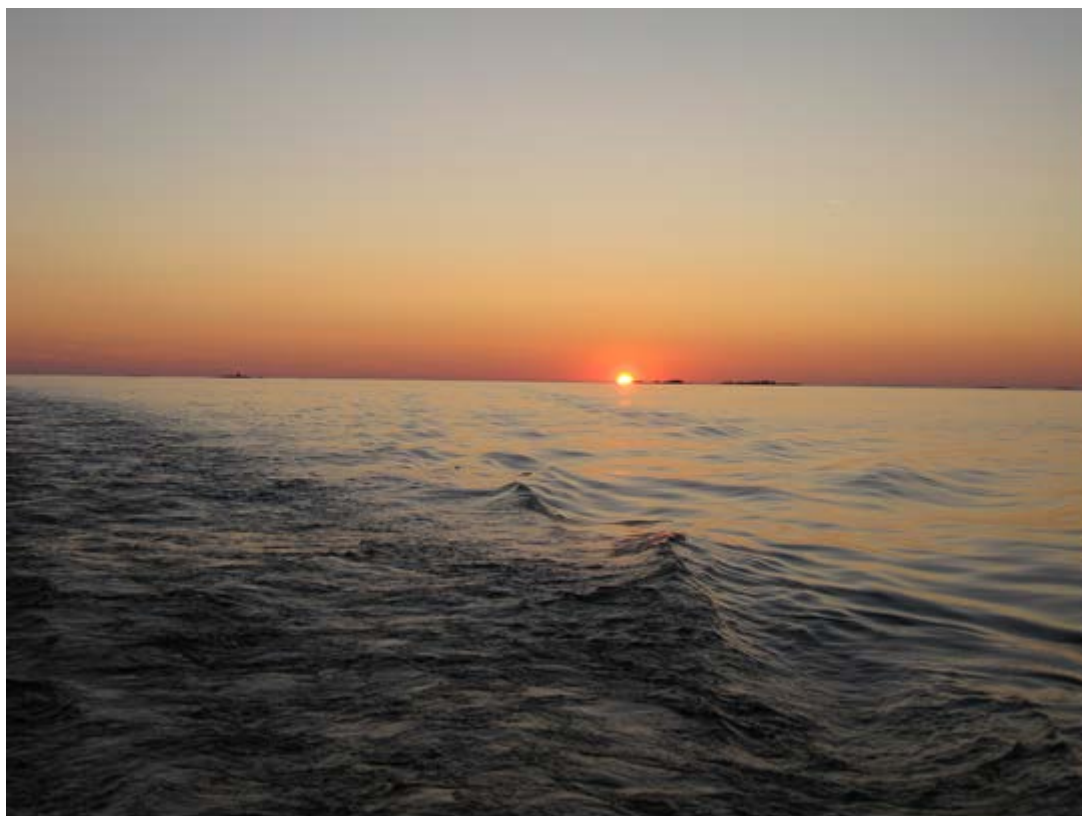


Undersökning av stabila organiska ämnen och metaller i abborre och gädda 2010-2011



Titel: Undersökning av stabila organiska ämnen och metaller i abborre och gädda 2010-2011

Tryckår: 2012

ISSN: 1403-6134

Författare: Anders Sjölin, Toxicon AB

Foton: Mats Rydgård

Utgivare: Vänerns vattenvårdsförbund rapport nr 71

Rapporten finns som pdf på www.vanern.se

Copyright: Vänerns vattenvårdsförbund. Kopiera gärna texten i rapporten men ange författare och utgivare. Användande av rapportens fotografier eller bilder i annat sammanhang kräver tillstånd från Vänerns vattenvårdsförbund.

Förord

Denna rapport ingår i den nationella miljöövervakningen i Vänern enligt program (Christensen 2011) med medel från Havs- och vattenmyndigheten, Vänerns vattenvårdsförbund och Länsstyrelserna i Värmlands län och Västra Götalands län.

Mats Rydgård
Vänerns vattenvårdsförbund
2012-10-30

Undersökning av stabila organiska ämnen och metaller i abborre och gädda 2010-2011

Anders Sjölin, Toxicon AB

Sammanfattning

På lokaler inom det nationella miljöövervakningsprogrammet för Vänern samt den samordnade recipientkontrollen i norra Vänern analyserades kadmium, nickel, bly och kvicksilver i muskel från abborre och gädda 2011 respektive 2010. Kadmium, nickel och bly kunde inte detekteras i abborre eller gädda. Halten av kadmium och bly låg därmed under gällande gränsvärde för försäljning av fiskkött som livsmedel. Nickel är inte reglerad med avseende på högsta tillåtna halt i fiskkött. Däremot finns en miljökvalitetsnorm (MKN): ett gränsvärde för varöver negativ påverkan på den ekologiska statusen inte kan uteslutas. Nickel låg betydligt under MKN. Kviksilverhalten låg i samtliga fiskar, utom en abborre från lokal Kolstrandsviken (Vi90), under gällande gränsvärde för försäljning av fiskkött som livsmedel. Halten kvicksilver i 1-hektos abborre har perioden 1996-2011 legat på ca 100 ng/g våtvikt (VS) till drygt 200 ng/g VS i medelvärde, med undantag för lokalerna Hammarösjön och Kolstrandsviken. Båda lokalerna hade 2005, 2008 och 2011 en kvicksilverhalt över 300 ng/g VS i medelvärde. Halten kvicksilver i 1 kg gädda från Millesvik låg i medeltal på 257 ng/g VS 2010. Halten var den näst lägsta registrerade på lokalen sedan 1974. Halten kvicksilver i gädda från Millesvik visar på en sjunkande trend för perioden 1996-2010.

PCB₇, dioxinlika PCB, dioxiner, polybromerade difenyletrar (PBDE) och hexabromcyclododekan (HBCD) analyserades 2011 i abborremuskel från Åsunda och Torsö inom den nationella miljöövervakningen. Halten av PCB₇, dioxinlika PCB och dioxiner låg under gällande gränsvärde för försäljning av fiskkött som livsmedel. PBDE och HBCD, som analyserats för första gången 2011, är inte reglerade med avseende på högsta tillåtna halt i fiskkött för livsmedel. Gränsvärden i form av miljökvalitetsnormer (MKN) finns dock för PBDE och HBCD. PBDE₅ (summan av de fem analyserade kongenerna av polybromerade difenyletrar) i abborre från de båda lokalerna Åsunda och Torsö låg betydligt över MKN medan HBCD i abborrarna låg under MKN. Halten PBDE₅ på Åsunda och Torsö var dock endast något förhöjd respektive i nivå med halten PBDE₅ i abborre från en svensk bakgrundslokal.

Halten av arsenik, kadmium, koppar, krom, nickel, bly och zink analyserades i lever från abborre 2011 på lokaler inom nationella miljöövervakningen samt inom den samordnade recipientkontrollen. Med undantag för något enstaka replikat detekterades inte bly, nickel och krom. Halterna var således, liksom tidigare år, låga. De essentiella och reglerbara metallerna zink och koppar låg på ungefär samma nivå som tidigare år på lokalerna medan koppar dock var något lägre på Åsunda och Torsö relativt lokalerna inom den samordnade recipientkontrollen. Halten av arsenik och kadmium var högst på Åsfjorden 2011 men halten låg inom ramen för vad Åsunda och Torsö legat på under perioden 1996-2011.

Perfluorerade ämnen analyserades i abborrelever från Åsunda och Torsö för första gången 2011. Ämnet PFOS erhöles i en relativt hög halt på båda lokalerna. Utifrån PFOS-halten i lever kan en uppskattad halt i muskel tas fram. Denna uppskattade halt låg precis under det av EU föreslagna gränsvärdet för PFOS i fiskkött.

Inledning

I detta avsnitt presenteras resultat från två övervakningsprogram avseende organiska miljögifter och metaller i fisk. De två programmen är: 1) Programmet för samordnad nationell miljöövervakning i Vänern 2) Programmet för samordnad recipientkontroll i Norra Vänern med tillflöden. Resultat från det förstnämnda programmet har tidigare år publicerats i Vänerns årsskrift medan resultaten från sistnämnda program tidigare inte ingått i årsskriften. Undersökningarna har upphandlats med Vänerns vattenvårdsförbund och Skoghalls bruk som beställare för den nationella miljöövervakningen respektive den regionala recipientkontrollen. Resultaten från de två programmen presenteras i både Vänerns årsskrift och i årsrapporten för "Samordnad recipientkontroll i Norra Vänern".

Nationella övervakningsprogrammet

I det nationella övervakningsprogrammet i Vänern ingår två lokaler (Åsunda och Torsö) där abborre provfiskas och en lokal (Millesvik) där gädda provfiskas (figur 1 och tabell 1). Undersökningen på abborre innefattar analys av metaller och organiska ämnen i muskel och lever. Kvicksilver, kadmium, bly och nickel analyseras i muskel medan arsenik, kadmium, krom, koppar, nickel, bly och zink analyseras i lever. PCB₇, dioxinlika PCBer, dioxiner (PCDD/PCDF) och polybromerade difenyletrar (PBDE) analyseras i muskel medan perfluorerade ämnen (PFAS) analyseras i lever. På gädda genomförs endast analys avseende kvicksilver i muskel. För abborre kommer undersökningarna att genomföras varje år fram till 2014 (med undantag för att analys av kadmium, bly och nickel i muskel endast utförs 2011 och 2014) medan undersökningen av gädda genomförs vart femte år. För abborre finns data för metaller och PCB₇ sedan 1996 och dioxinlika PCBer och dioxiner sedan 2004. PBDE och PFAS analyseras för första gången i och med 2011 års undersökning. Data för gädda finns sedan 1996 för lokal Millesvik. Dessutom finns sporadiska data för perioden 1974-2009 för ytterligare en lokal i Vänern (Kattfjorden) att jämföra med avseende halten kvicksilver i muskel.



Figur 1. Lokaler där abborre (2011) och gädda (2010) provfiskades i Vänern för analys av metaller och stabila organiska ämnen respektive för endast kvicksilver. Lokal 1b (Kattfjorden) provfiskades inte 2010-2011.

Tabell 1. Positioner för undersökningsområdena (RT90) där abborre (lokal 1 och 3) och gädda (lokal 5) provfiskades inom den nationella miljöövervakningen 2010-2011.

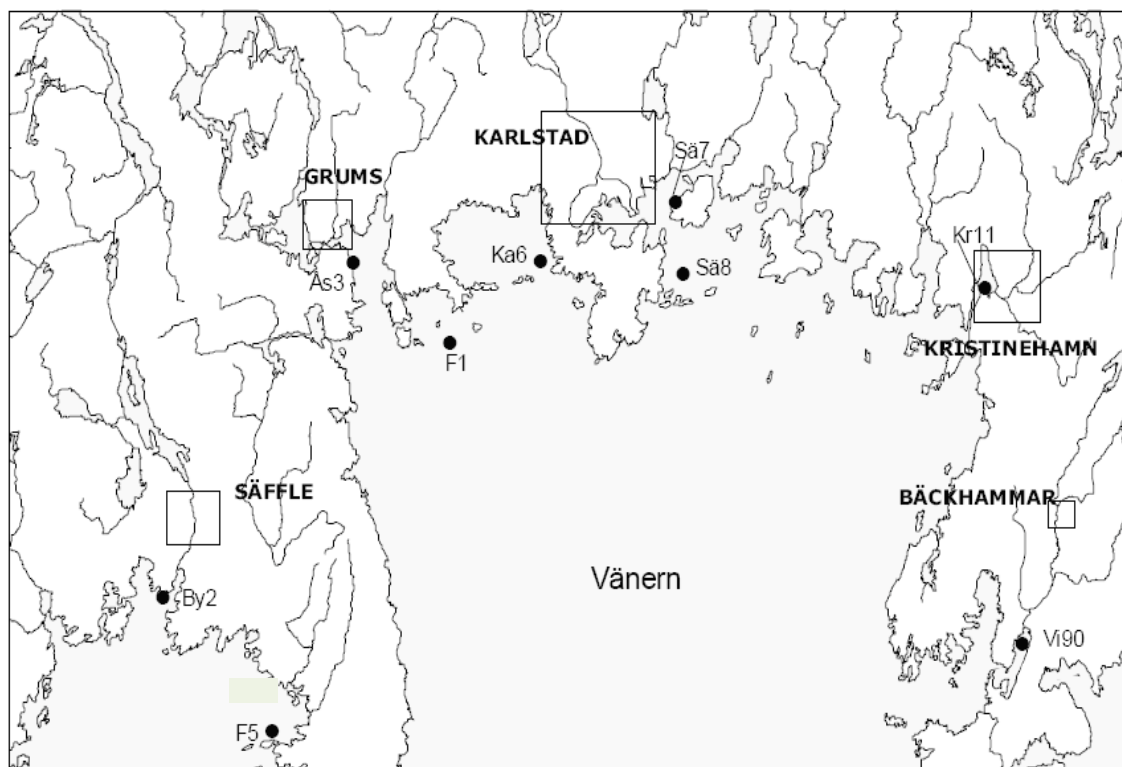
Lokal	Namn	År	X-koordinat	Y-koordinat
1	Åsunda (S Åsundaön)	2011	6575535	1356638
3	Torsö (V Torsö)	2011	6514922	1376413
5	Millesvik	2010	6543738	1342089

Samordnad recipientkontroll i Norra Vänern

I den samordnade recipientkontrollen i Norra Vänern provfiskas abborre i sju områden (figur 2 och tabell 2). Halten av metallerna kvicksilver, kadmium, nickel och bly bestäms i muskel medan halten arsenik, kadmium, koppar, krom, nickel, bly och zink bestäms i lever. Kontrollen har utförts var tredje år sedan 2005 varför jämförelser kan göras med resultat från tidigare undersökningar.

