



Stockholms
stad



PFAS i konsumtionsfisk från Stockholms sjöar och vikar

PFAS i konsumtionsfisk från Stockholms sjöar och vikar

Författare: Maria Pettersson

Dnr: 2022-10772

Utgivningsdatum: maj 2022

Utgivare: Miljöförvaltningen

Omslagsbild: Jawconda, Pixabay

Sammanfattning

PFAS (poly- och perfluorerade alkylsubstanser) eller högfluorerade ämnen är ett samlingsnamn för en grupp på mer än 4700 fluorerade organiska ämnen med varierande egenskaper och bred användning i samhället. De förekommer inte naturligt, utan började framställas i mitten av 1900-talet på grund av sina speciella kemiska egenskaper som gör att de är både vatten- och smutsavstötande och därför har många användningsområden. Gemensamt för alla PFAS är att de är mycket svårnedbrytbara och stannar kvar i miljön under mycket lång tid, och många PFAS kan spridas långväga via luft och vatten. Vissa PFAS kan ha skadliga effekter, både för människa och för miljö.

Dricksvatten och fisk är enligt den europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (Efsa) de största källorna till PFAS i mat. Flera PFAS har förbjudits men många finns kvar i miljön långt efter att de slutat användas. PFOS är det ämne i PFAS-gruppen som förekommer i högst halt i fisk. Det saknas idag kostrelaterade gränsvärden för PFAS i fisk. I avvaktan på den risk- och nyttovärdering av fisk som Efsa fått i uppdrag av EU-kommissionen att göra har Livsmedelsverket tagit fram tillfälliga rekommendationer för egenfångad fisk. De rekommenderar att använda miljökvalitetsnormen för PFOS fisk på 9,1 ng/g som temporär åtgärdsnivå. Om PFAS-förorening av ytvattnet misstänks bör halten PFOS i konsumtionsfisk, exempelvis abborre, från sjöar undersökas.

Resultaten från Stockholms regelbundna miljögiftsövervakning visar att det finns problem med förhöjda halter PFAS generellt i Stockholms vattenförekomster. Halterna av PFOS i fisk och i ytvatten överskrider miljökvalitetsnormerna i många av stadens vattenförekomster, även i sjöar och vikar utan en tydlig lokal påverkan.

PFAS i konsumtionsfisk från sjöar och vikar inom Stockholm undersöktes under sommaren 2021. Syftet med undersökningen var att få ett underlag för att kunna bedöma om särskilda kostrekommendationer behöver tas fram och beslutas om för vissa av Stockholms sjöar och vikar. Mindre abborrar samlades in för ordinarie miljögiftsövervakning från 16 så kallade vattenförekomster som ingår i förvaltningens miljöövervakning. Abborre i konsumtionsstorlek samlades in från 14 av dessa vattenförekomster. Gädda fångades i Magelungen och Drevviken och gös fångades i Drevviken, båda i konsumtionsstorlek. Prover av fiskmuskel analyserades med avseende på PFAS.

I Magelungen är PFOS-halterna mycket höga både i mindre övervakningsabborre och i större konsumtionsfisk, särskilt i större abborre. Halten PFOS i fisken är så hög att det finns anledning att avråda helt från att äta egenfångad fisk från Magelungen.

I ytterligare nio sjöar är PFOS-halterna så höga att allmänheten bör avrådas från att äta egenfångad fisk oftare än 2-3 gånger per år. Det är samma rekommendation som ges till barn upp till 18 år, den som vill bli gravid i framtiden, gravida och ammande när det gäller fisk som innehåller höga halter PCB och dioxin, till exempel strömming och Östersjölax.

Innehåll

Sammanfattning	3
Bakgrund	5
Vad är PFAS?	5
PFAS i miljön	5
Hälsorisker med PFAS	5
Riktvärden och gränsvärden	6
PFAS i Stockholms vattenförekomster	7
<i>Avrådan från att äta egenfångad fisk från åtta sjöar i Stockholm</i>	<i>8</i>
Undersökningens syfte	8
Metod	8
Val av provtagningsplatser	8
Insamling och provberedning av fisk	10
Kemisk analys av PFAS i fiskmuskel	11
Resultat och diskussion	12
PFAS i fisk och kostrekommendationer	12
Källor till PFAS i Stockholm	16
Slutsatser	17

Bakgrund

Vad är PFAS?

PFAS (poly- och perfluorerade alkylsubstanser) eller högfluorerade ämnen är ett samlingsnamn för en grupp på mer än 4700 fluorerade organiska ämnen med varierande egenskaper och bred användning i samhället.

PFAS har använts kommersiellt sedan 1950-talet. Den unika kemiska strukturen hos PFAS gör att de är både vatten- och smutsavstötande vilket gör att de har använts i många olika produkter och varor. De vanligaste användningsområdena för PFAS har varit impregnering av textilier och pappersförpackningar, som komponent i rengöringsmedel, färger, skidvalla, kosmetika samt i vissa typer av brandsläckningsskum (AFFF). Ett av de i miljön vanligast förekommande PFAS är perfluoroktansulfonat, PFOS, som bland annat använts i stor skala som komponent i brandsläckningsskum.

PFAS i miljön

PFAS förekommer inte naturligt i miljön utan alla PFAS är framställda av människan. Gemensamt för alla PFAS är att de är mycket svårnedbrytbara och stannar kvar i miljön under mycket lång tid. Vissa PFAS kan ha skadliga effekter, både för människa och för miljö.

Många PFAS har förmåga att spridas långväga via luft och vatten. PFAS kan därför påvisas i områden där ingen tillverkning eller användning har förekommit, till exempel i arktiska miljöer. Många PFAS har hög vattenlöslighet och kan transporteras med grundvatten, vattendrag och havsströmmar på ett sätt som få andra organiska miljögifter gör.

