

RAPPORT LNR 3473-96

Storwartz-prosjektet.

Dokumentasjon av
gruvedriftens påvirkning
av miljøet.

Del II
Biologiske undersøkelser i
Hittervassdraget



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 04 30 33
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgt 55
5008 Bergen
Telefon (47) 55 32 56 40
Telefax (47) 55 32 88 33

Akvaplan-NIVA A/S

Søndre Tollbugate 3
9000 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

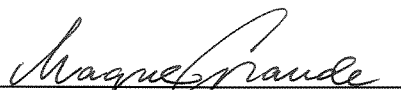
Tittel STORWARTZ-PROSJEKTET Dokumentasjon av gruvedriftens påvirkning av miljøet. Del II Biologiske undersøkelser i Hittervassdraget.	Løpenr. (for bestilling) 3473	Dato 10.05.1996
	Prosjektnr. Undernr. O-94196	Sider Pris 72
Forfatter(e) Grande, Magne Andersen, Sigbjørn Brettum, Pål Hylland, Ketil	Fagområde Miljøgifter ferskvann	Distribusjon
	Geografisk område Sør-Trøndelag	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statens forurensningstilsyn (SFT)	Oppdragsreferanse
---	-------------------

Sammendrag

Det er i årene 1994-1995 utført en undersøkelse av biologiske forhold i Hitterdalsvassdraget. Hensikten har vært å påvise eventuelle effekter på fisk, bunndyr og plankton fra tidligere drift ved Storwartz gruver. Resultatene viste at det var en betydelig større fiskebestand i referanselokaliteten Store Hittersjøen enn i de nedenforliggende innsjøene Djupsjøen, Stikkilen og Hittersjøen. Store Hittersjøen hadde også en større spredning i arter (sik, harr, ørret, røye, lake og ørekyt), mens siken var fullstendig dominerende i Djupsjøen. Det var klare effekter av Cu-belastning på sik i Djupsjøen. Konsentrasjonene av metaller i fiskefilét var imidlertid under alle beskrevne grenseverdier for bruk til mat. Bunndyr, plante- og dyreplankton var såvel i mengde som i antall arter fattigere i Djupsjøen og de nedenforliggende innsjøene enn i Store Hittersjøen. Også på elvestrekningene hadde såvel bunndyr som fisk et mindre artsmangfold nedenfor Djupsjøen enn ovenfor. Disse forskjellene kan forklares med effekter av gruveforurensningen. Ved utløp av Djupsjøen forekommer metallene kobber, sink og kadmium i slike konsentrasjoner (middel 29, 123 og 0.21 µg/l henholdsvis) at det må forventes redusert forekomst av visse arter og organismegrupper i større eller mindre grad fra Djupsjøen og nedover vassdraget. Det er her snakk om direkte gifteffekter og indirekte effekter ved redusert næringstilbud (fisk). Kobber er sannsynligvis det metallet som har størst betydning i sammenhengen.

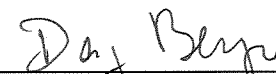
Fire norske emneord 1. Kisgruve 2. Tungmetaller 3. Forurensningseffekter 4. Hydrobiologi	Fire engelske emneord 1. Pyrite Mining 2. Heavy metals 3. Pollution effects 4. Hydrobiology
--	---



Magne Grande

Prosjektleder

ISBN 82-577-3012-2



Dag Berge

Forskningsjef

O-94196

STORWARTZ-PROSJEKTET

Dokumentasjon av gruvedriftens påvirkning av miljøet.

Del II: Biologiske undersøkelser i Hittervassdraget

Forord

Forslag til tiltak mot vannforurensning fra gruveområdene ved Storwartz har fått en blandet mottakelse i de berørte miljøer. Blant annet er det både lokalt og hos Riksantikvaren lagt stor vekt på å verne kulturminnene i området, mens betydningen av de miljømessige virkningene for øvrig er oppfattet som liten. Etter en befarung i området i 1994 var det enighet om at de ulike interessene skulle utrede og nærmere presentere sine syn i løpet av 1995/96.

I et brev av 11. august 1994 ga SFT i denne sammenheng NIVA i oppdrag å dokumentere virkningene av den tidlige gruvedriften på vannkvalitet og akvatisk biologi i vassdraget.

Feltarbeidet ble gjennomført i løpet av 1994/95, og NIVAs resultater rapporteres i to delrapporter, Del I: Vannkjemiske undersøkelser og Del II: Biologiske undersøkelser i Hitterelva. Forøvrig finnes følgende delrapporter: Del III: Støving og sandflukt fra slamdammer ved Storwartz; Del IV: Oppfølgende undersøkelser av drikkevann.

Norges Vassdrags- og Energiverk opprettet en målestasjon for vannføring i Hitterelva, og samarbeidet med NVEs medarbeidere Arnt Bjøru, Trondheim og Per Fladhagen, Oslo har gått meget bra. Vi benytter anledningen til å takke dem for en fin innsats.

NIVAs samarbeidspartner på Røros gjennom mange år, dr. ing. Åse Berg har igjen gjort en utmerket jobb.

Takk rettes også til de mange som har bistått med opplysninger om fiskeforhold og til Jon Harry Jensvold, Geir Selliseth, Konrad Tyvold og Per Ødegaard som velvilligst har lånt ut båter i forbindelse med feltarbeidet.

Vi vil takke SFT for de interessante oppgavene, og den erfaring som prosjektet har gitt. Ved siden av å oppfylle de primære mål for arbeidet, vil resultatene få betydning for det videre arbeid med vannforurensning fra gruveområder. De vil gi bedre bakgrunn for nye arbeidsmetoder, og ikke minst kan de bidra til bedre og til dels enklere undersøkelser.

En spesiell takk rettes til avd.ing. Grethe Braastad i SFT for hennes engasjement i saken og interessen for den faglige delen av arbeidet.

Oslo, 10. mai 1996

Rolf Tore Arnesen

Innhold

Konklusjoner	5
1. Innledning	7
2. Materiale og metoder	8
3. Resultater	10
3.1 Fysisk/kjemiske forhold	10
3.2 Biologi	13
3.2.1 Fiskebiologiske forhold	13
3.2.2 Metaller i fisk	22
3.3 Bunndyr	26
3.4 Dyreplankton i innsjøer ved Røros	26
3.5 Planteplankton	32
4. Resultatene sett i forhold til tidligere biologiske undersøkelser og opplysninger	34
5. Diskusjon	38
6. Litteratur	43
Vedlegg A.	45

Konklusjoner

1. Det er foretatt undersøkelser av plante- og dyreplankton, bunndyr og fisk i Hittervassdraget for å vurdere effekter av forurensninger fra Storwarts gruver.
2. Undersøkelsene av planteplankton viser at totalvolumet av planteplankton i Store Hittersjøen var mer enn dobbelt så stort som i de nedenforliggende innsjøene. Noen grupper og arter som ble funnet i Store Hittersjøen fantes ikke eller bare i meget liten grad nedenfor. Dette skyldes sannsynligvis metalleffekter av forurensningene fra Storwarts.
3. Store Hittersjøen hadde et "normalt" dyreplankton med en sammensetning som kunne tyde på relativt produktive forhold og et betydelig predasjonspress fra planktonspisende fisk (først og fremst sik). Predasjonspresset var sannsynligvis betydelig også i Djupsjøen, Stikkilen og Hittersjøen. Dyreplanktonet i Djupsjøen og til dels Stikkilen og Hittersjøen hadde klart færre arter enn i Store Hittersjøen, og en viktig gruppe algebeitere som daphniene manglet så og si helt i de tre nederste innsjøene. Det er rimelig å anta at dette delvis er en effekt av påvirkningen av relativt høye metallkonsentrasjoner i vannmassene og i sedimentene. Dette kan ha ført til lav overlevelse av hvileeggene (overvintringsstadier), økt dødelighet i andre deler av livssyklusen og/eller lav reproduksjon hos de mest ømfintlige artene (f.eks. daphniene).
4. Bunndyrundersøkelsene i innsjøene viste at Store Hittersjøen hadde et gjennomsnitt på 1200 dyr pr. m² mot bare 120-300 dyr pr. m² i de tre nedenforliggende innsjøer. 6 grupper var representert i Store Hittersjøen med marflo, snegl og muslinger i moderate mengder. I Djupsjøen ble bare funnet fjærmygg og vårflyer. Disse forhold skyldes utvilsomt effekter av forurensningene på bunnsubstratet hvor dyrene lever. Metallinnholdet i bunnmaterialet er så høyt at en kan regne med direkte giftvirkninger i det det skikket hvor dyrene lever.

På elvestrekningene var det noe større mangfold når det gjaldt grupper og arter ovenfor Djupsjøen enn nedenfor. Til gjengjeld opptrådte en del arter/grupper (døgnfluer, fjærmygg) i større antall, slik at totalantall dyr var større nedenfor Djupsjøen enn ovenfor. Det var således relativt små effekter av forurensninger på faunaen på elvestrekningen mellom Djupsjøen og Hittersjøen. Nedenfor Røros var imidlertid effektene markerte. I rennende vann vil bunnmaterialet i mindre grad være berørt av forurensninger enn i innsjøene. Vannkvaliteten blir derfor mer avgjørende for bunndyrenes trivsel.

5. Fiskeundersøkelsene viste at Store Hittersjøen hadde en betydelig større bestand av fisk og større spredning på arter enn Djupsjøen og de to innsjøene nedenfor. I Store Hittersjøen ble foruten sik fisket et betydelig antall harr og ørret samt noe lake. I Djupsjøen var fangsten helt dominert av sik. Dette kan forklares med en indirekte effekt ved at siken har konkurransemessige fortrinn fremfor de øvrige artene, fordi bunndyrsamfunnene er sterkt berørt av forurensningene i Djupsjøen. En skal allikevel ikke se bort fra at en forskjell i toleranse overfor metaller hos de ulike artene kan være en medvirkende årsak. Det er mulig at sikens reproduksjon er noe påvirket slik at rekrutteringen blir svak. I de nedenforliggende innsjøene kommer andre arter som ørret, harr og lake igjen sterkere inn i bildet. Fisket etter sik i Djupsjøen er imidlertid middels godt (2-3 kg/hektar) og fiskens kvalitet relativt god.

Også på elvestrekningene er det et større artsmangfold og fiskerikdom ovenfor Djupsjøen enn nedenfor.

6. Det var klare effekter av kopper-belastning på sik i Djupsjøen; disse syntes i noen grad å være kjønnsavhengige, men med påvirkning på begge kjønn. Forskjellen i metallotionein-nivåer i lever til sik fra Djupsjøen og sik fra Store Hittersjø er den største som er observert for viltfanget fisk.

Konsentrasjoner av metallene i filet er under alle beskrevne grenseverdier for alle tre metallene kadmium, kobber og sink. Anbefalte grenser for daglig inntak av kadmium (ADI - acceptable daily intake) ligger omkring 1 µg/kg kroppsvekt - en 75-kg person må spise mange kilo filet hver dag for å komme opp i slike mengder. Konsentrasjonen av Cd i lever hos fisk fra Djupsjøen (gjennomsnitt 5.5 µg/g våtvekt) gjør at det ikke er tilrådelig å spise mye lever fra fisk fanget i Djupsjøen.

7. Eventuelle tiltak ved Storvart som reduserer metalltilførslene til vassdraget vil sannsynligvis meget raskt føre til endringer i de biologiske forhold. Forutsetningen er da at kobberkonsentrasjonen reduseres til under 15-20 µg/l og sinken forholdsmessig like mye. Plante- og dyreplanktonsamfunnet vil være de første til å reagere når metallkonsentrasjonene i vannet går ned. Flere arter vil komme inn og totalproduksjonen sannsynligvis øke. Dette vil raskt kunne gi øket produksjon av fisk og da først og fremst sik. Derimot vil det sannsynligvis ta lang tid før bunndyrsamfunnene utvikler seg mot det normale. Allikevel bør mye ha skjedd i løpet av 10 år.
8. En normalisering av bunndyrsamfunnene i innsjøene vil gi bedre mulighet for røye, ørret, harr og lake og fiskebestanden vil etterhvert utvikle seg i retning av den en har i Store Hittersjøen. Det er imidlertid sannsynlig at Djupsjøen også i fremtiden vil forbli en "siksjø" uten spesielle fiskestelltiltak. Om en opprettholder et relativt hardt fiske, vil en sannsynligvis kunne unngå en for stor bestand av fisk, slik en har tendenser til i Store Hittersjøen.
9. Den årlige avkastning av fisket i Djupsjøen (og nedenforliggende innsjøer) vil kunne øke, kanskje opp mot 5-10 kg/hektar som i Store Hittersjøen. Det vil si at den årlige førstehåndsverdien av fisket øker til det dobbelte eller mer, dvs. fra ca 12.000 kroner til 25-50.000 kroner. Det er da brukt en førstehåndsverdi på ca kr. 10 for sik (Oppl. Femund fiskelag A/1, 1996).
10. På elvestrekningen nedenfor Djupsjøen vil forandringene skje meget fort og allerede etter 1-2 år vil forholdene bli nærmest normalisert om metallkonsentrasjonene blir tilstrekkelig redusert. Sammensetningen av bunndyr vil bli mer allsidig og dette vil bedre oppvekstmulighetene for fisk. Om reproduksjonen (gyting, utvikling av egg og yngel) i dag er noe negativt berørt på grunn av direkte metallpåvirkning, vil dette opphøre og gi større muligheter for naturlig reproduksjon av ørret og harr i vassdraget. Prestbekken er sannsynligvis et godt gyte- og oppvekstområde for ørret fra naturens side, men vil vel neppe noen gang bli så bra at den blir tjenlig til dette formål. En må regne med at muligheten for sportsfiske etter ørret og harr vil bli bedre i hele vassdraget.

1. Innledning

De biologiske undersøkelsene som ble foretatt i Hittervassdraget i september 1994 og juni 1995 hadde til hensikt å se om det kunne påvises forurensningseffekter og graden av disse fra de nedlagte Storzgruver. Forurensningene tilflyter vassdraget gjennom Prestbekken som munner ut i Djupsjøen ved Djupsjølia på innsjøens nordre bredd. Undersøkelsene ble derfor konsentrert om Djupsjøen, men det ble også tatt prøver i Store Hittersjøen, Stikkilen og Hittersjøen samt elvestrekningene ned til Røros.

Vassdraget har tidligere vært undersøkt i forbindelse med fiskeribiologiske forhold og forurensningsproblematikk. Resultatene herfra gir spredte data som kan belyse situasjonen over et lengre tidsrom og underbygge resultatene fra denne undersøkelsen. Et eget avsnitt vil sammenfatte disse og vurdere den sammen med resultatene fra undersøkelsene i 1994-95. Forøvrig henvises til rapport del I i denne undersøkelsen hvor alle kjemisk/fysiske data er sammenfattet og vurdert (Arnesen, 1996).

Undersøkelsen har lagt hovedvekten på fiskeribiologiske forhold, men det er også foretatt studier av plante- og dyreplankton samt bunndyr i innsjøer og elver. Det er også tatt prøver av lever fra sik i Store Hittersjøen (referanse) og Djupsjøen for analyse av metallothioneiner og metaller. Disse gir indikasjoner på i hvilken grad fisken er påvirket av metallforurensningene.

Fra NIVA har Ketil Hylland (metaller og metallmetabolisme i fisk), Pål Brettum (planteplankton), Jarl Eivind Løvik (dyreplankton), Sigbjørn Andersen og Magne Grande (feltarbeid, fisk, bunndyr) deltatt i de biologiske undersøkelsene. Magne Grande har hatt ansvaret for gjennomføringen av undersøkelsen og utarbeidelse av rapporten.

I det følgende vil de anvendte metoder og resultatene bli presentert.

2. Materiale og metoder

Fisk

Innsamling av fiskeprøver fra innsjøene ble foretatt med garnfiske med de såkalte "Jensen-serier", dvs. følgende maskevidder: 2 x 21, 26, 29, 35, 40, 45 og 52 mm. I perioden 13.-15. september 1994 ble det fisket med 2 garnserier i Store Hittersjø, 4 serier i Djupsjøen og 1 serie i Stikkilen og Hittersjøen. I tillegg ble det fisket to netter med et flermasket bunngarn med maskevidder 6-75 mm i Djupsjøen. Det ble tatt leverprøver av sik fra stedet umiddelbart etter fangsten for undersøkelse av metallmetabolisme. Fisken ble for øvrig frosset ned og senere målt, veid, alders- og vekstbestemt samt undersøkt med hensyn på ernæring (mageinnhold), kondisjon etc. I perioden 18.-21. juni 1995 ble det fisket med 1 garnserie i Store Hittersjøen og 3 garnserier i Djupsjøen. I tillegg ble det fisket med et flermasket garn og to finmaskete på 10 og 15 mm i Djupsjøen.

På elvestrekningene ble det både i 1994 og 1995 fisket med elektrisk fiskeapparat av typen Lima på 4 lokaliteter. Fisket foregikk på strykpartier ved veibru ved Kommandantvold ovenfor Djupsjøen (referanse) ca. 200 m nedenfor utløpet av Djupsjøen, ved Messingtjern ovenfor Hittersjøen og ved bru for riksvei 30 i Røros. Det ble fisket 10 minutter på hver lokalitet og fisken ble artsbestemt, tellet opp og sluppet ut igjen.

Nærmere stasjonsplasseringer for garnfiske og elektrofiske er angitt på resultatfigurene.

Metallmetabolisme

Umiddelbart etter fangst ble sik dissekert, leveren tatt ut, veid og frosset i flytende nitrogen. Leverprøvene ble deretter lagret i en -80°C fryser. Prøvene ble homogenisert i minst 4 volumer (1:4 vekt:volum) av iskald Tris-HCl buffer, pH 8,1, med 5 mM merkaptoetanol. Det ble tatt av 50 µL homogenat til metall-analyse, resten ble sentrifugert ved 10 000 g i 30 minutter ved 4°C. Supernatanten (S9-supernatant) ble sugd av, blandet og fordelt i fem eppendorf-rør som ble frosset ved -80°C. Homogenatet ble tilsatt 450 µL ultrapur salpetersyre og varmet på en varmeblokk (100°C) til det var igjen omtrent 50 µL. Denne løsningen ble fortynnet med dobbeltdestillert vann, overført kvantitativt til eppendorf-rør som så ble frosset før metall-analyse.

Konsentrasjonene av kadmium, kobber og sink ble bestemt i homogenat fra lever, altså representative prøver for hele leveren til den aktuelle fisken. Metall-analyser ble foretatt etter etablerte metoder ved NIVAs laboratorium og ved Biologisk Institutt, Universitetet i Oslo. Det ble også utført analyser for proteinet metallotionein, ofte forkortet MT, for å kunne vurdere om metallene forelå i en tilgjengelig form og for kunne gi en biologisk tolkning av metall-konsentrasjonene i lever. Metallotionein er et svovelrikt protein som hovedsakelig finnes i den vannløselige fraksjonen av cellen og som vil binde en vesentlig andel av både kadmium, kobber og sink. Levervev ble derfor fraksjonert for å få en vannløselig fraksjon som kunne brukes til analyser av dette proteinet. Det ble innledningsvis forsøkt med en svært spesifikk metode der det benyttes spesifikke antistoffer som er dannet mot dette proteinet. Resultatene fra denne analysen var imidlertid ikke tilfredsstillende og prøvene ble analysert på nytt med en elektrokjemisk metode.

Cu og Cd i leverprøver ble målt ved elektrotermisk atomabsorpsjon (grafitt-ovn), mens Zn ble målt med flamme atomabsorpsjon; alle analysene på en Varian SpectraAA 10 med deuterium bakgrunnskorreksjon. Det ble brukt standard referansemateriale (DOLT-1) og relevante blank-prøver. Analyseverdier for referansemateriale var innenfor akseptable grenser for alle tre elementene. Analyser av Cu, Cd og Zn i filet fra et utvalg av fiskene ble utført ved NIVA i henhold til akkrediterte analysemetoder.

Protein i S9-supernatant ble bestemt med en metode beskrevet av Bradford (1976); i korthet ble prøven fortynnet 100-200 ganger med buffer, deretter tilsatt en fargereagens og blandet godt. Etter 5 minutter ble absorbansen avlest ved 595 nm. Bovint gamma globulin ble brukt som standard.

Innledningsvis ble metallotionein (MT) forsøkt bestemt ved bruk av en immunkjemisk metode, ELISA, med antistoffer framstilt mot metallotionein i torsk og abbor. Disse analysene ga små forskjeller mellom de to populasjonene og metallotionein-konsentrasjonene i enkeltfisk syntes ikke å være relatert til metall-nivåer, noe som vil være å forvente. Metallotionein fra ulike fiskearter kan være svært forskjellig (se f.eks. Hylland

et al. 1994), og det er tenkelig at hverken anti-torsk MT eller anti-abbor MT antistoffer gjenkjente sik metallotionein i tilstrekkelig grad under de aktuelle betingelsene. Det ble bestemt å benytte en annen elektrokjemisk metode som ikke skiller like sterkt mellom MT fra ulike arter. Metallotionein i prøvene ble derfor kvantifisert med differensiell puls polarografi som beskrevet av Olafson & Olsson (1991). S9-supernatant ble fortynnet til 3 mg/mL protein med 0.15 M NaCl, varmedenaturert ved oppvarming til 95°C i 5 min og avkjølt på is. Løsningen ble så sentrifugert ved 10 000 g i 15 min og 50-200 µL supernatant injisert. Det ble benyttet en PAR 174 polarograf med en EG & G model 303 SMDE dryppende kvikksølv elektrode. Metallotionein i prøven ble kvantifisert ved topphøyde (µA) under et skan fra -1.55 til -1.35 V. Renset skrubbe metallotionein ble brukt som ekstern standard til å kontrollere variabilitet under analysene, men verdiene er uttrykt i relative enheter siden rent sik metallotionein ikke var tilgjengelig.

Bunndyr

Bunndyr ble samlet inn i september 1994 fra innsjøene Store Hittersjøen, Djupsjøen, Stikkilen og Hittersjøen ved hjelp av en Van Veen bunngrabb. Stasjonenes plassering fremgår av resultatfigurene. Prøvene ble tatt på dyp fra 2-8 m på hver stasjon der det var mulig. I Stikkilen ble ikke funnet større dyp enn 2 m. Det ble tatt 3 klipp fra hvert dyp på to stasjoner i hver innsjø, bortsett fra Djupsjøen hvor det ble tatt fra tre. Bunnmaterialet ble silt gjennom en bunndyrhåv med maskevidde 250 µm og lagt på sprit for senere analyse. I laboratoriet ble dyrene plukket ut i en tiendedel av prøven, sortert til hovedgrupper og talt opp.

