

# Undersökningstyp - Metaller och organiska miljögifter i fisk från sjöar och vattendrag

Version 1:2, 2021-03-16

Programområde: Sötvatten  
Handledning för miljöövervakning



Foto: Eva Kylberg och Jill Stavely Öhlund, Naturhistoriska Riksmuseet. Insamling av abborre inom den nationella limniska övervakningen av miljögifter i fisk.

## Innehåll

Bakgrund och syfte med undersökningstypen .....	3
Samordning.....	3
Strategi .....	3
Vattendirektivet .....	4
Statistiska aspekter .....	4
Tidsserieövervakning .....	4
Rumslig övervakning .....	5
Antal prover .....	5
Plats/stationsval .....	6
Mätprogram .....	6
Val av fiskart.....	6
Variabler.....	6
Frekvens och tidpunkter .....	8
Observations/provtagningsmetodik.....	8
Tillvaratagande av prov, analysmetodik.....	8
Kvalitetssäkring .....	9
Databehandling, datavärd.....	9
Rapportering, utvärdering.....	10
Tids- och kostnadsuppskattning.....	10
Fasta kostnader .....	10
Analyskostnader .....	11
Tidsåtgång .....	11
Författare och kontaktpersoner .....	11
Referenser.....	12
Metodreferenslista.....	12
Uppdateringar, versionshantering .....	14
Bilaga 1. Hantering av ankommande fisk .....	15
Bilaga 2. Förberedelser för analyser av fisk från Miljöprovbanken.....	17
Bilaga 3. Dokumentation.....	19
Fältprotokoll .....	19
Bakgrundsinformation.....	19
Provberedning inför kemisk analys.....	19

## Bakgrund och syfte med undersökningstypen

Syftet är att följa hur halterna av ett antal metaller och organiska miljögifter i fisk varierar med tiden vid utvalda lokaler och mellan lokaler. Förändringar över tid såväl som geografiska skillnader ska kunna beskrivas på ett kvantitativt sätt och testas med statistiska metoder.

Ett viktigt skäl för undersökningar kan även vara hälsomässiga aspekter och möjliga kopplingar till konsumtionsbegränsningar. Ett annat kan vara potentiella hot mot olika fiskarter och därigenom påverkas den biologiska mångfalden.

Resultaten kan användas för att följa olika områdets utveckling och status i förhållande till miljömålen *Giftfri miljö* och *Levande sjöar och vattendrag* samt EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG) och kan utgöra grund för åtgärdsförslag och uppföljning av utförda åtgärder.

## Samordning

Miljöövervakningen enligt denna undersökningstyp bör i tillämpliga fall samordnas med fiskfysiologiska undersökningar och beståndsuppskattningar av fiskarterna ifråga samt med övervakning av vattenkemi.

Beroende på vilka arter och områden som studeras är det även lämpligt att samordna med annan övervakning av metaller eller fisk enligt undersökningstyperna ”Metaller och organiska miljögifter i fisk” (kust och hav), ”Metaller i sediment”, ”Elfiske i rinnande vatten” och ”Provfiske i sjöar”.

## Strategi

Tidsserieövervakning används för att visa förändringar med tiden. Detta kan innebära att beskriva belastningsstatus och detektera förändringar i belastning och effekter av åtgärder. Vid tidsserieövervakning regleras kravet på precision av ambitionen att inom rimlig tid kunna påvisa signifikanta förändringar. Begränsningar till ett kön och till utvalda ålders-/storleksintervall kan minska naturligt betingade variationer och därmed öka precisionen i tolkning och jämförbarhet av data från olika undersökningar.

Tidsserierna är också viktiga för att beskriva naturlig variation. Resultaten fungerar som referensvärden vid studier av rumslig variation.

Rumslig övervakning syftar till att vid ett och samma tillfälle ge en bild av belastningssituationen och dess variation inom ett större område. Den rumsliga övervakningen kan vara utformad för att beskriva situationen nationellt, regionalt eller lokalt. Resultaten kan användas för beslut om åtgärder.

I Sverige är miljöövervakning återkommande och systematiskt upplagda undersökningar som följer upp miljöns tillstånd. Vad som övervakas styrs av uppsatta miljömål, krav i lagstiftning och EU-direktiv (Vattendirektivet).

### **Vattendirektivet**

Det slutgiltiga målet med vattendirektivet även känt som ramdirektivet för vatten 2000/60/EG, är att uppnå att all förorening av prioriterade farliga ämnen upphör fullständigt och att bidra till att uppnå koncentrationer som ligger nära bakgrunds nivåer av naturligt förekommande ämnen.

