

Mälarfisk

Innehåll av metaller och stabila organiska ämnen 2001



Fryksta 2001-12-05

Lennart Lindeström
ÅF-Miljöforskargruppen

Sammanfattning

Sammanlagt 130 fiskar av arterna gös, gädda och abborre har insamlats från olika delar av Mälaren för analys av ett antal metaller och stabila organiska ämnen. För att få ett så homogent undersökningsmaterial som möjligt har vissa bestämda storlekar valts ut. I första hand har en selektering gjorts från den kommersiellt fångade fisken i sjön.

Inget onormalt har noterats hos den analyserade fisken i form av avvikande storlek eller utseende hos kropp, lever eller könsorgan, eller onormal förekomst av parasiter eller andra sjukdomar.

Undersökningen har visat på låga eller normala halter av de undersökta ämnena i fiskens vävnader, jämfört med andra vattenområden.

Kvicksilver, som analyserats i muskelvävnaden hos samtliga fiskar, förekommer i mycket låga halter i Mälarens fisksamhälle. För den normerade "1-kg gäddan" har kvicksilverhalten bestämts till 0,2 mg/kg vv (mg per kg färskvikt), vilket anses vara en för landet naturlig bakgrundsnivå. Gränsvärdet för att gäddan ska få saluföras ligger på 1,0 mg/kg vv. Enligt undersökningen på gös, som varit mer omfattande än för de andra arterna, finns det tecken på att kvicksilverhalten ökar något öster- och norrut i Mälaren. Fortfarande ligger dock halten på en låg nivå.

Andra metaller än kvicksilver har analyserats i levervävnad från abborre. Flertalet av dessa metaller uppvisar ungefär samma haltnivåer som hos abborre från andra stora sjöar, medan kadmiumhalten är väsentligt lägre i fisk från Mälaren.

De klorerade organiska ämnena PCB och DDT anrikas framför allt i fiskens fettvävnad. Hos de relativt magra fiskarterna gös, gädda och abborre är därför koncentrationen av dessa ämnen generellt sett låg (baserat på färskvikt). De genomsnittliga halterna av PCB i gös i olika delar av sjön varierar enligt resultaten mellan 0,001 och 0,01 mg/kg vv, vilket är betydligt lägre än Livsmedelsverkets gränsvärde för detta ämne, som ligger på 0,1 mg/kg vv. För DDT är marginalen ännu större till det riktvärde som tillämpas (0,5 mg/kg). Högst halter av PCB och DDT har registrerats i gös från Ulvsundasjön, som fått representera Östra Mälaren.

Den bild som framträder genom dessa undersökningar av föroreningshalten i fisk från Mälaren är således positiv. För de arter som undersökts är marginalen betryggande stor till de gränsvärden som angivits av Livsmedelsverket. Med ledning av dessa resultat går det dock inte att ange vilka halter av exempelvis PCB som kan förväntas i fetare fisk såsom ål. För detta krävs kompletterande undersökningar, vilka redan har påbörjats genom insamling av de aktuella arterna. Av och till förekommer även lax och öring i Mälaren, som då vandrat upp från Östersjön.

Lennart Lindeström

Innehåll

DENNA UNDERSÖKNING.....	1
SYFTET	1
MÄLARENS MILJÖTILLSTÅND	2
FISKET I MÄLAREN	2
DE LOKALER SOM UNDERSÖKTS	3
ANALYSERADE ÄMNEN OCH ANVÄNDA METODER.....	4
FISKENS LÄNGD, VIKT OCH ÅLDER	8
KVICKSILVERHALTEN.....	9
ANDRA METALLER.....	10
PCB OCH DDT	11
I FÖRHÅLLANDE TILL GÄLLANDE GRÄNSVÄRDEN	13
EN POSITIV BILD	15
HÄR KAN DU LÄSA MER	16

Bilagedel

BILAGA 1	Sammanställning av analysresultat – gös, gädda, abborre
BILAGA 2	Analysrapporter MeAna-Konsult Uppsala
BILAGA 3	Analysrapporter SINTEF Oslo

Mälarfisk – innehåll av metaller och stabila organiska ämnen 2001

Denna undersökning

av fisk från Mälaren har genomförts på uppdrag av Mälarens vattenvårdsförbund med bistånd från Fiskeriverket och berörda länsstyrelser.

Gädda, gös och abborre har infångats från olika delar av Mälaren genom yrkesfiskares försorg (i östra Mälaren fritidsfiskare). Fiskar inom bestämda storleksintervall har utsorterats och använts i undersökningen.

Koncentrationen av ett antal metaller och stabila organiska ämnen har bestämts i fiskens muskel- och levervävnad. Tyngdpunkten har lagts på analyser av kvicksilver och polyklorerade bifenyl, PCB.

Undersökningarna har genomförts som ett samarbetsprojekt där ÅF-Miljöforskargruppen i Fryksta (ÅF-MFG) svarat för projektledning, resultatsammanställning och rapportering. Övriga medverkande har varit Allumite i Fors (fiskpreparering och åldersbestämning), MeAna-Konsult i Uppsala (metallanalyser) samt SINTEF i Oslo (analyser av PCB och DDT).

Syftet

med undersökningen har varit att:

- fastställa fiskens konsumtionsvärde sett till de gräns- och riktvärden som Livsmedelsverket kungjort
- fastställa Mälarfiskens allmänna status avseende halter av metaller och vissa stabila organiska ämnen sett till andra svenska sjöar
- utröna om det föreligger eventuella skillnader mellan olika delar av Mälaren
- kunna tjäna som referens till mätningar av mer direkt exponerade lokala recipientutsläpp
- få indikationer på fiskens allmänna hälsotillstånd och dess eventuella samband med förekomsten av de aktuella ämnena.

Mälarens miljötillstånd

övervakas fortlöpande genom vattenvårdsförbundets försorg. Undersökningar av vattnets kemiska status och algers och bottendjurs sammansättning utförs för närvarande av Institutionen för Miljöanalys i Uppsala. Resultaten rapporteras årligen till förbundet.

