



Nr C 539  
Juni 2020

# Undersökning av hälsofarliga ämnen i braxen - jämförelse mot andra arter och tolerabla intag

Hannes Waldetoft & Magnus Karlsson

**Författare:** Hannes Waldetoft & Magnus Karlsson

**Medel från:** Länsstyrelsen Stockholm

**Rapportnummer** C 539

**ISBN** 978-91-7883-201-9

**Upplaga** Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© **IVL Svenska Miljöinstitutet 2020**

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // [www.ivl.se](http://www.ivl.se)

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

## Innehållsförteckning

Inledning .....	4
Undersökta ämnen .....	5
Resultat – morfometri, halter och intagsberäkningar .....	6
Morfometri .....	6
Kvicksilver .....	7
Intagsberäkning.....	7
Dioxiner och PCB:er .....	8
Intagsberäkning.....	10
Perflourerade ämnen.....	10
Intagsberäkning.....	11
Resultat – jämförelse mot andra arter .....	11
Kalix .....	11
Växjö .....	13
Kvicksilver.....	13
Dioxiner och PCB:er .....	13
PFOS.....	15
Mälaren.....	15
Kvicksilver.....	15
Dioxiner och PCB:er .....	17
PFOS.....	18
Vänern 19	
Kvicksilver.....	19
Dioxiner och PCB:er .....	19
PFOS.....	22
Sammanfattande bedömning .....	22
Referenser.....	24

# Inledning

IVL Svenska Miljöinstitutet har på uppdrag av Länsstyrelsen Stockholm sammanställt tillgängliga data över halter av föroreningar (kvicksilver, PFOS, dioxiner och PCB) i braxen (*Abramis brama*) från några svenska vattenområden. Bakgrunden till uppdraget är att braxen är en livsmedelsresurs som skulle kunna nyttjas mer. Av de flesta ses inte braxen som en matfisk – något som kan komma att ändras. Undersökningen har jämfört halter av ett antal miljöfarliga ämnen i braxen mot motsvarande halter i andra vanligare matfiskar. Halterna i braxen har även satts i relation till gällande gränsvärden och tolerabla dags- eller veckointag för att på så vis få en uppfattning om hur stor konsumtion av braxen som är möjlig innan tolerabla intag överskrids. De vatten vid vilka analyser av braxen finns tillgängliga visas i **Figur 1**.



**Figur 1.** Lokaler där braxen insamlats markerade med lila cirkel. I nord/sydlig riktning: Kalix skärgård, Mälaren, Vänern och Södra Bergundasjön.

## Undersökta ämnen

**Kvicksilver** finns naturligt i miljön, men kan också tillföras via antropogena utsläpp, från t.ex. industri, trafik, förbränning och andra källor. Kvicksilver är speciellt känt för sina toxiska egenskaper för människor och djur. Utsläppen av kvicksilver har dock generellt minskat under senare år och minskar också i olika matriser i miljön. Det är vanligt att halterna av kvicksilver (samt en del övriga miljögifter) i fisk varierar med fiskens storlek. Orsaker till detta kan vara att fiskens förmåga att omsätta (metabolisera) ämnena ändras när den blir växer och blir äldre, och att den kan även övergå till en annan typ av föda. Dessa processer leder generellt till att halterna av kvicksilver ökar med fiskens storlek. För att kompensera för detta och kunna jämföra olika fiskundersökningar mot varandra, kan ett normeringsförfarande enligt (Sundbom, Meili, & Johansson, 2007) användas där halterna normeras till en enhetlig storlek. Ett annat, mer traditionellt normeringsförfarande, multiplicerar kvicksilverhalten med kvoten av den enhetliga storleken och fiskens vikt.

**Polyklorerade bifenyler (PCB)** är ett samlingsnamn för drygt 200 ämnen som har använts som industrikemikalier. Tidigare användes PCB i transformatorer, kondensatorer, färger samt i fogmassor i hus men har sedan 1970-talet varit förbjudet i Sverige. PCB:er är mycket stabila, fettlösliga, giftiga och ackumuleras upp i näringskedjan. De har visat sig påverka immunförsvaret, och fortplantning, samt vara cancerframkallande. Trots förbudet återfinns PCB i miljön än idag på grund av dess svårnedbrytbara egenskaper.

**Dioxiner och furaner (PCDD/F)** är en grupp ämnen som oavsiktligt bildas som biprodukter vid olika processer, främst inom kemikalieindustrin och vid förbränning. Dioxiner och furaner är fettlösliga, svårnedbrytbara och ett tiotal är mycket giftiga. Dessa ämnen kan försämra immunförsvaret, påverka fortplantning och utveckling samt orsaka cancer. Eftersom dioxiner och furaner är fettlösliga tenderar de att ackumuleras uppåt i näringskedjan. Förekomsten av dioxiner och furaner i fet Östersjöfisk exempelvis lax och strömming begränsar möjligheterna till saluföring av dessa arter inom EU och att det finns särskilda kostråd med rekommendationer om maximal konsumtion för olika befolkningsgrupper.

**Perfluorerade ämnen (PFAS)** är en framställd ämnesgrupp som på grund av dess unika egenskaper som temperaturlåghet samt ytaktivitet och användes som impregneringsmedel för olika material som textilier och papper, samt i brandsläckningsskum. PFOS och ämnen som kan brytas ner till PFOS är sedan 2008 förbjudet inom EU och ersätts idag med andra liknande ämnen. PFOS är svårnedbrytbara i naturen, de ansamlas i organismer och de är giftiga. I Livsmedelsverkets riskhanteringsrapport rörande PFAS (Halldin Ankarberg, Risker vid förorening av dricksvatten med PFAS, 2016) återges att i de fall PFAS återfinns i ytvattentäkter uppmanas även kommunerna att ta prov på fisk från vattenförekomsten. Fisk anges vara det livsmedel som enskilt bidrar mest till det dagliga intaget hos vanliga konsumenter - förutsatt att dricksvattnet är opåverkat. I förekommande fall bör då PFOS-halter i fisk undersökas.

# Resultat – morfometri, halter och intagsberäkningar

I morfometriavsnittet redogörs för grundläggande information om braxnarnas längd, vikt och fetthalt. Därefter redovisas halterna av kvicksilver, PFOS och dioxiner och PCB:er, ämnesvis. Beräkningar av möjlig konsumtion av braxen innan tolerabla intag överskrids redovisas. Dessa beräkningar har inte delat upp fisken per fångstområde, utan har medelhalt oavsett fångstplats som ingångsvärde. Beräkningarna är utförda för en person som väger 60 kg, och en portion braxen är antagen till 150 gram fiskmuskel. Tolerabelt intag anges som tolerabelt veckointag (TWI, tolerabelt veckovis intag = TDI\*7).

## Morfometri

I tabellen nedan (**Tab.1**) redogörs för fångstplats, fetthalt och ett urval av morfometriska mått för de braxnar som ingår i materialet. Analys av kvicksilver och dioxiner, furaner och PCB:er är för Mälaren- och Vänerbraxen utförda på samlingsprov. Därav redovisas antalet individer som ingått i respektive samlingsprov. Morfometrin för dessa är därför medelvärden av de i samlingsprovet ingående individerna. Morfometrin och fetthalten för Kalixbraxen är okänd.

**Tabell 1. Fångstplats, fetthalt, antal individer per prov och morfometriska mått.**

Prov-ID	Fångstplats	Vatten	Längd (cm)	Vikt (g)	Fetthalt (%)	Antal individer
Mälaren 1	Galten	Mälaren	36	544	0,7	12
Mälaren 2	Skutterön	Mälaren	41	773	0,52	15
Mälaren 3	Västeråsfjärden	Mälaren	36	561	0,63	12
Mälaren 4	Oxfjärden	Mälaren	41	889	0,32	12
Mälaren 5	N. Björkfjärden 1	Mälaren	48	1160	0,25	12
Mälaren 6	N. Björkfjärden 2	Mälaren	36	564	0,60	12
Växjö 1	S. Bergundasjön	S. Bergundasjön	53	2560	3,4	1
Växjö 2	S. Bergundasjön	S. Bergundasjön	55	2510	4,7	1
Växjö 3	S. Bergundasjön	S. Bergundasjön	57	2730	1,7	1
Kalix 1	Kalix	Bottenviken	-	-	-	-
Vänern 1	Kinneviken	Vänern	42	929	2,6	12
Vänern 2	Brandsfjorden	Vänern	45	1274	2,4	12
<b>Medel Mälaren</b>			<b>40</b>	<b>749</b>	<b>0,48</b>	
<b>Medel Växjö</b>			<b>55</b>	<b>2600</b>	<b>3,3</b>	
<b>Medel Vänern</b>			<b>44</b>	<b>1100</b>	<b>2,5</b>	

## Kvicksilver

Uppmätta och normerade kvicksilverhalter redovisas i **Tabell 2**. Normeringsförfarandet var att dividera kvicksilverhalten med fiskens vikt (i kilo). Vikten som det normeras mot är därav 1 kg. Att det mer avancerade normeringsförfarandet i (Sundbom, Meili, & Johansson, 2007) inte används beror på att dessa kräver en artspecifik konstant, som inte finns framtagen för braxen. Att göra en storleksnormering underlättar emellertid jämförelse mellan områden. Kvicksilverhalten har inte mätts i braxen från Kalix.

