

432

OPPDRA GSMELDING

Samarbeidet Norge-Russland Ferskvannsbiologiske undersøkelser i grensevasdrag 1995

Terje Nøst
Ann Kristin Lien Schartau
Hans Mack Berger



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Samarbeidet Norge-Russland
Ferskvannsbiologiske undersøkelser
i grensevasdrag 1995

Terje Nøst
Ann Kristin Lien Schartau
Hans Mack Berger

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport**NIKU Fagrapport**

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding**NIKU Oppdragsmelding**

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befæringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "almenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennesenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Nøst, T., Schartau, A.K.L. og Berger, H.M. 1996. Samarbeidet Norge - Russland. Ferskvannsbioologiske undersøkelser i grensevassdrag 1995. - NINA oppdragsmelding 432: 1-21.

Trondheim, august 1996

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0726-5

Forvaltningsområde: Forurensing

Management area: Pollution

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

NINA•NIKU

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon: Tor G. Heggberget

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout: Hilde Meland

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 100

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7005 Trondheim

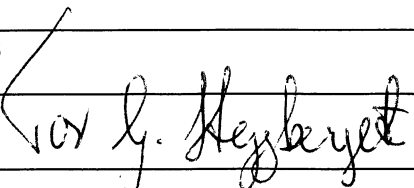
Tel: 73 58 05 00

Fax: 73 91 54 33

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13526

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Nøst, T., Schartau, A.K.L. og Berger, H.M. 1996. Samarbeidet Norge - Russland. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i grensevassdrag 1995. - NINA oppdragsmelding 432: 1-21.

I perioden 31.8. - 4.9. 1995 ble det gjennomført ferskvannsbiologiske undersøkelser i utvalgte innsjøer i grenseområdet Norge-Russland. Dette er en videreføring av tidligere undersøkelser i perioden 1990-1993. I undersøkelsesperioden 1990-1995 registreres en tildels betydelig variasjon i både vannkjemiske og biologiske parametere fra år til år, spesielt i områdene nær utslippsskildene. Dette viser at både de abiotiske og biotiske faktorer er svært labile. De klare forurensningeffektene synes imidlertid å være relativt stabile. Det anbefales at det årlig gjennomføres et ferskvannsbiologiske overvåkingsprogram i utvalgte lokaliteter i grenseområdene. Kunnskapen samlet inn over år vil være avgjørende for en evaluering av de økologiske effektene av et framtidig rensetiltak i industrien.

De største skadevirkningene på faunaen er funnet i russiske områder rundt Nikel. Forhøyede verdier av tungmetaller har medført bioakkumulering av tungmetaller hos fisk i flere lokaliteter samt at fiske-sykdommer og fiskedød er registrert. Lavt antall av invertebrater (krepser og insektlarver) er også påvist i disse områdene. Indikasjoner på forurensningskader på ferskvannsfauunaen er funnet i de høyestliggende vannene i Jarfjordområdet.

Skadevirkningene avtar med avstand fra kildene i Nikel og Zapolyarny, men samtidig blir årsaks-sammenhengene mer komplekse. Faktorer som bidrar til dette er: 1) ulik deponering og sammensetning av forurensningskomponenter innenfor begrensede områder (avgjørende kan være vind og nedbørsforhold), 2) kompleks geologi og 3) ulik sammensetning av fiskesamfunn etc. som vil føre til forskjellige biotiske relasjoner i lokaliteter innenfor et begrenset område.

Emneord: Ferskvannsbiologi - overvåking - forurensning

Terje Nøst, Ann Kristin Lien Schartau og Hans Mack Berger. Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, N - 7005 Trondheim.

Abstract

Nøst, T., Schartau, A.K.L. og Berger, H.M. 1996. Scientific cooperation between Norway and Russia. Freshwater biological investigations in the border area 1995. - NINA Oppdragsmelding 432: 1-21.

Limnological investigations in selected lakes were performed in the border area between Norway and Russia during the period 31 August - 4 September 1995. The results were in accordance with earlier base line studies (Langeland 1993), showing adverse effects of heavy metal pollution near the industrial centres Nikel and Zapolyarny. Indications of impacts of acidification were only found in the Jarfjord region in Norway. There exists significant year -to-year variations in the waterchemical and biological parameters, but the results showed no significant changes in the limnological state of the lakes during the years 1990-1995. Impacts of pollution on freshwater communities decrease with the distance from the sources. However, the causes and consequences seems difficult to follow due to 1) different load and composition of pollutants within small areas, 2) geological complexity and 3) the biotic relationships which may differ between lakes.

We recommend a yearly monitoring program on freshwater communities in selected lakes in the border area. This knowledge is necessary for evaluating the biological benefits of the purification process of the factories on freshwater communities.

Key words: Freshwater biology - surveying - pollution

Terje Nøst, Ann Kristin Lien Schartau og Hans Mack Berger. Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway.

Forord

I 1988 inngikk Norge og Russland (daværende Sovjetunionen) en overenkomst om et langsiktig samarbeid på miljøvernområdet. I tråd med denne overenkomsten ble det i perioden 1990-1992 gjennomført basisundersøkelser av den ferskvannsbiologiske tilstanden i grensevassdrag mellom Norge og Russland (Nøst et al. 1991, Langeland 1993). Hovedsakelig har dette vært et samarbeid mellom NINA og INEP (Institute of the north industrial ecology problems, Kola Science centre, Apatity). Med bakgrunn i disse undersøkelsene ble det utarbeidet et felles norsk-russisk overvåkingsprogram i utvalgte lokaliteter for perioden 1993-1996. Målsettingen var å overvåke den ferskvannsbiologiske tilstanden og vurdere utviklingen av forurensningssituasjonen i grenseområdene. En evaluering av resultatene fra perioden 1990-1996 sammenholdt med iverksettelse av eventuelle rensetiltak av Pechenga-Nikkel fabrikkene vil danne grunnlag for en videreføring av de ferskvannsbiologiske undersøkelser i grensevassdragene.

Resultatene fra overvåkingsundersøkelsene i 1993 er presentert i Langeland et al. (1994). Det ble ikke gjennomført undersøkelser i 1994. Denne rapport presenterer resultater fra undersøkelsene i 1995. Fra russisk side er det utarbeidet en framdriftsrapport for undersøkelsene i 1995 (Lukin et al. 1995). Følgene russiske forskerne deltok i feltarbeidet i 1995; Anatolij Lukin, Nikolai Kashulin og Andrey Sharov. Fytoplankton er analysert av Øivind Løvstad, Limnoconsult. Arnfinn Langeland har vært prosjektleder ved NINA i perioden 1990-1995. Fra 1996 vil Ann Kristin Lien Schartau fungere som prosjektleder. Undersøkelsene er finansiert av Direktoratet for Naturforvaltning/ Miljøverndepartementet.

Innhold

Referat.....	3
Abstract.....	3
Forord.....	4
Innhold.....	4
1 Innledning.....	5
2 Områdebeskrivelse.....	5
3 Materiale og metoder.....	7
4 Resultater og diskusjon.....	7
4.1 Vannkjemi.....	7
4.2 Fytoplankton.....	8
4.3 Zooplankton.....	8
4.4 Fisk.....	11
5 Konklusjon.....	16
6 Litteratur.....	16
Vedlegg 1/Appendix 1.....	17
Vedlegg 2/Appendix 2.....	17
Vedlegg 3/Appendix 3.....	18
Vedlegg 4/Appendix 4.....	19
Vedlegg 5/Appendix 5.....	19
Vedlegg 6/Appendix 6.....	20
Vedlegg 7/Appendix 7.....	21

