

382

OPPDRAKSMELDING

Bestandsendringer hos aure i innsjøer
i Vikedalsfjellet, 1982-1994

Trygve Hesthagen
Randi Saksgård
Leidulf Fløystad
Hans M. Berger
Bjørn M. Larsen



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Bestandsendringer hos aure i innsjøer i Vikedalsfjellet, 1982-1994

Trygve Hesthagen
Randi Saksgård
Leidulf Fløystad
Hans M. Berger
Bjørn M. Larsen

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, 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 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.

Hesthagen, T., Saksgård, R., Fløystad, L., Berger, H.M. & Larsen, B.M. 1995. Bestandsendringer hos aure i innsjøer i Vikedalsfjellet, 1982-1994. - NINA Oppdragsmelding 382: 1-18.

Trondheim, november 1995

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0628-5

Forvaltningsområde:

Norsk: Forurensning

Engelsk:

Rettighetshaver ©:

NINA•NIKU Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon: Tor G. Heggberget

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout: Solveig Myrseth

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 100

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7005 Trondheim

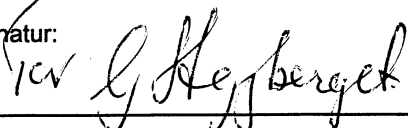
Tel: 73 58 05 00

Fax: 73 91 54 33

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13506

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Hesthagen, T., Saksgård, R., Fløystad, L., Berger, H.M. & Larsen, B.M. 1995. Bestandsendringer hos aure i innsjøer i Vikedalsfjellet, 1982-1994. NINA Oppdragsmelding 382: 1-18.

Høsten 1994 ble det prøvofisket i seks innsjøer i Vikedalsvassdraget (Rogaland), og disse ble også ble undersøkt i 1982. Bortsett fra noen mindre tilløpsbekker til innsjøene, har de en marginal vannkvalitet (utløpsprøver): pH (5,12-5,73), kalsium (0,31-0,42 µg/l), alkalitet (0-10 µekv/l), labilt aluminium (3-32 µg/l) og ANC (-21 til +4 µekv/l). Det synes ikke å ha skjedd vesentlige endringer i vannkvaliteten i disse innsjøene siden 1982. Det ble registrert en økning i fangstutbyttet i fire av de undersøkte innsjøene. Dette omfattet både Risvatn og Flotavatn som begge hadde reduserte aurebestander på 1980-tallet, men fangstutbyttet var fortsatt lavt. Økningen i Risvatn skyldes et relativt stort innslag av tre-åringer, og varierende årsklassestyrke ble registrert i flere bestander. Det var en betydelig variasjon i veksthastigheten hos de ulike aurebestandene. Det var et signifikant omvendt forhold mellom veksthastigheten hos tre-åringer og antall fisk fanget pr. serie i 1994. Derimot var ikke veksthastigheten relatert til vannkvaliteten i disse innsjøene. Dietten hos aure var dominert av overflateinsekter, myggpupper, fjærmygglarver, lin-sekreps og *Bosmina longispina*. Zooplanktonsamfunnet i alle innsjøene karakteriseres ved lave tettheter og få arter; mest vanlig var gelékreps (*Holopedium gibberum*). Sjøl om flere aurebestander i Vikedalsfjellet har økt i løpet av det siste ti-året, vil det trolig ikke skje noen rask bedring av bestandsforholdene. Dette skyldes at vannkvaliteten i gytebekkene i Vikedalsfjellet er marginal for overlevelse av aureyngel. I perioder med mye nedbør, høye sjøsaltkonsentrasjoner eller snøsmelting, vil det derfor lett oppstå episoder med en vannkvalitet som gir effekter på rekrutteringen.

Forord

Undersøkelsen er finansiert av Direktoratet for naturforvaltning (DN), og er et bidrag til *Statlig program for forurensningsovervåking* for 1995. Dette programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i luft og nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder. Overvåkingen består av langsiktige undersøkelser av fysiske, kjemiske og biologiske forhold i ulike vassdrag. Hovedmålsettingen med overvåkingen er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Denne rapporten omhandler en reanalyse av bestandsforholdene hos aure i Vikedalsfjellet, der feltarbeidet ble gjennomført av Hans Mack Berger, Leidulf Fløystad og Bjørn Mejdell Larsen. Leidulf Fløystad har aldersbestemt fisken, mens Randi Saksgård har analysert planktonmaterialet og mageprøvene. Vannprøvene er analysert ved NINA sitt laboratorium.

Trondheim, november 1995

Trygve Hesthagen

Innhold

Referat	3
Forord	3
Innhold	4
1 Innledning	5
2 Områdebeskrivelse	8
3 Metoder	8
4 Resultater	9
4.1 Vannkvalitet	9
4.2 Fangstutbytte.....	9
4.3 Alder	11
4.4 Vekst.....	11
4.5 Kondisjon og størrelse.....	13
4.6 Ernæring.....	13
4.7 Zooplankton	14
5 Diskusjon	16
6 Litteratur	17

1 Innledning

De første ferskvannsbiologiske og limnologiske undersøkelser i Vikedalsvassdraget i Rogaland ble foretatt i fire innsjøer i 1970 (Abrahamsen et al. 1972). I disse lokalitetene ble det påvist forsuringfølsom vannkvalitet med lave pH-verdier, lave konsentrasjoner av næringssalter og manglende alkalitet (**tabell 1**).

I 1976 ble det satt igang et vannkjemisk måleprogram i Vikedalselva med månedlig prøvetaking. Analyser av resultatene fram til 1980 viste lave pH-verdier, spesielt under snøsmeltingen om våren (Henriksen et al. 1981). I sluttrapporten fra SNSF-prosjektet om fiskestatus i Sør-Norge antydes det forsuringsskader i Vikedalsfjellet med sure innsjøer, endringer i bunnfaunaen og tap av minst en aurebestand (Sevaldrud & Muniz 1980).

Våren 1981 ble det rapportert om fiskedød på den lakseførende strekningen av Vikedalselva, og dødeligheten var spesielt stor blant presmolt (Rosseland & Skogheim 1986). Dette initierte omfattende undersøkelser av nedbør, vannkemi og biologi i vassdraget i 1982/83 (Henriksen et al. 1983, Joranger et al. 1984). Disse undersøkelsene viste at vassdraget i perioder mottok betydelige mengder sur nedbør med pH-verdier helt ned i 3,65. Både pH- og sulfatverdiene tydet også på at det hadde skjedd en forsuring av overflatevannet i Vikedalsvassdraget etter 1970 (**tabell 1**).

Det ble også rapportert om forsuringsskader på fiskebestander i innsjøer i vassdraget (Joranger et al. 1984). Ved en intervjuundersøkelse ble det oppgitt at av 22 opprinnelige aurebestander, var syv tapt og fem avtatt (**figur 1**). I tillegg hadde to av tre røyebestander gått tapt. De største skadene på fiskebestander i Vikedalsfjellet skjedde på 1970-tallet. Prøvefiske i 19 innsjøer i 1982 bekreftet resultatene fra intervjuundersøkelsen.

Laksestatistikken for Vikedalselva viste en klar nedgang i fangstene på 1970-tallet (Hesthagen 1986). I perioden 1982-1987 ble det foretatt systematisk registrering av død fisk under snøsmeltingen om våren (Hesthagen 1986, 1989, Hesthagen et al. 1989).

