

Metaller och miljögifter i abborre från Vänern 2021



Titel: Metaller och miljögifter i abborre från Vänern 2021

Tryckår: 2022

ISSN: 1403-6134

Rapportnummer: 134

Författare: Barthel Svedén, J. Calluna AB.

Foto: Calluna AB

Utgivare: Vänerns vattenvårdsförbund

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

Under 2021 genomfördes undersökningar av metaller och organiska miljögifter i abborre i Vänern från lokalerna *Åsundaön* och *Torsö*. I denna rapport ingår även resultaten från lokalen *Dalbosjön* i Vänern som 2021 ingick i ett utvecklingsprojekt utökad miljögiftsövervakning inom delprogram Stora sjöar. Resultaten från lokalen *Dalbosjön* redovisas tillsammans med resultaten från Vättern och Mälaren i rapporten "*Miljögifter i fisk från Vänern, Vättern och Mälaren 2021 – utökad miljöövervakning i de Stora sjöarna*". Vänerns vattenvårdsförbund 2022, rapport nr 135."

Undersökningen har finansierats med medel från Havs- och vattenmyndigheten och Vänerns vattenvårdsförbund.

Sara Peilot
Vänerns vattenvårdsförbund
2022-11-29



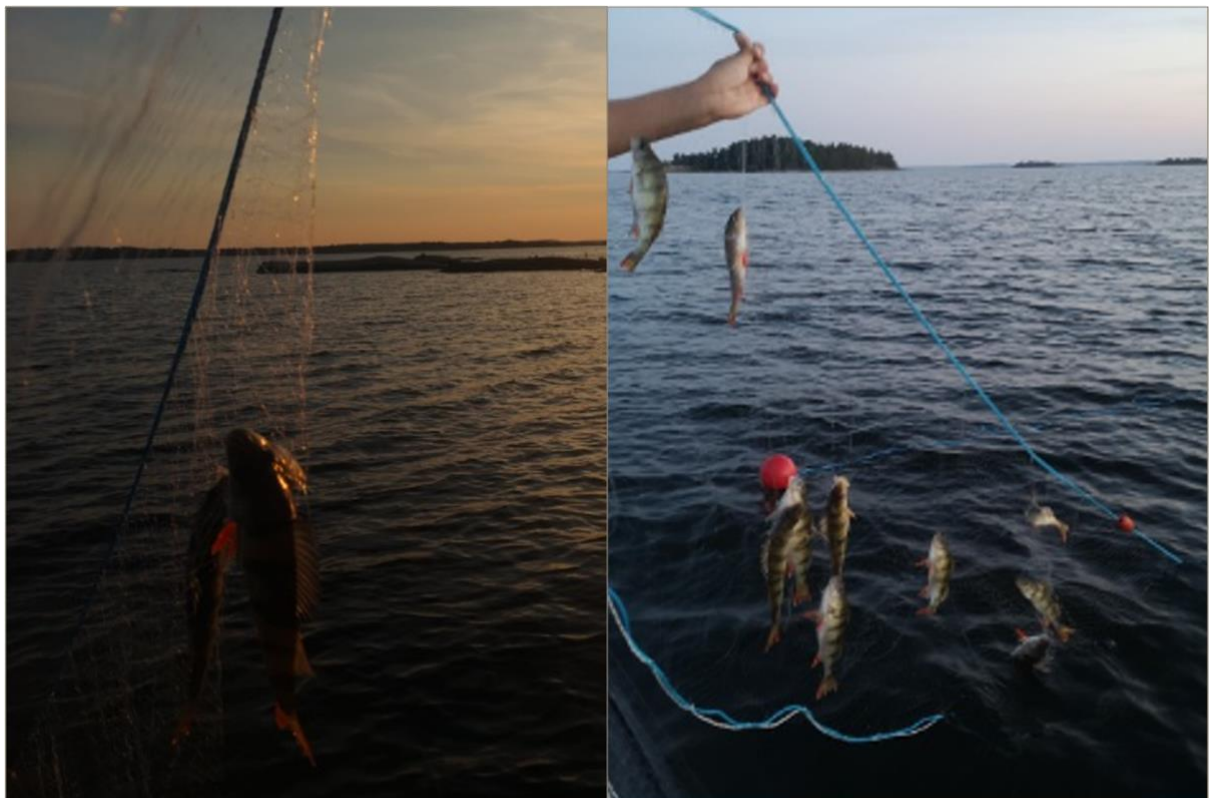
CALLUNA



eurofins



PELAGIA



Metaller och miljögifter i abborre från Vänern 2021

OM RAPPORTEN:

Titel: Metaller och miljögifter i abborre från Vänern 2021

Version/datum: 2022-09-23

Rapporten bör citeras enligt följande: Barthel Svedén, J. (2022). *Metaller och miljögifter i abborre från Vänern 2021*. Calluna AB.

Foton i rapporten: © Calluna AB där inget annat anges

Omslag: bilden föreställer nätfiske efter abborre i Vänern

OM UPPDRAGET:

På uppdrag av: Vänerns Vattenvårdsförbund och Länsstyrelsen Västra Götalands län

Uppdragsgivarens kontaktperson: Sara Peilot

Utfört av: Calluna AB (organisationsnummer: 556575-0675)
Adress huvudkontor: Linköpings slott, 582 28 Linköping
Hemsida: www.calluna.se
Telefon (växel): +46 13-12 25 75

Projektledare: Thomas Andersson (Calluna AB)

Rapportförfattare: Jennie Barthel Svedén (Calluna AB)

Kvalitetssäkring: Sofia Kling (Calluna AB)

Callunas interna projektkod: TAN0183

Innehåll

Sammanfattning	4
1 Inledning	5
Uppdragets syfte	5
Bakgrund	5
Områdesbeskrivning	5
2 Metod och genomförande	7
Fiske och analyser	7
Datainsamling, gränsvärden och utvärdering av data	9
3 Resultat – Morfometriska parametrar	11
4 Resultat – Metaller i fiskmuskel	12
Bly, kadmium och nickel i muskel.....	13
5 Resultat – metaller i fisklever	14
Zink och koppar	14
Kadmium	16
Arsenik	16
Krom, nickel och bly	17
6 Resultat – organiska föreningar	20
PCB 20	20
Dioxiner och dioxinlika PCB	22
PBDE och HBCDD	24
PFAS och PFOS	25
Övriga analyserade ämnen i Dalbosjön	28
7 Diskussion	29
8 Slutsatser och rekommendationer	30
9 Referenser	31
Bilaga 1 – Analyrapporter från Eurofins Water Testing Sweden AB	
Bilaga 2 – Analyrapporter från ALS Scandinavia AB	

Sammanfattning

Sedan 1996 har tungmetaller och PCB undersökts årligen i abborre från de två lokalerna Torsö och Åsunda i sydöstra respektive norra Vänern. Analyser av ytterligare organiska föroreningar, såsom dioxiner och PFAS, har tillkommit under åren och ytterligare lokaler analyseras med glesare intervall. Abborre har 2021 infångats från lokalerna Åsunda, Torsö och Dalbosjön. Resultaten redovisas samt jämförs med tidigare års mätningar i denna rapport.

De morfologiska undersökningarna visade att fiskarnas kondition var övervägande god. Fiskarnas leverar visade inga tydliga tecken på föroreningspåverkan. Dock noterades små gonader vid samtliga lokaler och endast en hona bedömdes bli mogen för kommande lek. Torsös abborrar var yngre 2021 än vid tidigare undersökningar (1+).

Resultaten visar att kvicksilverhalten i fiskmuskel 2021 låg på liknande nivåer som tidigare och under gällande gränsvärden för konsumtion. Gränsvärdet för biota överskreds, i likhet med alla svenska ytvattenförekomster. Halter avseende bly, kadmium och nickel i fiskmuskel låg generellt på halter under analyserande laboratoriums rapporteringsgränser. Dalbosjöns samlingsprov av muskel hade dock en kvantifierbar halt av kadmium. Gränsvärden gällande bly och kadmium för konsumtion överskreds inte. Metaller i lever har analyserats för Åsunda och Torsö 2021. Åsunda uppvisade genomgående högre halter än tidigare, medan Torsö hade halter som gick mer i linje med tidigare mätningar. Vad ökningen vid Åsunda beror på är svårt att säga.

Halterna av organiska föroreningar i muskel var generellt i samma nivå eller något lägre 2021 jämfört med 2020. Dock försvårar varierande rapporteringsgränser jämförelser över tid. Befintliga gränsvärden för konsumtion överskreds inte. Endast PBDE (en grupp bromerade flamskyddsmedel) överskred 2021 gällande gränsvärde enligt HVMFS 2019:25 (miljökvalitetsnormer) för biota. Detta gränsvärde överskreds i samtliga svenska vattenförekomster. PFOS-halterna i lever var högre 2021 jämfört med 2020. Varken för muskel eller lever överskreds gällande gränsvärden men rekommendationer rörande PFAS-intag via livsmedel indikerar ändå att abborre från Vänern bör ätas i små mängder för att inte riskera att överskrida tolererbart veckointag.

1 Inledning

Uppdragets syfte

Calluna AB har tillsammans med Eurofins Water Testing Sweden AB samt Pelagia Nature & Environment AB fått i uppdrag att provfiska, preparera och analysera abborre från Vänern, lokalerna Åsunda och Torsö, 2021. Analyserna görs för att kunna studera exponeringen för vissa metaller och organiska föreningar. Fisket kompletterar de kemiska undersökningarna som utförs på sediment i Vänern. I undersökningarna ingår även att bedöma hälsostatus hos fisk. Syftet med mätningarna är utöver detta att fungera som referens till undersökningar av andra fisksamhällen från områden med en annan påverkansbild. I föreliggande rapport ingår även resultat från lokalen Dalbosjön (Vänern) som ingår i ett projekt rörande utökad miljögiftsbevakning i fisk från Vänern, Vättern och Mälaren. Dessa prover har delvis analyserats av ALS, som är upphandlat laboratorium för projektet.

Bakgrund

Undersökning av abborrar från Vänern har skett sedan 1996 vid de två lokalerna Torsö (Väst Torsö/Onsö) och Åsunda (SO Åsundaön) inom ramen för Norra Vänerns recipientkontroll och Vänerns Vattenvårdsförbunds undersökningar. Förutom årligt fiske av abborre vid dessa två lokaler insamlas både abborre och gädda från ytterligare lokaler i Vänern med längre intervall (3 respektive 5 år). Under 2020 tillkom abborrfiske i lokalen Dalbosjön som 2021, inom ramen för undersökningar inom Vänerns VVF, ingick i ett projekt med fiskundersökningar i de stora sjöarna (Vänern, Vättern, Mälaren).

Analyserade parametrar för abborre har varierat sedan 1996, baserat på utvärderingar av resultaten, utveckling av nya analysmetoder och gällande rekommendationer. Sedan starten har nästan samtliga metaller och PCB₇ analyserats i abborre från lokalerna, medan arsenik tillkom 1998. Under 2000-talet uppmärksammades problemen kring olika organiska föreningar alltmer, vilket medfört att dioxin och dioxinlika PCB tillkom 2004 samt PBDE (bromerade flamskyddsmedel) 2011. Åren 2011 och 2012 utökades analyserna även med PFAS. Gädda har med olika tidsintervall analyserats med avseende på kvicksilver sedan 1974 för Kattfjorden och 1983 för Millesvik.

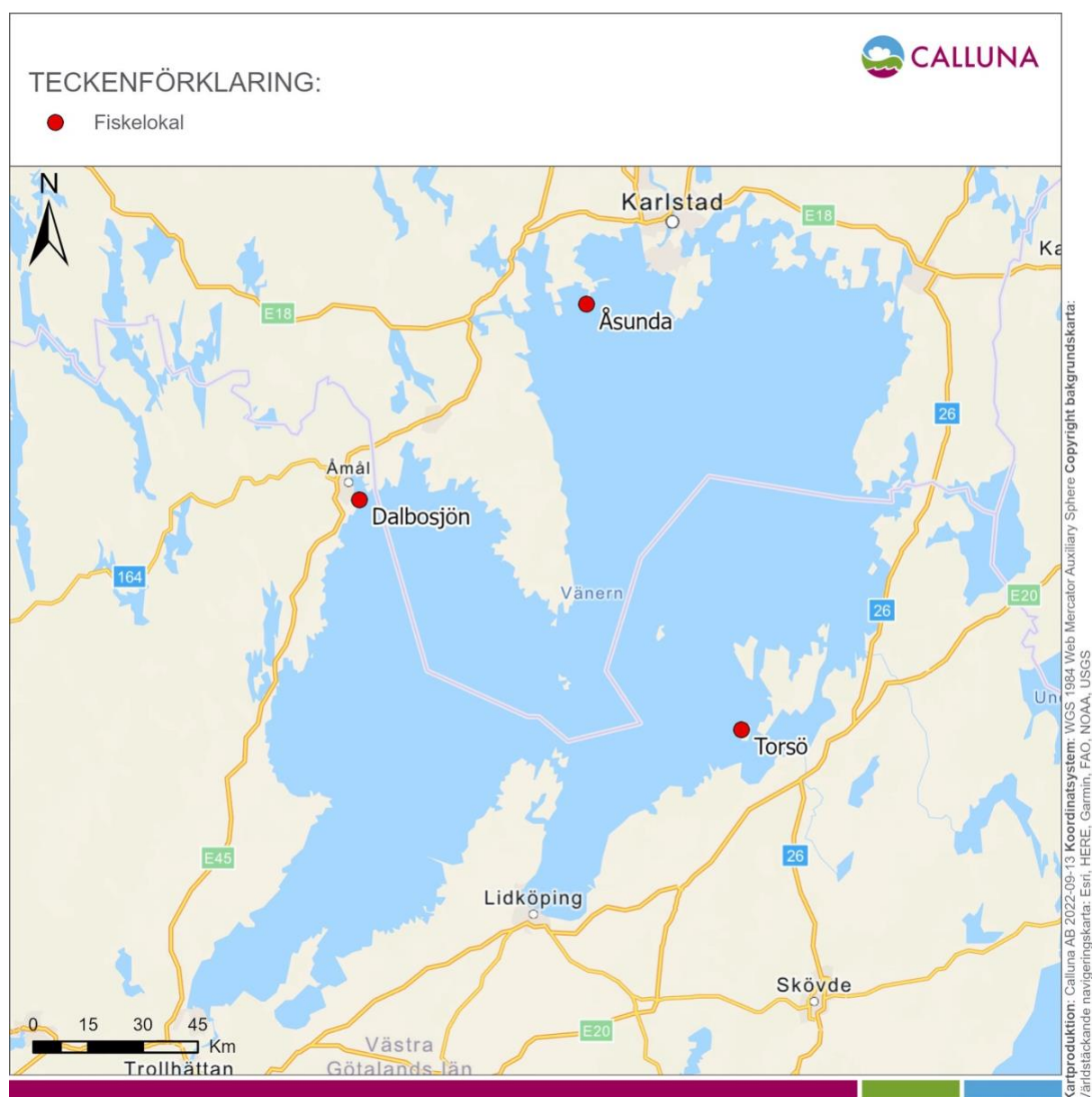
Genom att mäta halter i abborre och gädda ges möjlighet till jämförelser mellan olika delar av landet. Fiskarna är allmänt förekommande i hela landet och viktiga både för yrkes- och fritidsfisket genom att det är vanliga matfiskar. Undersökningar gällande innehållet av metaller och organiska föreningar i abborre ger förutom en bild av miljöpåverkan även viktig information kring risker vid konsumtion av fisk från Vänern. Det finns kostrekommendationer kring abborre, gädda och annan fisk från Livsmedelsverket, eftersom fisk är en stor exponeringskälla för många miljögifter. Rovfisk som gädda, särskilt äldre fiskar, kan innehålla höga halter av kvicksilver.