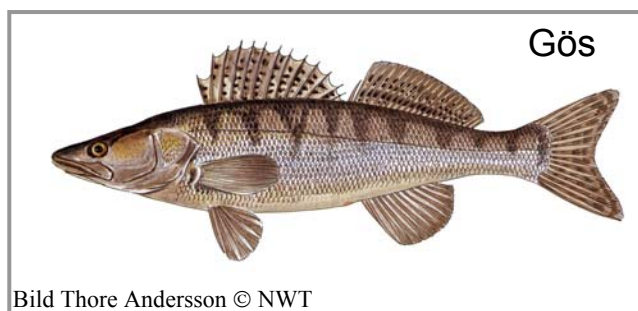
Från den senaste årsrapporten¹ och från tidigare sammanställningar om miljöförhållandena i sjön^{2,3}, har följande uppgifter hämtats:

- Sedan slutet av 1960-talet har tillförseln av fosfor till Mälaren minskat med drygt 60 %.
- Ändå är vattnets näringsstatus, dvs dess innehåll av fosfor och kväve, idag högre än den nivå man tror utgör ”bakgrund” för sjön. Sedimentundersökningar indikerar att fosforhalten i vattnet bör vara drygt 50 % högre än den var under 1700-talet.
- Det förhållandevis näringsrika vatten leder till att det tidvis förekommer stora volymer av växtplankton i Mälaren. Även bottenfaunans, vattenvegetationens och fiskfaunans sammansättning vittnar om näringsrika förhållanden i stora delar av sjön med bl.a. många individer och höga biomassor.
- Även vissa metaller förekommer i förhöjda halter. Genom att jämföra med djupa sedimentlager avsatta under förindustriell tid har framför allt metallerna koppar, kadmium och kvicksilver bedömts vara förhöjda i Mälarens ytliga sedimentlager.

Fisket i Mälaren

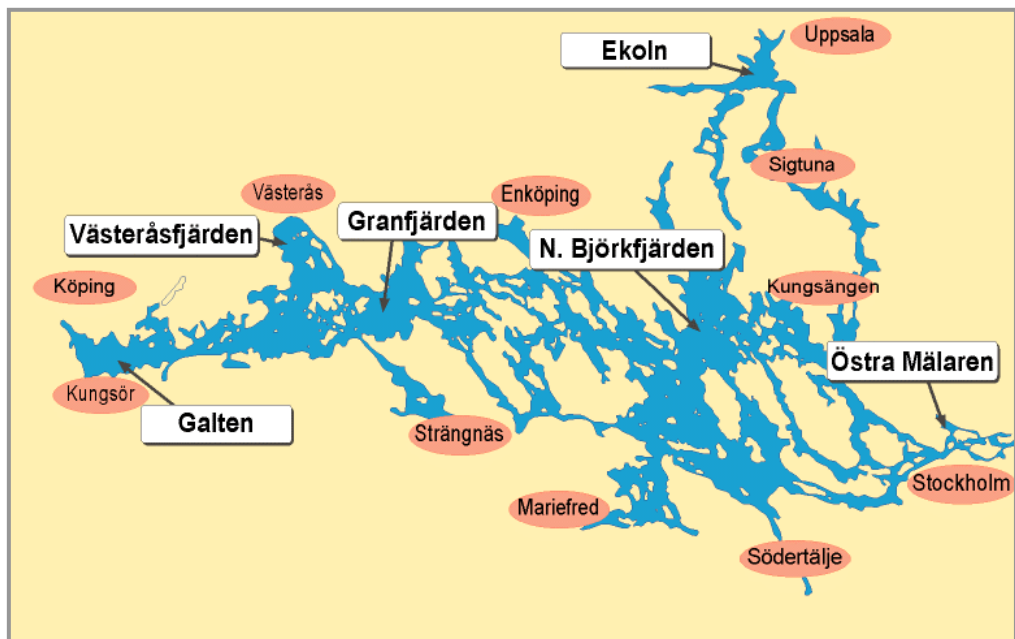
ser idag annorlunda ut än det gjorde för några decennier sedan. Från mitten av 1960-talet fram till slutet av 1980-talet var siklöjan (eller i praktiken löjrommen) den ekonomiskt viktigaste fiskarten⁴. Från att tidigare ha legat på ca 150 ton per år hade fångsten av denna art minskat till en tiondel, ca 15 ton per år 1997.

Idag är gös den för fisket viktigaste arten med en årlig fångst på 130 ton (genomsnittet under 1995-2000). Andra viktiga arter är gädda, abborre och ål med en avkastning kring 40 ton per år. Dessutom fångas små mängder sik och på några platser i sjön håller fiskbara bestånd av signalkräfta på att utvecklas.



De lokaler som undersökts

är markerade på kartan nedan. Fiskar från sammanlagt 6 fjärdar i olika delar av Mälaren har analyserats. I vissa fjärdar såsom Galten och Västeråsfjärden har undersökningar gjorts av alla tre arterna gös, abborre och gädda. I Ekoln och Östra Mälaren har däremot endast gös undersökts. Stationen Östra Mälaren är i praktiken Ulvsundasjön väster om Kungsholmen nära de centrala delarna av Stockholm.



En rad faktorer påverkar vilka halter som uppträder i fisk av metaller och stabila organiska ämnen, förutom koncentrationer i omgivande media. Sådana faktorer är bl.a. art, kön och storlek. Genom att separera arter och i möjligaste mån studera fiskar inom ett begränsat storleksintervall och av samma kön har vi försökt att minska betydelsen av dessa omgivningsfaktorer.

Ambitionen har därför varit att i första hand insamla honor för analys, som för abborre skulle ligga inom längdintervallet 17-22 cm respektive för gädda och gös skulle ha en vikt kring 1 kg. Detta har lyckats mycket väl för abborre, och relativt väl även för gös och gädda, där

Antal undersökta fiskar från olika delar av Mälaren

	Gös	Gädda	Abborre
Galten	10	10	10
Västeråsfjärden	10	10	10
Granfjärden	10	10	
N. Björkfjärden	10	10	10
Ekoln	10		
Östra Mälaren	10		

dock ett antal hannar och några större fiskar ingår i undersökningsmaterialet.

Totalt sett har 10 st gösar från vardera sex lokaler undersökts, 10 st gäddor från vardera fyra lokaler, samt 10 st abborrar från vardera tre lokaler. Sammanlagt har således 130 fiskar analyserats.

En art som fiskas relativt mycket i Mälaren men som inte ingått i denna studie är ål. Konsumtionsål har emellertid insamlats och sänts till Livsmedelsverket. Analyser planeras att genomföras i nationell regi.

Analyserade ämnen och använda metoder

redovisas i en separat faktaruta. Samtliga fiskar som analyserats har även bestämts med avseende på längd, vikt och ålder. Leverns och könsorganens (gonadernas) vikt har bestämts och för abborre har även ett index beräknats som beskriver dessa organs relativa storlek hos fisken. En avvikande storlek hos levern eller gonaderna kan tyda på någon form av påverkan, men kan även ha naturliga förklaringar.

Prov från fiskarnas ryggmuskulatur har analyserats på kvicksilver och de stabila klorerade organiska ämnena PCB och DDT. Kvicksilver har analyserats på samtliga fiskar och de klorerade ämnena på samtliga abborrar. För gös och gädda har 5 fiskar per lokal analyserats på PCB och DDT.

Kvicksilver (kemisk beteckning Hg) hör till de tidigast kända och använda metallerna. I miljösammanhang uppmärksammades den första gången vid mitten av 1950-talet, då ett tusental av invånarna i de japanska städerna Minamata och Niigata drabbades av

Om analyser och förkortningar

Ålderbestämningen sker genom att antalet "årsringar" hos fiskens gällock respektive vingben avläses.