På elvestrekningen ble bunndyrene samlet på strykpartier på 4 stasjoner, - ved veibru til Kommandantvold ovenfor Djupsjøen, ca. 200 m nedenfor utløpet av Djupsjøen, ved Messingtjern ovenfor Hittersjøen og ved bru for riksvei 30 i Røros. Plasseringen fremgår også her av resultatfigurene. Dette var de samme stasjoner som ble benyttet ved elektrofisket. Det ble benyttet en bunndyrhåv med maskevidde 250 µm på 3 x 1 minutt på hver lokalitet. Håven ble holdt i strømmen, mens bunnmaterialet ble rotet opp ovenfor. Metodikken er en vanlig standard prosedyre (NS4719). Materialet ble lagt på sprit for senere å bli analysert. I laboratoriet ble prøvene fraksjonert til en tiendedel. Dyrene ble sortert til hovedgrupper og talt opp.

Plante- og dyreplankton

Planteplanktonprøvene ble tatt fra alle 4 innsjøene på en 250 ml prøveflaske like under overflaten og tilsatt en iodopløsning (phytofix). Algene ble senere artsbestemt og volumene beregnet.

Dyreplankton ble samlet inn med en planktonhåv med maskevidde 95 µm. Håven ble senket ned på maksimalt 10 m dyp der det var mulig, og trukket vertikalt opp med en hastighet av ca. 1 m i sekundet. I Stikkilen og Hittersjøen ble håvtrekket foretatt ca 10 m horisontalt på grunn av dybdeforholdene. Materialet ble overført til 250 ml flasker, tilsatt jodopløsning og senere analysert til art med en subjektiv vurdering av individtetthet.

3. Resultater

3.1 Fysisk/kjemiske forhold

Vassdrag og nedbørfelt

Avrenningen fra Storwartz skjer via Prestbekken til Djupsjøen som er en del av Hitterdalsvassdraget. Dette vassdraget dannes av Hitteråa som har et nedbørfelt på 156.4 km² ved utløpet i Håelva ved Røros.

Hitterelva kommer fra Harjensstjern 877 m o.h. syd-øst for Røros. Derfra renner den i nord-vestlig retning gjennom Harsjøen 752 m o.h., Store Hittersjøen 721 m o.h. (1.06 km²), Grunnsjøen 715 m o.h., Djupsjøen 705 m o.h. (4.2 km²), Stikkilen 696 m o.h. (1.18 km²) og Hittersjøen 673 m o.h. Derfra renner den gjennom Røros.

Størst interesse knytter seg her til Djupsjøen som er direkte berørt av avrenningen gjennom Prestbekken. Nedbørfeltet ved utløpet er 114.6 km². Prestbakkens nedbørfelt er 4.3 km². I Tabell 1 er oppført noen morfometriske data for Djupsjøen (Semb, 1991).

Tabell 1. Morfometriske data, Djupsjøen (etter Semb, 1991).

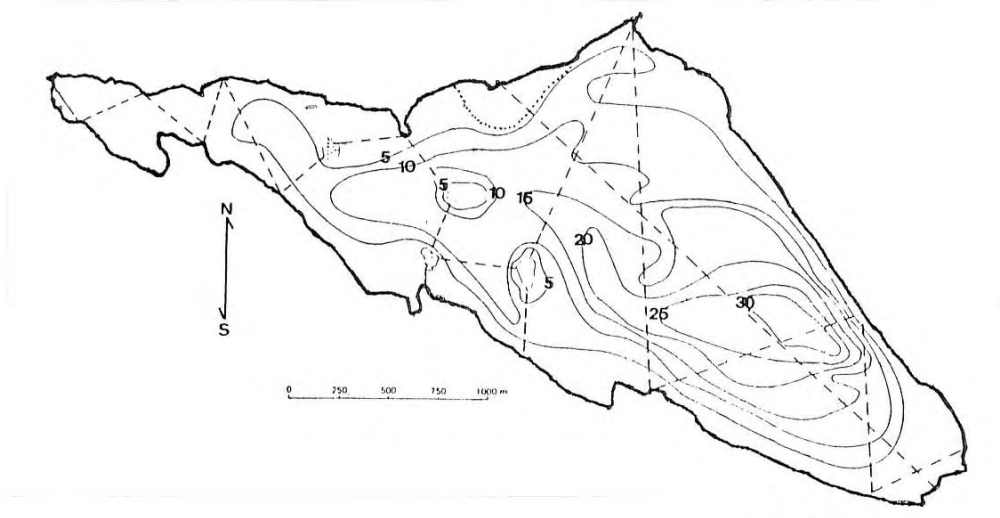
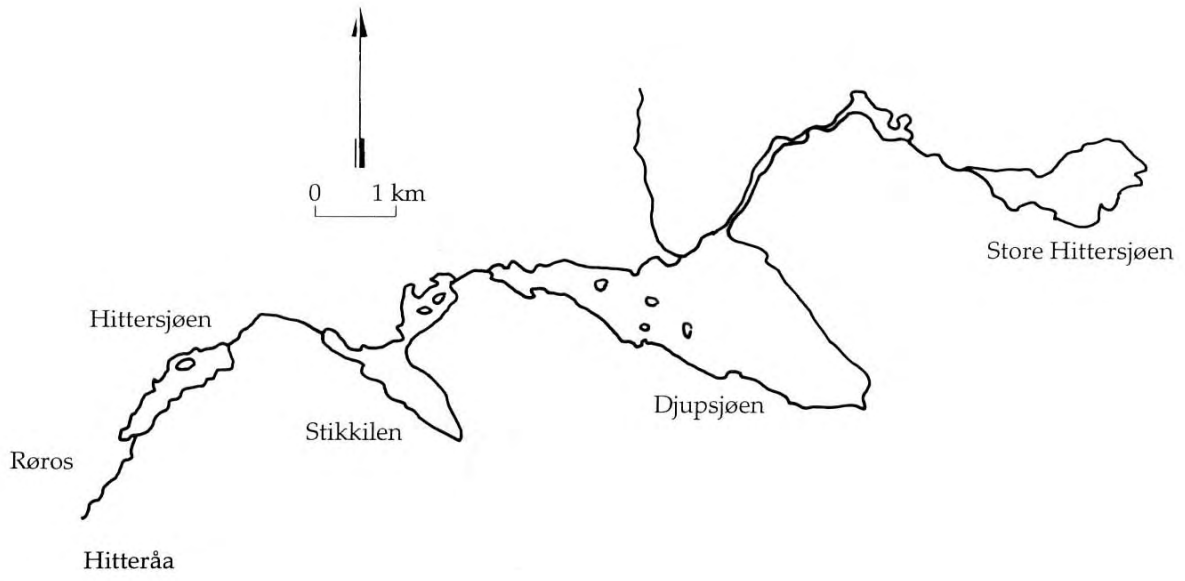
Vannoverflatens høyde over havnivå	:	705	m
Overflateareal	:	4.2	km ²
Maks. lengde	:	5.0	km
Maks. bredde	:	1.8	km
Middel bredde	:	0.8	km
Lengde av strandlinje	:	13.0	km
Volum	:	0.043	km ²
Maks. dyp	:	32	m
Middel dyp	:	10.2	m
Oppholdstid	:	ca	1 år

Berggrunnen i nedbørfeltet for Hittervassdraget består av Trondheimsdekkets overskjøvne bergarter av kambrosilurisk alder. En overveiende del består av fyllitt med hovedmineraler kloritt og muskovitt. For øvrig finnes bl.a. noe gabro, kvartsitt og skifer. Det er noe løsmasser i området som bl.a. kan inneholde noe sparagmitt.

Skoggrensen i området ligger såvidt lavt som 750-800 m og store deler av området består av fjell med betydelig innslag av myrer. Skogen er dominert av fjellbjørk med noe innslag av furu og gran. Det er en del spredte gårdsbruk, bolighus og hytter i området.

Vannkvalitet

Forurensningen til vassdraget er sterkt preget av avrenning fra tidligere gruvedrift. Denne er sur og inneholder betydelig mengde metaller, i første rekke jern, aluminium, kobber og sink. Avrenningen fra de spredte gårdsbruk, bolighus og hytter i området er beskjedne og innfluerer i liten grad på vannkvaliteten. I Tabell 2 og i vedlegg 2 er oppført verdiene for en del kjemiske parametre analysert i perioden 15/9-94-21/9-95 fra Djupsjøen.



Figur 1. Hittervassdraget og Djupsjøen (Etter Semb, 1991)

Tabell 2. Fysisk/kjemiske analyseresultater fra utløpet av Djupsjøen i perioden 15/9-94-21/9-95. Middelerverdier av 23 enkeltobservasjoner .

pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Mn µg/l
7.28	6.25	9.6	8.02	2.32	28.7	123	0.21	0.7	12.1

Ni µg/l	Hg ng/l	Farg-U	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	TOC mg/l
3.1	<2	19.2	180	4	2.9

Resultatene viser at vannet er svakt basisk og har et relativt høyt innhold av kalsium. Kalsium virker gunstig ved å redusere giftigheten av metallene. For øvrig er innholdet av næringssalter (P og N) og organisk stoff lavt. Forurensningene fra Stortvartz markeres først og fremst ved et høyt innhold av kobber og sink med henholdsvis 28.7 og 123 µg/l som middelerverdier. I vedlegg hvor alle verdiene er oppført fremgår at kobber i perioder (mai 1995) kan komme opp i ca 45 µg/l, mens laveste verdi er 23 µg/l. Høyeste verdi for sink er 155 µg/l i januar 1995.

Det er små endringer i vannkvaliteten fra Store Hittersjøen og nedover til Røros bortsett fra metallforurensningene. I Tabell 3 er gitt noen verdier fra en prøvetaking 15/9-94 som viser dette.

Tabell 3. Fysisk/kjemiske analyseresultater fra Hitterdalsvassdraget, 15/9-1994.

Lokalitet	pH	Kond mS/m	Farge-U mg Pt/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	TOC mg C/l
Store Hittersjø, utløp	7,45	5,00	16,1	175	5	5,0
Djupsjøen, innløp	7,54	6,16	15,7	195	4	4,1
Djupsjøen, utløp	7,47	2,16	19,2	180	4	2,9
Hittersjøen, Røros (RV 30)	7,52	6,29	12,7	190	4	3,1

Metallkonsentrasjonene avtar noe fra Djupsjøen og ned til de andre undersøkte innsjøene; Stikkilen og Hittersjøen. I Tabell 4 er vist resultatene fra prøver tatt i perioden 1988-1990.

Tabell 4. Kobber og sinkkonsentrasjoner i Hittervassdraget. Middelerverdier 1988-1990, *1994-1995, N=antall observasjoner.

Lokalitet	Cu µg/l	Zn µg/l	N
Store Hittersjøen, utløp	0.5*	<0.5*	1
Grunnsjøen, utløp	0.8*	0.6*	1(5*)
Djupsjøen, innløp	4.2(4.5*)	10(18.8*)	1(5*)
Djupsjøen, utløp	33	157	3
Stikkilen, utløp	25	123	3
Hittersjøen, utløp	23	90	3
Røros (RV 30)	44	110	3

I Store Hittersjøen er metallkonsentrasjonene på bakgrunnsnivå. Det samme gjelder også utløpet av Grunnsjøen ovenfor Stormyrbekken. Ved innløpet til Djupsjøen er Hitterelva noe berørt av tilsig fra Stormyrbekken (som drenerer gruvene rundt Olavsgruva). Fra Djupsjøen til Hittersjøen avtar konsentrasjonene med omlag 1/3, hvorpå spesielt kobberverdiene øker igjen gjennom Røros. Den oversikt som her er gitt over vannkvalitet er bare ment som et grunnlag for vurdering av de biologiske forhold. For øvrig henvises til rapport del I i denne undersøkelsen (Arnesen, 1995).

3.2 Biologi

3.2.1 Fiskebiologiske forhold

Innsjøene

I vedlegg 1 og 17 er alle data fra fiskeanalysene oppført. Vedlegg 2-9 og 18-21 gir en oversikt over fangstene på de enkelte garnsett med fangst pr. garnnatt, middelvekter etc. I Figur 2 og Figur 3 er gitt fremstillinger av noen hovedresultater for å illustrere situasjonen på de ulike lokaliteter.

I fig. 2 og 3 er vist de samlede fangstene pr. garnnatt i hver enkelt av innsjøene. Det fremgår av figurene at fangsten i 1994 var størst både i antall og vekt i Store Hittersjøen. Antall og vekt var da henholdsvis 6.7 og 1128 g, mens de tilsvarende tall for Djupsjøen var 0.95 og 260 g. Fangsten i Store Hittersjøen kan betegnes som stor, mens den i Djupsjøen var liten. I 1995 var bildet litt annerledes idet totalvekten var omtrent den samme. Antall fisk var størst i Store Hittersjøen som i 1994. Fangsten kan i 1995 betegnes som middels god i begge innsjøer.

I 1994 var det bare visse endringer nedover i vassdraget. Mens det i Store Hittersjøen foruten sik også ble fisket harr, ørret og lake i relativt stort antall, var siken helt dominerende i Djupsjøen. Harr ble her i det hele tatt ikke fisket, og lake og ørret ble bare så vidt påvist. Spredningen på forskjellige arter tiltok litt nedover vassdraget. Fangsten gir således et helt entydig bilde av at fiskebestanden i Store Hittersjøen er vesentlig større og mer allsidig sammensatt enn i de nedenforliggende innsjøer. Det samme bilde ga prøvefisket i Store Hittersjøen og Djupsjøen i 1995.

I fig. 1 er også angitt middelvekten for sik fanget i de 4 innsjøene. Her fremgår det at middelvekten er minst i Store Hittersjøen og størst i Djupsjøen. Også i Stikkilen og Hittersjøen er sikens middelvekt høyere enn i Store Hittersjøen. I fig B er vist resultatene fra fisket i juni 1995 hvor middelvekten av sik var omtrent dobbelt så høy i Djupsjøen som i Store Hittersjøen. Materialet av de andre artene i de tre nederste innsjøene er så lite at sammenlikninger neppe er holdbare. Det skal imidlertid nevnes at harren, som ble fisket i relativt stort antall i Store Hittersjøen, hadde en middelvekt på 181 g, dvs. litt høyere enn siken i samme innsjø.

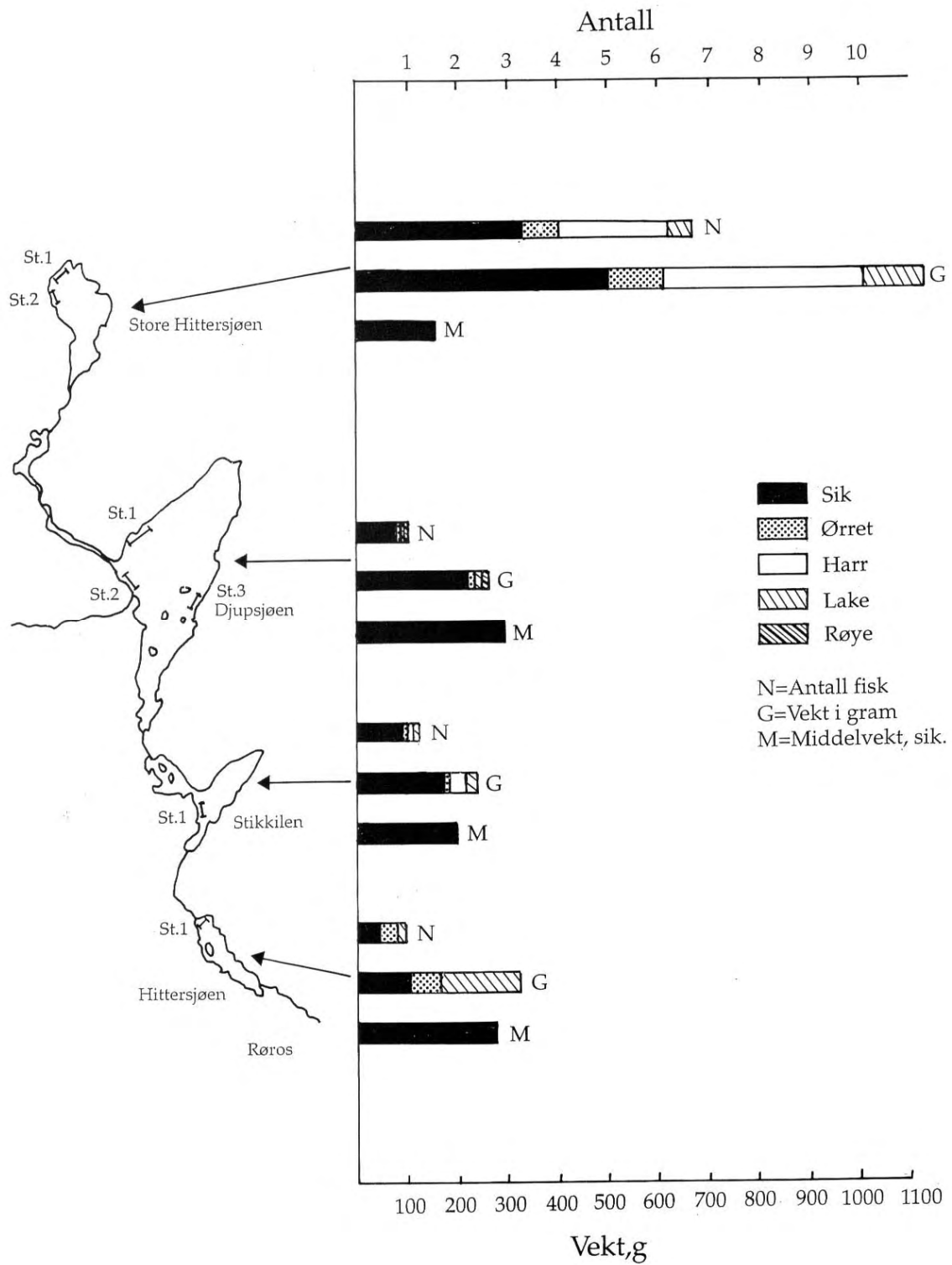
Såvel i september 1994 og i juni 1995 ble det fisket med finmaskede garn (10 og 15 mm) med henblikk på å få et bilde av bestanden av småfisk. På to garnnetter med 10 og 15 mm maskevidde ble det i juni 1995 bare fisket to sik på 13.5 og 11.5 cm (Vedlegg 17). Det ble også fisket to harr på 10 og 19 cm samt en røye på 18.5 cm. En ruse ble lagt ut for fangst av ørekyte. På en natt ble her fanget 35 ørekyter. På grunnlag av disse fangstene samt det ordinære prøvefisket med 21 mm som minste maskevidde, synes rekrutteringen av småfisk å være liten. Bestanden av ørekyte synes å være relativt stor.

Kondisjon og kvalitet

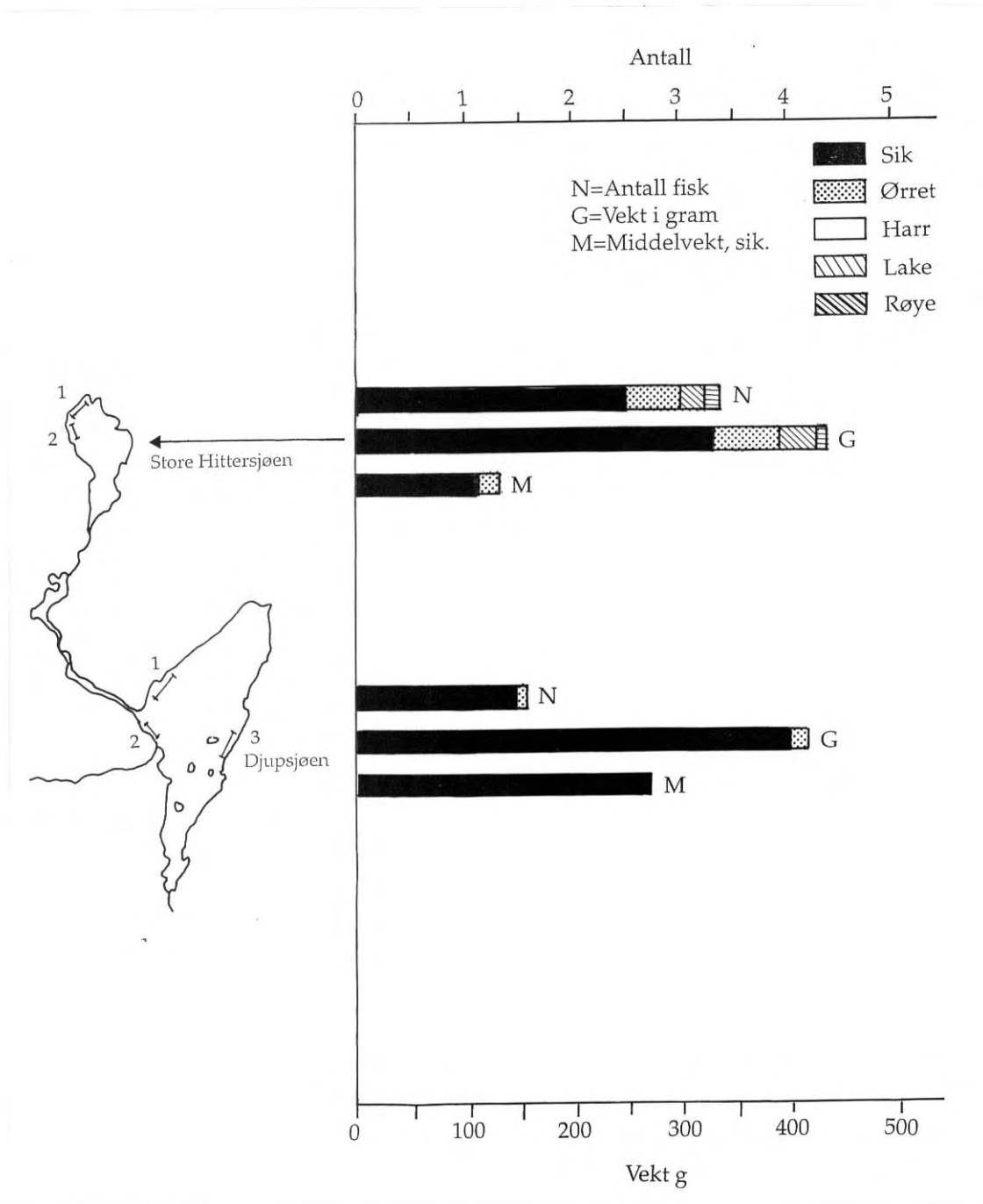
Kondisjonsfaktorene som er et uttrykk for forholdet mellom lengde og vekt ($K = V \cdot 100/l^3$, hvor V er vekt i gram og l er lengde i cm) for fisk fra innsjøene fremgår av Tabell 5. De brukes ofte som uttrykk for fiskens kvalitet.

Tabell 5. K-faktorer for sik og ørret i Hittervassdraget, september 1994. Antall fisk i parentes.

