



Metaller och organiska föreningar i abborre från Vänern år 2016

Caroline Grotell, ÅF

Målet är att årliga undersökningar skall genomföras på abborre i en viss storlek från Åsunda, norra Vänern, och från Torsö, sydöstra Vänern. I undersökningen ingår analyser avseende metaller och organiska miljögifter såsom dioxiner, PCB, PBDE och PFAS. Målet uppfylldes inte helt då antalet fiskar var något färre från respektive område samt från Åsunda erhöles mindre abborrar. I 2016 års undersökning utgick åter analys av PFAS i lever, p.g.a. brist på tillräcklig volym för analys.

Kvikksilverhalten i 1-hg abborre från Torsö 2016 är inom intervallet 100-200 ng/g vv, såsom de senaste åren. Medelkviksilverhalten i 1-hg:s abborre från Åsunda, tenderar att vara på en något högre haltnivå (150-250 ng/g vv) jämfört med Torsö, vilket även är fallet för undersökningsåret 2016.

Kvikksilverhalten överskred den lågt satta miljökvalitetsnormen för skydd av djur, vilket är ett generellt fenomen för ytvatten i Sverige.

De registrerade kvikksilverhalten år 2016 underskred däremot gränsvärdena för abborre beträffande konsumtion. Kvikksilverhalten kan dock vara högre i större fiskar.

Dioxiner och dioxinlika PCB i muskel från abborre har analyserats sedan år 2004, undantaget Åsunda 2014/2015. Halterna av dioxiner och dioxinlika PCB i muskel från abborre år 2016 var under gällande gränsvärden för livsmedel samt gällande miljökvalitetsnorm med bred marginal.

PCB (polyklorerade bifenyler) i abborremuskel från Åsunda och Torsö har analyserats sedan år 1996, undantaget Åsunda 2014/2015. PCB-halten i abborremuskel från Torsö bedöms som låg, då halten av kongenen CB-153 är i nivå med vad som registrerats i fisk från bakgrundsloken Bysjön.

Enstaka toppar av högre halter av PCB₇ i Vänernfisk har tidigare registrerats under undersökningsperioden 1996-2015. År 2016 registrerades en högre haltnivå i fisk från Åsunda. Trots den högsta registrerade PCB-halten sedan starten 1996 underskreds gällande gränsvärde för livsmedel samt bedömningsgrunden för att uppnå god status.

Halten av PFAS (perfluorerade ämnen) i fiskmuskel vid Torsö och Åsunda 2016 var i nivå med 2013/2015 och något lägre jämfört med 2012/2014. Föreningen PFOS (perfluoroktansulfonat) bidrog med största andelen av PFAS-halten och underskred miljökvalitetsnormen för PFOS i biota.



Halten av PBDE (polybromerade difenyletrar) i fiskmuskel var på samma nivå som 2013-2015. Halten överskred den lågt satta miljökvalitetsnormen, vilket är ett generellt fenomen för svenska ytvatten. Halten av HBCD (hexabrom-cyclododekan) underskred däremot miljökvalitetsnormen med marginal.

Metallerna bly, nickel och kadmium i muskel från båda undersökningsområdena underskred analysernas rapporteringsgränser, vilket är i linje med tidigare undersökningar i Vänern. Gällande gränsvärden för fiskkött avseende bly och kadmium underskreds med bred marginal.

Metaller har analyserats på abborrelever från Torsö och Åsunda sedan år 1996. Zinkhalten var år 2016 på den nivå som förekommer generellt i fisklever från svenska sjöar. Kopparhalten var även inom det intervall som registrerats tidigare i Vänern och i de andra stora sjöarna i Sverige.

Kadmiumhalten i fisklever från Torsö har varit på en lägre nivå sedan 2009, så är fortsatt fallet år 2016, medan kadmiumhalten vid Åsunda är på en högre nivå. Tidigare resultat visar på mellanårsvariationer för kadmiumhalten i fisklever från Åsunda. Än högre kadmiumhalter kan dock registreras i bakgrundsloken Bysjön, Årjängs kommun. Upptaget av kadmium, och därmed halten i lever styrs av flera faktorer. Utöver själva belastningen från punktkällor och markavrinning däribland transporten från vattendrag, beror haltnivån i fisk även på bl.a. sjöns näringsstatus och förekomst av joner i vattenområdet.

Medelhalten av arsenik i fisklever från Torsö 2016 var inom det intervall som registrerats tidigare. Arsenikhalten vid Åsunda var däremot på en högre nivå, och 2016 års medelhalt av arsenik i fisklever var den högsta noterade under perioden 2002-2016. Arsenikhalten vid Åsunda tenderar att visa stora mellanårsvariationer. Högre haltnivåer har registrerats tidigare, såsom i andra vattenområden i norra Vänern.

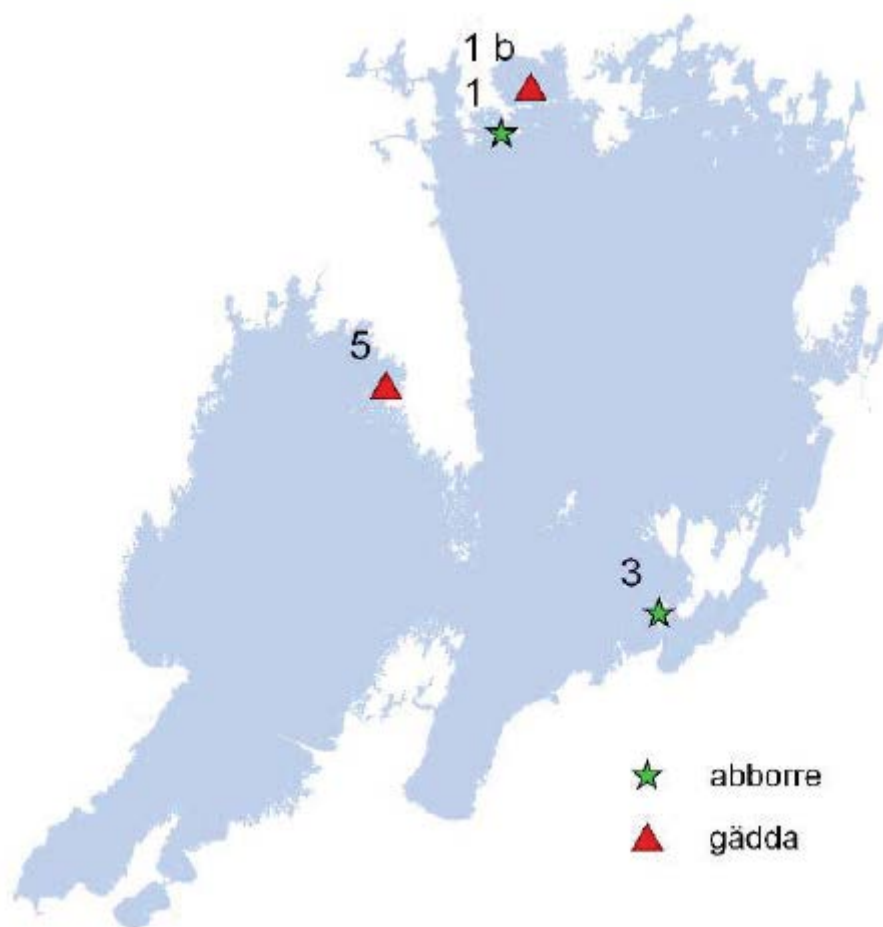
Halterna av bly, nickel och krom i fisklever år 2016 var fortsatt mycket låga, då dessa i regel är under analysernas rapporteringsgränser, som tidigare år.



1 Inledning

I föreliggande avsnitt redovisas resultat från 2016 års nationella övervakning och samordnade recipientkontroll avseende metaller och organiska föreningar i Vänernfisk.

I 2016 års nationella övervakning ingick abborre från ett område i sydöstra Vänern (Torsö, station 3 i Figur 1). Ämnen som analyserades var bl.a. PCB, dioxiner och kvicksilver i muskel samt metaller i lever, vilka har analyserats sedan 1996. Vidare studerades även haltnivån av PBDE och PFAS i muskel, vilka har analyserats sedan 2011/2012.



Figur 1. Lokaler för insamling av abborre och gädda från Vänern för nationell övervakning (station 3 och 5) och för den samordnade recipientkontrollen (station 1 och 1b).

I 2016 års samordnade recipientkontroll ingick abborre från ett område i norra Vänern (Åsunda, station 1 i Figur 1). Abborre från Åsunda har ingått i övervakningsprogrammet sedan 1996 med samma undersökningsparametrar som Torsö. Enstaka undersökningsår har utgått i brist på material, exempelvis år 2014 och 2015 då lokal fiskare saknades för insamling av fisk. År 2015 insamlades ett begränsat antal abborrar för analys av metaller.

Målet var att analysera 20 abborrhonor mellan 17 och 20 cm från vardera station. Målet nåddes inte fullt ut, då enbart 14 abborrhonor från respektive undersökningsområde har ingått i 2016 års undersökning. Vidare var fisken från Åsunda något för liten i storlek (se vidare information i avsnitt 4.1). Detta har lett till att undersöknings-



materialet har blivit begränsat, varför analys av PFAS i lever har utgått p.g.a. brist av biologiskt material. Övriga analyser har genomförts enligt kontrollprogram, även om antal prov för speciellt Åsunda har blivit något färre.

2 Metodik

Insamlingen av fisk har skett genom enheten Miljöanalys på Värmlands Länsstyrelse. Abborre insamlades vid Torsö i september/oktober av lokala fiskare. Lokal fiskare saknas vid Åsunda sedan 2014, och insamlingen av fisk skedde i Länsstyrelsens regi i oktober 2016.

