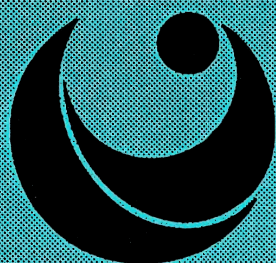


130

oppdragsmelding

Vannkvalitet og ungfisk av laks og aure i Oгна, Rogaland, før kalking

Bjørn Mejdell Larsen
Trygve Hesthagen
Syverin Lierhagen



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

Vannkvalitet og ungfisk av laks og aure i Oгна, Rogaland, før kalking

Bjørn Mejdell Larsen
Trygve Hesthagen
Syverin Lierhagen

Larsen, B.M., Hesthagen, T. og Lierhagen, S. 1992. Vannkvalitet og ungfisk av laks og aure i Ognå, Rogaland før kalking. - NINA-Oppdragsmelding 130: 1-37.

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0237-9

Copyright (C) NINA
Norsk institutt for naturforskning

Siteres fritt med kildeangivelse

Opplag: 100

Kontaktadresse:
NINA
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tlf. 07 58 05 00

Referat

Larsen, B.M., Hesthagen, T. og Lierhagen, S. 1992. Vannkvalitet og ungfisk av laks og aure i Oгна, Rogaland før kalking. - NINA-Oppdragsmelding 130: 1-37.

Oгна ligger i Sør-Rogaland i kommunene Hå og Bjerkreim. Vassdragets totale nedbørfelt er 117 km² hvorav 39 km² er overført fra Helgåvassdraget til Hetland kraftstasjon. Fiskebestandene i Oгна utgjøres av laks, aure og sjøaure, ål og trepigget stingsild. Den totale lakseførende strekning er ca 30 km. Laksebestanden i Oгна var i 1970- og 1980-årene påvirket av forsurening, og vannkvaliteten var periodevis marginal for overlevelse av laks. På 1980-tallet er det meldt om fiskedød nesten hvert år, hovedsakelig fra strekningen nedenfor kraftstasjonen.

I 1971 ble Oгна inkludert i et vannkjemisk måleprogram (elveserien) ved daværende Fiskeforskningen ved Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. I 1982 ble den vannkjemiske overvåkingen av Oгна utvidet, og ialt tre stasjoner inngikk i måleprogrammet. Vannkvaliteten ovenfor Hetland kraftstasjon har variert fra moderat til sterkt sur om vinteren (pH <5,5) til over 6,0 om sommeren. Gjennomsnittsverdien for pH gjennom året har vært 5,6-6,0 med unntak av 1981 og 1982 da pH var henholdsvis 5,47 og 5,37. Helgåvassdraget som overføres til Oгна gjennom Hetland kraftstasjon er kronisk surt med gjennomsnittlig pH 4,74 i perioden 1982-1990. Dette gir seg utslag for elvestrekningen nedstrøms kraftverket der gjennomsnittsverdien for pH gjennom året har vært 4,9-5,1 i samme periode.

Det er fisket med elektrisk fiskeapparat på 12 stasjoner (ca 1400 m²) hver høst i 1983-1988. Laveste tetthet av laksyngel i 1983-1988 var 1 individ pr. 100 m² i 1985. Rekrutteringen var høyest i 1986 med en gjennomsnittlig tetthet av laksyngel på 20 individer pr. 100 m². Tettheten av eldre laksunger varierte mellom 1 og 17 individer pr. 100 m² i 1983-1988. Laveste tetthet av aureyngel var 7 individer pr. 100 m² i 1985, mens rekrutteringen var høyest i 1987 (28 individer pr. 100 m²). Tettheten av eldre aureunger har vært lav i vassdraget i hele undersøkelsesperioden og varierte lite fra år til år (2-6 individer pr. 100 m²).

Nedenfor kraftstasjonen har tettheten av laksyngel vært generelt lav i alle år, men det var en økning i yngeltetthet etter en lengre driftsstans ved kraftverket i 1984. Tettheten av laksyngel gikk ned på alle stasjonene ovenfor kraftstasjonen fra 1983 til 1985. Det var høy tetthet i området like ovenfor kraftstasjonen (stasjonene 6-9) i 1986. På stasjonene 1-2 og stasjonene 3-5 var det høyest tetthet av laksyngel i 1987. Tettheten av eldre laksunger ($\geq 1+$) nedenfor kraftstasjonen har vært lav i alle år. På stasjonene 6-9 økte tettheten av laksunger fra 2-14 individer pr. 100 m² i 1983-1986 til 26-30 individer i 1987-1988. På stasjonene 3-5 var det høyest tetthet i 1984, og mengden ungfisk var lav hele perioden 1985-1988. På de øverste stasjonene var det sviktende rekruttering i 1982 og 1985-1986, og det ble ikke påvist eldre laksunger i 1983, 1986 og 1987. Tettheten av aureyngel var størst på strekningen nedenfor kraftstasjonen (stasjonene 10-12) og ved Laksesvela bru (stasjonene 1-2), men har variert mye fra år til år. Ovenfor kraftstasjonen var yngeltettheten generelt lav på stasjonene 3-5 og varierte fra 1 til 40 individer pr. 100 m² på stasjonene 6-9.

Laksungene varierte i lengde fra 42 til 177 mm (n= 1321). Bare et fåtall individer var eldre

enn 1+. Henholdsvis 49 og 93% av 1+ og $\geq 2+$ hanner var gytepar. Aureungene varierte i lengde fra 44 til 300 mm (n= 1478). Bare et fåtall individer var eldre enn 1+. Henholdsvis 16, 70 og 100% av hannene i aldersgruppene 1+, 2+ og $\geq 3+$ var kjønnsmodne. Det ble funnet gytemodne hunner ved Ualand og Laksesvela bru.

Gjennomsnittlig lengde av ett-, to- og treårige laksunger var henholdsvis 69, 109 og 134 mm. To år gamle laksunger var mellom 80 og 132 mm, og 85 % var potensiell smolt (≥ 100 mm). Gjennomsnittlig lengde av ett-, to- og treårige aureunger var henholdsvis 83, 119 og 163 mm.

Hos laks på stasjonene 3-5 (n=112) var døgn- og steinfluer viktige næringsdyr, og utgjorde volummessig den største andelen (60 %). Mengden døgn- og steinfluer avtok nedover i vassdraget, og utgjorde i gjennomsnitt < 10 % av mageinnholdet på stasjonene 10-12. Det er på samme måte en reduksjon i gjennomsnittlig antall døgn- og steinfluer pr. mageprøve fra 44 individer på stasjonene 3-5 til mindre enn to individer pr. mage på stasjonene 10-12. Tilsvarende viser også frekvensprosenten at tilgjengeligheten av døgn- og steinfluelarver avtok nedover i vassdraget. Nedstrøms Hetland kraftstasjon ble det ikke funnet døgnfluer i mageprøvene hos laks i 1984 og 1986.

Aure hadde en lavere andel døgnflue-, steinflue- og vårfluelarver sammenlignet med laks. Men mengden døgn- og steinfluer avtok på samme måte nedover i vassdraget, og utgjorde i gjennomsnitt 37 % av mageinnholdet på stasjonene 3-5 og mindre enn 8 % på stasjonene 10-12. Det er likeledes en reduksjon i gjennomsnittlig antall døgn- og steinfluer pr. mageprøve og et fall i gjennomsnittlig frekvensprosent fra 69 til 1 for døgnfluer og fra 78 til 28 for steinfluer. Nedstrøms Hetland kraftstasjon (stasjonene 10-12) ble det funnet døgnfluer i mageprøvene hos aure bare i 1988.

Biomassen av laksunger varierte mellom 66 og 214 g/100 m² med et gjennomsnitt på 118 g/100 m² i 1983-1988. Det var høyest biomasse i 1984, og lavest i 1986 for laks. Hos aure varierte biomassen mellom 63 og 210 g/100 m² med et gjennomsnitt på 144 g/100 m². Biomassen var høyest i 1987, og lavest i 1985 for aure. Den årlige produksjonen av laksunger varierte mellom 103 og 275 g/100 m²/år med et gjennomsnitt på 169 g/100 m²/år i 1983-1988. Det var høyest produksjon i 1987, og lavest i 1985 og 1988 for laks. Hos aure varierte den årlige produksjonen mellom 100 og 414 g/100 m²/år med et gjennomsnitt på 240 g/100 m²/år. Produksjonen hos aure var også høyest i 1987, og lavest i 1985.

For å studere forsuringens virkning på reproduksjonen hos laks ble det lagt ut klekkesker med rogn. Det var ingen eller liten dødelighet på strekningen ovenfor Hetland kraftstasjon. Det var imidlertid betydelig dødelighet på den utlagte rogn ved utløpet av kraftstasjonen, og overlevelsen varierte fra 0-13 % vinteren 1985/86 til 35-85 % vinteren 1984/85. Dødeligheten skjedde på øyerognstadiet like forut for klekkingen. Overlevelsen økte 500-1200 m nedstrøms kraftstasjonen, men varierte mye fra år til år.

Emneord: Forsuring - Vannkvalitet - Fiskedød - Ungfisktetthet - Produksjon - Ernæring

Forfatterens adresse: NINA, Tungasletta 2, 7005 Trondheim

Forord

Det er gjennomført fiskebiologiske undersøkelser i Ognå i 1982-1988, og vassdraget er med i den landsomfattende vannkjemiske overvåkingen (elveserien) som Norsk institutt for naturforskning (NINA) gjennomfører. Ognå er dessuten med i "Statlig program for forurensningsovervåking" med overvåking av bunnfaunaen. Det ble besluttet å kalke Ognå fra høsten 1990, og i den forbindelse var det ønskelig med en helhetlig bearbeiding og rapportering av data fra tidligere undersøkelser i den lakseførende delen av vassdraget. NINA fikk i oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning (DN) å utarbeide en slik samlerapport. Følgende personer har hjulpet til under feltarbeidet: Hans Mack Berger, Kjell Arne Dolmseth, Jøren-Ola Ousdal og Iver Sevaldrud. En spesiell takk til Kjell Slettebø som hjalp til med utlegging og kontroll av klekkesker, og til Edvind Rolf Håland som skaffet tilveie opplysninger om fiskeutsettinger i vassdraget.

Trondheim, 1.mai 1992

Bjørn Mejdell Larsen
Trygve Hesthagen

Innhold

Referat	3
Forord	5
1 Innledning	7
2 Områdebeskrivelse	7
2.1 Fangststatistikk	8
2.2 Fiskeutsettinger	9
3 Vannkvalitet	10
4 Ungfiskregistreringer	13
4.1 Ungfisktetthet	14
4.2 Lengde- og aldersfordeling	18
4.3 Vekst	20
4.4 Næringsvalg	21
4.5 Produksjon	25
5 Episodisk fiskedød	26
6 Reproduksjonsundersøkelser	27
7 Diskusjon	28
8 Litteratur	32
Appendix	36

1 Innledning

Forsuringsskadene i Rogaland er størst i de sørlige delene av fylket spesielt i grenseområdene mot Vest-Agder (Sevaldrud og Muniz 1980, SFT 1986, 1988). Men tapene av aurepopulasjoner er betydelig også i Egersund/Bjerkreim/Hå-området. Det ble allerede høsten 1969 rapportert om fiskedød i flere vassdrag i Rogaland, deriblant Oгна (Snekvik 1975). Våren 1982 kom det nye meldinger om sviktende rekruttering og funn av døde laksunger i vassdraget (Moi 1982). Det ble da satt i gang vannkjemiske undersøkelser, ungfisktellinger og intervjuundersøkelser i vassdraget (Hesthagen m.fl. 1982). Det ble registrert 44 vatn i nedbørfeltene til Oгна og Helgåa, og 46% av disse ble angitt som fisketomme. De største bestandstapene hadde skjedd etter 1950. Det ble også konkludert med at forekomsten av aure i Oгна hadde gått betydelig tilbake.

Fra høsten 1983 inngikk ungfiskregistreringene i Statlig program for overvåking av langtransportert luft og nedbør. Ungfiskundersøkelsene ble tatt ut av programmet etter høsten 1988. Den biologiske overvåkingen omfattet også invertebratundersøkelser (SFT 1991).

I 1971 ble Oгна inkludert i et vannkjemisk måleprogram (elveserien) ved daværende Fiskeforskningen ved Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. I 1982 ble den vannkjemiske overvåkingen av Oгна utvidet og ialt tre stasjoner inngikk i måleprogrammet. Fra 1988 ble elveserien videreført av Norsk institutt for naturforskning.

Laksebestanden i Oгна var i 1970- og 1980-årene påvirket av forsuring, og vannkvaliteten var periodevis marginal for overlevelse av laks, og bestanden i Oгна ble vurdert som truet (Skogheim m.fl. 1984, Sivertsen 1989). I kalkingsplan for Rogaland inngikk Oгна som et prioritert vassdrag for å sikre bestandene av laks og sjøaure (Enge og Nordland 1989). Det ble derfor besluttet å kalke Oгна fra høsten 1990 ved hjelp av tørrdoseringsanlegg ved Hetland kraftstasjon og ved Laksesvela bru i Ognadal.

Denne rapporten presenterer en samlet oversikt over de vannkjemiske undersøkelsene i 1971-1990 og de fiskebiologiske undersøkelsene i 1983-1988 i lakseførende del av vassdraget. Dette skal danne grunnlagsmateriale for å vurdere effekten av kalkingstiltaket.

2 Områdebeskrivelse

Oгна ligger i Sør-Rogaland i kommunene Hå og Bjerkreim. Vassdragets totale nedbørfelt er 117 km² (Enge og Nordland 1989) hvorav 39 km² er tilført ved overføring av Helgåvassdraget til Hetland kraftstasjon ca tre kilometer fra utløpet i sjøen ved Oгна. Hovedvassdraget har utspring i heiområdene ved Laksesvelafjellet (536 m o.h.) og Svartaknuten (498 m o.h.) vest for Vikeså ca 23 km fra sjøen. I Ognadalen danner elva tre mindre innsjøer.

Årlig nedbørmengde er ca 2000 mm. Gjennomsnittlig vannføring i Oгна er beregnet til 3,9 m³/s ovenfor utløpet fra Hetland kraftstasjon og 6,6 m³/s ved utløpet i sjøen (Enge og Nordland

1989). På grunn av relativt små innsjøer med liten magasinkapasitet i nedslagsfeltet vil vannføringen i hovedelva variere med nedbørmengden.