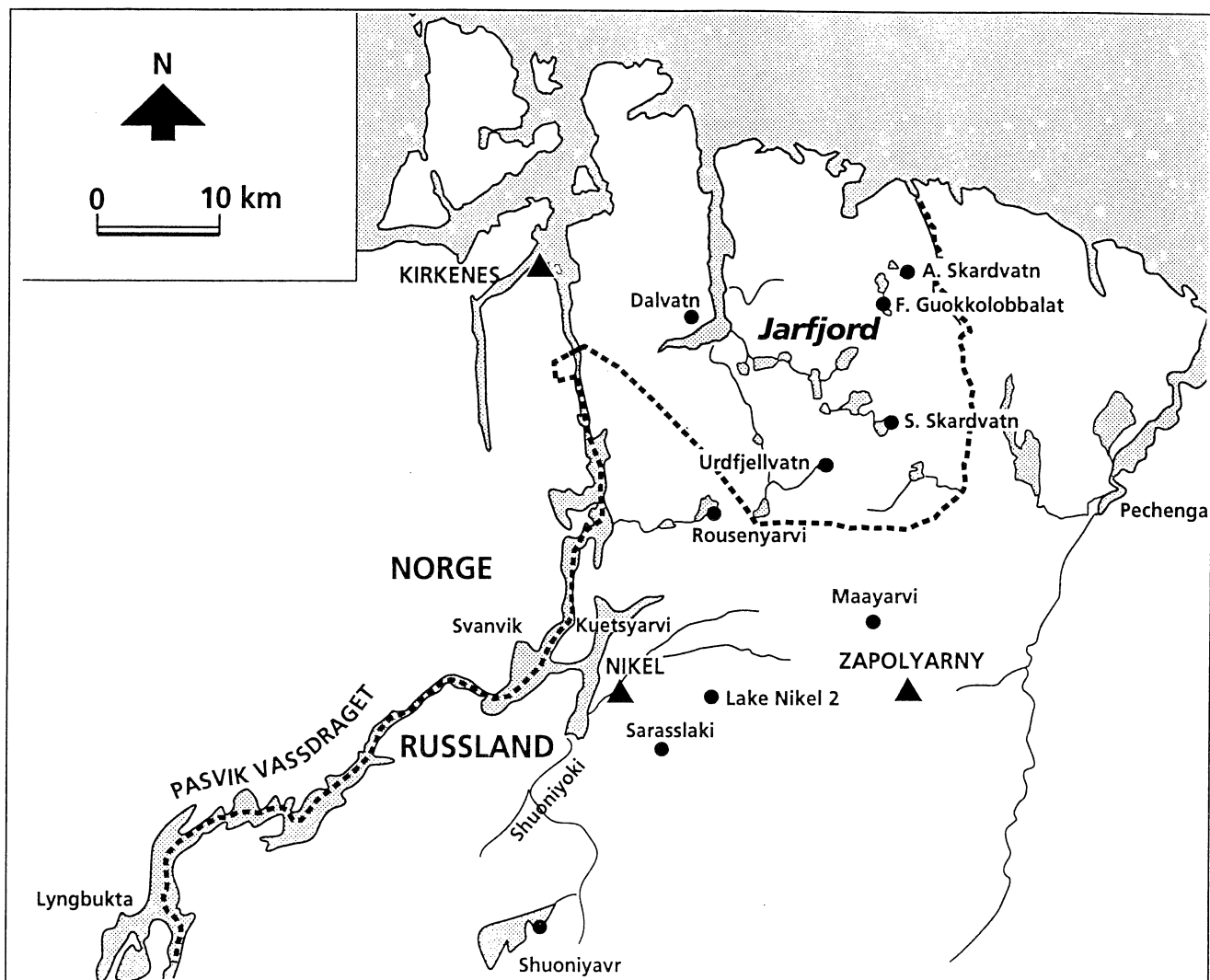
1 Innledning

Den økende industrielle aktiviteten på Kola-halvøya de siste 20-30 årene med utvinning og videreforedling av mineraler har ført til store miljøbelastninger. To store punktutslipp ligger nær norskegrensen i byene Nikel og Zapolyarny. Miljøbelastningen er i første rekke knyttet til utslipp av svoveldioksyd (SO₂) og tungmetallene nikkel og kopper. Utslipp av avfallsstoffer fra fabrikkene foregår ved tilførsler til luft og/eller til vann. Tungmetallene avsettes mest nær kildene, mens gassene transporteres over lengre avstander og faller ned som sur nedbør. Målinger av utslipp av SO₂ fra fabrikkene er blitt foretatt siden 1973. De høyeste konsentrasjoner av SO₂ ble registrert i perioden 1974-1988 (300 000 - 400 000 tonn pr.år) (Løbersli & Venn 1994). Etter 1988 har det vært en gradvis reduksjon i utslippene av SO₂ (200 000 - 300 000 tonn pr. år).

I de senere år er det dokumentert tildels betydelige negative miljøeffekter både på det terrestriske (Løbersli & Venn 1994) og akvatiske miljø (Nøst et al. 1991, Langeland 1993, Langeland et al. 1994) som kan relateres til denne forurensningsbelastningen. De største skadevirkningene på vegetasjon og ferskvannsf fauna er funnet i nærområdene til punktutslippene.

2 Områdebeskrivelse

På norsk side ble det i 1995 gjennomført undersøkelser i Store Skardvatn, Dalvatn og Første Guokkolobbalat. Lokalteter på russisk side var Maayarvi, Rousenyarvi, Shouniyavr samt to mindre sjøer nær Nikel (LN1 og LN2) (**figur 1, tabell 1**). Alle lokaliteter er tidligere undersøkt og beskrevet (Langeland 1993). Symbol for de undersøkte lokaliteter er beskrevet i **tabell 1**.



Figur 1. Kart som viser overvåkingslokalitetene i grenseområdet. - Map of study area with the investigated lakes.

Tabell 1. Lokaliteter som er inkludert i overvåkingen 1995. Koordinater, areal og høyde over havet er angitt. - Site description of monitoring localities in 1995

Lokalitet	Sone	UTM-OV	UTM-NS	Areal (ha)	H.o.h. m	
Lake Nickel 1	LN1	36W UC	393000	7703500	10	50
Lake Nickel 2	LN2	36W UC	398400	7704100	20	100
Shuoniyavr	Sh	36W UB	384900	7686100	850	190
Rousenyarvi	Ro	36W UC	398500	7717500	200	99
Maayarvi	Ma	36W VC	409500	7708200	25	180
Store Skardvatn	SS	36W VC	412800	7725200	80	238
Første Guokkolobbalat	FG	36W VC	414250	7734250	20	186
Dalvatn	Da	36W UC	398100	7734300	35	132

3 Materiale og metoder

Feltundersøkelsene ble foretatt i perioden 31. august - 4. september 1995. I alle lokaliteter ble det innsamlet prøver for analyse av vannkjemi og zooplankton, mens prøveomfanget for fytoplankton er begrenset til fem av de åtte lokalitetene (**vedlegg 1**). Prøvefiske ble utført i samtlige lokaliteter bortsett fra de to fiske-tomme sjøene nær Nikel (LN1 og LN2). I Rousenyarvi ble det dessuten prøvefisket bare over et redusert tidsintervall (ca. 6 timer på dagtid) på grunn av militære restriksjoner.

Vannprøver og fytoplanktonprøver ble innsamlet med standard vannhenter. De vannkjemiske analysene ble utført ved NINAs analyse laboratorium. Analysemetoder er beskrevet i Langeland (1993). Zooplanktonprøver ble samlet inn med en rørhenter (volum: 5 liter) og vannet ble silt gjennom planktonduk med maskevidde 45 µm. I tillegg ble det tatt et vertikalt håvtrekk fra hver lokalitet. Populasjonsstudier av fisk er gjennomført ved prøvefiske med to typer bunngarnserier (i) SNSF-serien som består av 8 garn; 1,5 m dype og 27 m lange med maskevidder fra 10-45 mm (Rosseland et al. 1979) og (ii) Nordisk oversiktsserie der hvert garn er 1,5 m dypt og 30 m langt og består av 12 ulike maskevidder fra 5-55 mm (Nyberg & Degerman 1988, Appelberg et al. 1995). Garna ble satt enkeltvis ut fra land på tradisjonelt vis. I denne rapporten er bare materialet fra SNSF-serien presentert. Øvrige prøvefiskedata vil bli presentert gjennom det nasjonale Sur-Nedbør programmet. I tillegg til prøvefiske ble det foretatt elektrofiske i inn/utløpsbekker og i strandsonen for å supplere registreringen av ungfisk. Fisken ble analysert m.h.t lengde, vekt, kjønn, stadium i gonadeutvikling, kjøttfarge, fettinnhold og grad av magefylling. Skjellprøver og otolitter ble tatt av hver fisk for alders- og vekststudier, med unntak for abbor og gjedde der tilsvarende studier ble basert på h.h.v. otolitter og gjellelokk (operculum) og clætrum. Mageinnhold ble bestemt etter Hynes (1950)

Det ble innsamlet materiale av lever og nyre for tungmetallanalyser fra inntil syv fisk av hver art fra hver lokalitet. Prøvene ble puttet i plastbeger og holdt tørt og kjølig frem til frysetørring. Tungmetallinnhold ble målt ved NINAs laboratorium i Trondheim etter standard metoder ved bruk av atomabsorpsjon spektrofotometer med grafittovn eller flamme (Langeland 1993).

4 Resultater og diskusjon

4.1 Vannkjemi

Alle vannkjemiske data fra overvåkingen i 1995 er ført opp i **vedlegg 2**. I perioden 1990-1995 er det innhentet vannkjemiske data fra en rekke lokaliteter både på norsk og russisk side (jfr. Langeland 1993, Langeland et al. 1995). Resultatene i denne perioden viser betydelige variasjoner i en rekke kjemiske parametre både gjennom sesongen og fra år til år. På den bakgrunn er det vanskelig å trekke konklusjoner mht. utviklingen i vannkvaliteten. Imidlertid viser resultatene det samme mønster for sentrale parametre fra år til år i undersøkelsesområdet. Generelt er de russiske lokalitetene karakterisert ved høyt Ca-innhold, høy alkalitet og pH, samt forhøyede verdier av spormetaller. Resultatene fra de russiske lokalitetene i 1995 var: Ca-innhold (2,15-35,89 mg/l), alkalitet (81-341 µekv/l) og pH (6,64-7,07). De laveste verdiene ble registrert i Shuoniyavr (Sh). Spesielt de sterkt forurensede lokalitetene Lake Nikel 1 (LN1) og Lake Nikel 2 (LN2) viste svært høye verdier av kalsium sammen med forhøyede konsentrasjoner av andre ioner som magnesium, natrium, silisium og enkelte spormetaller. For LN1 er det en tendens mot økende pH, gjennom undersøkelsesperioden, med tilsvarende endring i alkalitet og Ca mens disse verdiene viser store år-til-år variasjoner for LN2. For de øvrige lokalitetene på russisk side lå også pH i overkant av tidligere målinger uten at dette var i samsvar med tilsvarende variasjoner i alkalitet og Ca. Lokalitetene i Jarfjordområdet er karakterisert ved relativt lave ionekonsentrasjoner. Ca-innholdet ble målt til 1,19-1,65 mg/l i 1995 med tilsvarende verdier for alkalitet (12-62 µekv/l) og pH (5,85-6,52). Lavest alkalitet og pH ble, som tidligere år målt i Dalvatn (Da). For de norske lokalitetene er det kun små endringer i Ca og alkalitet mens pH ligger i overkant av tidligere målinger. Konsentrasjonene av aluminium var lave med høyest målte verdi (totalt syrereaktivt aluminium/TR-Al: 46 µg/l) i Dalvatn. For labilt aluminium (UM-Al) var konsentrasjonene mindre enn 10 µg Al/l for samtlige lokaliteter.

