



Vänerns vattenvårdsförbund rapport 135
Vätternvårdsförbundets rapport 152
Mälarens vattenvårdsförbund rapport 2022:2

Miljögifter i fisk från Vänern, Vättern och Mälaren 2021

Utökad miljöövervakning i de Stora sjöarna



Titel	Miljögifter i fisk från Vänern, Vättern och Mälaren 2021 – utökad miljö- vervakning i de Stora sjöarna.
Författare	Jennie Barthel Svedén och Therese Olsson (Calluna AB)
Rapport	Vänerns vattenvårdsförbunds rapport 135 Vätternvårdsförbundets rapport 152 Mälarens vattenvårdsförbunds rapport 2022:2
År	2022
Kartproduktion	Milad Avalinejad-Bandari (Calluna AB)
Kvalitetsgranskning	Therese Olsson och Sofia Kling (Calluna AB)
Projektledare	Thomas Andersson (Calluna AB)
Kontakt	Vänern: sara.peilot@lansstyrelsen.se Vättern: vattenvardsforbundet@lansstyrelsen.se Mälaren: ingrid.hagermark@lansstyrelsen.se
Webbplats	www.vanern.se www.vattern.org www.malaren.org
Fotografier	Thomas Andersson (Calluna AB)
ISSN	Vänerns vattenvårdsförbund: 1403-6134 Vätternvårdsförbundet: 1102-3791
Upplaga	Digital publicering

Förord

Under 2021 genomfördes undersökningar av metaller och organiska miljögifter i abborre från Vänern och Mälaren samt i röding från Vättern, som ett utvecklingsprojekt inom delprogram Stora sjöar. Även erhållna data från tidigare (2019) undersökningar av abborrmuskel från Vättern har varit med i jämförelse i denna rapport.

Syftet med utvecklingsprojektet var att få en utökad provtagning för miljögifter i biota, i vårt fall fisk. Detta för att bättre klara kraven för övervakning från vattenförvaltningsförordningen. Det handlar om att dels följa upp och analysera fisk från vattenförekomster där vi tidigare inte har en kontinuerlig övervakning eller ingen övervakning alls, dels att följa upp de prioriterade ämnen och särskilt förorenade ämnena enligt vattendirektivet. Resultatet från detta uppdrag kan också utgöra underlag till att följa upp de nationella miljökvalitetsmålen. Inom Sveriges 16 miljökvalitetsmål är det Giftfri miljö och Levande sjöar och vattendrag som är relevanta för miljögiftsövervakningen.

Syftet med uppdraget:

- Utökad provtagning och analys av organiska miljögifter inklusive prioriterade ämnen och särskilt förorenande ämnen (SFÄ) i fisk från Vänern, Vättern och Mälaren.
- Utgöra underlag till kommande klassning av miljögifter enligt vattendirektivet.
- Underlag för att kunna bedöma åtgärdsbehov.
- Utgöra underlag till att följa upp de nationella miljökvalitetsmålen Giftfri miljö och Levande sjöar och vattendrag.

Det här projektet har samfinansierats av Havs- och vattenmyndigheten genom utvecklingsprojekt 2021, av respektive vattenvårdsförbund och LIFE IP Rich Waters. Ansvaret för innehållet i rapporten ligger hos författarna och återspeglar inte Europeiska unionens officiella hållning.

Sara Peilot, Vänerns vattenvårdsförbund
Friederike Ermold, Vätternvårdsförbund
Ingrid Hägermark, Mälarens vattenvårdsförbund



Havs
och Vatten
myndigheten



Innehållsförteckning

Bakgrund	6
Metod	7
Fiske, preparering och analyser	7
Datautvärdering och gränsvärden	10
Resultat.....	13
Morfometriska parametrar.....	13
Metaller	15
Polycykliska aromatiska kolväten (PAH).....	17
Polyklorerade bifenyler (PCB), dioxiner och dioxinlika PCB	18
Kloralkaner och ftalater	24
Bromerade flamskyddsmedel	24
Hexaklorbutadien och klororganiska pesticider	25
PFAS.....	26
Diskussion	29
Referenser	32

Bilaga 1 Analysrapporter från ALS Scandinavia AB

Bilaga 2 Analysrapporter från Eurofins Water Testing Sweden AB

Sammanfattning

I syfte att få utökat underlag för klassning av miljögifter enligt vattendirektivet samt följa upp nationella miljökvalitetsmål har fisk från Mälaren, Vänern och Vättern insamlats under 2021 för analys av metaller, prioriterade farliga ämnen samt särskilt förorenande ämnen. Från Vänern infångades abborre från en lokal, Dalbosjön. Från Mälaren infångades abborre från lokalerna Ekoln, Galten, Görväl, Prästfjärden och Västeråsfjärden. I Vättern infångades röding från lokalerna Gränna och Centrala Vättern. Uppmätta halter i muskel samt lever (PFAS) har jämförts med gällande gränsvärden för biota enligt HVMFS 2019:25 samt förekommande livsmedelsgränsvärden enligt förordningarna EG1881/2006 och EU1259/2011. Livsmedelsgränsvärden avser halter i fiskmuskel. Direkta jämförelser mellan abborrar och rödingar bör ej göras då dessa har olika fettinnehåll och trofinivå.

Halterna av kvicksilver (Hg) överskred gällande gränsvärde för biota vid samtliga lokaler. Vid samtliga lokaler överskreds även gränsvärdet för PBDE₆ (bromerade flamskyddsmedel) i biota. Gränsvärdena för kvicksilver och PBDE₆ i biota bedöms överskridas i samtliga svenska ytvattenförekomster.

Summan av sex PCB-kongener (PCB 28, 52, 110, 138, 153 och 180) överskred gränsvärdet för biota och livsmedel, baserat på våtviktshalt, vid lokalen Gränna i Vättern. Både Gränna och Centrala Vättern uppvisade också halter av dioxiner och dioxinlika PCB:er som överskred gällande gränsvärde. Vid beaktande av försiktighetsmått (analyserad halt inklusive rapporteringsgränsvärde för mindre än-värden) överskred även Mälarens lokaler Ekoln och Västeråsfjärden gränsvärdet för dioxiner och dioxinlika PCB. Abborrarna vid dessa lokaler var äldre än övriga vilket kan förklara de högre halterna.

Analyserade halter av PFOS överskred gränsvärde för biota i röding från Vätterns lokaler Gränna och Centrala Vättern. Erhållna data från tidigare (2019) undersökningar av abborrmuskel från Basteviken, Vättern, visade också på en halt som överskrider gränsvärdet.

Halterna av PAH:er var generellt låga och inga värden överskred de gränsvärden som finns för fluoranten och benzo(a)pyren, som dock gäller för kräfdjur och blötdjur. Även analyserade halter av kloralkaner och ftalater låg under gällande gränsvärden. Halterna av hexaklorbutadien och klororganiska pesticider låg övervägande under det analyserande laboratoriets rapporteringsgränser samt rådande gränsvärden. Rapporteringsgränsvärdet för heptaklor och heptaklorepoxyd var dock högre än gällande gränsvärde för biota vilket medför att ingen bedömning kan göras.

Bakgrund

Calluna AB har av länsstyrelserna i Västergötlands, Värmlands, Västmanlands och Jönköpings län samt av Vätternvårdsförbundet och Mälarens vattenvårdsförbund, via Vänerns Vattenvårdsförbund, fått i uppdrag att 2021 samla in fisk från Dalbosjön, Väneren, samt att preparera fisk från Väneren, Vättern och Mälaren inför analys på av länsstyrelserna upphandlade laboratorium. Fiskar från Vättern och Mälaren 2021 fiskades av lokala fiskare. Analyser har gjorts på metaller samt prioriterade farliga ämnen och särskilt förorenande ämnen inom grupperna polycykliska aromatiska kolväten (PAH), polyklorerade bifenyler (PCB), dioxinlika PCB, klorparaffiner (kloralkaner), ftalater, dioxiner/furaner (PCDD/PCDF), bromerade flamskyddsmedel (HBCD, PBDE), halogenerade volatila organiska föreningar (hexaklorbutadien) och klororganiska pesticider. Uppmätta halter har jämförts med gällande gränsvärden för biota enligt HVMFS 2019:25 samt livsmedelsgränsvärden enligt förordningarna EG1881/2006 och EU1259/2011.

Syftet med uppdraget är utökad provtagning av miljögifter i biota (fisk) för att bättre klara kraven från vattenförvaltningsförordningen med avseende på övervakning. En viktig del i uppdraget är att analysera fisk från vattenförekomster för att erhålla ytterligare data inom miljöövervakning, samt att följa upp prioriterade ämnen och särskilt förorenande ämnen enligt vattendirektivet. Resultaten ska utgöra underlag för kommande klassning av miljögifter enligt vattendirektivet, ge underlag för att kunna bedöma åtgärdsbehov samt för att följa upp de nationella miljökvalitetsmålen Giftfri miljö, Levande sjöar och vattendrag, Hav i balans samt Levande kust och skärgård.

Metod

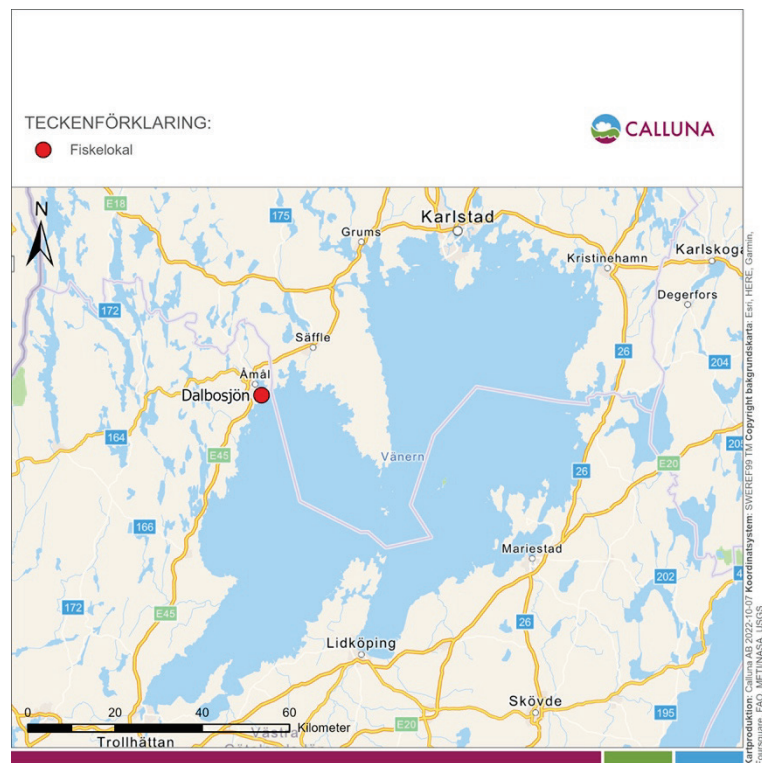
Fiske, preparering och analyser

Fiske efter honor av abborre i Vänern och Mälaren samt röding i Vättern 2021 har genomförts vid lokaler och under fångstperioder enligt tabell 1. Fiske i Dalbosjön (figur 1) med nät utfördes av Calluna AB med Thomas Andersson som ansvarig fiskare. Fiske i Mälaren (figur 2) och Vättern (figur 3) utfördes av lokala fiskare som kontaktats av respektive vattenvårdsförbund. Tidigare har abborre från fyra lokaler i Vättern infångade 2019 och 2020 analyserats (tabell 1, figur 3), vilka också är inkluderade i denna rapport.