Områdesbeskrivning

Abborrar fiskades under 2021 vid totalt tre lokaler i Vänern (tabell 1, figur 1). Av dessa besöks Åsunda och Torsö årligen. Torsö är Vänerns största ö och ligger i östra Vänern i Mariestads kommun. Lokalen Torsö ligger sydväst om ön Torsö (väster om Onsö) och är vald p.g.a. dess läge i en mindre påverkad del av Vänern, vilket gör att den kan fungera som referenslokal. Åsunda (SO Åsundaön) ligger i norra Vänern i Karlstads kommun och är en mer strandnära lokal. Den är vald för att få en bild av påverkan från olika typer av verksamheter och markanvändning. Den västra delen av Vänern kallas Dalbosjön. Dalbosjön har en area på 2011 km² och sträcker sig över flera kommuner (Lidköping, Mellerud, Säffle, Vänersborg, Åmål). Abborrar fiskades 2021 vid en lokal utanför Åmål (vid Fogden) i Dalbosjön. Lokalen undersöktes första gången 2020.

Tabell 1. Insamlingslokaler för abborrar 2021.

Lokal	Nr	RT90		VISS	Fisk	Fiske-period	Uppdragsgivare
		X	Y				
SO Åsundaön	1	6575535	1356638	SE657554-135664	Abborre, årligen	augusti	Vänerns VVF
V Torsö (Onsö)	3	6514922	1376413	SE651492-137641	Abborre, årligen	augusti-oktober	Vänerns VVF
Dalbosjön		6549493	1323542	WA49493602	Abborre, 2020 och 2021	augusti	Vänerns VVF

**Figur 1.** Områdeskarta över insamlingslokaler för abborre vid fisket som genomfördes under 2021. Fiske har skett vid tre lokaler: Åsunda, Torsö samt Dalbosjön. Kartproduktion Calluna AB.

2 Metod och genomförande

Fiske och analyser

Insamling av abborre (honor) i storleksklassen 17–20 cm (huvudsakligen) skedde med nät. Ansvarig för fisket var Thomas Andersson på Calluna AB. Fiske vid lokalerna Åsunda och Dalbosjön utfördes av Calluna AB i augusti 2021. Lokal fiskare insamlade abborrar vid Torsö mellan augusti och oktober 2021. Direkt efter fisket frystes fisken in i PVC-fria plastpåsar.

Preparering av abborrar utfördes av Thomas Andersson och Johannes Edwartz (Calluna AB). Vid preparering registrerades längd, totalvikt, somatisk vikt (exklusive inälvor), levervikt, gonadvikt och maginnehåll (vikt). Fiskarnas gällock kokades och rengjordes för att sedan skickas till Pelagia Nature & Environment AB för åldersbestämning. Åldersbestämning görs genom att räkna årsringar på gällocksbenet (operculum). Samtliga morfometriska parametrar som analyseras anges i tabell 2.

Tabell 2. Morfometriska parametrar som ingår i analysprogrammet.

Parameter	Enhet	Analyserande laboratorium
Längd	Centimeter	Calluna AB
Vikt	Gram	Calluna AB
Somatisk vikt	Gram	Calluna AB
Lever	Gram	Calluna AB
Gonad	Gram	Calluna AB
Maginnehåll	Gram	Calluna AB
Ålder	År	Pelagia Nature & Environment AB
Leversomatiskt index, LSI	%	Calluna AB
Gonadsomatiskt index, GSI	%	Calluna AB
Konditionsfaktor, CF		Calluna AB

Under 2021 fiskades 20 abborrar vardera från Torsö och Åsunda samt 18 abborrar från Dalbosjön. Muskel togs från 10 abborrar från Åsunda och Torsö för undersökning av kvicksilver, bly, kadmium och nickel. Från dessa två lokaler togs även lever från 10 abborrar för analys av bly, nickel, krom, kadmium, koppar, zink och arsenik. För Dalbosjön analyserades kvicksilver, bly, nickel, krom, kadmium, koppar, zink och arsenik i samlingsprov av muskel.

Samlingsprov på lever togs från alla tre lokaler för analys av PFAS. Även samlingsprov på muskel togs från alla lokaler för analys av PCB, PCDD/PCDF, PBDE, HBCDD samt PFAS. Analyspaket och analyserande laboratorium är sammanfattade i tabell 3 och 4. Ingående ämnen/kongener i rapportens utvärderade ämnesgrupperingar anges i tabell 5. Ytterligare ämnen har analyserats för Dalbosjön men redovisas bara i korthet i denna rapport. Samtliga analyssvar och metoder redovisas dock i bilaga 1 och 2.

Tabell 3. Analysparametrar och analyserande laboratorium för metaller och miljögifter i abborre från Åsunda och Torsö. Samlingsprover kommer från 10 individer från respektive område.

Analyspaket	Muskel	Lever	Analyserande laboratorium
As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn		10 fiskar	Eurofins Environment Testing Sweden AB
Hg, Pb, Cd, Ni	10 fiskar		Eurofins Environment Testing Sweden AB
Torrsvikt		Utgår ¹	Eurofins Environment Testing Sweden AB
Råfett	Samling	Samling	Eurofins Food & Feed Testing Sweden AB
PCB ₇	Samling		Eurofins GfA Lab Service GmbH Hamburg, Germany
Dioxinlika PCB	Samling		Eurofins GfA Lab Service GmbH Hamburg, Germany
Dioxin (PCDD/PCDF)	Samling		Eurofins GfA Lab Service GmbH Hamburg, Germany
PBDE	Samling		Eurofins GfA Lab Service GmbH Hamburg, Germany
HBCD	Samling		Eurofins GfA Lab Service GmbH Hamburg, Germany
PFAS	Samling	Samling	Eurofins Food & Feed Testing Sweden AB

¹ Torrsvikt har ej uppmätts pga. otillräcklig provmängd. Vid beräkningar används ett medel av torrsvikt från tidigare år.

Tabell 4. Analysparametrar och analyserande laboratorium för metaller och miljögifter i abborre från Dalbosjön. Samlingsprover kommer från 18 individer.

Analyspaket	Muskel	Lever	Analyserande laboratorium
As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn	Samling		ALS Scandinavia AB
Råfett	Samling	Samling	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH/Eurofins Food & Feed Testing Sweden AB
PCB ₇	Samling		GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Dioxinlika PCB	Samling		ALS Czech Republic s.r.o Pardubice
Dioxin (PCDD/PCDF)	Samling		ALS Czech Republic s.r.o Pardubice
PBDE	Samling		GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
HBCD	Samling		GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
PFAS	Samling	Samling	Eurofins Food & Feed Testing Sweden AB

Tabell 5. Ingående ämnen/kongener i grupperingar av organiska föreningar.

PCB ₇	Dioxinlika PCB	Dioxin (PCDD/PCDF)	PBDE ₆ och HBCDD	PFAS ₁₀
PCB 28	PCB 77	2,3,7,8-tetra CDD	BDE-28	PFHxA
PCB 52	PCB 81	1,2,3,7,8-penta CDD	BDE-47	PFHpA
PCB 101	PCB 105	1,2,3,4,7,8-hexa CDD	BDE-99	PFOA
PCB 118	PCB 114	1,2,3,6,7,8-hexa CDD	BDE-100	PFNA
PCB 138	PCB 118	1,2,3,7,8,9-hexa CDD	BDE-153	PFDA
PCB 153	PCB 123	1,2,3,4,6,7,8-hepta CDD	BDE-154	PFUnDA
PCB 180	PCB 126	oktaklordibensodioxin	HBCD/HBCDD	PFHxS
	PCB 156	2,3,7,8-tetra CDF		PFOS
	PCB 157	1,2,3,7,8-penta CDF		PFDS
	PCB 167	2,3,4,7,8-penta CDF		PFOSA
	PCB 169	1,2,3,4,7,8-hexa CDF		
	PCB 189	1,2,3,6,7,8-hexa CDF		
		1,2,3,7,8,9-hexa CDF		
		2,3,4,6,7,8-hexa CDF		
		1,2,3,4,6,7,8-hepta CDF		
		1,2,3,4,7,8,9-hepta CDF		
		oktaklordibensofuran		

Datainsamling, gränsvärden och utvärdering av data

Historiska data har erhållits från Sara Peilot (Vänerns Vattenvårdsförbund) och resultaten bygger vidare på årsrapporter från 2020 där Åsunda och Torsö (Barthel Svedén och Andersson 2021) respektive Dalbosjön (Kling 2021) ingår.

En konditionsfaktor (CF, Fultonvärde) beräknades för varje enskild individ och är ett mått på vilken kondition fisken är i. Ju högre värde desto bättre kondition hos fisken. Värdet beräknas enligt:

$$\frac{\text{Vikt (g)} \times 100}{\text{Total längd (cm)}^3}$$

Leversomatiskt index (LSI) och gonadsomatiskt index (GSI) har beräknats enligt:

$$\frac{\text{organvikt (g)}}{\text{somatisk vikt (g)}} \times 100$$

För de metallhalter som underskrider rapporteringsgränsvärdet har halva gränsvärdet använts vid sammanställningen av data. För organiska föreningar har istället rapporteringsgränsen (LOQ-värdet) använts vid summeringen av halter.

Vid uträkning av normerad halt av kvicksilver dividerades först uppmätt halt (färsk/våtvikt, vv) med fiskens vikt (g) för att få ett värde per g fisk. Sedan multiplicerades denna halt med 100 för att få halten per 1hg abborre.

Fettviktshalt (fv) har beräknats enligt:

$$\frac{\text{våtviktshalt}}{\text{fetthalt (\%)} \times 0,01}$$

Vid lipidnormalisering 5% multiplicerades fettviktshalten med 0,05.

Flera av de ämnen som har analyserats har olika gränsvärden för fisk, sammanställda i tabell 6. Gränsvärden från EG/EU-förordningarna är kopplade till livsmedel för att skydda konsumenter från för högt intag av skadliga ämnen via födan. För PFAS finns ett värde på tolererbart veckointag per kg kroppsvikt som fastställts av Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA). Förutom dessa gränsvärden finns även kostrekommendationer från Livsmedelsverket kring hur mycket fisk olika konsumentgrupper maximalt bör inta.

De gränsvärden som HVMFS 2019:25 anger är relaterade till biota och används som bedömningsgrunder för klassificering av ekologisk status och ytvattenstatus. Dessa gränsvärden är ofta kopplade till sekundär risk för förgiftning och har som uppgift att skydda ekosystemtjänster och de mest utsatta organismerna. De kan även i vissa fall vara kopplade till risker som kan uppkomma när människor konsumerar fisken (HaV 2016).

Tabell 6. Gränsvärden för aktuella miljögifter i biota baserat på HVMFS 2019:25 samt livsmedelsgränsvärden enligt EG-förordning 1881/2006 och EU-förordning 1259/2011. Samtliga värden gäller för våtvikt.

Ämne	HVMFS 2019:25	EG 1881/2006 EU 1259/2011*	Kommentar
Bly		0,3 mg/kg	Livsmedelsgränsvärde gäller för muskelkött från fisk.
Kadmium		0,05 mg/kg	Livsmedelsgränsvärde gäller för muskelkött från fisk.
Kviksilver	20 ng/g	0,5 mg/kg (500 ng/g)	Livsmedelsgränsvärde gäller för muskelkött från fisk.
Summan av dioxiner		3,5 pg/g*	Enligt WHO-PCDD/F-TEQ. Livsmedelsgränsvärde gäller för muskelkött av viltfångad sötvattenfisk.
Summan av dioxiner och dioxinlika PCB	6,5 pg/g	6,5 pg/g*	Enligt WHO-PCDD/F-PCB-TEQ. Livsmedelsgränsvärde gäller för muskelkött av viltfångad sötvattenfisk.
Summa PCB ₆	125 ng/g	125 ng/g*	Kongenerna PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 samt PCB 180. Livsmedelsgränsvärde gäller för muskelkött av viltfångad sötvattenfisk. HVMFS gränsvärde gäller för fiskmuskel.
PFOS	9,1 ng/g		
PFAS ₄			Tolererbart veckointag (TVI) av PFOS, PFOA, PFNA och PFHxS fastställt till 4,4 ng/kg kroppsvikt och vecka enligt Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA).
HBCD/HBCDD	167 ng/g		
PBDE ₆	0,0085 ng/g		Kongenerna BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153 och BDE-154.

3 Resultat – Morfometriska parametrar

De morfometriska resultaten gällande abborre från lokalerna Åsunda, Torsö och Dalbosjön presenteras i tabell 7. Utifrån den okulära besiktningen av fisken från de två lokalerna var det inget som indikerade försämrade fiskhälsa under 2021. Generellt noteras dock små gonader vid samtliga lokaler. Vid dissekeringen kunde inkapslade parasitlarver noteras på lever på tre av abborrhonorna från Åsunda, fem av abborrhonorna från Torsö och tre av abborrarna från Dalbosjön. Under 2019 och 2020 var abborrarna från Torsö i medeltal något längre och tyngre än de från Åsunda. Under 2021 var Torsös honor istället kortare och lättare. Detta förklaras troligen av att de flesta fiskar vid Torsö var av åldern 1+ (median 1, medel 1,4) medan fiskarna från Åsunda övervägande var av åldern 3+ (median 3, medel 2,75). Åldern 3+ dominerade 2019–2020 vid både Åsunda och Torsö. Fiskarna från Dalbosjön 2021 var övervägande av åldern 2+ (median 2,5, medel 2,65).