Tabell 2. Positioner för undersökningsområdena (RT90) där abborre provfiskades inom den samordnade recipientkontrollen i norra Vänern 2011.

Lokal	Namn	År	X-koordinat	Y-koordinat
By2	Byviken	2011	655427	133240
Ås3	Åsfjorden	2011	658065	134834
Ka6	Kattfjorden, öster	2011	658075	136410
Sä7	Hammarösjön	2011	658540	137540
Sä8	Sätterholmsfjärden	2011	657970	137600
Kr11	Varnumsviken	2011	657865	140130
Vi90	Kolstrandsviken	2011	655060	140450



Figur 2. Lokalerna i den samordnade recipientkontrollen i norra Vänern där provfiske på abborre utfördes 2011 för analys av metaller. lokal F1 (=lokal 1 i figur 1) och F5 (=lokal 5 i figur 1) ingår i det årliga nationella miljöövervakningsprogrammet där metaller analyseras i abborre.

Metodik

Insamlingen av abborre och gädda på lokalerna (figur 1 och 2) utfördes av enheten för vattenmiljö på Värmlands Länsstyrelse. Själva provfisket utfördes av kontrakterade lokala fiskare. Inom den samordnade recipientkontrollen i norra Vänern infångades abborrarna för metallanalys med särskilda fångsnät i samband med nätfisket. Fisket av gädda genomfördes våren 2010 medan abborre fiskades augusti-september 2011. Efter fångst placerades fisken i frys.

Målet är att samla in 20 abborrhonor i längdklassen 17-20 cm till den nationella miljöövervakningen medan 25 abborrhonor är målsättningen inom den samordnade recipientkontrollen. Erhålls inte tillräckligt antal skall det, i båda programmen, kompletteras med den lägre storleksklassen 15-17 cm. Målet är att 10 individuella prover analyseras för metaller i muskel och lever. Analyser av organiska ämnen, i det nationella programmet, utförs dock endast på ett samlingsprov (10 individer). Åldersbestämning och morfometriska mätningar skall utföras på 20 individer i det nationella programmet. I den samordnade recipientkontrollen är målsättningen att åldern bestäms på 10 individer medan morfometriska mätningar utförs på 20 fiskar. Målsättningen är att tio gäddor av honkön i storleksintervallet 0,8-1,2 kg skall analyseras för kvicksilver. Åldersbestämning och morfometriska mätningar utförs också på gäddorna.

Fiskarnas (abborre och gädda) totallängd, totalvikt, levervikt, gonadvikt (romsäck) och mage-tarm noteras. Somatisk vikt (totalvikt minus magtarmvikt och gonadvikt), konditionsfaktor ($100 \cdot (\text{totalvikt} / (\text{totallängd})^3)$), leversomatiskt index (LSI) och gonadsomatiskt index (GSI) räknas sedan fram. Abborrens gällock och otoliter samt gäddans vingben och otoliter sparas för åldersbestämning.

En bit av abborrens och gäddans ryggmuskel provtas för analys av kvicksilver. Ytterligare bitar av ryggmuskel från abborre provtas för senare analys av PCB₇, dioxiner, dioxinlika PCBer och polybromerade difenyletrar (PBDE) samt för kadmium, nickel och bly. Levern provtas för analys av metaller och perfluorerade ämnen (PFAS) (tabell 3). Lever- och muskelprov fryses efter provtagning och transporteras därefter till analyslaboratorium.

Tabell 3. Kemiska analyser utförda på lever- och muskelprover inom den samordnade nationella miljöövervakningen (StorVänern) och den samordnade recipientkontrollen (Norra Vänern).

Art	Organ	Provtyp	Parameter	Metod	Program
Gädda	Muskel	Individprover	Hg	ICP-AES/ ICP-SFMS	StorVänern
Abborre	Muskel	Individprover	Hg, Cd, Ni, Pb	ICP-AES/ ICP-SFMS	StorVänern och Norra Vänern
Abborre	Muskel	Samplingsprov	PCB ₇	GC-ECD	StorVänern
Abborre	Muskel	Samplingsprov	Dioxinlika PCBer	HR-GC/MS	StorVänern
Abborre	Muskel	Samplingsprov	Dioxiner	HR-GC/MS	StorVänern
Abborre	Muskel	Samplingsprov	PBDE	GC-ECD	StorVänern
Abborre	Lever	Individprover	As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn	ICP-AES/ ICP-SFMS	StorVänern och Norra Vänern
Abborre	Lever	Samplingsprov	PFAS	LC-MS-MS	StorVänern

Utförare

Provfiske: Enheten för vattenmiljö vid Värmlands länsstyrelse/Medins biologi AB

Åldersbestämning: SLU Sötvattenslaboratoriet Drottningholm

Analys av metaller: ALS Scandinavia AB

Analys av dioxiner och dioxinlika PCBer: ALS Laboratory Group, Prag, Tjeckien

Analys av PCB, PBDE och PFAS: IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Fiskpreparering, databearbetning och rapportering: Toxicon AB

Resultat

Resultat från lokalerna avseende morfometri, ålder och kemiska analyser anges för det samordnade nationella övervakningsprogrammet (tabell 4) och den samordnade recipientkontrollen (tabell 5) nedan. Samtliga enskilda analysresultat finns i en bilaga (kan rekvideras från Vänerkansliet). Inga gäddor provfiskades i Kattfjorden varför inget jämförelsematerial till Millesvik finns för gädda 2010.

Tabell 4. Sammanställning av resultaten från de morfometriska mätningarna, åldersbestämningen och de kemiska analyserna på abborre och gädda inom den nationella miljöövervakningen 2010-2011. Åldern redovisas som medianvärde medan övriga parametrar är angivna som medelvärde $\pm$ standardavvikelse. En stjärna (*) indikerar samlingsprov. Två stjärnor (**) indikerar att intervallet anger lower bound (värden under rapporteringsgränsen för de enskilda kongenerna tas inte med i sammanräkningen) respektive upper bound (rapporteringsgränsvärdet för de enskilda kongenerna tas med i sammanräkningen). Tre stjärnor (***) indikerar att ett replikat låg precis över rapporteringsgränsen.

Parameter	Enhet	Abborre		Gädda
		Åsunda	Torsö	Millesvik
Totallängd	cm	19,7 $\pm$ 1,70	19,8 $\pm$ 1,48	53,9 $\pm$ 2,06
Totalvikt	gram	85,4 $\pm$ 22,6	80,7 $\pm$ 18,0	1038 $\pm$ 112
Somatisk vikt	gram	81,8 $\pm$ 21,8	77,1 $\pm$ 17,2	938 $\pm$ 124
Konditionsfaktor		1,08 $\pm$ 0,11	1,03 $\pm$ 0,09	0,66 $\pm$ 0,08
LSI	%	0,93 $\pm$ 0,24	0,77 $\pm$ 0,31	2,00 $\pm$ 0,57
GSI	%	0,82 $\pm$ 0,78	0,74 $\pm$ 0,63	4,69 $\pm$ 6,78
Ålder	år	2+	2+	4+
MUSKEL				
Fetthalt*	%	0,63-0,73	0,81	-
Kvicksilver	ng/g VS	88 $\pm$ 18	136 $\pm$ 37	264 $\pm$ 49
Hg- 1 hg	ng/g VS	107 $\pm$ 18	206 $\pm$ 54	-
Hg- 1kg	ng/g VS	-	-	257 $\pm$ 64
Kadmium	µg/g VS	<0,002	<0,002	<0,002
Nickel	µg/g VS	<0,02	<0,02	<0,02
Bly	µg/g VS	<0,02	<0,02	<0,02
PCB ₇ *	ng/g VS	4,13	3,42	-
PCB ₇ *	µg/g fett	0,66	0,42	-
CB-153*	ng/g VS	1,40	1,20	-
CB-153*	µg/g fett	0,22	0,15	-
Dioxinlika PCB*	pg/g VS (WHO-TEQ)	0,08-0,3**	0,13-0,45**	-
Dioxinlika PCB*	ng/g fett (WHO-TEQ)	0,01-0,04**	0,02-0,06**	-
PCDD/PCDF*	pg/g VS (WHO-TEQ)	0-0,53**	0-0,54**	-
PCDD/PCDF*	ng/g fett (WHO-TEQ)	0-0,07**	0-0,07**	-
PBDE ₅ *	ng/g VS	0,33	0,15	-
PBDE ₅ *	µg/g fett	0,053	0,018	-
HBCD*	ng/g VS	<0,02	<0,02	
HBCD*	µg/g fett	<0,003	<0,002	
LEVER				
Torrsvikt (%)	%	22,9 $\pm$ 0,63	24,6 $\pm$ 1,39	-
Arsenik	µg/g TS	1,45 $\pm$ 0,45	1,55 $\pm$ 0,69	-
Kadmium	µg/g TS	0,50 $\pm$ 0,33	0,49 $\pm$ 0,16	-
Krom	µg/g TS	<0,08***	<0,1	-
Koppar	µg/g TS	4,82 $\pm$ 2,79	3,40 $\pm$ 0,54	-
Nickel	µg/g TS	<0,1	<0,3	-
Bly	µg/g TS	<0,1	<0,3	-
Zink	µg/g TS	110,4 $\pm$ 9,9	94,1 $\pm$ 15,2	-
PFOS	ng/g VS	110	120	-
PFOS	µg/g fett	2,2	2,4	-
Antal fiskar		12	18	8
17-20 cm		12	18	-
15-17 cm		-	-	-

Tabell 5. Sammanställning av resultaten från de morfometriska mätningarna, åldersbestämningen och de kemiska analyserna på abborre inom den samordnade recipientkontrollen 2011. Åldern redovisas som medianvärde medan övriga parametrar är angivna som medelvärde $\pm$ standardavvikelse. Stjärna (*) indikerar att några replikat låg precis över rapporteringsgränsen.

