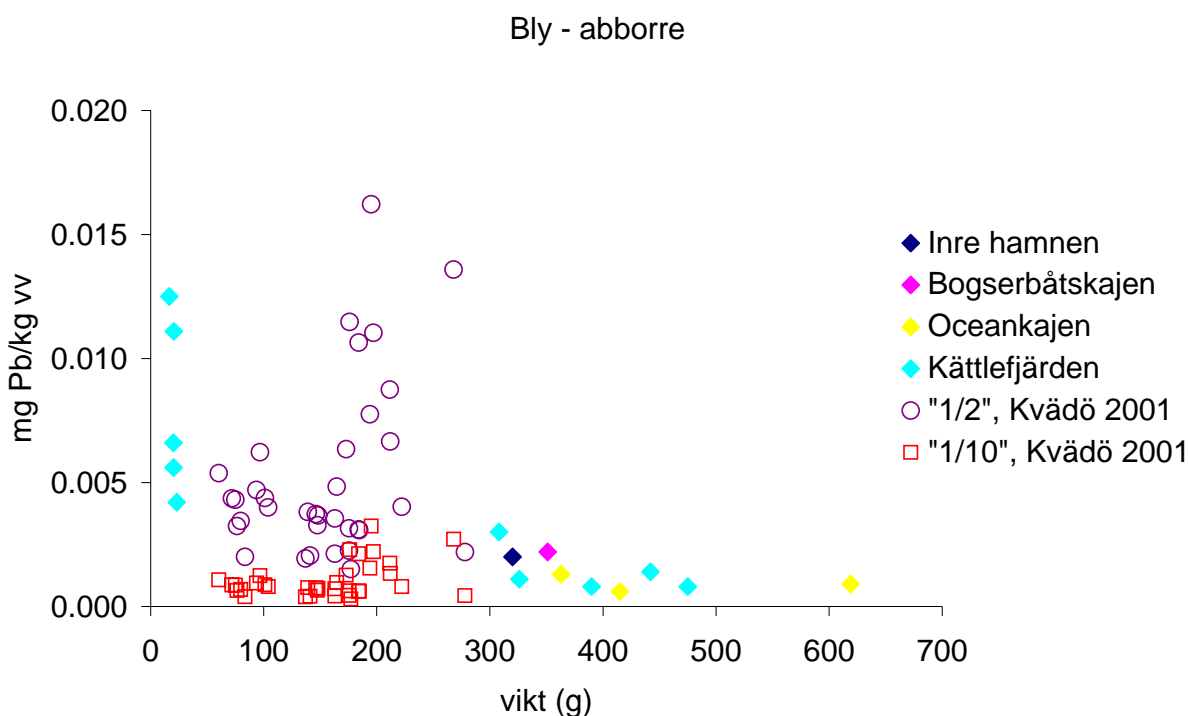
respektive art som visas i Tabell 5. Som framgår av Tabell 5 ligger medelvärdena för abborre och flundra på samma nivå, med överlappande konfidensintervall.

**Tabell 5.** Medelvärde bly i enhektosfisk (mg/kg VV)

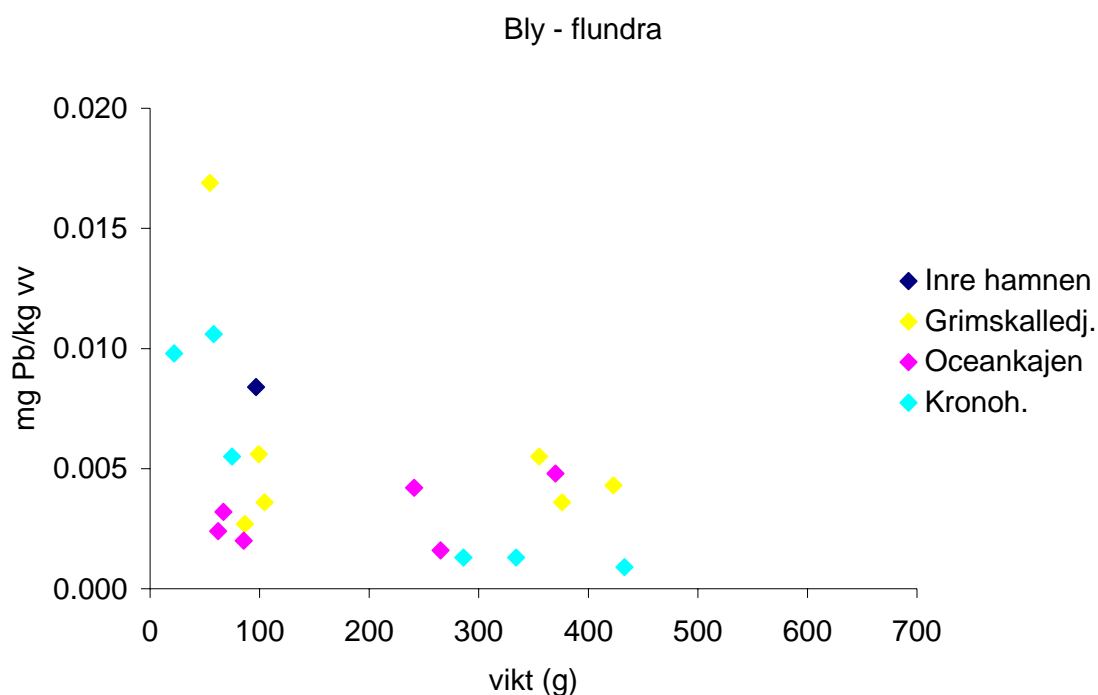
Art	Medelvärde	95 % konfidensintervall
abborre	0,0063	0,0035–0,0091
flundra	0,0061	0,0020–0,010

För jämförelse av föroreningsgraden i Oskarshamn med övriga Östersjöregionen, omräknades data från nationella miljöövervakningen (halt i lever till halt i muskel) (Tabell 4). Medelhalten bly i abborrmuskel från Oskarshamn bedöms, beroende på omvandlingsfaktor, ligga i nivå med eller något över halterna i abborre från Kvädöfjärden (Figur 14).

Halten av bly i abborrlever från övriga Östersjöområdet, exemplifierat med Kvädöfjärden minskade med 19 % per år under 1985–2000 (Bignert 2002).



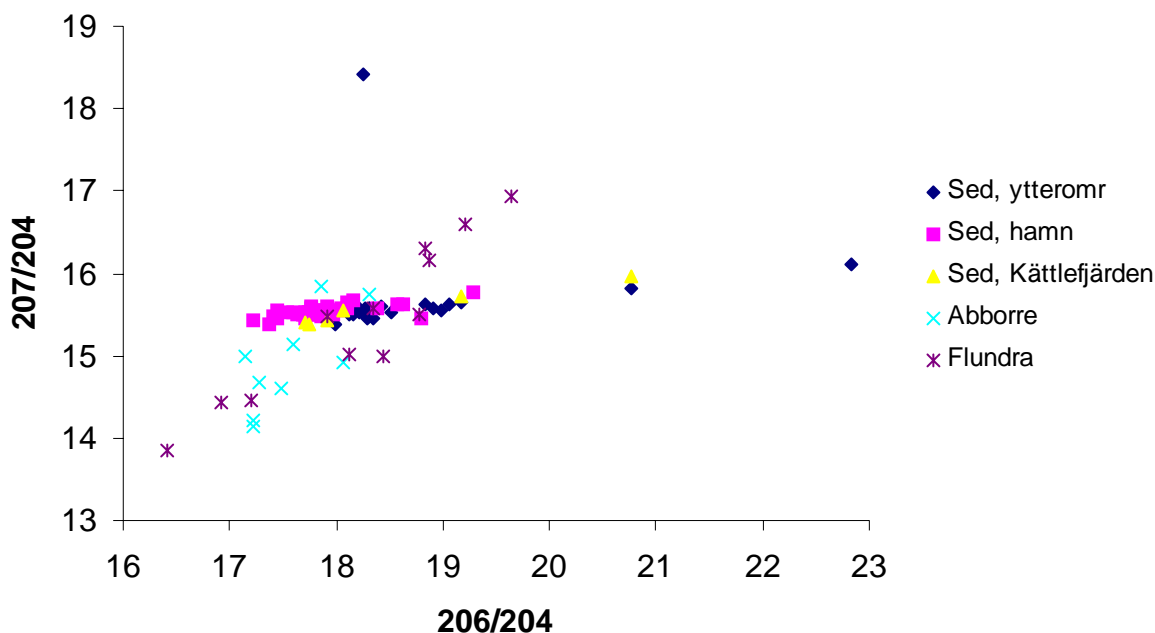
**Figur 14.** Bly i muskel (mg/kg VV) från abborre mot fiskens totalvikt (g). VV=våtvikt/färskvikt. "1/2 Kvädö" och "1/10 Kvädö" avser beräknade halter i fiskmuskel, med omvandlingsfaktor 2 respektive 10, se Tabell 4.



