



Nr C 754
Mars 2023

Föroreningshalter i fisk och signalkräfta från nordöstra Mälaren, Järfälla kommun

Hannes Waldetoft & Magnus Karlsson

Författare: Hannes Waldetoft & Magnus Karlsson

Medel från: Järfälla kommun

Rapportnummer C 754

ISBN 978-91-7883-490-7

Upplaga Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© **IVL Svenska Miljöinstitutet 2023**

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Sammanfattning

På uppdrag av Järfälla kommun har IVL Svenska Miljöinstitutet under hösten 2022 genomfört fiske och kemiska analyser som grund för en kostrekommendation av abborre, gös och signalkräfta från den del av Mälaren som tillhör Järfälla kommun (nordöstra Mälaren). Baserat på de mätningar som genomförts av PFAS, kvicksilver, PCB, ftalater och organofosfater i abborre, samt PFAS i gös och kräfta, från nordöstra Mälaren framkom att halterna inte överskrider vattenförvaltningens gränsvärden eller gränsvärden för saluföring.

Beräkningar gentemot hälsobaserade riktvärden visade att av de analyserade ämnesgrupperna är PFAS den begränsande faktorn för hur ofta abborre och gös från nordöstra Mälaren bör konsumeras. Riktvärdet för PFAS överskrids om dessa arter konsumeras oftare än en gång per månad. För signalkräfta överskrids riktvärdet vid en konsumtion motsvarande en portion i veckan. Riktvärdet för kvicksilver överskrids först vid ca åtta portioner per månad och för ftalater medges ett nästintill obegränsat antal portioner innan detta överskrids (ftalater och kvicksilver mättes endast i abborre).

Denna bedömning gäller den vuxna befolkningen, undantaget kvinnor som är gravida, ammar eller planerar att skaffa barn. Dessa rekommenderas följa Livsmedelsverkets riktlinje för denna befolkningsgrupp, med konsumtion av insjöfisk högst 2-3 gånger per år. Även för barn bör man vara något mer restriktiv, eftersom de i snitt äter större mängder mat per kilo kroppsvikt. Notera också att denna bedömning gäller under förutsättning att annan fisk eller andra livsmedel innehållande förhöjda PFAS-halter inte konsumeras.

Denna rekommendation kan komma att uppdateras framöver, eftersom det inom EU just nu håller på att tas fram en risk-nyttavärdering avseende konsumtion av fisk innehållande ett antal föroreningar, däribland PFAS. En ytterligare kommentar är att bedömningen bör ses som en konsekvens av att det hälsobaserade riktvärdet för PFAS är lågt och inte att halterna i fisken från Järfälla kommuns del av Mälaren är avvikande höga.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	3
Inledning	5
Begreppslista.....	5
Metod.....	6
Fiske och analyser	6
Beräkning av kostrekommendationer	7
Resultat	8
Fångststatistik.....	8
Uppmätta halter	8
PFAS	8
PCB	9
Kvicksilver.....	9
Ftalater	10
Organofosfater.....	10
Jämförelse mot hälsobaserade riktvärden	11
PFAS	11
Kvicksilver.....	12
Ftalater	12
Jämförelse av PFOS-halter mot andra undersökningar	13
Sammanfattande bedömning	15
Referenser.....	17
Appendix	18

Inledning

På uppdrag av Järfälla kommun har IVL Svenska Miljöinstitutet genomfört en fiskundersökning som grund för en miljömedicinsk bedömning avseende intag av PFAS från konsumtion av abborre, gös och signalkräfta från den del av Mälaren som tillhör Järfälla kommun. I abborren mättes PFAS, kvicksilver, PCB, ftalater och organofosfater. I gös och signalkräfta mättes endast PFAS.

Bedömningen utgår från beräkningar av hur stor mängd fisk som kan ätas innan tolerabla veckointag (TVI) för PFAS, kvicksilver och ftalater riskerar överskridas. För PCB och organofosfater finns inte TVI framtagna. Rapporten innehåller också jämförelser mot gällande gränsvärden och tidigare mätningar av PFAS i fisk från närområdet och andra sjöar.

Begreppslista

TVI=tolerabelt veckointag.

Ftalater= ämnesgrupp som bland annat används som mjukgörare i plast. Ftalaterna är inte bundna till plasten vilket gör att de kan läcka ut och hamna i människa och miljö. Flertalet ftalater har visat sig ha reproduktions- och hormonstörande egenskaper.

Kvicksilver (Hg)= metalliskt grundämne som finns naturligt i miljön, men ökat i miljön på grund av utsläpp till luft och vatten från exempelvis industri, trafik och förbränning. Kvicksilver är speciellt välkänt för sina toxiska egenskaper för människor och djur. Utsläppen av kvicksilver har generellt minskat under de senaste årtiondena, men kan ändå förekomma i förhöjda halter i fisk – särskilt insjöfisk.

Organofosfater= ämnesgrupp som används som flamskyddsmedel, pesticid och mjukgörare i plast. Flertalet av dessa är cancerframkallande och kan påverka hjärnan och nervsystemet.

PFAS= per- och polyfluorerade alkylsubstanser. Ämnesgrupp av industrikemikalier med fett- och vattenavvisande egenskaper som är mycket persistenta i miljön. Vissa PFAS är förbjudna, exempelvis PFOS som förbjöds inom EU 2008, men återfinns i miljön på grund av dess långlivade egenskaper i miljön.