Vid preparering av abborrorna registrerades längd, totalvikt, somatisk vikt (minus inälvor), levertvikt och gonadvikt (romsäck). Abborrens gällock sparades för åldersbestämning.

En bit av abborrens ryggmuskel provtogs för analys av kvicksilver, totalt tio enskilda prover. Ytterligare ryggmuskel provtogs av sju-tio abborrar för analys av PCB7, dioxiner, dioxin-lika PCB, bromerade flamskyddsmedel (PBDE och HBCD) samt perfluorerade ämnen (PFAS). Tio enskilda leverar analyserades avseende metaller samt ett samlingsprov från sju individer analyserades avseende perfluorerade ämnen (PFAS). Lever- och muskelproven frystes efter provtagning och transporterades till laboratorium för vidare analyser. Analysmetodik framgår av analysprotokoll, vilket hänvisas till Vänerkansliet.

Konditionsfaktor (CF) för abborre och gädda beräknades i samband med utvärderingen, d.v.s. totalvikt i relation till kroppslängd beräknades.
($CF = 100 * (\text{totalvikt (g)} / (\text{totallängd (cm)})^3)$)

Leversomatiskt index (LSI) och gonadsomatiskt index (GSI), d.v.s. respektive organs vikt i relation till somatisk vikt, beräknades utifrån registrerade mätvärden.
($LSI = 100 * (\text{levertvikt (g)} / \text{somatisk vikt (g)})$; $GSI = 100 * (\text{gonadvikt} / \text{somatisk vikt})$)

Ansvariga

Enheten Miljöanalys, Värmlands Länsstyrelse - insamling av fisk

Allumite i Fors – åldersbestämning

ALS Scandinavia i Luleå – analys av metaller (abborre)

Eurofins i Hamburg/Lidköping – analys av PCB7, dioxin-lika PCB, PBDE, PFAS och fett

ÅF i Karlstad – preparering av abborre, resultatsammanställning och rapportering



3 Resultat 2016

I Tabell 1 redovisas resultat från 2016 års undersökning, avseende morfometriska parametrar och halter av organiska ämnen i fiskmuskel. Analysresultat av metaller i fiskmuskel samt metaller i fisklever framgår från Tabell 2 och 3. Samtliga enskilda analysresultat kan rekvideras från Vänerkansliet.

Tabell 1. Resultat på morfometriska parametrar och organiska ämnen i abborremuskel från Vänern 2016. Medelvärde med 95% konfidensintervall (median för ålder#).

Parameter	Enhet	Abborre 2016	
		Åsunda	Torsö
Antal		14	14
Längd	Cm	16,6 ± 0,7	19,9 ± 0,6
Vikt	Gram	46 ± 15	85 ± 7
Som. Vikt	Gram	42 ± 6	79 ± 7
Lever	Gram	0,50 ± 0,10	1,02 ± 0,15
Gonad	Gram	0,21 ± 0,04	0,87 ± 0,36
Ålder#	År	3+	4+
CF		0,98 ± 0,05	1,07 ± 0,04
LSI	%	1,17 ± 0,10	1,16 ± 0,16
GSI	%	0,49 ± 0,06	1,81 ± 0,93
MUSKEL			
Fett *	%	0,85	0,66
PCB^{sum 7} *	ng/g vv	15,7	1,7
PCB^{sum 7} *	µg/g fv	1,85	0,25
CB-153 *	ng/g vv	3,7	0,58
CB-153 *	µg/g fv	0,44	0,09
PCDD/PCDF *	pg/g vv WHO-TEQ	< 0,312**	<0,318**
PCDD/PCDF *	ng/g fv WHO-TEQ	< 0,037**	<0,048**
Plana PCB *	pg/g vv WHO-TEQ	0,37**	0,18**
Plana PCB *	ng/g fv WHO-TEQ	0,044*	0,027*
HBCD*	ng/g vv	0,0164**	<0,00123**
HBCD*	µg/g fv	0,002**	<0,0001**
PBDE6*	ng/g vv	0,072	0,096
PBDE6*	µg/g fv	0,009	0,015
PFOS*	ng/g vv	3,34	3,43
PFOS*	µg/g fv	0,39	0,52
PFAS10*	ng/g vv	4,60	4,55
PFAS10*	µg/g fv	0,70	0,54

* samlingsprov; ** Värde baserat på rapporteringsgränsvärdet (upper bound)



4 Resultat och diskussion

4.1 Morfometri och ålder

Resultat från Tabell 1 visar att abborren från Åsunda var mindre i storlek jämfört med abborre från Torsö, vilket beror på fångstresultatet. Hälften av fiskarna från Åsunda var inom längdintervallet knappt 15 cm till 17 cm, medan resten var inom längdintervallet 17-19 cm. Abborrarna från Torsö var i intervallet 19-20 cm, undantaget enstaka individer som var i intervallet 17,5-19 cm, alternativt kring 21 cm.

Detta förklarar varför vikten, den somatiska vikten (utan inälvor), lever- och gonad-vikten samt åldern var högre vid Torsö jämfört med Åsunda. De beräknade indexen konditionsfaktorn (CF) och LSI (leversomatiskt index), relateras däremot till fiskens vikt, varför samma skillnad mellan undersökningsområdena inte kan registreras för dessa parametrar. Konditionen var god hos fisken, då medelvärdet för konditionsfaktorn (CF) var kring 1.

Det högre GSI-värdet (gonadsomatiskt index) vid Torsö beror bl.a. på att fisken var av högre ålder, d.v.s. större sannolikhet för mogna gonader (mogna för lek). Abborrar i denna storlek från Vänern är normalt inte mogna för lek och har därför ett lägre GSI-värde (<1), vilket gällde för abborrarna från Åsunda. Enstaka fiskar från uppvisade mogna gonader (GSI >1), detta då fisken från Torsö var främst 4-åriga individer samt några 5-åringar. Åsundas abborrar, var främst 3-åringar, samt enstaka 4-åringar och t.o.m. en 2-åring.

4.2 Metaller i fiskmuskel

4.2.1 Kvicksilver i abborre

Kvicksilverhalt i abborre från Torsö och Åsunda framgår i Tabell 2, redovisat som medelhalt baserad på registrerade analysvärden.

Tabell 2. Resultat på kvicksilver och metaller i abborremuskel från Vänern 2016. Medelvärde för kvicksilver och median för övriga metaller. Spridningsmättet för kvicksilver är 95% konfidensintervall.

Parameter	Enhet	Abborre 2016	
		Åsunda	Torsö
MUSKEL			
Antal		7	10
Kvicksilver	ng/g vv	142 ± 10	111 ± 24
Hg 1-hg	ng/g vv	265	133
Antal		6	8
Kadmium	µg/g vv	<0,002	<0,002
Bly	µg/g vv	<0,02	<0,02
Nickel	µg/g vv	<0,02	<0,02

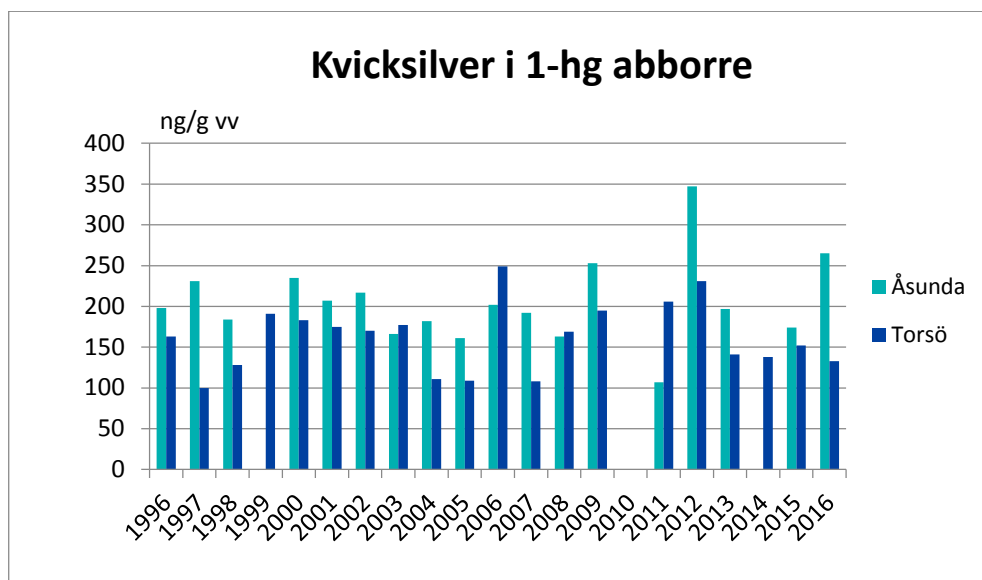


De registrerade kvicksilverhalterna i muskel från abborre i Vänern överskrider inte gränsvärdet för kvicksilver i livsmedel gällande abborre (0,5 mg/kg vv enligt EG 1881/2006). Högre kvicksilverhalter kan förekomma i större och äldre abborrar.

De registrerade kvicksilverhalterna i abborre har normerats som kvicksilverhalt i 1hg:s abborre. I Figur 2 framgår kvicksilverhalten i 1 hg:s abborre tillsammans med tidigare undersökningar i Vänern.

Kvicksilverhalten i 1-hg abborre från Torsö tenderar att vara på en lägre nivå jämfört med kvicksilverhalten i fisk från Åsunda. Kvicksilverhalten i Torsö har under senare år varit i intervallet 100-200 ng/g vätvikt, och så gäller även för 2016.

