

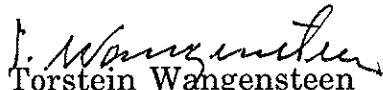
Kvikksølv i aure, lake og krøkle fra Mjøsa 1982-84	Rapportnr.: 16/91
	Dato: 08.07.1991
Forfatter(e): Heidi Eriksen, Tore Qvenild, Jostein Skurdal & Eirik Fjeld	Faggruppe: Fisk
Prosjektansvarlig(e): Tore Qvenild	Område Mjøsa
Finansiering: Statens Forurensningstilsyn Fylkesmannen i Hedmark Fylkesmannen i Oppland	Antall sider: 25 s. + vedlegg
Emneord: Kvikksølv, aure, lake, krøkle, Mjøsa	ISSN - nummer: 0801 - 8367
<p>Sammendrag:</p> <p>Mjøsa ble tilført betydelige mengder kvikksølv i perioden før 1970. Flere undersøkelser i 1970-åra (1970, 1976 og 1979-80) har vist høyt kvikksølvinnhold i enkelte fiskearter. Denne rapporten omfatter kvikksølv i aure, lake og krøkle fra 1982-84. Kvikksølvinnholdet var høyest i aure (0.07 - 1.46 mg Hg/kg) og lake (0.14 - 2.80 mg Hg/kg). Krøkle hadde lavere innhold av kvikksølv (0.04 - 0.56 mg Hg/kg). Gjennomsnittlig kvikksølvinnhold for aure og lake på 50 cm var henholdsvis 0.45 og 0.77 mg Hg/kg. Dette var en betydelig reduksjon fra 1979 hvor tilsvarende verdier var 1.28 og 1.38 mg Hg/kg.</p>	
<p>Referanse: Eriksen, H., Qvenild, T., Skurdal, J. & Fjeld, E. 1991 Kvikksølv i aure, lake og krøkle fra Mjøsa 1982-84. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen, Rapport nr. 16/91, 25 s.</p>	




FORORD

Mjøsa ble tilført kvikksølv fra industri og landbruk i perioden før forbudet mot bruk av kvikksølv i 1970. Det ble påvist relativt høyt kvikksølvinnhold i enkelte fiskearter. For å overvåke utviklingen har det vært gjennomført flere undersøkelser av kvikksølvinnhold i fisk i løpet av 1970-årene. Denne rapport omhandler kvikksølv i aure, krøkle og lake samlet inn fra Mjøsa i perioden 1982-84. Undersøkelsen er finansiert av Statens Forurensningstilsyn. Analysene er utført av Veterinærinstituttet. Ole Nashoug har vært med å samle inn prøver av fisk sammen med lokale fiskere.

Lillehammer, juli 1991


Torstein Wængensteen
Fylkesmiljøvernsjef


Trond Taugbøl
Fiskeforvalter

INNHold

SAMMENDRAG.....	4
1 INNLEDNING.....	6
2 KVIKKSØLV I FISK.....	7
2.1 Tilstandsform og oppkonsentrering i organismer.....	7
2.2 Kilder.....	7
2.3 Kvikksølv og kostholdsråd.....	8
3 MATERIALE OG METODER.....	9
3.1 Innsamling av fisk.....	9
3.2 Kvikksølvanalyse.....	10
3.3 Analyse av data.....	11
4 RESULTATER.....	12
4.1 Mjøsaure.....	12
4.2 Krøkle.....	13
4.3 Lake.....	15
4.4 Småaure fra tilløpselver til Mjøsa.....	18
4.5 Aure fra K/L Opplandskraft ved Hunderfossen.....	20
5 KOMMENTARER.....	22
LITTERATUR.....	25
VEDLEGG	

SAMMENDRAG

Mjøsa er en av mange innsjøer som fra ca. 1945 til 1970 ble tilført betydelige mengder kvikksølv fra industri og landbruk. Mye av kvikksølvet ble sedimentert på bunnen der det ble gjort tilgjengelig for fisk og andre organismer av bakterier. Metyllkvikksølvforbindelsene er fettløselige og lagres i fettvevet, noe som fører til en oppkonsentrering oppover næringskjedene.

For å følge utviklingen av kvikksølvinnholdet hos fisk i Mjøsa har det blitt tatt prøver i 1970, 1976, 1979-80 og sist i 1982-84 da det ble tatt prøver av aure, lake og krøkle fra Mjøsa og tilløpselvene Gudbrandsdalslågen, Flakstadelva, Svartelva og Moelva. Prøver av mjøsaure og lake har blitt samlet inn av lokale fiskere gjennom hele fiskesesongen de tre årene 1982 - 1984, mens krøkla har blitt fanget på Snippsandodden i Furnesfjorden, under gyting om våren i 1983 og 1984.

Resultatene viste at kvikksølvinnholdet var høyest i aure (0.07 - 1.46 mg Hg/kg) og lake (0.14 - 2.80 mg Hg/kg) fra Mjøsa, noe som kan forklares ved at de ligger høyt oppe i næringskjeden. Lake hadde en større økning i kvikksølvinnholdet med økende alder og lengde enn auren, noe som kan forklares ved at laken lever hele sitt liv langs bunnen på Mjøsa og spiser kvikksølvforurensede bunndyr og fisk, mens auren lever de første årene i bekker og elver hvor kvikksølvinnholdet er lite, og begynner først å spise kvikksølvforurenset føde når den vandrer ut i Mjøsa. De laveste kvikksølvverdiene ble da også målt hos småaure i sideelvene til Mjøsa; 0.01 - 0.08 mg Hg/kg, og hos aure fra settefiskanlegget til K/L Opplandskraft; 0.03 - 0.13 mg Hg/kg.

Krøkle hadde et lavt kvikksølvinnhold; 0.04 - 0.56 mg Hg/kg, men resultatene viste høyere kvikksølvinnhold i 1984 enn i 1983. Dette kan trolig komme av den sterke 1980-årsklassen som utgjorde hele 53 % av gyterne i 1983 og 67 % i 1984.

Fortsatt var det relativt høyt innhold av kvikksølv for enkeltindivid av aure og lake, men i forhold til tidligere undersøkelser har kvikksølvinnholdet avtatt. Tar en for seg aure og lake på 50 cm, hadde de i 1979 en gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon på henholdsvis 1.28 mg Hg/kg og 1.38 mg Hg/kg. De tilsvarende tallene for 1982-84 var 0.45 mg Hg/kg og 0.77 mg Hg/kg. Ei krøkle ved alder 5 år hadde i 1979 et gjennomsnittlig kvikksølvinnhold på 0.27 mg Hg/kg og i 1983 0.17 mg

Hg/kg. Det er behov for nye undersøkelser for å se hvordan utviklingen har vært etter 1982-84.

Med bakgrunn i WHO/FAOs anbefalinger har helsedirektoratet tilrådd at fisk med mer enn 1.0 mg Hg/kg kun unntaksvis bør benyttes til matfisk. Enkelte av de største individene av lake og aure (over 50 cm) i Mjøsa overskred i 1982-84 denne grensen. Disse var imidlertid i fåtall, og det hadde vært en markert nedgang fra 1979. Det er grunn til å tro at denne nedgangen har fortsatt også etter 1984, noe som skulle bety at det ikke er noen helsefare å spise fisk fra Mjøsa. For å være på den sikre siden til mer oppdaterte undersøkelser foreligger, bør imidlertid konsum av stor aure og spesielt lake begrenses til ett måltid pr. uke.

1 INNLEDNING

Fra ca. 1945 og fram til 1970 ble det brukt store mengder kvikksølv i industrien og landbruket. Kvikksølvholdige biocider ble blant annet brukt i treforedlingsindustrien for å forhindre soppvekst i rørsystemer o.l, mens i landbrukssammenheng ble kvikksølv brukt til beising av såkorn og planter. Mye av kvikksølvet ble enten sluppet ut eller det lekket ut i bekker og elver, og ble ført ut i større innsjøer og sedimentert på bunnen. Industriell luftforurensning via nedbør har også ført store mengder kvikksølv ut i elver og innsjøer. I tillegg finnes en del naturlig kvikksølv i sedimenter og jordsmonn.

Ved hjelp av bakterier i jordsmonnet og innsjøsedimentene blir kvikksølvet gjort tilgjengelig for ulike organismer. Metylkvikksølvforbindelsene er fettløselige, men løses dårlig i vann. Dette fører til at de lagres i fettvevet og oppkonsentrerer seg oppover i næringskjedene, slik at relativt små kvikksølvutslipp kan gi høye konsentrasjoner i organismene "på toppen" av næringskjedene.

På 1960-tallet ble de biologiske skadevirkningene av kvikksølv klarlagt, og fra 1969 ble bruk av kvikksølv til soppbekjempelse o.l. forbudt her i Norge.

Også i området rundt Mjøsa ble det brukt kvikksølv i industri og landbruk. Utslippene var trolig størst på 1960-tallet. Ettersom skadevirkningene ved høyt innhold av kvikksølv i næringsmidler ble mer og mer kjent, ble det satt i gang en undersøkelse for å registrere kvikksølvkonsentrasjonene hos ulike fiskearter i Mjøsa (Underdal 1970, Nashoug 1976) Undersøkelsene viste høye kvikksølvkonsentrasjoner i enkeltindivider av aure, gjedde og lake fra Mjøsa. Kvikksølvinnholdet hos fisk ble også undersøkt i 1979-80 (Sandlund et al. 1981).

Denne rapporten presenterer kvikksølvinnholdet i fisk fra Mjøsa for perioden 1982-84. Fortsatt var det relativt høyt innhold av kvikksølv for enkeltindivid av aure og lake, men i forhold til tidligere undersøkelser har kvikksølvinnholdet avtatt. Det er fortsatt behov for å overvåke utviklingen av kvikksølvinnholdet i de viktigste fiskeartene; aure, gjedde, lake, lågåsild, abbor og krøkle i Mjøsa.

2 KVIKKSØLV I FISK

2.1 Tilstandsform og oppkonsentrering i organismer

Kvikksølvet (Hg) i fisk består i hovedsak av den meget giftige forbindelsen monometylkvikksølv (CH_3Hg^+). En viktig del av metyleringen av metallisk kvikksølv og andre uorganiske kvikksølvforbindelser skjer ved hjelp av bakterier i jordsmonn og innsjø-sediment. Metyllkvikksølv er lett løselig i fett, men tungt løselig i vann. Hos enklere organismer transporteres kvikksølv derfor igjennom cellemembranene og oppsamles i fettvevet. Prosessen hvor kvikksølv for første gang bringes inn i næringskjeden kalles *bioakkumulering*. Kvikksølv forekommer naturlig i svært små konsentrasjoner, og har ikke noen kjent nødvendig eller metabolsk funksjon. Fisk har ikke utviklet noen effektive mekanismer for å skille ut kvikksølvforbindelsene, og utskillelsen foregår derfor svært langsomt. Selv lave inntak vil derfor over tid føre til at kvikksølv akkumuleres i fisk. Etterhvert som kvikksølvet bringes oppover i næringskjeden ved at predator (dyr som spiser andre dyr) spiser byttedyr, vil kvikksølvet oppkonsentreres i predatorene. Oppkonsentrering av et stoff langs en økologisk næringskjede kalles *biomagnifisering* (Rognerud et al. 1990).

