

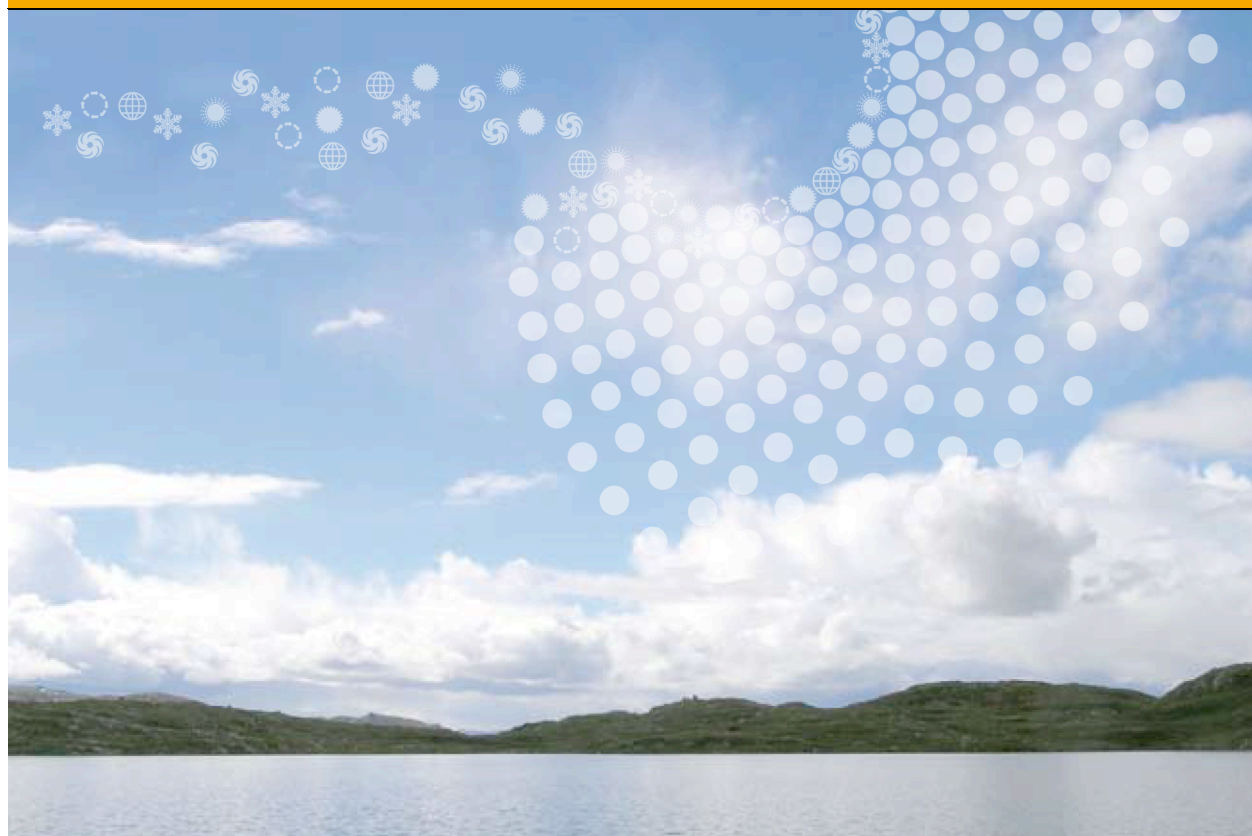


Statlig program for forurensningsovervåking

Statlig program for forurensningsovervåking, rapportnr: 1065/2009

# KVIKKSØLV I ØRRET FRA SØR-NORGE, 2008

TA  
2580  
2009



Utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

**NIVA**

## **Forord**

På oppdrag av Statens forurensingstilsyn, (SFT) har Norsk institutt for vannforskning (NIVA) kartlagt konsentrasjonene av kvikksølv i innsjølevende ørret i Sør-Norge, 2008. Det er i hovedsak valgt innsjøer hvor kvikksølv i fisk har vært undersøkt tidligere (1988-2001).

Prosjektleder ved NIVA har vært forsker Eirik Fjeld og medarbeider har vært seniorforsker Sigurd Rognerud.

Stabile N- og C-isotoper, til bruk for fastsettelse av trofisk nivå, er utført ved Institutt for energiteknikk (IFE). Ansvarlig her har vært seksjonsleder Ingar Johansen.

Prosjektansvarlig hos SFT har vært overingeniør Bård Nordbø.

Deler av materialet er innsamlet med hjelp fra frivillige sportsfiskere og andre interessenter, og en stor takk rettes til alle involverte.

NIVA, Oslo 1.12.2009

Eirik Fjeld  
Forsker, prosjektleder

## Innhold

<b>1. Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Abstract</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Innledning</b> .....	<b>5</b>
<b>4. Materiale og metoder</b> .....	<b>6</b>
4.1 Lokalteter .....	6
4.2 Innsamling av fisk .....	7
4.3 Analyser av kvikksølv og stabile isotoper .....	7
4.4 Statistiske analyser .....	7
<b>5. Resultater og diskusjon</b> .....	<b>9</b>
5.1 Kvikksølv og fiskestørrelse, 2008 .....	9
5.2 Historisk utvikling .....	12
5.3 Sammenlikninger med abbor .....	15
5.4 Mulige årsaker for økninger i kvikksølv.....	16
5.5 Vurderinger i forhold til EUs vanndirektiv.....	17
<b>6. Referanser</b> .....	<b>18</b>
<b>7. Vedlegg</b> .....	<b>20</b>

## 1. Sammendrag

Rapporten dokumenterer resultatene av en undersøkelse av kvikksølv i innsjølevende ørret i Sør-Norge, og sammenlikner nivåene i 2008 med tidligere data for å påvise eventuelle endringer. Ingen av innsjøene har kjente lokale punktutslipp av kvikksølv, og det antas derfor at langtransporterte atmosfæriske avsetninger er viktigste forurensningskilde.

Konsentrasjonen av kvikksølv ble bestemt i 223 ørret fra 17 innsjøer, hvorav bestandene i 14 av disse har vært undersøkt for kvikksølv tidligere i perioden 1988–2001.

Kvikksølvkonsentrasjonene var gjennomgående lave, og midlere konsentrasjon i de enkelte bestandene varierte mellom 0,07 og 0,22 mg/kg (våtvekt) for en fisk med en lengde på 26,5 cm ( $\approx$ 185 g). Midlere lengde og vekt av prøveutvalget fra de enkelte bestandene var i området 20,3–34,6 cm og 88–511 g.

Konsentrasjonene av kvikksølv økte med fiskens størrelse, og med unntak av én enkelt fisk med en vekt på omlag 1,2 kg, hadde ingen konsentrasjoner som oversteg EUs omsetningsgrense på 0,5 mg Hg/kg (våtvekt).

For de 14 bestander hvor sammenlikning med tidligere data var mulig, bestod prøvematerialet av 177 fisk fanget i 2008 og 264 fisk fanget i perioden 1988–2001. Konsentrasjonene av kvikksølv i fisken i 2008 var statistisk signifikant høyere for åtte av de 14 bestandene, mens det for én bestand kunne påvises en signifikant reduksjon. I gjennomsnitt hadde konsentrasjonen økt med omlag 23 %, fra 0,118 mg/kg til 0,145 mg/kg for en fisk med en lengde på 26,5 cm ( $\approx$ 185 g)

Denne økningen bekrefter en tendens som også er påvist for abbor i sørøst-Norge, samt for annen ferskvannsfisk i Sverige. Årsaken til økningen er ikke kartlagt. Det kan ikke skyldes økte atmosfæriske tilførsler av kvikksølvforurensninger, da disse avsetningene har avtatt i denne delen av Norge siden slutten av 1980-tallet. Kvikksølv i fisk finnes i all hovedsak som metylkvikksølv, og forhold som stimulerer produksjonen av metylkvikksølv i nedbørfeltene og i innsjøene, som et varmere og fuktigere klima samt skogsdrift, kan tenkes å bidra til økningen. Dette er imidlertid forhold som ikke er undersøkt i dette prosjektet.

I følge EUs vanndirektiv skal miljøkvalitetskravet for fisk og annen akvatisk biota være mindre enn 0,02 mg Hg/kg (våtvekt). Samtlige av de analyserte fiskeprøvene fra 2008 overskred denne grensen. Når dette også gjelder for prøvene fra en høyereliggende fjellsjø, en innsjøtype i utgangspunktet kan forventes å være blant de minst påvirkede i Norge, synes det for oss som miljøkravet for kvikksølv i vanndirektivet er satt på et urealistisk lavt nivå. Konsentrasjonene i andre bestander er imidlertid tydelig forhøyet, og vi anbefaler derfor at kvikksølv inkluderes i basisovervåkingen som er hjemlet i vanndirektivet.

## 2. Abstract

This report documents the results of a survey of mercury in lake trout from southern Norway, and compares the levels in 2008 with previous data to detect any changes. None of the lakes have known local pollution sources of mercury, and long-range atmospheric deposits is therefore assumed to be the most important source.

The concentration of mercury was determined in 223 trout from 17 lakes, of which the populations in 14 of these had been investigated for mercury in the period 1988–2001.

Mercury concentrations were consistently low, and the average concentration in the individual populations varied between 0.07 and 0.22 mg / kg (wet weight) of a fish with a length of 26.5 cm ( $\approx$  185 g). Mean length and weight of the test samples from the individual populations were in the range 20,3-34,6 cm and 88-511 g.

The concentrations increased with fish size, but with the exception of a single fish weighing approximately 1.2 kg, none of them exceeded the EU's consumption limit of 0.5 mg Hg/kg (wet weight).

For the 14 stocks in which a comparison with previous data was possible, samples consisted of 177 fish caught in 2008 and 264 fish caught during the period 1988-2001. The concentrations in 2008 were statistically significantly higher for eight of the 14 populations, while a significant reduction could be detected for one population. On average, the concentration had increased by approximately 23%, from 0.118 mg / kg to 0.145 mg / kg.

This increase is in line with the findings for perch in southeast Norway, as well as for other freshwater fish in Sweden. The cause of the increase has not yet been identified. We can rule out increased atmospheric inputs of mercury pollution, as these deposits have decreased in this part of Norway since the late 1980s. Mercury in fish exists mainly as methyl mercury, and conditions that stimulate the production of methyl mercury in the catchments and the lakes, such as a warmer and wetter climate and forestry, might contribute to the increase. This is, however, conditions that are not investigated in this project.

According to the EU's Water Framework Directive, the environmental quality requirements for fish and other aquatic biota are set to 0.02 mg Hg/kg (wet weight) or less. All of the analyzed fish samples from 2008 exceeded this limit. When this also applies to samples from an alpine lake, a lake type which should be expected to be among the least affected in Norway, it seems to us that the environmental requirements for mercury in fish is set at an unrealistically low level. However, the concentrations in other populations are clearly elevated, and we therefore recommend to include mercury in the operational surveillance that is required according to the directive.

### 3. Innledning

I en undersøkelse som blant annet omhandlet kvikksølv i abbor fra sørøst-Norge, fisket i 2008, ble det påvist en økning i kvikksølvkonsentrasjonene fra 1991 (Fjeld og Rognerud, 2009). Konsentrasjonsøkningen var på 63 % , og i gjennomsnitt overskred kvikksølvnivåene mattilsynets omsetningsgrense på 0,5 mg Hg/kg (våtvekt) når fisken ble omlag 24 cm ( $\approx$  200 g).

Dette var et overraskende funn fordi avsetningene av kvikksølv fra langtransporterte luftforurensninger har avtatt fra begynnelsen av 90-tallet og fram til i dag. Årsaken til økningen er uviss, men forhold som klimatiske endringer og skogsdrift kan ha bidratt. Dette er forhold som kan stimulere produksjonen av metylkvikksølv som oppkonsentreres i næringskjedene.

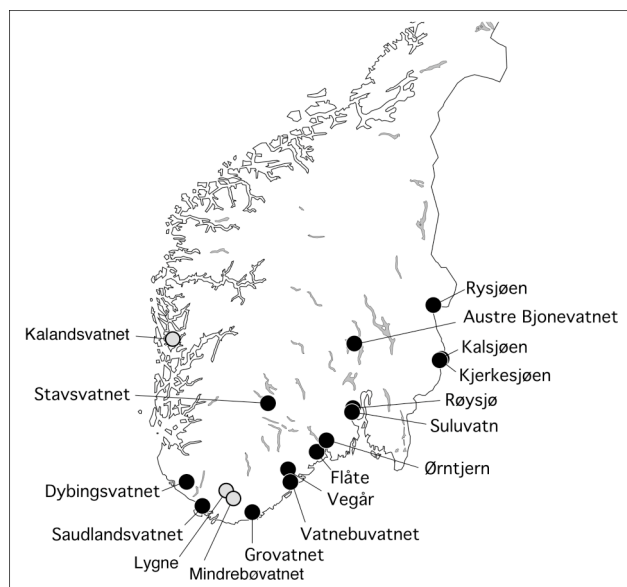
SFT engasjerte NIVA for å undersøke om samme fenomen kunne påvises i ørretbestander i Sør-Norge, og om det følgelig kunne være et mer generelt fenomen for norsk ferskvannsmiljø. Vi hadde muligheten til å benytte et allerede innsamlet ørretmateriale. Prøvene ble analysert for kvikksølv og resultatene er sammenliknet med tidligere data fra NIVAs undersøkelser (1988-2001).