Dødeligheten var sterkt episodisk og relatert til perioder med stor vannføring med påfølgende pH-fall. Eksperimentelle forsøk viste også høy dødelighet i perioder med lav pH og høye konsentrasjoner av labilt (giftig) aluminium (Henriksen et al. 1984, Rosseland & Skogheim 1986). For å bedre vannkvaliteten og dermed hindre ytterligere fiskedød, ble Vikedalselva kalket i 1987 (Hindar & Henriksen 1992). Det har vært en viss økning i tettheten av laksunger etter kalkingen, men fortsatt er ungfiskproduksjonen relativ lav (Larsen & Hesthagen 1995).

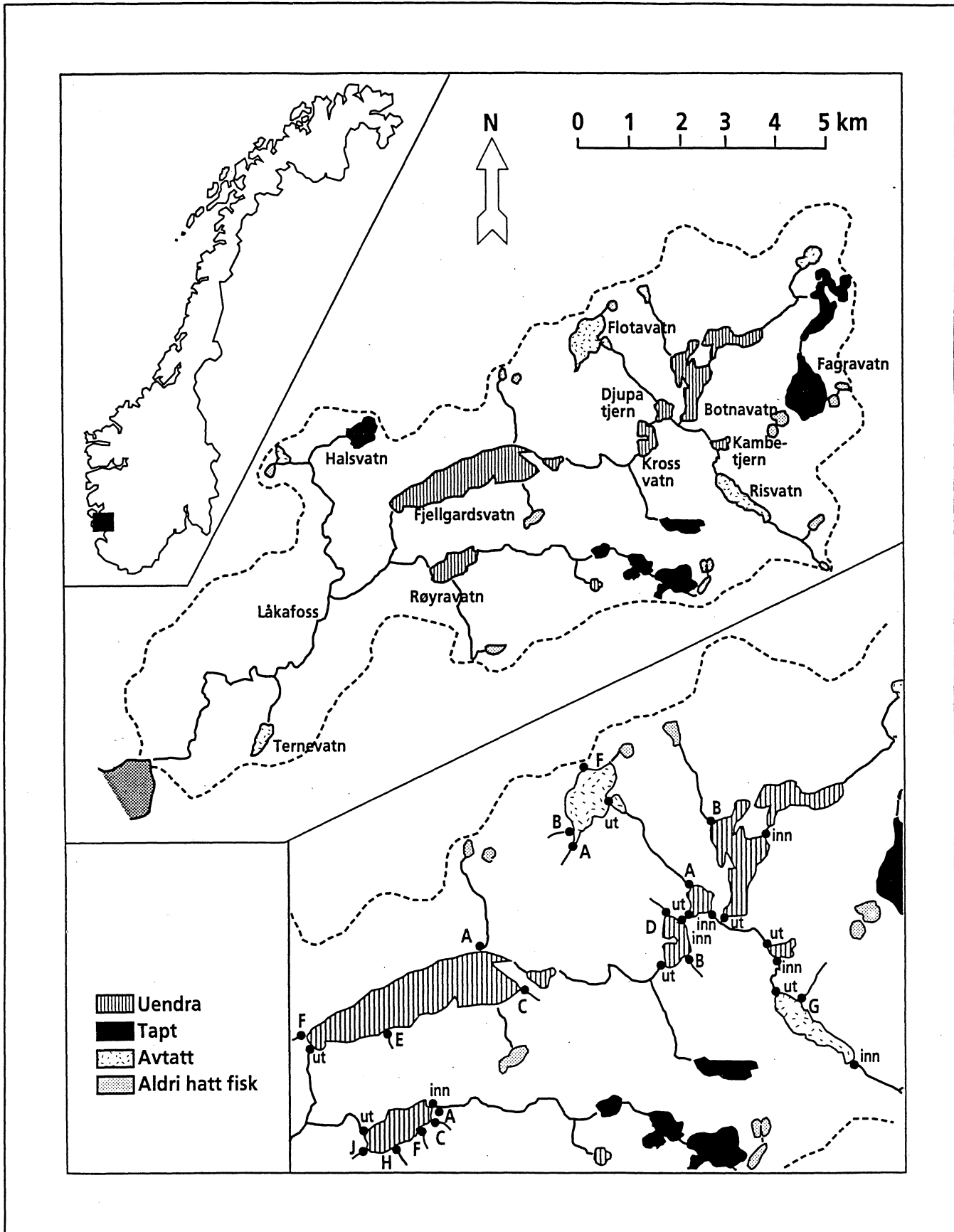
Hensikten med denne undersøkelsen var å foreta en reanalyse av aure i innsjøer Vikedalsfjellet. Høsten 1994 ble det samlet inn data fra seks bestander, hvorav to var redusert og fire uendret i 1982.

Tabell 1. Noen vannkjemiske parametre fra innsjøer (utløpsprøver) i Vikedalsvassdraget i 1970 (Abrahamsen et al. 1972), 1982 (Joranger et al. 1984) og 1994. Labilt aluminium (Al_i) ble ikke målt i 1970 og 1982. ANC-verdier i 1970 kan ikke beregnes, da ikke NO_3 -konsentrasjonene ble målt. N=Antall prøver.

INNSJØ	ÅR	N	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	Al _i µg/l	ANC µeq/l
Fjellgardsvatn	1970	5	5,90	1,16	0,14	1,86	0,44	3,71	2,5		
	1982	1	5,52	0,83	0,33	1,72	0,22	3,10	2,9		- 6,2
	1994	1	5,53	0,57	0,32	2,06	0,18	3,51	1,9	14,0	- 9,0
Røyrvatn	1970	4	5,15	0,63	0,27	1,70	0,29	3,28	2,6		
	1982	1	4,89	0,45	0,28	1,68	0,12	3,10	2,7		-30,9
	1994	1	5,14	0,36	0,23	1,59	0,08	2,62	1,9	34,0	-12,0
Risvatn	1970	2	5,40	0,64	0,10	1,75	0,27	2,57	1,4		
	1982	1	5,33	0,37	0,20	1,22	0,16	1,90	1,7		- 3,1
	1994	1	5,31	0,31	0,20	1,45	0,17	2,38	1,7	19,0	-12,0
Flotavatn	1970	2	5,25	0,66	0,05	1,75	0,27	3,07	1,2		
	1982	1	5,16	0,39	0,24	1,56	0,13	2,60	1,8		- 9,8
	1994	1	5,12	0,38	0,29	2,18	0,14	4,20	1,7	32,0	- 21,0
Kambetjern	1982	1	5,29	0,39	0,21	1,23	0,16	1,90	1,6		1,3
	1994	1	5,73	0,42	0,22	1,55	0,20	2,42	1,5	3,0	4,0
Botnavatn	1982	1	5,21	0,38	0,22	1,28	0,17	2,10	1,7		- 9,5
	1994	1	5,32	0,33	0,21	1,50	0,19	2,52	1,6	16,0	- 4,0
Djupatjern	1982	1	5,19	0,39	0,22	1,33	0,16	2,20	1,8		- 6,9
	1994	1	5,35	0,34	0,22	1,58	0,17	2,61	1,5	17,0	- 6,0
Krossvatn	1982	1	5,15	0,38	0,22	1,34	0,16	2,30	1,8		- 9,0
	1994	1	5,30	0,33	0,22	1,51	0,16	2,56	1,6	16,0	-10,0

Tabell 2. Kartreferanse (kartblad 1214-2, sonebelte 32VLM), høyde, areal, siktedyp og temperatur i overflaten i seks innsjøer i Vikedalsvassdraget, august 1994.