Leversomatiskt och gonadsomatiskt index, LSI och GSI, beskriver leverns respektive gonadernas relativa storlek i förhållande till kroppsvikten (exklusive inälvor).

Konditionsfaktorn, CF, är ett mått på hur välnärd fisken är.

Följande ämnen har analyserats:

Fiskkött (muskulatur).

Hg, PCB (10 kongener) & DDT+DDE.

Lever.

Cu, Pb, Cd, Zn, Cr & Ni.

Använda förkortningar

CF konditionsfaktor (vikt/längd³)*100

LSI leversomatiskt index

vv våtvikt (färskvikt)

ts torrsubstans fv fettvikt

Cu koppar Pb bly

Cd kadmium Zn zink

Cr krom Ni nickel

Hg kvicksilver

PCB polyklorerade bifenyler

DDT diklordifenyltriklorethan

1 µg (mikrogram) = 1/1000 000 gram

1 ng (nanogram) = 1/1000 000 000 gram

Proverna för metallbestämning har frystorkats och uppslutits i salpetersyra (för Hg i en blandning av salpeter- och svavelsyra). Därefter bestämdes metaller i en atomabsorptionsspektrofotometer, som för kvicksilver varit kopplad till en flödesinjektor.

Proverna för bestämning av de stabila organiska föreningarna har genomgått en serie extraktioner, tvättningar och koncentreringsföregånganden i gaskromatograf med masselektiv detektor (GC/MS).

Ytterligare detaljer kring uppberednings- och analysförfaranden respektive använda standards framgår av analysrapporterna från de anlitade laboratorerna i bilagedelen.

Analysresultaten har behandlats statistiskt genom beräkning av aritmetiskt medelvärde, medianvärde, standardavvikelse (SD) och 95 % konfidensintervall (exklusive ålder).

förgiftning genom att äta kvicksilverkontaminerad fisk. I fisken förekommer kvicksilvret nästan uteslutande i en organisk form som metylkviksilver (i gädda till 90-100 %). Av tekniska och ekonomiska skäl analyseras vanligtvis totalkviksilver istället för metylkviksilver⁵.

PCB står för polyklorerade bifenyler som är ett samlingsbegrepp för organiska föreningar som framställts genom klorering av bifenyler. Olika PCB-isomerer skiljer sig åt genom bl.a. antalet kloratomer och deras position. Det finns 209 möjliga ”PCB-kongener” och de benämns i nummerordning från 1 till 209 (exempelvis CB-52, CB-153 etc). I denna undersökning har 10 av dessa kongener analyserats.

DDT, eller diklordifenyltrikloretan, lanserades under början av 1940-talet som ett insektbekämpningsmedel, och användes flitigt i Sverige fram till mitten av 1960-talet⁶. Liksom PCB lagras DDT främst i fettvävnader. Koncentrationen DDT har bestäms som summan av DDT och dess nedbrytningsprodukt DDE (diklordifenyldikloretylen).

Förutom dessa ämnen har även ett antal metaller analyserats i levervävnaden hos de undersökta abborrarna. Några av dessa, såsom zink och koppar, är essentiella, vilket innebär att fisken behöver ett visst tillskott av dessa ämnen för att vissa livsviktiga enzymer m.m. ska fungera. Andra metaller som bly och kadmium har fisken ingen som helst nytta av. Genom att analysera metallkoncentrationen i fiskens lever, som bl.a. fungerar som kroppens avgiftningsorgan, kan man för flertalet metaller få en uppfattning om i vilken grad fisken varit exponerad för metallen ifråga.

I samtliga fall har individuella analyser gjorts på varje enskild fisk.

Torrsubstanshalten har bestämts på både lever och muskelprover medan fetthalten endast bestämts i muskelvävnad. Beroende på, dels ämnenas varierande egenskaper, dels med vilket syfte en halt ska anges, kan koncentrationen relateras till såväl våtvikt (färskvikt), torrsvikt (torrsubstans) eller fettvikt.

Samtliga enskilda analysresultat finns samlade i en bilagedel. I tabellerna nedan sammanfattas alla analysresultat i form av medelvärden och spridningsmått.

Sammanfattning av analysresultaten för gädda och gös från 2001 års undersökning i Mälaren, hämtat från bilaga. Aritmetiska medelvärden med 95 % konfidensintervall. För ålder är medianvärdet angivet.

Lokal Enhet*		GÖS					
		Galten	Västerås- fjärden	Granfjärden	N. Björk- fjärden	Ekoln	Östra Mälaren
Längd	cm	47,6 ± 1,4	47,3 ± 0,6	44,5 ± 1,1	45,5 ± 1,5	47,3 ± 0,9	45,5 ± 1,2
Vikt	kg	0,95 ± 0,09	0,92 ± 0,05	0,87 ± 0,07	0,91 ± 0,09	0,95 ± 0,07	0,99 ± 0,12
ålder	år	4+	4+	4+	4+	4+	4+
CF		0,88 ± 0,02	0,87 ± 0,02	0,99 ± 0,04	0,96 ± 0,03	0,90 ± 0,03	1,04 ± 0,06
Fett	%	0,5 ± 0,1	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,0	1,1 ± 0,3	0,7 ± 0,1	0,7 ± 0,2
Hg	ng/g vv	174 ± 21	161 ± 19	205 ± 19	203 ± 21	253 ± 17	248 ± 28
Hg 1-kg	µg/g vv	0,19	0,18	0,24	0,22	0,27	0,26
PCB ^{sum 10}	µg/g fv	0,92 ± 0,25	0,91 ± 0,29	0,34 ± 0,06	0,38 ± 0,05	0,58 ± 0,11	6,0 ± 1,6
CB-153	ng/g vv	1,8 ± 0,6	3,5 ± 1,3	1,2 ± 0,2	1,9 ± 0,6	1,9 ± 0,4	12,6 ± 3,3
CB-153	µg/g fv	0,40 ± 0,10	0,39 ± 0,11	0,15 ± 0,03	0,17 ± 0,02	0,27 ± 0,05	1,96 ± 0,50
DDT	µg/g fv	0,10 ± 0,02	0,12 ± 0,04	0,06 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,17 ± 0,03	0,73 ± 0,12