2.2 Kilder

I løpet av den industrielle perioden har kvikksølv vært mye brukt (fra ca. 1945 og fram til 1969 da bruken ble forbudt), spesielt av treforedlingsindustrien og innen landbruket, blant annet som slimbekjempningsmiddel. Dette gjelder også for området rundt Mjøsa. I følge en undersøkelse utført av Norsk institutt for vannforskning i 1985, ble den totale mengden kvikksølv i Mjøsas sedimenter som er forårsaket av menneskelig aktivitet, beregnet til 1.8 tonn (Rognerud 1985).

De høyeste konsentrasjonene av kvikksølv i sedimentene ble funnet utenfor de større byene og tettstedene. Kvikksølvet har blitt sedimentert i tidsrommet 1945-1984, og det er beregnet en nettotilførsel til Mjøsa fra Lillehammer, Gjøvik og Hamar på henholdsvis 0.3 tonn, 0.35 tonn og 0.55 tonn kvikksølv, tilsammen 1.2 tonn. Dette tilsvarer en årlig nettotilførsel på henholdsvis 8 kg, 9 kg og 14 kg. I tillegg var det i tidsrommet 1960 - 1970 en nettotilførsel på 0.6 tonn, som tilsvarer 60 kg årlig fra Mesna Kartongfabrikk på Lillehammer (Rognerud 1985).

Andre utslipp av kvikksølv som har vært vanskeligere å beregne, er beisingen av såkorn (rengjøring, spyling av tanker, dumping av såkornrester etc.) ved ulike møller rundt Mjøsa (Sandlund et al. 1981). Bidraget fra atmosfæren direkte på innsjøoverflaten kan antas å være ca. 18 kg kvikksølv pr. år etter beregninger foretatt av Semb (1980) for Tyrifjordområdet.

Beregningene av kvikksølvutslippene fra byene og de større tettstedene er nettoverdier, dvs. det som har blitt sedimentert i Mjøsa. Bruttotilførsel har vært mye større; Mesna kartongfabrikk alene slapp i tidsrommet 1960 - 1970 ut ca. 2.5 tonn (Sandlund et al. 1981, Rognerud 1985). Det som ikke sedimenteres i Mjøsa blir enten lagret i levende organismer i vannmassene, det forsvinner til atmosfæren, eller det transporteres ut av Mjøsa via Vormå. Transporten ut av Mjøsa via Vormå er beregnet ut fra en middelkonsentrasjon i avrenningsvannet, og funnet å være 85 - 100 kg/år (Lindquist et al. 1984).

2.3 Kvikksølv og kostholdsråd

Verdens helseorganisasjon (WHO) og FN's matvare-organisasjon (FAO) har i en felles komité (Joint Expert Committee on Food Additives) anbefalt at ukentlig inntak av metylkvikksølv ikke bør overstige 0.2 mg for en voksen person. Det meste av kvikksølvet i fisk foreligger som metyllkvikksølv (Westöo og Norén 1967). Den mest utsatte risikogruppen for kvikksølvforgiftning er gravide kvinner - eller mer presist deres fostere.

Med bakgrunn i WHO/FAOs anbefalinger har helsedirektoratet tilrådd at fisk med mer enn 1.0 mg Hg/kg kun unntaksvis bør benyttes til matfisk. En porsjon fisk er beregnet til 200 g. Fisk med kvikksølvkonsentrasjoner mellom 0.7 og 1.0 mg Hg/kg bør benyttes høyst en gang pr. uke. Fisk med konsentrasjoner mellom 0.5 og 0.7 bør benyttes høyst to ganger pr. uke, mens fisk med konsentrasjoner mellom 0.3 og 0.5 mg Hg/kg kan benyttes til mat tre til fire ganger pr. uke.

3 MATERIALE OG METODER

3.1 Innsamling av fisk.

Det er samlet inn prøver av muskulatur av aure fra Mjøsa og tilløpselvene Flagstadelva, Svartelva og Moelva samt fra settefiskanlegget til K/L Opplandskraft i perioden 1982-84. Fra Mjøsa ble det også samlet inn prøver av muskulatur fra lake og krøkle. Lake ble også fanget i Gudbrandsdalslågen. For 17 aure fra Mjøsa er det samlet inn prøver fra både muskulatur og fettfinne. Auren og laken er samlet inn av lokale fiskere i Mjøsa, mens krøkla har blitt fanget under prøvefiske 22. mai 1983 og 18. mai 1984 utenfor Snippsandodden i Furnesfjorden. En oversikt over innsamlet materiale er gitt i tabell 1. I vedlegg 1 er data for hver enkelt fisk presentert.

Tabell 1. Oversikt over innsamlet materiale av aure, lake og krøkle fra Mjøsa og tilløpselver for kvikksølvanalyse i perioden 1982 - 84.

Lokalitet	Årstall	Aure	Lake	Krøkle
Mjøsa				
Lillehammer	83	51	37	
Gjøvik/Hamar regionen	82/83/84	136		
Snippsandodden	83			111
Snippsandodden	84			66
Hamar	83/84		108	
Kise	83		22	
Brøttum	83		29	
Elver				
Flagstadelva	83/84	48		
Svartelva	84	13		
Moelva	84	13		
Gudbrandsdalslågen	84		91	
Fiskeanlegg				
K/L Opplandskraft	84	20		
Totalt		281	287	177

All fisken ble veid til nærmeste gram, og fiskelengden ble målt som naturlig fiskelengde til nærmeste mm.

Skjell fra aure og otolitter (øresteinene) fra lake og krøkle ble brukt til aldersbestemmelse.

3.2 Kvikksølvanalyse

Kvikksølvinnholdet i muskelvev ble bestemt med atomabsorpsjon og et automatisert hydridgeneratorsystem (kald-damp teknikk) (Haugen et al. 1985). 1.0 g prøve ble oppløst i en blanding av salpetersyre og perklorisyre. Metoden har en deteksjonsgrense på 0.01 mg Hg/kg prøve. Det er funnet god overensstemmelse mellom denne metoden og neutron-aktiveringsanalyse ved bestemmelse av kvikksølv i 25 måkeegg. Alle analyseresultater av kvikksølvinnhold er angitt som mg Hg/kg på våtvektbasis.

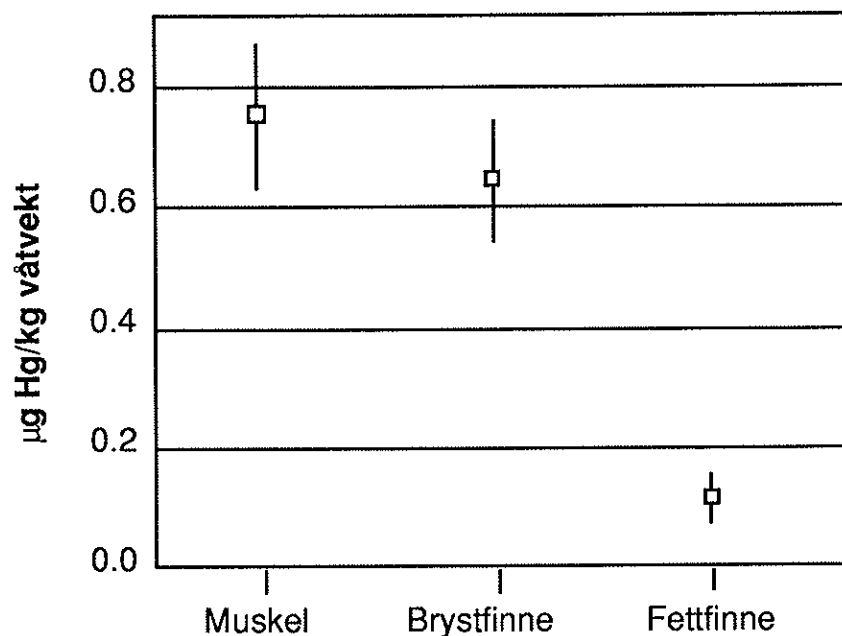
Prøvene av aure ble samlet inn av lokale fiskere. For å unngå å ta ut kjøttstykker fra aurene ble prøvene tatt mellom brystfinnene. I dette området er det en blanding av muskel, fett og bindevev. Dette fører til at kvikksølvanalysene blir usikre siden kvikksølv avsettes i forskjellig grad i de ulike vevstypene, og det er også forskjeller mellom vevstypene når det gjelder analysene. For å teste hvordan valget av prøvetakingsområde påvirker resultatene ble det samlet inn både prøver av ren muskel, og fra området mellom brystfinnene. Videre ble det også samlet inn fettfinner fra de samme aurene. Tidligere undersøkelser har vist at kvikksølvkonsentrasjonen i fettfinnen er omlag 20 % av konsentrasjonen i muskel og konsentrasjonene samvarierer godt (Skurdal et al. 1986). Ved å bruke fettfinne kan det tas prøver av levende aure fra fangstfellene i tilløpselvene i Mjøsa.

Kvikksølvinnholdet i de tre vevstypene var godt korrelert. Variansanalysen av måleresultatene viste at det var signifikante forskjeller mellom kvikksølvinnholdet i muskel, prøvene mellom brystfinnene og fettfinne ($F = 98.7$, $df. = 2.50$, $P < 0.001$) (Figur 1). Muskel hadde det høyeste kvikksølvinnholdet, og i prøvene fra området mellom brystfinnene var konsentrasjonene 86 % av muskel og for fettfinne 18 % av muskel. Enkel regresjonsanalyse uten konstantledd ga følgende forhold:

$$\text{Hg (muskel)} = 1.142 \times \text{Hg (brystfinne)} \quad (N = 17, R^2 = 0.93, P < 0.001).$$

$$\text{Hg (muskel)} = 5.106 \times \text{Hg (fettfinne)} \quad (N = 17, R^2 = 0.89, P < 0.001).$$

Analysene av aure basert på prøver fra området mellom brystfinnene fører til at verdiene i gjennomsnitt blir 14 % lavere enn for ren muskel.



Figur 1. Forskjeller i kvikksølvinnhold i muskel, fettfinne og brystfinne hos aure fra Mjøsa.

