



RAPPORT LNR 5271-2006

Fiskeribiologiske undersøkelser av ørretbestander i Øvre Orkla



Innerdalsvatnet (Foto Tore Qvenild)

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Fiskeribiologiske undersøkelser av ørretbestander i Øvre Orkla	Løpenr. (for bestilling) 5271-2006	Dato 15. oktober 2006
	Prosjektnr. Undernr. 21147	Sider Pris 32
Forfatter(e) Sigurd Rognerud og <i>Tore Qvenild (FM-Hedmark)</i>	Fagområde miljøgifter	Distribusjon fri
	Geografisk område Hedmark	Trykket NIVA

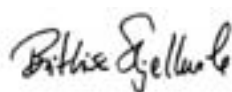
Oppdragsgiver(e) TrønderEnergi (Kraftverkene i Øvre Orkla, KVO)	Oppdragsreferanse Endre Lien
--	---------------------------------

Vi har undersøkt ørretbestander i fire innsjøer i Øvre Orklas nedbørfelt. Innerdalsvatn og Falningsjøen er betydelig regulert, Store Sverjesjøen moderat regulert, mens Indre Innerdalsvatn er en uregulert terskelsjø. Det ble også el-fisket i Orkla for å vurdere ørekytas betydning for produksjonen av ørret. Hensikten med undersøkelsen var å kartlegge ørretens bestandsstatus, næringsnett og kvikksølvinnhold. Dernest å vurdere hvordan reguleringer og variasjoner i klima har påvirket bestandstrukturen og næringsgrunnlaget. Bestanden var tynn i Store Sverjesjøen, men fisken var av fin kvalitet. Falningsjøen hadde overraskende tett bestand med god kvalitet tatt i betraktning en reguleringshøyde på 47m. Innerdalsvatnet hadde også en tett bestand av middels stor fisk av god kvalitet. Rekrutteringen varierte betydelig fra år til år i disse tre innsjøene. Dette kan tyde på at klimatiske forhold har betydning for rekrutteringen. Det var en god produksjon av fisk i Indre Innerdalsvatn og tilgang på viktige bunndyr var svært god. Fisk fra dette området er antagelig viktig for rekrutteringen til Innerdalsvatnet. Terskelen har derfor fungert etter hensikten. Tettheten av småfisk i Øvre Orkla varierte betydelig på ulike lokaliteter slik situasjonen også var før regulering. Ørekyte finnes i Øvre Orkla, men ble ikke observert ved el-fisket. Ørekytas betydning for fiskeproduksjonen må være beskjeden. I Store Sverjesjøen og Indre Innerdalsvatn var næringskjeden dominert av bunndyr. I Store Sverjesjøen var marflo og skjoldkreps fremdeles til stede etter regulering. Byggingen av terskel i Indre Innerdalsvatn har ført til at marflo er etablert med en god bestand. I Falningsjøen og Innerdalsvatnet var dyreplankton, linsekreps og terrestriske insekter viktigste næringsdyr. Konsentrasjonen av kvikksølv i ørret var lav i alle innsjøene. Det er derfor ikke behov for kostholdsrad eller restriksjoner mht omsetning av fisk.

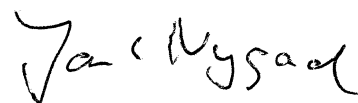
Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Fiskeribiologi	1. Fish biology
2. Kvikksølv i fisk	2. Mercury in fish
3. Stabile isotoper	3. Stable isotopes
4. Næringskjeder	4. Food webs



Sigurd Rognerud
Prosjektleder



Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder



Jarle Nygaard
Fag- og markedsdirektør

Fiskeribiologiske undersøkelser av ørretbestander i Øvre Orkla

Forord

Denne rapporten omhandler resultatene fra en undersøkelse av ørretens kvikksølvinnhold, vekstbetingelser og næringskjedens struktur i tre regulerte innsjøer (Store Sverjesjøen, Falningsjøen, og Innerdalsvatnet) og en uregulert innsjø (Indre Innerdalsvatn) i Kvikneområdet i Øvre Orkla. Det ble også gjort en enkel registrering av fisketettheten i utvalgte lokaliteter i Orkla. Prosjektet er finansiert av TrønderEnergi (KVO).

Prøvefisket er gjennomført av Tore Qvenild, Arne Qvenild og Ole Nashoug. Næringsdyr fra innsjøene ble samlet inn av Sigurd Rognerud og Jarl Eivind Løvik. Analysene av kvikksølv ble utført ved NIVAs laboratorium i Oslo og analysene av stabile isotoper ble utført ved Institutt for Energiteknikk (IFE) på Kjeller. Fiskens alder er bestemt av Arne Jørgen Kjørnes og Atle Rustadbakken (Naturkompetanse). KVO har bidratt med opplysninger om isforhold og annen informasjon om innsjøene. Frode Ålbu, Kvikne utmarksråd, har gitt opplysninger om utsetting av fisk. Sigurd Rognerud og Tore Qvenild har bearbeidet fiskematerialet og næringsdyrene for analyse samt skrevet rapporten. Alle takkes for et godt samarbeid.

Ottestad, september 2006


Sigurd Rognerud

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Materiale og metoder	8
3. Innsjøene og fiskeribiologiske forhold	9
3.1 Generelle opplysninger om innsjøene	9
3.2 Fiskeribiologiske forhold	11
4. Resultater	13
4.1 Fiskeribiologiske forhold	13
4.1.1 Fangstutbytte	13
4.1.2 Alder, vekst og størrelsesfordeling	13
4.1.3 Kondisjon og kvalitet	16
4.1.4 Næringsforhold	17
4.1.5 El. fiske i Orkla	17
4.2 Stabile isotoper i fisk og næringsdyr	18
4.3 Sammenhengen mellom kvikksølvkonsentrasjon, fiskens alder, lengde og stabile isotoper i fisk.	20
5. Diskusjon	21
5.1 Fiskeribiologiske undersøkelser	21
5.1.1 Store Sverjesjøen	21
5.1.2 Falningsjøen	22
5.1.3 Innerdalsvatnet	23
5.1.4 Indre Innerdalsvatn (terskelbassenget)	24
5.1.5 Orkla	24
5.2 Næringskjedens struktur	24
5.3 Kvikksølv i fisk	25
6. Referanser	26
7. VEDLEGG.	28

Sammendrag

Sommeren 2003 undersøkte vi ørretbestander i de betydelig regulerte innsjøene Innerdalsvatn og Falningsjøen, den moderat regulerte Store Sverjesjøen samt den uregulerte terskelsjøen Indre Innerdalsvatn i øvre deler av Orklavassdraget. Hensikten med undersøkelsen var først og fremst å kartlegge bestandstatus, og hvordan reguleringene og eventuell klimaeffekter har påvirket denne. Fiskens næringsnett ble kartlagt ved hjelp av stabile isotoper og mageanalyser. Resultatene ble benyttet for å tolke fiskens produksjonsmuligheter og innhold av miljøgifter. Det ble også el-fisket i noen lokaliteter i Orkla for å sjekke ut ørekytas betydning for ørretproduksjonen.

Falningsjøen er regulert hele 47,5 m. I forbindelse med reguleringen i 1982 mente de sakkyndige i skjønnnet at fisket ville bli sterkt redusert og fisket ble av skjønnnet erstattet fullt ut. I 2003, over 20 år etter reguleringen, var det likevel en overraskende stor tetthet av fisk. Den høye tettheten av fisk i 2003 skyldes en svært sterk 1997-årsklasse. Magasinet har likevel en høy nok produksjon av næringsdyr til at fiskens kvalitet blir tilfredsstillende selv om fisken sjelden blir større enn 30 cm. Falningsjøen er et godt eksempel på et sterkt regulert magasin hvor fiskeproduksjonen har holdt seg godt, selv etter regulering. Innerdalsvatnet hadde også en forholdsvis tett bestand av fisk av fin kvalitet, men heller ikke her ble den større enn 30-35 cm. Bestanden synes å ha stabilisert seg etter 1992, men årsklassene har variert betydelig i styrke også i dette magasinet slik som i Falningsjøen. Analysene av stabile isotoper i fiskekjøttet indikerte at det kan rekrutteres fisk fra Indre Innerdalsvatn. Store Sverjesjøen har ved alle undersøkelser hatt en tynn bestand, og fisken har hatt fin kvalitet og størrelse. Undersøkelsen vår viste at 1997-årsklassen var sterk, men rekrutteringen varierte betydelig fra år til år. Det er vanskelig å vurdere betydningen av klimatiske forhold og utsettinger for rekrutteringen fordi bakgrunnsdata mangler. Settefisker bør derfor merkes i årene som kommer.

Undersøkelsene av tetthetene av småfisk i Orkla viste store variasjoner slik det også var før reguleringen. Fisket i terskeldammene skal stedvis være godt. Undersøkelsene før reguleringene viste sporadiske forekomster av ørekyte. Ved elfiske-registreringene i 2003 ble det ikke registrert ørekyte, og den planlagte undersøkelsen med hensyn til ørekytas betydning i næringskjeden måtte følgelig utgå. Tilslaget av utsettingene er vanskelig å evaluere da utsatt fisk ikke merkes.

Indre Innerdalsvatn er et kunstig terskelbasseng som ble etablert for å opprettholde en stabil vannstand av hensyn til fiskeproduksjon og ikke minst som et viktig våtmarksområde for fugl. Terskelbassenget har fungert etter hensikten, med en rik produksjon av fisk og næringsdyr, og fisk av fin kvalitet og størrelse. Marflo har etablert seg og er av stor betydning som fiskeføde. Næringsnettet var dominert av bunnlevende krepsdyr, snegl og insektlarver slik som er vanlig i uregulerte innsjøer i fjellet i Sør-Norge der vannkvaliteten er så god at det er levelig for marflo. I den betydelig regulerte innsjøen Innerdalsvatnet var hoveddelen av fiskens næring hentet fra planktoniske krepsdyr. I Falningsjøen som også har en betydelig regulering er semiplanktonisk linsekrep og terrestriske insekter tilført fra landområdene rundt innsjøene viktigste næringsdyr. Et viktig næringsdyr som marflo fantes i store tettheter i Falningsjøen før regulering, men er nå borte, mens skjoldkrep aldri har vært påvist her. I Innerdalsvatnet var meitemark fra de neddemte landområdene viktigste føde de første årene etter regulering. I dag er det dyreplankton og insekter som er dominerende næring. I Store Sverjesjøen var næringskildene dominert av bunnlevende krepsdyr, insektlarver og snegl som levde av påvekststalger i de grunnere delene av innsjøene. Marflo og skjoldkrep finnes fremdeles selv om det er vel 20 år etter den siste reguleringen. Sammenliknet med forholdene før reguleringen synes det ikke å ha skjedd store endringer. Konsentrasjonene av kvikksølv i fisk var lave i alle innsjøene, og de var klart lavere enn den grensen som EU og Statens Næringsmiddeltilsyn har satt for fisk som skal omsettes (0,5 mgHg/kg v.v). Det er heller ikke nødvendig med kostholdsrad for de som spiser mye fisk. De lave verdiene stemmer godt overens med tilsvarende undersøkelser av kvikksølvnivåer i ørret fra andre fjellområder i Sør-Norge.

1. Innledning

På grunn av den gode vannkvaliteten i innsjøer og elver i Øvre Orkla har fisket i dette området alltid vært regnet som godt (Qvenild 2005). Flere av de viktige krepsdyrene som marflo og skjoldkrep, som gir ørreten en særdeles fin kvalitet, finnes i mange av innsjøene i området. Da reguleringene i Øvre Orkla ble planlagt ble det klart at dette ville bety store inngrep og forandringer i naturen. Spesielt neddemningen av den produktive seterdalen Innerdalen skapte stor lokal og også nasjonal motstand. Magasinet (6,4 km²) førte til en neddemning av hele den tidligere seterdalen. Elva Inna ble neddemt og overflaten ved damstedet er 48 m over det gamle nivået i elva. Falningsjøen var før reguleringen et verdifullt fiskevann. Også her var det planlagt en betydelig regulering (47,5 m) med heving av vannstanden 25,5 m opp og en uttapping ned til 22 m under gammel vannstand.

Utviklingen i fiskeforholdene i Innerdalsvatnet etter reguleringen i 1982 ble undersøkt av Koksvik (1992). Forholdene i den første 10-årsperioden forandret seg mye. De første årene spiste elvefisken fra Inna store mengder meitemark fra de neddemte områdene, og fisken ble særdeles feit og fikk en lys kjøttfarge. Etter hvert som strandsonen ble mer utvasket ble meitemark erstattet av ulike krepsdyrarter og fisken ble slankere, men med en rødere kjøttfarge. På grunn av de nye næringsforholdene ble den store fisken stadig slankere og viste tegn til å stagnere i vekst. Innerdalsvatnet har ikke blitt undersøkt siden 1992. På grunn av den sterke reguleringen av Falningsjøen mente de sakkyndige i Orkdal herredsrett at ørretproduksjonen ville bli redusert med 70 – 80 % og fisket ble ansett som totalskadet (Andersen og Langeland 1983). Falningsjøen har ikke blitt undersøkt etter reguleringen før vår undersøkelse i 2003.

Mange reguleringsmagasiner med store reguleringshøyder har ofte blitt vurdert som å ha liten verdi som fiskevann for ørret. Årsaken er blant annet at produksjon av bunndyr blir redusert og at viktige næringsdyr som marflo og skjoldkrep ofte forsvinner. I enkelte tilfeller kan imidlertid den planktoniske næringskjeden opprettholde en brukbar produksjon av ørret. Undersøkelser med ny metodikk har vist at slike magasin kan ha en god bestand av ørret som lever av planktoniske krepsdyr (Rognerud et al. 2003). En av hensiktene med undersøkelsen var å kartlegge hvor viktig den planktoniske næringskjeden var i Falningsjøen og Innerdalsvatnet.

Store Sverjesjøen ble påvirket av en dam som ble bygget i 1650 i forbindelse med gruvevirksomheten i Kvikne. Det var mulig for fisken å passere denne dammen og gyte nedover i Sverja. Omfanget og viktigheten av Sverja som gyte- og oppvekstbekk var dårlig dokumentert, men den hadde ry som en god fiskeelv (Hagen 1952). Reguleringshøyden i Store Sverjesjøen er med sine 4,8 m ansett som å være beskjeden. Erfaringen med slike begrensede reguleringshøyder er at de viktige bunndyrene linsekrep, skjoldkrep og marflo klarer seg godt. Imidlertid ville en del av innløpsbekken ble demmet ned og dette ville kunne få betydning for rekrutteringen. I denne forbindelse ble det gitt pålegg om utsetting av fisk. I Store Sverjesjøen var derfor en av hensiktene å få klarlagt bestandsstatus og vurdere virkningene av fiskeutsettingene.