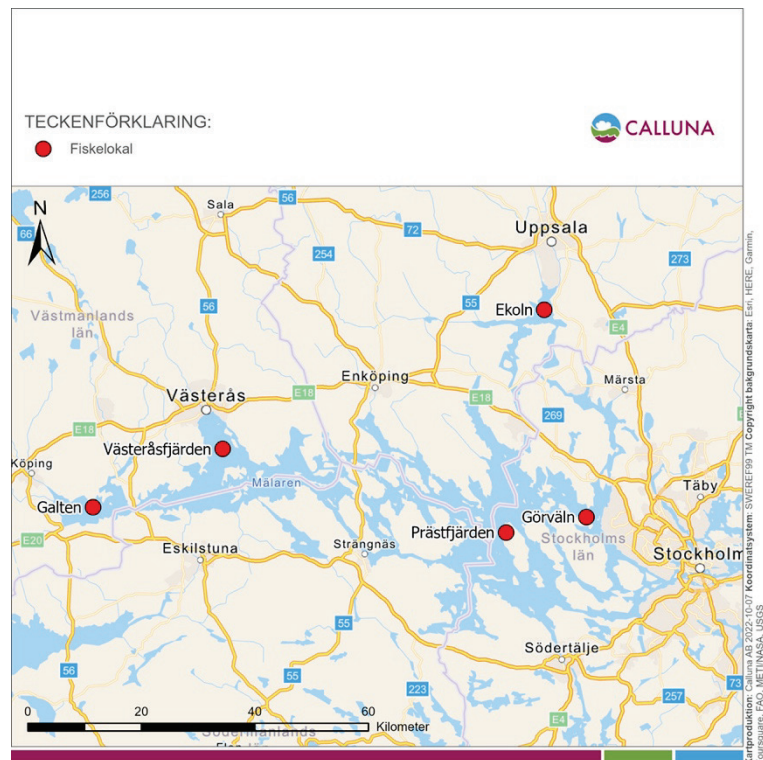
Insamlade fiskar frystes in direkt efter fångst. Preparering av samtliga fiskar fångade 2021 utfördes av Thomas Andersson och Johannes Edwartz (Calluna AB). Vid preparering av abborre registrerades längd, totalvikt, somatisk vikt (exklusive inälvor), levervikt, gonadvikt och maginnehåll (vikt). Vid preparering av röding registrerades längd och vikt. Vidare gjordes, för samtliga fiskar, noteringar rörande fysiologi och eventuell parasitförekomst.

Tabell 1. Undersökningens ingående lokaler, arter, fångstperiod och antal preparerade fiskar. Notera att abborrar i Vättern är infångade och analyserade under 2019-2020.

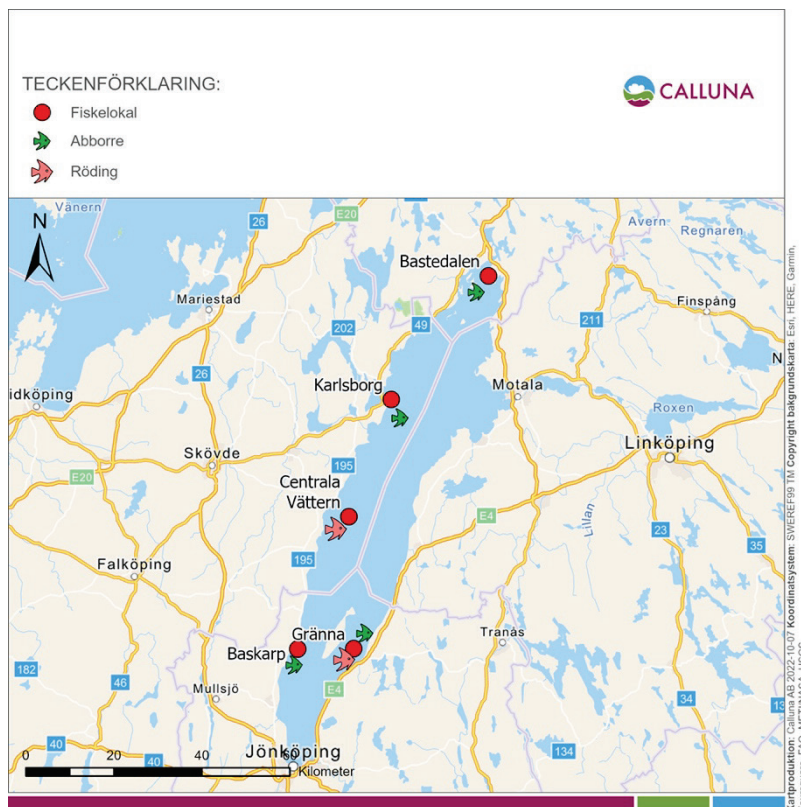
Sjö	Lokal	Vattenförekomst VISS	Art	Fångstperiod	Antal fiskar
Vänern	Dalbosjön	WA49493602	Abborre	Augusti	18
Mälaren	Ekoln	WA73183242	Abborre	September	20
	Galten	WA54241959	Abborre	September	20
	Görvåln	WA11895268	Abborre	Oktober	19
	Prästfjärden	WA89970645	Abborre	September	20
	Västeråsfjärden	WA58082515	Abborre	September	19
Vättern	Centrala Vättern	WA11665077	Röding	Juli-oktober	9
	Gränna	WA11665077	Röding	Juli-augusti	8
	Bastedalen	WA11665077	Abborre	September (2019)	24
	Gränna	WA11665077	Abborre	September (2019)	20
	Karlsborg	WA11665077	Abborre	Juli (2020)	24
	Baskarp	WA11665077	Abborre	Augusti (2020)	10



Figur 1. Karta som visar fiskelokalerna i Dalbosjön, Vänern, där fiske utförts av Calluna AB 2021. På lokalen har abborrar infångats.



Figur 2. Karta som visar vattenförekomsterna för fiskelokalerna i Mälaren (röda punkter), där fiske utförts av lokala fiskare 2021. På lokalerna har abborre infångats. Observera att punkterna inte visar exakta fångstlokaler.



Figur 3. Karta som visar ungefärlig position för fiskelokalerna i Vättern (röda punkter), där fiske utförts av lokala fiskare 2019-2021. På fyra av lokalerna (Gränna, Baskarp, Karlsborg och Bastedalen) har abborre insamlats 2019-2020 (gröna fiskar) medan röding har insamlats på två lokaler (Gränna och Centrala Vättern) under 2021 (röda fiskar).

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 analyserats anges i tabell 2.

Tabell 2. Undersökningens ingående morfometriska parametrar.

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	%	Calluna AB
Gonadsomatiskt index	%	Calluna AB
Konditionsfaktor, CF		Calluna AB

För samtliga fiskar insamlade 2021 preparerades samlingsprover av muskel för analyser av metaller och organiska miljögifter. Analys av PFAS gjordes på samlingsprover av både muskel och lever. Analyserande laboratorium redovisas i tabell 3 och samtliga ingående analyserade ämnen samt metoder kan ses i bilaga 1 och 2.

Tabell 3. Analyserade ämnen/ämnesgrupper och analyserande laboratorium.

Analys	Matris	Analyserande laboratorium
Metaller	Muskel	ALS Scandinavia AB
PAH	Muskel	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
PCB ₇	Muskel	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Dioxinlika PCB	Muskel	ALS Czech Republic s.r.o Pardubice
Dioxiner (PCDD/PCDF)	Muskel	ALS Czech Republic s.r.o Pardubice
Kloralkaner/klorparaffiner	Muskel	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Ftalater	Muskel	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Bromerade flamskyddsm.	Muskel	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Hexaklorbutadien	Muskel	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Klororganiska pesticider	Muskel	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
PFAS	Muskel, lever	Eurofins Food & Feed Testing Sweden AB
Råfett	Muskel, lever	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH/Eurofins Food & Feed Testing Sweden AB

Datautvärdering och gränsvärden

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:

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

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

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

Fisk i områden förorenade av organiska föreningar kan ha förstörd lever och därmed förhöjt LSI-värde, vilket gör detta index till en viktig

föroreningsindikator. GSI-värde >1 indikerar lekmognad inför kommande säsong.

Fettlösliga ämnen (ej kvicksilver och PFOS) bör lipidnormaliseras innan jämförelse med gränsvärden i HVMFS 2019:25 (HaV 2016). Lipidnormalisering görs enligt:

$$\frac{5}{\text{lipidkoncentration (\%)}} \times \text{uppmätt koncentration}$$

För PCB och dioxiner har summering av kongener gjorts både inklusive och exklusive rapporteringsgränsvärden (LOQ). Summeringen inklusive LOQ blir ett försiktighetsmått medan summering av ingående föreningar exklusive LOQ (<-värden sätts till 0) görs enligt HaV (2016) för ämnen där bedömningsgrunderna avser en summa av flera ingående ämnen.

Flera av de ämnen som har analyserats har olika gränsvärden för våtvikt, (vv), sammanställda i tabell 4. De gränsvärden som HVMFS 2019:25 anger är relaterade till biota och används som bedömningsgrunder för klassificering av ekologisk status och kemisk ytvattenstatus. Gränsvärden från EG/EU-förordningarna är kopplade till livsmedel för att skydda konsumenter från för högt intag av skadliga ämnen via födan. Dessutom har Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet fastställt tolererbart vecko-intag av PFAS₄. Förutom dessa gränsvärden finns även kostrekommendationer från Livsmedelsverket kring hur mycket fisk olika konsumentgrupper maximalt bör inta.

Tidigare års data gällande abborre från Vättern 2019 (Gränna och Bastedalen) och 2020 (Baskarp och Karlsborg) har erhållits av Friederike Ermold (Vätternvårdsförbundet) för jämförelse med 2021 års data för abborre.

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 våtvikt, men fettlösliga parametrar bör lipidnormaliseras till 5% innan jämförelse mot gränsvärden i biota (HaV 2016). Halter inom parentes är aktuellt gränsvärde omräknat för att visa samtliga gränsvärden i samma enhet.

