



Regional miljöövervakning 2021

Metaller och organiska miljögifter i abborre



Länsstyrelsen
Västra Götaland

Titel: Regional övervakning 2021 – metaller och organiska miljögifter i abborre
Utgivare: Länsstyrelsen Västra Götaland, enheten för vattenmiljö
Rapportansvariga: Noomi Asker och Lina Rasmusson
Foto framsida: Foto över Västra Ingsjön, Ragnar Lagergren
Rapport: 2023:63
ISSN: 1403-168X

Mer information hittar du på: lansstyrelsen.se/vastragotaland/

Sammanfattning

Under hösten 2021 genomförde Länsstyrelsen Västra Götaland en undersökning med syfte att studera spridning av metaller och organiska miljögifter i regionen samt att samla in data inför statusklassingen inom vattenförvaltningscykel 4 (2022–2027). Abborrar fångades in från elva utvalda sjöar med kända eller misstänkta påverkanskällor. Samlingsprover bestående av muskel analyserades med avseende på högfluorerade ämnen (PFAS/PFOS), dioxiner och dioxinlika föreningar, polyklorerade bifenyler (PCB), bromerade flamskyddsmedel (PBDE) samt kvicksilver. Arsenik, bly, kadmium, koppar, krom, nickel och zink analyserades i samlingsprover från lever.

Uppmätta halter jämfördes mot gränsvärden och bedömningsgrunder inom vattenförvaltningen (HVMFS 2019:25). Resultaten visar att halterna av det perfluorerade ämnet PFOS låg över gränsvärdet inom vattenförvaltningen i fem av elva sjöar. Högst var halterna i abborre från Lilla Issjön och Västra Ingsjön där halterna låg ca åtta gånger över gränsvärdet inom vattenförvaltningen. I Bottensjön och Guttasjön uppmättes PFOS i halter som översteg gränsvärdet ca två-tre gånger. Halten PFOS i abborre från Landvettersjön låg strax över gränsvärdet inom vattenförvaltningen.

Kvicksilverhalten låg över gränsvärdet i biota inom vattenförvaltningen i samtliga sjöar. Även det bromerade flamskyddsmedlet PBDE översteg gränsvärdet inom vattenförvaltningen i åtta av de elva sjöarna. Dessa resultat stödjer den bedömning inom vattenförvaltningen som klassar samtliga svenska vattenförekomster med sämre än god status med avseende på kvicksilver och PBDE.

Uppmätta halter av dioxiner och dioxinlika föreningar låg under gränsvärdet i biota inom vattenförvaltningen i abborre från de elva undersökta sjöarna. Inga halter av PCB översteg bedömningsgrunden förutom i abborre från Guttasjön där halten låg strax över.

Summan av de uppmätta halterna för PFAS-föreningarna PFOS, PFOA, PFNA samt PFHxS (PFAS₄) jämfördes även mot Livsmedelsverkets temporära åtgärdsnivå för PFAS₄ i egenfångad fisk (Livsmedelsverket, 2023 a). Detta gjordes för att avgöra om en utökad undersökning bör initieras med fisk i konsumtionsstorlek för alla de arter som fångas och konsumeras regelbundet av fritidsfiskare. I fem sjöar låg halterna för PFAS₄ över denna temporära åtgärdsnivå för egenfångad fisk.

För metaller där gränsvärden inom vattenförvaltningen saknas gjordes en jämförelse mot halter i abborre från referenssjöar analyserade inom Naturvårdsverkets nationella övervakning av miljögifter och metaller i limnisk biota. Dessa referenssjöar har liten lokal mänsklig påverkan och uppmätta halter anses därför beskriva den generella bakgrundsbelastningen av miljögifter i fisk. Resultaten visar att de uppmätta halterna av vissa metaller i abborre låg över de halter som uppmätts inom den nationella övervakningen av abborre. Detta gäller arsenik i Vassbotten och Åsunden, bly i Östra Ingsjön och Landvettersjön samt krom och nickel i abborrar från Landvettersjön.

Innehåll

INLEDNING	7
Undersökningens syfte	7
Gränsvärden och bedömningsgrunder för miljögifter inom vattenförvaltningen	7
Livsmedelsverkets temporära åtgärdsgräns för PFAS4 i egenfångad fisk	8
Nationella miljöövervakningsprogram i limnisk biota	8
METOD	9
Val av sjöar	9
Insamling av abborre	11
Provberedning och kemisk analys	12
Bearbetning av data	12
RESULTAT OCH DISKUSSION	14
Organiska miljögifter	14
PFAS	14
PBDE	15
Dioxiner	16
PCB	16
Metaller	17
Kvicksilver	17
Arsenik	17
Bly	18
Kadmium	18
Koppar	18
Krom	18
Nickel	19
Zink	19
SLUTSATS	22
REFERENSER	23
Bilaga 1. Resultat och individuella kartor över provtagningslokaler från respektive avrinningsområde	25
KUNGSBACKAÅNS AVRINNINGSSOMRÅDE	25
Lilla Issjön	25
Västra Ingsjön	26
Oxsjön	27
Östra Ingsjön	27
MÖLNDALSÅNS AVRINNINGSSOMRÅDE	28
Landvettersjön	28

MOTALA STRÖMS AVRINNINGSSOMRÅDE	30
Bottensjön	30
ROLFSÅNS AVRINNINGSSOMRÅDE.....	31
Viaredssjön	31
VISKANS AVRINNINGSSOMRÅDE	32
Guttasjön och Rydboholmsdammarna.....	32
AVRINNINGOMRÅDE FÖR VÄNERN OCH DESS NÄROMRÅDE	34
Vassbotten.....	34
ÄTRANS AVRINNINGSSOMRÅDE	35
Åsunden.....	35
Bilaga 2 Sammanställning av analysdata.....	36
Bilaga 3 Individuella biometriska data	39

INLEDNING

Undersökningens syfte

Under hösten 2021 genomförde Länsstyrelsen Västra Götaland en undersökning i syfte att utvärdera förekomsten av metaller och organiska miljögifter i abborre från elva olika sjöar i regionen. Sjöarna i undersökningen valdes ut utifrån att det tidigare varit känt att det finns höga halter av metaller och/eller organiska miljögifter i området alternativt att man bedömt att det finns källor som skulle kunna tillföra dessa ämnen i betydande mängd till recipienten.

Analyserade ämnen valdes ut baserat på att de ingår i vattenförvaltningen med gränsvärden eller bedömningsgrunder i fisk (biota) enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrift (HVMFS 2019:25). Syftet var i första hand att samla in data inför statusklassningen inom vattenförvaltningscykel 4 (2022–2027) där uppmätta halter jämförs mot satta gränsvärden och bedömningsgrunder. Uppmätta halter av PFAS₄ jämfördes även mot Livsmedelsverkets temporära åtgärdsnivå för egenfångad fisk, för att avgöra om lokala kostrekommendationer för egenfångad fisk bör tas fram i de sjöar där den temporära åtgärdsnivån överstigs (Livsmedelsverket, 2023 a).

Utöver utvalda ämnen analyserades ytterligare metaller, men som saknar bedömningsgrunder i biota inom vattenförvaltningen. Halten av dessa metaller jämfördes mot data från Naturvårdsverkets nationella miljöövervakningsprogram av metaller och organiska miljögifter i limnisk biota för att sätta vår data i relation till referenssjöar med liten lokal mänsklig påverkan.

Gränsvärden och bedömningsgrunder för miljögifter inom vattenförvaltningen

EU:s vattendirektiv infördes i svensk lag 2004 med syfte att förbättra och skydda våra sjöar och vattendrag, grundvatten samt kustnära hav. Arbetet med denna vattenförvaltning genomförs i cykler på 6 år. För varje vattenförvaltningscykel tas så kallade miljökvalitetsnormer (MKN) fram som beskriver vid vilken tidpunkt ett vatten ska nå god ekologisk och kemisk status. Inom varje cykel genomförs en statusklassning för att bedöma om målet med god status har uppnåtts. När det gäller miljögifter har gränsvärden tagits fram för EU-gemensamma prioriterade ämnen (prio-ämnena) som klassas under den kemiska statusen enligt HVMFS 2019:25. På motsvarande sätt har bedömningsgrunder tagits fram för nationellt utvalda särskilda förorenande ämnen (SFÄ) som släpps ut i betydande mängder till vatten (HVMFS 2019:25). Dessa SFÄ klassas under den ekologiska statusen tillsammans med övriga biologiska, fysikalisk-kemiska och hydromorfologiska kvalitetsfaktorer.

Gränsvärden och bedömningsgrunder för miljögifter inom vattenförvaltningen är i första hand framtagna för vatten, men för vissa ämnen och ämnesgrupper finns även gränsvärden och bedömningsgrunder för biota (fisk och blötdjur) samt för sediment. Gränsvärden i biota är framtagna

för att undvika negativa effekter högre upp i näringskedjan, så kallad sekundärförgiftning, eller för att undvika risk vid human konsumtion.

Livsmedelsverkets temporära åtgärdsgräns för PFAS4 i egenfångad fisk

Den europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (EFSA) arbetar med att ta fram en risk- och nyttovärdering av fisk. I denna värdering viktas nyttan med att äta fisk mot risken att utsättas för olika miljögifter, däribland PFAS. Arbetet pågår och beräknas vara klart 2025 (Livsmedelsverket, 2023 b). Livsmedelsverket har idag kostråd på nationell nivå för olika miljögifter, men för PFAS saknas nationella råd. I avvaktan på EFSA:s risk- och nyttovärdering har Livsmedelsverket gått ut med en temporär åtgärdsnivå för summan av halterna för PFAS-föreningarna PFOS, PFOA, PFNA samt PFHxS (PFAS4) i egenfångad fisk (Livsmedelsverket, 2023 a). I det fall halten av PFAS4 överskrider denna åtgärdsnivå i fisk, bör en utökad undersökning initieras med fisk i konsumtionsstorlek för alla de arter som fångas och konsumeras regelbundet av fritidsfiskare. I de fall Livsmedelsverkets nationella kostråd kring konsumtion av egenfångad fisk inte är tillräckliga kan lokala kostrekommendationer tas fram av berörda kommuner i samråd med Länsstyrelsen och med stöd av Livsmedelsverket (se Livsmedelsverkets råd kring konsumtion av fisk som kan innehålla kvicksilver, Livsmedelsverket, 2023 c).

Under hösten 2023 tog Livsmedelsverket bort den temporära åtgärdsnivån för PFAS4 i egenfångad fisk. I stället behöver lokala kontrollmyndigheter väga in om egenfångad fisk från lokala sjöar/vattendrag äts regelbundet. (Livsmedelsverket, 2023 b).

Nationella miljöövervakningsprogram i limnisk biota

På uppdrag av Naturvårdsverket utför Naturhistoriska riksmuseet löpande nationell övervakning av organiska miljögifter och metaller där miljöövervakning i limnisk biota ingår. Syftet med denna miljöövervakning är att studera diffus påverkan av miljögifter där uppmätta halter ska beskriva den generella bakgrundsbelastningen av miljögifter i fisk. Referenssjöar är därför utvalda utifrån olika kriterier som liten lokal mänsklig påverkan, att sjöarna ska ligga högt upp i ett avrinningsområde samt att ingen kalkning ska ske i sjön. I dagsläget innehåller övervakningsprogrammet mätningar i abborre, gädda eller fjällröding från 32 olika sjöar. Abborre provtas i 27 av dessa sjöar. Övervakningsprogrammet har pågått sedan slutet av 60-talet och årliga mätningar sker för att skapa tidsserier där förändringar kan följas över tid och mellan lokaler.

