

Fiskebiologiske undersøkelser i Gaularvassdraget i forbindelse med overvåking av sur nedbør

Trygve Hesthagen
Randi Saksgård
Peder Fiske



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Norsk institutt for naturforskning

**Fiskebiologiske undersøkelser i
Gaularvassdraget i forbindelse med
overvåking av sur nedbør**

Trygve Hesthagen
Randi Saksgård
Peder Fiske

Hesthagen, T., Saksgård, R. & Fiske, P. 2007. Fiskebiologiske undersøkelser i Gaularvassdraget i forbindelse med overvåking av sur nedbør. - NINA Rapport 224. 33 s.

Trondheim, Januar 2007

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-1784-2

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Odd Terje Sandlund

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef

Odd Terje Sandlund

OPPDRAAGSGIVER

Fylkesmannen i Sogn og Fjordane

KONTAKTPERSON HOS OPPDRAGSGIVER

Merete Farstad

FORSIDEBILDE

Grøningstølsvatn. Fotograf: Trygve Hesthagen, NINA

NØKKEWORD

- Sogn og Fjordane; Gaularvassdraget

- aure

- effekter av sur nedbør

- overvåking

KEY WORDS

-Sogn og Fjordane, Gaular watershed

-Brown trout

-Effects of acidification

-monitoring

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Polarmiljøsenteret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkelgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Hesthagen, T. Saksgård, R. & Fiske, P. 2007. Fiskebiologiske undersøkelser i Gaularvassdraget i forbindelse med overvåking av sur nedbør. – NINA Rapport 224. 33 s.

Siden 1987 har flere lokaliteter i Eldalen og Haukedalen i Gaularvassdraget i Sogn og Fjordane inngått i "Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør", under Stalig program for forurensningsovervåking. Arbeidet har hatt fokus på ungfiskundersøkelser i 23-26 bekkelokaltiteter til ni innsjøer i Eldalsgreina. I 1994 og 2004 ble disse undersøkelsene tatt ut av overvåkingsprogrammet. I tillegg inngår tre innsjøer i programmet; Nystølsvatn og Holmevatn i Eldalen og Mevatn i Haukedalen, med undersøkelser hvert 4. til 5. år. En del andre innsjøer i vassdraget har også vært undersøkt.

Innsjøene i Eldalen var relativt sure da undersøkelsene startet på slutten av 1980-tallet, med en pH-variasjon på 5,3-5,6. Nystølsvatn hadde høyere pH i 1989 enn i de to foregående åra, mens forholdene i Lonevatn lenger ned var relativt stabile. Både Nystølsvatn og Lonevatn hadde et klart pH-fall mellom 1989 og 1990. De andre innsjøene hadde også en svak reduksjon i pH i perioden 1987-89. Siden 1989 har det vært en signifikant økning i pH for alle de undersøkte innsjøene i Eldalen, og pH har stabilisert seg rundt 5,7-5,8. Vassdraget har også lågt innhold av kalsium, med dominerende konsentrasjoner på 0,15-0,25 mg/L. I perioden 1987-96 var det ingen eller en svak alkalitet, med 0-6 $\mu\text{ekv/L}$. I 1998 hadde derimot alle lokalitetene en alkalitet på 10-15 $\mu\text{ekv/L}$, men siden har den avtatt til 0-4 $\mu\text{ekv/L}$ (2003-05). Innholdet av uorganisk aluminium har vært lågt i alle lokaliteter gjennom hele forsøksperioden, med verdier under 20 $\mu\text{g/L}$.

I tilløpsbekker og innløp/utløp til de ni innsjøene i Eldalen er det gjennomført 415 elfiske-registreringer i perioden 1987-2005, med en fanget 5.214 yngel og 2.355 eldre individ. I 2005 gjorde høg vannføring at bare ni stasjoner ble elfisket, og vi velger å utelate disse dataene for tetthetsberegningene. Hver stasjon ble elfisket tre ganger (1993-2005), og ut fra lengdefordelingen ble det skilt mellom yngel (0+) og eldre individ ($\geq 1+$). Tettheten for hvert år ble beregnet på basis av fangstsannsynligheten (p) etter tre omgangs elfiske for alle stasjoner samlet, og justert for variasjoner i vassføringen ved elfiske. Det har ikke vært noen signifikant øking i yngeltettheten i løpet av forsøksperioden, som har variert mellom 17-31 individ pr. 100 m². Fra 1987 til 1993 var det ei negativ utvikling, mens tettheten økte noe fram til 1998. I de påfølgende åra var det imidlertid på nytt en bestandsreduksjon (bortsett fra 2002). Det har heller ikke vært særlige endringer i tettheten av eldre aureunger i løpet av forsøksperioden, med rundt 5-10 individ pr. 100 m². En analyse av tettheten på de enkelte stasjonene viser store variasjoner i tid og rom. De årlige variasjonene kan skyldes både episoder med dårlig vannkvalitet og ekstreme temperatur- og vannføringsforhold. Låge fisketettheter i noen lokaliteter har sammenheng med ugunstige fysiske forhold (uegnet substrat) og sterk mosegroing. Yngeltettheten i bekker rundt Fyllingsvatn nederst i Eldalen har avtatt i løpet av de siste åra. Disse lokalitetene har hatt de høyeste yngeltetthetene, og har derfor i stor grad bidratt til den gjennomsnittlige tettheten for vassdraget. Det er ukjent hva som er årsaken til nedgangen i yngeltetthetene i disse lokalitetene. Fyllingsvatn er blant de minst forsurede lokalitetene i vassdraget, men er i noe grad påvirket av jordbruk.

Et prøvelfiske av åtte innsjøer i Eldalsgreina i 1984 viste svært tynne eller tynne aurebestander i Nystølsvatn, Holmevatn, Byttevatn og Myravatn. I de siste åra har aurebestanden i Nystølsvatn økt noe, men den er fortsatt tynn med en fangst på 7 individ pr. 100 m² garnareal (Cpue) i 2003. I Holmevatn har aurebestanden også økt noe i seinere år, men den er fortsatt tynn. Aurebestandene i Byttevatn, Mjellsvatn, Myravatn, Litlevatn og Fyllingsvatn har bare vært undersøkt i 1984 og 1988 eller 1991. Byttevatn og Myravatn hadde tynne aurebestander, mens de var relativt tette i de andre innsjøene. Dette gjaldt spesielt Fyllingsvatn, der bestanden økte klart fra 1984 til 1991. I Haukedalsgreina ble Tredjevatn, Mevatn, Grøningstølsvatn og Haukedalsvatn undersøkt i 1984. Både Tredjevatn og Grøningstølsvatn hadde da svært tynne aure-

bestander, mens de var middels tette i Haukedalsvatn og Mevatn. Tredjevatn har trolig en naturlig tynn aurebestand pga dårlige gyteforhold. En undersøkelse i 1994 viste at aurebestandene i Mevatn og Grøningstølsvatn hadde utviklet seg negativt i løpet av de siste 10 åra. Bestanden i Tredjevatn hadde økt noe, men var fortsatt svært tynn. En ny undersøkelse i 1999 viste at bestanden i Mevatn fortsatt var nedadgående. Derimot hadde det vært en en betydelig positiv utvikling fram til 2003, med et fangstutbyttet som tilsvarte en middels tett bestand ($C_{pue}=18$). Aurebestanden i Grøningstølsvatn har også økt siden 1994, noe som trolig skyldtes kalking av en tillpsbekk. Det er en klar sammenheng mellom pH og i fangstutbyttet hos aure i Nystølsvatn, Holmevatn og Mevatn. Dette tyder på at forsuringen er årsaken til fiskeska-der i disse innsjøene.

Aldersfordelingen hos auren i Nystølsvatn i 1984 viste rekrutteringssvikt; idet alderen varierte mellom 5-9 år bortsett fra ett individ på 3 år. En undersøkelse i 1988 viste at det hadde vært en viss rekruttering i både 1985 og 1986. I tillegg ble det fanget ett individ på 6 år. Det var også manglende rekruttering tidlig på 1990-tallet, idet en fangsten i 1996 bare besto av ett individ på 9 år (1985-årsklassen). Fram til 1999 hadde det vært en begrenset rekruttering i Nystølsvatn, idet noen få 1-åringer ($n=3$) og 2-åringer ($n=6$) ble fanget. Fram til 2002-03 hadde mengden ungfisk økt ytterligere, da fem årsklasser inngikk i fangstene. Men rekrutteringen er fortsatt ustabil, idet 2001-årsklassen manglet. Andre tynne aurebestander i Eldalsgreina har også hatt svak og varierende rekruttering (Holmevatn, Byttevatn og Myravatn). Aurebestandene i Littlevatn og Fyllingsvatn bestod derimot av flere yngre årsklasser. Det har også vært rekrutteringssvikt i de tynne aurebestandene i Haukedalen. I Grøningstølsvatn var 4-åringer den yngste årsklassen i 1994, mens det var en relativt stor andel individ på 1-3 år i 2001. På 1980/90-tallet var rekrutteringssvikt svært tydelig hos aurebestanden i Mevatn. I 2003 ble det derimot fanget fisk i alle aldersgrupper mellom 1 og 7 år. Aurebestandene i Haukedalen er nå på et tilnærmet før-forsuringsnivå. Grøningstølsvatn antas å opprettholde en god aurebestand uten kalking, mens bestanden i Tredjevatn trolig er naturlig tynn.

Trygve Hesthagen, Randi Saksgård & Peder Fiske, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim. Fax: 73801400. telefon: 73801400.
(trygve.hesthagen@nina.no).

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Områdebeskrivelse	9
3 Metoder	10
3.1 Elfiske i elvelokaliteter	10
3.2 Prøvefiske med garn i innsjøer	12
4 Resultater	13
4.1. Vannkjemi	13
4.2 Tettheten av aureunger i elver og bekker	17
4.3 Bestandsforholdene hos fisk i innsjøer	25
5 Diskusjon	30
6 Referanser	32

Forord

Programmet for "Overvåking av langtransportert forurensset luft og nedbør" startet i 1980 i regi av Statens forurensningstilsyn (SFT) etter avslutningen av forskningsprosjektet "Sur nedbørs virkning på skog og fisk" (SNSF-prosjektet). Programmet er en del av "Statlig program for forurensningsovervåking". SFT har hovedansvaret for koordineringen av overvåkings-programmet og administrerer overvåkingen av atmosfæriske tilførsler og vannkjemi. Direktoratet for naturforvaltning administrerer den biologiske delen av overvåkingsprogrammet. Det faglige ansvaret for de forskjellige delene av programmet er fordelt mellom Norsk institutt for luftforskning (atmosfæriske tilførsler), Norsk institutt for vannforskning (vannkjemi), Norsk institutt for naturforskning (fisk- og krepsdyrundersøkelser) og Institutt for biologi, Universitetet i Bergen (bunn-dyrundersøkelser).

Siden 1987 har flere innsjøer og bekker i Gaularvassdraget i Sogn og Fjordane inngått i den biologiske delen av "Overvåking av langtransportert forurensset luft og nedbør". Disse undersøkelsene har hatt fokus på tetthetsregistrering av aureunger i bekker i tilknytning til ni innsjøer i Eldalsgreina. I tillegg inngår fiskeundersøkelser i tre innsjøer i programmet; Nystølsvatn, Holmevatn og Mevatn.

I denne rapporten har vi sammenstilt resultatene av våre fiskeundersøkelser i Gaularvassdraget. Arbeidet er støttet av Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, der Merete Farstad har vært kontaktperson. NINA takker med dette for oppdraget.