Ämne	HVMFS 2019:25	EG 1881/2006 EU 1259/2011	Kommentar
Bly		0,3 mg/kg (300 µg/kg)	Livsmedelsgränsvärde avser muskelkött från fisk.
Kadmium		0,05 mg/kg (50 µg/kg)	Livsmedelsgränsvärde avser muskelkött från fisk.
Kvicksilver	20 µg/kg	0,5 mg/kg (500 µg/kg)	Livsmedelsgränsvärde avser muskelkött från fisk.
Fluoranten	30 µg/kg		Gränsvärde biota avser kräddjur och blötdjur.
Benso(a)pyren	5 µg/kg		Gränsvärde biota avser kräddjur och blötdjur.
PCB ₆ ¹	125 µg/kg	125 µg/kg	Livsmedelsgränsvärde avser muskelkött av viltfångad sötvattensfisk.
Summa dioxin		3,5 pg/g (0,0035 µg/kg)	TEQ. Livsmedelsgränsvärde avser muskelkött av viltfångad sötvattensfisk.
Summa dioxiner och dioxinlika PCB ²	6,5 pg/g (0,0065 µg/kg)	6,5 pg/g (0,0065 µg/kg)	TEQ. Livsmedelsgränsvärde avser muskelkött av viltfångad sötvattensfisk.
C10-C13 kloralkener	17 mg/kg (17 000 µg/kg)		
DEHP	3000 µg/kg		
HBCD/HBCDD	167 µg/kg		
PBDE ₆ ³	0,0085 µg/kg		
Hexaklorbutadien	55 µg/kg		
Dikofol	33 µg/kg		
Pentaklorbensen	370 µg/kg		
Hexaklorbensen	10 µg/kg		
Heptaklor, heptaklorepoxyd	0,0067 µg/kg		
PFOS	9,1 ng/g (9,1 µg/kg)		
PFAS ₄ ⁴			Tolererbart veckointag (TVI) fastställt till 4,4 ng/kg kroppsvikt och vecka enligt EFSA.

¹PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153, PCB 180

²PCB 77, PCB 81, PCB 105, PCB 114, PCB 118, PCB 123, PCB 126 PCB 156, PCB 157, PCB 167, PCB 169, PCB 189

³BDE 28, BDE 47, BDE 99, BDE 100, BDE 153, BDE 154

⁴PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS

Resultat

Morfometriska parametrar

De morfometriska resultaten gällande abborre från Vänern och Mälaren presenteras i tabell 5. Utifrån den okulära undersökningen var det inget som indikerade dålig fiskhälsa vid de undersökta lokalerna 2021, bortsett från att en abborre från Västeråsfjärden hade en skadad stjärtfena. Parasiter på lever noterades dock på abborrar från samtliga lokaler utom Västeråsfjärden, d.v.s. Dalbosjön (3 individer), Ekoln (3 individer) Galten (6 individer), Görväln (7 individer) och Prästfjärden (4 individer). Infångade abborrar från Västeråsfjärden var i medeltal längre och tyngre än vid övriga lokaler. Medianåldern var här 4+ (medel 4,1) men de största individerna var 5–7 år gamla. Även fiskarna från Ekoln var jämförelsevis gamla (median 5+ år, medel 4,8) medan fiskarna vid övriga lokaler var av åldern 2+ till 3+. Konditionsfaktorn (CF) var relativt likartad mellan lokalerna och indikerar att fiskarna var i god kondition. Leversomatiskt index (LSI) var högre vid Mälaren-lokalerna än i Dalbosjön. Inom Mälaren noterades högst LSI vid Galten och Görväln. Fisk i områden förorenade av organiska föreningar kan ha förstörd lever och därmed förhöjt LSI-värde, vilket gör detta index till en viktig föroreningsindikator. Föreliggande LSI-värden ger dock ingen indikation om föroreningspåverkan. Gonadsomatiskt index (GSI) skiljde sig kraftigt åt mellan lokalerna. Ett GSI på 1 eller mer indikerar att individen troligen kommer att vara lekmogen följande säsong. Det låga GSI-värdet vid Dalbosjön visar därmed på juvenila honor. Vid Mälaren-lokalerna visar däremot gonadmognaden på mogna honor till kommande lek. Det höga GSI-värdet vid Görväln beror sannolikt på att dessa honor infångats senare än vid övriga lokaler och att gonadmognaden därmed var längre gången.

Tabell 5. Resultat för morfometriska parametrar för abborre 2021. Medelvärde med standardavvikelse beräknat på angett antal individer.

Parameter	Vänern, Dalbosjön	Mälaren, Ekoln	Mälaren, Galten	Mälaren, Görväln	Mälaren, Prästfj.	Mälaren, Västeråsfj.
Antal	18	20	20	19	20	19
Längd (cm)	18,0 ± 1,66	19,1 ± 0,91	19,3 ± 0,86	18,9 ± 1,04	17,9 ± 0,71	23,1 ± 1,35
Vikt (g)	71,0 ± 24,8 ¹	77,3 ± 12,2	88,0 ± 17,4	72,8 ± 13,8	62,8 ± 6,49	153 ± 28,7
Som. vikt (g)	65,8 ± 22,9 ²	71,5 ± 10,6	81,5 ± 15,2	66,6 ± 12,5	58,8 ± 6,55	142 ± 26,9
Lever (g)	0,56 ± 0,30 ¹	0,86 ± 0,36	1,16 ± 0,59	0,97 ± 0,43	0,71 ± 0,17	1,72 ± 0,37
Gonad (g)	0,28 ± 0,19	0,76 ± 0,53	1,44 ± 1,41	2,13 ± 1,47	1,46 ± 1,44	2,94 ± 1,61
Ålder (år)	2+	5+	3+	3+	3+	4+

CF	1,18 ± 0,11 ¹	1,11 ± 0,09	1,20 ± 0,12	1,07 ± 0,06	1,10 ± 0,08	1,24 ± 0,10
LSI (%)	0,86 ± 0,30 ³	1,18 ± 0,36	1,38 ± 0,54	1,43 ± 0,45	1,22 ± 0,33	1,22 ± 0,25
GSI (%)	0,40 ± 0,21 ²	1,05 ± 0,68	1,72 ± 1,44	3,23 ± 2,19	2,57 ± 2,64	2,01 ± 1,05

¹ Medel och standardavvikelse av 17 individer p.g.a. saknade värden.

² Medel och standardavvikelse av 16 individer p.g.a. saknade värden.

³ Medel och standardavvikelse av 15 individer p.g.a. saknade värden.

Resultaten för morfometriska parametrar för abborrar infångade i Vättern under 2019 och 2020 sammanfattas i tabell 6. Abborrarna infångade i Gränna var större och tyngre än övriga insamlingslokaler, med undantag för Västeråsfjärden i Mälaren. Konditionsfaktorn för abborrarna i Vättern var likartad med övriga lokaler och indikerar att de insamlade abborrarna var i god kondition.

Tabell 6. Resultat för morfometriska parametrar för abborre insamlade 2019 (Bastedalen och Gränna) och 2020 (Baskarp och Karlsborg). Medelvärde med standardavvikelse beräknat på angett antal individer.

Parameter	Vättern, Baskarp	Vättern, Bastedalen	Vättern, Gränna	Vättern, Karlsborg
Antal	10	24	20	24
Längd (cm)	16,9 ± 1,94	17,9 ± 1,30	24,0 ± 2,04	16,7 ± 1,30
Vikt (g)	57,8 ± 20,9	63,5 ± 13,2	161,4 ± 45,5	55,5 ± 15,7
CF	1,16 ± 0,13	1,09 ± 0,08	1,13 ± 0,09	1,17 ± 0,15

Resultat gällande morfometriska parametrar för rödingar från Vättern sammanfattas i tabell 7. Rödingarna från Gränna var i medeltal något tyngre än de från Centrala Vättern och hade också något högre konditionsfaktor. Resultat från åldersbestämning av röding från Vättern fanns inte tillgängliga vid rapportens sammanställande. Utifrån fiskarnas längd bedöms dock fiskarna vara minst 6–7 år gamla (Spjut 2020). En röding från Centrala Vättern hade parasit på lever.

Tabell 7. Resultat för morfometriska parametrar för röding 2021. Medelvärde med standardavvikelse beräknat på angett antal individer.

Parameter	Vättern, Centrala	Vättern, Gränna
Antal	9	8
Längd (cm)	55,6 ± 5,34	56,6 ± 4,79
Vikt (g)	1602 ± 486	2099 ± 748
CF	0,91 ± 0,07	1,12 ± 0,21

Metaller

Metaller är grundämnen och finns naturligt i miljön. Vissa metaller är, i låga koncentrationer, essentiella för växter, djur och människor. I högre koncentrationer blir de dock giftiga. Halterna av metaller i mark och vatten har ökat genom mänsklig användning. Eftersom metaller inte bryts ned tar det lång tid för halterna att minska i miljön efter att ett utsläpp upphört. I Sverige är den vanligaste exponeringsvägen för metaller via maten, exempelvis fisk (Naturvårdsverket 2022a).

Halter av metallerna kvicksilver (Hg), arsenik (As), kadmium (Cd), krom (Cr), koppar (Cu), nickel (Ni), bly (Pb) och zink (Zn) har analyserats i muskel av abborre och röding fiskade under 2021 (tabell 8a och b). Kvicksilver har även analyserats i abborre infångade i Vättern 2019-2020 (tabell 8a). För kvicksilver finns gränsvärde i biota enligt HVMFS 2019:25, medan gränsvärde i biota saknas för övriga metaller. Samtliga lokaler uppvisade halter som överskrider gränsvärdet för kvicksilver i biota (0,020 mg/kg vv) enligt HVMFS 2019:25. Detta gränsvärde bedöms överskridas i samtliga svenska ytvattenförekomster, delvis p.g.a. långväga atmosfärisk deposition. Gränsvärdet för kvicksilver gällande konsumtion (0,5 mg/kg vv) överskreds dock inte vid någon av lokalerna. Inte heller livsmedelsgränsvärdena för kadmium (0,05 mg/kg vv) och bly (0,3 mg/kg) överskreds. Halterna av nickel och bly låg genomgående under det analyserande laboratoriets rapporteringsgräns.