PFAS kan avges till miljön under hela sin livscykel, från produktion av ämnena till användning av produkter och varor som innehåller PFAS, samt i avfallsledet. Så länge PFAS tillverkas och används kommer ämnena i någon form att ansamlas i miljön och mängden PFAS i miljön kommer att öka över tid.

Hälsorisker med PFAS

I miljön tas PFAS lätt upp och ansamlas i levande organismer, huvudsakligen i lever och blod. Beroende på vilket PFAS-ämne det rör sig om kan det ta veckor eller år innan ämnet lämnar kroppen. Människor exponeras huvudsakligen för PFAS via mat, antingen direkt via livsmedlet eller indirekt via matförpackningarna. Fisk och skaldjur är betydande exponeringskällor, men exponering för PFAS kan också ske via förorenat dricksvatten och andra livsmedel.

För några PFAS finns det belegg för att ämnena är skadliga för hälsan. Till exempel är PFOS, PFOA och PFNA klassificerade som reproduktionsstörande och misstänkt

cancerframkallande.¹ För flertalet PFAS saknas dock kunskap om deras effekter på hälsan, men det finns starka skäl att betrakta alla PFAS som hälsoskadliga. Studier om hälsoeffekter av PFAS på däggdjur har visat effekter på levern, blodfetter, sköldkörtelhormon, immunförsvaret och fortplantningen. Fler studier behövs för att kunna fastställa om resultaten är relevanta även för människor. Studier på grupper av människor som har fått i sig höga halter av PFAS på grund av lokalt förorenat vatten har bland annat visat ett samband mellan ökade halter av PFOS eller PFOA i blodet och försämrat immunförsvaret.²

Riktvärden och gränsvärden

Den europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (Efsa) fastställde 2020 sin bedömning av hur mycket PFAS man kan få i sig utan risk för hälsan. Det nya fastslagna hälsobaserade riktvärdet är 4,4 ng/kg kroppsvikt och vecka (TVI) och gäller för fyra olika PFAS tillsammans (PFOS, PFOA, PFNA och PFHxS). Det nya riktvärdet innebär en kraftig sänkning av de tidigare tolerabla intagen för PFOS och PFOA från 2008.³

I sjöar som har förorenats av PFAS kan halterna i fisk vara förhöjda. Sedan 2013 är PFOS ett av vattendirektivets prioriterade ämnen och har miljökvalitetsnormer (MKN) i ytvatten och i fisk. Sedan 2018 finns även en bedömningsgrund för särskilda förorenande ämnen i inlandsytvatten för PFAS11 (summahalten av 11 specifika PFAS). PFOS ingår i bedömningen av kemisk ytvattenstatus⁴. PFAS11 ingår i bedömningen av ekologisk ytvattenstatus⁵.

Efsa har fått i uppdrag av EU-kommissionen att göra en risk- och nyttovärdering av fisk. I denna viktas Efsa nyttan med att äta fisk mot risken att utsättas för olika miljögifter, bland annat PFAS. Detta arbete beräknas vara klart om några år, 2023-2024. Livsmedelsverket ger kostråd för fisk på en nationell nivå gällande flera olika miljögifter, men det saknas idag kostrelaterade gränsvärden för PFAS i fisk. I avvaktan på Efsas risk- och nyttovärdering har Livsmedelsverket tagit fram tillfälliga rekommendationer för egenfångad fisk. När det gäller fisk som äts begränsas Livsmedelsverkets rekommendationer till att gälla bara PFOS eftersom det är den PFAS som förekommer i högst halt i fisk. Som temporär åtgärdsnivå rekommenderar Livsmedelsverket miljökvalitetsnormen för PFOS fisk, som är satt till 9,1 ng/g.⁶ Livsmedelsverket rekommenderar att om PFAS-förorening av ytvattnet misstänks bör halten PFOS i konsumtionsfisk, exempelvis abborre, från sjöar undersökas. Om halten i konsumtionsfisk ligger över miljökvalitetsnormen för PFOS på 9,1 ng/g fiskmuskel bör

¹ Kemikalieinspektionen (2021) Kunskapssammanställning om PFAS, PM 1/21

² Kemikalieinspektionen (2022) websida: [Högfluorerade ämnen – PFAS - Kemikalieinspektionen](#)

³ Efsa (2020) <https://www.efsa.europa.eu/en/news/pfas-food-efsa-assesses-risks-and-sets-tolerable-intake>

⁴ Europaparlamentets och rådets direktiv 2013/39/EU av den 12 augusti 2013 om ändring av direktiven 2000/60/EG och 2008/105/EG vad gäller prioriterade ämnen på vattenpolitikens område.

⁵ Värdet för PFAS11 avser de dricksvattenförekomster som har identifierats i enlighet med 3 kap. 2 § förordningen (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön. Värdet får inte överskridas i vattenförekomsten i den punkt som är representativ för råvattenintag. (HVMFS 2018:17)

⁶ Livsmedelsverket (2022), websida Riskhantering PFAS i dricksvatten och egenfångad fisk, [Riskhantering PFAS i dricksvatten och egenfångad fisk \(livsmedelsverket.se\)](#) läst maj 2022

de fiskarter som fiskas i sjön och äts regelbundet undersökas. Även orsaken till de förhöjda halterna bör undersökas.