Innsjø	UTM	Høyde (m)	Areal (ha)	Siktedyp (m)	Temperatur (°C)
Risvatn	386067	500	41,5	13,5	13,5
Kambetjern	385077	466	6,0	10,0	15,0
Botnavatn	377084	433	67,2	9,5	13,1
Flotavatn	350100	587	61,7	8,0	13,3
Djupetjern	370085	336	13,0	8,2	14,7
Krossvatn	366077	337	21,5	6,3	14,3



Figur 1. Vikedalsvassdraget med angivelse av fiskestatus for aure i de enkelte innsjøene. Bokstavene ved de enkelte bekkene refererer seg til tabell 3.

2 Områdebeskrivelse

Vikedalsvassdraget ligger i Vindafjord kommune i Ryfylke (**figur 1**). En dominerende andel av vassdraget på 119 km² er fjellområder med myr og bjørkeskog, og de undersøkte innsjøene ligger innenfor dette området, fra 337-500 m o.h. (**tabell 2**). Berggrunnen i øvre deler av vassdraget består av løst forvitrede bergarter med lite løsmasser (Olsen 1980). Innen vassdraget er det ialt 29 innsjøer større enn 5 hektar, og med Fjellgardsvatn som den største innsjøen (220 hektar). De innsjøene som inngår i denne undersøkelsen, har et areal på 6,0-67,2 hektar.

Aure er eneste fiskeart i alle de seks undersøkte innsjøene. I Fjellgardsvatn er det fortsatt en god røyebestand, mens røya har gått tapt i både Røyrvatn og Ternevatn.

Vikedal har et typisk kystklima med mye nedbør og en relativt høy gjennomsnittlig årlig temperatur (7°C). Den gjennomsnittlige årlige nedbørmengden i perioden 1930-1960 var 2 650 mm, mens den i løpet av det siste ti-året har variert mellom 1 932-3 341 mm. Nedbøren er klart forsuret med en årlig gjennomsnittlig pH på 4,45-4,57 (SFT 1994). Den årlige deposisjonen av sulfat og nitrat har vært henholdsvis 985-1600 og 519-890 mg/m², avhengig av mengden nedbør.

3 Metoder

Ved prøvefiske i 1982 ble det bare benyttet SNSF bunn garn (Rosseland et al. 1979). En SNSF-serie består av 8 garn som hver er 27 m lange og 1,5 m dype, dvs at en serie representerer et areal på 324 m². Disse maskeviddene er representert i serien: 10,0, 12,5, 16,5, 22,0, 25,0, 30,0, 37,0 og 45,0 mm. Det er antatt at SNSF-serien fanger fisk i lengdeintervallet 20-45 cm med nær samme effektivitet.

I 1994 ble det også benyttet Nordisk oversiktsgarn. Ett slikt garn består av 12 ulike maskevidder: 5,0, 6,3, 8,0, 10,0, 12,5, 15,5, 19,5, 24,0, 29,0, 35,0, 43,0 og 55,0 mm. Garn er 30 m lange og 1,5 m dype (40,5 m²), dvs. at hver maskevidde er representert med 2,5 m (3,75 m²). Fangstutbyttet blir uttrykt som antall (U_A) og vekt (U_V) pr. 100 m² garnareal pr. natt (CPUE). Garn ble satt enkeltvis, og i mest mulig rett vinkel fra land. Feltarbeidet ble gjennomført i perioden 25.-30. august 1994.

Fisken ble aldersbestemt ved hjelp av både skjell og otolitter (Jonsson 1976). Skjellene ble montert på celluloid-strimler og lest på en microfish skjerm. Videre ble fiskens lengdevekst tilbakeberegnet ved hjelp av skjell ved å måle avstanden mellom de ulike alderssonene. Beregningene ble gjort ved å anta en lineær sammenheng mellom lengden på fisken og skjellradiusen.

Fiskens kondisjonsfaktor (KF) ble beregnet ut fra formelen $Vekt \cdot 100 / Lengde^3$ (cm) der vekten måles i gram og lengden i cm. Vekt/lengde forholdet gir et mål på hvor feit fisken er, og kan benyttes for å vurdere bestandsforholdene.

Fiskens næringsvalg ble uttrykt som vektprosent (V-%) av ulike næringsdyr (art eller grupper). Det innebærer at antall individ av hver art/gruppe i hver mageprøve blir telt og lengdemålt (kroppslengde eller kroppsbredde). Det er utarbeidet likninger for omrekning fra lengde/bredde til vekt for ulike dyregrupper (Lien 1978, Hindar et al. 1988, Langeland et al. 1991).

Det ble samlet inn prøver av zooplanktonsamfunnet fra 12-0 m dyp med en håv på 29 cm i diameter og maskevidde 45 μ . Alle prøvene ble fiksert med lugol.

Det ble tatt vannprøver fra utløpet til de innsjøene som ble prøvefisket. I tillegg ble det også tatt prøver fra tilløpsbekkene som blir elfisket i forbindelse med overvåkingsprogrammet, inkludert lokaliteter i Fjellgardsvatn og Røyrvatn. Vannprøvene blir analysert på NINAs vannkjemiske laboratorium etter standard metoder (Larsen & Schartau 1993).

4 Resultater

4.1 Vannkvalitet

En sammenlikning av vannkjemiske analyser fra 1982 og 1994 tyder ikke på at det har skjedd vesentlige endringer i vannkjemien i løpet av denne perioden (**tabell 1**).

Vannkjemiske målinger høsten 1994 viser at vassdraget fortsatt har en forsuringfølsom vannkvalitet, karakterisert ved lave pH-verdier og lave konsentrasjoner av basekationer (**tabell 3**). Analyser av prøvene fra utløpet høsten 1994 viste disse verdiene: pH 5,12-5,73, kalsium 0,31-0,42 mg/l, alkalitet 0-10 μ ekv/l og labilt aluminium 2-32 μ ekv/l. Den syrenøytraliserende kapasiteten (ANC) var positiv i Kambetjern (4 μ ekv/l), men negativ i de fem andre innsjøene (-21 til -4 μ ekv/l). Både Botnavatn, Krossvatn og Flotavatn drenerer imidlertid bekker som har en bedre vannkvalitet enn utløpsprøvene med pH > 6,0 og positiv alkalitet/ANC. Dette gjelder forøvrig også Fjellgardsvatn og Røyrvatn (**tabell 3**).

4.2 Fangstutbytte

Fangstutbyttet pr. 100 m² garnareal i de enkelte innsjøene varierte mellom henholdsvis 1,4 og 27,8 individ i 1982 og 7,1 og 28,4 individ i 1994 (**tabell 4**). Det var en klar økning i fangstutbyttet i fire av de seks innsjøene. Risvatn og Flotavatn hadde det laveste fangstutbyttet i begge årene med henholdsvis 1,4 og 4,3 og 7,5 og 9,5 individ pr. 100 m² garnareal. Antallsmessig har det skjedd små endringer i aurebestandene både i Botnavatn og Djupatjern.

