

Samarbeidet Norge - Russland
Ferskvannsbiologiske undersøkelser
i grensevasdrag i 1993

Arnfinn Langeland
Ann Kristin Lien Schartau
Hans Mack Berger
Terje Nøst



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

Samarbeidet Norge - Russland
Ferskvannsbiologiske undersøkelser
i grensevasdrag i 1993

Arnfinn Langeland
Ann Kristin Lien Schartau
Hans Mack Berger
Terje Nøst

NINAs publikasjoner

NINA utgir fem ulike faste publikasjoner:

NINA Forskningsrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, i den hensikt å spre forskningsresultater fra institusjonen til et større publikum. Forskningsrapporter utgis som et alternativ til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

NINA Utredning

Serien omfatter problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, litteraturstudier, sammenstilling av andres materiale og annet som ikke primært er et resultat av NINAs egen forskningsaktivitet.

NINA Oppdragsmelding

Det er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. Opplaget er begrenset.

NINA Temahefter

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

NINA Fakta-ark

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

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

Langeland, A. Schartau, A.K.L. Berger, H.M. og Nøst, T. 1994. Samarbeidet Norge-Russland - ferskvannsbioologiske undersøkelser i grensevassdrag i 1993. NINA Oppdragsmelding 259:1-23.

Trondheim januar 1994

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0443-6

Forvaltningsområde:

Forurensing

Management area:

Pollution

Rettighetshaver © NINA

Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

NINA, Trondheim

Teknisk redigering:

Lill Lorck Olden

Sats: NINA

Kopiering: Norservice

Opplag: 100

Kontaktadresse:

NINA

Tungasletta 2

7005 Trondheim

Tel: 73 58 05 00

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 3526

Ansvarlig signatur:

Tor G. Kleggberget

Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim

Referat

Langeland, A. Schartau, A.K.L. Berger, H.M. og Nøst, T. 1994. Samarbeidet Norge-Russland - ferskvannsbioologiske undersøkelser i grensevassdrag i 1993. - NINA Oppdragsmelding 259:1-23.

Ferskvannsbioologiske undersøkelser i utvalgte innsjøer i grenseområdet Norge-Russland, ble gjennomført i august 1993. Resultatene var i samsvar med tidligere undersøkelser i 1990-1992. Betydelige effekter av tungmetallforurensninger er dokumentert i nærrområdene til industrisentrene i Nikel og Zapolyarny. Indikasjoner på forurensningseffekter er registrert i Jarfjordområdet på norsk side. Forurensningssituasjonen er stabil og synes ikke å ha endret seg vesentlig i perioden 1990 til 1993 i de undersøkte lokaliteter.

Det eneste aktuelle midlertidige tiltak mot forurensning er kalking av forurensede områder på norsk side. Aktuelle innsjøer ville være de høyestliggende innsjøene i Jarfjordområdet. Disse innsjøene er imidlertid lite brukt som fiskeområder. Kalking vil dessuten forhindre en overvåking av utviklingen av forurensningssituasjonen. På nåværende tidspunkt vil vi derfor fraråde at kalking gjennomføres.

Basert på undersøkelsene i 1990-1993 er det foreslått et overvåkingsprogram som omfatter årlige undersøkelser i 6-7 innsjøer. I tillegg foreslås det 3 innsjøer som følges hvert tredje år. Undersøkelsene gjennomføres i august og det tas prøver av vannkjemi, fyttoplankton, zooplankton, bunndyr og fisk.

Undersøkelsene på Kola øst viste at vannforekomstene har en naturlig fauna og flora som forventet for dette uberørte tundra-området. Typisk for de tynne fiskebestandene av aure, røye og gjedde var at de hadde en varierende andel med predatorfisk. Viktigste byttefisk var nipigget stingsild og ørekyte. Vannkvaliteten viste ingen tegn til forurensninger. Hos aure ble det påvist lav radioaktiv forurensning av ^{137}Cs , sannsynligvis over bakgrunnsverdien for området. Området egner seg godt som referanseområde for sammenligning med de forurensede vann og vassdrag i grenseområdene.

Emneord: Ferskvannsbioologi - overvåking - forurensning

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

Abstract

Langeland, A. Schartau, A.K.L. Berger, H.M. og Nøst, T. 1994. Scientific cooperation Norway and Russia - Freshwater biological investigations in the border area in 1993. - NINA Oppdragsmelding 259:1-23.

Limnological investigations in selected lakes have been performed in the border area between Norway and Russia in August 1993. The results were in accordance with earlier base line studies (Langeland 1993). The results indicated adverse effects of heavy metal pollution near the industrial centres of Nikel and Zapolyarny. Indications of impacts of acidification were found in the Jarfjord region in Norway. The pollution state seems stable and have probably not changed in the period 1990 to 1993 in the investigated lakes.

Liming the lakes in the Jarfjord region seems the most reasonable measure against acidification. These lakes are less used for sport fishing. Liming of selected lakes would prevent the use in surveying the pollution changes. At the present time we do not recommend liming to be carried out.

Based on the base line studies in 1990-1993, a surveying program is recommended which include investigations in 6-7 selected lakes in the border area. Additional sampling in three lakes every third year would be valued. The investigations of water quality, phytoplankton, zooplankton, benthos and fish, should be made yearly in August.

The investigations on Kola east in August 1993 indicated a natural composition and density of fauna and flora as expected for an unpolluted area. The fish communities had a relatively great fraction of piscivorous fish probably important in regulating the lake communities. The chemical analyses showed no indications of water pollution. Low, but probably above background values, concentrations of radioactive Cesium were recorded in fish (brown trout). The lakes in Kola east are useful as reference area for comparison with polluted lakes and rivers in the border area.

Key words: Freshwater biology - surveying - pollution

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

Innhold

Referat	3
Abstract.....	3
1 Innledning	5
2 Områdebeskrivelse	5
3 Materiale og metoder.....	5
4 Resultater og diskusjon	6
4.1 Ferskvannsbiologiske undersøkelser Kola øst.....	6
4.2 Overvåking grenseområdene Norge-Russland.....	9
4.3 Utvikling av forurensnings-situasjonen i området.....	15
4.4 Behovet for midlertidige mottiltak	15
4.5 Overvåkingsprogram.....	15
5 Konklusjon	16
6 Litteratur.....	16
Vedlegg 1.....	17
Vedlegg 2.....	18
Vedlegg 3.....	19
Vedlegg 4.....	20
Vedlegg 5.....	21
Vedlegg 6.....	22
Vedlegg 7.....	23

1 Innledning

Målsettingen med undersøkelsene i 1993 var i) ferskvannsbiologisk overvåking av grenseområdene mellom Norge og Russland og i uberørte referanseområder, ii) vurdere utviklingen av forurensningssituasjonen, iii) vurdere behovet for midlertidige tiltak og iv) utarbeide et felles norsk-russisk overvåkingsprogram (Kontrakt DN 19.7.1993).

Rapport fra basisundersøkelsene i 1990-1992 er tidligere presentert i NINA forskningsrapport (Nøst et al. 1991, Langeland 1993). Denne rapport presenterer resultater fra undersøkelsene i 1993 i utvalgte lokaliteter i grenseområdene og i referanselokaliteter på Kola øst. Fra russisk side har forskerne A. Lukin, V. Yakovlev og N. Kashulin bidratt i feltarbeidet og undersøkelser av bunndyr, sykdommer og parasitter hos fisk. Dette materialet er enda ikke bearbeidet og vil bli presentert i senere rapporter.

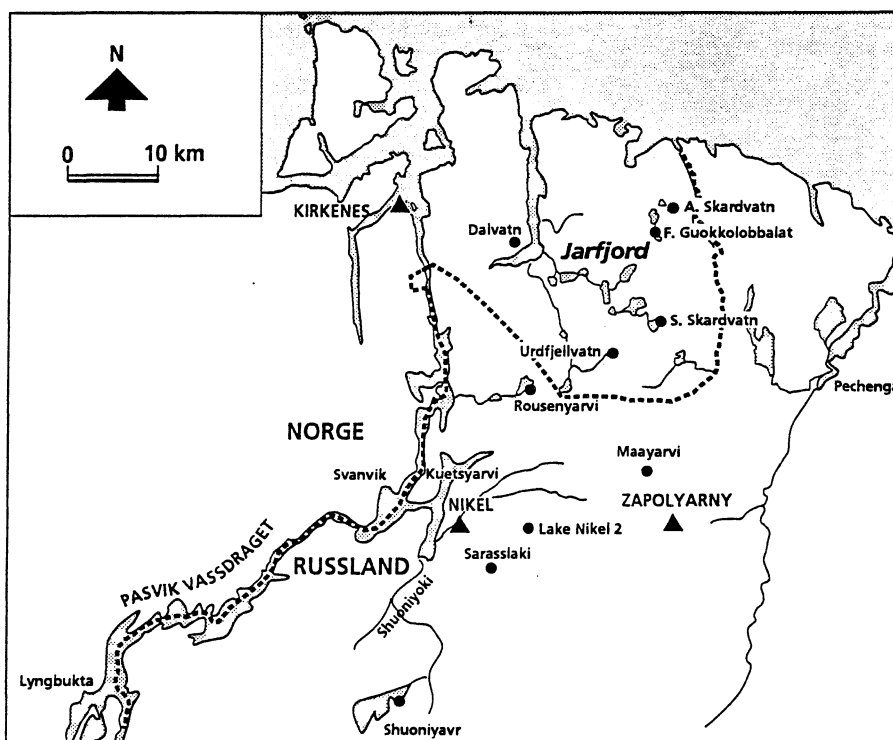
2 Områdebeskrivelse

Følgende lokaliteter ble undersøkt i 1993: Store Skardvatn, Dalvatn og Første Guokkolobbalat på norsk side og Maayarvi, Rousenyarvi, Shuoniyavr og en liten innsjø nær Nikel (LN1) på russisk side (figur 1). Disse lokaliteter er tidligere undersøkt og beskrevet gjennom basisundersøkelsen 1990-1992 (Langeland 1993). Symbol for de undersøkte lokaliteter er beskrevet i vedlegg 1.

