

# Vannkvalitet og fiskebestander i Aunvassdraget i Nord-Trøndelag

Rita Strand

**NINA Oppdragsmelding 760**



**NINA • NIKU**  
STIFTELSEN FOR NATURFORSKNING  
OG KULTURMINNEFORSKNING

# Vannkvalitet og fiskebestander i Aunvassdraget i Nord-Trøndelag

Rita Strand

## NINAs publikasjoner

### NINA utgir følgende faste publikasjoner:

#### NINA Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs 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

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

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

#### NINA Project Report

Serien presenterer resultater fra begge instituttene prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.

Opplaget varierer avhengig av behov og målgrupper

#### NINA Temahefte

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmennheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes 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 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).

Opplag: 1200-1800

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

Strand, R. 2002. Vannkvalitet og fiskebestander i Aunvassdraget i Nord-Trøndelag. - NINA Oppdragsmelding 760: 1-14.

Trondheim, oktober 2002

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1343-5

Rettighetshaver ©:

NINA•NIKU Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Rita Strand

NINA, Trondheim

Design og layout:

Kari Sivertsen

Tegnekontoret NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 100

Trykt på miljøpapir

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7005 Trondheim

Tel: 73 80 14 00

Fax 73 80 14 01

www.ninaniku.no

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13801 Aunvassdraget

Ansvarlig signatur:

*Norman S. Myklebust*

Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Høylandet kommune

Nordfolda Elveeierlag

## Referat

Strand, R. 2002. Vannkvalitet og fiskebestander i Aunvassdraget i Nord-Trøndelag. - NINA Oppdragsmelding 760: 1-14.

Nordfolda/Aunvassdraget i Nord-Trøndelag er et naturlig surt vassdrag, hvor vannkvalitetens betydning for fiskebestandene i vassdraget ikke er klarlagt. Lave fangster av laks og sjørørret, samt utryddelse av sjørøyebestanden i vassdraget er blitt satt i sammenheng med sur vannkvalitet. Denne undersøkelsen er en sammenfatning av undersøkelser foretatt i vassdraget fra 1989 til 2001, og gir forslag til tiltak for å bedre forholdene for fiskebestandene i vassdraget.

Den offentlige fangststatistikken for laks og aure fra 1976 og fram til 1989 viste lave fangster, men fangstene økte fra 1993 og fram til i dag. Vi vet ikke om dette skyldes en reell økning i fangster eller bedret fangstregistrering. Sjørøye er ikke registrert i fangstene, men det har i følge lokalbefolkningen vært sjørøye i vassdraget. Om man ønsker å igjen ha sjørøye i vassdraget gjennom tiltak som bedrer vekstforholdene for fisken, bør man først undersøke om røya er i stand til å saltregulere og overleve i sjøvann. Ungfisk- og boniteringsundersøkelser bør gjennomføres om man ønsker å beregne forventet fangst av laks og sjørørret i elva.

Nordfolda er naturlig surt idet den ligger i et område med sure bergarter, og er utsatt for sjøsaltepisoder. Laks- og aureyngel fanget i elva hadde til dels høye verdier av aluminium akkumulert på gjellene, men det var lave verdier for labilt aluminium i vannet og pH har ligget forholdsvis høyt og stabilt over år. Effektene av påslag av aluminium på gjellene hos laks varierer mellom vassdrag, og videre feltundersøkelser er nødvendig for å påvise eventuelle effekter av vannkvaliteten på laks- og aureyngelen i Nordfolda.

Emneord: Vannkvalitet, sure bergarter, sjø salt episoder, laks, sjørørret, sjørøye

## Abstract

Strand, R. 2002. Water quality and fish populations in the Aunvassdraget watercourse in Nord-Trøndelag. - NINA Oppdragsmelding 760: 1-14.

The River Nordfolda is a naturally acid watercourse, where the effect of the water quality on the fish populations was unclear. Low catch rates of Atlantic salmon and sea trout, and also extinction of the local anadromous population of Arctic charr was thought to have connection with acid water quality in the watercourse. This report summarises the investigations undertaken in this watercourse from 1989 to 2001.

Catch statistics from 1976 to 1989 show low catches in the watercourse, however, catches increased from 1993 to 2000. We do not know whether this is due to increased catches or to improved catch registration procedures. According to local fishermen, Arctic charr have been caught in the watercourse and in the sea in this area, but this is not verified. The watercourse is located at the southern limit of the anadromous Arctic charr distribution area, and if it is preferable to again have anadromous charr in the watercourse, one have to test if the charr are able to salt regulate and survive in seawater. Density estimation of the juvenile fish and site classification should be carried out if it is of interest to estimate expected catch rate of salmon and sea trout from the watercourse.

The River Nordfolda is naturally acid due to an underlying geology of acid rock types, and is exposed to deposition of sea salts. The water quality was not found to be limiting for salmon smolt production. Juvenile salmon and trout caught in the river were found to have high levels of accumulated aluminium on their gills, despite low level of labile aluminium and high pH found in the river. The effect on fish of accumulated aluminium on the gills varies between rivers. Further field experiments are necessary to detect possible physiological effects of gill aluminium on juvenile salmon and trout in the River Nordfolda.

Keywords: water quality, acid rock types, sea salt deposition, salmon, sea trout, Arctic charr.

## Forord

I 1987 ble settefiskanlegget for laks på Kongsmoen startet opp. Råvann fra Nordfolda ble tatt inn til laksemoltproduksjon og de fikk høy dødelighet på plommesekkengel. De satte dødeligheten i forbindelse med råvannet benyttet i produksjonen, og det ble samtidig satt fokus på bestandene av laks, sjørørret og sjørøye i vassdraget, hvor man satte lave fangster av disse artene i forbindelse med forsuring av vassdraget. Det har i årene etterpå vært foretatt både vannkjemiske undersøkelser av råvannet til settefiskanlegget, prøvefiske i vatna i vassdraget og vassdraget har vært inkludert i den nasjonale elveserien som overvåker ulike elver med hensyn på vannkvalitet.

Nordfolda elveierlag tok initiativ til et prosjekt som hadde som mål å sammenfatte eksisterende data på vannkemi og fisk fra vassdraget for å kartlegge status og foreslå eventuelle tiltak for bedring av vannkvaliteten i vassdraget. Prosjektet ble finansiert av Nordfolda elveierlag, Høylandet kommune og Direktoratet for Naturforvaltning. Takk til Bjørn Olav Rosseland (NIVA) og Fjord seafood A/S, avd. smolt Kongsmoen for tilgang til dataene for råvanns-kvalitet.

Trondheim 15.10.02

Rita Strand  
Prosjektleder

## Innhold

Referat .....	3
Abstract .....	3
Forord .....	4
<b>1 Innledning</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Områdebeskrivelse og datagrunnlag</b> .....	<b>5</b>
<b>3 Resultater</b> .....	<b>6</b>
3.1 Fangststatistikk .....	6
3.2 Ungfiskundersøkelser .....	7
3.3 Vannkvalitet .....	7
3.3.1 Vannanalyser fra Nordfolda .....	7
3.3.2 Vannanalyser av råvannsinntak .....	10
3.4 Fiskefysiologi .....	11
<b>4 Diskusjon og forslag til tiltak</b> .....	<b>11</b>
<b>5 Konklusjoner</b> .....	<b>13</b>
<b>6 Litteratur</b> .....	<b>14</b>

# 1 Innledning

Nordfolda er et naturlig surt vassdrag på grunn av at den har et nedbørsfelt som består av sure gneis- og granittbergarter. Vassdraget får også tilførsel av sjøsalter som innebærer frigivelse av hydrogen- og aluminiumsioner, noe som kan føre til forsuringsepisoder (Hindar et al. 1994). Forsuring av elver og innsjøer har forårsaket nedgang i fiskebestander i mange områder som resultat av menneskeskapt sur nedbør (Hesthagen et al. 1999), og det er blitt forsket mye på sur nedbør og effekter på fisk (Andersen et al. 1984; Hesthagen & Hansen 1991; Hindar et al. 1994; Finstad et al. 2000), hvor det er funnet at sur nedbør har forårsaket nedgang i og utryddelse av fiskebestander (Hesthagen et al. 1999). Det har imidlertid vært lite fokus på naturlig sure vassdrag og på hvordan fiskebestandene her påvirkes. Store forskjeller er påvist mellom vassdrag når det gjelder effekt av forsuring på fiskebestander (Finstad et al. 2001).