De høyeste konsentrasjonene av spormetaller ble målt i Maayarvi (Cu, Ni), LN1 (Cu, Mn, Ni, As), LN2 (Cu, Mn, Zn, Ni) og Store Skardvatn (Cu, Zn). Konsentrasjonen av mangan (Mn) ligger under deteksjonsgrensen for alle lokaliteter med unntak av LN1 og LN2. For disse lokalitetene lå imidlertid verdien for 1995 innenfor tidligere måleområde. Også for kobber (Cu) var konsentrasjonene i 1995 i samsvar med tidligere målinger. For sink (Zn) ble det kun målt verdier over deteksjonsgrensen i lokalitetene LN2 og Store Skardvatn (SS), også her var verdiene innenfor tidligere måleområde. Konsentrasjonene av nikkel (Ni) var svært høye i LN1 (287 µg/l) og LN2 (313 µg/l).

Med unntak av en lav måling i juli 1992 var konsentrasjonen av Ni i LN2 likevel lavere enn tidligere målinger. Konsentrasjonen av arsen (As) var under deteksjonsgrensen ($<0,5 \mu\text{g/l}$) for alle lokaliteter med unntak av LN1 ($2,15 \mu\text{g/l}$) mens konsentrasjonene av krom (Cr) var under deteksjonsgrensen ($<0,3 \mu\text{g/l}$) for samtlige lokaliteter. Tilsvarende høye verdier av As er målt på LN1 tidligere.

Da det, for enkelte lokaliteter, er til dels store vannkjemiske variasjoner innen et år synes en enkelt vannprøve årlig ikke å være egnet for å si noe om forurensningsutviklingen i grenseområdet Norge-Russland med mindre prøven tas på faste tidspunkt.

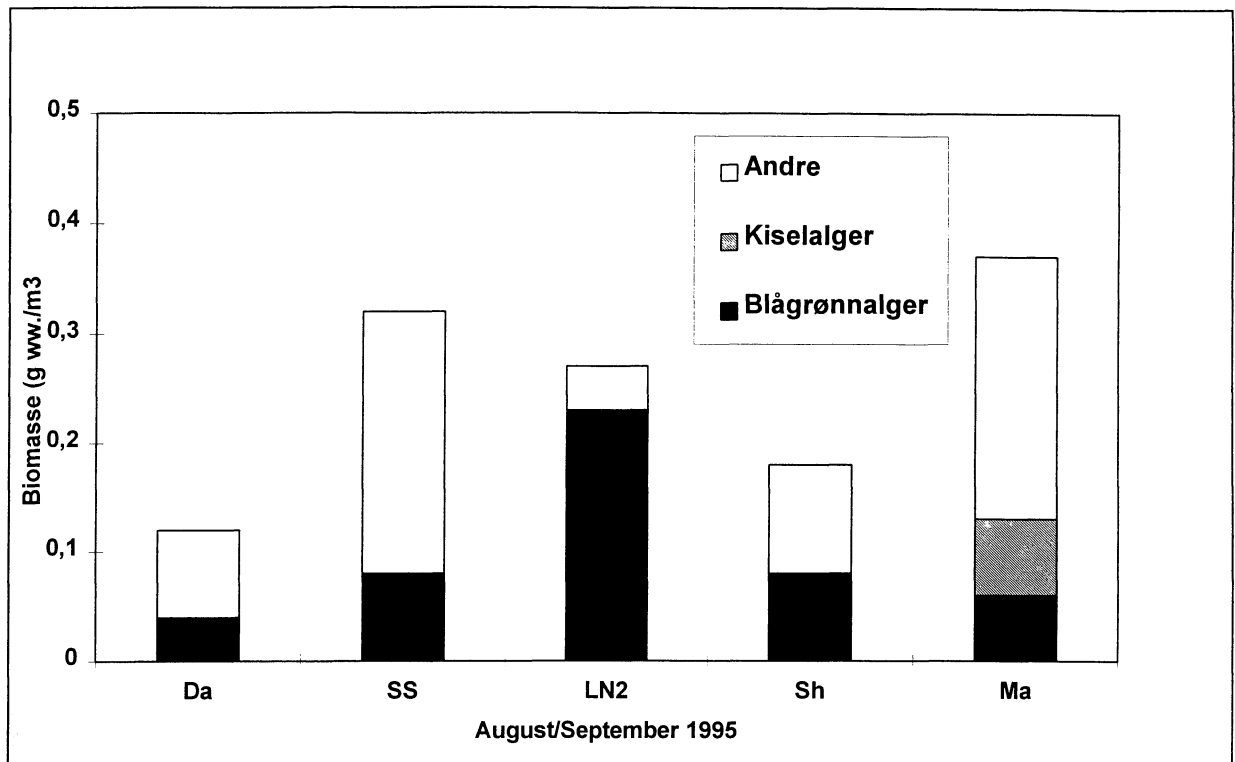
4.2 Fytoplankton

Total biomasse (g våtvekt/ m^3) og sammensetning av fytoplanktonet de fem undersøkte innsjøene i 1995 er vist i **figur 2** mens en fullstendig oversikt over arts-sammensetning er gitt i **vedlegg 3**. Fytoplanktonbiomassen var lav og varierte mellom $0,12 \text{ g ww/m}^3$ (Da) og $0,37 \text{ g ww/m}^3$ (Ma). Med få unntak var blågrønnalgene viktigste algegruppe ved siden av gruppen «andre arter» som besto av μ -alger, uidentifiserte, coccale alger og større flagellater. Blant blågrønnalgene dominerte *Synechococcus* sp. og *Aphanothece clathrata*. En uidentifisert, coccal blågrønnalge utgjorde det vesentligste av fytoplanktonbiomassen i LN2. Det ble ikke registrert dinoflagellater eller grønnalger i noen av lokalitetene. Kiselalger ble kun registrert i mindre mengder i Maayarvi. Resultatene var sammenlignbare og skilte seg i liten grad fra tidligere fytoplankton registreringer, verken mht. biomasse eller sammensetning. Bortsett fra LN2, hvor det finnes data fra 1991, 1992 og 1995, var datagrunnlaget imidlertid begrenset til en prøve fra hvert av årene 1993 og 1995. For LN2 utgjorde blågrønnalgene en vesentlig større andel av den totale biomassen enn tidligere beregninger (**figur 3**).

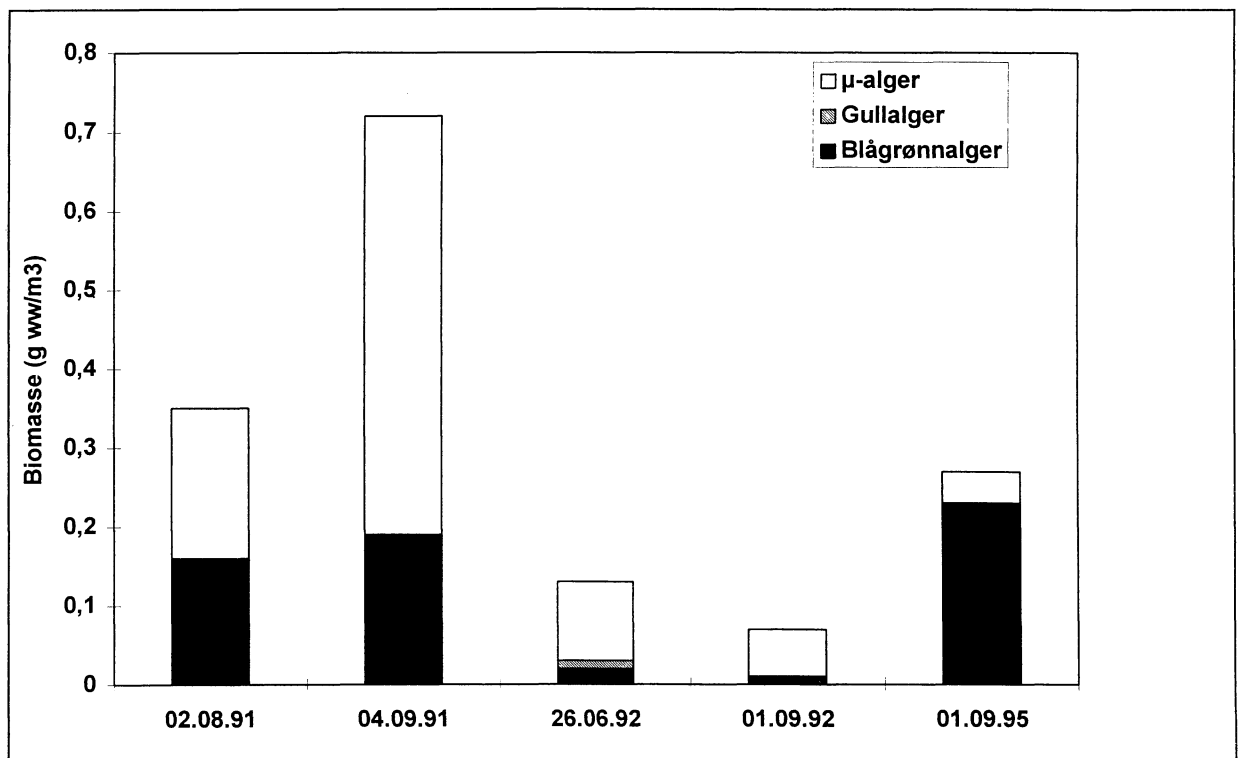
Sammensetningen av fytoplankton både i LN1 og LN2 tyder på en direkte gifteffekt av tungmetaller. Biomassen av fytoplankton i LN2 er svært lav sammenliknet med LN1 (Langeland et al. 1994). Konsentrasjonen av næringssalter (nitrogen og fosfor) er størst i LN1. Imidlertid kan det ikke utelukkes at de høye konsentrasjonene av de fleste metaller samt sulfat, sammenliknet med LN1, er årsak til de lave fytoplankton biomassene i LN2.