Parameter	Enhet	By2	Ås3	Ka6	Sä7	Sä8	Kr11	Vi90
Totallängd	cm	20,7 $\pm$ 1,37	19,5 $\pm$ 1,87	20,4 $\pm$ 1,63	17,0 $\pm$ 2,10	18,7 $\pm$ 1,07	19,4 $\pm$ 2,05	21,4 $\pm$ 1,59
Totalvikt	gram	110 $\pm$ 22,8	82,6 $\pm$ 22,9	91,6 $\pm$ 18,3	45,9 $\pm$ 19,6	72,8 $\pm$ 13,2	81,5 $\pm$ 26,7	110 $\pm$ 29,4
Somatisk vikt	gram	103 $\pm$ 21,5	79,2 $\pm$ 20,7	87,6 $\pm$ 17,4	43,8 $\pm$ 19,1	69,8 $\pm$ 12,2	77,7 $\pm$ 25,7	102 $\pm$ 26,9
Kond.faktor		1,22 $\pm$ 0,05	1,08 $\pm$ 0,06	1,07 $\pm$ 0,06	0,90 $\pm$ 0,07	1,10 $\pm$ 0,05	1,07 $\pm$ 0,09	1,11 $\pm$ 0,10
LSI	%	1,20 $\pm$ 0,33	0,66 $\pm$ 0,26	0,82 $\pm$ 0,24	0,61 $\pm$ 0,30	0,79 $\pm$ 0,36	0,92 $\pm$ 0,30	0,92 $\pm$ 0,25
GSI	%	0,42 $\pm$ 0,11	0,46 $\pm$ 0,16	0,74 $\pm$ 0,42	0,75 $\pm$ 0,46	0,48 $\pm$ 0,30	0,74 $\pm$ 0,34	3,28 $\pm$ 0,96
Ålder	år	3+	4+	3+	3+	2+	3+/5+	4+
MUSKEL								
Kvicksilver	ng/g VS	147 $\pm$ 50	145 $\pm$ 60	193 $\pm$ 101	217 $\pm$ 67	180 $\pm$ 109	159 $\pm$ 63	345 $\pm$ 171
Hg- 1 hg	ng/g VS	130 $\pm$ 43	156 $\pm$ 66	193 $\pm$ 64	389 $\pm$ 121	282 $\pm$ 198	191 $\pm$ 39	312 $\pm$ 123
Kadmium	ng/g VS	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Nickel	ng/g VS	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Bly	ng/g VS	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
LEVER								
Torrsvikt	%	24,2 $\pm$ 1,7	24,5 $\pm$ 1,1	25,4 $\pm$ 1,1	24,1 $\pm$ 1,8	26,8 $\pm$ 0,57	25,2 $\pm$ 1,5	22,3 $\pm$ 0,84
Arsenik	μ g/g TS	1,57 $\pm$ 0,36	2,70 $\pm$ 0,98	1,76 $\pm$ 0,98	0,91 $\pm$ 0,17	1,97 $\pm$ 1,23	1,54 $\pm$ 0,22	0,83 $\pm$ 0,50
Kadmium	μ g/g TS	0,64 $\pm$ 0,27	1,56 $\pm$ 1,05	1,10 $\pm$ 0,54	1,02 $\pm$ 0,19	0,96 $\pm$ 0,39	0,36 $\pm$ 0,24	0,38 $\pm$ 0,17
Krom	μ g/g TS	<0,07*	<0,1	<0,09*	<0,2	<0,1	<0,1	<0,07*
Koppar	μ g/g TS	6,09 $\pm$ 1,36	7,45 $\pm$ 1,01	7,61 $\pm$ 0,87	8,93 $\pm$ 1,19	7,10 $\pm$ 0,86	6,03 $\pm$ 1,28	5,97 $\pm$ 0,91
Nickel	μ g/g TS	<0,09	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,09
Bly	μ g/g TS	<0,09	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,09
Zink	μ g/g TS	89,2 $\pm$ 17,0	107,4 $\pm$ 7,4	99,6 $\pm$ 7,8	107,2 $\pm$ 8,7	100,8 $\pm$ 9,7	103,8 $\pm$ 8,0	111,4 $\pm$ 4,9
Antal fiskar		20	17	16	15	8	12	20
17-20 cm		20	17	16	6	8	11	20
15-17 cm		-	-	-	9	-	1	-

Morfometri

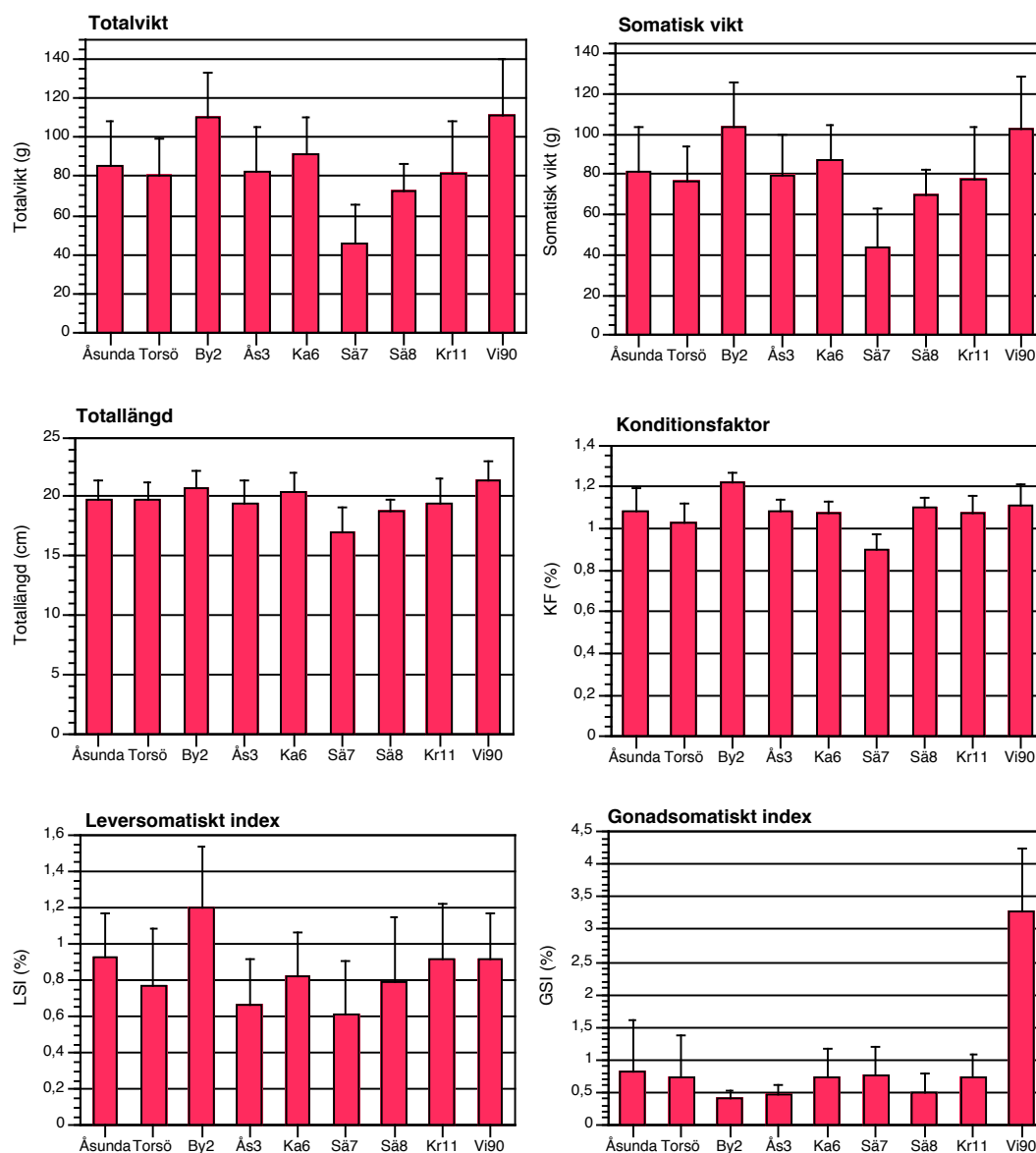
De morfometriska parametrarna och fiskarnas ålder presenteras i tabell 4 och 5 samt i figur 3 för samtliga lokaler.

Abborre

Fiskarnas totallängd, totalvikt, somatisk vikt och konditionsfaktor (KF) var signifikant lägre på Hammarösjön (Sä7) jämfört övriga lokaler ($p < 0,05$, Scheffe's F-test). Orsaken till detta var att majoriteten av fiskarna på Sä7 tillhörde det mindre storleksintervallet (15-17 cm), vilket inte var fallet på övriga lokaler (tabell 4 och 5).

Det leversomatiska indexet (LSI) var högst på Byviken (By2) och indexet var signifikant högre relativt Åsfjorden (Ås3) och Hammarösjön (Sä7) ($p < 0,05$, Scheffe's F-test). Det föreligger ett signifikant positivt samband ($p < 0,001$, förklaringsgrad = 18%) mellan LSI och totalvikten för abborre i undersökningen. Detta kan delvis förklara det högre LSI-indexet på Byviken då de längsta och kraftigaste fiskarna noterades här och på Kolstrandsviken (Vi90) (figur 3).

Ett något högre LSI kunde därmed också ha förväntats på Vi90. Att så inte var fallet kan ha berott på andra faktorer än sambandet mellan LSI och totalvikt. Ett betydligt högre gonadsomatiskt index (GSI) noterades på Vi90 relativt övriga lokaler ($p < 0,05$, Scheffe's F-test). Anledningen till detta var att 19 av 20 fiskar hade välutvecklade romsäckar (gonader) på lokalen, vilket tyder på en skillnad i lekmognad/lekperiod. Högst GSI noterades också 2008 på Vi90 (Grotell, 2009).



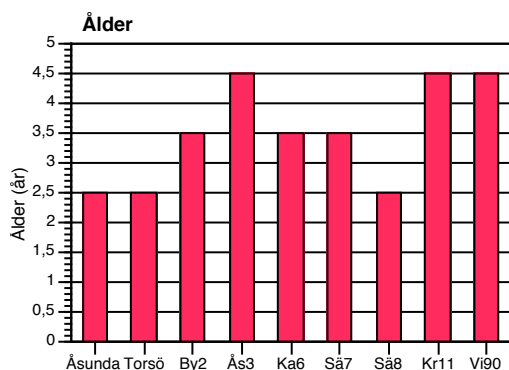
Figur 3. Morfometriska data (medelvärde $\pm$ standardavvikelse) och åldersdata (medianvärde) från lokalerna i den nationella övervakningen (Åsunda och Torsö) och lokalerna i den samordnade recipientkontrollen i norra Vänern där provfiske på abborre utfördes 2011.

Gädda

Fiskarnas totallängd var generellt sett 54-55 cm och totalvikten var 0,8-1,2 kg. Dessa parametrar samt somatisk vikt, konditionsfaktor och LSI (tabell 4) låg i nivå med 2009 års värden för Millesvik (Grotell, 2010). Inget provfiske utfördes på lokal Kattfjorden 2010 varför jämförelser inte kan göras med fisk därifrån.

Ålder

Åldern på abborrarna låg mellan 2+ och 5+ (en fisk var dock 1+) på lokalerna. Åldern på abborrarna från Torsö och Åsunda hade ett medianvärde på 2+ medan medianvärdet i genomsnitt var högre för abborrarna från lokalerna i Norra Vänerns program (figur 3). Gäddorna från Millesvik hade en ålder av 3+ och 4+ (tabell 4).



Figur 4. Åldersdata (medianvärde) för lokalerna i den nationella övervakningen (Åsunda och Torsö) och lokalerna i den samordnade recipientkontrollen i norra Väner där provfiske på abborre utfördes 2011.

Metaller i fiskmuskel

Analysresultaten för metaller i muskel redovisas i tabell 4 och 5 samt i figurerna 5-8. I bilaga (kan rekvideras från Vänerkansliet) redovisas enskilda data.