I den indre delen av Innerdalsvatnet ble det etablert et 0,6 km² stort terskelbasseng (Indre Innerdalsvatn) hvor vannstanden ikke reguleres. Området er grunt og har stor gjennomstrømning, og er svært produktivt. Winge og Koksvik (1993) påviste store forskjeller mellom Innerdalsvatnet og terskelbassenget hvor planktoniske krepsdyr dominerte i Innerdalsvatnet, mens ulike bunndyr og overflateinsekter dominerte i terskelbassenget. Marflo ble imidlertid ikke påvist. Terskelbassenget er ansett som et godt fiskevann med mye og stor fisk. Men terskelen er også utformet på en slik måte at fisken kan vandre mellom terskelbassenget og Innerdalsvatnet. Vi ønsket derfor å undersøke om terskelbassenget har betydning som oppvekstlokalitet for fisken i Innerdalsvatnet. Vi ønsket å

undersøke om forskjellene i primærprodusenter (påvekstalger vs planktonalger) i disse sjøene kunne etterspores i ulike signaturer av stabile karbonisotoper i fisken fra Innerdalsvatnet.

Orkla ble vurdert som en god fiskeelv før reguleringen, men med redusert vannføring over lange strekninger etter regulering ville fisket også her kunne bli sterkt skadet (Andersen og Langeland 1982). For å kompensere for skadene er det siden bygget terskler og det settes årlig ut fisk. Ørekyte ble registrert i undersøkelsene før reguleringen, og det ble forventet en ekspansjon av ørekyte spesielt i terskelbassengene. Det var derfor et mål å undersøke ørekytas innvirkning på ørretbestandene. Ørekyte ble ikke registrert på de undersøkte lokalitetene i 2003 slik at dette ikke kunne evalueres.

De senere årene har det vært sterk fokus på miljøgifter i fisk. Fiskens innhold av kvikksølv er den vanligste årsak til at det blir satt restriksjoner på omsetning av fisk og gitt kostholdsråd for konsum av egen fisk. Andre undersøkelser har vist at store reguleringer kan påvirke kvikksølvnivået og hvordan kvikksølv akkumuleres i næringskjedene (Rognerud et al 2003, 2006). Metoden med stabile isotoper kan gi en bedre forståelse av hvordan atmosfærisk avsatte miljøgifter som kvikksølv akkumuleres i ulike næringskjeder. Vi ønsket derfor å kartlegge kvikksølvnivået i fisk i de fire innsjøene.

Klimatiske forhold har innvirkning på rekrutteringen til fiskebestander, spesielt i høyfjellsstrøk (Rognerud et al. 2003). Det er sterke indikasjoner på at dette er tilfellet også i innsjøene i Kvikneområdet (Qvenild 2005). Det var derfor en delmålsetning å undersøke om det var indikasjoner på varierende rekrutteringsforhold i de undersøkte innsjøene. Dette vil blant annet kunne ha betydning for fiskeutsetninger. Ved siden av bestandsstrukturen vil også temperaturforholdene i innsjøene være viktig når en skal vurdere fiskeproduksjonen.

Undersøkelsene våre kan derfor oppsummeres slik:

- i) gjøre fiskeribiologiske undersøkelser for å kartlegge bestandstruktur, rekruttering og eventuell utvikling i bestanden over tid,
- ii) klarlegge næringskjedens struktur og betydningen av den planktoniske delen av næringskjeden i de fire innsjøene,
- iii) kartlegge nivået av kvikksølv i fisk fra de regulerte innsjøene og sammenlikne nivåene i fisk fra uregulerte innsjøer i regionen,
- iv) samle de viktigste resultatene fra tidligere undersøkelser av fisk, næringsdyr og vannkvalitet for å få en oversikt over utviklingen og vurdere om utsettingene av fisk kan dokumenteres, bl.a. ved hjelp av el.fiskeregistreringer i Orkla



Figur 1. Kartet viser beliggenheten til de undersøkte innsjøene i Kvikneområdet.

2. Materiale og metoder

Innsamling

Feltarbeidet ble utført sommeren 2003, første gang fra 1. – 4. juli. Det ble da prøvofisket i samtlige lokaliteter samt samlet inn prøver til kvikksølv. 19. – 21. august ble det gjort supplerende fiskeundersøkelser i Store Sverjesjøen og Indre Innerdalsvatn. Samtidig ble det samlet inn næringsdyr ved hjelp av bunnskraper og strandhov.

Fisken ble tatt på garn og frosset så snart som mulig. Den ble oppbevart i dypfryser inn til prøvene ble tatt. På laboratoriet ble det dissekert ut skinn- og beinfrie prøver av muskulaturen (øvre delen bak ryggfinnen) fra hver fisk. Prøvene ble delt i to og begge ble pakket i ren aluminiumsfolie og lagt i hver sin tette plastpose. Den ene prøven gikk til isotopanalyser, den andre til kvikksølvanalyser. For å unngå individuell variasjon så besto blandprøvene av ørekyt av 5 like lange individer, mens for næringsdyrene besto blandprøvene av minst 10 individer, untatt dyreplankton der ca. 300 individer ble plukket ut.

Analyse av stabile isotoper

Prøvene ble tørket ved 60 °C i 2 døgn og homogenisert. For bestemmelse av $\delta^{13}\text{C}$ og $\delta^{15}\text{N}$ er 1 mg prøve-materiale veid inn og overført til en 5 x 9 mm tinnkapsel. Kapselen lukkes og plasseres i en Carlo Erba NCS 2500 elementanalysator. Prøvene forbrennes med O_2 og Cr_2O_3 ved 1700 grader og NO_x reduseres til N_2 med Cu ved 650 °C. Forbrenningsproduktene separeres i en poraplot Q kolonne og overføres direkte til et Micromass Optima isotop massespektrometer for bestemmelse av $\delta^{13}\text{C}$ og $\delta^{15}\text{N}$. Duplikater analyseres rutinemessig for hver tiende prøve. Isotopsammensetningen av karbon og nitrogen ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) oppgis som ”deltaverdier”: $\delta (\text{‰}) = [(R_{\text{prøve}} / R_{\text{standard}}) - 1] \times 1000$, der R representerer forholdet mellom tung og lett isotop. Alle isotopverdiene refereres til primære standarder. For karbon er dette et marint karbonat, Pee Dee Belemitt (Craig 1953), og for nitrogen atmosfærisk luft (Mariotti 1983). Internasjonale standarder analyseres samtidig med prøvene for hver tiende prøve. $\delta^{15}\text{N}$ resultatene kontrolleres med analyser av IAEA-N-1 og IAEA-N-2 standarder. $\delta^{13}\text{C}$ resultatene kontrolleres med analyser av USGS-24 grafit standard. IFEs verdier kontrolleres også mot en husstandard av ørretfilet.

Hva kan stabile isotoper vise?

Det er vanlig å framstille analyseresultater av stabile nitrogen- og karbonisotoper i fiskekjøtt i biplott slik som vist i rapporten. Det trengs litt bakgrunn for å forstå hva et slikt biplott viser, og det følger derfor en kort gjennomgang. Tidligere var mageanalyser den eneste metoden en hadde for å få en indikasjon på fiskens plass i næringskjeden. Mageanalyser gir imidlertid kun øyeblikksbilder, og de sier lite om hvilke næringsdyr som bidrar mest til oppbyggingen av muskelmassen. Dessuten førte de ofte til generaliseringer der alle individer innen bestanden (eller på et alderstrinn) ble definert som primære eller sekundære konsumenter. Bruk av stabile nitrogen- og karbonisotoper gjør det mulig å få en langt bedre oversikt over fiskens næringsnett.

Planktonalgene har fri diffusjon av CO_2 mellom celle/vann og atmosfæren. Som en følge av dette blir de anrikt på den lette isotopen og får lavere $\delta^{13}\text{C}$ verdier (-36 til -30 ‰) enn landplanter (-29 til -26 ‰) som kan lukke spalteåpninger i perioder og gjenbruke respirert CO_2 , mens begroingsalger og moser, som er viktige primærprodusenter i grunne områder av innsjøen, har mer lukkede systemer (større diffusjonspærre til omgivelsene) der gjenbruk av fraksjonert $\delta^{13}\text{C}$ er nødvendig. De får derfor de høyeste $\delta^{13}\text{C}$ verdier (-22 til -18 ‰). Da fraksjonering i konsumentleddene i næringskjeden er relativt liten (0,5 ‰ for hvert trofnivå) vil $\delta^{13}\text{C}$ indikere karbonkildene dvs type vegetasjon som er viktigst i fiskens og dyreplanktonets næringsnett (Vander Zanden and Rasmussen 2001)

Det har vist seg at i akvatiske næringskjeder øker $\delta^{15}\text{N}$ i gjennomsnitt med 3,5 ‰ for hvert trinn opp i næringskjeden, f.eks. fra primærprodusent til primærkonsument. $\delta^{15}\text{N}$ benyttes derfor som et kontinuerlig mål på organismenes trofiske posisjon i en innsjø. Ved sammenlikning av innsjøer må en være klar over at $\delta^{15}\text{N}$ signalet i bunnen av næringskjeden kan være forskjellig, alt avhengig av nitratkildens signatur (Vander Zanden and Rasmussen 1999).

Kvikksølvanalyser

Kvikksølv ble analysert etter NIVA metode nr. E-3. Denne metoden baserer seg på kalddamp atomabsorpsjonspektrometri. Benyttede instrumenter er en Perkin-Elmer FIMS med P-E AS-90 autosampler og P-E amalgeringssystem. De biologiske prøvene frysetørres forut for autoklaving med salpetersyre, der det organisk bundne kvikksølvet oksideres til metallisk kvikksølv med SnCl_2 , og en inert bæregass (argon) transporterer kvikksølvet til spektrofotometeret. Kvikksølvet oppkonsentreres i et amalgeringssystem. Nedre grense for faste prøver er 0,005 $\mu\text{g/g}$.

Aldersbestemmelser og fiskestatistikk

Alder ble bestemt ved hjelp av avlesninger av skjell og øresteiener (otolitter). Fiskens lengde er målt fra snute til halepiss og vekt er angitt til nærmeste gram for mindre fisk (< 500g) og nærmeste 5 gram for større fisk (> 500g).

3. Innsjøene og fiskeribiologiske forhold

3.1 Generelle opplysninger om innsjøene

Morfometri og reguleringer

I tabell 1 er det vist en oversikt over reguleringene i Falningsjøen, Store Sverjesjøen og Innerdalsvatnet. Kونسesjon er gitt Sør-Trøndelag kraftselskap, nå TrønderEnergi, 16. juni 1978.

Tabell 1. Data vedrørende reguleringene. Arealer er hentet fra NVE-Atlas.

Magasin	Før regulering		Etter regulering				
	Areal km^2	Vannst.	Areal km^2	HRV	LRV	Reg. (m)	Vol. (mill m^3)
Falningsjøen	1,1	847,0	4,18	872,5	825,0	47,5	125
Store Sverjesjøen	1,2	867,7	1,66	872,5	867,7	4,8	7
Innerdalsvatnet	0	765,0	6,42	813,0	778,0	35,0	153

Falningsjøen er sterkt regulert, 25,5 m opp og 22,0 m ned, tilsammen 47,5 meters reguleringshøyde. Innsjøen er forholdsvis dyp, med en regelmessig form og dyp ned til 71 m målt fra HRV. Det er bygget en stor fyllingsdam i utløpet av Falningsjøen. Gyting er følgelig umuliggjort på utløpsbekken slik det også er i Store Sverjesjøen.

Store Sverjesjøen er regulert 4,8 m og overflatearealet har økt med 0,46 km^2 (fra 1,2 km^2 til 1,66 km^2 ved HRV). Innsjøen har store grunntområder i nord. Det dypeste området er ca. 35 m (egne registreringer) og ligger omtrent midt i sjøen. Neddemningen av deler av innløpsbekken i nordenden har ført til reduserte oppvekstarealer for småfisk.

Innerdalsvatnet følger formen på dalen slik den var før regulering. med de dypeste partiene mot dammen. Dalbunnen ved damstedet ligger på 765 moh, og dybden ved dammen ved HRV skulle derfor være 48 m. Reguleringshøyden er 35m. Magasinet slik det er ved HRV har demmet ned ca. 10

km av Inna. I storparten av magasinområdet har dalen lite fall. Dalbunnen er de fleste steder svært flat med skarp knekk mot dalsidene (Andersen og Langeland 1982).

Høsten 1989 ble det bygget en terskel for å opprettholde vannstanden i den innerste delen av magasinet (Winge og Koksвик 1993). Terskelbassenget (Indre Innerdalsvatn) har et areal på ca. 0,6 km². Bassenget har største dyp på ca. 7 m i det gamle elvefareet til Inna, men gjennomsnittsdypet er bare 1,3 m. Terskelen er bygget som en omløpskanal med et fall som ikke er større enn at fisken kan vandre fritt mellom magasinet og terskelbassenget uansett vannstand.

Fiskerettigheter

Fisket i samtlige magasiner er privat. Fiskerettseierne er tilsluttet Kvikne utmarksråd. Det vesentligste fisket er garnfiske i regi av rettighetshaverne. I tillegg selges det fiskekort i hele området.

Pålegg om fiskeutsetting

I henhold til konsesjonsvilkårene ble det 15.10.1993 gitt pålegg om utsetting av 15.000 en-somrig settefisk av ørret. Settefisken skal produseres av Kvikne klekkeri med bakgrunn i lokal stamfisk. Stamfisken er hentet dels i tilløpsbekken til Store Sverjesjøen, dels i tilløpsbekken til Store Hiåsjøen.

Settefisken er i ulike år fordelt i Koilibekken (tilløp til Store Sverjesjøen), Store Sverjesjøen, Sverja (utløp av Store Sverjesjøen), Ya på strekningen Russu-Eventjønnsbekken, Orkla på strekningen Litjfossen – Øvre Dølvad, både oppstrøms og nedstrøms samløpet med Ya i terskelbassengene.

Opplysninger om utsetninger fra 1992 til 2006 er gitt av Kvikne utmarksråd (Tabell 13 i vedlegget). Tallene i tabellen er minimumstall. Utsetningsantallet har variert sterkt fra år til år og har bare to av årene vært over 15.000. Utsetningsfisken har ikke vært merket.