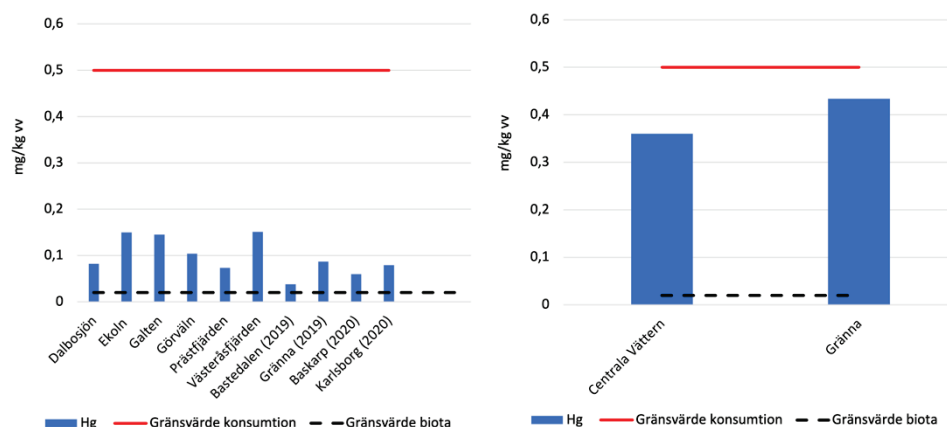
Tabell 8a. Analysresultat (mg/kg vv) avseende metaller i samlingsprover av abborrmuskel i Vänern och Mälaren (2021) och Vättern (2019-2020). Gul färg indikerar att gränsvärde för kvicksilver i biota enligt HVMFS 2019:25 överskrids, medan det för övriga metaller saknas gränsvärde i biota. Observera att endast kvicksilver analyserades i muskel på abborrar infångade i Vättern 2019-2020. Kvicksilverhalten i Bastedalen avser medelvärde från tre samlingsprover medan övriga halter är baserade på ett samlingsprov vardera.

Sjö	Lokal	Hg	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Vänern	Dalbosjön	0,0821	0,0801	0,0035	0,062	0,272	<0,02	<0,02	7,02
Mälaren	Ekoln	0,150	0,0383	<0,002	<0,01	0,287	<0,02	<0,02	5,51
	Galten	0,145	<0,04	<0,002	<0,01	0,283	<0,02	<0,02	5,35
	Görvaln	0,104	0,0753	<0,002	<0,01	0,317	<0,02	<0,02	6,72
	Prästfjärden	0,0731	0,147	<0,002	<0,01	0,288	<0,02	<0,02	6,53
	Västeråsfjärden	0,151	0,068	<0,002	<0,01	0,333	<0,02	<0,02	5,21
Vättern	Baskarp	0,06							
	Bastedalen	0,038							
	Gränna	0,087							
	Karlsborg	0,079							

Tabell 8b. Analysresultat (mg/kg vv) avseende metaller i samlingsprover av röding-muskel 2021. Gul färg indikerar att gränsvärde för kvicksilver i biota enligt HVMFS 2019:25 överskrids, medan det för övriga metaller saknas gränsvärde i biota.

Lokal	Hg	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Centrala Vättern	0,360	0,0678	<0,002	<0,01	0,535	<0,01	<0,01	3,87
Gränna	0,434	0,12	<0,002	<0,01	0,624	<0,02	<0,02	4,29

I vänstra diagrammet i figur 4 visas uppmätta halter av kvicksilver i abborre från Vänern och Mälaren 2021 tillsammans med tidigare (2019 och 2020) uppmätta halter i samlingsprover (muskel) av abborre från Vättern, lokalerna Bastedalen, Gränna, Baskarp och Karlsborg. Bastedalen (2019) avser medelvärde av tre samlingsprover. Halterna vid samtliga lokaler underskrider gällande gränsvärde för konsumtion men överskrider gränsvärdet för biota.



Figur 4. Det vänstra diagrammet visar halter av kvicksilver i samlingsprover av abbotrmuskel från Vänern 2021 (Dalbosjön), Mälaren 2021 (Ekoln, Galten, Görväln, Prästfjärden och Västeråsfjärden) samt Vättern 2019-2020 (Bastedalen, Gränna, Baskarp och Karlsborg). Det högra diagrammet visar halter av kvicksilver i samlingsprover (muskel) av röding 2021 från Vättern (Centrala Vättern och Gränna). Gränsvärde för konsumtion är 0,5 mg/kg vv.

Halterna av kvicksilver var högre i röding jämfört med abborre, och låg för dessa relativt nära gränsvärdet (figur 4, högra diagrammet). Kviksilver biomagnifieras vilket innebär att högre halter återfinns i djur högre upp i näringskedjan. Dessutom var rödingarna äldre vilket också påverkar halterna. Den Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA) har tagit fram ett tolererbart veckointag av kvicksilver på 1,3 µg per kilo kroppsvikt (Livsmedelsverket 2022a). Utifrån detta värde skulle en vuxen (70 kg) kunna äta 209–253 g röding från Vättern per vecka, beroende på fångstplats, utan att överskrida tolererbart veckointag. Motsvarande mängd fisk för ett barn (10 kg) skulle vara 30–36 g.

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH) är en stor grupp av ämnen som bildas oavsiktligt vid förbränning och i industriprocesser. Normalt analyseras 16 olika PAH:er (bilaga 1). Utsläppen har minskat kraftigt sedan 1990-talet, bland annat på grund av en övergång från uppvärmning med olja till fjärrvärme och genom tillämpning av ny teknik inom industrin (Naturvårdsverket 2022b).

Samtliga analysresultat från Mälaren (abborre) visade på halter av PAH som låg under det analyserande laboratoriets rapporteringsgräns (bilaga 1). Dalbosjön (abborre) hade en kvantifierbar halt av naftalen (tabell 9a). I samlingsprover av röding från Vättern (tabell 9b) uppvisades kvantifierbara halter av fenantren, antracen och fluoranten i både Gränna och Centrala Vättern. I provet från Centrala Vättern fanns även kvantifierbara halter av acenaftylen. I HVMFS 2019:25 finns gränsvärden för fluoranten (0,03 mg/kg vv) och benzo(a)pyren (0,005 mg/kg vv) men dessa gäller för kräftdjur och blötdjur och är inte direkt överförbara till fisk (HaV 2016). Samtliga uppmätta värden 2021 understiger dock gränsvärdena för kräftdjur och blötdjur med avseende på våtviktshalter. PAH:er analyserades inte på abborrar infångade i Vättern 2019-2020.

Tabell 9a. Analysresultat avseende PAH:er i fiskmuskel för abborre från Vätern och Mälaren (2021). PAH:er analyserades inte på abborre infångade i Vättern 2019-2020. Notera att endast fem av 16 analyserade PAH:er visas, övriga elva PAH:er låg under laboratoriets rapporteringsgräns för samtliga prover.

Sjö	Lokal	Naftalen mg/kg vv	Fenantren mg/kg vv	Antracen mg/kg vv	Fluoranten mg/kg vv	Acenaftylen mg/kg vv
Vätern	Dalbosjön	0,0022	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Mälaren	Ekoln	<0,0030	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
	Galten	<0,0030	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
	Görväl	<0,0030	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
	Prästfjärden	<0,0030	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010
	Västeråsfjärden	<0,0030	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010

Tabell 9b. Analysresultat avseende PAH:er i fiskmuskel, röding 2021. Notera att endast fem av 16 analyserade PAH:er visas, övriga elva PAH:er låg under laboratoriets rapporteringsgräns för samtliga prover.

Sjö	Lokal	Naftalen mg/kg vv	Fenantren mg/kg vv	Antracen mg/kg vv	Fluoranten mg/kg vv	Acenaftylen mg/kg vv
Vättern	Gränna	<0,012	0,0013	0,0011	0,0013	<0,0080
	Centrala Vättern	<0,010	0,0012	0,0013	0,0012	0,0024

Polyklorerade bifenyler (PCB), dioxiner och dioxinlika PCB

Polyklorerade bifenyler (PCB) är ett samlingsnamn för 209 giftiga och långlivande ämnen som sedan 1930-talet haft omfattande industriell användning, bland annat i fogmassa, transformatorer, plaster och färger. På grund av uppmärksammande miljöeffekter på bland annat sälar, förbjöds PCB i Sverige i nya produkter 1978 och i all användning 1995. PCB sprids dock fortfarande via bland annat avfallshantering och än idag rapporteras om höga halter i miljön. PCB lagras i fettvävnad och särskilt fisk, säl och fågelätande fisk drabbas (Naturvårdsverket 2022c).

Gränsvärde för PCB i biota är 125 µg/kg vv enligt HVMFS 2019:25. Då avses summan av de sex kongenerna PCB 28, 52, 101, 138, 153 och 180. Enligt HaV (2016) ska fettlösliga ämnen lipidnormaliseras innan jämförelse med gränsvärdet och värden under rapporteringsgränsen ska sättas till 0 innan summering av ingående kongener. I tabell 10a och 10b visas resultaten för undersökta lokaler 2021 både exklusive och inklusive rapporteringsgränsvärden (LOQ), som försiktighetsmått. I tabell 10a visas även resultaten från undersökta lokaler i Vättern 2019-2020. Dessutom visas resultaten både i våtvikt, för jämförelse med livsmedelsgränsvärden i EG1881/2006 och EU 1259/2011, samt som lipidnormaliserade värden. För abborrar överskrider inga gränsvärden (tabell 10a).

Tabell 10a. Analysresultat avseende PCB₆ och fetthalt i fiskmuskel för abborre från Vänern och Mälaren (2021) samt Vättern (2019-2020). PCB-halter är redovisade inklusive och exklusive LOQ samt i våtvikthalt och lipidnormaliserad halt. Inga gränsvärden överskrider. Halterna i Bastedalen avser medelvärde från tre samlingsprover.

Sjö	Lokal	PCB ₆ inkl. LOQ, µg/kg vv	PCB ₆ inkl. LOQ µg/kg 5%-fv	PCB ₆ exkl. LOQ, µg/kg vv	PCB ₆ exkl. LOQ, µg/kg 5%- fv	Fetthalt (g/100g)
Vänern	Dalbosjön	1,2	7,3	0,2	1,3	0,84
Mälaren	Ekoln	4,8	68	4,6	66	0,35
	Galten	2,1	15	1,7	12	0,7
	Görvåln	2,3	16	1,9	13	0,75
	Prästfjärden	1,3	6,8	0,5	2,5	0,94
	Västeråsfjärden	3,4	29	3,0	26	0,59
Vättern	Baskarp	2,4	12,4	2,4	12,3	0,98
	Bastedalen	2,3	14,1	2,2	13,5	0,81
	Gränna	2,7	18,1	2,6	17,5	0,74
	Karlsborg	1,5	7,8	1,4	7,6	0,94

Resultaten visar att röding infångad vid Gränna 2021 hade halter som överskrider livsmedelsgränsvärdet 125 µg/kg vv (tabell 10b). Baserat på våtvikt överskrider även gränsvärdet i HVMFS 2019:25 för biota, dock inte

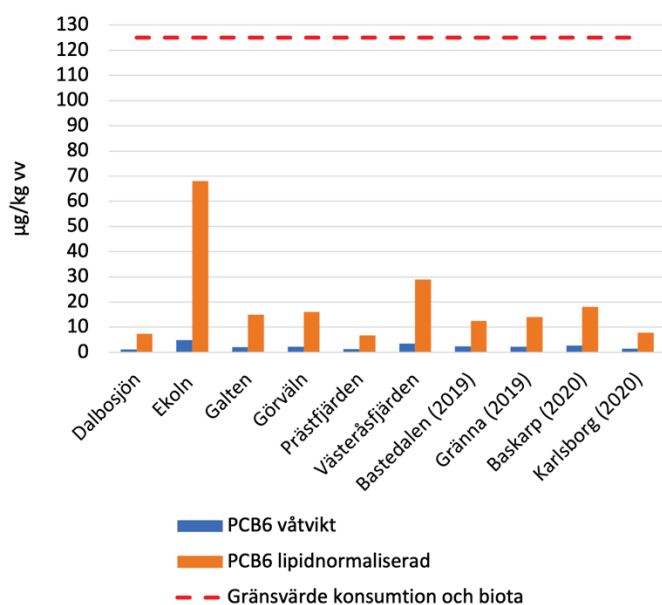
efter lipidnormalisering (tabell 10b). Till skillnad mot övriga lokaler uppmättes samtliga PCB-kongener i Gränna och samtliga utom en i Centrala Vättern.