Vi har også sammenliknet konsentrasjonene med miljøkravet i EUs ramedirektiv for vann som for biota er 20  $\mu$ g Hg/kg våtvekt (0,02 mg/kg) (EU 2008). Ut fra foreliggende kjennskap til nivåene i norsk ferskvannsmiljø er dette et svært lavt nivå, hvilket understreker betydningen av å inkludere kvikksølv i miljøforvaltningens basisovervåking.

## 4. Materiale og metoder

### 4.1 Lokalteter

I forbindelse med en undersøkelse av organiske miljøgifter i ørret og kvikksølv i abbor ble det fisket i et utvalg innsjøer i Sør-Norge (Fjeld og Rognerud 2009). Vi har her benyttet oss av deler av ørretmaterialet som ble innsamlet i forbindelse med dette prosjektet. Vi har valgt ut 17 lokaliteter, og for 14 av disse har vi eldre data på kvikksølv i ørret. Ingen av lokalitetene har lokale punktilførsler av kvikksølv, og langtransporterte atmosfæriske avsetninger av kvikksølv anses som viktigste forurensningskilde. To av innsjøene er foreslått inkludert i basisovervåkingen hjemlet i EUs vanndirektiv (Ranneklev et al. 2009). Sju av innsjøene er imidlertid for små til å omfattes av direktivets krav ( $> 0,5 \text{ km}^2$ ).



**Figur 1.** Kart over de undersøkte lokalitetene. Innsjøene med tidligere data på kvikksølv i ørret er markert med svarte punkter, de med data fra kun 2008 er markert med grå punkter.

**Tabell 1.** Innsjøene som er med i undersøkelsen. Lok. ID er innsjønummer i NVEs innsjødatabase. Koordinatene er oppgitt for UTM sone 33, WGS 84. Antall fisk for 2008 er også oppgitt.

Level	Lok.ID.	Fylke	UTM ØV	UTM NS	Areal, km <sup>2</sup>	m o.h.	Antall fisk
Austre Bjonevatnet *	605	Oppland	237585	6717523	2,27	204	10
Dybingsvatnet *	66156	Rogaland	-6246	6516011	1,02	177	20
Flåte	110	Telemark	182844	6559866	3,93	53	7
Grovatnet	11413	Vest-Agder	89274	6471984	0,34	26	10
Kalandsvatnet	2057	Hordaland	-29692	6720655	3,37	53	14
Kalsjøen	3996	Hedmark	364580	6695224	0,69	381	10
Kjerkesjøen	4013	Hedmark	361647	6693176	0,96	316	8
Lygne	1232	Vest-Agder	47037	6504014	7,71	185	10
Mindrebøvatnet	10967	Vest-Agder	61339	6494719	0,27	154	16
Nordre Svanevatnet	5731	Vestfold	236780	6620715	0,32	233	12
Ørntjern	6584	Telemark	197043	6576519	0,12	176	20
Røysjø	5706	Vestfold	235615	6623496	0,70	207	18
Rysjøen	33688	Hedmark	352500	6773570	0,92	535	20
Saudlandsvatnet	21894	Vest-Agder	16743	6480970	0,16	106	20
Stavsvatnet	13194	Telemark	112112	6630576	0,40	1050	6
Vatnebuvatnet	10333	Aust-Agder	147447	6506309	0,34	5	16
Vegår	1258	Aust-Agder	141237	6534274	17,27	189	10

\* Foreslått inkludert i basisovervåkingen hjemlet i EUs vanndirektiv

## 4.2 Innsamling av fisk

Fisken ble fanget med garn i perioden juni–september 2008. All fisk ble frosset eller kjølt ned like etter innfangning og fraktet til NIVA hvor den ble oppbevart i dypfryser ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) inntil uttak av vevsprøver. Under transport og nedfrysing ble fisken oppbevart i ren aluminiumsfolie.

Ideelt sett burde det ha vært samlet inn omlag 20 individer av hver bestand for å sikre et representativt materiale og et tilstrekkelig stort antall til at sammenlikningene med historiske kvikksølvdata har en akseptabel statistisk utsagnskraft (Fjeld og Rognerud 2004). Da materialet i utgangspunktet var innsamlet for å analysere på organiske miljøgifter i blandprøver av ørret - og ikke kvikksølv - var det ikke lagt vekt på å samle inn mer enn omlag 10 individer fra hver bestand. I flere tilfeller fikk vi imidlertid samlet inn mer fisk enn dette. I Tabell 1 har vi gitt antall fisk fra de enkelte bestandene innsamlet i 2008.

Under prøveopparbeidelsen ble fisken målt og veid, og kjønn og stadium ble bestemt. Under kontrollerte, ukontaminerte forhold ble det dissekert ut skinn- og beinfrie prøver av skjelettmuskulaturen (muskelfilet) fra hver fisk. De individuelle prøvene som skulle analyseres for kvikksølv ble pakket inn i ren aluminiumsfolie som igjen ble lagt inn i en tett polyetylenpose med lynlås.

Tidligere data på kvikksølv i ørret er hentet fra undersøkelser av Rognerud og Fjeld (1990), Rognerud et al. (1996), Fjeld og Rognerud (2001), Rognerud et al. (2002), Rognerud og Fjeld (2002) og Fjeld og Rognerud (2004).

## 4.3 Analyser av kvikksølv og stabile isotoper

Prøvene fra 2008 ble analysert for kvikksølv ved NIVA med en Lumex Mercury Analyser RA 915. Metoden innebærer atomisering ved pyrolysis og direkte bestemmelse ved atomabsorpsjonspektrometri med Zeeman bakgrunnskorreksjon. Metoden har en deteksjonsgrense på  $0,5 \mu\text{g}/\text{kg}$ . Sertifiserte standarder (IAEA 407, DOLT 3) ble kjørt for hver tiende prøve.

Videre ble prøvene analysert for stabile N- og C-isotoper, målt som  $\delta^{15}\text{N}$  (forholdet mellom  $^{15}\text{N}$  og  $^{14}\text{N}$ ) og  $\delta^{13}\text{C}$  (forholdet mellom  $^{13}\text{C}$  og  $^{12}\text{C}$ ) for å bestemme deres relative trofiske posisjon (plass i næringsnett) og karbonkilder (Minagawa og Wada 1984, Van der Zanden 1997). Dette er informasjon som i en framtidig trendovervåking vil være nyttig for avgjøre om det har skjedd endringer i næringsnett som kan ha betydning for oppkonsentreringen av miljøgifter. Disse analysene ble gjort ved Institutt for Energiteknikk (IFE).

## 4.4 Statistiske analyser

I denne undersøkelsen har vi hatt muligheten for å undersøke endringer i kvikksølvinnholdet for abborbestander fra 14 av innsjøene som ble innsamlet i 2008. De tidligere prøvene er innsamlet spredt i perioden (1988–2001).



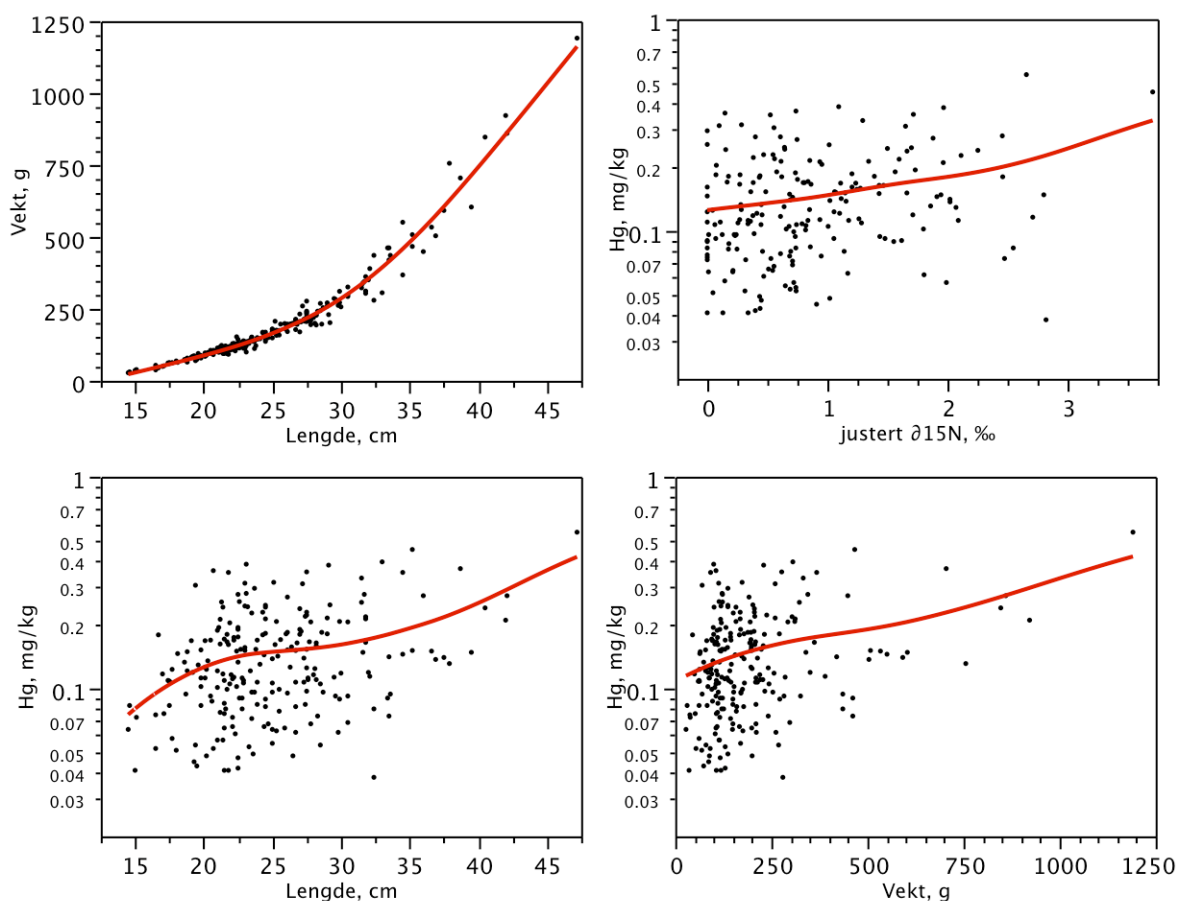
For å undersøke for endringer over tid formulerte vi en hierarkisk eller nøstet modell, hvor effektene hvor innsjø inngår er nøstet inn under år, og hvor disse effektene er deklarerert som tilfeldige effekter (analysis of variance, mixed model). Vi har benyttet en statistisk metode kalt REML (REstricted or REsidual Maximum Likelihood) for å tilpasse modellen til dataene. Dette er en generell metode for å estimere lineære blandede modeller, som i motsetning til konvensjonelle lineære modeller (variensanalyser og regresjonsmodeller) produserer nøytrale (unbiased) parametere. Vi har benyttet statistikkprogrammet JMP (SAS 2005) for de statistiske analysene. For en introduksjon til blandede modeller, se f. eks. Galway (2006).

## 5. Resultater og diskusjon

### 5.1 Kvikksølv og fiskestørrelse, 2008

Det ble i 2008 samlet inn og analysert kvikksølv i totalt 227 ørret fra 17 innsjøer. For hver innsjø ble det forsøkt å samle inn 10–20 individer, men for noen innsjøer var antallet lavere. En beskrivelse av lengde, vekt og kvikksølvkonsentrasjon til den innsamlede fisken er gitt Figur 2 og Tabell 2. I denne figuren har vi òg vist en positiv sammenheng mellom kvikksølv og forholdet mellom stabile N-isotoper ( $^{15}\text{N}$  og  $^{14}\text{N}$ ). Isotopforholdet, som øker med fiskens trofiske nivå (plass i næringskjeden) er uttrykt som  $\delta^{15}\text{N}$  (Minagawa and Wada, 1984). Samtlige individuelle data er gitt i vedlegg I.

Midlere lengde og vekt av prøveutvalget fra de enkelte bestandene var i området 20,3–34,6 cm og 88–511 g. Kvikksølvkonsentrasjonene var gjennomgående lave, og midlere konsentrasjon i de enkelte bestandene varierte mellom 0,07 og 0,22 mg/kg. De laveste konsentrasjonene ble funnet i Stavsvatnet, en høyereliggende fjellsjø som ligger nær Hardangerviddas sydlige utkant. Utover dette kan ikke spores noen klare geografiske trender i materialet, og bestander med klart forhøyede nivåer ble funnet i lavlandet fra Sørvestlandet (Saudlandsvatn) og til grensestrøkene i Hedmark (Kalsjøen).



**Figur 2.** Sammenhengen mellom lengde, vekt, stabile nitrogenisotoper (justert  $\delta^{15}\text{N}$ ) og kvikksølvkonsentrasjon i ørret fisket i 2008. Kurvene, som angir de sentrale tendensene i materialet, er framstilt ved en kurveglattingsmetode (kubiske splines).  $N = 227$ , antall bestander = 17.  $\delta^{15}\text{N}$  er justert for populasjonsforskjeller ved å trekke laveste verdi (som representerer laveste trofiske nivå) i populasjonene fra de målte verdiene.

**Tabell 2.** Midlere lengde, vekt og kvikksølvkonsentrasjon i de undersøkte bestandene av ørret. N: antall, SD: standard avvik.