Geologi og vannkvalitet

Nedbørfeltet domineres av kambro-silurske bergarter (glimmerskifer) med høyt innhold av kalk. Dette fører til en gunstig vannkvalitet for næringsdyr og fiskeproduksjon. En stikkprøve tatt i Store Sverjesjøen 19.08.97 viste pH 7,13, alkalitet på 0,154 mmol/l, 3,59 mg Ca/l og fargetall på bare 8 mgPt/l. Dette indikerer gode og stabile vannkjemiske forhold mht til fiskens krav og det er ikke tatt vannprøver siden. I Innerdalsvatnet angis pH-verdier fra 6,9 til 7,5 og alkalitetsverdier fra 0,33 til 0,76 mmol/l Koksвик (1992). Også eldre undersøkelser viser meget god vannkvalitet både i Store Sverjesjøen og Falningsjøen (Andersen og Langeland 1983).

Næringsdyr

I august 1975 ble det registrert skjoldkreps i mageinnholdet til 57 % av ørreten i Store Sverjesjøen (Langeland 1975). Skjoldkreps ble ikke påvist i 1972 (Johnsen (1973), men dette skyldes antagelig at undersøkelsene ble gjort tidligere på sommeren. Skjoldkreps ble også påvist i et prøvefiske i 1997 (Fylkesmannen i Hedmark ikke publisert). Marflo har hele tiden vært av stor betydning i Store Sverjesjøen (Johnsen 1973, Langeland 1975, Andersen og Langeland 1983). I prøvefisket fra 1997 var marflo fremdeles et viktig næringsdyr for fisken (Fylkesmannen i Hedmark, ikke publisert).

Også i Falningsjøen var marflo basisføde før reguleringen (Johnsen 1973, Langeland 1975). Andersen og Langeland (1983) foretok undersøkelser i Falningsjøen i 1983, og nevner da fiskens kvalitet som var god takket være ”stor tilgang på linsekreps og marflo (Gammarus)”. De forventet imidlertid at marflo og snegl ville forsvinne som følge av reguleringen. Både linsekreps, ulike sneglearter (damsnegl, skivesnegl) og ertemuslinger var vanlig i mageprøvene i både Store Sverjesjøen og Falningsjøen i 1975 (Langeland 1975).

I Innerdalsvatnet var meitemark dominerende føde de to første årene etter oppdemmingen (Koksвик 1992). Fra 1984 overtok planktonkreps som dominerende næringsdyrgruppe. Det var spesielt artene *Daphnia galeata* og *Bythotrephes longimanus* som var av betydning.

Winge og Koksvik (1993) fant store forskjeller i innholdet i mageprøver fra Innerdalsvatnet og Indre innerdalsvatn (terskelbassenget). Planktonkreps dominerte Innerdalsvatnet, men disse hadde ingen betydning i Innerdalsvatnet. Linsekreps var av betydning i begge lokalitetene. Døgnfluelarver og vårfluelarver hadde stor betydning i Indre Innerdalsvatn. Det ble ikke observert marflo.

3.2 Fiskeribiologiske forhold

Store Sverjesjøen

I utløpet av Store Sverjesjøen er det bygget en reguleringsdam. Den er en effektiv sperre for gytefisk som tidligere gikk ut i Sverja. Før etableringen av denne dammen var det mulig for gytefisk å passere den gamle dammen fra 1650 og vandre nedover i Sverja. Tidligere var det et godt fiske i lonene nedover i Sverja (Hagen 1952), men på grunn av reguleringen er det langt mindre vann i Sverja enn tidligere og fiske har blitt dårligere.

Johnsen (1973) kartla fiskeforholdene i Store Sverjesjøen før reguleringen. Disse er i sammenheng med skjønnet supplert av andre (Langeland 1975, Andersen og Langeland 1983). En oversikt over summen av fangstene, og antall fisk pr. garn, på ulike maskevidder i disse undersøkelsene sammen med tilsvarende beregning for to undersøkelser etter regulering er gitt i tabell 2.

Tabell 2. Samla data fra 3 undersøkelser før regulering (Johnsen 1973, Langeland 1975, Andersen og Langeland 1983) og for 2 undersøkelser etter regulering i 1991 og 1997 (Fylkesmannen i Hedmark upubl.).

Maskevidde mm	1972 - 1983			1991 og 1997		
	Antall garn	Antall fisk	Antall fisk pr. garn	Antall garn	Antall fisk	Antall fisk pr. garn
39	8	5	0,6	4	1	0,3
35	8	11	1,4	4	2	0,5
29	8	16	2,0	4	12	3,0
26	8	34	4,3	5	23	4,6
21	10	102	10,2	7	34	4,9

Resultatene av undersøkelsene i 1972-83 indikerte en tynn bestand i Store Sverjesjøen, både av stor og liten fisk. Veksten og kvaliteten var tilfredstillende og fisken hadde en fin rød kjøttfarge.

Undersøkelser som er foretatt etter reguleringen av Fylkesmannen i Hedmark (1991 og 1997, upublisert) er av mindre omfang, men de tyder likevel på en nedgang i bestanden. Fisken var av samme fine kvalitet som før. Rekrutteringen syntes imidlertid å ha blitt dårligere og det ble gitt pålegg om utsetting av fisk (15.10.1993).

Sommeren 1994 ble gytebekken som kommer fra Litjsverjesjøen undersøkt med elektrisk fiskeapparat i regi av Fylkesmannen i Hedmark (ikke publisert). Bestanden var svært tynn noe som antagelig skyldtes en unormalt kald vinter 1993/94 med lite snø. Undersøkelser i 1997 viste imidlertid høye tettheter i lengdeintervallet 3 – 15 cm. Dette kan indikere at værforhold vinterstid har betydning for rekrutteringen i Store Sverjesjøen. Gytefiskens størrelse var stort sett 35 - 45 cm.

Falningsjøen

Undersøkelser gjort før regulering (Johnsen 1973, Langeland 1975, Andersen og Langeland 1983), viste en tett bestand i Falningsjøen (Tab.3). På grunn av den store regulerings høyden fastsatte de sakkyndige i skjønnet erstatningene for tapt fiske til 100 % (Andersen og Langeland 1983).

Falningsjøen er ikke undersøkt i perioden fra reguleringen til undersøkelsen i 2003.

Tabell 3. Resultatetene av prøvofiske i Falningsjøen i 1983 (etter Andersen og Langeland 1983)

Maskevidde mm	Antall garn.	Antall fisk	Antall fisk pr. garn
39	12	7	0,6
35	12	10	0,8
29	12	19	1,6
26	12	40	3,3
21	14	126	9,0

Gode rekrutteringsforhold i kombinasjon med et ikke altfor aktivt fiske, resulterte i vekst og kondisjon litt under middels. Kvaliteten ble likevel betegnet som god, med fin, rødfarget fisk.

Elvene Ya og Russu er nå overført til Falningssjøen, og begge har fått en sterkt redusert vannføring på strekningene nedstrøms overføringsstedet. Russu har aldri vært annet enn en småfiskelv av liten fiskerimessig betydning. Deler av Ya har vært mer verdifull (Qvenild 2005). Nå overføres Ya ved Eventjønnbekken og vannføring nedstrøms er bare 0,1 m³/sek om sommeren (1. mai - 30. september). På de øverste 4 km har det foregått et fiske. Lengre ned er elva vanskeligere tilgjengelig. Det var for det meste småfalten, slank elvefisk med lys kjøttfarge i elva på disse strekningene. I lonene oppstrøms Eventjønnbekken, i Grøntjønnanområdet, forekommer det større fisk (Andersen og Langeland 1983).

Lengre ned i Ya, nedstrøms Storbekken og til utløpet i Orkla, har det hele tiden vært tilførsel av tungmetaller (kopper og sink) fra de gamle gruveområdene. Johnsen (1973) fant imidlertid bra med småfisk og tydeligvis var fortyningen stor nok til at vannet ikke ble giftig for fisken. Etter reguleringen har dette forandret seg. Det er nå en langt mindre vannføring i Ya og følgelig høyere konsentrasjonen av metaller (Grande 1996). Det var også svært lite bunndyr på denne strekningen.

Innerdalsvatnet

Fiskebestandens utvikling ble fulgt i årene etter reguleringen trådte i kraft med fyllingen av magasinet våren 1982. Fangstutbyttet var meget høyt i perioden 1982 – 1989, dog med en fallende tendens (Koksvik 1992). Utbyttet på småmaskete garn viste at rekrutteringen i hele perioden var god med fangster pr. garnatt på 1,5 – 2,5 kg. Utbyttet på de groveste maskeviddene avtok i 1989 sammenlignet med tidligere år, og også gjennomsnittsvekten var synkende etter den første perioden med stigende gjennomsnittsvekt. Veksten var særdeles god i den første oppdemningsfasen med tilvekster på helt opp i 10,7 cm pr. år. Tilveksten avtok også markert utover i perioden.

I 1992 ble det gjennomført en omfattende undersøkelse både av magasinet og av terskelbassenget (Winge og Koksvik 1993). Denne viste et ytterligere redusert utbytte på garnseriene i magasinet. Også i 1992 var fangsten på 21 mm på et høyt nivå med fangster på 1,9 – 2,5 kg pr. garnatt eller 14 – 29 fisk pr. garnatt (Winge og Koksvik 1993).

4. Resultater

4.1 Fiskeribiologiske forhold

4.1.1 Fangstutbytte

Falningsjøen.

Det ble fisket med 2 prøvegarnserier 1. - 2.7 2003 samt ett flytegarn (nordisk serie). Resultatene er gitt i tabell 1 i vedlegget. Fangstene var meget høye med 301 fisk (32,9 kg) hvorav 271 sto i de fire finmaskete garna (21 mm). Dette gir hele 68 fisk/ garnnatt. Gjennomsnittstørrelsen var 110 gram og største fisk var 335 gram. Fangsten på flytegarnet var beskjeden med bare 5 fisk på 21 – 28 cm hvor alle sto i samme maskevidde. I et forsøk på å få tak i noe større fisk til kvikksølvanalyse ble det satt ut en del garn med maskevidder fra 35 – 45 mm, men dette ga ingen fangst.

Store Sverjesjøen

Det ble fisket med 2 prøvegarnserier 3. - 4.7 2003. Resultatene er gitt i tabell 2 i vedlegget. Det ble en moderat fangst, 44 fisk på 4 garn, dvs. 11 fisk/ garnnatt, med størst fangst på 21 mm. På 39 mm ble det tatt 3 fisk der 2 var av en størrelse som passet på garnet. Det var ingen fangst på 35, 45 og 52 mm. Største fisk var 558 gram. I et forsøk på å få tak i noe større fisk til kvikksølvanalyse ble det den 19.- 20.8 satt ut en del garn med maskevidder fra 35 til 45 mm (8*35 mm, 6*39 mm, 4*45 mm). Dette ga 13 fisk på 324 - 569 gram.

Innerdalsvatnet

Det ble fisket med 2 prøvegarnserier 2. - 3.7 2003. Resultatene er gitt i tabell 3 i vedlegget Det ble en moderat fangst med totalt 35 fisk. Det var bare fangst på garn med maskevidder 21 – 35 mm og ingen fisk på de grovere maskeviddene. Største fisk var 36 cm og 420 gram. På flytegarn ble det tatt 1 fisk på 26 cm.

Indre Innerdalsvatn (terskelbassenget)

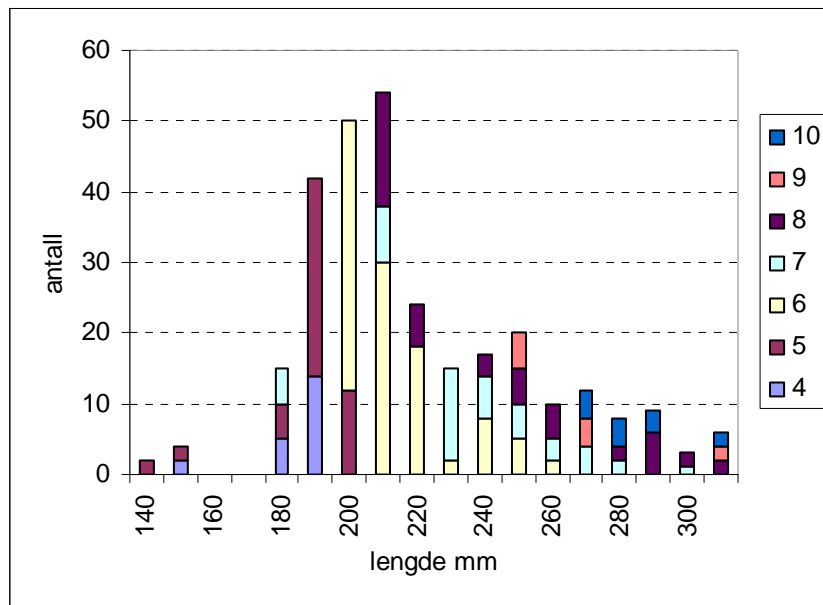
Det ble fisket med 1 prøvegarnserie 2. - 3.7 2003. Resultatene er gitt i tabell 4 i vedlegget Det ble en liten fangst med totalt bare 10 fisk. Det var fangst bare på garn med maskevidder 21 – 29 mm, ingen fisk på de grovere maskeviddene med unntak av en maskebiter på 52 mm. Største fisk var 354 gram. Den dårlige fangsten skyldtes antagelig stor gjennomstrømning som ga mye organisk materiale som satte seg i garna og gjorde fangsteffektiviteten liten. I et forsøk på å få tak i noe større fisk til kvikksølvanalyse ble det den 20. – 21.8 2003 satt ut 6 garn med maskevidder fra 35 til 45 mm. Dette ga 36 fisk hvor 28 var større enn 300 gram. Største fisk var 919 gram.

4.1.2 Alder, vekst og størrelsesfordeling

Falningsjøen

I Falningsjøen var fisken fra 4 til 10 år gamle (Fig 2). På grunn av stor fangst (N = 301 fisk) ble det gjort et utvalg til aldersanalyse (N = 61 fisk). Utfra lengdefordelingen i dette materialet ble alderssammensetningen i bestanden korrigert som gitt i figur 2. 35 % av fangsten var 6-åringer og 1997-årsklassen er derfor sterkt dominerende i materialet. Størrelsen på denne årsklassen lå i intervallet 200 – 260 mm.