Kvikksilver i abborre och gädda

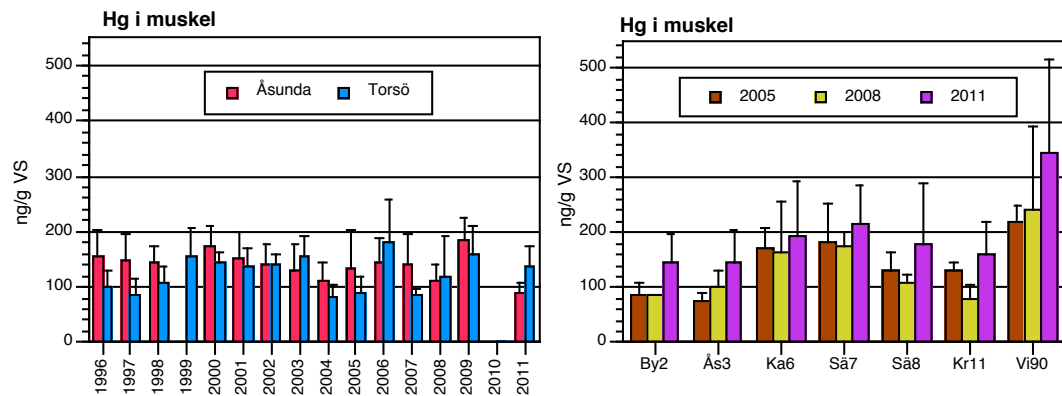
Högst halt av kvikksilver noterades på lokal Kolstrandsviken (Vi90). Halten på Vi90 var signifikant ($p < 0,05$, Scheffe's test) högre än halten på lokalerna i nationella programmet; Åsunda och Torsö (tabell 4 och 5 samt figur 5).

Jämförelser med gränsvärden och andra sjöar

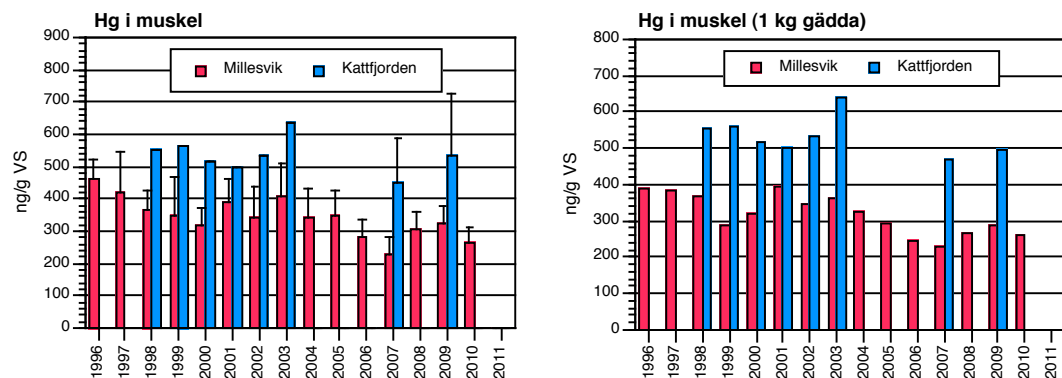
Det gällande gränsvärdet för halten kvikksilver i livsmedel ligger på 0,5 mg/kg VS för abborre (EG 1881/2006). En fisk från Kolstrandsviken (Vi90) hade en halt kvikksilver (0,585 mg/kg VS=585 ng/g VS) som överskred gränsvärdet medan resterande abborrar på lokalerna underskred det gällande gränsvärdet. Lokal Vi90 hade dock två abborrar med en halt nära gränsvärdet (0,458 mg/kg VS och 0,495 mg/kg VS).

Gäddorna på lokal Millesvik hade kvikksilverhalter på ca 0,20-0,35 mg/kg VS. Detta var klart under gränsvärdet för livsmedel på 1,0 mg/kg VS för gädda (EG 1881/2006). Medelhalten låg på 0,264 mg/kg VS (figur 6).

Noterbart är dock att kvicksilverhalten i såväl abborre som gädda låg ca 5-10 gånger högre än den miljö kvalitetsnorm (MKN) på 20 ng/g VS som framtagits av EU (2008/105/EU). MKN är ett gränsvärde varöver negativ påverkan på den ekologiska statusen inte kan uteslutas. Det låga värdet för kvicksilver är satt för att skydda fåglar och däggdjur som lever på fisk och andra vattenlevande organismer. Sverige har ett mindre strängt krav, än det angivna MKN, avseende kvicksilver då målet är att halterna inte skall öka fram till slutet av 2015.



Figur 5. Kviksilverhalt (Hg) i abbotremuskel (medelvärde $\pm$ standardavvikelse) från lokalerna i den nationella övervakningen (Åsunda och Torsö) 1996-2011 samt från lokalerna i den samordnade recipientkontrollen i norra Vätern 2005-2011. Data 1996-2009 är från IVL (datavärd).



Figur 6. Kviksilverhalt (Hg) i gäddmuskel (medelvärde $\pm$ standardavvikelse) från Millesvik och Kattfjorden samt halten uttryckt som standardiserade Hg-halter i 1-kg gädda för perioden 1996-2010. Data 1996-2009 är från IVL (datavärd) undantaget Kattfjorden 1998-2003 där data (endast medelvärde) är från Grotell (2010).

Tio sjöar som provfiskats under perioden 2000-2007 i Sverige inom ramen för Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning har haft en kvicksilverhalt i abbotremuskel på $<0,1$ till drygt $0,4 \mu\text{g/g VS}$ (www.naturvardsverket.se). Lokalerna i föreliggande undersökning uppvisade ungefär samma haltintervall.

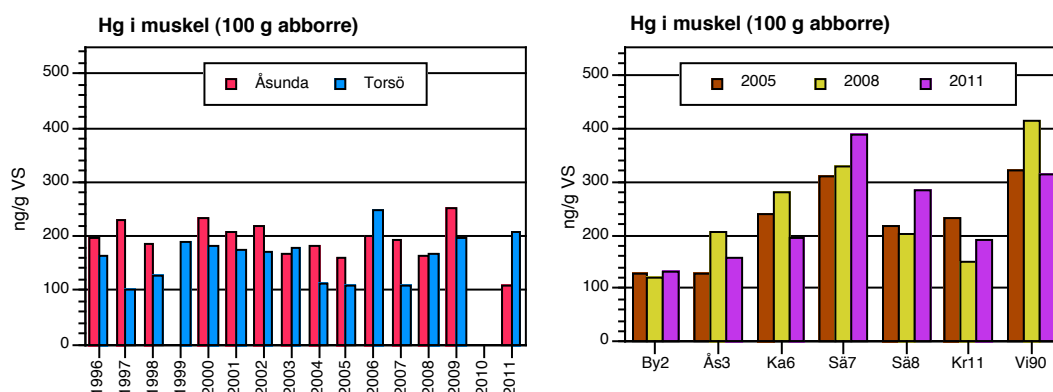
Jämförelser med tidigare års undersökningar

Som påpekats i tidigare rapporter (Grotell, 2010) ökar kvicksilverhalten med ökad ålder och storlek på fisken. Halten ökar också högre upp i näringskedjan. För att bättre jämföra halter mellan lokaler och mellan olika år är det vanligt att

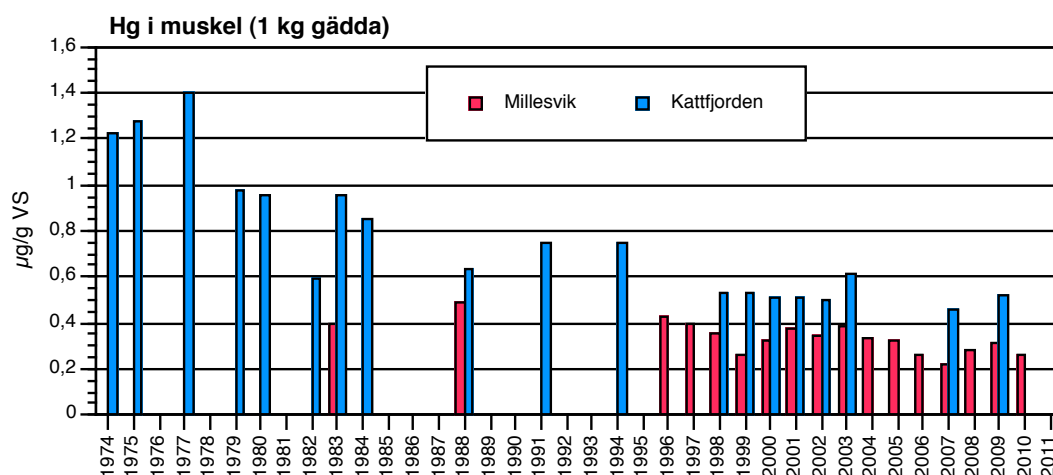
standardisera de uppmätta kvicksilverhalterna till en viss fiskstorlek. För abborre och gädda har 1 hekto respektive 1 kg använts (Grotell, 2009; Grotell 2010).

Kvicksilverhalten i 1 hg abborrar på Åsunda var lägre 2011 relativt tidigare år. Detta var inte fallet för Torsö som 2011 uppvisade den näst högsta halten för perioden 1996-2011 (figur 7). Lokalerna Hammarösjön (Sä7) och Kolstrandsviken i Norra Vätern programmet har perioden 2005-2011 vid samtliga tillfällen haft drygt 50% högre kvicksilverhalt relativt Åsunda och Torsö (figur 7).

Halten av kvicksilver i gädda på lokal Millesvik uppvisade en signifikant sjunkande trend ($P < 0,001$, förklaringsgrad = 21%) för perioden 1996-2010 (figur 6). Jämförelsematerial till Millesvik finns från gäddundersökningar i Kattfjorden. Dessa undersökningar visar att halterna av kvicksilver i 1 kg gädda sjunkit betydligt under perioden 1974-2010 (figur 8). Halten i Kattfjorden ligger på drygt hälften av vad som registrerades på 1970-talet. I de senaste årens undersökningar har halten kvicksilver på Millesvik varit ca hälften av den i Kattfjorden (figur 8).



Figur 7. Kvicksilverhalt (Hg) i abborremuskel från lokalerna i den nationella övervakningen (Åsunda och Torsö) 1996-2011 samt från lokalerna i den samordnade recipientkontrollen i norra Vätern 2005-2011. Halten är uttryckt som standardiserade Hg-halter i 100 g abborre. Data 1996-2009 är från IVL (datavärd).



Figur 8. Kvicksilverhalt (Hg) i gäddmuskel från Millesvik och Kattfjorden uttryckt som standardiserade Hg-halter i 1-kg gädda för perioden 1974-2010. Data 1996-2009 är från IVL (datavärd) undantaget Kattfjorden 1998-2003. Data före 1996 är från Grotell (2010).

Kadmium, nickel och bly i abborre och gädda

Halten av bly, nickel och kadmium kunde inte detekteras i muskel från någon av lokalerna avseende abborre och gädda (tabell 4 och 5).

Jämförelser med gränsvärden och andra sjöar

Bly och kadmium låg minst 10 gånger under respektive ämnes gränsvärde för livsmedel (EG 1881/2006). Inget gränsvärde finns för nickel. Nickel låg dock betydligt under EUs föreslagna miljökvalitetsnorm (41 µg/g VS) (Nickel EQS Dossier 2011).

Stabila organiska ämnen i fiskmuskel

Analysresultaten för stabila organiska ämnen i muskel från abborre redovisas i tabell 4 samt i figurerna 9-10.

PCB i abborre

Sju enskilda PCB-föreningar (så kallade kongener) har analyserats i ett samlingsprov från Åsunda respektive Torsö. De kongener som analyserades var CB-28, CB-52, CB-101, CB-118, CB-138, CB-153 och CB-180. Summan av dessa benämns PCB₇. Samtliga kongener, med undantag för CB-52 på Torsö, erhöles i detekterbara halter på lokalerna.