PCB=polyklorerade bifenyl. Ämnesgrupp av industrikemikalier med användningsområde i exempelvis fogmassor, transformatorer och kondensatorer. Förbjudet sedan 1970-talet men finns kvar i miljön på grund av långa nedbrytningstider.

vv = anger i enheter, tex mg/kg vv, att mängden är på våtviktbasis, eller färskvikt som det också benämns.

Metod

Fiske och analyser

Fisket bedrevs den 28-29e september 2022, med bottenstående nät, vid tre lokaler jämnt fördelade i den del av Mälaren som tillhör Järfälla kommun (**Figur 1**). Målorganismen var abborre av konsumtionsstorlek, vilket innebär att den har en vikt av åtminstone 300 gram. Vid fångsten sparades även gös och signalkräfta för analys.



Figur 1 Fiskelokaler.

Efter fångsten levererades fisken och kräftorna till IVL:s fisklaboratorium i Stockholm för provberedning. Abborren och kräftorna bereddades som samlingsprover bestående av lika delar muskelvävnad från varje individ inom varje fångstlokal. Gösen analyserades som individprover, av en individ per fångstlokal. Proverna analyserades därefter för PFAS vid IVL:s laboratorium i Stockholm, och för kvicksilver, PCB₇ och fetthalt vid IVL:s laboratorium i Göteborg. De ämnen

inom varje ämnesgrupp som studerades visas i **Tabell 1**. Utöver de ftalater och organofosfater som inkluderades undersöktes fem andra ämnen som används som mjukgörare i plast. Dessa redovisas endast i **Appendix**. De sju PCB som undersöktes kallas gemensamt för PCB₇.

Tabell 1 Varianter/kongener av respektive ämnesgrupp som analyserats.

Ämnesgrupp			
PFAS	PCB	Ftalater	Organofosfater
PFHxS	PCB 28	Dimetylftalat (DMP)	Triisobutylfosfat (TiBP)
PFHpS	PCB 52	Dietylftalat (DEP)	Tri-n-butylfosfat (TnBP)
PFOS	PCB 101	Diisobutylftalat (DiBP)	Tris(2-Kloretyl)fosfat (TCEP)
PFNS	PCB 118	Dibutylftalat (DnBP)	Tris(2-klor-1-metyletyl)fosfat (TCPP)
PFDS	PCB 153	Butylbensylftalat (BBP)	Tris(1,3-diklor-2-propyl)fosfat (TDCPP)
6:2 FTS	PCB 138	Di-(2-etylhexyl)-ftalat (DEHP)	2-Butoxietanol-fosfat (3:1) (TBEP)
8:2 FTS		Diisononylftalat (DiNP)	Trifenylfosfat (TPhP)
PFOSA		Diisodecylftalat (DiDP)	2-Etylhexyldifenylfosfat (EHDPP)
PFHpA		Di(2-propylheptyl)ftalat (DPHP)	Tris(2-etylhexyl) fosfat (TEHP)
PFOA			Tri-o-kresylfosfat (ToCrP)
PFNA			Tri-kresylfosfat (TCrP)
PFDA			
PFUnDA			
PFDoDA			
PFTTrDA			
PFTeDA			

Beräkning av kostrekommendationer

För PFAS, kvicksilver och ftalater finns hälsobaserade riktvärden, i form av tolerabla veckointag (TVI), framtagna av den europeiska livsmedelssäkerhetsmyndigheten (EFSA, 2012, 2019, 2020). Detta medger beräkning av vilka mängder fisk och kräfta som kan ätas per vecka utan att dessa riktvärden överskrids.

För PFAS ligger TVI på 4,4 ng per kilo kroppsvikt och vecka. Detta gäller summan av kongenerna PFOS, PFOA, PFNA och PFHxS, vilket benämns PFAS₄. Ftalaterna har ett TVI angett för den viktade summan av fyra ämnen, samt för varje ämne enskilt (EFSA, 2019). I denna rapport används endast summamåttet, vars TVI är 350 µg per kilo kroppsvikt och vecka. Dessa fyra ämnen är DnBP, BBP, DEHP och DiNP (**Tabell 1**), och den viktade summan uttrycks som ekvivalenter av DEHP enligt nedanstående formel:

$$DEHP_ekvivalent = DnBP * 5 + BBP * 0,1 + DEHP * 1 + DiNP * 0,3$$

Vad gäller human exponering av PFAS så finns det två dominerande källor: fisk och dricksvatten. Av den anledningen har intagsberäkningen tagit mängden PFAS₄ som invånare i norra Stockholm får i sig via dricksvattnet i beaktning. I beräkningen har antagits att det kommunala dricksvattnet

innehåller 4,2 ng/L PFAS₄, vilket var medelvärdet i Görvålnverkets dricksvatten det senaste året (Norrsvatten, 2022), samt att varje person intar två liter dricksvatten per dag.

Beräkningen av möjlig konsumtion fisk med avseende på kvicksilver har inte kompenserat för intag från dricksvatten eftersom fisk som är den dominerande källan till kvicksilverexponering för den svenska befolkningen (Livsmedelsverket, 2012). Däremot har det kompenserats för genomsnittligt intag av kvicksilver från en normal kosthållning, på 0,3 µg/kg kroppsvikt och vecka (Livsmedelsverket, 2017). TVI är 1,3 µg/kg kroppsvikt för kvicksilver (EFSA, 2012). Det intaget gäller metylkvicksilver, men används eftersom i princip allt kvicksilver i fisk är just metylkvicksilver.