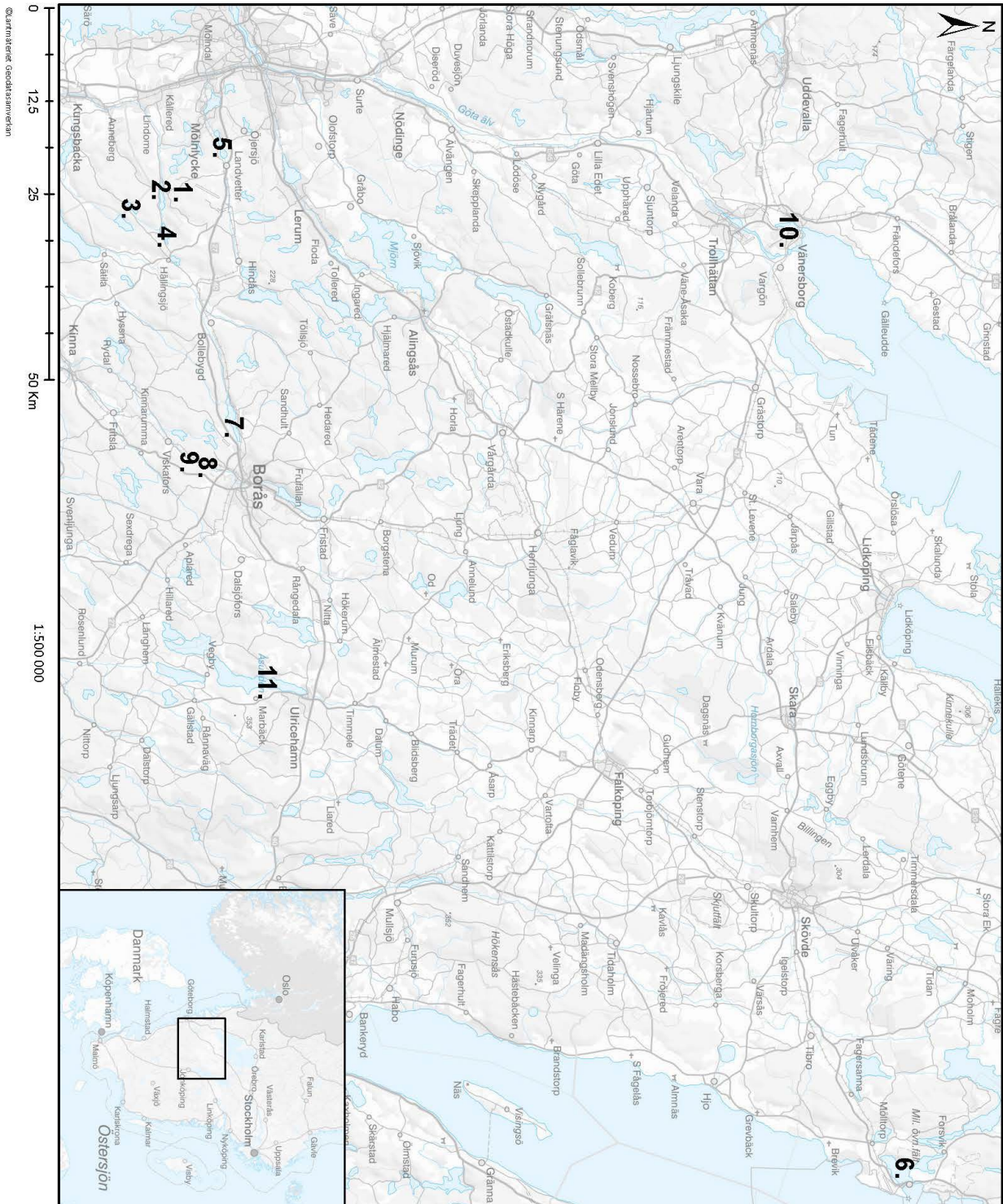
METOD

Val av sjöar

Sjöar som ingick i studien valdes ut i första hand baserat på att det sedan tidigare varit känt att höga halter av PFOS förekommit i området alternativt att man bedömt att det fanns källor som möjligen skulle kunna tillföra PFOS i betydande mängd till recipienten. Detta enligt information i Vatteninformationsystem Sverige (VISS) (<https://viss.lansstyrelsen.se/>). I andra hand valdes sjöarna utifrån misstänkt förekomst och möjliga påverkanskällor av kvicksilver, PCB, dioxiner och dioxinlika föreningar samt bromerade flamskyddsmedel (PBDE) enligt VISS. Utvalda sjöar och deras respektive avrinningsområde samt ID för de vattenförekomster som sjöarna ingår i ses i tabell 1. Karta över sjöarna visas i Figur 1. Kartor över utvalda sjöar från varje individuellt avrinningsområde finns i Bilaga 1.

Tabell 1. Provtagna sjöar med tillhörande avrinningsområde samt ID för vattenförekomsterna enligt VISS

Nr	Sjö	Avrinningsområde	Vattnets ID
1	Lilla Issjön	Kungsbackaån	saknas
2	Västra Ingsjön	Kungsbackaån	WA53895423
3	Oxsjön	Kungsbackaån	WA80838983
4	Östra Ingsjön	Kungsbackaån	WA89804075
5	Landvettersjön	Mölnålsån	WA53946496
6	Bottensjön	Motala ström	WA60654236
7	Viaredssjön	Rolfsån	WA65290953
8	Guttasjön	Viskan	WA96565873
9	Rydboholmsdammarna	Viskan	WA96565873
10	Vassbotten	Vänern och dess närområden	WA10192660
11	Åsunden	Ätran	WA17752536



Figur 1. Karta över de elva sjöar som ingick i studien från vilka abborrar togs in för analys. 1. Lilla Issjön 2. Västra Ingsjön 3. Oxsjön 4. Östra Ingsjön 5. Landvettersjön 6. Bottensjön 7. Viaredssjön 8. Guttasjön 9. Rydboholmsdammarna 10. Vassbotten 11. Åsunden. Samtliga kartor har producerats i Länsstyrelsen Västra Götalands interna WebbGIS 2022-11-05.

Insamling av abborre

Provtagningen genomfördes enligt handledningen för miljöövervakning för *Metaller och organiska miljögifter i fisk från sjöar och vattendrag* (Naturvårdsverket, 2021). För att öka jämförbarheten med andra undersökningar föreslår handledningen provtagning av bland annat abborre (*Perca fluviatilis L.*) med ett storleksintervall på 15–20 cm (Naturvårdsverket, 2021). Dessutom föreslås att ett samlingsprov ska innehålla 10–15 fiskar (Naturvårdsverket, 2021).

Insamling av abborre utfördes under september till november 2021 av Sportfiskarna på uppdrag av Länsstyrelsen Västra Götaland i samtliga sjöar utom i Landvettersjön. Landvettersjön provtogs under augusti 2021 av Medins Havs och Vattenkonsulter AB där abborre togs in på uppdrag av Göta Älvs vattenvårdsförbund. En kombination av nätfiske och spöfiske användes i nästan alla sjöar (tabell 2). Nät sattes över dagen och togs upp på kvällen samma dag, alternativt sattes näten på kvällen och togs upp på morgonen nästa dag. I nästan alla sjöar användes båt som fiskevårdsföreningar eller kommuner lånade ut. Enda undantaget var Lilla Issjön där endast spöfiske skedde då där inte fanns tillgång till båt. I Östra Ingsjön, Västra Ingsjön och Oxsjön användes nordiska översiktsnät. I övrigt användes 6-fots nät med 21 mm och 27 mm stolpe för att fiska mer selektivt efter rätt storlek på abborre. Spöfisket utfördes med små jigggar och maskmete. Ett ankare användes vid behov för att hålla båten på plats och ett ekolod användes för att se fisk, bottenstruktur och djup. Koordinater där majoriteten av fiskarna fångades i en sjö ses i tabell 2. Fångad fisk förvarades på is tills de vid dagens slut placerades i -20°C frys. Fisket i Landvettersjön beskrivs i Nilsson (2022).

Eftersom det var svårt att få in rätt antal abborrar samt abborrar i den rekommenderade storleken togs även abborrar in som var något större. Medellängden låg mellan 152–219 mm (tabell 3). I fem av sjöarna var antalet insamlade fiskar per sjö färre än tio individer (tabell 3).

Tabell 2. Koordinater i referenssystem RT90, fångstmetod samt fångsdatum för fisk i respektive sjö. Fångstmetod N=nätfiske, MM= maskmete, J=jiggfiske, R=ryssja.

Sjö	Koordinater (RT90)	Fångstmetod	Fångsdatum
Lilla Issjön	X6395359 Y1289721	MM, J	2021-09-27
Västra Ingsjön	X6392504 Y1289276	N, MM, J	2021-10-04, 2021-10-05
Oxsjön	X6388430 Y1291868	N, MM, J	2021-09-21, 2021-09-29
Östra Ingsjön	X6393217 Y129511	N, MM, J	2021-10-06, 2021-10-08
Landvettersjön	X6400720 Y1284670	N, J, R	2021-08-10
Bottensjön	X6490834 Y1422329	N	2021-10-24, 2021-10-25
Viaredssjön	X6401782 Y1321365	N	2021-10-07, 2021-10-12, 2021-10-13
Guttasjön	X6398223 Y1326816	N	2021-10-14, 2021-10-15
Rydboholmsdammarna	X6395759 Y1326015	N, J	2021-10-19, 2021-10-20
Vassbotten	X6476914 Y1295833	MM, J	2021-11-01 – 2021-11-04
Åsunden	X6405029 Y1355415	N, J	2021-10-21, 2021-10-22

Tabell 3. Antal fiskar och könsfördelningen i samlingsprovet för respektive sjö samt medelvikt, medellängd och medelålder inklusive standardfel.

Sjö	Antal fiskar	Kön (honor:hanar)	Medelvikt (g)	Medellängd (mm)	Medelålder (år)
Lilla Issjön	9	9:0	73±11	192±10	4±0,4
Västra Ingsjön	7	7:0	55±5	177±5	4±0,5
Oxsjön	11	8:3	80±5	203±4	5±0,4
Östra Ingsjön	10	9:1	78±10	196±8	5±0,3
Landvettersjön	9	9:0	36±4	152±5	SAKNAS
Bottensjön	8	4:4	118±7	216±4	4±0,4
Viaredssjön	9	4:5	96±12	206±9	4±0,3
Guttasjön	6	4:2	125±17	219±8	5±0,2
Rydboholmsdammarna	12	7:5	80±6	194±4	3±0,1
Vassbotten	10	3:7	81±13	194±8	3±0,3
Åsunden	13	8:5	87±4	199±3	3±0,2

Provberedning och kemisk analys

Fiskarna skickades till Calluna AB där totalvikt, längd och kön noterades innan fiskarna dissekerades. Två samlingsprover per sjö preparerades, ett för muskel och ett för lever genom att ca 15 gram muskelvävnad respektive hela levern togs från varje fisk. Gälar togs för åldersbestämning i fiskar från alla sjöar med undantag av abborrharna från Landvettersjön. Åldersbestämningen genomfördes av Pelagia Nature & Environment AB enligt metodhandboken för åldersbestämning av fisk (Sveriges lantbruksuniversitet, 2012). En del av samlingsprovet av muskel skickades till Eurofins för analys av PFAS. Resterande muskelprov skickades till SGS Analytics Sweden AB som utförde analys av PBDE, PCB, dioxiner och dioxinlika föreningar samt kvicksilver. Övriga metaller analyserades i samlingsprov av lever vid SGS Analytics. Fetthalten i muskelproverna analyserades av både Eurofins och SGS Analytics. Vid lipidnormalisering av PBDE, PCB och dioxiner användes fetthalten uppmätt av SGS Analytics.

Bearbetning av data

Bearbetning av data krävs för halter av vissa ämnen innan en jämförelse kan göras mot gränsvärden och bedömningsgrunder i biota inom vattenförvaltningen (HVMFS 2019:25) samt mot Livsmedelsverkets temporära åtgärdsnivå för PFAS i egenfångad fisk (Livsmedelsverket, 2023 a).

Vissa gränsvärden är framtagna för ämnesgrupper i stället för enskilda ämnen och baseras på summan av de uppmätta halterna för ett antal ämnen inom samma ämnesgrupp, så kallade kongener. Detta gäller PBDE (summan av sex kongener), PCB (summan av sex kongener) samt dioxiner och dioxinlika föreningar (summan av 12 respektive 17 kongener). För Livsmedelsverkets temporära åtgärdsnivå för PFAS i egenfångad fisk gäller summahalten av PFOS, PFOA, PFNA samt PFHxS.

Vid beräkning av summahalten av kongener för PBDE, PCB samt dioxiner och dioxinlika föreningar sätts halten för enskilda kongener till noll (lower bound) om den ligger under rapporteringsgränsen (kvantifieringsgränsen) enligt vägledning (Havs- och vattenmyndigheten, 2016). Detta gäller även för summahalten av PFAS4 för den temporära åtgärdsnivån i egenfångad fisk där halten för varje enskilt ämne sätts till noll (lower bound) om uppmätt halt ligger under rapporteringsgränsen.

När det gäller dioxiner och dioxinlika föreningar ska hänsyn tas till både halten och giftighetsgraden för varje individuell kongen för att få fram summan av den samlade effekten uttryckt i toxiska ekvivalenter (TEQ) innan halten jämförs mot gränsvärdet inom vattenförvaltningen (Havs- och vattenmyndigheten, 2016). För varje dioxin och dioxinlik förening finns individuella viktningsfaktorer framtagna av WHO, så kallade toxiska ekvivalensfaktorer. Dessa baseras på giftighetsgrad för respektive ämne i förhållande till den mest toxiska kongenen, 2,3,7,8-TCDD.

Fettlösliga ämnen som PBDE, PCB samt dioxiner och dioxinlika föreningar är svåra att utsöndra från kroppen och ansamlas i stället i organismers fettvävnad. För att kunna jämföra halter av fettlösliga ämnen i biota med respektive gränsvärden och bedömningsgrunder inom vattenförvaltningen lipidnormaliseras uppmätta halter till en lipidkoncentration på 5 % enligt vägledning (Havs- och vattenmyndigheten, 2016). Detta görs genom att multiplicera uppmätt halt av ett fettlöst ämne med 5 (5 %) och dividera detta med uppmätt lipidkoncentration i %.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Organiska miljögifter

Majoriteten av de analyserade organiska miljögifterna i undersökningen ingår i vattenförvaltningen som prioriterade ämnen eller särskilda förorenande ämnen (HVMFS 2019:25). Dioxiner och dioxinlika föreningar, PCB samt PBDE har gränsvärden eller bedömningsgrund i fisk. Bland de analyserade PFAS-föreningarna är det dock endast PFOS som har ett gränsvärde i fisk. För summan av halterna för PFAS₄ har Livsmedelsverket tagit fram en temporär åtgärdsnivå för egenfångad fisk.

Nedan beskrivs resultaten för de individuella organiska miljögifterna analyserade i studien. En sammanställning av resultaten beskrivna utifrån respektive avrinningsområde finns i bilaga 1.

PFAS

Totalt analyserades 28 olika PFAS-ämnen, inklusive PFOS. Halten PFOS var högst i abborre från Lilla Issjön och Västra Ingsjön söder om Landvetter flygplats, där halten låg på 75 µg/kg respektive 79 µg/kg våtvikt. De lägsta halterna noterades i abborre från Oxsjön (2,7 µg/kg våtvikt) och Östra Ingsjön (2 µg/kg våtvikt) som båda ligger uppströms Västra Ingsjön. Halten PFOS i abborre från Lilla Issjön och Västra Ingsjön låg därmed över gränsvärdet för PFOS i biota på 9,1 µg/kg enligt vattenförvaltningen (HVMFS 2019:25) (tabell 4). Detta överensstämmer med tidigare undersökningar av PFOS i fisk från området som genomfördes i projektet RE-PATH (Woldegiorgis, 2010; Norström, 2012). Även en undersökning av abborre från Västra Ingsjön genomförd under 2022 visar på fortsatt höga halter PFAS i abborre från sjön (WSP, 2023). Resultaten visar att PFOS-halterna är fortsatt höga i avrinningsområdet från Landvetter flygplats. Att PFOS dessutom är mycket svårnedbrytbar i miljön gör att den kommer att finnas kvar under en lång tid.