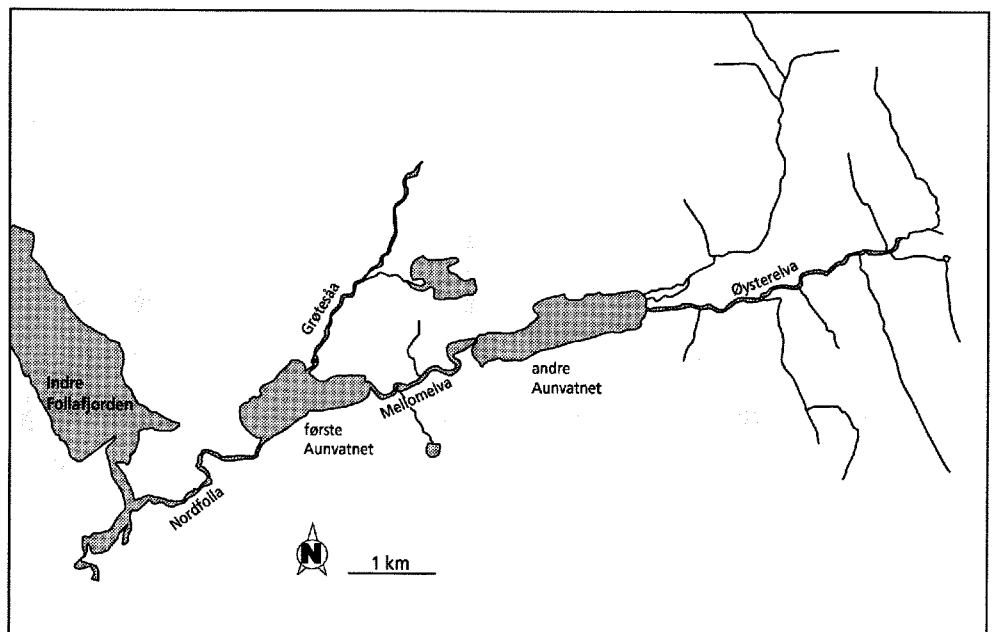
Denne rapporten er en biologisk delplan som vil inngå i driftsplan utarbeidet for Nordfolda/ Aunvassdraget av Høylandet kommune. Vi vil her sammenfatte resultater fra vannkjemiske og fiskefysiologiske undersøkelser gjort i Aunvassdraget og på grunnlag av disse forsøke å gi en status og foreslå eventuelle tiltak i vassdraget.

# 2 Områdebeskrivelse og datagrunnlag

Vassdragets nedbørsfelt ligger hovedsakelig i Høylandet kommune, men de høyereliggende delene ligger i Namsskogan og Bindal kommune. Nordfolda renner ut i Kongsmoelva ca 1 km før utløp i Indre Follafjord. Den nederste strekningen fra Kongsmoelva til Første Aunvatn, på ca 2 km, kalles Nordfolda. Ved Første Aunvatn deler vassdraget seg i to, hvor Grøtesåa (15 km lang) går i nordlig retning og har sine kilder i Nordland nord for Drottendalsfjellet (917 moh.). Den andre greina kalles Mellomelva fra Første til Andre Aunvatn, og kalles deretter Østerelva (12 km lang) som kommer fra Nonsvatnet (718 moh.) (**figur 1**).

Vassdraget ligger i et område med sure gneis- og granittbergarter, med lite løsmasser og er næringsfattig. Aunvassdraget har bestander av laks (*Salmo salar* L.), sjøaure (*Salmo trutta* L.), muligens sjørøye (*Salvelinus alpinus* (L.)), samt innlandsformene av røye og aure.

**Figur 1**  
Nordfolda/Aunvassdraget.



## Undersøkelser foretatt i vassdraget

- Kongsmo vannverk har gjennomført pH-målinger i vassdraget i perioden 1987- 2000.
- NINA har analysert innsamlede vannprøver fra Nordfolda i perioden 1989-2001. Nordfolda inngår i den nasjonale elve-serien som overvåker vannkvaliteten i ulike elver i Norge.
- NIVA har foretatt vannkjemianalyser av råvannet som tas inn fra Nordfolda til Kongsmo settefiskanlegg i to perioder våren i 1999 og én periode i 2001.
- Offentlig fangststatistikk ble benyttet for å se på fangstutviklingen for laks og sjøaure i vassdraget.
- NINA foretok prøvefiske av Aunvatna i 1988 og 1989.
- Det har vært forsøkt utfisking i Aunvatna for å redusere be-standen av røye.
- Elfiske etter lakse- og aureyngel har vært foretatt av Fylkesmannens miljøvernavdeling og Høylandet kommune i forbindelse med groudundersøkelser.

## 3 Resultater

### 3.1 Fangststatistikk

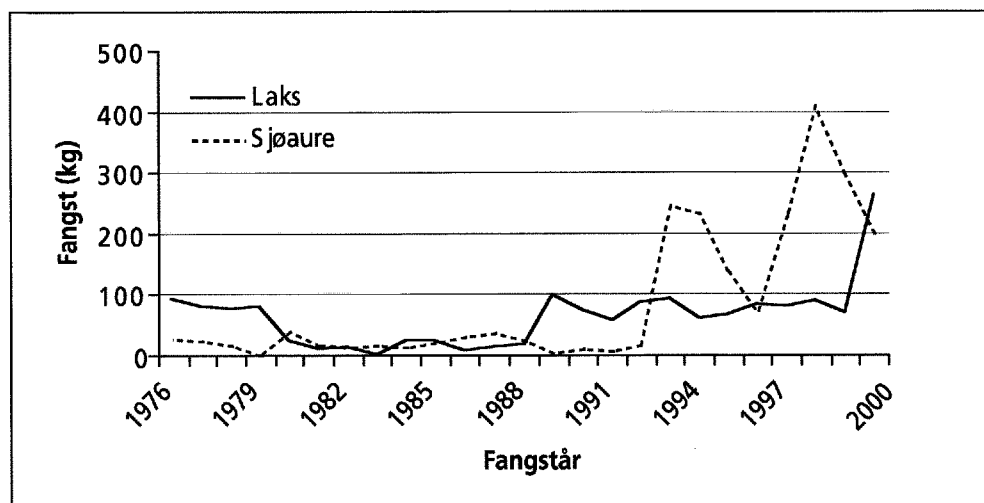
#### Laks og sjøaure

Fangststatistikken for Nordfolda går tilbake til 1976. Registrert fangst av laks fra midten av 1970-tallet og fram til 1992 lå på under 100 kg per år. Fra 1993 har fangstene økt, og har ligget på 300-400 kg per år. Sjøaurefangstene var meget lave fra 1976 til 1992 (0-40 kg), mens registrert fangst har økt betraktelig etter 1993, med fangster som varierte mellom år fra 86 til 407 kg (**figur 2**).

Før 1993 var bare kilo fisk oppgitt i fangststatistikken, mens antallet fisk fanget er oppgitt fra og med 1993. Laksen hadde gjennomsnittsstørrelse på mellom 1,4 og 2,4 kg (**figur 3**), mens sjøauren har variert mellom 0,7 og 1,3 kg (**figur 4**) i årene 1993-2000.