Livsmedelsverket bedömer att det inte medför någon ökad risk för hälsan om man överstiger det hälsobaserade riktvärdet för PFAS under kortare perioder. Däremot är det viktigt att om möjligt begränsa, eller avstå från, att regelbundet äta fisk som man vet innehåller höga halter av PFAS. När det gäller PFAS i fisk är problemen ofta mer lokala och länsstyrelser och kommuner uppmanas att kontakta Livsmedelsverket för att få råd och stöd gällande konsumtion av fisk med olika föroreningsgrad av PFAS.

I Livsmedelsverkets föreskrifter (SLVFS 2001:30) om dricksvatten finns i 7 § särskilda kvalitetskrav för att ett dricksvatten ska anses hälsosamt och rent. Bestämmelsen innehåller dels en generell regel om att dricksvatten inte får innehålla mikroorganismer, parasiter och ämnen i sådant antal eller sådana halter att de kan utgöra en risk för människors hälsa, och dels specifika gränsvärden som måste uppfyllas. Det finns i dagsläget inga sådana specifika gränsvärden för PFAS i dricksvatten. Livsmedelsverket presenterade i maj 2022 ett förslag till gränsvärden för PFAS i dricksvatten.⁷ Gränsvärdena kommer införas i samband med att EU:s nya dricksvattendirektiv införlivas i svensk lag. Livsmedelsverkets förslag baseras bland annat på Efsas hälsobaserade riktvärde för PFAS4 från 2020 och omfattar två gränsvärden; PFAS4 på 4 ng/l och PFAS21 på 100 ng/l. De nya föreskrifterna föreslås träda ikraft den 1 januari 2023⁸. Men gränsvärdena för PFAS ska enligt förslaget tillämpas först från 1 januari 2026.

PFAS i Stockholms vattenförekomster

Miljöförvaltningen i Stockholm bedriver sedan 2009 regelbunden miljögiftsövervakning i vattenmiljön. Ytvatten samlas in månadsvis och fisk en gång årligen från sex till upp emot 20 vattenförekomster för analys av bland annat PFAS. PFAS har även analyserats i ytsediment från flera av stadens vattenförekomster. Övervakningen bedrivs för att få underlag för statusbedömning av stadens ytvatten och med syftet att följa upp hur halterna i miljön utvecklas samt att få underlag till prioritering av åtgärdsarbetet i staden.

Resultaten från stadens miljögiftsövervakning visar att det finns problem med förhöjda halter PFAS generellt i Stockholms vattenförekomster. Halterna av PFOS i fisk och i ytvatten överskrider miljökvalitetsnormerna i många av stadens vattenförekomster, även i sjöar och vikar utan en tydlig lokal påverkan. I Magelungen, Drevviken och Brunnsviken är halterna särskilt höga.

⁷ Livsmedelsverket (2022) Pressmeddelande 2022-05-06, websida: [Livsmedelsverket föreslår nya gränsvärden i dricksvatten för PFAS, arsenik, bly och kadmium](#)

⁸ Se Livsmedelsverkets remiss - Förslag till nya föreskrifter om dricksvatten Dnr 2022/01733

Avrådan från att äta egenfångad fisk från åtta sjöar i Stockholm

Som en försiktighetsåtgärd beslutade miljöförvaltningen i Stockholm att på försommaren 2021 gå ut med en avrådan från att äta egenfångad fisk från åtta av stadens sjöar. I övervakningsfisk, alltså små abborrar, från dessa åtta sjöar överskrids miljökvalitetsnormen på 9,1 ng PFOS/g fiskmuskel. Mot bakgrund av det samt Efsa:s nya riktvärde meddelades om avrådan från konsumtion av egenfångad fisk från de aktuella sjöarna. De utpekade sjöarna är Magelungen, Drevviken, Flaten, Årstaviken, Ulvsundasjön, Riddarfjärden, Sicklasjön och Brunnsviken.

Undersökningens syfte

Mot bakgrund av de höga PFAS-halterna i Stockholms vattenförekomster och de rekommendationer Livsmedelsverket ger rörande fisk behövde halten PFOS i konsumtionsfisk undersökas i Stockholm. Syftet med undersökningen var att få kunskap om PFAS-halterna i konsumtionsfisk fångad i Stockholms vattenförekomster som ett underlag för att kunna bedöma om särskilda kostrekommendationer behöver tas fram och beslutas om för vissa av Stockholms sjöar och vikar.

Metod

Val av provtagningsplatser

Övervakningsfisk samlades in enligt ordinarie övervakning från 16 av stadens vattenförekomster (Tabell 1 och Figur 1).

Abborre i konsumtionsstorlek (matfiskstorlek, ca 800 g) samlades in från 14 av de vattenförekomster där miljögiftsövervakning görs. Försök gjordes att fånga abborre i konsumtionsstorlek i alla 16 vattenförekomsterna, men i Judarn och Trekanten blev det ingen fångst.

Ambitionen var att samla in gädda och gös i konsumtionsstorlek (1000 g) från Magelungen, Drevviken och Brunnsviken. Gädda fångades i Magelungen och Drevviken. Gös fångades i Drevviken.



Figur 1. Provtagningsplatser. Vattenförekomster där fisk samlats in till undersökningen är markerade med orange färg.

Tabell 1. Provtagningsplatser och insamlad fisk.