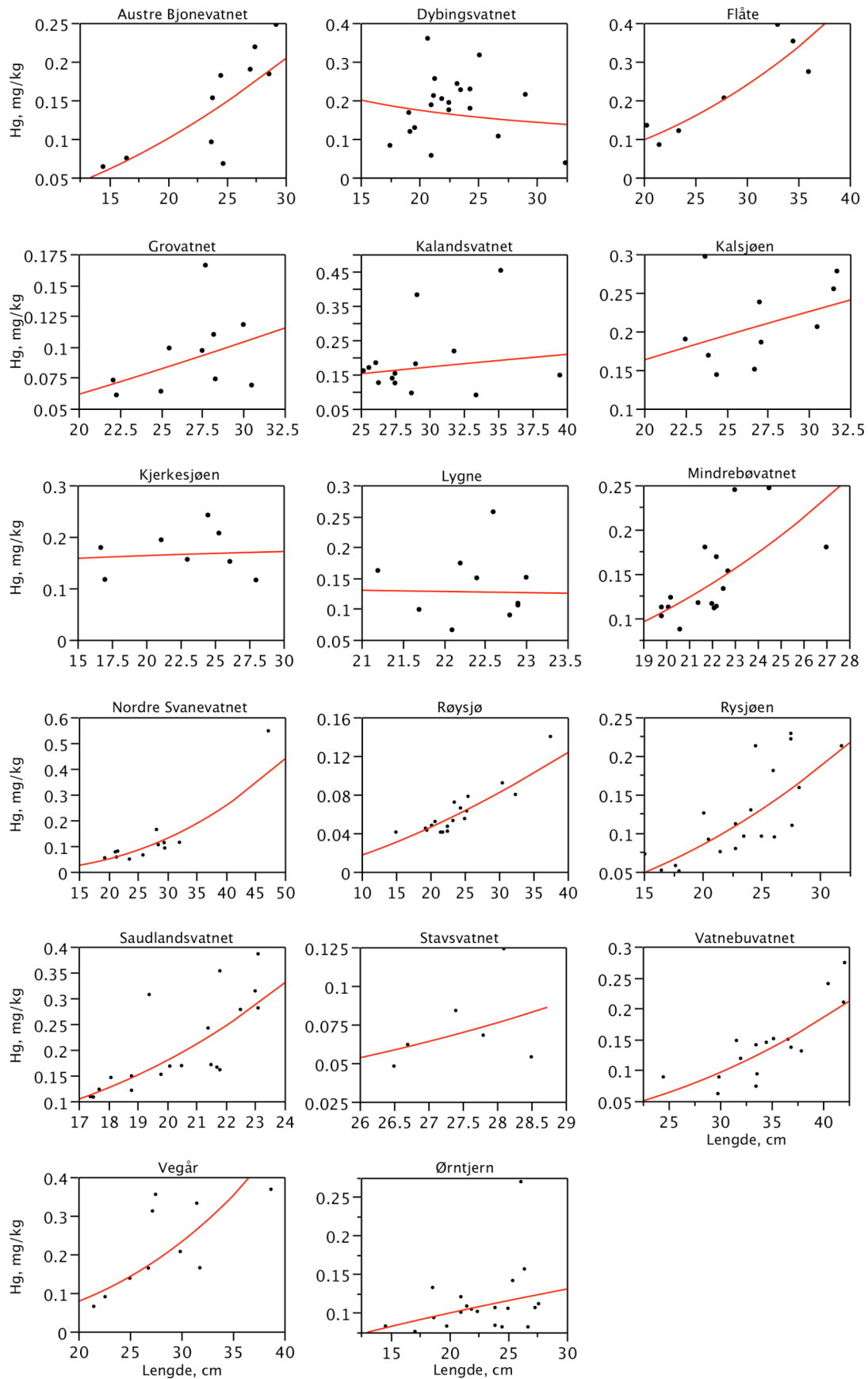
Lokalitet	N	Lengde, cm		Vekt, g		Hg, mg/kg	
		Middel	SD	Middel	SD	Middel	SD
Austre Bjonevatnet	10	24,0	4,9	137	64	0,15	0,07
Dybingsvatnet	20	22,8	3,5	142	57	0,19	0,08
Flåte	7	28,1	6,5	238	137	0,22	0,12
Grovatnet	10	26,7	2,9	201	63	0,09	0,03
Kalandsvatnet	14	29,4	4,1	290	128	0,19	0,10
Kalsjøen	10	26,9	3,4	213	81	0,21	0,05
Kjerkesjøen	8	22,7	4,2	133	64	0,17	0,04
Lygne	10	22,4	0,6	114	12	0,14	0,05
Mindrebovatnet	16	22,0	1,9	117	35	0,14	0,05
Nordre Svanevatnet	12	27,4	7,5	279	301	0,13	0,14
Rysjøen	20	23,3	4,4	149	71	0,12	0,06
Røysjø	18	23,9	5,2	175	140	0,06	0,03
Saudlandsvatnet	20	20,3	2,0	88	21	0,20	0,09
Stavsvatnet	6	27,5	0,8	217	26	0,07	0,03
Vatnebuvatnet	16	34,6	4,7	511	229	0,14	0,06
Vegår	10	28,3	5,0	285	172	0,22	0,11
Ørntjern	20	22,7	3,6	134	55	0,11	0,04

For kun ett individ ble det funnet en kvikksølvkonsentrasjon som oversteg Mattilsynets omsetningsgrense på 0,5 mg Hg/kg. Dette var et individ på nær 1200 g (47 cm), fanget i Nordre Svanevatnet i Vestfold. Sammenliknet med den øvrige ørreten fra dette vannet var dette individet stort og hadde et avvikende høyt  $\delta^{15}\text{N}$ -forhold: 7,48 ‰ vs. middel på 5,60 ± 0,40 ‰. Da  $\delta^{15}\text{N}$ -forholdet stiger med omlag 3 ‰ for hvert trofisk nivå (Minagawa and Wada, 1984), skyldes trolig den høye kvikksølvkonsentrasjonen at den var en fiskespiser. Dette er i samsvar med tidligere undersøkelser som viser at konsentrasjoner over omsetningsgrensen i all hovedsak inntreffer når ørreten blir over én kg og får et vesentlig innslag av fisk i dietten (Fjeld og Rognerud, 1991).

I det samlede materialet var det svak sammenheng mellom kvikksølvkonsentrasjon og fiskelengde ( $r^2 = 0,13$ ) eller vekt ( $r^2 = 0,13$ ), men vi vil seinere vise at dette bildet kan endre seg når bestandene betraktes separat. Sammenhengen mellom kvikksølvkonsentrasjon og fiskelengde for de enkelte bestandene ble beregnet med en kovariansanalyse (ANCOVA) hvor vi tillot interaksjoner mellom lengde og lokalitet (dvs. ulike konstantledd og stigningskoeffisienter). Analysen ble gjort på log-transformerte data for å stabilisere variansen og dempe effekten av avvikende observasjoner.

Kovariansmodellen beskrev nær 68 % av variansen i kvikksølvkonsentrasjonen, og effekttestene viste at både lengde, lokalitet og interaksjonen mellom disse var signifikante ( $p < 0,001$ ). Dette betyr at forholdet mellom kvikksølv og fiskelengde varierte mellom bestandene, og at det fantes ulikheter både mellom konstantleddene og stigningskoeffisientene for de enkelte regresjonene. Dette har vi vist i Figur 3, hvor vi har framstilt relasjonene mellom kvikksølv og fiskelengde basert på parameterestimatene fra analysen (se vedlegg II).

De enkelte regresjonskurvene i Figur 3, som er basert på parametrene fra variansanalysen, viser at det var en stor variabilitet i forholdet mellom kvikksølvkonsentrasjon og fiskelengde. For noen bestander (f. eks. Røysjø og Vatnebuvatnet) steg kvikksølvkonsentrasjonen markert med fiskelengden, mens for andre bestander (f. eks. Dybingsvatnet og Kjerkesjøen) var det ingen sammenheng mellom disse. I de fleste tilfellene hvor vi hadde en dårlig sammenheng mellom kvikksølv og fiskelengde hadde vi imidlertid et forholdsvis begrenset lengdeutvalg representert i prøvene. Likevel illustrerer dette at biomagnifisering av kvikksølv er et komplekst fenomen, som trolig krever en biologisk basert prosessmodell for å kunne gi en god forklaring av konsentrasjonene i fisk.



**Figur 3.** Sammenheng mellom fiskelengde (cm, x-aksen) konsentrasjon av kvikksølv (mg/kg, y-akse). Regresjonskurvene mellom de log-transformerte variablene er inntegnet.

## 5.2 Historisk utvikling

Vi har gjort en analyse av samtlige gjenfiskede innsjøer, slik at vi for hver enkelt bestand kan beregne årlige lengdejusterte gjennomsnitt av kvikksølvkonsentrasjonene. Deretter har vi testet om det kan påvises signifikante endringer mellom nivåene i 2008 og tidligere. De tidligere prøvene stammer fra perioden 1988–2001. Datamaterialet består av 14 ulike bestander med 177 og 264 fisk fanget henholdsvis i 2008 og i perioden 1988–2001.

Som en innledende utforsking av dataene plottet vi opp konsentrasjonene mot lengde gruppert for 2008 og for perioden 1988–2001 (Figur 4). Regresjonene for hver gruppe indikerte at konsentrasjonen i 2008 var gjennomgående høyere enn for perioden 1988–2001. Regresjonene er gitt ved følgende likninger (Hg kons. i mg/kg. Lengde, L i cm)

$$\begin{array}{ll} 2008: & \ln \text{ Hg} = -3,9763 + 0,5235 \ln L \quad r^2 = 0,02 \\ 1988-2001: & \ln \text{ Hg} = -4,5927 + 0,7914 \ln L \quad r^2 = 0,04 \end{array}$$

Forskjellene ble analysert med en nøstet variansanalysemodell med blandede effekter (mixed model), dvs. både faste (fixed) og tilfeldige (random) effekter, hvor innsjøeffektene er nøstet inn under år og deklarerert som tilfeldige effekter. De justerte gjennomsnittene fra 2008 fra hver bestand ble testet mot justerte gjennomsnitt fra tidligere fangstår med planlagte kontraster.

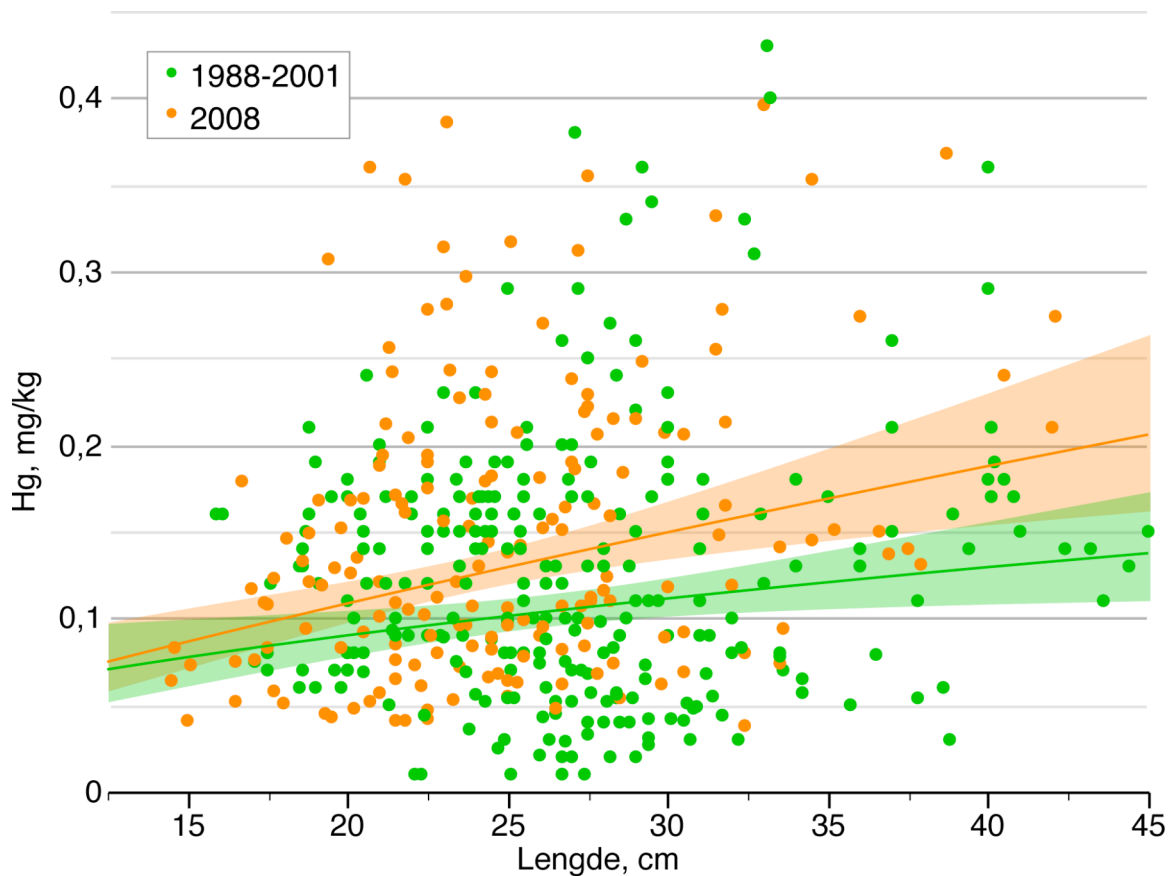
I modellen er lokalitet og år deklarerert som nominale faktorer, mens lengde er en kontinuerlig variabel (kovariat). Lengde og kvikksølvkonsentrasjoner er log-transformert ( $\ln$ ):

$$\ln \text{ Hg} = B_0 + B_1 \cdot \text{år} + B_2 \cdot \text{lokalitet}[\text{år}] \& \text{random} + B_3 \cdot \ln \text{ lengde} + B_4 \cdot (\text{år} \cdot \text{lengde}) + \dots \\ B_5 \cdot (\text{lokalitet} \cdot \ln \text{ lengde})[\text{år}] \& \text{random}$$

Modellen beskrev 83 % av den totale variansen i log Hg, og av de faste effektene var år og lengde signifikante ( $F$ -tester,  $p < 0,05$ ) (Tabell 3). For de tilfeldige effektene er tilsvarende signifikanstester ikke mulig, men 95 % konfidensintervallet for de assosierte varianskomponentene indikerte at effekten av parametrene i både  $B_5$  (interaksjoner mellom lokalitet og lengde, nøstet inn under år) og  $B_2$  (lokalitet nøstet inn under år) var signifikante. Forholdet mellom disse varianskomponentene og residualvariansen var høyt for  $B_5$  (nær 90 %), noe som illustrerer at denne tilfeldige effekten er betydelig. For  $B_2$  var dette forholdet vesentlig lavere (nær 8 %). Disse to siste forholdene betyr at de lineære parametrene (stigningsforhold og konstantledd) som beskriver forholdet mellom konsentrasjon og fiskelengde varierte mellom de ulike bestandene og deres fangstår. De lengdejusterte gjennomsnittene for de enkelte bestandene er vist i Tabell 4 sammen med signifikanstestene som tester for ulikheter mellom fangstårene, mens den statistiske analysen er i sin helhet vist i vedlegg III.