Vattendirektivet är implementerat i Sverige genom vattenförvaltningsförordningen (2004:660). Miljö tillståndet för kemisk status klassificeras utifrån EU-gemensamma miljö kvalitetsnormer för prioriterade ämnen som finns listade i direktivet om miljö kvalitetsnormer för prioriterade ämnen och vissa andra förorenande ämnen (2008/105/EG), uppdaterat genom 2013/39/EU. Inom bedömningen av vattenförekomstens ekologiska status utvärderas även så kallade särskilda förorenade ämnen (SFÄ) vilka är de ämnen som inte behandlas under kemisk status men ändå släpps ut i betydande mängder i vattenförekomsterna och beskrivs i Havs- och vattenmyndighetens föreskrift om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2019:25). De flesta ämnen har bedömningsgrunder/gränsvärden för vatten men ett antal ämnen har det även för sediment eller biota.

## **Statistiska aspekter**

För att välja lämplig statistisk bearbetning eller metod rekommenderas handledningen i [Dataanalys och hypotesprövning för statistikanvändare](https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Miljoovervakning/Handledning/Utformning-av-program-och-statistik/), som finns på Naturvårdsverkets webbplats (<https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Miljoovervakning/Handledning/Utformning-av-program-och-statistik/>) samt webbplatsen: [www.miljostatistik.se](http://www.miljostatistik.se). Se också kapitel 7 i referens [1] samt referens [2].

### **Tidsserieövervakning**

Utvärdering av tidsserier diskuteras bl.a. i referens [1]. Då studien utformas är det viktigt att syftet är klart fastställt och att man bestämmer med vilken säkerhet och hur snabbt en förändring över tid ska kunna detekteras. Detta avgör hur många prover som ska analyseras och hur ofta provtagning ska utföras.

Inledningsvis ska provtagning alltid utföras varje år. Är det stora variationer i uppmätta halter måste provtagningen även fortsättningsvis ske årligen.

Om man strävar efter en statistisk styrka på 80 % och vill kunna upptäcka en genomsnittlig årlig förändring med 10 % krävs ofta en övervakningsperiod på mellan 10 och 15 år. Periodens längd varierar dock med mätvariabel, provtagningsmatris och station. Känslighet (minsta detekterbara trend vid 80 % styrka efter 10 års

övervakning) och beräknad övervakningsperiod (vid en minsta detekterbar trend av 10 %, vid 80 % statistisk styrka) finns redovisad i tabeller i bilagan till referens [13].

Valet av matris (art, ålder, kön, vävnad etc.) har betydelse för hur tidigt förändringar kan beläggas statistiskt [3]. Provtagningsfrekvensen påverkar i hög grad den statistiska styrkan [5] men bestäms också av hur snabba förlopp som ska beskrivas. Innan man gör avsteg från årlig provtagning måste man ha kunskap om naturlig mellanårsvariation. Eventuella avsteg måste särskilt motiveras.

I det nationella övervakningsprogrammet för Sötvatten har under de senaste åren 1 poolat prov à 12 individer per år och lokal (i tidstrendssjöarna analyseras 2 poolade prov à 12 individer per år och lokal) analyserats för organiska miljögifter medan individuella prov har analyserats för metaller. Fördelar och nackdelar med individuella respektive poolade prov finns redovisade i referens [4] och [19]. Valet mellan poolade prov eller individuella är beroende av syftet med undersökningen och tidigare kunskap om variation i matrisen som undersöks.

### **Rumslig övervakning**

Typiska mål vid geografiska undersökningar kan vara att visa skillnader mellan exempelvis belastade områden och referensområden, påvisa geografiska gradienter, upptäcka "hot spots" eller klassificera områden i förhållande till olika gränsvärden. En annan typ av undersökning kan syfta till att beskriva effekterna av t.ex. utsläpp, vilket som regel ställer stora krav på materialet för att tillräcklig statistisk säkerhet ska uppnås. Skälet till det senare är att kravet på precision (små skillnader och ansvarsfrågor) som regel är större.

Den geografiska representativiteten varierar bl.a. med art och storlek. Små abborrar representerar t.ex. en betydligt mindre del av en större sjö än stora abborrar eller en enkilosgädda. I stora sjöar kan fiskar även leva uppdelade i olika populationer och därmed representera miljögiftsbelastningen för olika områden. Därför är det viktigt att även provtagningslokalerna koordinatsätts och inte bara sjöarna.

När syfte och kvantitativt uppställda mål har preciserats kan man beräkna hur många prov som behövs [2].

### **Antal prover**

Antalet individer som bör samlas in vid ett och samma tillfälle från en lokal, är beroende av den naturliga variationen i populationen (ålder, storlek, näringsstatus, kön etc.). Dessa biologiska faktorer kan påverka en organisms upptag och belastning av bioackumulerande ämnen och bör därför vara kända när ett enhetligt material (med avseende på ovan angivna biologiska variationer) väljs ut som matris för analys [3]. För att erhålla ett någorlunda tillförlitligt medelvärde krävs som regel 10–15 individuellt analyserade prover alternativt ett poolat prov à 10–15 individer. Detta ska endast ses som ett vägledande förslag. Det är förhållandena i de enskilda fallen som är styrande för var gränsen går för statistiskt säkerställda data.

Så många prover ska samlas in att man erhåller minst 10 fiskar av samma art, ålder, kön och storleksklass. Detta brukar innebära att ca 50 individer samlas in.