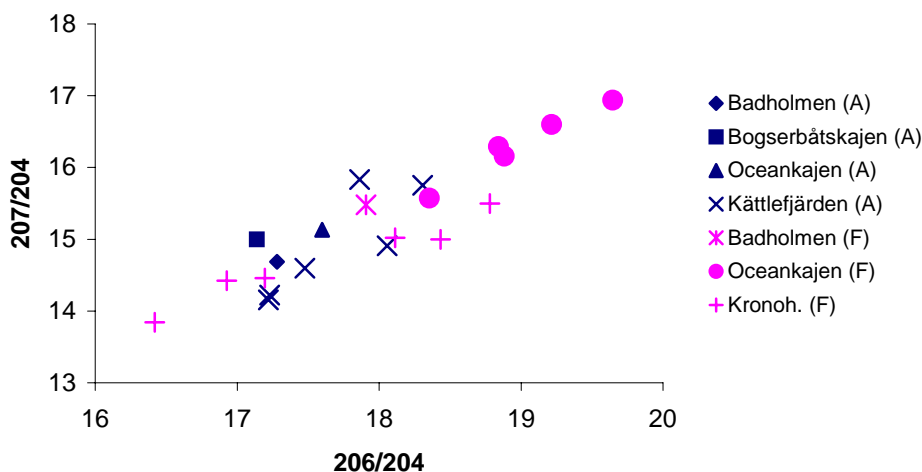
**Figur 15.** Bly i muskel (mg/kg VV) från flundra mot fiskens totalvikt (g). VV=vätvikt/färskvikt.

Underlag för jämförelse av blyisotopsammansättning saknas för fisk, vilket medför att erhållna resultat har jämförts mellan fångstlokaler samt med uppmätta förhållanden i sediment från Oskarshamns hamn och närområdet.

Då kvoten  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  plottas mot kvoten  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  framgår det att spridningen i  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  är större i fiskmuskel jämfört med motsvarande kvot för sedimentprover tagna i hamnen och i ytterområdena (Figur 16)(Oskarshamns hamn 2004:16; 2004:18). Kvoterna uppvisar ett signifikant positivt linjärt samband i fisk ( $r^2=0,82$ ,  $p=<0,001$ ) (Figur 16, 17). Någon systematisk skillnad mellan arter och lokaler kan inte ses i materialet (Figur 17).



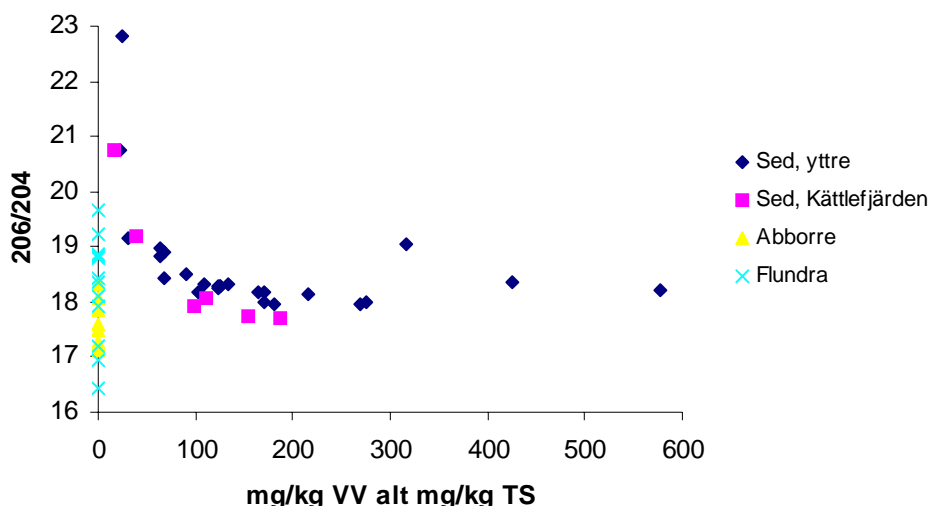
**Figur 16.** Förhållandet mellan kvoterna  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  och  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  i sediment från hamnen och ytterområden samt fiskmuskel från olika lokaler i Oskarshamnsområdet. Sedimentdata från rapport Oskarshamns hamn 2004:16 och 2004:18.



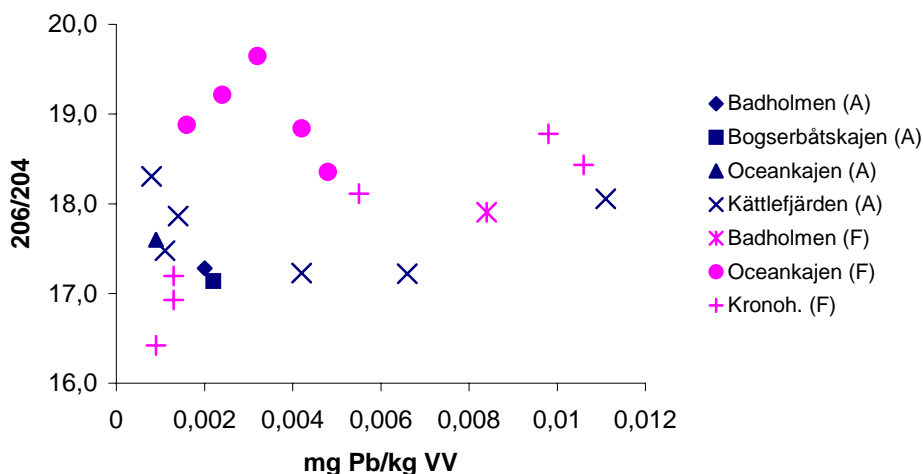
**Figur 17.** Förhållandet mellan kvoterna  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  och  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  i fiskmuskel från olika lokaler i Oskarshamnsområdet. Abborre=blå, flundra cerise.

I sediment från hamnområdet och närområdet är medelkvoten mellan  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  ca 18,2 när totalhalten bly överstiger 100 mg/kg TS (Oskarshamns hamn 2004:16) (Figur 18). I Kättlefjärden är medelkvoten 18,6 med max 20,8 och min 17,7 (6 analyser, oberoende av totalkoncentration av bly i sediment). Medelkvoten mellan  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  i fiskmuskel är 17,9 (22 analyser, oberoende av

totalkoncentration av bly i fiskmuskel), med högsta och lägsta beräknade kvoter på 19,6 respektive 16,4 (Figur 19). Spridningen tycks vara större vid lägre totalhalter, både för fisk och sediment. Någon systematisk skillnad mellan arter och lokaler kan inte ses i materialet (Figur 19).



Figur 18. Förhållandet mellan kvoten  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  och totalhalt bly i fiskmuskel (mg/kg VV) och sediment (mg/kg TS) från olika lokaler i Oskarshamnsområdet.



Figur 19. Förhållandet mellan kvoten  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  och totalhalt bly (mg/kg VV) i fiskmuskel från olika lokaler i Oskarshamnsområdet. Abborre=blå, flundra cerise.