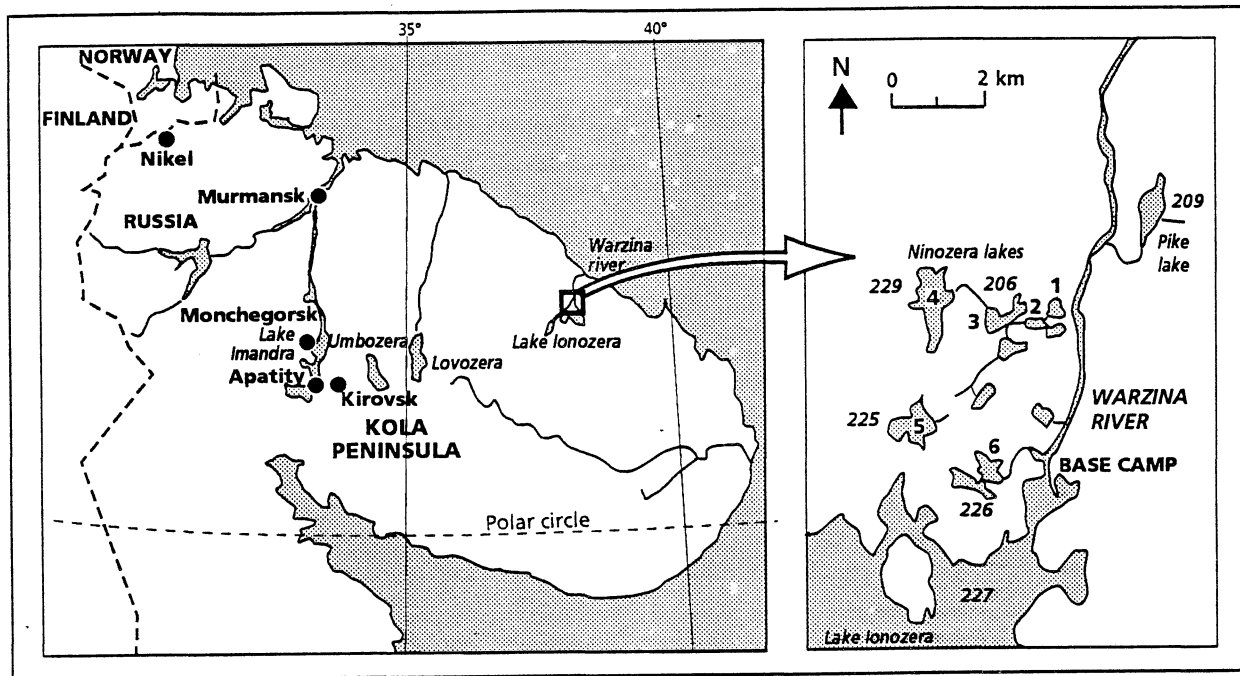
De undersøkte lokaliteter på Kola øst er vist i figur 2. Figuren viser også innsjøenes areal og høyde over havet. Dette område ligger ca 300 km øst for Murmansk i uberørte områder med lang avstand til nærmeste bebyggelse eller menneskelig aktivitet. Området er ikke skogbevokst og i betydelig grad dekket av permafrost. Området ligger ca 40 km fra kysten og klimaet er sterkt påvirket av det arktiske havmiljø fra nord.

3 Materiale og metoder

I alle undersøkte lokaliteter ble det samlet inn prøver for analysering av vannkjemi, fytoplankton, zooplankton, bunndyr (unntatt Kola øst) og fisk. Analysemetoder er beskrevet i Langeland (1993). Vannprøver og fytoplanktonprøver ble samlet inn med standard vannhenter. Fytoplankton er analysert av Øivind Løvstad, Limnoconsult. Zooplanktonprøver ble samlet inn med rørhenter 5 liter hvor vannet ble silt gjennom planktonduk med maskevidde 45 µm. Tilleggsprøver ble tatt med håv diameter 30 cm og maskevidde 95 µm. Bunndyr ble samlet inn med rotehåv og grabb hvor slammet ble silt gjennom en pose med maskevidde 0.5 mm. Fisk ble samlet inn ved bruk av to typer garnserier; SNSF-serien (maskevidde 10-45 mm) og ny Nordisk serie (maskevidde 5-55 mm). I tillegg ble ungfisk fanget med elektrisk fiskeapparat i inn- og utløpselver. Supplerende fangst ble gjort med sportsredskap i elva Warzina og i innsjøen Ionozera. Sykdom hos fisk ble visuelt observert ved en standard metode tidligere brukt av russiske forskere (Langeland 1993).



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



Figur 2 Kart som viser de undersøkte lokaliteter på Kola øst. - Map of the investigated lakes on Kola east.

4 Resultater og diskusjon

4.1 Ferskvannsbiologiske undersøkelser Kola øst

Vannkjemiske data fra Ionozera-vassdraget i 1993 er gjengitt i **vedlegg 2**. Vannkvaliteten i området må karakteriseres som næringsfattig med lavt innhold av elektrolytter (Ca, Mg etc.) og lav ledningsevne. Svakt surt vann og lav alkalitet tyder på liten bufferevne mot forsurening. Lav turbiditet og farge tyder på liten påvirkning av organisk humus fra omgivelsene. Turbiditet og farge fra Ionozera (IO) og Pike lake (PL) indikerer imidlertid mindre tilførsler fra nedslagsfeltet. Med Pt-farge på 20-25 mg Pt/l må lokaliteten betraktes som mesohumøs.

Med unntak av innholdet av jern (Fe), som var relativt høyt for enkelte lokaliteter (31 - 233 ppb), var konsentrasjonene av metaller under deteksjonsgrensen. Humuspåvirkede innsjøer er ofte rike på Fe.

For Ionozera og Pike Lake var det en god sammenheng mellom innholdet av humus og Fe. Dette var imidlertid ikke tilfelle for Ninozera 6 (NO6) der Fe-innholdet ble målt til 233 ppb mens fargetallet kun var 8 mg Pt/l. Turbiditeten i de tre innsjøene var relativt høy (0,9-1,1 FTU), noe som

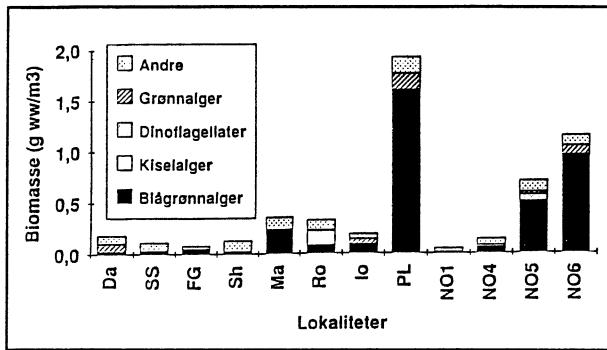
kan tyde på at Fe var bundet til suspendert materiale.

Fytoplanktonbiomassen varierte i stor grad mellom innsjøer (**figur 3**). Høyest biomasse ble funnet i Pike Lake (1,92 g ww/m³) og Ninozera 6 (NO6) (1,15 g ww/m³) mens algene kun utgjorde 0,05 g ww/m³ i Ninozera 1 (NO1). Viktigste grupper i samtlige lokaliteter var blågrønnalger med artene *Aphanothece* sp. og *Gomphoshaeria lacustris*, samt andre alger, vesentlig μ -alger (**vedlegg 3**). I innsjøene Ionozera (IO), Pike lake (PL), Ninozera 5 (NO5) og Ninozera 6 (NO6) ble det dessuten registrert grønnalger av arten *Chlorococcales* sp. mens små mengder av dinoflagellater ble registrert i alle lokalitetene innenfor sidevassdraget Ninozera.

Pike Lake hadde den beste vannkvaliteten mht. pH, alkalitet og Ca. Da målinger av næringsalter mangler er det imidlertid vanskelig å si noe om årsaken til den store variasjonen i total algebiomasse mellom innsjøer. Andre biologiske interaksjoner (beiting) kan imidlertid også være av betydning.

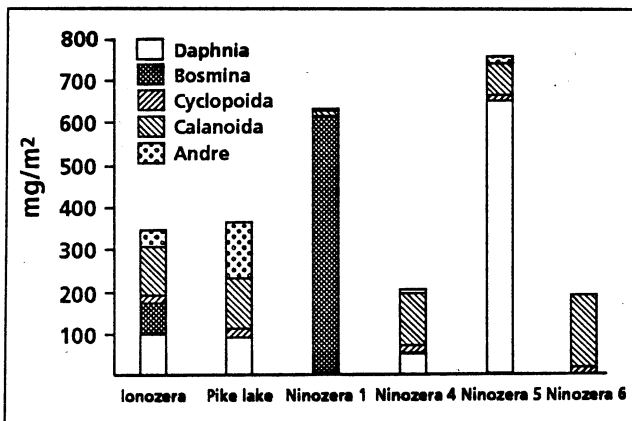
Totalt ble det registrert 9 arter av zooplankton i området (**vedlegg 4**). Artsutvalget i innsjøene varierte mellom 5 og 7 arter. Biomassen av zooplankton varierte mellom 200 og 750 mg per m² (**figur 4**). Høyest biomasse ble funnet i Ninozera 1

(NO1) og Ninozera 5 (NO5), men sammensetningen varierte.



Figur 3 Biomasse (mg våtvekt/m³) av fytoplankton fra grenseområdene (ekskl. LN1) og Øst-Kola, august 1993. - Biomass (mg wetweight/m³) of phytoplankton from lakes in the border area (excluded Lake LN1) and Kola east in August 1993.

Sterke interaksjoner mellom fiskearter og innsjøenes næringsstatus synes å være avgjørende for zooplanktonets sammensetning og mengder. I tillegg vil utbredelsesmønster til artene være av betydning. F.eks. var calanoiden *Heterocope borealis* vanlig i alle lokaliteter, men er ikke påvist i grenseområdene. *H.borealis* har hovedsakelig en nordøstlig utbredelse dvs. i første rekke i Russland (Kiefer & Fryer 1978), og har sitt marginale utbredelsesområde i Finnmark. *Acanthodiptomus tibetanus* synes også å være mere vanlig på Kola enn i grenseområdene.



Figur 4 Zooplankton (mg tørrvekt/m²) i innsjøer i Kola øst. - Biomass (mg dryweight/m²) of Zooplankton in lakes on Kola east.