Vattenförekomst	Typ av vatten	Övervakningsfisk (abborre)	Fiskarter konsumtionsfisk
Strömmen	kustvatten	ja	abborre
Lilla Värtan	kustvatten	ja	abborre
Brunnsviken	kustvatten	ja	abborre
Ulvsundasjön	insjö	ja	abborre
Riddarfjärden	insjö	ja	abborre
Årstaviken	insjö	ja	abborre
Görväln	insjö	ja	abborre
Magelungen	insjö	ja	abborre, gädda
Drevviken	insjö	ja	abborre, gädda, gös
Flaten	insjö	ja	abborre
Långsjön	insjö	ja	abborre
Trekanten	insjö	ja	-
Räcksta träsk	insjö	ja	abborre
Judarn	insjö	ja	-
Sicklasjön	insjö	ja	abborre
Ältasjön	insjö	ja	abborre

Insamling och provberedning av fisk

Insamling och provberedning av abborre (*Perca fluviatilis*) för tidsserieövervakning gjordes enligt Naturvårdsverkets undersökningstyp *Metaller och organiska miljögifter i fisk*. Tio abborrar i storlek 15-20 cm samlades in per vattenförekomst under augusti-oktober 2021. För varje vattenförekomst bereddes ett poolat muskelprov av tio individer (Tabell 1).

Insamling och provberedning av abborre i konsumtionsstorlek gjordes på liknande vis som abborre för tidsserieövervakning. Fem abborrar i storlek om ungefär 800 g samlades in per vattenförekomst under augusti-oktober 2021. För varje vattenförekomst bereddes två poolade muskelprov av två till tre individer (Bilaga 1).

Insamling av gädda (*Esox lucius*) och gös (*Sander lucioperca*) gjordes genom spöfiske under juli-augusti 2021. Poolade muskelprov bereddes av 2-3 individer (Bilaga 1).

Insamling av abborre utfördes av Naturvatten AB. Insamling av gädda och gös gjordes av frivilliga sportfiskare. Samtlig provberedning gjordes av IVL Svenska miljöinstitutet.

Kemisk analys av PFAS i fiskmuskel

Kemisk analys av PFAS i fiskmuskel utfördes av IVL Svenska miljöinstitutet enligt nedanstående beskrivning. 13 olika PFAS analyserades (Bilaga 2).

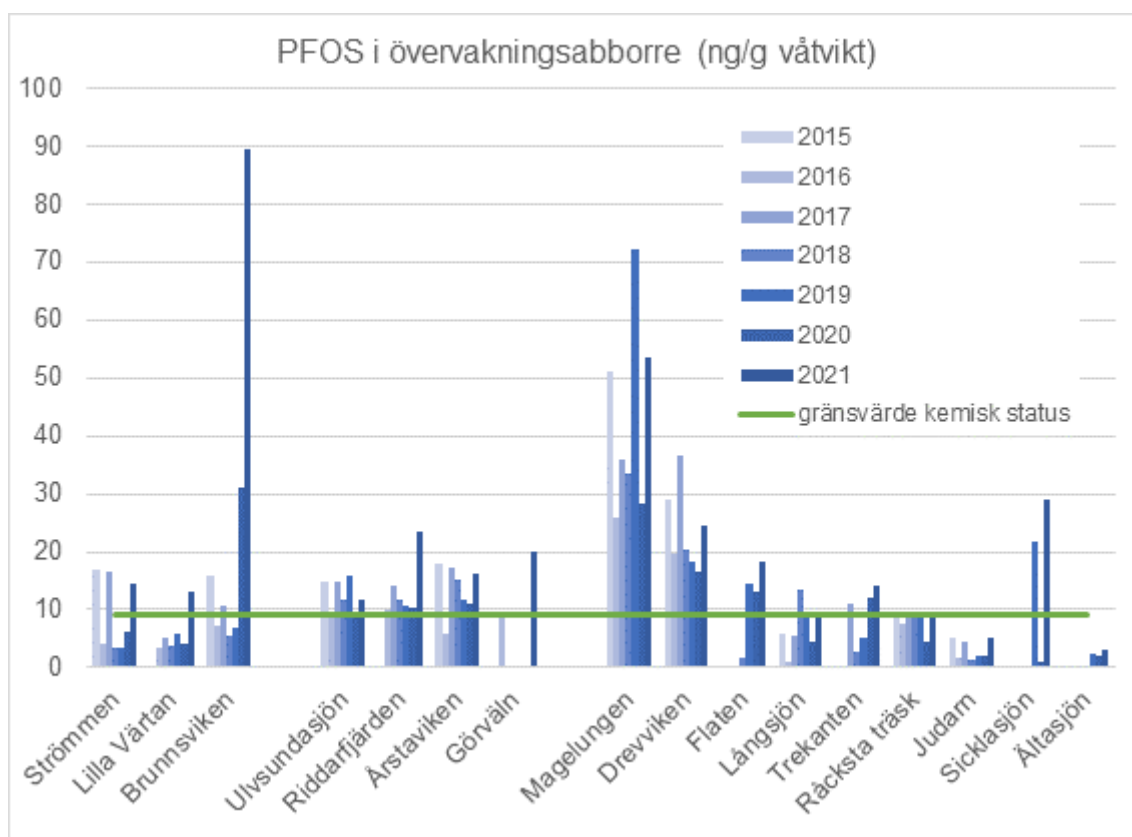
Ungefär 1 g homogeniserade fiskmuskelprover vägs noggrant in. En blandning av isotopinmärkta surrogatstandarder (även benämnda internstandarder) som motsvarar de ämnen som skall analyseras tillsätts till varje prov, med en tillsatt mängd av 10 ng per ämne. Proverna ekvilibreras sedan vid rumstemperatur i 30 minuter före extraktion i ultraljudsbad med 2×5 ml metanol. Extrakten kombineras och koncentreras till 1 ml under kvävgas följt av ett uppreningssteg via tillsats av 25 mg aktivt kol (graphitized carbon black, GCB). Partiklarna avlägsnas genom centrifugering. Proverna koncentreras sedan till halva volymen (0,5 ml) följt av en tillsats av 0,5 ml lösning av ammoniumacetat i vatten. Ämnen som faller ut efter denna tillsats avlägsnas genom centrifugering innan proverna analyseras med vätskekromatografi med masspektrometrisk detektion (LC-MS/MS). LC-instrumentet som används är en Shimadzu LC-20-serie kopplad till ett Sciex API 4000TM-masspektrometer.