Kvicksilverhalten i fisk från Åsunda tenderar att visa större mellanårsvariationer (upptill 350 ng/g vv). I regel har dock medelhalten av kvicksilver varit på nivån 150-250 ng/g vv, och så även år 2016.



Figur 2. Medelhalter av kvicksilver i 1-hg:s abborre från Åsunda och Torsö 1996-2016.

Kvicksilverhalten i abborrarna överskrider miljö kvalitetsnormen för biota (0,020 mg/kg vv) (EU 2013:39; HMVFS 2015:4). Miljö kvalitetsnormen är framtagen för att skydda fåglar och däggdjur som lever på fisk och andra vattenlevande organismer. Att kvicksilverhalten överskrider EU:s lågt satta miljö kvalitetsnorm är inget unikt för Vänernförhållanden. I stort sett alla Sveriges ytvatten överskrider miljö kvalitetsnormen. Detta beror på främst atmosfärisk deposition huvudsakligen från Europeiska källor (VISS).

I andra sjöar har det registrerats medelkvicksilverhalter på 150-180 ng/g vv i 1 hg:s abborrar från Mälaren år 2001 (Lindström, 2002) och 260-520 ng/g vv från Upperusälven, Dalsland år 2010 (Grotell, 2011).

4.2.2 Prioriterade metaller i muskel

Enligt EU:s ramdirektiv för vatten (2000/060/EG) har nickel, bly och kadmium utsetts till prioriterade ämnen. Enligt nuvarande undersökningsprogram för Vänernfisk analyseras därför dessa tre metaller även i abborremuskel. Det finns dock inga gränsvärden framtagna för dessa metaller i biota enligt Hav- och Vattenmyndighetens förordning för bedömning av ytvatten (HMVFS 2015:4). Det finns gränsvärden för bly



och kadmium i livsmedel, muskelkött från fisk enligt EG1881/2006, vilka är fastställda till 0,05 respektive 0,3 µg/g vv.

Resultaten från 2016 visar att haltnivåerna är mycket låga i muskel (Tabell 2), då dessa underskrider analysernas rapporteringsgränser. Detta är i linje med tidigare undersökningar på abborremuskel från Vänern 2004/2005 (Grotell, 2006), 2012 (Sjölin, 2013) och 2014 (Sjölin, 2015).

Det finns således inga indikationer på att dessa metaller ansamlas i fiskmuskel även om dessa kan registreras i fisklever, vilket är i linje med tidigare undersökningar (Lindeström et al., 2002). Ovannämnda gränsvärden underskrids med bred marginal.

4.3 Metaller i fisklever

Medelhalter av metaller i lever från abborre framgår i Tabell 3 samt i Figur 3 till Figur 7. Enskilda analysresultat kan rekvireras från Vänerkansliet.

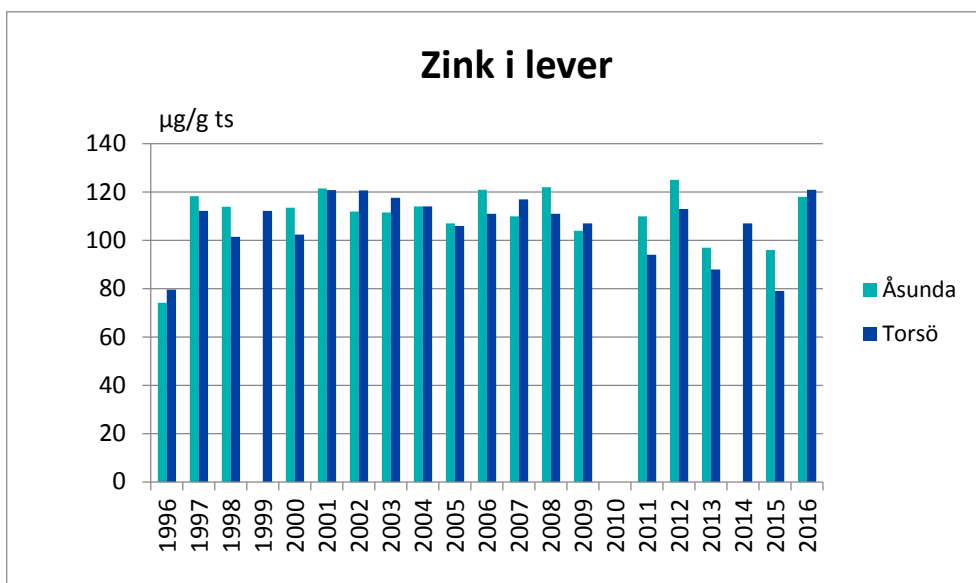
Tabell 3. Resultat från analyser på fisklever från abborre år 2016. Medelvärde med 95%-konfidensintervall (förutom median för bly, krom och nickel markerat med #). Högre rapporteringsgräns för Åsunda p.g.a. mindre volym provmaterial.

Parameter	Enhet	Abborre 2016	
		Åsunda	Torsö
Antal		10	10
LEVER			
Zink	µg/g ts	118 ± 11	121 ± 10
Koppar	µg/g ts	9,8 ± 2,1	8,5 ± 1,3
Kadmium	µg/g ts	1,14 ± 0,38	0,53 ± 0,15
Bly#	ng/g ts	<0,1	<0,05
Krom#	ng/g ts	<0,09	<0,05
Nickel#	ng/g ts	<0,1	<0,05
Arsenik	µg/g ts	3,4 ± 1,0	1,4 ± 0,6

Zinkhalten i fisklever från Torsö och Åsunda var på samma nivå (Tabell 3) och är den medelhalt som oftast råder i abborrelever från Vänern (Figur 3).

Denna medelhaltsnivå av zink är den som oftast råder i abborrelever från inlandsvatten, norra Vättern (Lindeström et al., 2001), Mälaren 2001 (Lindeström, 2002), Upperudsälven 2010 (Grotell, 2011) och Motala Ströms avrinningsområde bl.a. sjön Glan (Alcontrol, 2015).

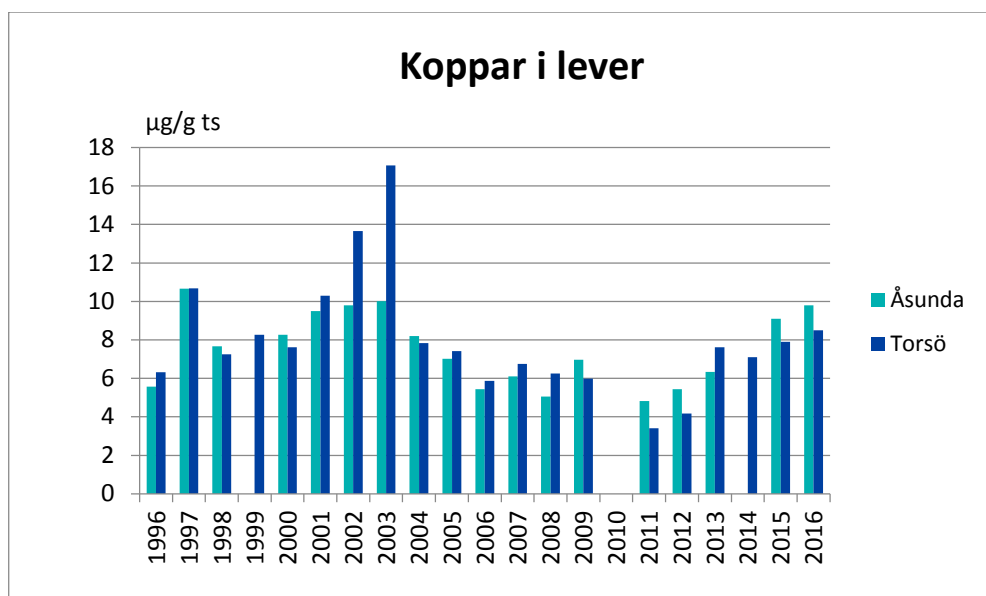
Detta förklaras av zink även är en essentiell metall för en organism, d.v.s. de ingår i flera livsuppehållande system, varför fisken har relativt god förmåga att reglera.



Figur 3. Medelhalter av zink i abborrlever från Åsunda och Torsö 1996-2016.

Koppar är även en essentiell metall. Kopparhalten är något högre i abborrelever från Åsunda, dock ej signifikant, jämfört med Torsö (Tabell 3), såsom 2015.

Kopparhalten i fisklever från Vänern var under 2011/2012 på en lägre nivå (Figur 4). Under senare år har kopparnivån i fisklever åter varit på nivån 6-10 µg/g ts, för 2016 8-10 µg/g ts, såsom tidigare undersökningsperiod (Figur 4).



Figur 4. Medelhalter av koppar i abborrlever från Åsunda och Torsö 1996-2016.

Kopparhalten i Vänernfisk kan ses vara inom en normal nivå jämfört med resultat från andra sjöar.