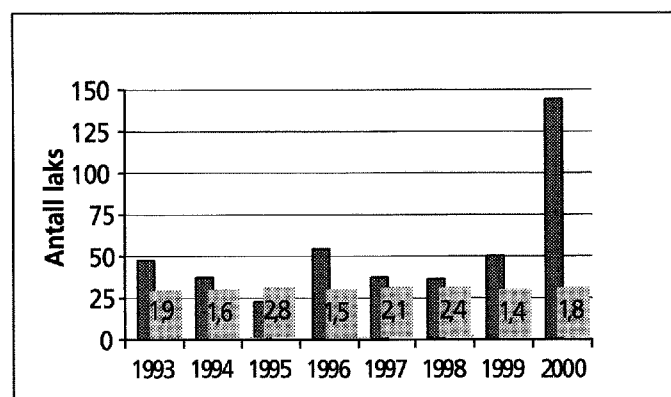
#### Sjørøye

Sjørøya har i fangststatistikkene vært slått sammen med sjøaure slik at det ikke har vært mulig å se hvor stor andel av fangstene den har vært utgjort, eller om sjørøye i det hele tatt er blitt fanget.



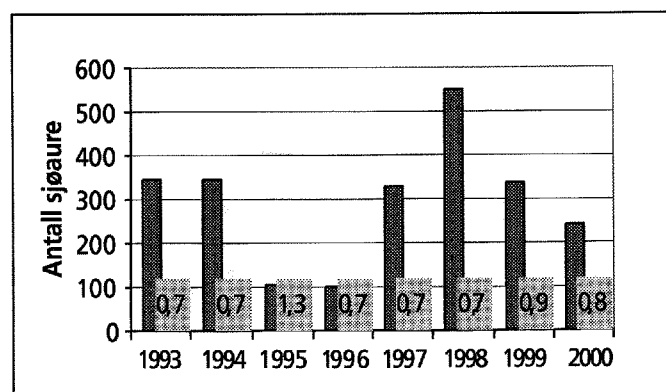
**Figur 2**

Fangst (kg) av laks og sjøaure i Nordfolda/Aunvassdraget fra 1976 til og med 2000.



**Figur 3**

Antall (stolpe) og gjennomsnittsstørrelse (boks) hos laks fanget i Nordfolda/Aunvassdraget i perioden 1993 til og med 2000.



**Figur 4**

Antall (stolpe) og gjennomsnittsstørrelse (boks) hos sjøaure fanget i Nordfolda/Aunvassdraget i perioden 1993 - 2000.

## 3.2 Ungfiskundersøkelser

Ungfiskundersøkelser har blitt foretatt av Fylkesmannens miljøvernnavdeling og Høylandet kommune sporadisk i årene 1990, 1991, 1992, 1994, 2000 og 2001. I 1990 ble det foretatt tetthetsundersøkelse ved én lokalitet i Nordfolda. Årene etterpå ble det fanget laks- og aureyngel for å undersøke om lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* fantes i vassdraget. Disse undersøkelsene er ikke relatert til areal og gir dermed ikke tetthetsestimater. Dataene kan derfor ikke benyttes til å si noe om yngelproduksjonen i elva.

Tetthetsestimater foretatt i 1990 viser imidlertid en relativt høy tetthet av lakseunger, med 50 laksunger per 100 m<sup>2</sup> (**tabell 1**).

## 3.3 Vannkvalitet

### 3.3.1 Vannanalyser fra Nordfolda

Vannprøver er blitt tatt fra 1987 i regi av vannverk og elveserie. Data fra den nasjonale overvåkingsserien for vannkvalitet i elver ble hovedsakelig benyttet i denne framstillingen, da det har blitt tatt vannprøver gjennom hele året og analysert med hensyn til parametre relevante for å se på effekter av forsurening (**tabell 2**). Se Saksgård & Schartau (2002) for beskrivelse av målemetoder for ulike vannkjemiparametre.

Gjennomsnittlig varierte pH fra 5,3 til 6,7 i årene 1987 til 2001 (**tabell 2**). Gjennomsnittet for hele perioden lå på 6,3 ± 0,4, og surhetsgraden er i grensesonen for subletale skader og muligheter for fysiologiske skader hos fisk. Det er en tendens til at pH har økt siden målingene startet (Pearson correlation,  $r = 0,321$ ,  $p = 0,007$ ), noe som tyder på at det har vært en viss forsurening i vassdraget. Det har ikke skjedd noen klare endringer i nivåene for ANC (syrenøytraliserende kapasitet) i Nordfolda (**figur 5**). ANC sier noe om systemets evne til å motstå forsurening og verdier mindre enn null er vanlig i forsurede vassdrag.

**Tabell 1.** Ungfiskundersøkelser i Nordfolda i 1990, 1991, 1992 og 1994.

Tidspunkt	Undersøkelse	Lokalitet	Antall lakseyngel fanget	Antall aureyngel fanget
1990	Tetthet	Nordfolda	50 per 100 m <sup>2</sup> .	-
28.08.91	Gyro	Nordfolda	66	15
14.08.92	Gyro	Nordfolda	15	5
07.07.94	Gyro	Nordfolda	1	8
05.10.00	-	Nordfolda	10	21
10.10.01	Tetthet*	Nordfolda	3 per 120 m <sup>2</sup> .	19 per 120 m <sup>2</sup> .

\* El-fisket en omgang.

**Tabell 2.** Gjennomsnittsverdier og standard avvik (i parantes) for målinger av pH, alkalitet, syrenøytraliserende kapasitet (ANC), uorganisk monomerisk aluminium (Al-UM), kalsium og pt-farge i Nordfolda fra 1989-2001. Data fra elveserien, NINA.

År	pH	Alkalitet (µekv/l)	ANC (µekv/l)	Al-UM (µg/l)	Kalsium (mg/l)	Pt-farge (mg-pt/l)
1989	5,9 (0,2)	10,4 (7,3)	-	-	0,73 (0,23)	9 (2,8)
1992	6,4 (0,5)	69,4 (98,9)	71,7 (84,8)	-	1,69 (1,55)	9 (2,8)
1993	6,1 (0,3)	27,5 (21,6)	29,8 (18,9)	1,0 (0,8)	1,14 (0,23)	9 (2,0)
1994	6,5 (0,6)	166,3 (319,2)	154,9 (320,1)	2,6 (1,7)	3,28 (5,66)	10 (2,6)
1995	6,3 (0,3)	40,3 (23,2)	46,5 (25,4)	2,0 (1,4)	1,24 (0,45)	11 (1,9)
1996	6,2 (0,5)	45,9 (47,2)	48,6 (46,9)	2,8 (1,0)	1,32 (0,89)	10 (2,5)
2000	6,3 (0,2)	38,9 (18,4)	28,2 (21,9)	1,9 (1,6)	1,09 (0,54)	13 (3,3)
2001	6,7 (0,4)	106,6 (156,2)	67,0 (47,3)	3,6 (3,1)	2,19 (2,81)	14 (3,1)
Snitt	6,3 (0,4)	67,6 (139,5)	65,1 (136,0)	2,3 (1,8)	1,65 (2,44)	11 (3,4)

