

431

OPPDRAKSMELDING

Effekter av flommen i 1995
på bestanden av
laks- og ørretunger i Gaula

Kjetil Hindar
Jan Henning L'Abée-Lund
Jan Gunnar Jensås
Per Ivar Møkkelgjerd
Torveig Balstad
Jo Vegar Arnekleiv



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Effekter av flommen i 1995
på bestanden av
laks- og ørretunger i Gaula

Kjetil Hindar
Jan Henning L'Abée-Lund
Jan Gunnar Jensås
Per Ivar Møkkelgjerd
Torveig Balstad
Jo Vegar Arnekleiv

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport**NIKU Fagrapport**

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding**NIKU Oppdragsmelding**

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

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

Temahefter

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

Opplag: Varierer

Fakta-ark

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

Opplag: 1200-1800

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

Hindar, K., L'Abée-Lund, J.H., Jensås, J.G., Møkkelgjerd, P.I., Balstad, T. & Arnekleiv, J.V. 1996. Effekter av flommen i 1995 på bestanden av laks- og ørretunger i Gaula. - NINA Oppdragsmelding 431: 1-12.

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0725-7

Forvaltningsområde: Naturovervåking
Environmental monitoring

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning
NINA•NIKU

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon: Tor G. Heggberget

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout: Hilde Meland

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 100

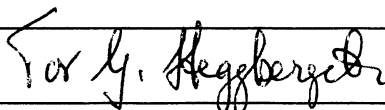
Kontaktadresse:

NINA•NIKU
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tel: 73 58 05 00
Fax: 73 91 54 33

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13550

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning (DN)
Norges vassdrags- og energiverk (NVE)

Referat

Hindar, K., L'Abée-Lund, J.H., Jensås, J.G., Møkkelgjerd, P.I., Balstad, T. & Arnekleiv, J.V. 1996. Effekter av flommen i 1995 på bestanden av laks- og ørretunger i Gaula. - NINA Oppdragsmelding 431: 1-12.

Flommen på forsommeren 1995 var uvanlig stor i mange vassdrag. For Gaulas vedkommende var maksimal vannføring nesten det dobbelte av hva som ble observert i perioden 1985-1991. I denne perioden var Gaula et forsknings- og referansevassdrag med betydelig aktivitet på studier av ungfisk og bunndyr. En god beskrivelse av fiskebestanden eksisterte derfor i forkant av flommen i 1995. På denne bakgrunn ønsket vi å undersøke om flommen påvirket ungfiskbestanden av laks og ørret. Ni av tidligere års stasjoner for tetthets- og aldersanalyser ble plukket ut, og 17.-19. oktober 1995 ble samme program som tidligere gjennomført.

Tetthetsberegningene viste at yngel (aldersgruppe 0+) av laks i Gaula hadde dramatisk lavere tetthet enn tidligere år, mens det var mindre (eller også positive) endringer for ørret og eldre aldersgrupper av laks. Aldersfordelingen hos laks og ørret atskilte seg også fra tidligere år ved at andelen yngel i 1995 var lavere hos laks og høyere hos ørret. Yngelen av begge artene utgjorde en mye større andel av ungfiskbestanden i Sokna enn i Gaula.

Undersøkelsen konkluderer med at flommen i 1995 hadde en betydelig negativ effekt på rekrutteringen av laksunger i Gaula, og ingen tilsvarende effekt på ørretunger i Gaula eller laks- og ørretunger i Sokna. På grunn av usikkerheten forbundet med å beregne tetthet av yngel av laksefisk, anbefaler vi at undersøkelsen følges opp i 1996.

Emneord: Laks - ørret - tetthet - aldersfordeling - bestandsutvikling - vannføring.

Kjetil Hindar, Jan Gunnar Jensås, Per Ivar Møkkelgjerd og Torveig Balstad
Norsk institutt for naturforskning (NINA), Tungasletta 2, 7005 Trondheim

Jan Henning L'Abée-Lund
Norges vassdrags- og energiverk (NVE), P.b. 5091 Majorstua, 0301 Oslo

Jo Vegar Arnekleiv
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Vitenskapsmuséet, Zoologisk avdeling, 7004 Trondheim

Abstract

Hindar, K., L'Abée-Lund, J.H., Jensås, J.G., Møkkelgjerd, P.I., Balstad, T. & Arnekleiv, J.V. 1996. Effects of the spring spate 1995 on juvenile Atlantic salmon and brown trout in the River Gaula, Norway. - NINA Assignment Report 431: 1-12.