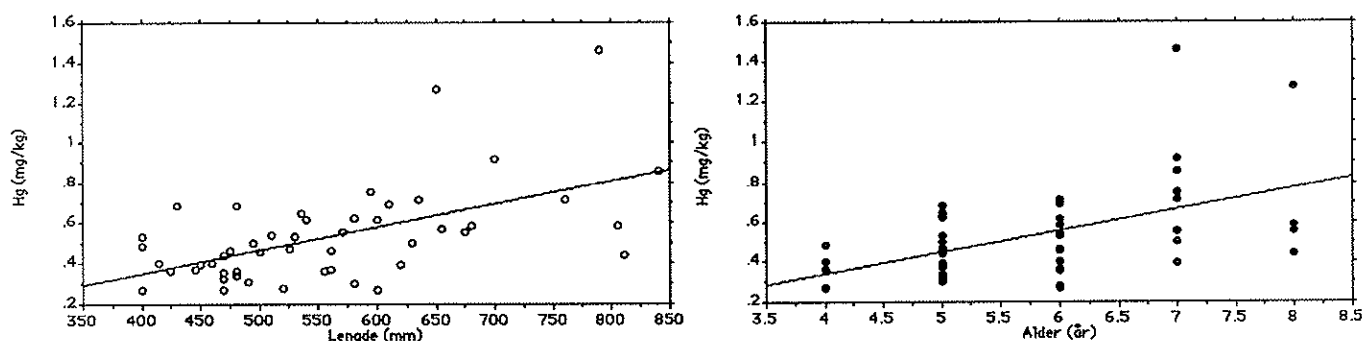
3.3 Analyse av data

For hver lokalitet og fiskeart ble kvikksølvinnholdet i muskulaturen sett i forhold til lengde og alder ved hjelp av enkel regresjon.

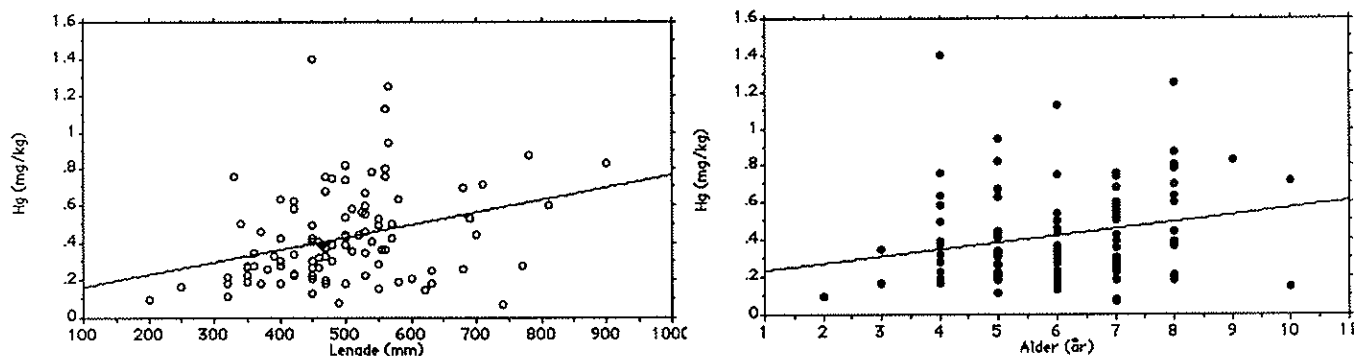
4 RESULTATER

4.1 Mjøsaure

Kvikksølvinnholdet i muskulaturen øker signifikant med både lengde og alder hos aure fanget i området ved Lillehammer og i området mellom Gjøvik og Hamar i Mjøsa, men korrelasjonskoeffisientene er svært lave (Figur 2 og 3, Tabell 2,). Dette gjelder spesielt for aure fanget i Gjøvik/Hamarregionen. Det høyeste kvikksølvinnholdet ble målt til 1.46 mg Hg/kg hos en aure fanget i Mjøsa ved Lillehammer. Gjennomsnittsstørrelsen for aure fanget med dregg og garn i Mjøsa er henholdsvis 1.4 og 1.5 kg. For aure med en lengde på 50 cm og ca. 1.5 kg blir kvikksølvinnholdet etter regresjonsmodellen 0.45 mg Hg/kg både i Mjøsa ved Lillehammer og i Gjøvik/Hamar regionen (Tabell 3).



Figur 2. Kvikksølvinnholdet i muskulatur (mg Hg/kg våtvekt) i forhold til lengde (mm) og alder (år) hos aure fra Mjøsa ved Lillehammer. Ligningene er gitt i tabell 2.



Figur 3. Kvikksølvinnholdet i muskulatur (mg Hg/kg våtvekt) i forhold til lengde (mm) og alder (år) hos mjøsaure fra Gjøvik-Hamarregionen. Ligningene er gitt i tabell 2.

Tabell 2. Kvikksølvinnhold i muskulatur (y , mg Hg/kg) i forhold til lengde (L , mm) og alder (A , år) hos mjøsaure. (P = signifikansnivå, R^2 = korrelasjonskoeffisient og N = antall fisk).

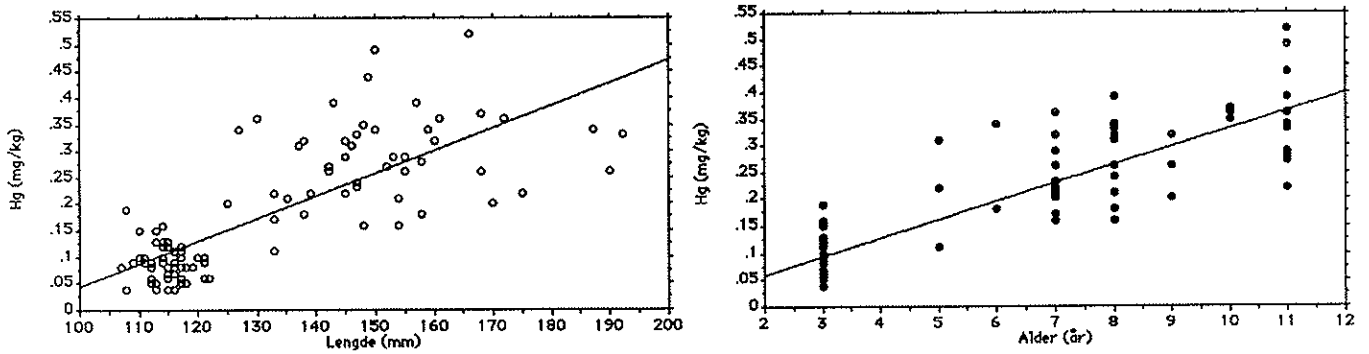
Lengde				
Lillehammer	$y = 0.0011 \times L - 0.104$,	$P < 0.001$,	$R^2 = 0.31$,	$N = 49$
Gjøvik/Hamar	$y = 0.0007 \times L + 0.102$,	$P < 0.01$,	$R^2 = 0.10$,	$N = 100$
Alder				
Lillehammer	$y = 0.109 \times A - 0.096$,	$P < 0.001$,	$R^2 = 0.26$,	$N = 48$
Gjøvik/Hamar	$y = 0.037 \times A + 0.202$,	$P < 0.05$,	$R^2 = 0.05$,	$N = 98$

Tabell 3. Kvikksølvinnhold i muskulatur hos aure. Minimums- og maksimumsverdier for den enkelte lokalitet, og beregnet kvikksølvinnhold for en aure med lengde 500 cm utfra regresjonsligningen (se tabell 2).

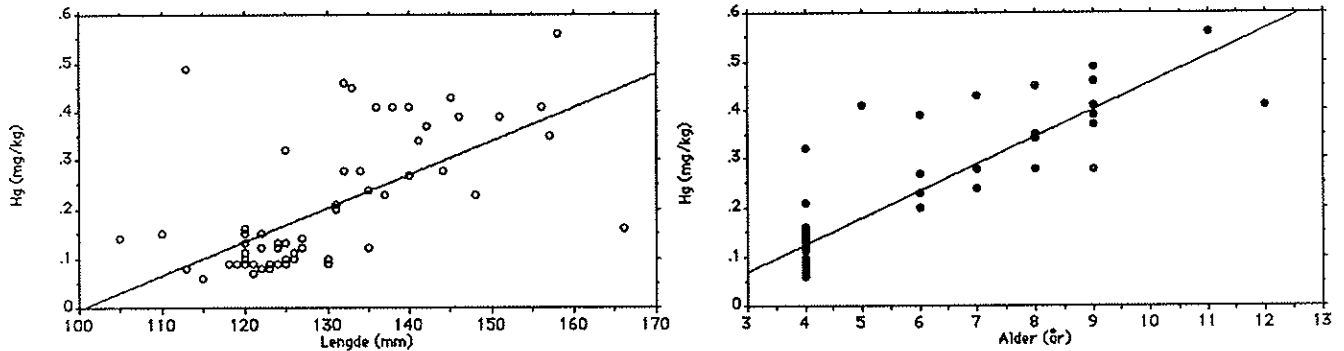
Lokalitet	Antall	Kvikksølvinnhold (mg Hg/kg)		Kvikksølvinnhold
		Min	Max	Aure m/lengde 50 cm (mg Hg/kg)
Lillehammer	48	0.27	1.46	0.45
Gjøvik/Hamar	101	0.07	1.40	0.45

4.2 Krøkle

Kvikksølvinnholdet i muskulaturen i forhold til lengde og alder hos krøkle fanget på Snippsandodden i Furnesfjorden i 1983 og 1984 er vist i figurene 4 - 5. Kvikksølvinnholdet hos krøkle øker signifikant både med økende lengde og økende alder (Tabell 4). Økning i alder ga best korrelasjon i forhold til kvikksølvinnholdet ($R^2 = 0.771 - 0.776$). Det høyeste kvikksølvinnholdet ble målt til 0.56 mg Hg/kg på ei krøkle fanget i 1984. For krøkle med en lengde på 130 mm og ca. 12 g blir kvikksølvinnholdet etter regresjonsmodellen 0.18 mg Hg/kg i 1983 og 0.20 mg Hg/kg i 1984 (Tabell 5).



Figur 4. Kvikksølvinnholdet i muskulatur (mg Hg/kg våtvekt) i forhold til lengde (mm) og alder (år) hos krøkle fanget ved Snipp-sandodden i Furnesfjorden 22. mai 1983. Ligningene er gitt i tabell 4.



Figur 5. Kvikksølvinnholdet i muskulatur (mg Hg/kg våtvekt) i forhold til lengde (mm) og alder (år) hos krøkle fanget ved Snipp-sandodden i Furnesfjorden 18. mai 1984. Ligningene er gitt i tabell 4.

Tabell 4. Kvikksølvinnhold i muskulatur (y , mg Hg/kg) i forhold til lengde (L , mm) og alder (A , år) hos krøkle fra Mjøsa. (P = signifikansnivå, R^2 = korrelasjonskoeffisient og N = antall fisk).