**Tabell 2. Normerade och icke-normerade kvicksilverhalter.**

Prov-ID	Hg (ng/g vv)	Hg normerad till 1-kilos fisk (ng/g vv)
Mälaren 1	93	170
Mälaren 2	92	119
Mälaren 3	71	126
Mälaren 4	135	152
Mälaren 5	126	109
Mälaren 6	99	176
Kalix	-	-
Växjö 1	75	30
Växjö 2	54	21
Växjö 3	69	25
Vänern 1	151	163
Vänern 2	178	140
<b>Medel Mälaren</b>	<b>103</b>	<b>142</b>
<b>Medel Växjö</b>	<b>66</b>	<b>25</b>
<b>Medel Vänern</b>	<b>165</b>	<b>151</b>
<b>Totalmedel</b>	<b>104</b>	<b>112</b>

Kvicksilverhalterna kan jämföras mot försäljningsgränsvärdet på 500 ng/g vv (EU, 2006). Normerade och icke-normerade halter underskrider gränsvärdet med god marginal. Högst halt noteras i proverna från Vänern och lägst i de från Växjö.

## Intagsberäkning

Sätts halterna av kvicksilver i relation till tolerabelt intag (**Tabell 3**) för vissa konsumtionsmängder noteras att tolerabelt intag tangeras (se kolumn "% av TWI") vid en något större konsumtion braxen än 4 portioner per vecka. En relativt stor konsumtion medges alltså innan tolerabelt intag

överskrids. Eftersom att fisk är den huvudsakliga källan till kvicksilver i människor har det antagits att den dag braxen konsumeras intas inte kvicksilver från andra källor.

Tolerabelt veckointag är 1,3 µg per kilo kroppsvikt (EFSA, 2012) och normalt veckointag är 15,4 µg (Livmedelsverket, 2012). Mängden kvicksilver per gram braxen är baserat på totalmedel normerad kvicksilver i **Tabell 1**.

**Tabell 3. Intag av kvicksilver vid olika konsumtionsnivåer av braxen i relation till tolerabelt intag.**

Antal portioner braxen	Veckointag från braxen (µg)	Totalt veckointag (µg)	% av TWI
ingen	0	15	20
1 per vecka	17	30	38
2 per vecka	34	45	57
4 per vecka	67	74	95
8 per vecka	134	134	172

## Dioxiner och PCB:er

Uppmätta halter av dioxiner, furaner (PCDD/F) och PCB:er i muskelkött framgår av **Tabell 4**. Dioxinlika PCB:er betecknas som *dl-PCB*.  $\Sigma\text{PCB}_6$  är en summering av koncentrationer av sex icke-dioxinlika vanligt förekommande så kallade indikator-PCB:er.

**Tabell 4. Uppmätta halter av dioxiner och PCB:er.**

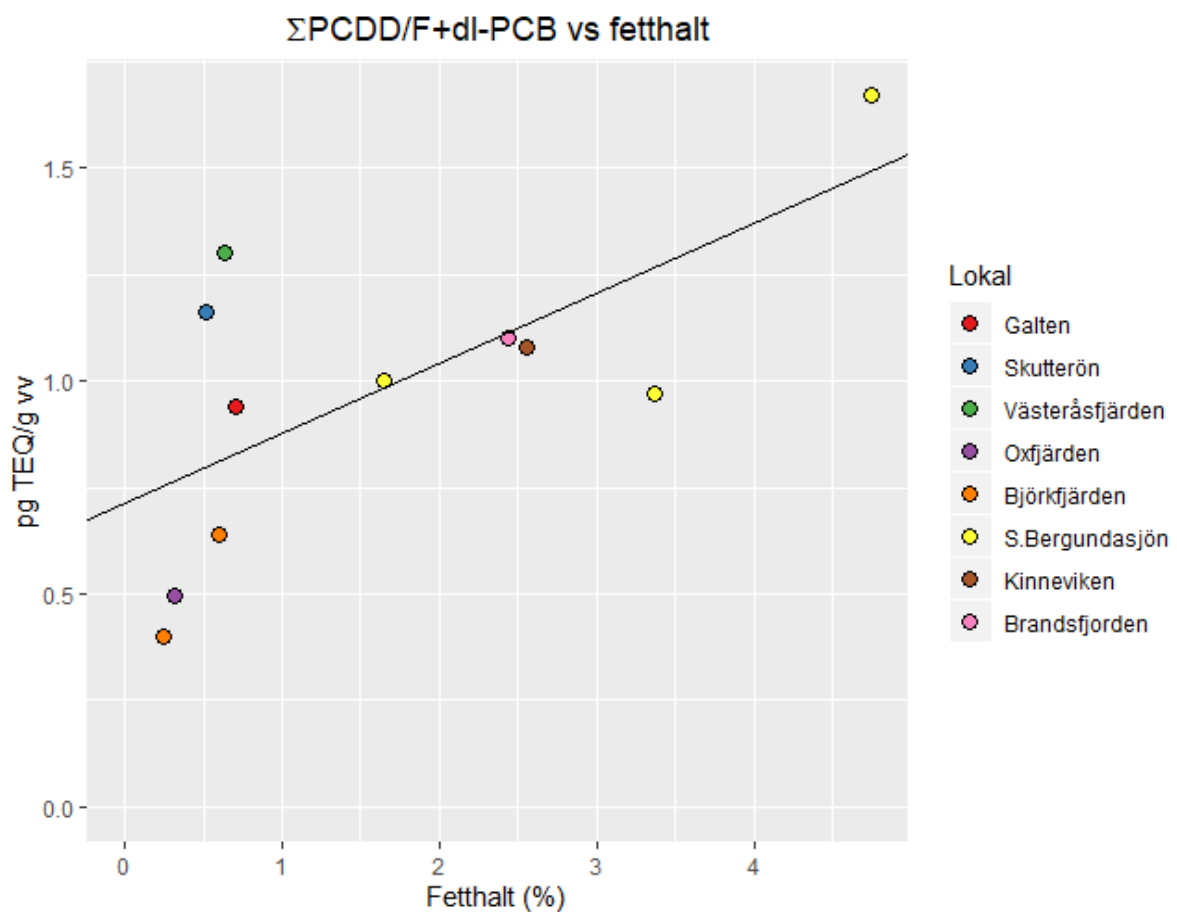
Prov-ID	$\Sigma\text{PCDD/F}$ (pg TEQ/g vv)	$\Sigma\text{PCDD/F+dl-PCB}$ (pg TEQ/g vv)	$\Sigma\text{PCB}_6$ (ng/g vv)
Mälaren 1	0,2	0,9	18
Mälaren 2	0,2	1,2	18
Mälaren 3	0,3	1,3	19
Mälaren 4	0,1	0,5	9,5
Mälaren 5	0,0	0,4	8,5
Mälaren 6	0,1	0,6	9,1
Växjö 1	0,0	1,0	17
Växjö 2	0,2	1,7	24
Växjö 3	0,0	1,0	20
Kalix 1	0,1	0,5	4,7
Vänern 1	0,3	1,1	4,3
Vänern 2	0,3	1,1	6,2
<b>Medel Mälaren</b>	<b>0,2</b>	<b>0,8</b>	<b>16</b>
<b>Medel Växjö</b>	<b>0,1</b>	<b>1,2</b>	<b>22</b>
<b>Medel Kalix</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>	<b>5,2</b>
<b>Medel Vänern</b>	<b>0,3</b>	<b>1,1</b>	<b>5,6</b>
<b>Totalmedel</b>	<b>0,2</b>	<b>1,0</b>	<b>15</b>
<b>Gränsvärde*</b>	<b>3,5</b>	<b>6,5</b>	<b>125</b>

\* (European Commission, 2011).



Gränsvärdena underskrids med god marginal och det är ingen lokal som verkar ha avvikande halter, förutom möjligen att braxen från Kalix och Vänern hade lägre halt  $\Sigma\text{PCB}_6$  än övriga lokaler. I och med att det bara finns ett prov tillgängligt från Kalix är det svårt att uttala sig om generellt om braxen därifrån. Från Vänern finns två prover, men det rör sig sammanlagt om 24 individer varför medelhalten bör vara representativ för populationen av braxen i Södra Vänern..

Ofta har halten av dioxiner och PCB:er i fisk ett tydligt samband med fiskens fetthalt. En figur (Fig.2) över sambandet mellan dioxiner, PCB:er och braxens fetthalt indikerar att ett positivt samband finns, men fler mätningar hade behövts för att mer träffsäkert kunna skatta detta. Eftersom braxen är en förhållandevis mager fiskart (fetthalt 0,5 – 3%) är det logiskt att dioxinhalterna inte hamnar i närheten av vad man uppmäter i feta fiskarter såsom lax, strömming, röding och vissa bestånd av sik.



Figur 2. Samband mellan dioxiner, PCB:er och fetthalt.

Den estimerade regressionslinjen (svart linje) är:

$$\Sigma\text{PCDD/F} + \text{dl.PCB} = 0,71 + 0,17 * \text{Fetthalt}$$

## Intagsberäkning

Intaget vid olika konsumtionsnivåer (**Tab.5**) jämfört med tolerabelt intag av  $\Sigma$ PCDD/F+dI-PCB visar på att tolerabelt intag tangeras vid en konsumtion strax under 4 portioner braxen per vecka.

Tolerabelt veckointag är 14 pg TEQ per kilo kroppsvikt och dag (SCF, 2001) och ett normalt veckointag är 0,27 ng (Livmedelsverket, 2012). Medelhalten i *medium bound* har använts som ingångsvärde i beräkningen (till skillnad från **Tabell 4** som anger *lower bound*).