Konditionsfaktorn (CF) är en beskrivning av fiskens energitillstånd. Torsö hade 2021 lägre konditionsfaktor än de två övriga lokalerna. Konditionsfaktorn 2021 vid Åsunda var likartad föregående år. Dalbosjön hade samma konditionsfaktor 2020 och 2021. Konditionsfaktorn brukar vanligen öka med fiskens ålder samt storlek och påverkas även av fiskens föda. Den lägre konditionsfaktorn 2021 vid Torsö kan alltså ha att göra med fiskarnas generellt lägre ålder. Fiskarnas kondition bedöms som generellt god vid lokalerna. Uträknat leversomatiskt index (LSI) var något högre för abborrarna från Torsö än för de från Åsunda, och fiskarna från Dalbosjön hade ännu något lägre LSI än de från Åsunda. Resultaten avseende LSI ligger i linje med föregående år för Åsunda och Torsö medan Dalbosjöns LSI var betydligt lägre 2021 jämfört med 2020. Fisk i områden förorenade av organiska föreningar kan ha förstörad lever och därmed förhöjt LSI-värde, vilket gör LSI-värdet till en viktig indikation på om fisken utsatts för organiska miljögifter. LSI ger dock ingen indikation om påverkan av föroreningar i undersökningsområdena. Analyserna visar på genomgående lågt gonadsomatiskt index vid lokalerna och endast en hona (Torsö) var könsmogen. GSI-värdet var i medeltal högre i fiskar från Torsö jämfört med Åsunda och Dalbosjön. Detta trots att 2021 års fiskar från Torsö var yngre än tidigare. Fiskarna från Torsö samlades in något senare under säsongen vilket kan påverka hur långt gången gonadmognaden är.

Tabell 7. Resultat för morfometriska parametrar för abborre 2021, Åsunda, Torsö och Dalbosjön. Medelvärde med standardavvikelse är beräknat på angett antal individer.

Parameter	Enhet	Åsunda	Torsö	Dalbosjön
Antal		20	20	18
Längd	cm	20,2 ± 1,35	15,3 ± 5,36	18,0 ± 1,66
Vikt	Gram	93,3 ± 22,5	51,3 ± 23,5	71,0 ± 24,8 ¹
Somatisk vikt	Gram	88,1 ± 21,4	48,3 ± 22,1	65,8 ± 22,9 ²
Lever	Gram	0,83 ± 0,31	0,53 ± 0,39	0,56 ± 0,30 ¹
Gonad	Gram	0,28 ± 0,15	0,37 ± 0,77	0,28 ± 0,19
Ålder	År	3+	1+	2+
CF		1,11 ± 0,12	1,00 ± 0,10	1,18 ± 0,11 ¹
LSI	%	0,93 ± 0,21	1,00 ± 0,35	0,86 ± 0,30 ³
GSI	%	0,32 ± 0,16	0,63 ± 0,97	0,40 ± 0,21 ²

¹ Medel och standardavvikelse av 17 individer.

² Medel och standardavvikelse av 16 individer.

³ Medel och standardavvikelse av 15 individer.

4 Resultat – Metaller i fiskmuskel

Både kvicksilver och många av dess föreningar är giftiga för djur och miljö och orsakar skador på nervsystemet. I naturen omvandlas kvicksilver delvis till metylkvicksilver, som ackumuleras i vävnader hos djur eftersom det är svårnedbrytbart och utsöndras långsamt. Sveriges utsläpp av kvicksilver till luft har minskat kraftigt de senaste decennierna men eftersom kvicksilver kan spridas långt via luften har utländska utsläpp fortfarande stor påverkan på mängden kvicksilver som faller ned över Sverige. Dessutom biomagnifieras kvicksilver vilket gör att höga halter av kvicksilver återfinns hos fisk och andra djur högt upp i näringskedjan (Naturvårdsverket 2022a). Halten av kvicksilver i fisk varierar och styrs av fångstplats, fiskart och fiskens ålder.

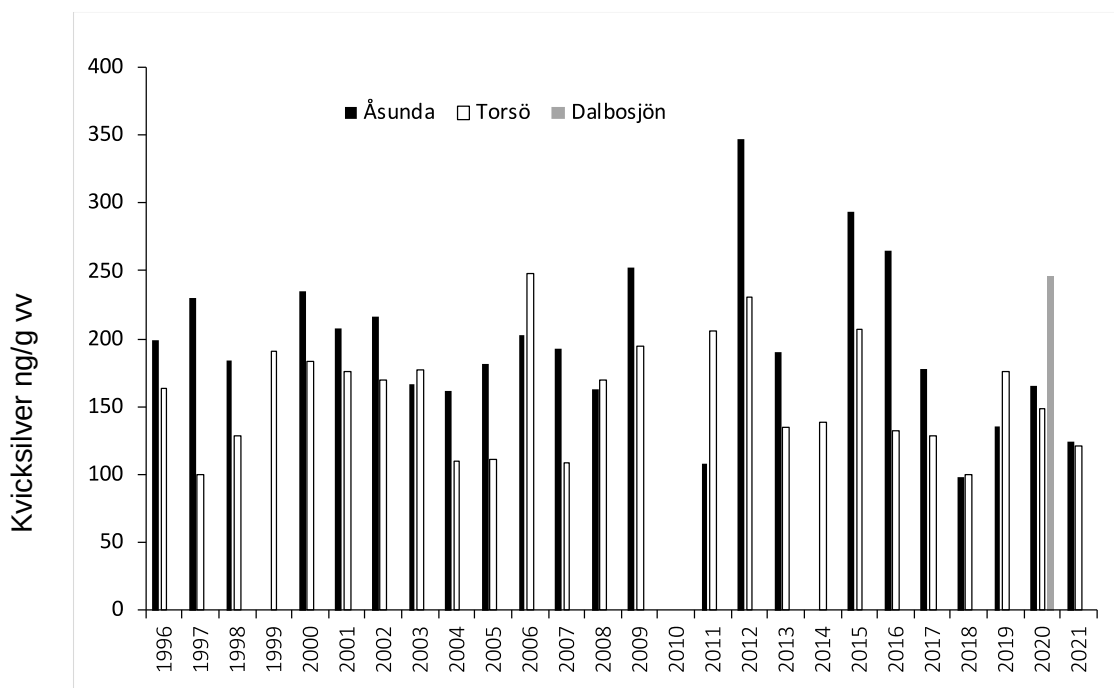
Resultaten från 2021 års undersökning av kvicksilver i abborrar från Åsunda och Torsö samt Dalbosjön (endast samlingsprov) visas som halter i våtvikt i tabell 8. Samtliga resultat redovisas även i bilaga 1. Resultaten för kvicksilver gällande Åsunda och Torsö redovisas både som medelvärde av analysvärden samt som medelvärde av kvicksilverhalt för normerade 1-hg abborrar. Normering används för att få en mer representativ jämförelse av kvicksilverhalt i fisk av olika storlek, eftersom kvicksilver normalt ökar med ökande storlek och ålder. Resultaten i relation till historiska data presenteras i figur 2. Normerade värden finns dock bara från 2020 gällande Dalbosjön (Kling 2021), eftersom normering endast kan göras när prover är inskickade från enskilda individer.

Tabell 8. Kviksilverhalt i abborrmuskel från Åsunda och Torsö samt Dalbosjön (endast samlingsprov) 2021. Resultaten för Åsunda och Torsö visas som medelvärde ($\pm$ standardavvikelse) av analysresultat och som medelvärde av normerad 1-hg abborre och jämförs med gränsvärden från HVMFS 2019:25 och EG-förordning 1881/2006.

Ämne	Matris	Enhet	Åsunda	Torsö	Dalbosjön	HVMFS 2019:25	EG1881/2006
Kviksilver	Muskel	ng/g vv	105 $\pm$ 19	79 $\pm$ 21	82	0,020 mg/kg vv	0,5 mg/kg vv i muskel
Kviksilver normerad 1-hg abborre	Muskel	ng/g vv	125	121			

Många människor exponeras för kvicksilver främst genom födan, där intaget av fisk har stor betydelse (Livsmedelsverket 2022a). Därför finns gränsvärden för hur mycket kvicksilver som får finnas i muskel av fisk, den del av fisken som normalt konsumeras av människor. Gränsvärdet för kvicksilver i abborrmuskel är 0,5 mg/kg vv (EG-förordning 1881/2006). För samtliga lokaler underskrider kvicksilverhalten i muskel gränsvärdet, precis som tidigare år (tabell 8).

Samtliga lokaler överskrider kraftigt gränsvärdet 0,020 mg/kg vv som gäller för biota (HVMFS 2019:25). Gränsvärdet har överskridits sedan mätningarna påbörjades, men alla ytvattenförekomster i Sverige överskrider detta gränsvärde (VISS 2022). Värdet är satt för att skydda vattenlevande organismer samt fiskätande fåglar och däggdjur (Åkerblom och Johansson 2008).



Figur 2. Medelhalt kvicksilver uttryckt som ng per g våtvikt för normerad 1-hg abborre från de båda lokalerna Åsunda och Torsö under 1996–2021, samt Dalbosjön 2020. Gränsvärde för kvicksilver i fiskmuskel för konsumtion är 0,5 mg/kg (500 ng/g) våtvikt.

Generellt har halterna de flesta år varit något lägre i Torsö än i Åsunda och även varierat något mindre (figur 2). Jämfört med 2020 var halterna 2021 lägre i både Åsunda och Torsö, men likartade lokalerna emellan. Halterna 2021 ligger bland de lägre halter som tidigare uppmätts och resultaten visar att fisken fortsatt ligger under det gränsvärde för konsumtion som är satt av EU. Den uppmätta halten kvicksilver 2021 i samlingsprov från Dalbosjön var betydligt lägre än medelvärdet av individprover under 2020 (0,192 mg/kg, Kling 2021).

Bly, kadmium och nickel i muskel

Halter av bly, kadmium och nickel i abborrmuskel analyserades också för Torsö och Åsunda 2021. Samtliga abborrar från Torsö och Åsunda hade halter som låg under laboratoriets rapporteringsgränser för respektive metall (bilaga 1). För Dalbosjön analyserades samlingsprover från abborrmuskel även med avseende på arsenik, kadmium, krom, koppar, nickel, bly och zink 2021 (tabell 9, bilaga 2). I likhet med Torsö och Åsunda låg halterna av bly och nickel i Dalbosjön under det analyserande laboratoriets rapporteringsgräns, medan kadmium uppmättes i kvantifierbar halt. Såväl kadmium som kvicksilver och bly underskred dock gällande gränsvärden för konsumtion.

Tabell 9. Analysresultat (mg/kg) avseende metaller i samlingsprov av abborrmuskel från Dalbosjön 2021.

mg/kg	Matris	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Dalbosjön	Muskel	0,080	0,0035	0,062	0,272	<0,02	<0,02	7,02
Gränsvärde	Muskel		0,05 ¹				0,3 ¹	

¹EG1881/2006

5 Resultat – metaller i fisklever

Människan har under lång tid genom sin verksamhet spridit olika tungmetaller till miljön och dessa återfinns därför i levande organismer (Naturvårdsverket 2022b). Till skillnad från kvicksilver analyseras övriga metaller oftast i leverprover, eftersom metallerna lättare ansamlas i lever (Jezierska och Witeska 2006).

Flera faktorer påverkar metallhalterna i fisk. Olika utsläppskällor ger lokal variation i utsläpp och påverkar därmed även halten i fisk. Stora lokala utsläpp kan komma från industrier och reningsverk, medan mer diffusa utsläpp kommer från biltrafik, jord- och skogsbruk och vedeldning. Biotillgängligheten påverkas av i vilken form metallerna förekommer. Metalljoner kan lätt tas upp av organismer medan metaller i mineralform är mycket svårare att ta upp. Dessutom påverkar vattnets kemiska egenskaper metallernas tillgänglighet. Biotillgängligheten ökar i vatten med lågt pH, närings- och humusfattiga vatten samt i vatten med låg hårdhet (Naturvårdsverket 2007).

Resultat från analyserna av metaller i lever från Åsunda och Torsö 2021 visas som medelvärden i tabell 10. Gränsvärden för livsmedel finns för kadmium och bly i muskel, men inte för lever. De gränsvärden som finns är därmed inte direkt tillämpbara på de metallhalter som uppmätts i abborrlever. Dessutom gäller gränsvärdet för livsmedel våtvikt i muskel medan halterna i tabellerna visas som torrsvikt.

Tabell 10. Metallhalter i fisklever från de två lokalerna Åsunda och Torsö 2021. Halterna är presenterade som medelvärde inklusive standardavvikelse och visas som torrsvikt. Resultatet är ett medelvärde av 10 individer. Rapporteringsgränserna för metaller är generellt förhöjda p.g.a. liten provmängd.