Fangstutbyttet på Nordisk oversiktsgarn i 1994 varierte mellom 5,7-33,0 individ pr. 100 m² garnareal. Det var en signifikant sammenheng mellom fangstutbyttet (CPUE) på SNSF enkeltgarn (C_E) og oversiktsgarn (C_O): $C_O = 1,06 * C_E - 0,51$ ($R^2 = 0,84$, $p < 0,01$). Ligningen viser at de to garntypene fisker omtrent like effektivt.

Tabell 3. Vannkjemiske analyseresultater fra innsjøer i Vikedalsvassdraget i august 1994. For lokalisering av prøvetakssted, se figur 1.

Innsjø	Prøvetakssted	TURB FTU	FARGE mg Pt/l	KOND- 25µS/cm	pH	ALK µekv/l	CA mg/l	MG mg/l	NA mg/l	K mg/l	SO4 mg/l	CL mg/l	NO3-N µg/l	SI mg/l	TR-AL µg/l	TM-AL µg/l	OM-AL µg/l	UM-AL µg/l	Pk-AL µg/l	ANC µekv/l
Botnavatn	Utløp	0,59	2	15,9	5,32	0	0,33	0,21	1,50	0,19	1,61	2,52	45	0,15	57	18	2	16	39	- 4
"	Innløp	0,37	2	15,6	5,22	0	0,31	0,20	1,40	0,17	1,63	2,36	146	0,15	64	27	1	26	37	-14
"	Bekk B	0,58	11	19,6	6,30	34	0,72	0,29	2,01	0,28	2,06	3,03	45	0,19	46	5	3	2	41	23
Risvatn	Utløp	0,36	2	15,1	5,31	0	0,31	0,20	1,45	0,17	1,69	2,38	119	0,25	52	20	1	19	32	-12
"	Innløp	0,22	2	12,3	5,41	0	0,30	0,14	1,13	0,18	1,95	1,27	133	0,31	34	14	1	13	20	- 6
"	Bekk G	0,32	4	15,1	5,83	14	0,41	0,18	1,64	0,18	2,16	2,05	29	0,70	47	5	3	2	42	6
Fjellgardsvatn	Utløp	0,50	5	15,9	5,32	0	0,36	0,22	1,56	0,17	1,83	2,51	112	0,18	57	22	8	14	35	- 9
"	Bekk A	0,41	9	19,7	5,92	16	0,71	0,33	1,93	0,09	2,52	3,02	42	0,40	46	8	7	1	38	8
"	Bekk C	0,33	24	24,6	5,07	0	0,44	0,30	2,63	0,02	2,92	4,22	0	0,70	142	57	33	24	85	-19
"	Bekk E	0,44	16	60,4	6,46	85	3,53	1,04	3,95	1,44	4,65	8,73	1047	1,36	80	7	5	2	73	52
"	Bekk F	0,35	21	28,0	6,37	63	1,71	0,41	2,37	0,12	3,47	3,53	33	0,80	73	10	7	3	63	51
Flotavatn	Utløp	0,38	3	22,0	5,12	0	0,38	0,29	2,18	0,14	1,71	4,17	122	0,15	71	36	4	32	35	-21
"	Bekk A	0,68	20	14,7	5,42	0	0,42	0,19	1,47	0,06	2,06	2,25	8	0,12	78	28	19	9	50	- 5
"	Bekk B	0,62	13	13,6	5,43	0	0,37	0,15	1,39	0,06	2,06	1,90	7	0,08	80	26	14	12	54	- 4
"	Bekk F	0,38	22	23,5	6,36	66	1,32	0,28	2,07	0,22	2,06	3,37	4	0,28	84	13	10	3	71	46
Krossvatn	Utløp	0,51	5	15,9	5,30	0	0,33	0,22	1,51	0,16	1,60	2,56	116	0,17	75	19	3	16	56	-10
"	Innløp	0,48	3	16,0	5,50	1	0,42	0,22	1,53	0,18	1,60	2,58	109	0,20	26	4	1	3	22	- 4
"	Bekk B	0,59	10	18,4	6,10	25	0,73	0,23	1,89	0,04	2,57	2,34	44	0,63	67	9	7	2	58	16
"	Bekk D	1,20	46	16,4	5,03	0	0,43	0,24	1,37	0,03	2,44	1,95	1	0,21	179	74	53	21	105	- 4
Kambetjern	Utløp	0,95	3	15,7	5,73	10	0,42	0,22	1,55	0,20	1,54	2,42	105	0,36	52	5	2	3	47	4
"	Innløp	0,32	2	15,0	5,38	0	0,32	0,19	1,49	0,14	1,51	2,38	116	0,29	38	16	1	15	22	- 7
Djupatjern	Utløp	0,50	4	16,0	5,35	0	0,34	0,22	1,58	0,17	1,49	2,61	131	0,20	44	19	2	17	25	- 6
"	Innløp	0,50	6	15,7	5,38	0	0,37	0,21	1,51	0,17	1,63	2,50	117	0,24	48	15	5	10	33	- 7
"	Bekk A	0,66	18	18,8	5,31	0	0,45	0,27	1,89	0,10	1,66	3,29	78	0,08	95	37	23	14	58	- 4
Røyrvatn	Utløp	0,73	8	17,5	5,14	0	0,36	0,23	1,59	0,08	1,85	2,62	104	0,17	92	46	12	34	46	-12
"	Innløp	0,34	8	18,0	5,13	0	0,36	0,22	1,68	0,08	1,81	2,78	108	0,17	63	39	12	27	24	-13
"	Bekk A	0,44	16	19,3	5,14	0	0,39	0,23	1,90	0,03	2,38	2,98	3	0,28	95	41	25	16	54	-12
"	Bekk C	0,36	5	25,9	6,06	29	1,08	0,34	2,61	0,03	2,70	4,40	4	0,88	35	7	4	3	28	15
"	Bekk F	0,21	7	22,0	5,14	0	0,37	0,28	2,10	0,08	2,54	3,57	5	0,56	99	51	16	35	48	-19
"	Bekk J	0,58	21	22,4	5,30	0	0,54	0,32	2,50	0,06	2,80	3,63	4	0,28	112	45	29	16	67	3
"	Bekk H	0,66	10	15,1	5,06	0	0,28	0,20	1,47	0,06	2,02	1,89	7	0,10	82	43	15	28	39	0

Det var større forskjeller i vekt enn i antall i prøvefiskeresultatene fra 1982 til 1984, og dette skyldes endringer i bestandsstrukturen (**pkt 4.3**). Dette var spesielt markert for aure i Kambetjern og Djupatjern, hvor gjennomsnittstørrelsen hadde økt og i Botnavatn, hvor den hadde avtatt.

Fangst pr. innsats på SNSF garnserier (CPUE) ble testet mot fire ulike vannkjemiske parametre, (pH, Ca, Al_i [labil fraksjon] og ANC), basert på utløpsprøver (**figur 2**). Det var imidlertid ingen statistisk sammenheng mellom fangstutbytte og noen av disse vannkjemiske parametrene ($p > 0,05$). Den parameteren som ga best korrelasjon var Al_i, som forklarte 30% av variasjonen i CPUE.