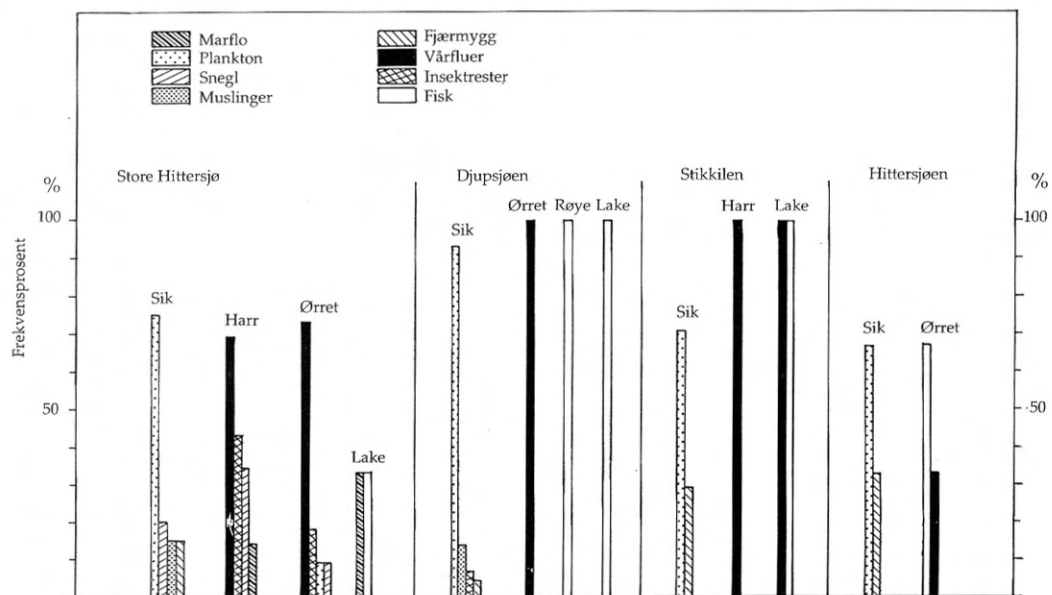
	K-faktorer			
	Store Hittersjøen	Djupsjøen	Stikkilen	Hittersjøen
Sik	0.79 (20)	0.97 (20)	1.10 (3)	0.89 (3)
Ørret	0.89 (11)	1.04 (1)	-	1.11 (3)



Figur 2. Fangst pr. garnnatt med "Jensen-serie" sept. 1994.



Figur 3. Fangst pr. garnnatt med "Jensen-serie", juni 1995.



Figur 4. Mageinnhold i fisk fra Hittervassdraget, september 1994. Uttrykt som frekvensprosent fisk med næringsdyr i magen.

Kondisjonsfaktorene er gjennomgående betydelig lavere i Store Hittersjøen enn i de øvrige innsjøene. For sik fra Store Hittersjøen og Djupsjøen, hvor materialet er stort nok til å gi grunnlag for sammenlikning, var verdiene henholdsvis 0.79 og 0.97 i september 1994. Et visst utslag vil det gi at beregningene er gjort på fisk av forskjellig størrelse; siken i Store Hittersjøen er mindre og K-faktoren øker gjerne med fiskens størrelse. Allikevel gir resultatene, både av fiskenes antall i fangstene, K-faktorer og middelvekt, inntrykk av at Store Hittersjøen har en tett eller overbefolket fiskebestand av småfallen fisk med middels eller dårlig kondisjon, mens Djupsjøen og de andre har en tynnere bestand med større fisk av bedre kondisjon. Dette kan skyldes at rekrutteringen er påvirket av gruveforurensningene (se s. 40).

Ernæring

I Figur 4 og vedlegg 10 er de viktigste næringsgruppene i fiskens mageinnhold oppført. Verdiene er angitt som frekvens-prosent, dvs. prosent av antall undersøkte mageprøver med vedkommende næringsgruppe til stede. Tallene sier ikke noe om fyllingsgraden, men i dette tilfelle var det stort sett slik at de grupper som forekom hyppigst også fantes i størst mengde. Figurene viser at planktonkrepsdyr er den helt dominerende dyregruppe i sikens mageinnhold. For øvrig hadde siken spist snegl, muslinger og fjærmyggglarver. Kostholdet var mest ensidig i Djupsjøen, hvor 93 % av siken vesentlig hadde dyreplankton i magen.

Harr og ørret i Store Hittersjøen hadde mye av det samme mageinnholdet hvor vårfluelarver, diverse insektræster, snegl og muslinger dominerte. I denne innsjøen ble det også funnet marflo i mageinnholdet hos harr og lake. I Djupsjøen og Hittersjøen var ørretens mageinnhold som for siken, mer ensidig sammensatt med vårfluer og fisk (Hittersjøen) som de viktigste komponenter. Laken viste seg som en utpreget fiskespiser i alle innsjøene med opptil 100 % av magene med fiskeræster.

Vekst

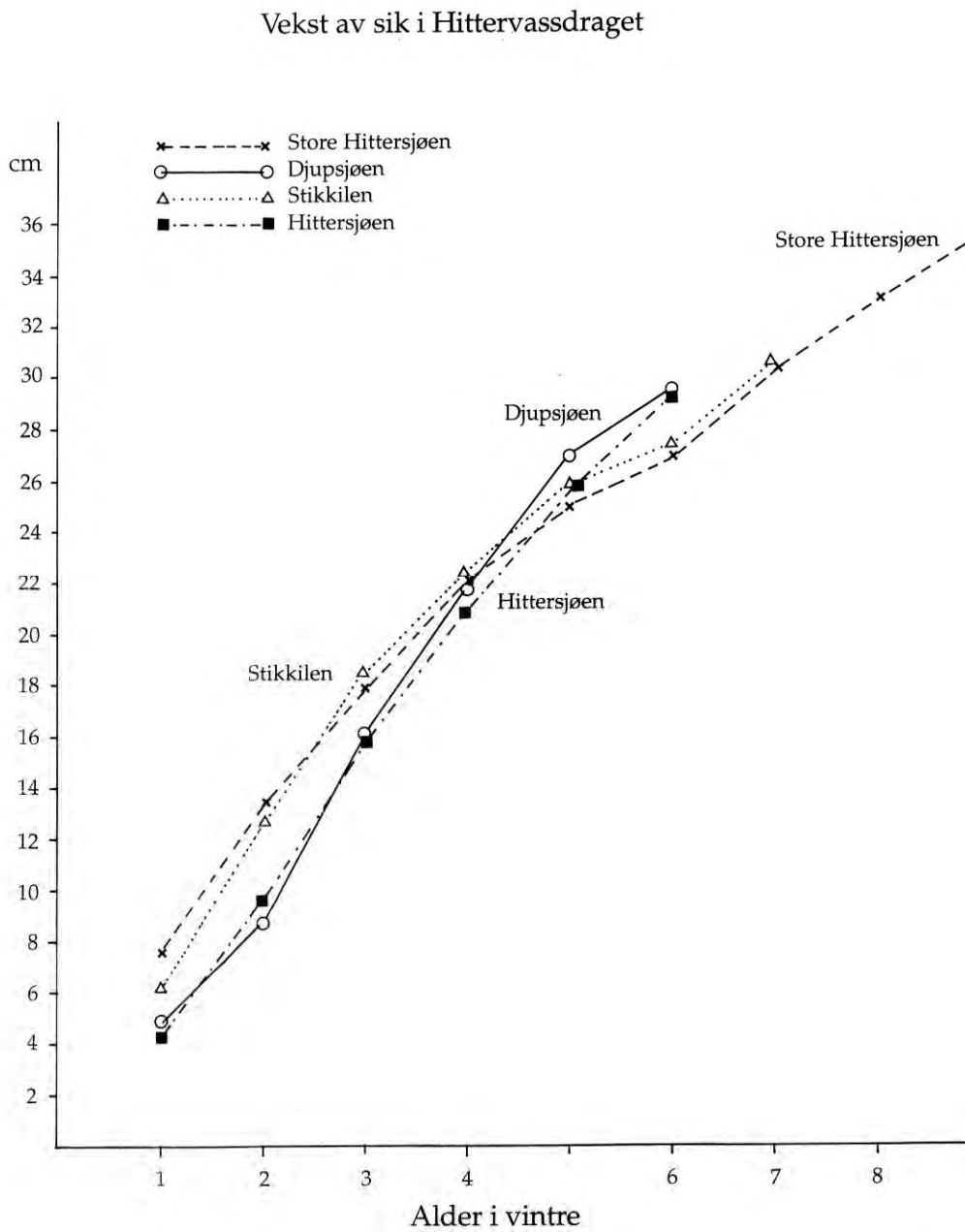
I Figur 5 og Figur 6 er vekstkurvene for sik og ørret fra de fire innsjøene trukket opp. Veksten er både for sik og ørret beregnet ved hjelp av skjell og for siken er det derfor bare veksten for de første årene (4-6) en kan bestemme med noenlunde sikkerhet. Nøyaktig aldersbestemmelse av sik må skje med otolitter (ørestein), noe som ikke ble funnet nødvendig i denne sammenheng.

Resultatene viser at siken i Store Hittersjøen vokser fortest i de to første leveår. Senere utjevnes veksten og fra 4 år og eldre er veksten best hos siken i Djupsjøen. Veksten ligger hos alle bestander i de første leveår innenfor det som er normalt for norske sikbestander i liknende og nærliggende innsjøtyper, som f.eks. Isteren (Sandlund, 1987).

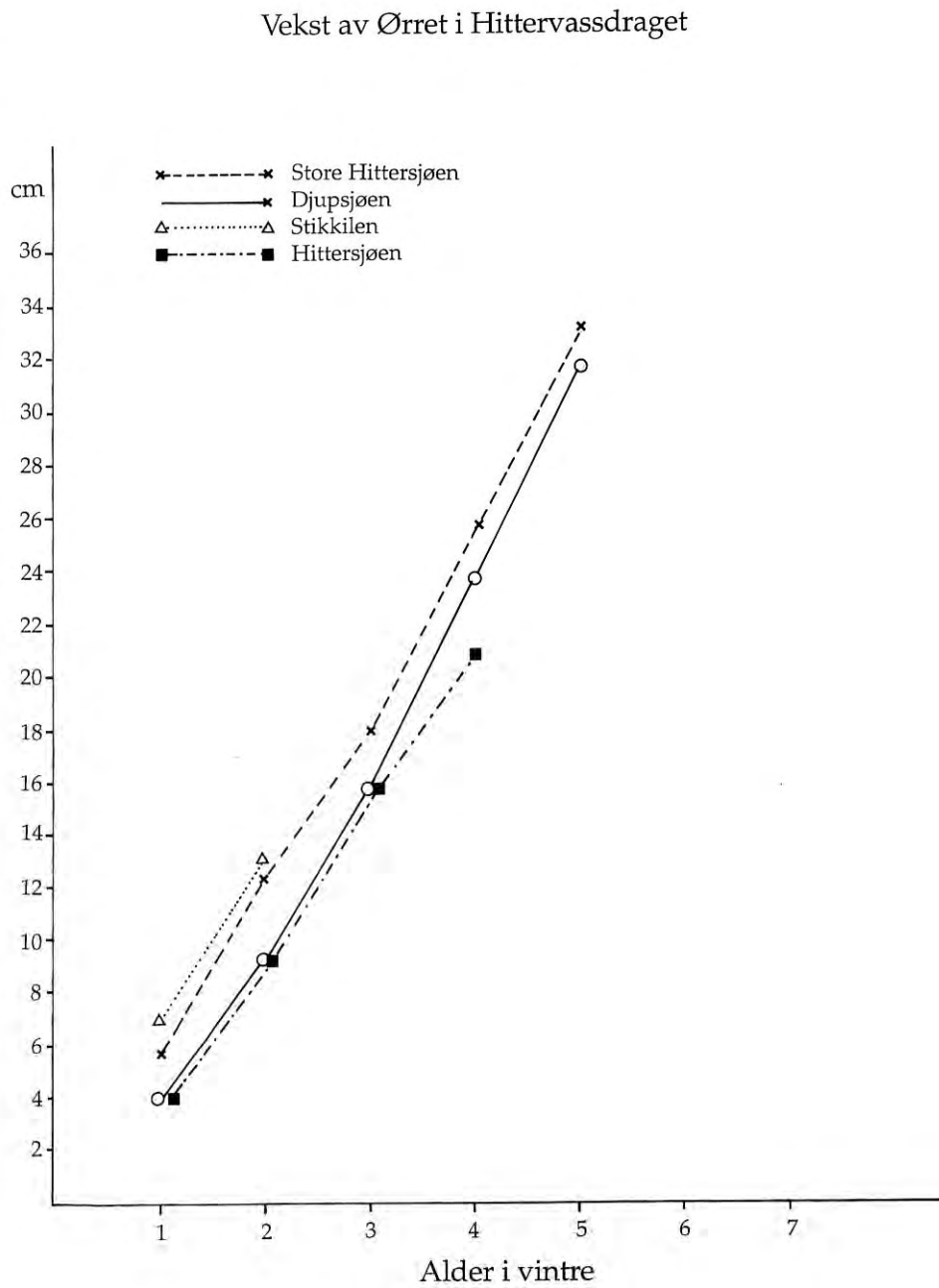
For ørreten er materialet lite, men det kan se ut som om ørreten i Store Hittersjøen har en litt bedre vekst enn i Djupsjøen og Hittersjøen. Også for ørreten ligger veksten i alle innsjøene svært nær opptil det som er vanlig i tilsvarende norske innsjøer i de første leveår (Jonsson, 1987).

Elvestrekningene

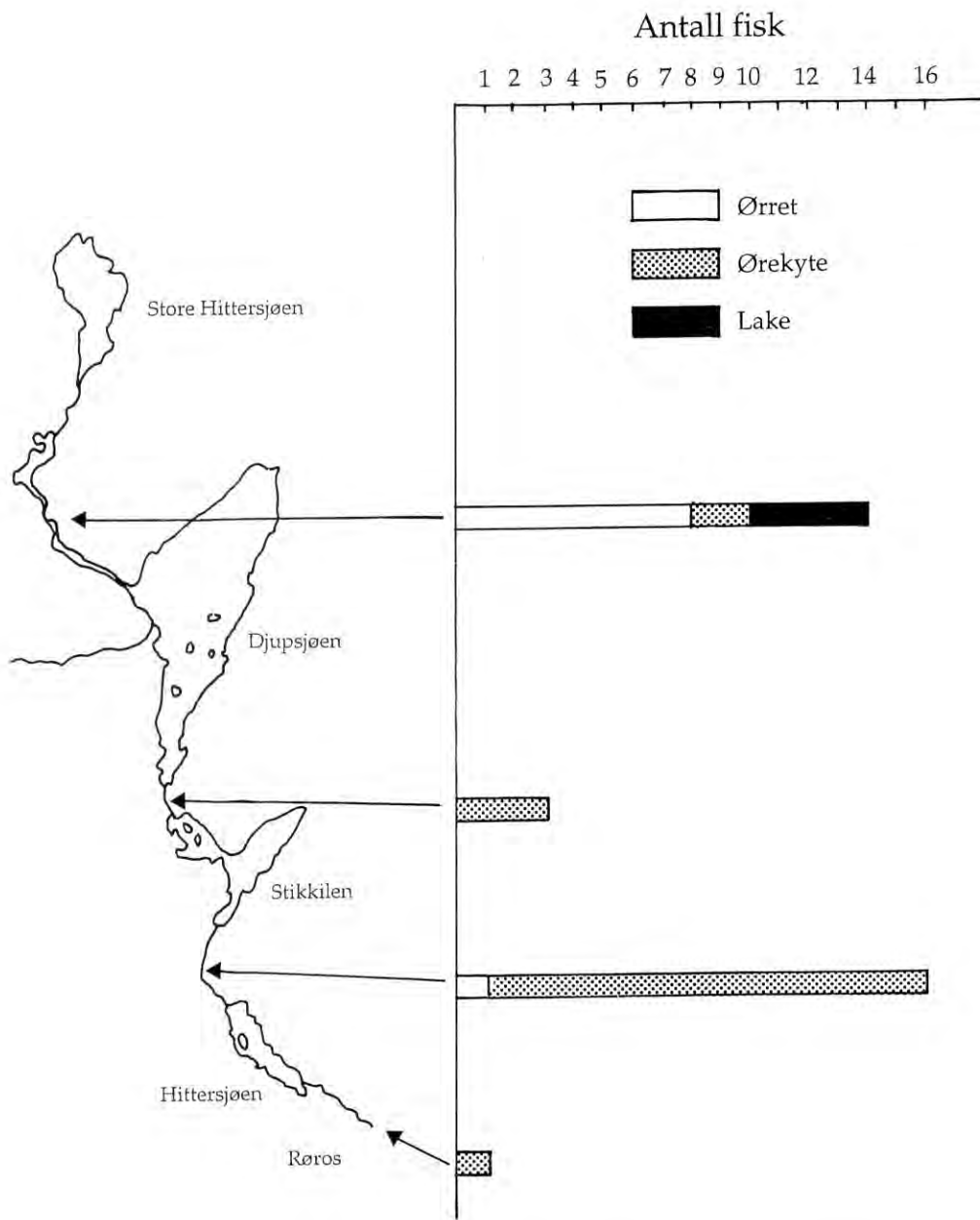
På elvestrekningene ble fisket med elektrisk fiskeapparat på fire stasjoner. Resultatene fremgår av Figur 7 og Figur 8 samt vedlegg 11 og 22. I september 1994 ble det fisket 8 ørret, 2 ørekyter og 4 laker i Hitterelva ved Kommandantvold. Nedenfor Djupsjøen ble bare fisket 3 ørekyter. Antall ørekyte øket betydelig ved neste stasjon ovenfor Hittersjøen, hvor også en ørret ble fisket. Ved Røros ble det bare fisket en ørekyte. I 1995 ble det fisket både ørret og ørekyte ved Kommandantvold, mens det nedenfor Djupsjøen bare ble fisket ørekyte. Denne forekom imidlertid i relativt stort antall. Nedenfor Stikkilen ble det igjen fisket noen ørreter. Ved Røros var det igjen bare ørekyte i fangsten. Elektrofisket viste således store forskjeller nedover vassdraget og bestanden var mest allsidig sammensatt og med størst antall ørret ovenfor Djupsjøen.



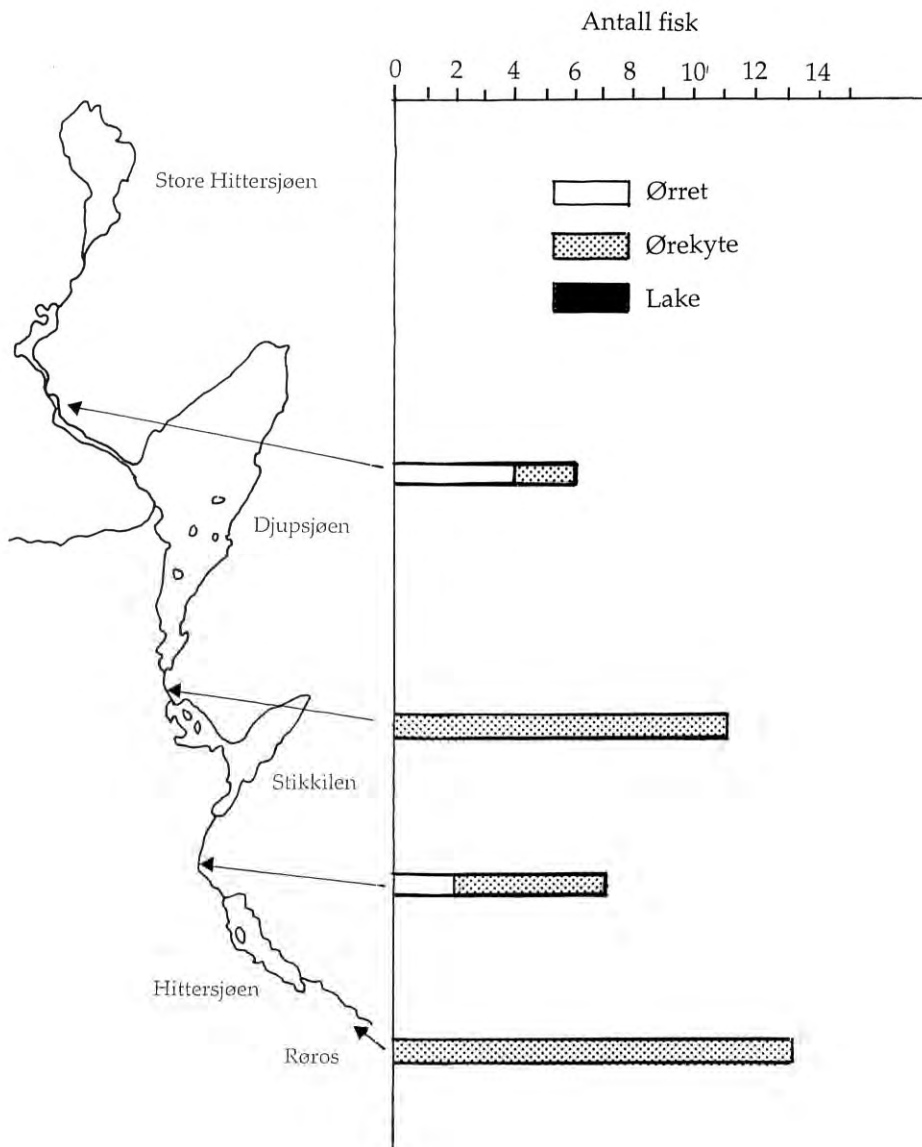
Figur 5. Vekst av sik i Hittervassdraget.



Figur 6. Vekst av ørret i Hittervassdraget.



Figur 7. Elektrofiske i Hittervassdraget, september 1994. Antall fisk pr. 10 min.