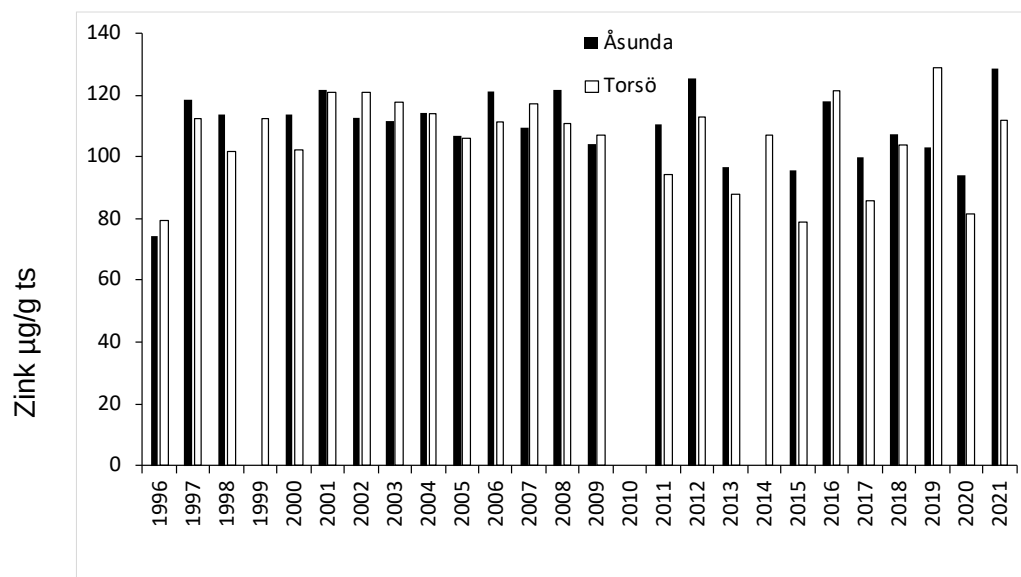
Ämne	Matris	Enhet	Åsunda	Torsö	EG1881/2006 (EU1259/2011)
Zink (Zn)	Lever	µg/g ts	128,8 ± 15,0	111,7 ± 11,4	
Koppar (Cu)	Lever	µg/g ts	13,7 ± 3,12	8,34 ± 1,45	
Kadmium (Cd)	Lever	µg/g ts	1,47 ± 0,35	0,59 ± 0,27	0,05 µg/g i muskel
Arsenik (As)	Lever	µg/g ts	2,21 ± 0,72	1,43 ± 0,58	
Bly (Pb)	Lever	µg/g ts	0,08 ± 0,02	0,11 ± 0,07	0,3 µg/g i muskel
Krom (Cr)	Lever	µg/g ts	0,25 ± 0,22	0,29 ± 0,18	
Nickel (Ni)	Lever	µg/g ts	0,22 ± 0,12	0,30 ± 0,18	
Torrsubstans (Ts)	Lever	%	— ¹	— ¹	

¹ Torrsubstansen som använts för beräkningar är ett medel av tidigare års torrsubstanser.

Zink och koppar

Zink är en essentiell metall för alla organismer och krävs för att ämnesomsättningen ska fungera. För höga halter är dock skadliga och kan störa både beteende och reproduktion hos vattenlevande organismer (Naturvårdsverket 2022c). Diffusa källor står för de största utsläppen till både luft och vatten (Naturvårdsverket 2022d; Naturvårdsverket 2022e). Sedan 1990-talet har utsläppen till luft minskat med ungefär 40% (Naturvårdsverket 2022e) och industriutsläppen till vatten verkar ha minskat efter millennieskiftet (Naturvårdsverket 2022d).

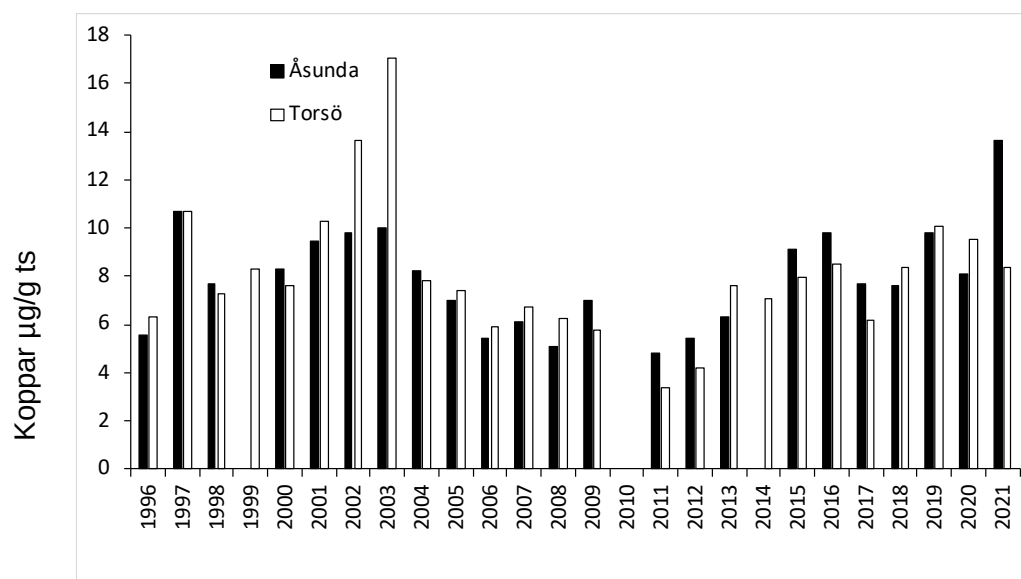
Medelhalten av zink i abborrlever från Åsunda var 2021 högre än vad som uppmätts på flera år, men i nivå med vad som uppmätts i abborre från Kolstrandsviken (Vänern) under senare tid (Barthel Svedén och Andersson 2021). Medelhalten zink för fisk från Torsö var 2021 högre än 2020, men låg på liknande nivåer som uppmätts under de senaste åren (figur 3).



Figur 3. Medelhalt zink uttryckt som µg/g ts i abborrelever från de båda lokalerna Åsunda och Torsö under 1996–2021.

Precis som zink är koppar ett essentiellt ämne som blir giftigt i för höga halter, särskilt för vattenlevande organismer. Transportsektorn utgör den största utsläppskällan av koppar till luft, medan de största utsläppen till vatten kommer från avloppsreningsverk samt pappers- och massaindustrin. Utsläppen har minskat sedan 1990-talet (Naturvårdsverket 2022f).

Under 2021 utmärkte sig Åsunda med den högsta medelhalten koppar under tidsserien. Medelhalten vid Torsö låg dock i linje med vad som uppmätts under de senaste åren (figur 4). Liknande höga halter koppar har tidigare redovisats från Kolstrandsviken (Barthel Svedén & Andersson 2021).

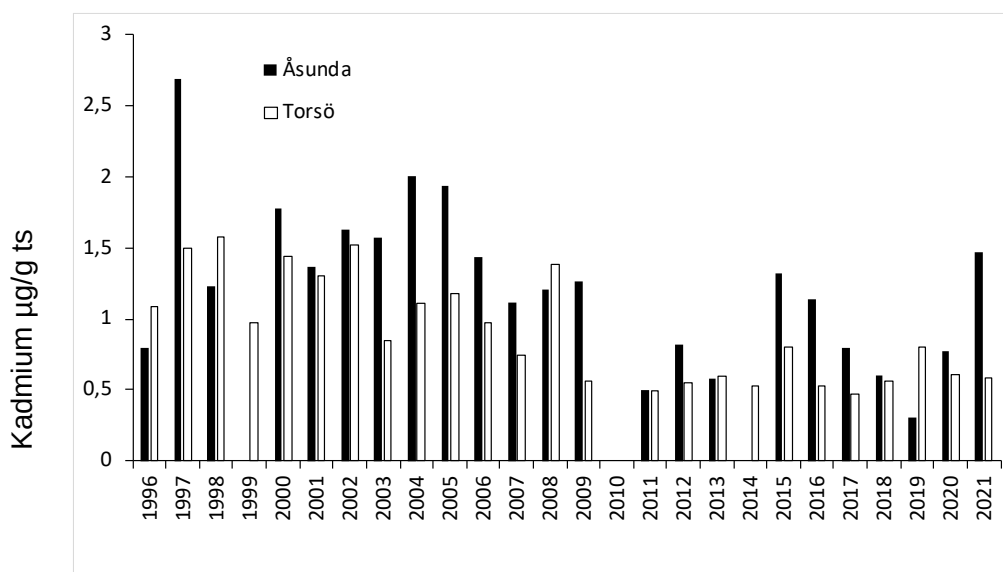


Figur 4. Medelhalt koppar uttryckt som µg/g ts i abborrelever från de båda lokalerna Åsunda och Torsö under 1996–2021.

Kadmium

Kadmium har använts flitigt inom industrin, men sedan slutet av 1970-talet är användningen betydligt mer begränsad och hårt reglerad. Trots att utsläppen har minskat har halterna i exempelvis fisk inte sjunkit (Naturvårdsverket 2022g). Kadmium kan vara toxiskt redan i låga nivåer och påverkar bland annat beteende och tillväxt (Okocha och Adedeji 2011).

Även gällande kadmium var medelhalten 2021 vid Åsunda högre än vad som uppmätts på flera år vid lokalen. Liknande halter har dock uppmätts på andra lokaler i Vänern under senare år (Barthel Svedén och Andersson 2021). Vid Torsö låg medelhalten kadmium, liksom för övriga metaller, på liknande nivåer som under de senaste åren (figur 5).

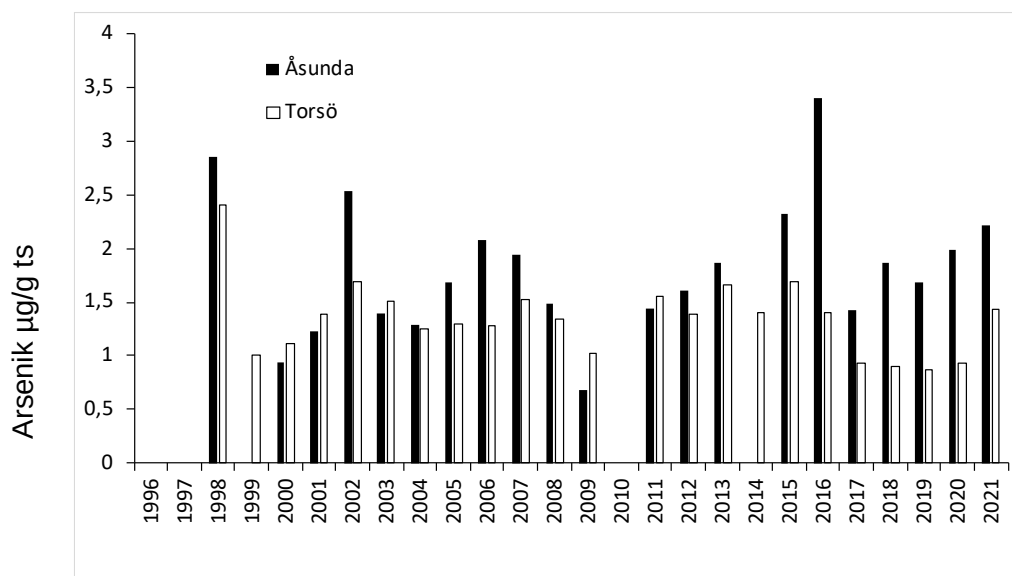


Figur 5. Medelhalt kadmium uttryckt som µg/g ts i abborrlevers från de båda lokalerna Åsunda och Torsö under 1996–2021.

Arsenik

Arsenik är mycket giftigt för vattenlevande organismer (Naturvårdsverket 2022h). Ämnet har tidigare använts som exempelvis träskyddsmedel och bekämpningsmedel, men användningen är idag hårt reglerad och har minskat kraftigt i Sverige. Fortfarande släpps dock mindre mängder arsenik ut i Sverige, framför allt till vatten från avloppsreningsverk och pappersmassaindustri.

Halterna av arsenik 2021 vid både Åsunda och Torsö låg något högre än föregående år (figur 6). Medelhalten vid Åsunda har stigit sedan 2019. De stora skillnaderna som observerats mellan Åsunda och Torsö de senaste åren kvarstår, med en högre medelhalt i Åsunda. Lokalen Torsö är vald för att den finns i en mindre påverkad del av Vänern och ska därför kunna fungera som referens för övriga lokaler. I området runt Åsunda finns flera verksamheter som släpper ut arsenik till vatten, vilket ger en skillnad i lokal belastning (Naturvårdsverket 2022i). Detta kan vara en anledning till de högre halter som observeras i Åsunda, men även andra faktorer kopplade till vattnets kemiska egenskaper har betydelse för om en metall är tillgänglig för upptag.

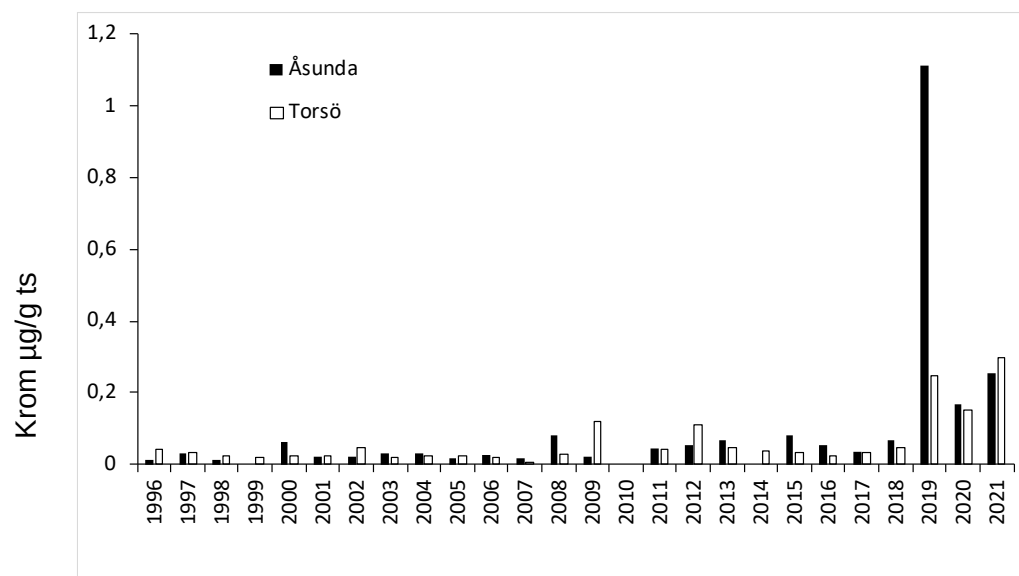


Figur 6. Medelhalt arsenik uttryckt som µg/g ts i abborrlever från de båda lokalerna Åsunda och Torsö under 1998–2021.