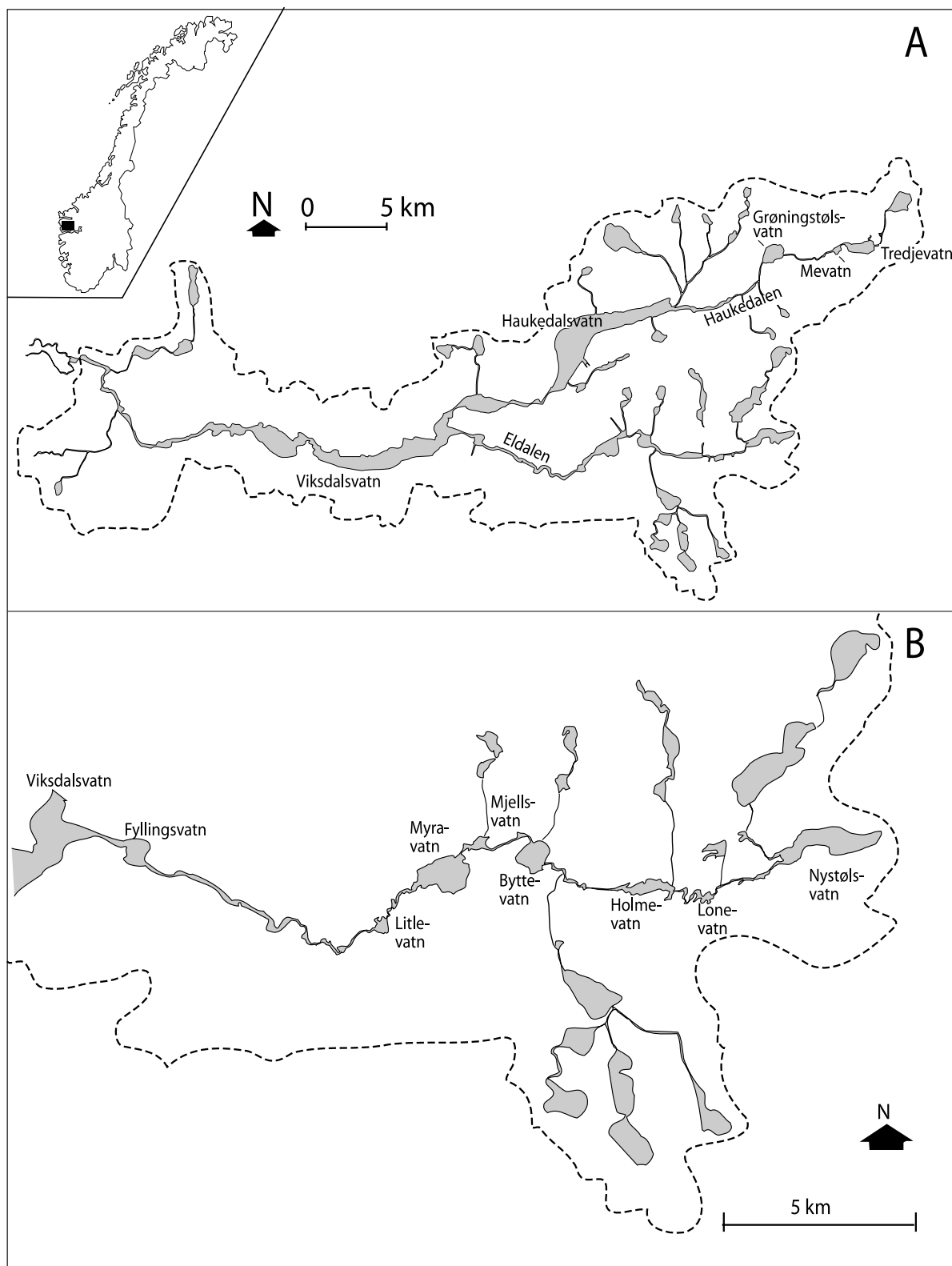
20. januar 2007
Trygve Hesthagen

1 Innledning

I løpet av de siste ti-åra har forsurenningen vært den største truslene mot fiskebestander i våre vassdrag (Hesthagen m.fl. 1999a). På Vestlandet begynte disse skadene å gjøre seg sterkt gjeldende på 1970-tallet (Hesthagen m.fl. 1994). I Sogn og Fjordane var det pr. 1980 registrert fire områder med antatt forsureningsskader på fisk (Sevaldrud & Muniz, 1980). Dette omfattet Gulen sør for Sognefjorden, Høyanger/Gaular-området, Naustavassdraget og områdene rundt Alfotbreen i Bremanger og Flora kommuner. For Gaularvassdraget var det ut fra vannkvalitetskriterier og opplysninger om endringer i fiskeforholdene, sterke indikasjoner på en pågående forsurening. Det første tilfelle av omfattende fiskedød ble registrert i Grøningstølsvatn og Haukedalsvatn under snøsmeltningen våren 1967. På 1970-tallet ble det påvist manglende årsklasser i flere innsjøer i Eldalen. Våren 1978 ble det igjen registrert død fisk i vassdraget, denne gang i Lauvavatn og Viksdalsvatn. En undersøkelse tidlig på 1970-tallet viste at vassdraget hadde mange sure innsjøer, med pH-verdier på 5,3-5,9 (Skulberg 1974). Vannkvaliteten karakteriseres også med låg ledningsevne og lågt innhold av kalsium. Vann-kjemiske målinger fra oppstrøms Fyllingsvatn (Sæta) i Eldalsgreina viste negative ANC-verdier og periodevis pH på 5,2-5,5 på slutten av 1980-tallet (SFT 2003).

I 1984 ble det foretatt omfattende nedbør-, vannkjemiske og biologiske undersøkelser i Gaularvassdraget (SFT 1986). Det ble konkludert med at vassdraget enda var lite forsuret, men at en liten økning i sure tilførsler kunne gi permanent forsurening i øvre deler. Her ble det imidlertid påvist klare forsureningsskader på bunndyr, spesielt i Eldalen. Ut fra fangstutbytte og aldersfordeling ble flere aurebestander vurdert som forsureningsskadede, og i to innsjøer hadde fisken dødd ut. I 1990 ble det foretatt en regional studie av fiskebestander og vannkvalitet i innsjøer i Sogn og Fjordane (SFT 1991, Hesthagen m.fl. 1994, 2000). Disse undersøkelsene viste økende fiske-skader etter siste registrering på slutten av 1970-tallet. Antall tapte og reduserte aurebestander i fylket ble beregnet til henholdsvis 168 og 445 stk. I tillegg kom en del skada og tapte røyebestander.

Siden 1987 har flere lokaliteter i Gaularvassdraget inngått i det nasjonale overvåkingsprogrammet: "Overvåking av langtransportert forurensning i luft og nedbør". Fiskedelen har hatt fokus på tetthetsregistreringer av aureunger i bekker i tilknytning til ni innsjøer i Eldalsgreina. Disse undersøkelsene har som mål å påvise eventuelle endringer i rekrutteringen hos aure på et tidlig tidspunkt, samt å analysere hvilke vannkjemiske parametre som influerer på tettheten. Innsjølevende aure gyter vanligvis i tilløpselver og bekker hvor yngelen oppholder seg i en periode før de vandrer ut i tilstøtende innsjø. Reproduksjonssvikt med høy dødelighet på egg- og yngelstadiet er den vanligste årsaken til reduksjon og tap av aurebestander i forsureningsområder. Denne responsen gir en dominans av eldre individ i bestanden (Hesthagen & Jonsson 2002). I tillegg inngår fiskeundersøkelser i tre innsjøer i overvåkingsprogrammet; Nystølsvatn, Holmevatn og Mevatn. Det har også vært fiskeundersøkelser i flere innsjøer i vassdraget i løpet av de siste 15-20 åra. Denne rapporten gir en sammenstilling av resultatene fra våre fiskeundersøkelser i vassdraget.



Figur 1. Kart over Gaularvassdraget (A) og detaljekart over Eldalsgreina (B).

2 Områdebeskrivelse

Gaularvassdraget består av to delvassdrag; Haukedalen og Eldalen (**figur 1**). Vassdraget ligger innenfor kommunene Gaular, Førde og Balestrand, mens Haukedalen i sin helhet ligger i Førde kommune. En dominerende andel av vassdraget på 627,4 km² er fjell og myr (69%), og store deler ligger over 900 m o.h. (35%). Vassdraget har ialt 75 innsjøer større enn 50 dekar, med Haukedalsvatn som den største innsjøen på 960 ha. I Eldalsgreina er Nystølsvatn største innsjø, med 125 ha. Aure er eneste fiskeart i de lokalitetene som omfattes av undersøkelsen.

Berggrunnen i Gaularvassdraget består av grunnfjell (Rye & Skjerlie 1983). I øvre del av Haukedalen er berggrunnen relativt ensartet og består av Jostedalskomplekset som er dominert av migmatitter, gneiser og grovkornete granitter. Rundt deler av Haukedalsvatn er det innslag av Fjordanekomplekset, med dominans av amfibolittiske bergarter. Gaularvassdraget har lite løsmasser, og det som finnes er konsentrert til dalbunnen og dalsidene (Rye & Skjerlie 1983). Det er noe morenemateriale i tilknytning til innsjøene i Haukedalen.

Gaularvassdraget mottar en årlig nedbørsmengde på 2002 mm nedbør (Nausta). I perioden 1987-93 var gjennomsnittlig pH i nedbøren 4,78, mens SO₄ i nedbør og våt deposisjon av SO₄ var på henholdsvis 0,22 mg S pr. liter og 590 mg S pr. m² (SFT 1994). Tilsvarende data for perioden 2000-2004 viser at forsuringsbelastningen på Vestlandet har avtatt betydelig i løpet av de siste åra, med pH i nedbøren på 5,02, SO₄ i nedbøren på 0,13 mg S pr. liter og våt deposisjon av SO₄ i nedbøren på 298 mg S pr. m² (jfr. SFT 2005).

3 Metoder

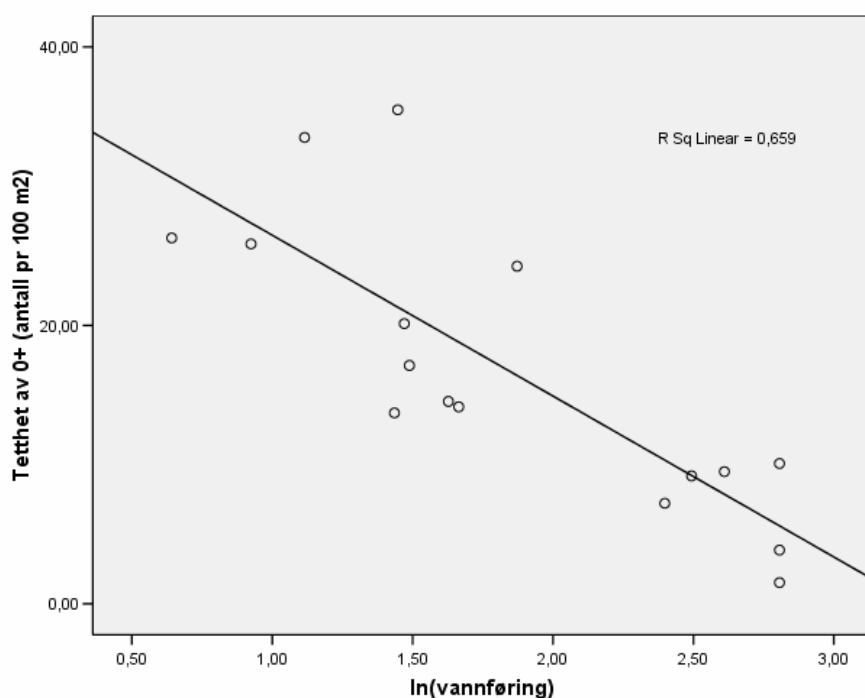
3.1 Elfiske i elvelokaliteter

I Eldalen ble innløp/utløp og tilløpsbekker til de ni innsjøene elfisket i perioden 1987-2003, og 26 lokaliteter har inngått i de fleste åra (**tabell 1 & 2**). Til sammen er det gjort 415 elfiske-registreringer, med en fangst på 5.214 yngel (0+) og 2.355 eldre individ ($\geq 1+$). Av ressursmessige årsaker ble ungfiskundersøkelsene tatt ut av overvåkingsprogrammet i både 1994 og 2004. Tilsvarende undersøkelser foregår også i Vikedal- og Bjerkreimsvassdraget i Rogaland (SFT 2006). I Vikedal blir disse undersøkelsene gjennomført hvert år, mens Gaular og Bjerkreim inngår annet hvert år. I 2005 gjorde høy vannføring at bare ni stasjoner ble elfisket, og vi velger derfor å utelate disse dataene fra tetthetsberegningene. Disse resultatene er tidligere presentert (jfr. SFT 2006). Elfiske blir gjennomført på faste strekninger i hver lokalitet. I perioden 1987-92 ble stasjonene bare avfisket en omgang, i motsetning til tre omganger i perioden 1993-2003. Etter hver omgang blir fisken bedøvd og lengdemålt (total lengde) til nærmeste mm, og ut fra lengdefordelingen blir den gruppert som yngel (0+) eller eldre individ ($\geq 1+$). Etter avsluttet elfiske settes all fisk tilbake i sine respektive lokaliteter. Tettheten for hvert år ble beregnet på basis av fangstsannsynligheten (p) etter tre omgangs elfiske for alle stasjoner samlet (jfr. Zippin 1958, Bohlin 1989). Dette ble gjort fordi fangstene på de fleste stasjoner er for låge til å gi gode bestandsestimater. For perioden med bare en omgangs elfiske (1987-92), er tetthetsestimatene basert på gjennomsnittlig fangstsannsynlighet for perioden 1993-2003 (jfr. **tabell 2**).

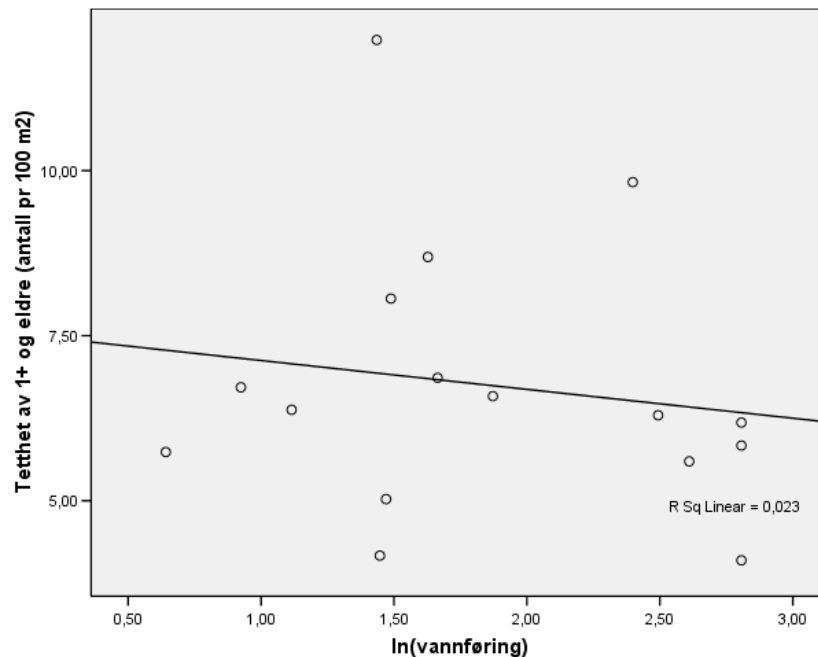
Tabell 1. Lokaliteter med kartreferanse som inngår i elfiskeprogrammet i Eldalen i Gaularvassdraget.