Tabell 10b. Analysresultat avseende PCB₆ och fetthalt i fiskmuskel, röding 2021. PCB-halter är redovisade inklusive och exklusive LOQ samt i våtvikthalt och lipidnormaliserad halt. Gul färg indikerar att gränsvärde i HVMFS 2019:25 överskrids och röd text indikerar att livsmedelsgränsvärde i EG 1881/2006 och EU 1259/2011 överskrids. Observera att jämförelse för biota bör göras mot lipidnormaliserade halter.

Lokal	PCB ₆ inkl. LOQ, µg/kg vv	PCB ₆ inkl. LOQ µg/kg 5%-fv	PCB ₆ exkl. LOQ, µg/kg vv	PCB ₆ exkl. LOQ, µg/kg 5%-fv	Fetthalt (g/100g)
Centrala Vättern	80	83	80	83	4,8
Gränna	141	47	141	47	15

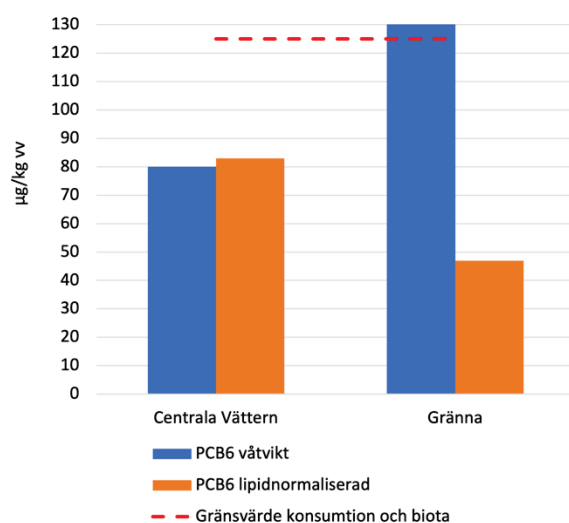
I figur 5a visas uppmätta våtvikthalter av PCB₆ (inkl. LOQ) i abborre från Väneren och Mälaren 2021 tillsammans med tidigare (2019 och 2020) uppmätta halter i samlingsprover (muskel) av abborre från Vättern, lokalerna Bastedalen, Gränna, Baskarp och Karlsborg. Halterna vid samtliga lokaler underskrider gällande gränsvärde för konsumtion.

Våtvikthalter av PCB₆ i röding från Vättern 2021 visas i figur 5b. Gränsvärdet för konsumtion överskrids här vid lokalen Gränna.



Figur 5a. Diagram över våtvikthalter och lipidnormaliserade halter av PCB₆ (inklusive LOQ) i samlingsprover av abborrmuskel från Väneren 2021 (Dalbosjön), Mälaren 2021 (Ekoln, Galten, Görväln, Prästfjärden och Västeråsfjärden) samt Vättern 2019-2020 (Bastedalen, Gränna, Baskarp

och Karlsborg). Gränsvärde för konsumtion och för biota är båda 125 µg/kg vv. För biota bör jämförelse göras mot lipidnormaliserade halter.



Figur 5b. Diagram över våtvikthalter samt lipidnormaliserade halter av PCB₆ (inklusive LOQ) i samlingsprover (muskel) av röding från Vättern 2021 (Centrala Vättern och Gränna). Gränsvärde för konsumtion och för biota är 125 µg/kg vv. För biota bör jämförelse göras mot lipidnormaliserade halter.

Dioxiner är en grupp på sammanlagt 210 giftiga föreningar som bildas oavsiktligt vid förbränning av organiskt material tillsammans med klorhaltiga ämnen (Naturvårdsverket 2022d). De består av polyklorerade dibenso-p-dioxiner (PCDD) och polyklorerade dibensofuraner (PCDF). Dioxiner är mycket långlivade och ansamlas i fettvävnad, särskilt hos fisk och fiskätande fåglar. Ett tiotal dioxiner anses vara mycket giftiga, däribland tetraklordibenso-p-dioxin (TCDD). Förutom dioxiner finns det även 12 PCB-kongener som klassas som dioxinlika (se tabell 4) på grund av sin kemiska struktur och sina egenskaper. Varje dioxin och dioxinlik PCB-kongen har internationellt tilldelats en toxisk ekvivalensfaktor, TEF, som anger ämnets toxicitet i förhållande till TCDD, den giftigaste dioxinen. 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, vilken ofta anges som WHO-TEQ). TEQ motsvarar den koncentration TCDD som skulle uppvisa samma effekt som samtliga dioxiner och dioxinlika PCB:er (Karolinska Institutet 2022).

I tabell 11a och 11b redovisas TEQ-halter av dioxiner och dioxinlika PCB:er i våtvikt samt summa TEQ-halt av både dioxiner och dioxinlika PCB:er i våtvikt och som lipidnormaliserade halter. Halter redovisas inklusive LOQ som försiktighetsmått samt exklusive LOQ (enligt HaV 2016) inom parentes. Samtliga lokaler avseende abborre i Vänern och Mälaren uppvisade halter av dioxin som låg under det analyserande laboratoriets rapporteringsgränser, och alltså får halten 0 pg/g vv exklusive LOQ (tabell 11a). För Vättern gällde detta enbart abborre från Bastedalen, i övriga Vätternlokaler detekterades antingen en (Baskarp och Karlsborg) eller två (Gränna) av de 17 analyserade dioxinerna. Rödingar från Vättern

uppvisade halter över rapporteringsgränsen avseende tre av 17 analyserade dioxiner.

Gränsvärdet för summan av dioxiner och dioxinlika PCB:er i biota är 6,5 pg/g (TEQ). Detta gränsvärde överskrids i röding från Vätterns båda fångstlokaler, oavsett om jämförelse görs med våtviktshalt eller lipidnormaliserad halt (tabell 11b). Om försiktighetsmått används, d.v.s. om summa-TEQ-halten av dioxin och dioxinlika PCB inklusive LOQ beaktas, överskrids gränsvärdet för biota även i abborrar från Ekoln, Västeråsfjärden, Baskarp och Gränna (tabell 11a). TEQ-halten exklusive LOQ (enligt HaV 2016) överskrider dock inte gränsvärdet i någon lokal förutom Gränna, där halten ligger strax över gränsvärdet.

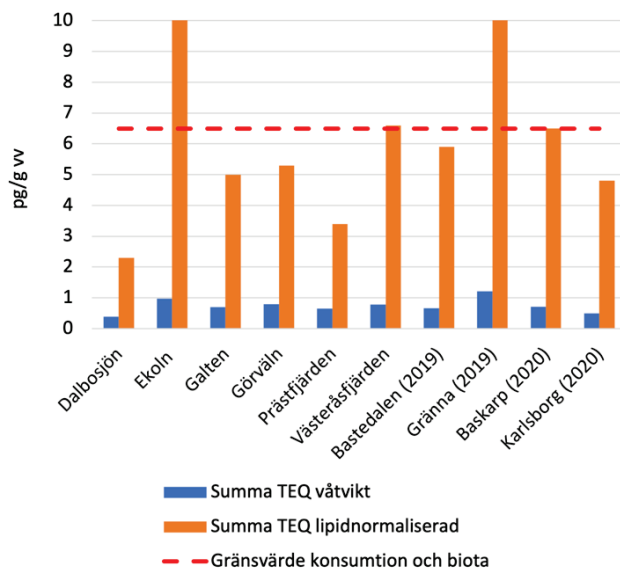
Tabell 11a. Analysresultat avseende TEQ-halter av dioxin, dioxinlika PCB samt summan av dessa i abborre (muskel) från Vätern och Mälaren (2021) samt Vättern (2019-2020). Halter anges inklusive LOQ med halter exklusive LOQ inom parentes. Gul färg indikerar att gränsvärde i HVMFS 2019:25 överskrids. Livsmedelsgränsvärde i EG1881/2006 och EU 1259/2011 överskrids inte. Observera att livsmedelsgränsvärde endast bedöms för våtvikt och inte lipidnormaliserade halter, medan gränsvärde för biota bör jämföras mot lipidnormaliserade halter.

Sjö	Lokal	Dioxin TEQ pg/g vv	Dioxinlika PCB TEQ pg/g vv	S:a TEQ di- oxin och di- oxinlika PCB, pg/g vv	S:a TEQ di- oxin och di- oxinlika PCB, pg/g 5%-fv
Vätern	Dalbosjön	0,27 (0)	0,12 (0,12)	0,39 (0,12)	2,3 (0,71)
Mälaren	Ekoln	0,68 (0)	0,29 (0,038)	0,97 (0,038)	13,9 (0,54)
	Galten	0,60 (0)	0,1 (0,014)	0,7 (0,014)	5 (0,1)
	Görvåln	0,64 (0)	0,15 (0,019)	0,79 (0,019)	5,3 (0,12)
	Prästfjärden	0,58 (0)	0,069 (0,0054)	0,65 (0,005)	3,4 (0,03)
	Västeråsfjärden	0,61 (0)	0,17 (0,021)	0,78 (0,021)	6,6 (0,18)
Vättern	Baskarp	0,19 (0,036)	0,52 (0,52)	0,71 (0,56)	6,5 (5,1)
	Bastedalen	0,34 (0)	0,32 (0,31)	0,66 (0,31)	5,9 (2,8)
	Gränna	0,66 (0,12)	0,55 (0,54)	1,21 (0,66)	12,3 (6,7)
	Karlsborg	0,16 (0,012)	0,34 (0,34)	0,5 (0,35)	4,8 (3,4)

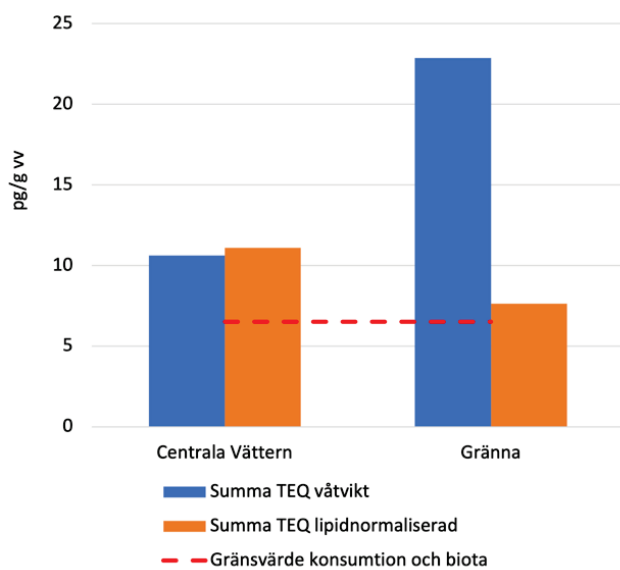
Tabell 11b. Analysresultat avseende TEQ-halter av dioxin, dioxinlika PCB samt summan av dessa i röding (muskel) 2021. Halter anges inklusive LOQ med halter exklusive LOQ inom parentes. Gul färg indikerar att gränsvärde i HVMFS 2019:25 överskrids och röd text indikerar att livsmedelsgränsvärde i EG1881/2006 och EU 1259/2011 överskrids. Observera att livsmedelsgränsvärde endast bedöms för våtvikt och inte lipidnormaliserade halter, medan gränsvärde för biota bör jämföras mot lipidnormaliserade halter.