Medelhalten av koppar i abborrelever har varit i norra Vättern 8-10 µg/g ts (Lindström et al., 2002) och Mälaren år 2001, 6-10 µg/g ts (Lindström, 2001). I Upperudsälven, Dalsland 2010 var medelkopparhalten 11-19 µg/g ts. Högre kopparhalter har periodvis även registrerats i bakgrundsloken Bysjön, Värmland

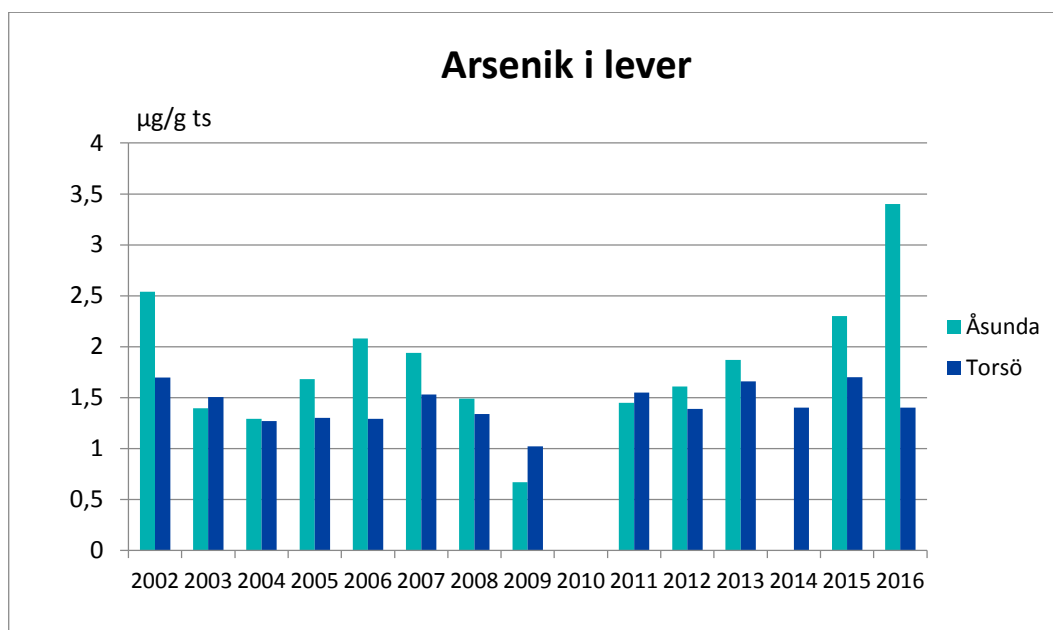


(Grotell, 2009; ursprungligen från IVL:s databas). I Motala Ströms avrinningsområde, har de flesta sjöarna uppvisat medelkopparhalter i intervallet 6,5-8 $\mu\text{g/g}$ ts (Alcontrol, 2015).

Medelhalten av **arsenik** i fisklever från Torsö har under senare år (2011-2015) varit på nivån 1,5 $\mu\text{g/g}$ ts (Figur 5), vilket även gäller för 2016 (1,4 $\mu\text{g/g}$ ts). Något lägre halter har kunnat skönjas under perioden 2004-2009. Arsenikhalter har även registrerats under perioden 1996-2001, men dessa ses som något osäkra (Grotell, 2009).

Arsenikhalten i fisklever från Åsunda har tenderat att vara på en något högre nivå 2012/2013 jämfört med registrerade halter i fisk från Torsö (Figur 5). Denna skillnad var mer uppenbar under 2015, med reservation för att undersökningsmaterialet var begränsat från Åsunda. I 2016 års undersökning registrerades en tydligt signifikant högre halt i fisklever från Åsunda jämfört med medelhalten av arsenik i fisk från Torsö (Tabell 3). Liknande tendens till högre arsenikhalter vid Åsunda jämfört med Torsö har registrerats 2005-2007, och speciellt år 2002.

Medelhalten vid Åsunda år 2016 var dock den högsta registrerade halten (3,4 $\mu\text{g/g}$ ts), under hela undersökningsperioden 2002-2016. Orsaken till en högre halt 2016 är oklar. En bidragande orsak till högre halter vid Åsunda år 2016 jämfört med tidigare år kan spekuleras, om det beror på att fiskstorleken var liten. Metaller kan ibland uppvisa en negativ korrelation till fiskens vikt, exempelvis koppar i Vänerfisk 1996/1997 (Lindeström & Grotell, 1997).



Figur 5. Medelhalter av arsenik i abborrlever från Åsunda och Torsö 2002-2016.

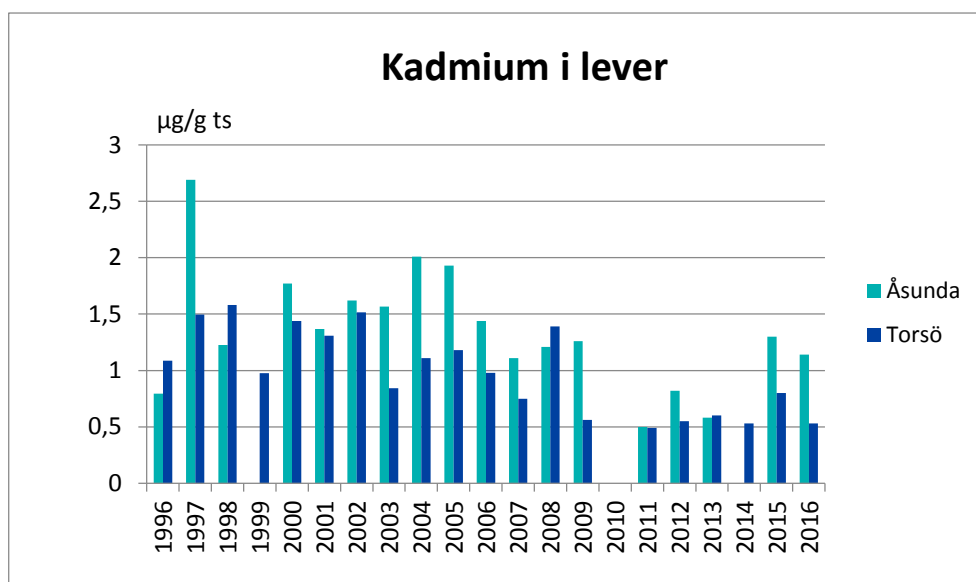
Arsenikhalter kring 3 och dryga i fisklever Hammarösjön och i områden där Klarälven mynnar. I Åsfjorden har det registrerats en medelhalt av arsenik i fisklever på nivån 3 $\mu\text{g/g}$ ts för åren 2008/2011 (Sjölin, 2015). Detta vattenområde är beläget i norra Vänern, norr om Åsunda, d.v.s. "uppströms" undersökningsområde Åsunda. Samma haltnivåer har även registrerats 2008 i Sätterholmsfjärden och en tendens till högre arsenikhalter registrerades även 2011 (Sjölin, 2015), d.v.s. samma period som för Åsfjorden. Både Åsfjorden och Sätterholmsfjärden har även visat på lägre haltnivåer år 2014 (kring 1 $\mu\text{g/g}$ ts), såsom Åsunda 2009. Orsaken till periodvis högre arsenikhalter



kan enbart spekuleras i nuläget. En gemensam faktor för Åsfjorden och Sätterholmsfjärden är älvar, Norsälvens respektive Klarälvens flöde mynnar i dessa områden.

Resultat från andra vattenområden, exempelvis Vättern och Dalslands kanals vattensystem, visar generellt på lägre arsenikhalter. Medelhalten av arsenik i fisklever i norra Vättern har varit kring 0,5 µg/g ts (Lindeström et al., 2002) och i Upperusdälven 2010 kring 0,3 µg/g ts eller lägre (Grotell, 2011). Medelhalter av arsenik i fisklever från bakgrundlokalen Bysjön i Årjängs kommun har tidigare varit på nivån 0,5-1 µg/g ts (Grotell, 2009; ursprungligen från IVL:s databas). Under perioden 2011-2013 har arsenikmedelhalten i Bysjön varit 0,8-0,9 µg/g ts (IVL:s databas), vilket visar att de tidigare riktigt låga halterna i Bysjön inte har registrerats. Det saknas information om hur arsenikhalten i fisklever har utvecklats under senare år 2015/2016.

Kadmiumhalten i fisklever från Torsö har varit på en lägre nivå sedan 2009, så är även fallet år 2016 (Figur 6). Kadmiumhalten vid Åsunda har däremot varit på en högre nivå år 2015/2016. Tidigare analysresultat har visat på mellanårsvariationer för kadmiumhalten i fisk från Åsunda.



Figur 6. Medelhalter av kadmium i abborrlever från Åsunda och Torsö 1996-2016.

Kadmiumhalten i abborrlever från andra sjöar varierar. Medelkadmiumhalter i fisklever från Mälaren har varit 0,4-0,8 µg/g ts (Lindeström, 2001), vilket är i nivå med vad som registrerats vid Torsö under perioden 2009-2016.

I norra Vättern har det registrerats halter kring 1 µg/g ts, men även högre halter har registrerats (6 µg/g ts) (Lindeström et al., 2002). Kadmiumhalterna i fisklever från Upperusdälven, Dalsland 2010 är även på en högre haltnivå, ca 4-8 µg/g ts och i ett fall registrerades en medelhalt på 12 µg/g ts (Grotell, 2011). Anledningen till högre kadmiumhalter i Dalslands kanals vattensystem beror delvis på mer näringsfattigare förhållanden i kombination med lägre pH och lägre buffertförmåga jämfört med Väneren.