Innsjø	Sted	Nr	Kartblad	Sone	UTM ØV	UTM NS
Nystølvatn	Innløp	1	1317-IV	32V	364000	6803500
	Utløp	2	1317-IV	32V	364000	6803250
Lonevatn	Innløp	3	1317-IV	32V	362500	6802500
	Utløp	4	1317-IV	32V	362000	6802500
	Bekk-1	5	1317-IV	32V	362500	6802350
Holmevatn	Innløp	6	1317-IV	32V	361400	6802600
	Utløp	7	1317-IV	32V	360000	6802700
	Bekk-1	8	1317-IV	32V	361200	6802350
Byttevatn	Innløp	9	1317-IV	32V	358100	6803300
	Utløp	10	1317-IV	32V	357700	6803900
	Bekk-1	11	1317-IV	32V	358100	6803900
Mjellsvatn	Innløp	12	1317-IV	32V	356550	6803750
	Bekk-1	13	1317-IV	32V	356000	6803850
	Bekk-2	14	1317-IV	32V	356600	6804050
Myravatn	Innløp	15	1317-IV	32V	355900	6803600
	Utløp	16	1317-IV	32V	354600	6802700
	Bekk-1	17	1317-IV	32V	356100	6802850
	Bekk-2	18	1317-IV	32V	355950	6802700
Litlevatn	Innløp	19	1317-IV	32V	353900	6802050
	Utløp	20	1317-IV	32V	353650	6801750
	Bekk-1	21	1317-IV	32V	353900	6801600
	Bekk-2	22	1317-IV	32V	354050	6801650
Fyllingsvatn	Innløp	23	1217-I	32V	347800	6803500
	Bekk-1	24	1217-I	32V	347555	6803350
	Bekk-2	25	1217-I	32V	347560	6803350
Viksdalsvatn	Innløp	26	1217-I	32V	346600	6804200

Det er tidligere funnet at vannføringen under elfisket influerer på fangstene av aureunger i bekene i Gaular-, Vikedal- og Bjerkreimvassdragene (Hesthagen m.fl. 1999b). Det ble foretatt en ny analyse av dette forholdet på basis av dataene for perioden 1987-2003. For å øke antall observasjoner har vi benyttet fangsten etter 1. omgang (antall individ pr. 100 m²), slik at dataene fra perioden 1987-1992 også kunne inkluderes. Som mål på vannføringen i Gaularvassdraget har vi benyttet data fra stasjonen ved Byttevatn (NVE nr 83.60). Gjennomsnittlig vannføring for de aktuelle elfiskeperiodene hvert år ble lagt til grunn. Tettheten av yngel (0+) pr. 100 m² etter 1. omgang elfiske (YT) viste en negativ sammenheng med vannføringen på innsamlings-tidspunktet: $YT = 11,53 \cdot \ln(\text{vannføring}) + 37,95$, $t = -5,26$, $n = 16$, $p < 0,001$, $R^2 = 0,66$ (**figur 2**). For hvert år beregnet vi derfor korrigerte tettheter av 0+ som forventet tetthet ved en gjennomsnittsvannføring under elfiske (8 m³/sek) pluss residualet fra sammenhengen mellom tetthet og $\ln(\text{vannføring})$. For eldre individ var det ingen signifikant sammenheng mellom tetthet pr. 100 m² etter 1. omgang elfiske og vannføringen under elfiske ($p = 0,36$, **figur 3**). De beregnede tetthetene av eldre aureunger ble derfor brukt direkte uten korrigeringer for vannføring ved innsamling.



Figur 2. Tetthet av aureyngel pr. 100 m² etter en omgang elfiske plottet mot \ln vannføring ved innsamlingstidspunkt for elvelokaliteter i Gaularvassdraget i perioden 1987-2003.



Figur 3. Tettheten av eldre aureunger pr. 100 m² etter en omgang elfiske plottet mot ln vannføring ved innsamlingstidspunkt for elvelokaliteter i Gaularvassdraget i perioden 1987-2003.

3.2 Prøvefiske med garn i innsjøer

I 1984 ble 14 innsjøer i Gaularvassdraget prøvefisket (Hesthagen m.fl. 1986). Det ble benyttet SNSF-serier som består av 8 garn med maskeviddene 10,0, 12,5, 16,5, 22,0, 25,0, 30,0, 37,0 og 45 mm (Rosseland m.fl. 1979). Hvert garn er 27 m langt og 1,5 m høyt (40,5 m²). I 1984 ble det også benyttet SNSF-oversiktsgarn, hvor seksjoner på 4 m med de samme 8 maskeviddene er montert på samme garn. Det innebærer at hvert slikt oversiktsgarn er 32 m langt. Tre oversiktsgarn er definert som en serie, og rekkefølgen av de ulike maskeviddene i de tre garna varierer. Arealet på en vanlig SNSF-serie og en oversiktsserie er henholdsvis 324 og 144 m².

I 1994 ble det i tillegg til SNSF-serier også benyttet såkalte Nordiske oversiktsgarn (Hesthagen & Saksgård 1995). Etter 1994 har kun slike garn vært benyttet, som består av 12 ulike maskevidder: 5,0, 6,3, 8,0, 10,0, 12,5, 16,0, 19,5, 24,0, 29,0, 35,0, 43,0 og 55,0 mm (Appelberg m.fl. 1995). Ett garn er 30 m langt og 1,5 m dypt (40,5 m²). Det innebærer at hver maskevidde er representert med 2,5 m (3,75 m²). Fangstutbyttet blir uttrykt som antall individ pr. 100 m² garnareal pr. natt (Cpue). De Nordiske oversiktsgarna er satt på 4-10 stasjoner i de ulike innsjøene fordelt på inntil fem ulike dybdeintervall: 0-3 m, 3-6 m, 6-12 m, 12-20 m og 20-35 m, avhengig av innsjøareal og dyp. Garnsettingen er basert på en standard metode, hvor fangstinnnsatsen bereknes ut fra innsjøens areal og dybdeforhold (Nyberg & Degerman 1988).

4 Resultater

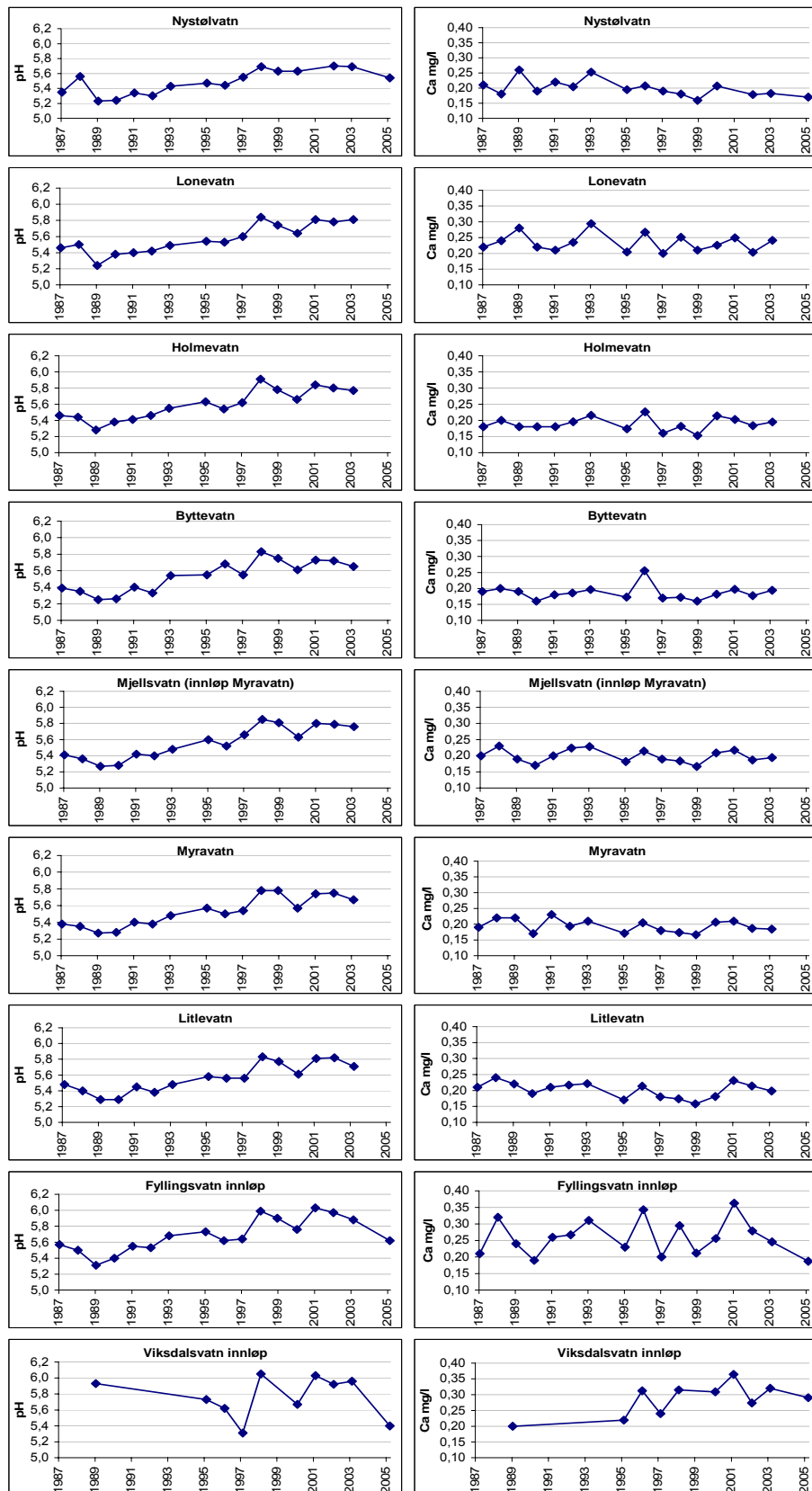
4.1. Vannkjemi

Vannkjemiske data fra de innsjøene som inngår i elfiskeprogrammet foreligger fra 1987. Her presenterer vi dataene fra utløpene (**figur 4**). Disse lokalitetene hadde relativt stabil vannkvalitet på slutten av 1980-tallet, med en pH-variasjon på 5,3-5,6. Nystølsvatn hadde høyere pH i 1989 enn i de to foregående åra, mens forholdene i Lonevatn var relativt stabile. Begge disse innsjøene hadde et klart pH-fall mellom 1989 og 1990. For de andre innsjøene var det en svak reduksjon i pH fra 1987 og fram til 1989. For alle innsjøene låg lågeste pH mellom 5,2 og 5,3. Siden har det vært en signifikant økning i pH for alle de undersøkte innsjøene, til rundt 5,7-5,8 (**figur 5**). Siden 1998-99 har pH i Gaularvassdraget endret seg lite.

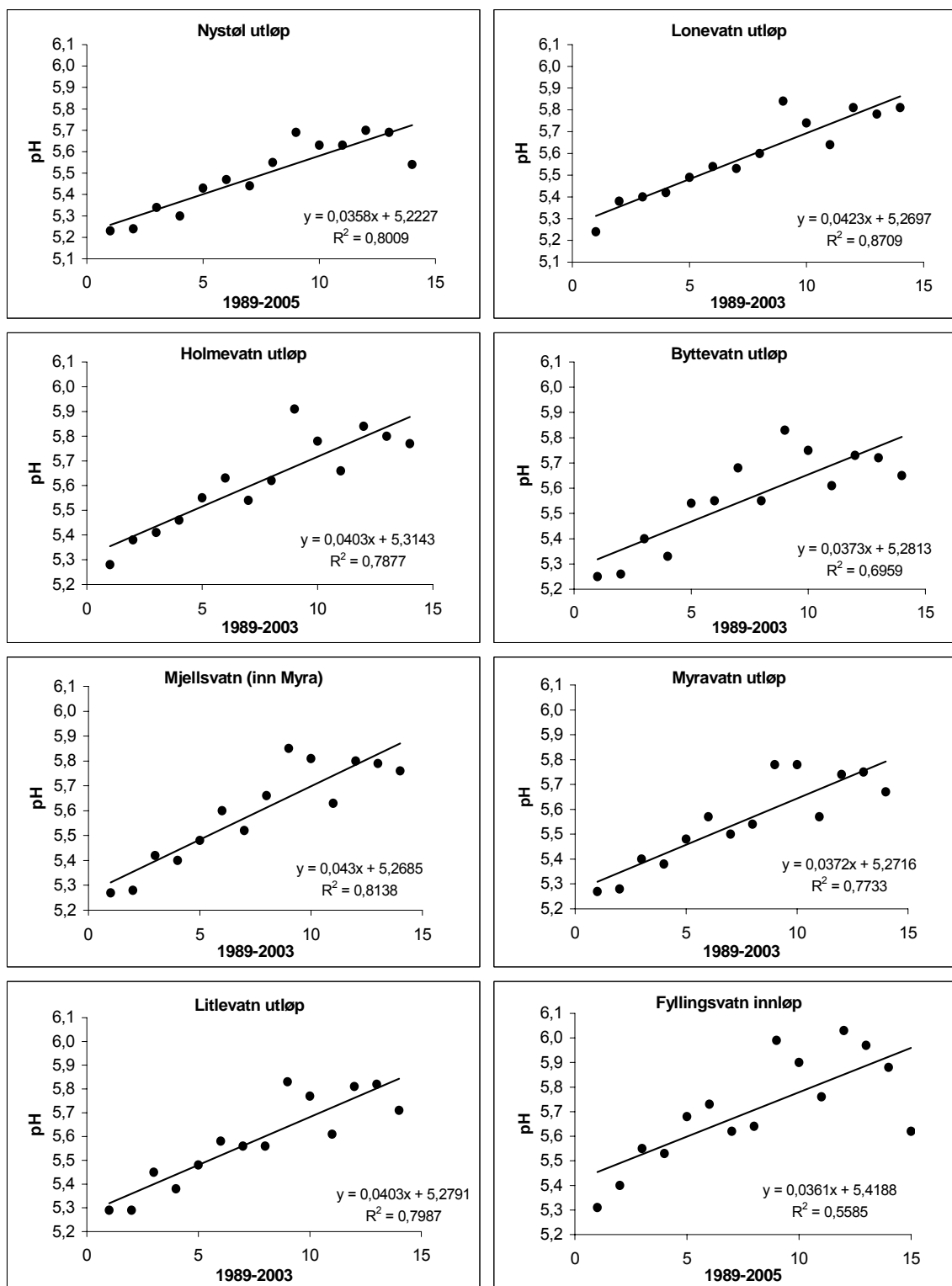
Alle innsjøer har lågt innhold av kalsium, med dominerende konsentrasjoner på 0,15-0,25 mg/L (**figur 4**). Kalsium-nivået har variert en del gjennom forsøksperioden, uten at det har vært noen signifikant endring ($p > 0,05$). Årsvariasjoner i kalsium skyldes trolig en utvanningseffekt ved at prøvene er tatt ved forskjellige vassføringer.

Da undersøkelsene startet i 1987 hadde innsjøene i Eldalsgreina ingen eller svak alkalitet, med 0-6 $\mu\text{ekv/L}$ (**figur 6**). Dette nivået holdt seg fram til 1996 for alle disse lokalitetene. For 1997 foreligger det ingen målinger av alkalitet. I 1998 ble det målt alkalitet i alle lokaliteter, med 10-15 $\mu\text{ekv/L}$. Siden har det imidlertid vært en vedvarende reduksjon på alle stasjoner, og i 2003 ble det målt 2-4 $\mu\text{ekv/L}$. Unntaket var Nystølsvatn med null i alkalitet og Fyllingsvatn og Viksdalsvatn med 8-10 $\mu\text{ekv/L}$ (innløp). Data for syre nøytraliserende kapasitet (ANC) foreligger bare i hovedsak for perioden 1987-93. Innsjøene i Eldalsgreina hadde stort sett bare negative ANC-verdier fram til og med 1991 (gjaldt ikke 1988). I 1992 og 1993 var det en økning i ANC, med positive verdier for alle innsjøer bortsett fra Nystølsvatn og Lonevatn i 1993.