Lengde				
1983	$y = 0.0043 \times L - 0.381$,	$P < 0.001$,	$R^2 = 0.61$,	$N = 101$
1984	$y = 0.0068 \times L - 0.687$,	$P < 0.001$,	$R^2 = 0.40$,	$N = 66$
Alder				
1983	$y = 0.034 \times A - 0.009$,	$P < 0.001$,	$R^2 = 0.77$,	$N = 101$
1984	$y = 0.055 \times A - 0.098$,	$P < 0.001$,	$R^2 = 0.78$,	$N = 66$

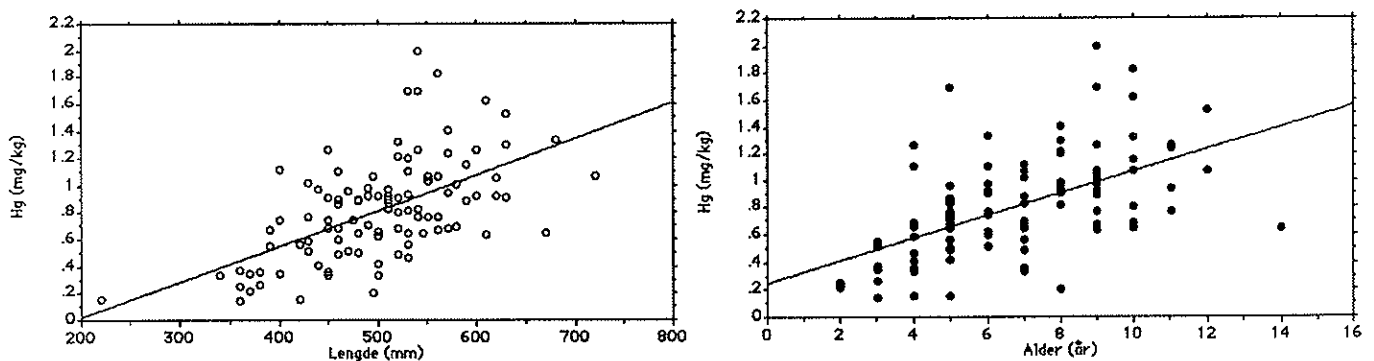
Tabell 5. Kvikksølvinnhold i muskulatur hos krøkle fanget i Mjøsa. Miniums- og maksimumsverdier for den enkelte lokalitet, og for ei krøkle med lengde 130 mm regnet ut etter den gitte regresjonsligning (se tabell 4).

År	Antall	Kvikksølvinnhold (mg Hg/kg)		Kvikksølvinnhold
		Min	Max	Krøkle m/lengde 130mm (mg Hg/kg)
1983	101	0.04	0.52	0.18
1984	66	0.06	0.56	0.20

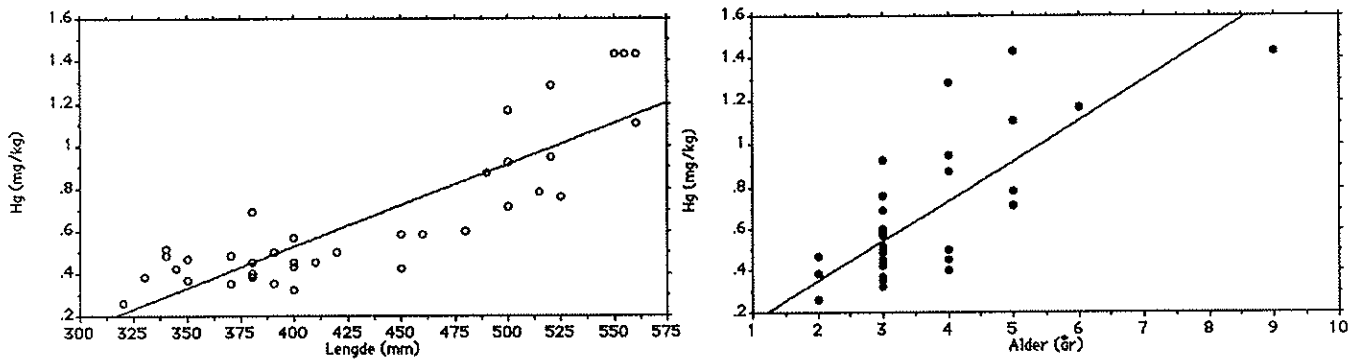
4.3 Lake

Kvikksølvinnholdet i muskulaturen i forhold til lengde og alder hos lake fanget på fire ulike lokaliteter i Mjøsa og en lokalitet i Gudbrandsdalslågen er vist i figurene 6 - 10. Kvikksølvinnholdet øker signifikant både med økende alder og økende lengde (Tabell 6). Det var ingen store forskjeller i korrelasjonen mellom kvikksølvinnhold og lengde, og kvikksølvinnhold og alder.

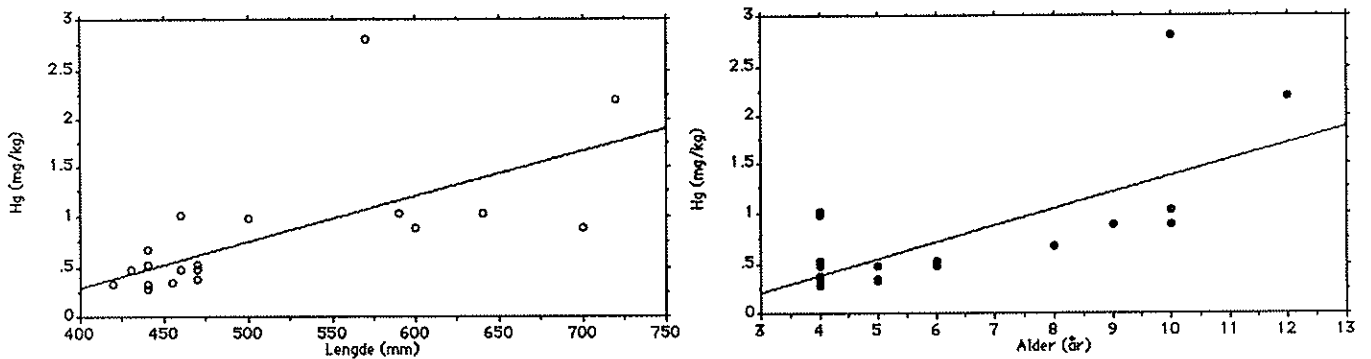
I Mjøsa ved Kise hadde laken størst økning i kvikksølvinnhold i forhold til lengde, og på denne lokaliteten ble den høyeste verdien for kvikksølvinnhold i lake målt; 2.8 mg Hg/kg. For lake med en lengde på 50 cm og ca. 1.0 kg varierer kvikksølvinnholdet etter regresjonsmodellen mellom 0.69 mg Hg/kg i Gudbrandsdalslågen og 0.92 mg Hg/kg i Mjøsa ved Lillehammer (Tabell 7).



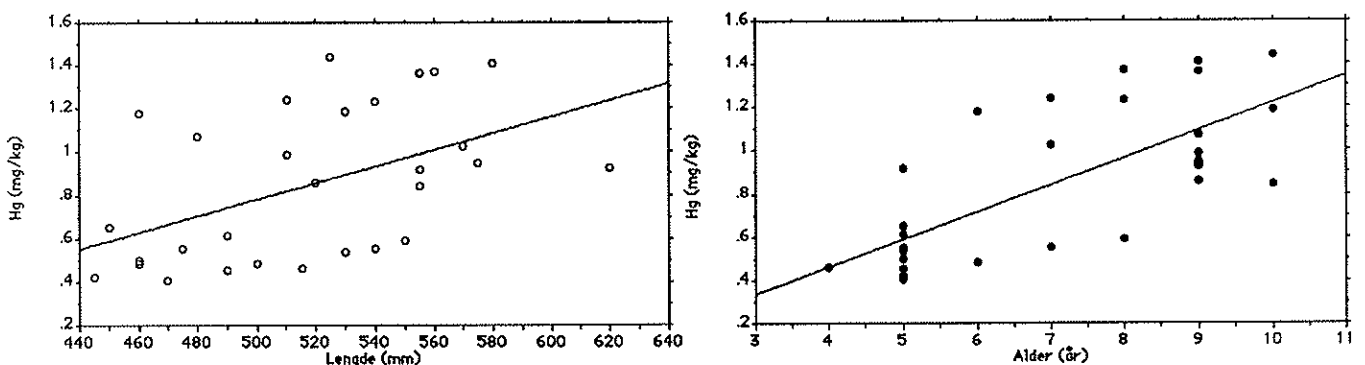
Figur 6. Kvikksølvinnholdet i muskulatur (mg Hg/kg våtvekt) i forhold til lengde (mm) og alder (år) hos lake fra Mjøsa ved Hamar. Ligningene er gitt i tabell 6.



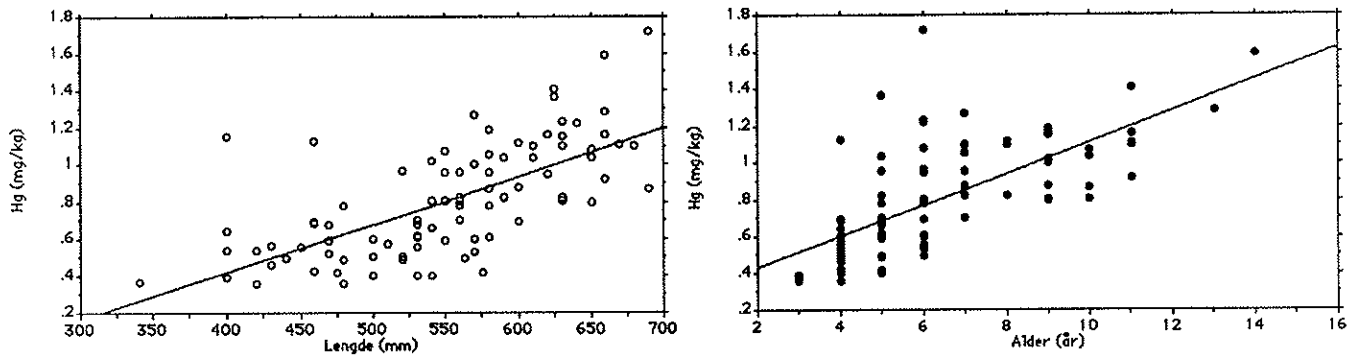
Figur 7. Kvikksølvinnholdet i muskulatur (mg Hg/kg våtvekt) i forhold til lengde (mm) og alder (år) hos lake fra Mjøsa ved Lillehammer. Ligningene er gitt i tabell 6.



Figur 8. Kvikksølvinnholdet i muskulatur (mg Hg/kg våtvekt) i forhold til lengde (mm) og alder (år) hos lake fra Mjøsa ved Kise. Ligningene er gitt i tabell 6.