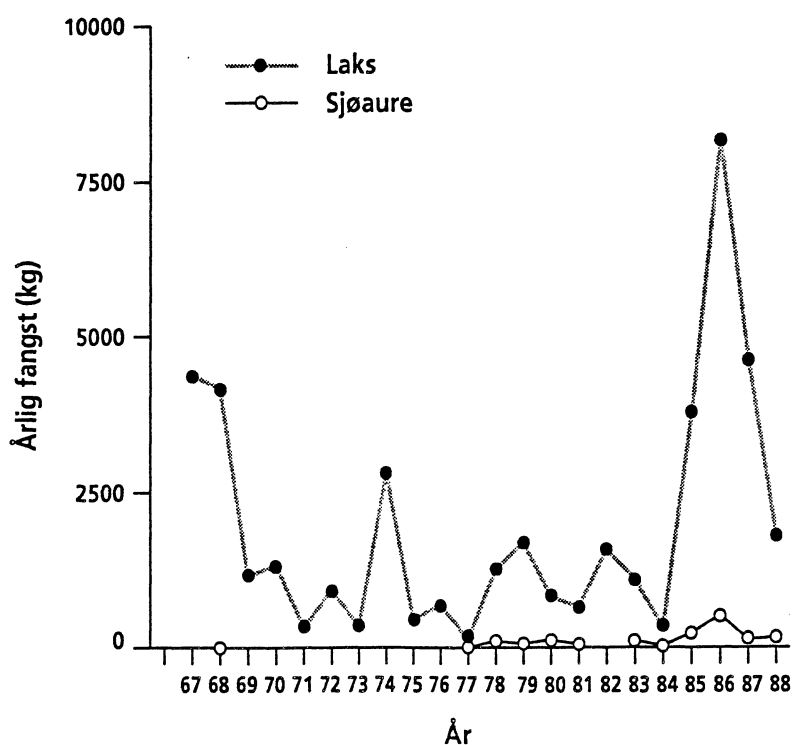
Området ligger i sin helhet innenfor Egersund-feltets anortositt-bergarter. Det som finnes av løsmasser er vasket vekk fra de høyereliggende områder og ned i senkningene (Abrahamsen m.fl. 1972). Vegetasjonen utgjøres stort sett av lite kravfulle arter, og i høydene dominerer torv- og lyngmark. Lenger nede øker kulturpreget, og i Ognadalen samt fra Hetland og ned til utløpet preges nærområdet av intensivt jordbruk.

Fiskebestandene i Ognaelva utgjøres av laks (Salmo salar), aure og sjøaure (Salmo trutta), ål (Anguilla anguilla) og trepigget stingsild (Gasterosteus aculeatus). Den totale lakseførende strekning er ca 30 km.

2.1 Fangststatistikk

Fangststatistikk i lakseførende vassdrag blir samlet inn og offentliggjort av Statistisk sentralbyrå. I 1967-1988 var gjennomsnittlig fangst samt laveste og høyeste fangst (i parentes) av laks og sjøaure henholdsvis 1934 (142-8171) og 70 (0-519) kg (figur 1).

Det har vært store årlige variasjoner i fangstutbyttet av laks. Fangstutbyttet gikk ned på 1970-tallet med laveste oppfisket kvantum i 1977. Det har vært en økning igjen utover på 1980-



Figur 1. Offisiell fangststatistikk for laks og sjøaure i Ognaelva i perioden 1967-1988.

tallet, der årene 1985-1987 skilte seg ut med rekordhøye fangster (3787-8171 kg).

Fisket etter sjøaure er ifølge statistikken svært beskjedent i Ogna. Dette er også i samsvar med det inntrykket lokalpersoner har til fisket i elva.

Gjennomsnittsvekten på oppgitt fangst i fangststatistikken er 2,5 kg for laks og 0,7 kg for sjøaure.

2.2 Fiskeutsettinger

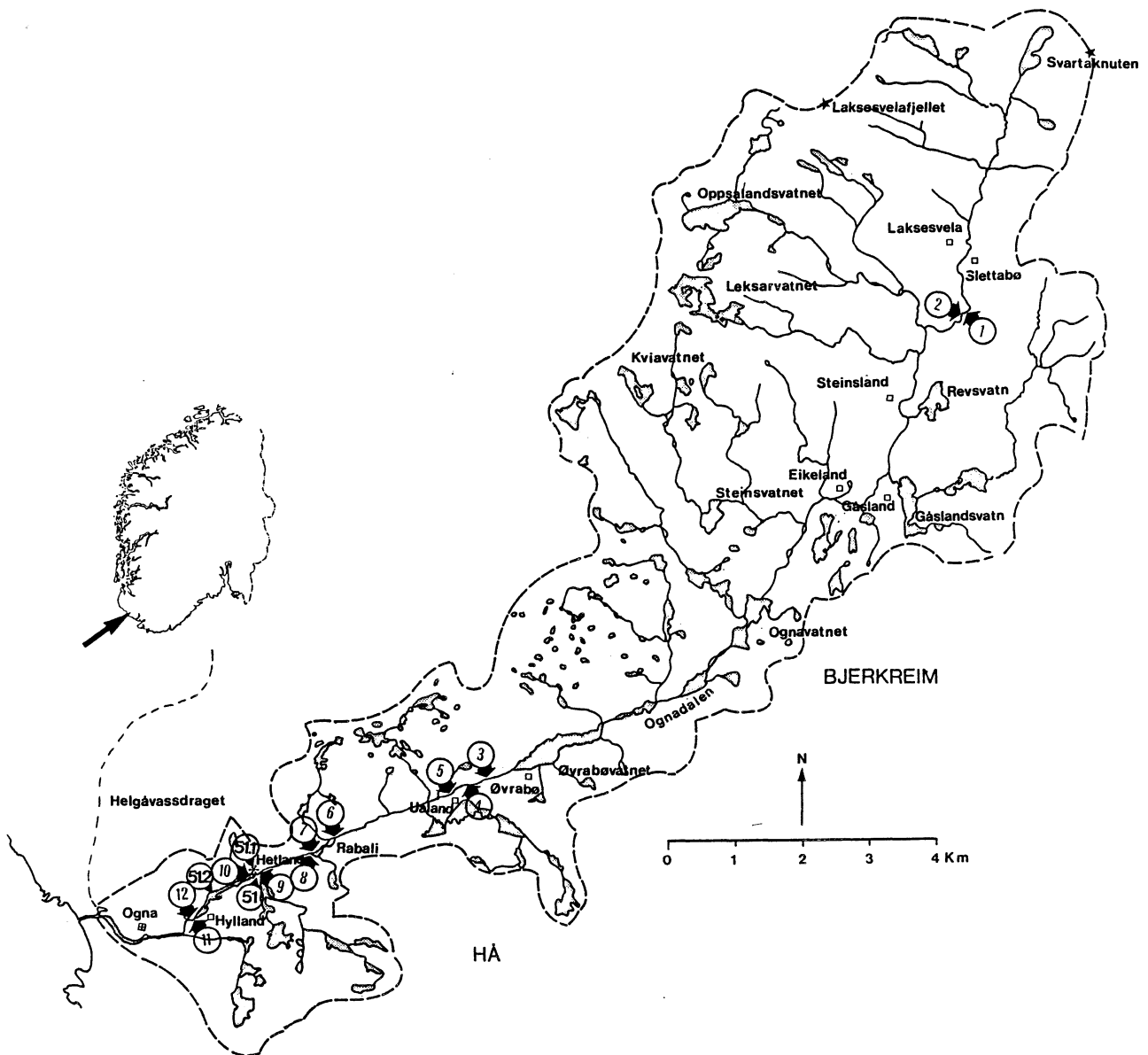
Jæren jakt- og fiskelag har gjennom stamfiske og drift av klekkeri produsert et større antall plommeseckkyngel av stedegen stamme for utsetting i Ogna. Det ble satt ut yngel allerede i begynnelsen av 1960-årene, men det var først fra 1975 at arbeidet ble en årlig ordning. Utsettingene har foregått i slutten av april eller i første halvdel av mai ved lav vannføring. Antall plommeseckkyngel har variert mellom 10 000 og 70 000 individer i årene 1975-1989 (tabell 1). I 1990 ble det bare satt ut 1000 yngel (Nordland 1991). Yngelen er hovedsakelig satt ut på to områder i elva: (i) mellom Slettabø og Gåsland samt utløpselva fra Gåslandsvatnet og (ii) strekningen nedstrøms Øvrabøvatnet til Ualand. I mai 1982 ble det i tillegg satt ut 7 000 ett-årige laksunger i Gåslandsvatnet og 3 000 i Revsvatnet (Hesthagen m.fl. 1982). I midten av oktober 1983 ble det satt ut 4 180 ensomrig settefisk av laks fordelt på Gåslandsbekken og øvre del av Ogna (Hesthagen og Ousdal 1983). Høsten 1990 ble det ikke fanget stamfisk i Ogna, og det ble ikke satt ut yngel eller settefisk våren 1991.

Tabell 1. Utsetting av plommeseckkyngel av laks i Ogna 1975-1991 (E. R. Håland pers. medd.).

År	Antall plommeseckkyngel	År	Antall plommeseckkyngel
1975	10 000	1984	40 000
1976	60 000	1985	30 000
1977	40 000	1986	35 000
1978	20 000	1987	50 000
1979	60 000	1988	66 000
1980	70 000	1989	35 000
1981	20 000	1990	1 000
1982	20 000	1991	0
1983	0		

3 Vannkvalitet

Det var opprinnelig én prøvestasjon (stasjon 51) i Ognavassdraget (ovenfor Hetland kraftstasjon), men fra 1982 ble det også tatt prøver av avløpsvannet fra Hetland kraftstasjon (stasjon 51.1) og av blandingsvannet i hovedelva nedstrøms kraftstasjonen (stasjon 51.2, figur 2). Det er tatt prøver minst én gang i måneden, og opp til én gang i uka på de ulike stedene i vassdraget. Under snøsmelting og ved flom kan prøvetakingen ha vært hyppigere. Ved presentasjonen av pH-data er det benyttet aritmetiske gjennomsnittsverdier. Det er vist at pH-



Figur 2. Ognå- og Helgåvassdraget med plassering av elfiskestasjonene (1-12) og lokalisering av vannprøvestasjoner (51, 51.1, 51.2).

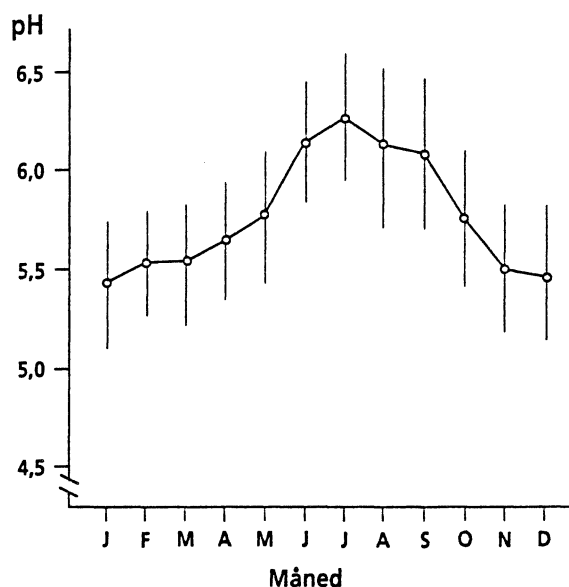
endringer over tid kan illustreres ved hjelp av årsmidler når observasjonene er gjort på nær samme tidspunkt og i nær samme antall hvert år (Henriksen m.fl. 1981). Nivået på gjennomsnittskurven vil imidlertid forskyves i forhold til et veid gjennomsnitt avhengig av variasjonsbredden på enkeltmålingene.

Ovenfor Hetland kraftstasjon har antall prøver variert mellom 13 og 52 i løpet av ett år. Vannkvaliteten i elva har variert fra moderat til sterkt sur om vinteren (pH <5,5) til over 6,0 om sommeren (figur 3). Gjennomsnittsverdien for pH gjennom året har vært 5,6-6,0 med unntak av 1981 og 1982 da pH var henholdsvis 5,47 og 5,37 (figur 4). Vinteren 1981/82 var elva surere enn i de andre vintrene. Ved de fleste målinger var pH <5,1 og minimumsverdien 4,67 ble målt under en periode med snøsmelting.

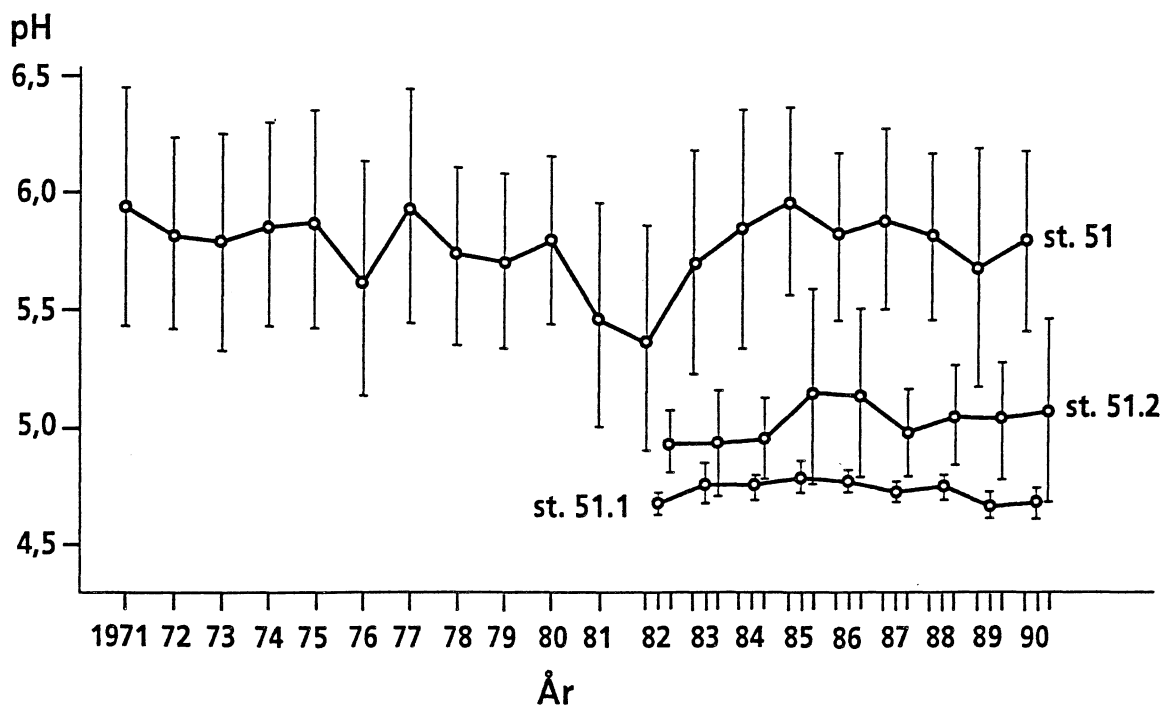
Helgåvassdraget som overføres til Ognå gjennom Hetland kraftstasjon er kronisk surt med gjennomsnittlig pH 4,74 (n= 231, tabell 2) i 1982-1990. Dette gir seg utslag for elvestrekningen nedstrøms kraftverket der gjennomsnittlig pH gjennom året har vært 4,9-5,1 i perioden 1982-1990 (figur 4).