## 5.10 Zink

Uppmätta zinkhalter i abborre och flundra varierade mellan 3,6 – 5,2 respektive 3,3 – 5,1 mg/kg VV (Figur 20, 21). En flundra från Grimskalledjupet avviker kraftigt med rapporterade 26 mg/kg VV. Nationella eller internationella gränsvärden för zink i mat eller fisk saknas. Enligt Jorhem & Sundström (1993) ligger halterna i konsumtionsfisk på ca 4,9 mg/kg VV för abborre och 5,8 mg/kg VV för flundra. Halterna i analyserade abborrar och flundra från Oskarshamn bedöms ligga i nivå med dessa referensvärden.

Inget samband fanns mellan vikt och föroreningshalt för abborre eller flundra; inte heller sågs ett samband när ett starkt avvikande värde uteslutits ( $p > 0,05$  för alla tre tester vid 95 % konfidensnivå). Avsaknad av samband mellan zinkhalt och fiskvikt är förväntad. Zink är en näringsmässigt essentiell metall och dess koncentration i vattenlevande djur regleras med homeostatiska mekanismer.

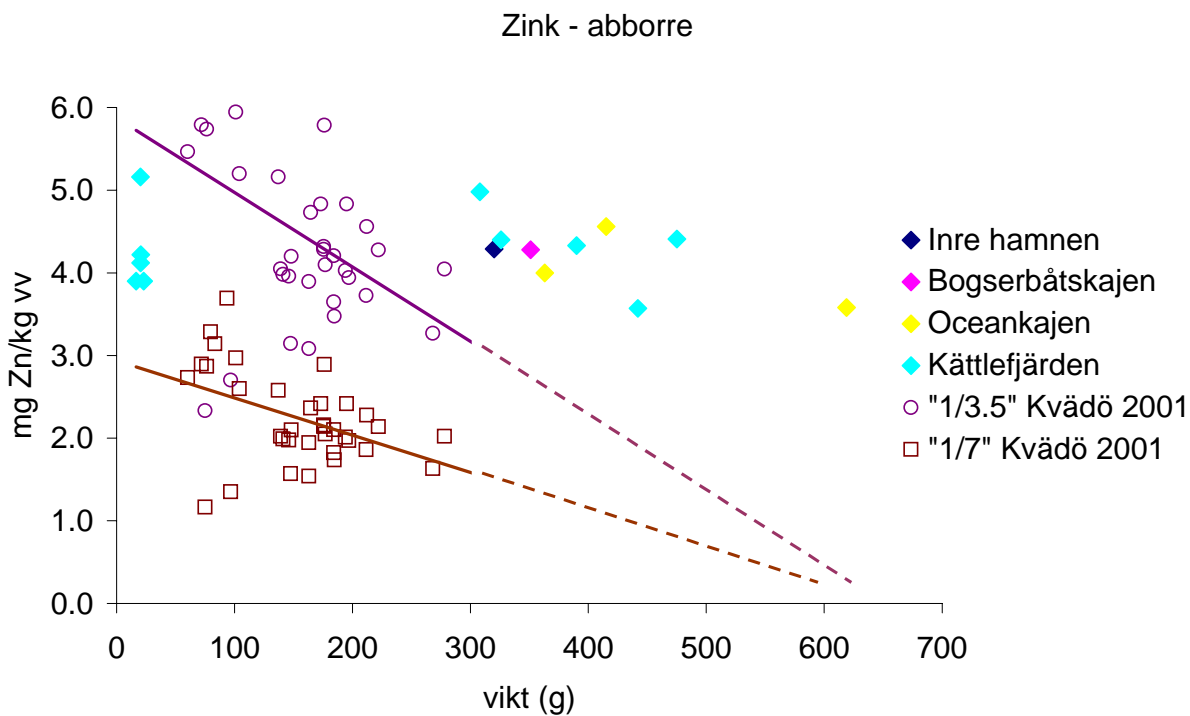
I abborre var medelhalten för alla Oskarshamnsstationer 4,4 mg/kg VV, eller 3,9–4,8 mg/kg VV som ett 95 % konfidensintervall. För flundra var medelhalten 4,7 mg/kg VV, eller 4,2–5,3 som 95 % konfidensintervall efter att det starkt avvikande värdet exkluderats. Inga tydliga mönster avseende skillnader mellan arter och lokaler kan ses i det undersökta materialet.

För jämförelse av föroreningsgraden i Oskarshamn med övriga Östersjöregionen, omräknades data från nationella miljöövervakningen (halt i lever till halt i muskel) (Tabell 4). Medelhalten zink i abborremuskel från Oskarshamn bedöms, beroende på omvandlingsfaktor, ligga i nivå med eller något över halterna i abborre från Kvädöfjärden (Figur 20).

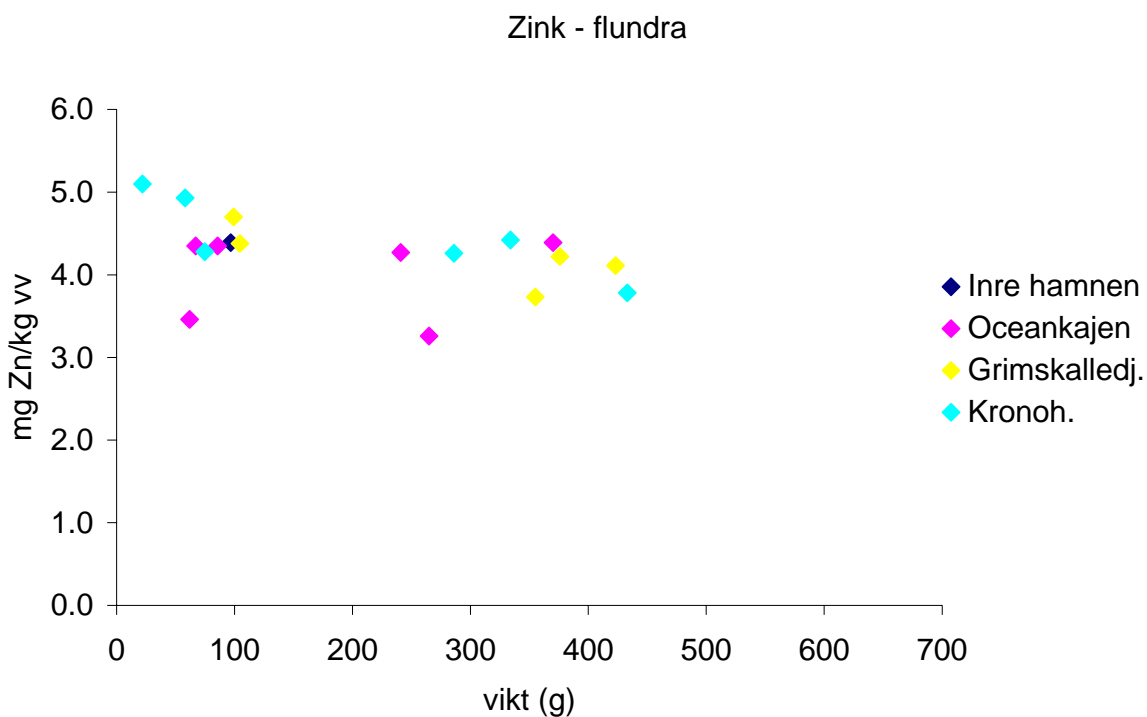
Det kan också noteras att om data från Kvädöfjärden extrapoleras till abborrvikter kring 300–500 g, som mestadels analyserats i Oskarshamnsområdet, så är halterna i dessa högviktsabborrar i Oskarshamn högre än vad som förväntas i motsvarande abborrar från Kvädöfjärden (streckade linjer i Figur 20).