I Landvettersjön låg halten PFOS på 9,7 µg/kg i abborre fångad hösten 2021, dvs strax över gränsvärdet i biota (HVMFS 2019:25) (tabell 4). Däremot noterades inte PFOS i halter över gränsvärdet i ett samlingsprov av gäddmuskel från Landvettersjön som provtogs samma år, utan uppmätt halt i gädda låg på 2,5 µg/kg (Nilsson, 2022). Att halten PFOS i fisk av olika arter kan variera även om fisken är fångad i samma område har noterats i tidigare studier, bland annat i abborre och gädda fångade i sjöarna Anten och Mjörn (Nilsson, 2019). Även i en studie av fisk från Stockholms sjöar och vikar såg man i vissa fall att abborre innehöll högre halter PFOS än gädda fångad i samma sjö (Pettersson, 2022). Dessutom såg man att mindre abborrar kunde innehålla högre halt PFOS än större abborrar från en och samma sjö.

I Viaredssjön har PFOS tidigare analyserats i ett samlingsprov av lever från gädda utan att några förhöjda halter noterats (Lygnerns vattenråd, 2016). Inte heller i abborre fångad 2021 i Viaredssjön överskred halten PFOS gränsvärdet inom vattenförvaltningen (tabell 4). I Guttasjön söder om Borås uppmättes PFOS till 33 µg/kg vilket är över gränsvärdet på 9,1 µg/kg enligt HVMFS 2019:25. Längre söderut i samma vattenförekomst, i Rydboholmsdammarna, uppmättes däremot en PFOS-halt under gränsvärdet

då en halt på 5,6 µg/kg noterades (tabell 4). Vid en tidigare undersökning av PFOS i ett samlingsprov av gäddmuskel från Guttasjön och Rydboholmsdammarna genomförd 2017 låg halten under gränsvärdet i båda sjöarna (Jelinek 2018).

Undersökningar i Bottensjön, i närheten av Karlsborgs flygplats, har tidigare indikerat att abborre i sjön innehåller förhöjda halter PFOS som legat över gränsvärdet i biota enligt HVMFS 2019:25 (NIRAS, 2015b). Detta bekräftades även 2021 då halten PFOS låg på 21 µg/kg i abborrmuskel från sjön. I Vassbotten har kartläggning av möjliga påverkanskällor indikerat att det skulle kunna finnas en risk för spridning av PFOS till sjön (VISS). I det samlingsprov som provtogs 2021 låg halten i Vassbotten (5,3 µg/kg) inte över gränsvärdet. Inte heller i abborre från Åsunden (5,4 µg/kg) låg halten PFOS över gränsvärdet.

Livsmedelsverkets temporära åtgärdsnivå på 8 µg/kg för PFAS₄ i egenfångad fisk överstegs i Lilla Issjön, Västra Ingsjön, Landvettersjön, Guttasjön samt Bottensjön (tabell 5). De fiskar som togs in i vår studie hade en medellängd på 152–219 mm (tabell 3). Enligt Livsmedelsverkets rekommendationer bör större fiskar, i konsumtionsstorlek, tas in och analyseras med avseende på PFAS (Livsmedelsverket, 2023 a). Detta bör göras för de arter som regelbundet konsumeras för att fastställa om man behöver gå ut med lokala kostrekommendationer baserat på halten PFAS₄ i konsumtionsfisk. Under hösten 2023 tog Livsmedelsverket bort den temporära åtgärdsnivån för PFAS₄ i egenfångad fisk. I stället behöver lokala kontrollmyndigheter väga in om egenfångad fisk från lokala sjöar/vattendrag äts regelbundet (Livsmedelsverket, 2023 b).

Halterna för de övriga 27 analyserade PFAS-ämnena detekterades oftast i betydligt lägre halter än halten PFOS (tabell i bilaga 2). Halterna varierade mellan 0,01 µg/kg våtvikt och 2,1 µg/kg våtvikt. För 14 av dessa PFAS-ämnen låg halten under rapporteringsgränsen (tabell i bilaga 2). Även inom den nationella miljöövervakningen av abborre från referenssjöar med liten lokal mänsklig påverkan är halten PFOS oftast högre än halterna av andra analyserade PFAS-ämnen (Faxneld, 2020).

PBDE

För PBDE (polybromerade difenyletrar) analyserades åtta olika varianter/kongener (kongen BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153, BDE-154, BDE-183 samt BDE-209) (tabell i bilaga 2). Det är summan av halten för sex av dessa kongener (kongen BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153 samt BDE-154) som jämförs mot gränsvärdet i biota inom vattenförvaltningen (HVMFS 2019:25). Halten ska även lipidnormaliseras till 5 % innan jämförelse mot gränsvärdet görs (Havs- och vattenmyndigheten, 2016).

Halten av PBDE överskred gränsvärdet i biota på 0,0085 µg/kg lipidnormaliserad våtvikt i åtta av de elva sjöarna (tabell 4). Den högsta halten PBDE noterades i Västra Ingsjön (4,3 µg/kg våtvikt) och lägsta halten i abborre från Lilla Issjön samt Landvettersjön (1,3 µg/kg våtvikt i båda proverna). I Oxsjön, Östra Ingsjön samt Bottensjön låg halten PBDE under rapporteringsgränsen på 0,05 µg/kg som utgjorde den lägsta halt som labbet kunde analysera. Eftersom rapporteringsgränsen låg över gränsvärdet på

0,0085 µg/kg går det inte att avgöra om gränsvärdet överstegs i dessa tre sjöar. I Sverige antas däremot samtliga sjöar, vattendrag och kustvatten innehålla halter av PBDE som överskrider gränsvärdet vilket beror på långväga luftburen spridning och storskalig atmosfärisk deposition av dessa ämnen.

Dioxiner

Totalt analyserades 29 dioxiner och dioxinlika föreningar i muskel från abborre. Det gäller sju polyklorerade dibeno-p-dioxiner (PCDD), 10 polyklorerade dibensofuraner (PCDF) samt tolv dioxinlika polyklorerade bifenyler (PCB). För att jämföra mot gränsvärdet inom vattenförvaltningen ska hänsyn tas till både halten och giftighetsgraden för varje individuellt ämne för att få fram summan av den samlade effekten uttryckt i toxiska ekvivalenter (TEQ) (Havs- och vattenmyndigheten, 2016). Dessutom ska halten lipidnormaliseras till 5 % enligt vägledning (Havs- och vattenmyndigheten, 2016).

Resultaten för de lipidnormaliserade halterna varierade mellan 0,0002 µg TEQ/kg i Åsunden till 0,0052 µg TEQ/kg i Guttasjön (tabell 4). Inga halter överskred därmed gränsvärdet i fisk för summan av dioxiner och dioxinlika föreningar som ligger på 0,0065 µg TEQ/kg lipidnormaliserad våtvikt (HVMFS 2019:25). Av de 29 analyserade dioxinerna låg 14 över rapporteringsgränsen (tabell i bilaga 2).

Till skillnad från vår studie låg halten dioxiner och dioxinlika föreningar analyserade i gädda från Viaredssjön, Guttasjön och Rydboholmsdammarna över gränsvärdet inom vattenförvaltningen under cykel 3 (2015–2021) (Lygnerns vattenråd, 2016; Jellinek, 2018). Detta skulle kunna bero på att halten dioxiner och dioxinlika föreningar sjunkit i dessa vattenförekomster, alternativt att skillnaden beror på att gädda i konsumtionsstorlek använts under vattenförvaltningscykel 3 och att abborre i en storlek under konsumtionsstorlek togs in i undersökningen 2021.

PCB

Polyklorerade bifenyler (PCB) analyserades med avseende på sex olika varianter/kongener (PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153 och PCB-180) och benämns PCB6. Data för varje enskild kongen finns i tabell i bilaga 2. Bedömningsgrunden för PCB inom vattenförvaltningen baseras på summan av dessa sex kongener. Halter PCB6 som överskred bedömningsgrunden på 125 µg/kg lipidnormaliserad våtvikt (HVMFS 2019:25) noterades endast i abborre från Guttasjön och då strax över med en halt på 127 µg/kg lipidnormaliserad våtvikt (tabell 4). Halten PCB6 låg i Landvettersjön, Vassbotten, Viaredssjön och Rydboholmsdammarna mellan 12–46 µg/kg lipidnormaliserad våtvikt. I övriga sjöar låg halten PCB6 under rapporteringsgränsen (<1) för varje individuell kongen. Halter över rapporteringsgränsen noterades för samtliga kongener utom PCB-28.

Tidigare mätningar under cykel 3 inom vattenförvaltningen visade att halter PCB6 översteg bedömningsgrunderna i gädda från både Guttasjön och Viaredssjön. I undersökningen från 2021 hade däremot abborrar fångade i Viaredssjön en PCB-halt på 25 µg/kg vilket inte överskred halterna i bedömningsgrunden.

Metaller

Metallerna arsenik, bly, kadmium, koppar, krom, nickel och zink är prioriterade ämnen eller särskilda förorenande ämnen med gränsvärden inom vattenförvaltningen. Dessa gränsvärden och bedömningsgrunder finns framtagna för ytvatten och i vissa fall för sediment, men inte för biota. När det gäller analyserade metaller finns endast gränsvärde i biota för det prioriterade ämnet kvicksilver inom vattenförvaltningen.

Alla metallhalter har jämförts mot uppmätta halter inom den nationella övervakningen av abborre som årligen utförs i 27 referenssjöar i Sverige (Faxneld, 2020). Dessa referenssjöar har liten lokal mänsklig påverkan och uppmätta halter anses därför beskriva den generella bakgrundsbelastningen av miljögifter i fisk. Det är det uppmätta årsmedelvärdet över 3 år (2016–2018) i dessa referenssjöar som jämförts mot data i vår undersökning (Faxneld, 2020).

Nedan beskrivs resultaten för individuella metaller analyserade i studien. En sammanställning av resultaten beskrivna utifrån respektive avrinningsområde finns i bilaga 1.

Kvicksilver

Halten kvicksilver i abborre varierade mellan sjöarna med högst halt i abborre från Östra Ingsjön (520 µg/kg våtvikt) och lägst halt i Rydboholmsdamarna (90 µg/kg våtvikt) (tabell 4). Samtliga halter översteg därmed gränsvärdet för biota på 20 µg/kg våtvikt enligt HVMFS 2019:25. Gränsvärdet för kvicksilver inom vattenförvaltningen förväntas överskridas i samtliga ytvatten i Sverige på grund av att kvicksilver använts under lång tid, både i Sverige och andra länder, samt att spridning även sker via luft. Därför görs en nationell klassificering av kvicksilver av vattenmyndigheten och statusen för samtliga svenska ytvattenförekomster har klassats till sämre än god.

Halten kvicksilver i abborre som provtagits inom den nationella övervakningen under åren 2016–2018 låg mellan 50–300 µg/kg våtvikt (Faxneld, 2020). Halten kvicksilver i Östra Ingsjön på 520 µg/kg översteg därmed halterna inom den nationella övervakningen. I ytterligare två provtagningslokaler i vår studie låg halten kvicksilver något över halten i de nationella referenssjöarna, det gäller Oxsjön samt Viaredssjön (tabell 4).

Arsenik

Halten arsenik var högst i leverprover från abborre fångade i Vassbotten och Åsunden och låg där på 5 µg/g respektive 4,6 µg/g torrsvikt (tabell 6). Koncentrationen arsenik i fisk från övriga sjöar låg mellan 0,16 och 1,6 µg/g torrsvikt med den lägsta halten i Lilla Issjön.

Halten arsenik i abborre från 26 av sjöarna som ingår inom den nationella övervakningen av metaller i fisk låg på ca 0,17–1,1 µg/g torrsvikt samt på 2,2 µg/g torrsvikt i en av sjöarna (Faxneld, 2020). Halten arsenik i Vassbotten och Åsunden översteg därmed samtliga medelvärden som noterats för arsenik i abborre fångade inom den nationella övervakningen. Nya mätningar skulle behöva göras för att kunna verifiera den högre halten arsenik i abborre från Vassbotten och Åsunden.

Bly

Halten bly var högst i abborre från Östra Ingsjön (0,84 µg/g torrsvikt) samt Landvettersjön (0,44 µg/g torrsvikt) (tabell 6). I övriga sjöar låg halten bly i abborre på 0,04–0,23 µg/g torrsvikt. I Bottensjön låg halten under rapporteringsgränsen på 0,03 µg/g.

I 22 av de 27 sjöarna där metaller undersöktes inom den nationella övervakningen låg halten bly på 0,01–0,04 µg/g torrsvikt (Faxneld, 2020). Halten i övriga fem sjöar låg på 0,055–0,16 µg/g torrsvikt. Halten i Östra Ingsjön låg därmed ca fem gånger högre än det högsta årsmedelvärdet noterat de senaste åren även om halter över 1 µg/g torrsvikt har noterats i någon sjö inom den nationella övervakningen tidigare. Nya mätningar skulle behöva göras för att kunna verifiera den högre halten bly i abborre från Östra Ingsjön.

Kadmium

De högsta halterna av kadmium uppmättes i Västra Ingsjön (19 µg/g torrsvikt) och Östra Ingsjön (13 µg/g torrsvikt) (tabell 6). För abborre från Oxsjön, Landvettersjön och Lilla Issjön samt Viaredssjön låg halterna på 4,4–6,6 µg/g torrsvikt. I övriga fem sjöar låg halterna kadmium mellan 0,7–1,7 µg/g torrsvikt.