### Plats/stationsval

Insamling av fisk bör ske från en station som kan anses representativ för området, d.v.s. inte från en station som avviker från den generella bilden av undersökningsområdet.

## Mätprogram

### Val av fiskart

Valet av fiskart bör göras med utgångspunkt från syftet med undersökningen men begränsas självklart av vilka arter som är tillgängliga. Det är viktigt att säkerställa att insamlad fisk härrör från det område man avser att studera. Man bör alltså undvika vandringsfisk och även skaffa sig en bild av vilket geografiskt område som fisken representerar.

Det är även viktigt att ta hänsyn till storleken på den fisk som används i undersökningen. Storleken bör begränsas till ett visst intervall, eftersom många miljögifter bioackumuleras och därför inte bara är ett uttryck för den aktuella belastningen utan också för den historiska exponeringen.

För att möjliggöra jämförelser med äldre data och samordningsfördelar inom miljöövervakningen är det lämpligt att i möjligaste mån använda de arter och storlekar som används inom det nationella övervakningsprogrammet av miljögifter för sötvatten. Det är i första hand gädda och abborre, men i de delar av landet där dessa arter saknas kan röding fungera som ersättare.

Gädda	<i>Esox lucius L.</i>	53-61 cm
Abborre	<i>Perca fluviatilis L.</i>	15-20 cm
Röding	<i>Salvelinus alpinus L.</i>	25-28 cm

Storleksintervallet för gädda är anpassat till den "konsumtionsfisk" som använts inom Livsmedelsverkets övervakningsprogram. De stora abborrarna har valts p.g.a. sin stora utbredning både i inlands- och kustvatten, och sin övriga användning inom miljöövervakningen. Röding väljs för att även fjällområdet ska kunna övervakas.

### Variabler

Tabell 1. Översiktstabell med variabler och tidsperioder, m.m.

Område	Företeelse (Matris)	Mätvariabel	Metodmo- ment	Enhet / klassade värden	Prioritet	Frekvens och tid- punkter	Referens till prov- tagnings- metodik	Referens till analys- metod
--------	------------------------	-------------	------------------	-------------------------------	-----------	---------------------------------	--	--------------------------------------

Område	Företeelse (Matris)	Mätvariabel	Metodmoment	Enhet / klassade värden	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	Referens till provtagningsmetodik	Referens till analysmetod
	Fisk (art och individ)	Total längd		mm				Bilaga 1.
	Fisk	Total vikt (massa)		g				
	Fisk (abborre)	Gonad Vikt		g				
	Fisk	Lever Vikt		g				
	Fisk	Kön		Hane, Hona				
	Fisk	Ålder	gällock; resp. otolit	År				
	Fisk	Muskel Fetthalt		%	Obl. för organiska miljögifter	Bestäms i samband med analys		[1]
	Fisk	Lever Torrsviktshalt		%		Bestäms i samband med analys		
	Fisk	Levertotalviktsindex, LTI	Beräknat värde	100×levervikt / totalvikt	Vid analys av lever			
	Fisk	Kondition	Beräknat värde	100× (totalvikt / totallängd <sup>3</sup> )				

Anmärkningar samt uppgifter enl. bakgrundsinformation registreras på lämpligt sätt

**Tabell 2.** Översiktstabell av miljögifter

Område	Företeelse (Matris)	Mätvariabel	Metodmoment	Enhet / klassade värden	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	Referens till provtagningsmetodik	Referens till analysmetod
	Fisk Lever	Halter av metaller (Pb, Cd, Ni, Cr, Cu, Zn, As, Ag, Al, Bi, Sn, Sb)		µg/g torrsvikt				[1]
	Fisk Muskel	Hg		ng/g färsksvikt				[1]
	Fisk Muskel	Halter av klorerade ämnen (PCB-28, -52, -101, -118, -138, -153, -180, DDT, DDE, DDD, α-, β-, γ-HCH, HCB)		µg/g fettvikt				[1]
	Fisk Muskel	Halter av polybromerade flamskyddsmedel (BDE-47, -99, -100, -153, -154, HBCDD)		ng/g fettvikt				[1]
	Fisk Muskel	Halter av dioxiner (dioxiner, dibensofuraner, dioxinlika-PCB:er)		pg/g fettvikt				[1]
	Fisk Lever	Halter av perfluorerade föreningar (perfluorerade karboxylater (PFCAs) och perfluorerade sulfonater (PFSAs),		ng/g färsksvikt				[1]

### **Frekvens och tidpunkter**

För att undvika årstidsberoende variationer bör årlig provtagning ske under samma tidsperiod varje år. Tidsperioden bör vara en period då fiskpopulationen är så fysiologiskt stabil som möjligt, vilket i allmänhet är på hösten. Lekperioder ska undvikas.

### **Observations/provtagningsmetodik**

Undersökningstypen följer huvudsakligen de riktlinjer för miljöövervakning som rekommenderas av HELCOM [15] och OSPAR [16] samt museets riktlinjer för insamling, provberedning och lagring av fisk, Bilaga 1 och 2.