Lokal	Dioxin TEQ pg/g vv	Dioxinlika PCB TEQ pg/g vv	S:a TEQ di- oxin och di- oxinlika PCB, pg/g vv	S:a TEQ dioxin och dioxinlika PCB, pg/g 5%- fv
Centrala Vättern	0,62 (0,48)	10 (10)	10,62 (10,48)	11,1 (10,9)
Gränna	0,87 (0,68)	22 (22)	22,87 (22,68)	7,62 (7,56)

Gällande livsmedelsgränsvärde för summa TEQ-halt av både dioxiner och dioxinlika PCB:er (6,5 pg/g vv) enligt EG 1881/2006 och EU 1259/2011 överskrids inte för abborrar (figur 6a, blå staplar) men däremot för rödingar från Vättern 2021 (figur 6b). Livsmedelsgränsvärde för enbart summa dioxiner (TEQ, 3,5 pg/g vv) överskrids inte vid någon lokal (tabell 11a och 11b).



Figur 6a. Diagram över våtviktshalter samt lipidnormaliserade halter av summa-TEQ dioxin och dioxinlika PCB (inklusive LOQ) i samlingsprover (muskel) av abborre från Vänern 2021 (Dalbosjön), Mälaren 2021 (Ekoln, Galten, Görvåln, Prästfjärden och Västeråsfjärden) samt Vättern 2019-2020 (Bastedalen, Gränna, Baskarp och Karlsborg). Gränsvärde för konsumtion och biota är 6,5 pg/g vv. För biota bör jämförelse göras mot lipidnormaliserade halter (orange staplar) medan gränsvärde för konsumtion jämförs mot våtviktshalter (blå staplar).



Figur 6b. Diagram över våtviktshalter och lipidnormaliserade halter av summa-TEQ dioxin och dioxinlika PCB (inklusive LOQ) i samlingsprover (muskel) av röding 2021 från Vättern (Centrala Vättern och Gränna). Gränsvärde för konsumtion och biota är 6,5 pg/g vv. För biota bör jämförelse göras mot lipidnormaliserade halter (orange staplar) medan gränsvärde för konsumtion jämförs mot våtviktshalter (blå staplar).

Kloralkaner och ftalater

Kloralkaner (klorerade paraffiner) används exempelvis inom färgindustrin och i flamskyddsmedel. Användningen har minskat men ämnena har långtidseffekter i miljön och är mycket giftiga för vattenorganismer (Enviroplanering 2005). Samtliga uppmätta värden av kloralkaner C10-C13 i fisk 2021 låg under både analyserande laboratoriums rapporteringsgräns (5 mg/kg) samt gränsvärde i HVMFS 2019:25 (17 mg/kg) (bilaga 1).

Ftalater används huvudsakligen som mjukgörare i plast. Gränsvärde gällande biota finns för di(2-etylhexyl)ftalat (DEHP), som anses vara akut giftig för vattenlevande organismer samt hormonstörande (Naturvårdsverket 2022e). Halterna av DEHP i abborre och röding 2021 låg under rapporteringsgränsen (50 µg/kg) samt gränsvärdet 3000 µg/kg. Gränsvärdet för DEHP är dock avsett för kräddjur och blötdjur och är inte direkt tillämplbart på fisk. Majoriteten av övriga uppmätta värden på ftalater låg också under rapporteringsgränserna (bilaga 1), utom för di-iso-nonylftalat (DINP) som noterades i kvantifierbar halt i Prästfjärden (4600 µg/kg).

Bromerade flamskyddsmedel

Det finns hundratals olika flamskyddsmedel varav ett 70-tal innehåller brom. Bromerade flamskyddsmedel är svärnedbrytbara men toxiciteten varierar mellan olika ämnen. Spridningen i miljön är omfattande. Hexabromcyklododekan (HBCD/HBCDD) är mycket giftigt för vattenlevande organismer och har uppmärksammats bland annat eftersom halterna varit höga i sillgrisslägg. Tillverkning sker fortfarande men inte i Sverige (Naturvårdsverket 2022f). I proverna från Prästfjärden (abborre) och Gränna (röding) fanns kvantifierbara halter av HBCD (26 respektive 10 µg/kg vv) som även efter lipidnormalisering (138 respektive 3,3 µg/kg fettvikt 5%) låg under gränsvärdet i HVMFS 2019:25 (167 µg/kg). Vid övriga lokaler låg halterna under rapporteringsgränsvärdet (5 µg/kg).

Polybromerade difenyletrar (PBDE) är en samlingsbeteckning för ett antal av de mest använda och spridda flamskyddsmedlen. Summan av kongenerna BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153 och BDE-154 har gränsvärdet 0,0085 µg/kg i HVMFS 2019:25. Detta gränsvärde överskreds i fisk från samtliga lokaler i Väneren, Mälaren och Vättern 2021 samt Vättern 2019–2020 (tabell 12a och 12b). Halterna av PBDE bedöms överskrida gränsvärdet för fisk i samtliga svenska vattenförekomster, delvis p.g.a. långväga luftburna föroreningar.

Tabell 12a. Analysresultat avseende PBDE₆ i abborrmuskel (exkl. LOQ) från Vätern och Mälaren (2021) samt Vättern (2019–2020). Gul färg indikerar att gränsvärde i HVMFS 2019:25 överskrids.

Sjö	Lokal	PBDE ₆ µg/kg vv	PBDE ₆ µg/kg 5%-fv
Vätern	Dalbosjön	0,037	0,22
Mälaren	Ekoln	0,091	1,3
	Galten	0,033	0,24
	Görvåln	0,034	0,23
	Prästfjärden	<0,044	<0,23
	Västeråsfjärden	0,066	0,56
Vättern	Baskarp	0,09	0,44
	Gränna	0,27	1,80
	Karlsborg	0,06	0,34

Tabell 12b. Analysresultat avseende PBDE₆ i rödingmuskel (exkl. LOQ) 2021. Gul färg indikerar att gränsvärde i HVMFS 2019:25 överskrids.

Lokal	PBDE ₆ µg/kg vv	PBDE ₆ µg/kg 5%-fv
Centrala Vättern	4,5	4,7
Gränna	8,7	2,9

Hexaklorbutadien och klororganiska pesticider

Samtliga uppmätta värden av den halogenerade volatila organiska föreningen hexaklorbutadien låg under det analyserande laboratoriets rapporteringsgräns (5 µg/kg) och gränsvärdet i HVMFS 2019:25 (55 µg/kg). Ämnet har bland annat använts som lösningsmedel inom industrin och som bekämpningsmedel vid odling och är akuttoxiskt för vattenlevande organismer (Naturvårdsverket 2022g).

Samtliga uppmätta värden av analyserade klororganiska pesticider i abborre underskred respektive ämnes rapporteringsgräns (bilaga 1) samt gränsvärden i HVMFS 2019:25 gällande dikofol (33 µg/kg), pentaklorbenssen (370 µg/kg) och hexaklorbenssen (10 µg/kg). Uppmätta värden av heptaklor och heptaklorepoxyd underskred laboratoriets rapporteringsgräns (0,0006 mg/kg) men då denna var högre än gällande gränsvärde i HVMFS 2019:25 (0,0067 µg/kg) kan ingen bedömning göras av huruvida gränsvärdet överskrids eller ej. Även i röding från Vättern underskreds i de flesta fall rapporteringsgränserna för klororganiska pesticider, med undantagen p,p'-DDT och p,p'-DDE som uppmättes i kvantifierbara halter vid Gränna (0,021 respektive 0,16 mg/kg våtvikt) och Centrala Vättern (0,0087 respektive 0,057 mg/kg våtvikt).

PFAS

Per- och polyfluorerade ämnen (PFAS) är ett samlingsnamn för tusentals kemikalier med ett brett användningsområde, från brandskum till fett- och vattenavvisande ytbehandlingar. Spridningen i miljön är stor och PFAS tas lätt upp av organismer där de binder till proteiner och därmed ansamlas i bland annat lever (Naturvårdsverket 2022h).

Totalt analyserades 28 PFAS-ämnen i muskel- och leverprover från abborre och röding infångade 2021. Dock kunde inte samtliga ämnen analyseras i alla prover (bilaga 2). Vid tidigare analyser på abborre från Vättern (2019-2020) har ett mindre omfattande analyspaket för PFAS använts (maximalt 13 olika PFAS) och jämförelse med total halt PFAS blir missvisande för dessa prover och har därför inte inkluderats.

I fiskarna infångade 2021 utgjorde PFOS 74-95% av den totala koncentrationen PFAS (exkl. LOQ). I HVMFS 2019:25 finns gränsvärdet 9,1 µg/kg för PFOS i biota. Detta gränsvärde avser muskel, och för expertbedömning baserad på PFOS-data i lever från abborre och strömming föreslås i HaV (2016) i stället jämförelse mot värdet 140 µg/kg våtvikt. Inga gränsvärden med avseende på PFOS överskreds för abborrar från Vänern och Mälaren 2021 (tabell 13a, figur 7a), men däremot överskred abborrar från Bastedalen (2019) gränsvärdet för PFOS i muskel. Även samlingsprover från röding i Vättern, både från lokalen Gränna och Centrala Vättern, översteg gränsvärdet med avseende på PFOS i muskel (tabell 13b, figur 7b). Även samlingsprov av lever från Centrala Vättern 2021 överskred gränsvärdet 140 µg/kg våtvikt (gäller egentligen för abborre och strömming). PFOS i abborrlever från både Vättern-lokalen Baskarp och Mälarlokalen Görvåln visar på halter som ligger strax under gränsvärdet för lever (137 respektive 130 µg/kg) (tabell 13a).