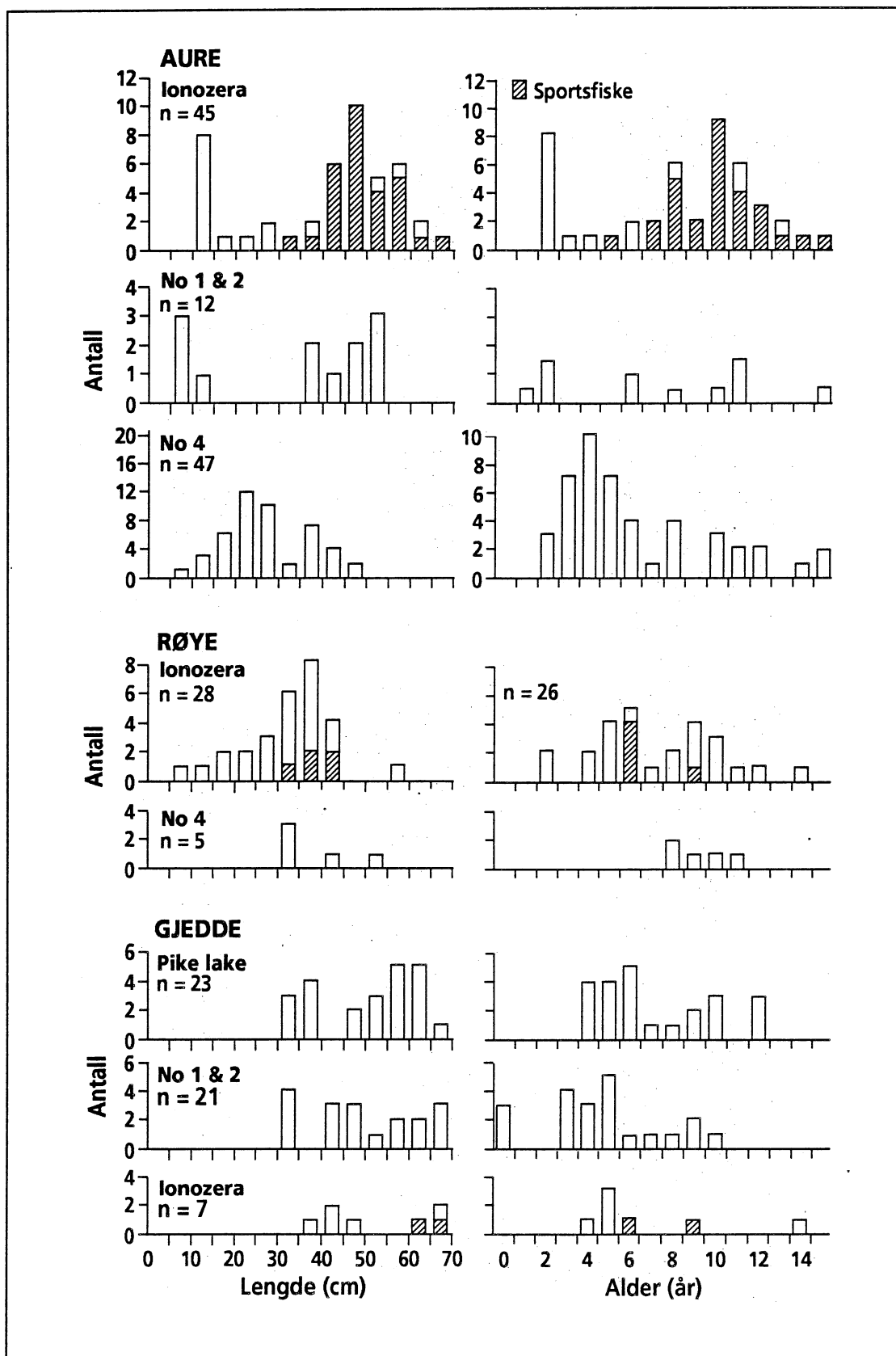
Fiskebestanden i området var relativt artsrik hvor 7 fiskearter ble påvist (figur 5, vedlegg 5). Prøvefisket ga størst fangst av aure og gjedde tilstede i alle vann unntatt ett. I Pike lake ble det ikke påvist aure og røye, mens gjedde manglet i den høyestliggende innsjøen Ninozera 4 (NO4).

Bare i den store innsjøen Ionozera ble gjedde og røye funnet i sameksistens. Nipigget stingsild ble påvist i alle innsjøer; i fiskemager og med elektrisk fiskeapparat unntatt i den høyestliggende innsjøen Ninozera 4. Ørekyte var tallrik i alle innsjøer unntatt i Pike Lake. I denne meget grunne innsjøen med maksimum dyp 3 m ble det kun fanget gjedde pluss en lake. Laks ble påvist med elektrisk fiskeapparat i de fleste innløps- og utløpselver til de undersøkte innsjøer med unntak av Pike Lake og Ninozera 4 på grunn av oppgangshinder. Resultatene viser at hele Warzina-vassdraget med sideelver opp til den store innsjøen Ionozera og til Ninozera 3 (NO3) kan utnyttes som gyte- og oppvekstområder for laks (figur 2).

Resultatene fra disse grunne innsjøene tyder på sterke interaksjoner mellom fiskeartene i området. Røye synes ikke å kunne sameksistere med gjedde i grunne innsjøer. Aure derimot kan sameksistere med gjedde sannsynligvis på grunn av habitat-segregering med gyting og oppvekst på rennende vann for aurens vedkommende.

Lengde- og aldersfordelingen viste at alle populasjoner av aure, røye og gjedde hadde en varierende andel av predatorfisk (figur 5). Ernæringsundersøkelsene (vedlegg 6) viste at de største fiskene hadde spist mye nipigget stingsild og ørekyte, sannsynligvis også små røye (ikke funnet i fiskemager). Hos røya var *Daphnia longispina* det viktigste byttedyr. Alle fiskebestandene må karakteriseres som tynne, sannsynligvis på grunn av predatorfisk som i betydelig grad regulerer fiskebestandenes tetthet. En forutsetning for overlevelse av predatorfisk er også liten til ubetydelig beskatning av innlandsfisk i området. Overraskende var det at skjoldkrepser var det viktigste byttedyr til gjedde i Pike Lake. Et fåtall lake ble også funnet i gjeddemager i denne innsjøen. Det må legges til at materialet er for lite til at det gir et representativt bilde av de ulike fiskearters alders- og størrelsesfordeling. De eldste fisk fanget av aure, røye og gjedde var henholdsvis 15, 14 og 12 år.

Aure og røye fra Ionozera og elva Warzina ble analysert for tungmetaller i gjeller, lever, nyrer og skjelett (vedlegg 7). Verdiene av nikkell og kobber var lave i alle organer og langt under det som tidligere var funnet hos fisk i grenseområdene (Langeland 1993). Unntak var 3 aure som hadde høye verdier av kobber i lever. Resultatene viser også at fisk har evnen til å akkumulere kadmium og kvikksølv i nyre og lever. Resultatene tyder på at de målte konsentrasjoner av tungmetaller i aure og røye representerer naturlige bakgrunnsverdier for det aktuelle området.



Figur 5 Alders- og størrelsesfordeling av fiskefangster av aure, røye og gjedde i innsjøer på Kola øst. N = total fangst. - Age- and size distributions of catches of brown trout, Arctic char and pike in lakes on Kola east. N = total catch.

Radioaktivt Cesium ble undersøkt hos 5 aure og 5 røye fra innsjøen Ionozera. Resultatene viste 630 ± 15 (S.D.) Bq/kg ^{137}Cs for aure og 90 ± 10 (S.D.) Bq/kg for røye. Ellers ble det funnet spor av ^{134}Cs kun hos aure. Verdiene ligger sannsynligvis over bakgrunnsverdien i området. Radioaktiviteten er lav og har ingen praktiske konsekvenser for å spise fisken. Det er vanskelig å ha noen formening om kilden til denne radioaktive forurensning og transportveien.

4.2 Overvåking grenseområdene Norge-Russland

Alle vannkjemiske data fra overvåkingen i 1993 er ført opp i **vedlegg 2** mens **figur 6** viser de vanligste vannkjemiske parametrene for lokaliteter i grenseområdet Norge-Russland i perioden 1990-1993. Det vannkjemiske materialet er svært variabelt, prøvetakingstidspunkt og antall prøver varierer fra år til år og prøvene er tatt på ulike steder innenfor lokaliteten (innsjø, utløp). På den bakgrunn er det vanskelig å trekke konklusjoner mht. vannkvalitetsutviklingen. Med hensyn til pH, alkalitet og kalsium (Ca) så ligger verdiene fra 1993 innenfor eller litt i underkant av tidligere målinger på tilsvarende lokaliteter. Dalvatn (Da) er imidlertid et unntak; pH i august 1993 var 5,83 mot 5,55-5,59 målt i 1990. Tilsvarende økning i alkalitet og Ca ble også funnet. NIVA fant en gjennomsnittlig pH lik 5,8 for perioden 1991-92 i Dalvatn (Traaen et al. 1993). Konsentrasjonene av kobber (Cu) og mangan (Mn) ligger i underkant av det som tidligere er målt på lokalitetene Store Skardvatn (SS), Lake Nikel 1 (LN1) og Maayavri (Ma). For nikkell (Ni) og sink (Zn) ligger 1993-resultatene innenfor tidligere målte verdier i Lake Nikel 1 og Maayavri, mens verdier under deteksjonsgrensen ble målt i de øvrige lokalitetene. Det er her verdt å merke seg at den høye Zn-verdien fra Første Guokkolobbalat (FG) i 1992 ble målt i utløpsbekken mens de øvrige verdiene fra denne lokaliteten ble målt i selve innsjøen. Konsentrasjonen av arsen (As) er lave eller under deteksjonsgrensen (<0,3 ppb).