För beskrivning av provtagningsmetoder hänvisas till referens [1] samt Bilaga 1.

### **Tillvaratagande av prov, analysmetodik**

De analysmetoder som rekommenderas finns kortfattat beskrivna i referens [1]. De PCB-kongener som mäts i det nationella övervakningsprogrammet är CB-28, CB-52, CB-101, CB-118, CB-138, CB-153 samt CB-180, vilka rekommenderas av ICES. Halterna av dessa är i de flesta fall mätbara. Metoden beskriver även analys av DDT och dess nedbrytningsprodukter DDD och DDE, samt HCB och tre hexaklorocykloalkaner ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -HCH). Koncentrationen av dessa ämnen samt fetthalt fås ur samma analys.

Den första delen d.v.s. extraktion och upprening är samma för PCB och pesticider som för BDE:er och HBCDD, men analysen är olika. För PCB och pesticider använder man GC-ECD och för BDE:er och HBCDD använder man GC-MS med negativ kemisk jonisation [12]. Analys av dioxiner, furaner och dioxinlika PCB följer i stort sett samma provbearbetning men kräver några ytterligare steg av upprening följt av masspektrometrisk analys beskriven i referens [1].

Metaller som analyseras inom det nationella övervakningsprogrammet är Hg, Pb, Cd, Ni, Cr, Cu, As, Ag, Al, Bi, Sb samt Sn. Den rekommenderade analysmetoden hänvisas till i referens [1]. För metod som används för analys av perfluorerade ämnen inom det nationella miljöövervakningsprogrammet hänvisas till referens [1].

Det kan vara av stort värde att insamlat material sparas i Naturhistoriska riksmuseets miljöprovbanks. Diskutera gärna med någon av författarna som listas i slutet av dokumentet.

Vid insamling bör rekommendationer nedan följas om fisken ska sparas i provbanken:

- Insamlad fisk bör sköljas av i omgivande vatten.
- Skadade eller avvikande exemplar sorteras bort.
- Det är viktigt att fisken är lätt att hantera (mäta, väga och könsbestämma) i djupfryst tillstånd i provbanken. Den måste därför vara individuellt



förpackad och **rak**. Fisken förpackas därför **en och en** i plastpåsar av etenplast. Lagg i fisken rak, rulla påsen omkring fisken och vik över änden utan övrig förslutning. Var försiktig med stjärtfenan så den inte böjs/bryts (för längdbestämningen).

- Samtliga fiskar från samma lokal läggs därefter i en större plastpåse, med **en tydlig etikett** inuti med uppgifter om art, antal, fångstlokal (helst även med koordinater och för större insjö även läge i sjön), fångstdatum och insamlare, alternativt insändare (se ”Fältprotokoll” nedan). Proverna ska sedan kylas ner så snart som möjligt. Placera dem därför genast i en kylväska med is eller, om möjligt, kolsyreis, och efter landgång i frysutrymme.

För mer information kring hantering av insamlad fisk, se Bilaga 1. ”Hantering av insamlad fisk”.

För information om provberedning, se Bilaga 2. ”Förberedelser för analyser av fisk från Miljöprovbanken”.

För information om dokumentation kring insamling och provberedning, se Bilaga 3. ”Dokumentation”.

## Kvalitetssäkring

Provinsamling, hantering, transport, preparering, provberedning och analysverksamhet ska genomföras enligt utvecklade och dokumenterade rutiner för kvalitetssäkring [1, Bilaga 1 och 2]. Det krävs att inblandade laboratorier är ackrediterade och regelbundet deltar i provningsjämförelser. Uppgifter om analysmetoder och modifieringar av dessa registreras tillsammans med mätdata. För att bibehålla en hög kvalitet krävs att provet/organismen fryses snarast möjligt efter insamling. Övriga praktiska instruktioner framgår av provtagningsmetodiken.

## Databehandling, datavärd

Halten av organiska miljögifter relateras till fettinnehållet. Värdet lagras därför uttryckta på fettviktsbasis i databasen, med undantag för perfluorerade ämnen (binder till proteiner) som uttrycks på färskviktsbasis. För alla organiska ämnen (med undantag för de perfluorerade) anges även provets fetthalt. För Hg lagras data uttryckt i färskvikt medan data för övriga metaller lagras som torrsvikt. Dessutom ska det tydligt framgå om mindre-än-värdet (<) avser detektionsgräns eller kvantifieringsgräns.

Kvalitetssäkrade data från uppdraget skall skickas till datavärd. Från 2018 är SGU datavärd (SGU, Sveriges Geologiska Undersökning (kontakt: miljogifter.datavardskap@sgu.se). Vid leverans av resultat till datavärdskapet blir resultaten offentliga.