Resultat och diskussion

PFAS i fisk och kostrekommendationer

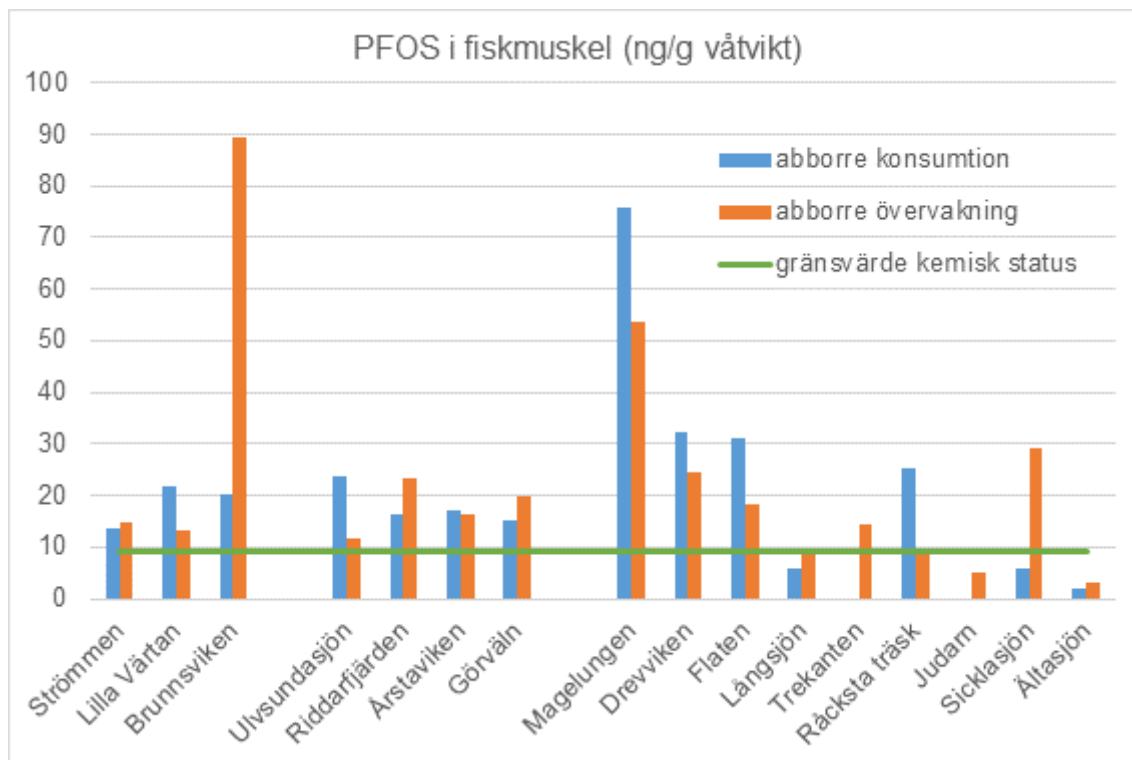
Av de PFAS som analyserades i undersökningen uppmättes PFOS i högst halt i samtliga prov. Resultaten visar att halten PFOS i övervakningsabborre i de flesta provlokaler är i samma storleksordning som tidigare år (Figur 2). De uppmätta halterna i övervakningsfisk år 2021 överskrider miljökvalitetsnormen för PFOS i fisk i alla undersökta vattenförekomster utom i Långsjön, Judarn, och Ältasjön.

I Brunnsviken är halten betydligt högre än tidigare år. Även år 2020 syntes förhöjd halt PFOS i fisken jämfört med tidigare år. Detta tyder på att en ny källa till PFOS har uppkommit i avrinningsområdet. I Magelungen är PFOS-halten fortsatt mycket hög, dock inte lika hög som år 2019.

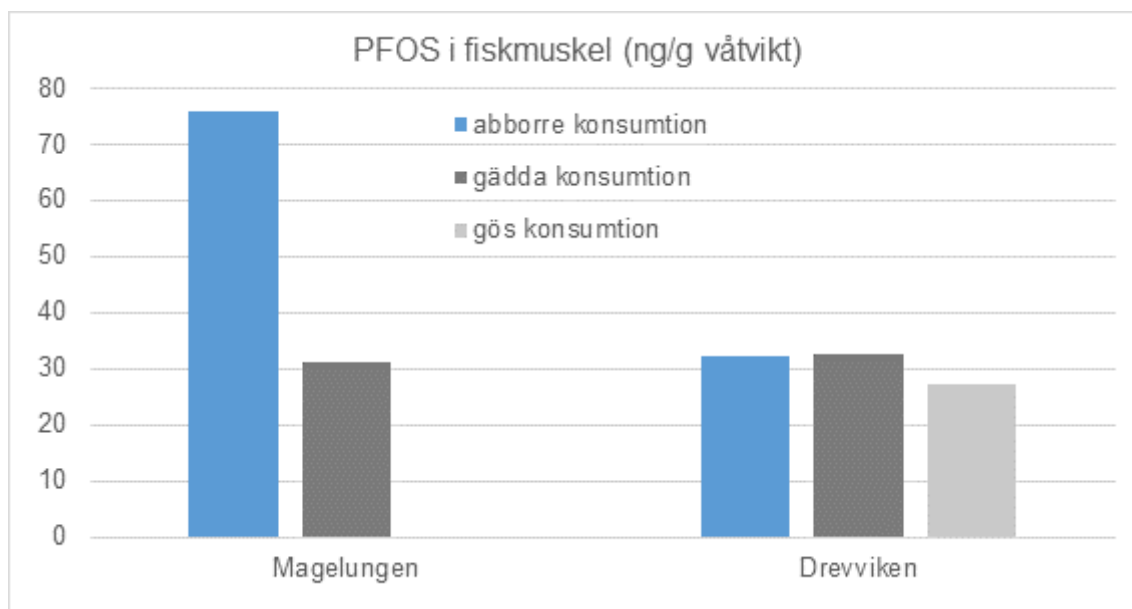


Figur 2. PFOS i muskel från övervakningsabborre under perioden 2015-2021. Grön linje markerar miljökvalitetsnormen för PFOS i fisk på 9,1 ng/g.