Även fiskar från Bysjön, har haft högre medelhalter av kadmium, 3 till dryga 4 µg/g ts, jämfört med Vänerens abborrar (Grotell, 2009; ursprungligen från IVL databas för nationell övervakning av bl.a. miljögifter i fisk). Bysjön kan ses som en bakgrunds-

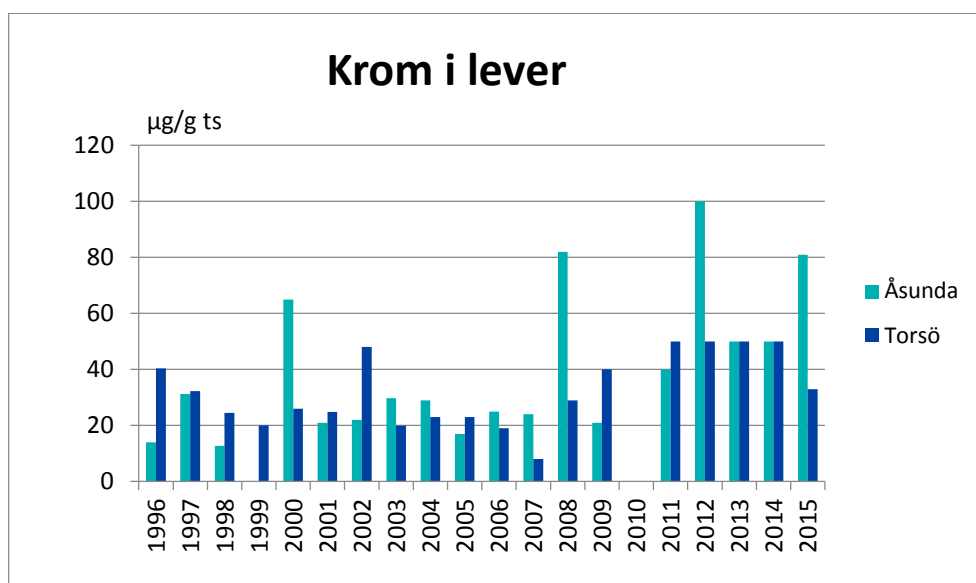


lokal, då denna inte belastas med lokala utsläpp. Medelhalten av kadmium i fisklever från Bysjön har varit fortsatt dryga 3 µg/g ts under perioden 2011-2013 (IVLs databas).

Upptaget av kadmium, och därmed halten i lever styrs av flera faktorer. Utöver själva belastningen från punktkällor och markavrinning däribland transporten från vattendrag, beror haltnivån i fisk även på bl.a. sjöns näringsstatus och förekomst av joner i vattenområdet.

Kromhalter i fisklever från Vänern är i regel under analysernas rapporteringsgränser (Tabell 3). Resultaten visar att rapporteringsgränserna varierar beroende på bl.a. leverstorleken. Ibland kan enstaka kromhalter registreras, vilket bidrar med en högre medelhalt, som för resultat från Åsunda 2016. Dessa medelhalter får dock ses som fortsatt låga.

Under 1996-2007 användes en annan metodik för analys av krom, som medförde mycket låga detektionsgränser, vilket förklarar att medelhalterna är lägre under denna period, jämfört med perioden 2008-2015. Det förekommer alltså ingen ökning av halterna i lever, vilket Figur 7 antyder, utan här har skett ett metodikbyte av analysen med högre rapporteringsgränser.



Figur 7. Medelhalter av krom i abborrlever från Åsunda och Torsö 1996-2016. Mätvärden under analysens rapporteringsgräns har delats med 2.

Bilden är densamma för **nickel** och **bly**, ett metodikbyte av analysen har medfört högre rapporteringsgränser fr.o.m.- år 2008. Därför redovisas inte några diagram för dessa metaller, då det enbart visar rapporteringsgränserna för analyserna än de relevanta mätvärdena. Rapporteringsgränserna varierar beroende på leverstorleken, vilket framgår tydligt i 2016 års resultat, för nickel, bly och även krom. Från undersöknings-området Åsunda infångades mindre abborrar, och följaktligen erhöles mindre lever för analyserna. Därför erhöles högre rapporteringsgränser för Åsunda jämfört med Torsö (se Tabell 3).

Nickel- och blyhalterna har varit mycket låga i Vänern under hela undersökningsperioden 1996-2015. Nickel- och blyhalter i fisklever från Vänern var fortsatt under analysernas rapporteringsgränser år 2016 (Tabell 2), som tidigare undersökningsår (Grotell, 2010; Sjölin, 2015).



Resultat från andra sjöar, som norra Vättern (Lindeström et al., 2002), Mälaren (Lindeström, 2001), Upperusälven (Grotell, 2011) och Motala Ströms avrinningsområde (Alcontrol, 2015) visar medelhalter av nickel, bly och krom på liknande låga nivåer som i Vänern. Högre halter har även registrerats exempelvis fisklever från Bysjön i norra Värmland var kromhalten upptill 0,35 µg/g ts (IVLs databas) och ett område i norra Vättern (medelhalt bly 0,3 µg/g ts) (Lindeström, Grotell & Härdig, 2002).

4.4 Organiska föreningar

4.4.1 PCB

PCB (polyklorerade bifenyler) har analyserats avseende sju enskilda PCB-föreningar (s.k. kongener) och benämns PCB₇. Mätvärdena för de enskilda kongenerna redovisas i analysprotokoll, vilka kan erhållas från Vänerkansliet.

Totalhalten av PCB₇ i fiskmuskel från Torsö och Åsunda 2016 var 1,7 respektive 15,7 ng/g vv. Då halten för enskilda kongener har underskridit rapporteringsgränsen, har rapporteringsgränsen dividerats med två, för beräkning av PCB₇. Halten av kongenen CB-153 är 0,6 ng/g vv och utgör vid Torsö ca en tredje del av den totala PCB-halten vid Torsö 2016, vilket är i linje med tidigare år.

Halten av kongenen CB-153 i fiskmuskel från Åsunda är högre, 3,7 ng/g vv, vilket förklarar delvis den högre totalhalten. De övriga 6 kongenerna bidrar dock även till totalhalten, och kongenen CB153 utgör ca en fjärdedel av totalhalten.

Gällande gränsvärde för PCB₆, exklusive kongen CB118, i viltfångad insjöfisk är 125 ng/g vv (EU1259/2011). Samma värde är satt som bedömningsgrund för att uppnå god status för PCB₆ i biota (även benämnda icke-dioxinlika PCB) (HVMFS 2015:4). Totalhalten av PCB₆ i fiskmuskel från Torsö och Åsunda 2016 var 2,1 respektive 14,5 ng/g vv, där totalhalten är beräknat på rapporteringsgränserna i de fall där halten för de enskilda kongenerna underskrider analysens rapporteringsgräns (upper bound). Halten av PCB₆ i Vänernabborre enligt 2016 års analysresultat, underskrider gränsvärdet med marginal, trots den registrerade högre haltnivån i fisk från Åsunda 2016. Även det lägre gränsvärdet för fisk från kustområden, 75 ng/g vv (EU1259/2011; HVMFS 2015:4) underskrids med marginal.

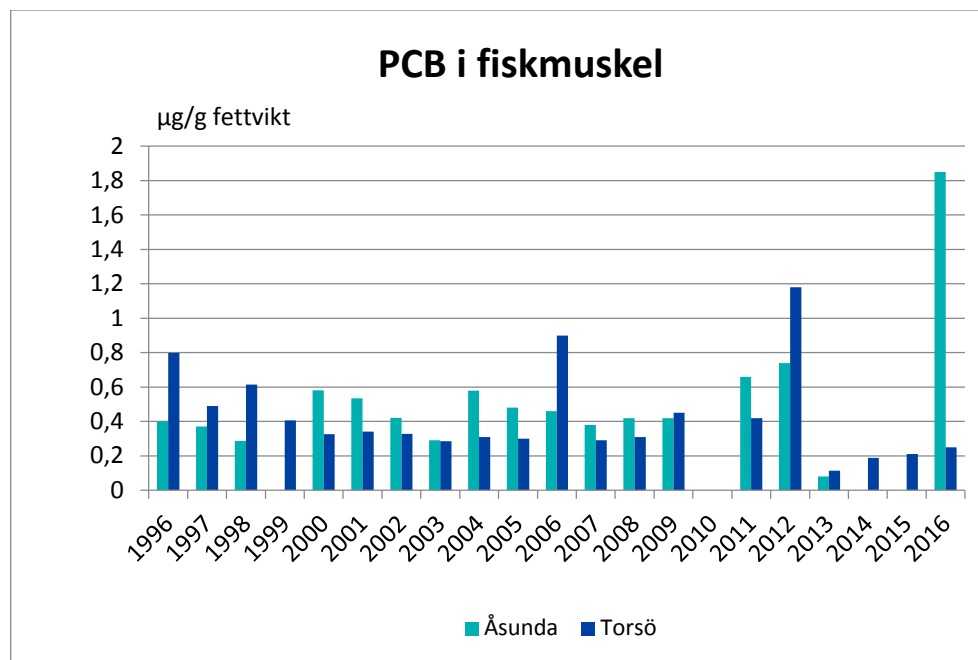
Vid jämförelse mellan olika undersökningsår och -plats, bör halten av PCB (och andra fettlösliga ämnen såsom dioxiner, PBDE och PFAS) relateras till det analyserade organets fettinnehåll, i detta fall muskelns fetthalt. Detta då fettlösliga ämnen ackumuleras i organismers fettvävnad och halterna varierar därmed med fetthalten. PCB-halten relaterat till fetthalt redovisas i Figur 8 (som µg/g fettvikt), tillsammans med tidigare resultat från Vänernabborre.

Enstaka toppar av högre halter av PCB₇ har ibland registrerats under undersökningsperioden 1996-2015 (Figur 8), senast år 2012 (Sjölin, 2013). Sedan 2013 registreras vid Torsö en lägre haltnivå av PCB₇, vilket var fortsatt fallet år 2014/2015 vid Torsö. Under dessa två år saknades dock fisk från Åsunda, där det nu registrerades en högre haltnivå i muskel från abborre.

