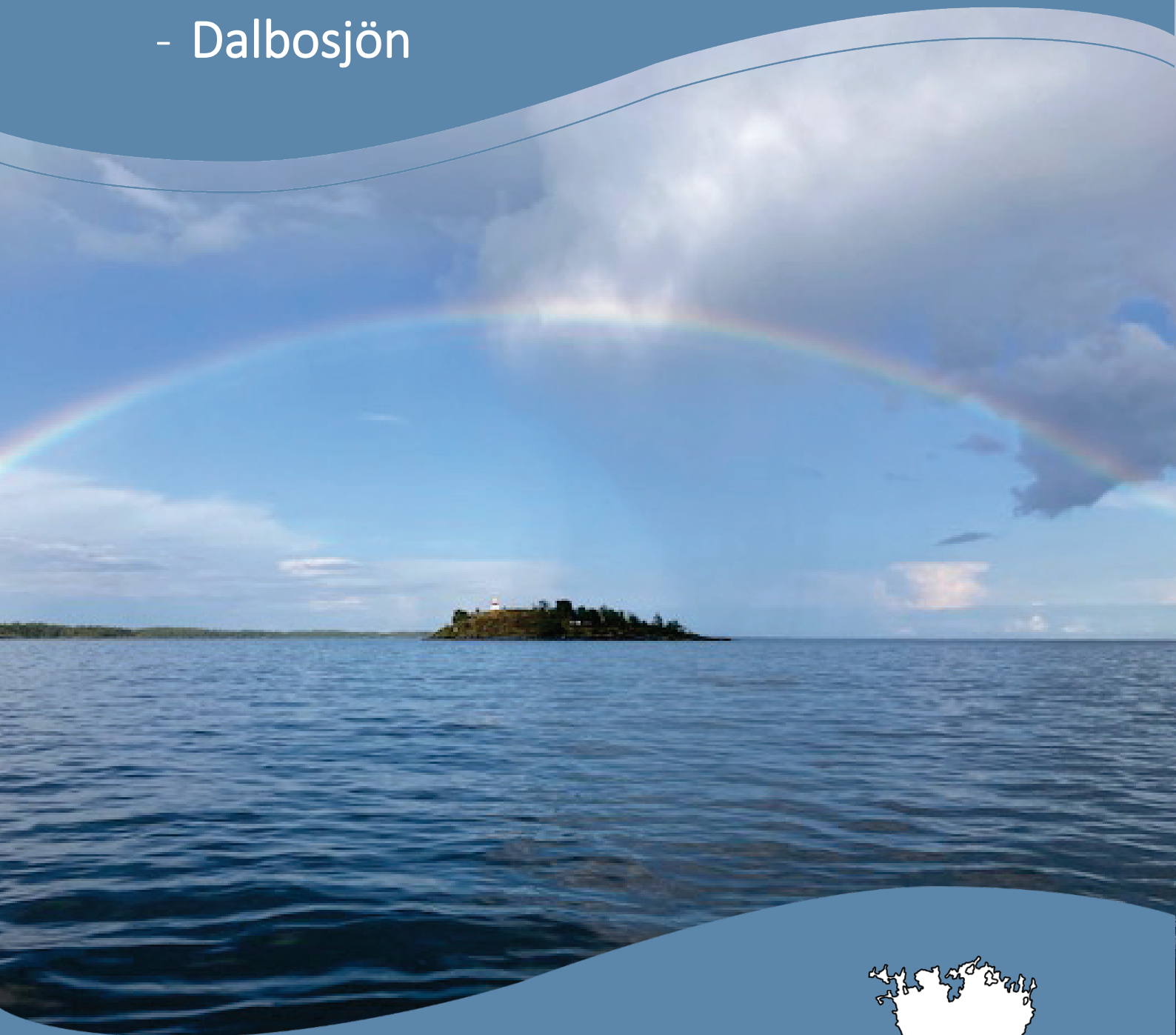


Metaller och miljögifter i abborre från Vänern 2020

- Dalbosjön



Titel: Metaller och miljögifter i abborre från Vänern 2020, Dalbosjön.

Tryckår: 2021

ISSN: 1403-6134

Rapportnummer: 129

Författare: Kling, S. 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 2020 genomfördes undersökningar av metaller och organiska miljögifter i abborre i Vänern på totalt tio stationer. Under 2020 kunde undersökningen utökas med en ny lokal i Dalbosjön i Vänern utanför Åmål. I den här rapport redovisas resultatet från den nya lokalen i Dalbosjön. Då det är den första undersökningen på denna lokal jämförs analysresultaten med uppmätta maxhalter för fiskar från Vänern samt mätningar från de två lokaler i Vänern, Torsö och Åsundaön, vilka har undersökts på metaller och miljögifter i fisk under många år. Se också rapport nr 128 där resultaten från de övriga stationerna i Vänern redovisas.

Undersökningen har finansierats med medel Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Vänerns vattenvårdsförbund.

Sara Peilot
Vänerns vattenvårdsförbund
2021-11-22



Metaller och miljögifter i abborre från Vänern 2020

Dalbosjön

OM RAPPORTEN:

Titel: Metaller och miljögifter i abborre från Vänern 2020, Dalbosjön

Version/datum: 2021-10-19

Rapporten bör citeras enligt följande: Kling, S (2021). Metaller och miljögifter i abborre från Vänern 2020, Dalbosjön. Calluna AB.

Foton i rapporten: © Calluna AB där inget annat anges

Omslag: Fogden utanför Åmål augusti 2020

OM UPPDRAGET:

På uppdrag av: 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

Projektleddare: Thomas Andersson (Calluna AB)

Rapportförfattare: Sofia Kling (Calluna AB)

Kvalitetssäkring: Andreas Brutemark (Calluna AB)

Callunas interna projektkod: ABK0029T2



Innehåll

Sammanfattning	4
1 Inledning	5
Uppdragets syfte	5
Bakgrund	5
Områdesbeskrivning	5
2 Metod och genomförande	6
Provfiske	6
Gränsvärden och utvärdering av data	8
3 Resultat – Morfometriska parametrar	10
4 Resultat – Kvicksilver i fiskmuskel	11
5 Resultat – metaller i fisklever	12
Zink och koppar	13
Kadmium	13
Arsenik	14
Krom, nickel och bly	14
6 Resultat – organiska föreningar	14
PCBer	15
Dioxiner och dioxinlika PCB	16
PBDE och HBCDD	17
PFAS och PFOS	18
7 Diskussion	19
8 Slutsatser och rekommendationer	20
9 Referenser	21

Bilaga 1 – Analysprotokoll från Eurofins Watert Testing Sweden AB

Sammanfattning

Metaller och organiska miljögifter i fisk har under 2020 undersökts i Dalbosjön, en ny fiskelokal i Vänern. Resultatet från undersökningen redovisas i denna rapport. Då det är den första undersökningen på lokalen jämförs analysresultaten med uppmätta maxhalter för fiskar från Vänern samt mätningar från två lokaler i Vänern, Torsö och Åsunda, vilka har undersökts på metaller och miljögifter i fisk under många år.