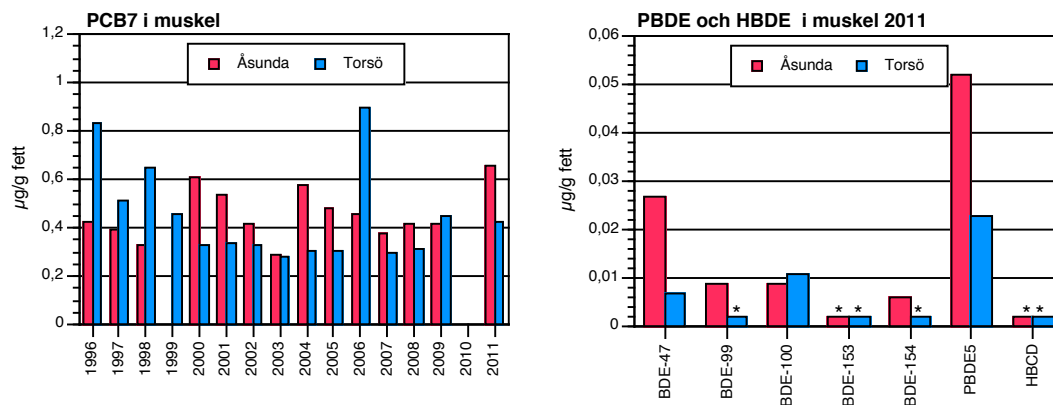
Jämförelser med gränsvärden och andra sjöar

Nyligen har ett gränsvärde för PCB₇ (icke-dioxinlika PCBer) i livsmedel på 125 ng/g VS införts (EU 1259/2011). Detta gränsvärde har ersatt det som tidigare fanns för PCB-kongen CB-153 (LIVSFS 2012:3). Halterna på Åsunda och Torsö 2011 låg långt under gränsvärdet för PCB₇ (tabell 4).

PCB är fettlösliga ämnen som ackumuleras i organismers fettvävnad. För att jämföra skillnader i tid och rum bör halten av PCB uttryckas per gram fett istället för per gram våtvikt. Halten PCB₇ på Åsunda och Torsö 2011 (tabell 4) var något över vad som registrerats på bakgrundslokaler (0,11-0,23 µg/g fett) i Sverige (Sternbeck *et al.*, 2004). Halter av PCB₇ på 2,5-14 µg/g fett i abborremuskel har dock nyligen registrerats i Mälaren (Österås *et al.*, 2011) varför halterna på Åsunda och Torsö kan betraktas som relativt låga.

Jämförelser med tidigare års undersökningar

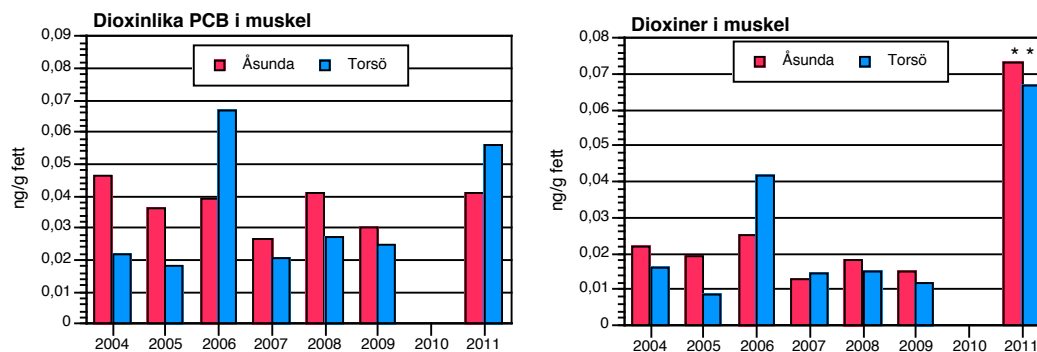
Halten PCB₇ på Åsunda 2011 var 0,66 µg/g fett, vilket var den högsta registrerade för perioden 1996-2011. Halten på Torsö låg på 0,42 µg/g fett vilket var i nivå med 2009 års värde (figur 9). Generellt sett kan PCB₇-halterna på Åsunda och Torsö betraktas som relativt stabila under perioden 1996-2011. Kongenen CB-153 utgör ca 1/3 av halten PCB₇ på lokalerna 2011 (tabell 4).



Figur 9. PCB₇, PBDE-kongener, PBDE₅ (summan av de fem kongenerna) och HBDE i aborremuskel (µg/g fett) från Åsunda och Torsö i nationella övervakningsprogrammet. PCB₇ är för perioden 1996-2011 och resterande är från 2011. Resultaten för PCB från perioden 1996-2003 är medelvärde medan det från och med 2004 endast analyserades ett samlingsprov per lokal. Stjärna (*) indikerar halt under rapporteringsgränsen (d v s ingen av kongenerna kunde detekteras).

Dioxiner och dioxinlika PCB i abborre

Tolv olika kongener av dioxinlika PCBer och 17 olika kongener av dioxiner (PCCD/PCDF) (se bilaga som kan rekvideras från Vänerkansliet) har analyserats i ett samlingsprov från Åsunda respektive Torsö. Med undantag för fyra dioxinlika kongener noterades inte detekterbara halter. Totalhalten dioxiner WHO-TEQ och dioxinlika WHO-TEQ kan uttryckas antingen som lower bound (LB) eller upper bound (UB). För LB används endast kvantifierbara halter av kongenerna medan vid sammanräkningen till UB adderas även kongener som ligger under rapporteringsgränsen till totalhalten (tabell 4).



Figur 10. Dioxinlika PCBer och dioxiner i aborremuskel (ng/g fett) från Åsunda och Torsö i nationella övervakningsprogrammet för perioden 2004-2011. Resultaten är WHO-TEQ upper bound för såväl dioxinlika PCBer som dioxiner för perioden 2004-2011. Stjärna (*) indikerar halt under rapporteringsgränsen (d v s ingen av kongenerna kunde detekteras).

Jämförelser med gränsvärden och andra sjöar

Gränsvärdet för dioxiner i fiskkött från sötvattensfisk ligger på 3,5 pg/g VS och summan av dioxiner och dioxinlika PCB ligger på 6,5 pg/g VS (EU 1259/2011). Såväl halten av dioxiner som summan av dioxiner och dioxinlika PCBer i abborre från Åsunda och Torsö låg klart under respektive gränsvärde (tabell 4).

Halten av dioxiner och dioxinlika PCB på Åsunda och Torsö 2011 var ungefär i samma nivå som den halt som registrerats på bakgrundslokalerna Stensjön, Bysjön och Hjärtsjön (Sternbeck *et al.*, 2004).

Jämförelser med tidigare års undersökningar

Halterna av dioxinlika PCB låg 2011 ungefär i nivå medan halten av dioxiner (PCDD/PCDF) var tydligt över vad som registrerats tidigare (figur 10). Noterbart är dock att ingen av de analyserade dioxinkongerna detekterades på lokalerna 2011. Då halten uttrycks som upper bound (då även ej detekterbara kongener tas med) kan skillnader uppstå enbart beroende på en skillnad i rapporteringsgräns.

PBDE och HBCD i abborre

2011 analyserades för första gången polybromerade difenyletrar (PBDE) i abborremuskel (samlingsprov) från Åsunda och Torsö. Halterna av kongenerna BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153 och BDE-154 samt HBCD hexabromcyclododekan låg under eller något över rapporteringsgränsen (tabell 4). Högst halt noterades för BDE-47 på Åsunda där halten var ca 10 gånger över rapporteringsgränsen (figur 9).

Jämförelser med gränsvärden och andra sjöar

Inga gränsvärden för livsmedel finns för gruppen bromerade flamskyddsmedel där PBDE och HBCD ingår. Gränsvärden i form av miljökvalitetsnormer (MKN) för PBDE₆ och HBCD har dock tagits fram av EU. Halten HBCD i abborre från Åsunda och Torsö var <0,02 ng/g VS vilket är långt lägre än MKN på 6,1 µg/g VS (HBCD EQS Dossier 2011). Däremot var halten av PBDE₅ ca 20-40 gånger högre på Åsunda och Torsö relativt MKN för PBDE₆ på 8,5 pg/g VS (PBDE EQS Dossier 2011). I PBDE₆ ingår samma BDE-kongener som i PBDE₅ samt BDE-28.

Summan av de analyserade kongenerna PBDE₅ blir, uttryckt på fettbasis, för Åsunda 53 ng/g fett och för Torsö 18 µg/g fett. Detta kan jämföras med halten på en svensk bakgrundslokal (Stensjön); 16 ng/g fett (Sternbeck *et al.*, 2004). Lokal Torsö ligger därmed ungefär i nivå med Stensjön medan Åsunda ligger något förhöjt. Halter av PBDE₆ (PBDE₅+BDE-28) på 56-340 ng/g fett i abborremuskel har nyligen registrerats i Mälaren (Österås *et al.*, 2011). Halten av HBCD på Åsunda och Torsö (<0,002-0,003 µg/g fett) kan betraktas som mycket låg då halten från Stensjön var högre (0,006 µg/g fett).

Metaller i fisklever

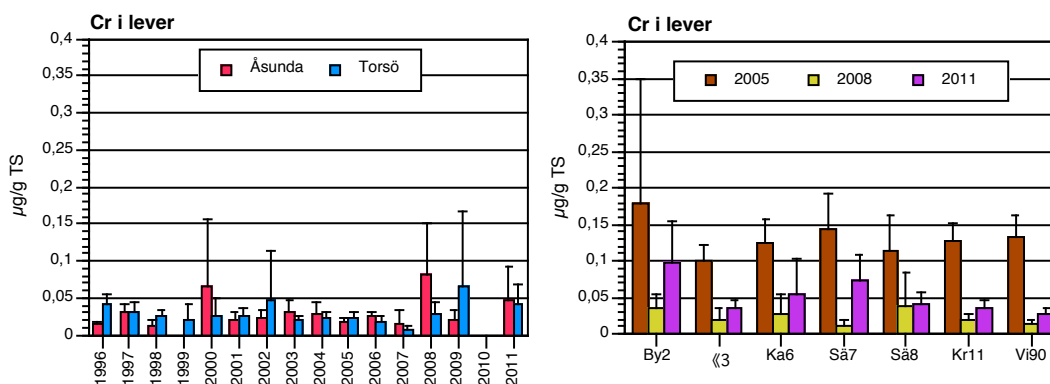
Halten av följande metaller har mätts i abborrelever sedan 1996 i det nationella programmet (Åsunda och Torsö): arsenik, kadmium, krom, koppar, nickel, bly och zink. Halten av metallerna har bestämts i lever från abborre inom ramen för den samordnade recipientkontrollen sedan 2005. Analysresultaten för metallerna är sammanfattade i tabell 4 och 5 för de olika lokalerna. Analys av metaller i lever utfördes med atomabsorptionspektrofotometer (AAS-teknik) fram till och med 2008 (arsenik analyserades dock med ICP-MS-teknik även 2008) Därefter har ICP-MS-teknik (induktivt kopplad plasmamasspektrometer) använts vid analyserna. I den samordnade recipientkontrollen 2005 användes dock ICP-MS-teknik. Val av ICP-MS som analysteknik påverkar resultaten av krom, bly och nickel med en höjd rapporteringsgräns som följd.

Krom, bly och nickel i abborre

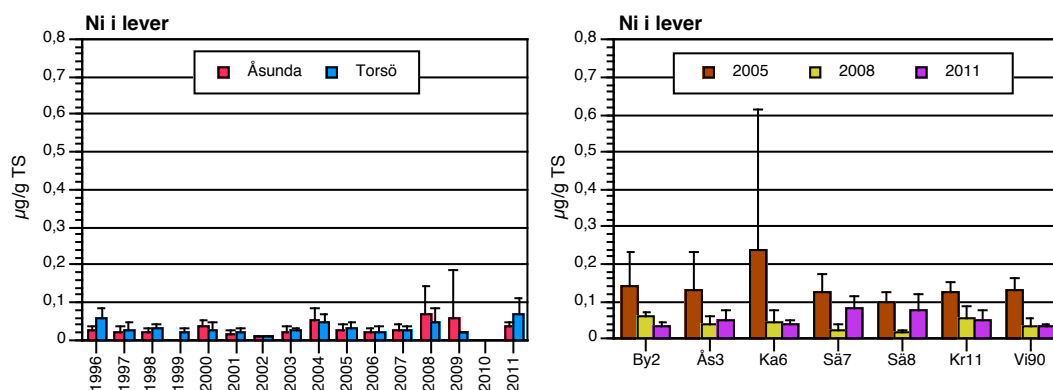
Inte i någon av de analyserade abborrleivrarna från lokalerna kunde bly eller nickel detekteras 2011. I enstaka prover noterades en halt av krom något över detektionsgränsen medan det i majoriteten av proverna ej kunde detekteras något krom (tabell 4 och 5). Generellt sett var därmed halten av krom, bly och nickel låg i abborrelever från lokalerna inom såväl det nationella programmet som den samordnade recipientkontrollen 2011. Inga statistiska analyser har utförts för krom, nickel och bly då halterna ligger runt rapporteringsgränsen för respektive ämne.