PCB-halten i abborremuskel från Torsö får ses som låg, då halten av kongenen CB-153 i fisk från Torsö 2015/2016 (0,05-0,09 µg/g fv) är i nivå med vad som registrerats i fisk från bakgrundsloken Bysjön, Årjängs kommun (0,08 µg/g fv) (Sternbeck et al., 2004). Bysjön är påverkad enbart via storskalig diffus belastning.



År 2013 registrerades en totalhalt av PCB₇ i fiskmuskel från tre lokaler i Mälaren på nivån 2-8 µg/kg vv. Det saknas information om fetthalten, men baserat på våtvikten är det nämnda spannet lägre jämfört med halten registrerat i Åsunda 2016. I andra vattenområden i Stockholmsregionen har PCB₇-halten varit högre än halten vid Åsunda 2016 (Karlsson et al., 2014).



Figur 8. PCB₇ i abborrmuskel från Vänern för perioden 1996-2016. Resultaten från 1996-2003 är medelvärde, medan fr.o.m. 2004 är resultat baserat på ett samlingsprov per område. Då halter för enskilda kongener har underskridit rapporteringsgränsen, har rapporteringsgränsen dividerats med två, för beräkning av PCB₇.

4.4.2 Dioxiner och dioxinlika PCB

Till ämnesgruppen "dioxiner" räknas normalt de polyklorerade dibenzo-pdioxinerna (PCDD) och -furanerna (PCDF). Sjuttion olika föreningar (kongener) av dioxiner (PCCD/PCDF) har analyserats år 2016 som under tidigare år.

Även andra ämnen än PCDD och PCDF uppvisar genom sitt snarlika utseende egenskaper som liknar dioxiners. Tolv enskilda kongener av PCB (polyklorerade bifenyler) har analyserats och kallas härefter dioxinlika PCB.

Varje kongen av dioxin, furan eller dioxinlika PCB uppvisar olika grad av toxicitet. Varje kongens relativa toxicitet kan uttryckas med en toxisk ekvivalentfaktor (TEF). TEF baseras på det mest toxiska dioxinet 2,3,7,8- TCDD (tetraklordibenso-p-dioxin), där TCDD innehar TEF-värdet 1. TEF-värdena utgår från en beräkningsmodell av Världshälsoorganisationen (WHO). Respektive kongens TEF-värde används för att beräkna den totala koncentrationen av TCDD-ekvivalenter i fisken, d.v.s. halten av dioxiner/furaner och dioxin-lika föreningar.

Halten av summan av dioxiner och furaner (PCDD/PCDF) samt dioxin-lika PCB redovisas i Tabell 1 baserat på våtvikt (vv) enligt ovannämnda beräkningar (WHO-TEQ). Mätvärdena för de enskilda kongenerna redovisas i analysprotokoll, vilka kan erhållas från Vänerkansliet.



Halten av dioxiner/furaner och dioxinlika kan uttryckas, som lower bound eller upper bound (benämns exkl. respektive inkl. LOQ). För lower bound används endast kvantifierbara halter av kongenerna. För upper bound adderas till totalhalten, även rapporteringsgränsvärden för de kongener som är under respektive rapporteringsgräns.

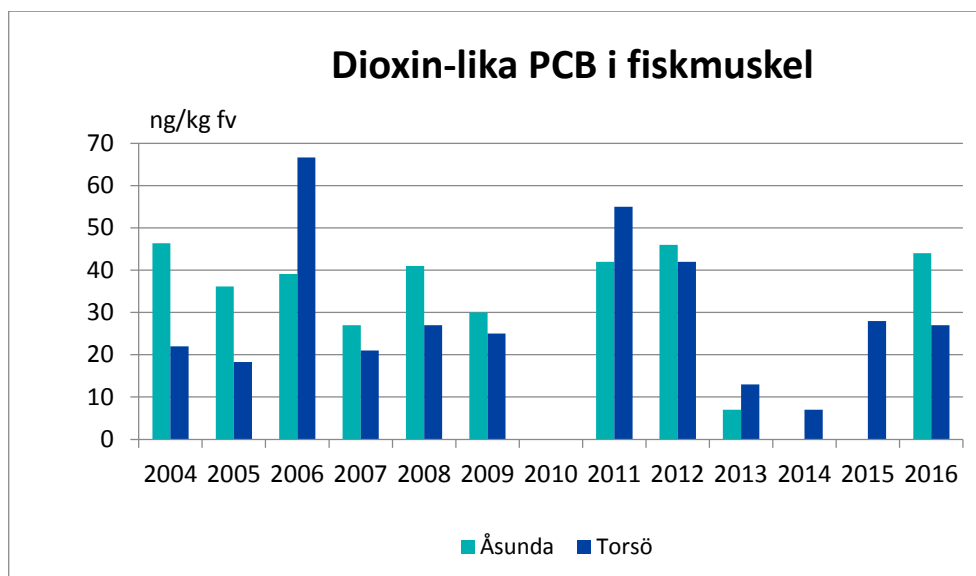
Halten av dioxiner/furaner som lower bound är under rapporteringsgränserna för år 2016. Den beräknade TEQ-halten för dioxiner/furaner baserat på de olika kongenernas rapporteringsgräns blir 0,3 pg/g vv, vilket är samma resultat som för år 2011 och 2015.

Trots den högre detektionsgränsen underskrider TEQ-halten för dioxiner/furaner med marginal gränsvärdet för dioxiner i fiskkött (3,5 pg/g vv) (EU1259/2011).

Gränsvärdet för livsmedel gällande den totala halten av dioxiner/furaner samt dioxinlika PCB är 6,5 pg/g vv (EU1259/2011). Summan av halten av dioxiner/furaner samt dioxinlika PCBer i abborre från Torsö och Åsunda, är baserat på upperbound, 0,5 respektive 0,68 pg/g TEQ. Denna halt är dock överskattad vilket bekräftas av att den beräknade totalhalten baserat på lower bound är 0,08 respektive 0,27 pg/g vv TEQ. Oavsett om rapporteringsgränserna används som beräkning av totalhalten, underskrids gränsvärdet med stor marginal.

Den låga halten av både dioxiner/furaner och dioxinlika föreningar beror bl.a. på att abborre är en mager fisk och dessa föreningar ansamlas inte i lika stor grad som i feta fiskar, exempelvis lax.

Såsom för PCB skall halterna, för både dioxiner/furaner och dioxinlika PCB, relateras till muskelns fettinnehåll om resultaten skall jämföras med andra undersökningar. Resultaten för dioxinlika PCB, där mätvärden registrerats för enskilda kongener framgår i Figur 9 samt i Tabell 1 (observera olika enhet mellan figur och tabell). Beräknad TEQ-halt per fettvikt för dioxiner/furaner, där inga enskilda mätvärden registrerats, framgår från Tabell 1.



Figur 9. Dioxinlika PCBer i abborremuskel från Åsunda och Torsö 2004-2016. Resultaten är baserat på upperbound (rapporteringsgränsvärden).



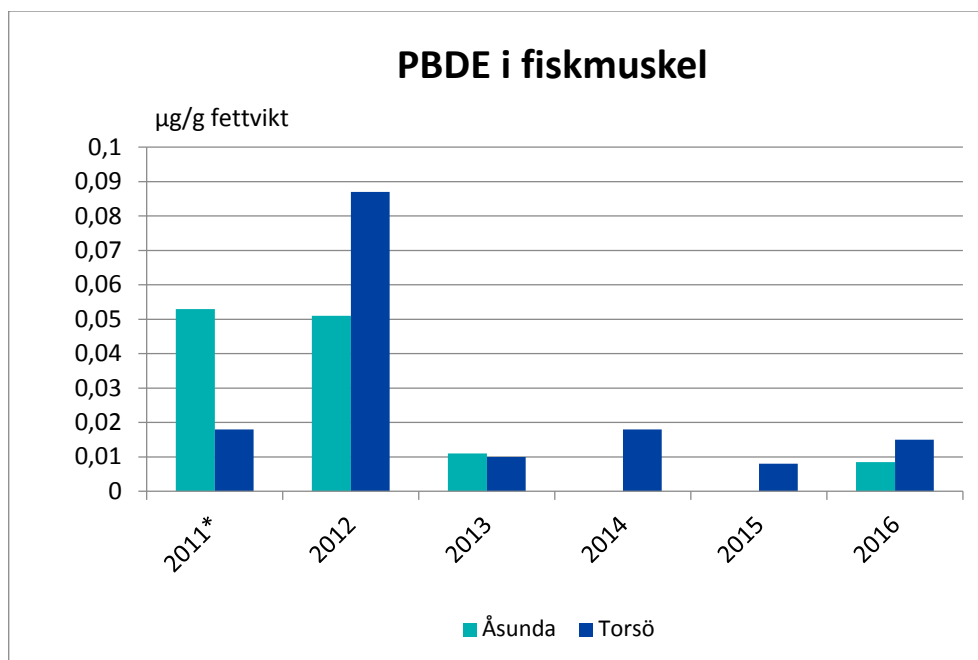
I jämförelse med andra sjöar har det registrerats liknande haltnivåer av dioxin-lika PCB och dioxiner i Upperudsälven (Grotell, 2011) och i bakgrundslokaler med diffus belastning, som exempelvis Bysjön i Värmland (Sternbeck et al., 2004).

4.4.3 PBDE och HBCD

I 2016 års analys av PBDE (polybromerade difenyletrar) analyserades 24 olika föreningar. Som undersökningsåret 2015, registrerades endast tre kongener av PBDE i fiskmuskel från Torsö och Åsunda 2016; BDE-47, BDE-99 och BDE-100. Mätvärdena och rapporteringsgränserna för de enskilda kongenerna redovisas i analysprotokoll, vilka kan erhållas från Vänerkansliet.