Tabell 4. Fangstinnstatts (F_i) på SNSF-serier og på Nordisk-oversiktsgarn og fangstutbyttet i antall (U_A) og vekt i g (U_V) og fangst pr. innsats uttrykt i antall (C_E) og vekt (C_V) for aure i seks innsjøer i Vikedalsvassdraget i 1982 og 1994.

Innsjø	SNSF-serie 1982				
	F_i	U_A	U_V	C_E	C_V
Risvatn	3	14	2554	1,4	263
Kambetjern	1	42	3392	13,0	1047
Botnavatn	3	78	6688	12,0	688
Flotavatn	2	28	3612	4,3	557
Djupatjern	1	90	11832	27,8	3652
Krossvatn	1	48	5160	14,8	1593

Innsjø	SNSF-serie 1994				
	F_i	U_A	U_V	C_E	C_V
Risvatn	2	46	6472	7,1	999
Kambetjern	1	93	5000	28,4	1543
Botnavatn	2	70	8493	10,8	1311
Flotavatn	2	62	10908	9,5	1683
Djupatjern	1	81	8053	25,0	2485
Krossvatn	1	83	8559	25,6	2642

Innsjø	Nordisk oversiktsgarn 1994				
	F_i	U_A	U_V	C_O	C_V
Risvatn	14	36	3824	5,7	607
Kambetjern	3	36	1621	26,7	1201
Botnavatn	14	94	7330	14,9	1163
Flotavatn	13	39	5559	6,7	950
Djupatjern	7	104	6983	33,0	2217
Krossvatn	7	72	5362	22,9	1702

4.3 Alder

Det var til dels store forskjeller i aldersfordelingen hos de undersøkte aurebestandene (**figur 3**). Karakteristisk for bestanden i Risvatn var en irregulær aldersfordeling med få årsklasser. I 1994 var det en sterk dominans av tre-årig fisk (74%) i denne innsjøen, mens det i 1982 var to sterke årsklasser (3+ og 5+). I Flotavatn har det derimot skjedd relativt små endringer i bestandstrukturen, men også her veksler det mellom svake og sterke årsklasser. I 1982 var det en dominans av fire-åringer i bestanden (57%), mens det var flest tre-åringer i 1994.

I Kambetjern synes det å være bedre rekruttering nå enn tidlig på 1980-tallet, mens forholdet var motsatt i Botnavatn.

4.4 Vekst

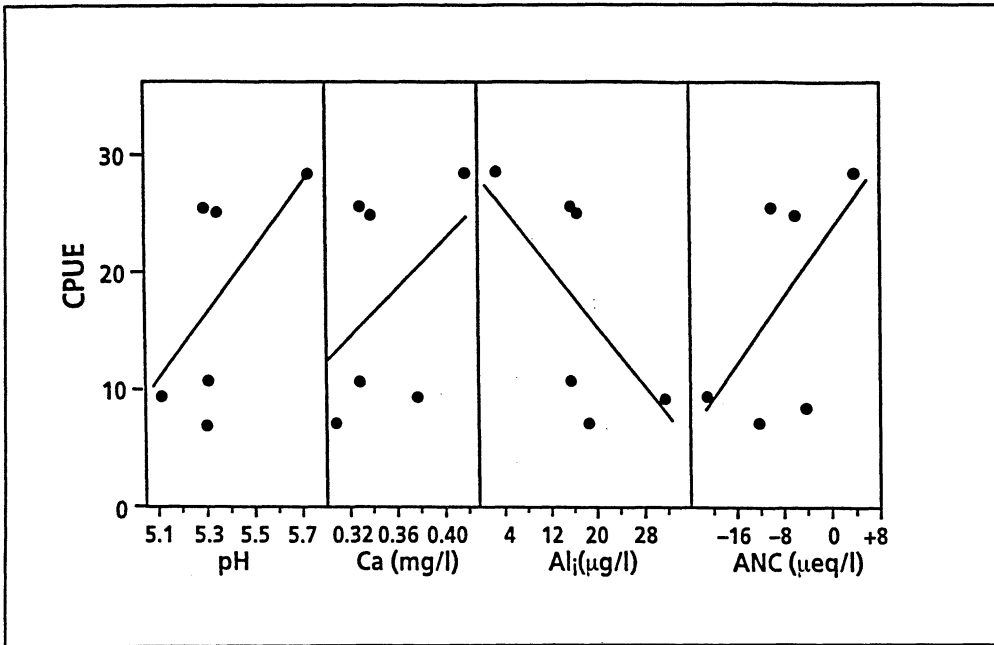
Forskjellig tidspunkt for prøvefiske og aldersavhengig vekst gjør det vanskelig med en nøyaktig sammenlikning av vekstforholdene hos ulike fiskebestander. Vi benytter derfor tilbakeregnet lengde hos tre-åringene (L3) fordi dette var den aldersgruppen som dominerte i materialet.

Gjennomsnittlig lengde etter første leveår varierte fra 38-45 mm, og tilveksten i de to neste leveårene varierte mellom 36 og 46 mm (**tabell 5**). Bortsett fra i Botnavatn og Djupatjern har det ikke vært noen vesentlige endringer i veksten hos auren i Vikedalsfjellet fra tidlig på 1980-tallet og fram til i dag. Det var imidlertid klare forskjeller i veksten mellom de ulike bestandene, idet L3 varierte fra 125 til 175 mm i 1982 og 136 til 181 mm i 1994. Ved å anta en K-faktor på 1,0, vil disse lengdene tilsvare vekter på henholdsvis 20 og 54 og 25 og 59 g (W3). Det var et signifikant omvendt forhold mellom fisketettheten (C_E) og tilveksten (W3) i de enkelte innsjøene i 1994, men ikke i 1982:

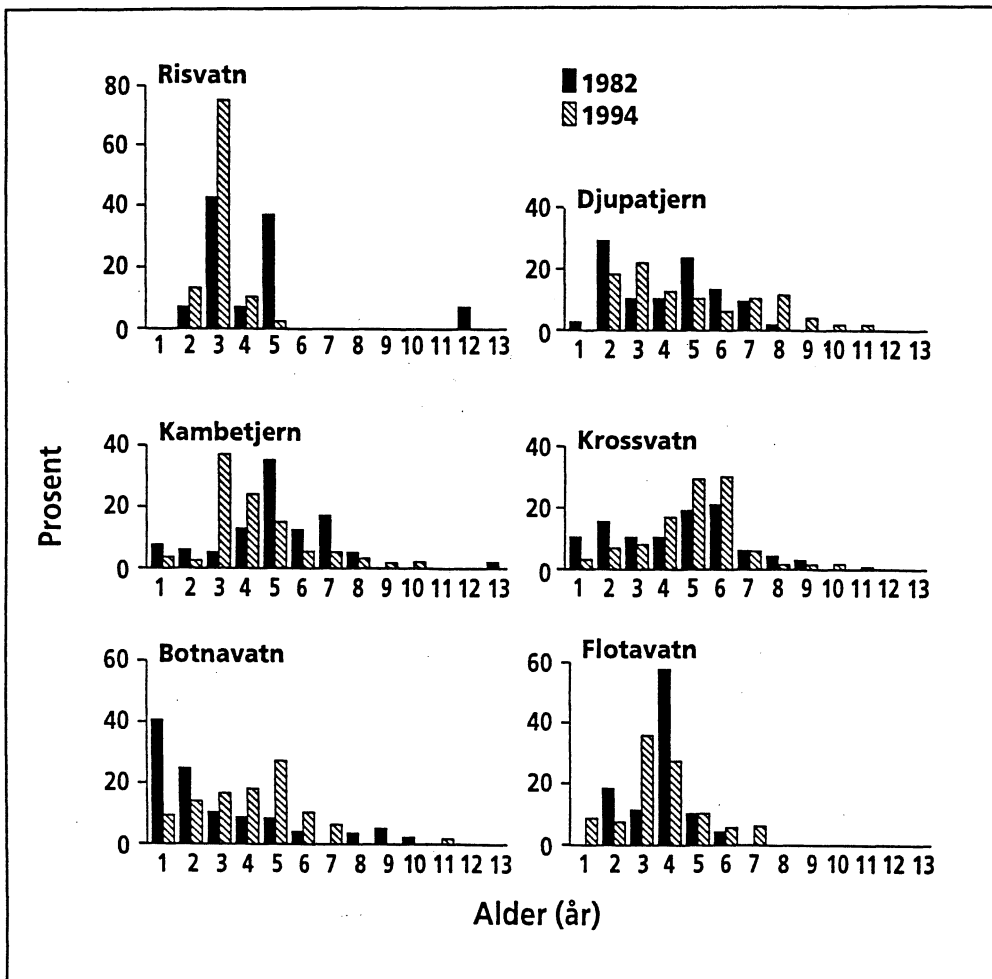
$$1982: W3 = -0,55 \cdot C_E + 46,90 \quad (p > 0,05)$$