4.3 Zooplankton

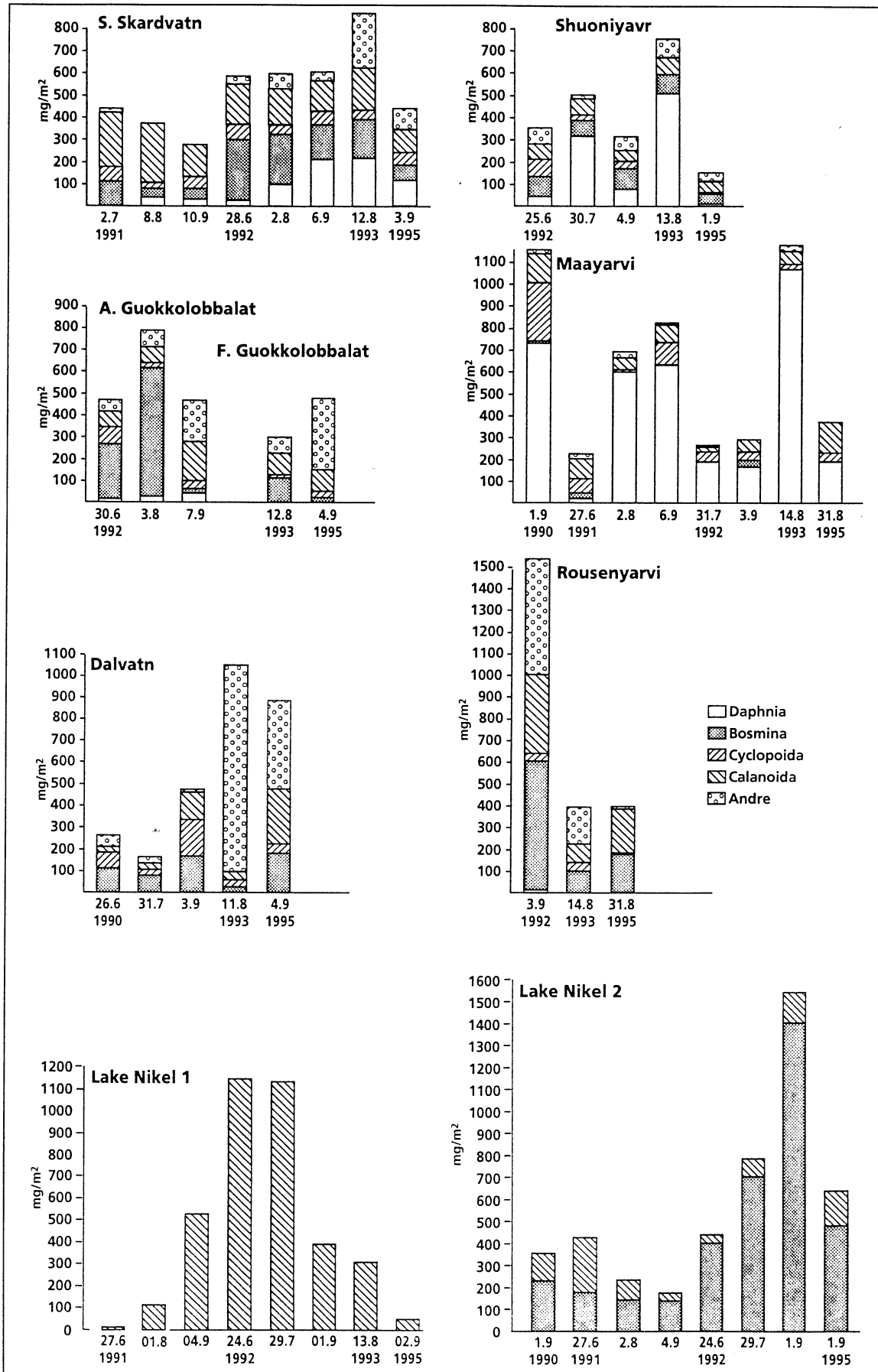
Det ble påvist tildels betydelig variasjon i artssammensetning og biomasse av zooplankton mellom de ulike lokaliteter i 1995, et forhold som også ble registrert ved tidligere undersøkelser (**vedlegg 4, figur 4**). Generelt kan flere faktorer ha betydning for variasjonene i artsutvalg og biomasse av zooplankton. Dette gjelder i første rekke abiotiske faktorer som temperatur, lys og næringsstoffer, biotiske interaksjoner (særlig i forhold til fiskesamfunn) og effekter av forurensning. Det er i første rekke i Lake Nikel 1 (LN1) og Lake Nikel 2 (LN2) at det er påvist klare effekter av forurensning. Artsutvalget i begge vatn var svært begrenset, med bare en art påvist i LN1 (*Eudiaptomus graciloides*) og to arter i LN2 (*E.graciloides* og *Bosmina longispina*). Biomasseverdiene i LN1 høsten 1995 (52 mg/m^2) var betydelig lavere enn ved tilsvarende tidspunkt tidligere år ($311 - 531 \text{ mg/m}^2$) (**figur 4**). De høyeste biomasseverdiene i LN1 er registrert under sommersituasjon ($1100-1200 \text{ mg/m}^2$) i 1992. De store variasjonene i biomassemålingene i denne innsjøen tyder på at miljøbetingelsene har avgjørende betydning for overlevelse og utviklingshastighet for de ulike livsstadier hos *E.graciloides*. I LN2 var det en klar dominans av *B.longispina* i 1995, noe som også var gjennomgående ved de tidligere undersøkelser. En betydelig variasjon i zooplanktonbiomassen ble også registrert i LN2. Biomassen i 1995 var 641 mg/m^2 , mens målinger på samme innsamlingstidspunkt i perioden 1990-1992 viste verdier fra $177 - 1546 \text{ mg/m}^2$. Av de øvrige lokaliteter er det i første rekke i Dalvatn at resultatene gir indikasjoner på forurensningseffekter. *Daphnia*, som er følsom ovenfor forurensning, manglet i alle prøver tatt i Dalvatn i perioden 1990-1995. Forøvrig bekrefter resultatene fra Dalvatn i 1995 at *Holopedium gibberum* i de senere år har fått økt betydning i denne innsjøen. *Daphnia* synes også å ha problemer med å etablere seg i Første Guokkolobbalat og Rousenyarvi. I sistnevnte indikerte resultatene fra 1992 og 1993 en reduksjon i *Daphnia*-populasjonen, og i 1995 ble ingen daphnider påvist. Den negative utviklingen for *Daphnia* i Rousenyarvi kan tolkes som et tegn på en forverring av miljøbetingelsene, men foreløpig er datagrunnlaget for usikkert til å bekrefte dette. I Maayarvi, Store Skardvatn og Shuoniyavr har *Daphnia* gjennomgående vært en sentral art, spesielt i Maayarvi. Imidlertid opptrer *Daphnia* med svært varierende styrke. I f.eks. Shuoniyavr ble det i 1995 registrert svært lave biomasse-målinger av *Daphnia* (9 mg/m^2) samtidig som den totale zooplankton-biomassen også var lav (147 mg/m^2). De store variasjonene i biomasse-målingene tyder på at både de biotiske og abiotiske faktorer er labile.



Figur 2. Biomasse (g våtvekt/m³) av fytoplankton fra grenseområdet Norge-Rusland, august/september 1995. - Biomass (mg wet weight/m³) of phytoplankton in lakes in the border area in August/September 1995.



Figur 3. Biomasse (g våtvekt/m³) av fytoplankton fra Lake Nikel 2 (LN2) i 1991-1995. - Biomass (mg wet weight/m³) of phytoplankton in Lake Nikel 2 (LN2) in 1991-1995.