Tabell 2. Gjennomsnittsverdier (x) med standardavvik (sd) og minimum (min)/maksimum (max) verdier for pH, alkalitet (alk), kalsium (Ca) og totalt syrereaktivt aluminium (TR-AL) på stasjon 51 (ovenfor Hetland kraftstasjon), stasjon 51.1 (utløpet av Hetland kraftstasjon) og stasjon 51.2 (nedstrøms kraftstasjonen) i Ognå. n= antall registreringer.

	Stasjon	År	x	sd	n	min	max
pH	51	1971-90	5,78	0,44	597	4,67	6,84
	51.1	1982-90	4,74	0,06	231	4,58	4,95
	51.2	1982-90	5,04	0,30	228	4,68	6,50
Alk µekv/l	51	1986-90	14	15	150	0	61
	51.1	1986-90	0	0	99	0	0
	51.2	1986-90	2	6	98	0	32
Ca mg/l	51	1980-90	1,72	0,40	390	0,15	4,75
	51.1	1982-90	0,81	0,14	231	0,56	1,40
	51.2	1982-90	1,15	0,27	227	0,70	2,38
TR-AL µg/l	51	1988-90	105	71	69	16	319
	51.1	1988-90	264	70	45	116	416
	51.2	1988-90	184	69	43	27	349



Figur 3. Variasjon i månedsmiddeler for pH med standardavvik for Oyna stasjon 51 (ovenfor Hetland kraftstasjon) i 1971-1990.



Figur 4. Årsmidler for pH med standardavvik for Oyna stasjon 51 (ovenfor Hetland kraftstasjon) i 1971-1990, stasjon 51.1 (utløpet av Hetland kraftstasjon) og stasjon 51.2 (nedenfor kraftstasjonen) i 1982-1990.

Helgåvassdraget som overføres til Ognå gjennom Hetland kraftstasjon har periodevis svært høye verdier med labilt aluminium (Skogheim m.fl. 1984). Gjennomsnittlig verdi for totalt syrereaktivt aluminium i vassdraget ovenfor kraftstasjonen var 105 µg/l (n= 69, tabell 2) for 1988-1990, mens tilsvarende verdi ved utløpet av kraftstasjonen var 264 µg/l (n= 45). Høyeste målte verdi har vært 416 µg/l (tabell 2).

4 Ungfiskregistreringer

Metoder

For å registrere forekomst og tetthet av laks og aureunger i Ognå er det fisket med elektrisk fiskeapparat (1600 V) hver høst i 1983-1988. Undersøkelsene omfatter 12 faste stasjoner med et samlet areal på ca 1400 m² (figur 2). Stasjonene 1-9 er lokalisert ovenfor Hetland kraftstasjon, stasjon 10 like nedenfor utløpet av kraftstasjonen, mens stasjonene 11-12 ligger ca 1,2 km lenger nede ved Hylland bru. En oversikt over dybde- og substratforhold på stasjonene er gitt av Hesthagen og Ousdal (1983).

Størrelsen på de enkelte stasjonene varierte fra 36 til 180 m². Hver stasjon ble suksessivt avfisket to (1983-1987) eller tre (1988) ganger. For hver omgang ble all fisk artsbestemt og lengdemålt til nærmeste mm. Et utvalg av fisken ble spritfiksert for senere analyse av alder, kjønn, stadium og mageinnhold.

I 1982 ble det gjennomført en omgangs elfiske på seks stasjoner (1995 m²) i mai. Det er også gjennomført elfiske om våren (mars-mai) i 1984-1987 på to stasjoner, henholdsvis ovenfor og nedenfor kraftstasjonen (avfisket to ganger).

Beregning av fisketetthet er utført som beskrevet av Zippin (1958) og Bohlin m.fl. (1989) etter fangst gjennom en serie identisk utførte fiskeomganger (utfiskingsmetoden). Det er i beregningene skilt mellom årsyngel (0+) og ungfisk (≥1+).

Aldersbestemmelsen er foretatt ved hjelp av skjell og otolitter.

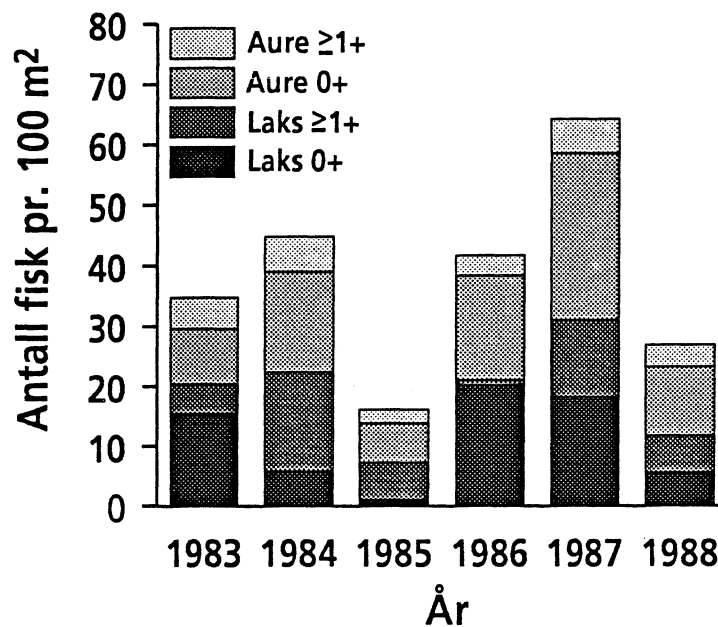
Mageinnholdet ble bestemt etter volummetoden (Nilsson 1955) og i tillegg ble alle næringsdyr i magene telt opp.

Gjennomsnittlig årlig produksjon ble beregnet som middel av alle stasjoner etter likningen $P = GB$ der G = vekstraten (differansen mellom naturlig logaritme av gjennomsnittsvekt ($\ln w$) av fisk i aldersgruppene t og $t+1$) og B = gjennomsnittlig biomasse (gjennomsnittlig tetthet (T) multiplisert med gjennomsnittsvekt (w) for aldersgruppene t og $t+1$). Produksjonen er beregnet for hver enkelt årsklasse og summert for å få bestandens totale produksjon. Gjennomsnittslengden for de ulike aldersgrupper ble korrigert til en felles innsamlingsdato (1.september) som beskrevet av Randall og Chadwick (1986). Den daglige momentane dødsrate er satt til 0,0031 for laks og 0,0025 for aure (Bergheim og Hesthagen 1990).

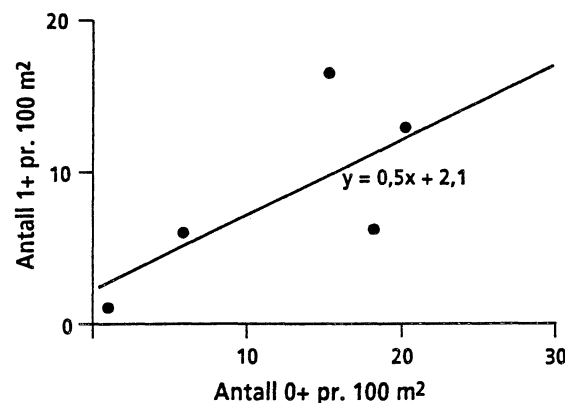
4.1 Ungfisktetthet

Tettheten samlet for laks og aure var lavest i 1985 med 16 individer pr. 100 m² og høyest i 1987 med 64 individer pr. 100 m² (figur 5). Det var en positiv utvikling i tettheten i 1986 og 1987, men antall fiskunger gikk tilbake igjen i 1988.

Laveste tetthet av laksyngel i 1983-1988 var 1,0 individer pr. 100 m² i 1985 (tabell 3). Rekrutteringen var høyest i 1986 med en gjennomsnittlig tetthet av laksyngel på 20,2 individer pr. 100 m². Tettheten av eldre laksunger varierte mellom 0,9 og 16,6 individer pr. 100 m² i 1983-1988. Det var en svak tendens, men ingen signifikant sammenheng mellom tettheten av eldre laksunger og yngeltettheten året før ($P=0,18$, $r^2=0,51$, figur 6).



Figur 5. Samlet tetthet av laks- og aureunger pr. 100 m² i Ognå 1983-1988.



Figur 6. Gjennomsnittlig tetthet av 1+ laks i Ognå for perioden 1983-1988 i forhold til tetthet av årsyngel (0+) året før (1982-1987).

Tabell 3. Gjennomsnittlig tetthet pr. 100 m² (T) av yngel (0+) og eldre individ ($\geq 1+$) med 95% konfidensintervall (CI) og fangsteffektivitet (p) for laks og aure i Oгна (stasjonene 1-12) 1983-1988.

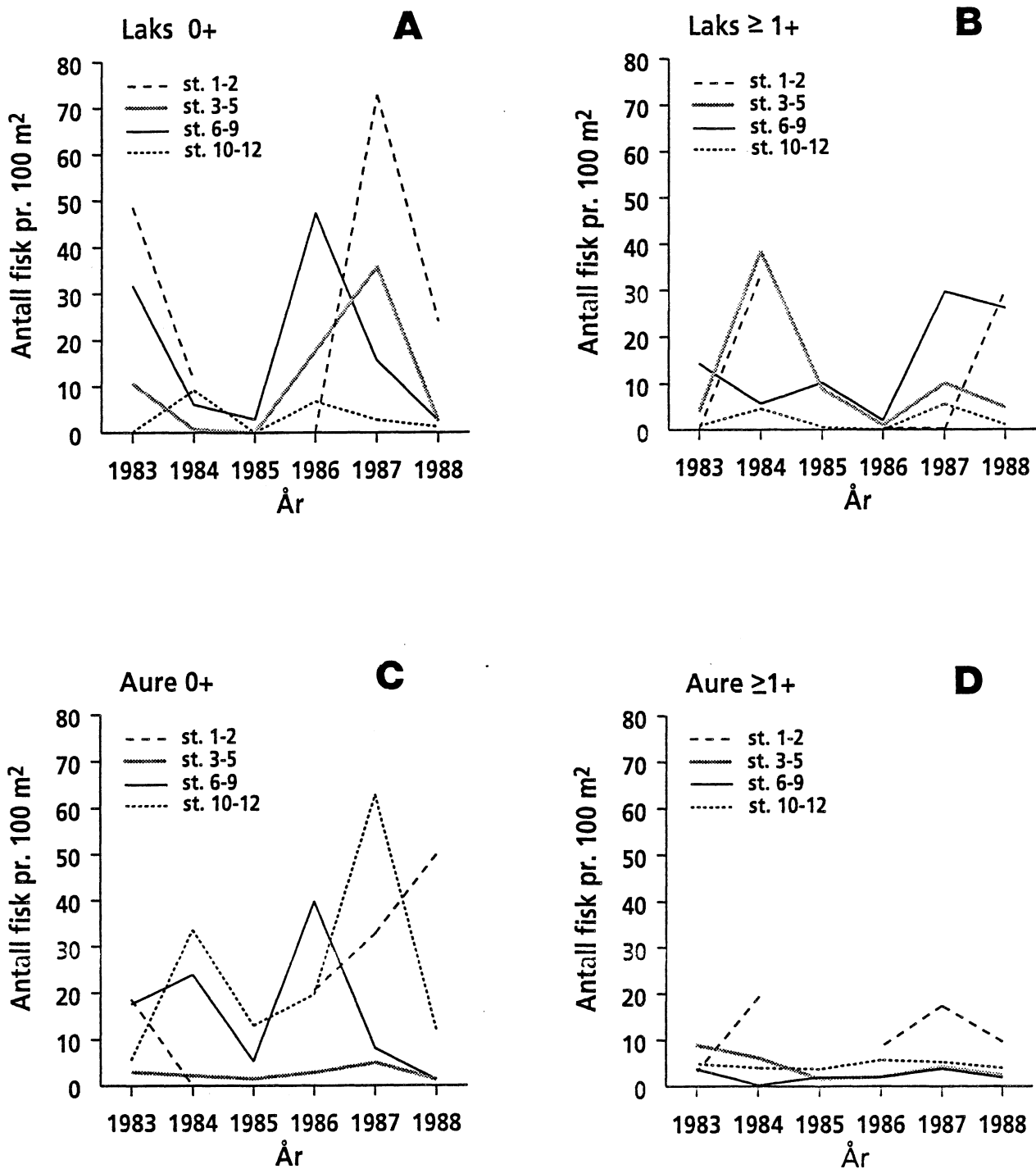
År	Laks						Aure					
	0+			$\geq 1+$			0+			$\geq 1+$		
	T	CI	p	T	CI	p	T	CI	p	T	CI	p
1983	15.4	5.7	0.42	5.0	2.1	0.50	9.2	3.6	0.46	5.1	3.4	0.41
1984	5.8	1.7	0.56	16.6	2.3	0.60	16.6	7.5	0.38	5.9	1.1	0.64
1985	1.0	0.5	0.63	6.2	2.0	0.53	6.6	1.2	0.63	2.3	0.8	0.61
1986	20.2	4.0	0.50	0.9	0.4	0.63	17.3	6.1	0.41	3.3	1.3	0.54
1987	18.2	4.9	0.46	12.8	1.3	0.67	27.5	5.0	0.49	5.8	0.6	0.73
1988	5.5	1.0	0.49	6.2	2.5	0.34	11.6	1.6	0.47	3.6	0.5	0.56

Laveste tetthet av aureyngel var 6,6 individer pr. 100 m² i 1985, mens rekrutteringen var høyest i 1987 (27,5 individer pr. 100 m²). Tettheten av eldre aureunger har vært lav i vassdraget i hele undersøkelsesperioden og varierte lite fra år til år (2,3-5,9 individer pr. 100 m²).

På grunn av overføringen av surt, aluminiumsrikt vann fra Helgavassdraget gjennom Hetland kraftstasjon er det naturlig å se på de ulike stasjonene ovenfor (stasjonene 1-9) og nedenfor kraftstasjonen (stasjonene 10-12) separat. Nedenfor kraftstasjonen har tettheten av laksyngel vært generelt lav i alle år, men det var en økning i yngeltetthet etter en lengre driftsstans ved kraftverket i 1984 (figur 7A). Tettheten av laksyngel gikk ned på alle stasjonene ovenfor kraftstasjonen fra 1983 til 1985. Det var høy tetthet i området like ovenfor kraftstasjonen (stasjonene 6-9) i 1986 (47,3 individer pr. 100 m²). På stasjonene 1-2 og stasjonene 3-5 var det høyest tetthet av laksyngel i 1987 med henholdsvis 72,8 og 35,8 individer pr. 100 m² (figur 7A). I 1986 ble det ikke påvist yngel på stasjonene 1-2.

Tettheten av eldre laksunger ($\geq 1+$) nedenfor kraftstasjonen har vært lav i alle år (0-5,6 individer pr. 100 m², figur 7B). På stasjonene 6-9 økte tettheten av laksunger fra 2,0-14,3 individer pr. 100 m² i 1983-1986 til 26,1-29,7 individer i 1987-1988. På stasjonene 3-5 var det høyest tetthet i 1984, og mengden ungfisk var lav hele perioden 1985-1988. På de øverste stasjonene ble det ikke påvist eldre laksunger i 1983, 1986 og 1987.