Inom den nationella övervakningen låg de flesta halter i abborre mellan 0,08–10 µg/g torrsvikt med undantag för två sjöar med halter på 16 µg/g torrsvikt respektive 25 µg/g torrsvikt (Faxneld, 2020). Halten kadmium i samtliga sjöar i vår studier låg därmed inom spannet för halter av kadmium som uppmätts inom den nationella övervakningen. Detta indikerar att halterna i de elva sjöarna inte översteg den generella bakgrundsbelastningen av kadmium i våra svenska sjöar.

Koppar

Den högsta halt av koppar som noterades i abborre var i Landvettersjön (33 µg/g torrsvikt) (tabell 6). I övriga sjöar låg halten i abborre på 11–22 µg/g torrsvikt där lägsta halten uppmättes i abborre från Bottensjön.

Inom den nationella övervakningen av metaller i abborre låg halterna koppar på 7–15 µg/g torrsvikt i 22 av de provtagna sjöarna (Faxneld, 2020). För fyra av sjöarna låg halten på 15–32 µg/g torrsvikt. En sjö hade kopparhalt i abborre på 49 µg/g torrsvikt. Samtliga elva sjöar i vår studier låg därmed inom spannet för halter av koppar som uppmätts i referenssjöarna inom den nationella övervakningen. Detta indikerar att halterna i de elva sjöarna inte översteg den generella bakgrundsbelastningen av koppar i våra svenska sjöar.

Krom

Halten krom i abborre var som högst i Landvettersjön 0,37 µg/g torrsvikt (tabell 6). I tre sjöar låg halten i abborre på 0,083–0,1 µg/g torrsvikt. I övriga sju sjöar låg halten krom under rapporteringsgränsen på 0,07 µg/g torrsvikt.

I abborrar inom den nationella övervakningen som genomfördes mellan åren 2016–2018 uppmättes halter på 0,032–0,11 µg/g torrsvikt (Faxneld, 2020). Krom i abborre från Landvettersjön låg därmed över spannet för halten krom som uppmätts inom den nationella övervakningen. Måttligt höga halter av

krom har påträffats i sediment i Landvettersjön, vilket skulle kunna bidra till den något högre halten uppmätt i abborre från sjön (Nilsson, 2022).

Nickel

För nickel noterades den högsta halten i abborre från Landvettersjön (0,4 µg/g torrsvikt) (tabell 6). I övriga sjöar låg halten på 0,11–0,27 µg/g torrsvikt, med lägst halt i abborre från Vassbotten.

I abborrar inom den nationella övervakningen uppmättes halter på 0,03–0,11 µg/g torrsvikt i 26 av sjöarna samt en halt på 0,23 µg/g torrsvikt i en sjö (Faxneld, 2020). Halten nickel i abborre från Landvettersjön låg därmed något över det högsta årsmedelvärdet noterat de senaste åren inom den nationella övervakningen.

Zink

Halten zink i abborre fångad i de elva sjöarna låg mellan 170–270 µg/g torrsvikt (tabell 6). Skillnaden mellan det högsta och det lägsta värdet var 1,6 gånger.

Halterna zink i abborre fångad i de 27 sjöarna inom den nationella övervakningen uppmättes till 98–134 µg/g torrsvikt (Faxneld, 2020). Alla halter uppmätta i vår studie låg därmed något över halterna uppmätta inom den nationella övervakningen under de senaste åren. Nya mätningar skulle behöva göras för att kunna verifiera den högre halten zink i abborre från dessa sjöar.

Tabell 4. Analysresultat av undersökta prioriterade och särskilda förorenande ämnen med gränsvärde eller bedömningsgrund (MKN) i biota. Röd färg indikerar att uppmätt halt överskrider MKN enligt HVMFS 2019:25 och grön färg indikerar att MKN inte överskrids. Halter under rapporteringsgränsen för individuella ämnen och ämnesgrupper indikeras med <. Halter under rapporteringsgränsen, men där rapporteringsgränsen överstiger MKN har vit bakgrund. Samtliga ämnen/ämnesgrupper är analyserade i samlingsprov av muskel från abborre och anges i µg/kg våtvikt.

Ämne/ ämnesgrupper	MKN	Lilla Issjön	Västra Ingsjön	Oxsjön	Östra Ingsjön	Landvetter- sjön	Bottensjön	Viaredssjön	Guttasjön	Rydboholms- dammarna	Vassbotten	Åsunden
PFOS ^a	9,1	75	79	2,7	2	9,7	21	4,6	33	5,6	5,3	5,4
PBDE ^{b*}	0,0085	1,3	4,3	<0,05	<0,05	1,3	<0,05	1,8	2,5	3,3	1,6	2
Dioxiner (TEQ) ^{c*}	0,0065	0,0003	0,0028	0,0015	0,0018	0,0019	0,0012	0,0016	0,0052	0,0034	0,0020	0,0002
PCB 6 ^{d*}	125	<1	76	<1	<1	27	<1	25	127	46	24	<1
Kvicksilver, Hg	20	170	280	350	520	150	110	370	100	90	140	110

* lipidnormaliserad till 5%

^a PFOS (perfluoroktansulfonsyra)

^b PBDE (polybromerade difenyletrar) motsvarar summan av BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153, BDE-154 med uppmätta halter över rapporteringsgränsen (lower bound)

^c Dioxiner motsvarar summan av 29 dioxiner och dioxinlika föreningar (WHO-PCCD/F-PCB-TEQ) med uppmätta halter över rapporteringsgränsen (lower bound)

Individuella halter är multiplicerade med viktningsfaktorer för att få fram den totala toxiska ekvivalensen (TEQ)

^d PCB 6 (polyklorerade bifenyl) (ej dioxinlika) motsvarar summan av PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153, PCB 180 med uppmätta halter över rapporteringsgränsen (lower bound)

Tabell 5. Analysresultat för PFAS4. Grå bakgrund indikerar att uppmätt halt överskrider Livsmedelsverkets (SLV) temporära åtgärdsnivå för PFAS4 i egenfångad fisk*. Halter under rapporteringsgränsen för individuella ämnen indikeras med <. Samtliga halterna är analyserade i muskel från abborre och anges i µg/kg våtvikt.

Ämnesgrupper	SLV temporära åtgärdsnivå för egenfångad fisk	Lilla Issjön	Västra Ingsjön	Oxsjön	Östra Ingsjön	Landvettersjön	Bottensjön	Viaredssjön	Guttasjön	Rydboholmsdammarna	Vassbotten	Åsunden
PFAS 4 ^a	8	75	80	2,7	2,1	9,8	21	4,6	33	5,6	5,4	5,5

^a PFAS 4 (poly- och perfluorerade alkylsubstanser) motsvarar summan för PFOS (perfluoroktansulfonsyra), PFOA (perfluoroktansyra), PFNA (perfluoronansyra), PFHxS (perfluorhexansulfonsyra) med uppmätta halter över rapporteringsgränsen (lower bound)

*Under hösten 2023 tog Livsmedelsverket bort den temporära åtgärdsnivån för PFAS4 i egenfångad fisk. I stället behöver lokala kontrollmyndigheter väga in om egenfångad fisk från lokala sjöar/vattendrag äts regelbundet (Livsmedelsverket, 2023 b).

Tabell 6. Analysresultat av undersökta prioriterade och särskilda förorenande ämnen som saknar gränsvärde/bedömningsgrund i biota. Halter under rapporteringsgränsen indikeras med <. Samtliga metaller är analyserade i samlingsprov av lever från abborre och anges i µg/g torrsvikt.

Ämne	Lilla Issjön	Västra Ingsjön	Oxsjön	Östra Ingsjön	Landvettersjön	Bottensjön	Viaredssjön	Guttasjön	Rydboholmsdammarna	Vassbotten	Åsunden
Arsenik, As	0,16	0,83	0,76	1,1	1,2	1,6	1,2	0,61	0,45	5	4,6
Bly, Pb	0,18	0,17	0,12	0,84	0,44	<0,03	0,04	0,23	0,07	0,07	0,05
Kadmium, Cd	6,6	19	5,7	13	5,6	0,62	4,4	1,6	0,7	1,3	1,7
Koppar, Cu	21	19	22	17	33	11	18	18	13	13	13
Krom, Cr	<0,07	0,083	<0,07	<0,07	0,37	<0,07	<0,07	<0,07	0,1	0,088	<0,07
Nickel, Ni	0,17	0,27	0,18	0,16	0,4	<0,07	0,13	0,12	0,13	0,11	0,14
Zink, Zn	200	270	250	240	230	210	210	170	210	220	210

SLUTSATS

Halten av det perfluorerade ämnet PFOS var hög i avrinningsområdet från Landvetter flygplats, trots att omfattande åtgärder genomförts för att förhindra läckage från flygplatsen. Dessa resultat överensstämmer med tidigare studier i området. Även i Bottensjön som ligger i avrinningsområdet från Karlsborgs flygplats noterades förhöjda halter PFOS i abborre. Resultaten pekar på behovet av att hindra spridning av PFOS från dessa områden till närliggande recipienter.

I Guttasjön har PFOS inte tidigare uppmätts över gränsvärdet, men i abborre infångad under 2021 låg halten över gränsvärdet inom vattenförvaltningen, vilket delvis skulle kunna bero på spridning av PFOS från en brandövningsplats i närheten. Dessutom låg halten PFOS i abborre från Landvettersjön strax över gränsvärdet inom vattenförvaltningen. Orsaken till att PFOS påträffas i fisk från dessa sjöar behöver utredas vidare för att kunna lokalisera källan till PFOS samt begränsa spridning.

Livsmedelsverkets temporära åtgärdsnivå på PFAS₄ i egenfångad fisk överstegs i Lilla Issjön, Västra Ingsjön, Landvettersjön, Guttasjön samt Bottensjön. Enligt Livsmedelsverkets rekommendationer bör fisk i konsumtionsstorlek för de arter som regelbundet konsumeras av fritidsfiskare tas in och analyseras med avseende på PFAS. Detta ska göras för att fastställa om man behöver gå ut med lokala kostrekommendationer för dessa sjöar.

Kvikksilverhalten låg över gränsvärdet i biota inom vattenförvaltningen i samtliga sjöar. Även det bromerade flamskyddsmedlet PBDE översteg gränsvärdet inom vattenförvaltningen i åtta av de elva sjöarna. Dessa resultat stödjer den bedömning inom vattenförvaltningen som klassar samtliga svenska vattenförekomster med sämre än god status med avseende på kvikksilver och PBDE. Detta antas beror på långväga luftburen spridning och storskalig atmosfärisk deposition av dessa ämnen.

Uppmätta halter av dioxiner och dioxinlika föreningar låg under gränsvärdet i biota inom vattenförvaltningen i de elva undersökta sjöarna. Inga halter PCB översteg bedömningsgrunden förutom i Guttasjön där halten låg strax över. Skillnader i uppmätta halter i fisk infångade 2021 jämfört med tidigare undersökningar kan tyda på att påverkan från punktkällor för dioxiner och PCB har minskat sedan förra vattenförvaltningscykeln (2016–2021), men kan också bero på att olika arter analyserades i de två studierna, något som behöver undersökas ytterligare.

I Vassbotten och Åsunden där de högsta halterna arsenik noterades i undersökningen, finns inga kända påverkanskällor (VISS). Inte heller finns någon påverkanskälla för bly kring Östra Ingsjön (VISS) här halten var som högst. I Landvettersjön låg halten bly, krom och nickel bland de högsta i undersökningen. Måttligt höga halter av bland annat krom har påträffats i sediment i Landvettersjön vilket skulle kunna bidra till den något högre halten uppmätt i abborre från sjön. Ytterligare mätningar skulle behöva göras för att kunna verifiera de högre halterna av metaller i abborre från dessa sjöar samt för att upptäcka trender i halterna av metaller i fisk samt möjliga källor.