Figur 4. Biomasse (mg tørrvekt/ m²) av zooplankton i lokaliteter i grenseområdene 1990 -1995. Første og Andre Guokkolobbalat ligger i samme vassdragsstreng - Biomass (mg dry weight/ m²) of zooplankton in lakes in the border area in 1990-1995

4.4 Fisk

De utvalgte lokalitetene på norsk side består av rene populasjoner av aure og røye, mens det er påvist 7 fiskearter i overvåkingslokalitetene på russisk side; aure, røye, gjedde, ørekyte, trepigget stingsild, abbor og lake (**vedlegg 5**). Shuoniyavr og Maayarvi har flest arter.

Lengdefrekvensfordelingen (**figur 5**) og aldersfordelingen (**figur 7**) i perioden 1990 - 1995 viser noenlunde stabile og relativt like forhold for røye-populasjonene i Første Guokkoloballat, Dalvatn og Store Skardvatn, men i sistnevnte er bestanden noe tynnere og rekrutteringen synes å være dårligere. På russisk side har Shuoniyavr ifølge våre resultater en tynn stabil røye-populasjon. Tilstand og utvikling for røye-populasjonen i Rousenyarvi er vanskelig å tolke på grunn av at garna stod ute for kort tid, slik at fangstene sannsynligvis ikke er representative verken i 1993 eller 1995. Røye er ikke påvist i Maayarvi. Aurepopulasjonene i Dalvatn og Store Skardvatn er relativt tynne, mens aurepopulasjonen i Første Guokkoloballat er svært tynn. Rekrutteringen til Dalvatn er sviktende med få fisk under 3 år.

Aurepopulasjonene i Maayarvi, Ruosenyarvi og Shuoniyavr er også svært tynne. Elfiske i tilløpsbekken til Maayarvi viser imidlertid en viss rekruttering av aure med fangster av 10-15 ungfisk fra 1-3 års alder hvert år i perioden 1990-1995 (Nøst et al. 1991, Langeland 1993).

Fangsten av abbor og gjedde (**figur 6 og 8**) varierte betydelig fra ingen fangst i Shuoniyavr i 1991, 1992 og 1995 til henholdsvis 35 abbor og 10 gjedder i 1993. Fangstene varierte også sterkt i Maayarvi, men både abbor og gjedde ble fanget ved alle prøvefiskeomgangene. Ørekyte ble påvist i alle tre russiske lokaliteter, med størst antall i Maayarvi. Lake ble fanget bare i Maayarvi, men arten skal ifølge russiske lokale kilder også finnes i Shuoniyavr. Trepigget stingsild er bare funnet i Dalvatn. Materialet for ørekyte, lake, og trepigget stingsild er for lite til å beskrive populasjonene ytterligere.

Vekst for aure og røye er normal ut fra det en kan forvente for området, dvs. 4-5 cm pr. år inntil kjønnsmodning. Veksten var best i Dalvatn. Decalsifisering av otolitter ble observert hos flere individer av aure og røye i Store Skardvatn og i Rousenyarvi. Dette fenomenet kan tolkes som en respons på forsuringspåvirkning (Casselman & Gunn 1992).

Analyser av fødevalget for aure viste at ulike terrestriske insekter og vannlevende insektlarver (vårfluer) var dominerende næringsgrupper. Tilsvarende fødevalg hadde også røye fra Store Skardvatn og Rousenyarvi, mens innslaget av andre næringsgrupper, zooplankton (Dalvatn og Første Guokkoloballat) og muslinger/snegl (Shuoniyavr) var

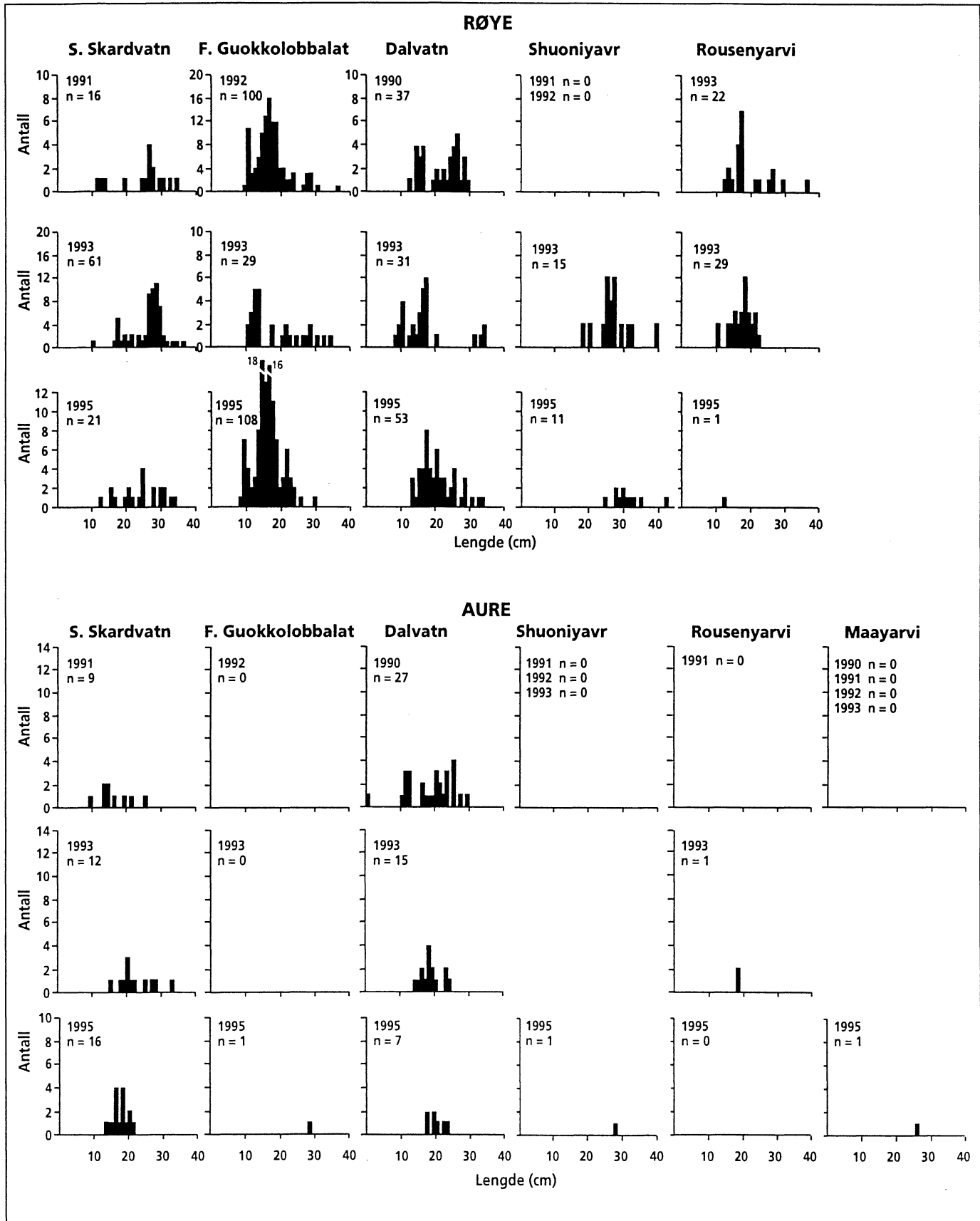
framtrødende i de øvrige lokaliteter. Vannloppen *Holopedium gibberum* var eneste zooplanktonart i dietten. Dette bekrefter at andre faktorer enn nedbeiting fra fisk er årsak til de lave forekomster av *Daphnia*. Enkelte røyer i Dalvatn var dessuten fiskepisere (trepigget stingsild).

Tungmetaller i fiskeorganer

På bakgrunn av tidligere undersøkelser i grenseområdet mellom Norge og Russland ble kun lever og nyre fra aure og røye analysert på utvalgte metaller i 1995.

Nivåer av metallakkumulering varierte mellom organer, arter og innsjøer (**Vedlegg 7**). De høyeste verdiene av kobber (Cu) ble målt i lever, mens kadmium (Cd) og nikkel (Ni) viste høyeste konsentrasjoner i nyrer. Det var kun små forskjeller mellom lever og nyrer mht. konsentrasjonen av sink (Zn). Generelt var det stor variasjon mellom lokaliteter mht. hvilke metaller, fiskeart og organ som viste høyeste konsentrasjoner. Det var likevel mulig å registrere enkelte trender. Høye konsentrasjoner av Cd ble først og fremst funnet hos røye, vesentlig i de norske lokalitetene på Jardfjor-fjellet. Nyrer av røye fra Shouoniyavr hadde også høyt innhold av Cd, mens konsentrasjonen i aure fra Maayarvi var vesentlig lavere. I motsetning til Cd ble de høyeste konsentrasjonene av Ni målt i aure, spesielt fra Maayarvi og Store Skardvatn, men også i Dalvatn ble det registrert enkelte individer med høye Ni-konsentrasjoner. Konsentrasjonene av Zn var høyest i røye-lever fra Shouoniyavr og i aure-nyrer fra Store Skardvatn. Nivået av Cu viste stor variasjon innen og mellom lokaliteter. Med unntak av Maayarvi ble det funnet enkelte ekstremverdier av Cu i alle de øvrige lokalitetene.