Total biomasse (g våtvekt/m³) og sammensetning av fytoplanktonet på lokalitet Lake Nikel 1 i perioden 1991-93 er vist i **figur 7** mens en fullstendig oversikt over artssammensetning er gitt i **vedlegg 3**. Prøven fra 1993 skiller seg klart ut fra foregående prøver. Mens total fytoplanktonbiomasse tidligere har ligget i underkant av 2 g ww/m³ ble den beregnet til 5,62 g ww/m³ i august 1993. Grønnalgen *Cosmarium* sp. utgjorde det vesentligste med 4,8 g ww/m³. Denne algen er ikke tidligere registrert i Lake Nikel 1. De øvrige algegruppene som ble registrert i 1993 var

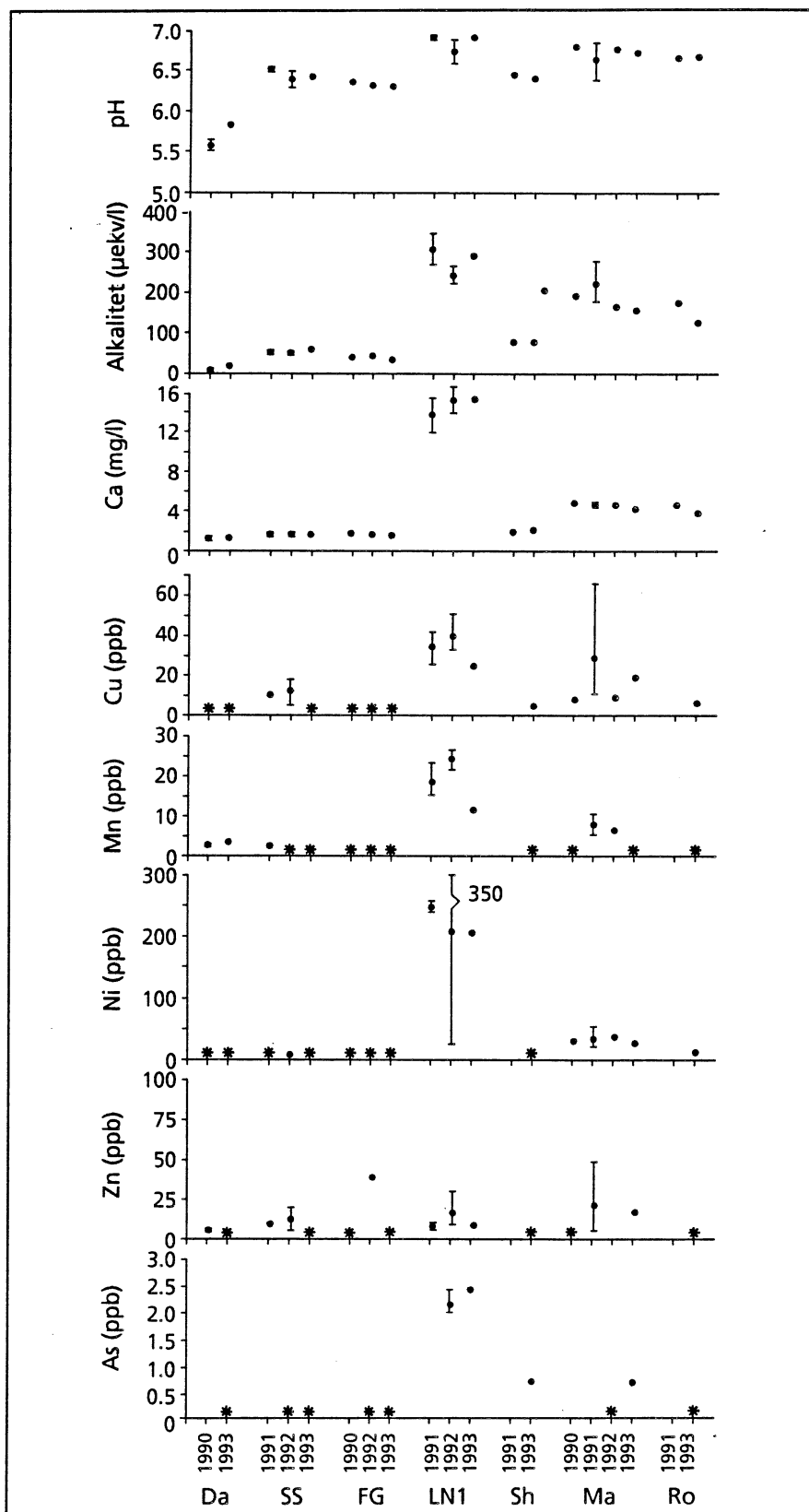
blågrønnalger og mindre flagellater. Disse gruppene er også registrert tidligere. Gullalger, som var dominerende algegruppe i 1991 og 1992, ble derimot ikke funnet i august 1993.

Fytoplanktonbiomassen i de øvrige lokalitetene i grenseområdet var lav (**figur 3**) og varierte mellom 0,08 g ww/m³ (FG) og 0,36 g ww/m³ (Ma). Med få unntak var blågrønnalgene viktigste algegruppe ved siden av andre arter som besto av µ-alger. Blant blågrønnalgene dominerte *Synechococcus* sp. med unntak av mindre mengder av *Aphanothece* spp. i Lake Shuoniyavr (Sh) og Lake Rousenyarvi (Ro) på russisk side. I Dalvatn utgjorde grønnalgen *Chlorococcales* sp. en vesentlig andel av fytoplanktonbiomassen mens kiselalgene *Cyclotella* spp. ble registrert i Ro.

Sammenligning av vannkvaliteten i grenseområdet Norge-Russland og på Kola øst viser at lokalitetene på Jarfjordfjellet (Da, SS og FG) samt Shuoniyavr er mest lik lokalitetene i det uberørte Kola øst selv om vannkvaliteten i sistnevnte område gjennomgående var bedre mht. pH og alkalitet. Selvom lokaliteter innenfor de to områdene har tilsvarende fytoplanktonbiomasser og fordeling av algegrupper kan det være relativt store forskjeller på artsnivå. Rousenyarvi, og delvis Dalvatn, er de lokalitetene i grenseområdet som viser størst samsvar med Øst-Kola mht. fytoplanktonet.

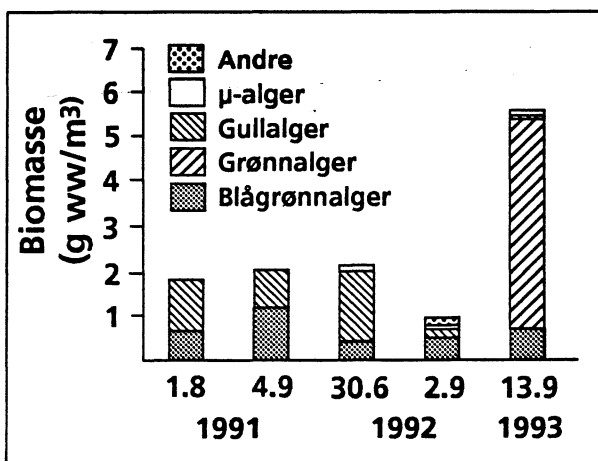
Med unntak av Lake Nikel 1 er de mest sentrale artsgrupper av zooplankton representert i alle utvalgte innsjøer (**vedlegg 4**). I Lake Nikel 1 er kun en art registrert, calanoiden *Eudiaptomus graciloides*. Forøvrig ligger artsantallet fra fire til seks arter. Zooplanktonbiomassen (mg tørrvekt per m²) i de utvalgte innsjøer i perioden 1990-1993 viser at det er tildels store sesongmessige og årlige variasjoner (**figur 8-9**). De fleste målinger ligger imidlertid innenfor det nivå (200-750 mg per m²) som referanse-lokalitetene på Kola øst viser (**figur 4**).

Flere faktorer kan ha betydning for variasjonene i artsutvalg og biomasse av zooplankton. Dette gjelder i første rekke abiotiske faktorer som temperatur, lys og næringstoffer, biotiske interaksjoner (særlig i forhold til fiskesamfunn) og forurensnings-effekter. Betydningen av forurensningseffekter synes bare å være åpenbar for det avvikende artsutvalget i Lake Nikel 1. De tildels meget store variasjoner i biomasse-målinger i denne innsjøen er hovedsakelig et resultat av livs-syklus strategi. Ved sammenligning mellom 1991 og 1992 er det lite samsvar i utviklingsstadier hos *E.graciloides*. I de øvrige lokaliteter gir materialet ingen klare indikasjoner på forurensningseffekter,

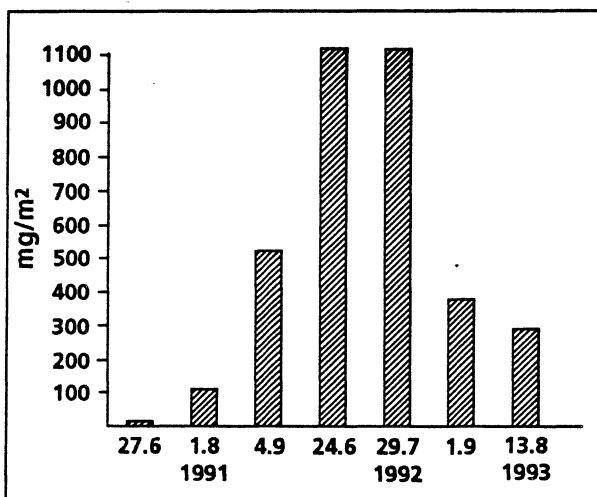


Figur 6 Gjennomsnitt, minimum og maksimumsverdier av pH, alkalitet, kalsium (Ca), kobber (Cu), mangan (Mn), nikkel (Ni), sink (Zn) og arsen (As) i vannprøver fra grenseområdene. *verdier under deteksjonsgrensen. Deteksjonsgrensen i ppb: Cu: 5 (1990/92), 3(1993); Mn: 5; Ni: 20 (1990/91), 5 (1992), 10(1993); Zn: 5; As: 0,3. - Mean minimum and maximum of pH, alkalinity, Ca, Cu, Mn, Ni, Zn and As in lakes in the border area. Asterix indicate values below detection limit.

og variasjonene i zooplanktonet synes mere å være et utslag av naturlige variasjoner i abiotiske og biotiske forhold. At *Daphnia* mangler i Dalvatn gir imidlertid indikasjoner på forsureningseffekter. Andre forsuringfølsomme arter som *Cyclops scutifer* viste generelt ikke noen vesentlige forandringer som kan tilskrives endret forsuringssituasjon. Enkelte spesielle forhold må bemerkes, som de store variasjoner i mengder av *Daphnia* i Maayarvi, den meget høye biomassen av *Holopedium gibberum* i Dalvatn i 1993 og den meget høye zooplankton biomassen i Rousenyarvi i 1992 sammenliknet med 1993. De viktigste faktorer til å forklare disse variasjoner er sannsynligvis fiskepredasjon, næringstilstand og konkurranse mellom de ulike zooplanktonarter.