Figur 9. Kvikksølvinnholdet i muskulatur (mg Hg/kg våtvekt) i forhold til lengde (mm) og alder (år) hos lake fra Mjøsa ved Brøttum. Ligningene er gitt i tabell 6.



Figur 10. Kvikksølvinnholdet i muskulatur (mg Hg/kg våtvekt) i forhold til lengde (mm) og alder (år) hos lake fra Gudbrandsdalslågen. Ligningene er gitt i tabell 6.

Tabell 6. Kvikksølvinnhold i muskulatur (y , mg Hg/kg) i forhold til lengde (L , mm) og alder (A , år) hos lake i Mjøsa og Gudbrandsdalslågen. (P = signifikansnivå, R^2 = korrelasjonskoeffisient og N = antall fisk).

Lengde

Mjøsa ved Hamar	$y = 0.0026 \times L - 0.501$,	$P < 0.001$,	$R^2 = 0.33$, $N = 102$
Mjøsa ved Lillehammer	$y = 0.0039 \times L - 1.029$,	$P < 0.001$,	$R^2 = 0.74$, $N = 37$
Mjøsa ved Kise	$y = 0.0046 \times L - 1.539$,	$P < 0.001$,	$R^2 = 0.45$, $N = 22$
Mjøsa ved Brøttum	$y = 0.0038 \times L - 1.121$,	$P < 0.01$,	$R^2 = 0.24$, $N = 29$
Gudbrandsdalslågen	$y = 0.0026 \times L - 0.615$,	$P < 0.001$,	$R^2 = 0.45$, $N = 90$

Alder

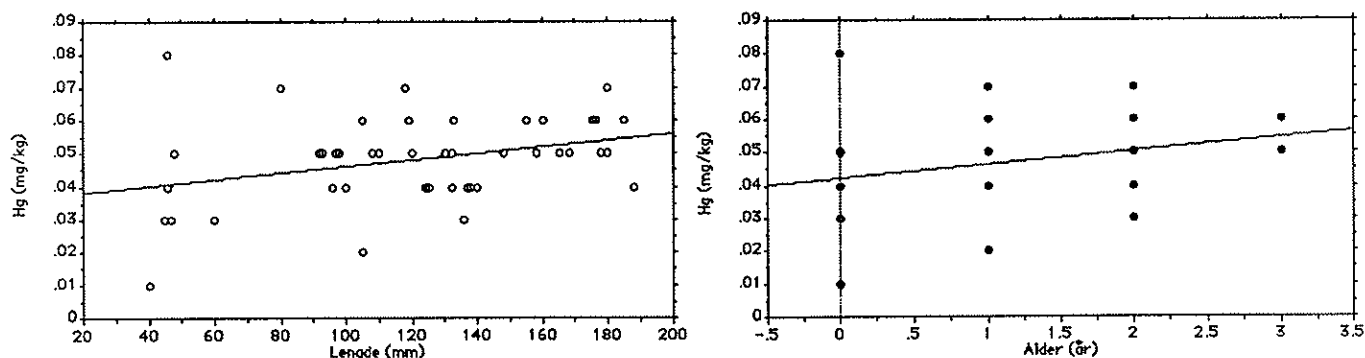
Mjøsa ved Hamar	$y = 0.082 \times A + 0.256$,	$P < 0.001$,	$R^2 = 0.30$, $N = 102$
Mjøsa ved Lillehammer	$y = 0.191 \times A - 0.031$,	$P < 0.001$,	$R^2 = 0.55$, $N = 37$
Mjøsa ved Kise	$y = 0.168 \times A - 0.289$,	$P < 0.001$,	$R^2 = 0.51$, $N = 22$
Mjøsa ved Brøttum	$y = 0.127 \times A + 0.044$,	$P < 0.001$,	$R^2 = 0.51$, $N = 29$
Gudbrandsdalslågen	$y = 0.085 \times A + 0.267$,	$P < 0.001$,	$R^2 = 0.48$, $N = 90$

Tabell 7. Kvikksølvinnhold i muskulatur (mg Hg/kg våtvekt) hos lake fanget i Mjøsa og Gudbrandsdalslågen. Miniums- og maksimumsverdier for den enkelte lokalitet, og for en lake med lengde 50 cm regnet ut etter den gitte regresjonsligning i tabell 6.

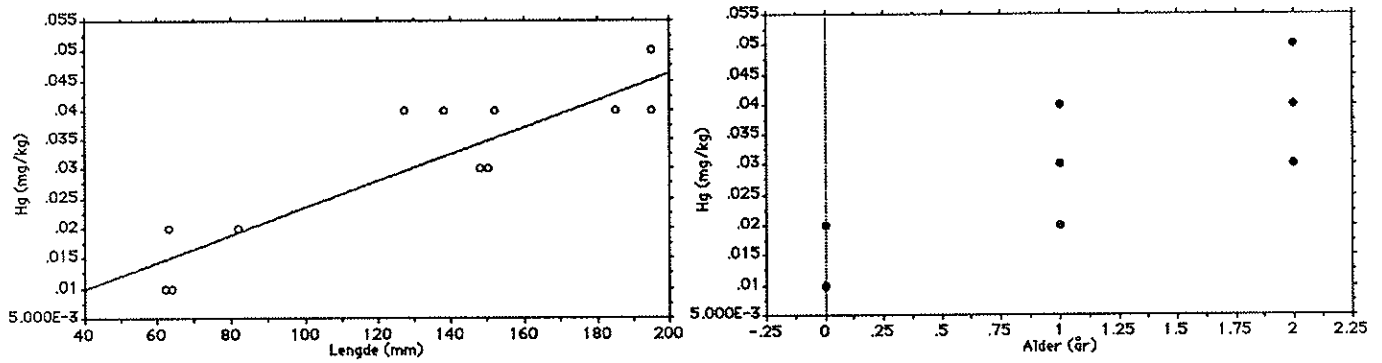
Lokalitet	Antall	Kvikksølvinnhold (mg Hg/kg)		Kvikksølvinnhold
		Min	Max	Lake m/lengde 500mm (mg Hg/kg)
Mjøsa ved Hamar	103	0.14	1.99	0.80
Mjøsa ved Lillehammer	37	0.26	1.43	0.92
Mjøsa ved Kise	22	0.28	2.80	0.76
Mjøsa ved Brøttum	29	0.41	1.44	0.78
Gudbrandsdalslågen	90	0.36	1.72	0.69

4.4 Småaure i tilløpselver til Mjøsa

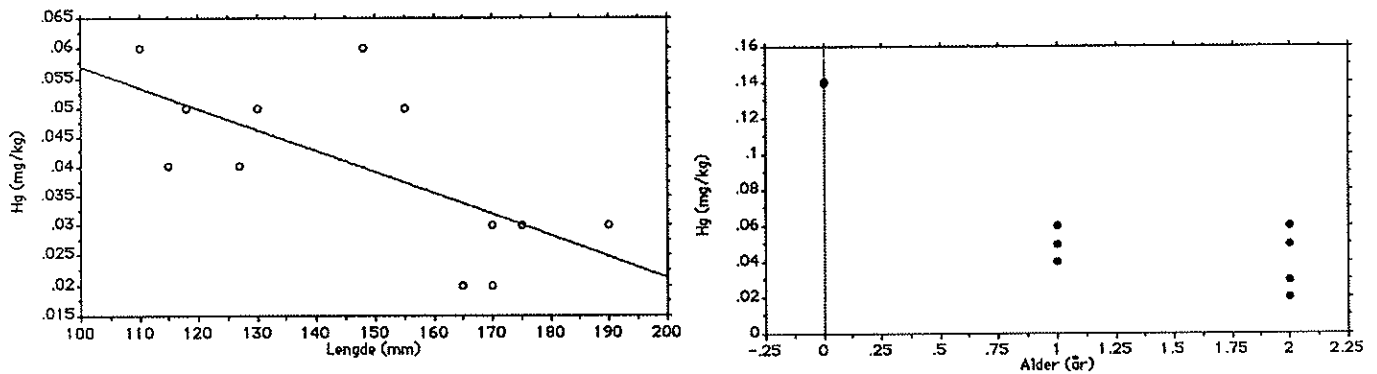
Kvikksølvinnholdet i muskulaturen i forhold til lengde og alder hos småaure fanget i tilløpselver til Mjøsa er vist i figurene 11 - 13. Kvikksølvinnholdet øker signifikant med økende lengde for aure fanget i Flakstadelva og Svartelva, og i Svartelva også for økende alder (tabell 8). I Moelva derimot har en signifikante avtak av kvikksølvinnholdet både med økende lengde og økende alder. Dette kan trolig forklares ved at verdiene er svært lave og nær deteksjonsgrensen slik at usikkerheten blir svært stor. Det høyeste kvikksølvinnholdet ble målt til 0.14 mg Hg/kg på en aure fanget i Moelva. For aure med en lengde på 150 mm og ca. 70 g varierer kvikksølvinnholdet etter regresjonsmodellen med 0.03 mg Hg/kg i Moelva og til 0.05 mg Hg/kg i Flakstadelva (Tabell 9).



Figur 11. Kvikksølvinnholdet i muskulatur (mg Hg/kg våtvekt) i forhold til lengde (mm) og alder (år) hos aure fra Flakstadelva. Ligningene er gitt i tabell 8.



Figur 12. Kvikksølvinnholdet i muskulatur (mg Hg/kg våtvekt) i forhold til lengde (mm) og alder (år) hos aure fra Svartelva. Ligningene er gitt i tabell 8.



Figur 13. kvikksølvinnhold i muskulatur (mg Hg/kg våtvekt) i forhold til lengde (mm) og alder (år) hos aure fra Moelva. Ligningene er gitt i tabell 8.

Tabell 8. Kvikksølvinnhold i muskulatur (y, mg Hg/kg) i forhold til lengde (L, mm) og alder (A, år) hos aure i tilløpselvene til Mjøsa. (P = signifikansnivå, R² = korrelasjonskoeffisient og N = antall fisk).