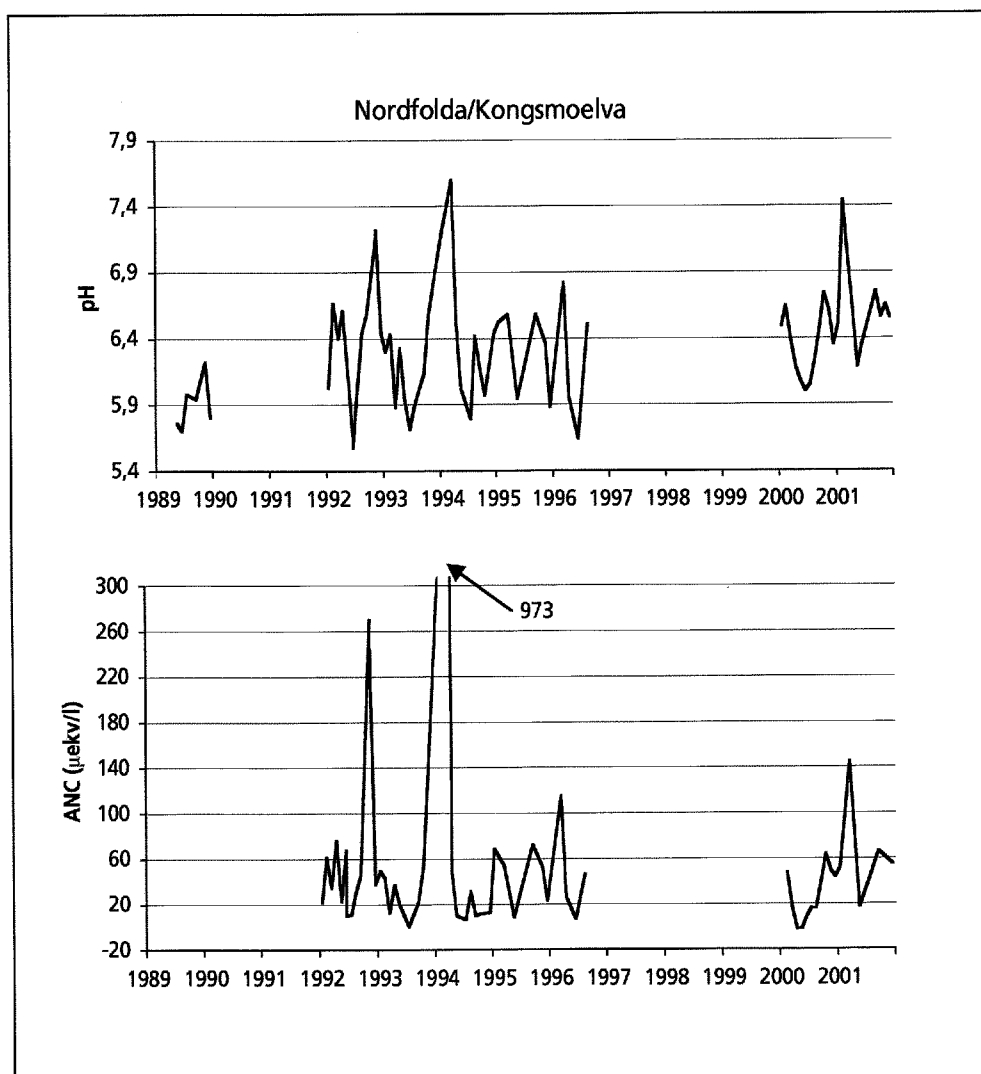


Andre vannkjemiske parametre som er viktig mht forsurening i vassdrag, som alkalitet og labilt aluminium (Al-UM, den giftige aluminiumsfraksjonen) har også variert mellom år (**tabell 2**). Vassdraget er ionefattig med lavt kalsiuminnhold (Ca) og lavt innhold av organisk materiale (pt-farge), men disse verdiene er ikke unormalt lave. I forsurede næringsfattige vassdrag på vestlandet er det vanlig med kalsiumverdier lavere enn 0,5 mg/l.

Nivået på de vannkjemiske parametrene varierte imidlertid gjennom året. I 2000 ble det tatt månedlige prøver i Nordfolda, og vi har gått nærmere inn på disse dataene for å kunne relatere gjelleprøver tatt av laks- og aure-ungel til vannkvalitet før og ved prøvetidspunktene denne våren (pkt. 2.4). pH og alkalinitet var høyest høst og vinter, og på det laveste i juni. Surhetsgraden var imidlertid høyere enn 6,0 på det laveste. Labilt aluminium lå jevnt lavt hele året, med en liten topp i juni (6 µekv/l). ANC nivået var på det laveste i april og mai, i forkant av økningen i labilt aluminium (**figur 6**).

Gjellealuminiumsprøvene ble tatt i mai da både pH og alkalinitet var synkende, men fremdeles relativt høye (henholdsvis 6,1 og 22 µekv/l). Nivået av labilt Al var lavt ved dette prøvetidspunktet, 7. mai (1 µekv/l), mens det hadde økt ved neste prøvetidspunkt (13. juni) til 6 µekv/l, som er satt som deteksjonsgrense for labilt Al.

Vassdraget ligger nær kysten og innhold av sjøsalter (natrium og klorid) i vannet vil vanligvis gjenspeile grad av marin påvirkning. Avsetninger av sjøsalter resulterer i frigivelse av hydrogen- og aluminiumsioner fra berggrunnen gjennom ionebytte. Innslaget av marine sjøsalter i Nordfolda var i 2000 høyest i perioden februar-april (**figur 7**). Det samme var tilfelle ved tidligere års målinger (se for eksempel Schartau & Nøst 1993; Nøst et al. 1997). Sjøsaltepisoder kan imidlertid oppstå plutselig i forbindelse med store nedbørsmengder og være over på kort tid. Slike episoder kan forårsake forsurening i vassdraget som er vanskelig å treffe på ved månedlige målinger.