Det fanns ett statistiskt signifikant linjärt negativt samband mellan zinkhalten och vikten i data från Kvädöfjärden ( $p < 0,01$  vid 95 % konfidensnivå). I avsaknad av mätvärden är extrapolationen osäker för abborrvikter över 300 g.

Enligt data från den nationella miljöövervakningen ökar zinkhalten i abborrlever från Kvädöfjärden med 13 % per år, men minskar med ca 10 % per år i sillgrissleägg (Bignert 2002). Inga skillnader i medelhalt av zink i sillever har påvisats för de fyra Östersjölokaler som studeras inom det nationella övervakningsprogrammet (Bignert 2002).



**Figur 20.** Zink i muskel (mg/kg VV) från abborre mot fiskens totalvikt (g). VV=våtvikt/färskvikt. "1/3,5 Kvädö" och "1/7 Kvädö" avser beräknade halter i fiskmuskel, med omvandlingsfaktor 3,5 respektive 7, se Tabell 4.



**Figur 21.** Zink i muskel (mg/kg VV) från flundra mot fiskens totalvikt (g). VV=våtvikt/färskvikt. Ett klart avvikande mätvärde (outlier); 25.8 mg Zn/kg VV för en 54.7 g-flundra från Grimskalledjupet visas inte.

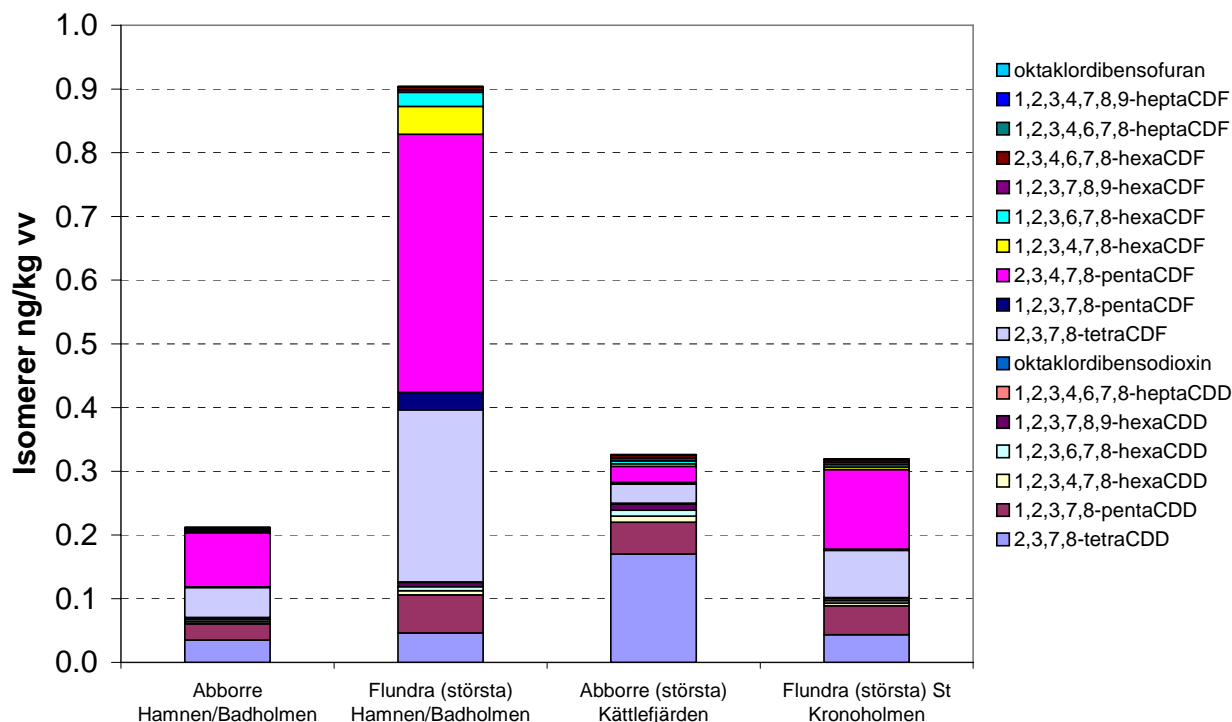


## 5.11 Dioxiner

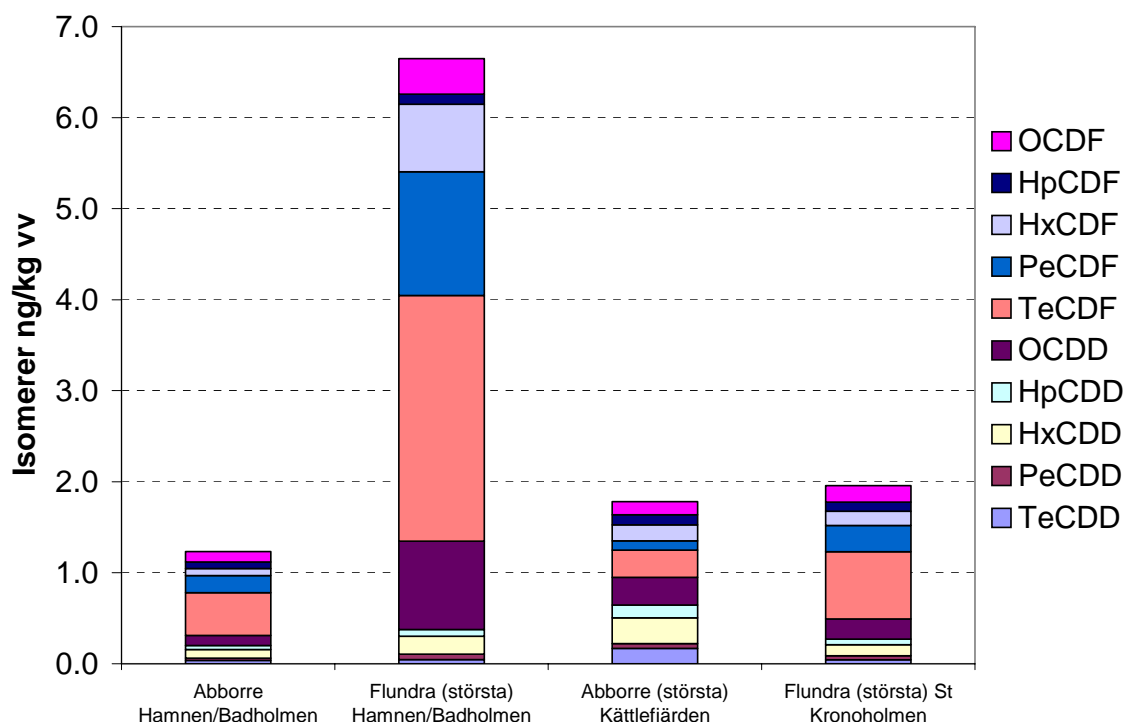
Halterna av dioxiner (PCDD och PCDF) i abborre och flundra rapporterades till mellan 0,1 – 0,2 respektive 0,2 – 0,8 pg WHO I-TEQ/g VV. EU-gränsvärdet för dioxin i fisk är 4 pg WHO I-TEQ/g VV (EG, 2001b) vilket motsvarar 4 ng WHO I-TEQ /kg VV. Dioxinhalten i analyserade abborrar och flundror från Oskarshamn ligger under detta gränsvärde.

Flertalet av de analyserade dioxinkongenerna ligger under rapporteringsgränsen (Bilaga 3). De tetra- och pentaklorerade furankongenerna utgjorde den största relativa andelen, både uttryckt som totalhalt och omräknat till toxicitetsekvivalenter (2,3,7,8-tetra-*p*-dioxin ekvivalenter, WHO I-TEQ) (Figur 22, 23).

Underlaget är för litet för att utvärdera eventuella skillnader mellan arter, lokaler, storlekar och fetthalt.



Figur 22. Uppmätta halter omräknade till toxikologiska ekvivalenter (ng TEQ/kg VV). Summering av de 17 kongenerna enligt alternativ 2 i Tabell 6.