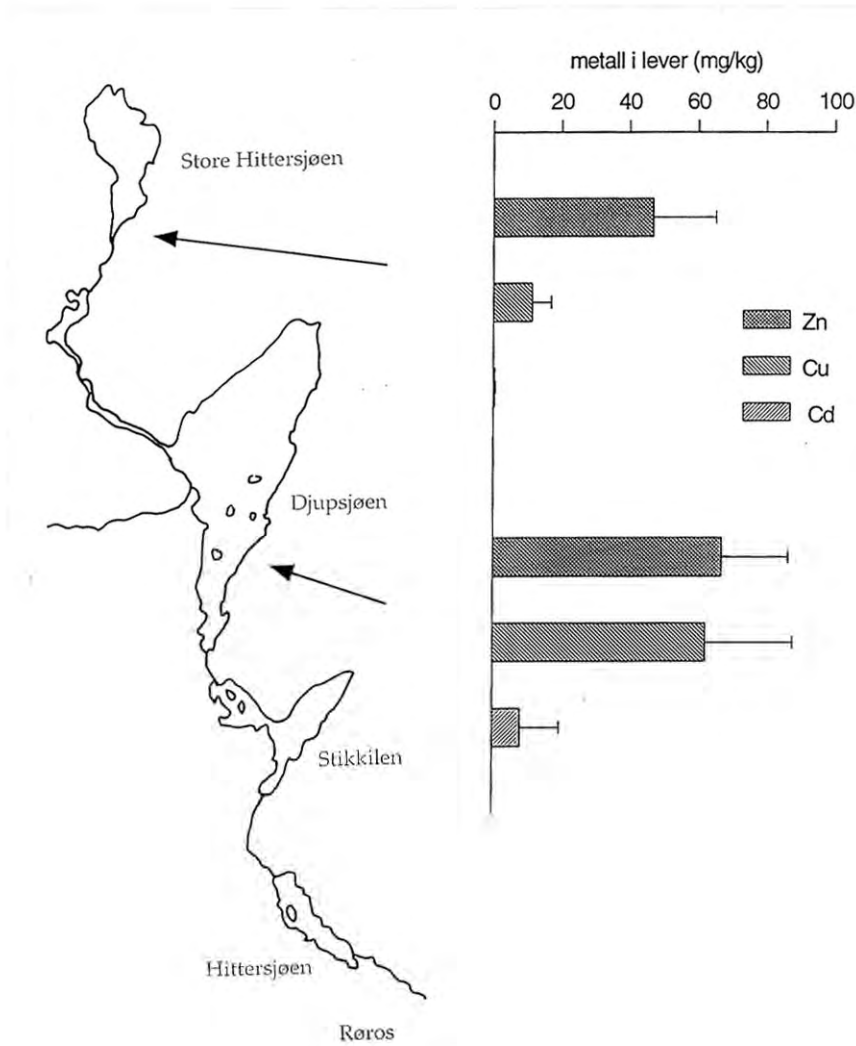


Figur 8. Elektrofiske i Hittervassdraget, juni 1995. Antall fisk pr. 10 min.

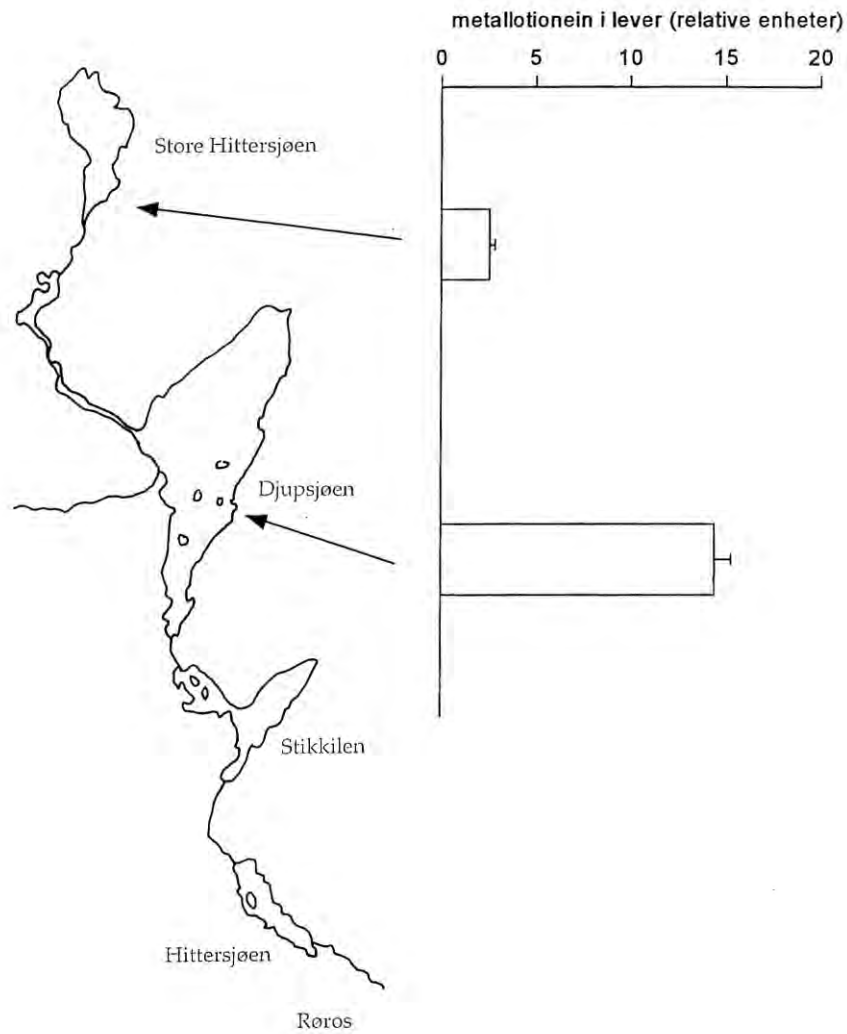
3.2.2 Metaller i fisk

Lever til sik fra Djupsjøen inneholdt signifikant høyere nivåer av Zn, Cu og Cd sammenlignet med sik fra Store Hittersjø (Figur 9). Leverkonsentrasjonene av Cd var over 10 x høyere i fisk fra Djupsjøen sammenlignet med fisk fra Store Hittersjø, mens Cu var 5 x høyere og Zn 1.2 x høyere. Dette resultatet ble også gjenspeilet i nivået av metallotionein (MT) i lever til fisk fra de to innsjøene - MT var over 5 ganger høyere i fisk fra Djupsjøen sammenlignet med fisk fra Store Hittersjø (Figur 10). Det var noen få juvenile fisk som ble innsamlet fra hver sjø - disse ble tatt ut av materialet før kovarians-analysene. Kovarians-analyser med metallotionein som avhengig variabel og metall-konsentrasjon i lever, lengde og kjønn som forklarende variabler indikerte at det var Cu og Zn som hadde størst betydning for nivåene av MT, Cd bidro lite til å forklare variabilitet i MT (Tabell 6). Dette var likt for sik fra begge sjøene. Videre syntes kjønn å ha liten forklaringsverdi i tillegg til den som allerede var inkludert ved Cu og Zn (som i noen grad var påvirket av kjønn, se nedenfor), men fiskens størrelse syntes å ha en betydning. I sik fra Store Hittersjø var det ikke vesentlige forskjeller mellom kjønnene med hensyn på metabolisme av metallene, mens det var forskjeller mellom kjønnene i Djupsjøen; hos hunner var det både Cu og Zn som tilsynelatende styrte nivåene av MT i leveren, mens det hos hannene bare var Cu (resultat ikke vist).

Kovarians-analyse bygger på noen forutsetninger som ikke nødvendigvis er oppfylt, slik som linearitet i forholdet mellom faktorene og tilnærmet normalfordeling for den avhengige variabelen. Generelt skal en være forsiktig i tolkningen av slike "post-hoc" analyser. De kan imidlertid være svært nyttige som verktøy til å gi indikasjoner på mekanismer og sammenhenger. Siden proteinet metallotionein inngår i metabolismen av alle tre metallene (kadmium, kobber, sink) er det her egnet å kunne bruke en slik analyse for å klargjøre hvilket metall som tilsynelatende har størst innflytelse på endringer i proteinet. Videre vil det være nyttig å bruke et slikt verktøy til å kunne isolere den ønskede effekten (her er det effekten av metall-belastning) fra andre faktorer som kan tenkes å påvirke nivåene av metallotionein, slik som kjønn og størrelse. I tabell 6 viser R^2 i hvor stor grad faktorene kan bidra til å forklare (noen omtaler dette som prosent forklaringsgrad) - her kan de valgte faktorene forklare det meste av variabiliteten i metallotionein. De andre kolonnene i tabellen viser ulike mål for bidraget fra hver faktor til å forklare en slik variabilitet.



Figur 9. Konsentrasjoner av Zn, Cu og Cd (mg/kg våtvekt) i lever til sik innsamlet i de angitte sjøene. Gjennomsnitt \pm standard feil (n=30 for hver sjø). Det var signifikant forhøyde verdier av alle metallene i lever til sik innsamlet i Djupsjøen sammenlignet med sik innsamlet i Store Hittersjø ($p < 0.05$).



Figur 10. Metallotionein i lever til sik innsamlet i de angitte innsjøene (relative enheter). Gjennomsnitt \pm standard feil (n=30 for begge). Verdiene er signifikant forhøyde i sik fra Djupsjøen ($p < 0,0001$).

Tabell 6. Kovarians-analyse med metallotionein (MT) i lever som avhengig variabel og de angitte faktorene som forklarende variable.

Avhengig variabel	R ² for hele modellen	Faktor	Sum of Squares	F-ratio	p-verdi
MT i sik fra Store Hittersjø	0.77	kjønn	0.02	1.50	0.24
		Cd	0.00	<0.001	0.99
		Cu	0.65	47.41	<0.001
		Zn	0.76	56.02	<0.001
		lengde	0.03	2.00	0.17
MT i sik fra Djupsjøen	0.83	kjønn	0.00	0.01	0.93
		Cd	0.01	1.39	0.25
		Cu	0.44	78.08	<0.001
		Zn	0.15	26.15	<0.001
		lengde	0.05	8.43	0.01

Det var lave konsentrasjoner av Cd, Cu og Zn i filet hos sik fra begge sjøene. Cd var under deteksjonsgrensen (5 ng/g) i sik fra Store Hittersjø, mens gjennomsnittskonsentrasjonen for fem fisk fra Djupsjøen var 10.2 ng/g. De gjennomsnittlige konsentrasjonene av både Zn og Cu var like for fisk fra de to innsjøene og langt under konsentrasjoner som kan antas å være skadelige ved konsum.

3.3 Bunndyr

Innsjøene

Resultatene av bunndyrundersøkelsene i innsjøene fremgår av Figur 11 og vedlegg 12. I figuren er oppført antall dyr pr. m² på dyp fra 2 m og nedover. Det var en markert forskjell i bunndyrmengde og -sammensetning mellom Store Hittersjøen og de nedenforliggende innsjøene. I Store Hittersjøen ble funnet et gjennomsnitt på over 1200 dyr pr. m² på 2 m dyp, mens det tilsvarende tall for Djupsjøen var ca. 120. Mengden øket bare svakt nedover vassdraget med vel 300 dyr pr. m² i Hittersjøen på samme dyp. Mens 6 grupper var representert i Store Hittersjøen ble det bare funnet 2 grupper i Djupsjøen. Her ble bare funnet fjærmygg og vårfluer. I Store Hittersjøen ble viktige fiskesnæringsdyr som marflo, snegl og muslinger funnet i moderate mengder.

Det skal bemerkes at det i fiskemagene fra Djupsjøen ble funnet muslinger. I Hittersjøen ble det også funnet en del snegl. Dette er et fenomen som en ofte opplever, at fisken er "flinkere" til å finne frem til visse næringsdyr enn bunngrabben. Det kan skyldes flere forhold som f.eks. bunnsubstrat og at fisken leter selektivt etter større områder for å finne bestemte dyr. En kan konkludere med at bunndyrmengdene var større og mer allsidig sammensatt i prøvene fra Store Hittersjøen enn i de nedenforliggende innsjøer.

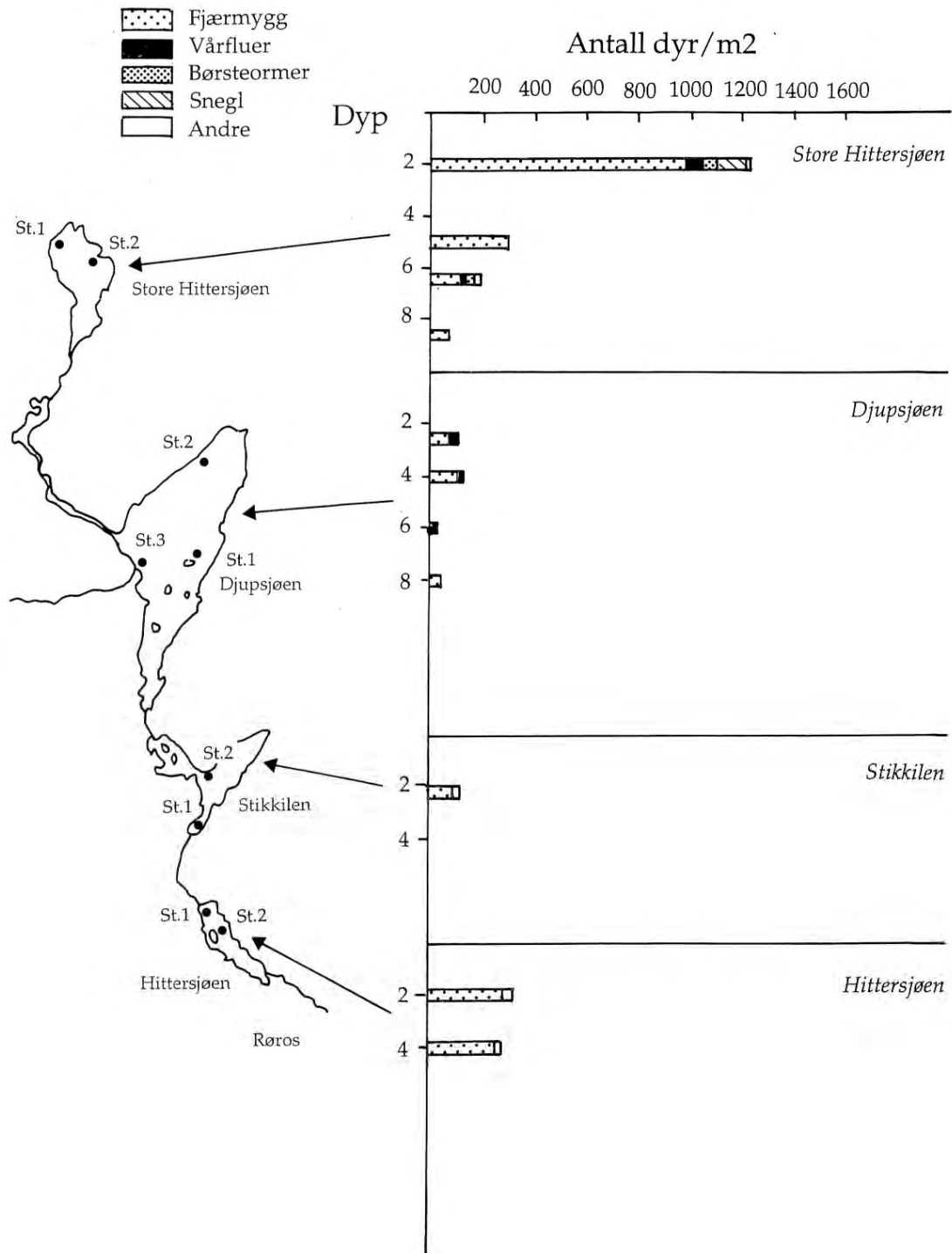
Elvestrekningene

Resultatene av bunndyrundersøkelsene på elvestrekningene er fremstilt i Figur 12 og vedlegg 13 og 14. Bildet her er vesentlig forskjellig fra det som ble funnet i innsjøene, idet antall dyr er større i Hitterelva nedenfor utløpet av Djupsjøen enn ovenfor ved Kommandantvold. Også lokaliteten ovenfor Hittersjøen hadde et større antall dyr, mens det ved Røros var vesentlig mindre. Den eneste gruppen som ikke ble funnet nedenfor Kommandantvold var muslinger. Nedenfor Djupsjøen var det en sterk dominans av fjærmyggglarver, men også vårfluer, døgnfluer og steinfluer ble funnet i et antall omtrent som ved Kommandantvold eller høyere (vårfluer). Utløpseffekten gjorde seg utvilsomt sterkt gjeldende ved Djupsjøen, idet de nettspinnende vårfluene var særlig hyppig forekommende. Analyser på artsnivå (vedlegg B14) viste at døgnfluen *Baetis rhodani* også ble funnet i større antall nedenfor Djupsjøen enn ovenfor. Det samme gjaldt den nettspinnende vårfluen *Neureclipsis bimaculata*. Det var flest steinfluearter ovenfor Djupsjøen, bl.a. den store *Dinocras cephalotes*. Ved nærmere analyse av bunndyrene på artsnivå vil en nok finne forskjeller i sammensetning som kan relateres til vannkvalitet (Kjellberg, 1991)

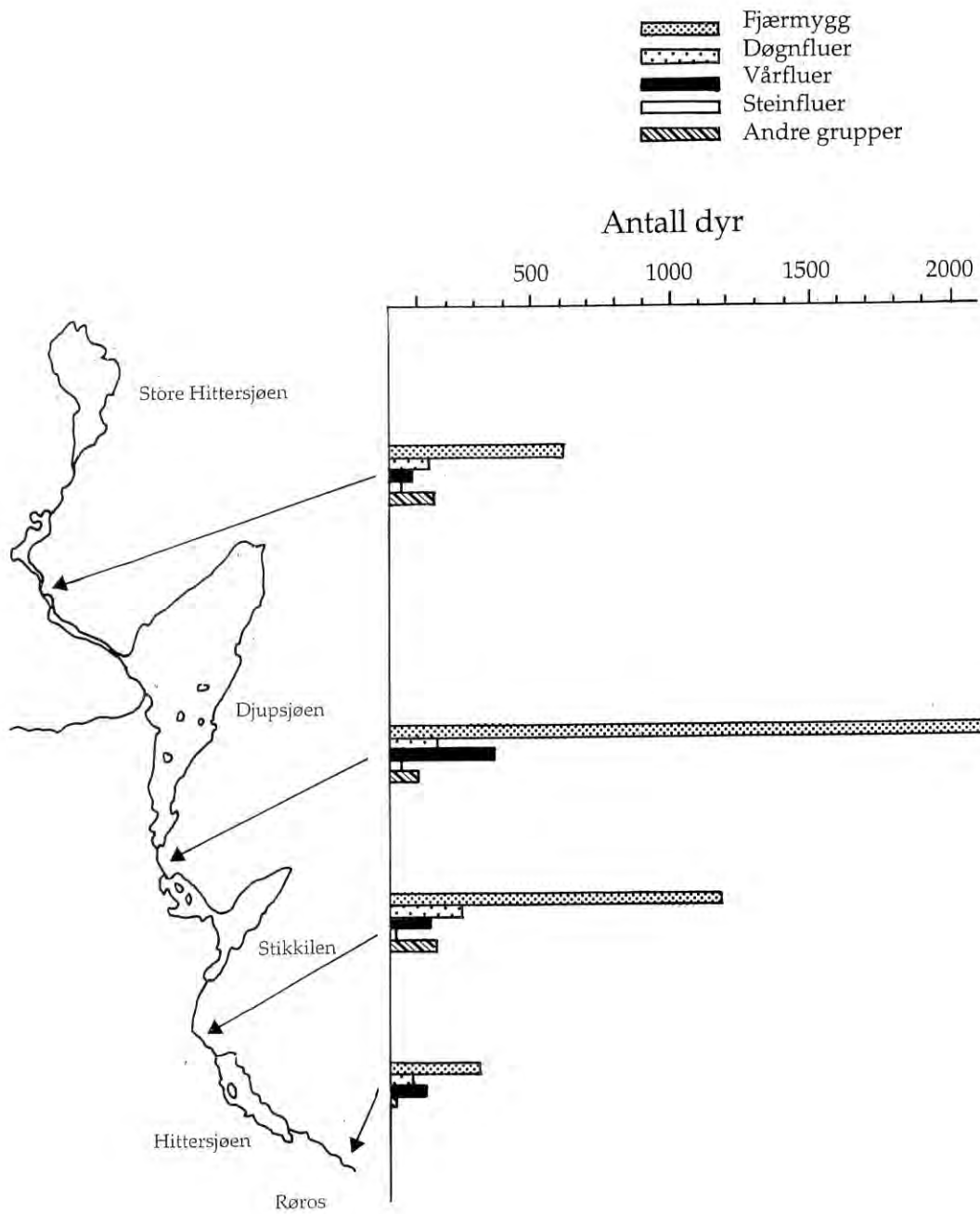
Metoden som blir benyttet ved innsamling av bunndyr på rennende vann er ikke kvantitativ, og lokalitetene kan aldri bli helt like hva angår bunn- og strømforhold. Resultatene gir allikevel grunnlag for å konkludere med at antall dyr totalt sett er like stort eller større nedenfor Djupsjøen enn ovenfor. Går en nærmere inn på fordelingen gruppevis og på artsnivå, vil en allikevel finne forskjeller som kan bero på dyrenes forskjellige toleranse overfor metaller.

3.4 Dyreplankton i innsjøer ved Røros

Vurderingene av dyreplanktonet er gjort på grunnlag av to dataserier (håvtrekk), fra 14-15 september 1994 og 21 juni 1995. Resultater er gitt i Figur 13 og vedlegg 15 og 24. Tabell 7 viser antall arter/taxa (samlegrupper) for de forskjellige innsjøene.



Figur 11. Bunndyr fra innsjøer i Hittervassdraget, september 1994. Van Veen grabb, 3 klipp på hvert dyp.



Figur 12. Bunndyr fra elvestrekningene i Hittervassdraget, september 1994. Antall bunndyr pr. 3x1 min, med bunndyrhåv, 250 μ m.

Tabell 7. Antall arter/taxa av dyreplankton for innsjøene ved Hittervassdraget, september 1994.

Gruppe	Store Hittersjøen	Djupsjøen	Stikkilen	Hittersjøen
Hjuldyr (Rotifera)	7	3	3	6
Krepsdyr (Crustacea):				
Hoppekreps (Copepoda)	3	2	2	3
Vannlopper (Cladocera)	6	2	3	2
Totalt	16	7	8	11

Den øverste av innsjøene, Store Hittersjøen, hadde i 1994 et artsrikt og mer naturlig sammensatt dyreplankton sammenlignet med innsjøene lengre nedover i vassdraget. Størst individtetthet ble også registrert i denne innsjøen. Disse forskjellene kan delvis skyldes at Store Hittersjøen muligens er den mest produktive/næringsrike av innsjøene (jfr. planteplankton). Dyreplanktonet var antallsmessig dominert av den cyclopoide hoppekrepsen *Cyclops scutifer*. Det var også relativt stor tetthet av en viktig algebeiter som vannloppen *Daphnia galeata* samt middels effektive algebeitere som vannloppen *Bosmina longispina* og den calanoide hoppekrepsen *Acanthodiaptomus denticornis*. Sammensetningen og mengden dyreplankton kunne tyde på at innsjøen var relativt produktiv med hensyn til dyreplankton. Forekomst av gelekrepsen *Holopedium gibberum* indikerte likevel at innsjøen ikke var spesielt sterkt eutrofiert.

Størrelsesfordelingen innen krepsdyrplanktonet er ofte en god indikasjon på predasjonspresset ("beitepresset") fra planktonspisende fisk i en innsjø. Sterkt predasjonspress fører til at planktonet domineres av småvokste arter og former. Den dominerende vannloppearten i Store Hittersjøen, *Daphnia galeata*, er vanligvis en predasjonsutsatt art. Denne var småvokst med gjennomsnittslengde av voksne hunner på ca. 1,1 mm. Bestanden av *B. longispina* bestod også i hovedsak av relativt små individer (voksne hunner ca. 0,5 mm). Dette er sannsynligvis et utslag av betydelig predasjonspress fra planktonspisende fisk (først og fremst sik) i denne innsjøen.