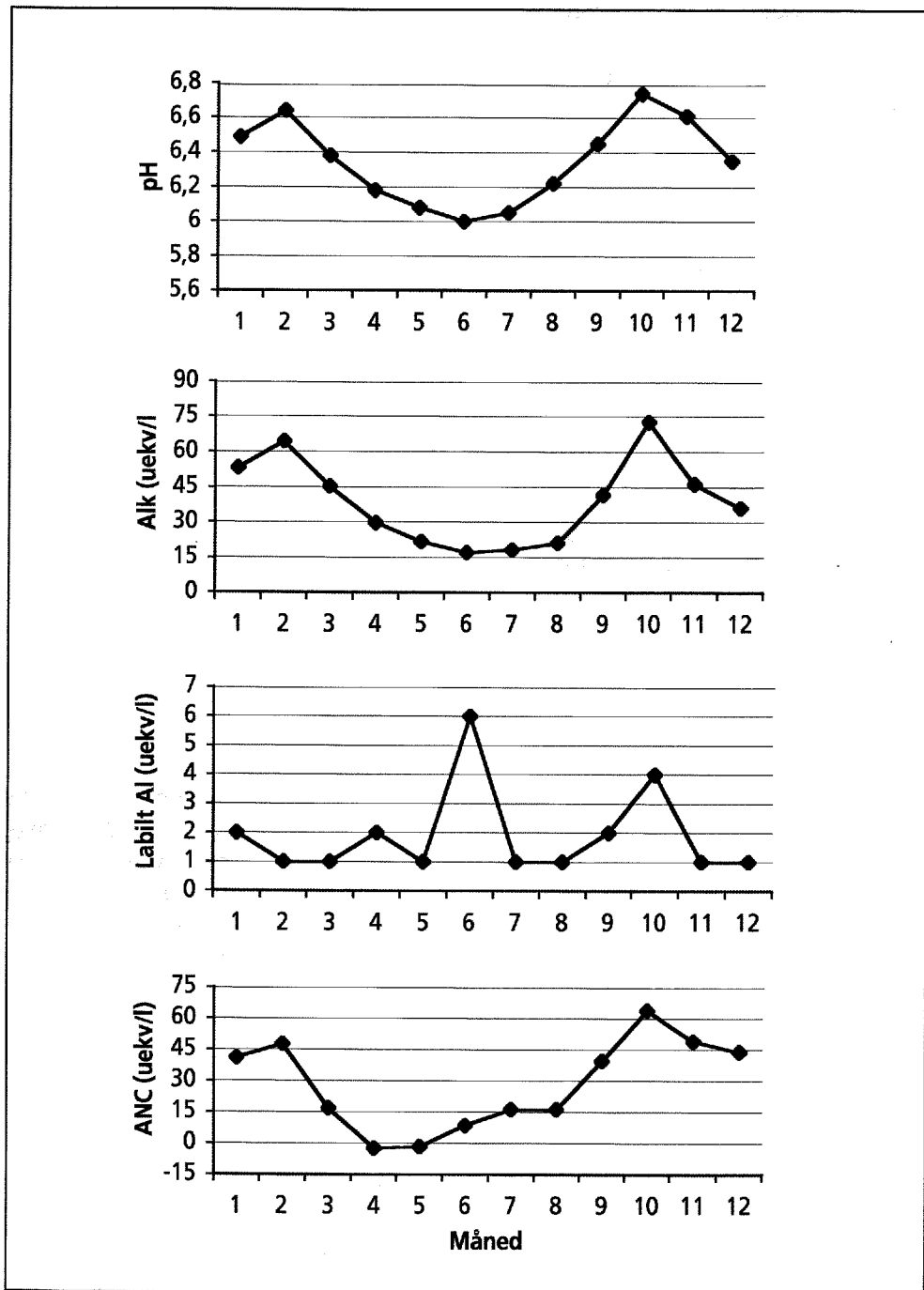


**Figur 5**

pH og ANC i Nordfolda i perioden 1989-2001 (Saksgård & Schartau 2002).

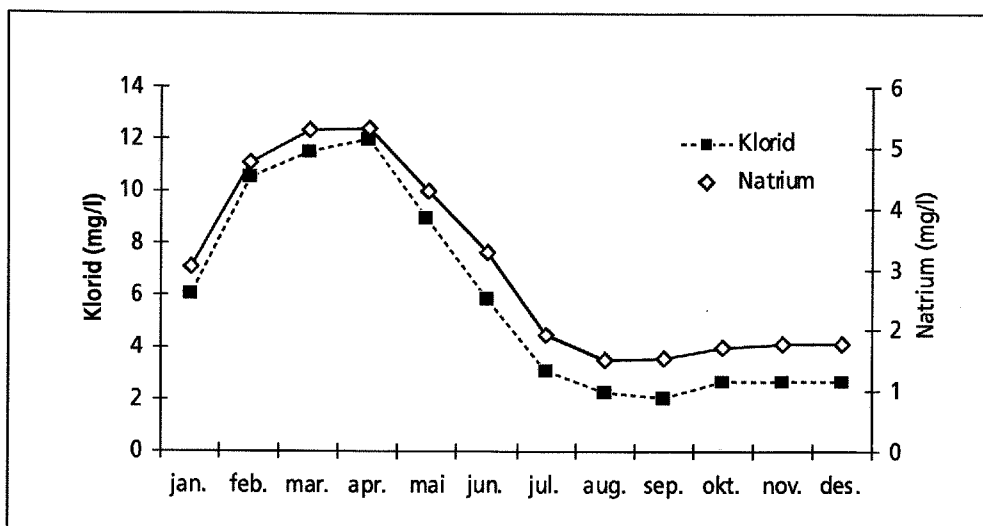
**Figur 6**

Variasjon i pH, alkalitet, labilt aluminium (Al-UM) og syre-nøytraliserende kapasitet (ANC) gjennom året i Nordfolda/Aunvassdraget i 2000.



**Figur 7**

Klorid- og natrium-nivå gjennom sesongen 2000 i Nordfolda.



### 3.3.2 Vannanalyser av råvannsinntak

I 1999 og 2001 ble det foretatt vannanalyser i råvannsinntaket til Kongsmoen Settefisk, som tar inn råvann fra Nordfolda. Resultatene er diskutert i forhold til oppdrett av laksesmolt, og konkluderer med at ingen av de vannkjemiske parametrene var direkte begrensende for oppdrett av laksefisk. Generelt viste analysene foretatt av NIVA at vannkvaliteten i 1999 var bedre i mai enn i mars. Labilt aluminium var lavt (3 µekv/l) og ANC-nivå lå på 19-42 µekv/l. Vannet var meget ionefattig med svært lavt kalsiuminnhold (Ca) og innhold av organisk stoff (TOC), men pH var i begge tilfeller relativt høy (>6,0) (**tabell 3**).

Aluminium i prøvene forelå som organisk bundet, men det var mer jern i prøvene enn det TOC innholdet normalt skulle tilsi. På prøvetakingstidspunktene var ingen av de analyserte parametre direkte begrensende for oppdrett av laksesmolt, se Staurnes et al. (1998) og Rosseland (1999).

I 2001 hadde råvannet en moderat høy pH, relativt lav bufferkapasitet og en lav kalsiumkonsentrasjon (**tabell 4**). Vannets relativt lave bufferkapasitet ble også reflektert i en forholdsvis lav ANC verdi (syrenøytraliserende kapasitet) på 29 µekv/l. ANC er et mål som brukes i tålegrensesammenheng for sur nedbør, der grenseverdier for skader på laksefisk normalt regnes som ANC mellom 20 – 30 µekv/l. Vannet var lite påvirket av humus og sjøsalter.

Aluminium forelå i moderate mengder, med en uorganisk labil Al på bare 3 µgAl/l, en konsentrasjon som ikke gir negativ virkning på fisk.

På prøvetakingstidspunktene var derfor ingen av de analyserte parametre direkte begrensende for oppdrett av laksesmolt.

**Tabell 3.** Prøver av råvann til Kongsmoen settefiskanlegg ved to ulike tidspunkt i 1999.

Analysevariabel	Enhet	Metode	Råvann mars 1999	Råvann mai 1999
Surhetsgrad		A 1	6,12	6,09
Ledningsevne	mS/m	A 2	1,47	1,93
Alkalitet	mmol/l	C 1	0,046	0,046
Nitrogen	µg/l N	D 6-1	114	111
Ammonium	µg/l N	D 5-1		
Nitrat og nitritt	µg/l N	D 3	62	68
Karbon, organisk	mg/l C	G 4-2	1,1	1,1
Karbon, organisk	mg/l	G 5-1		
Klorid	mg/l	C 4-2	2,6	3,2
Sulfat	mg/l	C 4-2	1,0	1,0
Silisium	mg/l	C 7-1	0,6	0,8
Silisium	µmol/l	C 7-2		
Aluminium, reaktivt	µg/l	E 3-2	23	21
Aluminium, ikke labil	µg/l	E 3-2	20	19
Aluminium, labil	µg/l		3	2
Kalsium	mg/l	E 9-1	0,53	0,72
Jern	µg/l	E 2-1	34	41
Kalium	mg/l	E 1	0,10	0,12
Magnesium	mg/l	E 9-1	0,22	0,30
Natrium	mg/l	E 9-1	1,61	2,17
ANC	µekv/l		19	42

**Tabell 4.** Prøver av råvann til Kongsmoen settefiskanlegg den 17.04.2001. Beregnede verdier er merket med \*. Teoretisk CO<sub>2</sub> er beregnet utfra pH og alkalitet under li-kevektsforhold mot atmosfærens CO<sub>2</sub>.