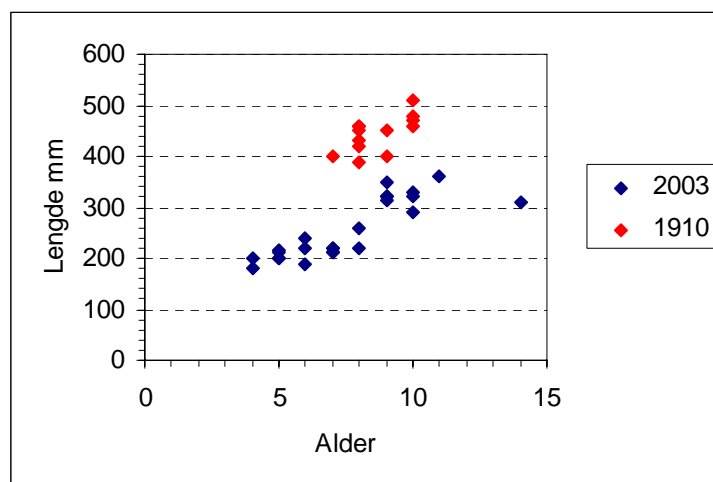
Det ser ut som om fisken stagnerer i vekst i overkant av 30 cm (Fig.4). Fra lengdefordelingen i figur 2 ser vi også at få fisk var over 30 cm. På grunn av selektivt fiske gir ikke lengdefordelingen et helt riktig bilde av lengdefordelingen i bestanden, men den viser likevel at få fisk blir større enn 30 cm i Falningsjøen.



Figur 2. Korrigert aldersfordeling i materialet fra Falningsjøen. Aldersfordelingen er korrigert ut fra lengdefordelingen i materialet som ble aldersbestemt (N = 61 fisk).

Store Sverjesjøen

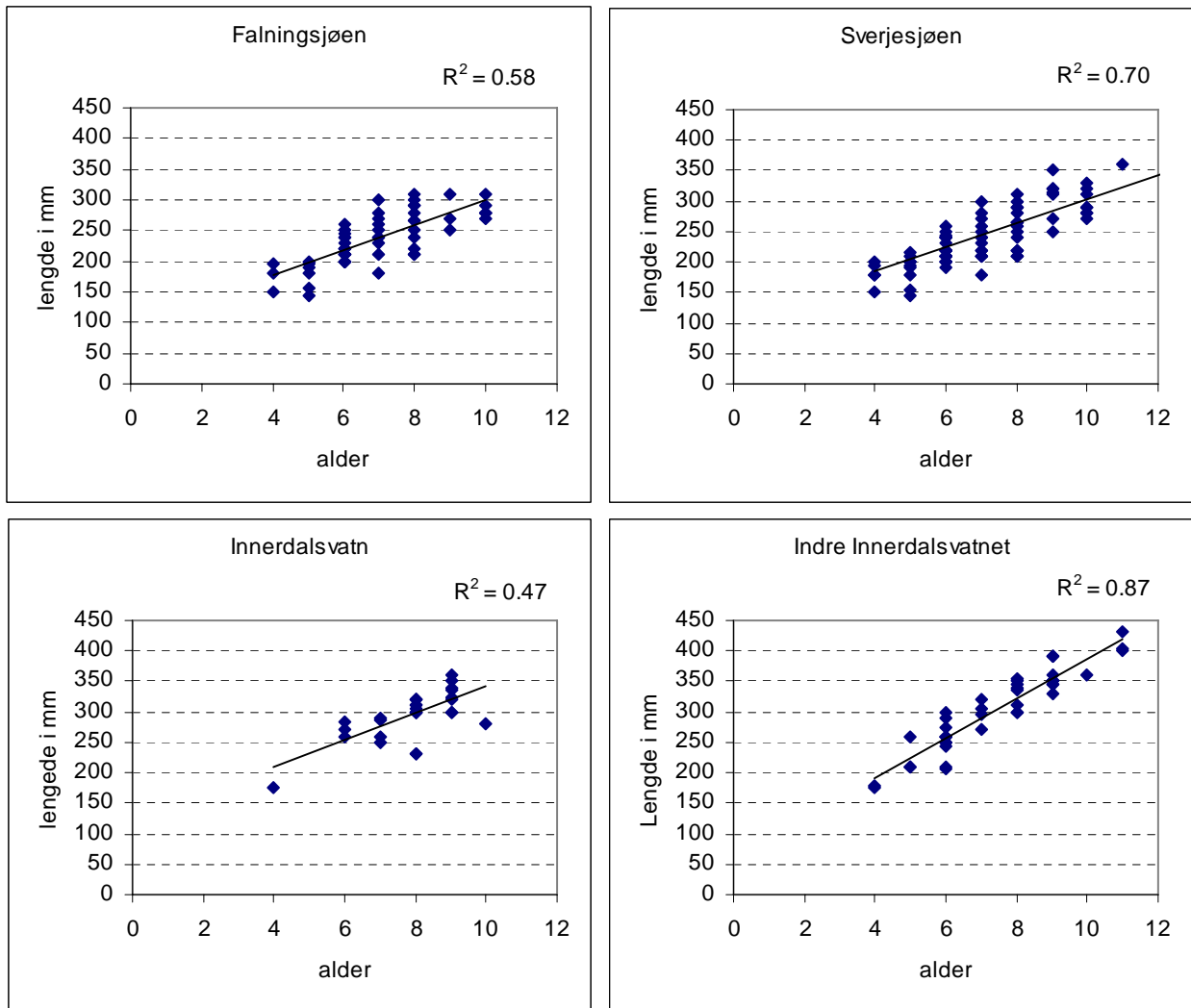
Fiskens vekst i Store Sverjesjøen i 2003 er sammenlignet med et materiale innsamlet i 1910 (Fig.3). Vekstforløpet i 2003 var langt dårligere enn Huitfeldt-Kaas fant i 1910 (Huitfeldt-Kaas 1927) Johnsen (1973) fant også et dårligere vekstforløp enn Huitfeldt-Kaas (1927). 5-åringene nådde så vidt 25 cm. En undersøkelse utført i 1991 og 1997 viste henholdsvis 23,5 og 21,7 cm (Fylkesmannen i Hedmark, upublisert). 5-åringene fra 2003 ligger omtrent på dette nivået. Fisken når ikke mer enn 26 – 34 cm i løpet av 10 år. Det var lite stor fisk i materialet slik at det er noe vanskelig å uttale seg om lengdegruppene over 35 cm. Fra stamfiske og tidligere undersøkelser vet vi at fisk rundt 40 – 45 cm er nokså vanlig. Antagelig ville dette vist et vedvarende nokså rettlinjert vekstforløp.



Figur 3. Lengdevekst som funksjon av alder i 2003 sammenliknet med 1910 (Huitfeldt-Kaas 1927).

Det ble gjort et utvalg av fisk til aldersanalyse (N = 31 fisk) da det var mye fisk i de småmaskete garna. Fisk på 6 år varierte i lengde fra 190 – 250 mm. I dette lengdeintervallet var 8 av 21 aldersbestemte fisk 6-åring, dvs. 38 %. I fangsten lå 45 av 57 fisk i det samme lengdeintervallet.

Hvis 38 % av disse er 6 år skulle dette indikere at det skulle være 17 6-åringene i fangsten, eller 30 %. Det ser derfor ut som om 1997-årsklassen også er sterk i Store Sverjesjøen.



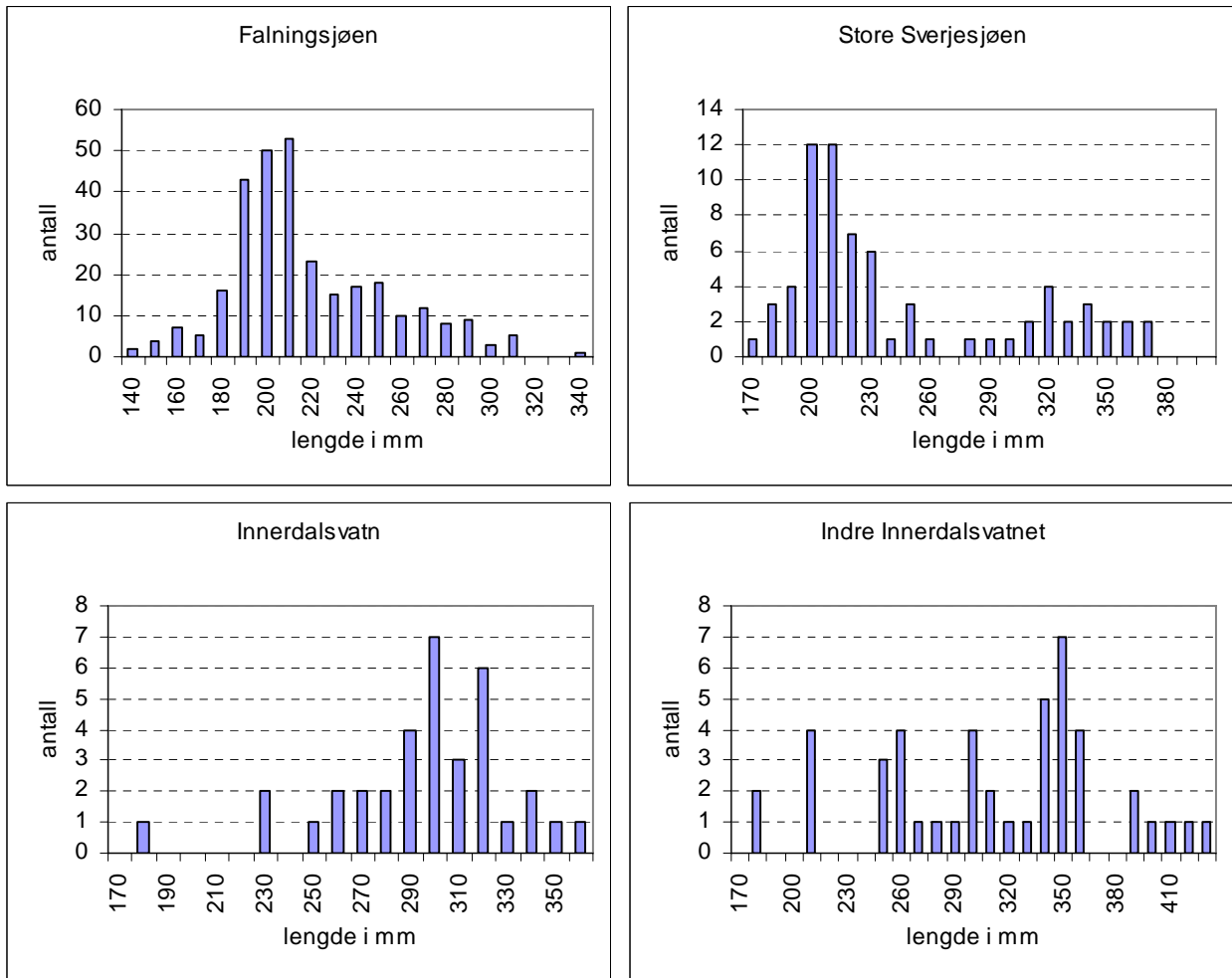
Figur 4. Empirisk vekst for fisken i Falningssjøen, Store Sverjesjøen, Innerdalsvatnet og Indre Innerdalsvatn.

Innerdalsvatnet

Fisken i Innerdalsvatnet viste også en tendens til å stagnere i vekst i intervallet 30 – 35 cm (Fig. 4, og 5). Det var lengdegruppen 29 – 32 cm som dominerte i materialet, dvs. fisk på 8 og 9 år. All fisk i dette materialet er aldersbestemt, og disse 8- og 9-åringene representerte årsklassene 1994 og 1995 som syntes å være sterke.

Indre Innerdalsvatn (terskelbassenget)

I Indre Innerdalsvatn (terskelbassenget) viste fisken en rettlinjet, og vedvarende tendens (Fig.4). All fisken ble aldersbestemt og det var 6-, 8- og 9-åringene som dominerte og aldersklassene 1994, 1995 og 1997 synes alle å være sterke (Fig.4 og 5)



Figur 5. Antall fiske i ulike lengdegrupper(mm) fra prøvafisket i innsjøene som er undersøkt.

4.1.3 Kondisjon og kvalitet

Falningsjøen

Resultatene fra prøvafisket er gitt i tabell 5 i vedlegget. Fisken i Falningsjøen hadde en k-faktor på 0,98 som viser at fisken hadde en normal kondisjonsfaktor, men med en svak tendens til lavere verdier for den store fisken (slankere enn normalt). Det var et klart innslag av fisk med lys kjøttfarge (31 %).

Store Sverjesjøen

Resultatene fra prøvafisket er gitt i tabell 6 i vedlegget. Fisken i Store Sverjesjøen hadde en god k-faktor på 1,01. Grupperer man enkeltfisk etter lengde er det en tendens til at den største fisken har høyere k-faktor. Kjønnsmodningen hos hunner skjer når de er 35 til 39 cm. Fisken hadde overveiende lys rød til rød kjøttfarge (89 %).

Innerdalsvatnet

Resultatene fra prøvafisket er vist i tabell 7 i vedlegget. Fisken i Innerdalsvatnet hadde en noe lav k-faktor på 0,91. Fisken hadde overveiende lys rød til rød kjøttfarge (97 %). Dette kan delvis forklares med at det ble tatt lite fisk under 25 cm.

Indre Innerdalsvatn (terskelbassenget)

Resultatet fra prøvafisket er vist i tabell 8 i vedlegget. Fisken i Indre Innerdalsvatn hadde en høy k-faktor på 1,14. Det var en tendens til at den store fisken hadde høyere k-faktor.

Fisken hadde overveiende lys rød til. rød kjøttfarge (89 %).

4.1.4 Næringsforhold

Falningsjøen

Resultatene av mageanalysene er gitt i tabell 9 i vedlegget. Det ble tatt prøver av 69 fisk. Fyllingsgraden var 1,93. 23 % av fisken hadde tomme mager. Bare 10 % av fisken hadde spist zooplankton. Dominerende mageinnhold på prøvetidspunktet var overflateinsekter hvor tovingene *bibionidae sp* dominerte (53,5 %). Det var tydelig masseklekking og sverming av denne arten. Forøvrig ble det observert muslinger, fjærmygg og andre insektlarver i vann.