**Figur 23.** Totalhalt dioxiner (ng/kg VV). Summering av de 17 kongenerna enligt alternativ 2 i Tabell 6.

Summering av bidraget i form av toxiska ekvivalenterna från de 17 analyserade föreningarna kan variera. Analytica, som ansvarat för analyserna summerar endast halter över rapporteringsgränsen (alternativ 1 i Tabell 6, 7), medan Livsmedelsverket av försiktighetsskäl i vissa fall använder rapporteringsgränsen vid summering (alternativ 3). I andra sammanhang väljs summering av rapporterade värden samt halva rapporteringsgränsen (alternativ 2).

Av tabellerna framgår att den beräknade halten, uttryckt som toxicitetsekvivalenter skiljer avsevärt mellan alternativen och den statistiska fördelningen av halterna har därför undersökts (Tabell 8). Med antagandet att halterna är log-normalfördelade, beräknades medelvärde och 95 % konfidensintervall för de tre summeringsalternativen. I samtliga fall låg det övre konfidensintervallet under EUs och Livsmedelsverkets gränsvärde. Om spridningen av halter i de fyra analyserade fiskarna är representativa för flundror och abborre i Oskarshamnsområdet, är sannolikheten för att gränsvärdet överskrids låg.

Livsmedelsverket har analyserat dioxiner i olika fiskarter runtom från Sverige (SLV 2002; 2004). Av Tabell 8 framgår att medelhalten dioxiner i de analyserade fiskarna ligger under halterna i redovisad konsumtionsfisk. Dioxinhalten ökar normalt med fetthalt, vilket förklarar de högre halterna i t. ex. strömming och lax.

Dioxinhalten i sillgrissleägg från Stora Karlsö mer än halverades från 70-talet till 90-talet, men låg under 90-talet oförändrad. Dioxinhalten i sillmuskel från Utlängan har också varit oförändrad under 90-talet (Bignert, 2002).

**Tabell 6.**  $\Sigma$  WHO I-TEQ (pg/g VV= enligt tre beräkningsalternativ.

Alternativ	$\Sigma$ TEQ-inkluderar	Flundra Hamn/Badholmen	Flundra St Kronoholmen	Abborre Hamn/Badholmen	Abborre Kättlefjärden
1	Endast >rapp.gräns	0,77	0,20	0,13	0,20
2	Halva rapp.gräns	0,90	0,32	0,21	0,33
3	Hela rapp.gräns	1,04	0,44	0,29	0,45

**Tabell 7.**  $\Sigma$  WHO I-TEQ (pg/g fett) enligt tre beräkningsalternativ.

Alternativ	$\Sigma$ TEQ-inkluderar	Flundra Hamn/Badholmen	Flundra St Kronoholmen	Abborre Hamn/Badholmen	Abborre Kättlefjärden
1	Endast >rapp.gräns	490	190	230	140
2	Halva rapp.gräns	580	310	370	220
3	Hela rapp.gräns	670	420	500	310

**Tabell 8.** Medelvärde och konfidensintervall för summa WHO I- TEQ enligt tre beräkningsalternativ samt jämförelse med uppmätta halter av dioxiner i konsumtionsfisk (pg TEQ/g vv) (SLV 2002).

Alternativ	$\Sigma$ TEQ-inkluderar	Abborre, flundra	Mager insjöfisk	Sill, makrill	Strömming, böckling	Östersjö lax
1	Endast >rapp.gräns	0,25 (0,074–0,86)	0,78	0,66	2,94	7,24
2	Halva rapp.gräns	0,38 (0,14–1,0)				
3	Hela rapp.gräns	0,50 (0,21–1,2)				

## 6 Diskussion och slutsatser

Sedimenten i Oskarshamns hamn är förorenade av metaller och dioxiner och förhöjda metallhalter har också påträffats i sediment på ackumulationsbottnar öster och söder om hamnområdet (Grimskalledjupet respektive syd-sydost St Kronoholmen samt i Kättlefjärden). Fördelningen av blyisotoper visar att hamnen sannolikt utgör källa för vissa av dessa föroreningar. Kättlefjärden kan även vara påverkad av fyllnadsmaterial som enligt mutliga uppgifter har sitt ursprung från Kopparverkets verksamhet. Detta medför att ingen av fiskelokalerna kan betecknas som en ostörd referens, vilket försvårar utvärderingen av föroreningshalter i fisk i relation till lokala och regionala bakgrundshalter. Vid eventuella fortsatt undersökningar rekommenderas kompletterande analyser av fisk i närliggande opåverkade områden.

## 6.1 Artskillnader

Metallhalterna i flundra var något högre än i abborre för arsenik, kobolt, krom, koppar och nickel. Halterna av kvicksilver, mangan, bly och zink låg på ungefär samma nivå oavsett art. Det bör beaktas att mätosäkerhet för metall- och dioxinanalyserna varierar mellan ca 20 – 70 % respektive ca 20 - 30 %.

Metallhalten i abborre och flundra varierade i vissa fall med fiskens vikt. Signifikanta positiva samband, dvs. högre halt i muskel vid ökad vikt, erhöles för kvicksilver och arsenik. Detta tyder på bioackumulation och, när det gäller abborre som ändrar födoval med ökad ålder/storlek, även biomagnifikation. Signifikanta negativa samband, dvs. lägre halt vid ökad vikt erhöles för koppar (abborre), mangan (abborre och flundra) och bly (abborre och flundra).

Underlaget avseende dioxiner är för litet för att utvärdera eventuella skillnader mellan arter, fetthalt och storlek.

## 6.2 Lokala och regionala skillnader

Skillnaderna i föroreningshalt i fisk fångad i hamnen, Grimskalledjupet, St Kronholmen och Kättlefjärden var små och inga generella systematiska skillnader mellan lokaler kan utläsas av resultaten. Något högre halter av koppar, mangan och bly noterades i mindre abborre (10-15 cm) fångad i Kättlefjärden. De högre värdena kan avspegla lokal föroreningsbelastning i kombination med en högre exponering för de mindre, stationära fiskarna.

Vid jämförelse med data från det nationella miljöövervakningsprogrammet (Kvädöfjärden, Valdemarsviks kommun) kan konstateras att halterna av kvicksilver i abborre från Oskarshamnsområdet förefaller vara något förhöjd. Halterna av kvicksilver, koppar, bly och zink i abborrmuskel ligger i nivå med eller något över beräknade halter i abborre tagen i Kvädöfjärden. På grund av rapporteringsgränsen i denna studie går inte eventuella lokala avvikelser avseende kadmiumhalter att utvärdera. Regionalt jämförelsematerial saknas för arsenik och mangan. Avsaknad av omvandlingsfaktorer (lever till muskel) medför att jämförelse mellan uppmätta halter och regionala bakgrundshalter ej kan göras för krom och nickel.

Referensmaterialet från det nationella miljöövervakningsprogrammet omfattar för flertalet metaller leverkoncentrationer. Detta underlag har omräknats till halt i fiskmuskel med hjälp av empiriska och erfarenhetsmässiga samband. Analys av metallhalter i abborrlever skulle öka säkerheten i utvärderingen. Referensdata för flundra i Östersjön saknas.

Analys av blyisotoper i fiskmuskel visar för kvoten  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  en relativt god överensstämmelse med dito i sedimenten från hamnområdet och övriga undersökta lokaler. Jämförelsedata saknas. Spridningen i blyisotopsammansättning för både sediment och fisk är störst vid lägre totalkoncentrationer av bly. På basis av genomförda undersökningar kan det inte uteslutas att isotopsammansättningen i fiskmuskel indikerar upptag av bly med ursprung i hamnområdet.

Underlaget avseende dioxiner (PCDD/PCDF) är för litet för att utvärdera eventuella lokala och regionala skillnader. Uppmätta dioxinhalter ligger under redovisade halter i konsumtionsfisk.