**Tabell 5. Intag av dioxiner och PCB:er vid olika konsumtionsnivåer av braxen i relation till tolerabelt intag.**

Antal portioner braxen*	Veckointag från braxen (ng)	Totalt veckointag (ng)	% av TWI
Ingen	0	0.27	32
1 per vecka	0.16	0.43	51
2 per vecka	0.32	0.59	70
4 per vecka	0.64	0.91	108

## Perfluorerade ämnen

Halter betecknade som "mindre än" indikerar att halten var lägre än analysmetodens detektionsgräns. Ingen analys av perfluorerade ämnen har utförts på braxen från Kalix. Medelvärden anges inte för PFOA eftersom alla prover utom ett hade halter under analysmetodens detektionsgräns.

**Tabell 6. Uppmätta halter av PFOS och PFOA.**

Prov-ID	PFOS (ng/g vv)	PFOA (ng/g vv)
Mälaren 1	1.66	<0,5
Mälaren 2	1.77	<0,5
Mälaren 3	2.09	<0,5
Mälaren 4	1.23	<0,5
Mälaren 5	1.68	<0,5
Mälaren 6	3.49	<0,5
Växjö 1	8.3	<0,5
Växjö 2	7.9	<0,3
Växjö 3	4.8	<0,3
Vänern 1	15	0.88
Vänern 2	11	<0.5
<b>Medel Mälaren</b>	<b>2,0</b>	-
<b>Medel Växjö</b>	<b>7,0</b>	-
<b>Medel Vänern</b>	<b>13</b>	-
<b>Totalmedel</b>	<b>5,4</b>	-
<b>Miljö kvalitetsnorm*</b>	<b>9,1</b>	-

\* (HVMFS 2013:19), finns endast för PFOS.

De avvikande lokalerna är de i Vänern. Både provet från Kinnevikens och Brandsfjorden överskrider miljö kvalitetsnormen för PFOS. Provet från Kinnevikens (Vänern 1) var det enda som hade detekterbar halt av PFOA.

## Intagsberäkning

Tolerabelt dagligt intag (TDI) för PFOS är fastställt till 150 ng/kg kroppsvikt (EFSA, 2008), men en nyare riskvärdering har föreslagit ett striktare TDI på 1,86 ng/kg kroppsvikt (EFSA CONTAM Panel, 2019). I **Tabell 7** avser TWI.1 nu gällande värde och TWI.2 avser det nya men ännu inte implementerade. Ett normalt veckointag är 15,4 ng/kg kroppsvikt (Gyllenhammar & Halldin Ankarberg, 2019). Mängden PFOS per gram braxen är baserat på totalmedel PFOS i **Tabell 6**. De förhöjda halterna i Vänernbraxen drar naturligtvis upp medelvärdet, varför en större konsumtion varit möjlig om endast lokaler med mindre belastning av PFOS beaktats.

Intaget vid olika konsumtionsnivåer jämfört med tolerabelt intag av PFOS (**Tab.7**) visar på att med det striktare tolerabla intaget överskrider gränsen vid en konsumtion strax mindre än en portion braxen per vecka. Med nu gällande intag är en stor konsumtion möjligt. Det redovisas inte när denna gräns tangeras men det rör sig om ett väldigt stort antal portioner i veckan.

**Tabell 7. Intag av PFOS vid olika konsumtionsnivåer av braxen i relation till tolerabelt intag.**

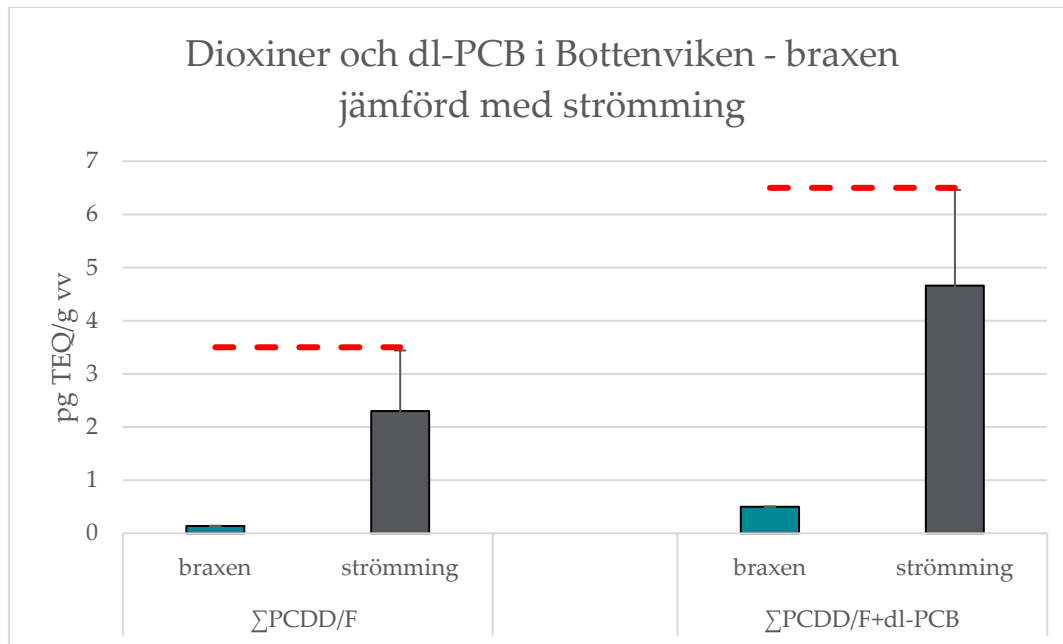
Antal portioner braxen	Veckointag från braxen (ng)	Totalt veckointag (ng)	% av TWI.1*	% av TWI.2*
ingen	0	92	0.15	12
1 per månad	201	294	0.47	38
1 per vecka	805	898	1.42	116
2 per vecka	1611	1703	2.70	219
4 per vecka	3221	3313	5.26	426

## Resultat – jämförelse mot andra arter

Jämförelsen av halter i braxen mot motsvarande halter i andra arter i samma vatten är uppdelad områdesvis, och mätningar av de andra arterna är inhämtade från tidigare projekt genomförda av IVL Svenska Miljöinstitutet och från *Databas över miljögifter i biota* (Naturvårdsverket & IVL). I samtliga figurer i detta avsnitt avser felstaplar standardavvikelse.

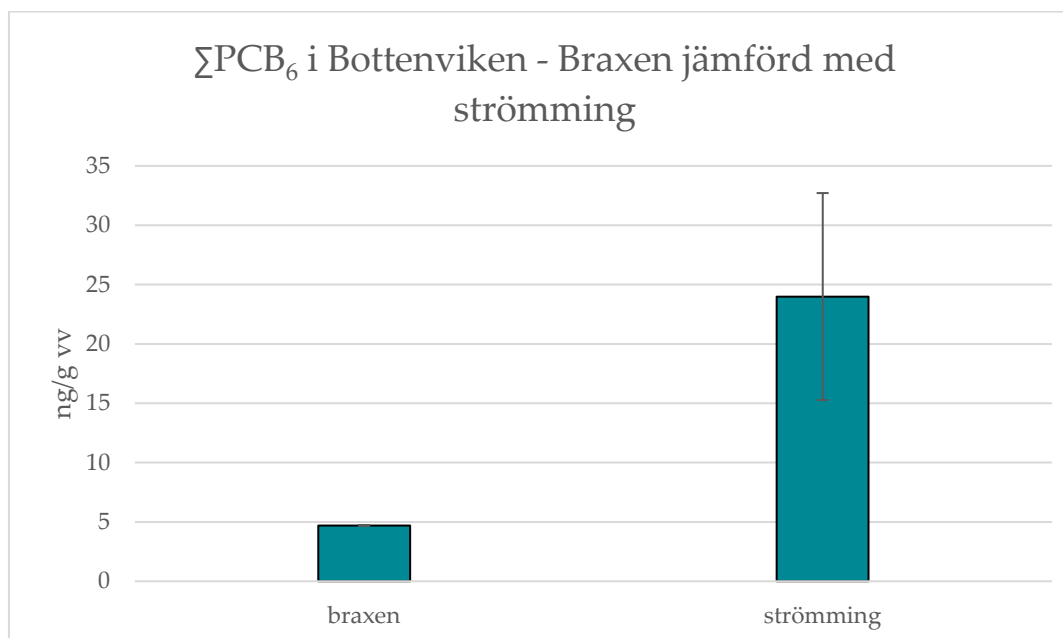
### Kalix

Halterna av dioxiner, furaner och PCB:er i braxen från Kalix (Bottenviken) jämförs här mot motsvarande halter i strömming från Bottenviken. För strömmingen, för vilka flertalet prover finns att tillgå, redovisas medelvärden samt spridningsmått. Urvalet av strömming är de av IVL:s prover som ligger i höjd med Sikeå och längre norrut, totalt 9 prover. Strömmingsproverna är samlingsprover om ca 15 individer vardera.



**Figur 3. Jämförelse av dioxiner och dioxinlika PCB:er mellan braxen och strömming i Bottenviken.**

Gränsvärdena underskreds med god marginal i braxen, medan strömmingsproverna visade på högre halter. Det stämmer väl överens med de lipofila egenskaperna hos dessa ämnen, dvs att de är fettlösliga. Genomsnittlig fetthalt i dessa strömmingsprover var 4,9%. Fetthalten i braxen har inte analyserats, men medel för övriga prover i materialet till grund för denna rapport var 1,6%.