Kort oppsummert viser den statistiske analysen at forholdet mellom fiskelengde og kvikksølvkonsentrasjon varierte mellom bestandene og for de enkelte bestandene kunne de også variere mellom fangstårene. Ved å beregne forventet kvikksølvkonsentrasjoner for en gjennomsnittsfisk kan forskjeller mellom fangstårene beregnes for hver bestand. Når vi med statistiske metoder tester for forskjeller mellom disse justerte gjennomsnittene viser de at blant de 14 gjenfiskede bestandene hadde konsentrasjonene i åtte bestander økt signifikant i 2008 sammenliknet med tidligere år. For én bestand hadde det derimot skjedd en signifikant reduksjon. De signifikante økningene var mellom 23 og 72 %, men for bestanden hvor det ble påvist en signifikant reduksjon var denne på -67 %. Den midlere økningen var på omlag 23 %, fra 0,117 mg/kg til 0,145 mg/kg for en gjennomsnittsfisk på 26,5 cm ( $\approx 185$  g). Da bestandene er fisket over en lang periode, og vi bare har ett gjenfiske per bestand, kan vi ikke

si noe hvorvidt det har vært en stabil endring eller om det i noen perioder har skjedd en markant økning. Skal slike analyser gjøres trengs det tidsserier hvor det fra flere innsjøer gjøres årlige undersøkelser.



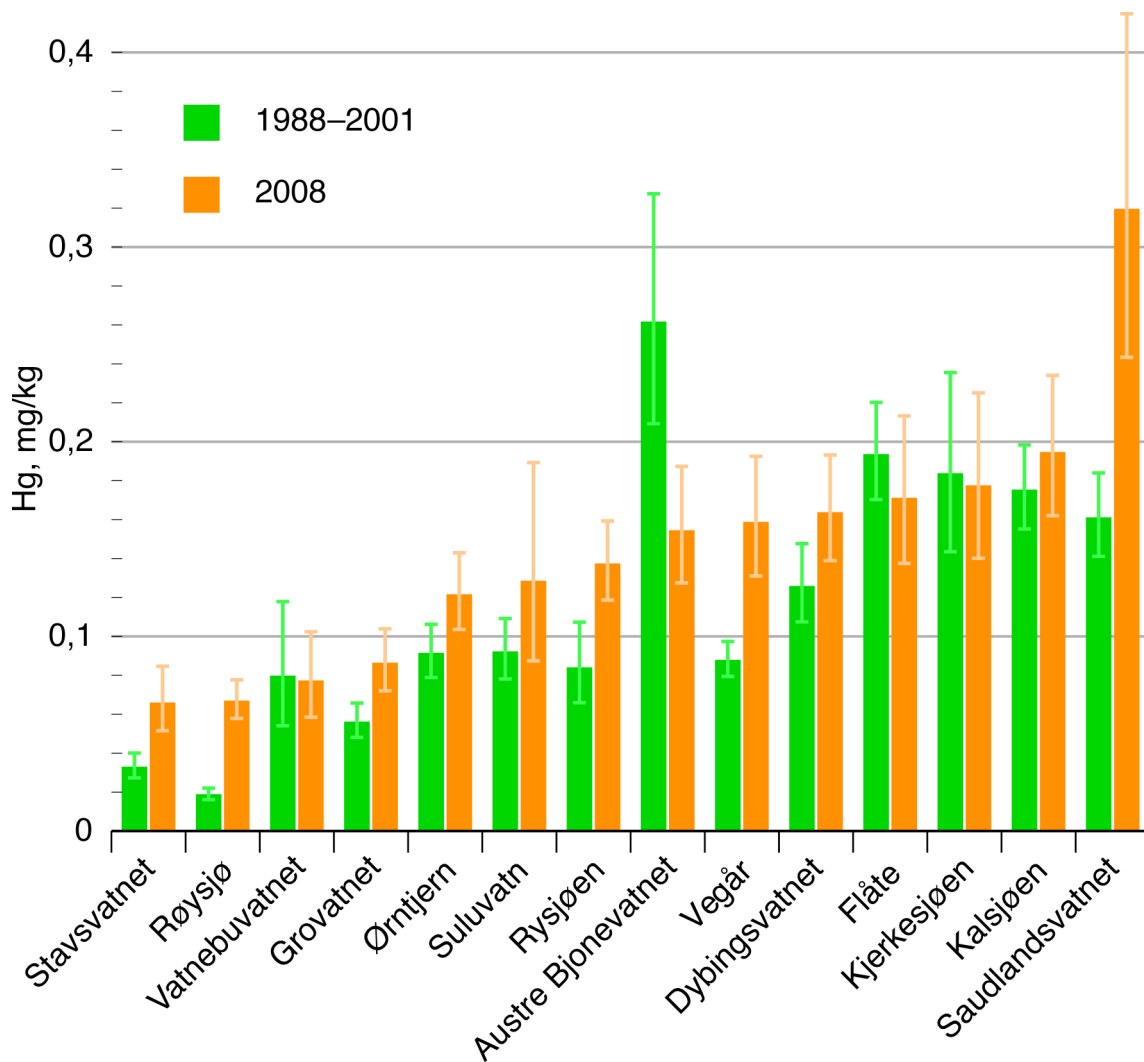
**Figur 4.** Spredningsdiagram for fiskestørrelse og kvikksølvkonsentrasjon i 14 ørretpopulasjoner prøvefisket i 2008 ( $n = 177$ ) og i perioden 1988–2001 ( $n = 264$ ). Lineære regresjonskurver (med 95% konfidensintervall) av kvikksølv på fiskelengde er inntegnet.

**Tabell 3.** Statistisk analyse av kvikksølvkonsentrasjon i ørret, blandet lineær modell (se tekst). Tabellen viser mengde forklart varians ( $R^2$ ), estimater av varians-komponenter for tilfeldige effekter og signifikanstester for faste effekter. Analysen er gjort på log-transformerte variabler ( $\ln$ ).

Summary of Fit						
RSquare		0.832				
RSquare Adj		0.826				
Root Mean Square Error		0.295				
Mean of Response		-2.178				
Observations (or Sum Wgts)		441.000				
REML Variance Component Estimates						
Random Effect	Var Ratio	Var Component	Std Error	95% Lower	95% Upper	Pct of Total
Lokalitet[År]	2.9273	0.2539	0.0841	0.0890	0.4189	7.7176
Lokalitet*log Lng[År]	34.0030	2.9496	1.4761	0.0564	5.8428	89.6460
Residual		0.0867	0.0063	0.0757	0.1004	2.6364
Total		3.2903				100.000
-2 LogLikelihood = 285.23447064						
Fixed Effect Tests						
Source	Nparm	DF	DFDen	F Ratio	Prob > F	
År	7	7	19.81	2.8118	0.0331*	
log Lng	1	1	16.67	41.8481	<.0001*	
År*log Lng	7	7	16.18	1.2535	0.3316	

**Tabell 4.** Lengdejustert midlere kvikksølvkonsentrasjon (Least Square Means: LSM, mg/kg) i ørret fanget i de ulike fangstårene, samt endringen i prosent. Lengden satt til utvalgets geometriske gjennomsnitt (26,5 cm,  $\approx$  185 g). SE: Standard avvik (beregnet for  $\ln$ -transformerte verdier).  $p$ : signifikansnivå, test for forskjeller.

Innsjø	2008		1988–2001		Endring %	$p$	
	LSM	SE*	Fangstår	LSM			SE*
Austre Bjonevatnet	0,15	0,10	2001	0,26	0,11	-41	0,0005
Dybingsvatnet	0,16	0,08	1991	0,13	0,08	30	0,02
Flåte	0,17	0,11	2001	0,19	0,07	-12	0,34
Grovatnet	0,09	0,09	1999	0,06	0,08	54	0,0005
Kalsjøen	0,19	0,09	1988	0,18	0,06	11	0,35
Kjerkesjøen	0,18	0,12	1988	0,18	0,13	-3	0,84
Ørntjern	0,12	0,08	2001	0,09	0,08	33	0,01
Røysjø	0,07	0,08	1992	0,02	0,08	253	< 0,0001
Rysjøen	0,14	0,07	2000	0,08	0,12	63	0,0008
Saudlandsvatnet	0,32	0,14	2001	0,16	0,07	98	< 0,0001
Stavsvatnet	0,07	0,13	1996	0,03	0,10	100	< 0,0001
Suluvatn	0,13	0,20	1992	0,09	0,09	39	0,12
Vatnebuvatnet	0,08	0,14	1999	0,08	0,20	-3	0,90
Vegår	0,16	0,10	1988	0,09	0,05	81	< 0,0001
middel	0,145			0,118		23	



**Figure 1.** Midlere justert kvikksølvkonsentrasjon i ørret fanget i 2008 og i perioden 1988–2001. Konsentrasjonene er justert for forskjeller i lengde, og er beregnet for fisk hvor lengden er satt til hele utvalgets geometriske gjennomsnitt (26,5 cm,  $\approx$  185 g). De vertikale strekene angir 95 % konfidensintervaller.

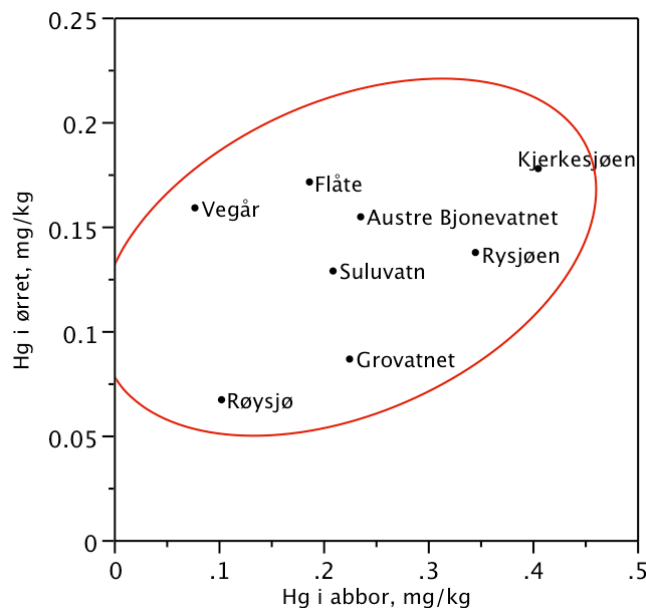
### 5.3 Sammenlikninger med abbor

For åtte av de studerte innsjøene har vi også målinger av kvikksølv i abbor (Fjeld og Rognerud 2009). I Figur 5 sammenlikner vi de lengdejusterte gjennomsnittskonsentrasjonen for abbor og ørret fra disse sjøene. Det var en positiv korrelasjon mellom disse ( $r = 0,64$ ), noe som vi forventet ut fra tidligere undersøkelser av samlevende fiskebestander (Rognerud et al. 1996).

Vi ser at de midlere kvikksølvkonsentrasjonene i de fleste tilfellene er høyere i abbor enn ørret, på tross av at de er beregnet for abbor av en mindre størrelse enn ørret (Abbor: 20,2 cm eller ca 100 g. Ørret: 26,5 cm eller ca 185 g). Dette illustrerer det at det er artsspesifikke forskjeller i biomagnifisering av kvikksølv, og at ved samme størrelse (vekt) inneholder abbor som regel mer kvikksølv enn ørret fra samme vann. Årsaken til dette kan skyldes flere forhold, så som ulikheter i diett og i opptaks- og utskillelsesrater.