Undersökningen visar att abborrarna i Dalbosjön var vid god kondition. Levrarna visade inga tecken på förorening. Fiskarnas ålder varierade mellan 2–6 år och den dominerande åldern var 3+.

Resultaten visar att kvicksilverhalten i abborrmuskel från Dalbosjön ligger över gränsvärdet för biota, liksom de andra fiskelokalerna i Vänern och alla svenska ytvattenförekomster. Övriga metallanalyser (zink, kadmium, arsenik, bly, krom, nickel) utfördes på abborrlever och resultatet visar halter på ungefär samma nivåer i Dalbosjön 2020 som vid Torsö och Åsunda genom åren. Medelhalten av krom och nickel visar höga värden i Dalbosjön men resultatet kan sannolikt förklaras av att de flesta halter låg under rapporteringsgränsen vilken var förhöjd, snarare än att det var höga halter.

Halterna av organiska föroreningar i abborrmuskel var generellt låga i Dalbosjön jämfört med tidigare undersökningar vid Torsö och Åsunda. En stor andel av ingående föreningar låg under rapporteringsgränsen varför en del beräknade medelhalter med stor sannolikhet ligger på lägre nivåer än de som redovisas i rapporten. En grupp med flamskyddsmedel, PDBE6 överskred gränsvärdet för biota. Detta gränsvärde har överskridits i fisk från Vänern sedan mätningarna påbörjades, och det överskrids för alla ytvattenförekomster i hela Sverige p.g.a. atmosfärisk deposition (Länsstyrelsen 2021).

1 Inledning

Uppdragets syfte

Calluna AB har tillsammans med Eurofins Water Testing Sweden AB och Pelagia Nature & Environment AB fått i uppdrag att provfiska och analysera abborrar från en lokal i Vänern 2020. Analyser på abborre 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 abborrarna. Syftet med mätningarna är utöver detta att fungera som referens till undersökningar av andra fisksamhällen från områden med en annan påverkansbild.

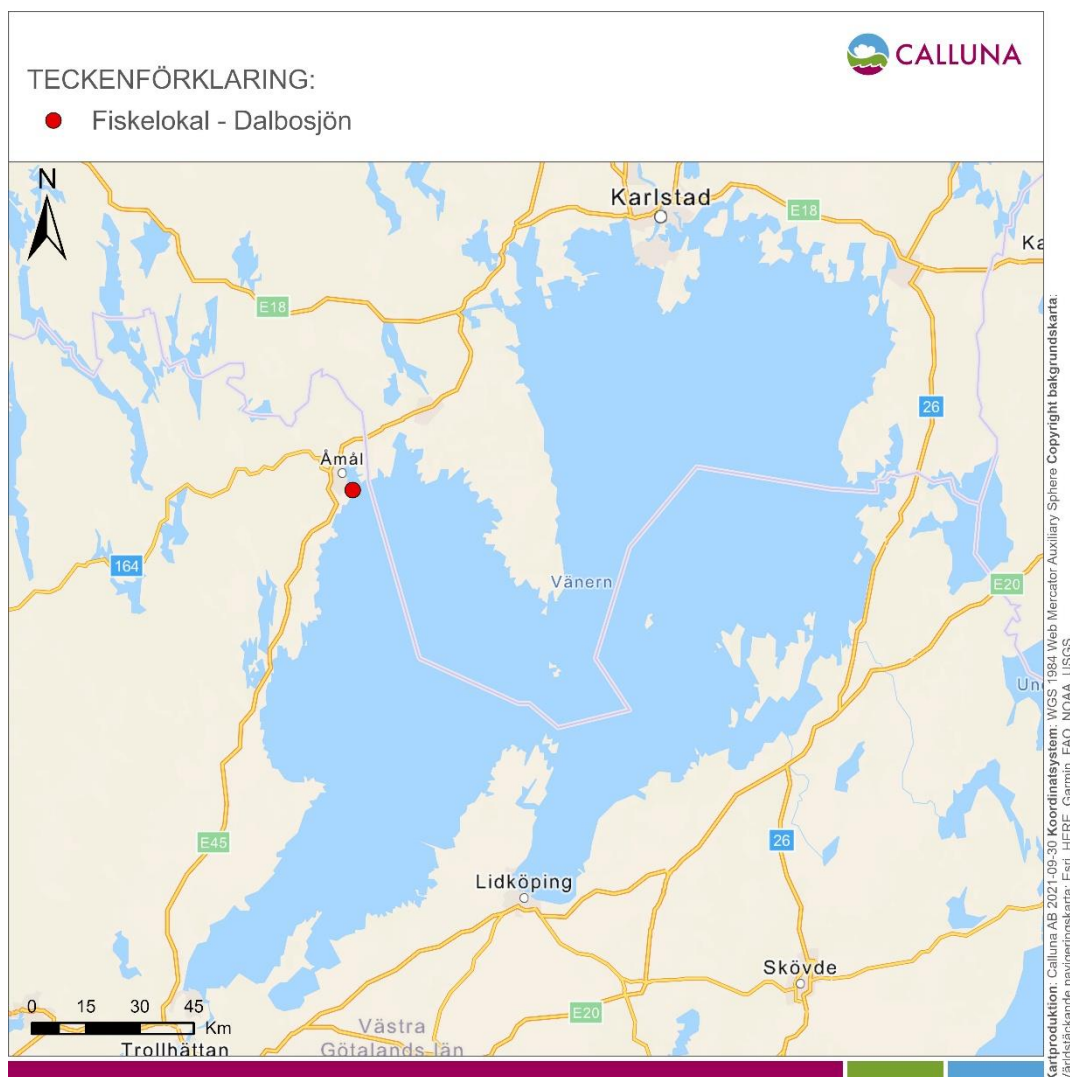
Bakgrund

År 2020 utfördes de första mätningarna avseende metaller och miljögifter i fisk i Dalbosjön. Mätningar av abborrar från Vänern har skett vid två andra lokaler sedan 1996, vid Torsö (Väst Torsö/Onsö) vilken ingår i den nationella miljöövervakningen och vid Åsunda (SO Åsundaön) som ingår i Norra Vänerns recipientkontroll. Analyserade fiskar och parametrar har varierat sedan 1996, baserat på utvärderingar av resultaten, utveckling av nya analysmetoder och gällande rekommendationer. Resultaten från Dalbosjön 2020 jämförs i föreliggande rapport med tidigare års resultat från Torsö och Åsunda.