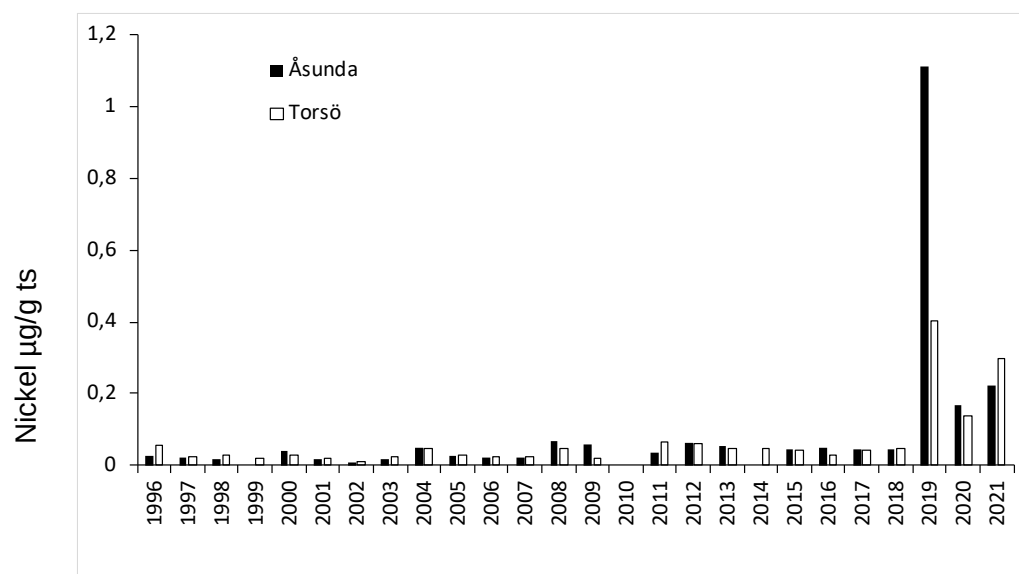
Krom, nickel och bly

Medelhalter 2021 av krom, bly och nickel visas i tabell 10. Under undersökningsperioden har analysmetoden ändrats, från att 1996–2007 haft väldigt låga rapporteringsgränser till en metod som har något högre rapporteringsgränser (Grotell 2018, Olsson och Andersson 2020). Eftersom de flesta resultat avseende krom, nickel och bly ligger under rapporteringsgränsvärdena påverkar detta tolkningen av resultaten då halva LOQ-värdet används vid datautvärderingen. En jämförelse mellan år blir missvisande då det snarare visar skillnader i LOQ än skillnader i verkliga halter.

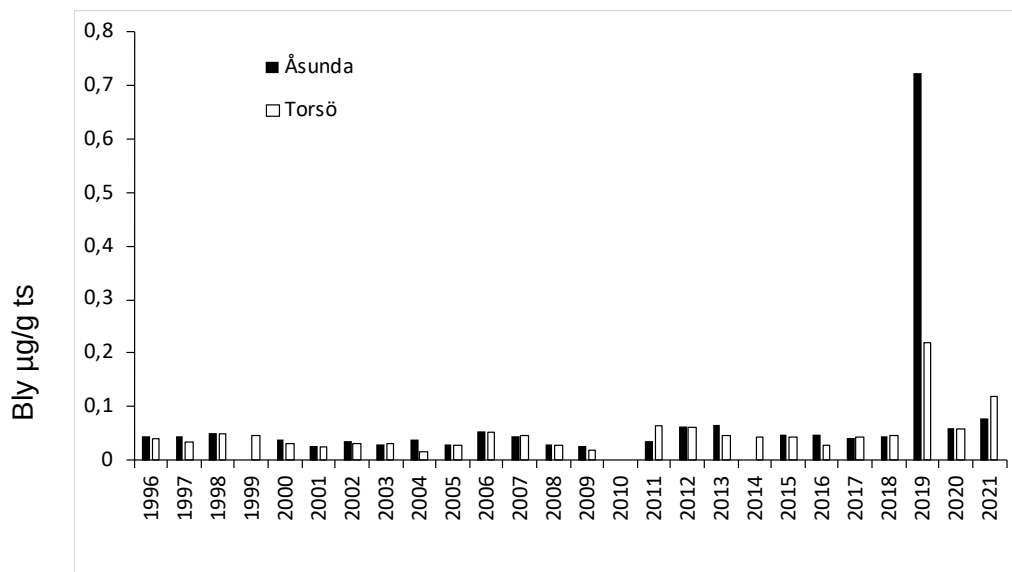
Jämfört med tidigare undersökningsår hade analyserna särskilt 2019 (Olsson och Andersson 2020), men även 2020 (Barthel Svedén och Andersson 2021) och 2021 (bilaga 1) högre rapporteringsgränser. Leverhalterna av krom, bly (främst 2019) och nickel ser därför ut att vara mycket höga 2019–2020 vid Åsunda och Torsö (se figur 7, 8 och 9), trots att de flesta analysresultat i realiteten ligger under rapporteringsgränsen. I Åsunda hade en individ en halt av krom (0,86 µg/g ts) som låg över rapporteringsgränsen och en annan individ en halt av nickel (0,54 µg/g ts) som låg över rapporteringsgränsen.



Figur 7. Medelhalt krom uttryckt som µg/g ts i abborrlever från de båda lokalerna Åsunda och Torsö under 1996–2021. Observera att de flesta analysvärden ligger under rapporteringsgränsen vilket medför att tidsserien snarare jämför rapporteringsgränser än verkliga halter.



Figur 8. Medelhalt nickel uttryckt som µg/g ts i abborrlever från de båda lokalerna Åsunda och Torsö under 1996–2021. Observera att de flesta analysvärden ligger under rapporteringsgränsen vilket medför att tidsserien snarare jämför rapporteringsgränser än verkliga halter.



Figur 9. Medelhalt bly uttryckt som µg/g ts i abborrlever från de båda lokalerna Åsunda och Torsö under 1996–2021. Observera att de flesta analysvärden ligger under rapporteringsgränsen vilket medför att tidsserien snarare jämför rapporteringsgränser än verkliga halter.

6 Resultat – organiska föreningar

Analysprogrammet för organiska föreningar har utökats sedan undersökningarna startade 1996. I dagsläget analyseras PCB, dioxin, dioxinlika PCB, PBDE, HBCD/HBCDD samt PFAS/PFOS.

Resultaten från analyserna av organiska ämnen förutom PFAS på samlingsprover av muskel från 2021 är sammanfattade i tabell 11 tillsammans med gällande gränsvärden för livsmedel samt för biota. Organiska föreningar ansamlas i fettrik vävnad och resultaten har därför även räknats om till fettvikt.

Tabell 11. Organiska föreningar förutom PFAS/PFOS i samlingsprov av abborrmuskel från lokalerna Åsunda, Torsö och Dalbosjön 2021. Gulmarkerade värden överskrider gällande gränsvärde. Gränsvärde för PCB samt summa dioxin och dioxinlika PCB bör jämföras med lipidnormaliserade halter.

Ämne	Matris	Enhet	Åsunda	Torsö	Dalbo- sjön	HVMFS 2019:25	EG1881/2006 (EU1259/2011)
PCB ₇ ¹	Muskel	ng/g vv	0,634	0,921	1,42		
PCB ₇ ¹	Muskel	µg/g fv	0,102	0,156	0,169		
Summa PCB ₆ ¹	Muskel	ng/g vv	0,597	0,872	1,22	125 ng/g	125 ng/g
Summa PCB ₆ ¹ - lipidnormaliserad	Muskel	ng/g 5%-fv	4,8	7,4	7,3	125 ng/g	
Dioxinlika PCB ¹	Muskel	pg/g vv WHO-TEQ	0,048	0,086	0,12		
Dioxinlika PCB ¹	Muskel	ng/g fv WHO-TEQ	0,008	0,015	0,014		
PCDD/PCDF ¹	Muskel	pg/g vv WHO-TEQ	0,07	0,10	0,27		3,5 pg/g i muskel
PCDD/PCDF ¹	Muskel	ng/g fv WHO-TEQ	0,011	0,016	0,032		
Summa dioxiner och dioxinlika PCB ¹	Muskel	pg/g vv WHO-TEQ	0,117	0,182	0,39	6,5 pg/g	6,5 pg/g i muskel
Summa dioxiner och dioxinlika PCB – lipidnorm. ¹	Muskel	pg/g 5%-fv WHO-TEQ	0,94	1,54	2,3	6,5 pg/g	
PBDE ₆ ¹	Muskel	ng/g vv	0,028	0,032	0,037	0,0085 ng/g	
PBDE ₆ ¹	Muskel	µg/g fv	0,004	0,005	0,004		
HBCD/HBCDD ¹	Muskel	ng/g vv	0,018	0,018	5,0	167 ng/g	
HBCD/HBCDD ¹	Muskel	µg/g fv	0,003	0,003	0,59		
Råfett	Muskel	%	0,62	0,59	0,84		

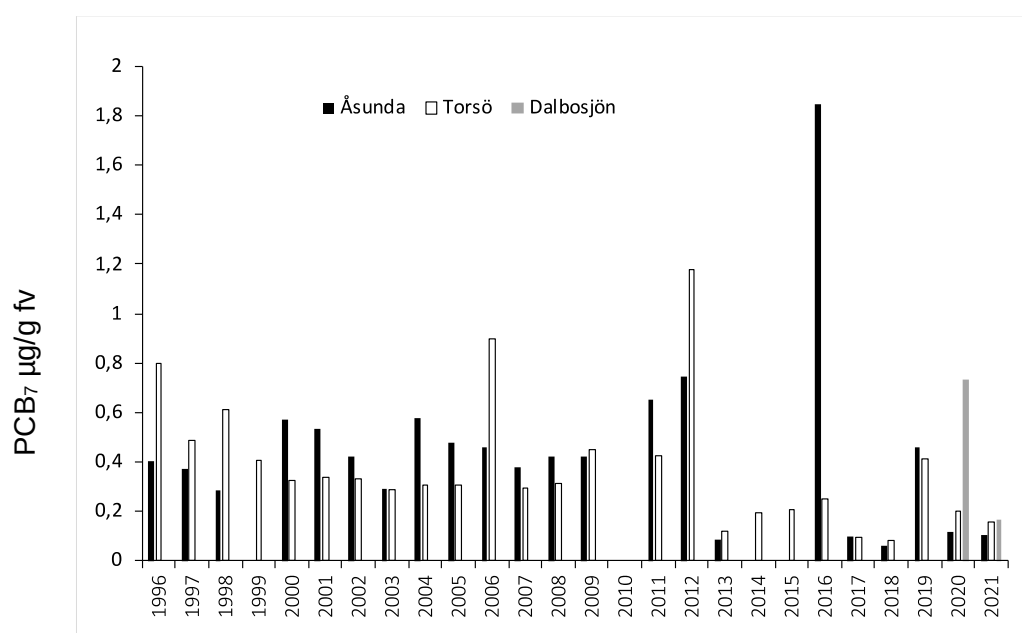
¹ Resultatet är baserat på rapporteringsgränsvärde inkl. LOQ.

PCB

Polyklorerade bifenyler, PCB, är ett samlingsnamn för 209 olika ämnen, s.k. kongener, som innehåller flera kloratomer. Precis som andra organiska miljögifter är de persistenta, d.v.s. de bryts ned väldigt långsamt och det tar lång tid innan de försvinner från miljön. I Sverige förbjöds användning i nya produkter 1978 och all användning 1995. Många byggnader, transformatorer och kondensatorer innehåller PCB sedan innan förbudet och ämnena sprids fortfarande till miljön. PCB är fettlösligt och ansamlas i vävnader hos organismer. Dessutom ackumuleras PCB i näringskedjan och anrikas i t.ex. fisk. Sedan användningen förbjöds har halterna enligt den nationella miljöövervakningen minskat i både sill och sillgrissleägg (Naturvårdsverket 2022j).

Abborre från Torsö och Åsunda har sedan 1996 analyserats med avseende på PCB₇ (se tabell 5 för ingående kongener). Analyserna skedde fram till 2003 på enskilda muskelprover och sedan 2004 på samlingsprov av muskel. Fram till 2016 har värdet på de kongener som underskridit rapporteringsgränsen delats med två, men från 2017 görs summeringen av PCB₇ på LOQ (Grotell 2019). PCB₇ inklusive LOQ innebär att rapporteringsgränsen används i summeringen av de sju kongenerna istället för halva gränsvärdet för de kongener som underskrider rapporteringsgränsen.

Resultaten för halten PCB₇ och PCB₆ (samma kongener som PCB₇ förutom PCB 118) i muskel från 2021 finns i tabell 11. Totalhalten PCB₇ inkl. LOQ i muskel var 0,63 ng/g vv i Åsunda, 0,92 ng/g vv i Torsö och 1,42 ng/g vv i Dalbosjön. Halten anges även omräknat till fettvikt baserat på muskelns fetthalt. Denna halt används för att kunna jämföra de olika provtagningsåren med varandra. PCB-halten har varierat i både Åsunda och Torsö sedan mätningarna påbörjades 1996 (figur 10).



Figur 10. Halt PCB uttryckt som µg/g fettvikt i samlingsprov på muskel från de båda lokalerna Åsunda och Torsö under 1996–2021, samt Dalbosjön 2020–2021.

Vid Åsunda och Torsö var PCB-halten 2021 mycket likartad 2020 men lägre än 2019 och även relativt låg sett till hela tidsserien. Halterna är dock högre än var som uppmättes 2013, 2017 och 2018. Det är viktigt att ha i åtanke att rapporteringsgränsen för PCB kan variera mellan åren vilket kan inverka på resultaten som presenteras.

Halten i Dalbosjön 2021 var betydligt lägre än 2020 (figur 10) och alla kongener utom PCB 153 uppvisade halter under rapporteringsgränsen. Observera att olika laboratorium har analyserat under 2020 respektive 2021 vilket också innebär olika rapporteringsgränsvärden. Detta påverkar halterna som redovisas inklusive LOQ.

Det finns inget gränsvärde för PCB₇, men däremot för PCB₆. Totalhalterna PCB₆ var 0,597 ng/g vv (Åsunda), 0,872 ng/g vv (Torsö) och 1,22 ng/g vv (Dalbosjön). Det högre värdet för Dalbosjön beror till stor del på högre rapporteringsgränsvärden. För PCB₆ gäller gränsvärdet 125 ng/g vv för biota, men innan jämförelse görs mot detta gränsvärde ska de uppmätta halterna omräknas till 5% lipidvikt, en s.k. lipidnormalisering (HaV 2016). Lipidnormalisering görs eftersom olika fiskar samt olika vävnader har olika fetthalt. Genom att lipidnormalisera blir jämförelserna med gränsvärdet representativa för alla uppmätta värden. Risken att underskatta mängden organiska

ämnen som organismer får i sig via födan minskar också genom omräkningen, eftersom analyser på mager fisk och magra vävnader såsom muskel ger ett lägre resultat för fettlösliga ämnen. Lipidnormaliserade värden för Åsunda och Torsö var 4,8 ng/g respektive 7,4 ng/g och ligger därmed fortsatt långt under gränsvärdet, och lägre än 2019 och 2020 (Olsson och Andersson 2020, Barthel Svedén och Andersson 2021). Även Dalbosjöns lipidnormaliserade halt (7,3 ng/g) var lägre än gränsvärdet och betydligt lägre än föregående år (Kling 2021).