Lokal Enhet*		GÄDDA			
		Galten	Västerås- fjärden	Granfjärden	N. Björk- fjärden
Längd	cm	56,2 ± 1,7	51,8 ± 2,0	54,7 ± 3,6	63,3 ± 3,2
Vikt	kg	1,13 ± 0,08	0,98 ± 0,08	1,18 ± 0,17	1,69 ± 0,25
ålder	år	4+	4+	4+	5+
CF		0,64 ± 0,03	0,71 ± 0,05	0,73 ± 0,11	0,66 ± 0,04
Fett	%	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1
Hg	ng/g vv	248 ± 57	182 ± 28	212 ± 44	315 ± 50
Hg 1-kg	µg/g vv	0,22	0,19	0,18	0,19
PCB ^{sum 10}	µg/g fv	3,3 ± 1,8	2,7 ± 0,6	1,0 ± 0,3	3,6 ± 5,8
CB-153	ng/g vv	2,6 ± 1,2	3,0 ± 1,0	1,4 ± 0,4	5,4 ± 8,6
CB-153	µg/g fv	1,3 ± 0,7	1,1 ± 0,2	0,4 ± 0,1	1,4 ± 2,1
DDT	µg/g fv	0,7 ± 0,3	0,7 ± 0,1	0,4 ± 0,1	1,5 ± 2,3

* 1 µg = 1/1000 000 g, 1 ng = 1/1000 000 000 g, µg/g = mg/kg



Sammanfattning av analysresultaten för abborre från 2001 års undersökning i Mälaren, hämtat från bilagedelen. Aritmetriska medelvärden med 95 % konfidensintervall. För ålder är medianvärdet angivet.

	Lokal Enhet*	ABBORRE		
		Galten	Västerås- fjärden	N. Björk- fjärden
Längd	cm	20,2 ± 0,7	19,2 ± 0,5	19,7 ± 0,3
Vikt	gram	105 ± 11	80 ± 6	84 ± 5
ålder	år	5+	4+	4+
CF		1,3 ± 0,1	1,1 ± 0,0	1,1 ± 0,0
LSI	%	1,2 ± 0,2	1,1 ± 0,2	1,1 ± 0,1
GSI	%	4,7 ± 0,7	2,9 ± 1,4	1,9 ± 0,7
Fett	%	0,6 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,9 ± 0,1
Zn	µg/g ts	105 ± 4	120 ± 6	109 ± 9
Cu	µg/g ts	6,3 ± 0,8	8,5 ± 1,9	9,5 ± 1,7
Cd	µg/g ts	0,44 ± 0,13	0,77 ± 0,16	0,60 ± 0,11
Pb	ng/g ts	30 ± 9	38 ± 6	29 ± 3
Cr	µg/g ts	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,00	0,02 ± 0,00
Ni	µg/g ts	>0,02	>0,03	>0,02
Hg	ng/g vv	172 ± 13	119 ± 10	148 ± 7
Hg 1-hg	µg/g vv	0,17	0,15	0,18
PCB ^{sum 10}	µg/g fv	0,61 ± 0,23	0,33 ± 0,07	0,61 ± 0,23
CB-153	ng/g vv	2,4 ± 1,3	2,5 ± 0,4	1,1 ± 0,2
CB-153	µg/g fv	0,51 ± 0,34	0,35 ± 0,08	0,14 ± 0,04
DDT	µg/g fv	0,12 ± 0,07	0,09 ± 0,02	0,07 ± 0,02

* 1 µg = 1/1000 000 g, 1 ng = 1/1000 000 000 g, µg/g = mg/kg



Livsmedelsverkets gränsvärden

Hg
Abborre 0,5 µg/g vv

CB-153
Abborre 100 ng/g vv

Livsmedelsverkets kostrekommendationer (SLV rapport nr 9/1996)

Gravida och ammande kvinnor bör helt avstå från att äta bl.a. gädda, gös och abborre, medan övriga kvinnor och män bör äta dessa och flertalet övriga insjöfiskar högst en gång per vecka.

Fiskens längd, vikt och ålder

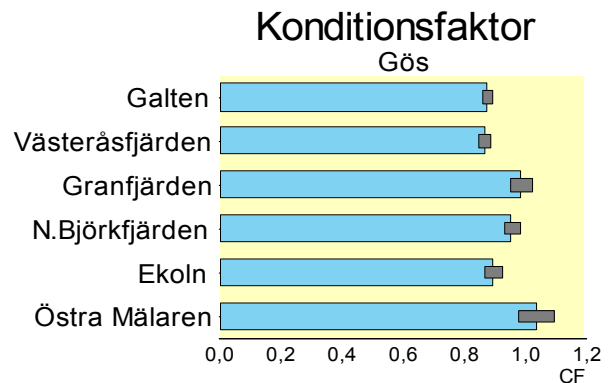
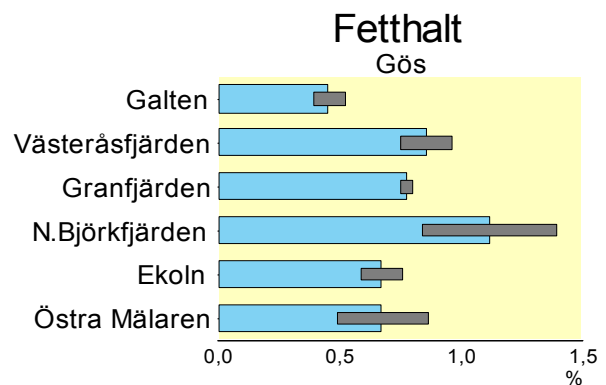
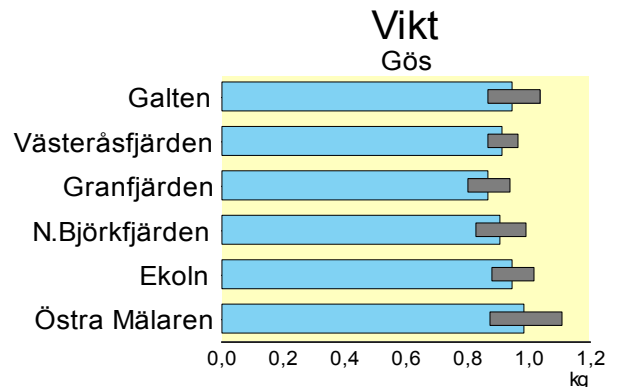
har i stort varit enhetligt inom respektive art. De avvikelser som kan noteras är att medelvikt och ålder var något högre hos den undersökta abborren från Galten, respektive gäddan från Norra Björkfjärden, jämfört med de övriga lokalerna. Medelåldern var i dessa båda fall 5+ (5 år + en sommarsäsong) och i samtliga övriga fall 4+.

Konditionsfaktorn CF är ett mått på fiskens rundhet och därmed indirekt ett mått på dess välmående. Bilden är i detta fall inte entydig eftersom exempelvis Galten uppvisade den högsta konditionsfaktorn för abborre och samtidigt en av de lägsta för gädda och gös. Konditionsfaktorn kan variera beroende på tillgång på föda, konkurrens m.m.

Man kunde förvänta sig att fisk med störst rundhet även skulle hålla den högsta fetthalten. Något samband mellan dessa storheter verkar dock inte finnas i undersökningsmaterialet.