Jämförelser med tidigare undersökningar

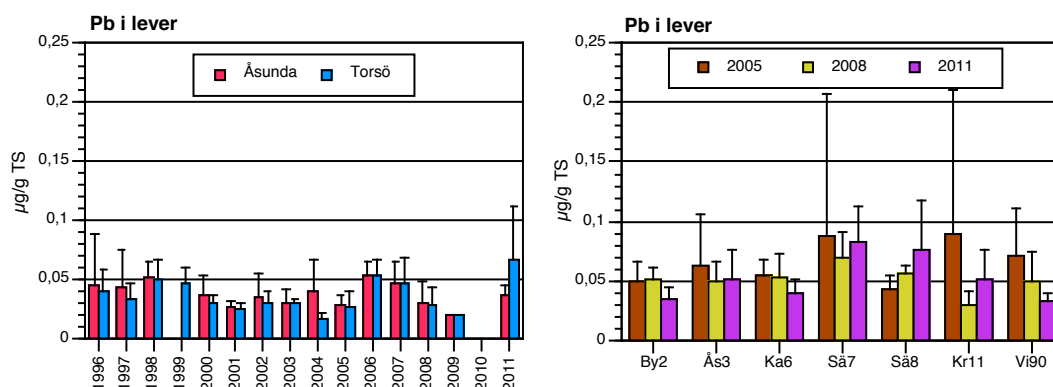
Halten av krom och nickel (samt delvis bly) var något högre 2005 på lokalerna inom den samordnade recipientkontrollen relativt Åsunda och Torsö (figur 11-13). Orsaken till detta berodde dock på att ICP-MS-teknik använts inom den samordnade recipientkontrollen medan AAS-teknik använts för Åsunda och Torsö 2005, med en skillnad i rapporteringsgräns som följd.



Figur 11. Halten krom (Cr) i abborrelever (medelvärde $\pm$ standardavvikelse) från lokalerna i den nationella övervakningen (Åsunda och Torsö) 1996-2011 samt från lokalerna i den samordnade recipientkontrollen i norra Vänern 2005-2011. Halter under rapporteringsgränsen har dividerats med 2 (gäller huvudsakligen data från 2009 -2011 samt 2005 års data recipientkontrollen).



Figur 12. Halten nickel (Ni) i abborrelever (medelvärde $\pm$ standardavvikelse) från lokalerna i den nationella övervakningen (Åsunda och Torsö) 1996-2011 samt från lokalerna i den samordnade recipientkontrollen i norra Väner 2005-2011. Halter under rapporteringsgränsen har dividerats med 2 (gäller huvudsakligen data från 2009 och framåt samt 2005 års data i recipientkontrollen).



Figur 13. Halten bly (Pb) i abborrelever (medelvärde $\pm$ standardavvikelse) från lokalerna i den nationella övervakningen (Åsunda och Torsö) 1996-2011 samt från lokalerna i den samordnade recipientkontrollen i norra Väner 2005-2011. Halter under rapporteringsgränsen har dividerats med 2 (gäller huvudsakligen data från 2009 och framåt samt 2005 års data i recipientkontrollen).

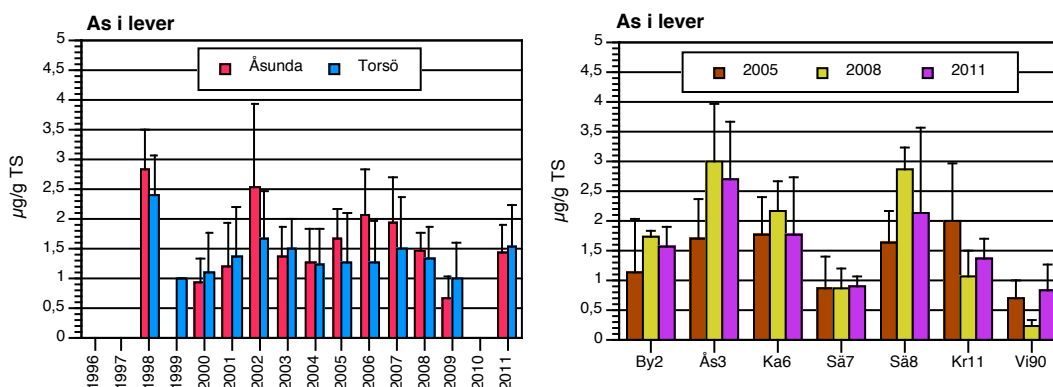
Arsenik och kadmium i abborre

Halten arsenik i lever från abborre 2011 var signifikant högre ($p < 0,05$, Scheffe's test) på Åsfjorden (Ås3) relativt Hammarösjön (SÄ7) och Kolstrandsviken (Vi90). Halten arsenik i abborre från lokalerna i den samordnade recipientkontrollen kan anses vara i nivå med halten från referensområdena (Åsunda och Torsö) då signifikanta skillnader inte erhöles mellan referensområdena och lokalerna i den samordnade recipientkontrollen 2011 (tabell 5 och figur 14).

Högst halt av kadmium 2011 erhöles på Åsfjorden och halten var signifikant ($p < 0,05$, Scheffe's test) högre än Torsö (och Kolstrandsviken). Varnumsviken (Kr11) uppvisade signifikant ($p < 0,05$, Scheffe's test) lägre halt relativt Hammarösjön, Åsfjorden och Kattfjorden (Ka6) 2011 (tabell 4 och 5 samt figur 15).

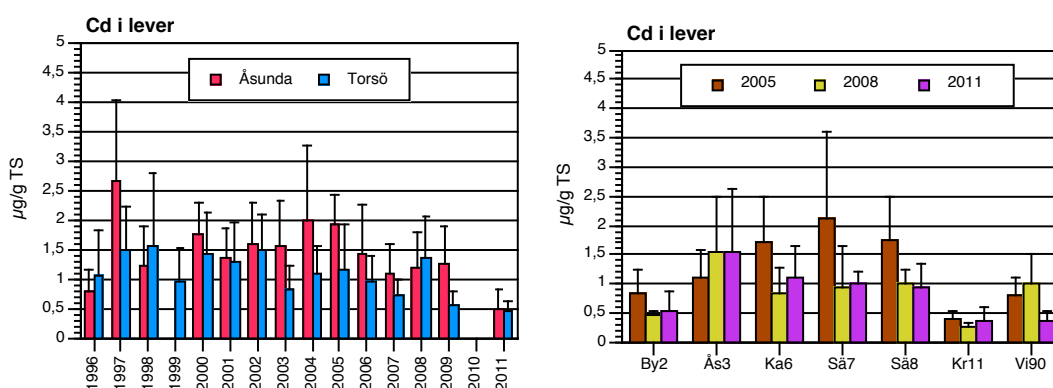
Jämförelser med tidigare undersökningar

Analyserna av arsenik anses vara osäkra före 2002 (Grotell, 2010) varför de inte diskuteras vidare här. Halterna låg på ca 1,3-2,5 µg/g TS i referensområdena Åsunda och Torsö perioden 2002-2008 för att sedan minska 2009. I och med 2011 års undersökning var halten arsenik i Åsunda och Torsö på ungefär samma nivå som 2002-2008 (figur 14). Lokalerna i den samordnade recipientkontrollen för norra Vätern har legat på ungefär samma nivå som referensområdena 2005, 2008 och 2011 med högst halter på Åsfjorden (Ås3) och Sätterholmsfjärden (Sä8) (figur 14).



Figur 14. Halten arsenik (As) i abborrelever (medelvärde ± standardavvikelse) från lokalerna i den nationella övervakningen (Åsunda och Torsö) 1996-2011 samt från lokalerna i den samordnade recipientkontrollen i norra Vätern 2005-2011.

Halten kadmium i lever från abborre 2011 var den lägsta registrerade (0,5 µg/g TS) under perioden 1996-2011 i referensområdena (figur 15). Tidigare år har den legat mellan ca 0,5 och 2,5 µg/g TS på Åsunda och Torsö. Halten kadmium på lokalerna inom den samordnade recipientkontrollen har ungefär legat på samma nivå som på Åsunda och Torsö under 2005-2011. Därmed kan inte lokalerna anses vara belastade av kadmium i högre grad än i referensområdena.



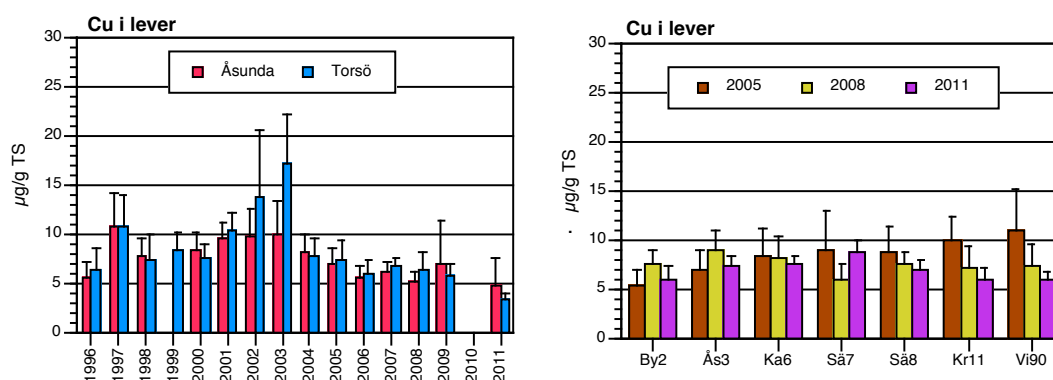
Figur 15. Halten kadmium (Cd) i abborrelever (medelvärde ± standardavvikelse) från lokalerna i den nationella övervakningen (Åsunda och Torsö) 1996-2011 samt från lokalerna i den samordnade recipientkontrollen i norra Vätern 2005-2011.

Koppar och zink i abborre

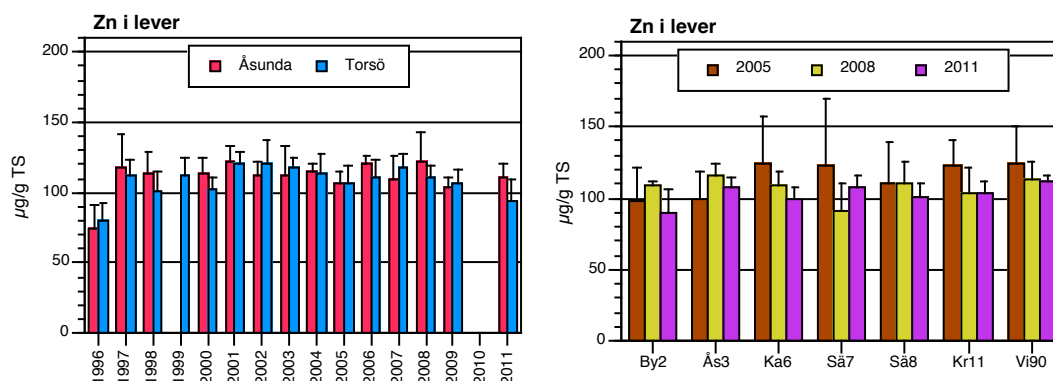
Koppar och zink är metaller som i för hög halt är skadliga för organismer, men som samtidigt räknas som essentiella då de behövs för livsnödvändiga funktioner i cellerna. Halten koppar var något lägre på Åsunda och Torsö relativt lokalerna inom den regionala recipientkontrollen för norra Vätern 2011 (tabell 4 och 5 samt figur 16). Halten på Torsö var signifikant lägre ($p < 0,05$, Scheffé's test) relativt samtliga lokaler inom den samordnade recipientkontrollen för norra Vätern. Halten av zink på lokalerna låg på 89-111 $\mu\text{g/g}$ TS och inga signifikanta skillnader mellan lokalerna noterades 2011 (figur 17). En viss variation i halt mellan lokaler och år är inte anmärkningsvärt då fisken kan reglera zinkhalten.