Genom att mäta abborre ges möjlighet till jämförelser mellan olika delar av landet. Abborre är allmänt förekommande i hela landet och viktig resurs för både yrkes- och fritidsfisket genom att det är en vanlig matfisk. Undersökning av 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 och annan fisk från Livsmedelsverket, eftersom fisk är en stor exponeringskälla för många miljögifter.

Områdesbeskrivning

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 vid en lokal utanför Åmål (WGS84 59,030450; 12,731617) (figur 1). Det är första gången undersökningen utförs i nämnda lokal.



Figur 1. Områdeskarta över insamlingslokal för abborre i Dalbosjön.

2 Metod och genomförande

Provfiske

Insamling av 20 abborrar i storleksklassen 17–20 cm skedde med nät vid undersökningsområdet av Thomas Andersson och Anders Engström på Calluna AB i augusti 2020. Direkt efter fisket frystes fisken in i PVC-fria plastpåsar.

Preparering av abborrarna utfördes av Thomas Andersson och Anders Engström (Calluna AB). Vid preparering registrerades längd, totalvikt, somatisk vikt (exklusive inälvor), levervikt och gonadvikt. Abborrarnas 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 1.

Tabell 1. Morfometriska parametrar som ingår i undersökningen för abborre i Dalbosjön, Vänern.

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
Ålder	År	Pelagia Nature & Environment AB
Leversomatiskt index, LSI	%	Calluna AB
Gonadsomatiskt index, GSI	%	Calluna AB
Konditionsfaktor, CF		Calluna AB

Muskel och lever togs från 10 individer (ÅM1-ÅM10; bilaga 1) för undersökning av kvicksilver respektive analys av tungmetaller.

Ett samlingsprov togs på lever från 10 fiskar (ÅM samlingsprov lever; bilaga 1) för analys av PFAS. Samlingsprov togs också från individernas muskler för analys av PCB, PCDD/PCDF, PBDE, HBCDD samt PFAS i muskel (ÅM samlingsprov muskel; bilaga 1). Analyspaket och analyserande laboratorium är sammanfattade i tabell 2. Ingående ämnen/kongener i de olika analyspaketen anges i tabell 43.

Tabell 2. Analysparametrar för metaller och miljögifter i abborre i Dalbosjön. Samtliga samlingsprover kommer från 10 individer.

Analyspaket	Muskel	Lever	Analyserande laboratorium
As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn		10 fiskar ¹	Eurofins Environment Testing Sweden AB
Hg	10 fiskar ¹		Eurofins Environment Testing Sweden AB
Torrsvikt		Samling, pga. liten provmängd ²	Eurofins Environment Testing Sweden AB
Råfett	Samling ³	Samling	Eurofins Food & Feed Testing Sweden AB
PCB ₇	Samling ³		Eurofins GfA Lab Service GmbH Hamburg, Germany
Dioxinlika PCB	Samling ³		Eurofins GfA Lab Service GmbH Hamburg, Germany
Dioxin (PCDD/PCDF)	Samling ³		Eurofins GfA Lab Service GmbH Hamburg, Germany
PBDE	Samling ³		Eurofins GfA Lab Service GmbH Hamburg, Germany
HBCD	Samling ³		Eurofins GfA Lab Service GmbH Hamburg, Germany
PFAS	Samling ³	Samling ²	Eurofins GfA Lab Service GmbH Hamburg, Germany

¹ÅM1-ÅM10

²ÅM, samlingsprov lever

³ÅM samlingsprov muskel

Tabell 3. Ingående ämnen/kongener i analyspaketen för organiska föreningar.

PCB ₇	Dioxinlika PCB	Dioxin (PCDD/PCDF)	PBDE	PFAS
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	PFHxS
PCB 180	PCB 126	Oktaklordibensodioxin (Okta CDD)	HBCD/HBCDD	PFOS
	PCB 156	2,3,7,8-tetra CDF		PFDS
	PCB 157	1,2,3,7,8-penta CDF		PFOSA
	PCB 167	2,3,4,7,8-penta CDF		PFHxS
	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 CDD		
		1,2,3,4,6,7,8-hepta CDF		
		1,2,3,4,7,8,9-hepta CDF		
		Oktaklordibensofuran (Okta CDF)		

Gränsvärden och utvärdering av data

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 (färs/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.

De individuella leverproverna utgjorde 2020 mycket små provmängder vilket medförde höga rapporteringsgränsvärden. En osäkerhet i de utrapporterade resultaten på torrsviktshalter (bilaga 1) är att torrsubstansen, pga. liten provmängd, endast kunnat bestämmas på samlingsprov från samma lokal, och inte för de individuellt analyserade leverarna. En annan osäkerhetsfaktor är att prover som förvaras länge i frys i väntan på analys kan frystorka. En koncentrationsökning till följd av frystorkning blir särskilt betydelsefull om provmängden är liten, vilket är fallet med de individuellt analyserade abborrleverarna. Då de inför analys invägda leverproverna visade sig ha lägre vikt än de levervikter som uppmättes vid dissektion gjordes en omräkning av metallhalter i lever. De erhållna analysresultaten (mg/kg ts) räknades om till mg/kg vv med den använda torrsubstansen från samlingsproverna. Mängd av respektive metall per prov räknades ut genom att multiplicera våtviktshalterna med invikterna från analysen. En ny våtviktshalt räknades sedan ut genom att dividera metallmängderna/prov med vikten av respektive lever vid dissekering. Ett antagande gjordes att leverproverna, på grund av den ringa provmängden, användes i sin helhet. Torrsviktshalten räknades sedan ut med en torrsubstans som utgjordes av medelvärden av tidigare års torrsubstanser från Torsö och Åsunda.

Flera av de ämnen som har analyserats har olika gränsvärden för abborre (fisk), sammanställda i tabell 4. Gränsvärden från EG/EU-förordningarna är kopplade till livsmedel för att skydda konsumenter från för högt intag av skadliga ämnen via födan. 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 4. 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	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.
Kvicksilver	20 ng/g	0,5 mg/kg	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		
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 presenteras i tabell 5. Utifrån den okulära besiktningen av de 20 abborrhonorna var det inget som indikerade försämrad fiskhälsa under 2020. Vid dissekeringen kunde parasiter på lever noteras på tre fiskar. Fiskarnas längd varierade mellan 17,8–21,1 cm och vägde mellan 56,9–124,3 gram. Åldern varierade mellan 2–6 år och den dominerade åldern var 3+. Medelåldern låg på 3,6 år och medianåldern 3,5 år.