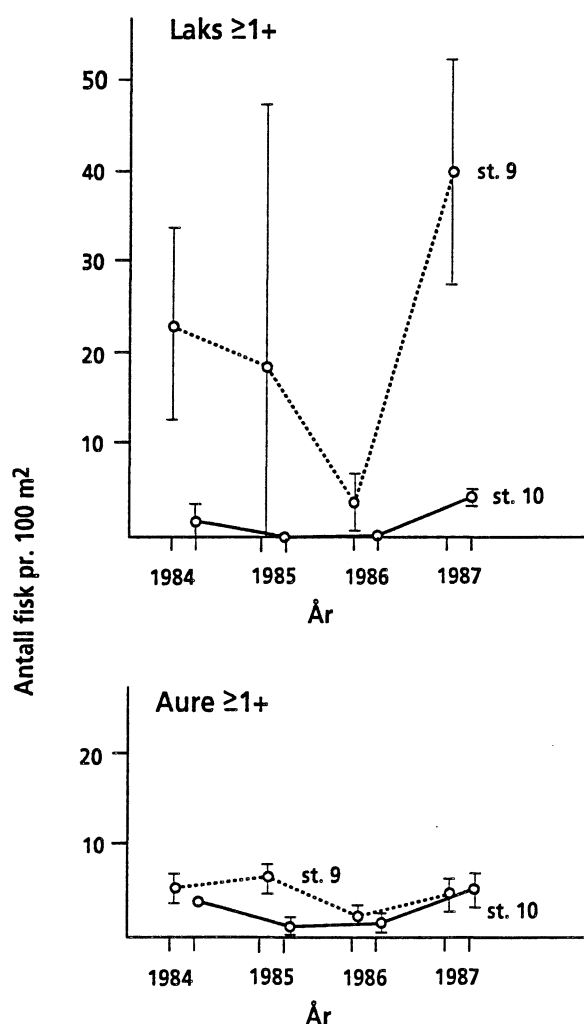
Tettheten av aureyngel var størst på strekningen nedenfor kraftstasjonen (stasjonene 10-12) og ved Laksesvela bru (stasjonene 1-2), men varierte mye fra år til år (figur 7C). Ovenfor kraftstasjonen var yngeltettheten generelt lav på stasjonene 3-5, og varierte fra 1,2 til 39,7 individer pr. 100 m² på stasjonene 6-9. Tettheten av eldre aureunger har vært lav i vassdraget i hele undersøkelsesperioden og varierte lite fra år til år (figur 7D).



Figur 7. Beregnet ungfisktetthet på stasjonene 1-2 (Laksesvela bru), stasjonene 3-5 (Ualand), stasjonene 6-9 (Rabali/Hetland) og stasjonene 10-12 (nedenfor Hetland kraftstasjon) for (A) laksyngel (0+), (B) eldre laksunger ($\geq 1+$), (C) aureyngel (0+) og (D) eldre aureunger ($\geq 1+$) i Ogna høsten 1983-1988.

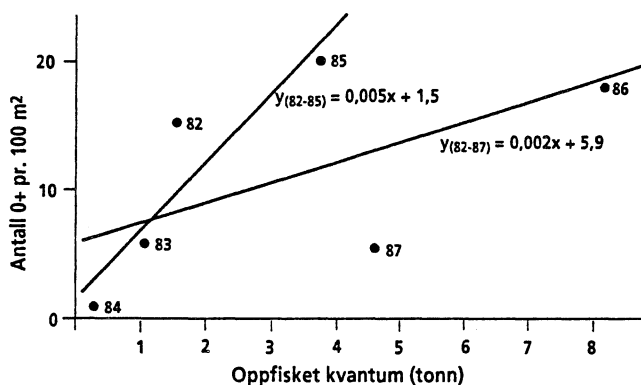
Ved elfiske i mai 1982 ble det ikke registrert laksunger på noen av stasjonene. Tettheten av aure var også lav med 0,8-5,6 individer pr. 100 m² (en omgangs elfiske). Ved et elfiske ved Ualand i slutten av april 1982 ble det bare registrert aure (A. Vikeså pers.medd.). I begynnelsen av mai samme år ble det elfisket flere steder i Oгна, men det ble registrert svært lave ungfisktettheter (E. Berg pers.medd.). Det ble bare fanget laksunger i Gåslandsbekken som var utsettingslokalitet for laksyngel, og ved munningen av bekken i Oгна. I juni 1982 ble fire områder elfisket i øvre deler av lakseførende strekning, og bare 29 aure og tre laks ble registrert (J. Nordland pers.medd.).

Forskjellen mellom tetthet av laksunger like ovenfor (stasjon 9) og like nedenfor (stasjon 10) Hetland kraftstasjon vises også fra elfiskeundersøkelsene våren 1984-1987 (figur 8). Det var en nedgang i tetthet i 1985-1986 og en økning igjen i 1987 på stasjon 9. Dette er i samsvar med resultatet fra elfisket om høsten i samme periode (figur 7B). Tettheten av aure er generelt lav i alle år både på stasjon 9 og 10.



Figur 8. Beregnet tetthet av ungfisk ($\geq 1+$) på stasjon 9 og 10 for laks og aure i Oгна våren 1984-1987.

Det ble ikke funnet noen signifikant sammenheng mellom yngeltetthet og mengde oppfisket laks året før ($P=0,23$, $r^2=0,33$, figur 9). Utelater vi 1986 og 1987 da oppfisket kvantum var størst får vi en svak signifikant sammenheng ($P < 0,10$, $r^2=0,83$).



Figur 9. Tetthet av årsyngel (0+) i 1983-1988 i forhold til oppfisket mengde laks året før (1982-1987) i Ognå.

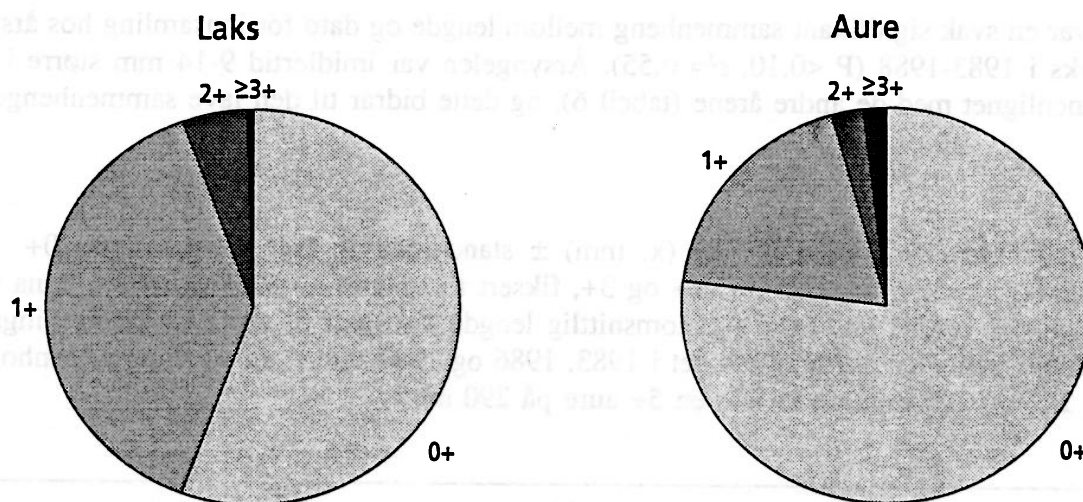
4.2 Lengde- og aldersfordeling

Laksungene varierte i lengde fra 42 til 177 mm ($n= 1321$, tabell 4). Basert på lengdefordelingen varierte andelen av årsyngel (0+) fra 15 til 95% i 1983-1988. Bare et fåtall individer var eldre enn 1+ (figur 10). Det ble ikke funnet kjønnsmodne hunner, men henholdsvis 49 og 93% av 1+ og $\geq 2+$ hanner var gytepar. Dette tyder på at den vesentligste delen av laksungene går ut av vassdraget som 2-årig smolt.

Tabell 4. Samlet fangst ved elfiske (n) i Ognå med variasjon i lengde angitt ved minste (min) og største (max) individ i 1983-1988.

År	Dato	LAKS			AURE		
		n	Min	Max	n	Min	Max
1983	3009	190	42	157	134	52	224
1984	1707	248	48	140	204	48	207
1984	1909	49	54	132	249	54	178
1985	1409	74	67	177	99	52	179
1986	2509	237	42	163	210	45	248
1987	0408	359	44	159	382	47	280
1988	0408	164	42	170	200	44	300
1983-1988		1321	42	177	1478	44	300

Aureungene varierte i lengde fra 44 til 300 mm (n= 1478, tabell 4). Basert på lengdefordelingen varierte andelen av årsyngel (0+) fra 66 til 82% i 1983-1988. Bare et fåtall individer var eldre enn 1+. De eldste individene ($\geq 3+$) ble funnet i øvre del av vassdraget ved Ualand (stasjonene 3-5) og ved Laksesvela bru (stasjonene 1-2). Henholdsvis 16, 70 og 100% av hannene i aldersgruppene 1+, 2+ og $\geq 3+$ var kjønnsmodne. Det ble funnet gytemodne hunner ved Ualand og Laksesvela bru (83% av alle hunner $\geq 3+$). Den lave andelen aureunger som er eldre enn 1+ tyder på at den anadrome del av bestanden går ut av vassdraget som 2-årig smolt.



Figur 10. Aldersfordeling av innsamlet laks og aure fra Ognå i 1983-1988.

Tabell 5. Gjennomsnittlig lengde (\bar{x} , mm) \pm standardavvik (sd) for ungfisk (fiksert materiale) av laks og aure i Ognå i mars-mai 1982-1987. n= antall individer.

Art	År	Dato	1+		2+		3+		4+	
			$\bar{x} \pm \text{sd}$	n	$\bar{x} \pm \text{sd}$	n	$\bar{x} \pm \text{sd}$	n	$\bar{x} \pm \text{sd}$	n
Laks	1984	2903	57 \pm 4	5	109 \pm 12	39				
	1986	0304	71 \pm 4	2	107 \pm 13	6	129 \pm 8	12		
	1987	1805	70 \pm 7	65	123	1	160 \pm 28	2		
	1982-1987			69 \pm 8	72	109 \pm 12	46	134 \pm 15	14	
Aure	1982	2805	88 \pm 9	12	120 \pm 18	2	200	1	172	1
	1986	0304	85	1	119 \pm 15	15	157 \pm 14	7	194	1
	1987	1805	80 \pm 9	18						
	1982-1987			83 \pm 9	31	119 \pm 15	17	163 \pm 20	8	183 \pm 16

4.3 Vekst

Det er gode vekstforhold for fisk i Ognå. Gjennomsnittlig lengde av ett-, to- og treårige laksunger var henholdsvis 69, 109 og 134 mm (tabell 5). Ettårige laksunger varierte mellom 51 og 85 mm etter en vinter. To år gamle laksunger var mellom 80 og 132 mm, og 85 % var potensiell smolt (≥ 100 mm). Gjennomsnittlig lengde av ett-, to- og treårige aureunger var henholdsvis 83, 119 og 163 mm (tabell 5). Ettårige aureunger varierte mellom 70 og 102 mm.

Det var en svak signifikant sammenheng mellom lengde og dato for innsamling hos årsyngel av laks i 1983-1988 ($P < 0,10$, $r^2 = 0,55$). Årsyngelen var imidlertid 9-14 mm større i 1985 sammenlignet med de andre årene (tabell 6), og dette bidrar til den lave sammenheng

Tabell 6. Gjennomsnittlig lengde (\bar{x} , mm) \pm standardavvik (sd) for årsyngel (0+, ferskt materiale) og eldre ungfisk (1+, 2+ og 3+, fiksert materiale) av laks og aure i Ognå i juli-september i 1983-1988. (\bar{x})= gjennomsnittlig lengde korrigert til en felles innsamlingsdato. N= antall individer. I tillegg ble det i 1983, 1986 og 1987 fanget en 4+ aure på henholdsvis 216, 243 og 240 mm, og i 1988 en 5+ aure på 290 mm.

År	Dato	0+			1+			2+			3+		
		\bar{x} (x)	\pm sd	n	\bar{x}	\pm sd	n	\bar{x}	\pm sd	n	\bar{x}	\pm sd	n
Laks													
1983	3009	65 (60)	± 10	139	109	± 17	31	136	± 11	2			
1984	1707	56 (64)	± 5	62									
1984	1909	66 (63)	± 5	27									
1985	1409	75 (73)	± 6	11									
1986	2509	63 (59)	± 12	226	128	± 11	8	150	± 10	2	156		1
1987	0408	57 (62)	± 6	190	113	± 15	56						
1988	0408	57 (62)	± 7	81	105	± 13	54	130	± 15	16			
Aure													
1983	3009	75 (70)	± 10	88	131	± 13	27	173	± 1	2	213		1
1984	1707	60 (69)	± 5	136									
1984	1909	70 (67)	± 7	223									
1985	1409	74 (72)	± 11	74									
1986	2509	68 (63)	± 11	172	138	± 20	30	186	± 15	5	216		1
1987	0408	62 (67)	± 7	302	119	± 18	41	213	± 1	2	256	± 25	3
1988	0408	61 (66)	± 7	146	119	± 20	23	159	± 15	8	190	± 14	3

mellom lengde og tidspunkt for innsamling. Hos aure er det en klar signifikant sammenheng mellom lengde og dato for innsamling i 1983-1988 ($P < 0,005$, $r^2 = 0,83$). Gjennomsnittslengden for årsyngel er derfor avhengig av tidspunktet for innsamling (tabell 6).

Det var en svak signifikant sammenheng mellom lengde og antall årsyngel pr. 100 m² (korrigerede verdier til felles innsamlingsdato) hos laks ($P < 0,10$, $r^2 = 0,61$). Det er derimot ingen slik sammenheng hos aure ($P = 0,23$, $r^2 = 0,34$).

Veksten var dårligst i den nederste delen av vassdraget både hos laks og aure (stasjonene 10-12, tabell 7). Forskjellen var minst mellom denne delen og området ved Rabali (stasjonene 6-9), men ved Ualand (stasjonene 3-5) var lengden av årsyngelen av laks og aure 17-18 mm større i gjennomsnitt (25-30 %). Ved Laksesvela bru (stasjonene 1-2) var veksten lavere enn ved Ualand, men årsyngelen var likevel gjennomsnittlig 6 og 10 mm større hos henholdsvis laks og aure sammenlignet med den nederste delen av vassdraget.