Figur 7 Biomasse (mg våtvekt/m³) av fytoplankton fra Lake Nickel 1 (LN1) i perioden 1991-93. - Biomass (mg wet weight/m³) of phytoplankton in Lake Nickel 1 (LN1) in 1991-1993.

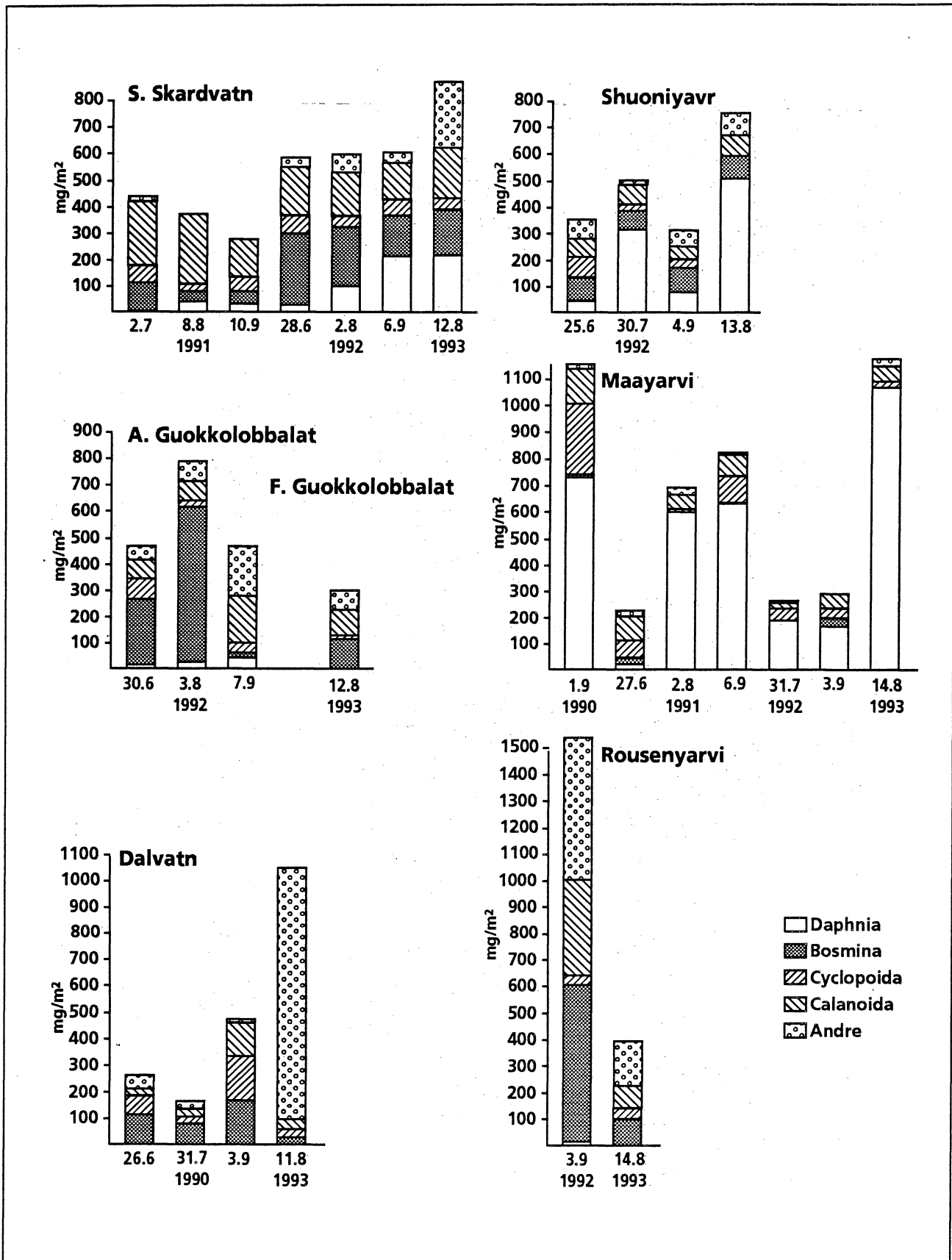


Figur 8 Biomasse (mg tørrvekt/m²) av zooplankton fra Lake Nickel 1 (LN1) i perioden 1991-93. - Biomass (mg dry weight/m²) of zooplankton (*Eudiaptomus gracilis*) in Lake Nickel 1 (LN1) in 1991-93.

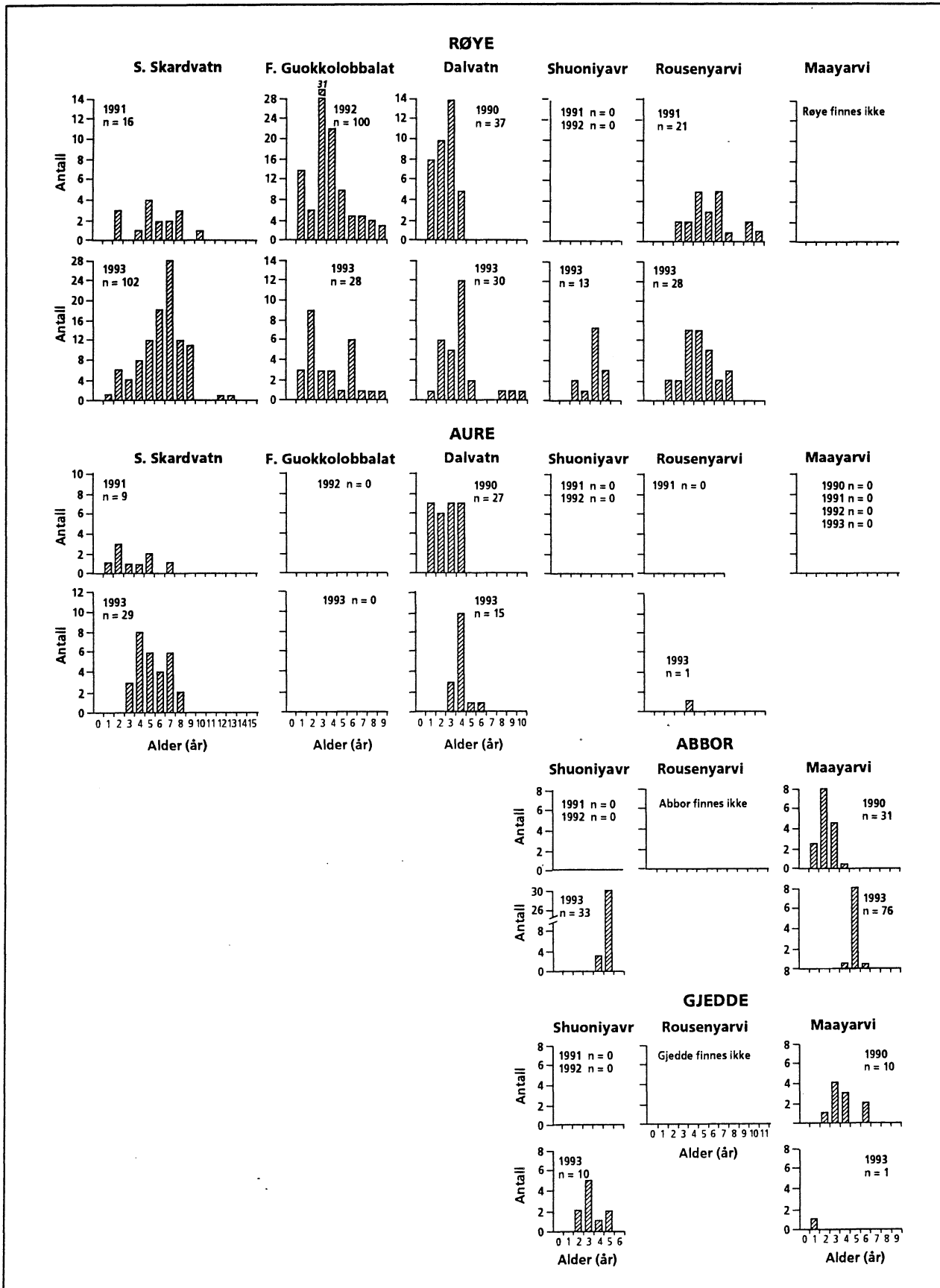
Undersøkelsene av bunndyr og observasjoner av sykdom og parasitter hos fisk ble også videreført i 1993 av de russiske forskerne. Resultatene viste at det er store variasjoner fra år til år både for bunndyr og fiske sykdommer (Yakovlev pers. med.). Ut over det som tolkes som naturlige variasjoner mellom år og lokaliteter og individuelle variasjoner hos fisk, er det ingen ting som tyder på vesentlig endret tilstand i bunndyrsamfunnet og sykdommer hos fisk.

Resultater fra fiskeundersøkelsene i de utvalgte innsjøer i grenseområdene er vist i **figurene 10 og 11**. Alle 3 innsjøer på norsk side; Store Skardvatn (SS), Dalvatn (Da) og Første Guokkolobbalat (FG), har middels tette bestander av røye med en forventet naturlig aldersfordeling. I alle tre innsjøer er det fanget en god del røye godt over 30 cm lengde. Garnfangster tyder på tynne bestander av aure i Store Skardvatn og Dalvatn. I Første Guokkoluobalbat ble det ikke fanget aure i innsjøen hverken i 1992 eller i 1993. Det ble imidlertid fanget en stor aure (>1.1 kg, 13 år) i Tredje Guokkolobbalat i 1992 og både yngre og eldre årsklasser av aure i utløpet fra Første Guokkolobbalat i 1990-1992 ved el.-fiske. Aure som var vanlig i området tidligere synes fortsatt å være tilstede men i begrenset antall. Andre fiskearter finnes ikke i disse innsjøer på norsk side med unntak av trepigget stingsild i Dalvatn. I Dalvatn med pH under 6.0 og lavest alkalitet, var aurebestanden tynn men alle årsklasser fra 1 til 6 år er påvist i fangstene med garnfiske og elfiske i 1990 og 1993. Derimot er det i alle år målt pH godt over 6.0 i Første Guokkolobbalat hvor det ikke er fanget aure i innsjøen. Det skal ikke utelukkes at pH kan ha vært betydelig lavere om våren under snøsmeltingen. Dette kan ha ført til episoder med fiskedød i gyte- og oppvekstbekker. Dette vassdraget er forsuringsskadet i de øverstliggende deler. I dette området er det målt lav pH og rekrutteringssvikt hos aurebestandene (SFT 1993). Prøvefiske i flere vann i dette området i 1992 ga ingen fangster hverken av aure eller røye (SFT 1993). Tidligere var dette området kjent for å ha tildels gode fiskebestander.