Baserat på konditionsfaktorn (CF, beskrivningen av fiskens energitillstånd) bedöms fiskarna i Dalbosjön var i god kondition. Konditionsfaktorn brukar vanligen öka med fiskens ålder och storlek och påverkas även av fiskens föda.

Uträknat leversomatiskt index (LSI) tyder inte på någon påverkan av föroreningar. Den ligger dock något högre i fiskarna från Dalbosjön 2020 jämfört med Torsö och Åsunda 2019 (1,18 % i Dalbosjön jmf med 1,02 % och 0,83 % vid Torsö resp. Åsunda). Fisk i områdena förorenade av organiska föreningar kan ofta ha förstörd lever och därmed förhöjt LSI-värde, vilket gör LSI-värdet till en viktig indikation på om fisken utsatts för organiska miljögifter.

Gonadsomatiskt index (GSI) beräknades på basis av fiskens somatiska vikt och gonadvikt och anger gonad-/ kroppsförhållande. Ett GSI-värde större än 1 % anses betyda att individen kommer att vara mogen för följande leksäsong. Avvikelse i könsmodningsgrad kan tyda på påverkan av hormonella ämnen som är potentiellt reproduktionshämmande. 16 av 20 abborrhonor

hade könsmogna gonader i Dalbosjön 2020, dvs. GSI-värdet låg över 1 %. Medelvärdet var 1,51 % vilket är högre jämför med Torsö och Åsunda 2019 (1,11 % resp. 0,91 %).

Tabell 5. Resultat för morfometriska parametrar 2020. Medelvärde med standardavvikelse.

Parameter	Enhet	Medelvärde med standardavvikelse
Antal	styck	20
Längd	centimeter	19,8 ± 1,1
Vikt	gram	92,9 ± 17,8
Somatisk vikt	gram	86,3 ± 16,4
Lever	gram	1,02 ± 0,46
Gonad	gram	1,37 ± 0,74
Ålder*	År	3,5
CF		1,18 ± 0,10
LSI	%	1,18 ± 0,40
GSI	%	1,51 ± 0,72

*Medianvärde

4 Resultat – Kvicksilver i fiskmuskel

Kvicksilver är ett grundämne och kan därför inte brytas ned utan lagras istället i mark, vatten och organismer. 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 p.g.a. att det är svårnedbrytbart och utsöndras långsamt. Sveriges utsläpp av kvicksilver till luft har minskat med 2/3 sedan början av 1990-talet, men eftersom kvicksilver kan spridas långt via luften har utländska utsläpp fortfarande stor påverkan på mängden kvicksilver som faller ned över Sverige. Förmågan att ackumuleras i organismer tillsammans med fortsatt nedfall samt att ämnet inte bryts ned i miljön gör att höga halter av kvicksilver återfinns hos bl.a. fisk och andra djur högt upp i näringskedjan. Halten av kvicksilver i fisk varierar och styrs av fångstplats, fiskart och fiskens ålder. Äldre fiskar innehåller generellt högre halter än yngre, större rovfiskar har högre halter än mindre rovfiskar och rovfisk har högre halt än växtätande fisk (Naturvårdsverket 2021a).

Resultaten från 2020 års undersökning av kvicksilverhalt i abborrar från Dalbosjön visas i tabell 6. Resultatet redovisas både som medelvärdet av analysvärdena samt som medelvärde för 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.

Tabell 6. Kvicksilverhalt i abborrmuskel från Dalbosjön 2020. Resultatet visas som medelvärde 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	Resultat	HVMFS	EG1881/2006
Kvicksilver	Muskel	ng/g vv	192 ± 54	20 ng/g vv	0,5 mg/kg vv i muskel
Kvicksilver normerad 1-hg abborre	Muskel	ng/g vv	246		

Många människor exponeras främst för kvicksilver genom födan, där intaget av fisk har stor betydelse (Livsmedelsverket 2020a). För abborre och andra fiskar finns därför gränsvärden för hur mycket kvicksilver som får finnas i muskel, den del av fisken som normalt konsumeras av människor. Gränsvärdet är 0,5 mg/kg vv (EG-förordning 1881/2006). Medelhalten kvicksilver för Dalbosjön underskrider därmed gränsvärdet vid undersökning 2020. Gränsvärdet för kvicksilver i biota (HVMFS 2019:25) överskreds däremot kraftigt när en medelhalt på 192 ng/g uppmättes 2020. På individnivå varierar halten mellan 140–290 ng/g. Tidigare undersökningar vid Åsunda och Torsö har samma gränsvärde överskridits sedan mätningarna påbörjades 1996 (Olsson och Andersson 2020), liksom alla ytvattenförekomster i Sverige överskrider detta gränsvärde (VISS 2021). Värdet är satt för att skydda vattenlevande organismer samt fiskätande fåglar och däggdjur (Åkerblom och Johansson 2008).

5 Resultat – metaller i fisklever

De metaller som ingår i analysprogrammet kommer liksom kvicksilver inte att brytas ned utan stannar i omgivningen och kan spridas från mark och sediment under lång tid efter att utsläppen upphört. Människan har under lång tid genom sin verksamhet spridit olika tungmetaller till miljön och de återfinns därför i levande organismer (Naturvårdsverket 2021b). Till skillnad från kvicksilver analyseras övriga metaller i leverprover, eftersom metallerna lättare ansamlas i lever (Jezierska och Witeska 2006).

Flera faktorer påverkar metallhalterna i fisk. Metaller kommer från många olika utsläppskällor, vilket ger en lokal variation i utsläpp och därmed halten i fisk. Industrier, dagvatten och reningsverk kan ge stora lokala utsläpp, medan mer diffusa utsläpp kommer från biltrafik, jord- och skogsbruk och vedeldning. I vilken form metallerna förekommer påverkar om de är biotillgängliga, d.v.s. tillgängliga för upptag eller inte. Metalljoner kan lätt tas upp av organismer medan metaller i mineralform är mycket svårare att ta upp. Utsläpp av joner ger därmed större tillgänglighet och upptag. Vattnets kemiska egenskaper, såsom pH, organiskt innehåll och vattnets hårdhet, har också stor betydelse för metallernas tillgänglighet. Metallernas tillgänglighet ökar i vatten med lågt pH, närings- och humusfattiga vatten samt vatten med låg hårdhet (Naturvårdsverket 2007).

Resultat från analyserna av metaller visas som medelvärden i tabell 7. Gränsvärden för livsmedel finns för kadmium och bly i muskel, men inte för lever och de gränsvärden som finns är därmed inte direkt tillämpbara på de metallhalter som uppmäts i abborrlever. Dessutom gäller gränsvärdet för livsmedel våtvikt i muskel medan halterna i tabellerna visas som torrsvikt.