$$1994: W3 = -1,31 \cdot C_E + 62,38 \quad (p < 0,01)$$

Derimot var det ingen statistisk sammenheng mellom vannkvalitet og veksthastighet hos aure i disse innsjøene ($p > 0,05$).



Figur 2. Forholdet mellom fangstutbytte hos aure på SNSF bunngarn i antall individ pr. 100 m² garn-areal pr. natt (CPUE) og fire vannkjemiske parametre målt på utløpet til seks innsjøer i Vikedalsfjellet i august 1994. Sammenhengen mellom fangst pr. innsats (CPUE) og de fire vannkjemiske parametrene pH, Ca, Al, og ANC er gitt ved følgende ligninger: [CPUE=30,6•pH-146,2, R²=0,41, P=0,17]. [CPUE=100,6•Ca-17,7, R²=0,18, P=0,40]. [CPUE=0,7•Al+29,6, R²=0,45, P=0,15]. [CPUE=0,7•ANC+23,5, R²=0,38, P=0,19].



Figur 3. Aldersfordelingen hos aure i seks innsjøer i Vikedalsfjellet i 1982 og 1994.

Tabell 5. Tilbakebereknet lengde hos tre-årig aure i mm (L_1 - L_3) i seks innsjøer i Vikedalsfjellet i 1982 og 1994. Gjennomsnittlig lengde etterfulgt av forskjellige bokstaver (x,y) er signifikant forskjellige ($p < 0,05$), mens gjennomsnittlig lengde etterfulgt av de samme bokstavene ikke er signifikant forskjellige ($p > 0,05$), N=antall fisk.

Innsjø	År	L_1	L_2	L_3	N
Risvatn	1982	39 ± 10 _x	102 ± 5 _x	175 ± 11 _x	6
	1994	34 ± 7 _x	105 ± 18 _x	172 ± 22 _x	54
Kambetjern	1987	37 ± 6 _x	75 ± 21 _x	125 ± 32 _x	2
	1994	36 ± 6 _x	95 ± 12 _y	136 ± 9 _x	47
Botnavatn	1982	47 ± 10 _x	114 ± 9 _x	172 ± 16 _x	8
	1994	40 ± 7 _y	102 ± 11 _y	160 ± 14 _y	41
Flotavatn	1987	43 ± 6 _x	104 ± 9 _x	163 ± 5 _x	3
	1994	44 ± 7 _x	121 ± 16 _x	181 ± 21 _x	42
Djupatjern	1982	48 ± 8 _x	97 ± 17 _x	156 ± 31 _x	9
	1994	35 ± 4 _y	90 ± 10 _x	140 ± 12 _y	47
Krossvatn	1982	42 ± 7 _x	102 ± 19 _x	152 ± 22 _x	4
	1994	36 ± 8 _x	91 ± 11 _x	145 ± 12 _x	14

4.5 Kondisjon og størrelse

Kondisjonen hos aure hadde endret seg relativt lite i forsøksperioden (**tabell 6**). Den største endringen ble registrert i Kambetjern, der den gjennomsnittlige kondisjonsfaktoren hadde avtatt fra 1,06 i 1982 til 0,93 i 1994. De høyeste kondisjonsverdiene ble funnet i Risvatn og Flotavatn, d.v.s. i de to innsjøene med de laveste tetthetene av aure.

Det har skjedd relativt små endringer i gjennomsnittsstørrelsen (**tabell 6**). De største endringene var i bestandene Kambetjern og Botnavatn, og dette skyldes et større innslag av yngre fisk. Størrelsen hadde også avtatt i Djupatjern, men dette skyldes ikke endringer i rekrutteringen spesielt, men i aldersfordelingen generelt.

4.6 Ernæring

Overflateinsekter var et viktig næringsdyr hos aure i både Risvatn, Kambetjern, Botnavatn og Djupatjern. Denne gruppen utgjorde mellom 23,8-28,5 V-% av

dietten i august måned i disse innsjøene (**tabell 7**). Myggpupper var videre et viktig byttedyr hos auren i Krossvatn, Djupatjern og Risvatn (32,8-45,4 V-%).

Ulike insektlarver utgjorde generelt en svært liten del av dietten hos auren i Vike-dalsfjellet, men med unntak av vårfluelarver (Trichoptera) i Flotavatn (8,4 V-%). Døgnfluelarver (Ephemeroptera) var helt uten betydning som fiskeføde i Vikedalsfjellet.

Av dyreplankton hadde linsekreps (*Eurycercus lamellatus*) størst betydning som fiskeføde. I Kambetjern utgjorde dette halvplanktoniske krepsdyret hele 56,3 V-% av dietten, men også i Flotavatn (43,0 V-%), Krossvatn (30,9 V-%) og Botnavatn (26,2 V-%) var arten et viktig næringsdyr. Av andre dyreplanktonarter var *Bythotrephes longimanus* et viktig næringsemne i både Flotavatn (24,7 V-%) og Risvatn (21,4 V-%). Følgelig utgjør dyreplanktonet over 70 V-% av dietten hos auren i Flotavatn. Andre planktonarter som auren hadde spist var gelékreps (*Holopedium gibberum*) og *Polyphemus pediculus*.

4.7 Zooplankton

Tettheten av zooplankton var svært lav i alle seks innsjøene med bare 29-266 individ pr. m³ (tabell 8). Zooplanktonsamfunnene besto nær utelukkende av

gelékreps (*H. gibberum*), men med noe innslag av *Bosmina longispina* i fire av innsjøene. Forekomsten av hoppekreps var ubetydelig, men disse artene ble registrert: *Cyclops scutifer*, *Heterocope* sp. og *Diatomus* sp.

Tabell 6. Gjennomsnittlig verdier ± standardavvik for kondisjon, lengde og vekt hos aure fanget i seks innsjøer i Vikedalsvassdraget med SNSF bunngarn i 1982 og 1994. Antall fisk i parentes.