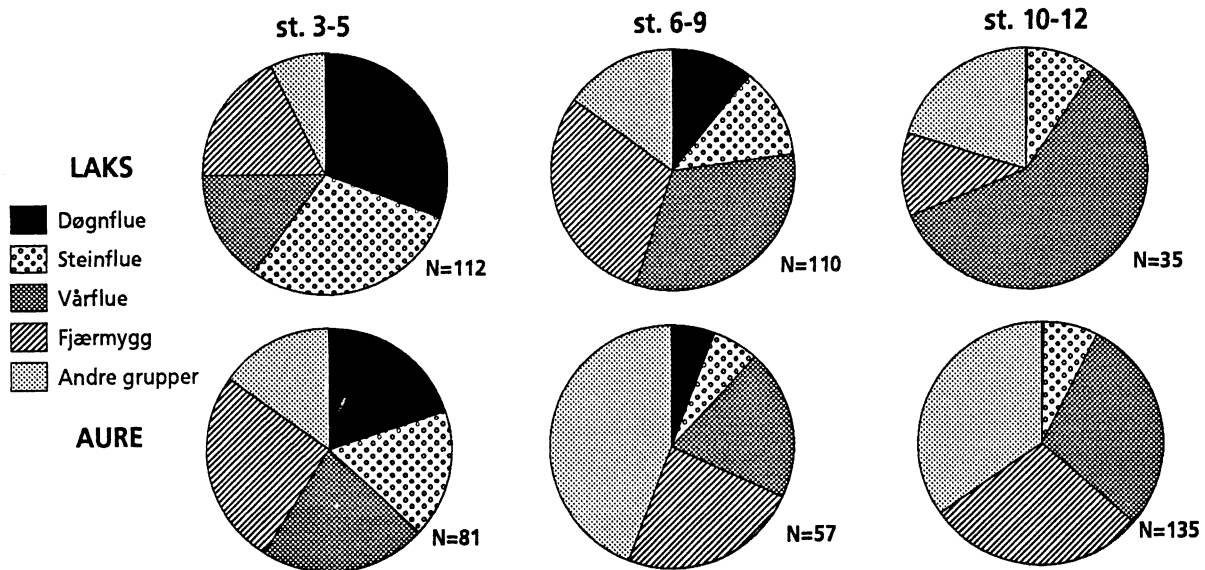
Tabell 7. Gjennomsnittlig lengde (mm) ± standardavvik (sd) for årsyngel (0+) av laks og aure i ulike deler av Ognå i 1983-1988. n= antall individer.

Art	St.	SEP 1983		JUL 1984		SEP 1985		SEP 1986		AUG 1987		AUG 1988	
		x ±sd	n	x ±sd	n	x ±sd	n	x ±sd	n	x ±sd	n	x ±sd	n
Laks	1-2	67 ±7	37	60 ±5	19	-	0	-	0	55 ±4	95	55 ±4	47
	3-5	76 ±7	36	53 ±4	2	-	0	78 ±11	60	66 ±6	32	67 ±5	10
	6-9	58 ±5	65	55 ±4	10	75 ±6	11	58 ±7	140	55 ±4	52	57 ±7	19
	10-12	42	1	54 ±3	31	-	0	55 ±6	26	57 ±4	11	49 ±6	5
Aure	1-2	85 ±8	21	-	0	-	0	74 ±10	31	64 ±5	51	64 ±6	91
	3-5	85 ±7	10	68 ±5	5	94 ±6	6	86 ±8	11	76 ±7	15	72 ±11	5
	6-9	69 ±8	37	58 ±5	33	81 ±5	22	66 ±8	68	62 ±5	21	61 ±7	4
	10-12	73 ±7	20	60 ±4	98	68 ±7	46	63 ±9	62	61 ±6	215	56 ±5	46

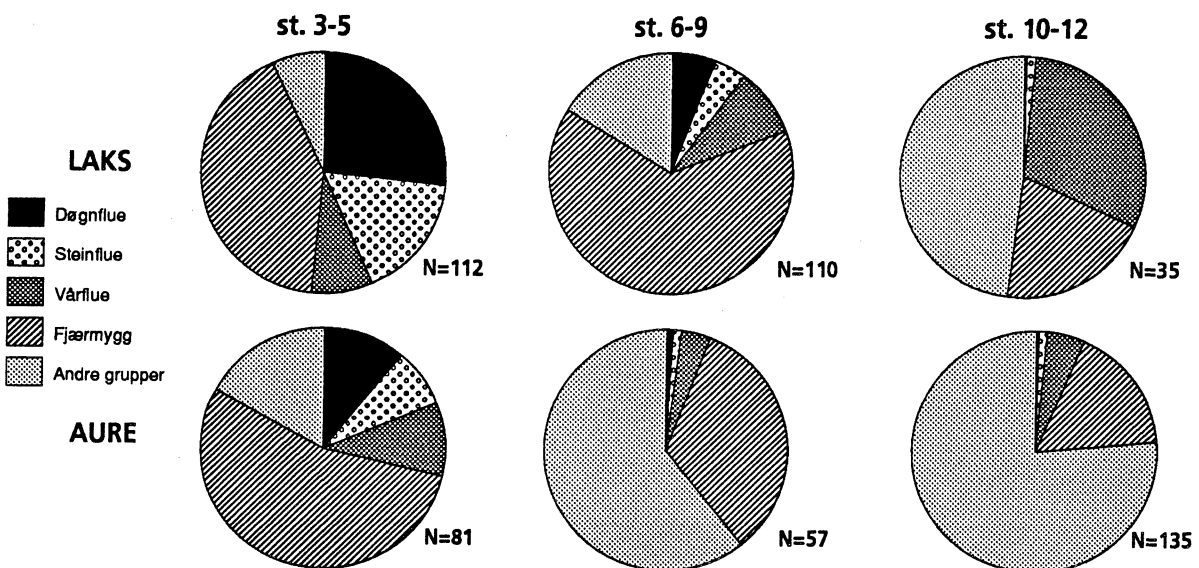
4.4 Næringsvalg

Mageinnholdet hos et utvalg av yngel og ungfisk fanget på elfiskestasjonene ble analysert med hensyn på antall næringsdyr og volummessig sammensetning. Forskjellig næringstilgang i de ulike deler av elva gjør at materialet er bearbeidet separat for stasjonene 3-5, stasjonene 6-9 og stasjonene 10-12.

Hos laks på stasjonene 3-5 (n=112) var døgn- og steinfluer viktige næringsdyr, og utgjorde volummessig den største andelen (60 %, figur 11). Mengden døgn- og steinfluer avtok nedover i vassdraget, og utgjorde i gjennomsnitt <10 % av mageinnholdet på stasjonene 10-12 (n=35). Det er på samme måte en reduksjon i gjennomsnittlig antall døgn- og steinfluer pr.



Figur 11. Gjennomsnittlig innhold av næringsdyr (volumprosent) i mageprøver hos laks- og aureunger i Ogna på stasjonene 3-5, 6-9 og 10-12 i 1983-1988 samlet.

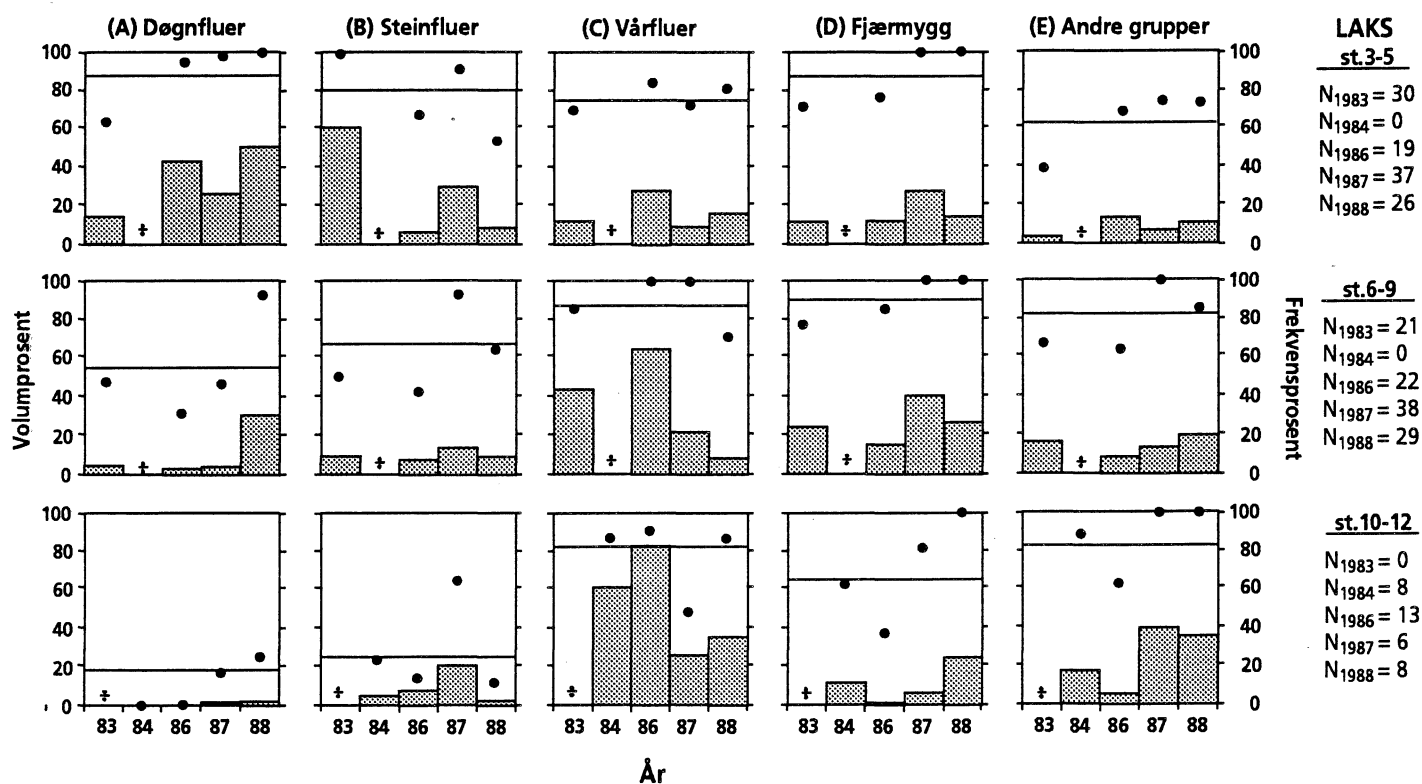


Figur 12. Gjennomsnittlig antall næringsdyr (prosentfordeling) i mageprøver hos laks- og aureunger i Ogna på stasjonene 3-5, 6-9 og 10-12 for 1983-1988 samlet.

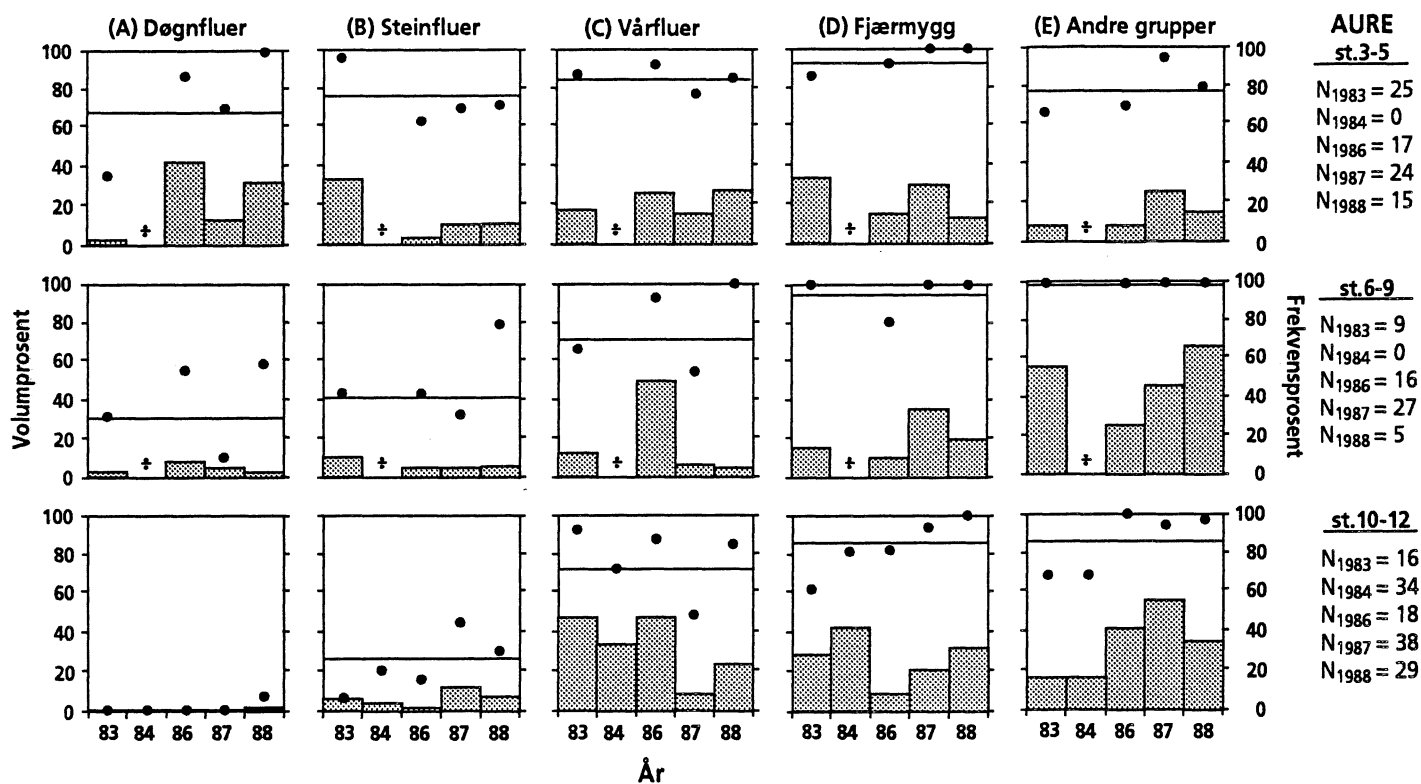
mageprøve fra 44 individer på stasjonene 3-5 til mindre enn to individer pr. mage på stasjonene 10-12 (figur 12).

Tilsvarende viser også frekvensprosenten at tilgjengeligheten av døgn- og steinfluelarver avtok nedover i vassdraget. På stasjonene 3-5 var gjennomsnittlig frekvensprosent 88 og 81 for henholdsvis døgn- og steinfluer (figur 13). På stasjonene 6-9 avtok frekvensprosenten, og på stasjonene 10-12 var den sunket ytterligere til 9 og 26 for henholdsvis døgn- og steinfluer. Det har vært en liten økning i frekvens- og volumprosent hos døgnfluer i 1987 og 1988 på stasjonene 6-9 og stasjonene 10-12. Nedstrøms Hetland kraftstasjon (stasjonene 10-12) ble det ikke funnet døgnfluer i mageprøvene hos laks i 1984 og 1986.