Tabell 7. Metallhalter i fisklever från Dalbosjön 2020. Halterna är presenterade som medelvärde inklusive standardavvikelse och visas som torrsvikt. Resultatet är ett medelvärde från 10 individer. Samtliga individer har höjd rapporteringsgräns för metaller p.g.a. för liten provmängd.

Ämne	Matris	Enhet	Dalbosjön	EG1881/2006 (EU1259/2011)
Zink	Lever	µg/g ts	86,81 ± 36,77	
Koppar	Lever	µg/g ts	10,36 ± 4,51	
Kadmium	Lever	µg/g ts	0,56 ± 0,57	0,05 µg/g vv i muskel
Arsenik	Lever	µg/g ts	0,86 ± 0,57	
Bly	Lever	µg/g ts	0,05 ± 0,04	0,3 µg/g vv i muskel
Krom	Lever	µg/g ts	0,32 ± 0,33	
Nickel	Lever	µg/g ts	0,11 ± 0,03	
Torrsubstans (ts)*	Lever	%	- ¹	

¹ Torrsubstansen som använts för beräkningar är ett medelvärde av tidigare års torrsubstanser från Torsö och Åsunda.

Zink och koppar

Zink sprids till luft och vatten från mänsklig verksamhet och diffusa källor står för de största utsläppen till både luft och vatten (Naturvårdsverket 2021c; Naturvårdsverket 2021d). Sedan 1990-talet har utsläppen till luft minskat med ungefär 40% (Naturvårdsverket 2021c). Även industriutsläppen till vatten verkar ha minskat sedan slutet av 2000-talet (Naturvårdsverket 2021d). De minskade utsläppen återspeglas i minskade zinkhalter i sjöar och vattendrag. Zink är en livsviktig metall för alla organismer och krävs för att ämnesomsättningen ska fungera, men för höga halter är skadliga och kan störa både beteende och reproduktion hos vattenlevande organismer (Naturvårdsverket 2021e). Precis som zink är koppar ett livsviktigt näringsämne som är 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 2021f).

Medelhalten av zink i abborrlever från Dalbosjön 2020 ligger på 86,81 µg/g ts vilket är på samma nivåer som Torsö och Åsunda där halten har varierat mellan ca 75 µg/g – 130 µg/g ts under åren 1996–2019 (Olsson och Andersson 2020). Den högsta halten som uppmätts i Vänern är 162 µg/g ts (Vänerns vattenvårdsförbund 2019). Även kopparhalten på 10,36 µg/g ts vid Dalbosjön 2020 ligger på liknande nivåer som Torsö och Åsunda under samma mätperiod, ca 8 µg/g ts – 9 µg/g ts (Olsson och Andersson 2020). Högsta uppmätta kopparhalten i abborrlever från Vänern är 37,18 µg/g ts (Vänerns vattenvårdsförbund 2019).

Kadmium

Förut användes mycket kadmium inom industrin, men sedan slutet av 1970-talet har användningen minskat avsevärt och är numer hårt reglerad. Halterna har däremot inte minskat i t.ex. fisk trots att utsläppen minskat (Naturvårdsverket 2021g). Kadmium kan vara toxiskt redan i låga nivåer och påverkar bl.a. beteende och tillväxt (Okocha och Adedeji 2011).

Medelhalten av kadmium i abborrlever vid Dalbosjön 2020 var 0,56 µg/g ts, ungefär samma nivå eller något lägre än vad som vanligen har uppmätts vid Torsö och Åsunda under senare år

(Olsson och Andersson 2020). Livsmedelsverkets gränsvärde för muskelkött från fisk ligger på 0,05 µg/g vv (EG1881/2006 (EU1259/2011)). Den högsta kadmiumhalten uppmätt i abborrlever från Vänern är 4,84 µg/g ts (Vänerns vattenvårdsförbund 2019).

Arsenik

Tidigare användes arsenik som bl.a. träskyddsmedel och bekämpningsmedel, men användningen är nu hårt reglerad och har minskat kraftigt i Sverige. Fortfarande släpps mindre mängder arsenik ut i Sverige, framför allt till vatten från avloppsreningsverk och pappersmassaindustri. Arsenik är väldigt giftigt för vattenlevande organismer (Naturvårdsverket 2021h).

Arsenik uppmättes i en medelhalt på 0,86 µg/g ts vid Dalbosjön 2020. Halten ligger ungefär på samma nivåer som vid Torsö de senaste åren (2017–2019) och lite lägre än vid Åsunda under samma år (2017–2019; Olsson och Andersson 2020). Högsta uppmätta halt i abborrlever från Vänern är 6,9 µg/g ts (Vänerns vattenvårdsförbund 2019).

Krom, nickel och bly

Användningen av krom är stor inom industrin, till exempel vid ytbehandling av metaller, i färger och inom läderindustrin. Spridningen till vatten sker framför allt från avloppsreningsverk och i samband med pappersmassaframställning. Krom finns naturligt men förhöjda halter förekommer nära punktkällor. Krom är ett viktigt mikronäringsämne hos människor och djur men för stora halter kan ge upphov till skador (Naturvårdsverket 2021i). Nickel används främst som legeringsmedel men också i uppladdningsbara batterier, katalysatorer, smycken och mynt. Utsläpp till vatten sker främst från avloppsreningsverk och pappersmassaanläggningar. Nickel behövs i små mängder hos vissa växter och djur men är giftigt i för höga halter. (Naturvårdsverket 2021j). Bly finns i vissa elektriska/elektroniska produkter, till exempel batterier och glödlampor. Spridningen av bly har minskat kraftigt sedan införandet av blyfri bensin och katalysatorer och utsläpp idag sker från industrier och avfall. I takt med minskad användning av bly har man sett sjunkande halter bland annat i strömming i Östersjön (Naturvårdsverket 2021k). Bly kan ge skador hos människan redan i mycket små mängder.

Medelhalter av krom och nickel visar på höga värden vid Dalbosjön 2020; 0,32 µg/g ts respektive 0,11 µg/g ts. Resultatet kan sannolikt förklaras av att de flesta halter låg under rapporteringsgränsen vilken var förhöjd, snarare att det var höga halter. Förhöjda rapporteringsgränser kan uppstå om man har små mängder provmaterial för analys och detta påverkar beräkningarna av medelhalter. Uppmätta maxhalter av krom och nickel i abborrlever från Vänern är 0,49 µg/g ts respektive 0,42 µg/g ts (Vänerns vattenvårdsförbund 2019). Blyhalten låg på 0,05 µg/g ts i Dalbosjön vilket är ungefär samma halter som vanligen uppmätts vid Torsö och Åsunda (Olsson och Andersson 2020) och betydligt lägre än Vänerns maxhalt i abborrlever på 0,437 µg/g ts (Vänerns vattenvårdsförbund 2019).