### 6.3 Hälsorisker

Gränsvärde för fisk och livsmedel finns för kvicksilver, kadmium, bly och dioxiner. Halterna i analyserad fiskmuskel från Oskarshamnsområdet ligger i samtliga fall under dessa gränsvärden. För metaller bedöms materialet vara relativt omfattande (totalt 35 analyser av fisk i olika storleksklasser), medan underlaget avseende dioxiner endast utgörs av fyra individuella fiskar. Vid eventuella fortsatta undersökningar föreslås att ytterligare dioxinanalyser genomförs för att verifiera resultaten.

Uppmätta halter i större fisk (konsumtionsstorlek, > 200g) från Oskarshamnsområdet har jämförts med referensdata från halter i fisk i den allmänna livsmedelshandeln (Tabell 9). Några generella mönster avseende t.ex. kadmium, koppar, nickel, bly och zink som bedöms mest aktuella med hänsyn till föroreningsituationen i Oskarshamns hamn kan inte utläsas från materialet. Uppmätta halter av kvicksilver, koppar och nickel låg i större flundra ca 2 – 5 gånger högre än i referensmaterialet. I övriga fall låg uppmätta halter under koncentrationerna i jämförelsematerialet. Uppgifter om storleks- och viktfordelning i referensmaterialet har inte varit tillgängligt, vilket gör jämförelsen mer osäker, särskilt i de fall då föroreningshalter varierar med vikt och storlek (se 6.1). Därtill kommer skillnader mellan arter och olika vattenområden (sött, bräckt och marint).

**Tabell 9.** Jämförelse mellan uppmätta halter i större fisk, (> 200 g, konsumtionsstorlek) och halter i konsumtionsfisk i den allmänna livsmedelshandeln. - = halt i Oskarshamn < referens, + = halt i Oskarshamn > referens, ≈ = halt i Oskarshamn ≈ referens. N/A = jämförelse har ej kunnat göras pga av analysens rapporteringsgräns, se avsnitt 5.

	Hg	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn	Dioxiner
<b>Flundra</b>	+	-	N/A	≈	-	+	+	+	≈	-	-
<b>Abborre</b>	-	≈	N/A	≈	N/A	≈	-	≈/+	-	≈	-

### 6.4 Slutsatser

Resultaten tyder på att metallhalterna i abborrmuskel generellt ligger i nivå med eller möjligen något högre än den närmaste referensstationen inom ramen för Naturvårdsverkets miljöövervakningsprogram. Referensdata för flundra i Östersjön saknas. Utvärdering mot lokalt, opåverkat område har inte kunnat göras då sedimenten vid samtliga fiskelokaler var påverkade av metaller. Inga systematiska skillnader mellan undersökta lokaler noterades för abborre eller flundra och något samband mellan föroreningshalt i sediment och halt i fiskvävnad kan därmed inte fastläggas.

Blyistopmönstret i fiskmuskel visar en relativt god överensstämmelse med dito i sedimenten från hamnområdet och övriga undersökta lokaler för kvoten  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ . På basis av genomförda undersökningar kan det inte uteslutas att isotopsammansättningen i fiskmuskel indikerar upptag av bly som har sitt direkta eller indirekta ursprung från den historiska verksamheten i Oskarshamns hamn.

Halterna i analyserad fiskmuskel från Oskarshamnsområdet ligger under Livsmedelsverkets gränsvärden för kvicksilver, kadmium, bly och dioxiner i fisk och livsmedel och uppmätta halter bedöms inte utgöra någon hälsorisk. Gränsvärden saknas för övriga analyserade metaller. Några generella mönster avseende t.ex. kadmium, koppar, nickel, bly och zink som bedöms mest aktuella med hänsyn till föroreningsituationen i Oskarshamns hamn kan inte utläsas från materialet.

Stockholm mars 2005

Marie Arnér

## 7 Referenser

- Aquacare, 2004. Aquacare Direct. Internet <http://www.aquacare.co.uk/ingredients.htm>
- Bignert A. 2002. Comments Concerning the National Swedish Contaminant Monitoring Programme in Marine Biota. Daterad 2002-10-25. Naturhistoriska Riksmuseet.
- Borger T. 2003. Inventering av lek- och uppväxtområden för Kalmar läns kustbestånd av gädda och abborre 2002/2003 – med inriktning på grunda havsmiljöer. Länsstyrelsen i Kalmar län. Meddelande 2003:19.
- EG 2001. Kommissionens förordning (EG) nr 466/2001 av den 8 mars 2001 om fastställande av högsta tillåtna halt för vissa främmande ämnen i livsmedel.
- EG 2001b. Rådets förordning (EG) nr 2375/2001 av den 29 november 2001 om ändring av kommissionens förordning (EG) nr 466/2001 om fastställande av högsta tillåtna halt för vissa främmande ämnen i livsmedel.
- EG 2002. Kommissionens förordning (EG) nr 221/2002 av den 6 februari 2002 om ändring av förordning (EG) nr 466/2001 om fastställandet av högsta tillåtna halt för vissa främmande ämnen i livsmedel.
- Engman & Jorhem 1998. Toxic and essential elements in fish from Nordic waters, with the results seen from the perspectives of the analytical quality assurance. *Fd Add Contam* 1998;15:884-892
- IVL 2004. Institutet för vatten och luftvårdsforskning. Data från det nationella miljöövervakningsprogrammet nedladdad från internet oktober 2004. Internet [www.ivl.se](http://www.ivl.se)
- Jorhem & Sundström 1993. Levels of lead, cadmium, zinc, copper, nickel, chromium, manganese, and cobalt in foods on the Swedish market, 1982-1990. *J Fd Comp Anal* 1993;6:223-241.
- Lithner G. 2004. ITM, Stockholms Universitet. Muntlig kommunikation september-oktober 2004.
- Medical Library 2004. Internet [http://www.medical-library.net/sites/minerals\\_and\\_enzymes.html](http://www.medical-library.net/sites/minerals_and_enzymes.html)
- Naturvårdsverket 1997. Handbok för miljöövervakning. Programområde sötvatten. Metaller och organiska miljögifter i fisk, sjöar och vattendrag. Arbetsmaterial 1997-05-26.  
[http://www.naturvardsverket.se/dokument/mo/hbmo/del3/sotvatten/pop\\_fisk.pdf](http://www.naturvardsverket.se/dokument/mo/hbmo/del3/sotvatten/pop_fisk.pdf)
- Ohlin 1993. Kvicksilverhalter i fisk i allmänna handeln. *Vår Föda* 1993;45:390-7.
- Oskarshamns hamn 2004:16. Kompletterande undersökningar i källområdet. Metaller i sediment från ytterområde. Per Östlund, Studsvik RadWaste AB. Daterad mars 2005.
- Oskarshamns hamn 2004:18. Översiktlig miljöteknisk undersökning av sediment i Kättlefjärden. Marie Arnér, WSP Environmental. Daterad mars 2005.
- SLV 2002. Statens livsmedelsverk. Exponering av organiska miljökontaminanter via livsmedel. Rapport 2002:26.
- SLV 2004. Statens livsmedelsverk. Internet, oktober 2004: <http://www.slv.se/>
- VVF, 2003. Vätern – Årsskrift 2003. Väterns vattenvårdsförbund. Rapport 27. ISSN 1403-6134.