Inga generella skillnader noterades hos abborren vad gäller leverns relativa vikt, LSI. Generellt sett högre GSI-värden registrerades dock i Galten jämfört med de två andra lokalerna (GSI; gonadernas relativa vikt). Förklaringen är troligtvis att dessa något större fiskar även var mer mogna för lek.

Hos flertalet abborrar påträffades en parasit, *Triaenophorus* (sannolikt *T. nodulosus*), i levern. Parasiten utgör larvstadiet till en bandmask, som vanligtvis har gädda som slutvärd. Den är allmänt förekommande hos abborre, som således fungerar som mellanvärd för bandmasken under dess utveckling. Den är enligt uppgifter från Statens Veterinärmedicinska

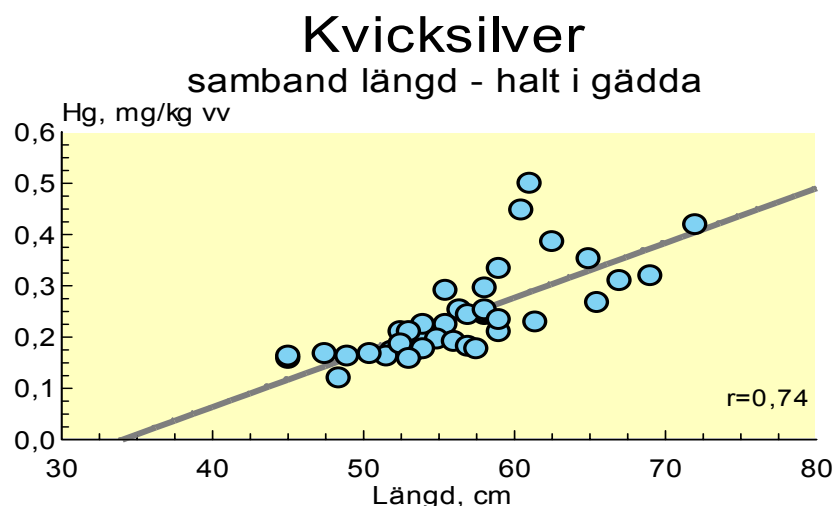


Anstalt⁷ ”nog att betrakta som ett normalt tillstånd i svenska vatten” i sjöar där gädda finns närvarande. Parasiten avlägsnades från levern före vägning och analys.

Kvicksilverhalten

är överlag låg i fisk från Mälaren. De halter på mellan 0,15 och 0,30 mg/kg som uppmätts i gädda och gös bedöms som låga eller mycket låga enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder⁸. Den högsta enskilda halt som registrerats var 0,50 mg/kg i en 1,3 kg gädda från Galten.

Hos den undersökta gäddan och abborren från Mälaren framträder statistiskt säkerställda samband mellan fiskens storlek och muskelvävnadens kvicksilverhalt då hela undersökningsmaterialet slås samman. Hos gösen är motsvarande samband svagt eller obefintligt. Möjliga förklaringar till bristen på samband hos gösen kan vara att dessa fiskar var förhållandevis jämnstora i hela materialet varför storleksfaktorn inte slår igenom, samt att det verkar föreligga skillnader i halter i olika delar av Mälaren, vilket påverkar resultatet av sambandsanalysen.

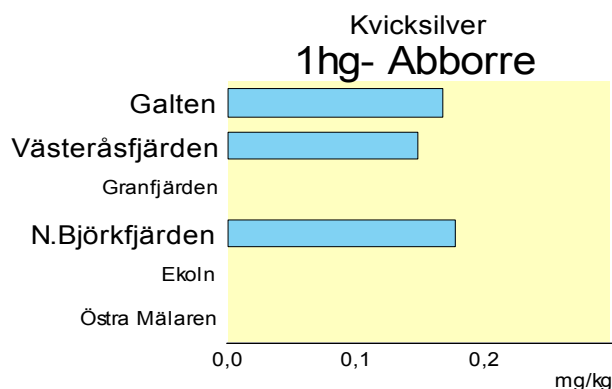
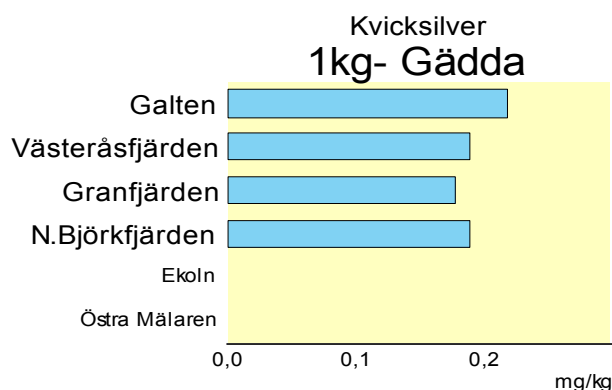
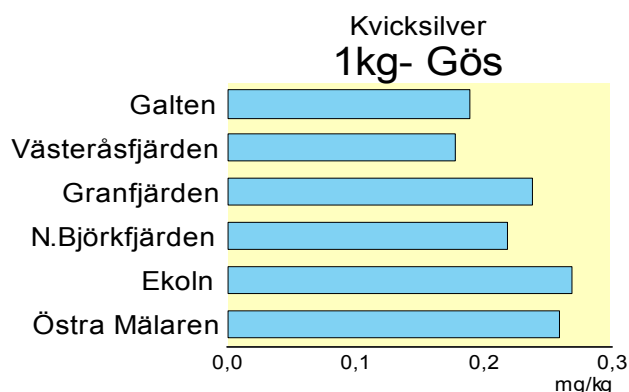


För att underlätta jämförelser, både inom Mälaren och med andra vattenområden, har kvicksilverhalterna normerats till att gälla för ”enkilos” gädda och gös, respektive ”enhektos” abborre. Kvicksilverhalterna i varje enskild fisk har härvid dividerats med fiskens vikt (i kg för gädda och gös respektive i hg för abborre).

Efter denna normering framträder en bild som i stort tyder på relativt likartade exponeringsförhållanden för kvicksilver i olika delar av Mälaren. Möjligen finns det hos gösen en tendens till något högre kvicksilverhalter i den östra och norra delen av sjön jämfört med den västra.