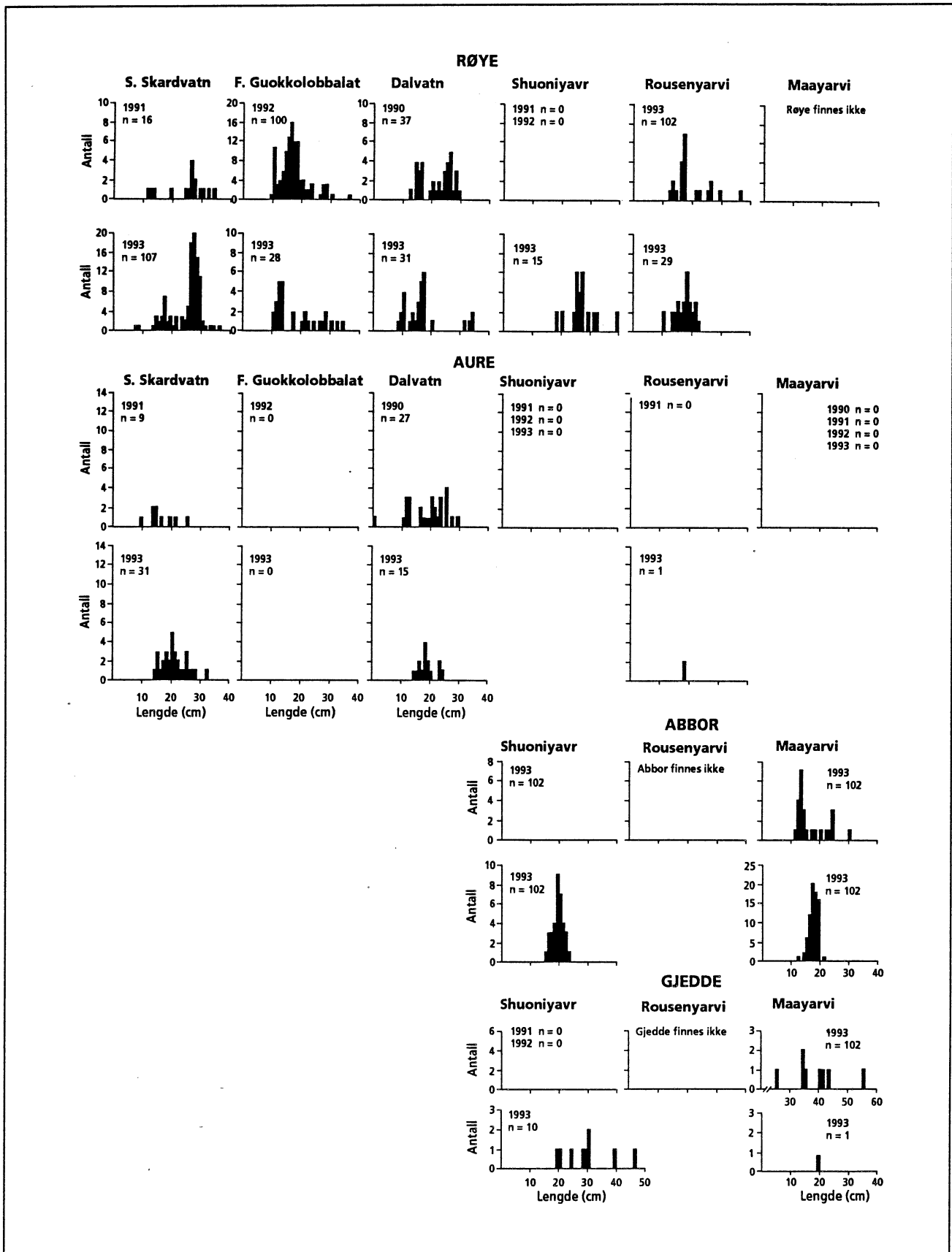
I overvåkingslokalitetene på russisk side er det påvist 7 fiskearter; aure, røye, gjedde, ørekyte, trepigget stingsild, abbor, og lake (**vedlegg 5**). Med unntak av abbor er fiskesamfunnet lik det som ble funnet på Kola øst. Shuoniyavr (Sh) og Rousenyarvi (Ro) har tynne bestander av røye (**figur 10-11**). Ingen fangst av røye i Shuoniyavr i 1991 og 1992 tyder på tynn bestand og uregelmessig aldersfordeling. Shuoniyavr har også bestander av predatorfisk, gjedde og abbor, som sannsynligvis utøver et sterkt beitetrykk på ungfisk av røye. Resultatene fra Kola øst tyder på at røya



Figur 9 Biomasse (mg tørrvekt/m²) av zooplankton i lokaliteter i grenseområdene 1990-1993. - Biomass (mg dry weight/m²) of zooplankton in lakes in the border area in 1990-93.



Figur 10 Aldersfordeling av fiskefangster for overvåkingslokalitetene i grenseområdene. N = total fangst. - Age distribution of catches of Artic char (røye), brown trout (aure), perch (abbor) and pike (gjedde) in the border area. N = total catch.



Figur 11 Lengdefordeling av fiskefangster for overvåkingslokalitetene i grenseområdene. N = total fangst. - Size distribution of catches of Arctic char (*røye*), brown trout (*aure*), Perch (*abbor*) and pike (*gjedde*) in the border area. N = total catch

har vanskeligheter med å sameksistere med gjedde i grunne innsjøer. Dette er sannsynligvis årsaken til at røye ikke finnes i den grunne innsjøen Maayarvi som også har bestander av gjedde og abbor. Det samme er sannsynligvis årsaken til at auren ikke klarer seg i de undersøkte innsjøer på russisk side. Kun 1 aure ble fanget på garn i den ene innsjøen Rousenyarvi. I tilløpsbekker til disse innsjøer ble det kun påvist ungfisk av aure i Maayarvi. Rousenyarvi har en tynn røyebestand hvor alle årsklasser fra 2-11 år er påvist i fangstene. Gjedde og abbor finnes ikke i denne innsjøen. Aldersfordelingen av abbor i Maayarvi var uregelmessig med sterk dominans av en enkelt årsklasse 3-åringer i 1990 og 5-åringer i 1993. Sterk dominans av enkelte årsklasser er vanlig hos predatorfisk som abbor og gjedde på grunn av kannibalisme på ungfisk. Interaksjoner mellom fiskebestander er sannsynligvis den viktigste årsak til artsforekomster, tetthet og populasjonsstruktur hos fiskesamfunnene i innsjøer på russisk side tilsvarende som for fiskesamfunnet på Kola øst beskrevet foran. Årsakene til at de små innsjøer nær Nikel (LN1, LN2 og LN3) mangler fisk er sannsynligvis forurensningsvirkninger av tungmetaller.

Generelt var zooplankton den viktigste næringsdyrgruppe for røye i alle innsjøer med røye, unntatt i Rousenyarvi der røya hadde spist hovedsakelig terrestriske insekter og vannmidd samt ørekyte (vedlegg 6). *Bytotrepes longimanus* var dominerende planktonart i fødevalget for røye i Dalvatn og Første Guokkolabballat, mens *Daphnia* ble spist i Store Skardvatn og Shuoniyavr. Også hos abbor i Maayarvi var zooplankton (*Daphnia galeata*) og ørekyte viktigste byttedyr. Aure i Store Skardvatn og Dalvatn hadde i overveiende grad spist terrestriske insekter og vanninsekter. I mager både hos aure og røye i Dalvatn ble det funnet 3-pigget stingsild. I Store Skardvatn ble det forsuringfølsomme krepsdyret marflo (*Gammarus lacustris*) påvist i mager hos aure i 1991. Linsekreps (*Eurycercus lamellatus*) ble funnet i fiskemager fra alle vann unntatt Dalvatn.

4.3 Utvikling av forurensnings-situasjonen i området

Med hensyn til pH, alkalitet og kalsium (Ca) så ligger verdiene for 1993 innenfor eller litt i underkant av tidligere målinger på tilsvarende lokaliteter. I Dalvatn ble det registrert en økning i pH, alkalitet og kalsium verdiene. Konsentrasjonene av tungmetaller i 1993 ligger for flere lokaliteter under tidligere målinger. NIVA's vannkjemiske overvåking fra 1986 til 1992 i Sør-

Varanger viser en stabil forurensningssituasjon (Traaen et al. 1993). Sulfatkonsentrasjonen har stabilisert seg nær 1986-nivået. De vannkjemiske undersøkelser av NIVA i 1992 og 1993 i noen småvann i Jarfjordområdet viste en tendens til bedring i forurensningssituasjonen, med høyere verdier av pH og alkalitet og synkende eller samme konsentrasjoner av sulfat sammenlignet med tidligere år (Traaen pers. med.). Denne bedringen var overensstemmende med NILUs målinger i luft og opplysninger om reduserte utslipp av svovelholdige forurensninger i Nikel.

Det synes derfor som forurensningssituasjonen er stabil eller i svak bedring. De biologiske undersøkelser støtter opp om dette da det ikke er funnet endringer i de biologiske samfunn som kan tilskrives forurensninger.

4.4 Behovet for midlertidige mottiltak

Resultatene så langt viser at det ikke kan spores noen vesentlige endringer i faunaen utover naturlige variasjoner i den undersøkte periode 1990-1993. De kjemiske vannanalysene viser en stabil tilstand eller en tendens til bedring i forurensningssituasjonen som overensstemmer med opplysninger om reduserte utslipp. Det er derfor ikke å forvente at det skal skje radikale endringer til det verre på kort sikt, da gjennomføringen av rensetekniske tiltak nå synes nærmere i tid enn tidligere antatt.