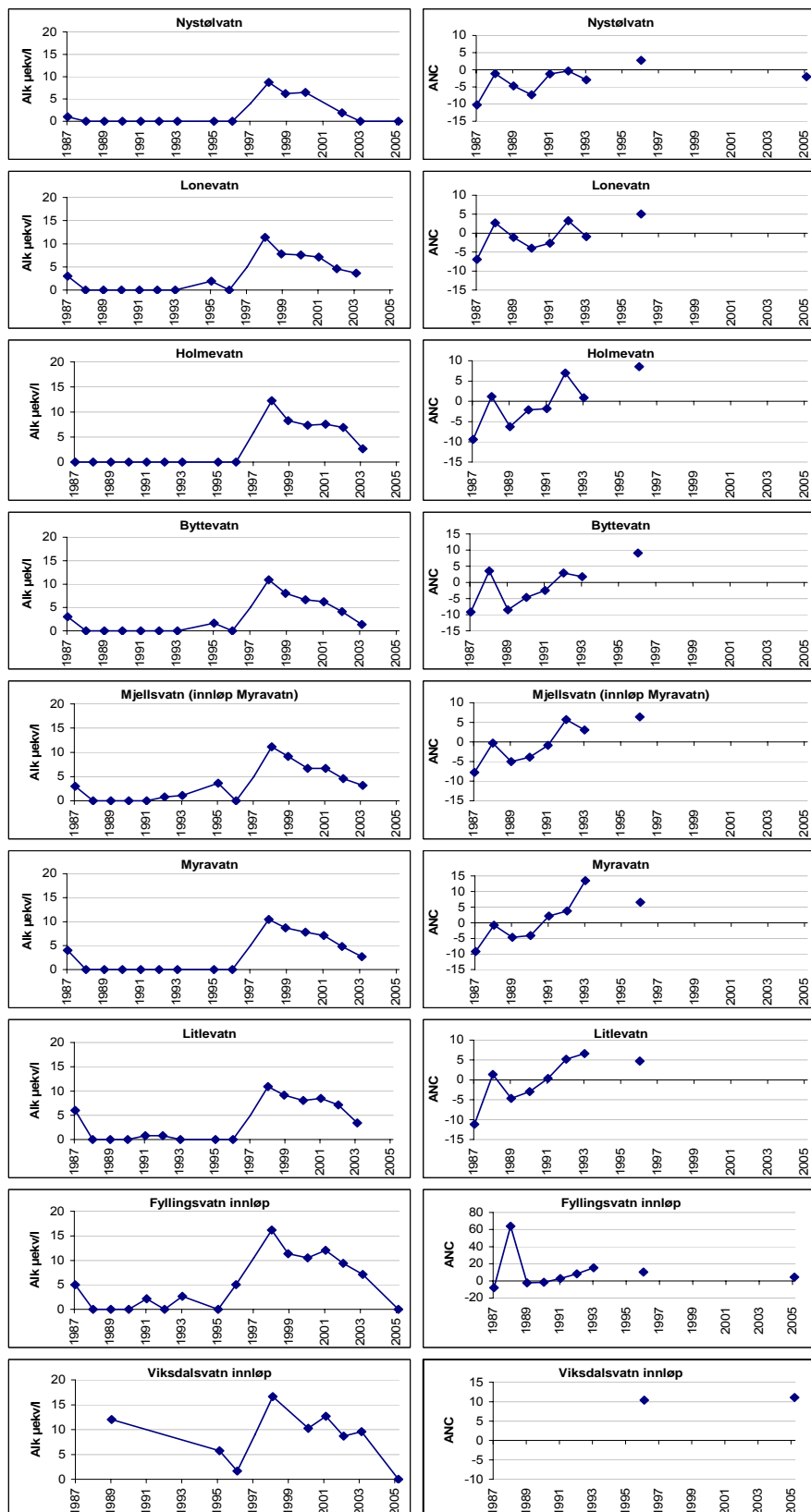
Innholdet av uorganisk giftig aluminium har vært lågt gjennom hele forsøksperioden i alle lokaliteter, med dominerende verdier på 2-10 $\mu\text{g/L}$ (**figur 7**). De høyeste konsentrasjonene ble registrert i Nystølsvatn på begynnelsen på 1990-tallet, med 28 $\mu\text{g/L}$ (utløpet). I 2005 var innholdet av labilt Al på utløpet av denne innsjøen null.



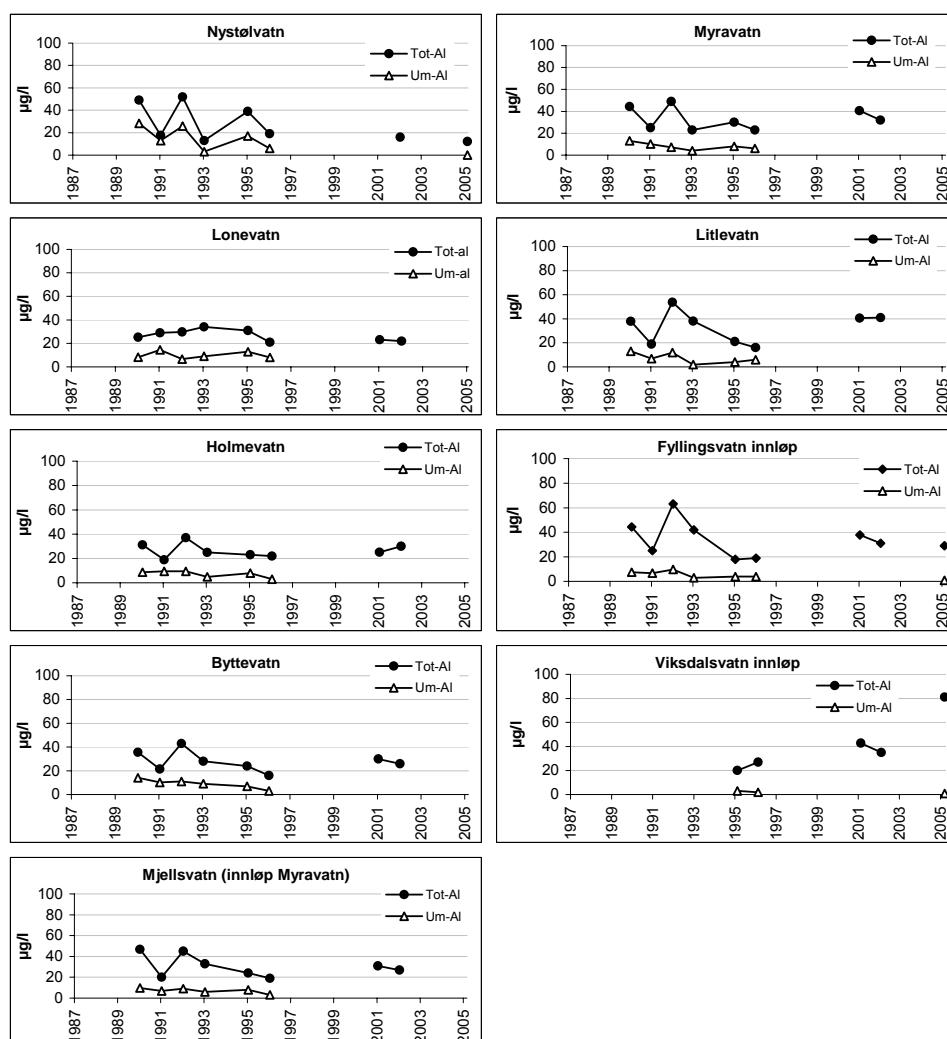
Figur 4. pH og kalsium målt på utløpet av de undersøkte innsjøene i Eldalsegreina i Gaularvassdraget for perioden 1987-2003, samt fram til 2005 for tre lokaliteter. For Fyllingsvatn og Viksdalsvatn er data fra innløpet benyttet.



Figur 5. Analyse av endringer i pH fra 1989 og fram til 2003/05 for de undersøkte innsjøene i Eldalsgreina i Gaularvassdraget, med angivelse av regresjonslikning og R²-verdi.



Figur 6. Alkalitet og ANC for innsjøer i Eldalsgreina i Gaularvassdraget, basert på utløpsprøver, bortsett fra innløpsprøver for Fyllingsvatn og Viksdalsvatn. Det foreligger ANC-verdier fra 1987-93 og 1996, samt noen enkeltdata fra tre innsjøer i 2003/05. Merk ulike skala på Y-aksen (ANC).



Figur 7. Mengden totalt (Tot-Al) og uorganisk alumunium (Um-Al) for innsjøer i Eldalsgreina i Gaularvassdraget, basert på utløpsprøver, bortsett fra innløpsprøver for Fyllingsvatn og Viksdalsvatn i enkelte år i perioden 1990-2005.

4.2 Tettheten av aureunger i elver og bekker

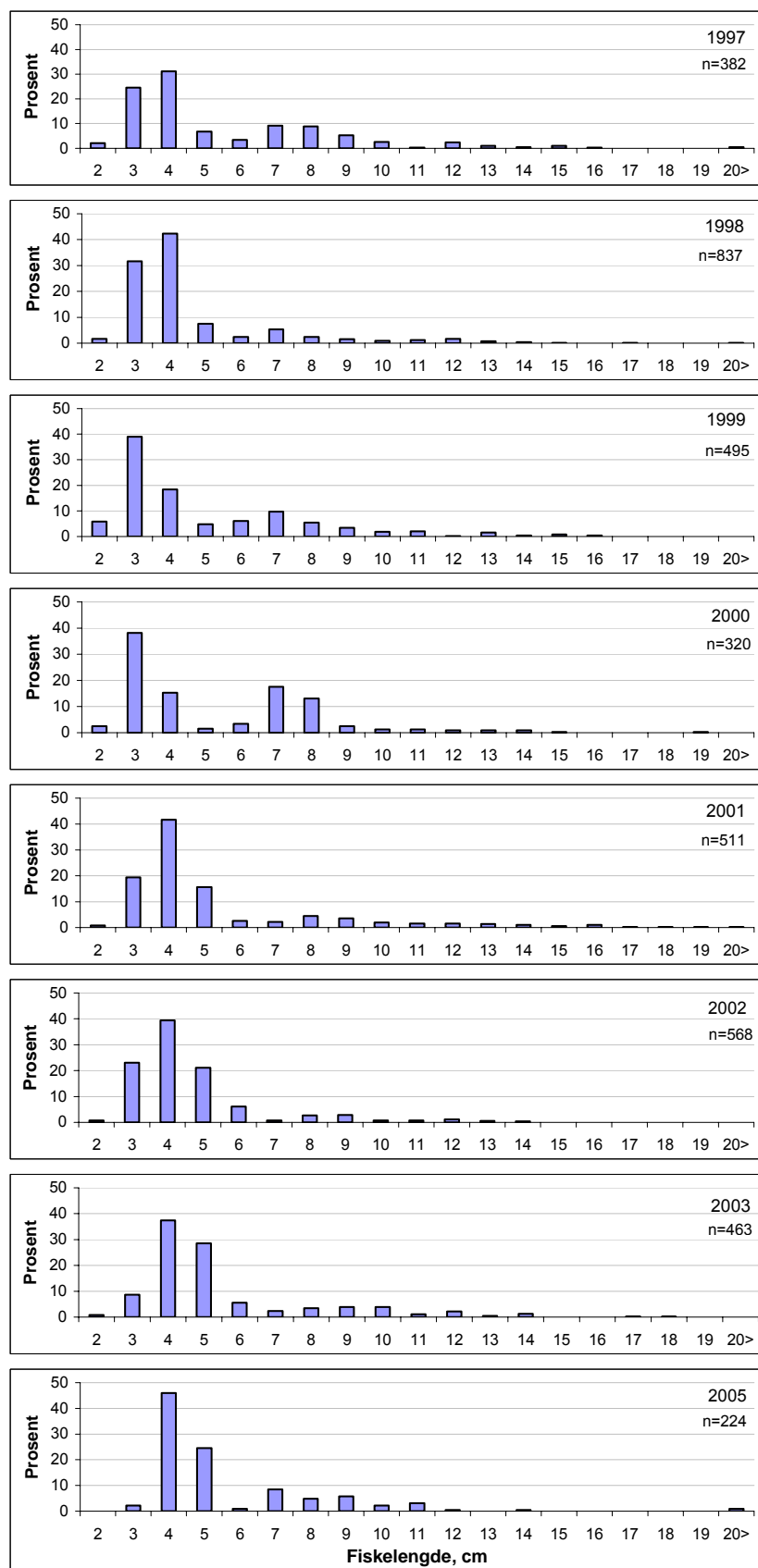
Avfisket areal, fangstutbytte og beregnet fangstsannsynlighet for aureunger er vist i **tabell 2**. Fangstsannsynligheten basert på tre omgangers elfiske for yngel og eldre individ varierte mellom henholdsvis 0,37-0,61 og 0,52-0,75, med gjennomsnittlig verdier på $0,49 \pm 0,08$ og $0,60 \pm 0,09$. Totalt er det fanget 5.214 yngel og 2.355 eldre individ i løpet av forsøksperioden.