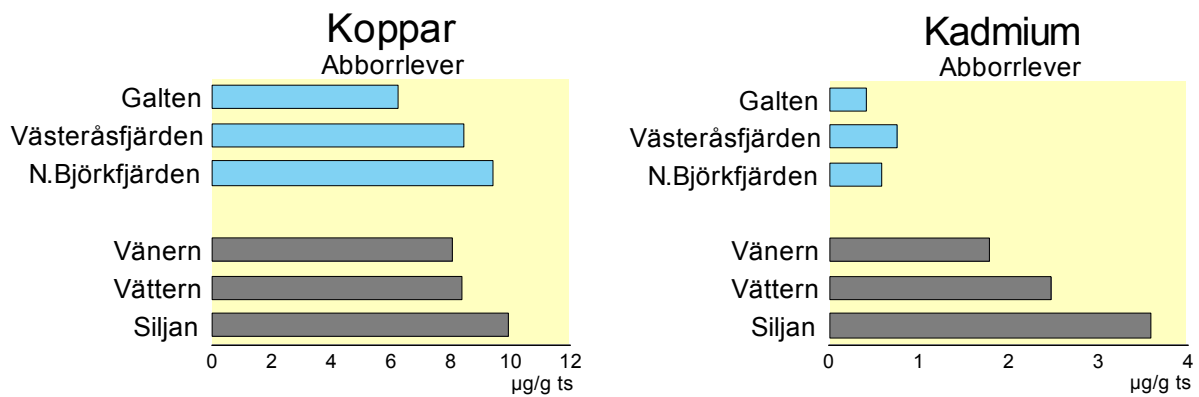
Det är värt att notera att kvicksilverhalten genomsnittligt sett är densamma, ca 0,20 mg/kg, i såväl 1-kg gädda som 1-kg gös i de fyra fjärdar där båda arterna undersökts. Vidare ligger kvicksilverhalten i 1-kg abborre endast marginellt under denna nivå, på 0,17 mg/kg. Erfarenhets-mässigt brukar skillnaden mellan gädda och abborre vara betydligt större i vattenområden där höga kvicksilverhalter förekommer i rovfisken.

Som något av kuriosa kan en jämförelse göras med ett hittills opublicerat material bestående av 25 st gäddor infångade 1983 i de centrala delarna av Mälaren mellan Granfjärden och N. Björkfjärden. Undersökningen gjordes av Roland Uhrberg, som även svarat för analyserna av fisken från 2001 års undersökning⁹. Vid båda undersökningstillfällena har exakt samma metodik för kvicksilveranalys använts. Efter omräkning till 1-kg gädda visar det sig att kvicksilverhalten i gädda från Mälaren låg på ungefär samma nivå år 1983 som år 2001, nämligen 0,24 mg/kg vs i genomsnitt.



Andra metaller

än kvicksilver har analyserats i levervävnad från abborre. De essentiella metallerna zink och koppar, som fisken kräver en viss tillgång på, varierar sällan särskilt mycket i fiskvävnad. Dessa ämnen har fisken nämligen utvecklat en förhållandevis god förmåga att reglera, så att de ackumuleras och lagras när det är brist på dem, respektive utsöndras när de förekommer i överskott. Halten av koppar och zink i abborrlever ligger således på ungefär samma koncentrationsnivå som i de centrala delarna av andra stora sjöar i landet^{10, 11 & 12}.



Koncentrationen av flertalet andra metaller kan variera betydligt mer i fisk än zink och koppar. Exempelvis visar dessa undersökningar att kadmiumhalten i fiskens levervävnad är avsevärt lägre i Mälaren än i Vänern, Vättern och Siljan. Skillnaden i kadmiumhalt mellan Mälarens olika fjärdar beror i sin tur troligtvis främst på att den analyserade fisken skiljer sig något åt i storlek mellan lokalerna. I motsats till kvicksilver uppmäts i allmänhet högre koncentrationer av kadmium i mindre fiskar än i större. Det faktum att abborren från Galten genomsnittligt sett hade ca 30 % större vikt än abborren från Västeråsfjärden kan således förklara haltskillnaden för kadmium i levern.

De övriga analyserade metallerna ligger på samma haltnivå i Mälaren som i två eller fler av de andra stora sjöarna¹⁰⁻¹².

PCB och DDT

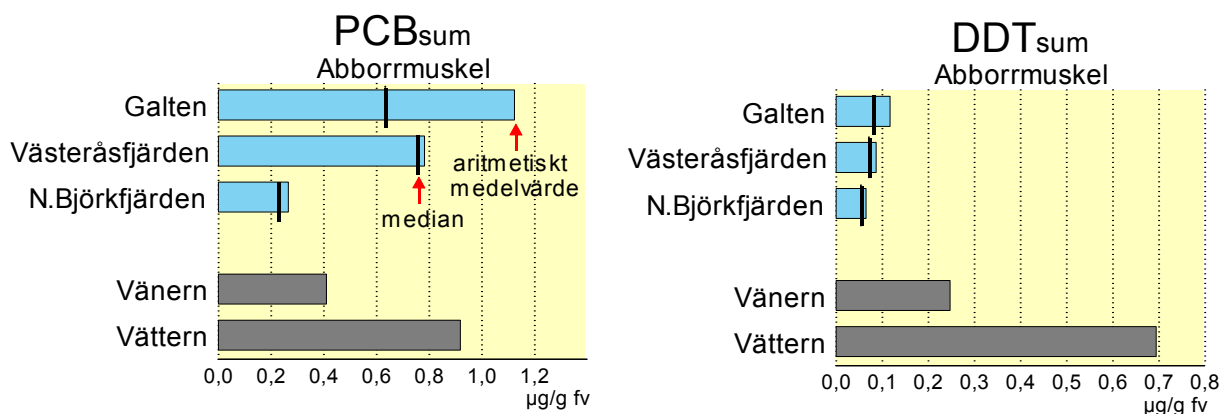
anses i likhet med kvicksilver generellt sett biomagnifieras, dvs öka i koncentration uppåt i näringskedjan. Biomagnifiering av PCB är tydlig hos luftandande djur, men däremot inte entydig i näringskedjor av vattenandande djur¹³. Vid en jämförelse mellan gädda och abborre i denna undersökning, registrerades högre halter av både PCB och DDT i gädda då halterna uttrycks i fettvikt, men däremot inte om de istället anges i våtvikt. Orsaken är att abborrens kött innehåller mer fett än gäddans.

Beroende på hur man väljer att presentera resultaten kan man således få olika bilder över förhållandena i Mälaren. Anledningen till att båda sätten tillämpas, dvs att halten av PCB och DDT uttrycks både i fettvikt och våtvikt, är att koncentrationen av dessa fettlösliga ämnen i hög grad är beroende av vävnadernas fetthalt och ur jämförelsesynpunkt därför bör uttryckas i fettvikt. Gällande gränsvärden anges däremot i våtvikt, vilket är mer relevant ur en hälsoaspekt.

Ett annat dilemma i samband vid redovisningen av en undersökning som denna, är att den statistiska behandling som utförts, egentligen har relevans endast i de fall mätresultaten är normalfördelade. Koncentrationer i biologiska vävnader av organiska ämnen, och även metaller, är dock ofta snedfördelade med en mer eller mindre lång svans i det högre koncentrationsintervallet. Ett alternativt, och egentligen korrektare, beräkningssätt skulle därför vara att istället för aritmetiska storheter beräkna motsvarande geometriska medelvärden och spridningsmått, vilka baseras på en logaritmering av materialet. Beroende på att geometriska variabler är betydligt mindre kända, har vi ändå valt aritmetiska beräkningar av resultaten.