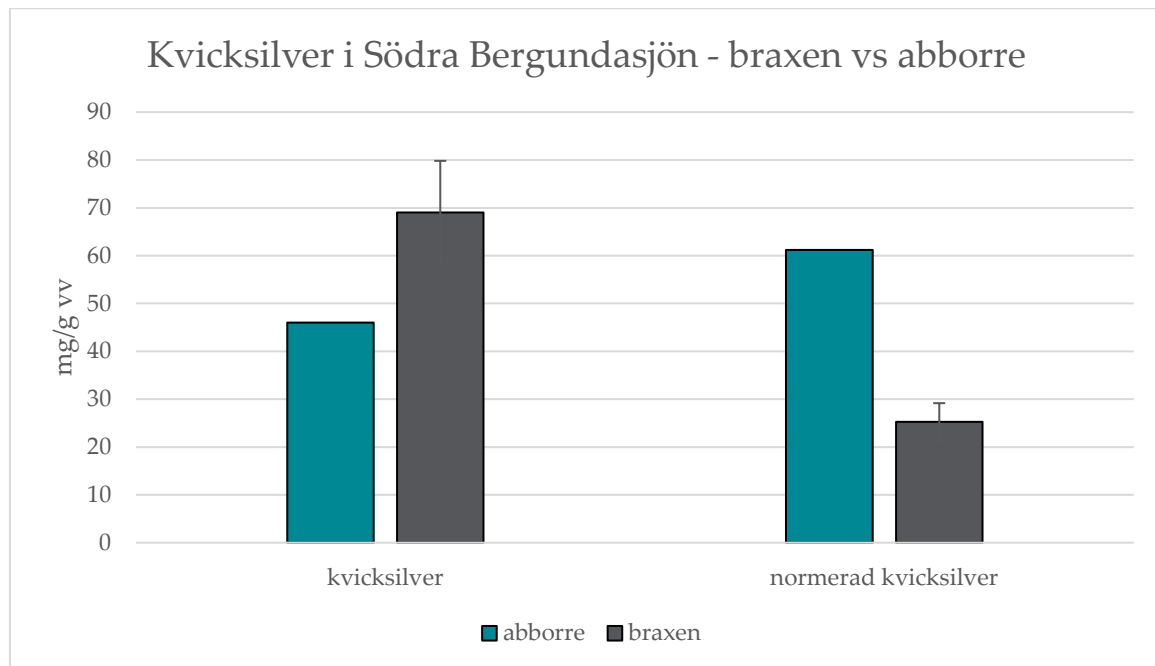
**Figur 4. Jämförelse av PCB<sub>6</sub> mellan braxen och strömming i Bottenviken.**

Även om bara ett prov av braxen finns tillgängligt från Kalix noteras att strömmingen i samma vatten förmodligen har betydligt högre halter av dioxiner och PCB:er. Minimum av ΣPCB<sub>6</sub> i de nio strömmingsproverna var 13 ng/g vv, och PCB<sub>6</sub> i braxenprovet var 4,7 ng/g.

## Växjö

Braxen från Växjö (Södra Bergundasjön) jämförs här mot abborre från samma vatten. En mer heltäckande genomgång av dessa data finns att tillgå i (Waldetoft & Karlsson, 2020).

## Kvicksilver

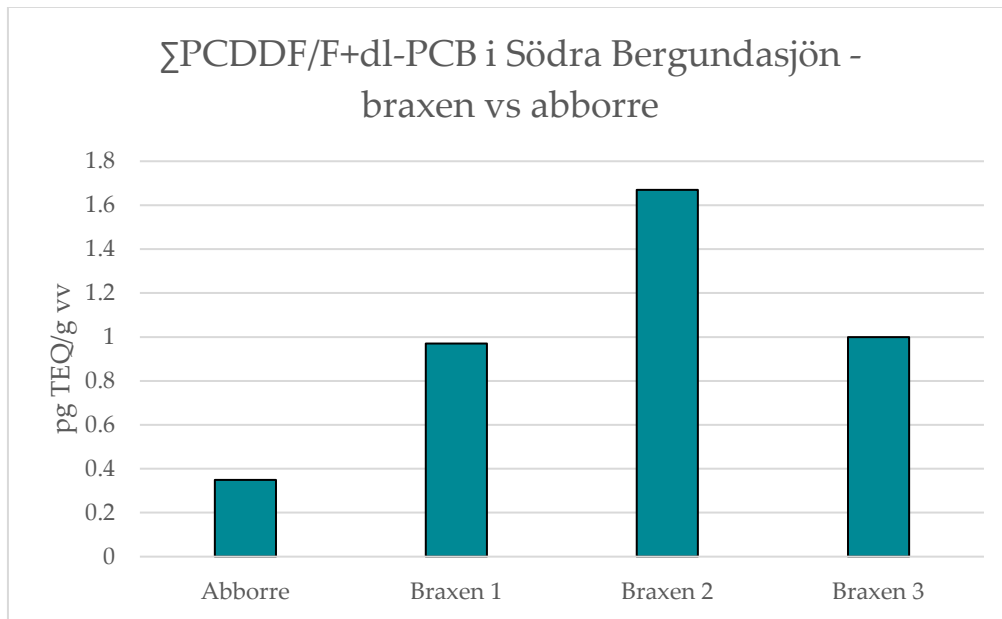


**Figur 5. Jämförelse av normerade och icke-normerade kvicksilverhalter i braxen och abborre från Södra Bergundasjön.**

Braxen hade lägre normerade halter än abborren, medan de icke-normerade halterna var något högre i braxen. Detta kommer sig av att den insamlade braxen från Södra Bergundasjön var stor (medelvikt på 2,6 kg) medan abborren var någon mindre än normal vikt för saluförd fisk. I och med kvicksilverhaltens korrelation med storlek för därför abborren högre normerad halt än braxen. Halterna underskrider gränsvärdet på 500 ng/g vv med god marginal (gränsvärdet har inte markerats i figuren på grund av att det hade minskat läsbarheten).

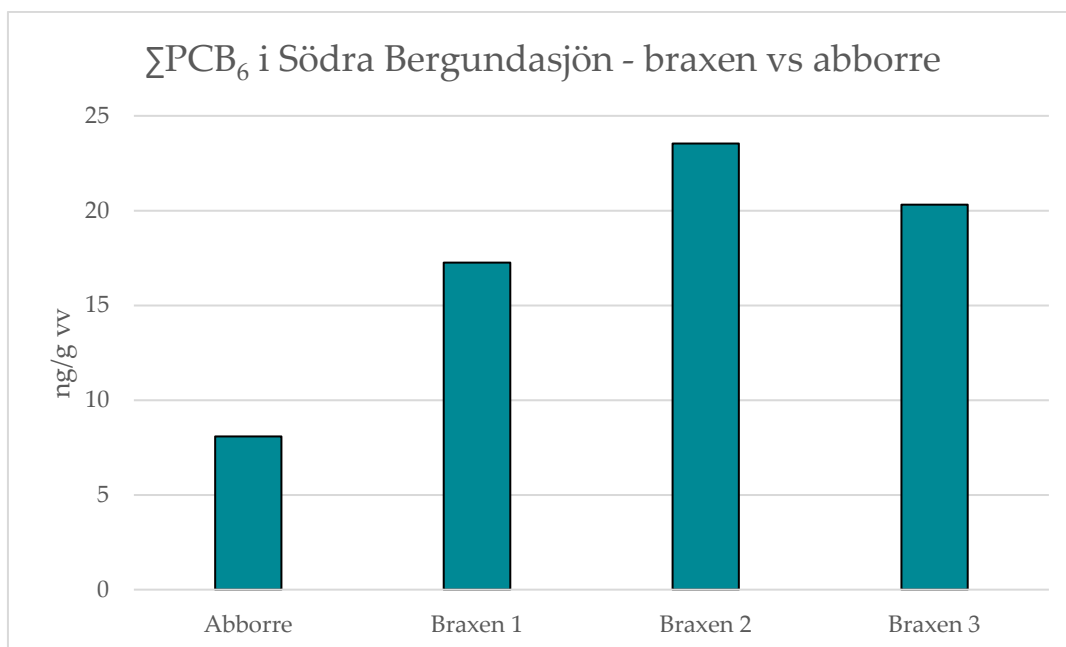
## Dioxiner och PCB:er

$\Sigma$ PCDD/Fs i fisken från Södra Bergundasjön redovisas inte grafiskt. Endast ett prov hade en halt över noll (0,17 pg TEQ/g vv i Braxen 2). Till skillnad från figuren över kvicksilver redovisas alla analyser av  $\Sigma$ PCDD/F+dl-PCB i braxen separat, inte sammanslaget.



Figur 6. Jämförelse av dioxiner och dioxinlika PCB:er i braxen och abborre från Södra Bergundasjön.

Lägst uppmätt halt var i abborren. Det är dock svårt att uttala sig om hur generellt detta resultat är. Endast ett abborrprov finns, och det kan även finnas en viss ålderseffekt i och med att braxnarna var relativt stora, och därmed möjligen betydlig äldre än abborren. I och med att dessa ämnen är persistenta och eventuellt bioackumulerande kan då halterna vara högre i äldre fisk. Däremot är halterna ändå att betrakta som låga i och med att de ligger en bra bit under gränsvärdet på 6,5 pg TEQ/g vv.

