

Programområde:

Sötvatten

Undersökningstyp:

Metaller och organiska miljögifter i fisk från sjöar och vattendrag

Författare: Se avsnittet "Författare och övriga kontaktpersoner".

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 vara hälsomässiga aspekter och möjliga kopplingar till konsumtionsbegränsningar. Ett annat kan vara potentiella hot mot olika fiskarter och därigenom även mot 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 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 syftar till att 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. Referensvärden används för att avgöra om ett

år då rumslig övervakning utförts är ett år då man kan förvänta sig ovanligt höga eller låga koncentrationer i den undersökta matrisen.

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.

Statistiska aspekter

För att välja lämplig statistisk bearbetning rekommenderas Naturvårdsverkets handledning i ”Dataanalys och hypotesprövning för statistikanvändare”. Denna finns under rubrikerna: Stöd i miljöarbetet/Vägledningar/Miljöövervakning/Handledning/Utformning av program och statistik på Naturvårdsverkets webbplats. Se även vägledning på webbplatsen Miljöstatistik: 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 referens [1] kapitel 8.

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 med hjälp av bedömningsgrunder [2]. 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 det kan vara 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 någotsånär 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 stycken av samma ålder, kön och storleksklass. Detta brukar innebära att ca 30 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 görligaste 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	Metodmoment	Enhet / klassade värden	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	Referens till provtagningsmetodik	Referens till analysmetod
	Fisk (art och individ)	Total längd		mm				
	Fisk	Total vikt (massa)		g				
	Fisk (abborre)	Gonad	Vikt	g				
	Fisk	Lever	Vikt	g				
	Fisk		Kön	Hane, Hona				
	Fisk		Alder	gällock; resp. otolit	År			
	Fisk	muskel	Fetthalt	%	Obl. för organiska miljögifter	Bestäms i samband med analys		[1]
	Fisk	Lever	Torrvikthalt	%		Bestäms i samband med analys		
	Fisk		Levertotalviktsindex, LTI	Beräknat värde	100×levervikt / totalvikt	Vid analys av lever		
	Fisk		Kondition	Beräknat värde	100×(totalvikt / totallängd ³)			

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			[7]
	Fisk	Muskel	Hg		ng/g färsksvikt		[8]	[9]
	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			[6]
	Fisk	Muskel	Halter av polybromerade flamskyddsmedel		ng/g fettvikt			[12]

Version 1:1, 2014-10-01

Område	Företeelse (Matris)	Mätvariabel	Metod-moment	Enhet / klassade värden	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	Referens till provtagningsmetodik	Referens till analysmetod
		(BDE-47, -99, -100, -153, -154, HBCDD)						
	Fisk	Muskel	Halter av dioxiner (dioxiner, dibensofuraner, dioxinlika-PCB:er)	pg/g fettvikt				[6]
	Fisk	Lever	Halter av perfluorerade föreningar (perfluorerade karboxylater (PFCAs) och perfluorerade sulfonater (PFSAs),	ng/g färskvikt				[11, 20]

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 [16] och OSPAR. [17].

För beskrivning av provtagningsmetoder hänvisas till referens [1, 10, 21].

Tillvaratagande av prov, analysmetodik

Den analysmetod som rekommenderas för analys av PCB och klorerade pesticider finns beskriven i referens [6]. 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 (α -, β -, γ -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 BDEer och HBCDD, men analysen är olika. För PCB och pesticider använder man GC-ECD och för BDEer 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 för metallanalys i lever finns beskriven i referens [7] och metoden för kvicksilver som analyseras i muskel i referens [8] samt [9].

Den metod som används för analys av perfluorerade ämnen inom det nationella miljöövervakningsprogrammet följer i stort sätt metoden som finns beskriven referens [11].

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. Lägg 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. 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.

Fältprotokoll

Lokalbeskrivning: lokalnamn
position med koordinater
län
kommun

Insamling: information om redskapstyp
fångstdatum
art
antal
övrig information

Insamlare, kontaktperson: namn
adress
telefon
ev. fax, ev. e-post

Bakgrundsinformation

Vid provberedning upprättas ett protokoll med stödvariabler enligt nedan:

Lokalbeskrivning: plats
län
kommun
fångstbeskrivning (metod, dödsdatum, ankomstdatum till lab)

Insamlare: namn
adress
telefon
ev. e-post

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

Version 1:1, 2014-10-01

gonadvikt
reproduktionsfas
näringsstatus
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.

Kvalitetssäkring

Provinsamling, hantering, transport, preparering, provberedning och analysverksamhet ska genomföras enligt utvecklade och dokumenterade rutiner för kvalitetssäkring [1, 10, 21]. Det krävs att inblandade laboratorier är ackrediterade och regelbundet deltar i provningsjämförelser. Uppgifter om analysmetoder och modifikationer av dessa registreras tillsammans med mätdata. För att behålla 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. Värderna lagras därför uttryckta på fettviktsbasis i databasen, med undantag för dioxiner som uttrycks på färskviktsbasis. För alla organiska ämnen anges även provets fetthalt. För Hg lagras data uttryckt i färskvikt medan data för övriga metaller lagras som torrsvikt. Utöver uppgifter som framgår av tabellen anges använda analysmetoder (exempelvis SIS-standarder) och eventuella modifikationer av dessa metoder. Dessutom ska det tydligt framgå om mindre-än-värden (<) avser detektionsgräns eller kvantifieringsgräns.

Kvalitetsäkrade data bör rapporteras till nationell datavärd som är IVL Svenska Miljöinstitutet AB.