## BILAGA 1

## Antal, längd och vikt av fångad fisk samt analyser

### 1 Hamnen

Utläggning av nät 2004-08-22

Intagning av nät 2004-08-23

H1: Inre hamnen (Badholmen)

H2: Bogserbåtskajen

H3: Oceankajen

Art	Nr	Längd (cm)		Vikt (g)	Analys			
		Total	Kropp		Metaller	Blyisotop	Dioxin	Fettvikt
Abborre	H1:1	29	25	320	x	x		x
	H2:1	29	25	351	x	x		x
	H3:1	27,5	25					
	H3:2	30	26	363	x			
	H3:3	27	24					
	H3:4	27	23					
	H3:5	34	30	619	x	x	x	x
	H3:6	28	22					
	H3:7	28	25					
	H3:8	26	23					
Flundra	H3:9	29	25	415	x			x
	H3:10	28	25					
	H1:2	19	14	96,7	x	x		x
	H1:3	23	17					
	H3:11	20	15	85,5	x			x
	H3:12	18	13	67	x	x		x
	H3:13	18,5	14	62	x	x		x
	H3:14	20	15					
	H3:15	20	15					
	H3:16	21,5	16					
	H3:17	26,5	20					
H3:18	27	20						
H3:19	27	21	241	x	x		x	
H3:20	30	22,5	265	x	x		x	
H3:21	29,5	25,5	370	x	x	x	x	

Art	Nr	Längd (cm)		Vikt (g)	Analys			
		Total	Kropp		Metaller	Blyisotop	Dioxin	Fettvikt
<b>Mört</b>	H1:4	20	17					
	H1:5	20	17					
	H1:6	20	17					
	H1:7	20	17					
	H1:8	20	17					
	H1:9	21	18					
	H1:10	21	18					
	H1:11	21	18					
	H1:12	25	21					
	H1:13	25	21					
	H3:22	18-20						
	H3:23							
	H3:24							
	H3:25							
	H3:26							
	H3:27							
	H3:28	30-32						
	H3:29							
	H3:30							
H3:31	25-28							
H3:32								
<b>Gädda</b>	H3:22	53	46					



## 2 Grimskalledjupet

Utläggning av nät 2004-08-23

Intagning av nät 2004-08-24

Art	Nr	Längd (cm)		Vikt (g)	Analys			
		Total	Kropp		Metaller	Blyisotop	Dioxin	Fettvikt
Flundra	G1	19	14	86,6	X			X
	G2	22	16	99,2	X			X
	G3	22	16	104,5	X			X
	G4	16	12	54,7	X			X
	G5	29	22	355	X			X
	G6	30	23	423	X			X
	G7	34	24	376	X			X
	G8							
	G9							
	G10							
	G11							
	G12							
	G13							
	G14							
	G15							
	G16							
	G17							
	G18							
	G19							
	G20							
Abborre	G21							
	G22							
	G23							
	G24							
	G25							
	G26							
	G27							
Mört	G29							
	G30							
	G31							

### 3 Kättelefjärden

Utläggning av nät 2004-08-29

Intagning av nät 2004-08-30

Art	Nr	Längd (cm)		Vikt (g)	Analys			
		Total	Kropp		Metaller	Blyisotop	Dioxin	Fettvikt
Abborre	K1	12	10,5	20,5	X	X		X
	K2	12,5	11	23	X	X		X
	K3	12	10	20,2	X	X		X
	K4	12	10	20,3	X			X
	K5	12	10	16,6	X			X
	K6	27	23	308	X			X
	K7	32	26	475	X			X
	K8	29	25	326	X	X		X
	K9	30	25	442	X	X		X
	K10	30	25	390	X	X	X	X
	K11							
	K12							
	K13							
	K14							
	K15							
	K16							
	K17							
	K18							
	K19							
	K20							
	K21							
	K22							
	K23							
<b>Flundra</b>								
<b>Mört</b>								
<b>Gädda</b>	K24							
	K25							

## 4 St Kronoholmen

Utläggning av nät 2004-08-30  
Intagning av nät 2004-08-31

Art	Nr	Längd (cm)		Vikt (g)	Analys			
		Total	Kropp		Metaller	Blyisotop	Dioxin	Fettvikt
Flundra	Kr1	12	9	21,9	X	X		X
	Kr2	17	12	58,1	X	X		X
	Kr3	19	14	74,8	X	X		X
	Kr4	28	21	286	X	X		X
	Kr5	32	25	334	X	X		X
	Kr6	32	25	433	X	X	X	X
	Kr7							
	Kr8							
	Kr9							
	Kr10							
	Kr11							
Abborre	Kr12							
	Kr13							
	Kr14							
	Kr15							
	Kr16							
	Kr17							
	Kr18							
	Kr19							
	Kr20							
	Kr21							
	Kr22							
	Kr23							
Mört								
Gädda	Kr24							

From: Analytica AB, 977 75 Luleå. Tfn: 0920/28 99 00. Fax: 0920/28 99 40. Email: lule@analytica.se

To: WSP Environmental Ref: Marie Arnér [marie.arnér@wspgroup.se]

Program: M4

Ordernumber: L0411091 ( 10040076 )

Report created: 2004-10-04 by asa

ELEMENT	SAMPLE	H:1 Abborre	H2:1 Abborre	H3:2 Abborre	H3:5 Abborre	H3:9 Abborre	H1:2 Flundra(minsta)	H3:11 Flundra(minsta)	H3:12 Flundra(minsta)	H3:13 Flundra(minsta)
Timme	h	9								
Vikt	g	320	351	363	619	415	96,7	85,5	67	62
As	mg/kg	0,111	0,526	0,484	0,285	0,627	0,273	0,695	0,526	0,194
Cd	mg/kg	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.003
Co	mg/kg	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.003	0,0046	<0.002	0,0066	<0.003
Cr	mg/kg	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.01	<0.01	0,0576	<0.02
Cu	mg/kg	0,17	0,184	0,213	0,135	0,152	0,324	0,24	0,277	0,198
Hg	mg/kg	0,101	0,165	0,13	0,0699	0,142	0,012	0,0386	0,0234	0,0143
Mn	mg/kg	0,0908	0,0845	0,074	0,0869	0,113	0,111	0,168	0,154	0,145
Ni	mg/kg	<0.02	0,0197	0,0247	0,0186	0,0205	<0.02	0,0193	0,0245	0,0244
Pb	mg/kg	0,002	0,0022	0,0013	0,0009	0,0006	0,0084	0,002	0,0032	0,0024
Zn	mg/kg	4,29	4,28	4	3,58	4,56	4,39	4,35	4,35	3,46
Pb204	%	1,46	1,45		1,42		1,4		1,27	1,3
Pb206	%	25,23	24,85		24,99		25,07		24,95	24,98
Pb207	%	21,44	21,75		21,49		21,67		21,51	21,58
Pb208	%	51,87	51,95		52,1		51,86		52,26	52,14

H:1 Abborre: Prepareringstid 8 timmar

Please note: This report is preliminary and does not contain all relevant information.  
For the definitive and complete reporting of the results, reference is made to the  
corresponding written and signed report from Analytica.

H3:19 Flundra(största)	H3:20 Flundra(största)	H3:21 Flundra(största)	K1 Abborre(minsta)	K2 Abborre(minsta)	K3 Abborre(minsta)	K4 Abborre(minsta)	K5 Abborre(minsta)	K6 Abborre(största)
241	265	370	20,5	23	20,2	20,3	16,6	308
0,374	1,87	1,34	0,13	0,149	0,0557	<0,08	0,11	0,781
<0,002	<0,004	<0,003	<0,003	<0,004	<0,003	<0,005	<0,005	<0,002
0,0029	<0,004	0,0085	<0,003	<0,004	<0,003	<0,005	<0,005	<0,002
0,0158	<0,02	0,0277	<0,02	<0,02	<0,02	<0,03	<0,03	<0,01
0,193	0,239	0,385	0,176	0,12	0,182	0,209	0,248	0,132
0,0709	0,35	0,129	0,0762	0,0721	0,0843	0,0932	0,0425	0,251
0,215	0,093	0,0989	0,178	0,176	0,129	0,12	0,103	0,187
<0,01	0,0984	0,0381	<0,02	<0,03	<0,03	<0,04	<0,04	<0,02
0,0042	0,0016	0,0048	0,0111	0,0042	0,0066	0,0056	0,0125	0,003
4,27	3,26	4,39	4,22	3,9	5,16	4,12	3,9	4,98
1,33	1,34	1,38	1,43	1,49	1,5			
25,06	25,3	25,33	25,82	25,67	25,83			
21,67	21,65	21,49	21,32	21,19	21,23			
51,93	51,71	51,79	51,43	51,66	51,43			