The waterflow during the spring spate 1995 was extremely high in eastern Norway. In the River Gaula, County of Sør-Trøndelag, maximum waterflow was almost twice as high as observed during the period 1985-1991. In those years, the Gaula was a reference river for density studies of salmonid juveniles and river benthos and hence a good description of the fish populations was available for comparative analyses. On this background, we investigated whether the spring spate in 1995 had any detectable effects on the density and age composition of juvenile Atlantic salmon and brown trout. Nine of the previously used study sites were chosen for estimation of density and age distribution, and a field survey was undertaken on 17-19 October 1995 along the same procedures as were used earlier.

Density estimates showed a dramatic decline in the density of young-of-the-year salmon (age group 0+) in the Gaula, whereas minor (or positive) changes were noted for trout and older salmon. The age distribution of salmon and trout differed from earlier studies by salmon showing a lower proportion of 0+ fish, whereas trout showed more 0+ fish. In the Sokna, a tributary to the Gaula, high densities of young-of-the-year fish of both species were observed. We conclude that the spring spate in 1995 affected the recruitment of 0+ Atlantic salmon negatively in the Gaula but not in its tributary, Sokna. No similar effect could be detected on juvenile brown trout or on older age groups of juvenile Atlantic salmon. Because of the uncertainties in estimating densities of 0+ salmonids, we recommend that the study be repeated in 1996.

Key words: Atlantic salmon - brown trout - density - age distribution - population size - waterflow.

Kjetil Hindar, Jan Gunnar Jensås, Per Ivar Møkkelgjerd and Torveig Balstad
Norwegian Institute for Nature Research (NINA), Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway

Jan Henning L'Abée-Lund
Norwegian Water Resources and Energy Administration (NVE), P.O. Box 5091 Majorstua, N-0301 Oslo, Norway

Jo Vegar Arnekleiv
Norwegian University of Science and Technology (NTNU), The Museum, Department of Zoology, N-7004 Trondheim, Norway

Forord

Innsamling av laks- og ørretunger i Gaula sommeren 1995 tydet på at storflommen dette året hadde hatt en betydelig negativ effekt på rekrutteringen av laksefisk. For å bekrefte eller avkrefte dette inntrykket, ble det bestemt å gjennomføre tetthetsberegninger av laks- og ørretunger høsten 1995 etter samme metoder som var brukt i tidligere studier i vassdraget. Søknad om finansiering av et begrenset elektrofiske ble sendt til Direktoratet for naturforvaltning (DN) og Norges vassdrags- og energiverk (NVE), som begge støttet søknaden.

Vi takker DN og NVE for finansiering av undersøkelsen, Randi Saksgård for hjelp til prøvetaking av fisken, og Tor Einar Dahl, Klemet Godtland, Tor G. Heggberget, Trygve Hesthagen, Nils Arne Hvidsten, Arne J. Jensen, Ingvar Korsen, Harald Sægrov og Tor S. Traaen for å bidra med nyttige opplysninger.

Trondheim, august 1996

Kjetil Hindar
prosjektleder

Innhold

Referat	3
Abstract	3
Forord	4
1 Innledning	5
2 Områdebeskrivelse	6
3 Materiale og metode	7
3.1 Elektrofiske	7
3.2 Behandling av materialet	7
4 Resultater	7
4.1 Aldersfordeling	7
4.2 Tetthet	8
5 Diskusjon	9
5.1 Flomeffekter på laks og ørret	9
5.2 Menneskeskapte bidrag	9
5.3 Langsiktige konsekvenser	10
5.4 Usikre estimater	10
6 Konklusjon	11
7 Litteratur	11

1 Innledning

Flommer er et årvist fenomen i norske vassdrag. Størrelsen på dem og når de forekommer i løpet av året kan variere mye mellom år. Dette er forhold organismer i vassdraget må forholde seg til, og vi må regne med at artene har tilpasninger som gjør at de tåler slike endringer. Fra tid til annen forekommer imidlertid usedvanlig store flommer. De fører til betydelig massetransport både i form av bunntransport og suspendert materiale, som sedimenteres på elvebunnen når flommen avtar. Effekten av storflommer på fiskebestander er lite dokumentert, først og fremst fordi det sjelden fins data fra årene før flommen. I forbindelse med storflommen på Østlandet i 1995 ble tettheten av ørret (*Salmo trutta*) undersøkt i endel tilløpsbekker til Glomma og Mjøsa (Museth & Qvenild 1996). Tettheten av yngel (= aldersgruppe 0+) var i denne undersøkelsen lavest på de mest flomutsatte områdene, men sammenlikningsgrunnlaget var *andre lokaliteter* i vassdraget, og ikke *andre år på samme lokalitet*.