Miljökvalitetsnormen för summan av PBDE₆ i biota, baseras på kongenerna BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153 samt BDE-154, och är 0,0085 ng/g våtvikt (EU2013/39; HMVFS 2015:4). Totalhalten av PBDE₆ i fiskmuskel från Torsö och Åsunda 2016 är 0,096 respektive 0,072 ng/g år (Tabell 1) och överskrider därmed gränsvärdet. Detta är inget unikt för Vänerförhållanden, utan är ett generellt fenomen för både inlands- och kustvatten i Sverige (VISS), då EU:s miljökvalitetsnorm är lågt satt. Den totala halten av PBDE₆ i fisk från bl.a. Mälaren och i sjöar kring Stockholmsregionen överskrider även miljökvalitetsnormen för PBDE (Karlsson & Victor, 2014).

PBDE-halten i Figur 10 har relaterats till fettvikt ($\mu\text{g/g}$ fv), och resultaten är på samma nivå som åren 2013–2015. I bakgrundslokalen Bysjön har kongenen BDE-47 analyserats och halten var 0,009 $\mu\text{g/g}$ fv (Sternbeck et al., 2004), d.v.s. samma nivå som totalhalten av PBDE₆ i abborre från Väneren 2013–2016.



Figur 10. Halter av PBDE₆ i abborremuskel från Åsunda och Torsö 2011–2016. Vid summering av de enskilda värden med halter under rapporteringsgränsen, har dessa dividerats med 2.

Tre olika kongener avseende HBCD (hexabromcyclododekan) har analyserats år 2015/2016 i fiskmuskel, alfa-, beta- och gamma-HBCD. Halten av alfa-HBCD i fisk från Torsö 2015 och Åsunda 2016, var 0,024 respektive 0,016 ng/g vv, vilket utgjorde



totalhalten för HBCD. Halten i fisk från Torsö 2016 var mycket låg då denna underskred analysens rapporteringsgräns ($<0,0012 \mu\text{g/g}$ fettvikt).

HBCD-halten år 2015/2016 är i nivå med tidigare registrerade haltnivåer i Vänern-abborre. Åren 2011/2012 registrerades i intervallet $<0,02$ till $0,02 \text{ ng/g v v}$ (Sjölin, 2012). Under 2013/2014 underskred HBCD-halten analysens rapporteringsgräns ($<0,1 \text{ ng/g v v}$) (Sjölin, 2015).

De undersökningar som genomförts under perioden 2011-2016 gällande HBCD, visar att halten i Vänernabborre underskrider med stor marginal gällande gränsvärde (167 ng/g v v enligt EU 2013/39; HVMFS 2015:4).

Vid jämförelse med andra undersökningsområden, bör man som för övriga organiska föreningar, även HBCD-halten relateras till muskelns fettinnehåll. I bakgrundsloken Bysjön har rapporterats $0,014 \mu\text{g/g}$ fettvikt (Sternbeck et al., 2004). HBCD-halten i fiskmuskel från Torsö 2015 och Åsunda 2016, relaterat till fetthalt, ger $0,003 \mu\text{g/g}$ f v respektive $0,002 \mu\text{g/g}$ fettvikt, vilket är något lägre jämfört med halten i Bysjön. Halten i fisk från Torsö 2016 var mycket låg då denna underskred analysens rapporteringsgräns ($<0,0001 \mu\text{g/g}$ fettvikt).

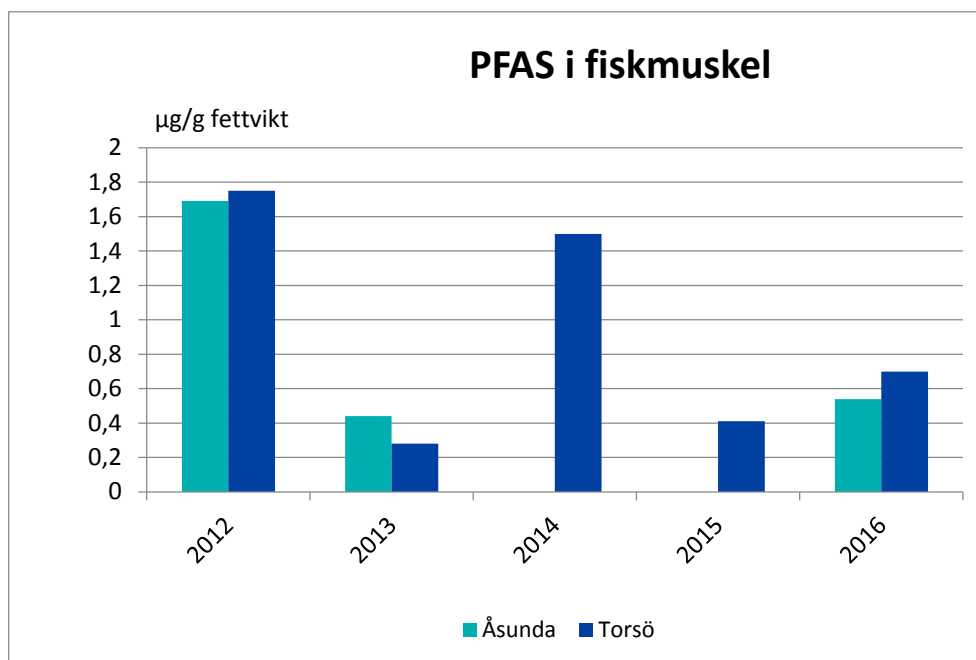
4.4.4 PFAS och PFOS i muskel

Totalt analyserades 10 olika föreningar av PFAS (perfluorerade ämnen) på abborremuskel från Torsö och Åsunda år 2016, varav 4 detekterades (PFDA, PFNA, PFOS och PFUnA). Mät-/rapporteringvärdena för de övriga enskilda kongenerna redovisas i analysprotokoll, vilka kan erhållas från Vänerkansliet.

Totalhalten av PFAS (PFC) var $4,8 \text{ ng/g}$ våtvikt (upper bound) vid respektive undersökningsstation och $4,5$ och $4,6 \text{ ng/g v v}$ (lower bound) för Torsö respektive Åsunda (Tabell 1). Vid summering till en totalhalt av PFAS har värden för de enskilda föreningar ämnen med halter under rapporteringsgränsen dividerats med 2.

Det största bidraget till PFAS-halten i muskel från Torsö och Åsunda år 2016 är PFOS (perfluoroktansulfonat) $3,4$ respektive $3,3 \text{ ng/g v v}$ (Tabell 1), såsom tidigare undersökningsår i Vänern. Miljökvalitetsnormen (gränsvärde) för PFOS i biota är $9,1 \text{ ng/g v v}$ (HVMFS 2015:4), vilken underskrids även år 2016 som 2015.

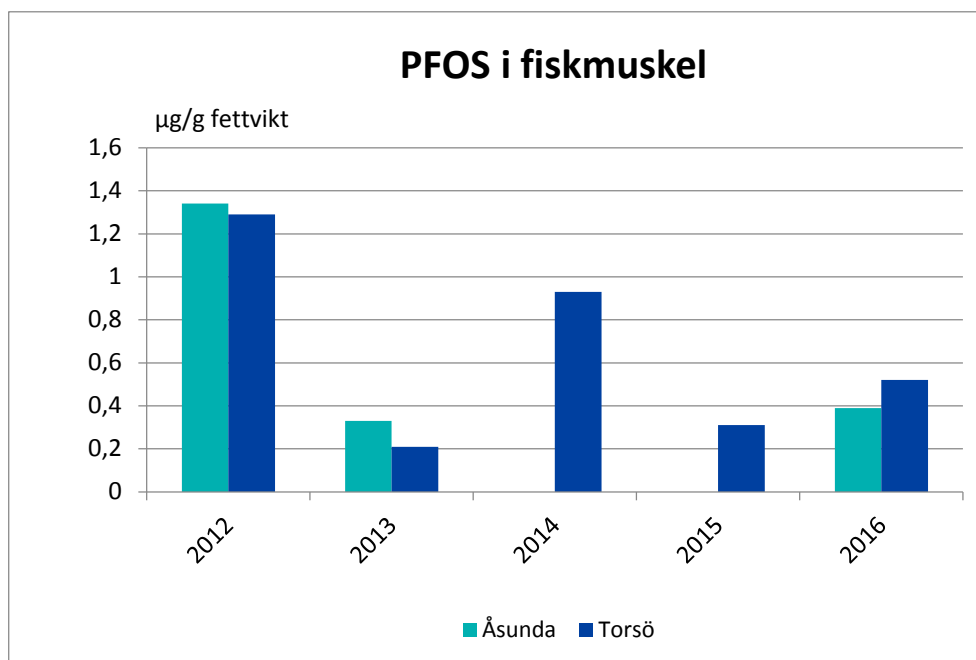
I Figur 11 framgår resultaten i relation till muskelns fetthalt ($\mu\text{g/g}$ fettvikt) i jämförelse med resultat från tidigare undersökningsår i Vänern. Resultat från 2016 är i nivå med 2013/2015 och lägre jämfört med 2012/2014.



Figur 11. Halter av PFAS (10 föreningar) i abborre från Åsunda och Torsö 2012-2016. Vid summering till PFAS har värden för de enskilda föreningar ämnen med halter under rapporteringsgränsen dividerats med 2.