I abborre i konsumtionsstorlek uppmättes den högsta PFOS-halten i fisk från Magelungen (Figur 3). I Magelungen, liksom i flera andra vattenförekomster, är PFOS-halten i de större abborrarna högre än i de mindre övervakningsabborrarna, men den bilden gäller inte generellt.



Figur 3. PFOS i muskel från övervakningsabborre och konsumtionsabborre insamlad och analyserad 2021. För övervakningsabborre visar diagrammet halten i ett poolat prov per provlokal. För konsumtionsabborre visar diagrammet medelvärdet av två poolade prov per provlokal. Grön linje visar miljö kvalitetsnormen för PFOS i fisk (9,1 ng/g våtvikt).



Figur 4. PFOS i muskel från konsumtionsfisk (abborre, gädda och gös) insamlad och analyserad 2021. Diagrammet visar medelvärdet av alla analyserade prov per provlokal (1-4 poolade prov per lokal).

Även gädda från Magelungen liksom gädda och gös från Drevviken har höga halter PFOS (Figur 4). I fisk från Drevviken är halten PFOS i samma storleksordning i alla tre fiskarterna. I fisk från Magelungen är halten PFOS betydligt högre i abborre än i gädda.

För att få en bild av hur PFOS-halten i fisk förhåller sig till miljökvalitetsnormen för PFOS på 9,1 ng/g fiskmuskel jämfördes normen med treårsmedelvärdet av halten PFOS i fiskmuskel från övervakningsabborre under perioden 2019-2021 (Tabell 2).

Medelvärdet överskrider miljökvalitetsnormen i fisk från tio av stadens sjöar. De aktuella sjöarna är Brunnsviken, Ulvsundasjön, Riddarfjärden, Årstaviken, Görväln, Magelungen, Drevviken, Flaten, Trekanten och Sicklasjön.

Tabell 2. Medelvärde för PFOS i övervakningsabborre för perioden 2019-2021. Sjöar där medelvärdet ligger över miljökvalitetsnormen för PFOS i fisk (9,1 ng/g muskel) är markerade röda.

Vattenförekomst	2019	2020	2021	Treårsmedelvärde PFOS (ng/g våtvikt muskel)
Strömmen	3,3	6,2	14,6	8,0
Lilla Värtan	5,7	4,0	13,1	7,6
Brunnsviken	7,0	31,0	89,4	42,5
Ulvsundasjön	15,7	9,5	11,8	12,3
Riddarfjärden	10,8	10,4	23,5	14,9
Årstaviken	11,5	10,9	16,2	12,9
Görväln			19,8	19,8
Magelungen	72,2	28,4	53,6	51,4
Drevviken	18,4	16,6	24,6	19,8
Flaten	14,4	13,0	18,4	15,3
Långsjön	9,2	4,4	9,0	7,6
Trekanten	5,1	12,1	14,2	10,5
Räcksta träsk	8,5	4,3	9,8	7,5
Judarn	1,9	2,1	5,2	3,1
Sicklasjön	21,9	1,1	29,0	17,3
Ältasjön	2,4	1,9	3,2	2,5

I Magelungen är PFOS-halterna mycket höga både i mindre övervakningsabborre och i större konsumtionsfisk, särskilt i större abborre. I samråd med Livsmedelsverket har miljöförvaltningen kommit fram till att Miljö- och hälsoskyddsnämnden därför bör avråda helt från att äta egenfångad fisk från Magelungen. Detta ska dock inte ses som en avrådan från att fiska. Avrådan bör gälla tills vidare.

Vidare har miljöförvaltningen i samråd med Livsmedelsverket kommit fram till att det för de övriga nio sjöarna där miljökvalitetsnormen för PFOS i fisk överskrids är

lämpligt att allmänheten avråds från att äta egenfångad fisk oftare än 2-3 gånger per år. Det är samma rekommendation som ges till barn upp till 18 år, den som vill bli gravid i framtiden, gravida och ammande när det gäller fisk med höga halter PCB och dioxin, till exempel strömming och Östersjölox.

För att grovt uppskatta hur mycket fisk från de nio utpekade sjöarna en person kan äta per år utan att överskrida hälsobaserade riktvärdet (TVI) på 4,4 ng/kg kroppsvikt och vecka beräknades antal portioner per år genom att använda nedan formel. Beräkningen applicerades på halten uppmätt PFOS i abborre i konsumtionsstorlek.

$$\text{Antal portioner per år} = (\text{riktvärde} \times \text{medelvikt} \times 52 \text{ veckor}) / (\text{halt i fisken} \times \text{portionsstorlek})$$

Två beräkningsexempel togs fram utifrån beräkningar gjorda i en vetenskaplig studie från 2021⁹; en kvinna på 69 kg som äter portionsstorlek på 130g samt en man som väger 84 kg och äter portionsstorlek på 200g. Resultaten från beräkningarna visar att det skulle kunna gå att äta abborre från de utpekade sjöarna (där miljö kvalitetsnormen överskrids, Tabell 2) 3-8 gånger per år utan att överskrida TVI. Det är dock viktigt att notera att beräkningarna har gjorts endast utifrån halt PFOS i fisken medan TVI omfattar fyra PFAS och att fisk inte är den enda livsmedelskällan till exponering av PFAS.