Innsjø	Kondisjon		Lengde (cm)		Vekt (g)	
	1982	1994	1982	1994	1982	1994
Risvatn	1,09 ± 0,11 (14)	1,16 ± 0,10 (46)	24,5 ± 5,0	21,9 ± 4,4	182 ± 117	141 ± 82
Kambetjern	1,06 ± 0,10 (42)	0,93 ± 0,11 (93)	19,3 ± 3,0	17,6 ± 3,2	81 ± 32	54 ± 25
Botnavatn	1,00 ± 0,09 (78)	0,97 ± 0,07 (70)	17,2 ± 7,5	22,0 ± 6,0	86 ± 137	121 ± 91
Flotavatn	1,05 ± 0,06 (28)	1,00 ± 0,08 (62)	22,4 ± 3,8	24,1 ± 7,0	129 ± 66	176 ± 163
Djupetjern	0,98 ± 0,10 (90)	0,92 ± 0,10 (81)	22,1 ± 6,2	20,2 ± 6,3	131 ± 114	99 ± 151
Krossvatn	0,94 ± 0,06 (48)	0,96 ± 0,08 (83)	21,1 ± 6,0	21,7 ± 3,6	108 ± 70	103 ± 39

Tabell 7. Dietten hos aure (vektprosent) i seks innsjøer i Vikedalsvassdraget i august 1994. + angir grupper som utgjør < 0,1 vektprosent. l = larver, p = pupper.

Art/gruppe	Krossvatn	Flotavatn	Djupetjern	Botnavatn	Kambetjern	Risvatn
Overflateinsekter	6,7	5,0	28,5	24,9	29,3	23,8
Myggp.	32,8	9,0	36,2	7,8	6,8	45,4
Fjærmygg l.	7,3	5,7	11,2	23,7	6,5	+
Steinflue l.	0,5		0,1		+	
Døgnflue l.		+	0,1			
Vårflue l., p.	1,6	8,4	2,3	1,9	+	2,2
Ceratopogonidae l.	0,7		0,4		0,5	
Coleoptera l., p.	4,9	1,4	1,4	+	0,3	7,1
Gelékreps	5,9	+	7,4	1,9		
Linsekreps	30,9	43,0	2,7	26,2	56,3	
<i>P. pediculus</i>	2,8		1,0	8,1		
<i>B. longimanus</i>		24,7	+	4,5		21,4
Div. Zooplankton	0,4	2,8	0,1	1,0	0,2	
Planterester	5,5		8,5			
Antall mager	20	20	20	20	20	20

Tabell 8. Tettheten av zooplankton (antall individ pr. m³) i seks innsjøer i Vikedalsfjellet i august 1994.

Art/gruppe	Krossvatn	Flotavatn	Djupatjern	Botnavatn	Kambetjern	Risvatn
<i>H. gibberum</i>	67,80	262,80	24,80	42,40	29,30	28,40
<i>B. longispina</i>	12,10	0,08	15,70	10,40	17,60	0,01
<i>Chydoridae</i> sp.	0,04				0,10	0,01
<i>B. longimanus</i>						0,50
<i>C. scutifer</i>	0,40	0,02	0,30	0,04	0,20	0,02
<i>Heterocope</i> sp.	0,08	2,80		1,30		
<i>Diaptomus</i> sp.	0,80		1,50	1,30		
Totalt	81,22	265,70	42,30	55,44	47,20	28,94

5 Diskusjon

Undersøkelsen viser at det har vært en økning i flere aurebestander i Vikedalsfjellet siden tidlig på 1980-tallet. Dette er i samsvar med resultatene fra en regional undersøkelse av fiskestatus i Rogaland i 1993/94 (SFT 1995). Det har også vært en positiv utvikling i bunndyrfaunaen i Vikedalsvassdraget i løpet av de siste 13 åra (SFT 1995).

Prøvefisket viste en klar økning i fangstutbyttet hos de to skadede aurebestandene i Risvatn og Flotavatn. Imidlertid må tettheten i begge innsjøene fortsatt vurderes som lav. Disse to bestandene karakteriseres ved at de har få aldersgrupper og at det er store variasjoner i årsklassestyrken. En irregulær aldersfordeling var spesielt typisk for bestanden i Risvatn hvor tre-åringene utgjorde hele 74% av fangsten. Bunndyrfaunaen i Vikedalsvassdraget har også vist klare fluktuasjoner, og dette er satt i sammenheng med episoder med surt, aluminiumsholdig vann (SFT 1994).

Fangstutbyttet i de enkelte innsjøene var bare til en viss grad korrelert til utløpsmålinger av pH, kalsium, labilt aluminium og ANC. Slike målinger gir et bilde av vannkvaliteten i selve innsjøen. Resultatene tyder altså på at slike data bare til en viss grad forklarer variasjonen i mengden aure i forsurenede innsjøer. En alternativ forklaringen er at bestandstettheten og årsklassestyrken for en stor grad skyldes årlige variasjoner i rekrutteringen fra gytebekkene. Dette er i sin tur styrt av variasjoner i vannkvaliteten, avhengig av deponisjon, værforhold, sjøsaltepisoder etc (cf. SFT, 1994, Hindar et al. 1994). Vannkvaliteten i de fleste bekkene som drenerer til innsjøer i Vikedalsfjellet er marginal for overlevelse av aureyngel (Brown 1983). Bortsett fra tre bekker med god vannkvalitet (pH>6,0), varierte pH og kalsium i disse lokalitene mellom henholdsvis 5,07-5,83 og 0,31-0,45 mg/l. Det er tidligere vist at kalsium er den enkeltfaktoren som best forklarer variasjonen i tettheten av aureunger i disse bekkene (Hesthagen et al. 1992). Vi målte relativt lave konsentrasjoner av labilt aluminium (Al_i) i forsøksbekkene (2-26 µg/l). Imidlertid vil trolig vannet under snøsmeltingen om våren og i perioder med mye regn

om høsten, være langt surere og inneholde høyere konsentrasjoner av labilt aluminium enn det vi fant tidlig på høsten (cf. Henriksen et al. 1984, Rosseland & Skogheim 1986, Hindar & Henriksen 1992).

Både Botnavatn, Krossvatn og Flotavatn drenerer bekker med bedre vannkvalitet enn innløps- og utløpselva. Slike bekker kan være viktige refugier for aure i forsuringssområder. Likevel var ikke fangstutbyttet i disse innsjøene høyere enn i Kambetjern og Djupatjern som ikke har slike bekkerefugier. Dette har trolig sammenheng med at oppvekstareal og de fysiske forholdene er begrensende faktorer for yngelproduksjonen i disse bekkene. Eksempelvis er det totale oppvekstarealet i Bekk F i Flotavatn (pH=6,3) bare 70 m², og substrat og skjul er heller ikke optimale for aureyngel. I Røyrvatn i nedre del av vassdraget, er derimot bekkerefugier helt avgjørende for å opprettholde aurebestanden i denne sure innsjøen (upubl. data). Dette viser at innsjølevende aurebestander i forsuringssområder kan leve i mange år dersom deres gytebekker ikke blir for sterkt influert av surt vann (cf. Bulger et al., 1993).