I 1995 var det også storflom i Gaula. Største vannføring i denne flommen ble målt til 1284 m³/s i begynnelsen av juni. Dette er 70 % mer enn flomtoppen i de foregående 18 årene (middelverdi 743 m³/s; Dahl & Godtland 1995) og 16 ganger så mye som årsmiddelvannføringen i Gaula i disse årene.

Fiskebestanden i Gaula er godt kjent fra årene før denne storflommen. I perioden 1986-1991 ble det årlig innsamlet et materiale av laks- (*S. salar*) og ørretunger på utvalgte stasjoner i Gaula og i tilløpselven Sokna. Dette materialet dannet et bilde av førsituasjonen (Arnekleiv et al. 1989, L'Abée-Lund & Heggberget 1995), og gjorde oss i stand til å kvantifisere hvilke effekter flommen hadde på ungfisk av laks og ørret i Gaula.

Kunnskapen om effekter av flommer er først og fremst knyttet til effekter av økt partikkelinnhold på fisk (Waters 1995). Norske undersøkelser på effekter av økt partikkelinnhold i rennende vann er utført i noen regulerte vassdrag. Anleggsvirksomhet ved Dokkfløyvatnet førte til betydelig økt partikkeltransport og nedslamming i Dokka (Brabrand et al. 1989). Resultatet var store forandringer i bunndyr-samfunnet og redusert tetthet av ørretunger. Overføring av brevannet i Veo til Smådøla ved Tesse førte til at ørretproduksjonen i den påvirkete delen av Smådøla sank til under det halve (Hesthagen & Fjellheim 1987). Flåmselva ble høsten og vinteren 1992 tilført grus, fin sand og silt i forbindelse med opprusting av Leinafoss kraftverk (Sæggrov & Kålås 1994). Dette sedimenterte nedover i vassdraget og la seg som et 10 cm tykt lag oppå gytegroperne til laks

og ørret. Det ble registrert ca. 30 % dødelighet på yngel i groper som var gytt tidlig, mens dødeligheten var normal i groper som var gytt sent. Denne forskjellen i overlevelse ble forklart med at mens yngel fra de tidlige gytegroperne hadde problemer med å komme opp etter klekking, sørget vårflommen for at yngel fra senere gytinger hadde normale forhold i oppstigningsfasen.

Fra regulerte elver fins det også noe informasjon om effekten av raske økninger i vannføring. I Suldalslågen tillater manøvreringsreglementet en vannføringsøkning fra 12-15 m³/s til >100 m³/s, noe som fører til at laksyngel på dager med stor vannføringsøkning blir spylt ut av elva (Saltveit et al. 1995). Denne utspylingen ble beregnet til å utgjøre et tap på 5-10 % av én årsklasse.

Yngel av laks og ørret kommer opp av grusen på våren og forsommeren når plommesekken er brukt opp. Dette tidspunktet varierer fra vassdrag til vassdrag (Jensen et al. 1991). Ørret kommer opp om lag 2-3 uker tidligere enn laks. I Gaula er det forventet at laksyngelen kommer opp av grusen i slutten av juni (Arne J. Jensen, NINA, Trondheim, pers. medd.). Dersom dette er riktig, betyr det at ørretyngelen kom opp av grusen like før eller under flomtoppen i 1995, mens laksyngelen kom opp av grusen 2-3 uker etter flomtoppen. På denne bakgrunn forventet vi at storflommen skulle kunne påvirke yngel av laks og ørret forskjellig, dersom tidspunktet for flomtoppen i forhold til tidspunktet for oppstigning bestemte effekten av flommen på yngel. Eventuelle effekter på eldre laks- og ørretunger ville vise at en så stor flom er skadelig uansett når i ungestadiet den inntreffer.