Analysevariabel	Enhet	Råvann 17/4
Surhetsgrad	6,30	
Ledningsevne	mS/m	1,63
Alkalitet	mmol/l	0,054
Alkalitet korrigeret*	mmol/l	0,023
Turbiditet v/ 860 nm	FNU	0,60
Nitrogen	µg/l N	131
Nitrat og nitritt	µg/l N	41
Karbon, organisk	mg/l C	1,3
Klorid	mg/l	2,8
Sulfat	mg/l	1,0
Aluminium, total	µg/l	37
Aluminium, reaktivt	µg/l	22
Aluminium, ikke labil µg/l		19
Aluminium, labil	µg/l	3
Kalsium	mg/l	0,61
Jern	µg/l	51
Fe/TOC		39
Kalium	mg/l	0,11
Magnesium	mg/l	0,25
Natrium	mg/l	1,80
Natrium, sjøsaltkorr.*	µeq/l	10,7
ANC*		29
Karbondioksyd, teoretisk*	mgCO <sub>2</sub> /l	2,7

### 3.4 Fiskefysiologi

Aluminium på gjellene indikerer mulighet for skade, og benyttes i overvåkingsprogrammer for å indikere forgiftning. Det ble i 2000 tatt gjelleprøver av laks og sjørørret i to perioder i løpet av våren, den 8. og 22. mai. Det ble tatt seks prøver av hver art hvert prøvetidspunkt, med unntak av sjøaure den 22. mai, med prøver av fem fisk (**tabell 5**).

Aluminiumkonsentrasjonen på gjellene hos både laks og sjørørret var forhøyet i forhold til normalkonsentrasjonen (som i næringsfattige vassdrag er  $<10 \mu\text{g/g}$  tv gjelle), på begge prøvetidspunkter. Konsentrasjonen målt den 22. mai var signifikant høyere enn ved første måling 14 dager tidligere hos laks (ANOVA,  $F=11,159$ ,  $df=1$ ,  $p=0,007$ ). Ørreten viste også tendens til høyere konsentrasjon senere på våren ( $F=4,487$ ,  $df=1$ ,  $p=0,063$ ). Sjørørreten hadde signifikant høyere Al-konsentrasjon på gjellene enn laksen den 8. mai ( $F=12,742$ ,  $df=1$ ,  $p=0,005$ ), men ikke ved målingen den 22. mai ( $F=0,176$ ,  $df=1$ ,  $p=0,685$ ). Laksen akkumulerte mest aluminium på gjellene fra første til andre prøveperiode (**tabell 5**).

**Tabell 5.** Gjennomsnittlig konsentrasjon av aluminium på gjellene ( $\mu\text{g/g}$  tv gjelle) og standardavvik (sd) hos laks og sjørørret fanget i Nordfolda/Aunvassdraget i to perioder våren 2000.

Prøvetidspunkt	Art	Antall	Al ( $\mu\text{g/g}$ tv gjelle)	sd
08.05.2000	Laks	6	21,0	16,2
	Sjørørret	6	65,3	25,8
22.05.2000	Laks	6	145,8	90,1
	Sjørørret	5	125,6	64,3

## 4 Diskusjon og forslag til tiltak

### Fangststatistikk

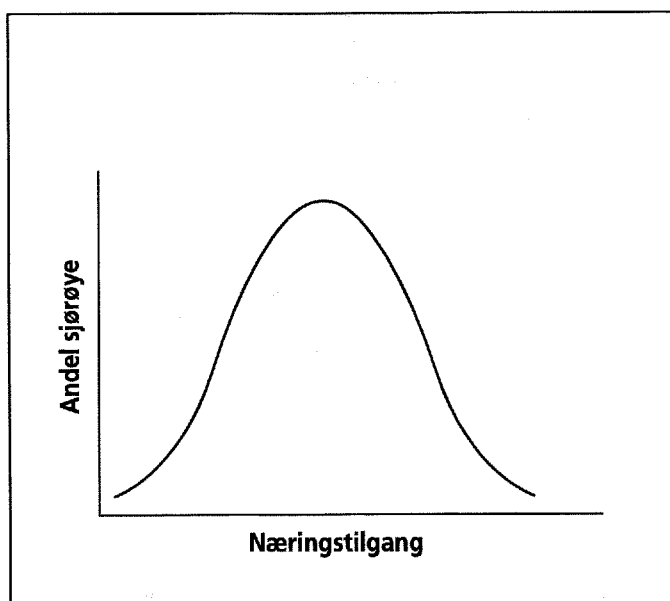
Fangststatistikken for Nordfolda går bare tilbake til 1976. Fram til omkring 1989 var de registrerte fangstene for Aunvassdraget lavere, mens den økte fra 1993 til 2000. Den mest sannsynlige årsaken til dette er at fangstregistreringene etter 1993 har blitt bedre, men det kan ikke utelukkkes at fangstene av laks og sjøaure faktisk har økt i vassdraget i senere år. Siden vi ikke har fangstdata fra før 1976 er det vanskelig å konkludere om utviklingen av laks- og sjøaurebestandene i Aunvassdraget.

Vi har ingen egen fangstoversikt for sjørøye siden den har vært stått sammen med sjøaure i statistikken. Det har blitt registrert fangst av sjørøye i og i nærheten av Aunvassdraget (Anton Rikstad, pers.medd.), og i følge lokalbefolkningen har det vært en bestand av sjørøye i vassdraget. Kilenotfiskere ytterst i Follafjorden har også fanget sjørøye. I en rapport fra Aunvassdraget ble det rapportert om fangst av ei mulig sjørøye i Første Aunvatn i 1988 (Langeland 1990).

I Aunvassdraget er det tette bestander av røye både i Første og Andre Aunvatn. Dårlig næringstilgang og dermed liten kroppsstørrelse er foreslått som årsak til at ikke røya vandrer ut i sjøen. For å bedre veksten hos røya er det foretatt utfisking og det er også foreslått å føre opp røye i anlegg og sette ut stor røye i Aunvatna. Håpet er at dersom disse individene begynner å spise smårøyene vil bestanden bli tynnere slik at de som blir igjen får bedre vekst og begynner å vandre til sjøen.

Innen utbredelsesområdet til sjørøya er det store variasjoner innen og mellom bestander i andel som vandrer ut (sjørøye) og andel som forblir i vassdraget til kjønnsmodning (stasjonær= ikke sjøvandrende). Røya er meget fleksibel i valg av livshistorie og velger livshistorie ut fra sine miljøbetingelser (Nordeng 1983). Litteraturen på området viser at sjøvandring generelt favoriseres når næringstilgangen er dårlig eller konkurransen i ferskvann er stor. Veksten blir dårlig og det er forbundet med høy dødelighet å bli i innsjøen (Thorpe 1987). Nordeng (1983) viste eksperimentelt at ved dårlig næringstilgang fikk man økt andel sjøvandrende røye i bestanden. Det er imidlertid kjent at selv om næringstilgangen er dårlig, kan det være store stasjonære bestander i vassdrag. Generelt har større fisk bedre evne til å tilpasse seg sjøvann enn mindre fisk, og det fins en nedre grense for hvor små røye som kan overleve i sjøvann. Fra utfiskingsprosjekter i Nord-Norge er det funnet at man i noen tilfeller i tette bestander av røye har fått økt utvandring etter utfisking (Klemetsen & Svenning 2001). Det er derfor en del som tyder på at utfisking/utsetting av kannibalrøye kan føre til bedre vekst og utvandring i en bestand. Ved dårlig næringstilgang og høy konkurranse hvor røya ikke når den nødvendige kroppsstørrelsen for fysiologisk å klare overgangen til sjøvann, kan man få stor andel stasjo-

nære individer i bestanden, som illustrert i **figur 8**. Ved bedret næringstilgang vil veksten og dermed utvandrigsandelen i bestanden øke. Bedres næringstilgangen ytterligere vil forholdene være så gode at man igjen kan få en økende andel stasjonære individer i bestanden (**figur 8**).