6 Resultat – organiska föreningar

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

Resultaten från analyserna av organiska ämnen förutom PFAS på samlingsprover av muskel från 2020 är sammanfattade i tabell 8 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 8. Organiska föreningar förutom PFAS/PFOS i samlingsprov av abborrmuskel från Dalbosjön 2020. Gränsvärde för PCB samt summa dioxin och dioxinlika PCB bör jämföras med lipidnormaliserade halter.

Ämne	Matris	Enhet	Dalbosjön	HVMFS	EG1881/2006 (EU1259/2011)
PCB ₇ ¹	Muskel	ng/g vv	4,02		
PCB ₇ ¹	Muskel	µg/g fv	0,73		
Summa PCB ₆ ¹	Muskel	ng/g vv inkl LOQ	3,76	(125 ng/g)	(125 ng/g)
Summa PCB ₆ ¹ - lipidnormaliserad	Muskel	ng/g 5%-fv	34,18	125 ng/g	125 ng/g
Dioxinlika PCB ¹	Muskel	pg/g vv WHO-TEQ	0,254		
Dioxinlika PCB ¹	Muskel	ng/g fv WHO-TEQ	0,046		
PCDD/PCDF ¹	Muskel	pg/g vv WHO-TEQ	0,083		3,5 pg/g i muskel
PCDD/PCDF ¹	Muskel	ng/g fv WHO-TEQ	0,015		
Summa dioxiner och dioxinlika PCB	Muskel	pg/g vv WHO-TEQ	0,337	(6,5 pg/g)	6,5 pg/g i muskel
Summa dioxiner och dioxinlika PCB – lipidnormaliserad	Muskel	pg/g 5%-fv WHO-TEQ	3,06	6,5 pg/g	
PBDE ₆ ¹	Muskel	ng/g vv	0,063	0,0085 ng/g	
PBDE ₆ ¹	Muskel	µg/g fv	0,011		
HBCD/HBCDD ¹	Muskel	ng/g vv	0,043	167 ng/g	
HBCD/HBCDD ¹	Muskel	µg/g fv	0,007		
Råfett	Muskel	%	0,55		

¹ Resultatet är baserat på rapporteringsgränsvärde inkl. LOQ.

PCBer

Polyklorerade bifenyl, PCB, är ett samlingsnamn för 209 olika ämnen, s.k. kongener, som innehåller flera kloratomer. PCB:er är precis som andra organiska miljögifter problematiska eftersom de är 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 halterna ökar ju högre upp i näringskedjan ett djur är, vilket gör att det anrikas i t.ex. fisk. Sedan användningen förbjöds har halterna enligt den nationella miljöövervakningen minskat i både sill och sillgrissleägg (Naturvårdsverket 2021).

Resultaten för halten PCB₇ och PCB₆ (samma kongener som PCB₇ förutom PCB 118) i muskel från 2020 finns i tabell 8. Totalhalten PCB₇ inkl. LOQ i muskel var 4,02 ng/g vv. Halten anges

även omräknat till fettvikt baserat på muskelns fetthalt. Denna halt används för att kunna jämföra halter mellan olika provtagningsår. Vid jämförelse med de frekvent undersökta lokalerna Torsö och Åsunda är halterna där oftast betydligt lägre och ligger med få undantag under 1 ng/g vv 1996–2019. En del i förklaringen till de mycket lägre värdena genom åren är att 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. Den största halten PCB₇ som uppmätts i abborrmuskel från Vänern är betydligt högre – 28,4 ng/g vv (Vänerns vattenvårdsförbund 2019).

Det finns inget gränsvärde för PCB₇, men däremot för PCB₆. Totalhalten PCB₆ var 3,76 ng/g vv. 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 Dalbosjön 2020 var 34,18 ng/g fv (jmf med Torsö och Åsunda 2019 på 20 ng/g fv resp. 22 ng/g fv) och ligger därmed långt under gränsvärdet.

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. Dioxiner uppkommer även som biprodukt/förorening vid tillverkning av bekämpningsmedel, och de kan därför även hittas på ställen där bekämpningsmedel tillverkats, använts eller förvarats. Klorblekning inom pappersmassaindustrin är ytterligare en källa till dioxiner. 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-tetraklor-dibenso-*p*-dioxin) är ett av de starkaste gifterna som finns (Naturvårdsverket 2021m).

Förutom dioxiner finns det även 12 PCB-kongener som klassas som dioxinlika (se tabell 3 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 2020). Genom att använda WHO-TEQ kan jämförelser därmed göras.

Halten dioxiner och dioxinlika PCB:er visas i tabell 8. Totalt analyseras 18 olika ämnen inom gruppen dioxiner och flertalet låg under rapporteringsvärdet för respektive ämne. I tabellen redovisas därför halten baserat på LOQ, d.v.s. en summering av rapporteringsgränsen för dessa ämnen. Summan av PCDD/PCDF (WHO-TEQ) var 0,083 pg/g vv i Dalbosjön 2020 vilket ligger långt under 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 0,337 pg/g vv och underskrider därmed gränsvärdet för livsmedel (6,5 pg/g). De resultat som erhållits är dessutom sannolikt en överskattning av den totala halten eftersom flera ingående dioxiner och PCB-kongener låg under analysernas rapporteringsgränser.

Dioxinhalten (PCDD och PCDF) i abborrmuskel vid Dalbosjön var betydligt lägre 2020 jämfört med Torsö och Åsunda året före (0,083 pg/g vv jmf. med Torsö 0,31 pg/g vv resp. Åsunda 0,33 pg/g vv) (Olsson och Andersson 2020). Halterna 2019 låg dock högre än vad som har varit normalt vid stationerna genom åren. Den tidigare högsta uppmätta halten i abborrmuskel från Vänern är 0,25 pg/g vv (Vänerns vattenvårdsförbund 2019).

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 3,06 pg/g. Gränsvärdet underskrids därmed även när värdet är lipidnormaliserade, men med betydligt mindre marginal. Som nämnts är dock halterna överskattade p.g.a. att LOQ är inkluderat.

För dioxinlika PCB är halten också relaterad till muskelns fetthalt. Vid Dalbosjön 2020 ligger halten på 0,046 ng/g fv vilket är jämförbart med halterna vid Torsö och Åsunda året innan (Olsson och Andersson 2020). Enligt Vänerns vattenvårdsförbund (2019) var ett tidigare maxhalt i abborrmuskel från Vänern 0,013 ng/g fv.

PBDE och HBCDD

Flamskyddsmedel används för att förhindra och fördröja bränder och kan återfinnas i många olika produkter och material. Totalt finns ca 80 olika bromerade flamskyddsmedel som varierar i 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 (Kemikalieinspektionen 2020). 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 2021n).