Hoppekrepsen *C. scutifer* var også antallsmessig dominerende i Djupsjøen. Alle hovedgruppene innen dyreplanktonet var representert, men det ble her registrert langt færre arter enn i Store Hittersjøen. Gruppen vannlopper var fullstendig dominert av *B. longispina*, mens *H. gibberum* samt arter innen slekten *Daphnia* manglet helt. Gruppen calanoide hoppekreps var representert ved arten *Arctodiaptomus laticeps*.

Resultatene fra 1995 bekreftet i store trekk inntrykket fra 1994. Store Hittersjøen hadde et artsrikt dyreplankton som antagelig var utsatt for et sterkt predasjonspress fra planktonspisende fisk. Dyreplanktonet var dominert av cyclopoide hoppekreps og små vannlopper. Middellengden (voksne hunner) av *Daphnia galeata* og *Bosmina longispina* ble målt til henholdsvis 0.91 mm og 0.55 mm. Bestanden av *Holopedium gibberum* besto også i hovedsak av svært små individer. Totalt 14 arter/taxa ble registrert i Store Hittersjøen (5 hjuldyr, 2 hoppekreps og 7 vannlopper).

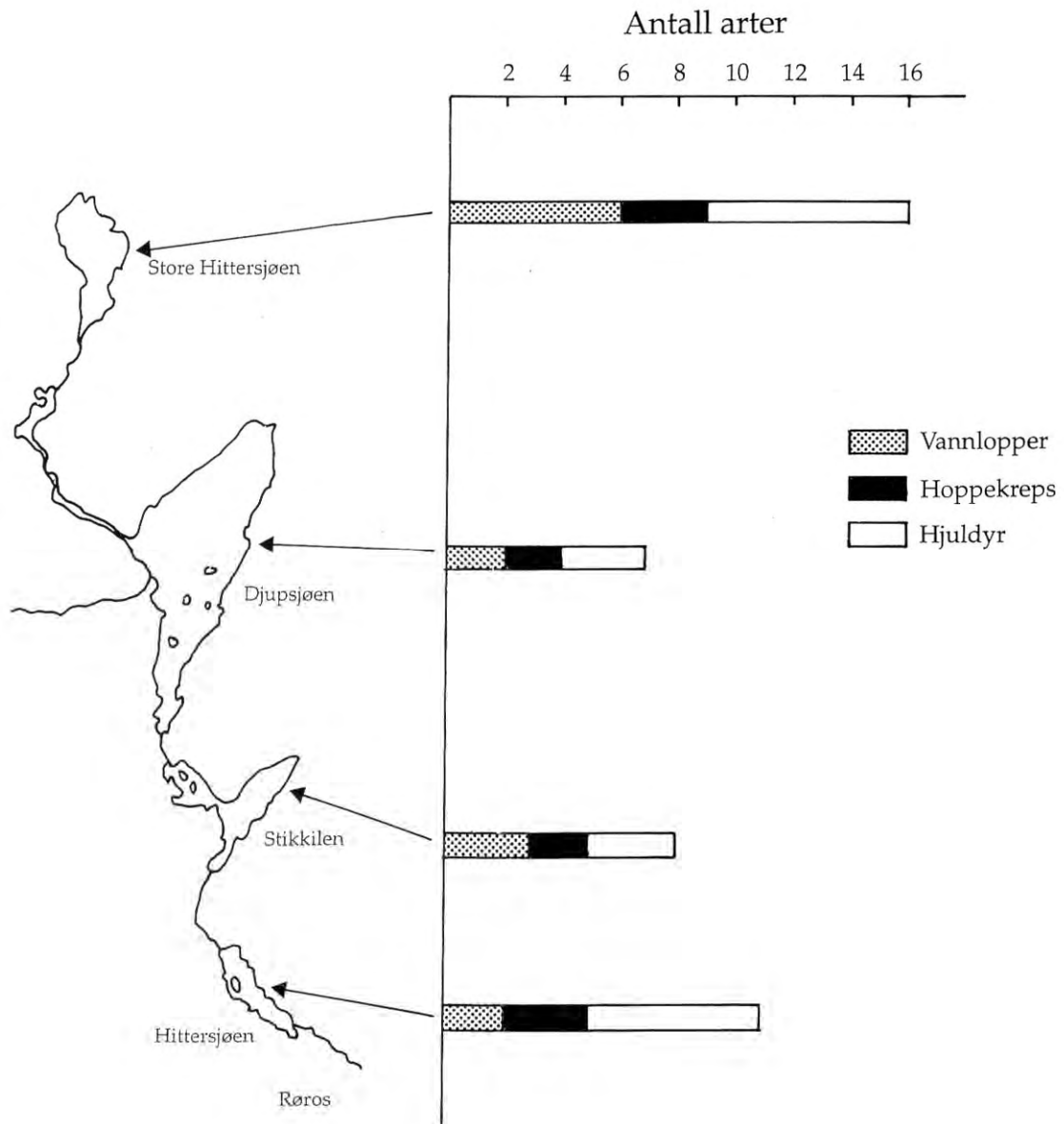
I Djupsjøen ble det bare registrert 5 arter/taxa totalt, fordelt på 1 hjuldyr, 2 hoppekreps og 2 vannlopper. Dyreplanktonet var dominert av hoppekrepsene *Arctodiaptomus laticeps* og *Cyclops scutifer* samt vannloppen *Bosmina longispina*. Gruppen daphnier og gelekrepsen *H. gibberum* manglet helt i likhet med året før. Middellengden av *B. longispina* ble målt til 0.62 mm, m.a.o. litt større enn i Store Hittersjøen.

Det ble dette året registrert større individantall i Djupsjøen enn i Store Hittersjøen alle datoer unntatt 1. september. En bør imidlertid ikke legge alt for stor vekt på dette da håvtrekk er temmelig usikkert som kvantitativ metode.

En parallell undersøkelse ble utført i forskningssammenheng i sommerhalvåret 1995 (Løvik, pers. med.). Ser en på hele materialet fra Djupsjøen og Store Hittersjøen i 1995, blir kanskje bildet noe mer nyansert enn det som er nevnt ovenfor. Dvs. artsantallet var betydelig større i Djupsjøen utover sommeren enn i juni-prøven, men likevel klart lavere enn i Store Hittersjøen.

Som en foreløpig konklusjon kan en si at dyreplanktonet i Djupsjøen så ut til å være noe utarmet, men at flere arter likevel syntes å klare seg bra, dvs. de reproduserte, gjennomførte en livssyklus og opprettholdt altså en bra bestand i innsjøen. Det gjalt flere av hjuldyrene, og blant krepsdyrene gjalt det hoppekrepsene *Arctodiaptomus laticeps* og *Cyclops scutifer* samt vannloppen *Bosmina longispina*. Enkelte arter/slekter som en ville forvente å finne i en næringsfattig innsjø uten spesielle forurensningsproblemer etc. syntes likevel å ha problemer med å etablere en fast bestand i Djupsjøen. Det gjalt først og fremst vannloppene *Holopedium gibberum* og *Daphnia* spp. Begge disse var vanlig forekommende i Store Hittersjøen. De forekom imidlertid praktisk talt ikke i Stikkilen og Hittersjøen heller. I Stikkilen var dessuten *A. laticeps* omtrent borte, mens en annen stor calanoid hoppekreps, *Heterocope saliens*, var vanlig der i motsetning til i sjøene både ovenfor og nedenfor. Hva dette skyldes er ikke godt å si, men det kan bl.a. henge sammen med temperatur og gjennomstrømning, fiskepredasjon osv.

Det er lite sannsynlig at fraværet av bl.a. daphnier kan skyldes spesielt hardt predasjonspress fra planktonspisende fisk, da tettheten av planktonspisende fisk antas å være mindre i Djupsjøen enn i Store Hittersjøen. Daphnier er kjent for å være ømfintlige overfor surt vann såvel som vann med høyt metallinnhold, mens bosminider synes å være mer tolerante overfor slike stressfaktorer (se f.eks. Baudouin & Scoppa 1974, Hobæk & Raddum 1980, Yan & Strus 1980). Skadelige effekter av metallene kopper og sink er påvist hos dyreplankton ved så lave konsentrasjoner som henholdsvis 2-5 µgCu/l og 15 µgZn/l (Lithner 1989). Disse "effektgrensene" øker betraktelig ved økende humus- og/eller kalkinnhold. I Huddingsvatnet i Nord-Trøndelag ble det konstatert utarming av dyreplanktonet sannsynligvis som en direkte eller indirekte følge av forurensninger fra gruvevirksomhet (Grande et al. 1988). Vannloppen *Daphnia longispina* så ut til å være spesielt følsom for forurensninger i den innsjøen. Konsentrasjonene av kopper og sink i Djupsjøen er såvidt høye at det er rimelig å anta at dette kan være en årsak til lavere artsantall og fravær av bl.a. daphnier i denne innsjøen.



Figur 13. Dyreplankton i Hitterdalsvassdraget, september 1994.

3.5 Planteplankton

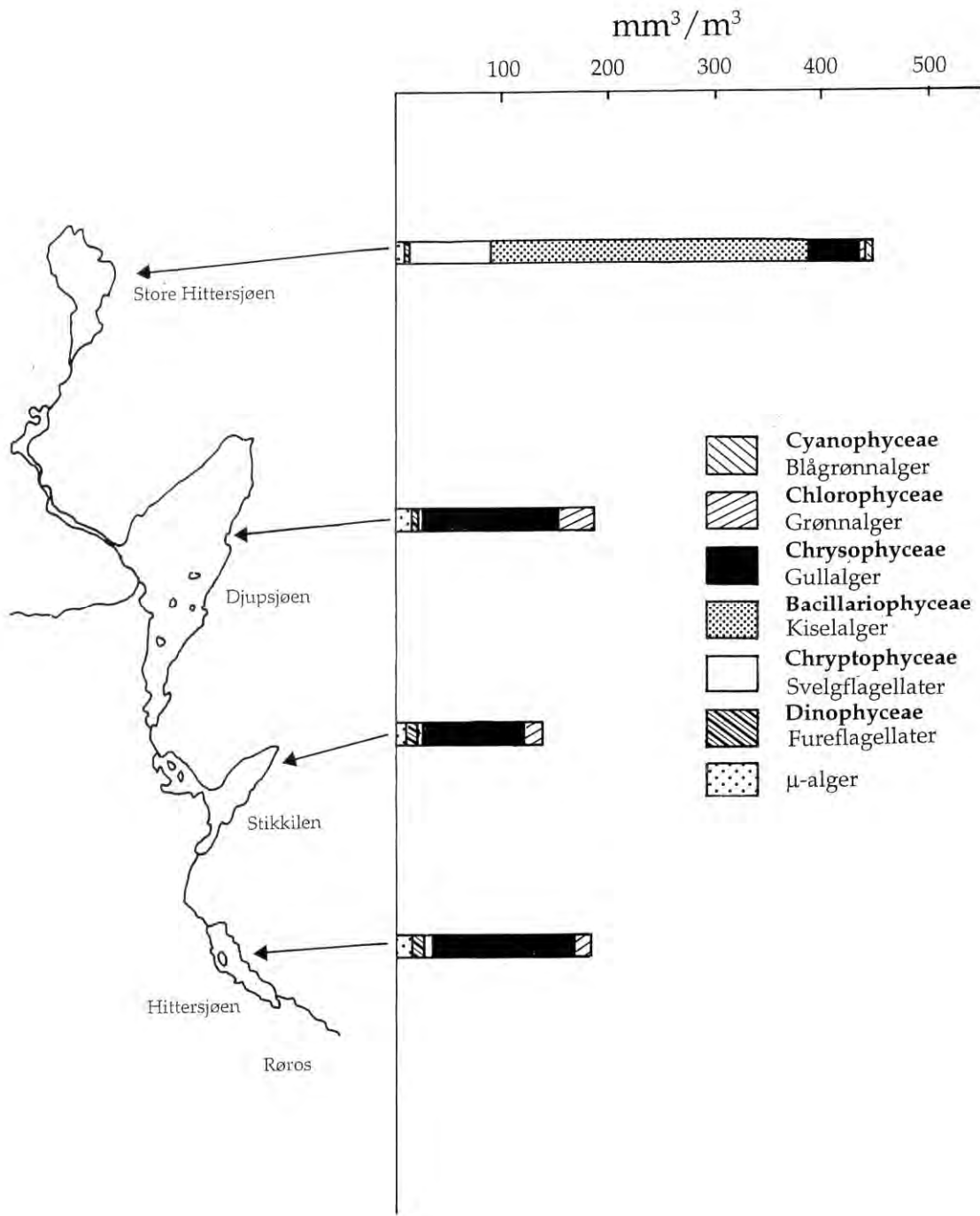
15. september 1994 ble det samlet inn kvantitative planteplanktonprøver fra de fire innsjøene; Store Hittersjøen, Djupsjøen, Stikkilen og Hittersjøen. Resultatene fremgår av Figur 14 og vedlegg 16.

Ut fra analyseresultatene er det slående at totalvolumet av planteplankton i den øverste innsjøen, Store Hittersjøen, var mer enn dobbelt så stort som i de andre innsjøene, 446 mm³ mot henholdsvis 188, 132 og 180 mm³/m³ i Djupsjøen, Stikkilen og Hittersjøen. Antall taxon (arts, gruppeantall) var også betydelig større; 31 mot henholdsvis 18, 14 og 24. Artene *Rhodomonas lacustris* og *Katablepharis ovalis* i gruppen Cryptophyceae, er arter som finnes i de fleste norske innsjøer (unntatt sure innsjøer med pH<5.0). Disse artene var begge representert i Store Hittersjøen, og særlig *Rhodomonas* forekom med større bestander og utgjorde ca 13 % av det samlede planteplankton i denne innsjøen. I de tre nedenforliggende innsjøene ble denne arten overhodet ikke registrert. Et annet interessant fenomen som ble registrert er at gruppen kiselalger (Bacillariophyceae) som var den dominerende gruppen i Store Hittersjøen, 67 % av totalvolumet, med unntak av et par individer av fastsittende former, ikke ble registrert i de andre innsjøene. Selv om det var lite av blågrønnalger (Cyanophyceae) i Store Hittersjøen, ble de registrert der, mens dette ikke var tilfelle i de tre andre innsjøene.

Gruppen Chrysophyceae ser ut til å være minst endret fra kontrollen til de tre andre innsjøene. Det ser ut til at arter innen denne gruppen har hatt en konkurransemessig fordel av at flere av de andre former var forsvunnet i de nedenforliggende innsjøene.

En parallell undersøkelse av planteplanktonforholdene i de samme innsjøene er gjennomført i forskningssammenheng i 1995 (Brettum, pers. med.). Da ble det samlet inn og analysert kvantitative planteplanktonprøver fire ganger gjennom vekstsesongen fra hver innsjø.

Disse analysene stadfester resultatene fra september 1994 at tilførsle til Djupsjøen av metaller, først og fremst kobber og sink, påvirker planteplanktonsammensetningen ved at blant annet *Rhodomonas lacustris* forsvinner, og antallet av *Katablepharis ovalis* blir sterkt redusert. I det hele tatt blir artsantallet av planteplankton og diversiteten sterkt redusert. En grønnalgeform, *Monoraphidium griffithii* (Chlorophyceae) øker derimot sterkt i individantall i Djupsjøen sammenlignet med Store Hittersjøen, så de høye metallkonsentrasjonene ser ikke ut til å ha negativ effekt på veksten av denne arten (Brettum, pers. medd.).



Figur 14. Sammensetning og mengde av planteplankton i Store Hittersjøen, Djupsjøen, Stikkilen og Hittersjøen, 15. september 1994.

4. Resultatene sett i forhold til tidligere biologiske undersøkelser og opplysninger

Det har som nevnt innledningsvis tidligere vært foretatt spredte undersøkelser av biologiske forhold i Hittervassdraget. I 1966 foretok fiskerikonsulentene for Midt-Norge, Viktor Olsen og Ingvar Korsen, en undersøkelse av fiskeforholdene samt fisk og bunndyr i Djupsjøen og Store Hittersjøen (Olsen og Korsen, 1966). Asgeir Kvikne utførte i årene 1973-74 en studie over planktonkreps i 49 innsjøer i Rørosområdet, derav innsjøene i Hittervassdraget (Kvikne, 1977). I 1980 ble det foretatt et prøvefiske i Store Hittersjøen (Krohn, 1980). I 1986-1990 ble det foretatt prøvefiske og utsettinger i Stikkilen og Hittersjøen (Krohn 1980, Krohn, pers.oppl., B.O. Johnsen, pers. oppl.). NIVA undersøkte i 1988-90 bunndyrforholdene på rennende vann i Hittervassdraget (Kjellberg, 1991). I 1989 ble det av NIVA foretatt prøvefiske med garnserier (Jensen-serier) i Store Hittersjøen, Djupsjøen, Stikkilen og Hittersjøen. Videre ble det fisket med elektrisk fiskeapparat i Hitterelva ved de samme stasjoner som i 1994.

Undersøkelsene av fiskebestandene i Store Hittersjøen og Djupsjøen i 1966 viste i hovedtrekkene samme resultat som denne og andre senere undersøkelser. Olsen og Korsen (1966) nevner at fisket i Djupsjøen tidligere var totalskadet på grunn av flotasjonsvann fra grubeanlegg. (Dette må ifølge andre opplysninger ha vært i slutten av 1920-årene (1927) angivelig på grunn av forgiftning forårsaket av en spesiell flotasjonsmetode ved Storvart-gruvene. (forf.anm.)). Olsen og Korsen (1966) forteller videre at forsøksfisket viser at bestanden i 1966 hadde tatt seg kraftig opp og at det fantes en blandet bestand av sik, ørret, harr og lake samt muligens litt røye. Sikbestanden ble betegnet som stor med utmerket fisk som kvalitetsmessig lot til å være på sitt beste. Det ble anbefalt et jevnt garnfiske for å hindre en fremtidig overbefolkning.

Olsen og Korsen (1966) konstaterte at bunndyrfaunaen i stor utstrekning var ødelagt av flotasjonsmaterialet, først og fremst på vannets nordside. Bare noen få fjærmyggglarver og vårfluelarver ble funnet. En utmerket planktonproduksjon gjorde imidlertid vannet næringsmessig godt egnet for planktonetende fisk.

Store Hittersjøen ble betegnet som et vann med gode næringsforhold og store mengder bunndyr som f.eks. muslinger og snegler. Fiskebestanden besto av sik, ørret, røye, harr og lake med dominans av sik. Bestanden ble betegnet som overbefolket.

Sammenlikner vi disse resultatene med resultatene fra observasjonene i 1994, viser de god overensstemmelse etter at nærmere 30 år er gått. Bunndyrfaunaen er fortsatt fattig i Djupsjøen, sikbestanden er relativt god med fin fisk, mens Store Hittersjøen som i 1966 tydeligvis er overbefolket. Fiskens ernæring i Djupsjøen består i dag som dengang, hovedsakelig av planktonkrepsdyr med *Bosmina* som en dominerende art. Sikens vekst i Djupsjøen i dag er noe dårligere de to første år enn dengang, men er bedre deretter. Sikens vekst i Hittersjøen stemmer godt overens med veksten i 1966, spesielt de tre første år hvor den er praktisk talt sammenfallende.

Asgeir Kvikne fant rikelig av både *Daphnia galeata* og *Daphnia longispina* i Store Hittersjøen, men ikke lenger ned i vassdraget. I Djupsjøen dominerte hoppekrepsene *Cyclops scutifer* og *Arctodiaptomus laticeps* samt vannloppen *Bosmina longispina* (Kvikne, 1977). Dette stemmer godt overens med denne undersøkelsen, hvor daphniene heller ikke ble funnet nedenfor Store Hittersjøen. Det er som nevnt (kap. B 3.3) sannsynlig at dette har sammenheng med metalleffekter.

Prøvefisket i 1980 i Store Hittersjøen, Stikkilen 1986 og Hittersjøen 1986, 1987 og 1990 viste også en del forhold som skal bemerkes (Krohn, 1980).

Prøvefisket med 9 (19-45 mm) garn i Store Hittersjøen i 1980 ga som resultat 26 sik som ble betegnet som magre. Det ble konstatert at Store Hittersjøen også da hadde en for stor fiskebestand i forhold til

næringstilgangen. Det ble opplyst at det skulle være en stor bestand av småfallen røye i Store Hittersjøen, men denne så en ikke noe til. Mygglarver dominerte i mageinnholdet, men også marflo, lungesnegl, ertemusling ble funnet, om enn i små mengder.

Undersøkelsene i Stikkilen og Hittersjøen ga som resultat en dominans av sik i Stikkilen, mens det i Hittersjøen ble fisket mest ørret. Antall fisk pr. garnnatt var imidlertid lavt og var fra 0.8 i Stikkilen (1986) og varierte fra 0.4-1.2 i Hittersjøen. Dette er svært nær opptil det som ble tatt i 1994 (fig. B1), hvor fangstene varierte fra 0.9-1.2 antall fisk pr. garnnatt i de tre innsjøene. Det er opp gjennom årene utsatt atskillig ørret og røye i Stikkilen og Hittersjøen. I 1984 og 1986 ble det satt ut henholdsvis 10500 og 8000 merkete ensomrige settefisk i Hittersjøen som ledd i et forsøk av Norsk institutt for naturforskning (NINA). I årene etterpå ble det gjennomført prøvefiske. Det viste seg da at det ble gjenfanget noe mer merket fisk enn umerket såkalt villfisk. Denne villfisken kommer sannsynligvis fra naturlig reproduksjon. Den merkete fisken viste god vekst, men gjenfangstprosenten var relativt lav. Det ble også fisket en del sik og lake. Totalt sett ga prøvefisken små fangster (0.08-1.35 fisk/garnnatt). (Bjørn Ove Johnsen. pers. oppl.) Konklusjonen på undersøkelsene i 1980-årene må være at fiskebestanden i Store Hittersjøen er meget stor og nærmest overbefolket, mens den i Stikkilen og Hittersjøen er tynn og delvis, for ørretens vedkommende, opprettholdt ved utsettinger.

Undersøkelsene som ble foretatt av bunndyr i Hitterelva av NIVA i 1990 (Kjellberg, 1991) viste at gruppesammensetningen av bunndyr fra Kommandantvold (ovenfor Djupsjøen) og nedover var temmelig lik den som ble funnet i 1994 (Figur 15) Konklusjonen dengang var at bunndyrfaunaen var klart påvirket av metallforurensninger nedenfor Djupsjøen og mest ved Røros. Grupper som fåbørstemark, snegl, muslinger, biller og knott var helt borte eller hadde liten forekomst. Det var imidlertid dengang en relativt stor forekomst av de viktige gruppene døgnfluer, fjærmygg, steinfluer og vårfluer på de to stasjonene mellom Djupsjøen og Hittersjøen. Situasjonen i 1994 var forholdsvis lik den i 1990, men konklusjonen er nå mindre entydig, idet det er omtrent samme antall grupper ovenfor som nedenfor Djupsjøen og en vesentlig større mengde fjærmygg nedenfor. Dette kan bero på tilfeldigheter ved prøvetakingen eller at forholdene har bedret seg noe. Ved Røros er bunnfaunaen vesentlig fattigere både kvalitativt og kvantitativt nå som dengang.