Tabell 13a. Uppmätta halter av total PFAS och PFOS i muskel och lever av abborre i Vänern och Mälaren 2021 samt PFOS i lever och muskel i abborre från Vättern 2019-2020. Gul färg indikerar att gränsvärden i HVMFS 2019:25 och HaV (2016) överskrids för PFOS. Värden för PFAS visas inklusive LOQ med halt exklusive LOQ inom parentes. Total PFAS visas inte för abborrarna från Vättern då dessa analyserades på betydligt färre PFAS jämfört med abborrarna infångade i Mälaren och Vänern.

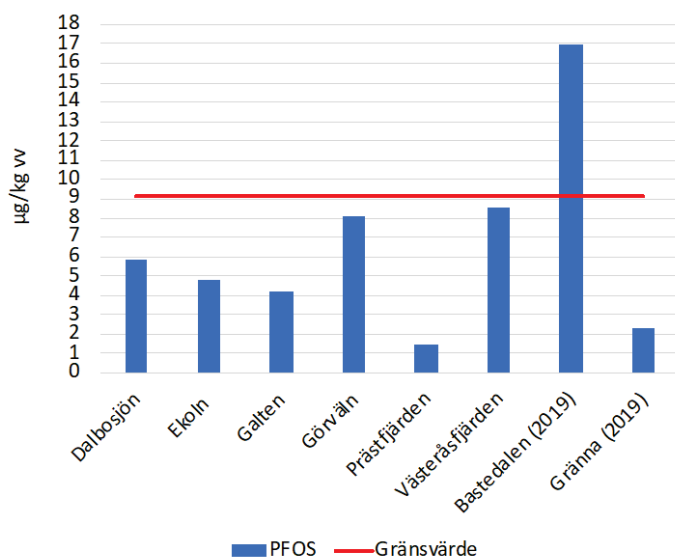
Sjö	Lokal	PFAS muskel µg/kg vv	PFAS lever µg/kg vv	PFOS muskel µg/kg vv	PFOS lever µg/kg vv
Vänern	Dalbosjön	8,6 (7,2)	100	5,8	81
Mälaren	Ekoln	6,5 (5,1)	92 (91)	4,8	86
	Galten	6,6 (5,3)	76 (75)	4,2	63
	Görvåln	10 (9)	140 (140)	8,1	130
	Prästjärden	3,1 (1,7)	75 (74)	1,5	65
	Västeråsfjärden	12 (11)	57 (56)	8,6	45
Vättern	Bastedalen			17	
	Baskarp				137

	Gränna			2,3	
	Karlsborg				112

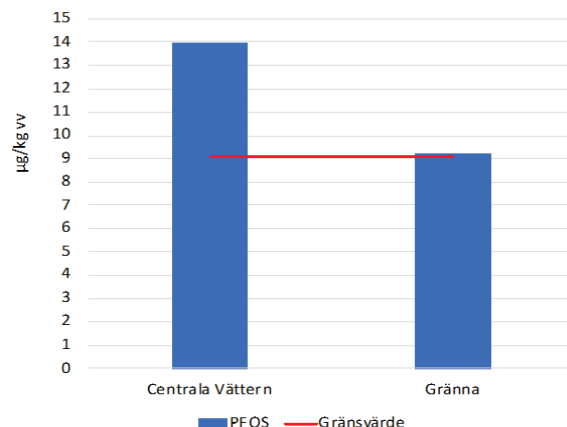
Tabell 13b. Uppmätta halter av total PFAS och PFOS i muskel och lever av röding 2021. Gul färg indikerar att gränsvärde i HVMFS 2019:25 och HaV (2016) överskrids. Värden för PFAS visas inklusive LOQ med halt exklusive LOQ inom parentes.

Lokal	PFAS muskel $\mu\text{g/kg vv}$	PFAS lever $\mu\text{g/kg vv}$	PFOS muskel $\mu\text{g/kg vv}$	PFOS lever $\mu\text{g/kg vv}$
Centrala Vättern	20 (19)	320 (320)	14	260
Gränna	13 (12)	140 (140)	9,2	110

Halterna i abborrmuskel vid Görvälén och Västeråsfjärden låg nära gränsvärdet 9,1 $\mu\text{g/kg}$ medan Bastedalen låg över gränsvärdet (figur 7a). Detta kan innebära att enskilda individer innehåller halter som överskrider gränsvärdet. Provet från Bastedalen hade en halt som var högre än vad som uppmättes i röding från Centrala Vättern och Gränna 2021 (figur 7b).



Figur 7a. Diagram över våtviktshalter PFOS i samlingsprover (muskel) av abborre från Vänern 2021 (Dalbosjön), Mälaren 2021 (Ekoln, Galten, Görvälén, Prästfjärden och Västeråsfjärden) samt Vättern 2019 (Bastedalen och Gränna). Gränsvärdet i HVMFS 2019:25 är 9,1 $\mu\text{g/kg vv}$.



Figur 7b. Diagram över våtviktshalter PFOS i samlingsprover (muskel) av röding 2021 från Vättern (Centrala Vättern och Gränna). Gränsvärdet i HVMFS 2019:25 är 9,1 µg/kg vv.

EFSA har efter epidemiologiska studier fastställt ett tolererbart veckointag av summan av fyra olika PFAS (PFOA, PFNA, PFHxS och PFOS) till 4,4 ng/kg kroppsvikt (Livsmedelsverket 2022b). Uträknade tolererbara veckointag av fisk (gram) för en vuxen (70 kg) respektive ett barn (10 kg), baserat på uppmätta halter av PFAS₄ i Vänern, Mälaren och Vättern visas i tabell 14. Enligt dessa kan en vuxen person (70 kg) äta 51 gram abborre från Dalbosjön (Vänern) per vecka, utan att överskrida tolererbart veckointag av PFAS. Beroende på fångstplats kan samma person äta 35–202 gram abborre från Mälaren per vecka, eller 20–30 gram röding från Vättern. Abborre från Vättern-lokalen Bastedalen (2019) visade på de högsta halterna av PFAS₄ och beräknat på dessa halter kan en vuxen endast äta 17 gram abborre per vecka från lokalen. 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 (TVI) av fisk för vuxen respektive barn med utgångspunkt från EFSA:s TVI 4,4 ng/kg kroppsvikt och vecka.

Sjö	Lokal	Art	PFAS ₄ muskel, inkl. LOQ ng/g vv	TVI vuxen (70 kg) gram fisk	TVI barn (10 kg) gram fisk
Vänern	Dalbosjön	Abborre	6,0	51	7
Mälaren	Ekoln	Abborre	4,8	64	9
	Galten	Abborre	4,2	72	10
	Görväln	Abborre	8,2	38	5
	Prästfjärden	Abborre	1,5	201	29
	Västeråsfjärden	Abborre	8,8	35	5
Vättern	Bastedalen*	Abborre	18,6	17	2
	Gränna	Abborre	2,6	118	17
	Centrala Vättern	Röding	15,5	30	3
	Gränna	Röding	10,2	20	4

*PFHxS ej analyserat

Diskussion

I denna rapport är analysresultat från både abborre och röding inkluderade. Direkta jämförelser mellan dessa två arter är olämpligt (liksom mellan många andra arter), eftersom de har olika egenskaper. Abborre räknas som en mager matfisk medan röding är en fet matfisk. På grund av detta kommer röding generellt att innehålla högre halter av många miljögifter, då flertalet miljögifter är fettlösliga. Genom lipidnormalisering minskar problematiken med olika fetthalt, men den går inte att bortse från. Fiskarnas storlek och ålder har också betydelse för hur mycket miljögifter de hunnit ansamla. Många miljögifter biomagnifieras, vilket innebär att koncentrationen blir högre ju högre upp i näringskedjan fisken befinner sig. Röding befinner sig högre upp i näringskedjan än abborre och de röding-individer som samlades in inom denna undersökning var både avsevärt större och äldre jämfört med insamlade abborrar. Resultaten för abborre och röding har av denna anledning redovisats separat i rapporten. Både röding och abborre är dock viktiga arter att undersöka inom miljöövervakningen eftersom båda bidrar med viktig information. Förutom att olika arter har ingått i undersökningen finns ytterligare en viktig aspekt att framhålla i samband med jämförelser. De tre sjöarna som ingår i studien varierar stort med avseende på bland annat näringstillgång, vattenomsättning och befolkningstäthet i avrinningsområdet, vilket även påverkar koncentrationen av miljögifter i vattnet. Vättern är en näringsfattig sjö, Mälaren klassificeras som en näringsrik sjö, medan Vänern återfinns däremellan. I Vänern kan näringstillgången lokalt vara väldigt hög, särskilt i vikar och skärgårdsområden. I mer näringsrika sjöar är produktionen högre vilket gör att det finns mer levande organismer i vattnet. De flesta miljögifter bioackumuleras, det vill säga att de dras till organismer och ansamlas i dem i stället för att finnas i vattnet. I en näringsrik sjö kommer det därmed att finnas fler organismer som miljögifterna kan binda till, vilket medför att varje organism får en lägre halt miljögift jämfört med om det funnits få organismer i vattnet. Detta fenomen kallas biologisk utspädning och blir en viktig bidragande faktor till höga halter av miljögifter i framför allt näringsfattiga sjöar, där miljögifter ansamlas i relativt få organismer.

Resultaten från undersökningarna 2021 visar att gränsvärdet gällande kvicksilver i biota överskreds vid samtliga lokaler. Halterna av kvicksilver var högre i röding jämfört med abborre, vilket var väntat eftersom kvicksilver biomagnifieras och återfinns i högre koncentrationer längre upp i näringskedjan. Halterna ökar också generellt med åldern och storleken på fisken. Tidigare års data (2019–2020) från abborrlokaler i Vättern visade på liknande kvicksilverhalter som i Vänern och Mälaren. Samtidigt som kvicksilverhalterna i abborrar är jämförbara mellan lokalerna visar data från vattenprovtagningar att ytvattnet i Mälaren innehåller uppemot 6-7 gånger mer kvicksilver jämfört med ytvattnet i Vättern (SLU 2022). I Vättern var medelvärdet ca 0,3 ng/l medan uppmätta halter i Mälaren var ungefär 2 ng/l. Antalet ytvattenprover från Vättern och framför allt Mälaren är dock begränsat och provtagning har endast skett vid ett fåtal lokaler, som inte ligger nära lokalerna i denna undersökning. Rapporterings-

gränsvärdet är dessutom generellt högre för prover från Mälaren. De data som finns indikerar lägre kvicksilverhalt i Vätterns vatten, vilket belyser problematiken med att miljögifter inte får samma biologiska utspädning i näringsfattiga vatten.