Jämförelser med tidigare undersökningar

Kopparhalten har legat mycket stabilt mellan ca 5-10 $\mu\text{g/g}$ TS på lokalerna inom de två programmen med undantag för en något högre halt på Torsö vid två tillfällen (figur 16). Kopparhalten har dock varit lägre under den senare delen relativt den tidigare delen av perioden 1996-2011 på referensområdena (figur 16). Variationen i zinkhalt mellan år och lokaler får betraktas som liten i de två programmen (figur 17).



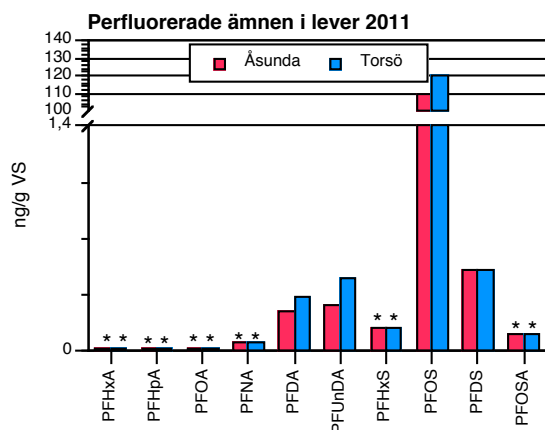
Figur 16. Halten koppar (Cu) i abborrelever (medelvärde $\pm$ standardavvikelse) från lokalerna i den nationella övervakningen (Åsunda och Torsö) 1996-2011 samt från lokalerna i den samordnade recipientkontrollen i norra Vätern 2005-2011.



Figur 17. Halten zink (Zn) i abborrelever (medelvärde $\pm$ standardavvikelse) från lokalerna i den nationella övervakningen (Åsunda och Torsö) 1996-2011 samt från lokalerna i den samordnade recipientkontrollen i norra Vätern 2005-2011.

Perfluorerade ämnen i fisklever

Perfluorerade ämnen (PFAS) analyserades för första gången 2011 i lever (samlingsprov) från abborrar inom ramen för det nationella övervakningsprogrammet. Nio av de tio PFAS som analyserades låg under eller precis över rapporteringsgränsen (figur 18). Ämnet perfluoroktansulfonat (PFOS) registrerades dock i en halt av 110-120 ng/g VS på Åsunda och Torsö (tabell 4 och figur 18). Halten PFOS utgjorde därmed ca 99% av halten PFAS i lever på lokalerna, vilket är i linje med vad Kallenberg *et al.* (2004) redovisar för abborrelever i svenska sjöar.



Figur 18. Halten PFAS i abborrelever (medelvärde $\pm$ standardavvikelse) från lokalerna i den nationella övervakningen (Åsunda och Torsö) 2011. Stjärna (*) indikerar att halten låg under rapporteringsgränsen. Observera att skalan är bruten !

Jämförelser med gränsvärden och andra sjöar

I Naturvårdsverkets nationella övervakningsprogram för sötvatten har PFOS-halter på 2,1-47 ng/g VS noterats i abborrelever från 29 sjöar i Sverige (www.naturvardsverket.se/sv/start/Statistik/Officiell-statistik/Statistik-efter-amne/Miljotillstandet-i-sotvatten/PFOS-i-fisk-i-sjoar/). Med utgångspunkt från detta får PFOS-halterna i referensområdena Åsunda och Torsö 2011 betraktas som höga. PFOS-halter i abborrelever på ca 170-430- ng/g VS har dock också redovisats i Sverige (Kallenberg *et al.*, 2004).

Vilken halt av PFOS kan då tillåtas i fiskmuskel? Naturvårdsverket har tagit fram ett gränsvärde på 15 ng/g VS (baserat på ett dagligt intag av 115 gram fiskkött och en personvikt på 70 kg) (Naturvårdsverket, 2008). Utifrån det rekommenderade dagliga intaget har europeiska livsmedelsverket EFSA räknat fram ett gränsvärde för PFOS i fiskmuskel på 9,1 ng/g VS (PFOS EQS 2011 Dossier). I Tyskland och England har 6 respektive 18 ng/g TS föreslagits. Då halten PFOS har angetts vara ca 15 gånger högre i lever än i muskel (Woldegiorgis *et al.*, 2010) skulle PFOS-halten i fiskmuskel i de analyserade abborrarna från Åsunda och Torsö 2011 därmed vara ca 7-8 ng/g VS. Detta är i nivå med de ovan nämnda gränsvärdena för fiskkött som livsmedel. Halter över Naturvårdsverkets gränsvärde på 15 ng/g VS har redovisats för abborre från flertalet provpunkter i Mälaren (Järnberg *et al.*, 2008 cit. i Woldegiorgis *et al.*, 2010). Detta indikerar att halten PFOS i

fiskmuskel troligen ligger över gränsvärdet i många svenska sjöar. Mycket höga halter (315-988 ng PFOS/g VS) har noterats i sjöar som kontaminerats av PFAS i samband med brandsläckningsövningar i ett, till sjöarna, närbeläget område (Woldegiorgis *et al.*, 2010). Detta kan jämföras med referenssjöar där halter på 3,3-4,9 ng/g VS har noterats (Woldegiorgis *et al.*, 2010).

Behov av åtgärder

Upplägget av undersökningarna för den samordnade nationella miljöövervakningen i Vätern och den samordnade recipientkontrollen i norra Vätern har framtagits för perioden 2010/2011 till 2014. Nedan följer förslag på tillägg i programmet.

Förslag 1

Ett förslag på förändring av det nationella programmet är att analys av PFOS i muskel (samlingsprov) på abborre från Åsunda och Torsö utförs. Orsaken till förslaget är att en hög halt av PFOS i lever noterades på lokalerna 2011 varför halten av PFOS också kan befaras vara hög i muskel. En risk finns att PFOS-halten i fiskkött ligger över de gränsvärden som föreslagits inom Europa avseende fiskkött som livsmedel.

Förslag 2

Utöver de PBDE-kongener som i dagsläget analyseras föreslås att även kongenen BDE-28 läggs till för att kunna erhålla ett mått på summaparametern PBDE₆. PBDE₆ är ett samlingsmått för polybromerade difenyletrar som kan användas för att jämföra mot den uppsatta miljökvalitetsnormen för summaparametern.

Litteraturhänvisning

EG-förordning nr 1881/2006. Kommissionens förordning (EG) nr 1881/2006 av den 19 december 2006 om fastställande av gränsvärden för vissa främmande ämnen i livsmedel.

EU-förordning nr 2008/105/EG. Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/105/EG av den 16 december 2008 om miljökvalitetsnormer inom vattenpolitikens område och ändring och senare upphävande av rådets direktiv 82/176/EEG, 83/513/EEG, 84/156/EEG, 84/491/EEG och 86/280/EEG, samt om ändring av Europaparlamentets och rådets direktiv 200/60/EG.

EU-förordning nr 1259/2011. Kommissionens förordning (EU) nr 1259/2011 av den 2 december 2011 om ändring av förordning (EG) nr 1881/2006 vad gäller gränsvärden för dioxiner, dioxinlika PCB och icke dioxinlika PCB i livsmedel.

Grotell, C. (2009). Undersökning av metaller i abborre. Ingår i rapport från Norra Väterns Samordnade Recipientkontroll för 2008. Norra Väterns intressenter. ALcontrol Laboratories.

Grotell, C. (2010). Metaller och stabila organiska föreningar i abborre och gädda 2009. Ingår i Årsskrift från Vänerens vattenvårdsförbund 2010.

LIVSFS 2012:3. Livsmedelsverkets föreskrifter om främmande ämnen i livsmedel; beslutade den 23 februari 2012.

Kallenberg, R., U. Berger & U. Järnberg (2004). Perfluorinated alkylated substances (PFAS) in the nordic environment. TemaNord 2004:552.

Naturvårdsverket (2008). Förslag till gränsvärden för särskilda förorenade ämnen. Stöd till vattenmyndigheterna vid statusklassificering och fastställande av MKN. Rapport 5799.

Sternbeck, J., L. Kaj, M. Remberger, A. Palm, E. Junedahl, A. Bignert, P. Haglund, K. Lindkvist, M- Adolfsson-Erici, K. Nylund & L. Asplund (2004). Organiska miljögifter i fisk från svenska bakgrundslokaler. IVL rapport B1576.

Van den Berg, M., L. Birnbaum, A.T.C. Bosveld, B. Brunström et al., (1998). Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCCDs, PCDFs for humans and wildlife. Env. Health, Persp. 106: 775-792.

Woldegiorgis, A., K. Norström & T. Viktor (2010). Årsrapport 2009 för projektet RE-PATH- Mätningar av PFAS i närområdet till Stockholm-Arlanda Airport och Göteborg Landvetter Airport. IVL rapport 1899.

Österås, A.H., Sternbeck, J. & K. Gyllenberg (2011). Miljögiftövervakning av ytvatten och fisk i Stockholm Stad- sammanfattning för år 2010 Miljöförvaltningen, Stockholm Stad.