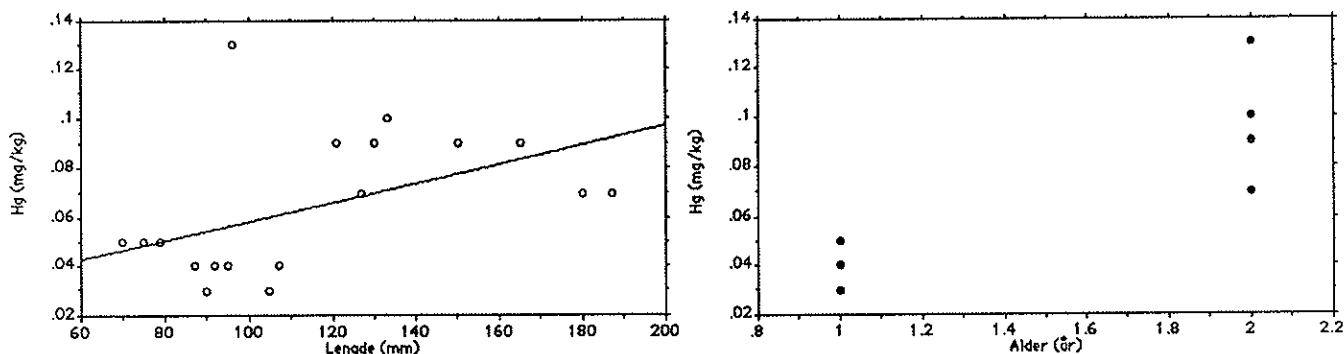
Lengde				
Flakstadelva	$y = 0.0001 \times L + 0.036,$	$P < 0.050,$	$R^2 = 0.10,$	$N = 48$
Svartelva	$y = 0.0002 \times L + 0.0008,$	$P < 0.001,$	$R^2 = 0.79,$	$N = 13$
Moelva	$y = -0.0004 \times L + 0.093,$	$P < 0.050,$	$R^2 = 0.47,$	$N = 12$
Alder				
Flakstadelva	$y = 0.004 \times A + 0.043,$	$P = i.s.,$	$R^2 = 0.07,$	$N = 48$
Svartelva	$y = 0.012 \times A + 0.017,$	$P < 0.01,$	$R^2 = 0.54,$	$N = 13$
Moelva	$y = -0.011 \times A + 0.059,$	$P = i.s.,$	$R^2 = 0.15,$	$N = 12$

Tabell 9. Kvikksølvinnholdet i muskulatur (mg Hg/kg våtvekt) hos småaure fra tilløpselver til Mjøsa. Miniums- og maksimumsverdier for den enkelte lokalitet, og for en aure med lengde 150 mm regnet ut etter den gitte regresjonsligning i tabell 8.

Lokalitet	Antall	Kvikksølvinnhold (mg Hg/kg)		Kvikksølvinnhold
		Min	Max	Aure m/lengde 150 mm
Flakstadelva	48	0.01	0.08	0.05
Svartelva	13	0.01	0.05	0.03
Moelva	13	0.02	0.06	0.03

4.5 Aure fra K/L Opplandskraft

Kvikksølvinnholdet i muskulaturen i forhold til lengde og alder hos aure fra K/L Opplandskraft er vist i figur 14. Kvikksølvinnholdet øker signifikant både med økende lengde og økende alder. Korrelasjonen var størst mellom alder og kvikksølvinnhold (Tabell 10). Det høyeste kvikksølvinnholdet ble målt til 0.13 mg Hg/kg.



Figur 14. Kvikksølvinnholdet i muskulatur (mg Hg/kg våtvekt) i forhold til lengde (mm) og alder (år) hos aure fra K/L Opplandskraft. Ligningene er gitt i tabell 10.

Tabell 10. Kvikksølvinnholdet i muskulatur (y , mg Hg/kg) i forhold til lengde (L , mm) og alder (A , år) hos aure i K/L Opplandskraft. (P = signifikansnivå, R^2 = korrelasjonskoeffisient og N = antall fisk).

Lengde

K/L Opplandskraft $y = 0.0004 \times L + 0.019$, $P < 0.05, R^2 = 0.232, N = 20$

Alder

K/L Opplandskraft $y = 0.048 \times A - 0.007$, $P < 0.001, R^2 = 0.773, N = 20$

Tabell 11. Kvikksølvinnhold i muskulatur hos aure fra K/L Opplandskraft. Miniums- og maksimumsverdier, og for en aure med lengde 150 mm regnet ut etter den gitte regresjonsligning i tabell 10.

Lokalitet	Antall	Kvikksølvinnhold (mg Hg/kg)		Kvikksølvinnhold
		Min	Max	Aure m/lengde 150 mm
K/L Opplandskraft	20	0.03	0.13	0.08

5 KOMMENTARER

Det var små forskjeller i kvikksølvinnholdet hos voksen aure mellom Lillehammerområdet og Gjøvik/Hamar-regionen i Mjøsa. For aure samla inn i tilløpselvene Flakstadelva, Svartelva og Moelva, er kvikksølvinnholdet lavt; mindre enn 0.1 mg Hg/kg. Dette har sin naturlige sammenheng med at småauren er yngre og på et lavere nivå i næringskjeden enn stor aure i Mjøsa. Ved sammenligning av de tre elvene er det heller ingen betydelig forskjell mellom dem. I Moelva ligger alle verdiene på samme nivå, og kvikksølvinnholdet er så lavt og nær opptil deteksjonsgrensen på 0.01 mg Hg/kg, og gir dermed en svært stor usikkerhet. Lave kvikksølvverdier ble også målt hos aure i settefiskanlegget til K/L Opplandskraft ved Hunderfossen. Dette er naturlig siden de blir fóret opp på kunstig fóer med et minimalt kvikksølvinnhold.

Heller ikke for lake ble det funnet store forskjeller i kvikksølvkonsentrasjonene mellom de ulike lokalitetene i Mjøsa. Imidlertid var kvikksølvinnholdet noe høyere enn for lake fra Gudbrandsdalslågen. Høyest gjennomsnitt i Mjøsa ble målt hos lake fanget i Lillehammerområdet.

All krøkla ble fanget utenfor Snippsandodden om våren i gytetida. Det ble prøvofisket både i 1983 og i 1984. Resultatene viste høyere kvikksølvinnhold i 1984 enn i 1983. Dette kan trolig komme av den sterke 1980-årsklassen som utgjør hele 53 % av gyterne i 1983 og 67 % i 1984.

De fleste krøklene stagnerer i vekst etter kjønnsmodning, og føden for disse består delvis av krepsdyrplankton, delvis av større krepsdyr som Mysis og Pallasea. Enkelte individer fortsetter imidlertid å vokse, og går delvis over til å spise fisk, vesentlig små krøkle. Disse rykker dermed et hakk opp i næringskjeden, og kan få høyere kvikksølvkonsentrasjoner på grunn av oppkonsentrering av kvikksølv oppover i næringskjeden. Årsaken til et høyere nivå i 1984 i forhold til 1983 er trolig at krøkla var ett år eldre. Det var ikke 3 - åringer i prøvene fra 1984.

Stor mjøsaure og lake hadde langt høyere kvikksølvkonsentrasjoner enn småaure i elvene og krøkle. Dette er naturlig siden stor aure og lake er langt oppe i næringskjeden, og siden kvikksølvet oppkonsentreres oppover i næringskjeden. Laken hadde jevnt over høyere kvikksølvkonsentrasjoner og hadde en større økning av kvikksølv-

konsentrasjonene med lengde og alder enn auren. Ved 5 års alderen hadde auren en gjennomsnittlig kvikksølv-konsentrasjon på 0.45 mg Hg/kg, mens laken hadde i gjennomsnitt 0.77 mg Hg/kg. Prøvene fra aure er imidlertid tatt fra området mellom brystfinnene, slik at verdiene blir ca. 14 % for lave. Et mer riktig tall for en aure ved alder 5 år er dermed 0.51 mg Hg/kg.

Forskjellen i kvikksølvinnholdet mellom aure og lake kan forklares gjennom deres ulike levesett. Laken lever hele livet nær bunnen. De første årene lever den av bunndyr og store krepsdyr; i hovedsak Pallasea quadrispinosa, men også en del Mysis relicta og Gammaracanthus loricatus (Sandlund et al. 1984). Disse krepsdyrartene har trolig høyt kvikksølvinnhold da de lever nær bunnen i tilknytning til høye kvikksølvkonsentrasjoner i sedimentene.

Mjøsauren derimot gyter i ulike tilløpselver til Mjøsa, og ungene oppholder seg en tid i elvene og bekkene før den vandrer ut i Mjøsa. I disse elvene er kvikksølvinnholdet i bunndyrene som auren lever av atskillig mindre enn i Mjøsa på grunn av mindre tilførsel og større erosjon. Dette gjør at oppkonsentreringen av kvikksølv går seinere hos auren enn hos laken, som oppholder seg i Mjøsa hele livet.

Etter noen år vandrer imidlertid auren ut i Mjøsa, og både auren og laken går mer og mer over på fiskeføde; i første rekke krøkle. Krøkla lever av de samme krepsdyrene som små lake, slik at når auren og laken går over til fiskeføde kommer de på et høyere nivå i næringskjeden, og får følgelig høyere kvikksølvkonsentrasjoner.

Grunnen til at økningen av kvikksølvinnholdet med lengde og alder er større hos laken enn hos auren kan være at det er brukt enkel regresjon ved utregning slik at et eventuelt høyere kvikksølvinnhold ved overgang til fiskeføde hos auren ikke kommer frem. Tidligere analyser med bruk av sjøalder (i dette tilfelle antall år auren har oppholdt seg i Mjøsa) istedet for totalalder har gitt bedre sammenheng (Sandlund et al. 1981, Skurdal et al. 1985)

Den dårlige sammenhengen mellom lengde og kvikksølvinnhold er kan ha flere årsaker; ulikt næringsvalg for aure (lagesild og krøkle), ulik utvandringalder og størrelse, blanding av flere stammer, og andre forskjeller når det gjelder kjønnsmodning, habitatbruk og vandringer (Skurdal et al. 1985).

Kvikksølvkonsentrasjoner hos aure, lake og krøkle ble også målt i 1979 og 1980 (Sandlund et al. 1981). For alle tre fiskeartene ser det ut til at kvikksølvinnholdet har gått ned i tidsrommet 1979 til 1984. Tar en for seg aure og lake på 50 cm, hadde de i 1979 en gjennomsnittlig kvikksølvkonsentrasjon på henholdsvis 1.28 mg Hg/kg og 1.38 mg Hg/kg. De tilsvarende tallene for 1982-84 var 0.45 mg Hg/kg og 0.77 mg Hg/kg. Ei krøkle ved alder 5 år hadde i 1979 et gjennomsnittlig kvikksølvinnhold på 0.27 mg Hg/kg og i 1983 0.17 mg Hg/kg.

Årsaken til denne nedgangen kommer trolig av at Mesna kartongfabrikk i 1970 sluttet å bruke kvikksølv i sin produksjon, og at kvikksølvet etterhvert har blitt mindre tilgjengelig, ved at det blir sedimentert på dypere lag (Rognerud 1985).