Blant yngelen var det en dominans av individ på 3-4 cm (**figur 8**). Gruppen eldre individ består i hovedsak av ettåringer, med dominerende lengder på 6-10 cm. Det er en invers sammenheng mellom størrelsen på yngelen basert på gjennomsnittlig lengde på individ fanget på innløp eller utløp i hele forsøksperioden og lokalisering av innsjøene mht høyde over havet ($y = -0,026x + 50,83$, $p < 0,0001$, $R^2 = 0,93$). Nystølsvatn ligger 715 m o.h., mot 146 m o.h. for Viksdalsvatn. For Nystølsvatn var gjennomsnittlig lengde 31 mm, mens for Lonevatn og Holmevatn var lengdene henholdsvis 35 og 34 mm (**figur 9**). For Byttevatn, Mjellsvatn, Myravatn og Litlevatn var det

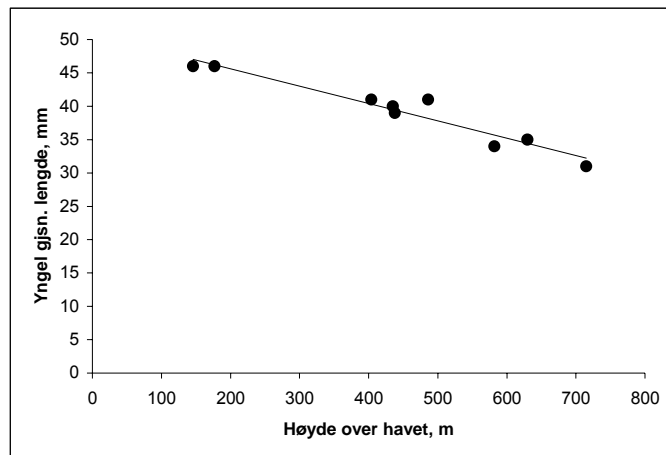
liten variasjon i gjennomsnittlig størrelse hos yngelen, med 39-41 mm. Tilsvarende lengde for yngel på innløpene av Fyllingsvatn og Viksdalsvatn var 46 mm. Størrelsesvariasjonen på yngelen innen vassdraget skyldes trolig i hovedsak en direkte eller indirekte effekt av temperaturforskjeller. Lokalteter i lågere strøk hadde de høyeste fisketetthetene, noe som kan ha virket negativt på fiskens vekst og størrelse. Det var en viss variasjon i årlig lengdevekst gjennom forsøksperioden. Dette skyldes trolig både årlige temperaturforskjeller og at elfisket ble gjort til noe ulike tidspunkt.

Tabell 2. Avfisket areal, antall stasjoner avfisket, fangstutbytte og fangstsannsynlighet (p) for yngel (0+) og eldre aureunger ($\geq 1+$) i bekker i Gaularvassdraget fra 1987 til 2005. I perioden 1987-1992 ble hver stasjon bare elfisket en omgang, og følgelig mangler data for fangstsannsynlighet. Etter 1993 ble arealet på noen av innløps- og utløpsstasjonene redusert fordi flere av disse stasjoner dekte relativt store areal ($> 500 \text{ m}^2$) og fangstene var svært låge. Mengden fisk på disse stasjonene ble justert ned ut fra prosent reduksjon i areal. Opprinnelig avfisket areal er gitt tidligere (Hesthagen m.fl. 1999b).

År	Areal (m^2)	Antall stasjoner	Antall yngel	Fangstsannsynlighet, yngel (p)	Antall eldre	Fangstsannsynlighet, eldre fisk (p)
1987	3.442	26	155		130	
1988	3.395	26	158		114	
1989	2.749	24	52		102	
1990	3.620	26	27		89	
1991	3.240	26	385		128	
1992	2.799	26	99		165	
1993	3.180	26	327	0,37	339	0,52
1995	3.368	26	386	0,43	208	0,54
1996	3.082	26	729	0,53	168	0,64
1997	2.753	26	247	0,52	143	0,52
1998	2.395	26	698	0,50	139	0,55
1999	2.443	26	325	0,43	170	0,53
2000	1.640	26	186	0,40	134	0,60
2001	1.783	26	401	0,49	109	0,55
2002	1.542	23	509	0,61	63	0,75
2003	1.929	25	365	0,61	95	0,75
2005	478	9	165	0,48	59	0,60
Totalt	43.738	415	5.214	0,49	2.355	0,60

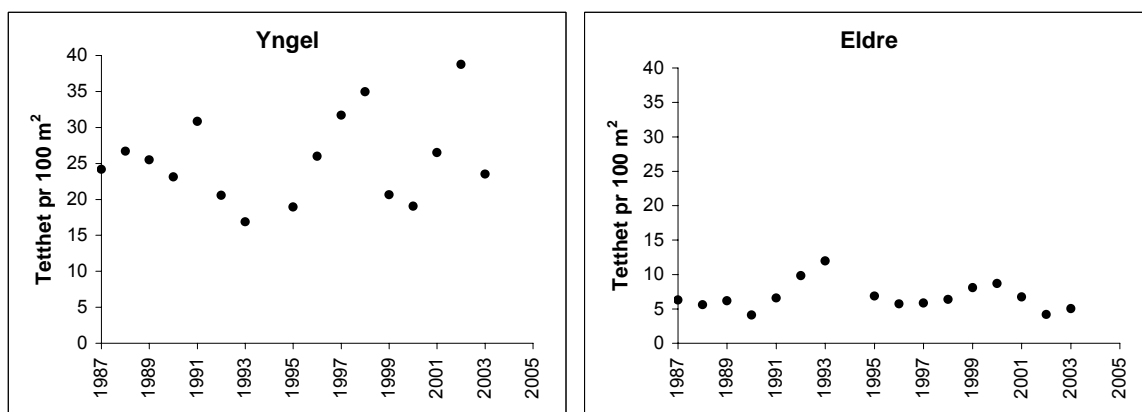


Figur 8. Lengdefordeling hos yngel og eldre aureunger i innløp, utløp og tilløpsbekker til innsjøer i Gaularvassdraget i perioden 1997-2005. n=antall fisk.



Figur 9. Gjennomsnittlig lengde hos aureyngel fanget på innløp eller utløp av ni innsjøer i Gaularvassdraget.

Den gjennomsnittlige yngeltettheten avtok fra 1987 og fram til 1993, bortsett fra en relativt høy tetthet i 1991 (**figur 10**). I denne perioden lå gjennomsnittlig tetthet mellom 17-27 individ pr. 100 m², bortsett fra 31 individ pr. 100 m² i 1991. I perioden 1995-98 var det en positiv utvikling i yngeltettheten, med en økning fra 19 til 35 individ pr. 100 m². I de påfølgende åra skjedde det imidlertid på nytt en bestandsreduksjon, bortsett fra i 2002. I denne perioden varierte tettheten mellom 19-24 individ pr. 100 m², mot 39 individ pr. 100 m² i 2002. Sjøl om vi benytter korrigerte tettheter mht variasjoner i vannføringen, er det en viss usikkerhet i estimatene. Men forholdene for elfiske mht vannføring var gode i hele perioden 1999-2003. Låge tettheter i denne perioden bortsett fra i 2002 skyldes derfor ikke ugunstige elfiskeforhold. Det var også gode lfiskeforhold og låg vannføring i åra 1993-96.



Figur 10. Beregnet gjennomsnittlig tetthet pr. 100 m² av yngel og eldre aureunger i innløp, utløp og tilløpsbekker til innsjøer i Gaularvassdraget i perioden 1987-2003.

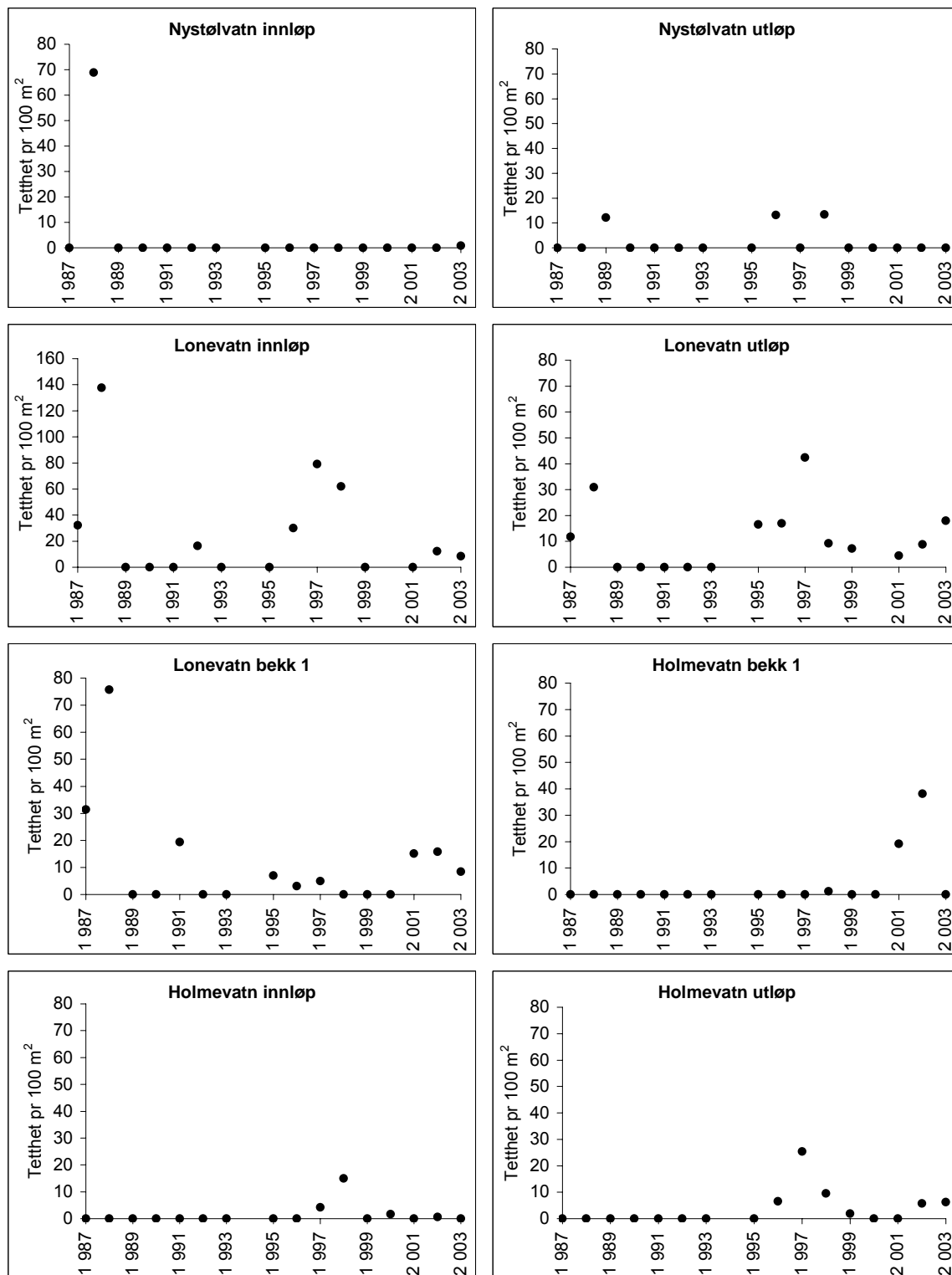
Hver lokalitet har hatt betydelige variasjoner i yngeltettheten gjennom forsøksperioden. På innløpet av Nystølsvatn har det bare vært registrert yngel i 1988, med en tetthet på hele 69 individ pr. 100 m² (**figur 11a**). På utløpet av innsjøen er det påvist yngel i tre år; 1989, 1996 og 1998. Aurebestanden i Lonevatn hadde også god rekruttering i 1988, spesielt på innløpet og i Bekk-1. Først på 1990-tallet var det låge tettheter i rekrutteringsområdene til Lonevatn, men med en økning på slutten av ti-året både på innløp og utløp. For Holmevatn ble det ikke påvist yngel før

i 1996 (utløpet), og i de to neste åra var det yngel både på innløp og utløp. Seinere har begge disse lokalitetene hatt låg rekrutteringen. I Bekk-1 ble det fanget yngel første gang i 1998 (n=1). I både 2001 og 2002 hadde denne bekken relativt høge yngeltettheter, med henholdsvis 19 og 38 individ pr. 100 m². I 2003 ble det derimot ikke fanget yngel i denne lokaliteten.

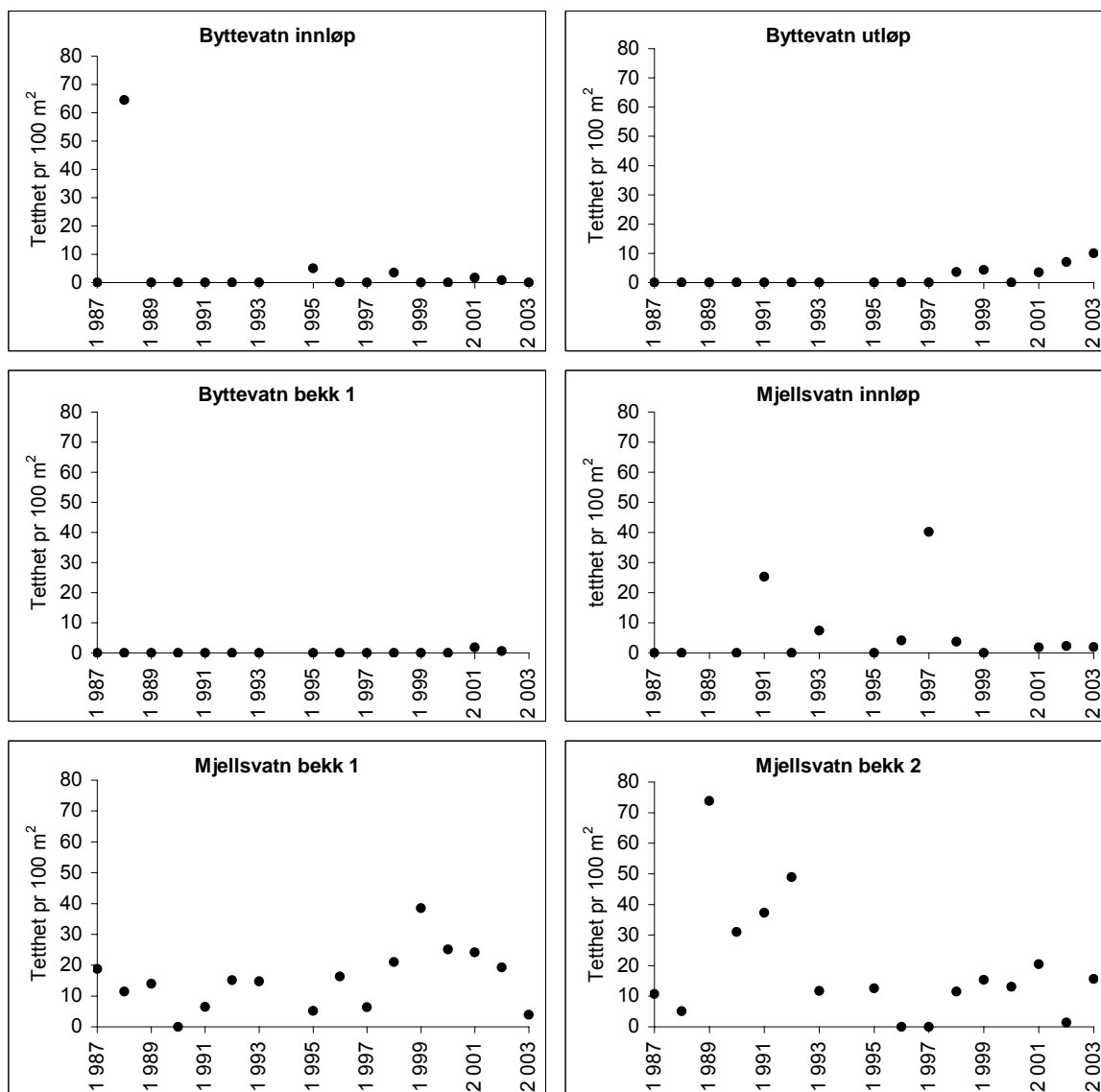
I tilknytning til Byttevatn blir det elfisket både på innløp, utløp og i Bekk-1. Rekrutteringen til aurebestanden i denne innsjøen har vært svært dårlig. På innløpet har det bortsett fra i 1988 nærmest ikke vært naturlig rekruttering (**figur 11b**). På utløpet ble det påvist yngel for første gang i 1998, og her har det hvert år seinere vært naturlig rekruttering (bortsett fra i 2000). I Bekk-1 er det bare påvist yngel i 2001 (n=3) og 2002 (n=1). Aurebestanden i Mjellsvatn har god rekrutteringen, noe som spesielt skyldes bidraget fra to tilløpsbekker. Innløpet har derimot låge yngeltettheter.