I 1989 ble det av NIVA utført et prøvefiske med "Jensen-serier" i innsjøene i Hittervassdraget samt elektrofiske på elvestrekningene (Grande, 1991). Resultatene herfra fremgår av Tabell 8 og Tabell 9.

Tabell 8. Garnfiske i Store Hittersjøen, Djupsjøen, Stikkilen og Hittersjøen. "Jensen-serie". *2 garnserier i Djupsjøen, forøvrig 1 serie. 29. august 1989.

Lokalitet	Antall					Vekt g	
	Sik	Ørret	Røye	Harr	Lake	Totalt	Pr. garnnatt
Store Hittersjø	15	1		4	3	6480	810
Djupsjøen*	40	1	2	1		5575	348
Stikkilen	2	1	2			696	87
Hittersjøen	3	4			2	1569	196

Dyregruppe / Stasjon :	ØHåe .	NHåe .	Komm .	UDju .	Mess .	HiRø .
Ferskv.polypp						
Børstemarker	
Igler	.					
Snegler	.		.		.	
Muslinger	●		●			
Vannmidd	.					
Krepsdyr						
Dagnfluer	●	●	●	●	●	.
Steinfluer	●	●	●	●	●	.
Biller, larver	.		.			
voksne						
Vårfluer	●	●	●	●	●	.
Knott	.	.	.			
Fjærmygg, larver	●	●	●	●	●	●
pupper	.	.	.			
Andre tovinger	.	●
Sum	●	●	●	●	●	●

Figur 15. Bunndyr i Hittervassdraget, 25. april 1990.

Komm = Kommandantvold ovenfor Djupsjøen

Udju = Nedenfor Djupsjøen. Mess = nedenfor Stikkilen

HiRø = Hitterelva ved riksvei, Røros. (Etter Kjellberg, 1991)

Tabell 9. Elektrofiske i Hitteråa. Antall fisk pr. 20 min. 30. august 1989.

Lokalitet	Ørret	Sik	Ørekyte	Steinulke	Lake
Ovenfor Djupsjøen	3		3		1
Nedenfor Djupsjøen			7		
Nedenfor Stikkilen	6				
Nedenfor Røros		1	4	7	

Resultatene fra 1989 er i hovedtrekkene de samme som i 1994 og de foregående år. Fangsten i Djupsjøen var imidlertid større og gir et inntrykk av en større bestand av sik i forhold til Store Hittersjøen. Forholdet mellom laksefiskene totalt var også vesentlig bedre i Djupsjøens favør, idet fangst pr. garnnatt av laksefiskene sik, harr, ørret og røye utgjorde 484 gram i Store Hittersjøen mot 348 gram i Djupsjøen. Det var noen store laker som trakk fangstmengden opp totalt i Store Hittersjøen (810 g/garnnatt). Elektrofisket resulterte i noe større fangst av ørret nedenfor Stikkilen enn i 1994, ellers var bildet mye det samme. Fisket i Røros foregikk noe lenger ned enn i 1994, og dette og årstiden kan ha hatt betydning for et bedre fiske her.

Skal en prøve å trekke en hovedkonklusjon ut fra disse resultatene, må den bli at forholdene synes å ha endret seg lite fra 1966 og frem til i dag, både når det gjelder fiskeproduksjon og biologiske forhold for øvrig.

I beskrivelsen av Hitterdalsvassdraget i Sportsfiskernes leksikon (Jensen, 1968) sies innsjøene å by på "små muligheter til sportsfiske da fiskebestanden består av sik". Imidlertid er det noe harr og ørret i Store Hittersjøen og på elvestrekningene er det i dag mulig å drive et brukbart sportsfiske. I følge lokalbefolkningen skal det også foregå et visst sportsfiske etter ørret med ganske godt resultat i dag på enkelte lokaliteter, spesielt mellom Store Hittersjøen og Djupsjøen og mellom Stikkilen og Hittersjøen.

I innsjøene foregår endel garnfiske. I følge opplysninger skal utbyttet, som vesentlig består av sik, dreie seg om ca 1200 kg/år i Djupsjøen. Dette er sik med en middelvekt omkring 250 g av god kvalitet. I Store Hittersjøen ble det fisket opp ca 100 kg ved spesielt stor fangstinnsettsats. Dette tilsvarer ca 2.6 og 10.4 kg/hektar. Det er kjent at enkelte sikvann kan gi høy avkastning og store Hittersjøen kan muligens ha produksjonskapasitet til en avkastning på mellom 5-10 kg/hektar/år. Problemet i Store Hittersjøen er i dag for stor fiskebestand, slik at fisken blir lite verdifull som mat- og sportsfisk. I så måte er Djupsjøen bedre stilt med fisk av passende størrelse og god kvalitet.

5. Diskusjon

Alle de utførte biologiske undersøkelserne, såvel av fisk som av bunndyr, plante- og dyreplankton, viser at det skjer vesentlige endringer i organismesamfunnene såvel kvalitativt som kvantitativt fra Store Hittersjøen og til Djupsjøen. Forskjeller i biologiske forhold kan skyldes effekter av mange miljøfaktorer som f.eks. strøm og dybdeforhold, geologiske forhold som gir ulik vannkvalitet, organismers opprinnelige forekomst, spredning osv. I dette tilfellet er det imidlertid mest nærliggende å slutte at forskjellene skyldes tidligere og nåværende påvirkninger av forurensningene fra Storwartz gruver. Gjennom Prestbekken som munnar ut i Djupsjøen ved Djupsjølia på innsjøens nordside, tilføres vassdraget tungmetaller som gir konsentrasjoner i Djupsjøen og videre nedover i vassdraget som utvilsomt medfører økologiske konsekvenser.

De kjemiske forholdene i Prestbekken, Djupsjøen og vassdraget nedover har tidligere vært gjenstand for spredte undersøkelser (Iversen og Johannessen, 1985, Arnesen, 1990, Grande, 1991). I 1988-89 ble det utført omfattende kjemiske og limnologiske undersøkelser i Djupsjøen (Semb, 1991). Det foreligger også opplysninger om tidligere drift ved Storwartz gruver som kanskje kan forklare noe av den situasjonen en har i dag.

Djupsjøen var i "gamle dager" et godt røyevann hvor det også fantes noe ørret. Ifølge Huitfeldt-Kaas (1918) ble siken innført til innsjøen Langen som ligger ca. 2 km ovenfor Store Hittersjøen i 1884. I 1918 ble siken av samme forfatter rapportert å finnes i hele vassdraget i likhet med lake. Ifølge opplysninger skal røya ha forsvunnet fra Djupsjøen i forbindelse med fiskedøden i 1927. Senere har røyebestanden aldri klart å ta seg opp igjen. Siken kom etterhvert tilbake og Djupsjøen utviklet seg til å bli en ren siksjø (Terje Borge pers. oppl.) Røya har sannsynligvis etter fiskedøden ikke klart å ta opp konkurransen med siken. Det samme kan gjelde ørreten som også kan være konkurransesvak overfor så vel sik som røye. Laken er en bunnlevende fisk som både konkurrerer om bunndyrene med de andre artene og er en utpreget fiskespiser. Ørekyte er en fisk som i mange områder i masseforekomst har vist seg å være til stor skade for ørreten, kanskje først og fremst som konkurrent til næringsdyrene på grunt vann i innsjøene og på rennende vann. I Hitterdalsvassdraget har det i noen år vært masseforekomst av denne fiskearten. I de senere år kan det se ut til å ha gått noe tilbake ifølge opplysninger fra lokalkjente fiskere. Sammensetningen av fiskebestandene i Hittervassdraget synes således ut til å gå i favør av siken som er den mest konkurransesterke når det gjelder å utnytte dyreplanktonet i de frie vannmasser. Her vil imidlertid innsjøenes dybdeforhold spille en stor rolle. I grunne og gjerne vegetasjonsrike innsjøer har bunndyrene større betydning som fiskenæring. Dette kan være en av årsakene til at sikens dominans synes å være større i Djupsjøen enn i de øvrige innsjøene. Djupsjøen er den dypeste av innsjøene (maks. ca 32 m), mens f.eks. Stikkilen er svært grunn (ca 4 m).

Sammenfattende kan en si at naturgitte forhold som bl.a. fiskebestandens sammensetning, innsjøenes struktur og dybdeforhold i stor grad kan forklare en del av de observerte forhold når det gjelder fisken i vassdraget. En skal allikevel ikke se bort fra at det kan være en viss direkte påvirkning fra gruveforurensningen av fisken og at dette i større grad berører f.eks. ørret og røye enn sik.

Om en derimot ser på de andre biologiske forhold som bunndyr, plante- og dyreplankton i innsjøene samt bunndyr og fisk på elvestrekningene, blir bildet et annet. Undersøkelsene av planteplanktonet viser at totalvolumet, arts- og gruppeantall var vesentlig større i Store Hittersjøen enn i de nedenforliggende innsjøene. Det er vanskelig å forklare dette på annen måte enn metallpåvirkning, idet vannkvaliteten for øvrig er relativt lik. Dette gjelder også næringsstoffene fosfor og nitrogen. Dyreplanktonet er også mer artsrikt og sammensatt i Store Hittersjøen enn i innsjøene lenger nedover i vassdraget. Fraværet av daphnier (vannlopper) kan vanskelig forklares ut fra andre forhold enn høyt metallinnhold, idet beitetrykket fra fisk neppe er større, men heller mindre i Djupsjøen enn i Store Hittersjøen. Bunndyrmengden og antall grupper er også betydelig mindre i Djupsjøen og de nedenforliggende innsjøene enn i Store Hittersjøen. Dette har sannsynligvis sammenheng med at sedimentene i Djupsjøen og til dels de nedenforliggende sjøene gjennom en årrekke er blitt anriket med metallholdig (jern, sink, kobber etc.) avgang fra Storwartz gjennom tilførsler fra Prestbekken. Undersøkelsene av sedimentene i Djupsjøen viser f.eks. at de øverste 12 cm av

sedimentsøylene hadde stor likhet med sammensetningen av avgangsdeponiet (Semb, 1991). Undersøkelsene viste også at det var små forskjeller i sedimentene på de ulike stasjoner, dvs. at avgangen hadde spredd seg utover store deler av innsjøens bunn. Det er mulig at avgang og metallholdig slam gjennom årene også i perioder er blitt tilført de nedenforliggende innsjøene. Dette er imidlertid ikke undersøkt. Olsen og Korsen (1966) fant også ved undersøkelser av bunndyrfaunaen i Djupsjøen at den var meget fattig, særlig nær utløpet av Prestbekken.

På elvestrekningene er bildet noe annerledes. Faunaen på lokaliteten nedenfor Djupsjøen er relativt rik og tallmessig høyere enn på stasjonen ovenfor Djupsjøen. Bl.a. er det en stor forekomst av døgnfluer som er en relativt følsom gruppe. På rennende vann vil sedimentene i stor grad skylles vekk og det er konsentrasjonene av metaller i vannet som spiller størst rolle. Selv om en nok kan påvise effekter på artsnivå (Kjellberg, 1991), vil tilbudet av bunndyr (makroinvertebrater) for fisk totalt sett bli bedre her. Ifølge opplysninger skal det også være et ganske godt fiske etter ørret i Hitterelva ovenfor Hittersjøen. Elektrofiske viste også at noe ørret vokser opp her. Også nedenfor Hittersjøen gjennom Røros fiskes noe ørret (Jakob Trøan pers. oppl.) Først nedenfor Røros vil bunndyrfaunaen her på en strekning ned til Håelva være sterkt berørt. Sammenfattende kan en si at næringstilbudet til fisk synes vesentlig svekket i innsjøene i Djupsjøen og innsjøene nedenfor. Dette gjelder særlig bunndyr, men også i noen grad dyreplankton. Dette gjør at bunndyrspisende fisk som lake, ørret, harr og til dels røye vil bli spesielt skadelidende i forhold til siken som er den "beste" planktonspiseren. Det er også sannsynlig at de bunndyrene som tross alt finnes i Djupsjøen, spesielt fjærmygg, favoriserer siken i noen grad.

Av de metallene som tilføres Djupsjøen fra Storvart er det først og fremst kobber, sink og kadmium som finnes i slike konsentrasjoner i vann at de kan tenkes å utøve giftvirkninger. Av de spredte data som foreligger fra Djupsjøen i perioden 1971-89 fremgår det at disse i middel lå på henholdsvis 34, 190 og 0.34 µg/l for kobber, sink og kadmium (Grande, 1991). Semb (1991) fant middelverdier på 28 og 150 µg/l for kobber og sink henholdsvis i 1988 og 1989. De tilsvarende verdiene i undersøkelsesperioden 1994-95 var 29 og 123 µg/l. Nedenfor Røros var verdiene for kobber og sink ved tre målinger i perioden 1988-90 i middel 44 og 110 µg/l for kobber og sink.

Sammenholder en disse verdiene med SFT's klassifisering av vannets egnethet for sportsfiske (Holtan og Rosland, 1992), vil Djupsjøen og vassdraget nedenfor falle i klasse 3 (mindre egnet) for kobber og kadmium og i klasse 4 (ikke egnet) for sink (Tabell 10).

Tabell 10. Vannkvalitetens egnethet for sportsfiske (Holtan og Rosland, 1992).

1 = Godt egnet, 2 = Egnet, 3 = Mindre egnet, 4 = Ikke egnet.

Metall	Klasser			
	1	2	3	4
Kobber (µg Cu/l)	<5	5-15	15-50	>50
Sink (µg Zn/l)	<30	30-60	60-110	>110
Kadmium (µg Cd/l)	<0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5

EIFAC (den europeiske innlandsfiskekommisjon) har forsøksvis utarbeidet vannkvalitetskriterier for disse metallene. Disse fremgår av Tabell 11. Dersom konsentrasjonene overstiger disse verdier i et vassdrag, kan det oppstå skadevirkninger av ulike slag (reproduksjonssvikt, adferdsendringer, dødelighet osv.).

Tabell 11. Maksimalt akseptable konsentrasjoner av løst kobber, sink og kadmium for laksefisk ved forskjellig hardhet. Konsentrasjonene angir øvre 50-prosentiler av målte konsentrasjoner gjennom en periode (år). Etter Alabaster og Lloyd (1982).

Metall		Hardhet mg CaCO ₃ /l			
		10	50	100	300
Kobber	µg/l	1	6	10	28
Sink	µg/l	10	60	100	170
Kadmium	µg/l	0.3	0.4	0.5	0.75

Tallene er relatert til vannets hardhet som i Djupsjøen ligger på omlag 28 mg CaCO₃ (Ca = 7.4 mg/l, Mg = 2.3 mg/l). Om en interpolerer for hardhet mellom 10 og 50 mg CaCO₃/l blir grenseverdiene ca 3.5 µg Cu/l, 35 µg Zn/l og 0.35 µg Cd/l. Det vil si at konsentrasjonene i hele vassdraget ligger betydelig høyere for kobber og sink, men omtrent på grensen for kadmium. Verdiene gjelder "løst" metall (passerer gjennom et porefilter på 0.45 µm). Undersøkelsene foretatt av Semb (1991) i Djupsjøen viste imidlertid at det var liten forskjell mellom totale og løste mengder av kobber og sink, dvs. det alt overveiende foreligger i løst form.

Sammenfattende skulle en etter dette kunne finne betydelige effekter på fiskefaunaen i Hittervassdraget fra Djupsjøen og nedover. Det viser seg imidlertid at en del gruveforurensede vassdrag i Norge med omtrent tilsvarende vannkvalitet og innhold av metaller kan ha til dels gode bestander av fisk (Grande, 1991). I Tabell 12 er vist noen slike eksempler.

Tabell 12. Fiskebestand i Hittervassdraget og i noen innsjøer med liknende vannkvalitet. 1-3, liten, middels og stor (god) fiskebestand grovt anslått (etter Grande, 1991).

Lokalitet/år	pH	Ca	TOC	Cu	Zn	Cd	Fiskebestander
	mg/l	mg/l	µg/l	mg C/l	µg/l	µg/l	
Djupsjøen 1971-89	7.2	7.4	3.5	34	190	0.34	Sik 2, røye 1, lake 1, ørret 1, ørekyte 2
Stikkilen 1988-90	7.4	6.7	3.4	25	123	0.12	Sik 2, ørret 1, harr 1, lake 1, ørekyte 2
Hittersjøen 1988-90	-	-	-	23	90	-	Sik 2, ørret 1, lake 2, ørekyte 2
Stubbsjøen 1989	6.9	4.5	4.1	24	18	<0.1	Røye 2, ørret 1, ørekyte 2
Sørsjøen 1989	6.8	3.9	3.3	15	18	-	Ørret 3, røye 1, ørekyte 2
Ringevatnet 1976-90	7.3	6.5	3.5	38	77	0.32	Ørret 2, røye 2, stingsild 2
Hostovatnet 1976-90	7.1	5.9	3.7	24	51	<0.1	Ørret 3, røye 2, stingsild 2
Visnesvatn 1989	6.4	13	5.3	55	400	0.66	Ørret 1, stingsild 2, ål 2

Som det fremgår av tabellen var vannkvaliteten forholdsvis lik i de fleste innsjøene. I Ringevatnet var så vel verdiene for pH som kalsium, organisk stoff og kobber svært lik de i Djupsjøen. Sinkverdien var betydelig lavere. Her var det en middels til stor bestand av ørret og røye. Både denne og det nedenforliggende Hostovatnet hører til de beste fiskevann i Orkdal. Ingen av innsjøene utenom Hitterdalsvassdraget har sik. I Visnesvatnet som har noe høyere kalsiuminnhold og et kobber- og sinkinnhold på henholdsvis 55 og 400 µg/l, er det en del ørret foruten ål og stingsild. Erfaring for øvrig tilsier at sinkinnholdet spiller mindre rolle (Grande, 1991). Resultatene tyder derfor på at når siken dominerer i Hittersvassdraget, skyldes ikke dette at siken tåler vannkvaliteten vesentlig bedre enn f.eks. ørret og røye, men at siken som nevnt foran i dette avsnittet, har konkurransemessige fordeler av bl.a. næringstilbudet som vesentlig består av dyreplankton.

Det er sannsynlig at siken reproduserer i selve Djupsjøen og vassdraget nedenfor. Det foregår et betydelig fiske etter gytende sik i Djupsjøen om høsten, bl.a. ved Amundvollan og Kvaksvollen. Siken gyter således i selve Djupsjøen, småsik fiskes også på småmaskede garn (Terje Borgos, pers. oppl.) Under prøvofisket ble det imidlertid fisket meget lite småsik selv med finmaskete garn ned i 10 mm. Dette kan indikere at rekrutteringen er relativt svak. Om så er tilfelle kan dette forklares med en viss direkte metallpåvirkning av fisken i de mest følsomme stadier. I alle tilfelle er metallkonsentrasjonen på grensen av laksefiskens toleransenivå slik at en ikke kan se bort fra direkteeffekter. At det gjennom årene har skjedd en genetisk

tilpasning er også mulig. Utsetting av settefisk av ørret i Hittersjøen og Stikkilen har imidlertid gitt godt resultat med brukbar gjenfangst og god vekst hos fisken. Denne fisken stammer fra et annet vassdrag og er således ikke genetisk tilpasset forholdene.

Det er for øvrig ikke sannsynlig at såvidt store sikbestander kunne rekrutteres fra det ovenforliggende vassdraget, selv om siken i Store Hittersjøen gyttes på utløpsosen og yngelen i en viss grad kan tenkes å dra nedover til Djupsjøen. Også de andre artene - ørekyte, ørret, lake - reproducerer utvilsomt i enkelte områder nedenfor Djupsjøen. Når det gjelder ørekyte er det vist at denne sannsynligvis er mer tolerant overfor metallforurensninger enn laksefiskene. Den er da også funnet i stor forekomst i lokaliteter med metallpåvirkning (Grande, 1991).

I alle ryggradsdyr er det et protein som kalles metallotionein. Dette er et lite protein med mye svovel som har stor evne til å binde metaller, kanskje særlig kobber, sink, kadmium og kvikksølv. En tror da også at metallotionein spiller en viktig rolle når det gjelder den naturlige omsetningen av kobber og sink (som er påkrevd av alle levende celler). En viktig egenskap ved metallotionein er at det lages mer av proteinet når cellen utsettes for forhøyde konsentrasjoner av et av de nevnte metallene og at det derfor kan være en slags "straks-løsning" for å unngå metall-forgiftning. Det er imidlertid uklart hvor "god" en slik løsning er på sikt og et individ som har høye nivåer av metallotionein og metaller i et organ har en "tikkende bombe" i kroppen. Alle proteiner har en begrenset levetid og dette individet må sørge for å holde nivået av metallotionein høyt for å forhindre at metallene interagerer med andre komponenter i cellen. I en økotoksikologisk sammenheng kan metallotionein imidlertid være nyttig, både fordi forhøyde nivåer av proteinet viser at det metallet som finnes i organer faktisk er "aktivt" (biotilgjengelig) og fordi proteinet kan brukes som et integrert mål for belastning av de aktuelle metallene. I en blandet eksponeringssituasjon slik som i Hittervassdraget vil metallotionein også i noen grad kunne brukes til å identifisere hvilket metall eller hvilke metaller som har størst effekter.

De forhøyde metallotionein-konsentrasjonene i lever til sik fra Djupsjøen viser at fisken er åpenbart påvirket av metall-belastningen, kanskje særlig Cu. Det var også forhøyde Zn-konsentrasjoner i fisk fra Djupsjøen, men mye av denne økningen var knyttet til hunner. Det er tidligere dokumentert at Zn kan øke i leveren til hunner grunnet prosesser relatert til kjønnsmodning (se Hylland et al. 1992), men dette burde da også vært observert for sik fra Store Hittersjøen. De forhøyde Cd-konsentrasjonene syntes ikke å ha like stor betydning som Cu for metallotionein (MT). En økning av MT-nivået på 5 ganger er høyere enn det som har blitt målt i undersøkelser med andre fiskearter, som abbor (Olsson & Haux, 1986; Hogstrand et al. 1991), regnbueørret (Roch & McCarter, 1984). Sik har ikke tidligere blitt undersøkt i en slik sammenheng og det kan være både arts- og analyseavhengige årsaker til disse observasjonene, men forskjellen er allikevel oppsiktsvekkende stor. I en serie arbeider på 80-tallet argumenterte McCarter og medarbeidere for at forhøyde MT-nivåer i lever kunne beskytte fisk mot kronisk metall-belastning (Buckley et al. 1982, McCarter et al. 1982, McCarter & Roch 1984) og det er kjent at fisk kan adaptere til forhøyde nivåer av alle disse tre metallene. En slik adaptasjon vil typisk forsvinne i løpet av et par uker ved lavere belastningsnivåer; det kan derfor være en "fordel" for siken at nivået holdes konstant høyt og ikke fluktuerer gjennom året (!). Rollen til MT i en slik adaptasjonsprosess er imidlertid omdiskutert - i forhold til akutte belastninger er det nok mer sannsynlig at det er vevsforandringer i gjellene som "beskytter" fisken mot økt dødelighet. På den annen side spiller nok MT en rolle under kronisk belastning - proteinet bidrar både til at fisken kan akkumulere mer og at det den akkumulerer vil være mindre tilgjengelig for å forårsake skader intracellulært. Andre arbeider har vist at forhøyde nivåer av Cu kan føre til skader på membraner, DNA/RNA og proteiner. Mange av skadene er knyttet til det faktum at Cu kan skifte mellom to tilstandsformer - en- og toverdig - og derved generere frie radikaler i cellene.