Beräkningen för ftalater har inte kompenserat för intag via dricksvatten eller övrig kost. I övrigt utgår alla beräkningar i denna rapport från en person som väger 70 kilo, samt att en fiskportion består av 150 gram fisk.

Resultat

Fångststatistik

Grundläggande information om den abborre, gös och kräfta som fångades redovisas i **Tabell 2**. Abborrens medelvikt var 500 gram, och antalet fiskar per samlingsprov var 9-10 st. Gösen vägde i snitt 590 gram. Signalkräftorna mättes och vägdes inte, men var av normal storleksklass. Muskelproverna (stjärtmuskel) av kräftorna bestod av fem individer per fångstlokal.

Tabell 2 Längd, vikt och antal individer per fångstplats. Vikt och längd visas som medel (min-max).

	Fångstplats	Vikt (g)	Längd (cm)	Antal individer
Abborre	Norra	440 (260-620)	30 (26-35)	9
	Mellersta	560 (270-990)	33 (27-39)	10
	Södra	490 (300-1000)	32 (28-41)	10
Gös	Norra	708	44	1
	Mellersta	500	40	1
	Södra	560	42	1
Signalkräfta	Norra	-	-	5
	Mellersta	-	-	5
	Södra	-	-	5

Uppmätta halter

PFAS

Halterna av PFOS var nästan identiska med summamåttet PFAS₄, vilket inte är förvånande i och med att PFOS vanligtvis är den PFAS som dominerar i fisk. Halterna PFAS₄ i abborren låg mellan 4,1 och 7,0 ng/g vv (**Tabell 3**). Alla prover underskrider vattenförvaltningens gränsvärde för PFOS på 9,1 ng/g vv (HVMFS, 2019). Denna gräns relaterar dock inte till humankonsumtion, utan endast



till vattenförekomstens kemiska status. I tabellen redovisas halterna för PFOS och PFAS₄, samtliga uppmätta PFAS visas i **Appendix**.

Marginalen till de saluföringsgränsvärden som infördes inom EU den 1a januari 2023 var stor, framför allt för gös och abborre. PFOS och PFAS₄ var som högst 6,9 respektive 7,0 ng/g vv medan gränsvärdena ligger på 35 respektive 45 ng/g vv. Halten i kräfta underskred gränsvärdena på 3,0 respektive 5,0 ng/g vv.

PCB

Halterna av PCB var generellt att betrakta som låga, sett till statusklassningen enligt HVMFS (2019), tillika saluföringsgränsvärde (125 ng PCB₆/g vv) inom EU (European Commission, 2011). Detta tyder på att den allvarliga PCB-kontaminering som skett i Oxundasjön i Upplands Väsby kommun inte spridit sig ned till de vattenområden i Mälaren som tillhör Järfälla kommun (Karlsson & Hållén, 2023).

Kvicksilver

Halterna av kvicksilver underskred gränsvärdet för saluföring på 0,5 mg/kg (EFSA, 2012). I relation till kvicksilver i fisk från andra större svenska sjöar, exempelvis Vättern och Hjälmaren, var halterna av likartad storlek (Waldetoft & Karlsson, 2021). Undantaget är norra Vänern där fisken kan ha högre kvicksilverhalter på grund av tidigare utsläpp från industrier.

Tabell 3 PFOS, PFAS₄, PCB₇, kvicksilver och fetthalt i abborrmuskel, samt gränsvärden för kemisk status (PFOS) eller saluföring (PFAS₄, PCB och kvicksilver). ¹(HVMFS, 2019) . ²(European Commission, 2006, 2011, 2022). ³(European Commission, 2022). *avser PCB₆, vilket är PCB₇ utan PCB 118. Halten PCB₆ är därav något lägre, se Appendix.

Art	Lokal	PFOS (ng/g vv)	ΣPFAS ₄ (ng/g vv)	ΣPCB ₇ (ng/g vv)	Kvicksilver (mg/kg vv)	Fetthalt (%)
Abborre	Norra	4,1	4,1	11	0,18	0,87
	Mellan	6,9	7,0	8,5	0,28	0,67
	Södra	5,5	5,5	6,0	0,25	1,0
Gös	Norra	6,5	6,5			
	Mellan	4,4	4,4			
	Södra	5,3	5,3			
Signalkräfta	Norra	1,2	1,3			
	Mellan	1,6	1,6			
	Södra	1,1	1,2			
Gränsvärde ¹ för kemisk status		9,1		125*		
Gränsvärden ² för saluföring av abborre och gös.		35	45	125*	0,5	
Gränsvärden ³ för saluföring av signalkräfta avseende PFAS		3,0	5,0			

Ftalater

Ftalaterna förekom i halter mellan <LOD och 8,8 ng/g vv (**Tabell 4**). DEHP-ekvivalenterna, som jämförs mot tolerabla intag, låg mellan 21-29 ng/g vv. DEHP var den ftalat som förekom i snitt i högst halt. Medelvärdet var 5,4 ng/g vv.

Organofosfater

Organofosfater kunde detekteras i alla prover men i relativt låga halter. Den organofosfat som förekom i högst koncentration var EHDPP (**Tabell 4**). Den högst uppmätta halten var 30 ng/g vv i provet från det mellersta fångstområdet. Medelhalten av EHDPP för alla fångstlokalerna var 20 ng/g vv. Summan av de 12 organofosfater som undersöktes varierade mellan 12-30 ng/g vv med högst halt i fisken från det mellersta fångstområdet.