Vi har seks sjøer hvor vi har gjenfiskingsdata på både ørret og abbor, og vi kan sammenlikne endringene som har skjedd her. Kun for Grovatn fant vi at det hadde skjedd en signifikant økning for begge artene (fra 1999 til 2008). For Rysjøen var det kun påvist en signifikant økning for abbor (fra 2000 til 2008), mens det for Austre Bjonevatn kun ble påvist en signifikant reduksjon for ørret (2001 til 2008). Da nivåene oftest er lavere i ørret enn i abbor antar vi det er vanskeligere å påvise signifikante endringer for denne, men resultatene viser at de ulike artene i samme vann kan oppføre seg noe forskjellig med tanke på utvikling av kvikksølvnivåene. Endringer i vekstmønster og bestandsstruktur er faktorer som trolig kan påvirke dette. Dette understreker viktigheten av å ha gode tidsserier fra innsjøer med flere arter for å overvåke endringene i kvikksølvkonsentrasjonene.



**Figur 5.** Spredningsdiagram for midlere kvikksølvkonsentrasjon i samlevende bestander av abbor og ørret. En 90 prosenters konfidensellipse er inntegnet. Korrelasjonen ( $r$ ) var 0,64. Konsentrasjonene er beregnet for en gjennomsnittsfisk av følgende størrelse: Ørret, 26,5 cm ( $\approx 185$ g). Abbor, 20,2 cm ( $\approx 100$ g).

#### 5.4 Mulige årsaker for økninger i kvikksølv

Den framtreddende økningen i de lengdejusterte konsentrasjonene er i overensstemmelse med de nylig rapporterte konsentrasjonsøkningene i abbor fra Sørøst-Norge (Fjeld og Rognerud 2009) og tilsvarende resultater fra Sverige (Åkerblom og Johanson, 2008).

Årsaken til økningen er uvis. Den er overraskende tatt i betraktning av at de atmosfæriske kvikksølvavsetningene i Sørøst-Norge trolig har sunket betydelig siden slutten av 1980-tallet og begynnelsen av 1990-tallet, i likhet med hva som har vært observert i sørvestlige deler av Sverige (Iverfeldt 1995, Munthe et al. 2007). Videre har vi i en nasjonal undersøkelse av tungmetallkonsentrasjonene i innsjøsedimenter (Rognerud et al. 2008) vist at det er en tendens til avtakende kvikksølvkonsentrasjoner i innsjøsedimentene i Sørøst-Norge, noe som også indikerer en reduksjon i tilførselene av kvikksølv siden 1995.

Som mulige årsaker til økningen har vi tidligere trukket fram klimaendringer og skogsdrift (Fjeld og Rognerud, 2009). Et varmere og fuktigere klima kan stimulere den mikrobielle metyleringen av kvikksølv i nedbørfelt og innsjøer, med økt bioakkumulering som resultat. Skogsdrift kan endre på vannbalansen i nedbørfeltet og tilføre mer dødt organisk materiale (humus) og næringsalter til innsjøene. Dette kan stimulere den bakterielle produksjonen av metylkvikksølv både i nedbørfeltet og i innsjøene. Økt humusavrenning gir økt brunfargingen av vannet og lavere lystilgang. Dette fører til redusert nedbrytningen (fotodemetylering) av produsert metylkvikksølv og følgene kan bli økte konsentrasjoner av metylkvikksølv i biota.

I Norge pågår det ingen kontinuerlig, årlig overvåkning av kvikksølv i ferskvannsfisk, og vi har derfor ingen tidsserier hvor vi kan studere langsiktige endringer og deres sammenheng med miljøfaktorer som klima og skogsdrift. I Sverige er det imidlertid etablert slik overvåkning, og i en nylig publisert undersøkelse av kvikksølvnivåer i abbor vises det en positiv signifikant, sammenheng mellom kvikksølvtrender og temperaturtrender (Sundbom 2009). Dette er et resultat som styrker hypotesen om klimatisk forårsakede endringer.

## **5.5 Vurderinger i forhold til EUs vanndirektiv**

Samtlige prøver hadde kvikksølvkonsentrasjoner som overskred miljøkravet til biota i EUs vanndirektiv (0,02 mg/kg våtvekt, EU 2008). Dette er paradoksalt, da en i utgangspunktet skulle forvente at en høytliggende fjellsjø som for eksempel Stavsvatnet, beliggende i Hardangerviddas utkantområde, ville ha fisk som tilfredsstilte miljøkravene. I så kalde områder er den mikrobielle metyleringen av kvikksølv lav, og en aktiv metylering er viktig for dannelsen av metylkvikksølv som biomagnifiseres i næringskjedene. Denne innsjøtypen kan derfor i utgangspunktet forventes å være blant de minst påvirkede i Norge. På bakgrunn av dette synes det for oss som miljøkravet for kvikksølv i vanndirektivet er satt på et urealistisk lavt nivå.

Ut fra nivåene vi her rapporterer, hvor forhøyede nivåer finnes spredt utover Sør-Norge, samt de tildels betydelige konsentrasjonene vi nylig har funnet i abbor (Fjeld og Rognerud, 2009), ser vi det som nødvendig at kvikksølv inkluderes i basisovervåkingen hjemlet i EUs vanndirektiv.

## 6. Referanser

- EU 2008. Den Europæiske Unions Tidende. Europaråd-parlamentets og rådets direktiv 2008/105/EF. L 384/84-97.
- Fjeld, E. og Rognerud, S. 2001. Miljøundersøkelser for ERAMET Norway AS i Sauda og Porsgrunn, ferskvann og vilt. Norsk institutt for vannforskning, NIVA. Rapport LNR 4458-2001.
- Fjeld, E., og Rognerud, S., 2001. Kvikksølv i storørret og -røye i norske innsjøer, 2000 – 2001. Norsk institutt for vannforskning, NIVA. Rapport LNR 4502-2001. 42 s.
- Fjeld, E. og Rognerud, S. 2004. Kvikksølv i ferskvannsfisk fra Sør-Norge i 1998 – 2002, nivåer og tidsmessig utvikling. Statlig program for forurensningsovervåkning, SFT. Rapport 893/03.
- Fjeld, E. og Rognerud, S. 2009. Miljøgifter i ferskvannsfisk, 2008. Kvikksølv i abbor og organiske miljøgifter i ørret. Statlig program for forurensningsovervåkning, SFT. Rapport TA-2544/2010. 65 s. + vedlegg
- Galway, N.W. 2006. Introduction to Mixed Modelling. Beyond Regression and Analysis of Variance. John Wiley and Sons, Ltd. West Sussex, England. 366 pp.
- Iverfeldt Å., Munthe J. Brosset C., Pacyna P. 1995. Long-term changes in concentration and deposition of atmospheric mercury over Scandinavia. Water Air Soil Pollut. 80: 227-233.
- Minagawa, M. & Wada, E., 1984. Stepwise enrichment of  $^{15}\text{N}$  along food chains: further evidence and the relation between  $\delta^{15}\text{N}$  and animal age. Geochimica et Cosmochimica Acta, 48, 1135–1140.
- Munthe, J., Wängberg, I., Rognerud, S., Fjeld, E., Verta, M., Porvari, P., and Meili, M., 2007. Mercury in Nordic ecosystems. IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd. Report B1761. 43 pp.
- Rognerud, S. og Fjeld, E. 1990. Landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter og kvikksølv i fisk. Statlig program for forurensningsovervåkning, SFT. Rapport TA 714/1990. 79 s. + vedlegg.
- Rognerud, S. og Fjeld, E. 2002. Kvikksølv i fisk fra innsjøer i Hedmark, med hovedvekt på grenseområdene mot Sverige. Norsk institutt for vannforskning, NIVA. Rapport LNR 4487-2001. 46 s.
- Rognerud, S., J.O. Grimalt, B.O. Rosseland, P. Fernandez, R. Hofer, R. Lackner, B. Lauritzen, L.Lien, J.C. Massabuau and A. Ribes. 2002. Mercury and organochlorine contamination in brown trout (*Salmo trutta*) and arctic charr (*Salvelinus alpinus*) from high mountain lakes in Europe and the Svalbard Archipelago. Water, Air and Soil Pollution: Focus 2: 209-232.
- Rognerud, S., Fjeld, E. og Eriksen, G.S. 1996. Landsomfattende undersøkelse av kvikksølv i ferskvannsfisk og vurdering av helsemessige effekter ved konsum. Statlig program for forurensningsovervåkning, SFT. Rapport 673/96.
- Rognerud, S., Fjeld, E., Skjelkvåle, B.L., Christensen, G., Røyset, O., 2008. Nasjonal innsjøundersøkelse 2004 - 2006, del 2: Sedimenter. Forurensning av metaller, PAH og PCB. National lake survey 2004 - 2006, part 2: Sediments. Pollution of metals, PAH and PCB. NIVA. Rapport LNR 5549-2008. 77 s.
- SAS Institute Inc., 2004. JMP v.5.1. (computer program). SAS Institute Inc. Cary, NC.

Sundbom, M. 2009. Kalkningseffekter på kvikksilver i fisk. 2A: 4B. s. 202–213. I: J. Munthe and A. Jøborn (*Eds*). Utvärdering av IKEU 1990–2006. Syntes och förslag. Rapport 6302. Swedish Environmental Protection Agency (Naturvårdsverket).

Van der Zanden, M. J., G. Canbana & J. B. Rasmussen, 1997. Comparing trophic position of freshwater fish calculated using stable nitrogen isotope ratios ( $d^{15}N$ ) and literature dietary data and  $d^{13}C$  and the trophic position of aquatic consumers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54: 1142–1158.

Åkerblom, S. og Johansson, K. 2008. Kvikksilver i svensk insjöfisk – variationer i tid och rum. Institutionen för miljöanalys, SLU. Rapport 2008:8. 17 s.

## 7. Vedlegg

- I. Rådata
- II. Kovariansanalyse av 2008-data (Hg, lengde, lokalitet)
- III. Test for endringer over tid, blandet modell

Vedlegg 1, rådata

Rows	LID	Lokalitet	Fykte	Kommune	Lnr	Ar	Lengde, cm	Vekt, g	Hg, mg/kg	Kjønn 1=mann 2=huenn	Ø15%, %	Ø13C, ‰
1	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	1	2001	32,9	347	0,16	1	-	-
2	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	2	2001	33,2	345	0,4	1	-	-
3	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	3	2001	28,2	249	0,27	1	-	-
4	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	4	2001	29	235	0,26	2	-	-
5	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	5	2001	28,4	261	0,24	2	-	-
6	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	6	2001	29,2	222	0,26	2	-	-
7	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	7	2001	26,7	260	0,36	2	-	-
8	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	8	2001	28,7	250	0,33	2	-	-
9	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	9	2001	27,2	251	0,29	2	-	-
10	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	10	2001	25,6	200	0,21	1	-	-
11	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	11	2001	27,1	207	0,38	2	-	-
12	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	11	2008	29,2	202	0,248	1	7,11	-28,62
13	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	12	2008	16,5	38	0,075	1	6,47	-26,13
14	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	13	2008	14,5	28	0,064	2	6,68	-26,24
15	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	14	2008	23,7	112	0,096	2	6,71	-26,91
16	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	15	2008	27	170	0,19	1	8,03	-27,16
17	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	16	2008	28,6	197	0,184	1	6,74	-28,90
18	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	17	2008	27,4	207	0,219	1	7,03	-28,97
19	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	18	2008	24,7	150	0,068	1	7,02	-27,88
20	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	19	2008	23,8	122	0,153	2	6,83	-27,72
21	605	Austre Bjonevatnet	OPPLAND	GRAN	20	2008	24,5	144	0,182	1	6,91	-28,97
22	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	1	1991	31	418	0,14	1	-	-
23	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	2	1991	26,2	254	0,13	1	-	-
24	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	3	1991	25,6	193	0,2	2	-	-
25	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	4	1991	23,3	144	0,1	1	-	-
26	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	5	1991	24,2	173	0,14	1	-	-
27	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	6	1991	21,9	136	0,09	1	-	-
28	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	7	1991	20,2	105	0,1	2	-	-
29	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	8	1991	27,5	239	0,13	1	-	-
30	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	9	1991	25,3	199	0,11	2	-	-
31	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	10	1991	26,2	206	0,12	2	-	-
32	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	11	1991	31,1	417	0,16	1	-	-
33	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	12	1991	17,5	66	0,08	2	-	-
34	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	13	1991	19,6	83	0,07	2	-	-
35	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	14	1991	28,8	187	0,13	1	-	-
36	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	15	1991	21,2	112	0,12	2	-	-
37	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	2	2008	25,1	174	0,317	1	5,80	-27,32
38	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	2	2008	24,3	169	0,229	1	5,98	-28,09
39	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	3	2008	24,3	167	0,179	1	5,94	-27,96
40	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	4	2008	26,7	214	0,107	1	5,57	-27,60
41	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	5	2008	29	260	0,215	1	6,36	-24,36
42	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	6	2008	22,5	104	0,175	1	6,26	-28,79
43	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	7	2008	20,7	106	0,36	2	5,66	-27,85
44	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	8	2008	23,5	151	0,227	1	7,62	-25,50
45	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	9	2008	21,9	120	0,204	2	5,59	-27,08
46	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	10	2008	21	109	0,188	1	6,24	-27,32
47	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	11	2008	21,3	123	0,256	2	5,51	-27,59
48	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	12	2008	22,5	132	0,194	2	7,24	-28,44
49	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	13	2008	23,2	137	0,243	2	6,16	-26,82
50	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	14	2008	21,2	118	0,212	2	6,45	-24,64
51	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	15	2008	21	114	0,057	2	7,50	-26,95
52	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	16	2008	19,6	95	0,129	2	7,58	-25,01
53	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	17	2008	19,1	82	0,168	1	6,75	-26,86
54	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	18	2008	19,2	85	0,119	2	5,97	-27,89
55	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	19	2008	17,5	62	0,083	1	8,06	-26,83
56	66156	Dybingsvatnet	ROGALAND	LUND	20	2008	32,4	280	0,038	1	8,33	-25,51
57	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	1.1	2001	17,6	61	0,12	2	5,90	-26,80
58	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	1.2	2001	33	450	0,12	1	5,90	-24,80
59	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	2	2001	30	271	0,18	1	6,80	-24,80
60	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	3	2001	32,4	307	0,33	2	7,00	-26,95
61	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	4	2001	32,7	453	0,31	1	7,80	-25,00
62	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	5	2001	25,4	214	0,15	1	6,50	-25,00
63	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	6	2001	33,1	351	0,43	2	6,75	-26,05
64	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	7	2001	29,5	305	0,34	2	5,50	-24,12
65	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	8	2001	27,5	262	0,25	2	6,70	-27,50
66	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	9	2001	26,9	230	0,18	1	6,20	-27,30
67	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	10	2001	27,6	245	0,19	2	6,50	-27,90
68	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	11	2001	25,2	183	0,16	1	7,50	-27,10
69	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	12	2001	23,4	165	0,18	1	6,40	-27,40
70	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	13	2001	24,6	198	0,19	1	6,00	-28,30
71	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	14	2001	26,7	255	0,2	2	5,90	-27,50
72	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	15	2001	25,2	200	0,16	1	6,10	-28,00
73	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	16	2001	22,5	155	0,18	1	7,10	-28,40
74	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	17	2001	20,4	129	0,16	1	6,10	-28,90
75	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	18	2001	18,6	92	0,13	1	5,10	-27,70