Vårfluer utgjorde den volummessig største andelen i mageprøvene på stasjonene 10-12 (60 %). Både gjennomsnittlig volumprosent og antall næringsdyr pr. mage av vårfluer økte nedover i elva (figur 11 og 12). Det samme gjelder for "andre grupper" som hovedsakelig besto av plankton, biller, knott, stankelbein, vannmidd og overflateinsekter. I 1987 ble det funnet toppluesnegl (*Ancylus fluviatilis*) i mager hos eldre laksunger fanget ved Rabali (stasjonene 6-8).



Figur 13. Næringsvalg hos laksunger i Ognå på stasjonene 3-5, 6-9 og 10-12 i 1983-1988. Det er ingen mageprøver fra 1985. Volum- og frekvensprosent er angitt med henholdsvis søyler og punkter. Heltrukket linje angir gjennomsnittlig frekvensprosent.



Figur 14. Næringsvalg hos aureunger i Oгна på stasjonene 3-5, 6-9 og 10-12 i 1983-1988. Det er ingen mageprøver fra 1985. Volum- og frekvensprosent er angitt med henholdsvis søyler og punkter i de enkelte årene. Heltrukken linje angir gjennomsnittlig frekvensprosent.

Aure hadde en lavere andel døgnflue-, steinflue- og vårfluelarver sammenlignet med laks. Men mengden døgn- og steinfluer avtok på samme måte nedover i vassdraget, og utgjorde i gjennomsnitt 37 % av mageinnholdet på stasjonene 3-5 og mindre enn 8 % på stasjonene 10-12 (figur 11). Det er likeledes en reduksjon i gjennomsnittlig antall døgn- og steinfluer pr. mageprøve fra 19 individer på stasjonene 3-5 til mindre enn to individer pr. mage på stasjonene 10-12 (figur 12). Det er også et fall i gjennomsnittlig frekvensprosent fra 69 til 1 for døgnfluer og fra 78 til 28 for steinfluer (figur 14). Nedstrøms Hetland kraftstasjon (stasjonene 10-12) ble det funnet døgnfluer i mageprøvene hos aure bare i 1988.

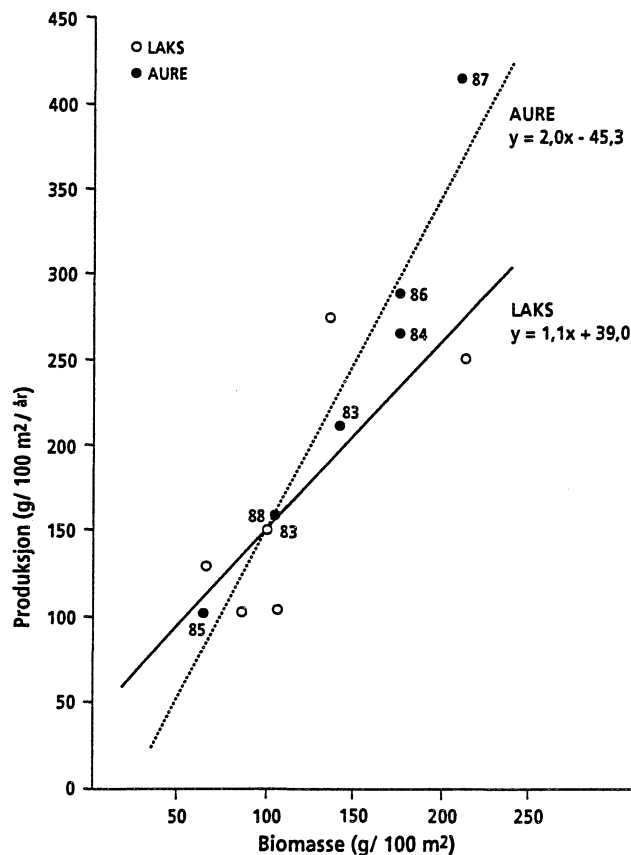
Aure har en høyere andel "andre grupper" i forhold til laks. På stasjonene 6-9 og stasjonene 10-12 utgjorde disse henholdsvis 44 og 35 % av volumet og 60 og 76 % av antall næringsdyr i magene (figur 11 og 12). Plankton, som hovedsaklig besto av *Eurycercus lamellatus*, utgjorde henholdsvis 43 og 69% av antall næringsdyr hos aure på stasjonene 6-9 og stasjonene 10-12. Til sammenligning utgjorde plankton 9 og 34 % av antall næringsdyr i de to områdene hos laks.

4.5 Produksjon

Biomassen av laksunger varierte mellom 66 og 214 g/100 m² med et gjennomsnitt på 118 g/100 m² i 1983-1988. Det var høyest biomasse i 1984, og lavest i 1986 for laks. Hos aure varierte biomassen mellom 63 og 210 g/100 m² med et gjennomsnitt på 144 g/100 m². Biomassen var høyest i 1987, og lavest i 1985 for aure.

Den årlige produksjonen av laksunger varierte mellom 103 og 275 g/100 m²/år med et gjennomsnitt på 169 g/100 m²/år i 1983-1988. Det var høyest produksjon i 1987, og lavest i 1985 og 1988 for laks. Hos aure varierte den årlige produksjonen mellom 100 og 414 g/100 m²/år med et gjennomsnitt på 240 g/100 m²/år. Produksjonen hos aure var også høyest i 1987, og lavest i 1985.

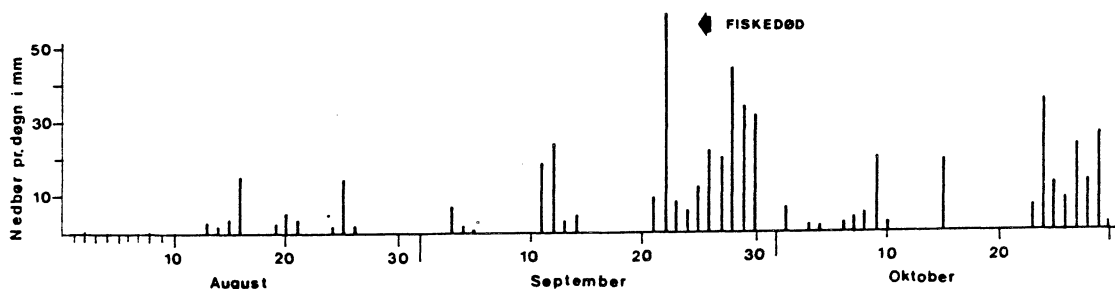
Det var en svak signifikant sammenheng mellom årlig produksjon og biomasse hos laks ($P < 0,10$, $r^2 = 0,58$, figur 15). I år med liten rekruttering (1984) og overvekt av eldre individer var biomassen større enn i de andre årene, men produksjonen var lavere. Hos aure var det en klar signifikant sammenheng mellom årlig produksjon og biomasse ($P < 0,005$, $r^2 = 0,93$, figur 15).



Figur 15. Forholdet mellom gjennomsnittlig biomasse og produksjon for laks- og aureunger i Ogna i 1983-1988.

5 Episodisk fiskedød

Høsten 1969 var det flere tilfeller av fiskedød i deler av Rogaland og på Sørlandet (Snekvik 1975). Fiskedøden skjedde samtidig innen dette området, og kan trolig forklares ved tilførsel av surt vatn i vassdragene. De første døde fiskene ble rapportert fra øvre del av Ogna 25. september. Det ble registrert store mengder død laks og aure, både yngel, ungfisk og voksen fisk i de første dagene av oktober (Hesthagen m.fl. 1982). Det synes å ha forekommet fiskedød langs hele vassdraget, men den inntraff først i øvre del. Fiskedøden falt sammen med den første store nedbørperioden i september etter en uvanlig nedbørfattig sommer (figur 16).



Figur 16. Nedbørdata fra Ualand målestasjon i Ognavassdraget for august-oktober 1969 med angivelse av når fiskedøden inntraff. Fra Hesthagen m.fl. (1982).

Våren 1982 ble det igjen rapportert om sviktende rekruttering og funn av døde laksunger i Ognavassdraget (Moi 1982). Den 11. juni 1982 inntraff en mindre fiskedød mellom Gåsland og Eikeland (Hesthagen m.fl. 1982). På denne 1 km lange elvestrekningen ble det funnet ca 50 døde aure, men ingen laks. Det lå også noen døde individ 100-200 m nedenfor Eikeland. Flere elfiske-undersøkelser i Ogna i april-juni 1982 viste at bestanden av ungfisk var svært liten i vassdraget.

Skogheim m.fl. (1984) beskriver fiskedød i august 1982. Vannet fra Helgåvassdraget som renner ut gjennom kraftstasjonen var kronisk surt ($\text{pH} = 4,7$) og hadde høyt innhold av labilt aluminium ($345\text{-}360 \mu\text{g/l}$) med en konstant vannføring på $1,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Vannkvaliteten i hovedelva ovenfor kraftstasjonen var imidlertid god ($\text{pH} = 6,0$, labilt Al = $13 \mu\text{g/l}$). Det var oppgang av laks på økende vannføring 17. august. Vannføringen avtok imidlertid i dagene 20.-22. august, og det aluminiumrike vannet fra kraftstasjonen påvirket vannkvaliteten i hovedelva i meget stor grad ($\text{pH} = 5,17\text{-}5,54$, labilt Al = $109\text{-}133 \mu\text{g/l}$). De første rapportene om død fisk

nedenfor kraftstasjonen kom 22.august. I løpet av en periode på ca 35 timer ble det observert minimum 50 døde eller døende laks i størrelsen 3-10 kg.

En mindre episode med funn av seks døde laksunger og en voksen laks nedenfor Hetland kraftstasjon i månedskiftet juni/juli 1983 kom ved igangsetting av kraftverket etter noen dagers driftsstans (Hesthagen og Ousdal 1983). I tidsrommet 21.-24.oktober 1983 kom det melding om død laks i Oгна ved Gåsland ovenfor Ognavatnet. Minimum 17-18 laks og fem aure ble observert på strekningen mellom Steinsland og Ognavatnet (Nordland 1983).

Ved elfiske i slutten av mars 1984 ble det funnet to døde laksunger like ovenfor Hetland kraftstasjon.

En ny melding om fiskedød kom 1.juni 1986 da det ble observert 18 døde laks og sjøaure i den nederste delen av elva. Dagen etter ble det observert ytterligere fem døde laks (1,5 - 4 kg) og en død laksesmolt (Nordland 1986).

I midten av juli 1987 forårsaket "utslipp" fra kraftstasjonen stor fiskedød i nedre deler av elva (anon. medd.). Det ble observert at småfisk søkte opp i mindre bekker i området.

Det ble meldt om ny fiskedød 19.september 1989 i området nedenfor kraftstasjonen (J. Nordland, pers. medd.). Sommeren 1990 inntraff det en betydelig fiskedød også i området ovenfor kraftstasjonen, og store mengder død fisk ble tatt opp fra elva (J. Nordland, pers. medd.).

6 Reproduksjonsundersøkelser

Hensikten med undersøkelsene var å studere forsureningens virkning på reproduksjonen hos laks ved utlegging av klekkeesker med rogn. Til forsøkene er det benyttet klekkeesker i klarplast eller perforerte plastbokser med lokk som er fylt med grus og gravd ned i elveleiet.

Det var ingen eller liten dødelighet på strekningen ovenfor Hetland kraftstasjon (tabell 8). Det var imidlertid betydelig dødelighet på den utlagte rogn ved utløpet av kraftstasjonen. Overlevelsen varierte fra 0-13 % vinteren 1985/86 til 35-85 % vinteren 1984/85. Vinteren 1983/84 var det ingen dødelighet i tiden fram til 18.mars. Dødeligheten skjedde på øyerognstadiet, og har inntruffet før ca 20.april som er anslått klekketidspunkt (SFT 1985). Gjennomsnittlig pH i perioden på denne stasjonen var 4,68 (n= 4). Dødeligheten avtok 500-1200 m nedstrøms kraftstasjonen, men overlevelsen varierte mye fra år til år (13-92 %). Vinteren 1985/86 skjedde dødeligheten på den nederste stasjonen på øyerognstadiet like før klekkingen i perioden 17.april til 10.mai 1986 (pH 4,83-5,10).

Tabell 8. Overlevelse av rogn/plommeseekkyngel i Ognå i forsøk med utlagte klekkeesker vintrene 1982/83-1985/86.

Lokalitet	Tidsrom	Overlevelse %
Oppstrøms Hetland kraftstasjon	Okt 82 - mai 83	100
Utløpet Hetland kraftstasjon	"	50
500 m nedstrøms kraftstasjon	"	92
Oppstrøms Hetland kraftstasjon	19.11.83 - 6.5.84	30-100
Utløpet Hetland kraftstasjon	"	0-20
1200 m nedstrøms kraftstasjon	"	90
Oppstrøms Hetland kraftstasjon	17.11.84 - 5.5.85	100
Utløpet Hetland kraftstasjon	"	35-85
1200 m nedstrøms kraftstasjon	"	35
Utløpet Hetland kraftstasjon	23.11.85 - 17.4.86	7-27
"	23.11.85 - 10.5.86	0-13
1200 m nedstrøms kraftstasjon	23.11.85 - 17.4.86	90
"	23.11.85 - 10.5.86	13

7 Diskusjon

Forsuringen av norske vassdrag har resultert i store skader på fiskebestander både i innsjøer og lakseførende vassdrag (Overrein m.fl. 1980, Hesthagen og Hansen 1991). I Rogaland ble det observert død laks og aure i flere elver i 1920 (Huitfeldt-Kaas 1922), men det var ikke før på 1950-tallet at forsuringen og tapene av fiskebestander ble relatert til langtransporterte forurensninger (Dannevig 1959). Det har forsvunnet bestander av laks i Rogaland, og en høy andel av lakselvene har reduserte bestander der Ognå inngår som ett av vassdragene (Hesthagen og Larsen 1987). Reproduksjonssvikt og overdødelighet av ungfisk, presmolt og voksen fisk er de viktigste årsakene til tap av fiskebestander i forsuringsområder. Laksen har vist seg å være svært ømfintlig for eksponering til surt og aluminiumsrikt vann (Leivestad m.fl. 1976, Muniz 1981, Rosseland og Skogheim 1986a, Hesthagen 1989).

Tettheten av fiskunger var lav i Ognå, og samlet for laks og aure varierte den mellom 16 og 64 individer pr. 100 m² i perioden 1983-1988. Laveste og høyeste registrerte tetthet var henholdsvis 1 og 20 individer pr. 100 m² for laksyngel (0+) og 1 og 17 individer pr. 100 m² for eldre laksunger ($\geq 1+$), og det var store variasjoner fra år til år og innen de ulike deler av vassdraget. Den samlede tettheten av laks og aureunger var lavere enn det som ble funnet i Vikedalselva (Rogaland) før kalking der tettheten av laks og aure varierte mellom 37 og 69

individer pr. 100 m², og tettheten av laksyngel og eldre laksunger var henholdsvis 17-33 og 2-23 individer pr. 100 m² (Larsen og Hesthagen 1991). I Sandeidelva (Rogaland) som også er påvirket av forsurening, var samlet tetthet for laks og aure mellom 48 og 120 individer pr. 100 m² (Hesthagen m.fl. upubl.).