Rapporter i Vänerens vattenvårdsförbunds rapportserie

4. Väner 1996 - årsskrift från Vänerens vattenvårdsförbund. Vänerens vattenvårdsförbund, 1997. Rapport nr 4 1997.
5. Metaller och stabila organiska ämnen i Vänerfisk 1996/-97. L. Lindeström. Vänerens vattenvårdsförbund 1998. Rapport nr. 5.
6. Väner 1997 - årsskrift från Vänerens vattenvårdsförbund. Vänerens vattenvårdsförbund, 1998. Rapport nr 6.
7. Väner - årsskrift 1999 från Vänerens vattenvårdsförbund. Vänerens vattenvårdsförbund, 1999. Rapport nr 7.
8. Embryonal utveckling hos vitmärla i fyra sjöar – Väner, Vättern, Vågsfjärden och Rogsjön. B. Sundelin m.fl. Vänerens vattenvårdsförbund rapport nr 7, Vätternvårdsförbundet och Naturvårdsverket 1999.
9. Fågelskär i Väner 1999. E. Landgren & T Landgren. Vänerens vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 9.
10. Program för samordnad nationell miljöövervakning i Väner. A. Christensen. Vänerens vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 10.
11. Väner – tema biologisk mångfald. Årsskrift 2000 från Vänerens vattenvårdsförbund. Vänerens vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 11.
12. Övervakning av bottenfauna i Väner och dess vikar – ett tioårigt perspektiv. W. Goedkoop, SLU. Vänerens vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 12.
13. Övervakning av fågelfaunan på Vänerens fågelskär – Metodutvärdering och förslag till framtida inventeringar. E. Landgren & T. Landgren. Vänerens vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 13.
14. Alger som fastnar på fisknät i Väner, Vättern och Hjälmarén. R. Bengtsson. Vänerens vattenvårdsförbund, 2000. Rapport nr 14.
15. Vegetationsförändringar vid Vänerens stränder – Jämförelser av land- och vattenvegetationens utveckling från 1975 till 1999. L. Granath. Vänerens vattenvårdsförbund, 2001. Rapport nr 15.
16. Stråkvis inventering av Vänerens strandvegetation – Övervakningssystem för framtida kontroll av igenväxning och vegetationsförändringar. J Lannek. Vänerens vattenvårdsförbund, 2001. Rapport nr 16.
17. Fågelskär i Väner 2000. E. Landgren & T Landgren. Vänerens vattenvårdsförbund, 2001. Rapport nr 17.
18. Väner. Årsskrift 2001 från Vänerens vattenvårdsförbund. Vänerens vattenvårdsförbund, 2001. Rapport nr 18.
19. Bekämpningsmedelsrester i yt- och grundvatten i Vänerens avrinningsområde. A-B. Bilén. Vänerens vattenvårdsförbund Rapport nr 19 och SLU Miljöanalys, 2001.
20. Livet vid Väner, Vättern och Mälaren – en berättelse om natur och miljö. 16 sidor broschyr. Utgiven av Vänerens vattenvårdsförbund, Vätternvårdsförbundet, Mälarens vattenvårdsförbund, Naturvårdsverket och Fiskeriverket 2002.
21. Om laxar, sjöormar, galärskepp... i Väner. A. Christensen. Vänerens vattenvårdsförbund 2002. Rapport nr 21.
22. Väner. Årsskrift 2002 från Vänerens vattenvårdsförbund. Vänerens vattenvårdsförbund, 2002. Rapport nr 22.
23. Vegetationsförändringar i Väner steg två. Projektplan för att utreda orsaken till igenbuskningen av skär och stränder samt dynamik hos vattenvegetationen. J. Strand & S. Weisner. Vänerens vattenvårdsförbund, 2002. Rapport nr 23.
24. Vitmärlans reproduktion i Väner och Vättern 2002. B. Sundelin m.fl. Utgiven av Vänerens vattenvårdsförbund rapport nr 24, Vätternvårdsförbundet och Naturvårdsverket 2003.
25. Miljögifter i fisk 2001/2002. Ämnen enligt vattendirektivets lista i fisk från Väner och Vättern. T. Öberg. Utgiven av Vänerens vattenvårdsförbund rapport nr 25, Vätternvårdsförbundet och Naturvårdsverket 2003.
26. Paleolimnologisk undersökning i Väner och Vättern. I. Renberg m.fl. Utgiven av Vänerens vattenvårdsförbund rapport nr 26, Vätternvårdsförbundet och Naturvårdsverket 2003.
27. Väner. Årsskrift 2003 från Vänerens vattenvårdsförbund. Vänerens vattenvårdsförbund, 2003. Rapport nr 27.
28. Metodbeskrivning för inventering av kolonihäckande sjöfåglar i Väner. T.Landgren. Vänerens vattenvårdsförbund, 2004. Rapport nr 28.
29. Kväve och fosfor till Väner och Västerhavet - Transporter, retention och åtgärdsscenarier inom Göta älvs avrinningsområde. L. Sonesten, M. Wallin & H. Kvarnäs Utgiven av Vänerens vattenvårdsförbund rapport nr 29, Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Länsstyrelsen i Värmlands län. 2004.
30. Fågelskär i Väner 2001-2003. T. Landgren och E. Landgren. Vänerens vattenvårdsförbund, 2004. Rapport nr 30.
31. Förändringar av strandnära vegetation runt Väner – metodutveckling och analys. C. Finsberg och H. Paltto från Pro Natura. Vänerens vattenvårdsförbund, 2004. Rapport nr 31.
32. Inventering av bottenfaunan i tio litorala biotoper i Väner. J. Johansson, 2004. Examensarbete på Högskolan i Kristianstad. Vänerens vattenvårdsförbund, 2004. Rapport nr 32.
33. Väner. Årsskrift 2004 från Vänerens vattenvårdsförbund. Vänerens vattenvårdsförbund, 2004. Rapport nr 33.
34. Miljögifter i Väner – Vilka ämnen bör vi undersöka och varför? A. Palm m.fl. Utgiven av IVL rapport B1600 och Vänerens vattenvårdsförbund rapport nr 34. 2004.
35. Inventering av undervattensväxter i Väner 2003. M. Palmgren. Vänerens vattenvårdsförbund, 2005. Rapport nr 35.

36. Mål och åtgärder - Vattenvårdsplan för Vänern. Huvuddokument. Remissutgåva. A. Christensen. Vänerns vattenvårdsförbund, 2005. Rapport nr 36.
37. Hur mår Vänern? Vattenvårdsplan för Vänern. Bakgrundsdokument 1. Remissutgåva. A. Christensen m.fl. Vänerns vattenvårdsförbund, 2005. Rapport nr 37.
38. Vänern. Årsskrift 2005 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2005. Rapport nr 38.
39. Mål och åtgärder - Vattenvårdsplan för Vänern. Huvuddokument. A. Christensen. Vänerns vattenvårdsförbund, 2006. Rapport nr 39.
40. Hur mår Vänern? Vattenvårdsplan för Vänern. Bakgrundsdokument 1. A. Christensen, J. Johansson, N. Lidholm. Vänerns vattenvårdsförbund, 2006. Rapport nr 40.
41. Submersa makrofyter och kransalger Vänern 2005 - Basinventering Natura 2000, miljöövervakning, översiktlig scanning av strandlinjer. A. Olsson, Melica. Vänerns vattenvårdsförbund, 2006. Rapport nr 41.
42. Vänern. Årsskrift 2006 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2006. Rapport nr 42.
43. Vänern och människan. Vattenvårdsplan för Vänern. Bakgrundsdokument 3. A. Christensen, N. Lidholm, J. Johansson, Vänerns vattenvårdsförbund, 2007. Rapport nr 43.
44. Djur och växter i Vänern – Fakta om Vänern. Vattenvårdsplan för Vänern. Bakgrundsdokument 2. A. Christensen, N. Lidholm, J. Johansson, Vänerns vattenvårdsförbund, 2007. Rapport nr 44.
45. Bullermätningar i Vänerskärgråden vid Kållandsö och Hovden sommaren 2006. S. Peilot. Vänerns vattenvårdsförbund, 2007. Rapport nr 45, samt Länsstyrelsen i Västra Götalands län.
46. Åtgärdsidéer för några sandständer och strandängar i Götene, Lidköpings och Mariestads kommuner. S. Peilot. Vänerns vattenvårdsförbund, 2007. Rapport nr 46, samt Länsstyrelsen i Västra Götalands län.
47. Vänern. Årsskrift 2007 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2007. Rapport nr 47.
48. Skötsel av fågelskär i Vänern – skötselobjekt och skötselråd för Götene, Lidköpings och Mariestads kommun. E. Landgren och T. Landgren, Thomas Landgren Naturanalys. Vänerns vattenvårdsförbund, 2007. Rapport nr 48.
49. Vänern. Årsskrift 2008 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2008. Rapport nr 49.
50. Gåsbete och vasstäthet i Vänervikar. E. Palm. Vänerns vattenvårdsförbund, 2009. Rapport nr 50.
51. Vänern. Årsskrift 2009 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2009. Rapport nr 51.
52. Metaller och organiska miljögifter i Vänersediment 2008/2009. Alcontrol AB. Vänerns vattenvårdsförbund, 2009. Rapport nr 52.
53. Övervakning av gåsbete av vass – en metodutveckling. Delprojekt i miljöeffektuppföljningen av Vänerns nya vattenreglering. Centrum för Geobiosfärsvetenskap Naturgeografi och Ekosystemanalys Lunds Universitet Seminarieuppsats nr 170. Vänerns vattenvårdsförbund, 2009. Rapport nr 53.
54. Vänerns fågelskär. Inventering av sjöfåglar 1994-2009. T. Landgren. Vänerns vattenvårdsförbund, 2010. Rapport nr 54.
55. Vänerns fåglar. Broschyr 8 sidor. Peilot, S., Christensen, A. Vänerns vattenvårdsförbund, 2010. Rapport nr 55.
56. Förändringar av strandvegetation vid Vänern – Stråkviss inventering 2009. C. Finsberg och H. Paltto. Vänerns vattenvårdsförbund, 2010. Rapport nr 56.
57. Vänern. Årsskrift 2010 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2010. Rapport nr 57.
58. Vänervikar, växtplankton och vattenkemi 2009. M. Uppman och S. Backlund, Pelagia Miljökonsult AB. Vänerns vattenvårdsförbund, 2010. Rapport nr 58.
59. Gåsbete och vasstäthet i fyra Vänervikar – en jämförelse mellan år 2009 och 2010. H. Persson. Vänerns vattenvårdsförbund, 2010. Rapport nr 59.
60. Påväxtalger i Vänern 2009. R. Bengtsson. Vänerns vattenvårdsförbund, 2010. Rapport nr 60.
61. Undervattensväxter i Vänern 2010 - Delrapport typvikar i Vänern. T. Kyrkander, Örnberg Kyrkander Biologi & Miljö AB. Vänerns vattenvårdsförbund, 2011. Rapport nr 61.
62. Vegetationsförändringar vid Vänerns stränder. Jämförelser av land- och vattenvegetationens utveckling från 1999 till 2009 med flygfotografier. T. Löfgren, NaturGis AB. Vänerns vattenvårdsförbund, 2011. Rapport nr 62.
63. Förändringar i strandvegetation vid Vänern - effekter av nedisningen vårvintern 2010. Stråkviss inventering 2010. C. Finsberg och H. Paltto. Vänerns vattenvårdsförbund, 2011. Rapport nr 63.
64. Program för samordnad nationell miljöövervakning i Vänern från 2011. A. Christensen. Vänerns vattenvårdsförbund, 2011. Rapport nr 64.
65. Provfisken i Vänern 2009-2010. M. Andersson, A. Sandström, Fiskeriverkets Sötvattenlaboratorium. Vänerns vattenvårdsförbund, 2011. Rapport nr 65.
66. Vänern. Årsskrift 2011 från Vänerns vattenvårdsförbund. Vänerns vattenvårdsförbund, 2011. Rapport nr 66.
67. Förändringar i strandvegetation vid Vänern - effekter av nedisningen vårvintern 2011. Stråkviss inventering 2011. C. Finsberg. Vänerns vattenvårdsförbund, 2012. Rapport nr 67.

68. Undervattensväxter i Vänern 2010-2011 – inklusive undersökning av typvikarna 2010-2011. T. Kyrkander. Örnborg Kyrkander Biologi & Miljö AB. Vänerens vattenvårdsförbund, 2012. Rapport nr 68.
69. Fiskundersökningar i Vänerens strandzon – en test av två kvantitativa provtagningsmetoder. A. Sandström, B. Bergquist, H. Ragnarsson-Stabo och M. Andersson. SLU-sötvattenslaboratoriet. Vänerens vattenvårdsförbund, 2012. Rapport nr 69.
70. Glacialrelikta kräftdjur i Vänern och Vättern 2011. B. Kinsten. Vätternvårdsförbund, 2012. Rapport nr 115. Vänerens vattenvårdsförbund, 2012. Rapport nr. 70.
71. Undersökning av stabila organiska ämnen och metaller i abborre och gädda 2010-2011. A. Sjölin. Toxicon AB. Vänerens vattenvårdsförbund, 2012. Rapport nr 71.
72. Inventering av öppen strandmiljö runt Vänern. C. Finsberg. Pro Natura. Vänerens vattenvårdsförbund. 2012. Rapport nr 72.
73. Vänern. Årsskrift 2012 från Vänerens vattenvårdsförbund. Vänerens vattenvårdsförbund, 2012. Rapport nr 73.

Vänerns vattenvårdsförbund

Vänerns vattenvårdsförbund är en ideell förening med totalt 69 medlemmar varav 34 stödjande medlemmar. Medlemmar i förbundet är alla som nyttjar, påverkar, har tillsyn eller i övrigt värnar om Vänern.

Förbundet ska verka för att Vänerns naturliga miljöförhållanden bevaras genom att:

- fungera som ett forum för miljöfrågor för Vänern och för information om Vänern
- genomföra undersökningar av Vänern
- sammanställa och utvärdera resultaten från miljöövervakningen
- formulera miljömål och föreslå åtgärder där det behövs. Vid behov initiera ytterligare undersökningar. Initiera projekt som ökar kunskapen om Vänern
- informera om Vänerns miljötillstånd och aktuella miljöfrågor
- ta fram lättillgänglig information om Vänern
- samverka med andra organisationer för att utbyta erfarenheter och effektivisera arbetet.

Medlemmar

Medlemmar är samtliga kommuner runt Vänern, industrier och andra företag med direktutsläpp till Vänern, organisationer inom sjöfart och vatten-kraft, landsting, region, intresseorganisationer för fiske, jordbruk, skogsbruk och fritidsbåtar, naturskyddsföreningar, andra vattenvårdsförbund och vattenförbund vid Vänern med flera. Länsstyrelserna kring Vänern, Naturvårdsverket och Fiskeriverket deltar också i föreningsarbetet.

Mer information

Mer information om Vänern och Vänerns vattenvårdsförbund finns på förbundets webbplats: www.vanern.se. Förbundets kansli kan svara på frågor, tel 0501-60 54 20.