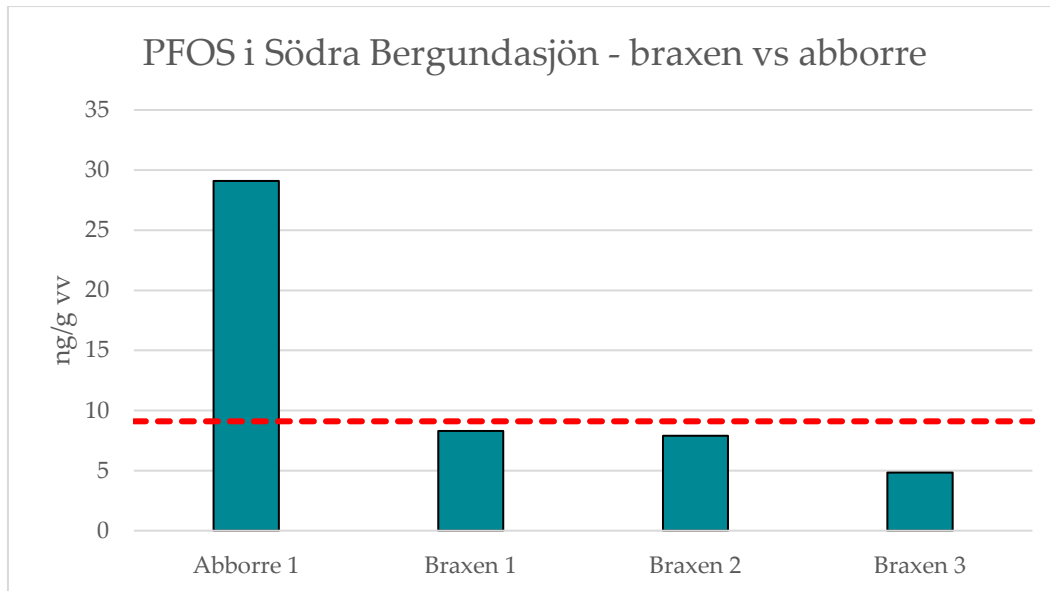


Figur 7. Jämförelse av PCB<sub>6</sub> i braxen och abborre från Södra Bergundasjön.

Samma mönster som för  $\Sigma$ PCDD/F+dI-PCB noteras för  $\Sigma$ PCB<sub>6</sub> och samma resonemang om ålder och bioackumulation kan appliceras här. Halterna av PCB<sub>6</sub> låg långt under gränsvärdet på 125 ng/g vv.

## PFOS

I grafen över PFOS har miljö kvalitetsnormen på 9,1 ng/g markerats med röstreckad linje.



Figur 8. Jämförelse av PFOS i braxen och abborre från Södra Bergundasjön.

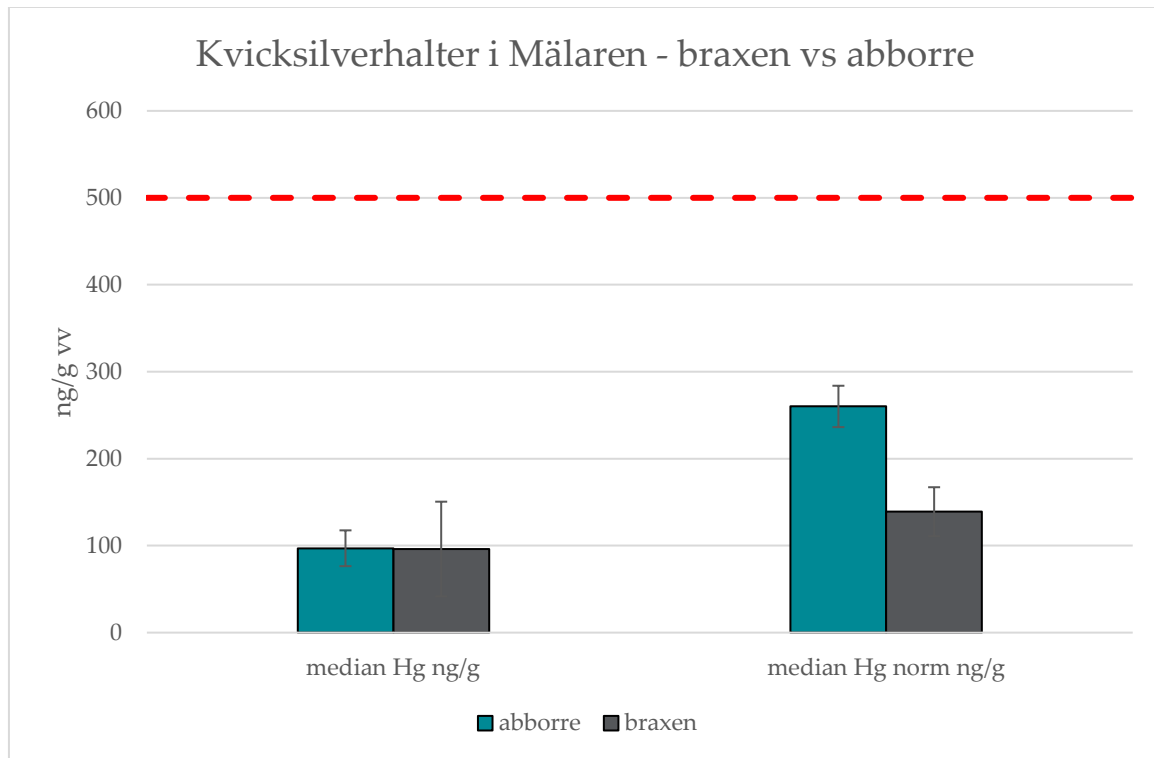
Abborrprovet har betydligt högre halter av PFOS än braxen. Halterna i braxen är strax underskridande miljö kvalitetsnormen. I och med att persistenta miljögifter tenderar att ansamlas högre upp i näringskedjan kan en möjlig förklaring till en del av skillnaden vara att abborren i generellt sett äter organismer högre upp i näringskedjan än braxen.

## Mälaren

Här har braxen jämförts med gädda, abborre och gös från Mälaren. De ämnen som undersökts är kvicksilver samt dioxiner, furaner och PCB:er. Analyserna av gädda, abborre och gös är hämtade ifrån IVLs egna data. Ur det materialet över dioxiner och PCB:er har individer från Rosersbergsviken uteslutits. Anledningen är att Rosersbergsviken, via Oxundaån, ligger i direkt anslutning till Oxundasjön som är en av landets mest PCB-förorenade sjöar. Därav är inte halter i fisk från Rosersbergsviken representativa för Mälaren i övrigt. Rosersbergsviken exkluderat fanns åtta prover av gädda, fem prover av abborre och ett gösprov att tillgå.

## Kvicksilver

Nedan har kvicksilverhalter i braxen jämförts med halter i abborre, hämtade ifrån underlaget till (Karlsson & Viktor, 2014).

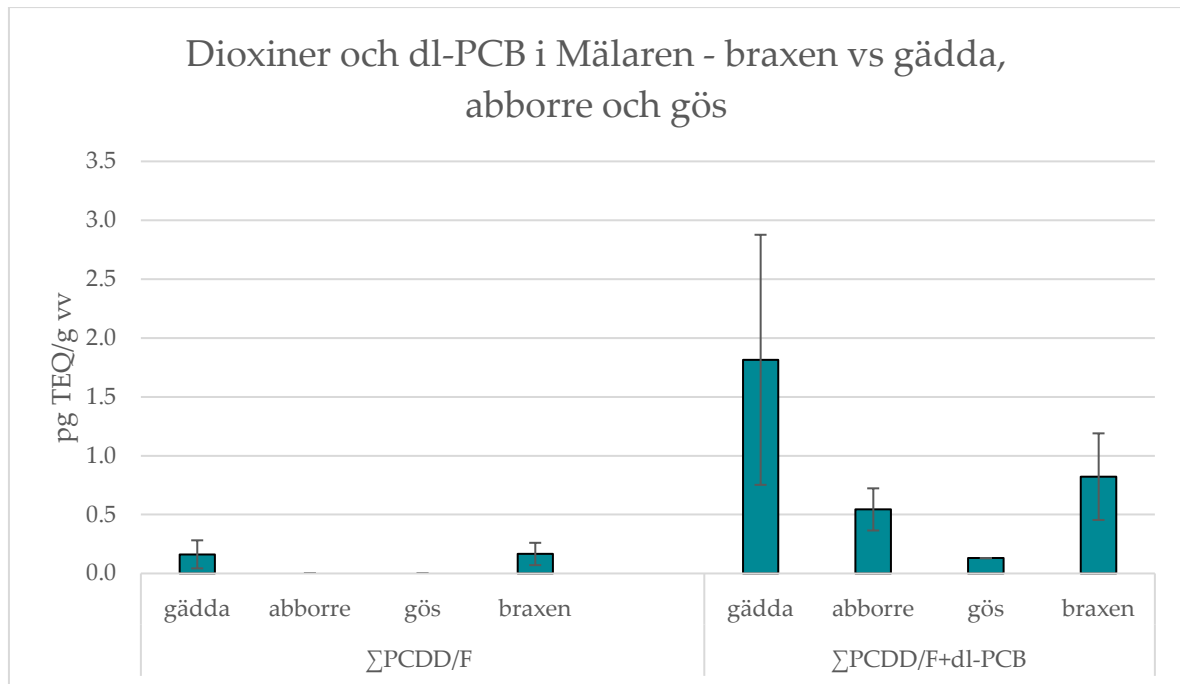


**Figur 9. Jämförelse av normerade och icke-normerade kvicksilverhalter i braxen och abborre från Mälaren.**

De icke-normerade halterna har i princip samma median och spridning för de båda arterna. Abborren avviker vad gäller normerade halter i och med att den i miljöövervakningssammanhang vanligtvis insamlas i storlekar lägre än normal konsumtionsstorlek. Normeringen får därför stor inverkan. Det tål också att upprepas att metoden för normering skiljer sig mellan braxen och abborre, vilket försämrar jämförbarheten något.