Store Sverjesjøen

Resultatene av mageanalysene er gitt i tabell 10 i vedlegget. Det ble tatt prøver av 44 fisk. Fyllingsgraden var 1,86. 20,5 % av fisken hadde tomme mager. Ulike typer krepsdyr var viktige i mageinnholdet hvor ulike småkrepsarter dominerte. Det ble observert både linsekreps og skjoldkreps, men de hadde ingen stor betydning på prøvetidspunktet. Forøvrig hadde ulike typer insektlarver i vann stor betydning (38,5 %). Både muslinger og snegl ble også observert.

Innerdalsvatnet

Resultatene av mageanalysene fra 35 fisk er gitt i tabell 11 i vedlegget. Fyllingsgraden var 1,54 og 37,1 % av fisken hadde tomme mager. Overflateinsekter dominerte i mageinnholdet (54,2 %), men zooplankton (uidentifisert) hadde også stor betydning (44,0 %). I tillegg ble det påvist fjærmygglarver.

Indre Innerdalsvatn (terskelbassenget)

Resultatene av mageanalysene er gitt i tabell 12 i vedlegget. Fyllingsgraden var 1,46, mens 47,8 % av fisken hadde tomme mager. Ulike typer krepsdyr dominerte mageinnholdet (60,8 %), men marflo den dominerende arten (50,9 %). Ulike typer insektlarver i vann hadde også stor betydning (35,7 %).

4.1.5 El. fiske i Orkla

Det ble gjennomført enkle registreringer av tetthet i Orkla hvor det settes ut fisk.

Ya v /Brandvoldhytta (03.07.2003, kl. 2000-2020)

En 80 m lang og 8 – 10 m bred strykstrekning med mindre kulper ble undersøkt. Gode registreringsforhold. Noe slam og begroing. Det ble registrert 17 fisk (51 fisk pr. time) med følgende lengdefordeling:

0 – 5 cm	5 – 10 cm	10 – 15 cm	15 – 20 cm	> 20 cm
0	11	6	0	0

Orkla, v/ Storåsen (03.07.2003 kl. 2110-2130)

En 60 m lang og 15 - 20 m bred strykstrekning med mindre kulper ble undersøkt. Gode registreringsforhold. Noe begroing. Mye fjell og grov stein. Det ble fanget 26 fisk (78 fisk/ pr. time) med følgende lengdefordeling:

0 – 5 cm	5 – 10 cm	10 – 15 cm	15 – 20 cm	> 20 cm
0	10	11	4	1

Orkla v/ Bjørkeng (03.07.2003 kl. 2145-2205)

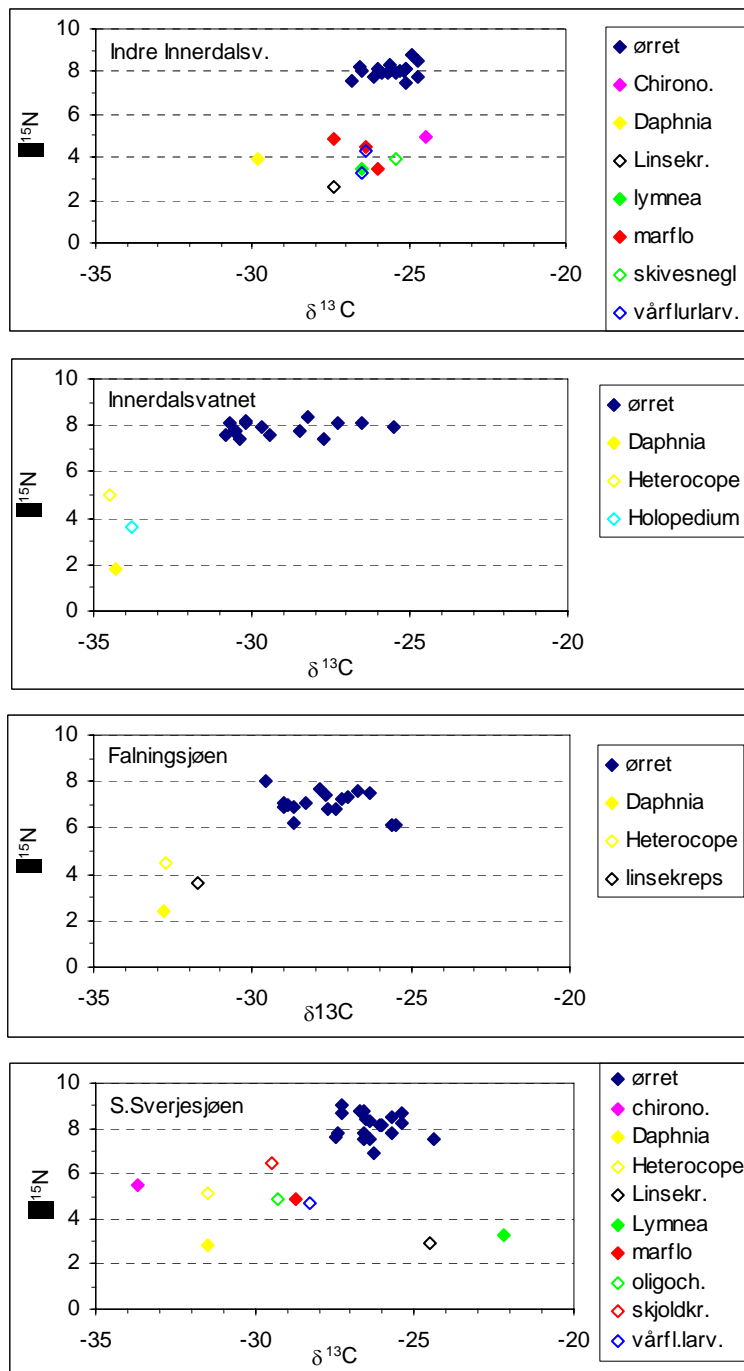
En 50 m lang og 20 m bredt, grunt og småsteinete elveløp ble undersøkt. Gode registreringsforhold. Noe begroing. Det ble fanget 76 fisk (226 fisk pr. time) med følgende lengdefordeling:

0 – 5 cm	5 – 10 cm	10 – 15 cm	15 – 20 cm	> 20 cm
13	46	14	2	1

4.2 Stabile isotoper i fisk og næringsdyr

$\delta^{13}\text{C}$ -signaturer

Resultatene fra analysene av stabile isotoper i fisk og næringsdyr er vist i figur 6. Fisken i Indre Innerdalsvatn hadde $\delta^{13}\text{C}$ signaturer som var nær de samme som i marflo, linsekreps og insektslarver, men klart høyere (mer positiv) enn i planktoniske Daphnier. Dette indikerer at bunndyr dominerte fiskens diett.

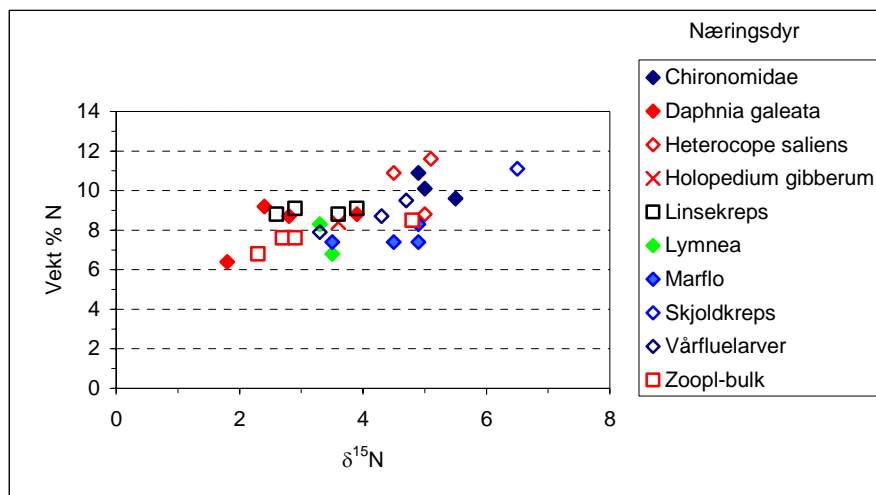


Figur 6. Sammenhengen mellom $\delta^{13}\text{C}$ og $\delta^{15}\text{N}$ i fisk og næringsdyr fra de undersøkte innsjøene

I det regulerte Innerdalsvatnet var situasjonen annerledes. $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen i fisk varierte mer enn i de andre innsjøene. Dette indikerer stor spredning i næringsvalget. Det ble bare undersøkt planktoniske krepsdyr. Disse hadde en mer negative $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen enn fisken. De var også mer negative enn Daphniene i Indre Innerdalsvatn. I den betydelig regulerte Falningsjøen var $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen i fisk og planktonkrepsdyr nær den samme som for tilsvarende arter i Innerdalsvatnet. I begge disse innsjøene var imidlertid fiskens $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen klart mer positiv enn i planktonkrepsdyrene. Dette indikerer et klart bidrag fra andre næringsdyr i fiskens diett. I den moderat regulerte Sverjesjøen varierte fiskens $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen lite. Verdiene var høyere (mer positiv) enn i de regulerte innsjøene, men noe lavere enn det uregulerte Indre Innerdalsvatn. Variasjonen i $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen i næringsdyrene var betydelig. De høyeste verdiene ble registrert i snegl og linsekreps og de laveste i planktonkreps (Daphnia og Heterocope) og chronomider (fjærmygg) fra dypområdet.

$\delta^{15}\text{N}$ signaturer

Fiskens $\delta^{15}\text{N}$ -signaturen var nær 8 ‰ i Indre Innerdalsvatn, Innerdalsvatnet og Sverjesjøen, mens i Falningsjøen var den noe lavere (7 ‰). Variasjonen i fiskens $\delta^{15}\text{N}$ -signaturen var noe større i Falningsjøen og S. Sverjesjøen (ca. 2 ‰) enn i de undersøkte innsjøene i Innerdalen. Generelt var fiskens $\delta^{15}\text{N}$ -signaturen ca. 3,5 ‰ høyere enn næringsdyrene i alle innsjøene. Dette tilsvarer et trofisk nivå. Dette indikerer at ingen av fiskene var entydige fiskepisere. En oversikt over $\delta^{15}\text{N}$ -signaturen i næringsdyr fra alle innsjøene som funksjon av deres nitrogeninnhold er vist i figur 7. Det var små forskjeller i $\delta^{15}\text{N}$ -signaturen innen de ulike næringsdyrene. Dette indikerer at $\delta^{15}\text{N}$ -signaturen i primærprodusentene ikke var vesentlig forskjellig i de ulike innsjøene. De laveste verdiene hadde planktonkrepsdyr, linsekreps og snegl (Lymnea), mens marflo, insektlarver og særlig skjoldkreps hadde de høyeste verdiene. Den planktonkrepsen *Heterocope saliens* hadde også høye verdier enn Daphniene fordi den lever av både små dyr og planktonalger. Det var ingen trendens til at $\delta^{15}\text{N}$ -signaturen var influert av nitrogeninnholdet i næringsdyra.

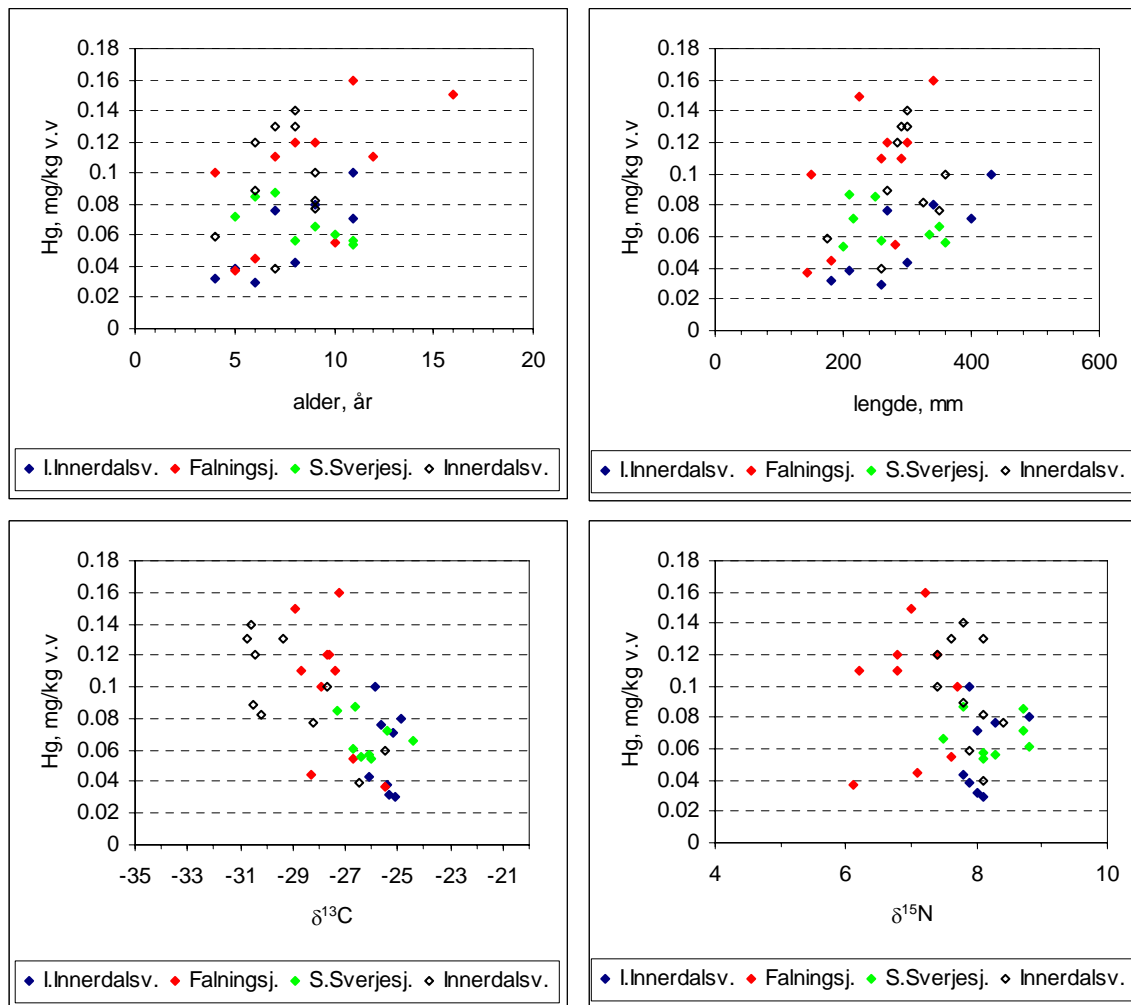


Figur 7. Sammenhengen mellom $\delta^{15}\text{N}$ i næringsdyr og prosentvis vektandel av nitrogen i næringsdyrene fra alle innsjøene som er undersøkt.