Tabell 4 De halter av ftalater och organofosfater som mättes upp i abborre fiskad i Järfällas del av Mälaren september 2022. DEHP-ekvivalenter anger den viktade summan av de ftalater som gulmarkerats, enligt: $DEHP\text{-ekv} = DnBP*5 + BBP*0,1 + DEHP*1 + DiNP*0,3$.

Substans	Abborre		
	Norra	Mellersta	Södra
<i>Ftalater (ng/g vv)</i>			
DMP	<0,27	<0,27	<0,27
DEP	2,94	2,11	3,23
DiBP	0,33	0,34	0,44
DnBP	4,53	3,69	3,43
BzBP	<0,27	2,10	<0,27
DEHP	6,22	6,14	3,91
DiNP	<5,38	8,78	<5,38
DiDP	<5,38	<5,38	<5,38
DPHP	<0,27	0,68	<0,27
DEHP-ekv.	28,9	27,4	21,1
<i>Organofosfater (OP) (ng/g vv)</i>			
TEP	<0,13	<0,13	<0,13
TiBP	<0,13	<0,13	<0,13
TnBP	<0,13	<0,13	<0,13
TCEP	1,16	0,628	0,536
TCPP	0,720	0,535	1,17
TDCP	1,59	5,12	0,478
TEHP	<0,13	<0,13	<0,13
TBEP	<5,38	<5,38	<5,38
TPhP	0,564	0,514	0,486
EHDPP	8,07	29,7	7,92
ToCrP	<0,13	<0,13	<0,13
TCrP-mix	<2,69	2,80	<2,69
ΣOP	12,1	39,3	10,6

Jämförelse mot hälsobaserade riktvärden

PFAS

För att beräkna kostrekommendation för abborre, gös och kräfta användes medelhalten i respektive art från de tre lokalerna (**Tabell 3**). Halten PFAS₄ som användas i beräkningen var för abborre 5,6 ng/g vv, gös 5,4 ng/g vv och kräfta 1,4 ng/g vv.

Resultaten visar att vid en konsumtionsnivå av en fiskportion abborre per månad (0,25 portioner i veckan) uppnås en exponering motsvarande 87% av TVI (**Tabell 5**). Vid en konsumtionsnivå av två fiskportioner i månaden uppnås exponering motsvarande 155% av TVI. Intagsberäkningen för gös blir nästintill identisk med abborren, eftersom snittet PFAS₄ i gös var likartat det i abborre. Sammantaget visar beräkningarna att gös och abborre kan ätas ungefär en gång per månad utan att

TVI överskrids. Att 85-87 procent av TVI uppnås vid en sådan konsumtionsmängd lämnar också visst utrymme för intag av PFAS₄ från andra livsmedel. I kräfta var halterna av PFAS₄ ca 4 ggr lägre jämfört med abborre och gös (**Tabell 5**). Intagsberäkningen ger att 87% av TVI uppnås vid en konsumtion av 150 g kräftstjärtar per vecka. Signalkräftan kan därmed ätas ungefär en gång i veckan utan att TVI överskrids.

Tabell 5 Den andel av TVI för PFAS₄ som uppnås vid olika antal fiskportioner (150 g) för en person à 70 kg, om denna äter fisk innehållande 5,4-5,6 ng/g vv PFAS₄ (gös resp. abborre), eller kräftstjärtar innehållande 1,4 ng/g vv PFAS₄.

Art	Antal fiskportioner per vecka	PFAS ₄ från fisk (ng per vecka)	PFAS ₄ från dricksvatten (ng per vecka)	Totalt intag (ng)	TVI* (ng)	% av TVI
Abborre	0,25	210	59	269	308	87
	0,5	420	59	479	308	155
	1	840	59	899	308	292
Gös	0,25	203	59	261	308	85
	0,5	405	59	464	308	151
	1	810	59	869	308	282
Signalkräfta	1	210	59	269	308	87
	2	420	59	479	308	155

*För en person à 70 kg. $308 \text{ ng} = 4,4 \text{ (ng/kg kroppsvikt)} * 70 \text{ kg}$. TVI på 4,4 ng/kg kroppsvikt hämtad från EFSA (2020).

Kvicksilver

Även för kvicksilver användes medelvärdet i de tre samlingsproverna av abborre, på 0,24 mg/kg vv. Beräkningen visar att TVI överskrids marginellt (102% av TVI) vid en konsumtionsnivå av 2 fiskportioner i veckan (**Tabell 6**). Vid en konsumtionsnivå av 1 fiskportion i veckan uppnås 63% av TVI.

Tabell 6 Den andel av TVI för kvicksilver (Hg) som uppnås vid olika antal fiskportioner (150 g) för en person à 70 kg, om denna äter fisk innehållande 0,24 mg/kg vv kvicksilver.

Antal fiskportioner per vecka	Hg från fisk (µg per vecka)	Hg övrig kost (µg per vecka)	Totalt intag (µg)	TVI* (µg)	% av TVI
1	36	21	57	91	63
2	72	21	93	91	102

*För en person à 70 kg. $91 \text{ µg} = 1,3 \text{ (µg/kg kroppsvikt)} * 70 \text{ kg}$. TVI på 1,3 µg/kg kroppsvikt hämtad från EFSA (2012).