Vedlegg 1, rådata

Rows	LID	Lokalitet	Fykte	Kommune	Lnr	Ar	Lengde, cm	Vekt, g	Hg, mg/kg	Kjønn 1=mann 2=huenn	Ø15%, %	Ø13C, ‰
76	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	19	2001	21,2	105	0,17	1	6,10	-28,10
77	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	2	2008	36	449	0,274	1	-	-
78	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	2	2008	34,5	368	0,353	2	-	-
79	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	3	2008	33	306	0,396	1	-	-
80	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	4	2008	27,8	195	0,206	2	-	-
81	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	5	2008	23,4	142	0,121	1	-	-
82	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	6	2008	21,5	111	0,085	1	-	-
83	110	Flåte	TELEMARK	BAMBLE	7	2008	20,3	98	0,135	2	-	-
84	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	1	1999	27,6	230	0,057	1	-	-
85	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	2	1999	29,4	266	0,11	1	-	-
86	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	3	1999	34,2	359	0,057	1	-	-
87	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	4	1999	22,4	117	0,044	2	-	-
88	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	5	1999	26,8	217	0,075	2	-	-
89	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	6	1999	29,3	235	0,073	1	-	-
90	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	7	1999	32,3	329	0,083	2	-	-
91	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	8	1999	30,8	288	0,048	1	-	-
92	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	9	1999	28,3	251	0,083	2	-	-
93	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	10	1999	28,4	234	0,054	1	-	-
94	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	11	1999	25,2	165	0,054	1	-	-
95	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	12	1999	28,4	209	0,057	1	-	-
96	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	13	1999	26,5	174	0,045	1	-	-
97	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	14	1999	24,3	137	0,052	2	-	-
98	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	15	1999	25	162	0,054	1	-	-
99	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	16	1999	26,5	193	0,052	1	-	-
100	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	17	1999	29,5	272	0,17	2	-	-
101	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	18	1999	27,5	203	0,068	1	-	-
102	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	19	1999	27	213	0,052	1	-	-
103	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	2	2008	28,3	242	0,074	1	5,49	-22,28
104	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	2	2008	30,5	298	0,069	1	5,67	-27,36
105	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	3	2008	30	257	0,118	1	5,34	-26,71
106	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	4	2008	28,2	228	0,11	1	4,96	-26,10
107	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	5	2008	27,7	209	0,166	2	5,23	-25,61
108	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	6	2008	25,5	175	0,099	1	5,68	-26,43
109	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	7	2008	27,5	233	0,097	2	5,35	-25,57
110	11413	Grovatnet	VEST-AGDER	KRISTIANSAAND	8	2008	22,1	116	0,073	1	5,28	-26,07
111	11413											

Vedlegg 1, rådata

Rows	LID	Lokalitet	Fylke	Kommune	Lnr	Ar	Lengde, cm	Vekt, g	Hg, mg/kg	Kjønn 1=mann 2=huenn	Ø15%, %	Ø13C, ‰
151	3996	Kalsjøen	HEDMARK	GRUE	25	1988	24,5	158	0,15	.	.	.
152	3996	Kalsjøen	HEDMARK	GRUE	26	1988	21,5	115	0,1	0	.	.
153	3996	Kalsjøen	HEDMARK	GRUE	1	2008	27	206	0,238	2	7,78	-26,55
154	3996	Kalsjøen	HEDMARK	GRUE	2	2008	30,5	293	0,206	2	7,07	-27,07
155	3996	Kalsjøen	HEDMARK	GRUE	3	2008	23,9	145	0,169	1	6,91	-27,37
156	3996	Kalsjøen	HEDMARK	GRUE	4	2008	31,7	345	0,278	2	6,72	-27,63
157	3996	Kalsjøen	HEDMARK	GRUE	5	2008	26,7	199	0,151	1	7,26	-27,16
158	3996	Kalsjøen	HEDMARK	GRUE	6	2008	31,5	323	0,255	2	7,13	-27,21
159	3996	Kalsjøen	HEDMARK	GRUE	7	2008	23,7	137	0,297	2	6,12	-28,23
160	3996	Kalsjøen	HEDMARK	GRUE	8	2008	27,1	205	0,186	2	7,32	-27,01
161	3996	Kalsjøen	HEDMARK	GRUE	9	2008	22,5	116	0,19	1	6,69	-28,13
162	3996	Kalsjøen	HEDMARK	GRUE	10	2008	24,4	156	0,144	1	6,83	-27,87
163	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	1	1988	19	80	0,19	1	.	.
164	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	2	1988	27	200	0,2	1	.	.
165	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	3	1988	23,5	130	0,17	1	.	.
166	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	4	1988	19,5	77	0,17	1	.	.
167	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	5	1988	22,5	110	0,17	2	.	.
168	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	6	1988	22,5	115	0,21	1	.	.
169	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	7	1988	24	128	0,14	2	.	.
170	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	8	1988	21	90	0,19	2	.	.
171	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	9	1988	18,5	72	0,13	2	.	.
172	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	10	1988	22	110	0,16	2	.	.
173	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	11	1988	23	120	0,16	2	.	.
174	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	12	1988	21	100	0,2	1	.	.
175	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	13	1988	20	75	0,18	2	.	.
176	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	14	1988	22,5	120	0,15	1	.	.
177	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	15	1988	23	125	0,15	2	.	.
178	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	1	2008	24,5	158	0,242	1	.	.
179	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	2	2008	26,1	197	0,152	1	.	.
180	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	3	2008	23	136	0,156	1	.	.
181	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	4	2008	28	220	0,116	1	.	.
182	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	5	2008	25,3	158	0,207	1	.	.
183	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	6	2008	21,1	99	0,194	1	.	.
184	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	7	2008	17	50	0,117	2	.	.
185	4013	Kjerkessjøen	HEDMARK	GRUE	8	2008	16,7	45	0,179	2	.	.
186	1232	Lygne	VEST-AGDER	HÆGEBOSTAD	1	2008	22,9	139	0,109	1	.	.
187	1232	Lygne	VEST-AGDER	HÆGEBOSTAD	2	2008	22,2	110	0,174	1	.	.
188	1232	Lygne	VEST-AGDER	HÆGEBOSTAD	3	2008	21,7	95	0,099	2	.	.
189	1232	Lygne	VEST-AGDER	HÆGEBOSTAD	4	2008	22,6	114	0,257	2	.	.
190	1232	Lygne	VEST-AGDER	HÆGEBOSTAD	5	2008	22,9	113	0,106	1	.	.
191	1232	Lygne	VEST-AGDER	HÆGEBOSTAD	6	2008	22,8	123	0,09	1	.	.
192	1232	Lygne	VEST-AGDER	HÆGEBOSTAD	7	2008	23	116	0,151	2	.	.
193	1232	Lygne	VEST-AGDER	HÆGEBOSTAD	8	2008	22,4	119	0,15	2	.	.
194	1232	Lygne	VEST-AGDER	HÆGEBOSTAD	9	2008	21,2	103	0,162	2	.	.
195	1232	Lygne	VEST-AGDER	HÆGEBOSTAD	10	2008	22,1	109	0,066	1	.	.
196	10967	Mindrebovatnet	VEST-AGDER	MARNARDAL	1	2008	27	232	0,18	1	8,73	-29,08
197	10967	Mindrebovatnet	VEST-AGDER	MARNARDAL	2	2008	22,7	129	0,153	2	9,17	-27,95
198	10967	Mindrebovatnet	VEST-AGDER	MARNARDAL	3	2008	22,1	129	0,111	1	8,47	-29,79
199	10967	Mindrebovatnet	VEST-AGDER	MARNARDAL	4	2008	22,5	115	0,133	1	8,56	-28,91
200	10967	Mindrebovatnet	VEST-AGDER	MARNARDAL	5	2008	22,2	130	0,169	2	8,92	-28,48
201	10967	Mindrebovatnet	VEST-AGDER	MARNARDAL	6	2008	24,5	137	0,247	1	9,81	-28,22
202	10967	Mindrebovatnet	VEST-AGDER	MARNARDAL	7	2008	22,2	121	0,113	2	8,38	-28,96
203	10967	Mindrebovatnet	VEST-AGDER	MARNARDAL	8	2008	23	119	0,245	2	9,61	-28,30
204	10967	Mindrebovatnet	VEST-AGDER	MARNARDAL	9	2008	20,1	89	0,112	1	10,20	-26,56
205	10967	Mindrebovatnet	VEST-AGDER	MARNARDAL	10	2008	22	110	0,116	1	10,82	-26,68
206	10967	Mindrebovatnet	VEST-AGDER	MARNARDAL	11	2008	19,8	85	0,102	1	9,91	-26,86
207	10967	Mindrebovatnet	VEST-AGDER	MARNARDAL	12	2008	19,8	88	0,112	2	8,45	-29,66
208	10967	Mindrebovatnet	VEST-AGDER	MARNARDAL	13	2008	21,7	100	0,18	2	10,57	-26,76
209	10967	Mindrebovatnet	VEST-AGDER	MARNARDAL	14	2008	20,4	95	0,117	1	8,72	-28,57
210	10967	Mindrebovatnet	VEST-AGDER	MARNARDAL	15	2008	21,2	93	0,123	2	8,11	-28,91
211	10967	Mindrebovatnet	VEST-AGDER	MARNARDAL	16	2008	20,6	97	0,087	1	8,29	-27,53
212	5731	Nordre Svanevatnet	VESTFOLD	SANDE	1	2008	47,2	1191	0,547	1	7,48	-25,87
213	5731	Nordre Svanevatnet	VESTFOLD	SANDE	2	2008	29,5	286	0,113	1	5,76	-25,39
214	5731	Nordre Svanevatnet	VESTFOLD	SANDE	3	2008	32,1	390	0,114	1	6,08	-25,70
215	5731	Nordre Svanevatnet	VESTFOLD	SANDE	4	2008	29,6	283	0,092	2	5,88	-25,43
216	5731	Nordre Svanevatnet	VESTFOLD	SANDE	5	2008	28,2	194	0,164	2	6,25	-28,27
217	5731	Nordre Svanevatnet	VESTFOLD	SANDE	6	2008	25,9	199	0,065	1	5,37	-25,13
218	5731	Nordre Svanevatnet	VESTFOLD	SANDE	7	2008	28,5	244	0,105	2	5,83	-24,70
219	5731	Nordre Svanevatnet	VESTFOLD	SANDE	8	2008	23,6	137	0,049	1	5,26	-25,67
220	5731	Nordre Svanevatnet	VESTFOLD	SANDE	9	2008	21,6	121	0,08	1	5,28	-28,28
221	5731	Nordre Svanevatnet	VESTFOLD	SANDE	10	2008	21,2	110	0,077	1	4,82	-27,91
222	5731	Nordre Svanevatnet	VESTFOLD	SANDE	11	2008	21,4	115	0,057	1	5,54	-27,00
223	5731	Nordre Svanevatnet	VESTFOLD	SANDE	12	2008	19,4	80	0,054	1	5,36	-25,22
224	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	4	2001	27,2	199	0,1	5,20	-26,50	
225	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	5	2001	27,1	193	0,093	1	5,50	-28,40