Kontaktperson:  
Annika Dahlgren  
Tel: 018-17 90 77

Sveriges geologiska undersökning (SGU)  
Box 670  
751 28 Uppsala

Kvalitetssäkrade data ska efter slutfört uppdrag levereras till nationell datavärd för miljögifter (SGU) enligt datavärdskapets leveransmall för biota. Leveransmallen bör därför laddas ner före undersökningens början så att samtliga uppgifter som krävs för leveransen samlas in. Det är också viktigt att se till att ProvpplatsID är registrerat i stationsregistret samt att ämneskoder och övriga relevanta koder är inlagda i Miljödatasamverkan, i annat fall måste utföraren begära att stationerna registreras samt att koder skapas. Mer information och instruktioner finns här: [inrapportering-av-data-till-datavardskap-for-miljogifter.pdf](#)

## Rapportering, utvärdering

Resultat bör redovisas årligen. Referens [1 och 13] visar exempel på årsrapporter från det nationella miljöövervakningsprogrammet. I görligaste mån ska också resultaten jämföras med och utvärderas tillsammans med resultat från andra undersökningar i området.

Resultaten kan användas för uppföljning av miljömålen *Giftfri miljö, Levande sjöar och vattendrag* samt EU:s Ramdirektiv för vatten (2000/60/EG).

## Tids- och kostnadsuppskattning

### **Fasta kostnader**

Kostnaden för insamling av fisk från en provtagningslokal varierar stort mellan olika lokaler. Kostnaderna påverkas i stor utsträckning av om det redan förekommer fiske i någon form i undersökningsområdet och om det därmed finns samordningsmöjligheter som kan minska kostnaderna. Det är även av betydelse hur lokalen är belägen, samt hur lättfiskat det är. Kostnaden av insamling av fisk från lokaler inom det nationella övervakningsprogrammet för sötvatten varierar mellan 10 000 och 25 000 kr.

Kostnader för provberedning inklusive accessionsföring (objekt med tillhörande data förs till en samling på ett organiserat sätt) i provbank beräknas till mellan 500 och 800 kr per fisk beroende på antalet vävnadsprov och om åldersanalys krävs.

### Analyskostnader

Ofta analyseras liknande ämnen tillsammans och de priser som presenteras nedan är ungefärliga paketpriser från år 2021, de ämnen som vanligtvis ingår står skrivna inom parentes.

<i>Analys av</i>	<i>kr/prov</i>
Metaller (Pb, Cd, Ni, Cr, Cu, Zn, Hg, As, Ag, Al, Bi, Sn, Sb)	2 000
Klorerade ämnen (PCB (7 kongener), DDE, DDD, DDT, $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -HCH och HCB)	3 500 – 4 800
Bromerade ämnen (PBDE (4-6 brom) samt HBCDD)	4 600 - 5 900
Dioxiner (dioxiner, dibensofuraner, dioxinlika-PCB:er (dioxinlika-PCB saknar kloratomer i de fyra positionerna närmast bindningen mellan bensenringarna och är lika dioxiner i sin struktur)	10 000
PFAS (perfluorerade karboxylater (PFCAs) och perfluorerade sulfonater (PFS:s)	4 800

### Tidsåtgång

Den arbetstid som krävs för insamling av fisk från en lokal kan variera beroende på olika faktorer som exempelvis hur lokalen är belägen, tillgången på fisk, vilken redskapstyp som används o.s.v. Generellt sett kan man uppskatta tidsåtgången till en till två arbetsdagar à två personer.

Provberedning inklusive accessionsföring i databas av fisk från en lokal beräknas ta omkring en halv arbetsdag à två personer.

Därtill tillkommer arbetstid för utvärdering samt rapportering av projektet.

### Författare och kontaktpersoner

*Programansvarig, Naturvårdsverket:*

Åsa Andersson

Samhällsavdelningen

Miljögiftsenheten

Naturvårdsverket

106 48 Stockholm

Tel: 010-698 16 23

E-post: [Asa.Andersson@naturvardsverket.se](mailto:Asa.Andersson@naturvardsverket.se)

*Författare:*

Suzanne Faxneld

Enheten för miljöforskning och övervakning  
Naturhistoriska Riksmuseet  
Box 500 07  
114 18 Stockholm  
Tel: 08-519 541 15  
E-post: [suzanne.faxneld@nrm.se](mailto:suzanne.faxneld@nrm.se)

Jill Staveley Öhlund  
Enheten för miljöforskning och övervakning  
Naturhistoriska Riksmuseet  
Box 500 07  
114 18 Stockholm  
Tel: 08-519 541 04  
E-post: [jill.ohlund@nrm.se](mailto:jill.ohlund@nrm.se)

*Övriga kontaktpersoner:*

ACES (analys av PCB, OCP (samlingsnamn för klorerade pesticider), PBDE, och HBCDD)

Cynthia de Wit  
Tel 08-674 71 80  
E-post: [Cynthia.deWit@aces.su.se](mailto:Cynthia.deWit@aces.su.se)

ACES (analys av metaller)  
Marcus Sundbom  
Tel 08-674 72 42  
E-post [Marcus.Sundbom@aces.su.se](mailto:Marcus.Sundbom@aces.su.se)