Ftalater

Intagsberäkningen avseende ftalater visar på att en mycket stor konsumtionsmängd är möjlig innan TVI överskrids (**Tabell 7**). Beräkningen utgick, till skillnad mot PFAS och kvicksilver, från maximal halt i de tre proverna av abborre. Viktningen enligt ekvationen beskriven i metodavsnittet gav en DEHP-ekvivalent på 29 ng/g vv. En fiskportion i veckan av en sådan halt gör att endast 0,02 procent av TVI uppnås.

Tabell 7 Den andel av TVI för ftalater (viktad summa av fyra ftalater enligt ekvation från EFSA (2019) som uppnås vid en fiskportion (150 g) för en person à 70 kg, om denna äter fisk innehållande 29 ng/g vv DEHP-ekvivalenter.

Antal fiskportioner per vecka	ftalater från fisk (µg per vecka)	Totalt intag (µg)	TVI* (µg)	% av TVI
1	4,3	4,3	24500	0,02

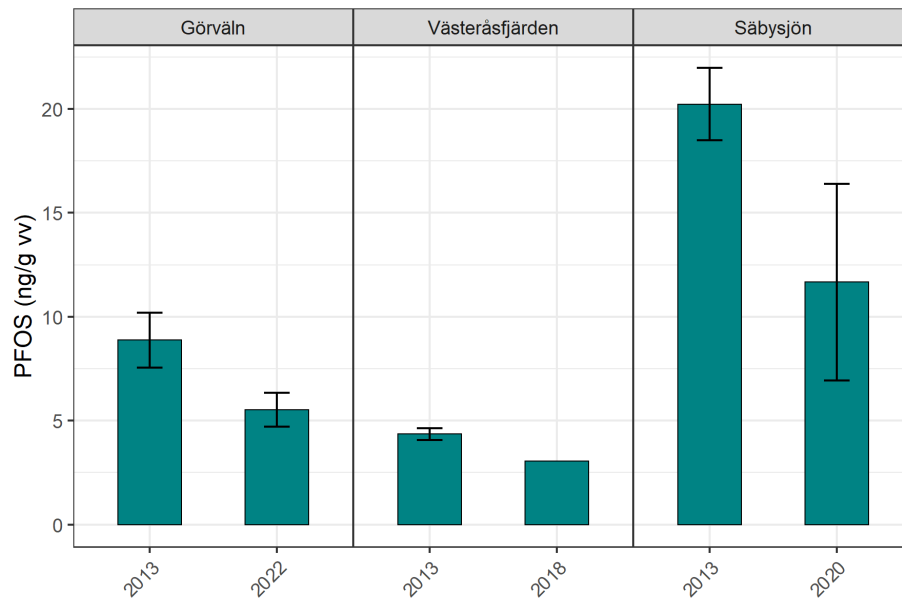
*Tolerabelt veckointag för en person à 70 kg. $24500 \mu\text{g} = 50 (\mu\text{g}/\text{kg kroppsvekt och dag}) * 70 \text{kg} * 7$ dagar. Tolerabelt dagligt intag (TDI) på $50 \mu\text{g}/\text{kg}$ kroppsvekt hämtad från EFSA (2019).

Jämförelse av PFOS-halter mot andra undersökningar

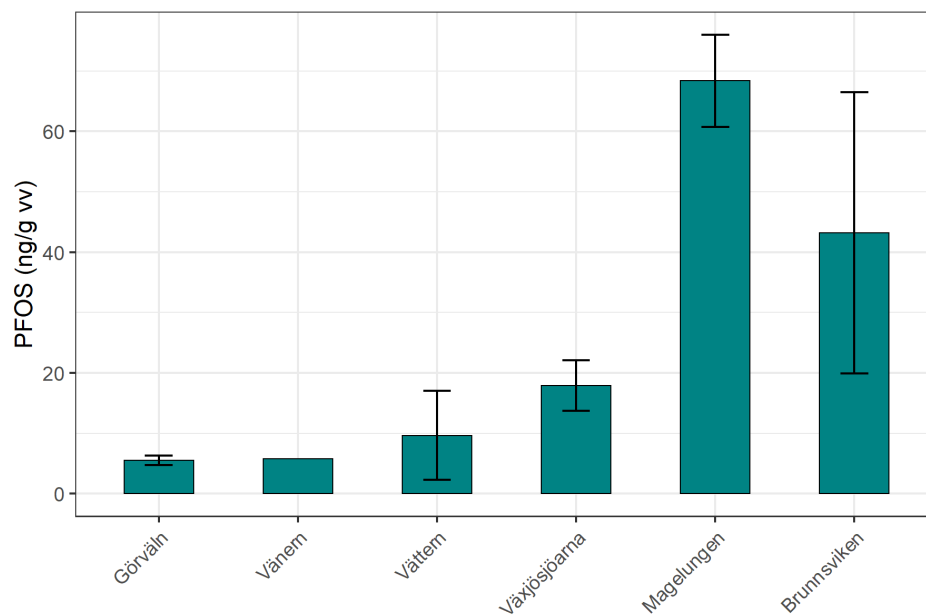
Halter av PFOS jämfördes mot att antal olika mätningar (**Figur 2**, **Figur 3**) som genomförts det senaste decenniet. Just PFOS valdes eftersom det är den dominerande varianten av PFAS i fisk. I **Figur 2** jämförs Görvåln, Västeråsfjärden och Säbysjön mellan åren 2013 och 2018–2022. Mätningarna antyder att en minskning av PFOS-halten i abborren skett sedan 2013. Detta förefaller rimligt utifrån att användning av PFOS förbjöds inom EU år 2008. Ämnet är dock mycket persistent så haltminskningen i fisk påvisar inte en nedbrytning, utan snarare en utspädning i miljön som helhet. Inom Stockholms stads miljöövervakning år 2021 (redovisas inte i figuren) noterades dock avvikande höga halter i Görvåln (Pettersson, 2022). Däremot, i 2022 års miljöövervakning (Stockholms stad opublicerade data) och i tidigare mätning från 2016 (Pettersson, 2022) låg halterna lägre. År 2016 var PFOS i nivå med miljö kvalitetsnormen på $9,1 \text{ ng}/\text{g}$ vv och 2022 i nivå med halterna i föreliggande rapport. Säbysjön ligger i Järvafältets naturreservat i Järfälla kommun och de förhöjda halterna där kan förklaras utifrån påverkan från det närliggande, men numera nedlagda, flygfältet i Barkarby.