**Figur 8**  
Teoretisk forhold mellom næringstilgang/konkurranse i ferskvann og vandringsmotivasjon hos røye.

Det er imidlertid ikke gitt at røya i Aunvatna vil vandre ut selv om næringsforholdene forbedres. Nordfolda ligger på sørgrensen av utbredelsesområdet, og det er antatt at sjørøyas utbredelse sørover er bestemt av sjøtemperaturen (Jensen 1981). Innlandsrøye kan vandre ut i brakkvann hvor den oppholder seg en periode for så å vandre opp i elva igjen. Det er vist at innlandsrøye kan overleve i sjøvann opp til 20 % (Finstad et al. 1989). Røya fanget på vei opp i vassdraget og i Follafjorden kan ha vært innlandsrøye som vandret ut under vårflommen i en brakkvannsperiode. Det er flere eksempler på at innlandsrøye sør for utbredelsesområdet vandrer ut i brakkvann og står en periode, eller ut i fullt sjøvann og ikke kommer tilbake til vassdraget eller blir registrert i nærliggende vassdrag (Jonsson et al. 1989). Selv om bestandene tynnes i Aunvatna vil derfor ikke dette nødvendigvis føre til økt utvandring fordi vi ikke vet om det som er blitt vurdert som sjørøye er i stand til å tåle fullt sjøvann, dvs. 34 %.

Det ville vært interessant både i forhold til forvaltningen av vassdraget og rent vitenskapelig å teste om røya i Aunvatna, som ligger helt marginalt i utbredelsesområdet, fysiologisk har mulighet til å bli sjørøye. Man måtte da måle saltholdighet og temperatur i Follfjorden utover våren/utvandrigsperioden, føre opp røye til forskjellig størrelse i anlegg og teste sjøvannstoleranse i forhold til sjøtemperatur. Det ville også være nyttig å undersøke røyene som blir fanget etter sjøopphold med hensyn til marine parasitter, da enkelte parasitter kun går på

fisk i fullt sjøvann og som kan fungere som indikatorer på sjøvannstoleranse hos fisk.

Det er også framholdt en hypotese om at forsuring av Aunvassdraget har tatt knekken på sjørøyebestanden. Dette kommer jeg tilbake til i diskusjonen omkring vannkjemidataene.

### Ungfisk

Foreliggende data forteller lite om produksjon- og oppvekstvilkår for ungfisk av laks og aure i Aunvassdraget siden det ikke er foretatt systematiske undersøkelser. Standard prosedyre for slike undersøkelser krever gjentatte el-fiske omganger på et definert areal av elva, og på flere ulike lokaliteter for å få et godt bilde på tetthet og alderssammensetning hos ulike fiskearter. Ut fra eksisterende data er det ikke mulig å si noe om disse forholdene.

I tillegg til tetthetsundersøkelser av ungfisk burde vassdraget vært kartlagt med hensyn til hvor store områder med gyte- og oppveksthabitater som er tilgjengelig for laks og sjøaure.

### Vannkvalitet

Aunvassdraget ligger i et område med sure gneis- og granittbergarter, hvor sidebekkene i følge B.O. Rosseland ved NIVA er naturlig sure. I tillegg er i vassdraget utsatt for en sterk grad av marin påvirkning. Vårflommer med økt tilførsel fra sidebekkene og sjøsaltepisoder er derfor sannsynlige årsaker til at vannkvaliteten i Nordfolda/Aunvassdraget er dårlig i perioder.

pH-målinger siden 1987 viser at surhetsgraden ikke har endret seg vesentlig i løpet av de siste 15 årene. pH har ligget på 6,3 i gjennomsnitt, som er noe lavt, men ikke på langt nær kritisk for laks. Det er påvist at pH i området 5,5-6,2 kan påvirke vekst og marin overlevelse hos laks i kombinasjon med labilt aluminium (Kroglund & Finstad 2001).

Selv om en setter 15-20 µg/l labilt aluminium som grenseverdi for skader på laksesmolt i ferskvann (Rosseland 1999; Kroglund et al. 2001) og høyere verdier for yngel, har nyere forskning vist at selv verdier ned mot 10 µgAl/l i pH området over pH 6 i ferskvannsfasen før sjøutvandring kan gi skade på laksesmolt og redusere marin overlevelse (Kroglund & Finstad 2001). I Nordfolda lå gjennomsnittlig verdi for labilt Al på 2 µg/l, med høyeste verdi på 6 µg/l, noe som er godt under kritisk grense for laksesmolt. Syre-nøytraliserende kapasitet (ANC) og alkalitet viste meget store variasjoner gjennom året, hvor de laveste verdiene ble målt i april-mai.

### Fiskefysiologi

Gjellealuminiumsverdiene hos laks- og aureyngel viste store variasjoner mellom individer, men gjennomsnittskonsentrasjonene var høye i forhold til referanseverdiene. I typiske ionefattige vannkvaliteter med lite humus og partikler, som i Nordfolda/Aunvassdraget, ansees < 10 mg Al/g gjelle tørrvekt som normalnivå (Kroglund et al. 1998), 10-30 mg Al/g gjelle

tv. som grense for effekt, 31-100 mg Al/g gjelle tv. gir moderat effekt og > 100 mg Al/g gjelle tv. ansees å gi betydelig effekt på smoltens fysiologi. Forsøk foretatt i Suldalslågen som er forsuret, har imidlertid vist at man måtte ha verdier på 100-200 mg Al/g gjelle tørrvekt for å se fysiologiske endringer på laksesmolt, og sjøvannstoleransen ble påvirket ved over 50 mg Al/g gjelle tørrvekt (Kroglund et al. 1998).

I Nordfolda/Aunvassdraget ble det registrert en betydelig akkumulering av aluminium på gjellene hos laks- og aureunger i løpet av mai måned. Begge arter hadde i slutten av mai verdier på >100 mg Al/g gjelle tv., som i andre vassdrag er vist å gi betydelig effekt på laksesmoltens fysiologi (Kroglund et al. 1998). Al-påslag på gjellene hos fisk varierer og er avhengig av vannkvaliteten i det enkelte vassdrag. Laks hadde høyere Al-verdier på gjellene enn aure, noe som er i samsvar med andre undersøkelser som viser at laksen er mer følsom for slik metallakkumulering enn aure (Kvellestad & Larsen 1999). I enkelte elver er det registrert meget høye aluminiumskonsentrasjoner på gjellene hos laks (som i Gråelva i Nord-Trøndelag, med konsentrasjoner på > 300 mg Al/g gjelle tv. (Finstad et al. 2000), uten at det har hatt negative effekter på fisken. Dette kan skyldes at Al er bundet til leirpartikler/humus og er inaktivt. Dette vet vi ikke med sikkerhet uten histologiske undersøkelser av gjellelev. Gråelva har høy pH (7,7), høyt humusinnhold (26 mg Pt/l) og kalsiuminnhold (18,1 mg), mens innholdet av labilt aluminium (UM-Al) var moderat høyt (14 mg/l). Høye aluminiumsverdier på gjellene (> 300 mg Al/g gjelle tv) ble også målt i Haugdalselva som er forsuret (Finstad et al. 2000), hvor Al er aktivt (lav buffring/humusinnhold) og forårsaker fiskedød.

De høye Al-verdiene på fiskens gjeller i Nordfolda er vanskelig å forklare ut fra vannkjemidataene, som altså viser forholdsvis høy pH og lave verdier for labilt aluminium. Noe av forklaringen kan være at sjøsaltepisoder vil oppstå og være over på kort tid (dager), slik at de er vanskelig å treffe ved prøvetakinger én gang i måneden. Uten videre feltundersøkelser hvor man for eksempel kan holde fisk i bur i elva og foreta fysiologiske målinger og prøver av gjelleepitelet er det vanskelig å måle effekter og fastsette grenser for Al-effekt på fisken i Aunvassdraget.

Røye er generelt mer følsom for forsurening enn aure (Hesthagen & Sandlund 1995). Rekrutteringssvikt har vist seg å være den vanligste årsaken til reduksjoner og tap av røyebestander i forsurede områder (Andersen et al. 1984; Hesthagen et al. 1995; Forseth et al. 1997). Røyebestandene i Aunvatna synes imidlertid ikke å ha problemer med rekrutteringen.