Konsentrasjonen av Cd i lever hos fisk fra Djupsjøen (gjennomsnitt 5.5 µg/g våtvekt) gjør at det ikke er tilrådelig å spise mye lever fra fisk fanget i Djupsjøen. Det var imidlertid lave verdier av Cd i filet - gjennomsnittlig 10.2 ng/g (fem fisk). I en rapport fra Nordisk Ministerråd gis noen grenseverdier for Cd i fisk - disse er 100 ng/g for Island/Finland og en overvåkingsgrense på 50 ng/g i Sverige (Nordisk Ministerråd, 1994). Som det vil framgå er konsentrasjonene av metaller i filet under de grenser der en normalt ville foreslå begrensninger i inntaket av fisk.

Eventuelle tiltak ved Storwartz som reduserer metalltilførslene til vassdraget vil sannsynligvis meget raskt føre til endringer i de biologiske forhold. Forutsetningen er da at kobberkonsentrasjonen reduseres til under 15-20 µg/l og sinken forholdsmessig like mye. Plante- og dyreplanktonsamfunnene vil være de første til å reagere når metallkonsentrasjonene i vannet går ned. Flere arter vil komme inn og total-produksjonen sannsynligvis øke. Dette vil raskt kunne gi øket produksjon av fisk og da først og fremst sik. Derimot vil det sannsynligvis ta lang tid før bunndyrsamfunnene utvikler seg mot det normale. Allikevel bør mye ha skjedd i løpet av 10 år.

En normalisering av bunndyrsamfunnene i innsjøene vil gi bedre muligheter for røye, ørret, harr og lake og fiskebestandene vil etterhvert utvikle seg i retning av den en har i Store Hittersjøen. Det er imidlertid sannsynlig at Djupsjøen også i fremtiden vil forbli en "siksjø" uten spesielle fiskestelltiltak. Om en opprettholder et relativt hardt fiske, vil en sannsynligvis kunne unngå en for stor bestand av fisk, slik en har tendenser til i Store Hittersjøen.

Den årlige avkastning av fisket i Djupsjøen (og nedenforliggende innsjøer) vil kunne øke, kanskje opp mot 5-10 kg/hektar som i Store Hittersjøen. Det vil si at den årlige førstehåndsverdien av fisket øker til det dobbelte eller mer, dvs. fra ca 12.000 kroner til 25-50.000 kroner. Det er da brukt en førstehåndsverdi på ca kr. 10 for sik (Oppl. Femund fiskelag A/l, 1996).

På elvestrekningene nedenfor Djupsjøen vil forandringene skje meget fort og allerede etter 1-2 år vil forholdene bli nærmest normalisert om metallkonsentrasjonene blir tilstrekkelig redusert. Sammensetningen av bunndyr vil bli mer allsidig og dette vil bedre oppvekstmulighetene for fisk. Om reproduksjonen (gyting, utvikling av egg og yngel) i dag er noe negativt berørt på grunn av direkte metallpåvirkning, vil dette gi større muligheter for naturlig tilførsel av ørret og harr til vassdraget. Prestbekken er sannsynligvis et godt gyte- og oppvekstområde for ørret fra naturens side, men vil vel neppe noen gang bli så bra at den blir tjenlig til dette formål. En må regne med at muligheten for sportsfiske etter ørret og harr vil bli bedre i hele vassdraget, hvis tiltak gjennomføres.

6. Litteratur

- Alabaster, J. S. and Lloyd, R. (eds.) 1982. Water quality criteria for freshwater fish. 2nd ed. Butterworths, London. 361 pp.
- Arnesen, R.T. 1990. Undersøkelser i Stortvartz-området ved Røros. NIVA-rapport, O-90191 (l.nr. 2552), 36 s.
- Arnesen, R.T. 1996. Dokumentasjon av gruvedriftens påvirkning av miljøet. Del I. Kjemiske undersøkelser i Hittervassdraget. NIVA-rapport O-94196 (l.nr.
- Baudouin, M.F. & P. Scoppa 1974. Acute toxicity of various metals to freshwater zooplankton. Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology. Vol. 12, No. 6: 745-751.
- Bradford, M.M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, *Analyt. Biochem.* 72, 248-254.
- Buckley, J.T., M. Roch, J.A. McCarter, C.A. Rendell and A.T. Matheson (1982) Chronic exposure of coho salmon to sublethal concentrations of copper - I. Effect on growth, on accumulation and distribution of copper, and on copper tolerance, *Comp. Biochem. Physiol.* 72C, 15-19.
- Grande, M. 1991. Biologiske effekter av gruveindustriens metallforurensninger. NIVA-rapport O-89103, L.n.r 2562, 136 s.
- Grande, M., E.R. Iversen, J.E. Løvik & P. Brettum 1988. Grong gruber A/S. kontrollundersøkelser i vassdrag. Resultater 1987. NIVA-rapport. Løpenr. 2123. 68 s.
- Hobæk, A. & G.G. Raddum 1980. Zooplankton communities in acidified lakes in South Norway. SNSF-project. IR 75/80. 132 pp.
- Hogstrand, C., G. Lithner and C. Haux (1989) Relationship between metallothionein, copper and zinc in perch (*Perca fluviatilis*) environmentally exposed to heavy metals, *Mar. environ. Res.* 28, 179-182.
- Holtan, H. og Rosland, D. 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Kortversjon. SFT-veiledning nr. 92:06. 31 s.
- Huitfeldt Kaas, H. 1918. Ferskvannsfiskenes utbredelse og indvandring i Norge. Centraltrykkeriet, Kristiania. 106 s, 34 karter.
- Hylland, K., C. Haux and C. Hogstrand (1992) Hepatic metallothionein and metals in dab (*Limanda limanda* L.) from the German Bight, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 91, 89-96
- Hylland, K., C. Haux and C. Hogstrand (1994) Immunological characterization of metallothionein in marine and freshwater fish, *Mar. environ. Res.* 39, 111-115.
- Iversen og Johannessen. 1985. Undersøkelse av avgangsdeponier i Rørosområdet. Orosjøen og Djuvsjøen. NIVA-rapport, O-84077 (l.nr. 1704), 30 s.
- Jensen, K.W. (red.) 1968. Sportsfiskerens leksikon. Vol 2. Gyldendal, Oslo.
- Jonsson, B. 1987. Aure. S. 66-79 i Borgstrøm og Hansen; Fisk i ferskvann. Landbruksforlaget, Oslo, 347 s.
- Kjellberg, G. 1991. Tiltaksorientert overvåking av øvre del av Glåma i 1990. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Rapport 462/91, NIVA (O-800212) (L.nr. 2644), 84 s.

- Krohn, A. 1980. Prøvefiske i Store Hittersjøen 1980. Brev til Djupsjølia og Hitterdal grunneierlag. 7. nov. 1980.
- Kvikne, A. 1977. Planktoniske ferskvannscrustaceer i Rørosdistriktet, Sør-Trøndelag, med hydrografi. Hovedfagsoppgave i zoologi ved Universitetet i Trondheim, våren 1977, 112 s.
- Lithner, G. 1989. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Bakgrundsdokument 2. Metaller. Naturvårdsverket. Rapport 3628. 80 s.
- McCarter, J.A. and M. Roch (1984) Chronic exposure of coho salmon to sublethal concentrations of copper - III. Kinetics of metabolism of metallothionein, *Comp. Biochem. Physiol.* 77C, 83-87.
- McCarter, J.A., A.T. Matheson, M. Roch, R.W. Olafson and J.T. Buckley (1982) Chronic exposure of coho salmon to sublethal concentrations of copper - II. Distribution of copper between high- and low-molecular-weight proteins in liver cytosol and the possible role of metallothionein in detoxification, *Comp. Biochem. Physiol.* 72C, 21-26.
- Nordisk Ministerråd (1994) Harmonisering av bestämmelser om främmande ämnen i livsmedel. TemaNord 1994: 509, 71 s.
- Olafson, R.W. and Olsson, P.-E. (1991) Electrochemical quantification of metallothionein. I: Methods in enzymology, bind 39.
- Olsen, V. og Korsen, I. 1966. Fiskeundersøkelser i Djupsjøen og Store Hittersjø. Rapport til Rørosvidda fiskestellområde. Konsulenten for ferskvannsfisket i Trøndelag. Trondheim, 2 s. tabeller og figurer.
- Olsson, P.-E. and C. Haux (1986) Increased hepatic metallothionein content correlates to cadmium accumulation in environmentally exposed perch (*Perca fluviatilis*), *Aquat. Toxicol.* 9, 231-242.
- Roch, M. and J.A. McCarter (1984) Hepatic metallothionein production and resistance to heavy metals by rainbow trout (*Salmo gairdneri*) - I. Exposed to an artificial mixture of zinc, copper and cadmium, *Comp. Biochem. Physiol.* 77C, 71-75.
- Sandlund, O.T. 1987. Sik (s. 87-96) i Borgstrøm og Hansen; Fisk i ferskvann, Landbruksforlaget, Oslo, 347 s.
- Semb, R. 1991. En hydrografisk undersøkelse av Djupsjøen i Rørørs kommune. Cand.scient. oppgave i limnologi. Universitetet i Oslo, 1991, 114 s.
- Yan, N.D. & R. Strus 1979. Crustacean zooplankton communities of acidic, metal-contaminated lakes near Sudbury, Ontario. *Can. J. Fish: Aquat. Sci.* 37:2282-2293.

Vedlegg A.

Vedlegg 1. Fisk fra Hittervassdraget 12-15 september 1994.
 Mageinnhold: cc = dominerende, c = noen, R = få
 Kjøttfarge: R = rød, LR = lys rød, H = hvit515

Lokalitet	Fisk nr.	Art	Vekt g	Lengde mm	Alder i vintre	Beregnet lengde ved vinter, cm									Kjønn *	Stadium	Kjøttfarge	Mageinnhold		
						1	2	3	4	5	6	7	8	9						
Store Hittersjøen	1	Harr	331	330																
	2	Sik	55	190																
	3	"	119	240																
	4	"	83	225																
	5	"	56	200																
	6	"	73	215																
	7	"	60	200																
	8	"	54	200																
	9	"	55	200																
	10	"	92	240																
	11	Ørret	73	200		3	7.1	10.4	13.9											
	12	"	121	240		3	4.2	9.6	16.2											
	13	"	70	200		3	5.0	12.0	15.8											
	14	Lake	96	260																
	15	Sik	103	250																
	16	"	58	195																
	17	"	107	240																
	18	Harr	213	295																
	19	"	197	280																
	20	"	129	255																
	21	"	127	245																
	22	Ørret	148	255		4	5.2	10.5	15.3											
	23	"	124	246		3	6.2	13.1	20.0											
	24	"	71	200		3	4.2	10.9	16.5											
	25	Lake	91	245																
	26	Sik	175	280		5	8.4	13.2	18.2	22.8	25.5									
	27	"	157	280		5	6.3	12.2	18.3	23.2	25.9									
	28	"	166	285		5	8.0	14.8	19.4	24.0	26.4									
	29	"	153	270		6	9.6	15.0	18.5	21.0	23.9	25.5								
	30	"	214	290		6	10.4	15.8	20.0	23.4	24.8	27.1								
	31	"	164	275		4	7.6	14.8	19.4	24.7										

Vedlegg 1. forts.

Lokalitet	Fisk nr.	Art	Vekt g	Lengde mm	Alder i vintre	Beregnet lengde ved vintre, cm									Kjøttfarge	Stadium	Mageinnhold	
						1	2	3	4	5	6	7	8	9				
Store Hitter-sjøen	63	Harr	278	305	5	6.5	12.7	15.4	18.4	24.5							Marflo cc, vårfluelarver c, tege 1	
	64	"	290	310	5	6.8	10.0	14.2	17.9	23.0							Vårfluelarver cc, marflo, snegl r	
	65	Sik	128	265	5	6.8	13.5	18.6	23.7	26.1							Zooplankton	
	66	"	144	270	5	6.5	9.7	12.5	18.2	24.0							Zooplankton	
	67	"	160	275	5	7.6	17.4	21.5	23.8	26.6							Zooplankton	
	68	"	192	280	5	8.8	14.0	17.6	21.2	24.4							Zooplankton cc, muslinger 2	
	69	"	164	280	5	8.8	12.0	15.3	20.8	24.7							Zooplankton cc, muslinger 2	
	70	"	161	270	5	5.8	12.5	15.6	21.0	24.8							Zooplankton	
	71	"	146	265	5	6.8	12.0	15.3	20.8	24.7							Zooplankton	
	72	"	151	270	5	5.8	12.5	15.6	21.0	24.8							Zooplankton	
	73	"	198	290	6	9.9	15.4	19.8	23.2	26.3	27.4						Zooplankton	
	74	"	155	280	6	8.2	13.7	18.0	21.0	23.7	26.0						Zooplankton	
	75	"	145	260	5	6.0	10.4	16.1	21.0	24.0							Zooplankton	
	76	Harr	484	385	5	6.0	10.4	16.1	21.0	24.0							Vårfluelarver cc, snegl c	
	77	"	137	250	4	4.6	11.1	13.4	22.8								Vårfluelarver	
	78	Ørret	202	280	3	5.9	14.4	18.2									Vårfluelarver	
	79	"	110	250	3	7.8	13.8	20.4									Vårfluelarve 9	
	80	"	120	255	3	6.1	15.3	23.8									Vårfluelarve 1	
	81	"	409	345	5				28.3	33.0							Marflo	
	82	Lake	161	310														
	83	"	176	340														
	84	Sik	121	260														
	85	"	133	260														
86	"	153	275															
87	"	149	270															
88	"	139	270															
89	"	149	270															
90	"	171	280															
91	"	150	270															
92	"	130	260															
93	"	148	270															
		"	179	280														

Vedlegg 1. forts.

Lokalitet	Fisk nr.	Art	Vekt g	Lengde mm	Alder i vintre	Beregnet lengde ved vinter, cm									Kjønn *	Stadium	Kjøttfarge	Magesinnhold
						1	2	3	4	5	6	7	8	9				
Store Hittersjøen	94	Sik	159	280														
	95	"	163	280														
	96	"	157	270														
	97	"	130	260														
	98	"	127	260														
	99	Harr	210	290														
	100	"	362	340														
	101	"	204	290														
	102	"	141	260														
	103	"	127	250														
	104	"	127	240														
	105	"	127	235														
	106	"	125	250														
107	"	148	260															

Vedlegg 1. forts.

Lokalitet	Fisk nr.	Art	Vekt g	Lengde mm	Alder i vintre	Beregnet lengde ved vinter, cm									Kjønn *	Stadium	Kjøttfarge	Magesinnhold
						1	2	3	4	5	6	7	8	9				
Djupsjøen 12-13/9	1	Sik	187	270	5	4.0	10.1	15.7	23.7	31.7					G	R	Zooplankton	
	2	Ørret	410	340											S		Fisk 1	
	3	Lake	206	310											G		Zooplankton	
	4	Sik	278	295											G		Zooplankton	
	5	"	480	355											G		Vårfluelarve 1	
	6	Ørret	51	170											I		Insekter cc. zooplankton c	
	7	Sik	236	295											G		Insekter	
	8	"	308	310											G		Zooplankton	
	9	"	310	310						14	21.5	27.8			G			
	10	"	213	300											G			
	11	"	346	320											G			
	12	"	400	350											G		Zooplankton cc. musling 1	
	13	"	378	330						25.0	29.0	31.6			G		Fjærmygglarver, mange	
	14	"	156	250						21.5	27.2	30.7			G		Zooplankton	
	15	"	96	235						18.2					G		Zooplankton	
	16	"	300	320											G			
	17	"	315	325						17.6	22.8	26.8			G			
18	"	62	190											G				
19	"	63	190		1	7.3	9.8							G				
20	"	181	270		4	3.6	10.2							G				
21	"	193	275		4	3.2	7.9		16.5	20.6				G				
22	"	255	310		5	2.4	5.6		15.1	20.7				G				
23	"	291	320						13.8	22.0	27.2			G		Zooplankton cc. muslinger 4		
24	"	282	310											G				
25	"	279	310		6	4.6	10.2		15.9	20.9	26.1			G				
26	Lake	178	310											G				
27	Sik	128	230		4	4.6	7.5		12.3	17.6				G		Fisk 1		
28	"	247	290		6	3.4	7.6		10.8	15.1	20.2			G		Zooplankton		
29	"	283	325											G		Zooplankton		
30	"	268	310											G		Zooplankton		
31	"	319	330											G		Zooplankton		
Djupsjøen 13-14/9																		

Vedlegg 1. forts.

Lokalitet	Fisk nr.	Art	Vekt g	Lengde mm	Alder i vintre	Beregnet lengde ved vinter, cm										Kjøttfarge	Mageinnhold	
						1	2	3	4	5	6	7	8	9				
Djupsjøen 13-14/9	32	Sik	281	310	5	3.9	11.0	19.1	23.8	27.2							Zooplankton cc, musling 4	
	33	Røye	334	335	5												Fisk 1	
	34	Sik	280	310		4.8	8.7	15.7	20.8	26.8	32.3						Zooplankton	
	35	"	328	320	6													
	36	"	288	320		4.7	10.1	18.4	24.6	29.2	31.8						Zooplankton	
	37	"	375	340	6	4.1	10.5	16.5	22.1	26.1	29.0						Zooplankton	
	38	"	306	305	6	3.6	6.5	16.3	24.5	30.4							Zooplankton	
	39	"	364	335	5													
	40	Ørkyte	1	6.5														
	Stikkilen	1	Sik	56	180	1	6.7											Zooplankton
2		"	45	170	1	6.6											Zooplankton	
3		"	53	185	1	7.4											Zooplankton	
4		"	50	180	1	7.0											Zooplankton	
5		Ørret	73	185	2	6.9	13.0											
6		Lake	161	300		4.4	12.8	20.4	24.6	27.7								
7		Sik	434	340	5	5.4	12.5	19.0	22.3	24.6	26.9						Fjærmygglarver, mange	
8		Harr	291	300	6	6.4	12.5	15.8	20.4	24.7	27.7	30.6					Vårfluelarver	
9		Sik	293	310	7												Vårfluelarver, mange	
10		"	437	330													Zooplankton	
Hittersjøen	1	Ørret	159	245	4	4.7	8.6	13.6	19.1								Fisk 1	
	2	"	132	225	2??	2.8	7.8	12.6	18.4								Fisk 1	
	3	"	217	270	4	3.8	10.8	20.7	24.8								Fisk 1	
	4	Sik	136	260	4	3.6	6.6	10.0	15.4								Vårfluelarver 28	
	5	"	305	325	6	3.8	7.0	16.1	22.3	24.7	28.7						Zooplankton	
	6	"	400	340	6	5.1	14.9	21.3	24.8	26.8	29.5						Zooplankton cc, snegl 2	
	7	Lake	1227	500													Fisk 2, cc, Zooplankton c	

Vedlegg 2. Garnfangster fra Store Hittersjøen, St. 1, 12-13 september 1994.

Maske- vidde mm	Sik		Ørret		Harr		Lake		Totalt	
	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g
21	3	268	3	343	4	666	1	91	11	1368
21	9	647	3	264	1	331	1	96	14	1338
26			2	230					2	230
29	9	1535	1	192			2	1218	12	2945
35	1	264			2	683			3	947
40										
45	2	890							2	890
52										
Totalt	24	3604	9	1029	7	1680	4	1405	44	7718
pr. garn	3	451	1.1	129	0.9	210	0.5	176	5.5	965
Middelvekt g		150		114		240		351		136

Vedlegg 3. Garnfangster fra Store Hittersjøen, St. 2, 12-13 september 1994.

Maske- vidde mm	Sik		Ørret		Harr		Lake		Totalt	
	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g
21					5	692			5	692
21	2	295			10	1296	2	176	14	1767
26	16	2358	1	409	9	1461	2	337	28	4565
29	11	1744			2	621			13	2365
35					2	568			2	568
40			1	364					1	364
45										
52										
Totalt	29	4397	2	773	28	4638	4	513	63	10321
pr. garn	3.6	550	0.3	97	3.5	580	0.5	64	7.9	1290
Middelvekt g		151		387		166		128		164

Vedlegg 4. Garnfangster fra Djupsjøen, St. 1, 12-13 september 1994

Maske- vidde mm	Sik		Ørret		Røye		Lake		Totalt	
	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g
21										
21										
26										
29	1	187	1	410			1	206	3	803
35	1	278							1	278
40	1	480							1	480
45			1	51					1	51
52										
Totalt pr. garn	3 0.4	945 118	2 0.3	461 58			1	206	6 0.8	1612 202
Middelvekt g		315		231				206		269

Vedlegg 5. Garnfangster fra Djupsjøen, St. 1, 13-14 september 1994.

Maske- vidde mm	Sik		Ørret		Røye		Lake		Totalt	
	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g
21										
21										
26							1	178	1	178
29	2	375							2	375
35	4	1151			1	334			5	1485
40	3	896							3	896
45										
52										
Totalt pr. garn	9 1.1	2422 302			1 0.1	334 42	1 0.1	178 22	11 1.4	2934 367
Middelvekt g		269				334		178		267

Vedlegg 6. Garnfangster fra Djupsjøen, St. 2, 12-13 september 1994

Maske- vidde mm	Sik		Ørret		Harr		Lake		Totalt	
	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g
21										
21										
26										
29	1	236							1	236
35	4	1177							4	1177
40	1	400							1	400
45	1	378							1	378
52										
Totalt	7	2191							7	2191
pr. garn	0.9	274							0.9	274
Middelvekt g		313								313

Vedlegg 7. Garnfangster fra Djupsjøen, St. 2, 13-14 september 1994.