4.3 Sammenhengen mellom kvikksølvkonsentrasjon, fiskens alder, lengde og stabile isotoper i fisk.

Generelt sett var konsentrasjonene av kvikksølv i fisk lave, og ingen av de undersøkte innsjøene hadde verdier over 0,2 mg/kg v.v. (Fig.8). Det var en tendens til at konsentrasjonene av kvikksølv økte med fiskens alder og lengde i Falningsjøen og Indre Innerdalsvatn selv om spredningen var stor i ulike aldersgrupper. Det var ingen slike sammenhenger for fisk fra Innerdalsvatnet og Store Sverjesjøen.

I Innerdalsvatnet var kvikksølvkonsentrasjonene negativt korrelert til $\delta^{13}\text{C}$. Dette er en indikasjon på at den planktoniske næringskjeden har et større potensiale til å akkumulere metylkvikksølv i næringskjeden. Det var ingen god sammenheng mellom kvikksølvkonsentrasjoner $\delta^{15}\text{N}$ i noen av innsjøene. Dette er rimelig da fisken i alle innsjøene har nær samme $\delta^{15}\text{N}$ -signatur og står på samme trofiske nivå i næringskjeden.



Figur 8. Sammenhengen mellom konsentrasjoner av kvikksølv i fisk fra 4 innsjøer i Øvre Orkla og fiskens alder, lengde og isotopsignatur $\delta^{13}\text{C}$ og $\delta^{15}\text{N}$.

5. Diskusjon

5.1 Fiskeribiologiske undersøkelser

5.1.1 Store Sverjesjøen

Tidsutvikling i fisket

Fangsten i de fineste maskeviddene (21 mm) i undersøkelsene før regulering var i gjennomsnitt 10,2 fisk pr. garnnatt (Johnsen 1973, Langeland 1975, Andersen og Langeland 1983). De første undersøkelsene etter regulering (1991 og 1997) var gjennomsnittet 4,9 fisk pr. garnnatt, mens i 2003 var gjennomsnittet 11,0 fisk pr. garnnatt. Denne nedgangen på 1990-tallet var begrunnelsen for at det ble gitt pålegg om utsetting av fisk, men om økningen fram til 2003 skyldes utsettingene eller andre faktorer (klimatiske) er det ikke mulig å si noe om fordi utsatt fisk ikke merkes. Det er imidlertid ingen ting som tyder på at det settes ut for mye fisk da bestanden i 2003 må karakteriseres som tynn.

Rekruttering og oppvekstområder

En del av rekrutteringsområdet i innløpsbekken er gått tapt som følge av reguleringen. Det kan se ut som om rekrutteringen er blitt noe dårligere etter reguleringen. Dette kompenseres det for gjennom årlig utsettinger av fisk. Rekrutteringen fra år til år kan imidlertid også variere naturlig som følge av variasjoner i klimatiske forhold. Det ble registrert lav tetthet av småfisk i 1994 antagelig på grunn av en unormalt kald vinter med lite snø vinteren 1993/ 94. I 1997 var det derimot høye tettheter (fisk født i 1995, 96 og 97). Det har vært lite fokus på hva klimatiske forhold har å si for rekrutteringen. Vi har ikke klimadata for dette fra dette området, men dette kan likevel være en mulig forklaring. Dette bør imidlertid følges nærmere over en periode for bedre å kunne avpasse utsettingene til produksjonsforholdene. Undersøkelser på Hardangervidda har vist at dette kan ha stor betydning for bedre å forstå naturlige variasjoner i fiskebestandene (Rognerud et al. 2003). Det er også mange indikasjoner på at klimatiske forhold har hatt stor betydning for rekrutteringen også i andre innsjøer i Kviknefjella (Qvenild 2005).

Gyte- og oppvekstområdene er hovedsakelig konsentrert til innløpsbekken som kommer fra Litjsverjesjøen. Noen hundre meter opp i bekken stoppes fisken av et fossefall, og oppvekstarealene er nokså begrensede. De ble ytterligere redusert som følge av reguleringen, og dette var bakgrunnen for utsettingspålegget. Når rekrutteringen er såpass variabel som den synes å være, bør dette pålegget opprettholdes. Noe av settefisken settes i Koilibekken oppstrøms fossen for å utnytte arealene her, men vannføringen i denne bekken er liten og resultatet nokså uvisst.

Vekst

Fiskens vekst i 2003 var ikke spesielt god selv om den var forholdsvis utholdende. Det var lite stor fisk i materialet slik at det er noe vanskelig å uttale seg om lengdegruppene over 35 cm. Fra stamfiske og tidligere undersøkelser vet vi at fisk rundt 40 – 45 cm er nokså vanlig, men disse kan, ifølge lokale fiskere, være vanskelig å få om en ikke er spesielt godt kjent med sjøen.

Vekstforløpet i 2003 er sammenlignet med vekstforløpet i et materiale innsamlet i 1910 (Huitfeldt-Kaas 1927). Materialet på 13 fisk var samlet inn 18. – 20. september 1910. Tidspunkt og størrelsesfordeling i materialet tyder på at dette sannsynligvis var gytefisk. Materialet til Huitfeldt-Kaas er analysert fra skjell slik det også ble gjort i 2003. Fisken i 1910 var større enn i 2003 ved samme alder. Aldersanalyser med bakgrunn i otolitter gir ofte en høyere alder på fisken enn aldersanalyser baseres på skjell, spesielt når fisken når gytemoden alder. Selv om et innslag av gytefisk i 1910-materialet ikke har ført til riktig alder for alle fiskene er dette neppe nok til å forklare den store forskjellen mellom veksten i 1910 og 2003. Et materiale på 10 fisk innsamlet av Løkensgard i 1964 (upublisert notat fra Fiskerikonsulenten for Øst-Norge) viste et enda bedre vekstmønster enn

Huitfeldt-Kaas (1927). Veksten i 1910 og 1964 var betydelig bedre enn ved senere undersøkelser på 1970-tallet (Johnsen 1973, Langeland 1975). Selv om det ikke er helt sammenlignbart ser også veksten i disse undersøkelsene på 1970-tallet ut til å være bedre enn i vår undersøkelse fra 2003. Johnsen (1973) fant at 5-åringene nådde så vidt 25 cm, mens i 1991 og 1997 var de henholdsvis 23,5 cm og 21,7 cm. Det kan derfor se ut som om veksten har varierer betydelig. Dette kan ha sammenheng med variasjonene i bestandstørrelse og tilgang på næringsdyr. Grunnen til det dårligere vekstforløpet som ble registrert i 2003 er uklar. Metoden med å avsette alder mot lengde ved fangst benyttes ikke så mye som metoden med tilbakeberegning av vekst fra skjell. Likevel ble metoden valgt for å få et mest mulig eksakt bilde av alderssammensetning. I eventuelt oppfølgende undersøkelser bør materialet analyseres også fra skjell, og vekstmønsteret bør følges opp med supplerende undersøkelser.

Ernæring

Marflo og skjoldkreps er fortsatt til stede etter regulering. Andelen av disse krepsdyrene i mageanalysene i juli 2003 var relativt beskjeden. I undersøkelsen fra august 1997 var marflo vanlig og skjoldkreps ble også påvist, men det ble da fisket i midten av august. På bakgrunn av resultatene fra 2003 er det rimelig å anta at bestanden av marflo må være tynn, men hvor mye marflo en finner i magen på fisken kan variere fra år til år og når på året prøvfiske utføres. Kjøttfarge og kondisjon ligger omtrent på samme nivå som ved tidligere undersøkelser (Johnsen 1973). En svært høy andel av fangsten hadde lys rød eller rød kjøttfarge noe som tyder på at ulike krepsdyr fremdeles er viktige næringsobjekter.

5.1.2 Falningsjøen

Rekruttering og bestandstruktur

Fangsten pr. garnnatt i de fineste maskeviddene kan brukes som et uttrykk for rekrutteringen. I undersøkelsene før regulering varierte denne en del, men på 19,5 og 21 mm maskevidder ble det i gjennomsnitt tatt 9,0 fisk/ garnnatt (Johnsen 1973, Langeland 1975, Andersen og Langeland 1983). I vår undersøkelse ble det tatt hele 67,8 fisk/ garnnatt i 21 mm. Dette er en svært høy tetthet også når en sammenligner med andre innsjøer (Ugedal et al. 2006). På de grovmaska garna (35 - 45 mm) ble det i de tidligere undersøkelsene bare tatt småfisk slik det også var i 2003. Lengdefordelingen tyder på at det var lite fisk som når over 30 cm. Et utvidet fiske med grovmaskete garn ga ikke noe resultat noe som tyder på at det er lite stor fisk i bestanden.

Tidsutvikling

Fiskebestanden i 2003 har samme karakter som ved tidligere undersøkelser, med en tett bestand av fisk som sjelden når ut over 30 cm, og med tydelig vekststagnasjon. Dette kan ha sammenheng med svært gode rekrutteringsforhold. Det virker som om fisketettheten er langt høyere i dag uten at dette har resultert i dårligere kvalitet på fisken. Den høye tettheten som ble registrert i 2003 har antagelig klar sammenheng med den sterke 1997-årsklassen. Denne årsklassen er sterk i store deler av den sør-norske fjellheimen på grunn av gunstige klimatiske faktorer (Rognerud et al. 2003). Det er mulig at dette også her kan skyldes klimatiske forhold, selv om vi ikke har klimadata som kan underbygge dette nærmere. Selv om bestanden er tett synes det imidlertid som at det har vært tilfredstillende næringstilgang.

Ernæring

Både kjøttfarge og kondisjon kan tyde på en brukbar næringstilgang til tross for stor fisketetthet. Kjøttfarge og kondisjon ligger omtrent på samme nivå, eller muligens noe høyere enn ved tidligere undersøkelser (Johnsen 1973, Langeland 1975, Andersen og Langeland 1983). Det var imidlertid et forholdsvis stort innslag av fisk med lys kjøttfarge noe som er naturlig i bestander med mye småfisk slik det også ble registrert i tidligere undersøkelser. Det må imidlertid tas forbehold om noe ulik metodikk og at størelsesfordelingen i materialet var noe forskjellig.

Før regulering ble det registrert både marflo, linsekreps, og ulike sneglearter (Johnsen 1973). På grunn av den store reguleringshøyden var både marflo og snegl borte i 2003. Linsekreps ble ikke påvist i fiskemagene, men forekom i store tettheter i undersøkelser foretatt med bunnskrape senere på sommeren (august). Dyreplankton som *Daphnia galeata* og *Holopedium gibberum* var til stede i de frie vannmasser (hovtrekk). Ved prøvefisket i juli 2003 var det ulike grupper overflateinsekter som dominerte i mageprøvene, men normalt er det nok linsekreps, insekter og ulike dyreplankton som er fiskens viktigste næringsobjekt.

I Falningsjøen var det også sterke indikasjoner på at klimatiske forhold har stor betydning for rekruttering og produksjonspotensial av fisk og næringsdyr. Vi satte ut en temperaturlogger på bøye for å registrere temperaturen gjennom sesongen, men denne forsvant i løpet av sesongen. Temperaturforholdene vil ha stor betydning for produksjonen av dyreplankton. Tettheten av dyreplankton og temperaturforholdene samt fiskens tilvekst bør undersøkes nærmere. Falningsjøen vil være spesielt interessant å følge i og med at den ble avskrevet som fiskeproduserende lokalitet av skjønnsretten (Andersen og Langeland 1983). Resultatene fra en grundigere undersøkelser vil kunne bidra til ny viten om produksjonskapasiteten til betydelig regulerte magasiner. Hvordan magasinet manøvreres vil påvirke temperaturfordelingen i innsjøen og dermed også næringsdyr og fisk. Dette er nye problemstillinger som det er lite viten om i dag.

5.1.3 Innerdalsvatnet

Tidsutvikling i fisket

Fangstutbyttene i årene etter at reguleringen trådte i kraft var meget høye (opp til 20,2 kg pr. garnserie), og det var 1981-årsklasse som dominerte i fangstene (Koksvik 1992). Gjennomsnittet for perioden var 15,9 kg pr. garnserie. Magasinet ble undersøkt på nytt i juni, august og september i 1992 (Winge og Koksvik 1993), og utbyttet var nå på et lavere nivå enn i første perioden (8,2 – 11,7 kg pr. garnserie). I 2003 var utbyttet 8,4 kg pr. garnserie, og det er rimelig å anta at det har stabilisert seg omtrent på dette nivået. Fangsten på de grove maskeviddene (45 og 39 mm) viste en fallende tendens i perioden 1982 – 89. I 2003 ble det ingen fangst på disse maskeviddene, og fangsten var også klart lavere på 35 mm. Det var lite småfisk i fangstene fra 2003. Det var mest fisk i aldersgruppene 6 til 9 år, og det ser derfor ut som om rekrutteringen er svært variabel. Bestanden har derfor blitt tynnere enn i den første fasen etter regulering, men en skal være klar over at også 8,5 kg pr. garnserie er et utbytte godt over det som kan beskrives som vanlig (se Ugedal et al. 2006).

På grunn av den gode mattilgangen de første årene etter oppdemmingen vokste fisken svært raskt, men veksten har siden avtatt. Før reguleringen hadde fisken en middels rask vekst med knappe 5 cm i året de to første leveår, og mellom 5 og 6 cm de to neste. Registreringene i 1992 viste at veksten var nede på det samme nivået som før reguleringen (Winge og Koksvik 1993). Veksten synes ikke å ha endret seg mye siden 1992, men den stagnerer nå ved 30 – 35 cm.

Ernæring

Fisken spiste mye meitemark og fikk en svært høy k-faktor de første årene etter den første neddemmingen. Denne effekten var imidlertid kortvarig og allerede etter et par år ble fisken slankere. I 1989 var k-faktoren for fisk over 30 cm mindre enn 1,0. At k-faktoren avtar med økende størrelse på fisken er et tegn på at tilbudet av store næringsdyr er utilstrekkelig. Tendensen var da også at næringen i stadig større grad ble dominert av ulike krepsdyrarter. Dette ga seg uttrykk i at fisken fikk en mørkere rød kjøttfarge. I 1992 var k-faktoren nede på omtrent det samme nivået som i 2003 og den store fisken hadde den laveste k-faktoren i begge undersøkelsene. Det meste av fisken over 25 cm hadde lys rød eller rød kjøttfarge i begge undersøkelser. Planktoniske krepsdyrarter, linsekreps, fjærmygg og overflateinsekter var de viktigste næringsobjektene i begge undersøkelsene. Totalbildet synes å være at forholdene i 1992 og 2003 var nokså like og forholdene har antagelig stabilisert seg på dette nivået, selv om variabel rekruttering ventelig vil gi store år til år variasjoner.