Med bakgrunn i WHO/FAOs anbefalinger har helsedirektoratet tilrådd at fisk med mer enn 1.0 mg Hg/kg kun unntaksvis bør benyttes til matfisk. Enkelte av de største individene av lake og aure (over 50 cm) i Mjøsa overskred i 1982-84 denne grensen. Disse var imidlertid i fåtall, og det hadde vært en markert nedgang fra 1979. Det er grunn til å tro at denne nedgangen har fortsatt også etter 1984, noe som skulle bety at det ikke er noen helsefare å spise fisk fra Mjøsa. For å være på den sikre siden til mer oppdaterte undersøkelser foreligger, bør imidlertid konsum av stor aure og spesielt lake begrenses til ett måltid pr. uke

LITTERATUR

- Haugen, A., Høie, R. & Norheim, G. 1985. 10th Nordic Atomic Spectroscopy and Trace Element Conference. 6. - 9. August, Åbo, Finland.
- Lindquist, O. et al. 1984. Mercury in Swedish Environment Global and local sources. SNV.PM 1816. Naturvårdsverket. 103 s.
- Nashoug, O. 1976. Undersøkelse av kvikksølvinnholdet i abbor og gjedde fra Mjøsa og Vorma. Mjøsutvalget, stensil 8 s.
- Rognerud, S. 1985. Kvikksølv i Mjøsa's sedimenter. NIVA- rapport 0-82105. 47 pp.
- Rognerud, S & Fjeld, E. 1990. Landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter og kvikksølv i fisk. Statlig program for forurensningsovervåkning. Rapport 426/90. 79 s.
- Sandlund, O.T, Klyve, L. & Næsje, T.F. 1981. Kvikksølv i fisk og evertebrater i Mjøsa og noen sjøer i Mjøsområdet, 1979 - 80. DVF-Mjøsundersøkelsen, rapport nr. 4: 54 s.
- Sandlund, O. T. et al. 1984. Vekst, habitat og næring hos lake i Mjøsa. Fauna 38/85. 37 - 43. Oslo 1985.
- Semb, A. 1980. Tilførsel av kvikksølv fra atmosfæren. Tyrifjordundersøkelsen Fagrapport nr. 6: 17 s.
- Skurdal, J., Skogheim, O. K. & Qvenild, T. 1985. Kvikksølvinnholdet hos ørreten i Tyrifjorden. Fauna 38, 152-155.
- Skurdal, J., Skogheim, O. K. & Qvenild, T. 1986. Indicative value of mercury concentration in adipose of brown trout, *Salmo trutta* L. J. Fish Biol. (1986) 29, 515 - 517.
- Underdal, B. 1970. Undersøkelse av kvikksølvinnholdet i fisk fra Mjøsområdet. Rapport NVH, 15 s.
- Westöo, G. & Norén, K. 1967. Kvikksilver och metylkvikksilver i fisk. Vår föda 10.

VEDLEGG

Vedlegg 1. Primærdata for aure fanget i Mjøsa ved Lillehammer.

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
500	1695	6	.45
840	8900	7	.86
700	4400	7	.92
620	3400	7	.39
595	3250	7	.75
470	1250	4	.27
655	3850	•	.57
480	1500	6	.36
470	1400	6	.35
460	1200	4	.4
810	8250	8	.44
475	1400	5	.46
610	3600	6	.69
445	1100	5	.37
530	1950	6	.53
490	1700	5	.31
450	1100	5	.39
630	3050	7	.5
525	2200	5	.47
805	7750	8	.58
520	1800	6	.28
580	2650	5	.62
560	2150	•	.37
425	1050	4	.36
415	900	6	.4
600	3000	6	.27
580	2150	5	.3
400	900	5	.53
540	2000	6	.61
570	2250	7	.55
760	7100	7	.71
470	1450	5	.32
650	4200	8	1.27
790	7550	7	1.46
430	900	5	.68
680	5000	6	.58
560	2400	6	.46
•	4100	7	.86
635	3650	6	.71
495	1550	5	.5
400	750	4	.48
510	1575	6	.54
400	900	4	.27
675	4700	8	.55

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
480	1550	5	.34
470	1350	5	.44
600	2550	6	.61
480	1550	5	.68
555	4650	6	.36
535	2300	5	.64
545	2250	6	.52

Vedlegg 2. Primærdata for aure fanget i Mjøsa mellom Gjøvik og Hamar.

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
520	1700	7	•
610	3200	10	•
420	1100	7	•
390	900	5	.33
320	600	4	.18
320	300	5	.11
200	100	2	.1
330	320	4	.76
370	720	4	.18
450	1020	5	.31
500	1400	7	.74
370	810	6	.46
550	680	6	.16
320	500	5	.22
380	600	5	.26
360	610	3	.35
350	580	4	.19
250	220	4	.17
400	770	6	.28
360	640	4	.28
350	620	4	.19
340	600	6	.51
350	540	4	.28
250	190	3	.17
450	1150	5	.21
530	1700	6	.35
350	550	5	.23
450	1400	6	.27
450	1000	5	.41

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
500	1600	6	.45
420	800	4	.23
900	11000	9	.83
740	5800	7	.07
500	1200	8	.39
400	700	6	.31
420	1100	6	.24
560	1600	•	.76
490	1800	7	.08
400	600	•	.43
540	2000	8	.79
530	700	5	.67
350	400	5	.27
780	5225	8	.87
570	2225	7	.51
550	2025	•	.53
500	1200	8	.18
450	1075	4	1.4
420	950	4	.59
460	725	6	.27
400	725	4	.64
570	2075	5	.43
520	1075	5	.45
540	1650	5	.41
500	1500	5	.82
470	1000	4	.38
460	1000	4	.32
550	2000	4	.5
580	2400	8	.64
700	4200	8	.45
470	1000	6	.33
620	3050	10	.15
680	3850	8	.7
630	•	7	.18
770	5800	7	.28
565	1650	8	1.25
560	1675	8	.8
450	925	6	.23
450	850	6	.13
450	1075	7	.43
470	1025	5	.18
400	675	6	.18
530	2050	7	.6
500	1550	6	.44
530	1750	7	.23
530	1775	7	.56
710	3900	10	.72
550	2200	6	.29
480	1400	7	.31

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
680	2900	7	.26
470	1350	6	.2
560	2650	8	.37
810	7810	8	.6
510	1500	7	.36
480	1250	7	.39
690	4900	7	.53
510	1600	7	.59
465	1300	4	.39
525	2100	7	.57
560	1650	6	1.13
565	1700	5	.94
530	1700	6	.46
470	1200	7	.68
450	1400	6	.5
470	1300	7	.76
420	800	5	.34
500	1800	6	.54
556	2400	6	.37
460	1500	5	.41
480	1650	6	.75
•	•	6	.27
420	1300	5	.63
630	2750	7	.25
600	2100	8	.21
580	2250	6	.19

*Vedlegg 3. Primærdata for
krøkle fanget ved
Snippsandodden i 1983.*

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
187	40	11	.34
110	6.5	3	.15
155	18	11	.29
150	15.8	11	.49
145	17	7	.32
148	17.2	10	.35
127	8.5	6	.34
112	7	3	.09
112	7.3	3	.08
145	15.8	7	.29
110	6	3	.1
114	6.8	3	.09

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
107	5.6	3	.08
117	7.5	3	.06
112	7	3	.09
130	9.5	7	.36
109	6.5	3	.09
117	7.7	3	.05
115	8.3	3	.06
115	6.8	3	.07
119	8.2	3	.08
138	11.7	6	.18
115	7.7	3	.12
142	12.2	8	.26
142	12.8	11	.27
116	7.2	3	.04
115	7	3	.04
133	12.8	7	.17
113	7.2	3	.04
118	7.8	3	.05
115	7.6	3	.04
108	6	3	.04
138	13	9	.32
133	10.5	5	.11
125	9.2	7	.2
112	6.5	3	.05
122	9.8	3	.06
154	17.2	8	.16
152	18.1	11	.27
168	19.5	10	.37
158	21.7	8	.18
154	19.5	8	.21
161	19	10	.36
175	34	11	.22
166	19.9	11	.52
168	23.5	7	.26
148	15.5	7	.16
160	19.8	8	.32
159	20.3	11	.34
158	20.8	11	.28
172	22.2	11	.36
192	43.5	11	.33
190	47	9	.26
143	12.5	8	.39
150	17.6	8	.34
170	28.5	9	.2
155	19	8	.26
149	13.8	11	.44
146	14.5	8	.31
147	14.8	8	.33

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
147	13.9	7	.23
135	11.2	7	.21
157	18.9	11	.39
145	16.3	7	.22
153	16.2	7	.29
139	11.9	7	.22
133	10	5	.22
147	16.9	8	.24
137	12	5	.31
117	8.5	3	.12
114	6.6	3	.12
121	9.4	3	.09
121	9.2	3	.06
111	6.5	3	.1
116	7	3	.09
108	5.6	3	.19
118	8.5	3	.08
116	7.8	3	.07
112	7.4	3	.06
118	7.9	3	.08
115	8.2	3	.13
120	7.8	3	.1
117	8.3	3	.08
116	6.6	3	.11
114	6.9	3	.16
113	7.5	3	.15
117	8	3	.1
110	6.2	3	.1
112	6.9	3	.08
109	6.4	3	.09
111	6.8	3	.09
114	6.8	3	.13
111	7.2	3	.09
113	7.2	3	.05
115	7.8	3	.08
113	6.6	3	.13
121	8.4	3	.1
114	7.6	3	.1
117	7.6	3	.11
116	8.5	3	.08
112	6.8	3	.06

*Vedlegg 4. Primærdata for
krøkle fanget ved
Snippsandodden i 1984.*

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
120	8.6	4	.1
135	11.3	7	.24
130	8.5	4	.1
142	12.7	9	.37
120	7.9	4	.15
137	14.4	6	.23
125	7.8	4	.1
119	8.2	4	.09
135	13	4	.12
131	10.2	6	.2
122	8	4	.15
124	8.8	4	.13
130	10.2	4	.09
121	8.9	4	.09
120	7.6	4	.1
125	8.5	4	.32
126	10.7	4	.11
110	5.6	4	.15
118	8	4	.09
113	8.3	9	.49
124	9.2	4	.09
113	7.1	4	.08
113	7	4	.08
144	12.6	9	.28
120	6.7	4	.16
121	8.3	4	.07
125	9.3	4	.09
125	8.5	4	.09
131	9.9	4	.21
124	9.5	4	.12
123	8.5	4	.08
122	8.9	4	.08
105	4.2	4	.14
123	8	4	.09
130	10.1	4	.09
120	8.1	4	.09
122	7.9	4	.12
120	8	4	.15
126	10.5	4	.1
124	8.7	4	.09
124	8.8	4	.12
120	8.2	4	.11
121	8.4	4	.09
115	7.5	4	.06

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
127	7.9	4	.12
119	6.8	4	.09
125	8.1	4	.13
127	8.8	4	.14
120	8.2	4	.13
134	9	7	.28
156	15	9	.41
151	•	6	.39
136	•	5	.41
140	•	9	.41
141	•	8	.34
133	•	8	.45
148	•	6	.23
140	•	6	.27
132	•	9	.46
158	•	11	.56
132	•	8	.28
146	•	9	.39
157	•	8	.35
145	•	7	.43
138	•	12	.41
166	•	4	.16