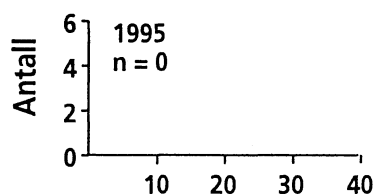
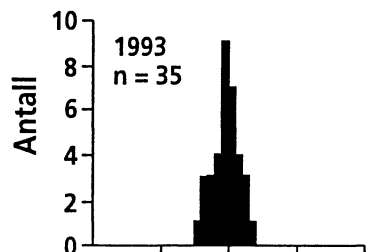
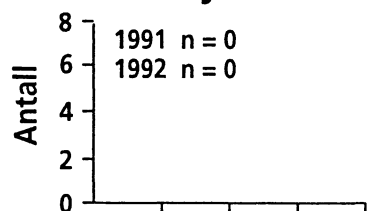
Ved sammenligning med resultater fra Øst-Kola i 1993 (Langeland et al. 1994) viste alle lokalitetene i grenseområdet forhøyede verdier mht. de fleste analyserte metallene. Sammenlignet med resultater fra Første Guokkoloballat og Maayarvi i 1992 var det en generell nedgang i gjennomsnittskonsentrasjonene av samtlige metaller i enten lever eller nyre, eventuelt i begge organer. Spesielt i aure-lever fra Maayarvi var gjennomsnittskonsentrasjonene lave sammenlignet med 1992. Tilsvarende endring ble imidlertid ikke funnet mht. konsentrasjonene i nyre. De målte forskjellene kan være et resultat av et lite analysemateriale (få individer) både i 1992 og i 1995 sammen med store individuelle forskjeller mellom enkelt-individer mht. metall-akkumulering. Det er derfor vanskelig å trekke noen konklusjon om redusert metall-akkumulering i fiskeorganer i de undersøkte områdene. En mer omfattende analyse av det totale materialet for tungmetallinnholdet i fiskeorganer, for perioden 1990-1996, vil bli presentert i senere forskningsrapport.



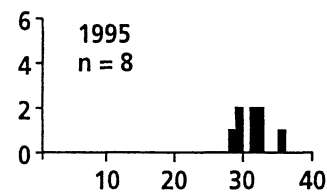
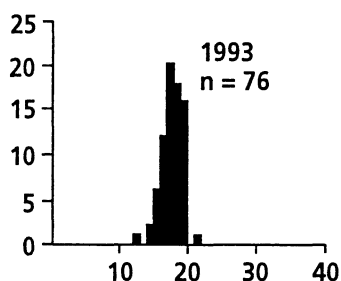
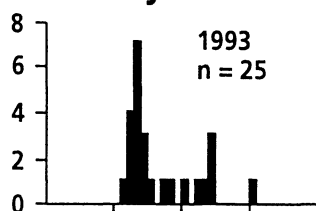
Figur 5. Lengdefordeling (%) av aure og røye i overvåkingslokalitetene i grenseområdene 1990-1995. N = total fangst. - Size distribution (%) of brown trout and Arctic char in lakes in the border area in 1990-1995. N = total catch.

ABBOR

Shuoniyavr

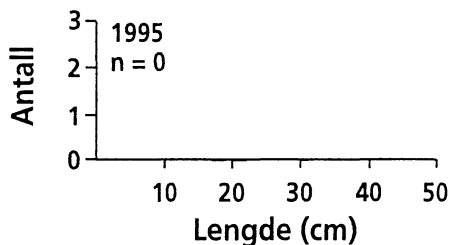
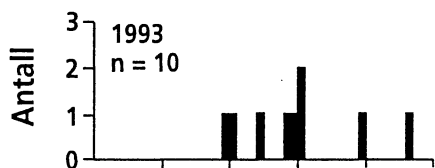
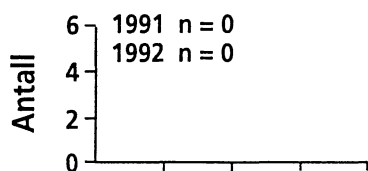


Maayarvi

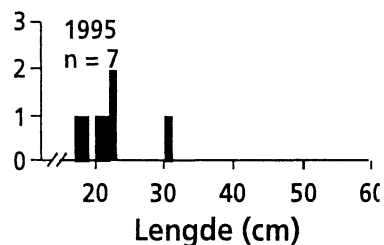
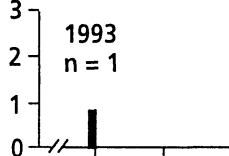
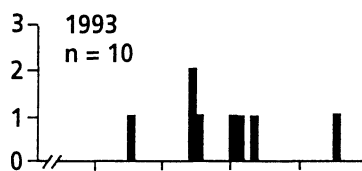


GJEDDE

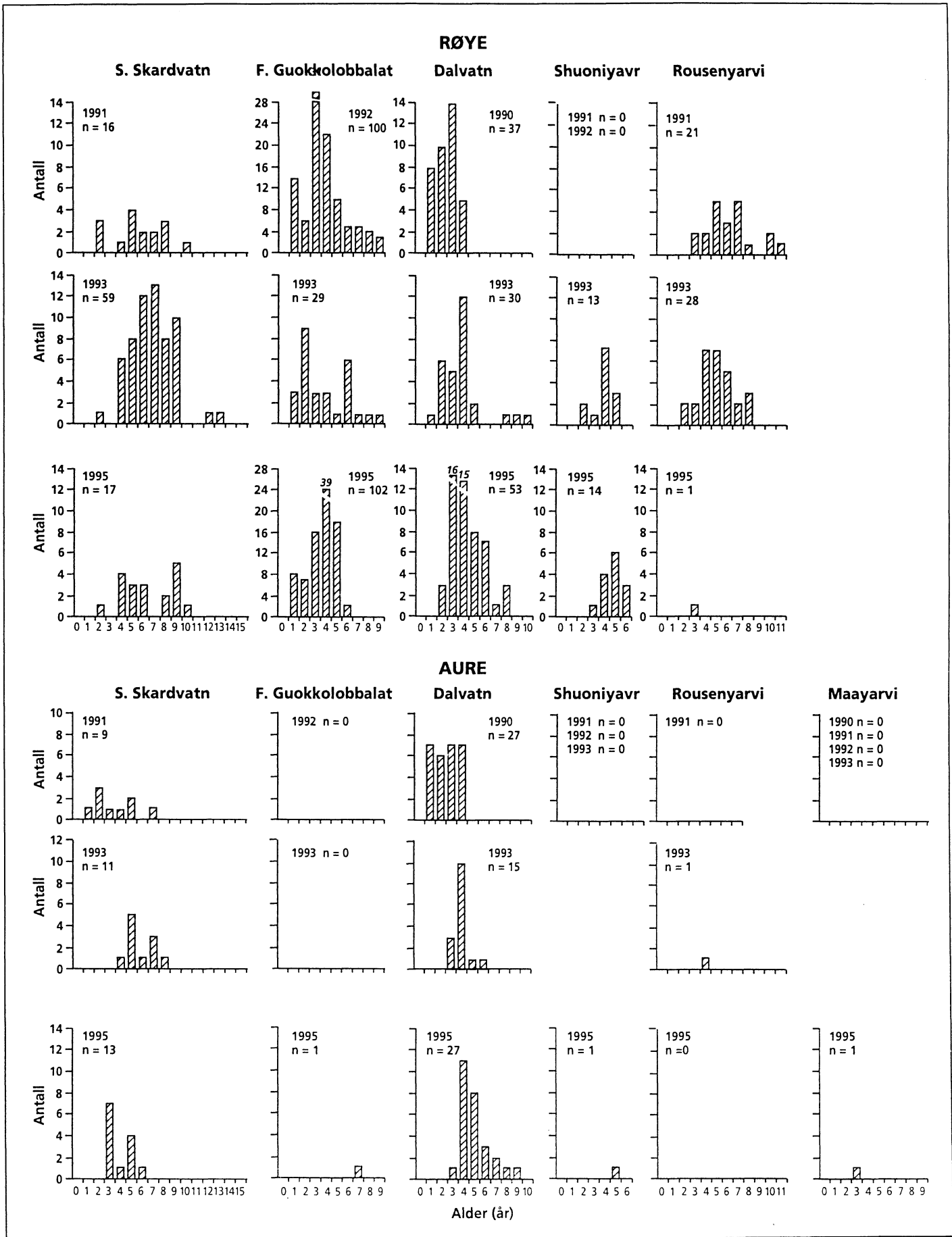
Shuoniyavr



Maayarvi



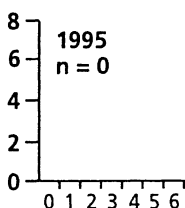
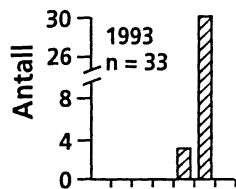
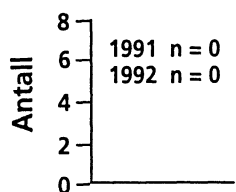
Figur 6. Lengdefordeling (%) av abbor og gjedde i Shuoniyavr og Maayarvi 1990-1995. N = total fangst. - Size distribution (%) of perch and pike in Shuoniyavr and Maayarvi 1990-1995. N = total catch.



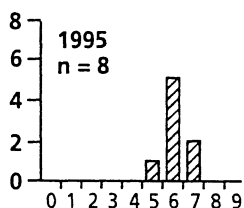
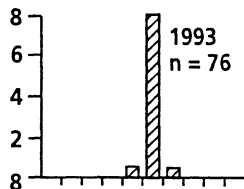
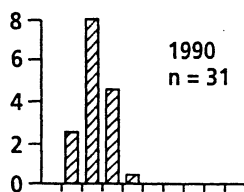
Figur 7. Aldersfordeling (%) av aure og røye i overvåkingslokalitetene i grenseområdene 1990-1995. N = total fangst. - Age distribution (%) of brown trout and Artic char in the border area in 1990-1995. N = total catch.