5.1.4 Indre Innerdalsvatn (terskelbassenget)

Høsten 1989 ble det bygd en terskel for å opprettholde tilnærmet permanent vannstand i den innerste delen av magasinet. Dette grunne bassenget utgjør ca. 10 % av hele magasinets areal og er blitt et populært og godt fiskevann (Brox 1993). Undersøkelsene i 1992 og 2003 viser at resultatene har blitt som forventet for fisken. En svært lav fangst på garnserien som ble satt i juli var neppe representativt for bestanden. Mye driv i vannet satte seg i garna og førte til en svært lav fangsteffektivitet. I august ble det på grunn av mange andekull i området bare satt 6 grovmaskete garn med maskevidder 35 – 45 mm for å skaffe et bedre materiale i disse lengdegruppene. Disse ga da en svært god fangst av stor fisk med et gjennomsnitt på 2,7 kg pr garnnatt. I undersøkelsene i 2003 var fangsten på tilsvarende maskevidder 2,5 – 3,6 kg pr. garnnatt (Winge og Koksvik 1993). Det er derfor et godt innslag av stor fisk i bestanden i terskelbassenget.

Veksten var i 2003 noe dårligere enn i undersøkelsene fra 1992. Fisken i terskelbassenget viser imidlertid en utholdende vekst i de eldre aldersgruppene i motsetning til i Innerdalsvatnet. Selv om veksten var noe dårligere i 2003 sammenlignet med 1992, var k-faktoren høyere. Den var også høyere i de største lengdegruppene, mens det motsatte var tilfellet i 1992. Dette indikerer bedre næringsforhold i 2003. Dette kan ha sammenheng med tilgangen på marflo. I 2003 var marflo dominerende næringsobjekt, mens marflo ikke ble registrert i 1992. Da var insekter i vann som var den viktigste (Winge og Koksvik 1993). Kjøttfargen var klart bedre i 2003 enn i 1997. Dette kan skyldes at krepsdyr (særlig marflo) har fått en gradvis større betydning i fiskens diett.

5.1.5 Orkla

Orkla ble regnet som en god fiskeelv med mange fine fiskeplasser før reguleringen, med fisk opp til 1 kilo som nokså vanlig (Johnsen 1973, Langeland 1975). I disse undersøkelsene ble det samlet inn ørret fra stilleflytende partier med garn. Det ble bare fanget ørret i disse undersøkelsene. Andersen og Langeland (1982) omtaler også Orkla som en god fiskeelv. De benyttet seg også av elektrisk fiskeapparat for å studere rekrutteringsforholdene i elva. I tillegg til ørret ble det fanget 1 ørekyt ved Nåva's utløp i Orkla. Registreringene høsten 1981 viste lave tettheter med 4 – 28 fisk/ time på 4 stasjoner. De lave tetthetene ble forklart med lave temperaturer ved registreringen. En ny registrering på 3 stasjoner i juli 1982 viste tettheter fra 3 – 271 fisk/ time (Andersen og Langeland 1982). Den høye tettheten ble registrert ved Yset. I tillegg ble det undersøkt på to stasjoner i Ya (Langeland og Andersen 1983) hvor det ble registrert tettheter fra 17 – 60 fisk/ time.

Våre undersøkelser i 2003 var også fra juli. Tettheten i Ya er på høyde med den beste tettheten registrert i 1982. Den største tettheten i våre registreringer var fra Bjørkeng ved Orkelbogen som er noe lenger opp i vassdraget enn Yset. Vanligvis finner en store variasjoner i tettheter av småfisk i elver. Selv om materialet er lite ble det også etter reguleringen observert meget høye tettheter. Orkla har imidlertid skiftet karakter etter reguleringen. Det er bygget en rekke terskelbassenger hvor vannet blir mer stillestående enn før. Mange av disse blir regnet som gode fiskeplasser med fisk av fin størrelse. Gyte- og oppvekstplassene er antatt å være dårligere enn før, og småfisken konsentrerer seg gjerne til terskelkrona. Det er i slike områder hvor det kan være behov for utsetting av fisk. Effekten av utsettingene er vanskelig å vurdere da settefisken ikke er merket.

5.2 Næringskjedens struktur

Undersøkelsene av fiskens næringskilder ved hjelp av stabile karbon- og nitrogen isotoper indikerer at i Indre Innerdalsvatn og Store Sverjesjøen var næringskjeden dominert av bunnlevende krepsdyr, insektslarver og snegl. Dette er også i overensstemmelse med mageanalysene som ble gjort i forbindelse med prøvefisket, selv om dette bare er øyeblikksbilder. Disse næringsdyrene lever blant annet av påvekstalter i de grunnere delene av innsjøene..

Det er også en tendens til at fisk og de viktigste næringsdyr hadde en lettere (mer negativ) $\delta^{13}\text{C}$ -signatur i Store Sverjesjøen enn i Indre Innerdalsvatn. Årsaken er antagelig at reguleringen i Store Sverjesjøen fører til at primærprodusentene (som påvekstsalger og moser) tvinges til etablering på dypere vann enn om innsjøen hadde vært uregulert slik som vist for andre innsjøer (Rognerud et al. 2003). I regulerte sjøer er det lystilgangen på dypere områder som ikke tørlegges ved LRV som er avgjørende for hvor mye primærproduksjonen av fastsittende vil bli redusert ved regulering. I Store Sverjesjøen har antagelig reguleringen ført til nedsatt produksjonen av påvekstsalger som igjen har gitt mindre mat for skjoldkrepser og marflo. I mageanalysene for 2003 var linsekrepser og insektslarver viktigst. Det synes derfor som om reguleringen har ført til reelt sett mindre tilgang på marflo og skjoldkrepser, og at linsekrepser og insektslarver får økt betydning i fiskens diett. Dette er i overensstemmelse med resultater fra mange andre regulerte innsjøer (se referanser i Rognerud et al. 2003).

I Falningsjøen indikerte både mageanalysene og $\delta^{13}\text{C}$ -analysene av fisk og næringsdyr at en relativt stor andel av næringen hentes fra terrestriske insekter (overflateinsekter) som har en $\delta^{13}\text{C}$ -signatur fra -26 til -28 ‰ uavhengig av lokalitet (oppsummert i Rognerud et al. 2003). Dette utelukker ikke at andre næringsdyr er viktige i perioder, men vi har ikke nok analyser av isotopsignaturer i næringsdyr til utrede dette nærmere. Reguleringen har gjort at at påvekstalgene i strandsonen og gruntområdene har forsvunnet eller blitt kraftig redusert. Dette sammen med andre forhold som tørlegging av gruntonen om vinteren har ført til at marflo ikke finnes. Det er imidlertid verd å merke seg at linsekrepser ble funnet i store mengder ved bruk av bunnskraper i august 2003, og at denne samt vannlevende insektslarver og dyreplankton kan være viktige byttedyr for fisken i enkelte perioder.

I Innerdalsvatnet er strandsonen nå utvasket. Påvekstsalger og mose var knapt nok til stede i reguleringssonen. Marflo og skjoldkrepser finnes i innsjøer lenger opp i vassdraget, men har ikke etablert seg i Innerdalsvatnet. $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen i fisk varierte betydelig og dette indikerer at de ulike fiskene har hatt svært ulikt næringsgrunnlag. De fiskene som hadde de mest positive $\delta^{13}\text{C}$ -verdiene var på nivå med det en vanligvis finner i uregulerte fjellsjøer der bunnlevende krepserdyr er viktige næringsdyr. Det er derfor sannsynlig at de hadde tilbrakt lengre tid i tilløpselver/bekker før de vandret ned i Innerdalsvatnet. Lite småfisk i materialet fra Innerdalsvatnet kan også tyde på at mye av småfisken kommer fra Indre Innerdalsvatn. De fiskene som hadde de mest negative $\delta^{13}\text{C}$ -verdiene har antagelig tilbrakt lang tid i Innerdalsvatnet fordi denne $\delta^{13}\text{C}$ -signaturen indikerer at både overflateinsekter (tilført bl.a fra landområdene rundt innsjøen) og dyreplankton var viktige byttedyr. Dette stemmer godt overens med mageanalysene fra 2003.

De stabile nitrogenisotopene ($\delta^{15}\text{N}$) viste at isotopsignaturen i fiskekjøttet var 3-3,5 ‰ høyere enn i næringsdyrene. Dette tilsvarer et trofisk nivå. Dette indikerer at fisken var sekundærkonsumenter i alle innsjøene og at kannibalisme ikke var vanlig. Dette stemmer godt overens med undersøkelser av andre ørretbestander i høyfjellet (Rognerud et al. 2003).

5.3 Kvikksølv i fisk

Generelt sett var konsentrasjonene av kvikksølv lave og ingen av de undersøkte innsjøene hadde verdier over 0,2 mg Hg/kg v.v. De var klart lavere enn den grensen som EU og Statens Næringsmiddeltilsyn har satt for fisk som skal omsettes (0,5 mg Hg/kg v.v), og de var så lave at det heller ikke er nødvendig med kostholdsrad for de som spiser mye fisk. De lave verdiene stemmer godt overens med tilsvarende undersøkelser av kvikksølvkonsentrasjoner i ørret fra andre fjellområder i Norge (Rognerud et al. 1996, Rognerud og Fjeld 2002, Rognerud et al. 2003)

Kvikksølvforurensninger av vann og vassdrag utenfor urbane områder skyldes i all hovedsak atmosfæriske avsetninger av uorganisk kvikksølv (Rognerud og Fjeld 2001). Det er imidlertid ikke uorganisk kvikksølv, men den meget giftige organiske forbindelsen metylkvikksølv som anrikes i næringskjedene (Bowles et al. 2001). Nesten all kvikksølv i fisk er metylkvikksølv og omdannelsen av

uorganisk kvikksølv til metylkvikksølv skjer ved hjelp av bakterier i innsjøenes sedimenter og i nedbørfeltene våtmarker (St. Louis et al. 1996). Bakterielle prosesser av denne typen er temperaturbettinget og krever tilgang på organisk materiale. I fjellsjøer er ofte innholdet av organisk materiale lavt og temperaturen lav i store deler av året (Rognerud og Fjeld 2001). Dette betinger en relativt lav produksjon av metylkvikksølv. I tillegg brytes produsert metylkvikksølv lett ned av sollys i klare innsjøer (Sellers et al. 1996). Det er derfor rimelig å anta at nettoproduksjonen av metylkvikksølv er lav i de klare og relativt kalde fjellsjøene i Kvikne-området og at dette er hovedårsaken til de lave kvikksølvnivåene i fisk.

I Innerdalsvatnet var kvikksølvkonsentrasjonene negativt korrelert til $\delta^{13}\text{C}$. Dette er en indikasjon på at den planktoniske næringskjeden har et større potensiale til å akkumulere metylkvikksølv enn en bentisk næringskjede slik også andre har observert (Van der Zanden og Rasmussen 2001). Mageanalysene fra 2003 og tidligere undersøkelser bekrefter at dyreplankton er en viktig del av dietten for fisk i Innerdalsvatnet. I Falningsjøen derimot var det ingen signifikant korrelasjon mellom kvikksølvkonsentrasjon og $\delta^{13}\text{C}$ i fisk. Dette indikerer at dyreplankton ikke er en viktig del av fiskens diett. Rødfargen i fisken indikerer at krepsdyr må være viktig i ernæringen, Vi antar at dette skyldes linsekreps som det ble funnet mye av i august 2003. Mageanalysene fra juli 2003 viste at insekter var dominerende byttedyr og dyreplankton utgjorde bare 10 %. I juli var det store massesverminger av tovingene *bibionidae*. Fiskens mageinnhold var derfor sterkt preget av dette, men insekter er neppe så dominerende året sett under ett. Det er mulig at vannets oppholdstid er for kort til at planktoniske krepsdyr kan etablere bestander av betydning og at det er den semiplanktoniske linsekrepsen som klarer seg best slik vi observerte i 2003.

6. Referanser

- Andersen, C. og A. Langeland. 1982. Reguleringens innvirkning på innlandsfiske i Orkla på strekningen Øvre Dølvad - utløpet av Brattset kraftverk. Sak 27/78 B - Orkla/ Granaskjønnet, Innlandsfiske, delrapport nr. 3, 37 s.
- Andersen, C. og A. Langeland. 1983. Østfeltet i Kvikne. Reguleringens innvirkning på innlandsfisket. Sak 27/78 B - Orkla/ Granaskjønnet, Innlandsfiske, delrapport nr. 4, 30 s.
- Boe, C.A. og Roen, S. 1981. Orkla/ Grana-skjønnet. Virkningene av Orklautbyggingen på muligheten for istransport på elv ovenfor sammenløpet mellom Orkla og Inna. Kopi av brev til Andreas Finstad og Halvor Svenkerud februar 1981.
- Boe, C.A. og Roen, S. 1982. Orkla/ Grana-skjønnet. Is- og vanntemperaturforholdene i Orkla ovenfor Brattset og i sideelvene Ulvassbekken, Nåva, Stavåa og Gardåa. Issakkyndig utredning til Orkdal herredsrett, 22. juni 1982.
- Brox, K.H. 1993. Vellykket naturrestaurering ved Innerdalsvatnet i Kvikne: Terskeldam gir fisk og vannfugl bedre forhold. Jakt og Fiske nr. 1-2. 24-27.
- Grande, M. og R. Omstad. 1996. Tiltaksorientert overvåkning i Orkla, 1995. NIVA-rapport nr. 670/96.
- Hagen, O.T. 1952. Kvikne. Ei bygdebok. Bind I. Bokcentralen. Oslo. 446 s.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1927. Studier over aldersforholde og veksttyper hos norske ferskvannsfisker. Oslo, Nationaltrykkeriet. 358 s.