K7 Abborre(största)	K8 Abborre(största)	K9 Abborre(största)	K10 Abborre(största)	G1 Flundra(minsta)	G2 Flundra(minsta)	G3 Flundra(minsta)	G4 Flundra(minsta)	G5 Flundra(största)	G6 Flundra(största)
475	326	442	390	86,6	99,2	104,5	54,7	355	423
0,533	0,443	0,9	0,397	0,26	0,287	0,533	0,389	1,06	1,16
<0.002	<0.002	<0.002	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.002	<0.002
<0.002	<0.002	<0.002	<0.003	0,0041	0,0041	0,0044	0,0216	0,0066	0,0037
<0.01	<0.01	<0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01
0,0936	0,118	0,133	0,13	0,222	0,253	0,186	0,462	0,241	0,255
0,143	0,239	0,283	0,128	0,0196	0,0497	0,0581	0,031	0,122	0,0934
0,0853	0,0865	0,0916	0,0906	0,152	0,184	0,199	0,191	0,0948	0,125
<0.02	<0.02	<0.02	0,0477	0,0402	0,034	<0.02	<0.03	0,0299	0,152
0,0008	0,0011	0,0014	0,0008	0,0027	0,0056	0,0036	0,0169	0,0055	0,0043
4,41	4,4	3,57	4,33	6,31	4,7	4,38	25,8	3,73	4,11
	1,47	1,38	1,37						
	25,69	24,65	25,08						
	21,46	21,85	21,58						
	51,38	52,11	51,97						

G7 Flundra(största)	Kr1 Flundra(minsta)	Kr2 Flundra(minsta)	Kr3 Flundra(minsta)	Kr4 Flundra(största)	Kr5 Flundra(största)	Kr6 Flundra(största)
376	21,9	58,1	74,8	286	334	433
1,18	0,376	0,496	0,431	0,948	2,2	1,67
<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.002	<0.003
0,0044	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0,0025	<0.003
<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.01	<0.02
0,206	0,464	0,232	0,215	0,198	0,202	0,154
0,123	0,0133	0,0282	0,047	0,0591	0,107	0,115
0,157	0,163	0,163	0,117	0,123	0,0814	0,0776
0,0275	0,0637	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
0,0036	0,0098	0,0106	0,0055	0,0013	0,0013	0,0009
4,22	5,1	4,93	4,28	4,26	4,42	3,78
	1,37	1,41	1,42	1,49	1,48	1,55
	25,73	25,99	25,72	25,22	25,45	25,45
	21,23	21,15	21,33	21,49	21,4	21,46
	51,67	51,45	51,53	51,8	51,68	51,55

From: Analytica AB, Nytorpsvägen 16, 183 25 Täby. Tfn: 08/52 77 52 00. Fax: 08/768 3423. Email: taby@analytica.se

To: WSP Environmental Ref: Marie Arnér [marie.arnér@wspgroup.se]

Program: OJ-22

Ordernumber: T0405549 ( 10040076 )

Report created: 2004-10-08 by daniel

ELEMENT	SAMPLE	H3:5 Abborre Hamnen/Badholmen	H3:20 Flundra (största) Hamnen/Badholmen	K10 Abborre (största) Kättelefjärden	Kr6 Flundra (största) St Kronoholmen
fett	%	0,29	0,78	0,73	0,52
2,3,7,8-tetraCDD	ng/kg	<0,070	<0,092	0,17	<0,087
1,2,3,7,8-pentaCDD	ng/kg	<0,051	<0,12	<0,10	<0,091
1,2,3,4,7,8-hexaCDD	ng/kg	<0,064	<0,13	<0,19	<0,081
1,2,3,6,7,8-hexaCDD	ng/kg	<0,064	<0,13	<0,19	<0,081
1,2,3,7,8,9-hexaCDD	ng/kg	<0,064	<0,13	<0,19	<0,081
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDD	ng/kg	<0,087	<0,15	<0,28	<0,12
oktakilordibensodioxin	ng/kg	<0,22	0,97	<0,61	<0,44
2,3,7,8-tetraCDF	ng/kg	0,47	2,7	0,3	0,74
1,2,3,7,8-pentaCDF	ng/kg	<0,038	0,55	<0,10	<0,079
2,3,4,7,8-pentaCDF	ng/kg	0,17	0,81	<0,10	0,25
1,2,3,4,7,8-hexaCDF	ng/kg	<0,038	0,44	<0,088	<0,078
1,2,3,6,7,8-hexaCDF	ng/kg	<0,038	0,22	<0,088	<0,078
1,2,3,7,8,9-hexaCDF	ng/kg	<0,038	<0,082	<0,088	<0,078
2,3,4,6,7,8-hexaCDF	ng/kg	<0,038	<0,082	<0,088	<0,078
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDF	ng/kg	<0,074	<0,11	<0,11	<0,10
1,2,3,4,7,8,9-heptaCDF	ng/kg	<0,074	<0,11	<0,11	<0,10
oktakilordibensofuran	ng/kg	<0,23	0,39	<0,29	<0,36
sum PCDD/PCDF I-TEQ	ng/kg	0,13	0,77	0,2	0,2

Please note: This report is preliminary and does not contain all relevant information.

For the definitive and complete reporting of the results, reference is made to the corresponding written and signed report from Analytica.



From: Analytica AB, Nytorpsvägen 16, 183 25 Täby. Tfn: 08/52 77 52 00. Fax: 08/768 3423. Email: taby@analytica.se

To: WSP Environmental Ref: Marie Arnér [marie.arnér@wspgroup.se]

Program: ORG1

Ordernumber: T0405548 ( 10040076 )

Report created: 2004-10-08 by daniel

ELEMENT	SAMPLE	H1:1 Abborre Hamnen/Badholmen	H2:1 Abborre Hamnen/Badholmen	H3:2 Abborre Hamnen/Badholmen	H3:9 Abborre Hamnen/Badholmen
fett	%	0,37	0,28	0,62	0,31

Please note: This report is preliminary and does not contain all relevant information.

For the definitive and complete reporting of the results, reference is made to the corresponding written and signed report from Analytica.

H1:2 Flundra (minsta) Hamnen/Badholmen	H3:11 Flundra (minsta) Hamnen/Badholmen	H3:12 Flundra (minsta) Hamnen/Badholmen	H3:13 Flundra (minsta) Hamnen/Badholmen
0,76	0,33	0,26	1,97

H3:19 Flundra (största) Hamnen/Badholmen	H3:21 Flundra (största) Hamnen/Badholmen	K1 Abborre (minsta) Kättlefjärden	K2 Abborre (minsta) Kättlefjärden	K3 Abborre (minsta) Kättlefjärden
0,36	0,97	0,28	3,27	1,47

K4 Abborre (minsta) Kättlefjärden	K5 Abborre (minsta) Kättlefjärden	K6 Abborre (största) Kättlefjärden	K7 Abborre (största) Kättlefjärden	K8 Abborre (största) Kättlefjärden
0,36	0,47	0,31	0,25	0,26

K9 Abborre (största) Kättelefjärden	G1 Flundra (minsta) Grimskalledjupet	G2 Flundra (minsta) Grimskalledjupet	G3 Flundra (minsta) Grimskalledjupet	G4 Flundra (minsta) Grimskalledjupet
0,25	0,26	1,33	0,26	0,78

G5 Flundra (största) Grimskalledjupet	G6 Flundra (största) Grimskalledjupet	G7 Flundra (största) Grimskalledjupet	Kr1 Flundra (minsta) St Kronoholmen	Kr2 Flundra (minsta) St Kronoholmen
0,78	0,77	0,71	0,2	0,31

Kr4 Flundra (största) St Kronoholmen	Kr5 Flundra (största) St Kronoholmen	Kr5 Flundra (största) St Kronoholmen
0,45	0,77	0,27