REFERENSER

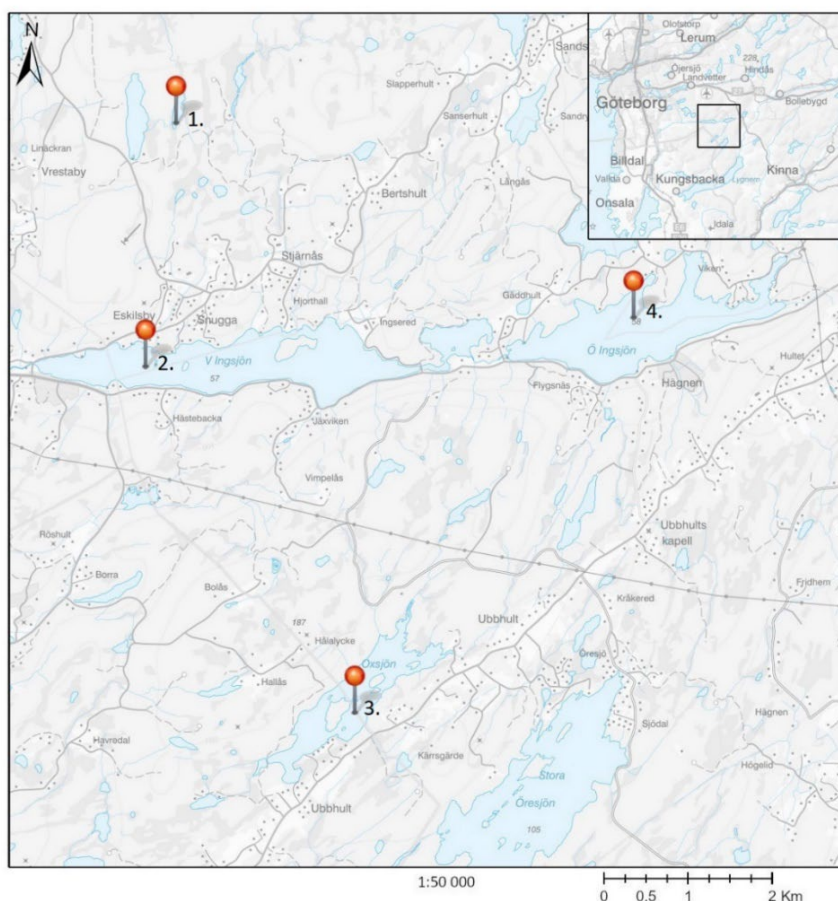
- Faxneld, S. & Soerensen, A.L. (2020). *The Swedish National Monitoring Programme for Contaminants in Freshwater Biota (until 2018 year's data)* (Rapport nr 6:2020). Swedish Museum of Natural History.
- Golder. (2018). *Utredning avseende transport av föroreningar till Viskan (1659179)*. Golder Associates AB.
- HVMFS 2019:25. *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten* (Havs- och vattenmyndighetens författningssamling 2019:25).
- Havs- och vattenmyndigheten. (2016). *Miljögifter i vatten – klassificering av ytvattenstatus. Vägledning för tillämpning av HVMFS 2013:19*. (Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:26).
- Jellinek, J. (2018). *Mätkampanj 2017 – Miljögifter i ytvatten* (Rapport 2018:44). Länsstyrelsen i Västra Götalands Län.
- Livsmedelsverket a. (14 april 2023). *PFAS i dricksvatten och livsmedel – kontroll*. <https://www.livsmedelsverket.se/foretagande-regler-kontroll/dricksvattenproduktion/riskhantering-pfas-i-dricksvatten-egenfangad-fisk>
- Livsmedelsverket b. (6 oktober 2023b). *PFAS i dricksvatten och livsmedel – kontroll*. <https://www.livsmedelsverket.se/foretagande-regler-kontroll/dricksvattenproduktion/riskhantering-pfas-i-dricksvatten-egenfangad-fisk>
- Livsmedelsverket c. (1 juni 2023). *Kvicksilver* <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/metaller1/kvicksilver>
- Lygnerns vattenråd. (2016). *Analys av miljögifter i gäddor från Viaredssjön och Lygnern 2016*.
- Naturvårdsverket. (2021). *Undersökningstyp – Metaller och organiska miljögifter i fisk från sjöar och vattendrag* (Version 1:2, 2021-03-16).
- Nilsson, C. & Bergh, R. (2022). *Rådasjön och Landvettersjön 2021 och 2022 – En undersökning av miljögifter i fisk och sediment* (Version 1.0, 2022-04-21). Medins Havs och Vattenkonsulter AB.
- Nilsson, C., Hårding, I., Rådén, R. & Sandgathe, M. (2019). *Anten och Mjörn 2018 – En undersökning av vattenkemi, biologi och miljögifter* (Version 2.0, 2019-04-02). Medins Havs och Vattenkonsulter AB.
- NIRAS. (2015a). *MTU avseende PFAS, Karlsborgs flygplats*. (version 2, 2015-03-03). NIRAS Sweden AB.
- NIRAS. (2015b). *PM-Resultatsammanställning provfiske i Bottensjön med avseende på PFAS, F6 Karlsborg* (FM2015-22079:9). NIRAS Sweden AB.
- WSP. (2023). *Nätprovfiske i Ingsjöarna 2022, miljökontrollprogram, Swedavia (10339794 – Recipientundersökning Landvetter U2 2022)*. WSP Sverige AB.

- Norström, K. & Viktor, T. (2012). *Årsrapport 2011 för projektet RE-PATH. Mätningar av PFAS i lokaler i och omkring Stockholm Arlanda Airport och Göteborg Landvetter Airport* (rapport B2060). IVL Svenska Miljöinstitutet.
- Norström, K., Viktor, T., Palm Cousins, A. & Benli C. (2013). *Årsrapport 2012 för projektet RE-PATH. Mätningar av PFAS i lokaler i och omkring Stockholm Arlanda Airport och Göteborg Landvetter Airport* (rapport B2148). IVL Svenska Miljöinstitutet.
- Pettersson, M. (2022). *PFAS I konsumtionsfisk från Stockholms sjöar och vikar* (2022-10772). Miljöförvaltningen, Stockholms stad.
- Rosenqvist, L. (2020). *Utvärdering av påverkan på grundvatten från platser där släckskum hanterats*. Sveriges geologiska undersökning.
- Sandsten, H. (2013). *Limnologisk undersökning av Rådasjön och Landvettersjön (Gröen) 2011*. Calluna AB.
- Sveriges lantbruksuniversitet. (2012). *Metodhandbok för åldersbestämning av fisk*. Institutionen för akvatiska resurser, SLU: Havsfiskelaboratoriet, Kustlaboratoriet, Sötvattenslaboratoriet.
- VISS (9 maj 2022), Vatteninformationssystem Sverige, <https://viss.lansstyrelsen.se/>
- Wiederholm, T. (Ed.) 1999. *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, sjöar och vattendrag* (rapport 4913). Naturvårdsverket
- Woldegiorgis, A., Norström, K. & Viktor, T. (2010). *Årsrapport 2009 för projektet RE-PATH. Mätningar av PFAS i lokaler i och omkring Stockholm Arlanda Airport och Göteborg Landvetter Airport* (rapport B1899). IVL Svenska Miljöinstitutet.

Bilaga 1. Resultat och individuella kartor över provtagningslokaler från respektive avrinningsområde

Nedan följer en sammanställning av resultaten i denna rapport beskrivna utifrån respektive avrinningsområde. För varje provtagningslokal presenteras även den information kring statusklassning som genomfördes och de påverkanskällor som togs fram under vattenförvaltningscykel 3 (2016–2021) och som finns tillgängliga i VISS.

KUNGSBACKAÅNS AVRINNINGSMRÅDE



Figur B1.1. Kungsbackaåns avrinningsområde. Provfiskepunkter för 1. Lilla Issjön 2. Västra Ingsjön 3. Oxsjön 4. Östra Ingsjön

Lilla Issjön

Lilla Issjön ligger söder om Landvetter flygplats i ett område där en stor del av avrinningen från banområdet vid flygplatsen inklusive flygplatsens

brandövningsplatser sker. Området är en spridningsväg för PFOS som ingick i brandsläckningsskum som tidigare använts på flygplatsen. Sjön är den mest påverkade av PFOS i området (Woldegiorgis, 2010).

I Lilla Issjön har det tidigare skett provfiske av abborre för att undersöka halten PFOS. Under 2009 och 2011 analyserades olika PFAS-föreningar i abborre och det uppmätta medianvärdet för PFOS låg på 252,8 µg/kg våtvikt i muskelprover. Detta översteg därmed kraftigt gränsvärdet inom vattenförvaltningen på 9,1 µg/kg våtvikt.

Lilla Issjön är ingen vattenförekomst. Däremot är Issjöbäcken, som börjar vid Lilla Issjöns utlopp, en vattenförekomst. Issjöbäcken mynnar ut i Västra Ingsjön. I Issjöbäcken har det skett vattenprovtagning där PFOS uppmätts i vattnet i halter som överskred gränsvärdet (Woldegiorgis, 2010; Norström, 2012). Issjöbäcken bedömdes därmed ej uppnå god status med avseende på PFOS under den förra vattenförvaltningscykeln.

Även i undersökningen från 2021 (tabell 4) låg halten PFOS i abborre från Lilla Issjön över gränsvärdet inom vattenförvaltningen med en halt på 75 µg/kg. Detta visar på att den PFOS som tidigare användes i brandsläckningsskum vid Landvetter flygplats fortsatt finns i sjön.

Halter av övriga organiska miljögifter och metaller som ingick i studien översteg inte satta gränsvärden och avvek inte heller mot halter i abborre fångad i svenska referenssjöar (tabell 4-5). Detta gäller inte PBDE och kvicksilver som översteg respektive gränsvärde inom vattenförvaltningen. PBDE och kvicksilver antas överstiga gränsvärden inom vattenförvaltningen i fisk från samtliga sjöar i Sverige.

Västra Ingsjön

Västra Ingsjön ligger i Kungsbackaåns avrinningsområde. PFOS som fortsatt läcker ut från området vid Landvetter flygplats påverkar recipienten främst via vatten från Lilla Issjön och Issjöbäcken. Förhöjda halter PFOS har tidigare uppmätts i vattnet från Västra Ingsjön. Det har även skett provfiske i sjön, främst av abborre men också av mört och gädda (Woldegiorgis, 2010; Norström 2012; Norström 2013). Medianvärdet i abborre för PFOS från dessa tidigare undersökningar låg på 39,0 µg/kg våtvikt och översteg därmed det satta gränsvärdet inom vattenförvaltningen på 9,1 µg/kg våtvikt i muskel. Vattenförekomsten bedömdes därmed ej uppnå god status med avseende på PFOS under vattenförvaltningscykel 2 och vattenförvaltningscykel 3.

Vid provtagningen som genomfördes under hösten 2021 låg halten PFOS i samlingsprovet från abborremuskel fångad i Västra Ingsjön på 79 µg/kg våtvikt (tabell 4). Detta indikerar att PFOS-halterna är fortsatt höga i avrinningsområdet från Landvetter flygplats med en halt över gränsvärdet inom vattenförvaltningen. Även en undersökning av abborre från Västra Ingsjön genomförd under 2022 visar på fortsatt höga halter PFAS i abborre från sjön (WSP, 2023).

Halten PFAS₄ i abborre från sjön låg över Livsmedelsverkets temporära åtgärdsnivå för egenfångad fisk (tabell 5). Enligt Livsmedelsverkets rekommendationer bör de fiskarter som konsumeras tas in och analyseras för att avgöra om lokala kostrekommendationer ska föreslås för egenfångad fisk från Västra Ingsjön (Livsmedelsverket, 2023 a).

Uppmätta halter av övriga metaller avvek inte mot halter i abborre fångad i svenska referenssjöar (tabell 4 och 5). Halter av övriga organiska miljögifter som ingick i studien översteg inte satta gränsvärden (tabell 4-5). Detta gäller inte PBDE och kvicksilver som översteg respektive gränsvärde inom vattenförvaltningen. PBDE och kvicksilver antas överstiga gränsvärden inom vattenförvaltningen i fisk från samtliga sjöar i Sverige.

Oxsjön

Oxsjön samt den bäck som går från Oxsjön till Östra Ingsjön ingår i vattenförekomsten *Kungsbackaån - Oxsjön till Östra Ingsjön (bäck från Oxsjön)* och är en del av Kungsbackaåns avrinningsområde. PFOS i ytvatten har detekterats i sjöns utlopp till bäcken 2009 (Woldegiorgis, 2010). Resultaten visade på 0,00580 µg/l vilket därmed överskred gränsvärdet inom vattenförvaltningen för årsmedelvärdet i inlandsytvatten på 0,00065 µg/l. Statusen bedömdes till ej god i vattenförvaltningscykel 2 och vattenförvaltningscykel 3 (VISS). Tillförlitligheten var låg eftersom klassningen endast gjordes på ett enskilt prov. Påverkanskällor för PFOS och övriga PFAS var okända.

Vid provtagningen 2021 låg halten PFOS i abborre på 2,7 µg/kg vilket är under det satta gränsvärdet inom vattenförvaltningen (tabell 4). I abborre infångad 2021 låg halten kvicksilver på 350 µg/kg våtvikt, något över halter i de nationella referenssjöarna (tabell 4).

Uppmätta halter av metaller avvek inte mot halter i abborre fångad i svenska referenssjöar (tabell 4 och 5). Halter av övriga organiska miljögifter som ingick i studien översteg inte satta gränsvärden (tabell 6). Detta gäller inte kvicksilver som översteg gränsvärdet inom vattenförvaltningen. Halten PBDE låg under rapporteringsgränsen dvs den lägsta halt som labbet kunde analysera. Eftersom rapporteringsgränsen låg över gränsvärdet gick det inte att avgöra om gränsvärdet överstegs. PBDE och kvicksilver antas överstiga gränsvärden inom vattenförvaltningen i fisk från samtliga sjöar i Sverige.

Östra Ingsjön

Östra Ingsjön ligger i Kungsbackaåns avrinningsområde, uppströms Västra Ingsjön. I området finns inga kända påverkanskällor som potentiellt kan tillföra miljögifter i betydande mängd till vattenförekomsten (VISS). Eftersom Östra Ingsjön ligger nedströms Oxsjön som i cykel 3 inom vattenförvaltningen inte uppnådde god status på grund av PFOS-halter i vattenprover som överskred gränsvärdet, valde vi att även inkludera Östra Ingsjön i denna undersökning.

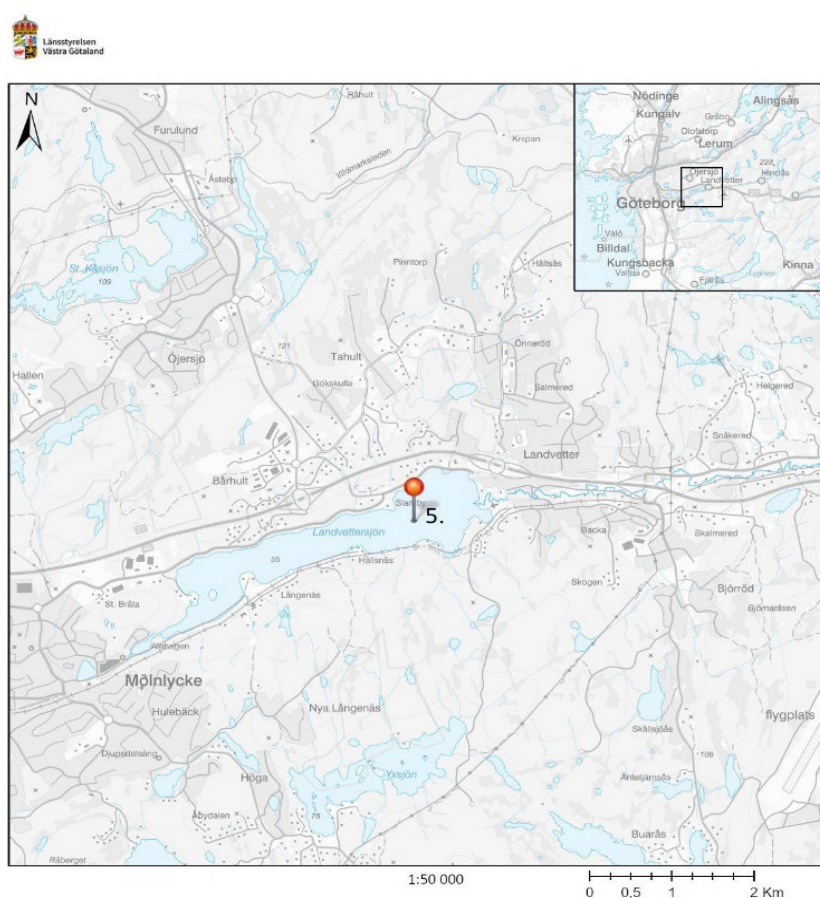
Halten PFOS i samlingsprovet från abborremuskel fångad i Östra Ingsjön under 2021 låg bland de lägsta i studien på 2 µg/kg våtvikt (tabell 4). Ytterligare en undersökning av abborre från Västra Ingsjön som genomfördes under 2022 visade att halter PFAS i abborre från sjön är låg (WSP, 2023).