Vannkvaliteten har også vist store variasjoner fra år til år med laveste gjennomsnittlige pH i 1981 (5,47) og 1982 (5,37), og høyeste gjennomsnittlige pH i 1985 (5,96) i hovedvassdraget ovenfor Hetland. Men det var stor variasjon gjennom året, og høy nedbør har gitt episoder med pH-fall, og hele senhøsten og vinteren har pH vært <5,5 i gjennomsnitt også ovenfor samløpet med kraftverksvannet. I mai 1982 ble det gjennomført en regional undersøkelse av vannkvaliteten i Ognas nedbørfelt (Hesthagen m.fl. 1982). I øverste del av nedbørfeltet var vannet surt (pH 4,82-5,00), men økte noe nedover mot Laksesvela (pH 5,34). Hovedvassdraget ble tilført surt vann fra Oppsalandsvatn og Leksarvatn (pH 4,87-5,05), men også vann av langt bedre kvalitet fra Revsvatn og Gåslandsvatn (pH 5,75-6,40). Lenger nede ble det igjen tilført surt vann fra Steinsvatn, Baklitjerna og Ualandsvatn (pH 4,59-4,64), og pH like ovenfor Hetland var 5,59. Imidlertid skjedde den største tilførselen av kronisk surt og aluminiumholdig vann til hovedvassdraget ved Hetland kraftstasjon (pH 4,64). Dette gir en ustabil og dårlig vannkvalitet på strekningen ned til utløpet. Konsentrasjonen av kalsium varierte også mye innen vassdraget (0,83-3,07 mg Ca/l), og et plott mellom pH og Ca viste at alle vannprøvene fra Ognavassdraget representerte forsuret vann (Henriksen 1980, Hesthagen m.fl. 1982). De minst forsurede lokalitetene, og de eneste med en viss alkalinitet (13-53 µekv/l), var hovedelva ved Ualand og Gåslandsvatn med tilløpselv.

Reproduksjonssvikt er en av årsakene til tap av fiskebestander i forsurede områder. Reproduksjonsundersøkelsene i Ognas viste liten eller ingen dødelighet på strekningen ovenfor Hetland kraftstasjon. Det var imidlertid betydelig dødelighet på den utlagte rogna ved utløpet av kraftstasjonen, og overlevelsen varierte fra 0-13 % vinteren 1985/86 til 35-85 % vinteren 1984/85. Overlevelsen økte 500-1200 m nedstrøms kraftstasjonen, men varierte mye fra år til år. Med bakgrunn i vannkvaliteten i Ognas ovenfor Hetland vinteren 1981/82 da pH var <5,0 (minimum 4,67) kan ikke sviktende rekruttering utelukkes også på strekningen ovenfor kraftstasjonen i perioder (jfr. Bua og Snekvik 1972, Rosseland og Skogheim 1984). Hesthagen m.fl. (1982) viste at vannkvaliteten ved Laksesvela bru var dårligere enn i nedre del, og pH var sannsynligvis lavere ved Laksesvela bru vinteren 1981/82 enn den som ble målt ved Hetland. Det er derfor sannsynlig at reproduksjonssvikt er den viktigste årsaken til at det ikke ble funnet eldre laksunger ved Laksesvela i 1983.

Den lave ungfiskbestanden i Ognas kan også være et resultat av overdødelighet av ungfisk og presmolt. Funn av døde laksunger våren 1982 bekrefter at slike episoder har forekommet i Ognas. Etter en vinter med pH <5,0 var pH <5,5 hele våren i 1982, og det ble ikke funnet laksunger ved elfiske i mai dette året. Ved registrering av fiskedød i Vikedalselva våren 1982-1985 ble det hovedsakelig funnet parr ≥10 cm som ble antatt å være potensiell smolt det året (Hesthagen 1989). I sammenlignende studier har Rosseland og Skogheim (1986b) vist at dødeligheten hos plommesekkkyngel er lavere enn for smolt. Det var en reduksjon i oppfisket kvantum høsten 1983 og 1984, men det var høy tilbakevandring av voksen fisk igjen i 1985. Når vi forutsetter en smoltalder på to år, og en tilbakevandring etter en vinter i sjøen kan det tyde på at fiskedøden våren 1982 har redusert antall parr (≥1+) og smolt, men at yngelen har overlevd i større grad enn resultatet av elfisket gir inntrykk av. Tettheten av eldre laksunger

(≥1+) var da også 5,0 individer pr. 100 m² i 1983, og 94 % av fisken var 1+ parr. Det var 14,3 individer pr. 100 m² ved Ualand (stasjonene 6-9), men det kan ikke utelukkes at noe av denne fisken stammer fra utsetting av 20 000 yngel i vassdraget våren 1982.

Det har vært flere episoder med fiskedød i Ogna, og i 1969 ble det funnet både yngel, ungfisk og voksen fisk langs hele vassdraget (Snekvik 1975). Fiskedøden falt sammen med den første store nedbørperioden om høsten. I Vikedalselva, Rogaland samsvarte fiskedød i vassdraget godt med avrenningsforholdene i nedslagsfeltet, og i perioder med høy nedbør var pH lav (Hesthagen 1989). Eksperimentelle forsøk har bekreftet denne sammenhengen mellom fiskedød og vannkvalitetsendring som karakteriseres av lav pH, økt konsentrasjon av labilt aluminium og lavere kalsiumkonsentrasjoner (Henriksen m.fl. 1984, Røgeberg 1987).

Flest episoder med fiskedød har imidlertid inntruffet på strekningen nedenfor Hetland kraftstasjon. Vannkvaliteten er ustabil på denne strekningen idet kjemisk ulikevekt forsterker effekten av dårlig vannkvalitet på overlevelsen av rogn, yngel og smolt. Ved driftsstans i kraftverket deler av 1984 (7.mai-25.september) økte tettheten av laks- og aureyngel på stasjonene 10-12 samtidig som det var en bedring i vannkvalitet. I månedskiftet juni/juli 1983 inntraff en mindre fiskedød nedenfor kraftstasjonen ved igangsetting av kraftverket etter noen dagers driftstans.

På tross av gjentatte episoder med funn av død gytemoden laks, bl.a. høsten 1982 (Skogheim m.fl. 1984) har disse vært av kort varighet og har sannsynligvis hatt mindre betydning for rekrutteringen. Eksempelvis var den rekordhøye tilbakevandringen høsten 1986 vesentlig et resultat av gyting høsten 1982 når vi forutsetter en smoltalder på to år, og tilbakevandring etter en vinter i sjøen. Det var heller ikke noe bidrag gjennom utsetting av laksyngel i 1983 som kan forklare den store oppgangen i 1986.

Laksen i Ogna kan gå helt opp til Øvre Ognavatnet, men de øverste deler av vassdraget har trolig bare i liten grad vært gyte- og oppvekstområde for laks (Hesthagen m.fl. 1982). Strekningen fra Laksesvela og nedover et stykke blir karakterisert som de beste gyte- og oppvekstområdene for laksen i Ogna (N. Eikeland pers. medd.). På slutten av 1970-tallet ble det bemerket at laksen gikk kortere oppover i elva enn tidligere. Det var sviktende rekruttering av laks ved Laksesvela i 1985 og 1986, og det ble ikke påvist eldre laksunger året etter. Det er sannsynlig at mengde gytefisk, vannkvalitet og vannføring kan begrense oppgangen i enkelte år til dette området. Marginal vannkvalitet kan også i enkelte år ha redusert oppgangen i de nedre deler av Ogna. Nedenfor Hetland kraftstasjon vil vann med pH 4,7, Ca-innhold <1,0 mg/l og total aluminiumkonsentrasjon >225 µekvl blande seg med vann fra hovedvassdraget. Ved liten vannføring i hovedvassdraget og drift i kraftverket, vil surt vann dominere i elva nedenfor. I august 1982 var det oppvandring av laks på raskt økende vannføring (Skogheim m.fl. 1984). I flere dager var vannføringen tilstrekkelig til å nøytralisere og redusere giftvirkningen av vannet fra kraftstasjonen. Men ved en reduksjon i vannføring i hovedvassdraget økte den relative innblandingen av surt vann og resulterte i en omfattende fiskedød. Videre oppgang av laks fra sjøen ble "blokkert" idet fisk som vandret opp i vassdraget ble eksponert til en økende gradient av forsuring og konsentrasjon av labilt aluminium mot blandingssonen ved Hetland.

I mangel av opplysninger om antall fisk som gyter i en lakseelv er data fra fangststatistikk

blitt benyttet som en indikasjon på antall gytefisk (Chadwick 1982). Chadwick og Randall (1986) fant en lineær sammenheng mellom fangst og antall ungfisk året etter. Dette indikerer at gytebestanden ikke har nådd optimalnivået. I 1983-1986 var det en svak sammenheng mellom tettheten av laksyngel og mengde oppfisket kvantum foregående høst i Oгна hvis man forutsetter at lave fangster gjenspeiler liten oppgang av voksen laks. Ved høyere fangster i 1986 og 1987 avtok imidlertid tettheten av yngel kommende år. Dette kan være et resultat av gode fiskeforhold og dermed hard beskatning. I området ved Laksesvela bru der det fiskes mindre var rekrutteringen god både i 1987 og 1988.

Det ble funnet en svak sammenheng mellom produksjon og biomasse hos laks i Oгна. Hos aure er denne sammenhengen entydig, og det innebærer at faktorer som styrer tettheten direkte påvirker produksjonen av ungfisk, og gjør at produksjonen ligger under elvas bæreevne (Randall og Chadwick 1986). Gjennomsnittlig årlig produksjon for laks i Oгна var 1,7 g/m²/år med maksimum på 2,8 g/m²/år. Produksjonen er lav, men likevel høyere enn det som ble funnet i Vikedal (1,4 g/m²/år) og Nausta (0,9 g/m²/år) (Fjellheim m.fl. 1987). I andre lokaliteter varierer produksjonen mellom 0,6 og 16,0 g/m²/år (Mann 1971, Egglisshaw og Shackley 1977, Gee m.fl. 1978, Randall og Chadwick 1986, Bergheim og Hesthagen 1990).

Flere forfattere beskriver vekstforskjeller mellom ulike deler av et vassdrag (Lund og Heggberget 1985, Heggberget m.fl. 1986, Bergheim og Hesthagen 1990, Larsen og Hesthagen 1991), og det er også beskrevet for Oгна (Hesthagen og Ousdal 1983). Det er forventet vekstforskjeller i en fiskepopulasjon når ulike deler av et vassdrag har forskjellig produktivitet. Slike forskjeller kan skyldes ulik (i) tilførsel av næringsstoffer fra omkringliggende områder (landbruksavrenning), (ii) populasjonsstruktur (tetthet og interaksjoner mellom arter), (iii) habitatets egnethet, (iv) vannkvalitet (temperatur og kjemiske egenskaper) eller (v) næringstilgang. Veksten hos årsyngelen i Oгна var dårligst nedenfor Hetland kraftstasjon. Tettheten av fisk er imidlertid lav, og en ville forvente bedre vekst i dette området enn høyere opp i vassdraget. Den mest markerte forskjellen mellom denne strekningen og strekningen oppstrøms Hetland kraftstasjon er derimot forskjellene i vannkvalitet. Dette gjør at viktige næringsdyr er forsvunnet eller bare opptrer i lite antall nedstrøms kraftverket, og det er antatt at næringskvaliteten resulterer i lavere tilvekst. Veksten var best ved Ualand der tettheten av laksunger er sammenlignbar med strekningen ved Rabali, men der tettheten av aure er lavere. Området ved Ualand har også den beste vannkvaliteten i forhold til de andre ungfiskstasjonene (Hesthagen m.fl. 1982). Totalt sett var det en svak sammenheng mellom lengde og tetthet hos laksyngel i Oгна, men det var ingen slik sammenheng hos aureyngel for alle stasjonene samlet.

Bunndyrundersøkelsene i Oгна som har pågått siden 1983 har vist en bedring i forsuringssituasjonen i løpet av de siste årene (SFT 1991). Et nøkkelverktøy i disse undersøkelsene er den modellen som er utarbeidet for beregning av forsuringssindeks ved bruk av forsuringfølsomme organismer (Raddum m.fl. 1988). Forsuringssindeksen varierer fra 0 (sterkt forsuringsskadet) til 1 (ikke påvirket). Forsuringssindeksen i Oгна var lavest våren 1985 (0,25, SFT 1986). Dette samsvarer med den laveste tettheten av laks- og aureyngel som ble funnet i 1983-1988. Det har vært en generell bedring i forsuringssituasjonen fra 1986, men med store svingninger i forsuringssindeksen fra vår til høst spesielt i årene etter 1987 (0,45 - 0,80). Dette sees blant annet ved at flere forsuringfølsomme invertebrater øker sin utbredelse i vassdraget. Det var også en bedring i yngeltetthet i 1986 og 1987 som samsvarer med denne

utviklingen, men det var derimot en sterk reduksjon i yngeltettheten i 1988 til tross for en høy forsuringssindeks. Med basis i invertebratfaunaen er den beste vannkvaliteten observert oppstrøms Hetland kraftverk og i områdene rundt Gåslandsvatnet.

På grunn av vid utbredelse og høy følsomhet for forsuring har døgnfluen, Baetis rhodani vist seg å være en viktig forsuringssindikator i Norge (Raddum og Fjellheim 1984, 1987). Arten har et aktivt levevis og rekoloniserer raskt områder der den tidligere var tilstede. Artens levevis gjør den utsatt for predasjon (Lillehammer 1973), og den er ofte den viktigste produsenten i elver i Vest-Norge. Forsuring kan derfor redusere næringstilgangen betydelig for fisk slik tilfellet har vært i Vikedal (Fjellheim m.fl. 1987). I Ognå er det observert en økende forekomst av døgn- og steinfluer i mageprøvene hos fisk nedover i vassdraget. Funn av døgnfluer i mageprøvene hos laks i 1987 og 1988 og hos aure i 1988 nedenfor Hetland kraftstasjon, og en økning i volum- og frekvensprosent for døgnfluer i de samme årene tyder på at de har reetablert seg på strekningen nedenfor kraftstasjonen, og at forekomsten generelt har økt i store deler av vassdraget. Dette samsvarer også med økningen i forsuringssindeks som er vist gjennom invertebratundersøkelsene (SFT 1991).

Det er usikkert hvilken effekt utsettingene av plommeseekkyngel har hatt på ungfiskbestanden i vassdraget. Det er imidlertid ingen påviselig sammenheng mellom utsettingene i de enkelte år og yngeltettheten ved Laksesvela bru eller ved Ualand (henholdsvis like ovenfor og like nedenfor det benyttede utsettingsområdet). Det er derfor antatt at utsettingene ikke har bidratt vesentlig til de oppgitte yngeltettheter. Det er imidlertid sannsynlig at utsatt yngel i 1982 kan ha resultert i en høyere tetthet av 1+ laks ved Ualand i forhold til de andre strekningene i 1983.