Kemiska institutionen, Umeå Universitet (analys av dioxiner, furaner och dioxinlika PCB:er)

Peter Haglund  
Tel: 090-786 66 67  
E-post: [peter.haglund@umu.se](mailto:peter.haglund@umu.se)

SLU (analys av PFAS)  
Karin Wiberg  
Tel. 018-673115  
E-post: [Karin.wiberg@slu.se](mailto:Karin.wiberg@slu.se)

## Referenser

### Metodreferenslista

1. Bignert, A., Danielsson, S., Ek, C., Faxneld, S., Nyberg, E. 2017. Comments Concerning the National Swedish Contaminant Monitoring Programme in

- Marine Biota, 2017 (2016 years data), 10:2017, Swedish Museum of Natural History, Stockholm, Sweden
- Naturvårdsverket 2008. Provtagningsdesign – rumslig övervakning. i: Övervakning av ytvatten. Handbok / Naturvårdsverket 2008:2, s. 92-110 (Bilaga 2).  
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-0152-0.pdf>
  - Bignert, A. 2002. The power of ICES contaminant trend monitoring. *ICES Marine Science Symposia*, 215: 195-201.
  - Bignert A., U. Eriksson, E. Nyberg, A. Miller, and S. Danielsson. 2014. Consequences of using pooled versus individual samples for designing environmental monitoring sampling strategies. *Chemosphere* 94, 177-182.
  - Bignert, A., Riget, F, Braune, B., Outridge, P., Wilson, S. 2004. Recent temporal trend monitoring of mercury in Arctic biota – how powerful are the existing datasets? *J. Environ. Monit*, 6, 351 – 355.
  - Eriksson, U., Häggberg, L., Kärsrud A-S., Litzén, K., Asplund L.2003: Analytical method for determination of chlorinated organic contaminants in biological matrices. Department of Environmental Science, Stockholm University. ITM rapport 59.
  - Borg, H., Edin, A., Holm, K., Sköld, E. 1981. Determination of metals in fish livers by flameless atomic absorption spectroscopy. *Water research* Vol.15. pp.1291-1295.
  - May, K. and Stoeppler, M. 1984. Pretreatment studies with biological and environmental materials. *Fresenius J. Anal.Chem* 317:248-251.
  - Lindsted, G. and Skare, I. 1971. Microdetermination of mercury in biological samples. *Analyst*, Vol.96, pp. 223-229.
  - Nordic environmental specimen banking : methods in use in ESB : manual for the Nordic countries. TemaNord 1995:543. Copenhagen : Nordiska Ministerrådet.
  - Powley CR., Buck RC. 2005. Matrix-effect free analytical methods for determination of perfluorinated carboxylic acids in biological samples. Poster presented at the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), 15th Annual Meeting of SETAC Europe, Lille, France, May 22–26, 2005.
  - Sellström, U., Bignert, A., Kirkegaard, A., Häggberg, L., de Wit, C.A., Olsson, M., Jansson, B. 2003. Temporal Trend Studies on Tetra- and Pentabrominated Diphenyl Ethers and Hexabromocyclododecane in Guillemot Egg from the Baltic Sea. *Environmental Science and Technology* 37. pp. 5496-5501.
  - Danielsson, S., Ek, C., Faxneld, S., Winkens Pütz K. 2019. The Swedish National Monitoring Programme for Contaminants in marine biota (until 2017 year's data) – Temporal trends and spatial variations. 2:2019, Swedish Museum of Natural History, Stockholm, Sweden
  - Bignert, A., Nyberg, E. 2006. Underlag för dimensionering av nationell miljögiftsövervakning i kust och hav : sakrapport. Naturhistoriska riksmuseet [http://www.naturvardsverket.se/upload/02\\_tillstandet\\_i\\_miljon/Miljoovervakning/rappor/ter/hav/underlag\\_dimension\\_miljogiftsoverv.pdf](http://www.naturvardsverket.se/upload/02_tillstandet_i_miljon/Miljoovervakning/rappor/ter/hav/underlag_dimension_miljogiftsoverv.pdf)