Totalt analyserades 24 olika PBDE-kongener i Dalbosjön 2020 och resultatet från en summering av sex kongener, PBDE₆, visas i tabell 8. För ingående kongener i PBDE₆ se tabell 3. Hälften av kongenerna i gruppen PBDE₆ detekterades under rapporteringsgränsen vilket innebär att LOQ används för dessa i summeringen. Halten av PBDE₆ i Dalbosjön 2020 på 0,064 ng/g vv är något högre än halterna i Torsö och Åsunda 2019 (0,041 ng/g vv resp. 0,044 ng/g vv) och högre än gränsvärdet 0,0085 ng/g vv som gäller för biota (HVMFS 2019:25). Detta gränsvärde har överskridits i fisk från Vänern sedan mätningarna påbörjades, och det överskrids för alla ytvattenförekomster i hela Sverige p.g.a. atmosfärisk deposition (Länsstyrelsen 2021).

Då PBDE är fettlösliga och analyser har gjorts på abborre, som är en mager fisk, kommer halten PBDE troligen att vara mycket högre för fetare fisk som fångas i Vänern och gränsvärdet överskrids i sådana fall med ännu större marginal för dessa.

Analys av HBCD/HBCDD, dvs. summan av tre kongener (alfa, beta och gamma) gjordes på abborrmuskel och halten låg på 0,046 ng/g vv. Resultatet ligger långt under gränsvärdet på 167 ng/g (HVMFS 2019:25). Vid tidigare mätningar i Torsö och Åsunda ligger halterna också på låga värden (runt <0,0012 ng/g vv (Sjölin 2012) till <0,1 ng/g vv (Sjölin 2015)). Den uppmätta maxhalten i abborrmuskel från Vänern ligger på 0,476 ng/g vv (Vänerns vattenvårdsförbund 2019).

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 av människor sedan 1950-talet för att de har 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 (Livsmedelsverket 2020b; Kemikalieinspektionen 2020).

Antalet ämnen som ingår i analysen varierar mellan år och för att kunna jämföra mellan år används en summering av 10 av dessa föreningar för att representera PFAS-halten i muskel (se tabell 3 för ingående föreningar). Ämnet PFOS (perfluoroktansulfonat) tillhör gruppen PFAS och utgör vanligtvis en stor andel av den totala PFAS-halten. Halten PFAS samt PFOS i muskel samt i lever visas i tabell 9. Halten har även relaterats till fetthalten i muskel och lever för att kunna göra jämförelser med andra stationer och mellan olika år (vid framtida undersökningar).

I muskelproverna från Dalbosjön (tabell 9) låg fem föreningar på halter under rapporteringsgränsen. Årets resultat för PFAS₁₀ inklusive LOQ var 2,53 ng/g vv i muskelprov varav 1,8 ng/g vv bestod av PFOS. Gränsvärdet för PFOS i biota (HVMFS 29:25) ligger på 9,1 ng/g och gäller för att skydda de känsligaste organismerna i ekosystemet. Jämfört med undersökningar från Torsö och Åsunda 2012-2019 har halterna där varierat men mestadels uppmätts till högre nivåer (ca 0,25 µg/g fv – 1,4 µg/g fv jmf. med Dalbosjön 0,33 µg/g fv) (Olsson och Andersson 2020).

I leverproverna (tabell 9) låg nio av 21 föreningar (PFAS₂₁) under rapporteringsgränsen. Den uppmätta totalhalten inklusive LOQ låg på 26,16 ng/g vv. Av totalhalten bestod 20,00 ng/g vv av PFOS. Gränsvärdet för PFOS i lever ligger på 140 ng/g (Hav 2016).

Tabell 1. PFAS och PFOS i samlingsprov av abborrmuskel och abborrlever från Dalbosjön 2020. 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 ämnen).

Ämne	Matris	Enhet	Dalbosjön	HVMFS/HaV
PFOS	Muskel	ng/g vv	1,8	9,1 ng/g
PFOS	Muskel	µg/g fv	0,33	
PFAS ₁₀ ¹	Muskel	ng/g vv	2,53	
PFAS ₁₀ ¹	Muskel	µg/g fv	0,46	
PFOS	Lever	ng/g vv	20,00	140 ng/g
PFOS	Lever	µg/g fv	0,78	
PFAS ₂₁ ¹	Lever	ng/g vv	26,16	
PFAS ₂₁ ¹	Lever	µg/g fv	1,02	
Råfett	Muskel	%	0,55	
Råfett	Lever	%	2,56	

¹ Resultatet är baserat på rapporteringsgränsvärde inkl. LOQ.

7 Diskussion

Analyserna av abborrar från Dalbosjön visar att en stor majoritet av de undersökta ämnena ligger på låga halter och halter under sina respektive riktvärden. Men det finns undantag.

Av samtliga analyserade metaller överskrider kvicksilver (abborrmuskel) och kadmium (lever) sina riktvärden (HVMFS 2019:25 resp. EG1881/2006 (EU1259/2011)). Gränsvärdet för kvicksilver har dock överskridits vid samtliga provtagningar och stationer i Vänern samt i andra ytvattenförekomster i Sverige. Användningen av kvicksilver har minskat i Sverige sedan 1990-talet men påverkan är fortfarande stor från utsläpp utomlands och eftersom kvicksilver inte bryts ned i naturen utan lagras i sediment, växter och organismer förblir halterna höga under lång tid. Att följa de kostrekommendationer som Livsmedelsverket (2020a) har kring konsumtion är därmed viktigt för att inte få i sig för mycket kvicksilver via kosten. Framför allt kvinnor som planerar att bli gravida, är gravida eller ammar ska undvika att äta fisk som kan innehålla kvicksilver (såsom abborre) 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.

Resultatet för metallanalyser i abborrlever indikerar att halterna generellt ligger på samma nivåer i Dalbosjön som vid Torsö och Åsunda 1996–2018. Det är en osäker uppskattning eftersom det endast baseras på resultat från ett år. Ytterligare en osäkerhetsfaktor är att det endast fanns lite provmaterial med följd att rapporteringsgränserna förhöjts. Detta påverkar hur man beräknar medelhalter och den faktiska halten är mest sannolikt lägre än vad resultaten visar. Samma problem uppstod vid undersökningen vid Torsö och Åsunda 2019. Detta är framför allt tydligt för krom, nickel och bly där 2019 års resultat uteslöts från respektive tidsserier på grund de troliga missvisande halterna. Krom och nickel ligger på samma (höga) halter i Dalbosjön 2020 som i Torsö och Åsunda 2019.