Valet av beräkningssätt har störst relevans då det förekommer enstaka värden som i hög grad avviker från övriga. Detta är framför allt fallet för gädda från Granfjärden och i mindre grad för gädda och abborre från Galten samt gös från Östra Mälaren. Tolkningen av de statistiska beräkningarna av PCB och DDT för dessa fall, bör således göras med reservation för vad som angivits ovan (beräkningarna redovisas i separata tabeller och i bilagedelen).

Ser man till de enskilda mätvärdena, så framträder ändå samma bild som de aritmetiska medelvärdena visar på. Den försiktiga tolkning som kan göras på basis av detta begränsade material är att en något högre exponeringsnivå för PCB verkar förekomma i Galten och Västeråsfjärden jämfört med de centrala delarna av sjön (undantaget en enstaka gädda från N. Björkfjärden). Framför allt ett område, Östra Mälaren eller Ulvsundasjön, uppvisar dock avvikande höga halter av såväl PCB som DDT jämfört med hela övriga Mälaren. Av sammanlagt 25 gösar från övriga fem fjärdar uppvisade tre fiskar halter av PCBsum (summan av de 10 kongenerna) som var något högre än 1 µg/g fv (fiskar fångade i Galten och Västeråsfjärden). I Ulvsundasjön uppmättes i gös som lägst 2,7 µg/g och som mest 10 µg/g PCBsum. Även den lägsta DDT-halten i gös från Ulvsundasjön var högre än i någon fisk från övriga delar av Mälaren.

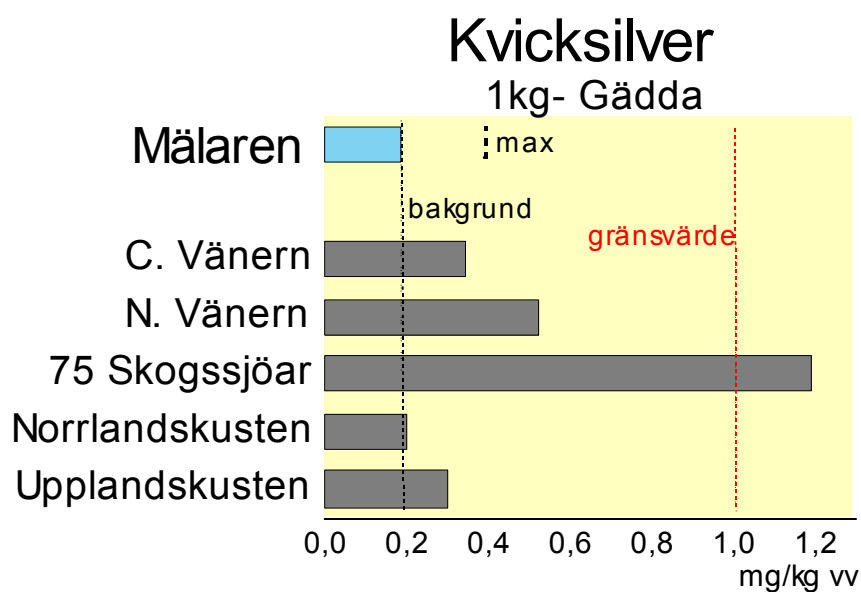


Även jämförelser med motsvarande data för PCB och DDT från andra stora sjöar får göras med viss försiktighet. Jämförelsedata finns framför allt för abborre, men vissa av dessa utgörs av aritmetiska och andra av geometriska medelvärden^{10 & 11}. Enligt den överslagsmässiga jämförelse som kan göras verkar PCB-halten i abborre från Mälaren ligga på ungefär samma nivå som i Vänern och Vättern, medan DDT-halten är klart lägre i Mälaren.

I förhållande till gällande gränsvärden

är föroreningshalterna låga i de undersökta fiskarterna från Mälaren.

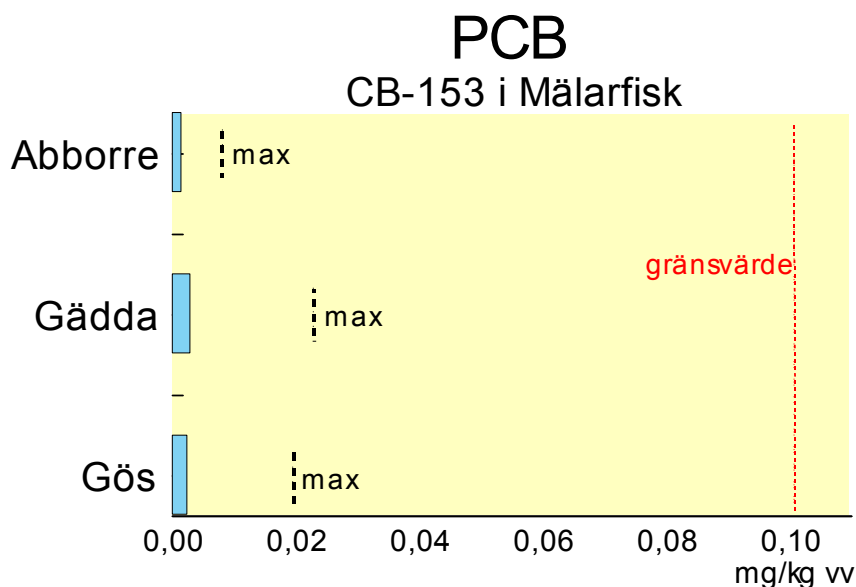
Gällande svenska gränsvärden för saluhållning av fisk ligger för kvicksilver på 1 mg/kg för gädda respektive 0,5 mg/kg för gös och abborre¹⁴. Inget gränsvärde för DDT existerar för närvarande, men för några år sedan gällde 0,5 mg/kg, vilket idag används som ”riktvärde” för fisk¹⁵. Det aktuella gränsvärdet för PCB ligger på 0,1 mg/kg och gäller endast kongenen CB-153¹⁴. Alla halter är uttryckta i färskvikt (våtvikt).



Kvicksilverhalten i de undersökta gäddorna från Mälaren ligger långt under det gällande gränsvärdet. För den normerade 1-kg gäddan ligger kvicksilverhalten på i genomsnitt 0,2 mg/kg, vilket är den halt som anses utgöra den ”naturliga” kvicksilverhalten i 1-kg-gädda¹⁶. Även jämfört med andra svenska vattenområden (ref: 10, 17, 18 & 19) är kvicksilverhalten låg i fisken från Mälaren. Visserligen kan högre kvicksilverhalter befaras i större fiskar än i 1-kg gädda. Ändå görs bedömningen att det inte är troligt att ens kvicksilverhalten i stora gäddor närmar sig gränsvärdet, fränsett möjligen hos några enstaka exemplar.