Maske- vidde mm	Sik		Ørret		Røye		Lake		Totalt	
	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g
21	2	125							2	125
21										
26	3	629							3	629
29	2	573							2	573
35	1	279							1	279
40										
45										
52										
Totalt	8	1606							8	1606
pr. garn	1	201							1	201
Middelvekt g		201								201

Vedlegg 8. Garnfangster fra Stikkilen, 14-15 september 1994

Maske- vidde mm	Sik		Ørret		Harr		Lake		Totalt			
	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g		
21	4	204	1	73					5	277		
21												
26											1	161
29												
35	1	434			1	291		2	725			
40	1	293						1	293			
45	1	437						1	437			
52												
Totalt pr. garn	7 0.9	1368 171	1 0.1	7.3 9.1	1 0.1	291 36	1 0.1	161 20	10 1.2	1893 237		
Middelvekt g		195		73		291		161		198		

Vedlegg 9. Garnfangster fra Hittersjøen, 14-15 september 1994.

Maske- vidde mm	Sik		Ørret		Lake		Totalt	
	Antall	Vekt g	Antall	Vekt	Vekt g	Vekt g	Antall	Vekt g
21			1	159			1	159
21								
26								
29	1	136	2	349			3	485
35								
40	1	305					1	305
45	1	400			1	1227	2	1627
52								
Totalt pr. garn	3 0.4	841 105	3 0.4	508 64	1 0.1	1227 153	7 0.9	2576 322
Middelvekt g		280		169		1227		368

Vedlegg 10. Mageinnhold i fisk fra Hittervassdraget, september 1994.

Gruppe/ N Art	Lokalitet		Store Hittersjøen				Djupsjøen			Stikkilen		Hittersjøen	
	20 Sik	35 Harr	11 Ørret	6 Lake	28 Sik	1 Ørret	1 Røye	2 Lake	7 Sik	1 Lake	1 Harr	Sik	Ørret
Muslinger	15												
Snegl	20	34	9		14							33	
Marflo		14		33									
Planktonkreps	75	6	9		93				71	100	100	67	
Vårfluer		69	73										33
Teger		6											
Biller		3											
Fjærmygg	15				4				29				
Maur		11											
Insektrester		43	18	33	7		100	100		100			
Fisk													67

Vedlegg 11. Elektrofiske i Hittervassdraget, 15/9-1995. Antall fisk pr. 10 min.

Stasjoner i Hitterelva:

1: Ovenfor Djupsjøen, 2: Utløp Djupsjøen

3: Nedenfor Stikkilen. 4: Røros

Lokalitet	Ørret	Ørekyte	Lake
St. 1	8	2	4
St. 2		3	
St. 3	1	16	
St. 4		1	

Vedlegg 12. Bunndyr fra Hittervassdraget, 14-15 september 1994.
Antall dyr pr. m² bunnareal.

Dyregruppe	Stasjon Dyp	Store Hittersjøen											
		2	1	4.5	6.5	2	5	6	8.5				
Rundmark					17								
Børstemark		51			17			68			34		
Igler		17											
Snegl		187						34					
Muslinger											34		
Marflo		2						6					
Midd					17								
Mudderfluer													
Døgnfluer													
Vårfluer		34						85			17		
Fjærmygg		1224		357	187			748	238		68		
Tot.ant. dyr		1515		357	238			941	238		153		68
Ant. grupper		6	1	1	4			5	1		4		1

Vedlegg 12 forts.

Dyregruppe	Stasjon Dyp		Djupsjøen												
	2.5	4	1	6	8	8	2.5	4	5.5	7.5	8	2	4.5	3	6.5
Rundmark															
Børstemark															
Igler															
Snegl															
Muslinger															
Marflo															
Midd															
Mudderfluer															
Døgnfluer															
Vårfluer	17	17							17	17		34			
Fjærmygg	119	187	51	51	51		102	68		34		34	68		34
Tot.ant. dyr	136	204	51	51	51		102	85	17	34		68	85		34
Ant. grupper	2	2	1	1	1		1	2	1	1		2	2		1

Vedlegg 12 forts.

Dyregruppe	Stasjon dyp	Sukkilen		Hittersjø	
		1	2	1	2
Rundmark		2	2	2	4
Børstemark		2.5	2	1	2
Igler					4
Snegl		17		17	34
Muslinger					17
Marflo					
Midd					
Mudderfluer					17
Døgnfluer					
Vårfluer		17		17	
Fjærmygg		187	68	391	204
Tot.ant. dyr		187	68	408	255
Ant. grupper		1	1	2	3
		3	1	1	2
			34	374	187
			1	1	2

Vedlegg 13. Bunndyr samlet på elvestrekningene i Hittervassdraget, 15. september 1994.
 Stasjoner i Hitterelva:
 1: Ovenfor Djupsjøen, 2: Utløp Djupsjøen
 3: Nedenfor Stikkilen, 4: Røros

Dyregruppe	Stasjon	1	2	3	4
Børstemark		30	40	20	10
Snegl		10		90	
Muslinger		80			
Midd			10	20	
Døgnfluer		140	160	260	70
Steinfluer		50	40	20	
Vårfluer		80	370	140	120
Fjærmygg		620	2110	1190	320
Tovinger		40	50	50	
SUM		1050	2780	1790	520
Antall grupper		8	7	8	4

Vedlegg 14. Bunndyr, artssammensetning, 15. september 1994

(ca 1/10 av prøvene).

Stasjoner i Hitterelva:

1: Ovenfor Djupsjøen,

2: Utløp Djupsjøen

3: Nedenfor Stikkilen,

4: Røros

Grupper/arter	Stasjoner			
	1	2	3	4
Døgnfluer				
Baetis niger	1			
Baetis rhodani	13	14	25	7
Centroptilum luteolum		2	1	
Steinfluer				
Isoperla sp.		1	1	
Amphinemura sp.	2			
Dinocras cephalotes	1			
Capnia sp.	1			
Leuctra sp.		2	1	
" hippopus	1	1		
Vårfluer				
Rhyacophila nubila	1	1	4	9
Hydroptila sp.		1		
Oxhyethira sp.	1			
Polycentropus flavomaculatus				1
Hydropsyche sp.	4		8	1
Neureclipsis bimaculata		35		
Snegl				
Lymnaea peregra	1		9	
Antall arter	10	8	7	4

Vedlegg 15. Dyreplankton i innsjøer ved Røros 14.-15. september 1994. Gitt som antall individer i ca 10 m håvtrekk for krepsdyrene. For hjuldyrene er individtettheten subjektivt vurdert:
+ = få individer, ++ = vanlig, +++ = rikelig/dominerende.

Arter		Store Hittersjøen	Djupsjøen	Stikkilen	Hittersjøen
Hjuldyr (Rotifera):					
Keratella cochlearis		+			+
Keratella spp.		+	+		+
Kellicottia longispina		++	++	+	++
Lecane sp.					+
Synchaeta spp.				+	+
Polyarthra spp.		+	++	+	+
Asplanchna priodonta		+			
Conochilus spp.		++			
Filinia sp.		+			
Krepsdyr (Crustacea):					
Hoppekreps (Copepoda):					
Acanthodiaptomus denticornis	hann	20			
	hunn	40			3
Arctodiaptomus laticeps	hann	5	40		12
	hunn		64	2	6
Diaptomidae	cop.	5			17
	naup.				
	Sum	70	104	2	38
Cyclops scutifer	hann		1	1	6
	hunn	35	35		17
Cyclopoida	cop.	150	180	14	17
	naup.	1005	860	40	363
	Sum	1190	1076	55	403
Copepoda totalt		1260	1180	57	441
Vannlopper (Cladocera):					
Holopedium gibberum		5			3
Daphnia galeata		330		2	
Ceriodaphnia sp.		10			
Bosmina longispina		100	175	705	177
Bythotrephes longimanus		+	1		
Polyphemus pediculus		+		1	
Cladocera totalt		445	176	708	180
Krepsdyrplankton totalt		1705	1356	765	621

Vedlegg 16. Planteplankton i Hittervassdraget.

Kvantitative planteplanktonanalyser		Store Hittersjøen
Gruppe/Arter	15/09/94	
Cyanophyceae (blågrønnalger)		
Anabaena solitaria		2.0
Planktothrix agardhii		2.0
Sum		4.0
Chlorophyceae (grønnalger)		
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)		0.4
Gloeotila pulchra		1.3
Monoraphidium dybowskii		1.6
Monoraphidium griffithii		0.2
Sphaerocystis schroeteri		1.2
Sum		4.7
Chrysophyceae (gullalger)		
Chrysochromulina parva		0.8
Craspedomonader		3.6
Mallomonas akrokomos (v.parvula)		1.4
Mallomonas caudata		8.4
Mallomonas crassisquama		2.3
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		4.9
Små chrysomonader (<7)		11.7
Store chrysomonader (>7)		13.8
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)		3.2
Ubest.chrysophyceae		0.1
Sum		50.1
Bacillariophyceae (kiselalger)		
Asterionella formosa		11.3
Aulacoseira alpigena		30.3
cf.Cyclotella catenata		0.8
Cyclotella comta		236.1
Rhizosolenia longiseta		1.2
Tabellaria fenestrata		20.1
Sum		299.7
Cryptophyceae		
Cryptomonas cf.erosa		0.8
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)		1.7
Katablepharis ovalis		5.7
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplanctica)		60.8
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)		0.7
Sum		69.7
Dinophyceae (fureflagellater)		
Gymnodinium cf.uberrimum		2.0
Gymnodinium helveticum		2.0
Sum		4.0
My-alger		
My-alger		14.3
Sum		14.3
Totalsum :		446.5

Vedlegg 16 (forts.).

Kvantitative planteplanktonanalyser		Djupsjøen
Gruppe/Arter	14/09/94	
Chlorophyceae (grønnalger)		
Dictyosphaerium subsolitarium		7.4
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)		0.1
Monoraphidium dybowskii		18.7
Monoraphidium griffithii		3.6
Paramastix conifera		0.7
	Sum	30.4
Chrysophyceae (gullalger)		
Chromulina sp.		4.0
Craspedomonader		2.3
Dinobryon crenulatum		2.8
Kephyrion litorale		0.3
Monochrysis agillissima		1.6
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		9.3
Små chrysomonader (<7)		48.2
Store chrysomonader (>7)		67.2
Ubest.chrysophyceae		3.8
	Sum	139.4
Cryptophyceae		
Katablepharis ovalis		1.6
	Sum	1.6
Dinophyceae (fureflagellater)		
Gymnodinium cf.lacustre		1.0
Ubest.dinoflagellat		0.7
	Sum	1.6
My-alger		
My-alger		15.9
	Sum	15.9
Totalsum :		188.9

Vedlegg 16 (forts.).

Kvantitative planteplanktonanalyser		Stikkilen
Gruppe/Arter	15/09/94	
Chlorophyceae (grønnalger)		
Dictyosphaerium subsolitarium		0.4
Monoraphidium dybowskii		12.8
Monoraphidium griffithii		2.4
	Sum	15.6
Chrysophyceae (gullalger)		
Chromulina sp.		2.1
Dinobryon crenulatum		3.7
Dinobryon suecicum		0.3
Kephyrion litorale		0.1
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		4.4
Små chrysomonader (<7)		35.1
Store chrysomonader (>7)		49.1
	Sum	94.9
Cryptophyceae		
Katablepharis ovalis		2.4
	Sum	2.4
Dinophyceae (fureflagellater)		
Gymnodinium sp. (l=14-16)		0.4
Ubest. dinoflagellat (l=9-10)		9.3
	Sum	9.7
My-alger		
My-alger		9.8
	Sum	9.8
Totalsum :		132.4

Vedlegg 16 (forts.).

Kvantitative planteplanktonanalyser		Hittersjøen
Gruppe/Arter	15/09/94	
Chlorophyceae (grønnalger)		
Dictyosphaerium subsolitarium		1.5
Monoraphidium dybowskii		13.3
Monoraphidium griffithii		2.2
Mougeotia sp. (b=10-12)		0.8
Scenedesmus denticulatus v.linearis		0.8
	Sum	18.6
Chrysophyceae (gullalger)		
Chromulina sp.		6.0
Chrysidiastrum catenatum		5.6
Dinobryon crenulatum		6.7
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		7.4
Pseudokephyron entzii		0.4
Små chrysomonader (<7)		45.6
Store chrysomonader (>7)		58.6
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)		0.3
Ubest.chrysophyceae		0.6
Uroglena americana		1.2
	Sum	132.2
Bacillariophyceae (kiselalger)		
Eunotia lunaris		0.2
Synedra sp. (l=40-70)		0.4
Tabellaria flocculosa		1.0
	Sum	1.5
Cryptophyceae		
Cryptomonas sp. (l=15-18)		1.3
Cryptomonas spp. (l=24-28)		0.4
Katablepharis ovalis		0.5
	Sum	2.3
Dinophyceae (fureflagellater)		
Gymnodinium cf.lacustre		8.5
Gymnodinium sp. (l=14-16)		5.7
	Sum	14.2
My-alger		
My-alger		12.0
	Sum	12.0
Totalsum :		180.7

Vedlegg 17. Garnfangster fra Store Hittersjøen og Djupsjøen, 19.-21. juni 1996

Fisk nr.	Lokalitet/dato	Maske-vidde	Art	Lengde	Vekt	Metallanalyse
1	Djupsjøen	Flermasket	Sik	320	248	x
2	St. 3	"	"	330	273	
3	20-21/6-96	"	"	310	218	
4		45	"	320	284	
5		"	"	330	280	
6		"	"	300	259	
7		"	"	350	357	
8		10	"	115	10	
9		"	Ørekyte	85	5	
10		21	Ørret	210	94	
11		26	Sik	305	211	
12		35	"	360	326	
13		"	"	305	235	
14		"	"	285	334	
15		40	"	325	293	
16		"	"	325	331	
17		"	"	365	398	x
18		"	"	310	284	
19		"	"	320	286	
20		"	"	310	257	
21		"	"	320	325	
22		"	"	320	297	
23		"	"	330	306	
24	Djupsjøen	35	"	285	205	x
25	St. 3, 19-20/6-96	"	"	310	226	
26		40	"	320	271	
27		"	"	320	270	
28		"	"	315	268	
29		"	"	325	280	
30		"	"	360	393	
31		10	Ørkyte	85	7	
32		"	"	80	5	
33		"	Harr	100	18	
34		45	Sik	290	222	
35		"	"	325	311	x
36		"	"	310	277	
37		"	"	325	276	
38		"	"	290	237	
39		26	"	300	222	
40		"	"	290	184	
41		15	Harr	190	55	
42		"	Sik	135	17	
43		"	Røye	185	44	
44	?	21	Sik	205	70	
45		"	"	200	64	x

Vedlegg 17 (forts.).

Fisk nr.	Lokalitet/dato	Maske-vidde	Art	Lengde	Vekt	Metallanalyse
46	Djupsjøen	26	Ørret	300	288	
47	St.1 19-20/6-96	35	Sik	290	209	
48		40	"	340	322	
49		"	"	340	321	
50	St. Hittersjøen	21	Ørret	220	99	
51			Lake	240	108	
52		21	Ørret	195	75	
53			Sik	250	119	
54			"	205	62	
55			"	205	63	
56			"	255	155	x
57			"	210	76	
58			"	220	76	
59			"	245	102	
60			Røye	145	21	
61		26	Ørret	250	155	
62			Lake	325	208	
63			Sik	260	136	
64			"	285	171	x
65			"	260	121	
66			"	270	141	
67			"	300	215	x
68			"	260	131	
69			"	270	144	x
70			"	280	169	
71			"	280	168	
72		29	"	270	137	
73			"	290	171	x
74			"	265	130	
75			"	250	125	
76			Ørret	255	190	

Vedlegg 18. Garnfangster fra Store Hittersjøen, 19-20. juni 1995.

Maske- vidde mm	Sik		Ørret		Røye		Harr		Lake		Totalt	
	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt
21			1	99					1	108	2	207
21	7	653	1	75	1	21					9	749
26	9	1396	1	155					1	208	11	1759
29	4	563	1	190							5	753
35												
40												
45												
52												
Totalt	20	2612	4	519	1	21			2	316	27	3468
pr. garn	2.5	327	0.5	65	0.13	2.6			0.25	40	3.4	435
Middel- vekt		131		130		21				158		128

Vedlegg 19. Garnfangster fra Djupsjøen, St. 1, 19.-20. juni 1995

Maske- vidde mm	Sik		Ørret		Røye		Harr		Lake		Totalt	
	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt
21												
21												
26			1	288								
29												
35	1	209										
40	2	643										
45												
52												
Totalt	3	852	1	288							4	1140
pr. garn	0.38	107	0.13	36							0.5	143
Middel- vekt		284		288								285

Vedlegg 20. Garnfangster fra Djupsjøen, St. 3, 19.-20. juni 1995

Maske- vidde mm	Sik		Ørret		Røye		Harr		Lake		Totalt	
	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt
21	2	134										
21	0	0										
26	2	406										
29	0											
35	2	431										
40	5	1482										
45	5	1323										
52	0											
Totalt	16	3776									16	3776
pr. garn	2	472									2	472
Middel- vekt		236										236

Vedlegg 21. Garnfangster fra Djupsjøen, St. 3 20.-21. juni 1995

Maske- vidde mm	Sik		Ørret		Røye		Harr		Lake		Totalt	
	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt g	Antall	Vekt
21			1	94							1	94
26	1	211									1	211
29												
35	3	895									3	895
40	9	2777									9	2777
45	4	1180									4	1180
52												
Totalt	17	5063	1	94							18	5157
pr. garn	2.1	633	0.1	12							2.3	645
Middel- vekt		298		94								287

Vedlegg 22. Elektrofiske i Hittervassdraget, 20. juni 1995

Antall fisk pr. 10 min.

Stasjoner i Hitterelva

1: Ovenfor Djupsjøen, 2: Utløp Djupsjøen

3: Nedenfor Stikkilen, 4: Røros

Lokalitet	Ørret	Ørekyte
St. 1	4	2
St. 2		11
St. 3	2	5
St. 4		13

Vedlegg 23. Analyseresultater. Utløp Djupsjøen.

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co ng/l	Cr µg/l	V µg/l	As µg/l	Hg ng/l	Farg-U	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	TOC mg/l
15.09.94	7.47	6.16				23.3	107	0.18	0.9	10.5	3.0	0.1	0.7	0.2	<0.1		19.2	180	4	2.9
05.10.94	7.64	6.92				24.3	106	0.17	0.7	11.1	1.9	0.1	<1	<0.2	0.3					
21.10.94	7.31	6.46				29.7	133	0.21	0.8	9.3	2.0	0.2	<1	<0.2	0.3					
02.11.94	7.20	6.33				28.7	137	0.27	1.0	12.5	2.9	0.3	<1	0.4	<0.1	<2				
16.11.94	7.21	6.28				29.9	139	0.25	0.8	8.2	2.9	0.2	<1	0.5	<0.1					
30.11.94	7.21	6.87	9.6	8.02	2.32	28.1	133	0.25	0.7	6.0	2.9	0.2	<1	0.4	<0.1					
17.12.94	7.11	7.01				29.2	139	0.22	0.6	4.8	3.0	0.2	<1	0.2	<0.1					
08.01.95	7.18	7.08				29.5	155	0.25	0.7	7.8	3.2	0.1	<1	<0.2	0.3					
08.02.95	7.28	6.89				29.0	137	0.23	0.7	5.0	3.2	<0.1	<1	<0.2	0.3					
22.02.95	7.32	7.13				30.2	141	0.23	0.7	4.3	3.4	<0.1	<1	<0.2	0.3					
08.03.95	7.28	6.95				28.7	134	0.22	0.7	3.4	3.2	<0.1	<1	<0.2	0.3					
22.03.95	7.32	6.87				25.4	127	0.22	0.6	6.0	2.8	0.1	<1	<0.2	0.2					
21.04.95	7.26	6.88				24.5	125	0.24	0.9	4.6	3.0	0.2	<1	<0.2	0.3					
08.05.95	7.34	6.66				24.0	125	0.18	0.5	17.7	3.2	0.2	<1	<0.2	0.5					
22.05.95	7.05	6.55				44.5	141	0.21	1.1	44.8	4.3	0.7	<1	1.2	0.5					
27.05.95	7.02	5.34				44.6	127	0.23	0.6	36.0	4.3	0.5	<1	0.3	<0.1					
26.06.95	7.20	5.07				31.3	114	0.20	0.5	17.1	3.6	0.3	<1	<0.2	0.6					
11.07.95	7.33	5.15				31.0	114	0.19	0.5	16.1	3.6	0.3	<1	<0.2	0.5	2				
25.07.95	7.37	5.39				27.9	106	0.20	0.5	12.1	3.4	0.2	<1	<0.2	<0.1					
09.08.95	7.34	5.35				24.5	92	0.16	0.5	10.6	3.1	0.1	<1	<0.2	<0.1					
23.08.95	7.36	5.40				24.4	94	0.17	0.4	9.5	3.1	0.1	<1	<0.2	<0.1					
07.09.95	7.23	5.49				24.0	101	0.21	0.7	11.4	3.1	0.1	<1	<0.2	<0.1					
21.09.95	7.31	5.43				24.3	104	0.20	0.8	9.9	3.1	<0.1	<1	<0.2	<0.1					
Gj.snitt	7.28	6.25				28.7	123	0.21	0.7	12.1	3.1	0.2	<1	0.2	0.2					
Maks.verdi	7.64	7.13				44.6	155	0.27	1.1	44.8	4.3	0.7	<1	1.2	0.6					
Min.verdi	7.02	5.07				23.3	92	0.16	0.4	3.4	1.9	<0.1	0.7	<0.2	<0.1					
Std.avvik	0.13	0.73				5.6	17	0.03	0.2	9.9	0.5	0.2		0.2	0.2					
Halve deteksjonsgrensene er benyttet til beregning av middelverdi																				

Vedlegg 24 Dyreplankton i Store Hittersjøen og Djupsjøen 21. juni 1995. Gitt som antall individer i ca 10m håvtrekk for krepsdyrene. For hjuldyrene er individtettheten subjektivt vurdert: + = få individer, ++ = vanlig, +++ = rikelig/dominerende.

Arter		Store Hittersjøen	Djupsjøen
Hjuldyr (Rotifera):			
Kellicottia longispina		+	+
Asplanchna priodonta		++	
Synchaeta spp.		++	
Filinia spp.		+	
Conochilus spp.		+	
Krepsdyr (Crustacea):			
Hoppekreps (Copepoda):			
Arctodiaptomus laticeps	hann	7	
	hunn	7	+
Diaptomidae	cop.	20	22
	naup.	500	8778
Cyclops scutifer	hann	147	511
	hunn	60	144
Cyclopoida	cop.	1933	3622
	naup.	400	1000
Copepoda totalt		3074	14077
Vannlopper (Cladocera):			
Leptodora kindtii		+	
Holopedium gibberum		180	
Daphnia galeata		93	
Daphnia sp.		7	
Ceriodaphnia sp.		7	
Bosmina longispina		387	1200
Polyphemus pediculus		+	
Bythotrephes longimanus			+
Cladocera totalt		674	1200
Crustacea totalt		3748	15277

Store Hittersjøen