## Dioxiner och PCB:er

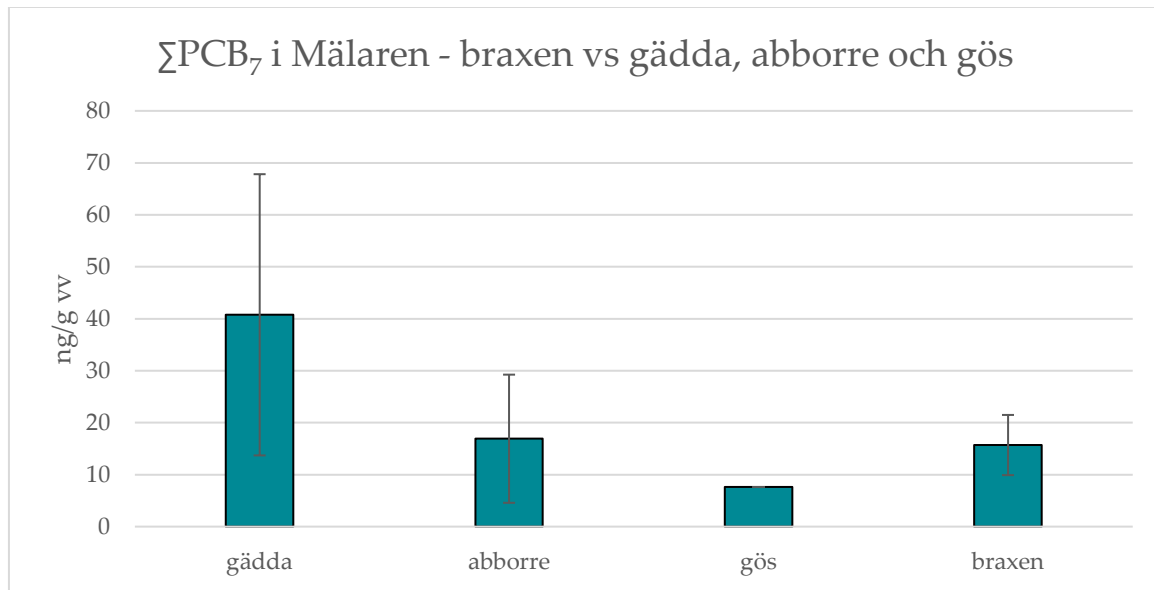


**Figur 10. Jämförelse av dioxiner och dioxinlika PCB:er i braxen, gädda, abborre och gös från Mälaren.**

Halter av dioxiner och furaner var låga för samtliga arter (noll för abborren och gösen). Inkluderas dioxinlika PCB:er har gäddproverna högst halter. Braxen tycks ligga högre än abborren, men ett *t*-test visade inte att braxen hade signifikant högre halter ( $p$ -värde=0,07). Signifikansnivå på 5% användes.

Utöver **Figur 10** har 27 abborrprover adderats till **Figur 11**.  $\Sigma\text{PCB}_7$  mättes abborre i flertalet lokaler i Mälaren i (Karlsson & Viktor, 2014). Till skillnad mot övriga figurer i denna rapport redovisas här  $\Sigma\text{PCB}_7$  istället för  $\Sigma\text{PCB}_6$ , på grund av att PCB-halterna i (Karlsson & Viktor, 2014) är angivna som  $\Sigma\text{PCB}_7$ .  $\Sigma\text{PCB}_7$  är  $\Sigma\text{PCB}_6$  plus koncentration av den dioxinlika kongenen PCB-118. Korrelationen mellan  $\Sigma\text{PCB}_6$  och  $\Sigma\text{PCB}_7$  är oftast mycket hög.

De adderade proverna är 27 samlingsprover, med tre vardera, från lokalerna Riddarfjärden, Årstaviken, Ulvsundasjön, Eolshäll, Lövsta, Steninge, Adelsö, Ängsö och Västerås.

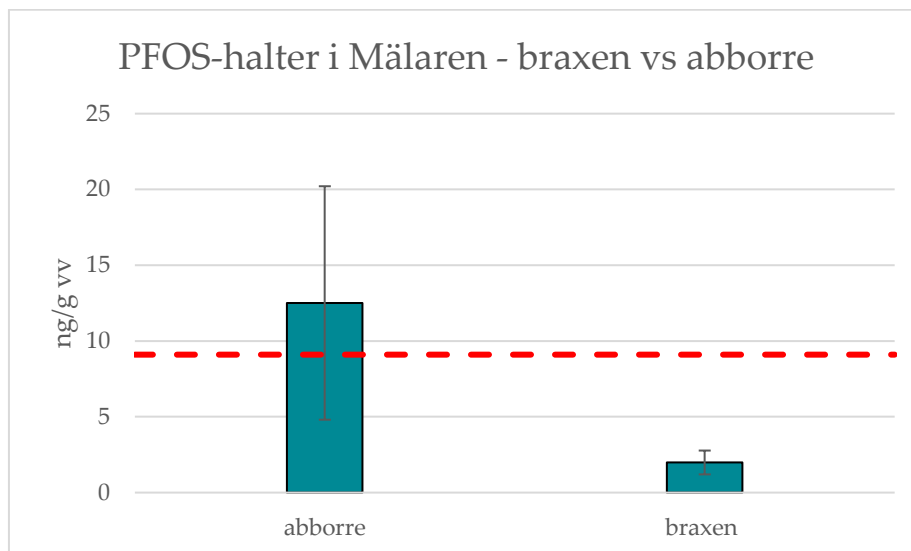


Figur 11. Jämförelse av PCB<sub>7</sub> i braxen, gädda, abborre och gös från Mälaren.

Även för  $\Sigma\text{PCB}_7$  var det gäddan som hade högst halter. Inga större skillnader noterades mellan övriga arter. Gösen hade lägst halt. Dock fanns bara ett prov tillgängligt.

## PFOS

Även halterna PFOS i abborre är hämtade från (Karlsson & Viktor, 2014). Röd streckad linje markerar miljö kvalitetsnormen.



Figur 12. Jämförelse av PFOS i braxen och abborre från Mälaren.

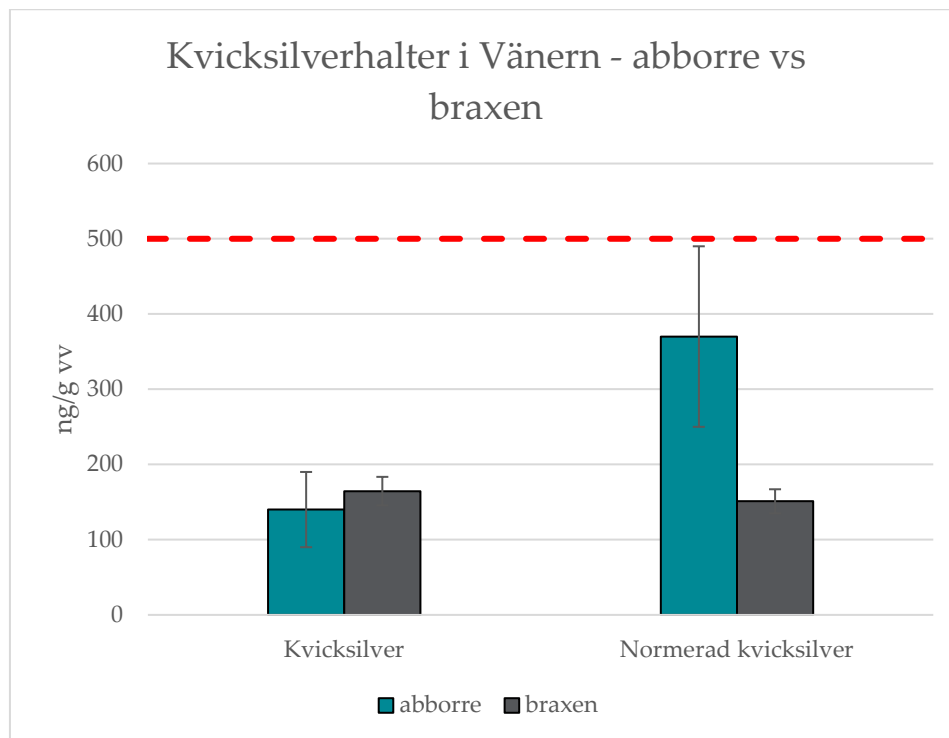
Braxen hade lägre halter, vilket även var fallet i vid jämförelse av PFOS mellan braxen och abborre i Södra Bergundasjön (även om antalet prover var betydlig färre än här). En stor andel av abborrproverna hade halter över miljö kvalitetsnormen. I detta fall kan skillnaden även bero på att

abborren insamlats vid lokaler intill mer urbaniserade områden som i större utsträckning är påverkade av industriell aktivitet.

## Vänern

### Kvicksilver

Jämförelsen av kvicksilver har gjorts mot abborre från Södra Vänern tillgänglig i *Databas för miljögifter i biota*. Totalt rör det sig om 47 stycken samlingsprover av abborre. Samtliga är insamlade vid Torsö.