ABBOR

Shuoniyavr



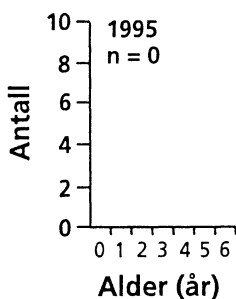
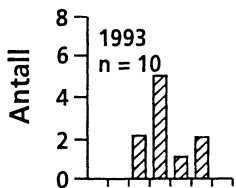
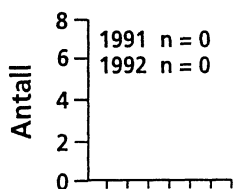
Maayarvi



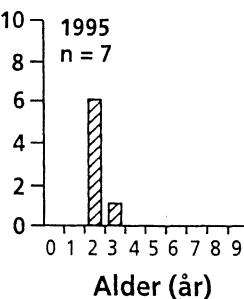
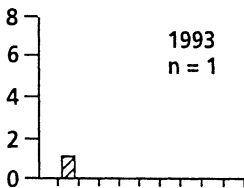
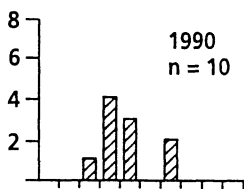
Figur 8. Aldersfordeling (%) av abbor og gjedde i Shuoniyavr og Maayarvi 1990-1995. N = total fangst. - Age distribution (%) of perch and pike in Shuoniyavr and Maayarvi 1990-1995. N = total catch.

GJEDDE

Shuoniyavr



Maayarvi



Alder (år)

Alder (år)

5 Konklusjon

I perioden 1990-1995 registreres en til dels betydelig variasjon i både vannkjemiske og biologiske parametre fra år til år, spesielt i områdene nær utslippsskildene. Dette viser at både de abiotiske og biotiske faktorer er svært labile. Resultatene gir ikke noe grunnlag for vurdering m.h.t. utviklingen av vannkemi og ferskvannsbiota i denne perioden. De klare forurensningeffektene synes å imidlertid å være relativt stabile. Det anbefales at det årlig gjennomføres et ferskvannsbiologiske overvåkingsprogram i utvalgte lokaliteter i grenseområdene. Kunnskapen samlet inn over år vil være avgjørende for en evaluering av de økologiske effektene av et framtidig rensetiltak i industrien.

De største skadevirkningene på faunaen er funnet i russiske områder rundt Nikel. Forhøyede verdier av tungmetaller har medført bioakkumulering av tungmetaller hos fisk i flere lokaliteter samt at fiske-sykdommer og fiskedød er registrert (cfr. Langeland 1993). Lavt antall av invertebrater (krepsdyr og insektlarver), er også påvist i disse områdene. Av undersøkte lokaliteter viser de to små innsjøene LN1 og LN2 nær Nikel de klart alvorligste forurensnings-effektene. Skadevirkningene avtar med avstand fra kildene i Nikel og Zapolyarny, men samtidig blir årsakssammenhengene mer komplekse. Faktorer som bidrar til dette er: 1) ulik deponering og sammen-setning av forurensningskomponenter innenfor begrensede områder (avgjørende kan være vind og nedbørsforhold), 2) kompleks geologi og 3) ulik sammensetning av fiskesamfunn etc. som vil føre til forskjellige biotiske relasjoner i lokaliteter innenfor et begrenset område.

Indikasjoner på forsureningsskader på ferskvanns-faunaen er funnet i de høyestliggende vannene i Jarfjordområdet. Svak rekruttering av aure spesielt i Første Gukkoloballat skyldes sannsynligvis redusert overlevelse som følge av forsurening av gytebekkene (Hesthagen et al. 1996 in prep). Decalsifisering av otolittene på fisk fra Store Skardvatn og Rousenyarvi tyder også på forsureningsproblemer i disse lokalitetene. Fravær eller variasjoner i forekomstene av den forsureningsfølsomme vannloppen *Daphnia* gir også indikasjoner om det samme.

6 Litteratur

- Appelberg, M., Berger, H. M., Hesthagen, T., Kleiven, E., Kurkilahti, M., Raitaniemi, J. & Rask, M. 1995. Development and intercalibration of methods in nordic freshwater fish monitoring. - Water, air and soil pollution 85: 401-406.
- Casselman, J. M. & Gunn, J. M. 1992. Dynamics in year-class strength, growth, and calcified-structure size of native lake trout (*Salvelinus namaycush*) exposed to moderate acidification and whole-lake neutralization. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49 (Suppl. 1): 102-113.
- Hynes, H.B.N. 1950. The food of freshwater sticlebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitus*), with a review of methods used in studies of food of fishes. - J. Anim. Ecol. 19: 36-58.
- Langeland, A. (ed.). 1993. Pollution impact on freshwater communities in the border region between Russia and Norway. II. Baseline study 1990-1992. - NINA Scientific report 44: 1-53.
- Langeland, A., Schartau, A. K. L., Berger, H. M. & Nøst, T. 1994. Samarbeidet Norge-Russland - ferskvannsbiologiske undersøkelser i grensevassdrag i 1993. - NINA Oppdragsmelding 259: 1-23.
- Lukin, A., Kashulin, N., Sharov, A. & Sharova, J. 1995. Monitoring for small lakes in the zone affected by the « Pechenganickel» factory. - Progress report 1995. Institute of the north industrial ecology problems, Kola science centre: 1-16.
- Løbersli, E. & Venn, K. (eds.) 1994. Effects of air pollutants on terrestrial ecosystems in the border area between Norway and Russia. - Proceedings from the second symposium Svanvik, Norway, 3. - 5. 10.1994. Reseach Report for Directorate for nature management in cooperation with Norwegian pollution Control Authority: 140 pp.
- Nyberg, P. & Degerman, E. 1988. Standardiserat provfiske med øversiktsnet. - Informasjon från søtvattenlaboratoriet Drottningholm: 1-18.
- Nøst, T., Yakovlev, V., Berger, H. M., Kashulin, N., Langeland, A. & Lukin, A. 1991. Impacts of pollution on freshwater communities in the border region between Russia and Norway. I. Preliminary study in 1990. - NINA Scientific report 26: 1-41.
- Rosslund, B. O., Balstad, P., Mohn, E., Muniz, I. P., Sevaldrud, I. & Svalastog, D. 1979. Fish population studies. DATAFIS - SNS -77. - SNSF - project TN 45/79: 1-63.

Vedlegg 1/Appendix 1

Lokaliteter og prøvetaking i august/september 1995. - Localities and limnological sampling in August/September 1995.

Lokalitet		Vannkjemi	Fytoplankton	Zooplankton	Prøvefiske
Store Skardvatn	SS	x	x	x	x
Første Guokkolobbalat	FG	x		x	x
Dalvatn	Da	x	x	x	x
Lake Maayarvi	Ma	x	x	x	x
Lake Shouniyavr	Sh	x	x	x	x
Lake Rousenyarvi	Ro	x		x	x
Lake Nikel 1	LN1	x		x	
Lake Nikel 2	LN2	x	x	x	

Vedlegg 2/Appendix 2

Vannkjemiske data fra de undersøkte lokalitetene i 1995. Forkortelser er i samsvar med **vedlegg 1**. - Water chemistry of the surveyed localities in 1995. Locality code as indicated in **appendix 1**.

Lokalitet	Dato	FTU Turb.	mg Pt/l Farge	µS/cm Kond	pH	µekv/l Alk	mg/l Ca	mg/l Mg	mg/l Na	mg/l K	mg/l Si
Ma	31.08.95	0,74	33	49,3	6,79	161	4,21	1,19	2,74	0,30	1,66
Ro	31.08.95	0,35	15	50,0	6,82	131	3,79	1,09	2,99	0,58	1,40
Sh	01.09.95	0,63	15	28,6	6,64	81	2,15	0,67	1,65	0,44	1,24
LN2	01.09.95	0,63	11	300,8	6,99	228	35,89	8,86	4,30	0,60	3,81
LN1	02.09.95	2,50	10	134,3	7,07	341	15,85	2,50	3,74	0,66	1,65
SS	03.09.95	0,42	10	35,9	6,52	62	1,65	0,88	3,01	0,31	1,27
Da	04.09.95	0,41	8	32,9	5,85	12	1,19	0,71	3,15	0,24	0,66
FG	04.09.95	0,41	5	32,4	6,40	38	1,45	0,69	2,79	0,27	0,85

Lokalitet	Dato	µg/l Tr-Al	µg/l Um-Al	µg/l Cu	µg/l Mn	µg/l Zn	µg/l Ni	µg/l As	µg/l Cr
Ma	31.08.95	32	2	13	6	<6	36,0	<0,50	<0,3
Ro	31.08.95	18	<10	7	6	<6	14,9	<0,50	<0,3
Sh	01.09.95	24	<10	<6	6	<6	5,4	<0,50	<0,3
LN2	01.09.95	25	<10	12	13	14	313,0	<0,50	<0,3
LN1	02.09.95	27	<10	31	11	<6	287,0	2,15	<0,3
SS	03.09.95	14	<10	10	6	17	8,2	<0,50	<0,3
Da	04.09.95	46	3	<6	6	<6	5,1	<0,50	<0,3
FG	04.09.95	22	<10	<6	6	<6	4,0	<0,50	<0,3