Zooplanktonsamfunnene i innsjøene i Vikedal besto nær utelukkende av *B. longispina* og *H. gibberum*, og dette er også de artene som dominerer i forsurenede innsjøer i Skandinavia (Geelen & Leuven 1986, Brett 1989). Forsuringfølsomme arter som f.eks. *Daphnia* sp., andre cladocerer og cyclopoide copepoder (cf. Geelen & Leuven 1986, Sandøy & Nilssen 1987), ble enten ikke påvist eller bare observert i svært små mengder.

Ut fra den positive utviklingen som har vært i flere aurebestander i Vikedalsfjellet, kan en trolig vente en ytterligere bedring av forholdene. Imidlertid kan det ta lang tid før bestandene er helt restituert etter forsuringsskadene. Dette skyldes at området fortsatt mottar betydelige mengder sur nedbør (SFT 1995), og i perioder kan vannkvaliteten i gytebekkene være kritisk for aureyngelen. Det må også nevnes at det er flere tapte aure- og røyebestander i Vikedalsvassdraget, og disse må trolig reetableres ved utsettinger.

6 Litteratur

- Abrahamsen, J., Pallesen, P.F & Solbakken, T. 1972. Fylkeskompendium for Rogaland. Om naturvitenskaplige interesser knyttet til uregulerte og «ubetydelig» regulerte vassdrag. Bind I. - *Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer, Univ. i Oslo*.
- Brett, M.T. 1989. Zooplankton communities and acidification process (A review). - *Water, Air and Soil Pollut.* 44: 387-414.
- Brown, D.J. A. 1983. Effects of calcium and aluminium concentration on the survival of brown trout (*Salmo trutta* L.) at low pH. - *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 30: 382-387.
- Bulger, A.J., Lien, L., Cosby, B.J. & Henriksen, A. 1993. Brown trout (*Salmo trutta*) status and chemistry from the Thousand lake Survey: Statistical analysis. - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 575-585.
- Geelen, J.F.M. & Leuven, R.S.E.W. 1986. Impact of acidification on phytoplankton and zooplankton communities. - *Experientia* 42:486-494.
- Henriksen, A., Snekvik, A. & Volden, R. 1981. Endringer i pH i perioden 1966-1979 for 38 norske elver. - *Statlig program for forurensningsovervåking, Rapp.* 2/81.
- Henriksen, A., Hesthagen, T., Joranger, E., Kirkhusmo, L. & Sevaldrud, I. 1983. Vannkjemiske og fiskebiologiske undersøkelser i Vikedalsvassdraget 1981-1982. Vannkvalitet og fiskedød våren 1982. - *Statlig program for forurensningsovervåking, Rapp.* 97/83.
- Henriksen, A., Skogheim, O.K & Rosseland, B.O. 1984. Episodic changes in pH and aluminium-speciation kill fish in a Norwegian river. - *Vann* 40:-255-260.
- Hesthagen, T. 1986. Fish kills of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in an acidified river of SW Norway. - *Water, Air and Soil. Pollut.* 30:619-628.
- Hesthagen, T. 1989. Episodic fish kills in an acidified salmon river in southwestern Norway. - *Fisheries* 14:10-17.
- Hesthagen, T., Larsen, B.M., Berger, H.M., Saks-gård, R. & Lierhagen, S. 1992. Betydningen av kalsium for tettheten av aureunger i tre forsurende vassdrag. - *NINA Forskningsrapport* 25:1-24.
- Hesthagen, T. Berger, H.M., Hansen, L.P., Blakar, I., Enge, E., Fjeld, E., Hegge, O., Strand, R. & Tysse, Å. 1989. The effects of acid precipitation on freshwater fish in Norway. s. 117-142. - I: Acid deposition: Sources, Effects and Controls (Longhurst, J.W.S.). *British Library, Science Reference and Information Service and Tech. Comm., London*.
- Hindar, K., Jonsson, B., Andrew, J.H. & Northcote, T.G. 1988. Resource utilization of sympatric and experimentally allopatric cutthroat trout and Dolly varden charr. - *Oecologia* 74:481-491.
- Hindar, A. & Henriksen, A. 1992. Acidification trends, liming strategy and effects of liming for Vikedalselva, a Norwegian salmon river. - *Vatten* 48:128-134.
- Hindar, A., Henriksen, A., Tørseth, K. & Semb, A. 1994. Acid water and fish death. - *Nature* 24:327-328.
- Jonsson, B. 1976. Comparison of scales and otoliths for age determination in brown trout *Salmo trutta* L. - *Norw. J. Zool.* 24:295-301.
- Joranger, E., Henriksen, A., Raddum, G., Fjellheim, A., Hesthagen, T., Sevaldrud, I. H. & Ousdal, J.-O. 1984. Vikedalsvassdraget - nedbør-, vannkjemiske og biologiske undersøkelser 1981-1983. - *Statlig program for forurensningsovervåking, Rapp.* 123/84.

- Langeland, A., L'Abée-Lund, J.H., Jonsson, B. & Jonsson, N. 1991. Resource partitioning and niche shift in Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta*. - *J. Animal Ecol.* 60: 895-912.
- Larsen, B.M. & Schartau, A.K. 1993. Kjemisk overvåking av norske vassdrag. - *NINA Oppdragsmelding 238: 1-31*.
- Larsen, B.M. & Hesthagen, T. 1995. The effects of liming on juvenile stocks of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in a Norwegian river. - *Water, Air and Soil Pollut. (I trykken)*.
- Lien, L. 1978. The energy budget of the brown trout population of Øvre Heimdalsvatn. - *Holarctic Ecol.* 1:279-300.
- Olsen, T.N. 1980. Vikedalsvassdraget. Kvartærgeologiske og geomorfologiske undersøkelser. - Geol. Inst., Univ. i Bergen. 10 års *Vernede Vassdrag, Rapp. 2*.
- Rosseland, B.O., Balstad, P., Mohn, E., Muniz, I.P., Sevaldrud, I.H. & Svalastog, D. 1979. Bestandsundersøkelser Datafisk-SNSF-77. Presentasjon av utvalgsriterier, innsamlingsmetodikk og anvendelse av programmet ved SNSF-prosjektets prøvefiske i perioden 1976-1979. - *SNSF-prosjektet TN 45/79. (NISK, 1432-Ås)*.
- Rosseland, B. O. & Skogheim, O.K. 1986. Acidic soft water and neutralization: Effects on fish physiology, fish toxicology and fish populations. - *Dr. Phil. thesis, Univ. i Oslo*.
- Sandøy, S. & Nilssen, J.P. 1987. Cyclopoid copepods in marginal habitats: Abiotic control of population densities in anthropogenic acidic lakes. - *Arch. Hydrobiol.* 76:236-255.
- Sevaldrud, I.H. & Muniz, I.P. 1980. Sure vatn og innlandsfisket i Norge. Resultater fra intervjuundersøkelsene 1974-1979. - *SNSF-prosjektet, IR 77/80*.
- SFT (Statens forurensningstilsyn) 1994. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1993. - *Statlig program for forurensningsovervåking, Rapp. 583/94*.
- SFT (Statens forurensningstilsyn) 1995. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1994. - *Statlig program for forurensningsovervåking, Rapp. 628/95*.

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0628-5

382

**NINA
OPPDRAGS-
MELDING**

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

**NINA
Norsk institutt
for naturforskning**