För gös och abborre ligger gränsvärdet således på halva nivån jämfört med gädda. Den genomsnittliga kvicksilverhalten för de sammanlagt 60 gösar som undersökts har registrerats till 0,21 mg/kg, och för de 30 abborrarna till knappt 0,15 mg/kg. Den högsta halt som uppmättes var 0,35 mg/kg i gös respektive 0,21 mg/kg i abborre. Detta innebär fortfarande en god marginal, om än något mindre än för gädda, till det gällande gränsvärdet för dessa fiskar på 0,5 mg/kg.

För PCB är marginalerna till gränsvärdet ännu större än för kvicksilver. Detta konstaterande gäller de undersökta fiskarterna gös, gädda och abborre i Mälaren. För dessa arter gäller således att halterna av PCB ligger väsentligt under det gällande gränsvärdet. Detsamma gäller för DDT, där de högsta medelhalterna för gös och gädda på ca 0,005 mg/kg färskvikt kan jämföras med det föreslagna riktvärdet på 0,5 mg/kg. Marginalen uppgår i detta fall till 100 gånger.



Halten PCB är dock generellt sett låg i mager fisk. Detsamma gäller för DDT. Eftersom dessa ämnen är fettlösliga, så ökar de normalt i koncentration ju fetare fisken blir (gäller då halterna anges i färskvikt). Med ledning av dessa resultat går det därför inte att med någon säkerhet ange en trolig nivå för halten PCB och DDT i fet fisk från Mälaren såsom lax, öring och ål. Med utgångspunkt från den mycket låga DDT-halten i abborre är det dock rimligt att förvänta förhållandevis låga halter av DDT även i fet fisk från Mälaren. För PCB krävs kompletterande analyser på i första hand ål innan en motsvarande bedömning kan göras. Lax och öring, som endast tillfälligtvis uppehåller sig i Mälaren, påverkas främst av förhållandena i Östersjön.

En positiv bild

över föroreningshalten i Mälarfisk är vad denna undersökning resulterat i. Koncentrationerna av flertalet analyserade metaller och klorerade organiska ämnen är allmänt sett låga, eller förekommer i ”normala” koncentrationsnivåer, i de arter som undersökts.

De resultat som tidigare erhållits genom analyser av Mälarens ytliga sedimentlager, och som pekade på förhöjda halter av framför allt metallerna kvicksilver, kadmium och koppar, har inte verifierats genom denna undersökning av sjöns fisksamhälle. Tvärtom visar resultaten att halterna av framför allt just kvicksilver och kadmium i fisk är påtagligt lägre i Mälaren än i flera andra sjöar. Halten koppar i abborrlever, som generellt sett brukar ligga på en relativt stabil nivå, är i sin tur jämförbar med andra större sjöar.

Orsaken till denna divergens är inte fastställd. En trolig förklaring är dock sjöns näringsstatus, som allmänt sett är hög. En hög biomassa medverkar sannolikt till att, dels binda upp metallerna så att de blir mindre tillgängliga för fisken och deras bytesdjur, dels ”späda ut” dem genom att de biotillgängliga fraktionerna kommer att fördelas inom en stor biomassa. Denna förklaringshypotes stöds bl.a. av en tidigare studie av 25 svenska sjöar, där mångfaldigt högre kvicksilverhalter uppmättes i gädda från näringsfattiga jämfört med näringsrika sjöar²⁰.

Även DDT-halten i fiskvävnader är allmänt sett låg i Mälaren medan PCB-halten snarare verkar ligga på en ”normal” nivå jämfört med andra större sjöar. Det kan således anses som normalt att fiskar som gös, gädda och abborre, vilka alla har förhållandevis lite fett i sina vävnader, även innehåller låga halter av PCB. Marginalen till det gränsvärde som påbudits gällande saluhållning av fisk är betryggande stor för dessa arter. Däremot kan undersökningen inte ge något svar på vilken PCB-halt som kan förväntas i Mälarens fetare fiskar, bland vilka ålen har störst intresse ur fiskesynpunkt. Sådana undersökningar har dock påbörjats. Högst halter av PCB och DDT har registrerats i gös från Ulvsundasjön, som i denna undersökning fått representera Östra Mälaren.

Här kan du läsa mer

- ¹ Andersson, B. (2000). Miljöövervakning i Mälarens fjärdar och sund 1999. Rapport från SLU för Mälarens Vattenvårdsförbund.
- ² Wallin, M. m.fl. (2000). Mälaren miljötillstånd och utveckling 1965-98. Mälarens Vattenvårdsförbund. ISBN 91-576-5986-9.
- ³ Persson, G. (1991). Mälarens vattenkvalitet under 20 år. Metaller i sediment och vatten samt metalltillförsel. Naturvårdsverket rapport 3904.
- ⁴ Fiskeriverket (1998). RASKA – Resursövervakning av sötvattensfisk. Fiskeriverket information 9:1998.
- ⁵ Lindeström, L. (2001). Mercury in sediment and fish communities of Lake Vänern. Recovery from contamination. Ambio in press.
- ⁶ Nationalencyklopedin 2001-11-06.
http://www.ne.se/jsp/search/article.jsp?i_art_id=151221
- ⁷ Hårdig, J., SVA. Personlig information.
- ⁸ Naturvårdsverket (2000). Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag. NV rapport 4913.
- ⁹ Uhrberg, R. MeAna-Konsult i Uppsala. Opublicerat material.
- ¹⁰ Lindeström, L. (2001). Metaller och stabila organiska ämnen i Vänerfisk 2000. Artikel i årsrapporten 2001 från Vänerns Vattenvårdsförbund.
- ¹¹ Bignert, A. (1999). Miljögifter i abborre från Vättern och Munksjön 1998. Rapport från Vätternvårdsförbundet.
- ¹² Lindeström, L. (1997). Årsrapport för 1996 från Dalälvens Vattenvårdsförening.
- ¹³ Landner, L. & Walterson, E. (1989). Miljöfarliga ämnen – exempellista och vetenskaplig dokumentation. KemI 10/89.
- ¹⁴ Livsmedelsverket (1998). SLV FS 1998:40.
- ¹⁵ P-O Danerud, SLV, personlig information.
- ¹⁶ Alm, G. m.fl. (1999). Metaller. I: Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag. Bakgrundsrapport 1. NV rapport 4920.
- ¹⁷ Håkanson, L. m.fl. (1990). Åtgärder mot höga kvicksilverhalter i insjöfisk. Naturvårdsverket rapport 3818.
- ¹⁸ Greyerz, E., Bignert, A., Olsson, M. & Petersson-Grawé, K. (2000). Kviksilver i gäddor från Norrlandskusten. En undersökning med konsumtionsperspektiv. Länsstyrelsen Luleå.
- ¹⁹ Sandström, O. (2000). Kviksilver i kustfisk. Fiskeriverket rapport 2000:2.
- ²⁰ Meili, M. (1991). Mercury in Boreal Forest Lake Ecosystems. Doktorsexamensarbete vid Uppsala Universitet.