Mellan andra platser utanför Järfälla kommun och Mälaren, finns stor variation i PFOS-halter i abborre (**Figur 3**). Halterna kan i vissa fall vara mycket höga, exempelvis i Brunnsviken och Magelungen, som har de högsta halterna av de lokaler som undersöks inom Stockholm stads miljöövervakning (Pettersson, 2022). Vid dessa lokaler överskrider det nyligen införda saluföringsgränsvärdet för PFAS i abborre på $35 \text{ ng}/\text{g}$ vv (European Commission, 2022). Från Väneren och Vättern är dataunderlaget litet, med en mätning från Väneren och två från Vättern, men halterna förefaller vara av ungefär samma storleksordning där som i Mälaren. I Växjösjöarna (Trummen, Växjösjön samt Södra och Norra Bergundasjön) hade abborren PFOS-halter som i snitt var $18 \text{ ng}/\text{g}$ vv. Samtliga mätningar till grund för **Figur 3** genomfördes mellan 2019 och 2022.

En kommentar är att abborren till grund för föreliggande studie och en delmängd av proverna från Brunnsviken och Magelungen är av konsumtionsstorlek, medan övriga fiskar är mellan 15-20 cm. Detta bedöms dock inte snedvridda resultaten i figurerna eftersom halter av PFAS i fisk inte har tydliga storlekssamband, till skillnad från exempelvis kvicksilver.



Figur 2 Halter av PFOS (ng/g vv) i abborre från olika lokaler i Mälaren och Järfälla kommun. Data från föreliggande studie (Görväln år 2022), Karlsson & Viktor (2014) (samtliga mätningar 2013), Karlsson et al. (2019) (Västeråsfjärden år 2018) samt Järfälla kommun opubl. data (Säbysjön år 2020). Felstaplar visar standardfel (se). Endast ett prov från Västeråsfjärden 2018, därav inget standardfel redovisat.



Figur 3 PFOS-halter (ng/g vv) i muskel från abborre. Data från föreliggande rapport (Görväln), Barthel Svedén & Olsson (2021) (Vänern och Vättern), Waldetoft & Karlsson (2020) (Växjösjöarna) och Pettersson (2022) (Magelungen och Brunnsviken). Felstaplar visar standardfel (se). Endast ett prov från Vänern, därav ingen felstapel.

Sammanfattande bedömning

Baserat på de mätningar som genomförts av PFAS, kvicksilver, PCB, ftalater och organofosfater i abborre, samt PFAS i gös och kräfta, från nordöstra Mälaren framkom att halterna inte överskrider vattenförvaltningens gränsvärden och gränsvärden för saluföring. Halterna av PFAS var likartade i abborre och gös (4-7 ng/g vv PFOS), medan kräftorna hade lägre halter (1,2-1,6 ng/g vv PFOS). Jämförelser mot andra vattenområden inom Mälaren och andra sjöar visar också på att PFAS-halterna i abborren från nordöstra Mälaren inte är att anse avvikande höga. I och med att PFAS är så pass spridda i miljön återfinns dessa ämnen, framför allt PFOS vilken är den dominerande varianten i fisk, i några ng/g i abborre i såväl Vätern, Vättern som Mälaren. I mindre sjöar med tydlig påverkan från punktkällor förekommer dock ofta betydligt högre halter. Jämförelser med mätningar från 2013 indikerar att halterna av PFOS i abborre i nordöstra Mälaren minskat.

I jämförelse med de nyligen antagna artspecifika gränsvärdena för PFAS i livsmedel, som för abborre och gös ligger på 35 ng/g vv PFOS och på 45 ng/g vv Σ PFAS₄ (European Commission, 2022), var halterna i denna undersökning avsevärt lägre. Dessa gränsvärden är dock förhållandevis höga och förväntas endast överskridas i de vattenområden som har en tydlig påverkan från en närliggande punktkälla. Till exempel är gränsvärdena för gädda och lake lägre, 7,0 ng/g vv PFOS och 8,0 ng/g vv PFAS₄. I kräfta är gränsvärdena 3,0 ng/g vv respektive 5,0 ng/g vv.