2 Områdebeskrivelse

Gaula i Sør-Trøndelag (koordinater for utløpet; 63°21'N, 10°14'Ø) er en typisk nordisk «grusbunn- elv» som er karakterisert ved stort fall og dermed store vannhastigheter, spesielt ved flom (Dahl & Godtland 1995). Bunnen er dekket av et lag med stein/grus som er kvasi-stabilt. Det betyr at dekklaget sjelden er i bevegelse unntatt i spesielt store flommer. Dekklaget av stein/grus fungerer som en erosjonsbeskyttelse for de mer finkornete massene som ligger under. Hvis dekklaget fjernes, enten ved flom eller ved grusgraving, øker erosjonen av de underliggende, finkornete massene (Dahl & Godtland 1995).

Gaula er kjent som en flomelv som går fort opp og ned pga. liten innsjøandel i nedslagsfeltet. Den største registrerte flommen i Gaula var i august 1940 med 3059 m³/s (gjentaksintervall ca. 320 år). Flommen i 1995, som kulminerte den 2. juni på 1284 m³/s, er den største flommen siden 1944 og den fjerde største siden vannmålingene på Haga bru (NVEs vannmerke VM661) begynte i 1908. I de årene der det tidligere er gjort bestandsanalyser av laks- og ørretunger (1985-1991), lå flomtoppen i mai-juni på mellom 518 og 868 m³/s (gjennomsnitt 672 m³/s).

Mengden partikler som Gaula transporterer ved ulike vannføringer, er beregnet av Bulgurlu (1977, referert i Dahl & Godtland 1995). Bulgurlu (1977) sier at når vannføringen øker til det dobbelte, øker elvas transportevne ca. 20 ganger. Det betyr igjen at den største sedimenteringen skjer ved fallende vannføring i etterkant av en storflom.

Gaula, som er lakseførende til Eggafossen 95 km fra utløpet, er et av Norges betydeligste lakse- og sjøørretvassdrag (Bergan & Langeng 1990). Bestandene av laks og ørret er godt kjent (Heggberget 1988, Arnekleiv et al. 1989, L'Abée-Lund 1991, Aspås 1994). Årlig fangstmengde er vanligvis 20 tonn laks og 2 tonn sjøørret. Vanlig smoltalder er henholdsvis 2-4 år for laks og 3 år for sjøørret, mens vanlig sjøalder ved kjønnsmodning er henholdsvis 1-3 år for laks og 2-3 år for sjøørret. Tettheten av laks- og ørretunger varierer betydelig mellom lokaliteter i elva og mellom år, men er på naturlig substrat i oktober vanligvis mer enn 10 laksunger ≥1 år pr. 100 m² og ca. 1 ørretunge ≥1 år pr. 100 m² (L'Abée-Lund & Heggberget 1995).

Gaula er varig vernet mot kraftutbygging. Det er likevel flere menneskeskapte inngrep i vassdraget som kan påvirke rekrutteringen av laks og ørret. Ett av dem er grusgraving, et annet er gruveforurensning i elvas øvre deler. Her gis noe bakgrunnsinformasjon om begge.

Mellom 1950 og 1985 ble det tatt ut 4 mill m³ grus fra elvebunnen i Gaula mellom Kotsøy og Gaulosen (Ottesen 1988, referert i Dahl & Godtland 1995). På grunn av uheldige konsekvenser for elveløpet, ble det vedtatt stopp i grusuttak for Gaula nedenfor Gaulfossen fra september 1988 til september 1993. Undersøkelser av tettheten av ungfisk viser at denne er lavere i områder med grusgraving enn i områder uten grusgraving (Bremset et al. 1993).

Gruveforurensning har vært et problem for de øvre delene av den lakseførende strekningen av Gaula. Tungmetallkonsentrasjonene (av sink og kobber) var inntil slutten av 1980-tallet så høye at dette påvirket rekrutteringen av laks- og ørretunger negativt. For 1994 konkluderte en rapport med at forurensnings-situasjonen på den lakseførende strekningen da var så god at den neppe hadde noen negativ virkning på rekrutteringen (Traaen et al. 1995).

3 Materiale og metode

3.1 Elektrofiske

Med bakgrunn i de tidligere undersøkelsene i Gaula, ble 9 av de samme lokalitetene valgt ut for undersøkelser av bestanden av ungfisk. Åtte av lokalitetene ble valgt i Gaula fra Eggafossen (øverst på lakseførende strekning) til Singsås, Rognes, Støren, Hovin, Valdøyen, Kvål og Melhus (10 km fra utløpet), og den niende lokaliteten ble valgt i Sokna, som er Gaulas største tilløpselv. Sokna kommer inn i hovedvassdraget ved Støren om lag 45 km fra munningen i Gaulosen.