## 5 Konklusjoner

Vannkvaliteten i Nordfolda er trolig på grensen til å gi fysiologiske skader og redusert sjøvannstoleranse hos laksesmolt. Gjellealuminiumsverdiene målt sent i mai 2000 på laks- og aureyngel fra elva viste verdier som i andre vassdrag har gitt negativ effekter på laks- og aureyngelens fysiologi. Aluminiumskonsentrasjonen på fiskens gjeller var forholdsvis høye i forhold til verdier satt som grense for fysiologisk effekt hos laks. Man vet imidlertid ikke nok om hvordan akkumuleringen skjer i forhold til vannkvaliteten i det enkelte vassdrag, slik at det er vanskelig å konkludere omkring effekter på yngelen i Aunvassdraget ut fra eksisterende data. Fysiologiske undersøkelser av vannkvalitetens effekt på laks og aure i vassdraget er eneste måte å fastslå med sikkerhet om forsurening er et problem for fisken i vassdraget.

Kalking av vassdraget vil gi høyere pH, redusert innhold av giftig aluminium i vannmassene og redusere effekten av sjøsalter. Det anbefales imidlertid ikke å kalke vassdraget på grunnlag av foreliggende data om fiskebestandene. Det er ikke gitt at dette vil bidra til å øke bestandene av laks og aure siden vi ikke vet om vannkvaliteten eller andre faktorer, som størrelsen på gyte- og oppvekstområder, er begrensende for produksjonen i elva. Bare gjennom kartlegging av slike områder i vassdraget (en såkalt bonitering) kan man anslå hvor store fangster av sjøvandrende laksefisk man kan forvente i vassdraget.

Når det gjelder sjørøye i vassdraget er det mulig, at uttynningsfiske eller utsetting av kannibaler i Aunvatna kan føre til økt utvandring av røye. Før slike tiltak settes i verk (gitt at primærmålet er å få mer sjørøye), bør man imidlertid skaffe kunnskap om den lokale røya er i stand til å overleve i saltvann under de rådende miljøforhold. Vassdraget befinner seg på sørgrensa for sjørøyas utbredelse i Norge. Det er lite sannsynlig at forsurening alene har ført til lav utvandringssandel hos røya i vassdraget siden røyebestanden i Aunvatna fremdeles er stor.

## 6 Litteratur

- Andersen, R., Muniz, I.P. & Skurdal, J. 1984. Effects of acidification on age class composition in Arctic char (*Salvelinus alpinus* (L.)) and brown trout (*Salmo trutta* L.) in a coastal area, SW-Norway. – Rep. Inst. Freshw. Res. 72: 3-14.
- Finstad, B., Kroglund, F., Teien, H.-C. & Salbu, B. 2000. Uttak av gjeller fra referansevassdrag. Oppsummering av resultater fra 1998 og 1999. Framdriftsrapport til Direktoratet for naturforvaltning. 4 s.
- Finstad, B., Nilssen, K.J. & Gulseth, O.A. 1989. Seawater tolerance in freshwater-resident Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). Comp. Biochem. Physiol. 92A: 599-600.
- Forseth, T., Halvorsen, G.A., Ugedal, O., Fleming, I.A., Schartau, A.K.L., Nøst, T., Hartvigsen, R., Raddum, G., Mooij, W. & Kleven, E. 1997. Biologisk status i kalka innsjøer. – vedleggsrapport for de enkelte innsjøene. – NINA Oppdragsmelding 508: 1-52.
- Hesthagen, T. & Hansen, L.P. 1991. Estimates of annual loss of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Norway due to acidification. Aquaculture and Fisheries Management 22: 85-91.
- Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 1995. Current status and distribution of Arctic char *Salvelinus alpinus* (L.) in Norway: The effects of acidification and introductions. – Nordic J. Freshw. Res. 71: 275-295.
- Hesthagen, T., Hindar, K., Jonsson, B., Ousdal, J.-O. & Holte, H. 1995. Effects of acidification on normal and dwarf Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.) in a Norwegian lake. – Biol. Conserv. 74: 115-123.
- Hesthagen, T., Sevaldrud, I.H. & Berger, H.M. 1999. Assessment of damage to fish populations in Norwegian lakes due to acidification. – Ambio 28 (2): 112-117.
- Hindar, A., Henriksen, A., Tørseth, K. & Semb, A. 1994. Acid water and fish death. – Nature 372: 327-328.
- Jensen, A.J. 1981. Anadromous Arctic char, *Salvelinus alpinus*, penetrating southward on the Norwegian coast. – Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 247-249.
- Jonsson, B., Jonsson, N. & Ruud-Hansen, J. 1989. Downstream displacement and life history variables of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in a Norwegian river. – Physiol.Ecol. Japan, Spec. 1:93-204.
- Kroglund, F., Teien, H.C., Rosseland, B.O., Lucassen, E., Salbu, B. & Åtland, Å. 1998. Endring i aluminiumsgiftighet i en humus-fattig elv ved bruk av kjemiske tiltak. Forsøk med laksesmolt i Suldalslågen. – NIVA-rapport L.nr. 3970-98: 1-102.
- Kroglund, F., Teien, H.-C., Rosseland, B.O. & Salbu, B. 2001. Time and pH-dependent detoxification of aluminum in mixing zones between acid and non-acid rivers. – Water, Air, and Soil Pollution 130: 905-910.
- Kroglund, F. & Finstad, B. 2001. Effekter av ulik vannkvalitet på fysiologisk respons, vekst, vandring og marin overlevelse hos stammer av atlantisk laks. – NIVA Rapport, løpenr 4381, ISBN 82-577-4020-9, 45 s.
- Kvellestad, A. & Larsen, B.M. 1999. Histologisk undersøkning av gjeller frå fisk som en del av overvåking av ungfiskbestander i lakseførende vassdrag. – NINA Fagrapport 36: 1-76.
- Langeland, A. 1990. Innlandsrøye og sjørøye i Aunvatna, Nord-Trøndelag. – NINA Oppdragsmelding 26:1-8.
- Nordeng, H. 1983. Solution to the 'char problem' based on Arctic char (*Salvelinus alpinus*) in Norway. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 1372-1387.
- Nøst, T., Daverdin, R.H. & Schartau, A.K. 1997. Kjemisk overvåking av norske vassdrag. – Elveserien 1996. – NINA Oppdragsmelding 487: 1-37.
- Rosseland, B.O. 1999. Vannkvalitetens betydning for fiskehelsen. I: Poppe, T. (red.) Fiskehelse og fiske sykdommer, s. 240-252. – Universitetsforlaget AS, ISBN 82-00-12718-4.
- Saksgård, R. & Schartau, A.K. 2002. Kjemisk overvåking av norske vassdrag. – Elveserien 2001. – NINA Oppdragsmelding 747: 1-54.
- Schartau, A.K. & Nøst, T. 1993. Kjemisk overvåking av norske vassdrag. – Elveserien 1992. – NINA Oppdragsmelding 246: 1-14.
- Staurnes, M., Nordtvedt, R. & Rosseland, B.O. 1998. Vannkvalitet. I: Hansen, T. (red.), Oppdrett av laksesmolt, kapittel 6, side 87-113, Landbruksforlaget, ISBN 82-529-1722-4.
- Svenning, M.-A. & Klemetsen, A. 2001. Overbefolka røyevatn i Nord-Norge (ORN): veiledning i teinefiske: stuttrapport fra ORN-rosjektet. NINA/NFH- rapport, 47 s.
- Thorpe, J.E. 1987. Smolting versus residency: developmental conflict in salmonids. – Trans. Am. Fish. Soc. Symp. 1: 244-252.

# NINA Oppdragsmelding 760

ISSN 0802-4103  
ISBN 82-426-1343-5

NINA Hovedkontor  
Tungasletta 2  
7485 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00  
Telefaks: 73 80 14 01  
[www.ninaniku.no](http://www.ninaniku.no)