15. Bignert, A., Olsson, M., Persson, W., Jensen, S., Zakrisson, S., Litzén, K., Eriksson, U., Häggberg, L. and Alsberg, T. 1998. Temporal trends of organochlorines in Northern Europe, 1967-1995. Relation to global fractionation, leakage from sediments and international measures. *Environmental Pollution* 99:177-198.
16. HELCOM, 2001. Manual for marine monitoring in the Combine Programme of HELCOM. Updated 2007.  
[http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/en\\_GB/Contents/](http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/en_GB/Contents/)
17. OSPAR Commission 1999. JAMP guidelines for monitoring contaminants in biota. OSPAR Commission. Monitoring guidelines 1999-2  
<http://www.ospar.org/documents/dbase/decrecs/agreements/99-02e.doc>
18. Sandström, O., Larsson, Å., Andersson, J., Appelberg, M., Bignert, A., Ek, H., Förlin, L., Olsson, M. 2005. Integrated fish monitoring in Sweden. *Water Quality Research Journal of Canada*. Volume 40, No. 3.
19. Bignert, A. 2008. Some consequences using pooled samples versus individual samples and pooled samples with various relation between sampling error and uncertainty due to chemical analysis. Swedish Museum of Natural History  
[http://www.naturvardsverket.se/upload/02\\_tillstandet\\_i\\_miljon/Miljoovervakning/rappor/ter/hav/consequences\\_pooled\\_samples.pdf](http://www.naturvardsverket.se/upload/02_tillstandet_i_miljon/Miljoovervakning/rappor/ter/hav/consequences_pooled_samples.pdf)
20. van Leeuwen S., Kärrman A., Zammit A., van Bavel B., van der Veen I., Kwadijk C., de Boer J. Lindstöm, G. 2005. 1st worldwide interlaboratory study on perfluorinated compounds in human and environmental matrices. Report August 11, 2005. Netherlands Institute for Fisheries Research (ASG-RIVO), IJmuiden, The Netherlands, 2005.
21. SMNH (Swedish Museum of Natural History). 2012. Manual for collection, preparation and storage of fish. Available at:  
<http://www.nrm.se/download/18.9ff3752132fdaeccb6800029077/1367705573979/Fiskhandbok+1.0.pdf>

## Uppdateringar, versionshantering

Arbetsmaterial 1997-05-26

Version 1:1 2009-07-09. Omfattande omarbetning. Anpassning till undersökningstyperna ”Metaller och organiska miljögifter i fisk”, ”Metaller och organiska miljögifter i blåmussla” och ”Metaller och organiska miljögifter i ägg av sillgrissla”.

Version 1:1 2014-04-07. Uppdatering referenser och text.

Version 1:2 2021-03-16. Uppdaterade referenser, textförbättringar, uppdaterade kontaktpersoner och infogande av bilaga 1, 2 och 3.

## Bilaga 1. Hantering av ankommande fisk

Ankommen fisk är insamlad enligt ”Tillvaratagande av prov, analysmetodik”.

### **Registrering av ankommande fisk**

Alla fiskar accessionsförs i en samlad grupp när de anländer till labbet, vid provberedning får de ett individuellt id-nummer.

Endast fisk av samma art som fångas vid samma tillfälle och plats registreras tillsammans.

På formuläret med bakgrundsinformation sammanställs följande data:

- Id-nummer
- Art
- Lokal
- Datum för fångst
- Redskap
- Koordinater alt. stationsnamn
- Insamlarens namn
- Övriga kommentarer

### **Paketering och förvaring av ankommande fisk**

#### *Små fiskar*

Varje fisk läggs i en tunn plastpåse och fryses i rakt läge.

- Små fiskar från samma lokal som fångas samtidigt packas ihop i en vacuumpåse. Påsen är märkt med id-nummer, art, lokal och antal prov/individer.
- Påsen vakuumpförpackas och förvaras i Miljöprovbanken (-25°C).

#### *Stora fiskar*

Stora fiskar ges ett individuellt id-nummer och sedan görs följande direkt (av platsbesparingskäl):

Mätning/bestämmning:

- Kroppsvikt (g)
- Total längd, längd från nässpetsen och spetsen på stjärtfenan (cm).
- Standardlängd, längd från nässpets till kroppsände (cm).
- Kön
- Levervikt (g) (levern paketeras separat från fisken)
- Gonadvikt (g)
- Ålder - årsringar på fjäll, otolit

Efter mätning och vägning skärs stora fiskar ned för att minska provets volym:

-Avlägsna huvud och stjärt. Fisken kan behöva skäras ned ytterligare om den är för stor, då tas en större bit från stjärtändan bort. Otoliter tas ut från huvudet och sparas för åldersbestämning (se "Otoliter" i bilaga 2). Huvud och stjärt kasseras efter detta.

-Packa kvarvarande delen av fisken, levern separat i aluminiumfolie, och lägg i uppmärkta plastpåsar, en för varje vävnad och fisk.

-Packa alla prover från samma lokal tillsammans i en påse märk med id-nummer, art, lokal och antal prover/individer. Påsen vacuumförpackas och förvaras i Miljöprovbanken (-25°C).

-Otoliter eller gällocksben förvaras i syrafria papperspåsar. För borttagning och hantering av otoliter och gällocksben, se avsnittet "Förberedelse för analys".



## **Bilaga 2. Förberedelser för analyser av fisk från Miljöprovbanken**

Fiskar som ska provberedas som saknar id-nummer tilldelas ett individuellt id-nummer före provtagning (dvs. fiskar som tagits emot många på samma gång och tilldelats en serie av id-nummer). Dissektion av fisk är lättast när ytskiktet på muskelvävnaden är halvfruset. Observera att material av knivar och pincetter kan variera beroende på vad vävnaden ska analyseras för.