Vid oklarheter kan programansvarig på Naturvårdsverket kontaktas (se under rubriken Författare och övriga kontaktpersoner).

Rapportering, utvärdering

Resultat bör redovisas årligen som en enklare sammanställning. Det räcker då med en beskrivning över vad som är gjort, enklare grafisk framställning över funna (medel-) halter på olika platser och/eller tidpunkter samt hänvisningar till tidigare rapporter. Vart tredje till vart femte år bör en mer omfattande utvärdering och presentation göras där bedömningar av hotbilder, belastningsmått och trender i insamlat material ska ingå. 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 *Giffri miljö* och *Levande sjöar och vattendrag*.

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 15 000 och 25 000 kr.

Kostnader för provberedning inklusive accessionföring (objekt med tillhörande data förs till en samling på ett organiserat sätt) i provbank beräknas till mellan 250 och 600 kr per fisk beroende på antalet vävnadsprov och om åldersanalys krävs.

Analyskostnader

Ofta analyseras liknande ämnen tillsammans och de priser som presenteras nedan är paketpriser från år 2014, 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)	1 600
Klorerade ämnen (PCB (7 kongener), DDE, DDD, DDT, α -, β -, γ -HCH och HCB)	3 100–4 200
Bromerade ämnen (PBDE (4-6 brom) samt HBCD)	3 600–4 700
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
PFAAs (perfluorerade karboxylater (PFCAs) och perfluorerade sulfonater (PFSAs)).	4 000

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 övriga kontaktpersoner

Programområdesansvarig, Naturvårdsverket:

Karl Lilja

Avdelningen för analys och forskning, Enheten för farliga ämnen och avfall

Naturvårdsverket

106 48 Stockholm

Tel: 010-698 10 18

E-post: karl.lilja@naturvardsverket.se

Författare:

Anders Bignert

Enheten för miljöforskning och övervakning

Naturhistoriska Riksmuseet

Box 500 07

114 18 Stockholm

Tel: 08-519 541 15

E-post: anders.bignert@nrm.se

Sara Danielsson

Enheten för miljöforskning och övervakning

Naturhistoriska Riksmuseet

Box 500 07

114 18 Stockholm

Tel: 08-519 540 23

E-post: sara.danielsson@nrm.se

Elisabeth Nyberg

Enheten för miljöforskning och övervakning

Naturhistoriska Riksmuseet

Box 500 07

114 18 Stockholm

Tel: 08-519 542 83

E-post: elisabeth.nyberg@nrm.se

Övriga kontaktpersoner:

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

Cynthia de Wit

Tel 08-674 71 80

E-post: cynthia.de.wit@itm.su.se

ITM (analys av metaller)

Marcus Sundbom

Tel 08-674 72 42

E-post marcus.sundbom@itm.su.se

ITM (analys av PFAAs)

Tomas Alsberg

Tel. 08- 674 71 70

E-post: tomas.alsberg@itm.su.se

Inst. för Miljökemi, Umeå Universitet (analys av dioxiner, furaner och dioxinlika PCB:er)

Peter Haglund

Tel: 090 786 66 67

E-post: peter.haglund@chem.umu.se

Referenser

Metodreferenslista

1. Bignert A., Dahlgren H., Danielsson S., Faxneld S., Kylberg E., Nyberg E., Vasileiou M., Öhlund Stavely J. 2014. Comments concerning the National Swedish Contaminant Monitoring Program in Marine Biota, 2014. Sakrapport till Naturvårdsverket nr 1:2013, 267 pp.
2. 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>
3. Bignert, A. 2002. The power of ICES contaminant trend monitoring. *ICES Marine Science Symposia*, 215: 195-201.
4. 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.
5. 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.
6. 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.

Version 1:1, 2014-10-01

7. 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.
8. May, K. and Stoeppler, M. 1984. Pretreatment studies with biological and environmental materials. *Fresenius J. Anal.Chem* 317:248–251.
9. Lindsted, G. and Skare, I. 1971. Microdetermination of mercury in biological samples. *Analyst*, Vol.96, pp. 223–229.
10. Nordic environmental specimen banking : methods in use in ESB : manual for the Nordic countries. TemaNord 1995:543. Copenhagen : Nordiska Ministerrådet.
11. 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.
12. 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.
13. Bignert, A., Nyberg, E., Asplund, L., Berger, U., Eriksson, U., Holmström, K., Wilander, A., Haglund, P. 2007. Miljögifter– klassgränser att diskutera. *i: Havet : om miljötillståndet i svenska havsområden, 2007*. Stockholm, Naturvårdsverket 2007, s. 72–76.
14. Bignert, A., Nyberg, E. 2006. Underlag för dimensionering av nationell miljögiftsövervakning i kust och hav : sakrapport. Naturhistoriska riksmuseet <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:658088/FULLTEXT01.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. Updated 2014. <http://helcom.fi/Lists/Publications/Manual%20for%20Marine%20Monitoring%20in%20the%20COMBINE%20Programme%20of%20HELCOM.pdf>
17. OSPAR Commission 1999. JAMP guidelines for monitoring contaminants in biota. OSPAR Commission. Monitoring guidelines 1999-2. http://www.ospar.org/content/content.asp?menu=00900301400135_000000_000000.
18. Sandström, O., Larsson, Å., Andersson, J., Appelberg, M., Bignert, A., Ek, H., Förllin, 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.diva-portal.org/smash/get/diva2:657968/FULLTEXT01.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/18.9ff3752132fdaecb6800029077/1367705573979/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, 2014-10-01. Uppdatering av referenser och text.