**Figur 13. Jämförelse av normerade och icke-normerade kvicksilverhalter i braxen och abborre från Vänern.**

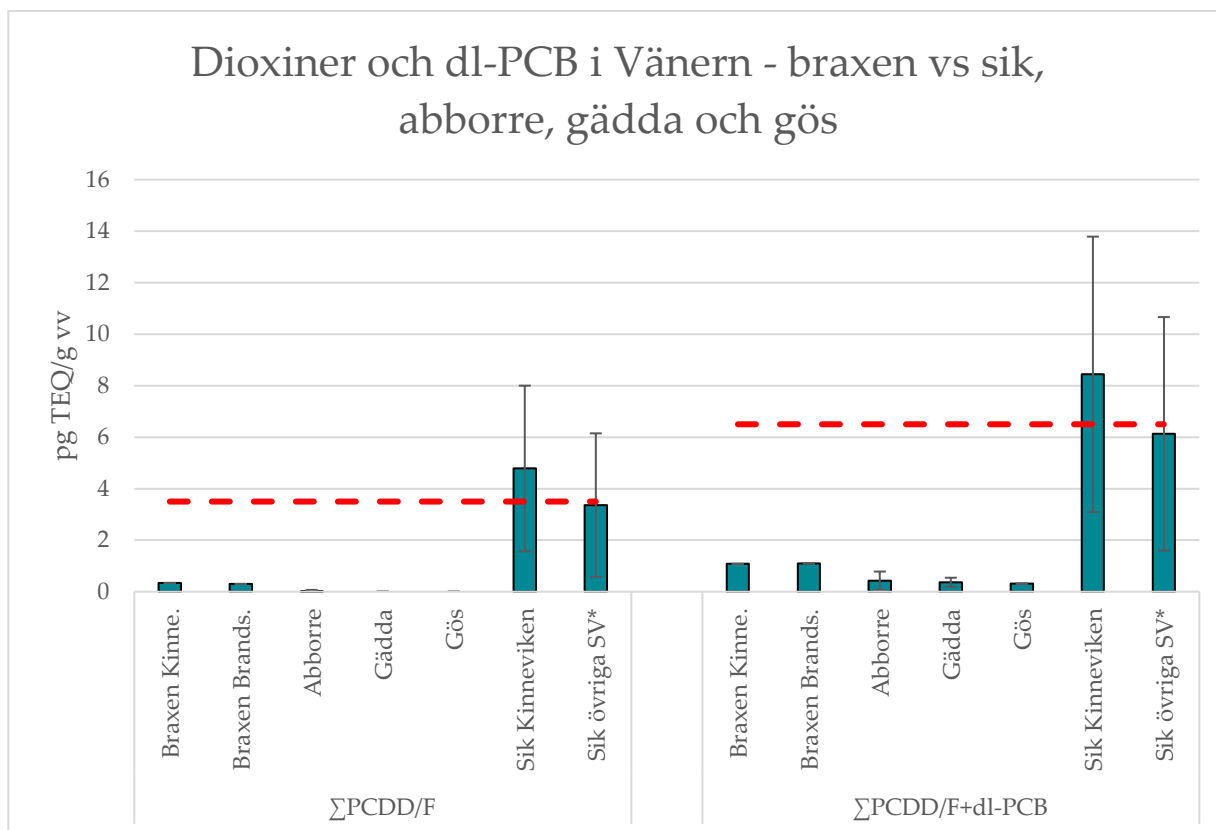
De icke-normerade halterna var i samma storleksordning för de båda arterna medan abborren hade högre normerade halter, en konsekvens av att abborren var av låg vikt (sett till normal konsumtionsvikt) medan braxarna hade en snittvikt nära 1 kg. Halten i braxen underskreds med god marginal medan normerad halt i abborren i snitt låg närmare gränsvärdet. Skillnaderna mellan arterna och halternas magnitud är väldigt lika de i Mälaren (**Fig.9**).

### Dioxiner och PCB:er

Jämförelsen har gjorts mot sik och abborre, tillhörande IVLs egna data. Den sik som valts ut ur materialet, för att förbättra jämförelsen, är den som är fångad i Södra Värmlandssjön. Ur detta urval redovisas siken fångad i Kinnevikens som en separat stapel. Några prover från Brandsfjorden finns inte att tillgå. Totalt fanns 24 prover från Kinnevikens och 28 st från övriga Södra

Värmlandssjön. De flesta proverna var individprov, men några samlingsprov av ca 3-5 individer förekom. Abborren, gösen och gäddan har insamlats i Norra Vänern (inga analyser från Södra Vänern tillgängliga), i vattnen utanför Grums och Slottsbron. Totalt fanns sex prover av abborre, två av gädda och ett av gös.

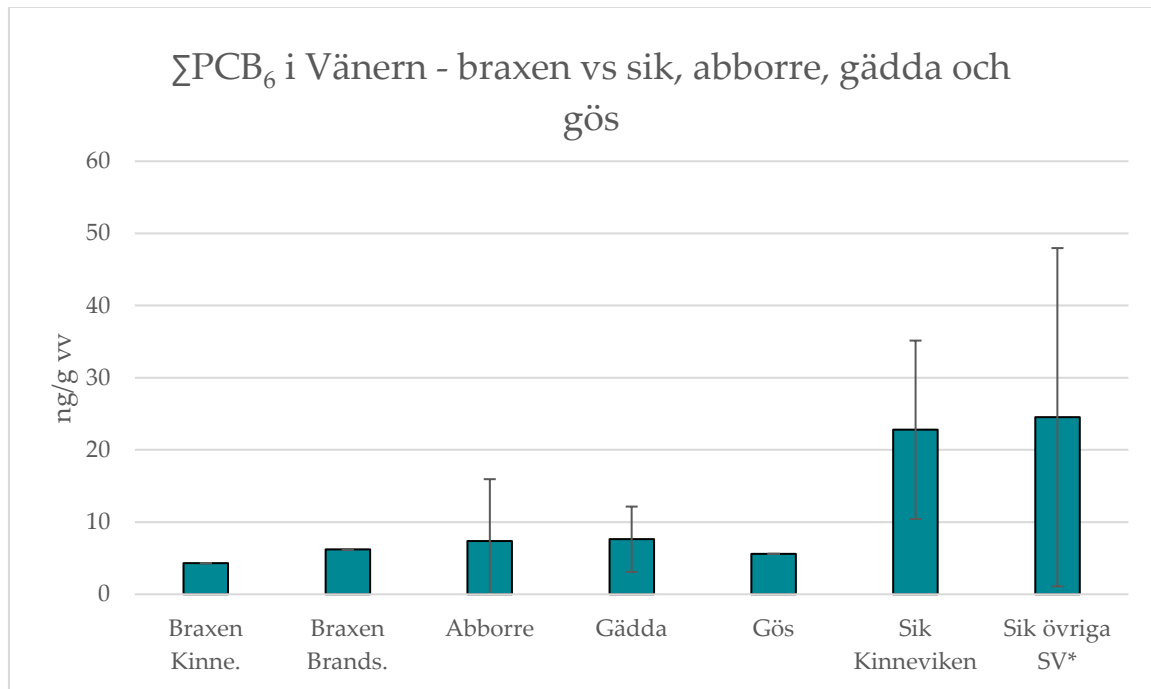
Röd streckade linjer visar försäljningsgränsvärden, på 3,5 respektive 6,5 pg TEQ/g vv.



**Figur 14. Jämförelse av dioxiner och dioxinlika PCB:er i braxen, abborre, gädda gös och sik från Vänern. \*SV=Södra Värmlandssjön.**

Figuren indikerar, trots att bara två analyser av braxen finns, att halterna av dioxiner, furaner och dioxinlika PCB:er i motsvarande vatten är betydligt högre i siken. Halterna i siken är i nivå med, eller överskrider gränsvärdena medan braxen underskrider med god marginal. Halten i varje braxenprov motsvarar dock ett ungefärligt medel av de 12 ingående individerna vilket gör att de återspeglar halten i populationen med relativt hög träffsäkerhet. Halten i gädda, abborre och gös var något lägre, men i ungefär samma storleksordning som i braxen.

Att halterna är högre i sik är rimligt i och med att denna ämnesgrupp har lipofila egenskaper, dvs de är fettlösliga, och siken är en fetare fisk än braxen. Medelfetthalten i siken till grund för figuren (Kinnevik och övriga Södra Värmlandssjön) är 4,9% medan medel av de två braxenanalyserna är 2,5 %. Även skillnad i födoval kan bidra till högre halter i siken.