Av de organiska miljögifterna uppmättes flamskyddsmedlet PBDE i en halt högre än gränsvärdet. Gränsvärdet har överskridits i Vänerfisk sedan mätningarna påbörjades, och liksom kvicksilver överskrids PBDE för alla ytvattenförekomster i hela Sverige p.g.a. atmosfärisk deposition. Övriga ämnen höll sig under/långt under sin respektive gränsvärden.

De organiska miljögifterna verkar generellt ligga på lägre nivåer i Dalbosjön jämfört med Torsö och Åsunda under åren 2006–2019. Undantaget är PCB som uppmättes i högre halter i Dalbosjön än det har gjort under alla mätningar vid Torsö och Åsunda 1996–2019 med ett fåtal undantagsår.

De gränsvärden som gäller för dioxin och PCB i livsmedel överskrids inte i samlingsprov på abborrar. Abborre är inte den bästa arten att mäta dessa ämnen i eftersom abborre är en mager fisk och både dioxiner och PCB ansamlas i fett. Halterna kommer därmed med stor sannolikhet att vara betydligt högre om analyser skulle göras på fetare fisk såsom lax, sik eller öring. För just dessa arter finns det dessutom kostrekommendationer när det gäller fisk fångad i Vänern (Livsmedelsverket 2020c). Kostrekommendationerna för barn samt för kvinnor som planerar att bli gravida, är gravida eller ammar är att äta dessa arter max 2–3 gånger/år, medan övriga maximalt ska äta sådan fisk en gång i veckan.

För samtliga ingående ämnen råder stor mellanårsvariation. Detta är tydligt vid jämförelser med tidsserier för mätningar vid Torsö och Åsunda. Halterna i fisk kan påverkas av en rad olika faktorer kopplade till omgivningen (utsläpp, vattnets egenskaper, markanvändning) och till fiskarnas status (ålder, storlek, tillväxt, fetthalt). Det krävs ytterligare provtagningar under åren framöver i Dalbosjön för att kunna skapa tidsserier och utifrån dessa göra säkrare bedömningar.

8 Slutsatser och rekommendationer

Resultaten från Dalbosjön 2020 indikerar:

- Generellt gott hälsotillstånd hos fiskarna. Ingen till synes parasitpåverkad individ.
- Halterna av kvicksilver, kadmium och flamskyddsmedlet PBDE kan vara förhöjda i enskilda individer.
- Metallanalyser i abborrlever visar halter på ungefär samma nivåer i Dalbosjön 2020 som i övriga Vänern 1996–2018, baserat på mätningar i Torsö och Åsunda.
- Organiska miljögifter uppmättes generellt i lägre halter i Dalbosjön 2020 jämfört med övriga Vänern 2006–2019, baserat på mätningar från Torsö och Åsunda. Undantaget är PCB som uppmättes i högre halt i Dalbosjön.
- Calluna rekommenderar att de kostrekommendationer som tagits fram av Livsmedelsverket följs.

9 Referenser

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.

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 miljökvalitetsnormer avseende ytvatten.

Jezierska, 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. (2020). <https://ki.se/imm/dioxiner-och-dioxinlika-pcb>

Kemikalieinspektionen. (2020). <https://www.kemi.se/prio-start/kemikalier-i-praktiken/kemikaliegrupper/bromerade-flamskyddsmedel#accept>

Livsmedelsverket. (2020a). <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/metaller1/kvicksilver> [2020-08-12]

Livsmedelsverket. (2020b). <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/pfas-poly-och-perfluorerade-alkylsubstanser>

Livsmedelsverket. (2020c). <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/dioxiner-och-pcb>

Länsstyrelsen. (2021). <http://extra.lansstyrelsen.se/viss/Sv/detta-beskrivs-i-viss/statusklassning/kemisk-status/Pages/default.aspx>

Naturvårdsverket. (2007). Bilaga A till handbok 2007:4. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag.

Naturvårdsverket. (2021a). <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Metaller/Kvicksilver-Hg/> [2021-09-14]

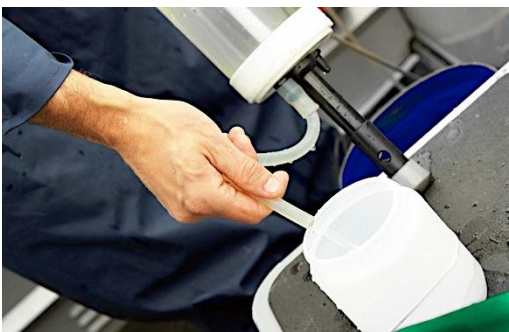
Naturvårdsverket. (2021b). <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Metaller/> [2021-09-14]

- Naturvårdsverket. (2021c). <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Zink-utslapp-till-luft/> [2021-09-14]
- Naturvårdsverket. (2021d). <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Zink-utslapp-till-vatten-fran-industrianlaggningar/> [2021-09-14]
- Naturvårdsverket. (2021e). <http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Tungmetaller/Zink/> [2021-09-14]
- Naturvårdsverket. (2021f). <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Metaller/Koppar/> [2021-09-14]
- Naturvårdsverket. (2021g). <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Tungmetaller/Kadmium/> [2021-09-14]
- Naturvårdsverket. (2021h). <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Tungmetaller/As-Arsenik1/> [2021-09-14]
- Naturvårdsverket. (2021i). <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/amnen/tungmetaller/krom/> [2021-09-14]
- Naturvårdsverket. (2021j). <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/amnen/tungmetaller/nickel/> [2021-09-14]
- Naturvårdsverket. (2021k). <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Metaller/Bly-Pb/> [2021-09-14]
- Naturvårdsverket. (2021l). <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Organiska-miljogifter/PCB/> [2021-09-14]
- Naturvårdsverket. (2021m). <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Organiska-miljogifter/Oavsiktligt-bildade-miljogifter/> [2021-09-14]
- Naturvårdsverket. (2021n). <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Organiska-miljogifter/Flamskyddsmedel/> [2021-09-14]
- 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 organiska föreningar i abborre från Vänern 2019 – Åsunda och Torsö. Vänerns vattenvårdsförbund, 2020.
- Sjölin. (2012). Undersökning av stabila organiska ämnen och metaller i abborre och gädda 2010-2011. Rapport 71, Vänerns vattenvårdsförbund.
- Sjölin. (2015). Metaller och stabila organiska ämnen i abborre. År 2014. I: Årsskrift från Vänerns vattenvårdsförbund, 2015, rapport 91: 56-77.

VISS. (2021). <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA29853066> [2021-09-17]

Vänerns vattenvårdsförbund (2019). Anvisningar för undersökningar i Vänern – Miljögifter i fisk.

Åkerblom, S., Johansson, K. (2008). Kvicksilver i svensk insjöfisk – variationer i tid och rum. Rapport 2008:8, Institutionen för miljöanalys, SLU.



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 75 medlemmar varav 37 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 miljötilstånd 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.