I følge DN er det ikke kommet fram ønsker fra Fylkesmannen i Finnmark om kalking av innsjøer i Jarfjordområdet. Aktuelle momenter mot kalking er at området er lite brukt til fritidsfiske og at kalking vil forhindre at vi kan overvåke og følge utviklingen av forurensningssituasjonen. Argument for er at vannkvaliteten vil bedres og forhindre en eventuell videre negativ utvikling slik NIVA's modellberegninger viser (Traaen et al. 1993). På nåværende tidspunkt anbefales ikke at kalking iverksettes umiddelbart. Situasjonen synes å være relativt stabil, men utviklingen bør følges nøye under overvåkingsprogrammet.

4.5 Overvåkingsprogram

Basert på undersøkelsene i 1990-1993 vil vi foreslå et overvåkingsprogram som omfatter et begrenset antall lokaliteter. Vi foreslår at følgende innsjøer velges ut som basislokaliteter med undersøkelser én gang årlig i august; Dalvatn, Store Skardvatn, Første Guokkolabballat på norsk side og Maayarvi,

Rousenyarvi, Shuoniyavr og liten innsjø (LN2) på russisk side (figur 1). I tillegg er det ønskelig med undersøkelser i 3 andre vann hvert tredje år; Urdfjellvatn, Andre Skardvatn og Sarasslaki. Vi mener at undersøkelser i dette utvalget av innsjøer vil gi et representativt bilde på tilstand og endringer i forurensningssituasjonen i grenseområdene Norge-Russland. Vi ser det lite hensiktsmessig å følge utviklingen i Pasvikelva på grunn av størrelsen av vassdraget. Små endringer i forurensningssituasjonen vil vanskelig kunne fanges opp i dette vassdraget som forøvrig viser gjennomgående god vannkvalitet med unntak av Kuetzyarvi.

I de ovennevnte lokaliteter bør det gjennomføres undersøkelser samtidig av vannkvalitet, fytoplankton, zooplankton, bunndyr og fisk. Metodene og undersøkelsesparametrene bør være de samme som benyttet under basisundersøkelsen 1990-1992 (Langeland 1993).

5 Konklusjon

Indikasjoner på forsureningskader er funnet i de høyestliggende vannene i Jarfjordområdet. Slike indikasjoner er dårlig rekruttering hos fisk, lav pH og alkalitet samt lavt antall forsureningsfølsomme arter av planktonkrepsdyr og bunndyr. I de norske lokalitetene forekom i mindre grad sykdommer og misdannelser hos fisk, sammenlignet med funn i Russland.

De største skadevirkningene på faunaen er funnet i russiske områder rundt Nikel sannsynligvis på grunn av tungmetallforurensninger. Her er det registrert fiskedød, sykdommer og unormal form og farge på indre organer hos fisk, høyt innhold av tungmetaller i gjeller, lever og nyrer hos fisk, høyt innhold av tungmetaller i elvemoser, og lavt antall av krepsdyr og insektlarver i elver og vann. Skadevirkningene avtar med avstand fra kildene i Nikel og Zapolyarny. Surhetsgraden er nøytral (pH=7) i dette området på grunn av den mineralrike berggrunnen.

Undersøkelsene av vannkjemi, fytoplankton, zooplankton, bunndyr og fisk i perioden 1990-1993 tyder på at det ikke har skjedd vesentlige endringer i den økologiske tilstand i innsjøer i grenseområdene mellom Norge og Russland. Vannkjemiske analyser viser en stabil forurensningssituasjon og en tendens til bedring i 1992 og 1993.

Det anbefales et flerårig overvåkingsprogram med årlige undersøkelser i utvalgte lokaliteter.

Lokalitetene bør omfatte minimum 6 innsjøer som undersøkes årlig i august. I tillegg er det ønskelig med undersøkelser i 3 andre innsjøer hvert tredje år. Det er viktig at de samme innsjøer følges fra år til år for å begrense den naturlige variasjonen som finnes mellom ulike lokaliteter. Samarbeidet med de russiske forskere ved INEP videreføres med arbeidsdeling som tidligere.

På nåværende tidspunkt anbefales det ikke at det iverksettes kalking av innsjøer i Jarfjordområdet. Utviklingen bør imidlertid følges nøye under overvåkingsprogrammet. Utenom rensetekniske tiltak som synes nært forestående, er det vanskelig å peke på andre aktuelle tiltak på nåværende tidspunkt.

Undersøkelsene på Kola øst viste at vannforekomstene har en naturlig fauna og flora som forventet for dette uberørte tundra-området. Vannkvaliteten viste ingen tegn til forurensninger. Hos aure ble det påvist lav radioaktiv forurensning av ^{137}Cs , sannsynligvis over bakgrunnsverdien i området. Området egner seg godt som referanseområde for sammenligning med de forurensede vann og vassdrag i grenseområdene.

6 Litteratur

- Kiefer, F. & Fryer, G. 1978. Das Zooplankton der Binnengewässer. 2. Teil. - Die Binnengewässer. Band XXVI. Stuttgart 1978.
- Langeland, A. 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.
- Nøst, T., Yakovlev, V., Berger, H.M., Kashulin, N., Langeland, A., Lukin, A. og Muladal, H. 1991. Impacts of pollution on freshwater communities in the border area between Russia and Norway. I. Preliminary study in 1990. - NINA Scientific report 26: 1-41.
- Statens Forurensningstilsyn 1993. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. - SFT rapport 533/93: 1-296.
- Traaen, T., Henriksen, A., Källquist, T. og Wright, R.R. 1993. Forsuring og tungmetallforurensning i grense-områdene Norge/-Russland. - NIVA Rapport 511/93: 1-47.

Vedlegg 1

Lokaliteter og prøvetaking i august 1993. - *Appendix 1. Localities and limnological sampling in August 1993.*

Lok.		Vannprøver	Fytoplankton	Zooplankton	Prøvefiske/EI-fiske
Grenseområdene Norge - Russland					
Lake Nikel 1	LN1	x	x	x	
Lake Shuoniyavr	Sh	x	x	x	x
Lake Rousenyarvi	Ro	x	x	x	x
Lake Maayarvi	Ma	x	x	x	x
Store Skardvatn	SS	x	x	x	x
F. Guokkolobbalat	FG	x	x	x	x
Dalvatn	Da	x	x	x	x
Kola øst					
Ionozero	IO	x	x	x	x
Pikelake	PL	x	x	x	x
Ninozero 1	NO1	x	x	x	x
Ninozero 2	NO2				x
Ninozero 4	NO4	x	x	x	x
Ninozero 5	NO5	x	x	x	x
Ninozero 6	NO6	x	x	x	x

Vedlegg 2

Vannkjemiske data fra overvåkingslokaliteter i grenseområdene og på Kola øst i august 1993. Forkortelser i samsvar med **vedlegg 1**. - **Appendix 2**. *Water quality results from the surveyed lakes in the border and region and on Kola east August 1993. 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	ppb Fc	ppb Cu	ppb Mn	ppb Ni	ppb Zn	ppb As
Grenseområdene Norge-Russland:																
Da	11.08.93	0,52	1	35,1	5,83	13	1,33	0,77	3,21	0,22 <	20 <	3	7 <	10 <	5 <	0,30
SS	12.08.93	0,44	4	37,1	6,43	59	1,65	0,92	3,12	0,30 <	20 <	3 <	5 <	10 <	5 <	0,30
FG	12.08.93	0,43	1	35,8	6,30	31	1,55	0,78	3,06	0,25 <	20 <	3 <	5 <	10 <	5 <	0,30
LN1	13.08.93	2,00	5	133,9	6,93	290	15,03	2,35	3,68	0,65	162	24	11	203	8	2,41
Sh	13.08.93	0,40	12	27,8	6,40	76	2,08	0,64	1,57	0,42	26	4 <	5 <	10 <	5	0,70
Ma	14.08.93	0,53	17	50,5	6,73	154	4,08	1,18	2,83	0,32	63	18 <	5	26	16	0,67
Ro	14.08.93	0,53	11	50,0	6,69	124	3,71	1,12	3,00	0,60 <	20	5 <	5	12 <	5 <	0,30
Øst-Kola:																
IO	17.08.93	1,10	25	25,3	6,45	54	1,04	0,59	2,50	0,32	176 <	3	5 <	10 <	5 <	0,30
PL	18.08.93	1,00	22	30,7	6,51	78	1,31	0,68	3,18	0,31	192 <	3 <	5 <	10 <	5 <	0,30
NO1	19.08.93	0,72	6	29,4	6,46	58	0,94	0,64	3,08	0,38	79 <	3	7 <	10 <	5 <	0,30
NO4	20.08.93	0,49	9	28,6	6,42	44	0,88	0,63	3,05	0,30	31 <	3 <	5 <	10 <	5 <	0,30
NO5	21.08.93										89 <	3 <	5 <	10	5 <	0,30
NO6	21.08.93	0,90	8	23,8	6,18	24	0,63	0,46	2,64	0,26	233 <	3 <	5 <	10 <	5 <	0,30

Vedlegg 3

Fytoplanktonbiomasse (g våtvekt/m³) fra overvåkingslokaliteter i grenseområdene og Kola øst i august 1993.
Appendix 3. Biomass (g wet weight/m³) of phytoplankton in the investigated lakes. Locality code as indicated in **Appendix 1.**