Beräkningar gentemot hälsobaserade riktvärden visade att PFAS är den ämnesgrupp som tydligast styr rekommendationen att begränsa konsumtionen av abborre och gös från nordöstra Mälaren. Riktvärdet för PFAS beräknades överskridas om dessa arter konsumeras oftare än en gång per månad. För signalkräfta överskrids riktvärdet vid en konsumtion motsvarande en portion i veckan. Riktvärdet för kvicksilver överskreds först vid ca åtta portioner per månad, och för ftalater medges ett nästintill obegränsat antal portioner innan detta överskrids (ftalater och kvicksilver mättes endast i abborre). Den bedömningen som görs är därmed att abborre och gös från detta område bör ätas högst en gång i månaden, och att signalkräfta bör ätas högst en gång i veckan. Naturligtvis gäller dock att det är det totala intaget av PFAS som är av vikt. Om en person under en månad äter en portion abborre eller gös från nordöstra Mälaren och utöver det annan fisk innehållandes förhållandevis höga PFAS-halter kan det förväntas att tolerabelt intag överskrids.

För kvinnor som är gravida, ammar eller planerar att skaffa barn rekommenderas dock att Livsmedelsverkets generella rekommendation för konsumtion av insjöfisk för denna befolkningsgrupp beaktas, med en konsumtion av sådan fisk högst 2-3 gånger per år. Även för barn, som i snitt äter större mängder mat per kilo kroppsvikt, bör konsumtionen vara restriktivare än en gång per månad.

Det bör avslutningsvis nämnas att den begränsning av konsumtion som här rekommenderas inte är en konsekvens av att halterna av PFAS i fisk är avvikande höga i nordöstra Mälaren i relation till många andra vattenområden, utan snarare att det hälsobaserade riktvärdet för PFAS är lågt. Det riktvärde som gäller nu antogs 2020 och innebar en kraftig sänkning av det tidigare riktvärdet. Det kan också bli så att den bedömning som gjorts här kan komma att uppdateras framöver, i och med att EU håller på att ta fram en risk-nyttavärdering avseende konsumtion av fisk. En sådan värdering väger hälsofördelarna med att äta fisk mot de hälsorisker som kan komma av exponering för olika miljögifter, däribland PFAS.

Ovanstående stycken summeras kortfattat i följande punkter:

- Halterna av PFAS, kvicksilver, PCB, ftalater och organofosfater överskrider inte vattenförvaltningens gränsvärden och gränsvärden för saluföring.
- PFAS-halterna i abborre från nordöstra Mälaren inte är att anse avvikande höga.
- Halterna i denna undersökning var avsevärt lägre än de artspecifika gränsvärdena för PFAS i abborre och gös som ligger på 35 ng/g vv PFOS och på 45 ng/g vv Σ PFAS₄ (European Commission, 2022).
- PFAS är den ämnesgrupp som tydligast styr rekommendationen att begränsa konsumtion av abborre och gös från nordöstra Mälaren. Riktvärdet för PFAS beräknades överskridas om dessa arter konsumeras oftare än en gång per månad. För signalkräfta överskrider riktvärdet vid en konsumtion motsvarande en portion i veckan.
- Abborre och gös från detta område bör ätas högst en gång i månaden.
- Signalkräfta bör ätas högst en gång i veckan.

Referenser

- Barthel Svedén, J., & Olsson, T. (2021). Miljögifter i fisk från Vänern, Vättern och Mälaren 2021 – utökad miljöövervakning i de Stora sjöarna. *Vänerns vattenvårdsförbunds rapport 135, Vätternvårdsförbundets rapport 152, Mälarens vattenvårdsförbunds rapport 2022:2*.
- EFSA. (2012). Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. *EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. Efsa Journal, 10(12)*, 2985.
- EFSA. (2019). Update of the risk assessment of di-butylphthalate (DBP),butyl-benzylphthalate (BBP), bis(2-ethylhexyl)phthalate(DEHP), di-isononylphthalate (DINP) and di-isodecylphthalate (DIDP) for use in food contact materials. *EFSA Panel on Food Contact Materials. EFSA Journal. , 17(12)*, 5838.
- EFSA. (2020). Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. *EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. Efsa Journal, 18(9)*, e06223.
- European Commission. (2006). COMMISSION REGULATION (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Off J Eur Union, L 364/5*.
- European Commission. (2011). Commission Regulation (EU) No 1259/2011 of 2 December 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for dioxins, dioxin-like PCBs and non dioxin-like PCBs in foodstuffs. *Off J Eur Union, 320*, 18-23.
- European Commission. (2022). COMMISSION REGULATION (EU) 2022/2388 of 7 December 2022 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of perfluoroalkyl substances in certain foodstuffs.
- HVMFS. (2019). HVMFS 2019:25. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten.
- Karlsson, M., & Hällén, J. (2023). Sammanfattning av undersökningar i Oxundaåns vattensystem 2013-2022. *IVL rapport C744*.
- Karlsson, M., Hällén, J., & Viktor, T. (2019). Miljöfarliga ämnen i fisk från Västeråsfjärden 2018. *IVL Svenska Miljöinstitutet rapport U6121*.
- Karlsson, M., & Viktor, T. (2014). Miljöstörande ämnen i fisk från Stockholmsregionen 2013. *IVL rapport B2214*.
- Livsmedelsverket. (2012). *Market Basket 2010 - chemical analysis, exposure estimation and health-related assessment of nutrients and toxic compounds in Swedish food basket*.
- Livsmedelsverket. (2017). *Swedish Market Basket Survey 2015 – per capita-based analysis of nutrients and toxic compounds in market baskets and assessment of benefit or risk*.
- Norrvatten. (2022). *Nytt gränsvärde för PFAS*. Hämtad 2022-12-02 från <https://www.norrvatten.se/dricksvatten/Dricksvattenkvalitet/pfas-i-dricksvatten/>
- Pettersson, M. (2022). PFAS i konsumtionsfisk från Stockholms sjöar och vikar. *Stockholms stad, Miljöförvaltningen, Dnr: 2022-10772*.
- Waldetoft, H., & Karlsson, M. (2020). Miljöfarliga ämnen i abborre och braxen från Växjösjöarna *IVL Svenska Miljöinstitutet Rapport U6257*.
- Waldetoft, H., & Karlsson, M. (2021). Kvicksilver, bly och kadmium i fisk och skaldjur från vattenområden av betydelse för det svenska yrkesfisket. *IVL Svenska Miljöinstitutet, Rapport B2418*.