I tilknytning til Myravatn blir det elfisket på innløp, utløp og i Bekk-1 og Bekk-2. På innløpet var det høg yngeltetthet allerede i 1987, med 131 individ pr. 100 m² (**figur 11c**). Det var også relativt høge tettheter i både 1989 og 1991, mens den har avtatt i seinere år. Siden 1999 har imidlertid den naturlige rekrutteringen i denne lokaliteten vært låg eller fraværende. Utløpet har hatt låge tettheter gjennom store deler av forsøksperioden, bortsett fra åra 1993-96. I 1990 hadde Bekk-1 svært høg yngeltetthet, med hele 558 individ pr. 100 m². Ellers har denne bekken hatt relativt god rekruttering i flere år, med rundt 20-50 individ pr. 100 m². I 1987 var tettheten 70 individ pr. 100 m². I Bekk-2 har derimot rekrutteringen vært ubetydelig. Litlevatn har hatt god rekruttering, særlig på innløpet og i Bekk-1. Utløpet og Bekk-2 har gjennom-gående hatt lågere yngeltettheter, med manglende rekruttering i enkelte år. Alle disse lokalitetene har hatt stor variasjon i rekrutteringen i løpet av forsøksperioden.

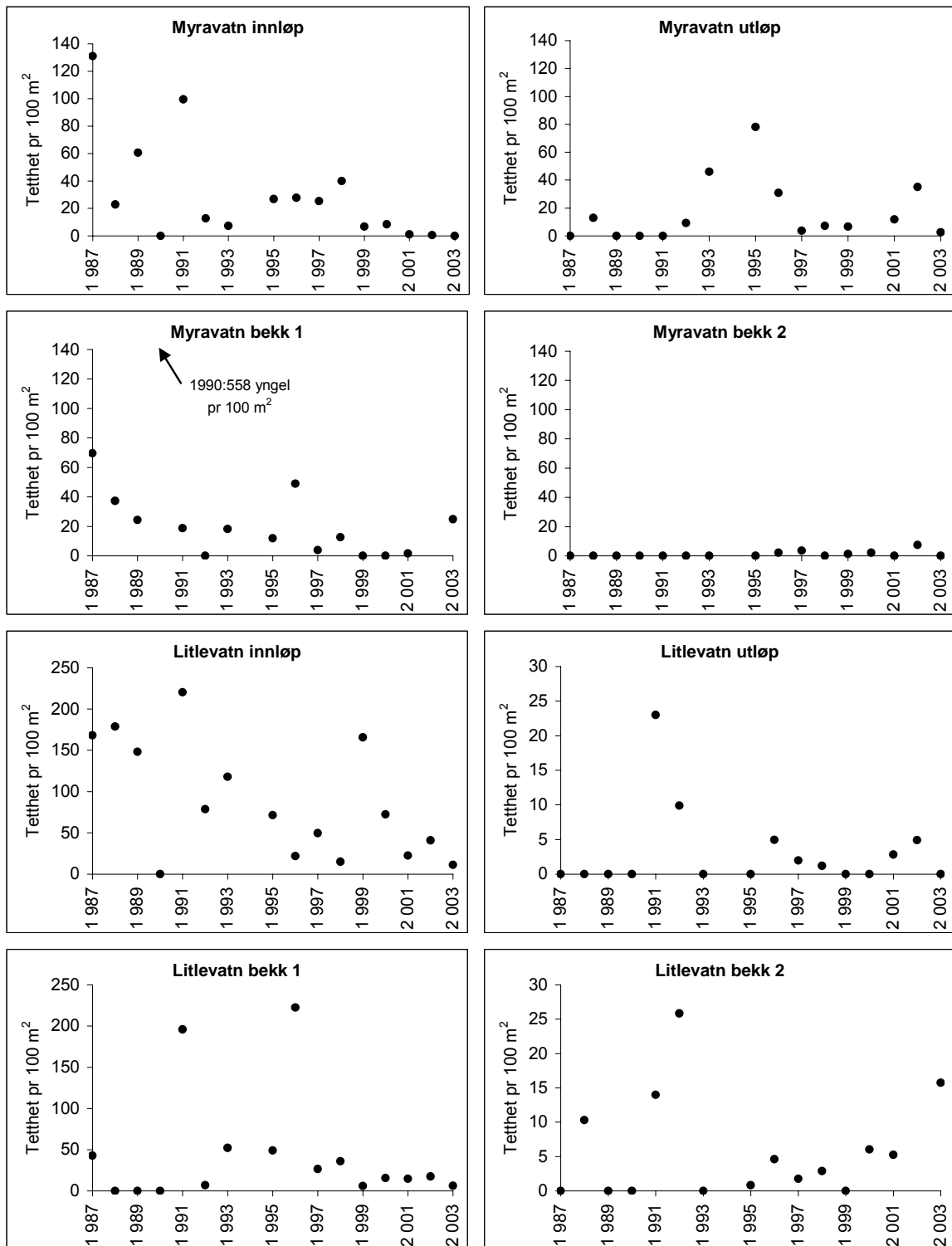
I tilknytning til Fyllingsvatn har det vært elfisket på innløpet og i Bekk-1 og Bekk-2. Yngeltettheten på alle de tre stasjonene har avtatt i løpet av de siste åra. Innløpet hadde spesielt høge tettheter i perioden 1987-98, med rundt 80-390 individ pr. 100 m². Da er 32 individ pr. 100 m² i 1989 unntatt (**figur 11c**). Etter 1999 har yngeltettheten på innløpet avtatt noe, med en variasjon på 16-48 individ pr. 100 m². Både Bekk-1 og Bekk-2 har i flere år hatt yngeltettheter på 50-100 individ pr. 100 m². Bekk-2 har hatt spesielt låge tettheter i de siste åra. Innløpet til Viksdalsvatn har hatt relativt stabil og god rekruttering i de fleste år, med dominerende yngeltettheter på 20-50 individ pr. 100 m². I 1989 ble det derimot ikke fanget yngel i denne lokaliteten, mens tettheten i 1997 var hele 220 individ pr. 100 m².



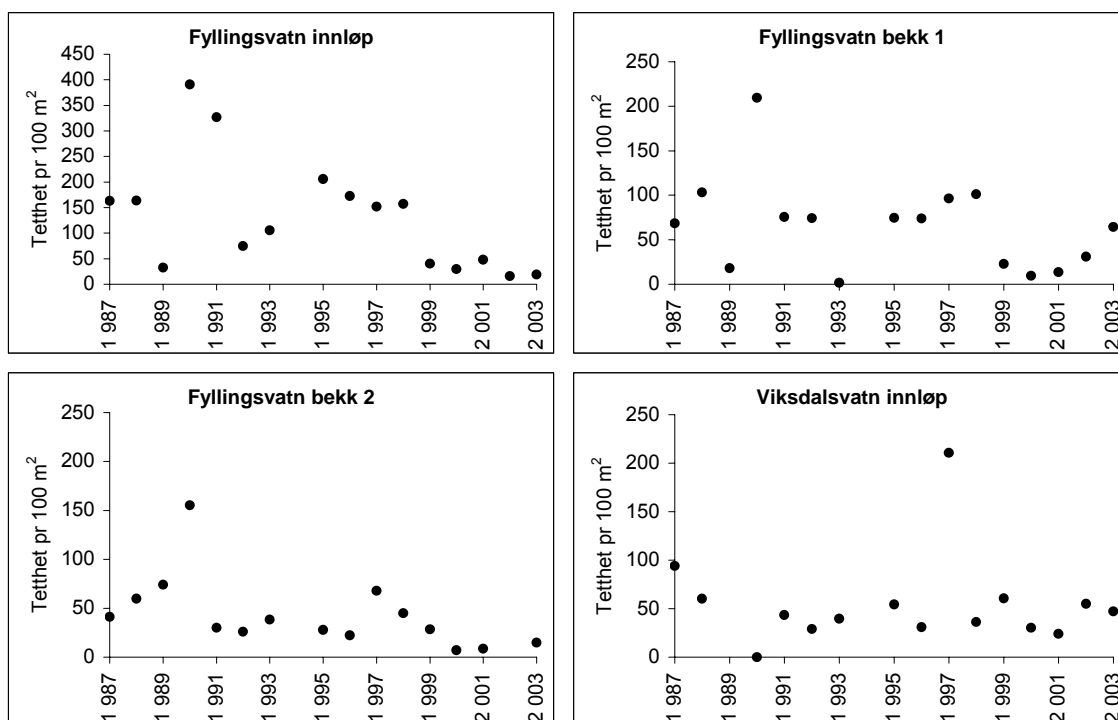
Figur 11a. Tettheten av aureynge pr. 100 m² i elvelokaliteter i tilknytning til Nystølvatn, Lonevatn og Holmevatn i Gaularvassdraget, 1987-2003.



Figur 11b. Tettheten av aureyngel pr. 100 m² på elvelokaliteter i tilknytning til Byttevatn og Mjellsvatn i Gaularvassdraget, 1987-2003.



Figur 11c. Tettheten av aureyngel pr. 100 m² på elvelokaliteter i tilknytning til Myravatn og Litlevatn i Gaularvassdraget, 1987-2003.

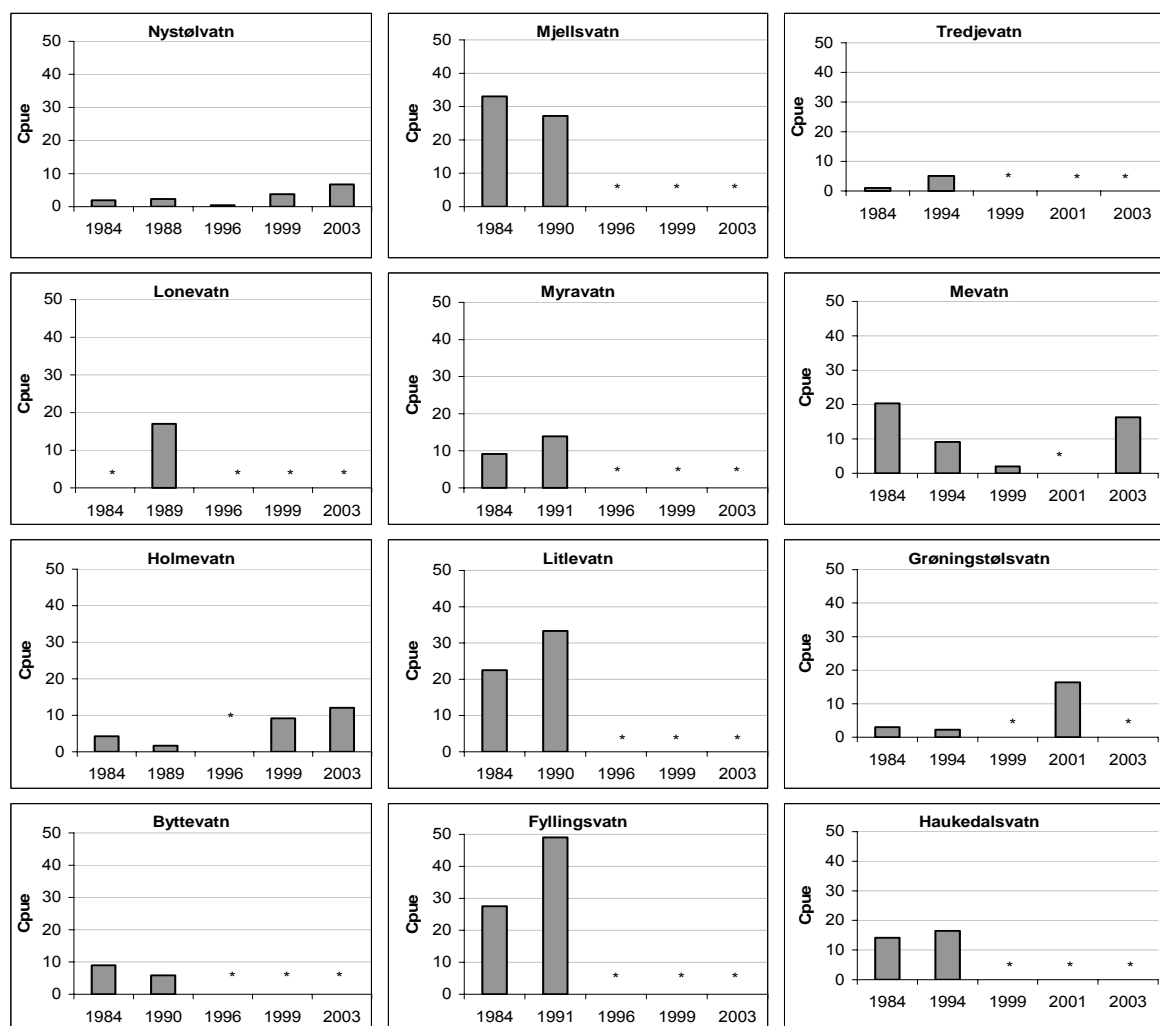


Figur 11d. Tettheten av aureyngel pr. 100 m² på elvelokaliteter i tilknytning til Fyllingsvatn og Viksdalsvatn i Gaularvassdraget, 1987-2003.