- Johnsen, B.O. 1973. Fiskeribiologiske undersøkelser i Øvre Orkla-vassdraget (Kvikne) sommeren 1972. Rapport nr. 13, lab. for ferskvannøkologi og innlandsfiske, DKNVS, 28 s.
- Koksvik, J.I. 1992. Ørreten i Innerdalsvatnet i perioden 1982 – 1989. Universitetet i Trondheim, vitenskapsmuseet. Notat fra zoologisk avdeling: 1992-3. 21 s.
- Langeland, A. 1975. Ørretbestandene i Øvre Orkla, Falningsjøen, Store Sverjesjøen og Grana sommeren 1975. K. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Rapport Zool. Ser. 1975-12.
- Mariotti, A. 1983. Atmospheric nitrogen is a reliable standard for natural abundance ^{15}N measurements. *Nature*, 303: 685 - 687.
- Qvenild, T. 2005. Fisk og fiskeforhold. I: Vigerstøl, N.P. og Frøstrup, J.C. 2005. Forollhogna (Friluftsførlaget). 164-177.
- Rognerud, S., and Fjeld, E. 2001. Trace element contamination of Norwegian lake sediments. *Ambio* 30 (1): 11-19.
- Rognerud, S. og Fjeld, E. 2002. Kvikksølv i fisk fra innsjøer i Hedmark, med hovedvekt på grenseområdene mot Sverige. NIVA-rapport Lnr 4487-2002.
- Rognerud, S. Løvik, J. E., Lydersen, E. 2006. Røgden og Møkeren. Vannkjemisk og biologisk status. NIVA-rapport LNR 5225-2006. 22 + vedlegg.
- Rognerud, S., Borgstrøm, R., Qvenild, T. og Tysse, Å. 2003. Ørreten på Hardangervidda. Norsk institutt for vannforskning. Rapport nr. 4712/2003, 68 s.
- 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 forurensningsovervåking. SFT-rapport TA 1380. 21 s. + vedlegg.
- Rognerud, S., Qvenild, T., Rakhorst, M. og Rustadbakken, A. 2006. Hardangervidda-prosjektet. Resultater fra undersøkelsene i 2005. NIVA-rapport 5181-2006. 35 s.
- Sellers, P., Kelly, C. A., Rudd, J.W.M. and MacHutchon, A.R. 1996. Photodegradation of methyl mercury in lakes. *Nature* 380: 694-697.
- St.Louis, V.L., Rudd, J.W.M., Kelly, C.A., Beaty, K.G., Flett, R.J. and Roule, N. T. 1996. Production and loss of methyl mercury from boreal forest catchments containing different types of wetlands. *Environ. Sci. Technol.* 30. 2719 - 2729.
- Ugedal, O., Forseth, T. og Hesthagen, T. 2005. Garnfangst og størrelse på gytefisk som hjelpemiddel i karakterisering av aurebestander. NINA. Rapport 73. 61 s.
- Van der Zanden, J., and Rasmussen, J. B. 1999. Primary consumer $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ and trophic position of aquatic consumers. *Ecology* 80: 1395 – 1404.
- Van der Zanden, J., and Rasmussen, J. B. 2001. Variation in $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ trophic fractionation: Implications for aquatic food web studies. *Limnol. Oceanogr.* 46: 2061-2066.
- Winge, K. og Koksvik, J.I. 1993. Bestandsparametre hos ørret i et reguleingsmagasin og et tilknyttet terskelbasseng. Universitetet i Trondheim, vitenskapsmuseet. Notat, zoologisk avd.: 1992-6. 16 s.

7. VEDLEGG.

Tabell 1. Fangstutbytte i Falningsjøen 1. - 2.7.03.

Maske- vidde mm	Antall garn	Antall g. netter	antall	gram
21	4	1	271	27 108
26	2	1	16	3 426
29	2	1	4	954
35	2	1	3	410
39	2	1	6	947
45	2	1	0	-
52	2	1	1	131
Totalt	16	7	301	32 976
Gjennomsnittsvikt (g)				110
Største fisk (g)				335

Tabell 2. Fangstutbytte i Store Sverjesjøen 3. – 4.7.03

Maske- vidde mm	Antall garn	Antall g. netter	ørret antall	gram
21	4	1	45	4 464
26	2	1	4	576
29	2	1	5	866
35	2	1	0	-
39	2	1	3	1 115
45	2	1	0	-
52	2	1	0	-
Totalt	16	7	57	7 021
Gjennomsnittsvikt (g)				123
Største fisk (g)				558

Tabell 3. Fangstutbytte i Innerdalsvatnet 2. – 3.7.03

Maske- vidde mm	Antall garn	Antall g. netter	ørret antall	gram
21	4	1	12	2 939
26	2	1	11	2 760
29	2	1	9	2 157
35	2	1	3	1 013
39	2	1	0	-
45	2	1	0	-
52	2	1	0	-
Totalt	16	7	35	8 869
Gjennomsnittsvikt (g)				253
Største fisk (g)				420

Tabell 4. Fangstutbytte i Indre Innerdalsvatn – terskelbassenget 2. – 3.7.03

Maske- vidde mm	Antall garn	Antall g. netter	ørret antall	gram
21	2	1	4	527
26	1	1	2	517
29	1	1	3	728
35	1	1	0	-
39	1	1	0	-
45	1	1	0	-
52	1	1	1	97
Totalt	8	7	10	1 869
Gjennomsnittsvikt (g)				187
Største fisk (g)				354

Tabell 5. Resultater av prøvafisaket i Falningsjøen 1.-2.7.03.

Lengdegrupper	Antall	%	k-faktor	Kjønnsfordeling				Kjønnsmodning				Kjøttfarge		
				hann	%	hunn	%	hann	%	hunn	%	% lys	% lys rød	% rød
<15	1	1	0,92	0	0	1	100	0	0	0	0	100	0	0
15-19	9	13	1,05	6	67	3	33	0	0	0	0	67	33	0
20-24	31	44	0,97	13	42	18	58	0	0	0	0	45	45	10
25-29	23	33	0,99	7	30	16	70	0	0	1	6	4	22	74
30-34	6	9	0,90	1	17	5	83	0	0	0	0	0	0	100
35-39	0	-		0	0			0	0					
40-44	0	-		0	0			0	0					
45-49	0	-		0	0			0	0					
>50	0	-		0	0			0	0					
Totalt	70	100	0,98	27	39	43	61	0	0	1	2	31	31	37

I tillegg ble det fanget 88 fisk hvor det ikke er tatt fullstendig sett med prøver.

Tabell 6. Resultater av prøvafisaket i Store Sverjesjøen 3.-4.7.03

Lengdegrupper	Antall	%	k-faktor	Kjønnsfordeling				Kjønnsmodning				Kjøttfarge		
				hann	%	hunn	%	hann	%	hunn	%	% lys	% lys rød	% rød
<15	0	-		0	0			0	0					
15-19	4	9	0,92	2	50	2	50	0	0	0	0	75	25	0
20-24	16	36	0,98	9	56	7	44	0	0	0	0	13	88	0
25-29	6	14	1,01	4	67	2	33	0	0	0	0	0	17	83
30-34	12	27	1,04	6	50	6	50	3	50	0	0	0	0	100
35-39	6	14	1,09	3	50	3	50	1	33	3	100	0	17	83
40-44	0	-		0	0			0	0					
45-49	0	-		0	0			0	0					
>50	0	-		0	0			0	0					
Totalt	44	100	1,01	24	55	20	45	4	17	3	15	11	39	50

Tabell 7. Resultater av prøvafisaket i Innerdalsvatnet 2.-3.7.03.

Lengdegrupper	Antall	%	k-faktor	Kjønnsfordeling				Kjønnsmodning				Kjøttfarge		
				hann	%	hunn	%	hann	%	hunn	%	% lys	% lys rød	% rød
<15	0	-		0	0			0	0					
15-19	1	3	0,93	1	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0
20-24	2	6	0,97	1	50	1	50	1	100	0	0	0	0	100
25-29	11	31	0,90	4	36	7	64	0	0	0	0	0	27	73
30-34	19	54	0,91	4	21	15	79	1	25	6	40	0	32	68
35-39	2	6	0,93	2	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100
40-44	0	-		0	0			0	0					
45-49	0	-		0	0			0	0					
>50	0	-		0	0			0	0					
Totalt	35	100	0,91	12	34	23	66	2	17	6	26	3	26	71

Tabell 8. Resultater av prøvafisaket i Indre Innerdalsvatn 2.-3.07.03.

Lengdegrupper	Antall	%	k-faktor	Kjønnsfordeling				Kjønnsmodning				Kjøttfarge		
				hann	%	hunn	%	hann	%	hunn	%	% lys	% lys rød	% rød
<15	0	-		0	0			0	0					
15-19	2	4	0,96	0	0	1	50	0	0	0	0	50	0	50
20-24	5	11	1,09	1	20	1	20	0	0	0	0	60	40	0
25-29	10	22	1,16	2	20	3	30	1	50	1	33	0	70	30
30-34	15	33	1,15	0	0	2	13	0	0	1	50	7	27	67
35-39	10	22	1,15	1	10	2	20	0	0	1	50	0	30	70
40-44	4	9	1,21	0	0	1	25	0	0	1	100	0	100	0
45-49	0	-		0	0			0	0					
>50	0	-		0	0			0	0					
Totalt	46	100	1,14	4	9	10	22	1	25	4	40	11	43	46

Tabell 9. Mageprøver fra Falningsjøen 1.-2.7.03

	Totalt		< 250 mm		≥ 250 mm	
	antall	%	antall	%	antall	%
antall	69		40		29	
antall tomme mager	16	23,2 %	14	35,0 %	2	6,9 %
fyllingsgrad	1,93		1,40		2,66	

	volum %	frekvens %	volum %	frekvens %	volum %	frekvens %
marflo	-	-	-	-	-	-
linsekreps	-	-	-	-	-	-
skjoldkreps	-	-	-	-	-	-
zooplankton	10,3 %	30,4 %	9,9 %	22,5 %	10,5 %	41,4 %
snegl	-	-	-	-	-	-
muslinger	3,4 %	5,8 %	5,2 %	7,5 %	2,1 %	3,4 %
overflateinsekter	23,2 %	24,6 %	29,1 %	22,5 %	18,8 %	27,6 %
insekter i vann	1,2 %	2,9 %	1,8 %	2,5 %	0,8 %	3,4 %
fjærmygg	6,2 %	14,5 %	4,9 %	7,5 %	7,1 %	24,1 %
maur	-	-	-	-	-	-
bibionidae	53,5 %	40,6 %	43,8 %	30,0 %	60,6 %	55,2 %
uidentifisert	2,3 %	2,9 %	5,4 %	5,0 %	-	-

Tabell 10. Mageprøver fra Store Sverjesjøen 3.-4.07.03

	Totalt		< 250 mm		≥ 250 mm	
	antall	%	antall	%	antall	%
antall	44		20		24	
antall tomme mager	9	20,5 %	5	25,0 %	4	16,7 %
fyllingsgrad	1,86		1,95		1,79	

	volum %	frekvens %	volum %	frekvens %	volum %	frekvens %
marflo	-	-	-	-	-	-
linsekreps	2,4 %	2,3 %	-	-	4,7 %	4,2 %
skjoldkreps	8,4 %	6,8 %	-	-	16,0 %	12,5 %
zooplankton	33,9 %	40,9 %	56,7 %	55,0 %	13,3 %	29,2 %
snegl	5,5 %	4,5 %	-	-	10,5 %	8,3 %
muslinger	5,0 %	4,5 %	-	-	9,5 %	8,3 %
overflateinsekter	6,1 %	4,5 %	10,3 %	5,0 %	2,3 %	4,2 %
insekter i vann	38,5 %	40,9 %	33,1 %	35,0 %	43,4 %	45,8 %
fjærmygg	-	-	-	-	-	-
maur	-	-	-	-	-	-
bibionidae	-	-	-	-	-	-
uidentifisert	0,2 %	2,3 %	-	-	0,3 %	4,2 %

Tabell 11. Mageprøver fra Innerdalsvatnet 2.-3.07.03

	Totalt		< 250 mm		≥ 250 mm	
	antall	%	antall	%	antall	%
antall	35		3		32	
antall tomme mager	13	37,1 %	0	0,0 %	13	40,6 %
fyllingsgrad	1,54		1,00		1,59	

	volum %	frekvens %	volum %	frekvens %	volum %	frekvens %
marflo	-	-	-	-	-	-
linsekreps	-	-	-	-	-	-
skjoldkreps	-	-	-	-	-	-
zooplankton	44,0 %	37,1 %	33,3 %	33,3 %	44,6 %	37,5 %
snegl	-	-	-	-	-	-
muslinger	-	-	-	-	-	-
overflateinsekter	54,2 %	37,1 %	33,3 %	33,3 %	55,4 %	37,5 %
insekter i vann	-	-	-	-	-	-
fjærmygg	1,9 %	2,9 %	33,3 %	33,3 %	-	-
maur	-	-	-	-	-	-
bibionidae	-	-	-	-	-	-
uidentifisert	-	-	-	-	-	-

Tabell 12. Mageprøver fra Indre Innerdalsvatn 2.-3.07.03

	Totalt		< 250 mm		≥ 250 mm	
	antall	%	antall	%	antall	%
antall	46		7		39	
antall tomme mager	22	47,8 %	2	28,6 %	20	51,3 %
fyllingsgrad	1,46		2,00		1,36	

	volum %	frekvens %	volum %	frekvens %	volum %	frekvens %
marflo	50,9 %	32,6 %	60,7 %	57,1 %	48,3 %	28,2 %
linsekreps	3,6 %	2,2 %	17,1 %	14,3 %	-	-
skjoldkreps	-	-	-	-	-	-
zooplankton	6,3 %	8,7 %	1,4 %	14,3 %	7,5 %	7,7 %
snegl	-	-	-	-	-	-
muslinger	-	-	-	-	-	-
overflateinsekter	3,6 %	2,2 %	-	-	4,5 %	2,6 %
insekter i vann	35,7 %	28,3 %	20,7 %	28,6 %	39,6 %	28,2 %
fjærmygg	-	-	-	-	-	-
maur	-	-	-	-	-	-
bibionidae	-	-	-	-	-	-
uidentifisert	-	-	-	-	-	-

Tabell 13. Utsetninger av fisk i det undersøkte området fra 1992 til 2006

Lokalitet	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Sverjesjøen	900	1500		4000	4000	1500	1500	1500	4000	3500	3500	500		2750	3200
Orkla			5000	4000	3000		5500	1500	2500	6300	9200	500	5000	10157	7450
Ya					1000		1500	500	1700	3300	2500	250	2500	1800	
Sverja, nedre					250						500	250	500	700	
Totalt	900	1500	5000	8000	8250	1500	8500	3500	8200	13100	15700	1500	8000	15407	10650