Appendix

Tabell A1 PFAS (ng/g vv) i samlingsprover i muskel av abborre. "-" innebär halt under LOD.

Substans	Norra	Mellersta	Södra	LOD	LOQ
PFHxS	-	-	-	0,03	0,10
PFHpS	-	-	-	0,03	0,10
PFOS	4,14	6,93	5,50	0,03	0,10
PFNS	0,03	0,04	-	0,03	0,10
PFDS	0,06	0,08	0,05	0,03	0,10
6:2 FTS	-	-	-	0,03	0,10
8:2 FTS	-	-	-	0,03	0,10
PFOSA	-	-	-	0,03	0,10
PFHpA	-	-	-	0,03	0,10
PFOA	-	-	-	0,03	0,10
PFNA	-	0,04	0,04	0,03	0,10
PFDA	0,16	0,31	0,28	0,03	0,10
PFUnDA	0,12	0,22	0,20	0,03	0,10
PFDoDA	0,08	0,13	0,11	0,03	0,10
PFTTrDA	0,09	0,11	0,09	0,03	0,10
PFTeDA	-	-	-	0,03	0,10

Tabell A2 PFAS (ng/g vv) i individprover av muskel i gös och samlingsprover av stjärtmuskel i signalkräfta. "-" innebär halt under LOD. Samlingsproverna bestod av muskel från fem individer.

Substans	Gös Norra	Gös Mellersta	Gös Södra	Kräfta Norra	Kräfta Mellersta	Kräfta Södra	LOD ng/g	LOQ ng/g
PFHxA	-	-	-	-	-	-	0,1	0,4
PFHpA	-	-	-	-	-	-	0,03	0,1
PFOA	-	-	-	0,11	-	0,05	0,03	0,1
PFNA	-	-	-	-	0,05	0,10	0,03	0,1
PFDA	0,10	0,17	0,13	-	0,14	0,10	0,03	0,1
PFUnDA	0,12	0,16	-	-	0,14	0,21	0,03	0,1
PFDODA	-	-	-	-	0,09	0,13	0,05	0,17
PFTTrDA	-	0,06	0,15	0,09	0,19	0,16	0,03	0,1
PFTeDA	-	-	-	-	-	-	0,03	0,1
PFHxS	-	-	-	-	-	-	0,04	0,13
PFHpS	-	-	-	-	-	-	0,03	0,1
PFOS	6,53	4,41	5,34	1,20	1,58	1,09	0,03	0,1
PFNS	-	-	-	-	-	-	0,04	0,12
PFDS	-	-	-	-	-	-	0,03	0,1
PFUnDS	-	-	-	-	-	-	0,03	0,1
PFDDoDS	-	-	-	-	-	-	0,03	0,1
PFTTrDS	-	-	-	-	-	-	0,03	0,1
PFOSA	-	-	-	-	-	-	0,03	0,1
Gen-X	-	-	-	-	-	-	0,03	0,1
ADONA	-	-	-	-	-	-	0,03	0,1
6:2 FTS	-	-	-	-	-	-	0,03	0,1
8:2 FTS	-	-	-	-	-	-	0,03	0,1

Tabell A3 PCB (ng/g vv) i samlingsprover i muskel av abborre. Samlingsproverna bestod av muskel från 9-10 individer.

Substans	Norra	Mellersta	Södra
PCB 28	0,81	0,38	0,18
PCB 52	2,4	1,6	0,63
PCB 101	1,8	1,4	0,97
PCB 118	1,9	1,4	0,87
PCB 153	2,1	1,8	1,6
PCB 138	1,6	1,5	1,4
PCB180	0,64	0,51	0,39
Summa PCB₇	11	8,5	6,0

Tabell A4 Övriga mjukgörare i plast (ng/g vv) som undersöktes i samlingsprover i muskel av abborre. Samlingsproverna bestod av muskel från 9-10 individer.

Ämne	Förkortning	Norra	Mellersta	Södra
Acetyltributylcitrate	ATBC	<0,27	<0,27	<0,27
Di(2-ethylhexyl)adipate	DEHA	<0,27	0,32	<0,27
Di(2-ethylhexyl)terephthalate	DEHT	<0,27	0,57	0,51
1,2-Cyclohexane dicarboxylic acid diisononyl ester	DINCH	<2,69	4,82	<2,69
Trioctyl trimellitate	TOTM	<18,8	<18,8	<18,8