Vedlegg 1, rådata

Rows	LID	Lokalitet	Fylke	Kommune	Lnr	Ar	Lengde, cm	Vekt, g	Hg, mg/kg	Kjønn 1=mann 2=huenn	Ø15%, %	Ø13C, ‰
226	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	6	2001	31,3	304	0,09	1	5,80	-25,10
227	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	7	2001	29,7	270	0,11	2	4,90	-24,70
228	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	8	2001	27,9	219	0,098	1	4,60	-24,50
229	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	9	2001	26,2	183	0,088	2	6,00	-25,30
230	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	10	2001	25,5	170	0,12	1	5,70	-28,60
231	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	11	2001	24,5	148	0,088	1	6,10	-25,30
232	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	12	2001	26,2	177	0,06	2	5,30	-25,20
233	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	13	2001	25	163	0,098	1	6,00	-25,00
234	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	14	2001	23,7	139	0,069	1	5,20	-25,70
235	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	15	2001	23,4	126	0,075	1	5,45	-27,45
236	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	16	2001	21,4	92	0,069	1	6,10	-25,60
237	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	17	2001	20,5	82	0,069	2	5,70	-25,20
238	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	18	2001	20,6	78	0,12	2	6,10	-28,40
239	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	19	2001	17,5	53,2	0,07	2	5,30	-26,40
240	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	20	2001	17,1	43,6	0,075	2	5,30	-25,90
241	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	1	2008	27,6	210	0,112	1	6,24	-26,89
242	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	2	2008	26,7	178	0,082	1	5,31	-28,84
243	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	3	2008	26,1	192	0,27	1	5,81	-29,41
244	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	4	2008	27,3	209	0,107	2	5,51	-26,69
245	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	5	2008	22,4	153	0,102	1	6,18	-27,70
246	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	6	2008	25,4	173	0,142	1	6,31	-26,78
247	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	7	2008	26,4	198	0,157	2	5,88	-25,86
248	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	8	2008	25	180	0,106	2	5,88	-25,86
249	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	9	2008	24,5	160	0,082	1	5,24	-27,31
250	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	10	2008	23,9	150	0,084	1	5,92	-27,29
251	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	11	2008	23,9	145	0,107	1	5,81	-26,89
252	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	12	2008	21,5	107	0,109	1	6,35	-28,91
253	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	13	2008	21	103	0,101	2	5,88	-29,89
254	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	14	2008	21,9	106	0,105	1	5,74	-28,77
255	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	15	2008	21	107	0,121	1	6,16	-28,58
256	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	16	2008	19,8	83	0,083	2	5,06	-28,63
257	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	17	2008	18,6	74	0,133	2	5,34	-30,21
258	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	18	2008	18,7	70	0,094	2	5,80	-28,13
259	6584	Ørnjærn	TELEMARK	SKIEN	19	2						

Vedlegg 1, rådata

Rows	LID	Lokalitet	Fyfte	Kommune	Lrr	Ar	Lengde, cm	Vekt, g	Hg, mg/kg	Kjønn 1=mann 2=huenn	Ø15%, %	Ø13%, %
301	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	12	2000	36	449	0.14		10.60	-28.50
302	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	13	2000	37	450	0.15		10.35	-28.05
303	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	16	2000	37	465	0.21		9.70	-27.20
304	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	17	2000	36	460	0.13		10.10	-28.10
305	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	18	2000	31	280	0.11		10.10	-27.80
306	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	20	2000	26	181	0.074		9.20	-26.60
307	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	21	2000	34	392	0.18		10.00	-27.30
308	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	22	2000	37	477	0.26		10.60	-26.90
309	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	23	2000	24	130	0.056		9.20	-26.10
310	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	26	2000	28	216	0.13		10.10	-27.20
311	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	28	2000	29	263	0.11		10.40	-26.60
312	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	31	2000	32	300	0.1		9.70	-26.60
313	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	1	2008	28.2	229	0.159	2	9.33	-27.93
314	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	2	2008	27.5	238	0.222	1	8.44	-27.09
315	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	3	2008	27.6	221	0.11	1	8.17	-27.50
316	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	4	2008	27.5	206	0.229	2	8.61	-28.31
317	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	5	2008	31.8	312	0.213	2	8.67	-27.92
318	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	6	2008	26.1	171	0.085	2	8.29	-28.52
319	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	7	2008	26	179	0.181	2	9.45	-28.73
320	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	8	2008	24.5	169	0.213	2	9.40	-28.64
321	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	9	2008	25	171	0.096	1	8.28	-27.86
322	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	10	2008	23.5	152	0.096	1	8.07	-27.86
323	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	11	2008	22.8	126	0.08	2	8.75	-27.83
324	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	12	2008	22.8	135	0.112	2	8.90	-28.11
325	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	13	2008	21.5	107	0.076	1	8.74	-27.50
326	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	14	2008	24.1	146	0.13	2	8.70	-28.91
327	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	15	2008	20.5	106	0.092	2	8.13	-27.54
328	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	16	2008	20.1	85	0.126	2	8.34	-28.16
329	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	17	2008	18	69	0.051	1	8.10	-28.58
330	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	18	2008	17.7	62	0.058	2	8.20	-28.44
331	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	19	2008	16.5	34	0.052	1	8.37	-28.39
332	33688	Rysjøen	HEDMARK	TRYSIL	20	2008	15.1	39	0.073	1	8.06	-27.02
333	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	11	2001	27.5	219	0.17	2		
334	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	12	2001	28.5	213	0.16	2		
335	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	13	2001	25.5	170	0.18	1		
336	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	14	2001	35	352	0.17	1		
337	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	15	2001	24.6	147	0.12	2		
338	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	21	2001	26.7	202	0.17	2		
339	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	22	2001	25	165	0.19			
340	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	23	2001	25.4	156	0.14	2		
341	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	24	2001	24.2	131	0.17	1		
342	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	25	2001	25.5	174	0.17	2		
343	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	121	2001	24.5	152	0.15	1		
344	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	122	2001	24.4	172	0.17	1		
345	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	123	2001	18.6	57	0.14	1		
346	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	131	2001	26.5	204	0.13	2		
347	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	132	2001	24.3	161	0.15	2		
348	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	133	2001	22.5	138	0.14	2		
349	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	134	2001	19.1	73	0.12	1		
350	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	135	2001	15.9	39	0.16	1		
351	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	350	2001	24.1	147	0.17	1		
352	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	351	2001	18.8	53	0.21	1		
353	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	352	2001	18.8	64	0.16	2		
354	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	353	2001	20.6	75	0.24	1		
355	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	364	2001	23.7	156	0.19	2		
356	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	365	2001	21.8	95	0.12	2		
357	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	366	2001	18.7	62	0.15	1		
358	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	367	2001	16.1	36	0.16	1		
359	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	2	2008	22.5	123	0.278	2	7.22	-28.57
360	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	3	2008	23.1	122	0.281	2	9.28	-28.79
361	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	4	2008	23	113	0.314	1	6.92	-29.18
362	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	5	2008	21.8	111	0.161	1	8.02	-26.46
363	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	6	2008	23.1	100	0.386	2	7.91	-28.44
364	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	7	2008	20.5	96	0.169	2	7.20	-28.09
365	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	8	2008	21.7	107	0.166	2	7.68	-28.74
366	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	9	2008	21.5	95	0.171	1	7.66	-26.05
367	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	10	2008	21.4	97	0.168	2	7.93	-27.01
368	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	11	2008	21.4	101	0.242	1	6.97	-29.42
369	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	12	2008	21.8	92	0.353	2	7.34	-28.42
370	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	13	2008	19.8	79	0.152	1	7.89	-26.66
371	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	14	2008	17.5	60	0.108	2	7.16	-26.56
372	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	15	2008	18.1	64	0.146	1	6.82	-27.35
373	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	16	2008	18.8	65	0.149	1	7.50	-28.80
374	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	17	2008	17.7	63	0.123	2	7.87	-26.81

Vedlegg 1, rådata

Rows	LID	Lokalitet	Fyfte	Kommune	Lrr	Ar	Lengde, cm	Vekt, g	Hg, mg/kg	Kjønn 1=mann 2=huenn	Ø15%, %	Ø13%, %
376	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	18	2008	17.4	62	0.109	1	7.07	-28.43
377	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	19	2008	17.5	63	0.108	2	7.61	-27.87
378	21894	Saudiandsvatnet	VEST-AGDER	FARSUND	20	2008	19.4	70	0.307	2	7.37	-29.05
379	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	1	1996	31.7	290	0.044	1		
380	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	2	1996	37.8	480	0.054	1		
381	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	3	1996	36.5	440	0.079	2		
382	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	4	1996	31.4	330	0.055	2		
383	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	5	1996	30.5	240	0.041	2		
384	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	6	1996	27.3	190	0.033	2		
385	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	7	1996	30.6	250	0.051	2		
386	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	8	1996	26.8	195	0.029	1		
387	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	9	1996	29.4	230	0.027	1		
388	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	10	1996	26.1	170	0.043	2		
389	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	11	1996	24.7	140	0.025	1		
390	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	12	1996	23.8	155	0.036	1		
391	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	13	1996	30.9	240	0.049	2		
392	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	14	1996	28.4	210	0.056	1		
393	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	15	1996	26.2	211	0.062	1		
394	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	16	1996	29.3	220	0.065	2		
395	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	17	1996	30.1	250	0.042	1		
396	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	18	1996	31.2	280	0.068	2		
397	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	19	1996	28.1	200	0.052	1		
398	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	20	1996	29.4	320	0.042	2		
399	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	21	1996	28.9	210	0.054	1		
400	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	22	1996	34.2	310	0.065	2		
401	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	23	1996	33.5	350	0.078	2		
402	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	24	1996	29.4	220	0.031	2		
403	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	1	2008	26.7	211	0.062	1		
404	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	2	2008	28.1	200	0.124	1		
405	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	3	2008	26.5	200	0.048	1		
406	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	4	2008	28.5	269	0.054	1		
407	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	5	2008	27.4	210	0.084	1		
408	13194	Stavsvatnet	TELEMARK	VINJE	6	2008	27.8	210	0.068	1		
409	10333	Vatnebuvatnet	AUST-AGDER	ARENDAL	2	1999	45	700	0.15	-9	9.60	-27.90
410	10333	Vatnebuvatnet	AUST-AGDER	ARENDAL	4	1999	40	760	0.18	1	10.00	-27.80
411	10333	Vatnebuvatnet	AUST-AGDER	ARENDAL	5	1999	44	1010	0.54	2	10.70	-26.50
412	10333	Vatnebuvatnet	A									



Vedlegg 1, rådata

Rows	LID	Lokalitet	Fylke	Kommune	Lnr	Ar	Lengde, cm	Vekt, g	Hg, mg/kg	Kjønn 1=mann 2=kvinn	Ø15N, %	Ø13C, ‰
451	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	30	1988	27.3	215	0.07	1	.	.
452	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	31	1988	28	235	0.08	2	.	.
453	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	32	1988	18.5	54	0.06	1	.	.
454	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	33	1988	38.9	605	0.16	1	.	.
455	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	34	1988	40.1	615	0.17	1	.	.
456	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	35	1988	44.4	955	0.13	1	.	.
457	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	36	1988	43.2	770	0.14	1	.	.
458	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	37	1988	39.4	725	0.14	1	.	.
459	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	38	1988	43.6	960	0.11	1	.	.
460	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	39	1988	23.7	140	0.12	1	.	.
461	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	40	1988	22.9	124	0.09	1	.	.
462	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	41	1988	33.6	410	0.07	1	.	.
463	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	42	1988	28.7	225	0.1	1	.	.
464	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	43	1988	40.8	690	0.17	1	.	.
465	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	44	1988	40.1	780	0.21	2	.	.
466	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	45	1988	42.4	925	0.14	1	.	.
467	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	46	1988	40.2	660	0.19	2	.	.
468	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	1	2008	38.7	705	0.368	1	6.85	-27.25
469	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	2	2008	31.8	362	0.165	1	7.76	-30.82
470	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	3	2008	31.5	333	0.332	1	7.41	-25.59
471	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	4	2008	27.2	260	0.312	2	7.76	-26.52
472	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	5	2008	27.5	277	0.355	2	7.83	-28.40
473	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	6	2008	26.8	196	0.164	1	7.58	-24.41
474	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	7	2008	29.9	311	0.207	1	7.49	-30.81
475	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	8	2008	25	179	0.138	1	7.27	-24.61
476	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	9	2008	22.6	117	0.09	2	6.11	-23.76
477	1258	Vegår	AUST-AGDER	VEGARSHEI	10	2008	21.5	106	0.065	1	6.33	-23.76

Fit Model(Y(Log(:Name("Hg, mg/kg"))), Effects(:Lokalitet, :log Lng, :Lokalitet \* :log Lng), Personality(Standard Least Squares), Emphasis (Minimal Report));

### Summary of Fit

RSquare	0.678302
RSquare Adj	0.623297
Root Mean Square Error	0.336193
Mean of Response	-2.05615
Observations (or Sum Wgts)	227

### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	33	45.994891	1.39378	12.3316
Error	193	21.813931	0.11303	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	226	67.808822		<.0001*

### Lack Of Fit

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Lack Of Fit	176	20.262929	0.115130	1.2619
Pure Error	17	1.551001	0.091235	<b>Prob &gt; F</b>
Total Error	193	21.813931		0.2997
				<b>Max RSq</b>
				0.9771

### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-7.403338	1.371758	-5.40	<.0001*
Lokalitet[Austre Bjonevatnet]	0.1695021	0.114633	1.48	0.1409
Lokalitet[Dybingvatnet]	0.2666086	0.097024	2.75	0.0066*
Lokalitet[Flåte]	0.2329103	0.144274	1.61	0.1081
Lokalitet[Grovatnet]	-0.411362	0.136085	-3.02	0.0028*
Lokalitet[Kalandsvatnet]	0.2160293	0.153426	1.41	0.1607
Lokalitet[Kalsjøen]	0.4638343	0.13488	3.44	0.0007*
Lokalitet[Kjerkesjøen]	0.3271703	0.13569	2.41	0.0168*
Lokalitet[Lygne]	0.0248865	0.375576	0.07	0.9472
Lokalitet[Mindrebovatnet]	0.4155906	0.146025	2.85	0.0049*
Lokalitet[Nordre Svanevatnet]	-0.413569	0.110074	-3.76	0.0002*
Lokalitet[Ørntjern]	-0.052814	0.096148	-0.55	0.5834
Lokalitet[Røysjø]	-0.677296	0.092762	-7.30	<.0001*
Lokalitet[Rysjøen]	0.0407469	0.091453	0.45	0.6564
Lokalitet[Saudlandsvatnet]	1.0738952	0.16452	6.53	<.0001*
Lokalitet[Stavsvatnet]	-1.100358	0.585812	-1.88	0.0618
Lokalitet[Vatnebuvatnet]	-0.68343	0.217789	-3.14	0.0020*
log Lng	3.8066045	0.976966	3.90	0.0001*
Lokalitet[Austre Bjonevatnet]*(log Lng-1.38898)	0.2224882	1.425089	0.16	0.8761
Lokalitet[Dybingvatnet]*(log Lng-1.38898)	-4.94533	1.496879	-3.30	0.0011*
Lokalitet[Flåte]*(log Lng-1.38898)	1.3258122	1.589924	0.83	0.4054
Lokalitet[Grovatnet]*(log Lng-1.38898)	-0.835313	2.36285	-0.35	0.7241
Lokalitet[Kalandsvatnet]*(log Lng-1.38898)	-2.254648	1.814452	-1.24	0.2155
Lokalitet[Kalsjøen]*(log Lng-1.38898)	-1.960028	2.183066	-0.90	0.3704
Lokalitet[Kjerkesjøen]*(log Lng-1.38898)	-3.538761	1.722822	-2.05	0.0413*
Lokalitet[Lygne]*(log Lng-1.38898)	-4.562693	9.175201	-0.50	0.6196
Lokalitet[Mindrebovatnet]*(log Lng-1.38898)	2.1289405	2.499797	0.85	0.3955
Lokalitet[Nordre Svanevatnet]*(log Lng-1.38898)	1.6873718	1.329022	1.27	0.2057
Lokalitet[Ørntjern]*(log Lng-1.38898)	-2.264041	1.379654	-1.64	0.1024
Lokalitet[Røysjø]*(log Lng-1.38898)	-0.526796	1.292575	-0.41	0.6841
Lokalitet[Rysjøen]*(log Lng-1.38898)	0.6449995	1.291821	0.50	0.6181
Lokalitet[Saudlandsvatnet]*(log Lng-1.38898)	3.9179417	1.918492	2.04	0.0425*
Lokalitet[Stavsvatnet]*(log Lng-1.38898)	7.1817954	11.37675	0.63	0.5286
Lokalitet[Vatnebuvatnet]*(log Lng-1.38898)	1.3893036	1.656006	0.84	0.4025

### Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Lokalitet	16	16	21.930831	12.1271	<.0001*
log Lng	1	1	1.715905	15.1816	0.0001*
Lokalitet*log Lng	16	16	5.000699	2.7652	0.0005*

Fit Model(Y(Log(:Name("Hg, mg/kg"))), Effects(:År, :Lokalitet[:År] & Random, :log Lng, :År \* :log Lng, :Lokalitet \* :log Lng[:År] & Random), Personality(Standard Least Squares), Emphasis(Effect Leverage), Method (REML));

**Response Log(Hg, mg/kg)**

**Whole Model**

**Summary of Fit**

RSquare	0.832218
RSquare Adj	0.826296
Root Mean Square Error	0.294526
Mean of Response	-2.17823
Observations (or Sum Wgts)	441

**Parameter Estimates**

Term	Estimate	Std Error	DFDen	t Ratio	Prob> t
Intercept	-7.590572	0.812928	18.24	-9.34	<.0001*
År[1988]	0.4964505	0.291195	19.42	1.70	0.1042
År[1991]	0.3796384	0.463294	19.23	0.82	0.4226
År[1992]	-0.722248	0.342109	19.3	-2.11	0.0480*
År[1996]	-0.956653	0.46563	19.62	-2.05	0.0535
År[1999]	-0.251261	0.35189	21.42	-0.71	0.4829
År[2000]	-0.023994	0.470375	20.43	-0.05	0.9598
År[2001]	0.6517952	0.261149	19.36	2.50	0.0217*
log Lng	1.5808592	0.244374	16.67	6.47	<.0001*
År[1988]*(log Lng-3.25082)	-0.673247	0.504798	13.97	-1.33	0.2036
År[1991]*(log Lng-3.25082)	-0.379652	0.799753	15.62	-0.47	0.6416
År[1992]*(log Lng-3.25082)	0.5726595	0.6214	18.32	0.92	0.3687
År[1996]*(log Lng-3.25082)	0.595956	0.838207	18.86	0.71	0.4858
År[1999]*(log Lng-3.25082)	0.6343994	0.610974	16.38	1.04	0.3142
År[2000]*(log Lng-3.25082)	0.4206491	0.81239	16.64	0.52	0.6114
År[2001]*(log Lng-3.25082)	-1.056343	0.464737	14.97	-2.27	0.0382*

**REML Variance Component Estimates**

Random Effect	Var Ratio	Var Component	Std Error	95% Lower	95% Upper	Pct of Total
Lokalitet[År]	2.9273102	0.253932	0.0841478	0.0890024	0.4188617	28.309
Lokalitet*log Lng[År]	6.4133563	0.556332	0.2784161	0.0106364	1.1020277	62.021
Residual		0.0867458	0.0062511	0.0756883	0.1004304	9.671
Total		0.8970099				100.000

-2 LogLikelihood = 298.57898977

**Fixed Effect Tests**

Source	Nparm	DF	DFDen	F Ratio	Prob > F
År	7	7	19.81	2.8118	0.0331*
log Lng	1	1	16.67	41.8481	<.0001*
År*log Lng	7	7	16.18	1.2535	0.3316

**År**

**Least Squares Means Table**

Level	Least Sq Mean	Std Error
1988	0.14155901	0.29553417
1991	0.12595247	0.51036252
1992	0.04184693	0.36101558
1996	0.03310264	0.51318844
1999	0.06702094	0.37334086
2000	0.08412234	0.51892630
2001	0.16534949	0.25536783
2008	0.13196521	0.13830797

\* Std Errors are on transformed Y's

Response Log(Hg, mg / kg)

Lokalitet[År]

Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error
[1988]Kalsjøen	0.17541757	0.06245061
[1988]Kjerkesjøen	0.18385821	0.12509566
[1988]Vegår	0.08795417	0.05194523
[1991]Dybingsvatnet	0.12595247	0.08085720
[1992]Røysjø	0.01896555	0.07667016
[1992]Suluvatn	0.09233403	0.08505802
[1996]Stavsvatnet	0.03310264	0.09711008
[1999]Grovatnet	0.05625381	0.07948533
[1999]Vatnebuvatnet	0.07984893	0.19824284
[2000]Rysjøen	0.08412234	0.12390517
[2001]Austre Bjonevatnet	0.26173631	0.11310675
[2001]Flåte	0.19364497	0.06544695
[2001]Ørntjern	0.09151556	0.07574484
[2001]Saudlandsvatnet	0.16115595	0.06742943
[2008]Austre Bjonevatnet	0.15455019	0.09792418
[2008]Dybingsvatnet	0.16384280	0.08379628
[2008]Flåte	0.17122745	0.11164298
[2008]Grovatnet	0.08650075	0.09313114
[2008]Kalsjøen	0.19476885	0.09357210
[2008]Kjerkesjøen	0.17761207	0.12045352
[2008]Ørntjern	0.12166040	0.08201029
[2008]Røysjø	0.06704269	0.07511746
[2008]Rysjøen	0.13748979	0.07489094
[2008]Saudlandsvatnet	0.31965629	0.13714938
[2008]Stavsvatnet	0.06605414	0.12606004
[2008]Suluvatn	0.12864235	0.19637763
[2008]Vatnebuvatnet	0.07738502	0.14172358
[2008]Vegår	0.15883825	0.09785049

\* Std Errors are on transformed Y's

Contrast

Test Detail

[1988]Kalsjøen	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[1988]Kjerkesjøen	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0
[1988]Vegår	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1
[1991]Dybingsvatnet	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[1992]Røysjø	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0
[1992]Suluvatn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0
[1996]Stavsvatnet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0
[1999]Grovatnet	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[1999]Vatnebuvatnet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
[2000]Rysjøen	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0
[2001]Austre Bjonevatnet	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[2001]Flåte	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[2001]Ørntjern	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[2001]Saudlandsvatnet	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0
[2008]Austre Bjonevatnet	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[2008]Dybingsvatnet	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[2008]Flåte	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[2008]Grovatnet	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[2008]Kalsjøen	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[2008]Kjerkesjøen	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
[2008]Ørntjern	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
[2008]Røysjø	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
[2008]Rysjøen	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
[2008]Saudlandsvatnet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
[2008]Stavsvatnet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
[2008]Suluvatn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
[2008]Vatnebuvatnet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
[2008]Vegår	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Estimate	-0.527	0.263	-0.123	0.4303	0.1046	-0.035	-0.413	1.2627	0.4913	0.6849	0.6909	0.3316	-0.031	0.5911
Std Error	0.1496	0.116	0.1294	0.1224	0.1125	0.1737	0.1496	0.1073	0.1448	0.1528	0.1591	0.214	0.2437	0.1108
t Ratio	-3.521	2.259	-0.951	3.5142	0.9302	-0.199	-2.761	11.764	3.3933	4.4813	4.3416	1.5496	-0.129	5.3354
Prob> t	0.0005	0.024	0.3423	0.0005	0.3528	0.8424	0.0064	9e-28	0.0008	1.7e-5	1.8e-5	0.1221	0.8977	1.6e-7

Numerator DF	14
Denominator DF	300.25189161
F Ratio	18.678948631
Prob > F	2.787941e-33



## Statlig program for forurensningsovervåking



Statens forurensningstilsyn (SFT)

Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo - Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00 - Telefaks: 22 67 67 06

E-post: postmottak@sft.no - Internett: www.sft.no

Utførende institusjon Norsk institutt for vannforskning (NIVA)	ISBN-nummer 978-82-577-5626-0
---	----------------------------------

Oppdragstakers prosjektansvarlig Eirik Fjeld	Kontaktperson SFT Bård Nordbø	TA-nummer 2580/2009
---	----------------------------------	------------------------

År 2009	Sidetall 20 + vedlegg	SFTs kontraktnummer 5009158
------------	--------------------------	--------------------------------

Utgiver NIVA O.nr. 29394 Rapport LNR 5891-2009	Prosjektet er finansiert av SFT
---	------------------------------------

Forfatter(e) Eirik Fjeld, Sigurd Rognerud og Ingar Johansen (IFE)
--

Tittel - norsk og engelsk Kvikksølv i ørret fra Sør-Norge, 2008. Mercury in brown trout from South Norway, 2008.
--

Sammendrag – summary Kvikksølvkonsentrasjonene i innsjølevende ørret fra Sør-Norge ble i 2008 kartlagt i 17 bestander. Nivåene var gjennomgående lave, og midlere konsentrasjon i de enkelte bestandene varierte mellom 0,07 og 0,22 mg/kg (våttvekt) for en fisk med en lengde på 26,5 cm (≈185 g). En sammenlikning med data fra perioden 1988–2001 var mulig for 14 av bestandene. For åtte av disse ble det påvist en statistisk signifikant økning, mens det for én ble påvist en signifikant reduksjon. I gjennomsnitt hadde konsentrasjonene økt med 23 %. Ut fra resultatene anbefaler vi at kvikksølv inkluderes i basisovervåkingen hjemlet i EUs vanddirektiv. Mercury concentrations were determined in brown trout from 17 lakes in southern Norway, caught in 2008. The levels were mainly low, and the average concentration in the individual populations varied between 0.07 and 0.22 mg/kg (wet weight) for a fish with a length of 26.5 cm (≈ 185 g). A comparison with data from the period 1988–2001 was possible for 14 of the populations. For eight of these we found a statistically significant increase, while a significant reduction was found in one. On average, concentrations had increased by 23%. On the basis of the results, we recommend mercury to be included in the operational surveillance program authorized by the EU's Water Framework Directive.
---

4 emneord Kvikksølv Ørret Ferskvann Sør-Norge	4 subject words Mercury Brown trout Freshwater South Norway
---	---

## Statens forurensningstilsyn

Postboks 8100 Dep,  
0032 Oslo  
Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00  
Telefaks: 22 67 67 06  
E-post: [postmottak@sft.no](mailto:postmottak@sft.no)  
[www.sft.no](http://www.sft.no)

## Om SPFO

Statlig program for forurensningsovervåking omfatter overvåking av forurensningsforholdene i luft og nedbør, skog, vassdrag, fjorder og havområder. Overvåkingsprogrammet dekker langsiktige undersøkelser av:

- overgjødsling
- forsuring (sur nedbør)
- ozon (ved bakken og i stratosfæren)
- klimagasser
- miljøgifter

Overvåkingsprogrammet skal gi informasjon om tilstanden og utviklingen av forurensningssituasjonen, og påvise eventuell uheldig utvikling på et tidlig tidspunkt. Programmet skal dekke myndighetenes informasjonsbehov om forurensningsforholdene, registrere virkningen av iverksatte tiltak for å redusere forurensningen, og danne grunnlag for vurdering av nye tiltak. SFT er ansvarlig for gjennomføringen av overvåkingsprogrammet.

SPFO-rapport 1065/2009  
TA- 2580/2009