I Figur 12 framgår PFOS-halten i relation till muskelns fetthalt (µg/g fettvikt). PFOS-halten är på samma nivå som 2013/2015. Mellanårsvariationen för PFOS följer PFAS, d.v.s. PFOS-halterna 2013, 2015 och 2016 är lägre jämfört med 2012/2014.

Vissa av tidigare undersökningsår har PFOS-halten i Vänerabborre varit i närheten av gränsvärdet och år 2011 överskreds gränsvärdet något vid Åsunda. Att PFOS-halterna i fisk är i närheten av gränsvärdet är inte unikt för Väneren. Detta är i linje med studier från Stockholms-regionen, inklusive Mälaren (Karlsson & Victor, 2014), där PFOS-halter år 2013 var i intervallet knappa 5 till ca 20 ng/g vv i abborrmuskel. PFOS-halten i den inre delen av Mälaren, kring Västeråsområdet, var år 2013 ca 5-7 ng/g vv. Studien från Stockholmsregionen visade dock att PFOS-halterna hade minskat från ca 20- 45 ng/g vv år 2000-2002 (Karlsson & Victor, 2014), där Västeråsområdet hade halter på ca 20-32 ng/g vv år 2000-2002.



Figur 12. Halter av PFOS i abborre från Åsunda och Torsö.

4.4.5 PFAS och PFOS i fisklever

I 2016 års undersökning utgick analys av PFAS-föreningar i lever, p.g.a. brist på tillräcklig volym för analys.

År 2015 analyserades 17 olika föreningar av PFAS på fisklever, varav 7 kongener detekterades. Dessa var samma som registrerades i muskel 2015, undantaget PFOA som inte detekterades, däremot detekterades PFTA.

PFAS-halten i fisklever från Torsö 2015 var, mätt som våtvikt, inom intervallet med jämfört med tidigare undersökningar. PFOS var den föreningen som bidrog med den största halten som i muskel.

Brist på analysmaterial av fisklever från Vänerabborre har även förekommit under tidigare undersökningsår, varför det rekommenderas att PFAS/PFOS i lever från Vänerfisk utgår (se avsnitt 5).



5 Förslag till ändringar i framtida undersökningar

Förslag 1.

Analys av kadmium, bly och nickel i abborremuskel kan utgå.

Motiv

Nämnda metaller är utpekade enligt EUs vattendirektiv (EG 2000/60) som prioriterade ämnen, och analys av dessa metaller i muskel har därför kompletterats kontrollprogrammet under 2010-talet. Resultaten har visat att såväl kadmium, bly som nickel i regel är under rapporteringsgränserna. Enstaka registrerade mätvärden och rapporteringsgränserna underskrider gällande gränsvärden med bred marginal. Detta är även i linje med en tidigare undersökning från 2004/2005 (Grotell, 2006).

Det finns därmed ingen anledning att fortsätta att analysera metaller i muskel. Metaller följs upp genom analys av lever, där specifikt halten av nickel och bly i lever är mycket låga från Vänerfisk.

Förslag 2.

Analys av PFAS och PFOS på abborrelever utgår.

Motiv

I och med 2011 års undersökning bifogades analys av perfluorerade ämnen (PFAS) i lever till programmet för SRK (Åsunda) och den nationella miljöövervakningen (Torsö). Året därpå tillkom analys av PFAS i muskel, p.g.a. brist av undersökningsmaterial för analys av lever. Leverstorleken hos abborre, som ingår i programmet för Vänerfisk är små, och tillräcklig volym erhålls inte för analys av PFAS/PFOS. Analysproblemen har fortsatt under åren och det föreslås att PFAS i abborrelever utgår. Detta föreslås redan efter 2014 års undersökning (Sjölin, 2015), då det konstaterades att hälften av åren har det inte varit möjligt att kunna utföra analys av PFAS i lever till följd av för liten provmängd.



6 Kostråd och gränsvärden

Kostråd beträffande abborre och gädda

(Livsmedelsverket: www.livsmedelsverket.se)

Kvinnor i barnafödande ålder, gravida och ammande rekommenderas att högst 2-3 gånger per år att äta gädda och abborre. **Övriga konsumenter** rekommenderas att gärna äta fisk men helst inte mer än en gång per vecka beträffande abborre och gädda.

Gränsvärden för fisk avseende konsumtion:

Gränsvärden för livsmedel avseende **kvicksilver** i muskelkött från fisk (EG 1881/2006): 0,5 mg/kg våtvikt i **abborre**

Gränsvärden för livsmedel avseende kadmium och bly i muskelkött från fisk (EG 1881/2006): 0,05 mg/kg (kadmium) respektive 0,3 mg/kg (bly)

Gränsvärde för muskelkött av viltfångad sötvattenfisk för **PCB6*** (EU1259/2011): 125 ng/g våtvikt

Gränsvärde för livsmedel avseende **dioxiner** i fiskkött (EU1259/2011):
-dioxiner/furaner (PCCD/PCDF): 3,5 pg/g våtvikt WHO-TEQ -
dioxiner/furaner samt summan av dioxinlika PCB: 6,5 pg/g våtvikt WHO-TEQ

Gränsvärden/bedömningsgrund till följd av vattendirektivet (HVMFS 2015:4):

Gränsvärde för **kvicksilver** pg/g våtvikt WHO-TEQ

Gränsvärde för summan av **dioxinlika PCB och dioxiner/furaner** i biota: 6,5 pg/g våtvikt WHO-TEQ

Gränsvärde för perfluoroktansulfonsyra och dess derivat (**PFOS**) i biota: 9,1 ng/g våtvikt

Gränsvärde för **HBCDD** i biota: 167 ng/g våtvikt

Gränsvärde för summan av **PBDE₆** (kongenerna BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153 och BDE 154) i biota: 0,0085 ng/g våtvikt

Bedömningsgrund för inlandsytvatten gällande summan av **icke-dioxinlika PCBer*** i fiskmuskel: 125 ng/g vv

*Kongenerna CB28, CB52, CB101, CB138, CB153 och CB180



7 Referenser

- Alcontrol, 2015. Motala Ströms Vattenvårdsförbund 2014. Årsrapport för samordnad recipientkontroll från ALcontrol Laboratories.
- EG1881/2006. Kommissionens förordning (EG) nr 1881/2006 av den 19 december 2006 om fastställande av gränsvärden för vissa främmande ämnen i livsmedel. Europeiska unionens officiella tidning 2006, L364/5.
- EU1259/2011. 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.
- EU2013/39. Europaparlamentets och rådets direktiv 2013/39/EU av den 12 augusti 2013 om ändring av direktiven 2000/60/EG och 2008/105/EG vad gäller prioriterade ämnen på vattenpolitikens område.
- HVMFS 2013:19. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2013:19.
- HVMFS 2015:4. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om ändring i Havs – och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2015:4.
- Grotell, C., 2006. Miljögifter i Vänerfisk 2004/2005. Kap. i Årsskrift från Vänerens vattenvårdsförbund 2006 nr 42: s. 51-61.
- Grotell, C., 2009. Metaller och stabila organiska föreningar i abborre och gädda. År 2008. Kap. i Årsskrift från Vänerens vattenvårdsförbund 2009 nr 51: s. 69-76.
- Grotell, C., 2010. Metaller och stabila organiska föreningar i abborre och gädda 2009. Ingår i Årsskrift från Vänerens vattenvårdsförbund 2010.
- Grotell, C., 2011. Metaller och dioxiner i abborre i Dalslands Kanals år 2010. Rapport från Dalslands Kanals Vattenvårdsförbund juni 2011.
- IVLs databas. Data från den nationella och regionala miljöövervakningen av miljögifter i biota. www.ivl.se
- Karlsson, M & T. Victor, 2014. Miljöstörande ämnen i fisk från Stockholms regionen. Rapport från IVL Svenska Miljöinstitutet. B 2214.
- Lindeström, L. & Grotell, C., 1997. Metaller och stabila organiska ämnen i Vänerfisk 1996/97. Vänerens vattenvårdsförbund rapport nr 5, 1998.
- Lindeström, L., 2001. Mälarfisk - innehåll av metaller och stabila organiska ämnen 2001. Rapport från ÅF Miljöforskargruppen 2001-12-05.
- Lindeström, L., C. Grotell & J. Härdig, 2002. Industripåverkan på Vätterns fiskar. Rapport nr 66 från Vätternvårdsförbundet.
- Sjölin, 2015. Metaller och stabila organiska ämnen i abborre. År 2014. Ingår i Årsskrift från Vänerens vattenvårdsförbund 2015 rapport nr 91, s 56-77.
- Sjölin, 2013. Undersökning av stabila organiska ämnen och metaller i abborre 2012. Vänerens Vattenvårdsförbund 2013 rapport nr 77.



Sjölin, 2012. Undersökning av stabila organiska ämnen och metaller i abborre och gädda 2010-2011. Vänerns Vattenvårdsförbund 2012 rapport nr 71.

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.

VISS (Vatteninformationssystem i Sverige). www.viss.lst.se

Använda förkortningar

CF	konditionsfaktor
LSI	leversomatiskt index
GSI	gonadsomatiskt index
ts	torrsubstans
vv	våtvikt (färskvikt)
fv	fettvikt
Hg	kvicksilver
PCB	polyklorerade bifenyler
PCDD	polyklorerade dibensodioxiner
PCDF	polyklorerade dibensofuraner
WHO-TEQ	toxiska ekvivalenter enligt WHO
PFAS	perfluorerade ämnen
PFOS	perfluoroktansulfonat
PBDE	polybromerade difenyletrar
HBCD	hexabromcyklododekan