Befintliga gränsvärden för konsumtion överskreds inte vid någon av de undersökta lokalerna, varken för kvicksilver, bly eller kadmium. Det är dock värt att notera att halterna av kvicksilver i röding från Vättern, särskilt från lokalen Gränna, ligger relativt nära livsmedelsgränsvärdet. Utifrån analysresultaten 2021 kan ett barn på 10 kg endast äta ca 30 g röding från Vättern per vecka, för att inte överskrida det tolererbara veckointaget av kvicksilver som EFSA tagit fram. Livsmedelsverket rekommenderar att barn inte bör äta sådan insjöfisk som kan ha förhöjd kvicksilverhalt mer än en gång per vecka (Livsmedelsverket 2022c). Med tanke på att det är samlingsprover som analyserats finns en risk att enskilda individer av röding från de undersökta lokalerna innehåller högre halter som överstiger gränsvärdet.

Halterna av PBDE₆ (bromerade flamskyddsmedel) överskrider gällande gränsvärde för biota i fisk från samtliga lokaler. Det är värt att notera att samtliga svenska ytvattenförekomster bedöms överskrida gällande gränsvärden (biota) för både kvicksilver och PBDE₆, detta är alltså inget utmärkande för just Vänern, Vättern och Mälaren.

Röding från Vättern uppvisade halter av PCB₆, dioxiner och dioxinlika PCB samt PFOS som överskrider gällande gränsvärden för biota och livsmedel. Abborre från Ekoln och Västeråsfjärden uppvisade också en summa av dioxin och dioxinlika PCB (TEQ) som överskrider gränsvärdet för biota, när ett försiktighetsmått används, d.v.s. summahalt inklusive LOQ (lipidnormaliserade halter). Även halterna av PCB₆ var högre i abborre från Ekoln och Västeråsfjärden, jämfört med övriga lokaler för abborre. Detta beror troligen på att fiskarna från dessa lokaler var äldre än övriga.

De generellt högre uppmätta halterna i röding 2021 beror sannolikt på att dessa var större och äldre än abborrarna och att de befinner sig högre upp i näringskedjan. Dessutom har röding ett högre fettinnehåll vilket påverkar halterna eftersom de flesta organiska miljögifter ansamlas i fett. Jämförelser mellan olika arter blir därmed missvisande. Livsmedelsverket (2022d) har särskilda rekommendationer för vildfångad röding från Vättern samt för sik och vildfångad lax från både Vättern och Vänern på grund av de höga halterna av PCB och dioxin. Rekommendationen är att kvinnor som vill bli gravida, barn, ungdomar, gravida och ammande inte bör äta dessa fiskar mer än 2–3 gånger per år, medan övriga kan äta dem högst en gång i veckan. Resultaten från undersökningarna 2021 stödjer dessa rekommendationer. Resultaten tyder även på att större och äldre individer, av både abborre och röding, kan innehålla högre halter av miljögifter, vilket kan riskera överskridna gränsvärden för matfisk. Vid fiske för konsumtion tas större individer upp medan små i högre grad släpps tillbaka.

Livsmedelsverket (2022e) rekommenderar att ytvatten där halten PFOS i fisk överstiger miljökvalitetsnormen (9,1 ng/g) undersöks med avseende på de fiskarter som äts regelbundet. Röding i Centrala Vättern och vid Gränna uppvisade 2021 halter som överstiger gränsvärdet, 14 respektive 9,2 ng/g våtvikt muskel. Tidigare mätningar av PFOS i röding från Vättern 2011–2018 har visat halter på 10–70 ng/g (VISS 2022). En mycket hög halt PFOS (17 ng/g) uppmättes också i muskel av abborre från Bastedalen (Vättern) 2019. Görväln och Västeråsfjärden uppvisade högst PFOS-halter bland lokalerna för abborre 2021, 8,1 respektive 8,6 ng/g (muskel, våtvikt) och ligger därmed strax under gränsvärdet. Mätningar i fisk från Görväln har tidigare visat på halter som överstiger gränsvärdet (10,1 ng/g) (VISS 2022). PFOS-halten i till exempel Görväln har varierat mellan olika undersökningsår, då halten var 9,4 ng/g under 2016 och 20 ng/g under 2020 (Stockholms stad 2022a). Detta visar på vikten av upprepade undersökningar för att få ett säkert underlag inför bedömningar av halter. Analys av bland annat PFOS-halten i vattnet i Vänern (tre lokaler), Mälaren (åtta lokaler) och Vättern (två lokaler) har utförts vid fyra tillfällen under 2019–2020. Mälarens vatten hade generellt något högre PFOS-koncentrationer, medan vattnet i både Vänern och Vättern oftare hade halter under detektionsgränsen. I de fall där PFOS detekterades varierade halterna och var 0,9–1,4 ng/l i Vänern, 0,61–1,3 ng/l i Vättern och 0,71–3,7 ng/l i Mälaren (Malnes m.fl. 2020). Trots den högre halten i Mälarens vatten skiljer inte PFOS-halterna i abborrmuskel på ett märkbart sätt mellan lokalerna. Den högre biomassan med fler organismer i Mälaren ger även för PFOS ett skydd mot höga halter miljögifter.

Även om lokalerna för abborre, i Vänern och Mälaren, uppvisade halter 2021 som understiger gränsvärdet för PFOS i biota är det värt att notera de små mängder fisk som kan intas utan att överskrida EFSA:s TVI 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. EFSA håller för närvarande på med en utredning för att ta fram gränsvärden för PFAS i matfisk, där nyttan med att äta fisk bedöms i förhållande till de risker som finns att exponeras för PFAS och andra miljögifter. Utredningen väntas vara klar 2023–2024 och under tiden gäller Livsmedelsverket egna tillfälliga rekommendationer för egenfångad fisk (Livsmedelsverket 2022e). Höga uppmätta PFAS-halter i fisk har föranlett lokala kostrekommendationer i exempelvis Stockholm (Stockholms stad 2022b) och Östersund (Östersunds kommun 2022). De förhöjda halterna i Vättern har också medfört att Länsstyrelserna gått ut med en rekommendation att inte äta fisk med förhöjd PFOS-halt för ofta (Länsstyrelsen Östergötland 2022 och Länsstyrelsen Jönköping 2022).

Referenser

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

Enviroplanning (2005). Litteraturstudie av prioriterade ämnen. Tillgänglig: <http://naturvardsverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:657771/FULLTEXT01.pdf> [2022-05-24].

EU 1259/2011. Kommissionens förordning (EU) 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.

HaV (2016). Miljögifter i vatten – klassificering av ytvattenstatus. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:26.

HVMFS 2019:25. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten.

Karolinska Institutet (2022). Dioxiner och dioxinlika PCB. Tillgänglig: <https://ki.se/imm/dioxiner-och-dioxinlika-pcb> [2022-05-24].

Livsmedelsverket (2022a). Kvicksilver. Tillgänglig: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/metaller1/kvicksilver> [2022-05-30].

Livsmedelsverket (2022b). PFAS – Poly- och perfluorerade alkylsubstanter. Tillgänglig: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/pfas-poly-och-perfluorerade-alkylsubstanter> [2022-05-24].

Livsmedelsverket (2022c). Barn och ungdomar 2-17 år. Tillgänglig: <https://www.livsmedelsverket.se/matvanor-halsa--miljo/kostrad/barn-och-ungdomar/barn-2-17-ar> [2022-09-29]

Livsmedelsverket (2022d). All fisk är inte nyttig. Tillgänglig: <https://www.livsmedelsverket.se/nyttigfisk> [2022-05-25].

Livsmedelsverket (2022e). Riskhantering PFAS i dricksvatten och egenfångad fisk. Tillgänglig: <https://www.livsmedelsverket.se/foretagande-regler-kontroll/dricksvattenproduktion/riskhantering-pfas-i-dricksvatten-egenfangad-fisk> [2022-09-29]

Länsstyrelsen Jönköping (2022). Information om PFAS i fisk från Vättern. Tillgänglig: <https://www.lansstyrelsen.se/jonkoping/djur/fiske/information-om-pfas-i-fisk.html> [2022-09-29]

Länsstyrelsen Östergötland (2022). Förhöjda halter av PFOS i röding från Vättern. Tillgänglig:

<https://www.lansstyrelsen.se/ostergotland/om-oss/nyheter-och-press/nyheter---ostergotland/2022-01-25-forhojda-halter-av-pfos-i-roding-fran-vattern.html> [2022-09-29]

Naturvårdsverket (2022a). Metaller som miljögift. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/miljofororeningar/metaller/> [2022-05-24].

Naturvårdsverket (2022b). PAH, utsläpp till luft. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/luft/utslapp/pah-utslapp-till-luft/> [2022-05-24].

Naturvårdsverket (2022c). PCB i miljön. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/miljofororeningar/organiska-miljogifter/pcb-i-miljon/> [2022-05-24].

Naturvårdsverket (2022d). Oavsiktligt bildande ämnen. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/miljofororeningar/organiska-miljogifter/oavsiktligt-bildade-amnen/> [2022-05-24].

Naturvårdsverket (2022e). Di-(2etylhexyl)-ftalat (DEHP). Tillgänglig: <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/sv/Amnen/Ovriga-organiska-amnen/DEHP/> [2022-05-24].

Naturvårdsverket (2022f). Flamskyddsmedel i miljön. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/miljofororeningar/organiska-miljogifter/flamskyddsmedel-i-miljon/> [2022-05-24].

Naturvårdsverket (2022g). Hexaklorbutadien (HCBd). Tillgänglig: <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/sv/Amnen/Klorerade-organiska-amnen/Hexaklorbutadien/> [2022-05-24].

Naturvårdsverket (2022h). Högfluorerade ämnen i miljön, PFAS Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/miljofororeningar/organiska-miljogifter/hogfluorerade-amnen-i-miljon-pfas/> [2022-05-24].

SLU (2022). Miljödata MVM. Tillgänglig: <https://miljodata.slu.se/MVM/Search> [2022-09-28]

Spjut, D. (2020). Nätprovfisket i Vättern 2015 – Analys och resultat. Vätternvårdsförbundet.

Stockholms stad (2022a). PFOS i fisk. Tillgänglig: <https://miljobarometern.stockholm.se/miljogifter/hogfluorerade-amnen/pfos-i-fisk/compare> [2022-05-30].

Stockholms stad (2022b). Avrådan från att äta insjöfisk. Tillgänglig: <https://parker.stockholm/aktuellt/nyheter/2021/06/avradan-fran-att-ata-insjofisk/> [2022-05-24].

VISS, Vatteninformationssystem Sverige (2022). Tillgänglig: viss.lansstyrelsen.se [2022-05-24].

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].



Havs
och Vatten
myndigheten