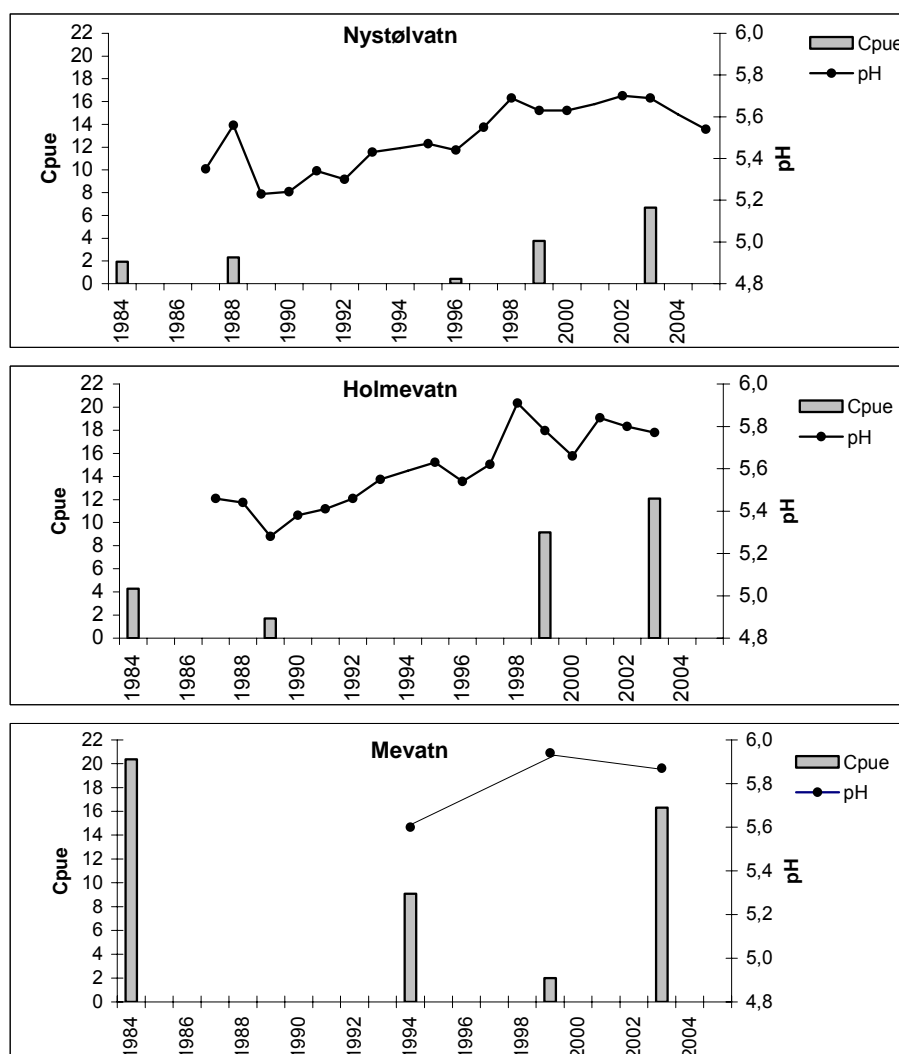
4.3 Bestandsforholdene hos fisk i innsjøer

Åtte av innsjøene i Eldalsgreina ble undersøkt i 1984. Bortsett fra Mjellsvatn, Litlevatn og Fyllingsvatn hadde alle lokaliteter svært tynne eller tynne aurebestander; Nystølsvatn, Holmevatn, Byttevatn og Myravatn (**figur 12**). I 1996 var Nystølsvatn nærmest fisketom, mens utbytte (Cpue) hadde har økt 7 individ i 2003. Aurebestanden i Holmevatn har også økt en del sammenliknet med i 1984, men den er også fortsatt tynn. I 1989 var fangstutbyttet enda lågere enn i 1984, med Cpue på bare ett individ. Aurebestandene i Byttevatn, Mjellsvatn, Myravatn, Litlevatn og Fyllingsvatn har bare vært undersøkt i 1984 og en gang i perioden 1988 til 1991. Byttevatn og Myravatn hadde tynne aurebestander, mens de var relativt tette i de tre andre innsjøene. Dette gjaldt spesielt Fyllingsvatn, der aurebestanden økte betydelig mellom 1984 og 1991.

I Haukedalsgreina ble Tredjevatn, Mevatn, Grøningstølsvatn og Haukedalsvatn prøvfisket i 1984 (**figur 12**). Det ble påvist svært tynne aurebestander i både Tredjevatn og Grøningstølsvatn, mens Haukedalsvatn og Mevatn hadde henholdsvis en tynn og middels tett bestand. En undersøkelse 10 år seinere viste at det hadde vært en negativ utvikling hos aurebestanden i både Mevatn og Grøningstølsvatn, mens den i Tredjevatn hadde økt noe. En ny undersøkelse i Mevatn i 1999 viste at aurebestanden i innsjøene fortsatt var nedadgående. Derimot hadde det vært en klar bestandsøkning fram til 2003, da utbyttet tilsvarte en middels tett bestand med Cpue=18 individ. I Grøningstølsvatn hadde det vært en klar bestandsøkning mellom 1994 og 2001 (jfr. Lund m.fl. 2002). Dette skyldtes trolig økt rekruttering pga kalking av en tilløpsbekk i ei periode. Det er en klar sammenheng mellom bestandsøkningene hos aure i Nystølsvatn, Holmevatn og Mevatn og pH målt på utløpet (**figur 13**).

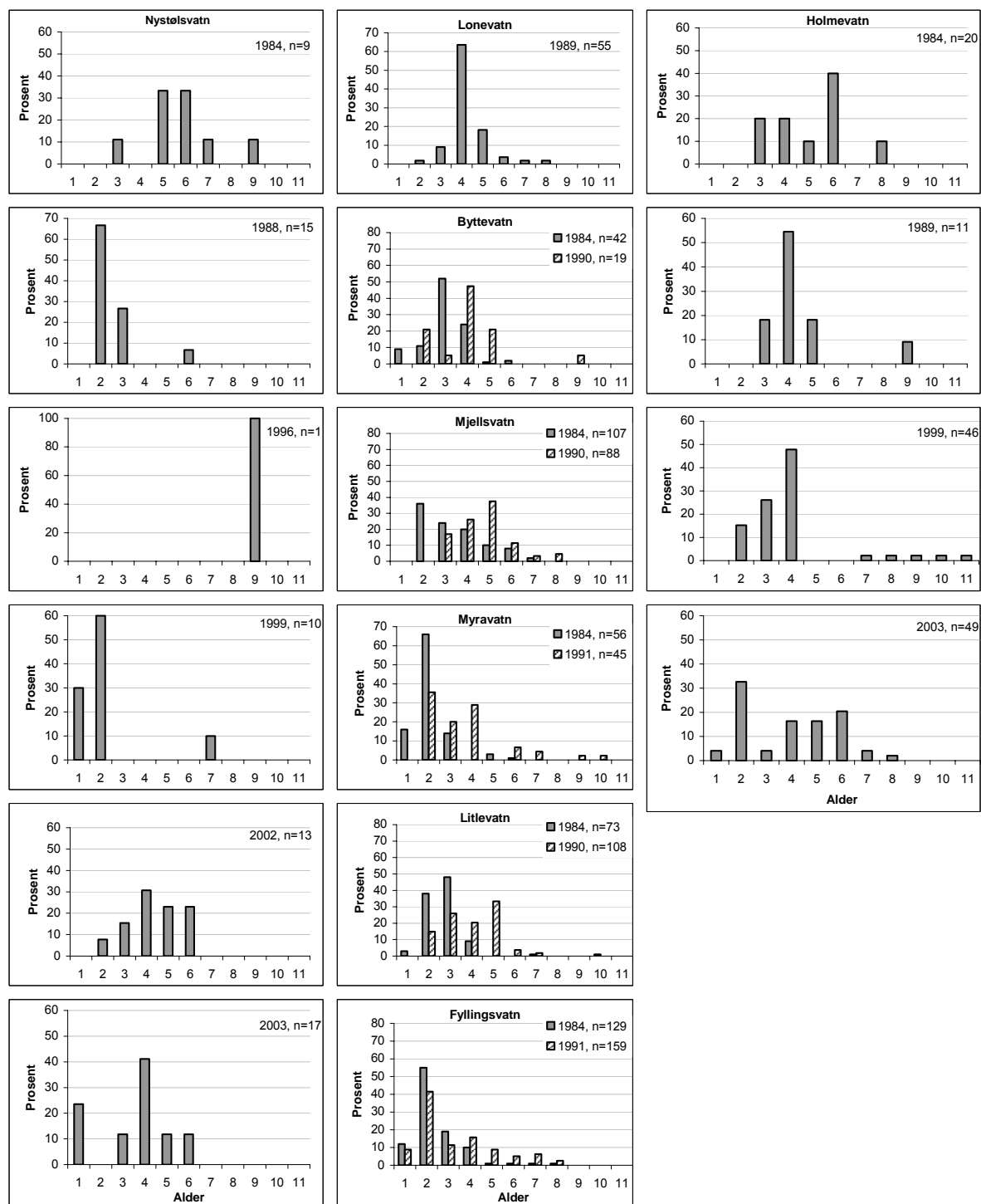


Figur 12. Fangstutbyttet pr. 100 m² garnareal (Cpu) hos undersøkte aurebestander i Gaularvassdraget i enkelte år i perioden 1984-2003. * betyr at det ikke ble prøvfisket dette året.

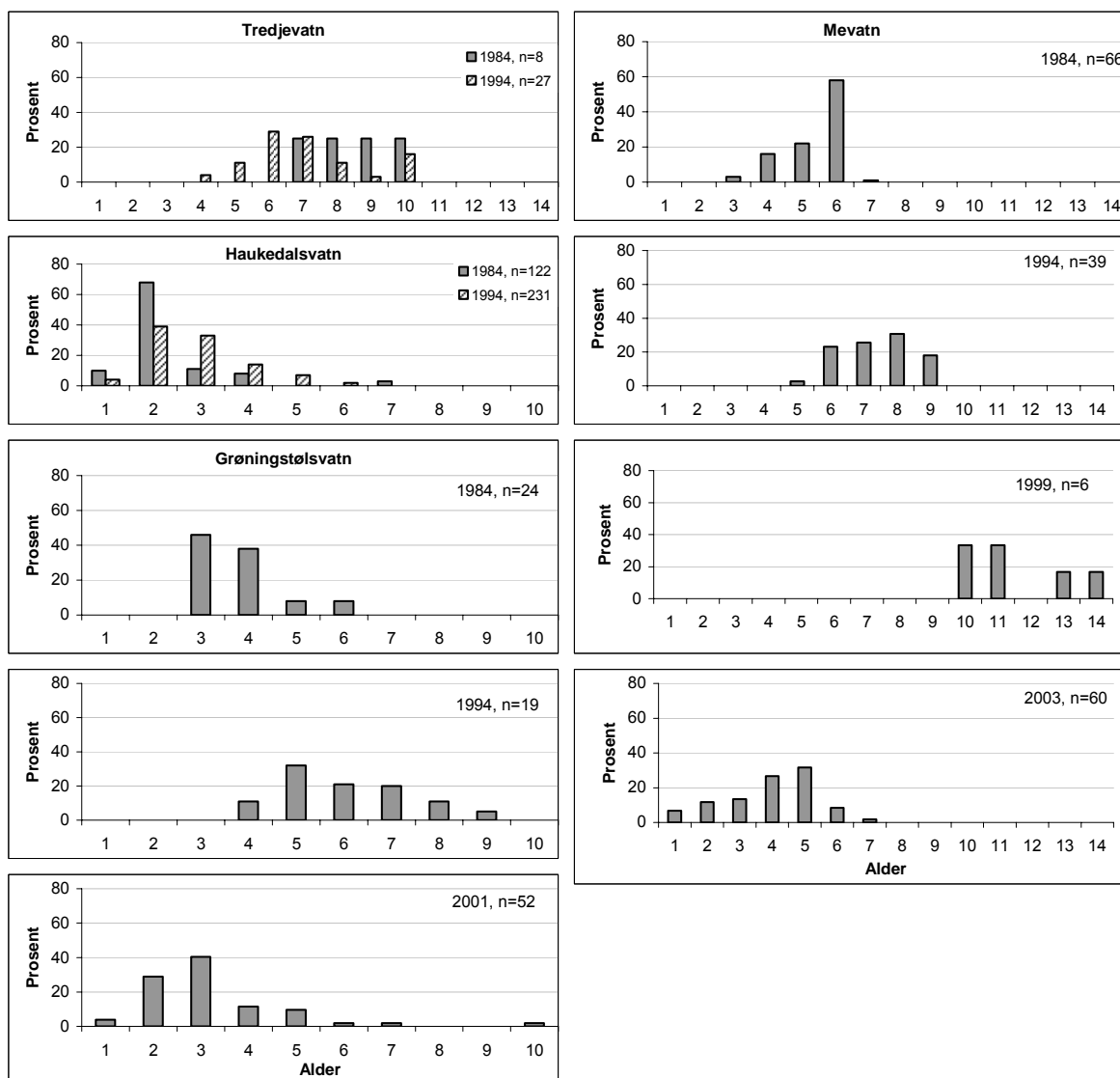


Figur 13. Sammenhengen mellom pH og fangstutbyttet (Cpue) hos aure i Nystølsvatn, Holmevatn og Mevatn i enkelte år.