Miljöförvaltningen har i samråd med Livsmedelsverket dragit slutsatsen att det är lämpligt att tillämpa särskilda kostrekommendationer för alla de sjöar där miljö kvalitetsnormen för PFOS i fisk överskrids i övervakningsabborre. Rekommendationen bör vara att allmänheten inte bör äta fisk från dessa sjöar mer än 2-3 gånger per år. Skälet till att rekommendera detta även för sjöar för vilka beräkningarna ovan visar att fisk kan ätas oftare är, som nämnts tidigare, att TVI omfattar fyra PFAS, medan beräkningen gjorts endast på PFOS, samt att fisk inte är den enda livsmedelskällan till exponering av PFAS. Det finns även ett kommunikativt skäl att välja samma nivå som en redan befintlig och inarbetad kostrekommendation för fisk, dvs den som ges till barn upp till 18 år, den som vill bli gravid i framtiden, gravida och ammande när det gäller fisk med höga halter PCB och dioxin.¹⁰ Vi bör äta mindre av livsmedel som innehåller PFAS, därför bör till exempel fisk med höga halter PFAS undvikas. Kostrekommendationerna bör lämna utrymme för exponering av PFAS även från andra livsmedel än fisk samt eventuell exponering från dricksvatten.

I Sicklasjön överskrids miljö kvalitetsnormen när den jämförs med PFOS-halten i små övervakningsabborrar, medan PFOS-halten i större abborre från sjön är lägre. Det innebär att beräkningen visar att det skulle kunna gå att äta upp emot 20 portioner fisk från Sicklasjön per år utan att överskrida riktvärdet. Sicklasjön inkluderas ändå bland de sjöar där rådet är att inte äta fisk oftare än 2-3 gånger per år. Detta görs som en försiktighetsåtgärd eftersom resultaten visar på stor variation i halt mellan olika storleksklasser på fisk från sjön.

⁹ A. Augustsson m.fl. (2021) Consumption of freshwater fish: A variable but significant risk factor for PFOS exposure, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110284>

¹⁰ Livsmedelsverket (2022) websida: [Fisk och skaldjur - råd \(livsmedelsverket.se\)](https://www.livsmedelsverket.se/fisk-och-skaldjur-rad) läst maj 2022

För att säkerställa att resultaten som redovisas i den här rapporten stämmer kommer undersökning av PFAS i konsumtionsfisk att upprepas under 2022 i samma omfattning som år 2021. Vidare bör staden följa upp med riktade undersökningar av konsumtionsfisk i utvalda vattenförekomster med några års intervall för att titta på utvecklingen. Vilka vattenförekomster som kan bli aktuella för uppföljning väljs utifrån resultaten från den regelbundna miljögiftsövervakningen i fisk som görs årligen i flera av stadens vattenförekomster.

Källor till PFAS i Stockholm

Påverkan på ytvatten av PFAS beror till stor del på spridning från dagvatten, lakvatten från deponier, avnötning från material, avfallshantering och släckning av bränder med brandsläckningsskum innehållande PFAS. Spridning av PFAS kan också ske från diffusa källor via långväga transport i luft och via våt- och torrdeposition.

Miljöförvaltningen har under flera år arbetat på olika sätt för att utreda vilka källorna är till den PFAS som sprids till stadens vattenmiljö. I ett projekt med forskningsinriktning undersöktes PFAS i ytvatten, sediment och nederbörd för att få underlag till att bättre kunna bedöma vilka källorna till PFAS-förorening är.^{11,12,13} Tillsammans med undersökningarna av förekomsten av PFAS kartlades även källområden för PFAS inom staden.¹⁴

Stadens miljögiftsövervakning visar mycket höga halter PFAS i Bällstaåns ytvatten. För att lokalisera källor till PFAS i åns avrinningsområde genomfördes därför en utredning av möjliga källor och en källspårningsundersökning under år 2015-2016.^{15,16} Deponier och pågående verksamheter som hanterar avfall och skrot inom avrinningsområdet sågs som troliga källor.

Bland de verksamheter som miljöförvaltningen har tillsyn på finns sådana som sprider eller misstänks sprida PFAS, exempelvis verksamheter som hanterar avfall och Bromma flygplats. Vid tillsyn ställer miljöförvaltningen krav på egenkontroll. Verksamheter som hanterar avfall tar prover av och analyserar dagvattnet, och i de fall höga halter PFAS detekteras har verksamheten installerat eller är på gång att installera rening med kolfilter. Swedavia utreder efterbehandlingsåtgärder vid Bromma flygplats samt inför skyddsåtgärder i form av kolfilterrening för att minska spridningen via dagvatten.

¹¹ Filipvic, M. m.fl. (2018) PFAS utbredning i Mälarens vattenpelare, Rapport från NIRAS.

¹² Filipvic, M. m.fl. (2019) PFAS utbredning i Mälarens sediment, Rapport från NIRAS.

¹³ Filipvic, M. m.fl. (2019) PFAS i atmosfärisk deposition inom Stockholms stad, Rapport från NIRAS.

¹⁴ M Filipovic m.fl. (2017) Identifiering av direkta och diffusa PFAS-källor för spridning till Mälaren inom Stockholms stad - En litteraturstudie, Rapport från NIRAS.