Dioxiner och dioxinlika PCB

Dioxiner varken framställs eller används medvetet av människor utan uppstår som en biprodukt vid ofullständig förbränning av organiskt material tillsammans med ämnen som innehåller klor. De uppkommer exempelvis vid tillverkning av bekämpningsmedel eller vid klorblekning inom pappersmassaindustrin. Totalt 210 olika ämnen av typen polyklorerade dibenso-*p*-dioxiner (PCDD) samt polyklorerade dibensofuraner (PCDF) bildar gruppen dioxiner. Alla dioxinerna ansamlas i fettvävnad och anrikas i näringskedjan, där rovfiskar och fiskätande fåglar är mest utsatta. Ämnena är långlivade och giftiga och ett tiotal av dem klassificeras som mycket giftiga. Dioxinen TCDD (2,3,7,8-tetraklordibenso-*p*-dioxin) är ett av de starkaste gifterna som finns (Naturvårdsverket 2022k).

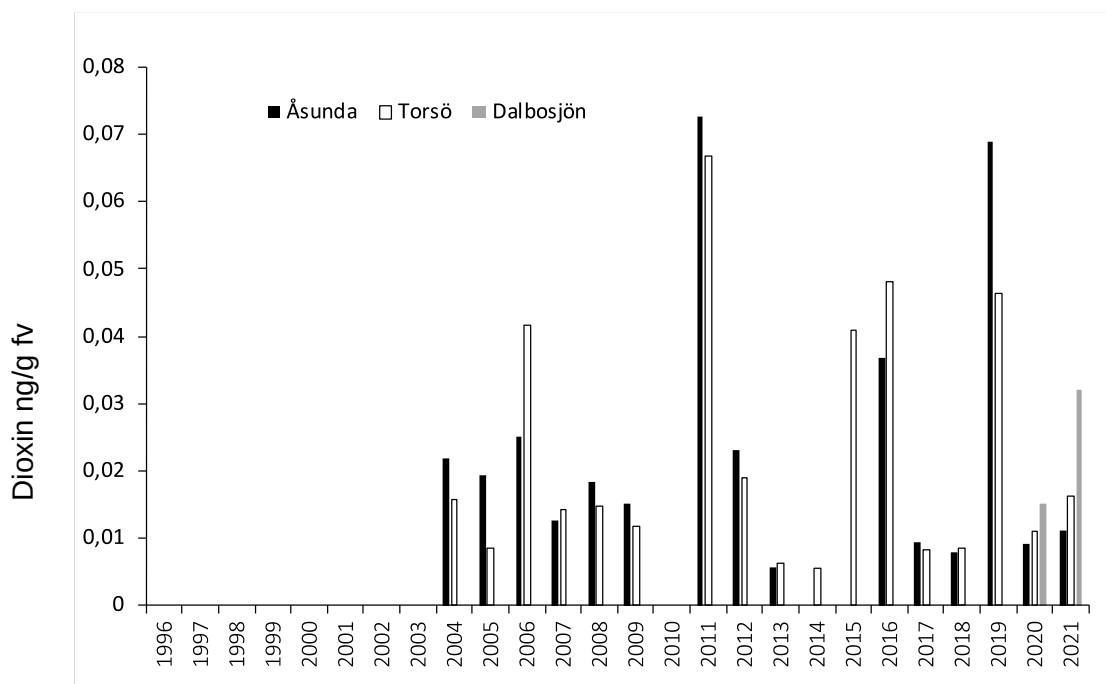
Förutom dioxiner finns det även 12 PCB-kongener som klassas som dioxinlika (se tabell 5 för dioxinlika kongener). Dessa kongener har en kemisk struktur som liknar dioxinernas och de har därför även egenskaper som liknar dioxinerna. Graden av toxicitet skiljer sig mellan alla olika dioxiner och dioxinlika PCB:er och varje enskilt ämnes giftighet har därför internationellt tilldelats en toxisk ekvivalensfaktor, TEF. TEF anger varje ämnes styrka i förhållande till dioxinen TCDD, som är den giftigaste. En sammanvägd bedömning av alla dioxiner och dioxinlika PCB:ers effekt kan därför göras genom att räkna ihop alla TEF och då få den totala effekten, kallad TEQ (toxisk ekvivalensfaktor, anges normalt som WHO-TEQ). TEQ motsvarar den mängd TCDD som skulle uppvisa samma effekt som samtliga dioxiner och dioxinlika PCB:er (Karolinska Institutet 2022a). Genom att använda WHO-TEQ kan jämförelser därmed göras.

Halten dioxiner och dioxinlika PCB:er visas i tabell 11. Totalt analyserades 17 olika ämnen inom gruppen dioxiner och de flesta låg under rapporteringsvärdet för respektive ämne. I Åsunda låg alla utom 2,3,7,8-TetraCDF under rapporteringsgränsvärdet medan några fler ämnen i Torsö låg på analyserbara halter. I Dalbosjön 2021 låg samtliga dioxiner på halter under rapporteringsgränsvärdet. I tabellen redovisas därmed halten till stor del baserat på LOQ, d.v.s. en summering av rapporteringsgränsen för samtliga ämnen. Summan av PCDD/PCDF (WHO-TEQ) var 0,07 pg/g vv i Åsunda, 0,1 pg/g vv i Torsö och 0,27 pg/g vv i Dalbosjön (enbart LOQ). Samtliga lokaler underskrider därmed med god marginal gränsvärdet 3,5 pg/g som gäller för livsmedel (EG-förordning 1881/2006; EU-förordning 1259/2011). Summan PCDD/PCDF samt dioxinlika PCB (WHO-TEQ) var i Åsunda 0,117 pg/g vv, i Torsö 0,182 pg/g vv och i Dalbosjön 0,39 pg/g vv, vilket innebär att gränsvärdet för livsmedel (6,5 pg/g) underskrids vid samtliga lokaler. De resultat som erhållits är dessutom en överskattning av den totala halten eftersom de flesta ingående dioxiner och flera PCB-kongener låg under analysernas rapporteringsgränser.

För att kunna göra en jämförelse med gränsvärdet på 6,5 pg/g vv för biota (gränsvärdet är satt för att skydda ekosystemet) i HVMFS 2019:25 bör haltsumman dioxiner samt dioxinlika PCB lipidnormaliseras till 5% lipidvikt. Abborre är en mager fisk och innehåller inte mycket fett, vilket påverkar mängden fettlösliga ämnen den tar upp. Efter normalisering var halten för Åsunda och Torsö 0,94 respektive 1,54 pg/g. Lipidnormaliserad halt för Dalbosjön var 2,3 pg/g. Gränsvärdet underskrids därmed även när värdena är lipidnormaliserade.

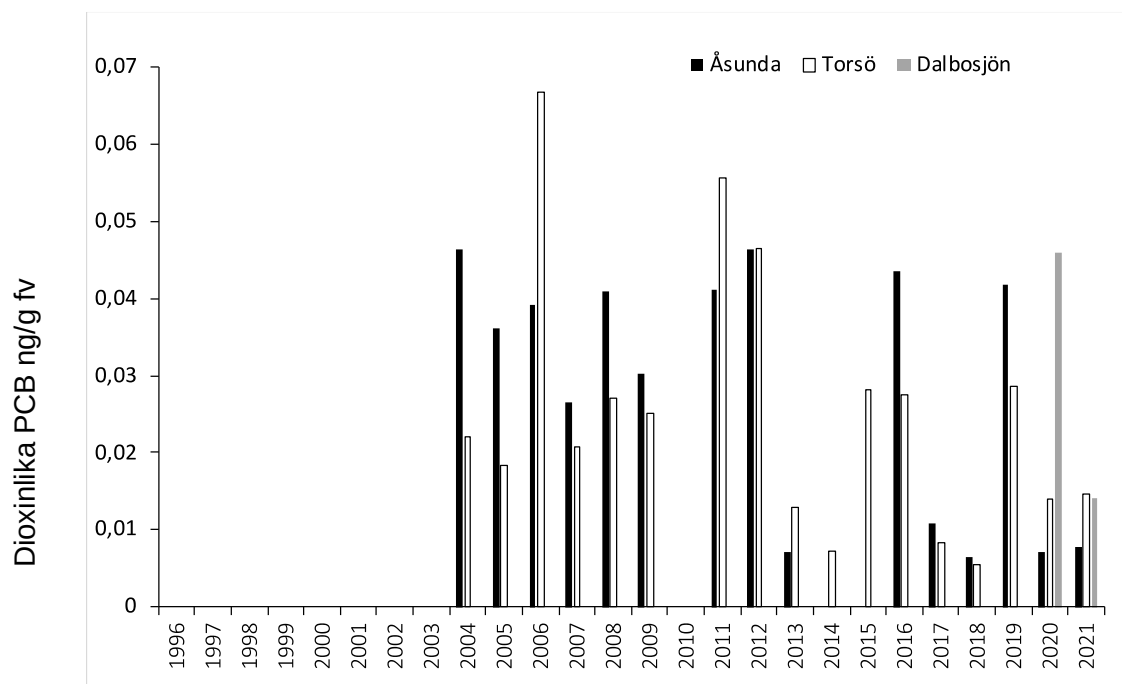
Jämförelser mellan de olika undersökningsåren har gjorts på halterna av PCDD/PCDF relaterat till muskelns fetthalt och visas i figur 11. Halterna för Åsunda och Torsö 2021 ligger i nivå med halterna 2017–2018 samt 2020 och är betydligt lägre än 2019. I tidigare årsrapporter (Grotell 2018; Grotell 2019) har värden från åren 2011, 2015 och 2016 exkluderats ur jämförelsen för

dioxiner p.g.a. förhöjda rapporteringsgränser. Även 2019 var rapporteringsgränsen förhöjd jämfört med tidigare år (Olsson och Andersson 2020). Skillnaderna i rapporteringsgränsvärden mellan år gör det svårt att dra slutsatser om haltförändringar. Den högre halten dioxin 2021 jämfört med 2020 i Dalbosjön beror på högre rapporteringsgränsvärden (figur 11). Samtliga analyserade dioxiner i Dalbosjön 2021 låg under laboratoriets rapporteringsgränsvärden.



Figur 11. Dioxinhalt uttryckt som ng/g fettvikt i samlingsprov på muskel från de båda lokalerna Åsunda och Torsö under 2004–2021, samt Dalbosjön 2020–2021. Observera att halten är inklusive LOQ och att halten exklusive LOQ 2021 är 0 ng/g fv för Dalbosjön.

För dioxinlika PCB relateras också halten till muskelns fetthalt och resultaten från 2004–2021 för Åsunda och Torsö visas i figur 12. Halten 2021 var mycket likartad den 2020, jämförbar med halterna som uppvisas för 2017–2018 och mycket lägre än 2019. För Dalbosjön var halten dioxinlika PCB relaterad till fetthalt betydligt lägre 2021 jämfört med 2020 (figur 12).



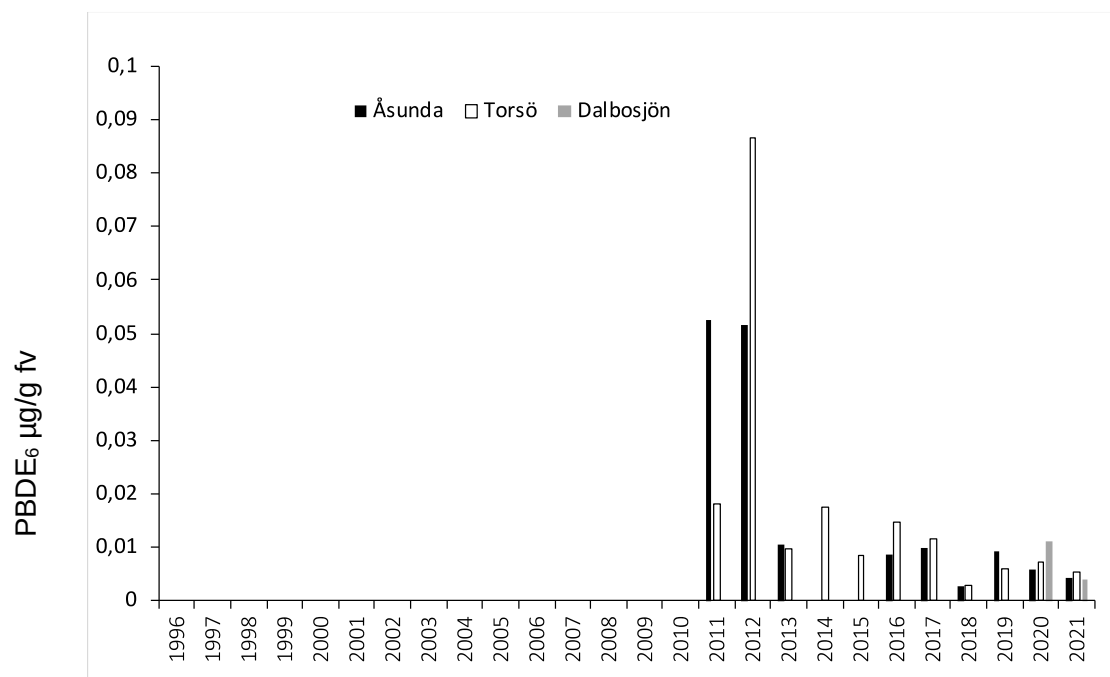
Figur 12. Halt dioxinlika PCB uttryckt som ng/g fettvikt i samlingsprov på muskel från de båda lokalerna Åsunda och Torsö under 2004–2021, samt Dalbosjön 2020–2021.

PBDE och HBCDD

Flamskyddsmedel har fått stor global spridning och finns i ganska höga halter i vatten, sediment och vattenlevande organismer. De är fettlösliga och anrikas i organismer (Naturvårdsverket 2021). De används för att förhindra och fördröja bränder och kan återfinnas i många olika produkter och material. Totalt finns ca 80 olika bromerade flamskyddsmedel med varierande kemiska egenskaper. Polybromerade difenyletrar – PBDE – är en grupp bromerade flamskyddsmedlen som varierar i antalet bromatomer de innehåller. PBDE tillsammans med HBCDD (hexabromcyklododekan) har historiskt haft en stor användning och det finns därför mycket kunskap om dessa ämnen. PBDE och HBCDD är svårnedbrytbara och långlivade, men ämnena skiljer i hur lätt de ansamlas och hur giftiga de är (Karolinska institutet 2022b).