Aldersfordelingen hos auren i Nystølsvatn fra 1984 viste at fem årsklasser var representert (**figur 14a**). Bortsett fra ett individ på 3 år, varierte alderen mellom 5-9 år. Det var altså delvis rekrutteringssvikt i denne bestand tidlig på 1980-tallet. Undersøkelsen i 1988 viste at det hadde vært noe rekruttering i både 1985 og 1986. I tillegg ble det fanget ett individ på 6 år. En undersøkelse i 1996 viste at det hadde vært manglende rekruttering tidlig på 1990-tallet, med en fangst av bare ett individ på 9 år (1985-årsklassen). Et nytt prøvafiske i 1999 viste at det hadde vært en begrenset rekruttering til aurebestanden i Nystølsvatn i løpet av de siste åra, med en fangst på tre 1-åringer og seks 2-åringer. Fram til 2002 hadde mengden ungfisk økt ytterligere, idet fem årsklasser nå var representert, fra 1996-2000 (Hellen m.fl. 2003). Aldersfordelingen fra prøvafiskefangsten ett år seinere bekreftet den økte rekrutteringen i Nystølsvatn i de seinere åra. Imidlertid manglet 2-åringene (2001-årsklassen), og denne årsklassen ble heller ikke påvist ved prøvafiske ett år seinere. Det var også svak og varierende rekruttering i andre tynne aurebestander i Eldalsgreina; Holmevatn, Byttevatn og Myrvatn. I aurebestandene i Litlevatn og Fyllingsvatn var det derimot god forekomst av yngre årsklasser. Det har også vært rekrutteringssvikt i de tynne aurebestandene i Haukedalen (**figur 14b**). I fangsten fra Grønningstølsvatn i 1994 var 4-åringer yngste aldersgruppe, mens det ble fanget individ både på ett, to og tre år i 2001. På 1980/90-tallet var rekrutteringssvikt også svært tydelig hos aurebestanden i Mevatn. I 2003 ble det derimot fanget fisk i alle aldersgrupper mellom 1-7 år i denne innsjøen.



Figur 14a. Aldersfordeling hos aure i undersøkte innsjøer i Eldalsgreina i Gaularvassdraget i enkelte år for perioden 1984-2003. Data for Nystølsvatn i 2002 er hentet fra Hellen m.fl. (2003).



Figur 14b. Aldersfordeling hos aure i noen innsjøer i Haukedalsgreina fra perioden 1984-2003. n=antall fisk. Data fra Grøningstølsvatn i 2001 er hentet fra Lund m.fl. (2002).

5 Diskusjon

Forsuringsskader på fiskebestander i Gaularvassdraget startet trolig allerede på slutten av 1960-tallet. Det ble da påvist fiskedød hos aure i både Grøningstølsvatn og Haukedalsvatn (Sevaldrud & Muniz 1980). Tidlig på 1970-tallet hadde mange innsjøer i vassdraget en marginal vannkvalitet, med pH rundt 5,3-5,9 (Skulberg 1974). En undersøkelse i 1984 viste at Gaularvassdraget enda var lite forsuret, men at en liten økning i sure tilførsler kunne gi permanent forsuring i øvre deler (SFT 1986). På det tidspunktet mottok vassdraget betydelige mengder sur nedbør, med våt deposisjon av SO_4 på 590 mg S pr. m^2 for perioden 1987-93 (jfr. SFT 1994). Med sin kalkfattige berggrunn og låge innhold av basekationer, var vassdraget svært forsuringssutsatt. Ved Sæta oppstrøms Fyllingsvatn i Eldalsgreina foreligger det vannkjemiske målinger for åra 1984-2002 (SFT 2003). Resultatene fra første del av perioden viste store vannkjemiske fluktuasjoner, med negative ANC-verdier og periodevis pH-verdier på 5,2-5,5. Derimot var innholdet av uorganisk aluminium (Al-L) relativt lågt, med 0-20 $\mu\text{g/L}$ i store deler av perioden. Vannkvaliteten var dårligst i 1989, 1990 og 1993, da ANC og Al-L i perioder ble målt til rundt henholdsvis - 25 $\mu\text{ekv/L}$ og 75-85 $\mu\text{g/L}$. Det har også vært flere sjøsaltepisoder i forbindelse med kraftige vinterstormer i perioden 1984-2002. Den kraftigste episoden oppsto vinteren 1993 med klorid-konsentrasjonene var opp mot 7 mg/L. Dette er minst 6-7 ganger høyere enn normalt. Denne episoden forårsaket et dropp i pH til 5,0 og ANC til -10 $\mu\text{ekv/L}$, mens Al-L økte til rundt 70 $\mu\text{g/L}$. I løpet av de siste 15 åra har det vært en betydelig bedring av vannkvaliteten i Gaularvassdraget. I hovedgreina i Eldalen har det vært en signifikant pH-økning for alle lokaliteter (jfr. **figur 5**). Ved Sæta er det også påvist en klar bedring av vannkvaliteten i seinere år, med ANC > 10 $\mu\text{ekv/L}$ og pH > 5,5 (SFT 2003). Denne vannkvalitetsbedringen skyldes at tilførselen av sur nedbør har blitt kraftig redusert, med en våt-deposisjon av SO_4 i nedbøren i 1987-93 og 2000-04 på henholdsvis 590 og 298 mg S pr. m^2 (jfr SFT 2005). Det har også vært en betydelig bedring av fiskebestander i forsuringssområder i Sogn og Fjordane (Hesthagen & Østborg 2006)

Det har ikke vært noen signifikant økning i tettheten av yngel på elvestrekninger og tilløpsbekker til innsjøer i Eldalen i løpet av de siste åra. I første del av prosjektperioden var det en nedgang i den naturlige rekrutteringen (1987-93). Dette kan ha en sammenheng med at det var en økende forsuring i denne perioden (jfr. **figur 5**). I de påfølgende åra var det imidlertid en positiv utvikling i yngeltettheten (1995-98). Dette er i overensstemmelse med en bedret vannkvalitet. Men seinere skjedde det på nytt en reduksjon i den naturlige rekrutteringen (bortsett fra i 2002). En analyse av utviklingen i yngeltettheten på den enkelte stasjon viser store årlige variasjoner. På innløpet og i tilløpsbekker til Fyllingsvatn har det vært en klar nedgang i tettheten av aureyngel i de siste åra. Disse lokalitetene har hatt det beste rekrutteringspotensialet i vassdraget, og har dermed i betydelig grad bidratt til den samlede tettheten. Det er ukjent hva som er årsaken til nedgangen til yngelmengden i de siste åra. Fyllingsvatn er blant lokalitetene med best vannkvalitet, og nedgangen i rekrutteringen skulle derfor ikke skyldes økt forsuring. Innsjøen er omgitt av dyrka mark, men det er ukjent om dette har hatt noen negativ effekt. Mulige årsaker til varierende rekruttering i andre gytebekker i vassdraget kan være ustabile fysiske pga store nedbørsmengder og høg vannføring.

Aldersfordeling med rekrutteringssvikt og manglende aldersgrupper viser at flere aurebestander i Eldalen og Haukedalen har vært og er fortsatt noe forsuringsskadet. Garnfangster med lavt utbytte bekrefter denne bestandsstatusen. Men disse aurebestandene er nå i en gjenhentingsfase, med økt antall aldersgrupper og større fangstutbytte. For aurebestandene i Nystølsvatn og Holmevatn i Eldalen og Mevatn i Haukedalen fant vi en sammenheng mellom fangstutbytte og pH i løpet av de siste 10-20 åra. Undersøkelser i 2004 viste at Nystølsvatn nå bare er moderat forsuret, med pH=5,80 og et innhold av Al-L på 5 $\mu\text{g/L}$ (SFT 2005). Dette er en vannkvalitet som normalt skulle gi en betydelig tettere aurebestander enn det som er tilfelle for Nystølsvatn. Begrenset tilgang på egnet gyte- og oppvekstområder på innløp og utløp kan være en av årsakene til at innsjøen fortsatt har en tynn aurebestand. Bunnsubstratet er ugunstig fordi det generelt er for grovt, og i tillegg er elvefaret sterk begrodd av mose. Nystølsvatn har heller ikke tilløpsbekker der det foregår naturlig rekruttering. Det er tidligere funnet at tilløps-

bekker i Gaular- og Vikedalsvassdraget har bedre vannkvalitet enn hovedløpet, og at vannkvaliteten i disse bekkene er avgjørende for fangstutbyttet (Cpue) på garn (Hesthagen & Jonsson 1998). Av ulike vannkjemiske variabler var det kalsium-nivået i den rikeste bekken som best forklarte variasjonen i fangstutbyttet på garn i innsjøene. Vannkvalitetnivået ble vurdert ut fra ANC. Det er også funnet at kalsium-nivået i aktuelle gytebekker i Gaularvassdraget best forklarer variasjonene i deres yngeltettheter (Hesthagen m.fl. 1999b). I næringsfattige og moderat forsuringspåvirkede vassdrag som Gaular, synes det altså som om kalsium-nivået i aktuelle gytebekker har en positiv effekt på den naturlige rekrutteringen hos aure.

6 Referanser

- Appelberg, M., Berger, H.M., Hesthagen, T., Kleiven, E., Kurkilahti, M., Raitaniemi, J. & Rask, M. 1995. Development and intercalibration of methods in Nordic freshwater fish monitoring. - Water, Air and Soil Pollution 85: 401-406.
- Bohlin T., Hamrin S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. Hydrobiologia 173: 9-43.
- Hellen, B.A., Brekke, E., Johnsen, G.H. & Kålås, S. 2003. Prøvefiske i 12 innsjøer i Sogn og Fjordane høsten 2002. Rådgivende Biologer, Rapport 656.
- Hesthagen, T., Lien, L. & Sevaldrud, I.H. 1986. Fiskeundersøkelser i Gaularvassdraget. -I: Gaularvassdraget, Nedbør-, vannkjemiske- og biologiske undersøkelser i 1984. (Lien, L. red.) Statlig program for forurensnings- overvåking, Rapport 248/86: 66-91.
- Hesthagen, T., Sevaldrud, I.H. & Berger, H.M. 1994. Utvikling i forsureningsskader på fiskebestander i Sør-Norge etter 1950. - NINA Forskningsrapport 50: 1-16.
- Hesthagen, T. & Saksgård, R. 1995. Utviklingen i noen innsjølevende aurebestander i Haukedalen i Sogn og Fjordane i løpet av det siste ti-året. - NINA Oppdragsmelding 366: 1-17.
- Hesthagen, T., Berger, H.M., Larsen, B.M. & Saksgård, R. 1995. Monitoring fish stocks in relation to acidification in Norwegian watersheds. - Water, Air and Soil Pollution 85: 641-646.
- Hesthagen, T. & Jonsson, B. 1998. The relative abundance of brown trout in acidic softwater lakes in relation to the water quality in tributary streams. - J. Fish Biol. 52: 419-429.
- Hesthagen, T., Sevaldrud, I.H. & Berger, H.M. 1999a. Assessment of damage to fish populations in Norwegian lakes due to acidification. - Ambio 28:12-17.
- Hesthagen, T., Heggenes, J., Larsen, B.M., Berger, H.M. & Forseth, T. 1999b. Effects of water chemistry and habitat on the density of young brown trout *Salmo trutta* in acidic streams. - Water, Air and Soil Pollution 112: 85-106.
- Hesthagen, T., Aastorp, G., Langåker, R.M., Farstad, M. & Berger, H.M. 2000. Responses of brown trout (*Salmo trutta* L.) in relation to water quality and critical load of acidity of lakes with low ionic content. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 27:2079-2089.
- Hesthagen, T., Forseth, T., Saksgård, R., Berger, H.M. & Larsen, B.M. 2001. Recovery of young brown trout in some acidified streams in southwestern and western Norway. - Water, Air and Soil Pollut. 130:1355-1360.
- Hesthagen, T. & Jonsson, B. 2002. Life history characteristics of brown trout in lakes at different stages of acidification. - J. Fish Biol. 60:415-426.
- Hesthagen, T. & Østborg, G. 2006. Endringer i forsureningsskader på fiskebestander i innsjøer siden 1990-tallet. - NINA Rapport 169.
- Lund, R.A., Saksgård, R., Bongard, T., Aagaard, K., Daverdin, R.H., Forseth, T. & Fløystad, L. 2002. Biologisk status i 15 innsjøer i Sogn og Fjordane i 2001. - Norsk institutt for naturforskning, Upubl. rapport.
- Nyberg, P. & Degerman, E. 1988. Standardiserat provfiske med øversiktsnät. - Inform. Sötvattenlab. Drottningholm, Rep. 7-1 988.

- Rosseland, B.O., Balstad, P., Mohn, E., Muniz, I.P., Sevaldrud, I.H. & Svalastog, D. 1979. Bestandsundersøkelser Datafisk-SNSF-77. Presentasjon av utvalgsriterier, innsamlings-metodikk og anvendelse av programmet ved SNSF-prosjektets prøvefiske i perioden 1976-1979. - SNSF-prosjektet TN 45/79. 63 s. (NISK, 1432-As).
- Rye, N. & Skjerlie, F.J. 1983. Berggrunnsgeologi, geomorfologi og kvartærgeologi i Gaularvassdraget (Sogn og Fjordane). Samlet plan for forvaltning av vannressursene. - Rapp. Univ. i Bergen.
- Sevaldrud, I.H. & Muniz, I.P. 1980. Sure vatn og innlandsfisket i Norge. Resultater fra intervjuundersøkelsene 1974-1979. SNSF prosjektet, Intern Rapport 77/80.
- SFT 1986. (Statens forurensningstilsyn). Gaularvassdraget. Nedbør-, vannkjemiske- og biologiske undersøkelser i 1984. - Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 248/86.
- SFT 1991. (Statens forurensningstilsyn). Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1990. - Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 466/91.
- SFT 1994. (Statens forurensningstilsyn). Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1993. - Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 583/94.
- SFT 2003. (Statens forurensningstilsyn). Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport- Effekter 2002. - Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 886/2003.
- SFT 2005. (Statens forurensningstilsyn). Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2004. - Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 941/2005.
- SFT 2006. (Statens forurensningstilsyn). Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2005. - Statlig program for forurensningsovervåking, Rapp. 970/2006.
- Skulberg, O. 1974. Gaularvassdraget, Sogn og Fjordane. Hydrobotaniske og hydrokjemiske undersøkelser i tidsrommet mai 1972 – oktober 1973. - NIVA Rapport O-86/72.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. – J. Wildlife Manage. 22: 82-90.

NINA Rapport 224

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-1784-2



Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

www.nina.no