KLASSE/ART	Da	SS	FG	LN1	Sh	Ma	Ro	Io	PL	NO1	NO4	NO5	NO6
Blågrønnalger													
Synechococcus sp.	0,02	0,02	0,04	0,16		0,24							
Merismopedia tenuissima	*				*								
Aphanothece clathrata					0,01								
Aphanothece sp.							0,08	0,08	1,60		0,05	0,48	0,80
Chroococcus sp.												*	
Gomphoshaeria lacustris				0,48							0,01	0,03	0,06
cf. Rhabdoderma kol.				0,01									
Trådf. BG (d=1.5 µm)													0,09
Blågrønnalger totalt	0,02	0,02	0,04	0,65	0,01	0,24	0,08	0,08	1,60		0,06	0,51	0,95
Kiselalger													
Cyclotella (d<10 µm)		0,01			*		0,13	0,01					
Cyclotella comta (d>10 µm)							0,01						
Asterionella formosa					0,01								
Tabellaria fenestrata					*								
Melosira sp.													
Kiselalger totalt	0,01				0,01		0,14	0,01					
Dinoflagellater													
Gymnodinium sp. (d=10 µm)			0,01										0,01
Dinoflagellater (d<10 µm)											0,02	0,06	
Dinoflagellater (d=10-20 µm)										0,01			
Dinoflagellater totalt			0,01							0,01	0,02	0,06	0,01
Grønnalger													
Cosmarium sp. (d=5 µm)				4,80									
Chlorococcales sp.	0,08						0,01	0,05	0,16			0,03	0,09
Grønnalger totalt	0,08			4,80			0,01	0,05	0,16			0,03	0,09
Andre													
µ-alger	0,08	0,06	0,03	0,10	0,10	0,12	0,10	0,05	0,16	0,03	0,06	0,11	0,10
Cryptomonas sp.				0,07	0,01								
Mallomonas sp.		0,02											
Dinobryon sp.										0,01			
Andre totalt	0,08	0,08	0,03	0,17	0,11	0,12	0,10	0,05	0,16	0,04	0,06	0,11	0,10
Total algebiomasse	0,18	0,11	0,08	5,62	0,13	0,36	0,33	0,19	1,92	0,05	0,14	0,71	1,15

Vedlegg 4

Artssammensetning av zooplankton i grenseområdene og Kola øst i 1993. - **Appendix 4. Species composition of zooplankton in the investigated lakes. Locality code as indicated in Appendix 1.**

For Copepoda: E.g. = Eudiaptomus gracilis, E.go = Eudiaptomus graciloides,
 A.t.= Acanthodiptomus tibetanus, H.a.= Heterocope appendiculata, H.b.= Heterocope borealis,
 C.s.= Cyclops scutifer, C.a.= Cyclops abyssorum, M.l.= Mesocyclops leuckarti,
 For Cladocera: H.g.= Holopedium gibberum, B.l.s.= Bosmina longispina,
 D.l.s.= Daphnia longispina, D.g.= Daphnia galeata, D.l.r.= Daphnia longiremis,
 B.lm. Bythotrephes longimanus, L.k.= Leptodora kindti.

Lok.	COPEPODA								CLADOCERA						
	E.g.	E.go.	A.t.	H.a.	H.b.	C.s	C.a.	M.l	H.g.	B.l.s.	D.l.s.	D.g	D.l.r.	B.lm.	L.k.
Grenseområdene Norge - Russland															
LN1		x													
Sh	x			x		x			x	x	x	x		x	
Ro		x		x		x			x	x		x	x		
Ma		x				x			x	x	x	x		x	x
SS		x				x	x		x	x	x	x			
FG		x				x			x	x		x		x	
Da		x		x		x		x	x	x				x	
Kola øst															
IO				x		x		x	x	x	x				
PL				x		x		x	x		x				
NO1		x				x		x	x	x	x				
NO4		x				x		x	x	x	x				
NO5		x				x		x	x		x				
NO6	x					x		x	x		x				

Vedlegg 5

Artssammensetning av fiskesamfunn i grenseområdene og Kola øst i 1993. - **Appendix 5. Species composition of fish in the investigated lakes. Locality code as indicated in Appendix 1.**

Lok.	Areal ha	H.o.h. m	Røye	Aure	Gjedde	Ørekyte	3-pi. stingsild	9-pi. stingsild	Lake Abbor	Laks
Grenseområdene Norge - Russland										
Sh	2500	190		x	x	x			x	
Ro	185	99	x	x			x			
Ma	15	190		x	x	x			x	x
SS	57	238	x	x						
FG	12	186	x							
Da	26	132	x	x			x			
Kola øst										
IO	10500	227	x	x	x	x		x	x	x
PL	50	209			x			x	x	
NO1	20	193		x	x	x		x		x
NO2	20	195		x	x	x		x		x
NO4	100	229	x	x		x			x	

Vedlegg 6

Næringsdyr (volumprosent) i fiskemager hos aure, røye, abbor og gjedde fra innsjøer i grenseområdene og Kola øst. - **Appendix 6. Stomach content (volume percentage) of brown trout (aure), Artic char (røye), perch (abbor) and pike (gjedde) from the investigated laeks. Locality code as indicated in Appendix 1.**

Lok	År	Art	Ant. mager	Terr.- insekt.	Vann- insekt.	Muslinger/ snegl	Linsekreps	Marflo	Skjoldkreps	Zooplankton	Fisk
Grenseområdene Norge - Russland											
Sh	93	A	5	5	36	7	1	0	0	51	0
Ro	91	A	10	10	0	10	10	0	0	20	50
Ro	93	A	14	47,2	25,7	10,7	1,4	0	0	7,9	7,1
Ma	90	P	12	0	8,6	0	0	0	0	71	20,4
Ma	93	P	20	0	0	0	0,7	0	0	99,3	0
SS	91	A	11	0	2,7	24,9	6,4	0	0	66	0
SS	91	B	9	11,1	83,9	2,2	0	2,8	0	0	0
SS	93	A	19	0	49,4	10	3,7	0	0	33,2	3,7
SS	93	B	16	41,9	43,1	11,2	0	0	0	3,8	0
FG	92	A	20	21	0,7	10	14	0	0	54,3	0
FG	93	A	13	18,5	23,1	19,2	1,5	0	0	37,7	0
Da	90	A	4	48	17,7	0	0	0	0	34,3	0
Da	93	A	18	2,2	0	0	0	0	0	81,1	16,7
Da	93	B	12	77,9	5,4	1,7	0	0	0	0	15
Kola øst											
IO	93	A	21	0	0	0	19	0	0	81	0
IO	93	B	12	35	39,1	4,2	0	0	0	0	21,7
PL	93	G	13	0	3,8	3,8	0	0	57,7	0	34,7
NO1	93	B	5	20	20	10	0	0	0	0	50
NO1	93	G	3	0	0	0	0	0	0	0	100
NO2	93	B	2	0	100	0	0	0	0	0	0
NO2	93	G	6	0	0	0	0	0	0	0	100
NO4	93	A	3	0	0	0	0	0	0	100	0
NO4	93	B	32	19,1	30,6	22,5	0	0	0	0	27,8

Vedlegg 7

Konsentrasjoner av tungmetaller i organer (lever, nyre, gjeller, skjelett, bein) hos fisk i lokaliteter på Kola øst i 1993. - **Appendix 7. Concentrations of heavy metals in organs (liver, kidneys, gills, skeleton, bone) of fish in the investigated lakes Kola east.**

Lokalitet	Ind Art	år Kjønn	g Alder	Vekt	ppm CD	ppm ZN	ppm CU	ppm MN	ppm NI	ppm HG
Gjeller:										
Ionozera	1 røye	hunn	6+	422	1,194	95	19	8,0	0,49	0,141
Ionozera	2	hann	6+	622	0,753	84	3	9,7	0,80	0,114
Ionozera	3	hunn	6+	480	0,546	90 <	1	6,2	0,72	0,065
Ionozera	4	hann	6+	297	0,805	100	3	7,4	0,89	0,087
Warsina	5 aure	hann	8+	900	0,186	408	1	16,1 <	0,48	0,048
Warsina	6	hunn	10+	1400	0,118	370	1	5,4	0,90	0,149
Warsina	7	hunn	10+	1700	0,174	170	2	7,6 <	0,34	0,280
Warsina	8	hann	12+	1600	0,124	462	2	13,0 <	0,46	0,104
Warsina	9	hann	14+	3200	0,140	26	3	83,7	0,45	0,039
Nyrer:										
Ionozera	1 røye	hunn	6+	422	6,164	112	7	2,2	1,20	0,422
Ionozera	2	hann	6+	622	10,376	118	10	2,5	1,03	0,391
Ionozera	3	hunn	6+	480	8,206	103	8	2,0 <	0,84	0,287
Ionozera	4	hann	6+	297	6,826	110	7	3,1 <	1,16	0,586
Warsina	5 aure	hann	8+	900	1,845	138	5	2,5 <	0,44	0,184
Warsina	6	hunn	10+	1400	3,647	217	4	1,0	0,80	0,768
Warsina	7	hunn	10+	1700	6,322	150	5	2,1	0,85	0,837
Warsina	8	hann	12+	1600	3,902	421	5	1,8	0,64	0,290
Warsina	9	hann	14+	3200	4,140	384	7	2,6	0,49	1,147
Lever:										
Ionozera	1 røye	hunn	6+	422		129	65	5,5 <	0,56	0,434
Ionozera	2	hann	6+	622	1,194	112	45	10,4 <	0,43	0,241
Ionozera	3	hunn	6+	480	1,151	122	45	10,2 <	0,43	0,267
Ionozera	4	hann	6+	297	1,015	126	43	5,6 <	0,68	0,375
Warsina	5 aure	hann	8+	900	0,853	109	143	5,9 <	0,38	0,177
Warsina	6	hunn	10+	1400	0,489	137	20	8,1 <	0,38	0,556
Warsina	7	hunn	10+	1700	0,698	87	10	7,9 <	0,34	0,468
Warsina	8	hann	12+	1600	1,397	132	361	4,6 <	0,43	0,340
Warsina	9	hann	14+	3200	0,932	111	353	3,9 <	0,41	1,077
Skjelett:										
Warsina	5 aure	hann	8+	900 <	0,022	196 <	1	28,4 <	0,44	0,018
Warsina	6	hunn	10+	1400 <	0,017	123 <	1	7,3 <	0,34	0,092
Warsina	7	hunn	10+	1700 <	0,018	88 <	1	14,3 <	0,37	0,076
Warsina	8	hann	12+	1600 <	0,020	116 <	1	34,1 <	0,40	0,017
Warsina	9	hann	14+	3200 <	0,021	105 <	1	8,2 <	0,42	0,066

259

nina
oppdrags-
melding

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0443-6

Norsk institutt for
naturforskning
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tel. 73 58 05 00