Ognavassdraget var sterkt forsuret på 1970- og 1980-tallet, og laks og aure har periodevis vært utsatt for marginal vannkvalitet og episoder med fiskedød har forekommet. Det har vært store variasjoner i vannkvaliteten, og både ungfiskbestanden og bunndyrfaunaen har variert betydelig innen vassdraget fra år til år. Gjentatt dødelighet både av rogn, parr, smolt og gytefisk av laks tilsier at Ognavassdraget var ett av de mest utsatte vassdrag i forsuringssammenheng i Rogaland.

8 Litteratur

- Abrahamsen, J., Pallesen, P.F. og Solbakken, T. 1972. Fylkeskompendium for Rogaland. Om naturvitenskapelige interesser knyttet til uregulerte og "ubetydelige" regulerte vassdrag. Bind II. - Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer, Univ. Oslo. 372 s.
- Bergheim, A. og Hesthagen, T. 1990. Production of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., within different sections of a small enriched Norwegian river. - J. Fish. Biol. 36: 545-562.
- Bohlin, T, Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. og Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - Hydrobiologia 173: 9-43.
- Bua, B. og Snekvik, E. 1972. Klekkforsøk med rogn av laksefisk 1966-1971. - Vann 1-1972: 86-93.

- Chadwick, E.M.P. 1982. Recreational catch as an index of Atlantic salmon spawning escapement. - ICES, C.M. 1983/M: 43.
- Chadwick, E.M.P. og Randall, R.G. 1986. A stock-recruitment relationship for Atlantic salmon in the Miramichi river, New Brunswick. - North Am. J. Fish. Mgmt. 6:200-203.
- Dannevig, A. 1959. Nedbørens innflytelse på vassdragenes surhet og på fiskebestanden. - Jeger og Fisker 3: 116-118.
- Egglishaw, H.J., og Shackley, P.E. 1977. Growth, survival and production of juvenile salmon and trout in a Scottish stream, 1966-75. - J. Fish. Biol. 11: 647-672.
- Enge, E. og Nordland, J. 1989. Kalkingsplan for Rogaland. - Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen. Rapport 2/89. 32 s.
- Fjellheim, A., Hesthagen, T., Raddum, G. og Larsen, B.M. 1987. Production, growth and food of young Atlantic salmon in two rivers with different acidification. - I Perry, R., Harrison, R.M., Bell, J.N.B. og Lester, J.N., red. Acid rain: scientific and technical advances. Publications Division, Selper Ltd., London. s. 500-507.
- Gee, A.S., Milner, N.J. og Hemsworth, R.J. 1978. The production of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, in the upper Wye, Wales. - J. Fish. Biol. 13: 439-451.
- Heggberget, T.G., Lund, R.A., Ryman, N. og Ståhl, G. 1986. Growth and genetic variation of Atlantic salmon (*Salmo salar*) from different sections of the River Alta, North Norway. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 1828-1835.
- Henriksen, A. 1980. Acidification of freshwaters - a large scale titration. - I Drabløs, D. og Tollan, A. red. Ecological impact of acid precipitation. s. 68-74.
- Henriksen, A., Skogheim, O.K. og Rosseland, B.O. 1984. Episodic changes in pH and aluminium speciation kill fish in a Norwegian salmon stream. - Vatten 40: 255-260.
- Henriksen, A., Snekvik, E. og Volden, R. 1981. Endringer i pH i perioden 1966-79 for 38 norske elver. -SFT, Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 2/81. 69 s
- Hesthagen, T. 1989. Episodic fish kills in an acidified salmon river in southwestern Norway. Fisheries 14: 10-17.
- Hesthagen, T. og Hansen, L.P. 1991. Tap av laks i forsurede lakseelver i Norge. - NINA-Oppdragsmelding 94: 1-12.
- Hesthagen, T. og Larsen, B.M. 1987. Acidification and Atlantic salmon in Norway. - ICES, C.M. 1987/M: 28. 19 s.
- Hesthagen, T. og Ousdal, J-O. 1983. Ungfiskregistreringer i Ognå på Jæren høsten 1983. - Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Fiskeforskningen. Teknisk notat 3/83. 14 s.
- Hesthagen, T, Sevaldrud, I. og Skogheim, O.K. 1982. Ognå- og Helgåvassdraget i Rogaland. Fiskestatus og vannkvalitet. - Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Fiskeforskningen. Rapport 4/82. 34 s.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1922. Om aarsaken til massedød av laks og ørret i Frafjordelven, Helleelven og Dirdalselven i Ryfylke høsten 1920. - Norsk Jæger Fiskefor. Tidsskr. (1/2): 37-44.
- Larsen, B.M. og Hesthagen, T. 1991. Fiskeribiologiske undersøkelser i Vikedalselva i forbindelse med kalking. Årsrapport 1990. - NINA-Oppdragsmelding 63: 1-24.
- Leivestad, H., Hendrey, G., Muniz, I.P. og Snekvik, E. 1976. Effects of acid precipitation of freshwater organisms. - I Brække, F.H., red. Impact of acid precipitation on forest and freshwater ecosystems in Norway. SNSF-prosjekt, Fagrapport 6/76, s.87-111.
- Lillehammer, A. 1973. An investigation of the food of one to four month old salmon fry (*Salmo salar* L.) in the river Suldalslågen, West Norway. - Norw. J. Zool. 21: 17-24.

- Lund, R.A. og Heggberget, T.G. 1985. Growth analysis of presmolt Atlantic salmon, *Salmo salar*, at three sections of a small Norwegian stream. - *Holarctic Ecology* 8: 299-305.
- Mann, R.H.K. 1971. The populations, growth and production of fish in four small streams in southern England. - *J. Anim. Ecol.* 40: 155-190.
- Moi, S. 1982. Ognaelven. - *Medlemsblad for Jæren jakt- og fiskelag* 9 (2): 1-3.
- Muniz, I.P. 1981. Acidification and the Norwegian salmon. SNSF-project FA 120/80. - I *Acid rain and the Atlantic salmon. Proceeding of a conference, 22-23 November 1980, International Atlantic Salmon Foundation, Special Publication Series 10: 65-72.*
- Nilsson, N.A. 1955. Studies on the feeding habits of trout and char in North Swedish lakes. - *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 36: 163-211.
- Nordland, J. 1983. Fiskedød i Ognaelva oktober 1983. - *Fylkesmannen i Rogaland. Notat* 27.10.83. 1 s.
- Nordland, J. 1986. Fiskedød i Ognaelva, Hå kommune, 1.juni 1986. - *Fylkesmannen i Rogaland. Notat.* 1 s.
- Nordland, J. 1991. Kultiveringsvirksomheten i Rogaland. - I *Helsekontroll og smitteforebyggende tiltak ved kultivering av vassdrag i Rogaland. Referat fra kurs arrangert i Stavanger 15.september 1991. Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvern avdelingen. Miljø-rapport 9/91. 32 s.*
- Overrein, L.N., Seip, H.M. og Tollan, A. 1980. Acid precipitation-effects on forest and fish. - SNSF-prosjektet, *Fagrapport 19/80. 175 s.*
- Raddum, G. og Fjellheim, A. 1984. Acidification and early warning organisms in freshwater in western Norway - *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22: 1973-1980.
- Raddum, G. og Fjellheim, A. 1987. Effects of pH and aluminium on mortality, drift and moulting of the mayfly *Baetis rhodani*. - *Annls. Soc. R. Zool. Belg.* 117 Suppl. 1: 77-87.
- Raddum, G., Fjellheim, A. og Hesthagen, T. 1988. Monitoring of acidification through the use of aquatic organisms. - *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 23: 2291-2297.
- Randall, R.G. og Chadwick, E.M.P. 1986. Density as a factor affecting the production of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the Miramichi and Restigouche Rivers, New Brunswick. - *Pol. Arch. Hydrobiol.* 33: 391-409.
- Rosseland, B.O. og Skogheim, O.K. 1984. Attempts to reduce effects of acidification on fishes in Norway by different mitigation techniques. - *Fisheries* 9: 10-16.
- Rosseland, B.O. og Skogheim, O.K. 1986a. Acidic soft water and neutralization: Effects on fish physiology, fish toxicology and fish populations. - *Dr.grad, Universitetet i Oslo.*
- Rosseland, B.O. og Skogheim, O.K. 1986b. Neutralization of acidic brookwater using a shell-sand filter or sea-water: Effects on eggs, alevins and smolts of salmonids. *Aquaculture* 58: 99-110.
- Røgeberg, E.J.S. 1987. Fish kills related to water chemistry in a Norwegian salmon river. *Acidification and water pathways, vol. II, s.313-321. The Norwegian National Committee for Hydrology in cooperation with Unesco and WHO, the IHP National Committees of Denmark, Finland and Sweden. Bolkesjø, 4.-5.mai 1987.*
- Sevaldrud, I.H. og Muniz, I.P. 1980. Sure vatn og innlandsfisket i Norge. Resultater fra intervjuundersøkelsene 1974-1979. - SNSF-prosjekt, IR 77/80. 95 s.
- Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskbestander og aktuelle mottiltak. - *NINA-Utredning 10: 1-28.*
- Skogheim, O.K., Rosseland, B.O. og Sevaldrud, I.H. 1984. Deaths of spawners of Atlantic

- salmon (*Salmo salar* L.) in River Oyna, SW Norway, caused by acidified aluminium-rich water. - Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 61: 195-202.
- Snekvik, E. 1975. Episoder med fiskedød i forbindelse med forurening av vassdrag i 1969. - Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Fiskeforskningen. 9 s.
- Statens Forurensningstilsyn (SFT) 1985. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1984. - SFT, Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 201/85. 190 s.
- Statens Forurensningstilsyn (SFT) 1986. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1985. - SFT, Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 256/86. 199 s.
- Statens Forurensningstilsyn (SFT) 1988. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1987. - SFT, Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 333/88. 242 s.
- Statens Forurensningstilsyn (SFT) 1991. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1990. - SFT, Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 466/91. 320 s.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. - J. Wild. Manag. 22: 82-90.

Appendix

Appendix tabell 1. Gjennomsnittlig tetthet pr. 100 m² (T) av yngel (0+) og eldre individ (≥1+) med konfidensintervall (CI) og fangsteffektivitet (p) for laks og aure på stasjonene 1-2 i Oгна 1983-1988. + Konfidensintervall ikke beregnet for p <0,20.

År	Laks						Aure					
	0+			≥1+			0+			≥1+		
	T	CI	p	T	CI	p	T	CI	p	T	CI	p
1983	48.5	89,8	0.24	0	-	-	18.6	20.9	0.38	2.9	1.1	0.75
1984	11.2	2.4	0.73	33.2	+	-	0	-	-	19.0	5.4	0.64
1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	0	-	-	0	-	-	20.5	7.2	0.59	8,4	0.9	0.85
1987	72.8	26.1	0.47	0	-	-	32.7	7.7	0.62	17.4	1.2	0.85
1988	24.1	3.9	0.54	30.1	+	-	49.9	9.0	0.46	9.6	6.1	0.39

Appendix tabell 2. Gjennomsnittlig tetthet pr. 100 m² (T) av yngel (0+) og eldre individ (≥1+) med konfidensintervall (CI) og fangsteffektivitet (p) for laks og aure på stasjonene 3-5 i Oгна 1983-1988. + Konfidensintervall ikke beregnet for p <0,20.

År	Laks						Aure					
	0+			≥1+			0+			≥1+		
	T	CI	p	T	CI	p	T	CI	p	T	CI	p
1983	10.5	3.0	0.62	4.0	5.1	0.43	3.0	2.1	0.57	8.9	13.3	0.33
1984	0.7	+	-	38.4	4.6	0.66	2.2	6.6	0.33	6.1	0.5	0.86
1985	0	-	-	8.9	2.1	0.67	1.5	0.4	0.80	1.5	0.4	0.80
1986	17.6	4.1	0.60	1.0	1.7	0.50	2.9	0.6	0.78	2.0	+	-
1987	35.8	+	-	10.1	1.5	0.73	5.0	3.8	0.50	4.2	0.8	0.77
1988	2.6	1.3	0.47	4.8	0.8	0.61	1.3	2.4	0.32	2.3	0.2	0.74

Appendix tabell 3. Gjennomsnittlig tetthet pr. 100 m² (T) av yngel (0+) og eldre individ ($\geq 1+$) med konfidensintervall (CI) og fangsteffektivitet (p) for laks og aure på stasjonene 6-9 i Oгна 1983-1988. + Konfidensintervall ikke beregnet for p < 0,20.

År	Laks						Aure					
	0+			$\geq 1+$			0+			$\geq 1+$		
	T	CI	p	T	CI	p	T	CI	p	T	CI	p
1983	31.7	21.3	0.38	14.3	6.4	0.52	17.5	14.4	0.39	3.7	6.3	0.40
1984	6.0	12.6	0.33	5.7	2.3	0.64	23.9	40.5	0.26	0.3	0.0	1.00
1985	2.8	1.4	0.63	10.2	9.6	0.39	5.3	1.2	0.71	2.0	0.9	0.67
1986	47.3	18.4	0.41	2.0	0.9	0.67	39.7	64.6	0.21	2.0	5.9	0.33
1987	15.6	5.0	0.56	29.7	4.8	0.62	8.1	9.2	0.38	3.8	3.3	0.50
1988	2.5	0.9	0.57	26.1	+	-	1.2	0.0	1.00	1.9	0.7	0.57

Appendix tabell 4. Gjennomsnittlig tetthet pr. 100 m² (T) av yngel (0+) og eldre individ ($\geq 1+$) med konfidensintervall (CI) og fangsteffektivitet (p) for laks og aure på stasjonene 10-12 i Oгна 1983-1988. + Konfidensintervall ikke beregnet for p < 0,20.

År	Laks						Aure					
	0+			$\geq 1+$			0+			$\geq 1+$		
	T	CI	p	T	CI	p	T	CI	p	T	CI	p
1983	0.2	0.0	1.00	0.9	1.6	0.50	5.6	2.7	0.57	4.8	7.3	0.38
1984	9.1	4.4	0.52	4.6	4.8	0.44	33.5	14.8	0.42	3.9	+	-
1985	0	-	-	0.6	+	-	12.9	4.3	0.56	3.7	4.7	0.43
1986	6.5	1.4	0.70	0	-	-	19.6	11.5	0.42	5.6	13.7	0.29
1987	2.7	1.3	0.63	5.6	0.9	0.75	62.8	15.2	0.46	5.2	2.1	0.60
1988	1.2	+	-	1.1	0.1	0.82	11.9	3.3	0.44	3.9	0.8	0.59

130

nina
oppdrags-
melding

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0237-9

Norsk institutt for
naturforskning
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tel. (07) 58 05 00