Den högsta uppmätta halten kvicksilver i studien noterades i abborre från Östra Ingsjön (tabell 4). Här låg kvicksilverhalten i abborre på 520 µg/kg våtvikt. Blyhalten i lever från abborre fångad i Östra Ingsjön låg på 0,84 µg/g torrsvikt (tabell 6). Halten bly låg därmed ca fem gånger högre än det högsta årsmedelvärdet noterat de senaste åren inom den nationella övervakningen

även om halter över 1 µg/g torrsvikt har noterats i någon sjö tidigare (Faxneld, 2020).

Uppmätta halter av övriga metaller avvek inte mot halter i abborre fångad i svenska referenssjöar (tabell 4 och 5). Halter av övriga organiska miljögifter som ingick i studien översteg inte satta gränsvärden (tabell 6). Detta gäller inte kvicksilver som översteg gränsvärdet inom vattenförvaltningen. Halten PBDE låg under rapporteringsgränsen dvs den lägsta halt som labbet kunde analysera. Eftersom rapporteringsgränsen låg över gränsvärdet gick det inte att avgöra om gränsvärdet överstegs. PBDE och kvicksilver antas överstiga gränsvärden inom vattenförvaltningen i fisk från samtliga sjöar i Sverige.

MÖLNDALSÅNS AVRINNINGSSOMRÅDE



Figur B1.2. Mölndalsåns avrinningsområde. Provfiskepunkt för 5. Landvettersjön

Landvettersjön

Landvettersjön ligger väster om Landvetters tätort i Mölndalsåns avrinningsområde. Förorenade områden har identifierats som potentiellt kan tillföra bland annat PFOS, kvicksilver och koppar i betydande mängd till vattenförekomsten (VISS). Halten kvicksilver har tidigare analyserats i muskelvävnad från abborre (medel 170 µg/kg våtvikt) och gädda (medel 382 µg/kg våtvikt) fångad i sjön på uppdrag av Göta älvs vattenvårdsförbund

(Sandsten, 2013). Sedimentprover från sjön har analyserats 2011 samt 2022 (Nilsson, 2022), där halterna av arsenik, krom, koppar och zink har bedömts vara måttligt höga utifrån Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för klassning av sediment (Wiederholm 1999).

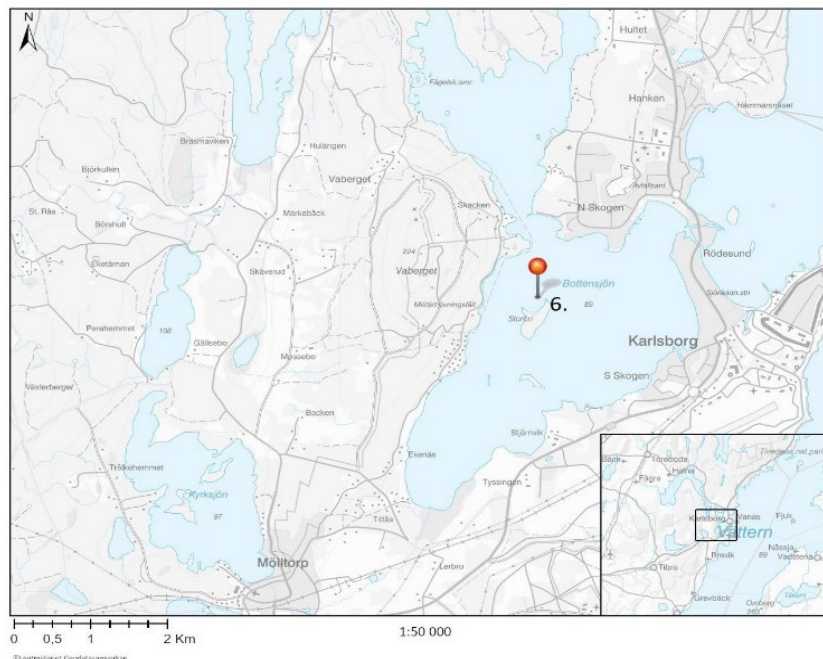
I Landvettersjön låg halten PFOS i fisk på 9,7 µg/kg hösten 2021, dvs strax över gränsvärdet i biota som ligger på 9,1 (HVMFS 2019:25) (tabell 4). PFOS-halter över gränsvärdet inom vattenförvaltningen noterades däremot inte i ett samlingsprov av gäddmuskel från Landvettersjön som provtogs samma år, utan uppmätt halt i gädda låg på 2,5 µg/kg (Nilsson, 2022).

Halten PFAS₄ i abborre från sjön låg strax över Livsmedelsverkets temporära åtgärdsnivå för egenfångad fisk (tabell 5). Enligt Livsmedelsverkets rekommendationer bör de fiskarter som konsumeras tas in och analyseras för att avgöra om lokala kostrekommendationer ska föreslås för egenfångad fisk från Landvettersjön (Livsmedelsverket, 2023 a).

Halten av bly, krom och nickel i abborre från Landvettersjön (tabell 6) låg något högre än i abborre provtagen i referenssjöar inom det nationella övervakningsprogrammet (Faxneld, 2020). Halten koppar i Landvettersjön var högre än i övriga sjöar som ingick i studien (tabell 6). Däremot låg halterna inom spannet för halter av koppar som uppmätts i referenssjöar inom den nationella övervakningen (Faxneld, 2020).

Uppmätta halter av övriga metaller avvek inte mot halter i abborre fångad i svenska referenssjöar (tabell 4-5). Halter av övriga organiska miljögifter som ingick i studien översteg inte satta gränsvärden (tabell 4-5). Detta gäller inte PBDE och kvicksilver som översteg respektive gränsvärde inom vattenförvaltningen. PBDE och kvicksilver antas överstiga gränsvärden inom vattenförvaltningen i fisk från samtliga sjöar i Sverige.

MOTALA STRÖMS AVRINNINGSSOMRÅDE



Figur B1.3. Vätterns avrinningsområde. Provfiskepunkt för 6. Bottensjön

Bottensjön

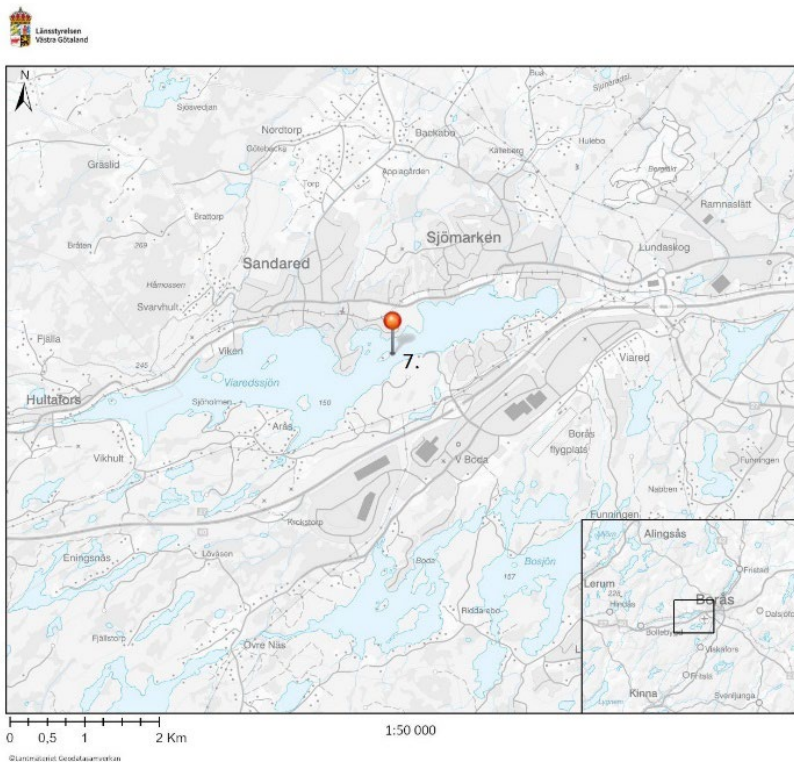
Bottensjön ingår i Motala ströms avrinningsområde och är en del av Göta kanal. Sjön har sitt utlopp i Vättern. Flera källor som potentiellt kan tillföra ämnen så som kvicksilver, bly och PFOS i betydande mängd till sjön har identifierats (VISS). Spridning av PFAS-föreningar från Karlsborgs flygplats via Kärnebäcken har tidigare påvisats (NIRAS, 2015a). I en tidigare undersökning av abborrar uppmättes PFOS-halter i fiskmuskel i två av tre prover till 11 µg/kg respektive 14 µg/kg våtvikt (NIRAS, 2015b). Proverna överskred gränsvärdet för PFOS och statusen klassades till sämre än god i vattenförvaltningscykel 3 med avseende på ämnet.

I Bottensjön låg halten PFOS i abborre fångad hösten 2021 på 21 µg/kg våtvikt och därmed över gränsvärdet i biota på 9,1 µg/kg våtvikt (HVMFS 2019:25) (tabell 4).

Halten PFAS₄ i abborre från sjön låg över Livsmedelsverkets temporära åtgärdsnivå för egenfångad fisk (tabell 5). Enligt Livsmedelsverkets rekommendationer bör de fiskarter som konsumeras tas in och analyseras för att avgöra om lokala kostrekommendationer ska föreslås för egenfångad fisk från Bottensjön (Livsmedelsverket, 2023 a).

Uppmätta halter metaller avvek inte mot halter i abborre fångad i svenska referenssjöar (tabell 4 och 5). Halter av övriga organiska miljögifter som ingick i studien översteg inte satta gränsvärden (tabell 4–5). Detta gäller inte kvicksilver som översteg gränsvärdet inom vattenförvaltningen. Halten PBDE låg under rapporteringsgränsen dvs den lägsta halt som labbet kunde analysera. Eftersom rapporteringsgränsen låg över gränsvärdet gick det inte att avgöra om gränsvärdet överstegs. PBDE och kvicksilver antas överstiga gränsvärden inom vattenförvaltningen i fisk från samtliga sjöar i Sverige.

ROLFSÅNS AVRINNINGSSOMRÅDE



Figur B1.4. Rolfsåns avrinningsområde. Provfiskepunkt för 7. Viaredssjön

Viaredssjön

Viaredssjön ligger strax öster om Borås inom Rolfsåns avrinningsområde. Den har fungerat som recipient för utsläpp från olika aktiva och historiska industrier i området. Påverkansanalyser indikerar att det kan finnas påverkanskällor som kan bidra med bland annat dioxiner och dioxinlika föreningar samt koppar i betydande mängd till vattenförekomsten. I vattenförvaltningscykel 3 analyserades ett samlingsprov från gäddor fångade under 2016 och 2017 (Lygnerns vattenråd, 2018). I dessa gäddor uppmättes PCB i en halt på 138 $\mu\text{g}/\text{kg}$ lipidnormaliserad våtvikt vilket låg över bedömningsgrunderna i vattenförvaltningen. Bland de prioriterade ämnena noterades dioxiner och dioxinlika föreningar i en halt på 0,0082 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvikt vilket låg över gränsvärdet i biota under vattenförvaltningscykel 3. Även en mycket hög halt av kvicksilver (942 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvikt) uppmättes i gäddorna vilket är nästan 50 gånger högre än gränsvärdet inom vattenförvaltningen. Däremot noterades inga förhöjda halter av PFOS i lever från fisken (Lygnerns vattenråd, 2018).