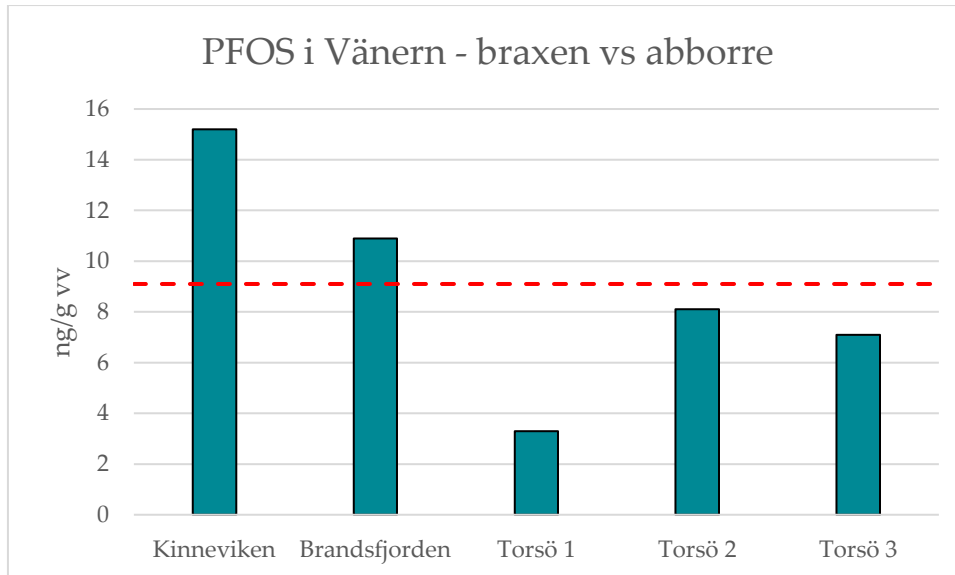


**Figur 15. Jämförelse av PCB<sub>6</sub> i braxen, abborre, gädda gös och sik från Vänern. \*SV=Södra Värmlandssjön.**

Även här framkommer att stark indikation av att braxen har lägre halter än siken. Minimum  $\Sigma\text{PCB}_6$  av de 24 sikproverna från Kinnevik var 9,0 ng/g v.v. och braxenprovet från Kinnevik hade en halt på 4,6 ng/g v.v., alltså än lägre. Minimum i sikproverna från övriga Södra Värmlandssjön är 6,0 ng. Abborre, gädda och gös tycks ha halter i ungefärlig storleksordning som braxen. Gränsvärdet för saluföring på 125 ng/g v.v. underskrids med god marginal.

## PFOS

Jämförelsen (Fig.16) har gjorts mot den abborre från Södra Vätern som finns tillgänglig i *Databas för miljögifter i biota*. Tre samlingsprover av abborrmuskel insamlade vid Torsö fanns tillgängliga.



Figur 16. Jämförelse av PFOS i braxen och abborre från Vätern.

De högsta halterna är uppmätta i braxen. En orsak kan vara att Brandsfjorden och Kinnevik är mer påverkade av urbanisering än Torsö. Till exempel ligger tätorten Lidköping längst in i Kinnevik och Sätenäs flygflottilj ligger i närheten av Brandsfjorden. Miljökvalitetsnormen överskreds i båda braxenproverna, men inte i något av abborrproverna.

## Sammanfattande bedömning

Överlag framkommer uppfattningen att braxen, jämfört mot andra arter och i förhållande till tolerabla intag av kvicksilver, PFOS, dioxiner och PCB:er, är lämplig som matfisk.

Kvicksilverhalten i braxen var genomgående med god marginal under gränsvärdet, och halterna var i nivå med abborre av ca 50 grams storlek, vilket betyder att när fisk av normal konsumtionsstorlek jämförs kan halten generellt förväntas vara lägre i braxen.

För PFOS var resultaten mer tvetydiga. I proverna från Södra Bergundasjön och Mälaren hade abborren högre halt än braxen, medan resultatet var det omvända i Södra Vätern. Insamlingslokalernas närhet till urban miljö bedöms vara en möjlig orsak till skillnaderna. Även skillnader i födoval mellan arterna bedöms kunna påverka. I flera fall förekom halter av PFOS i braxen i en storleksordning omkring gällande miljökvalitetsnorm på 9,1 ng/g.

För dioxiner och PCB:er noterades inga tecken på förhöjda halter i braxen jämfört med någon annan art. Jämfört med annan mager insjöfisk, här abborre, gädda och gös, syntes inte att braxen skulle avvika. Halterna tycks ligga i ungefärligen samma storleksordning som i abborre. Samtliga analyser av braxen underskred gränsvärdena för saluföring med god marginal.

Vid jämförelse med fetare fisk, här strömming och sik, framkom att braxen med stor säkerhet har lägre halter. Detta resultat är inte förvånande, då det är välkänt att just fetare fisk, som sik och strömming, ofta har halter i nivå kring gränsvärdena.

När medelhalter i braxen av kvicksilver, PFOS, dioxiner och PCB:er sattes i relation till tolerabla intag framkom, för samtliga ämnen, att för en genomsnittlig person är en konsumtion av flera braxenportioner i veckan möjlig innan tolerabla intag riskerar överskridas. Dessa beräkningar är dock att betrakta som något grova skattningar, i och med de osäkerheter som är förknippade med de ingående konstanterna, exempelvis personens vikt, fiskportionens storlek, bakgrundsintag, halt i fisken etc.

Vad gäller slutsatser av intag av vissa hälsofarliga ämnen från konsumtion av braxen påverkas de även av huruvida braxen ersätter befintlig konsumtion av fisk eller om braxen adderas till befintlig fiskkonsumtion. I det fall då braxen ersätter annan mager insjöfisk tyder dessa resultat på att intaget av kvicksilver, PFOS, dioxiner och PCB:er inte skulle öka.

Om braxen däremot adderas till redan befintlig fiskkonsumtion av mager insjöfisk skulle intaget av framförallt kvicksilver och PFOS öka, men det bedöms i huvudsak bero på att intag av dessa ämnen från livsmedel till största delen kommer från fisk (Livsmedelsverket, 2012; Halldin Ankarberg, 2016). Den totala konsumtionen av fisk skulle då öka (oavsett art), vilket skulle leda till högre intag av dessa ämnen. Men det har inte med val av art att göra, utan med fiskkonsumtion som sådan.

Om braxen ersätter konsumtion av fet fisk, särskilt fet Östersjöfisk, skulle intaget av dioxiner och PCB:er minska, medan intaget av framförallt kvicksilver sannolikt skulle öka, då Östersjöfisken generellt sett har låga halter av kvicksilver (Halldin Ankarberg & Nordlander, 2008). Även intaget av omega-3 fettsyror skulle minska i och med att dessa förekommer i högre utsträckning i fetare fisk. En djupare analys av dessa aspekter skulle kunna göras med en mer omfattande risk/nytta-värdering.

Sammanfattningsvis visar denna sammanställning av resultat från undersökningar i braxen från olika svenska vattenområden, av ämnen som det finns kostråd och intagsrekommendationer för, att halterna generellt är låga både i absoluta tal och vid jämförelse med andra fiskarter. Vad gäller rekommendationer om intagsberäkningar för kvicksilver och klororganiska ämnen (dioxiner och PCB:er) kan konstateras att flera portioner fisk per vecka kan intas utan att man hamnar i närheten av så kallat tolerabelt intag. För PFOS är bilden mer splittrad. Jämfört med det gamla värdet, som gällt ett tiotal år, finns utrymme för praktiskt taget obegränsad braxenkonsumtion innan tolerabelt intag uppnås. Med det nya värdet som europeiska livsmedelssäkerhetsmyndigheten nyligen föreslagit, och som innebär att tolerabelt intag reducerats med storleksordningen en faktor 100, minskar utrymmet för konsumtion avsevärt. Detta är dock inte unikt för braxen. I det närmaste all konsumtion av insjöfisk och stationär kustfisk (gädda, gös och abborre) kommer att bli problematisk om framtida kostråd kommer att baseras på det "nya värdet" för tolerabelt intag av PFOS.

## Referenser

- EFSA. (2008). Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on Perfluorooctanesulfonate (PFOS), Perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts. *The EFSA journal*, 653, 1-113.
- EFSA. (2012). *Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food*. EFSA Journal, 10(12):2985.
- EU. (2006). Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.
- European Commission. (2011). Commission Regulation (EU) No 1259/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for dioxins, dioxin-like PCBs and non dioxin-like PCBs in foodstuffs. *Off J Eur Union* (Off J Eur Union 320), 18-23.
- Gyllenhammar, I., & Halldin Ankarberg, E. (2019). *Uppdaterade intagsberäkningar för PFOS och PFOA*. Område Undersökning och vetenskapligt stöd. Risk- och nyttovärderingsavdelningen.
- Halldin Ankarberg, E. (2016). *Risker vid förorening av dricksvatten med PFAS*. Rapport daterad 2016-02-29: Avdelningen för undersökning och vetenskapligt stöd.
- Halldin Ankarberg, E., & Nordlander, I. (2008). *Kvicksilver i saluhållen fisk*. Livsmedelsverket. Rapport 12-2008.
- HVMFS 2013:19. (u.d.). *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten*. Havs- och vattenmyndighetens författningssamling.
- Karlsson, M., & Viktor, T. (2014). *Miljöstörande ämnen i fisk från Stockholmstraken 2013*. IVL rapport nr B2214.
- Livsmedelsverket. (2012). *Market Basket 2010 - chemical analysis, exposure estimation and health-related assessment of nutrients and toxic compounds in Swedish food baskets*. Livsmedelverket rapport
- Naturvårdsverket & IVL. (u.d.). *Datavärskap Miljögifter i biota*. Hämtat från <https://dvsb.ivl.se/>
- SCF. (2001). *Opinion of the Scientific Committee on Food on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in food*. [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com\\_scf\\_out90\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scf_out90_en.pdf).
- Sundbom, M., Meili, M., & Johansson, A.-M. (2007). *Kvicksilver i fisk 2006 - Kartering och Miljöövervakning i Stockholm*. ISSN: 1653-9168.
- Waldetoft, H., & Karlsson, M. (2020). *Miljöfarliga ämnen i abborre och braxen från Växjösjöarna*. IVL Svenska Miljöinstitutet: rapport U6257.