*Vedlegg 5. Primærdata for
lake fanget i Mjøsa ved
Hamar.*

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
550	1655	9	1.03
490	980	8	.98
560	1660	10	.67
380	390	4	.36
540	1275	7	.83
540	1195	9	1.99
610	1855	10	1.62
430	635	7	1.02
500	975	7	.34
590	1370	10	1.16
590	1980	•	.89
510	1290	7	.88
560	1660	7	1.07

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
530	1235	8	1.2
500	970	5	.42
580	1300	9	1.01
400	675	7	1.12
480	1030	9	.9
510	1215	5	.83
420	727	5	.16
600	1875	11	1.26
510	1060	9	.93
580	1390	7	.7
530	1325	4	.47
510	1125	8	.9
510	835	9	.97
560	1290	10	1.83
480	1085	5	.65
530	1210	5	1.69
570	1355	8	1.41
500	1160	6	.62
470	980	6	.52
460	835	5	.69
680	2030	6	1.34
620	1690	9	1.06
620	1930	9	.93
630	1550	12	1.53
420	650	5	.57
370	340	4	.35
520	1005	8	1.22
530	1250	8	.82
520	1260	7	.69
460	825	5	.49
550	1465	9	1.07
530	1100	10	.65
480	1025	5	.51
570	1715	8	.95
450	830	4	.34
540	1490	9	1.26
490	825	5	.71
530	1460	6	1.11
450	715	4	.69
430	675	3	.52
720	3240	12	1.07
560	1885	5	.77
630	2010	9	.91
520	1255	8	.91
570	1545	10	.68
450	790	6	.75
540	1120	9	.77
600	1680	8	.93

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
630	2035	8	1.3
450	730	7	.36
450	560	4	1.26
430	700	6	.77
450	545	8	.91
520	1240	10	.81
520	1160	10	1.32
530	1400	11	.94
570	1580	11	1.24
610	2370	9	.64
480	875	9	.89
520	1240	7	.49
550	1610	11	.77
670	3060	14	.65
390	450	3	.55
440	650	6	.97
430	755	4	.59
490	555	9	.92
495	1040	10	1.07
440	560	4	.41
370	400	2	.22
495	1110	8	.21
460	765	6	.6
475	935	6	.75
340	400	4	.34
460	690	5	.86
470	740	5	.96
545	1340	7	.65
500	965	4	.66
360	340	3	.14
500	840	6	.92
360	335	3	.37
530	1070	7	.57
380	450	3	.27
400	590	5	.75
540	775	9	1.7
400	490	3	.35
460	675	4	1.1
460	780	6	.9
360	385	2	.25
220	245	4	.16
390	430	9	.67

Vedlegg 6. Primærdata for lake fanget i Mjøsa ved Lillehammer.

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
340	385	3	.48
400	495	3	.57
340	340	3	.51
560	1610	5	1.43
390	550	3	.5
400	600	3	.32
380	535	2	.38
370	560	3	.48
380	500	4	.4
400	485	4	.45
350	425	2	.47
380	580	3	.69
460	830	3	.58
400	530	3	.43
380	415	3	.45
320	335	2	.26
420	660	4	.5
330	320	2	.38
450	725	3	.58
350	365	3	.37
345	390	3	.42
370	485	3	.35
410	595	4	.45
390	470	3	.35
515	1295	5	.78
490	1150	4	.87
550	1450	5	1.43
525	1330	3	.76
520	1065	4	.95
480	910	3	.6
520	980	4	1.29
560	1495	5	1.11
450	785	3	.42
500	1000	5	.71
500	1340	3	.93
555	1120	9	1.43
500	1250	6	1.17

Vedlegg 7. Primærdata for lake fanget i Mjøsa ved Kise.

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
440	615	8	.68
430	680	4	.47
570	1170	10	2.8
590	1795	10	1.03
500	740	4	.98
640	1730	10	1.04
470	810	6	.53
420	670	5	.32
440	620	4	.28
455	830	5	.34
600	1720	9	.88
700	2400	10	.89
720	2720	12	2.19
440	570	5	.32
440	625	4	.32
440	655	4	.52
470	725	4	.37
470	800	4	.53
460	575	4	1.01
460	655	5	.47
420	485	5	.33
470	780	6	.47

Vedlegg 8. Primærdata for lake fanget i Mjøsa ved Brøttum.

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
515	1325	4	.46
460	840	5	.5
510	1125	9	.99
555	1120	10	.84
445	735	5	.42
540	1230	7	.55
550	1580	8	.59
540	1340	8	1.23
470	710	5	.41
490	900	5	.45
620	740	9	.93
500	1070	6	.48
520	1250	9	.86

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
475	735	5	.55
530	1120	5	.54
570	1485	7	1.03
555	1340	9	1.36
510	1060	7	1.24
575	1570	9	.95
530	1365	10	1.19
560	1420	8	1.37
460	880	6	.48
480	975	9	1.07
580	1645	9	1.41
450	660	5	.65
460	695	6	1.18
525	770	10	1.44
490	890	5	.61
555	1300	5	.92

*Vedlegg 9. Primærdata for
lake fanget i
Gudbrandsdalslågen.*

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
690	1950	6	1.72
610	1875	5	1.04
400	335	3	.39
600	2100	8	1.12
530	975	5	.71
560	1125	5	.96
540	1280	6	.81
480	775	4	.36
540	985	9	1.02
470	785	4	.59
550	1680	6	.81
530	1185	5	.4
563	1400	6	.5
500	905	5	.6
460	670	4	.43
620	1905	6	.95
650	2260	10	1.04
460	675	4	.69
420	460	4	.54
420	430	3	.36
530	915	4	.61
610	1410	11	1.1
625	1270	5	1.36
550	1250	10	1.07

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
470	680	4	.52
480	765	5	.49
560	1260	8	.83
475	640	5	.42
660	1620	13	1.28
690	2650	10	.87
580	1350	7	1.06
550	1380	7	.96
480	865	6	.79
660	1960	11	.93
560	1255	5	.79
670	2300	11	1.11
630	2040	9	.81
560	1335	10	.81
560	1345	7	.71
660	2210	11	1.16
520	1000	6	.97
440	745	5	.5
625	1410	11	1.41
580	1030	6	.61
540	1200	5	.4
575	1215	4	.42
430	510	4	.46
600	1495	7	.88
530	1070	5	.62
590	1465	10	1.04
580	1495	9	1.19
400	665	9	1.15
550	1470	5	.59
430	545	4	.57
500	785	4	.4
400	460	4	.65
400	400	4	.54
660	1820	14	1.59
630	1705	9	1.15
600	2240	9	.88
680	2350	8	1.1
530	980	5	.68
570	1345	9	.1
600	1615	6	.7
590	1600	5	.83
650	1910	9	.8
520	945	4	.49
520	1015	4	.51
580	1435	7	.87
630	1965	6	1.23
630	2030	7	.83
620	2030	9	1.16
540	1175	5	.66
530	1070	6	.56
570	1560	6	.6
470	810	5	.68
580	1440	7	.96

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
550	1235	4	.59
570	1430	6	.53
570	1410	7	1.27
340	235	3	.37
640	1990	6	1.22
630	1940	7	1.1
580	1285	6	.79
500	945	4	.51
650	2360	6	1.08
510	980	4	.58
460	625	4	1.13
460	670	4	.7
450	695	4	.56

*Vedlegg 10. Primærdata
for aure fanget i
Flakstadelva.*

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
105	12	1	.02
138	32	2	.04
160	41	3	.06
137	26	2	.04
158	43	3	.05
155	40	3	.06
132	25	2	.04
137	25	2	.04
133	25	3	.06
132	22	2	.05
168	45	3	.05
140	30	2	.04
124	21	2	.04
136	29	2	.03
185	61	2	.06
110	14	1	.05
98	11	1	.05
98	11	1	.05
98	11	1	.05
93	9.1	1	.05
100	12	1	.04
97	10	1	.05
96	11	1	.04
92	9	1	.05
80	6	1	.07
40	1	0	.01

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
47	1	0	.03
46	1	0	.08
45	1	0	.03
48	1	0	.05
46	1	0	.04
175	57	2	.06
118	17	1	.07
108	15	1	.05
125	21	1	.04
130	23	1	.05
120	23	1	.05
60	3	0	.03
165	45	2	.05
148	38	2	.05
178	61	2	.05
188	73	2	.04
176	64	2	.06
180	64	2	.07
185	73	2	.06
180	69	2	.05
119	18	1	.06
105	.	1	.06

*Vedlegg 11. Primærdata
for aure fanget i
Svartelva.*

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
82	6	1	.02
64	3	0	.01
62	3	0	.01
63	3	0	.02
150	43	2	.03
150	41	2	.03
138	28	1	.04
148	43	1	.03
127	23	1	.04
152	40	1	.04
185	65	2	.04
195	83	2	.05
195	82	2	.04

*Vedlegg 12. Primærdata
for aure fanget i Moelva.*

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
155	38	2	.05
130	26	2	.05
110	17	1	.06
118	20	1	.05
115	18	1	.04
127	21	1	.04
148	37	2	.06
175	55	2	.03
65	4	0	.14
170	58	2	.02
170	53	2	.03
165	50	2	.02
190	94	2	.03

*Vedlegg 13. Primærdata
for aure fra K/L
Opplandskraft sitt
fiskeanlegg.*

Lengde (mm)	Vekt (g)	Alder (år)	mg Hg/kg
92	9	1	.04
95	10	1	.04
107	14	1	.04
107	14	1	.04
90	9	1	.03
105	13	1	.03
79	6	1	.05
75	5	1	.05
87	8	1	.04
70	4	1	.05
180	67	2	.07
187	88	2	.07
165	54	2	.09
127	22	2	.07
121	16	2	.09
150	39	2	.09
133	29	2	.1
150	37	2	.09
130	24	2	.09
96	9	2	.13

*Vedlegg 14. Primærdata
for kvikksølvinnholdet (mg
Hg/kg) i muskel, i partiet
mellom brystfinnene
(finne 1) og i fettfinnene
(finne 2) hos aure fra
Mjøsa.*

Muskel	Finne 1	Finne 2
.66	.4	8.00E-2
.74	.75	.12
.87	.52	.22
1.21	.71	.14
1.11	1.04	.22
.55	.36	6.00E-2
.49	.55	.14
1.14	.79	.13
.62	.69	.23
.55	.56	.1
.54	.51	.1
1.01	.68	.21
.52	.58	.1
.73	.65	.12
.78	.61	.1
.63	.63	.13
.56	.87	.1