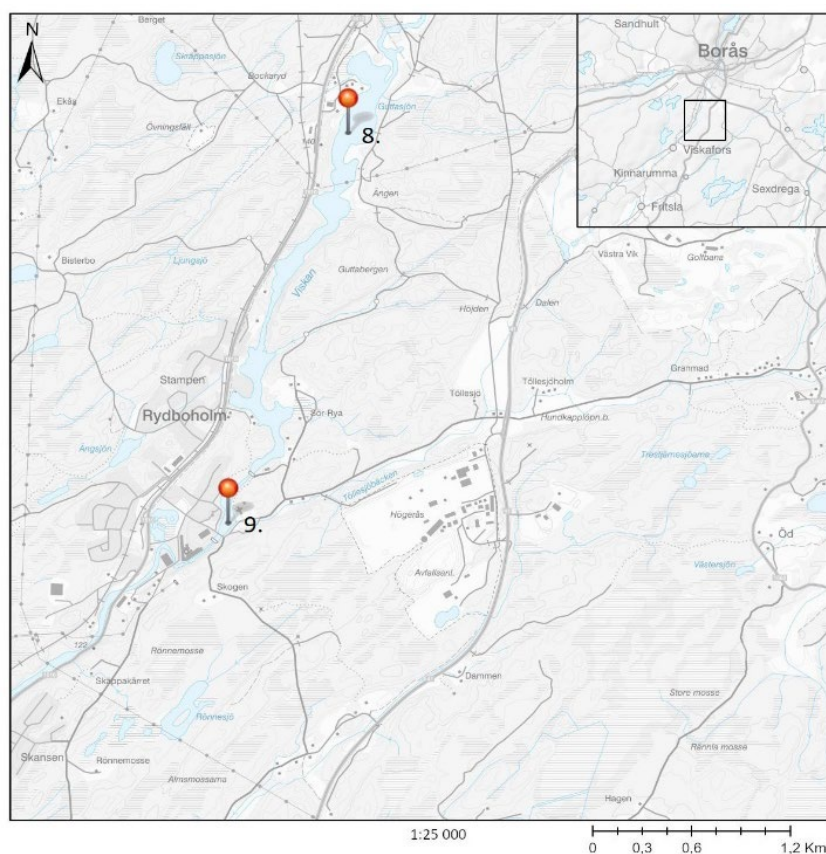
I vår undersökning där abborre togs in från Viaredssjön under 2021 låg halten PCB på 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvikt och därför under bedömningsgrunden inom vattenförvaltningen som ligger på 125 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (tabell 4). Även halten dioxiner och dioxinlika föreningar var lägre än tidigare undersökningar, med en halt på 0,0016 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvikt och därmed under gränsvärdet på 0,0065 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (tabell 4). I abborre infångad 2021 låg halten kvicksilver på 370 $\mu\text{g}/\text{kg}$ våtvikt, något över halter i de nationella referenssjöarna (tabell 4).

Skillnaden från tidigare studier skulle kunna bero på att halten PCB och halten dioxiner och dioxinlika föreningar samt halten kvicksilver sjunkit i Viaredssjön, alternativt att skillnaden beror på att gädda i konsumtionsstorlek ingick i undersökningen under vattenförvaltningscykel 3 och att abborre i en storlek under konsumtionsstorlek togs in i undersökningen 2021. Det är vanligtvis dessa mindre abborrar som används vid statusklassning.

Halten PFOS i fisk från Viaredssjön låg fortsatt under gränsvärdet inom vattenförvaltningen (tabell 4).

Uppmätta halter av övriga metaller avvek inte mot halter i abborre fångad i svenska referenssjöar (tabell 4 och 5). Halten PBDE översteg gränsvärdet inom vattenförvaltningen (tabell 4). PBDE och kvicksilver antas överstiga gränsvärdena inom vattenförvaltningen i fisk från samtliga sjöar i Sverige.

VISKANS AVRINNINGSSOMRÅDE



Figur B1.5. Viskans avrinningsområde. Provfiskepunkt för 8. Guttasjön och 9. Rydboholmsdamarna

Guttasjön och Rydboholmsdamarna

Guttasjön och Rydboholmsdamarna ligger söder om Borås och ingår i Viskans avrinningsområde. Tillsammans med Djupasjön bildar de ett av Sveriges mest förorenade vattenområden. I sjöarnas sediment finns stora mängder av framför allt dioxiner och metaller som härstammar från gamla

textilindustrier. Aktuella påverkanskällor har identifierats som bland annat skulle kunna tillföra PFOS, dioxiner och dioxinlika föreningar, PCBer samt metallerna kadmium, bly, krom, koppar och zink i betydande mängd till området (VISS). Sjöarna ingår i vattenförekomsten Viskan (från centrala Borås ned till Svaneholm).

I vattenförvaltningscykel 3 bedömdes status som sämre än god för flertalet miljögifter i området. I samlingsprover från gäddmuskel från Guttasjön och Rydboholmsdammarna låg bland annat dioxiner (0,0111 respektive 0,0089 µg/kg våtvikt), PCB6 (216 respektive 169 µg/kg våtvikt) samt kvicksilver (252 respektive 172 µg/kg våtvikt) över gränsvärdet i biota inom vattenförvaltningen (Jellinek, 2018). Samlingsprover från gäddmuskel analyserades även med avseende på PFOS där Guttasjön innehöll 4,4 µg PFOS/kg våtvikt och Rydboholmsdammarna en halt på 2,0 µg/kg våtvikt, vilket inte översteg gränsvärdet för PFOS i biota enligt vattenförvaltningen (Jellinek, 2018).

Halten PCB i abborre från Guttasjön infångad 2021 låg på 127 µg/kg och därmed strax över bedömningsgrunden inom vattenförvaltningen (tabell 4). I abborre från Rydboholmsdammarna låg halten PCB i stället under bedömningsgrunden och uppmättes till 46 µg/kg. För dioxiner och dioxinlika föreningar låg halten i abborre från Guttasjön och Rydboholmsdammarna på 0,0052 µg/kg våtvikt respektive 0,0034 µg/kg våtvikt (tabell 4). Både i Guttasjön och Rydboholmsdammarna låg alltså halten under gränsvärdet inom vattenförvaltningen. I abborre infångad 2021 låg halten kvicksilver på 100 respektive 90 µg/kg våtvikt.

Halten PFOS i muskel från abborre infångad 2021 låg på 33 µg/kg. Därmed överskreds gränsvärdet för PFOS inom vattenförvaltningen, som ligger på 9,1 µg/kg våtvikt, (tabell 4). Halten PFAS₄ i abborre från sjön låg över Livsmedelsverkets temporära åtgärdsnivå för egenfångad fisk (tabell 5). Enligt Livsmedelsverkets rekommendationer bör de fiskarter som konsumeras tas in och analyseras för att avgöra om lokala kostrekommendationer ska föreslås för egenfångad fisk från Guttasjön (Livsmedelsverket, 2023 a).

I jämförelse med en tidigare studie (Jellinek, 2018) var halterna dioxiner, PCB och kvicksilver lägre vid undersökningen från 2021 (tabell 4). Däremot var halten PFOS högre i fisk provtagna under 2021 (tabell 4) jämfört mot tidigare (Jellinek, 2018). Detta kan bero på att mängden miljögifter i vattnet och sediment i Viskan har förändrats, men mest troligt är att skillnaderna beror på att olika arter av fisk användes vid de två undersökningarna. Vid den tidigare undersökningen provtogs gädda och vid den senaste undersökningen abborre. De abborrar som togs in 2021 var också något äldre än de gäddor som togs in 2017 (Jellinek, 2018). Vi kan också konstatera att vid båda undersökningarna var halterna av dioxiner, PCB, kvicksilver och PFOS högre i fisk i Guttasjön än i fisk från Rydboholmsdammarna som ligger nedströms Guttasjön (Jellinek, 2018; tabell 4). Detta bekräftar att föroreningarna härstammar främst från aktiviteter uppströms i Viskan (Golder, 2018).

Varken halten kvicksilver eller halter av övriga metaller avvek mot halter i abborre fångad i svenska referenssjöar (tabell 4 och 5). Halten PBDE i abborre från Guttasjön och Rydboholmsdammarna översteg gränsvärdet inom vattenförvaltningen (tabell 4). PBDE och kvicksilver antas överstiga gränsvärden inom vattenförvaltningen i fisk från samtliga sjöar i Sverige.

AVRINNINGOMRÅDE FÖR VÄNERN OCH DESS NÄROMRÅDE



Figur B1.6. Vänern och dess närområdes avrinningsområde. Provfiskepunkt för 10.Vassbotten

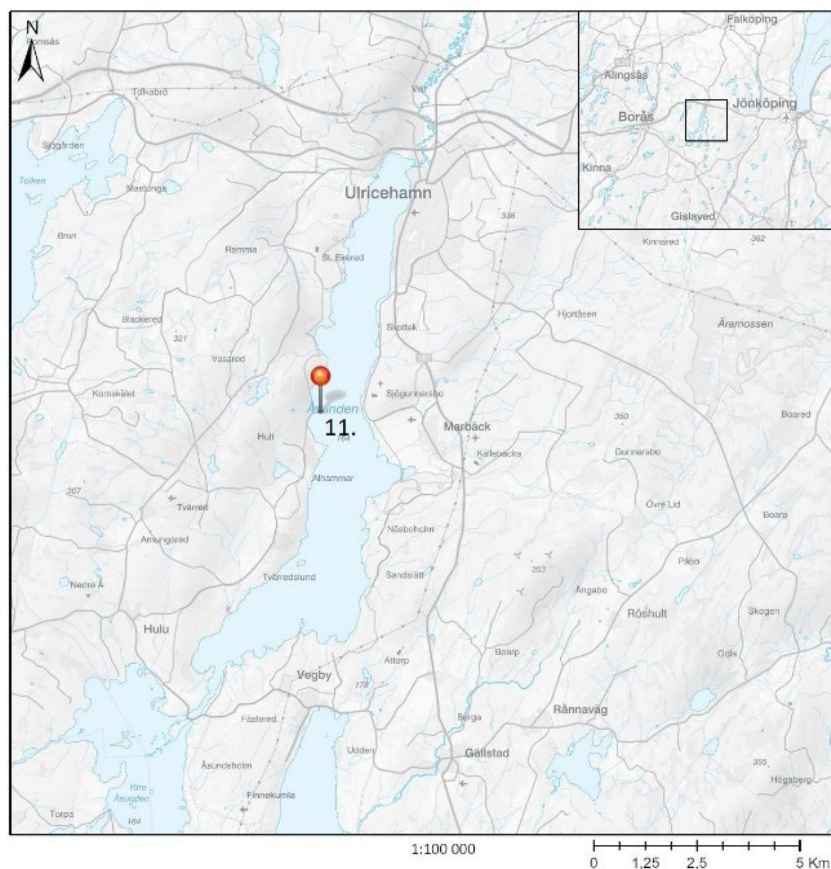
Vassbotten

Vassbotten är en vik som snörts av från södra delen av Vänern och ligger vid Vänersborg i avrinningsområdet för Vänern och dess närområde. Flera påverkanskällor har pekats ut i kartläggningen som gjordes under vattenförvaltningscykel 3. Dessa källor skulle kunna tillföra bland annat PFOS och koppar i betydande mängd till Vassbotten (VISS). Inga halter av miljögifter i Vassbotten fanns rapporterade i VISS inför statusklassningen i vattenförvaltningscykel 3.

Halten PFOS översteg inte gränsvärdet i vattenförvaltningen i de abborrar som infångades i Vassbotten 2021 (tabell 4). Halten arsenik i fisk från Vassbotten låg över halten i fisk från referenssjöarna inom den nationella övervakningen (tabell 5) (Faxneld, 2020). Nya mätningar skulle behöva göras för att kunna verifiera den högre halten arsenik i abborre fångad i Vassbotten.

Uppmätta halter av övriga metaller avvek inte mot halter i abborre fångad i svenska referenssjöar (tabell 4-5). Halter av övriga organiska miljögifter som ingick i studien översteg inte satta gränsvärden (tabell 4-5). Detta gäller inte PBDE och kvicksilver som översteg respektive gränsvärde inom vattenförvaltningen. PBDE och kvicksilver antas överstiga gränsvärden inom vattenförvaltningen i fisk från samtliga sjöar i Sverige.

ÄTRANS AVRINNINGSMRÅDE



Figur B1.7. Ätrans avrinningsområde. Provfiskepunkt för 11. Åsunden

Åsunden

Åsunden ligger vid Ulricehamn i Ätrans avrinningsområde. I Timmele norr om Ulricehamn låg tidigare en textilberedning där PFAS användes (Länsstyrelsens kemikalieregister). Avloppsvattnet från verksamheten gick ut i Ätran utan rening av PFAS. PFAS har även upptäckts i grundvatten vid den gamla bangården i Ulricehamn (Rosenqvist, 2020). Detta sammantaget gjorde att sjön Åsunden valdes ut för att studera möjlig förekomst av PFAS i fisk.

Halten PFOS översteg inte gränsvärdet i vattenförvaltningen i de abborrar som infångades i Åsunden 2021 (tabell 4). Halten arsenik i fisk från Åsunden låg över halten i fisk från referenssjöarna inom den nationella övervakningen (tabell 5) (Faxneld, 2020). Nya mätningar skulle behöva göras för att kunna verifiera den högre halten arsenik i abborre fångad i Åsunden.

Uppmätta halter av övriga metaller avvek inte mot halter i abborre fångad i svenska referenssjöar (tabell 4-5). Halter av övriga organiska miljögifter som ingick i studien översteg inte satta gränsvärden (tabell 4-5). Detta gäller inte PBDE och kvicksilver som översteg respektive gränsvärde inom vattenförvaltningen. PBDE och kvicksilver antas överstiga gränsvärden inom vattenförvaltningen i fisk från samtliga sjöar i Sverige.

Bilaga 2 Sammanställning av analysdata

Tabell B2. Samtliga analysresultat från respektive sjö. Blåmarkerade fält indikerar halter över rapporteringsgränsen. Tomma rutor betyder att ämnet inte har analyserats.