Totalt analyserades 24 olika PBDE-kongener i Åsunda och Torsö 2021 och resultatet från en summering av sex kongener, PBDE₆, visas i tabell 11. För ingående kongener i PBDE₆ se tabell 5. För Dalbosjön analyserades enbart PBDE₆. Analys av PBDE har vid Åsunda och Torsö skett sedan 2011 och antalet kongener som har analyserats har varierat mellan åren. Av 24 analyserade kongener 2021 detekterades enbart PBDE-47 i Åsunda och Torsö. PBDE-47 ingår i PBDE₆, vilket innebär att LOQ används för majoriteten av kongenerna i summeringen, motsvarande tillvägagångssättet för rapporteringen 2017–2020. Innan dess användes istället halva LOQ-värdet vid summeringen (Grotell 2019).

BDE-47 är den kongen som vanligen bidrar med störst andel i summeringen. Halten PBDE₆ har relaterats till muskelns fetthalt och resultaten visar att mängden har minskat avsevärt sedan mätningarna började 2011 (figur 13). Om det är en effekt av det förbud som infördes 2004 mot användning av BDE-47 och flera andra PBDE:er (Naturvårdsverket 2021) går inte att säga, eftersom det saknas analyser från innan förbudet. Fettviktshalten PBDE₆ i Dalbosjön var lägre 2021 jämfört med 2020 (figur 13).



Figur 13. Halt PBDE₆ uttryckt som µg/g fettvikt i samlingsprov på muskel från de båda lokalerna Åsunda och Torsö under 2011–2021, samt Dalbosjön 2020–2021.

De uppmätta PBDE₆-halterna, 0,028 och 0,032 ng/g vv för Åsunda respektive Torsö 2021, fortsätter att överskrida gränsvärdet 0,0085 ng/g vv som gäller för biota (HVMFS 2019:25). Detta gränsvärde har överskridits i Vänerfisk sedan mätningarna påbörjades, men det överskrider för alla ytvattenförekomster i hela Sverige p.g.a. atmosfärisk deposition (VISS 2022). Även Dalbosjön (0,037 ng/g vv) överskrider gränsvärdet. Då PBDE är fettlösliga och analyser har gjorts på abborre, som är en mager fisk, kommer halten PBDE troligen att vara högre för fetare fisk som fångas i Vänern och gränsvärdet överskrider i sådana fall med ännu större marginal för dessa.

Även analys av HBCD/HBCDD har gjorts på abborrmuskel (tabell 11). Tre kongener (alfa, beta och gamma) av HBCDD har analyserats för Åsunda och Torsö och samtliga kongener var 2021 under rapporteringsgränsen, vilka för båda lokalerna gav en summerad LOQ-halt på 0,018 ng/g vv. Gränsvärdet 167 ng/g (HVMFS 2019:25) underskrider därmed med god marginal trots en överskattning av halten. Resultaten från 2021 ligger i linje med vad som tidigare rapporterats (Sjölin 2012, Sjölin 2015, Olsson och Andersson 2020, Barthel Svedén och Andersson 2021). Även analysresultatet för total HBCD i Dalbosjön låg under det analyserande laboratoriets rapporteringsgränsvärde (5 µg/kg). Den till synes högre koncentrationen vid denna lokal (tabell 11) är alltså ett resultat av ett högre rapporteringsgränsvärde.

PFAS och PFOS

PFAS är samlingsnamn för per- och polyfluorerade alkylsubstanser, en grupp på över 4700 ämnen som alla innehåller flera fluoratomer. PFAS har tillverkats och använts flitigt sedan 1950-talet för sina vatten-, smuts- och fettavvisande egenskaper. De används i impregneringsmedel, brandsläckningsskum, som rengöringsmedel, skidvalla och beläggning i kastruller och stekpannor. Alla PFAS är mycket svårnedbrytbara och hittills har ingen studie visat att PFAS bryts ned helt och hållet i miljön, utan de finns alltid kvar i någon form. Många PFAS är toxiska för både miljö och människa och kan ansamlas i organismer samt anrikas i näringskedjan. Till skillnad från många andra organiska ämnen som ansamlas i fettvävnad kommer de PFAS som har fett- och

vattenavstötande egenskaper istället att binda till proteiner. Detta gör att de lagras i andra organ såsom lever och blod (Kemikalieinspektionen 2022). Ännu finns svårigheter i att avläsa trender från studier av PFAS-ämnen i abborre, p.g.a. tidigare otillförlitliga analysresultat, resultat nära rapporteringsgränser samt varierande och ökande rapporteringsgränsvärden (Sellén och Sköld 2021).

PFAS i Vänern har undersökts i leverprover från abborrar sedan 2011 och i muskelprover från abborrar sedan 2012. Antalet ämnen som ingår i analysen har däremot varierat mellan åren. Både 2018 och 2019 analyserades 18 föreningar i abborrmuskel medan 21 ämnen ingick 2020 och 2021 för Torsö och Åsunda. Dalbosjön hade utökad PFAS-analys 2021 och totalt analyserades 28 PFAS-ämnen, varav 25 kunde göras i lever. För att kunna jämföra mellan olika år används en summering av 10 av dessa föreningar för att representera PFAS-halten i muskel (se tabell 5 för ingående föreningar). Ämnet PFOS (perfluoroktansulfonat) tillhör gruppen PFAS och utgör vanligtvis en stor andel av den totala PFAS-halten. Halten PFAS och PFOS i muskel samt i lever visas i tabell 12. Halten har även relaterats till fetthalten i muskel och lever för att kunna göra jämförelser mellan olika år.

Tabell 12. PFAS och PFOS i samlingsprov av abborrmuskel och abborrlever från de tre lokalerna Åsunda, Torsö och Dalbosjön 2021. Gränsvärde från HVMFS 2019:25 för muskel och från HaV 2016:26 för lever. Observera att antalet ingående ämnen i PFAS skiljer mellan muskel (10 ämnen) och lever (21 eller 25 ämnen).

Ämne	Matris	Enhet	Åsunda	Torsö	Dalbosjön	HVMFS/HaV 2016
PFOS	Muskel	ng/g vv	3,3	3,2	5,8	9,1 ng/g
PFOS	Muskel	µg/g fv	0,53	0,54	0,36	
PFAS ₁₀ ¹	Muskel	ng/g vv	4,69	4,37	7	
PFAS ₁₀ ¹	Muskel	µg/g fv	0,76	0,74	0,44	
PFOS	Lever	ng/g vv	69	100	81	140 ng/g
PFOS	Lever	µg/g fv	1,72	3,21	1,59	
PFAS ₂₁ ¹	Lever	ng/g vv	82	120	100	
PFAS ₂₁ ¹	Lever	µg/g fv	2,04	3,85	1,97 ²	
Råfett	Muskel	%	0,62	0,59	1,59	
Råfett	Lever	%	4,01	3,12	5,08	

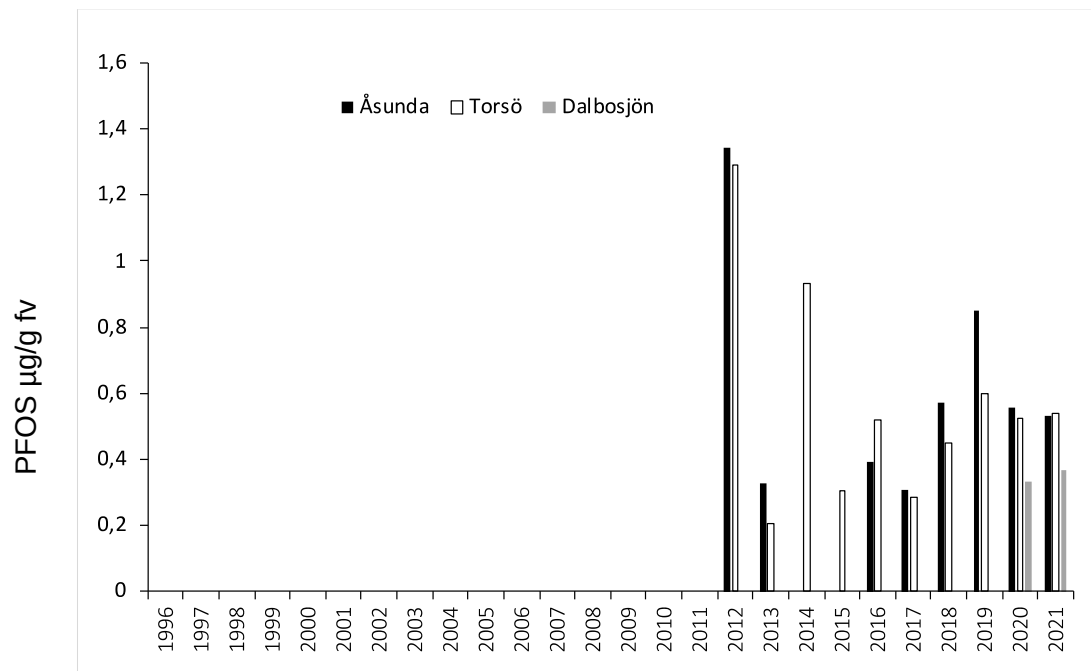
¹ Resultatet är baserat på rapporteringsgränsvärde inkl. LOQ.

² Dalbosjön hade utökad PFAS-analys 2021, 25 av totalt 28 PFAS-ämnen kunde analyseras i lever.

Fem av tio ingående ämnen i PFAS₁₀ i muskel var över rapporteringsgränsen i Åsunda och Torsö och sex av tio ämnen i Dalbosjön 2021. I Åsunda och Torsö utgjorde PFOS ungefär 70% av PFAS₁₀ och drygt 60% av den totala (inkl. LOQ) PFAS-halten i muskel. I Dalbosjön var motsvarande siffror drygt 80 respektive 67%. Halten PFOS i muskel var 3,3 och 3,2 ng/g vv för Åsunda respektive Torsö. Våtviktshalten var något högre i Dalbosjön, 5,8 ng/g. Detta underskrider med god marginal gränsvärdet på 9,1 ng/g vv för PFOS som är satt för att skydda de känsligaste organismerna i ekosystemet (HVMFS 2019:25), och halten har underskridit gränsvärdet vid nästan samtliga mätningar. Vid ett tillfälle har gränsvärdet överskridits, vilket var för Åsunda 2012 (Grotell 2019). Generellt varierar halten PFOS mellan norr och söder, där de lägsta halterna vanligen uppmäts i norra Sverige kopplat till mindre befolkningsmängd och därigenom mindre användning av olika PFAS (Faxneld m.fl. 2013).

Halten PFOS i muskel har relaterats till muskelns fetthalt och en jämförelse mellan undersökningsåren visas i figur 14. Halten har varierat mellan åren. Halterna i Åsunda och Torsö

2021 var mycket likartade de från föregående år. Även Dalbosjöns fettviktshalter var likartade 2020 och 2021, och något lägre än de i Åsunda och Torsö (figur 14).



Figur 14. Halt PFOS uttryckt som µg/g fettvikt i samlingsprov på muskel från de båda lokalerna Åsunda och Torsö under 2012–2021, samt Dalbosjön 2020–2021.

Analysen av PFOS och PFAS på lever har ingått sedan 2011 i programmet men har utgått de flesta åren p.g.a. för små provmängder. Tabell 13 visar halten PFOS i lever de år analyserna kunnat genomföras för prover från Åsunda och Torsö, samt för de analyserade åren 2020–2021 för Dalbosjön. Halterna 2021 ligger i linje med vad som tidigare uppmätts och under det föreslagna gränsvärdet för PFOS-halt i lever: 140 ng/g vv (HaV 2016). När PFOS-halten relateras till fettvikten blir halten i Åsunda fortfarande likartad med tidigare år medan halten i Torsö 2021 är det hittills högsta värdet. Fetthalten har de senaste åren varit lägre i Torsö, vilket påverkar resultatet. Fetthalt saknas för 2019 p.g.a. för liten provmängd vilket också påverkar vilka antaganden som kan göras kring resultatet. För Dalbosjön kan en ökning noteras från föregående år, både vad gäller uppmätt halt och halt relaterad till fettvikt.

Totalt ingick 2021 21 PFAS-ämnen i analyserna av lever för Åsunda och Torsö och den totala PFAS-halten inkl. LOQ var 82 respektive 120 ng/g vv, vilket innebär en ökning från 2020. För provet från Dalbosjön analyserades 2021 25 PFAS-ämnen och den totala halten inkl. LOQ var 100 ng/g vv. De för 2021 nya analyserade ämnena utgjorde 3,71 ng/g vv (inkl. LOQ), vilket inte motsvarar den stora ökningen i PFAS från föregående år. PFOS utgjorde, liksom 2020, ca 80% av den totala PFAS-halten i lever.

Tabell 13. Uppmätt halt PFOS i lever samt relaterat till leverns fetthalt för åren 2011 och 2017–2021 för de tre lokalerna Åsunda, Torsö och Dalbosjön.

År	PFOS ng/g vv			PFOS µg/g fv			Fetthalt		
	Åsunda	Torsö	Dalbosj.	Åsunda	Torsö	Dalbosj.	Åsunda	Torsö	Dalbosj.
2011	110	120		2,2	2,4		5	5	
2017	66	59		1,6	1,5		4,0	4,0	
2018	162	123		3,1	1,6		5,2	7,8	
2019	77	80		1,9	2,0		4,0	— ¹	
2020	56	45	20	1,4	2,0	0,78	3,9	2,2	2,6
2021	69	100	81	1,7	3,2	1,6	4,0	3,1	5,1

¹ Råfettanalys utgick vid Torsö 2019 p.g.a. för lite provmaterial. Vid uträkning av fettvikt (fv) har råfetthalten från Åsunda använts.

Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA) har fastställt det tolererbara veckointaget av PFAS₄ (PFOS, PFOA, PFNA och PFHxS) till 4,4 ng/kg kroppsvikt och vecka (Livsmedelsverket 2022c). De uträknade tolererbara veckointagen av fisk (gram) för en vuxen (70 kg) respektive ett barn (10 kg), baserat på uppmätta halter av PFAS₄ (muskel) i Vänern visas i tabell 14. Enligt dessa kan en vuxen person (70 kg) äta 51–92,5 gram abborre från Vänern per vecka, beroende på fångstplats, utan att överskrida tolererbart veckointag av PFAS. Ett barn (10 kg) kan endast äta 7,4–13 gram. Observera att det beräknade tolererbara veckointaget av fisk är överskattat då ingen hänsyn har tagits till annat PFAS-intag via mat och dricksvatten.

Tabell 14. Halt PFAS₄ samt beräknat tolererbart veckointag av fisk för vuxen respektive barn med utgångspunkt från tolererbart veckointag av PFAS₄ (4,4 ng/kg kroppsvikt och vecka).

År	PFAS ₄ inkl LOQ	Tolererbart veckointag vuxen (70 kg)	Tolererbart veckointag barn (10 kg)
	ng/g våtvikt	gram fisk	gram fisk
Åsunda	3,4	90	13
Torsö	3,3	92,5	13
Dalbosjön	6,0	51	7,4

Övriga analyserade ämnen i Dalbosjön

Dalbosjön, som ingick i ett projekt med utökad miljöövervakning av fisk i de stora sjöarna Vänern, Mälaren och Vättern, har analyserats med avseende på fler ämnen (bilaga 2). Halterna av polycykliska aromatiska kolväten (PAH) i Dalbosjön 2021 låg övervägande under det analyserande laboratoriets rapporteringsgräns, förutom naftalen (0,0022 mg/kg). Även halterna av hexaklorbutadien och klororganiska pesticider samt ftalater låg genomgående under det analyserade laboratoriets rapporteringsgräns, samt under gällande gränsvärden för biota i HVMFS 2019:25. Rapporteringsgränsvärdena för heptaklor och heptaklorepoxyd (<0,0006 mg/kg) låg dock högre än gällande gränsvärde (HVMFS 2019:25, 0,0067 µg/kg) vilket innebär att utvärdering ej kan göras.

7 Diskussion

Analyserna av abborrar från Åsunda och Torsö 2021 visade att kvicksilverhalterna i muskel i stort inte skiljer sig från tidigare års resultat. Gällande bly, kadmium och nickel i abborrmuskel från Torsö och Åsunda var samtliga resultat under rapporteringsgränsen, i likhet med tidigare undersökningar. För Dalbosjön analyserades metaller 2021 på samlingsprov av muskel, vilket hade en betydligt lägre kvicksilverhalt än medelvärdet av de individprover av muskel som analyserades för 2020. I likhet med Åsunda och Torsö uppvisades halter under rapporteringsgränsvärdet för bly och nickel, medan kadmium i samlingsprov från Dalbosjön hade kvantifierbar halt. Samtliga lokaler överskred, liksom tidigare, gränsvärdet för kvicksilverhalt i biota. Däremot underskreds även fortsättningsvis gränsvärden satta för konsumtion (kvicksilver, bly och kadmium).

Resultaten från undersökningarna 2021 visar att samtliga individprover på abborrar från Åsunda och Torsö underskrider det gränsvärde för livsmedel som är uppsatt med avseende på kvicksilver. Lokalt i Vänern kan det dock finnas enstaka individer som överskrider gränsvärdet (Barthel Svedén och Andersson 2021). Att följa de kostrekommendationer som Livsmedelsverket (2022a) har kring konsumtion är därmed viktigt för att inte få i sig för mycket kvicksilver via kosten. Framförallt kvinnor som planerar att bli gravida, är gravida eller ammar ska undvika att äta fisk som kan innehålla kvicksilver mer än 2–3 gånger per år eftersom kvicksilver går över till fostret och kan fostrets hjärna. Övriga ska inte äta sådan fisk mer än 1 gång i veckan.

Metaller i lever har analyserats för Åsunda och Torsö 2021. Åsunda uppvisade genomgående högre halter än tidigare, medan Torsö hade halter som gick mer i linje med tidigare mätningar. Dock var Torsös abborrar yngre 2021 än tidigare år, vilket kan innebära att halterna blir lägre eftersom fisken inte hunnit ansamlas så stora mängder i levern. Åsundas abborrar var i samma ålder som 2019 och 2020. Vid analys av lever finns en osäkerhet i och med de små provmängderna vilket genererar högre rapporteringsgränsvärden och ibland avvikande resultat som bör exkluderas ur utvärderingar. Dessutom har en torrs substans motsvarande medelvärdet av tidigare års uppmätta värden använts vid beräkningar, eftersom provmängden var för liten för analys av torrs substans. Det var dock inte enstaka prover från Åsunda som genomgående uppvisade de högsta metallhalterna, utan flertalet analyserade individer hade jämförelsevis högre halter än tidigare. Vad detta beror på är svårt att säga.

Halterna av organiska miljögifter i abborrmuskel från Åsunda och Torsö 2021 låg på liknande nivåer som tidigare uppmätts. Då många av de ingående ämnena har halter som ligger under rapporteringsgränsvärdet påverkas resultaten av analysens aktuella LOQ. Variationer i LOQ/rapporteringsgränsvärden mellan åren försvårar utvärdering av resultaten, något som även diskuterats av Olsson och Andersson (2020) och Barthel Svedén och Andersson (2021). Ändrade rapporteringsgränsvärden vissa år kan göra att något som tolkas som en ökning eller minskning i halt egentligen endast beror på ändrade LOQ-värden. Dalbosjön har analyserats av olika laboratorium under 2020 respektive 2021 för samtliga ämnen utom PFAS. Eftersom dessa har olika rapporteringsgränsvärden behöver detta beaktas vid tolkning av resultaten. Exempelvis ser halten dioxin ut att ha ökat mellan 2020 och 2021 medan det i själva verket beror på olika rapporteringsgränsvärden. Inga analyserade dioxiner i Dalbosjön 2021 hade kvantifierbara halter. Övriga organiska miljögifter, med kvantifierbara halter, uppvisar lägre halter 2021 jämfört med 2020 i Dalbosjön.

De gränsvärden som gäller för dioxin och PCB i livsmedel överskrids inte, i likhet med tidigare, i samlingsprov på abborrar från någon av lokalerna. Abborre är dock inte den bästa arten att mäta dessa ämnen i eftersom det är en mager fisk och både dioxiner och PCB ansamlas i fett. Halterna är sannolikt högre i fetare fisk såsom sik eller öring. För just dessa arter finns det dessutom kostrekommendationer med avseende på PCB och dioxin när det gäller fisk fångad i Vänern (Livsmedelsverket 2022b). Kostrekommendationerna är desamma som för kvicksilver. Vad gäller

PFOS var halterna i muskel 2021 liknande tidigare år medan halten i lever var högre än 2020 vid samtliga lokaler. Halterna gällande både muskel och lever ligger dock fortsättningsvis under gällande gränsvärden. Trots detta är det värt att notera de små mängder fisk som kan intas utan att överskrida EFSA:s TVI (tolererbart veckointag) gällande PFAS₄, 4,4 ng/kg (tabell 14). Då har dessutom ingen hänsyn tagits till andra förekommande källor till PFAS-intag. Att överskrida TVI under kortare perioder bedöms inte medföra någon hälsorisk, men man bör däremot begränsa eller avstå ifrån regelbundet intag av fisk som har höga PFAS-halter (Livsmedelsverket 2022a). Höga uppmätta PFAS-halter i fisk har föranlett lokala kostrekommendationer i exempelvis Stockholm (Stockholms stad 2022) och Östersund (Östersunds kommun 2022).

8 Slutsatser och rekommendationer

Resultaten från 2021 års undersökning av abborre i Vänern visar att halterna av kvicksilver och organiska miljögifter i muskel ligger på liknande eller lägre nivåer som tidigare. De gränsvärden för biota som överskrids (Hg, PBDE) är de som överskrids i alla svenska vattenförekomster. Gränsvärden för konsumtion överskrids inte.

Halterna av metaller i lever låg på liknande nivåer som tidigare för Torsö men var genomgående betydligt högre än tidigare för Åsunda. Det är svårt att säga vad detta beror på. Även PFOS-halterna i lever var högre 2021 jämfört med 2020, vid samtliga lokaler.

Calluna AB rekommenderar att de kostrekommendationer som tagits fram av Livsmedelsverket samt EFSA (PFAS₄) följs.

9 Referenser

- ALcontrol Laboratories (2017). Program för samordnad recipientkontroll i norra Vänern med tillflöden. 2017-02-01. Norra Vänerns intressenter.
- Barthel Sveden, J., Andersson, T. (2021). Metaller och miljögifter i abborre och gädda från Vänern 2020. Calluna AB.
- EG-förordning 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 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.
- Faxneld, S., Danielsson, S., Nyberg, E., Bignert, A., Berger, U. (2013). Fluorerade miljögifter i fisk från svenska sjöar. I: Havs- och vattenmyndigheten, Sötvatten 2013 – Om miljötillståndet i Sveriges sjöar och vattendrag.
- Grotell, C. (2018). Metaller och organiska föreningar i abborre från Vänern år 2017. Vänerns vattenvårdsförbund, 2018.
- Grotell, C. (2019). Metaller och organiska föreningar i abborre från Vänern år 2018. Vänerns vattenvårdsförbund, 2019.
- HaV. (2016). Miljögifter i ytvatten – klassificering av ytvattenstatus. Vägledning för tillämpning av HVMFS 2013:19. Rapport 2016:26. Havs- och vattenmyndigheten.
- HVMFS 2019:25. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten.
- Jeziarska, B., Witeska, M. (2006). The metal uptake and accumulation in fish living in polluted waters. I: Twardowska, I., Allen, H.E., Häggblom, M.M., Stefaniak, S. (eds). Soil and Water Pollution Monitoring, Protection and Remediation. NATO Science Series, vol 69. Springer Dordrecht.
- Karolinska Institutet. (2022a). <https://ki.se/imm/dioxiner-och-dioxinlika-pcb> [2022-05-10].
- Karolinska Institutet. (2022b). <https://ki.se/imm/polybromerade-difenyletrar-pbde> [2022-05-10].
- Kemikalieinspektionen (2022). <https://www.kemi.se/kemiska-amnen-och-material/hogfluorerade-amnen---pfas> [2022-05-10].
- Kling, S. (2021). Metaller och miljögifter i abborre från Vänern 2020, Dalbosjön. Calluna AB.
- Livsmedelsverket. (2022a). <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/onskade-amnen/metaller1/kvicksilver> [2022-05-10].
- Livsmedelsverket. (2022b). <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/onskade-amnen/miljogifter/dioxiner-och-pcb> [2022-05-10].
- Livsmedelsverket. (2022c). <https://www.livsmedelsverket.se/foretagande-regler-kontroll/regler-for-livsmedelsforetag/dricksvattenproduktion/riskhantering-pfas-i-dricksvatten-egenfangad-fisk> [2022-05-10].
- Naturvårdsverket. (2007). Bilaga A till handbok 2007:4. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag.
- Naturvårdsverket. (2022a). <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Metaller/Kvicksilver-Hg/> [2022-05-10].
- Naturvårdsverket. (2022b). <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Metaller/> [2022-05-10].
- Naturvårdsverket. (2022c). <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/sv/Amnen/Tungmetaller/Zink/> [2022-05-10].
- Naturvårdsverket. (2022d). <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/industri/zink-utslapp-till-vatten-fran-industrianlaggningar/> [2022-05-10].

- Naturvårdsverket. (2022e). <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/luft/utslapp/utslapp-av-zink-till-luft/> [2022-05-10].
- Naturvårdsverket. (2022f). <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Metaller/Koppar/> [2022-05-10].
- Naturvårdsverket. (2022g). <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/sv/Amnen/Tungmetaller/Kadmium/> [2022-05-10].
- Naturvårdsverket. (2022h). <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/sv/Amnen/Tungmetaller/As-Arsenik1/> [2022-05-10].
- Naturvårdsverket. (2022i). <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/sv/Kartsida/> [2022-05-10].
- Naturvårdsverket. (2022j). <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Organiska-miljogifter/PCB/> [2022-05-10].
- Naturvårdsverket. (2022k). <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/miljofororeningar/organiska-miljogifter/oavsiktligt-bildade-amnen/> [2022-05-10].
- Naturvårdsverket. (2022l). <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/miljofororeningar/organiska-miljogifter/flamskyddsmedel-i-miljon/> [2022-05-10].
- Okocha, R.C., Adediji, O.B. (2011). Overview of cadmium toxicity in fish. *Journal of Applied Sciences Research*, 7(7): 1195–1207.
- Olsson, T., Andersson, T. (2020). *Metaller och miljögifter i abborre från Vänern 2019, Åsunda och Torsö. Calluna AB.*
- Sellén, E., Sköld, M. (2021). *PFAS tidstrend. Miljöförvaltningen Stockholms stad. SellénMiljö.*
- Sjölin, A. (2012). *Undersökning av stabila organiska ämnen och metaller i abborre och gädda 2010–2011. Rapport 71, Vänerns vattenvårdsförbund.*
- Sjölin, A. (2015). *Metaller och stabila organiska ämnen i abborre. År 2014. I: Årsskrift från Vänerns vattenvårdsförbund, 2015, rapport 91.*
- Stockholms stad (2022). *Avrådan från att äta insjöfisk. Tillgänglig: https://parker.stockholm/aktuellt/nyheter/2021/06/avradan-fran-att-ata-insjofisk/* [2022-05-24].
- VISS. (2022). <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA29853066> [2022-05-10].
- Åkerblom, S., Johansson, K. (2008). *Kvikksilver i svensk insjöfisk – variationer i tid och rum. Rapport 2008:8, Institutionen för miljöanalys, SLU.*
- Östersunds kommun (2022). *PFAS i Fisk – kostnadsrekommendationer. Tillgänglig: https://www.ostersund.se/bygga-bo-och-miljo/kemikalier-miljogifter-och-farliga-amnen/pfas-i-fisk--kostrekommendationer.html* [2022-05-24].



Hemsida: www.calluna.se • E-post: info@calluna.se • Telefon växel: 013-12 25 75

Huvudkontor: Calluna AB, Linköpings slott, 582 28 Linköping

Vänerns vattenvårdsförbund

Vänerns vattenvårdsförbund är en ideell förening med totalt 73 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, telefonnummer 010-224 52 05.