Vedlegg 3/Appendix 3

*Fytoplanktonbiomasse (g våtvekt/m³) i overvåkede lokaliteter, august/september 1995. - Biomass (g wet weight/m³) of phytoplankton in the surveyed lakes, August/September 1995. Locality code as indicated in **appendix 1**.*

KLASSE/ART	Da	SS	LN2	Sh	Ma
Blågrønnalger					
Synechococcus sp.	0,03	0,03			0,06
Merismopedia tenuissima	0,01				
Aphanothece clathrata		0,05		0,08	
Aphanothece sp.					
Chroococcus sp.					
Gomphoshaeria lacustris					
cf. Rhabdoderma kol.					
Trådf. BG (d=1.5 µm)					
Coccal BG (d<3 µm)			0,23		
Blågrønnalger totalt	0,04	0,08	0,23	0,08	0,06
Kiselalger					
Cyclotella (d<10 µm)					
Cyclotella comta (d>10 µm)					
Asterionella formosa					0,02
Tabellaria fenestrata					0,04
Synedra cf. acus					0,01
Kiselalger totalt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
Dinoflagellater					
Gymnodinium sp. (d=10 µm)					
Dinoflagellater (d<10 µm)					
Dinoflagellater (d=10-20 µm)					
Dinoflagellater totalt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grønnalger					
Cosmarium sp. (d=5 µm)					
Chlorococcales sp.					
Grønnalger totalt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Andre					
µ-alger (d<5 µm)	0,02	0,11	0,04	0,08	0,11
Store flagellater (d:5-15 µm)	0,02				0,13
Coccale alger (d<4 µm)	0,04	0,13		0,02	
Andre totalt	0,08	0,24	0,04	0,10	0,24
Total algebiomasse	0,12	0,32	0,27	0,18	0,37

Vedlegg 4/Appendix 4

Artssammensetning og beregnet biomasse (mg m^{-2}) av zooplankton i grenseområdene i 1995.- Species composition and biomasses (mg m^{-2}) of zooplankton in the investigated lakes. Locality code as indicated in appendix 1.

Art	SS	Da	FG	Ma	Sh	Ro	LN1	LN2
Cladocera								
Bosmina longispina	69,3	181,5	23	1,4	44,8	175,2	0	482,8
Daphnia longispina	10,3	0	0	3,1	0	0	0	0
Daphnia galeata	106,2	0	3,3	186,3	9	0	0	0
Holopedium gibberum	94,3	410,1	328,8	0	36,5	11,7	0	0
Ophryoxus gracilis	0	0	0	0	1,3	0	0	0
Copepoda								
Cyclops scutifer	43,6	42,4	29,2	40,7	8,1	6,6	0	0
Cyclops abyssorum	13,8	0	0	0	0	0	0	0
Eudiaptomus graciloides	103,1	254,1	99,5	144	0	158,3	52	158,3
Eudiaptomus gracilis	0	0	0	0	28,1	0	0	0,0
Heterocope appendiculata	0	0	0	0	19,7	43,7	0	0

Vedlegg 5/Appendix 5

Fiskearter registrert i innsjøer i grenseområdene i 1995. - Fish species in lakes in the border area in 1995.

Lokalitet	Aure	Røye	Trep. stingsild	Ørekyte	Abbor	Gjedde	Lake
Shuoniyavr	x	x		x	x	x	
Rousenyarvi	x	x		x			
Maayarvi	x			x	x	x	x
Store Skardvatn	x	x					
Første Guokkolobbalat	x	x					
Dalvatn	x	x	x				

Vedlegg 6/Appendix 6

*Næringsdyr (volumprosent) i fiskemager hos aure og røye fra innsjøer i grenseområdene. - Stomach content (volume percentage) of brown trout and Arctic char from the investigated lakes. Locality code as indicated in **appendix 1**.*

Lokalitet	Dato	Art	Ant. mager	Terr. insekt.	Vårfluel.	Fjærmyggf.	Muslinger/ snegl	Linsekreps	Zooplankton	Fisk
Da	04.09.95	Aure	6	100	0	0	0	0	0	0
Da	04.09.95	Røye	18	50,6	0	0	0	0	44,4	5
SS	03.09.95	Aure	4	75	25	0	0	0	0	0
FG	05.09.95	Aure	1	100	0	0	0	0	0	0
FG	05.09.95	Røye	20	38	2	1,5	0	15	43,5	0
Sh	01.09.95	Aure	1	0	100	0	0	0	0	0
Sh	01.09.95	Røye	3	33,3	0	0	53,3	0	13,3	0
Ro	31.08.95	Røye	1	100	0	0	0	0	0	0

Vedlegg 7/Appendix 7

Konsentrasjonen av metaller ($\mu\text{g/g}$ tørrvekt) i lever og nyrer hos aure og røye fra Kola og Øst-Finnmark i 1995. 1: hann, 2: hunn. - Concentrations of metals ($\mu\text{g/g}$ dry weight) in liver and kidney of brown trout and Arctic char from investigated lakes in 1995. 1: male, 2: female.

Lok.	Art	Kjønn	Alder år	Vekt	Lever				Nyrer			
					Cd ppm	Zn ppm	Cu ppm	Ni ppm	Cd ppm	Zn ppm	Cu ppm	Ni ppm
Ma	aure	1	3+	41	0,66	191	306	2,69	1,50	178	8,09	7,85
		2	3+	214	0,40	138	471	3,67	0,71	155	5,56	5,11
		1	4+	38	0,69	120	201	1,53	1,72	212	7,47	9,21
		1	4+	39	0,76	232	298	1,84	1,53	181	6,39	10,22
		2	5+	57	0,64	211	330	2,01	1,62	179	7,45	8,79
Sh	røye	1	4+	232	2,45	152	35	0,40	5,70	126	5,70	2,99
		1	4+	241	2,76	158	61	0,23	8,31	132	7,01	1,25
		1	4+	204	2,88	213	149	0,30	13,63	126	17,58	4,02
		1	5+	281	2,54	185	97	0,79	7,08	125	6,32	1,01
		2	5+	481	1,38	297	343	0,61	6,11	109	25,63	4,33
		1	6+	313	2,26	215	263	0,59	5,09	104	7,21	2,29
		1	6+	923	1,91	328	1205	1,07	4,55	119	10,08	4,55
Sh	aure	1	5+	275	0,23	136	139	0,45	0,75	273	6,77	2,60
SS	røye	2	7+	170	1,84	155	52	0,57	7,81	135	10,28	4,37
		2	9+	243	1,82	154	120	0,99	10,19	128	12,73	3,80
		1	10+	308	1,14	108	19	0,63	8,17	124	9,08	4,61
		2	10+	251	2,97	183	133	1,32	20,60	131	19,52	8,67
		2	11+	400	1,48	110	11	0,69	12,73	121	11,32	7,59
SS	aure	1	4+	93	1,95	154	1123	4,14	4,30	255	8,93	13,82
		1	5+	87	1,65	126	389	4,22	5,71	218	8,39	16,05
		2	5+	86	1,75	142	1022	5,27	4,94	238	11,32	10,96
		2	5+	72	2,73	151	434	2,51	8,92	183	7,65	10,20
		1	7+	104	1,39	137	568	2,51	4,00	223	6,48	9,79
Da	røye	1	6+	225	3,98	176	31	0,18	15,63	126	6,92	2,05
		1	7+	275	3,85	152	34	0,83	20,85	108	8,50	5,18
		1	8+	406	3,70	151	35	0,41	9,46	114	5,35	3,12
		2	8+	508	2,60	129	44	0,52	14,81	97	7,01	3,88
		2	8+	332	3,96	115	12	0,53	20,95	93	7,83	6,20
Da	aure	2	5+	113	1,08	87	18	0,31	14,59	134	9,46	10,10
		2	6+	136	1,47	110	110	0,47	12,10	135	5,04	5,76
		2	6+	118	1,70	157	106	0,36	13,21	125	11,79	3,46
		1	7+	139	1,65	103	110	0,56	5,54	87	3,30	4,39
		1	9+	172	2,84	110	754	1,62	16,82	183	9,92	10,83
FG	røye	1	4+	71	2,43	166	90	1,02	11,52	137	9,92	5,87
		2	4+	96	1,46	92	28	0,40	10,23	89	4,94	4,80
		2	4+	74	1,90	155	53	0,82	8,76	135	10,15	
		1	5+	90	5,64	236	685	2,06	21,47	140	26,94	12,22
		2	5+	84	2,01	170	179	0,68	14,03	135	23,95	6,32
FG	aure	1	5+	130	3,79	165	699	1,83	8,98	167	9,96	8,71
		2	5+	100	2,98	153	366	0,79	6,00	179	6,47	4,16
		2	7+	235	1,53	112	270	0,68	6,79	181	5,89	5,89

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0726-5

432

NINA
OPPDRAGS-
MELDING

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7005 TRONDHEIM
Telefon: 73 58 05 00
Telefax: 73 91 54 33

NINA
Norsk institutt
for naturforskning