ANALYSERADE PÅ EUROFINS

		Lilla Issjön	Västra Ingsjön	Oxjön	Östra Ingsjön	Landvettersjön	Bottensjön	Viaredsjön	Guttasjön	Rydboholmsdamarna	Vassbotten	Åsunden
PFAS												
4:2 FTS	µg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
6:2 FTS	µg/kg	0,018	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
8:2 FTS	µg/kg	0,97	0,14	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,1	0,03	<0,01	<0,01
EtFOSA	µg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
EtFOSAA	µg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10	<0,10	0,12	<0,10	<0,10	<0,10
EtFOSE	µg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
FOSAA	µg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
MeFOSA	µg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
MeFOSAA	µg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,20	<0,10	<0,10	0,41	0,34	<0,10	<0,10
MeFOSE	µg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
PFBA	µg/kg	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
PFBS	µg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,010	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PFDA	µg/kg	0,23	0,69	0,28	0,36	0,74	0,51	0,2	0,87	0,33	0,66	0,27
PFDoA	µg/kg	0,23	0,49	0,3	0,48	1,1	0,23	0,29	1,6	0,6	0,41	0,13
PFDS	µg/kg	1,3	1,4	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,33	<0,10	<0,10	<0,10
PFHpA	µg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,010	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PFHxA	µg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
PFHxDA	µg/kg	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,03	0,01	<0,01	<0,01
PFHxS	µg/kg	0,45	0,11	<0,01	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,07	0,02	<0,01	<0,01
PFNA	µg/kg	0,029	0,38	0,03	0,07	0,07	0,11	0,03	0,03	0,02	0,12	0,06
PFOA	µg/kg	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,030	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PFODA	µg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PFOS	µg/kg	75	79	2,7	2	9,7	21	4,6	33	5,6	5,3	5,4
PFOSA	µg/kg	0,83	0,61	<0,01	0,02	0,02	0,03	0,05	0,26	0,14	0,05	0,02
PFPeA	µg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
PFTeDA	µg/kg	0,12	0,15	0,19	0,24	0,58	0,09	0,13	0,89	0,34	0,13	0,05
PFTTrDA	µg/kg	0,28	0,8	0,76	1,1	1,7	0,54	0,36	2,1	0,71	0,73	0,21
PFUdA	µg/kg	0,38	1	0,59	0,74	1,1	0,97	0,31	1,5	0,26	0,53	0,29
Summa PFAS (TOT) exkl. LOQ	µg/kg	80	85	4,9	5	15	23	6	41	8,4	7,9	6,4
Summa PFAS 11 exkl. LOQ	µg/kg	76	80	3	2,4	11	22	4,8	34	6	6,1	5,7
Summa PFAS 4 exkl. LOQ	µg/kg	75	80	2,7	2,1	9,8	21	4,6	33	5,6	5,4	5,5
Råfett	g/100g	0,71	0,86	0,59	0,59	0,6	0,78	0,53	0,69	0,63	0,85	0,73

ANALYSERADE PÅ SGS

		Lilla Issjön	Västra Ingsjön	Oxsjön	Östra Ingsjön	Landvettersjön	Bottensjön	Viaredssjön	Guttasjön	Rydboholmsdamarna	Vassbotten	Åsunden
PCB, ej dioxinlika												
PCB 28	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 52	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,4	<1	<1
PCB 101	ng/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,2	<1	<1	<1
PCB 138	ng/g	<1	3	1,4	<1	1,4	<1	1,4	4,1	1,6	1,5	<1
PCB 153	ng/g	<1	3,9	<1	<1	1,8	<1	1,6	4,7	1,6	1,8	<1
PCB 180	ng/g	<1	2,2	<1	<1	<1	<1	<1	2,7	<1	<1	<1
PCB6 (28, 52, 101, 138, 153, 180)	ng/g	<6	9,1	<6	<6	<6	<6	<6	13	<6	<6	<6
PBDE												
PBDE 28	ng/g	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
PBDE 47	ng/g	0,07	0,14	<0,05	<0,05	0,09	<0,05	0,1	0,2	0,24	0,15	0,08
PBDE 99	ng/g	0,09	0,11	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	0,12	<0,05	0,09	0,07	0,06
PBDE 100	ng/g	<0,05	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	0,06
PBDE 153	ng/g	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
PBDE 154	ng/g	<0,05	0,13	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Summa PBDE 28, 47, 99, 100, 153, 154	ng/g	0,16	0,51	0	0	0,15	0	0,22	0,25	0,33	0,22	0,2
PBDE 183	ng/g	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
PBDE 209	ng/g	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Dioxinlika PCB												
PCB 77	pg/g	1,1	1,6	1,4	1,9	2,2	2,4	1,2	6,5	12	3,3	<1
PCB 81	pg/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 105	pg/g	13	120	45	37	88	46	41	220	140	110	32
PCB 114	pg/g	<5	6,9	<5	<5	5,5	<5	<5	17	9,4	6,1	<5
PCB 118	pg/g	49	470	180	120	340	130	180	1000	570	350	110
PCB 123	pg/g	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	15	5,8	8,2	<5
PCB 126	pg/g	<1	2,7	1,3	1,3	1,8	1,1	1,4	4,3	2,6	2,3	<1
PCB 156	pg/g	10	280	86	36	110	32	96	300	100	100	40
PCB 157	pg/g	<5	31	10	5,5	13	5,2	11	34	16	17	6,8
PCB 167	pg/g	6,4	150	49	21	58	17	61	180	61	61	23
PCB 169	pg/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PCB 189	pg/g	<5	41	14	5	12	<5	16	42	9	13	6
WHO-PCB-TEQLB	pg/g	0	0,3	0,14	0,14	0,2	0,11	0,15	0,48	0,29	0,25	0,01

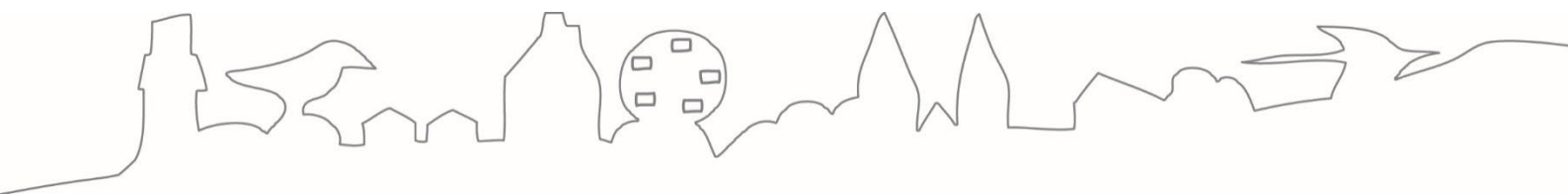
		Lilla Issjön	Västra Ingsjön	Oxsjön	Östra Ingsjön	Landvettersjön	Bottensjön	Viaaredsjön	Guttasjön	Rydboholmsdamarna	Vassbotten	Åsunden
Dioxiner												
2378 TCDD	pg/g	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
12378 PeCDD	pg/g	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
123478 HxCDD	pg/g	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
123678 HxCDD	pg/g	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
123789 HxCDD	pg/g	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1234678 HpCDD	pg/g	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	0,31	0,61	0,6	<0,05	0,08
OCDD	pg/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	4,5	6,7	3,7	<1	<1
2378 TCDF	pg/g	0,07	0,08	0,16	0,14	0,13	0,15	0,2	0,15	0,22	0,13	0,06
12378 PeCDF	pg/g	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
23478 PeCDF	pg/g	0,07	0,1	0,09	0,09	0,07	0,04	0,06	0,06	0,08	0,06	<0,04
123478 HxCDF	pg/g	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
123678 HxCDF	pg/g	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
123789 HxCDF	pg/g	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
234678 HxCDF	pg/g	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1234678 HpCDF	pg/g	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
1234789 HpCDF	pg/g	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15
OCDF	pg/g	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
WHO-PCDD/F-TEQ lowerbound	pg/g	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,03	0,01
Metaller												
Kvicksilver, Hg	mg/kg	0,17	0,28	0,35	0,52	0,15	0,11	0,37	0,1	0,09	0,14	0,11
Arsenik, As	µg/g TS	0,16	0,83	0,76	1,1	1,2	1,6	1,2	0,61	0,45	5	4,6
Bly, Pb	µg/g TS	0,18	0,17	0,12	0,84	0,44	<0,03	0,04	0,23	0,07	0,07	0,05
Kadmium, Cd	µg/g TS	6,6	19	5,7	13	5,6	0,62	4,4	1,6	0,7	1,3	1,7
Koppar, Cu	µg/g TS	21	19	22	17	33	11	18	18	13	13	13
Krom, Cr	µg/g TS	<0,07	0,08	<0,07	<0,07	0,37	<0,07	<0,07	<0,07	0,1	0,09	<0,07
Nickel, Ni	µg/g TS	0,17	0,27	0,18	0,16	0,4	<0,07	0,13	0,12	0,13	0,11	0,14
Zink, Zn	µg/g TS	200	270	250	240	230	210	210	170	210	220	210
Fetthalt	g/100g	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5

Bilaga 3 Individuella biometriska data

Tabell B3. Biometriska data för varje enskild individ gällande kön, vikt, längd och ålder. Ett ”+” efter åldern innebär att fisken har påbörjat ytterligare ett tillväxtår.

Sjö	Kön	Vikt (g)	Längd (mm)	Ålder
Lilla Issjön	♀	33,8	150	2+
Lilla Issjön	♀	44	165	4+
Lilla Issjön	♀	47,6	172	4+
Lilla Issjön	♀	53,5	174	2+
Lilla Issjön	♀	53,1	175	4+
Lilla Issjön	♀	102,2	215	5+
Lilla Issjön	♀	105,8	220	5+
Lilla Issjön	♀	108,2	225	5+
Lilla Issjön	♀	104,3	232	5+
Västra Ingsjön	♀	40,1	160	4+
Västra Ingsjön	♀	43,2	170	4+
Västra Ingsjön	♀	46,5	171	4+
Västra Ingsjön	♀	51,3	176	4+
Västra Ingsjön	♀	60	180	5+
Västra Ingsjön	♀	62,7	183	3+
Västra Ingsjön	♀	78,7	200	7+
Oxsjön	♂	58,5	181	3+
Oxsjön	♀	52,1	185	3+
Oxsjön	♂	67,6	195	5+
Oxsjön	♂	65,8	196	5+
Oxsjön	♀	73,4	198	5+
Oxsjön	♀	86,7	205	7+
Oxsjön	♀	88,7	210	7+
Oxsjön	♀	94,2	212	6+
Oxsjön	♀	98,5	215	4+
Oxsjön	♀	93,5	215	6+
Oxsjön	♀	105,2	218	5+
Östra Ingsjön	♀	31,7	151	3+
Östra Ingsjön	♀	38,6	165	4+
Östra Ingsjön	♂	56,4	175	5+
Östra Ingsjön	♀	66,2	191	5+
Östra Ingsjön	♀	66,9	195	5+
Östra Ingsjön	♀	74,7	206	5+
Östra Ingsjön	♀	90,2	210	5+
Östra Ingsjön	♀	97,5	210	6+
Östra Ingsjön	♀	127,3	230	6+
Östra Ingsjön	♀	126,2	231	5+
Landvettersjön	♀	23,6	131	SAKNAS
Landvettersjön	♀	24,7	137	SAKNAS
Landvettersjön	♀	28,4	145	SAKNAS
Landvettersjön	♀	28,6	147	SAKNAS
Landvettersjön	♀	30,1	149	SAKNAS
Landvettersjön	♀	36,2	154	SAKNAS
Landvettersjön	♀	49,8	167	SAKNAS
Landvettersjön	♀	49,5	167	SAKNAS
Landvettersjön	♀	49,5	170	SAKNAS

Bottensjön	♂	83,2	200	3+
Bottensjön	♂	102,4	207	3+
Bottensjön	♀	111,5	210	3+
Bottensjön	♀	125	215	4+
Bottensjön	♂	112,9	217	4+
Bottensjön	♂	136,5	223	6+
Bottensjön	♀	132,5	225	5+
Bottensjön	♀	137,5	230	3+
Viaredssjön	♂	39,6	162	3+
Viaredssjön	♂	45,9	165	3+
Viaredssjön	♀	74,7	196	4+
Viaredssjön	♀	100,7	206	4+
Viaredssjön	♀	95,4	213	5+
Viaredssjön	♂	127,9	225	5+
Viaredssjön	♂	136,1	229	6+
Viaredssjön	♀	120,7	230	5+
Viaredssjön	♂	124,4	230	5+(6+)
Guttasjön	♀	83,4	197	5+
Guttasjön	♂	104,6	207	5+
Guttasjön	♀	93,6	210	4+
Guttasjön	♀	122,9	218	4+
Guttasjön	♂	158,3	240	5+
Guttasjön	♀	188,1	244	5+(6+)
Rydboholmsdammarna	♂	50,6	172	3+
Rydboholmsdammarna	♂	63,7	180	4+
Rydboholmsdammarna	♂	65,7	180	3+
Rydboholmsdammarna	♀	59,2	180	3+
Rydboholmsdammarna	♀	67,8	183	3+
Rydboholmsdammarna	♀	78	192	3+
Rydboholmsdammarna	♀	85,4	195	SAKNAS
Rydboholmsdammarna	♂	81,5	196	3+
Rydboholmsdammarna	♀	92,2	206	3+
Rydboholmsdammarna	♀	95,5	208	3+
Rydboholmsdammarna	♂	102,2	210	4+
Rydboholmsdammarna	♀	117,6	220	4+(3+)
Vassbotten	♂	48,7	170	3+
Vassbotten	♀	45,5	170	3+
Vassbotten	♂	50,4	174	2+
Vassbotten	♂	59,9	175	2+
Vassbotten	♀	58,1	180	2+
Vassbotten	♀	74,8	190	2+
Vassbotten	♂	73,3	195	4+
Vassbotten	♂	100,1	215	3+
Vassbotten	♂	132,6	235	4+(5+)
Vassbotten	♂	164,3	238	4+
Åsunden	♂	60,4	171	3+
Åsunden	♂	69,5	187	3+
Åsunden	♀	74,9	193	4+
Åsunden	♂	86,7	195	3+
Åsunden	♀	87,4	196	3+
Åsunden	♀	81,2	198	3+
Åsunden	♀	86,8	200	2+
Åsunden	♀	99,2	205	3+
Åsunden	♀	93,7	205	2+
Åsunden	♀	93,2	207	3+
Åsunden	♂	90,2	209	3+
Åsunden	♀	94,9	209	4+
Åsunden	♂	110,5	213	3+



Länsstyrelsen
Västra Götaland