¹⁵ Inventering av källor till PFAS inom Bällstaåns tillrinningsområde (2015) Rapport från Bjerking

¹⁶ Källspårning av PFAS i Bällstaån (2016) Rapport från Tyréns

Det är känt att avfallsanläggningar och deponier kan vara källor till spridning av PFAS.^{17,18} Under 2022 ska miljöförvaltningen genomföra en källspårning av PFAS inom områdena för de nedlagda deponierna Högdalstippen och Hammarbytippen i Stockholm. Deponierna ligger inom avrinningsområdet till Magelungen respektive Sicklasjön som är två av de sjöar som har mycket förhöjda PFAS-halter. En mark- och grundvattenundersökning ska göras som förväntas ge svar på om PFAS-förorening finns i områdena och om det finns risk för spridning från till de intilliggande vattenförekomsterna.

Slutsatser

Den europeiska livsmedelssäkerhetsmyndigheten, Efsa, har fastställt ett nytt och lägre riktvärde för den mängd PFAS som bedöms vara säker att få i sig varje vecka. Mot bakgrund av detta och de förhöjda halter PFOS som har uppmätts i redovisad undersökning och i tidigare miljögiftsövervakning i fisk föreslår miljöförvaltningen, efter dialog med Livsmedelsverket, att fortsatt avråda från att äta egenfångad fisk från Magelungen. Vidare föreslår miljöförvaltningen, också med stöd av Livsmedelsverket, att allmänheten bör avrådas från att äta egenfångad fisk från sjöarna Brunnsviken, Ulvsundasjön, Riddarfjärden, Årstaviken, Görväln, Drevviken, Flaten, Trekanten och Sicklasjön oftare än 2-3 gånger per år. Det är samma rekommendation som ges till barn upp till 18 år, den som vill bli gravid i framtiden, gravida och ammande när det gäller fisk som innehåller höga halter PCB och dioxin, exempelvis strömming och Östersjölax.

Fortsatt arbete med källspårning behövs för att identifiera källor till PFAS-spridning så att eventuella åtgärder kan sättas in.

¹⁷ Naturvårdsverket (2016) Högfluorerade ämnen (PFAS) och bekämpningsmedel. En sammantagen bild av förekomsten i miljön. Redovisning av regeringsuppdrag. Rapport 6709, 172s.

¹⁸ Avfall Sverige (2021) Rening av PFAS-förorenat vatten från avfallsanläggningar, Avfall Sverige Rapport 2021:02

Bilaga 1.

Tabell A. Fiskprover övervakningsabborre och konsumtionsabborre. Provlokaler, antal fisk i varje poolat prov samt information om vikt.

Vattenförekomst	Övervakningsabborre		Konsumtionsabborre		
	Antal fisk i poolat prov	Medelvikt poolade fiskar (g)	Antal fisk i poolat prov	Viktintervall inom pool	Medelvikt poolade fiskar (g)
Strömmen	10	70	2	293-304	299
Strömmen			2	291-428	360
Lilla Värtan	10	69	2	177-385	281
Lilla Värtan			3	184-435	331
Brunnsviken	10	80	3	235-819	462
Brunnsviken			3	293-526	402
Ulvsundasjön	10	58	5	230-436	325
Ulvsundasjön			5	226-472	323
Riddarfjärden	10	67	3	304-421	374
Riddarfjärden			3	303-460	366
Årstaviken	10	66	3	616-677	640
Årstaviken			2	1272-1323	1298
Görväln	10	67	2	978-1027	1003
Görväln			3	238-1077	700
Magelungen	10	71	2	222-480	351
Magelungen			3	200-417	317
Drevviken	10	65	5	197-380	282
Drevviken			5	201-374	287
Flaten	10	74	3	437-472	449
Flaten			2	669-784	727
Långsjön	10	68	3	171-261	215
Långsjön			3	222-308	266
Trekanten	10	70	-	-	-
Räcksta träsk	10	64	2	413-697	555
Judarn	10	64	-	-	-
Sicklasjön	10	86	2	290-481	386
Sicklasjön			2	225-812	519
Ältasjön	10	70	2	394-405	400
Ältasjön			3	385-539	478

Tabell B. Fiskprover gädda och gös. Provlokaler, antal fisk i varje poolat prov samt information om vikt.

	Gädda	Gös		
Vattenförekomst	Antal fisk i poolat prov	Antal fisk i poolat prov	Viktintervall inom pool (g)	Medelvikt poolade fiskar (g)
S Drevviken	3		931-1097	980
S Drevviken	2		1103-1556	1330
N Drevviken	3		664-908	822
N Drevviken	2		952-1406	1179
N Drevviken		2	543-951	747
Magelungen	2		740-790	765
Magelungen	2		881-1232	1057

Bilaga 2.

Tabell C. Analyserade PFAS-ämnen

Ämnesförkortning	Ämnesnamn	CAS-nr
PFOS	Perfluoroktan sulfonat	2795-39-3
PFOA	Perfluorooktan syra	335-67-1
PFHpA	Perfluoroheptan syra	375-85-9
PFNA	Perfluorononan syra	375-95-1
PFDA	Perfluorodekan syra	335-76-2
PFUnDA	Perfluoroundekan syra	2058-94-8
PFDoDA	Perfluorododekan syra	307-55-1
PFTTrDA	Perfluorotridekan syra	72629-94-8
PFTeDA	Perfluorotetradekan syra	376-06-7
PFDS	Perfluorodekan sulfonat	67906-42-7
PFOSA	Perfluorooctanesulfonamide	754-91-6
6:2 FTS	6:2 Fluortelomersulfonat	27619-97-2
8:2 FTS	8:2 Fluortelomersulfonat	39108-34-4