Utrustning för beredning:

- Mätbräda
- Våg
- Skalpell (ett stycke, blad och handtag)
- Keramisk kniv/skalpell (för vävnad förberedd för metallanalys)
- Pincett (rostfritt)
- Pincett av plast (för vävnad förberedd för metallanalys)
- Glasburkar
- Syra-tvättade plastburkar (för vävnad beredd för metallanalys)
- Aluminiumfolie (för packning av återstående material)
- Laboratorieläskpapper

Följande mätningar dokumenteras för varje prov:

- Kroppsvikt (g)
- Total längd (cm)
- Standard längd (cm)
- Kön
- Vikt av levern (g)
- Vikt av gonader (g)
- Mognad för gonaderna (sill)
- Provvikt (homogenatvikt och individuell vikt)
- Kontaktperson för respektive analyslab
- Namn på den person som ansvarar för förberedelserna
- Ålder – genom läsning av årsringar på fjäll, otoliter eller cleithrum
- Kommentarer

### **Praktisk handledning vid provtagning:**

#### **Muskel**

- Skär av stjärten.
- Öppna fisken längs ryggsidan, ta bort skinnet och subkutant fett från fisken.
- För att säkerställa enhetlighet, använd muskelvävnaden på fiskens vänstra ryggsida (sett ovanifrån) om endast en del av fisken används.
- Det är viktigt att använda samma mängd muskelvävnad för varje prov för att säkerställa jämförbarhet.

### **Lever**

- Öppna buken och ta bort hela levern medan den fortfarande är frusen för att undvika vatten- och fettförlust.
- Skär av den mängd lever som behövs för analysprovet.

### **Otoliter**

- Detta gäller arter som abborre, plattfisk, torsk, ål, tånglake och röding.
- Det avlägsnade huvudet får tina för att underlätta ytterligare behandling. En lucka öppnas i huvudet med ett snitt från ovanför ögonen och bakåt. Otoliterna tas bort, sköljs i vatten och torkas innan de lagras.
  - De ska förvaras i syrafria papperspåsar, på en torr plats.
  - Vid åldersläsning räknas årsringar. Beroende på art läses otoliten i helt skick (ex. tånglake och röding) eller så delas otoliten på mitten (ex. abborre) för att avläsa ringarna från insidan/snittytan av otoliten. Otoliterna som delas bränns över låga innan läsning för att framhäva åldersringarna.

### **Cleithrum**

- Skär ut cleithrummet.
- Häll kokande vatten över cleithrum och låt dem ligga i vattnet i några minuter.
- Rengör cleithrum genom att gnugga dem med kökspapper mellan fingertopparna.
- Upprepa kokningen och gnugga och låt cleithrum torka.
- Cleithrum förvaras i syrafria papperspåsar, på en torr plats. Påsen är uppmärkt med id-nummer, art och lokal.
- Vid åldersläsning räknas årsringar.

### **Fjäll**

- För åldersbestämning av sill/strömming plockas sex stycken fjäll (placerade nära gällocket) per individ.
- Fjäll samlas med hjälp av en pincett och rengörs i ljummet vatten.
  - Se bara till att använda fjäll som är fästa vid fiskkroppen
  - Fjällen placeras på objektglas med undersidan nedåt (på så vis fäster fjället till glasskivan).
  - Låt objektglaset och fjällen torka och förvara dem på en torr plats.
  - Fjällen förvaras i syrafria papperspåsar, på en torr plats. Påsen är uppmärkt med id-nummer, art och lokal.
  - Vid åldersläsning räknas årsringar under lupp.

### **Efter provtagning**

När prover (för analys) har tagits packas det återstående materialet och lagras enligt ”Paketering och förvaring av ankommande fisk”.

## Bilaga 3. Dokumentation

### Fältprotokoll

Lokalbeskrivning:	lokalnamn position med koordinater län kommun
Insamling:	information om redskapstyp fångstdatum art antal övrig information (tex fartygstyp, redskapens tid i vattnet etc)
Insamlare, kontaktperson:	namn adress telefon e-post

### Bakgrundsinformation

Vid ankomst till labbet upprättas ett protokoll med stödvariabler enligt nedan:

Lokalbeskrivning:	plats län kommun fångstbeskrivning (metod, dödsdatum, ankomstdatum till labb)
Insamlare:	namn adress telefon e-post

### Provberedning inför kemisk analys

Inför provberedning upprättas ett protokoll med stödvariabler enligt nedan:

Dissektör:	namn
------------	------

Provberedning:	accessionsnummer (unikt nr för ett objekt som förs till en samling) analysnummer (nr på ett prov som tas vid ett tillfälle för ett ändamål) art totalvikt levervikt gonadvikt reproduktionsfas näringstatus kön ålder
Analyslaboratorium:	namn adress telefon analysdatum förvaring fram till analys

Stödvariabler från provberedningen (se ovan) samt parametrar från analys såsom fetthalt och torrhalt utgör viktig information för tolkning av resultat. Information från annan miljöövervakning från samma undersökningsområde kan utgöra värdefulla komplement i samband med tolkningen av de egna resultaten.