Ungfisk av laks og ørret ble innsamlet med elektrisk fiskeapparat i dagene 17.-19. oktober (samme måned som i tidligere undersøkelser). Hver stasjon ble avfisket tre ganger med ½ times mellomrom, og tetthet av de ulike aldersgrupper av laks og ørret ble estimert med Zippins (1958) metode. Størrelsen på elfiskestasjonene varierte mellom 100 og 250 m² (gjennomsnitt 156 m²).

Et fotografi ble tatt på alle elektrofiskestasjonene for å vise typisk bunnsstrat på lokaliteten.

3.2 Behandling av materialet

All fanget fisk ble tatt inn til lengdemåling, aldersbestemmelse og bestemmelse av kjønn og stadium. I tillegg ble all yngelen undersøkt genetisk for å bekrefte artsbestemmelsen. I alt ble det fanget 269 laks- og 191 ørretunger. Materialet er presentert separat for Gaula og Sokna fordi fiskebestandene i de to systemene var vesentlig forskjellig i de tidligere undersøkelsene (Arnekleiv et al. 1989).

4 Resultater

4.1 Aldersfordeling

Hos laksunger var det tildels betydelige forskjeller mellom Gaula og Sokna (**Tabell 1**). Mens yngelen utgjorde 39 % av fangsten i Sokna, var deres andel i Gaula bare 5 %. Videre dominerte ett- og to-åringer i Gaula med 85 % av fagsten, mot 60 % i Sokna. Det ble påvist flere eldre laksunger i Gaula enn i Sokna.

Sammenlignet med oktober 1986, da de samme 9 lokalitetene ble undersøkt (L'Abée-Lund et al. 1987), var andelen av laksyngel lavere i Gaula (5 % i 1995 vs. 19 % i 1986; Fishers eksakte 2 x 2 test, $P = 0,0014$) og høyere i Sokna (39 % vs. 12 %, $P = 0,0052$).

Det var liten forskjell i aldersfordelingen til ørretunger fra Gaula og Sokna (**Tabell 1**). Yngelen utgjorde 70-80 % av fangsten og ettåringene om lag 20 %. Som hos laks ble det påvist flere eldre ørretunger i Gaula sammenlignet med Sokna.

Sammenlignet med oktober 1986, var andelen av ørretyngel høyere både i Gaula (71 % i 1995 vs. 12 % i 1986, $P = 0,0000$) og i Sokna (80 % vs. 47 %, $P = 0,0120$).

Tabell 1. Aldersfordeling (%) av laks- og ørretunger på 9 stasjoner i Gaula og Sokna oktober 1995. Tall i parentes er fra oktober 1986 (L'Abée-Lund et al. 1987).

Sted	Antall fisk	Alder (år)				
		0	1	2	3	4
<i>Laks</i>						
Gaula	182 (63)	4,9 (19,0)	45,6 (33,3)	40,7 (33,3)	8,2 (14,4)	0,5 (0,0)
Sokna	87 (34)	39,1 (11,8)	36,8 (50,0)	24,1 (26,4)	0 (11,8)	0 (0,0)
<i>Ørret</i>						
Gaula	126 (26)	71,4 (11,5)	18,3 (23,1)	5,6 (46,2)	4,8 (11,5)	0 (7,7)
Sokna	65 (17)	80,0 (47,0)	18,5 (41,2)	1,5 (11,8)	0 (0,0)	0 (0,0)

4.2 Tetthet

Generelt hadde Sokna mye høyere tettheter av både laks og ørret enn Gaula (**Tabell 2**). Størst forskjell kunne observeres hos yngel av laks som ikke ble registrert på flere av stasjonene i Gaula. Vi fanget ialt 9 laksyngel på de 8 stasjonene i hovedelva, men de bidro ikke til noen målbar tetthet etter Zippins (1958) metode, som ikke gir noe estimat når andre eller tredje fiskeomgang gir flere fisk enn første fiskeomgang. Et minimumsanslag for tettheten av laksyngel på de 8 stasjonene i Gaula, basert på den laksyngelen som ble fanget, blir likevel svært lavt: $0,8 \pm 1,4$ laksyngel pr. 100 m^2 (gjennomsnitt \pm SD).

Sammenlignes resultatene fra 1995 med resultatene fra 1986 i Gaula, er endringen i mengde yngel mest dramatisk. I 1986 var tettheten av laks- og ørretyngel henholdsvis 10,2 og 3,5 individer pr. 100 m^2 . Tettheten av laksyngel var signifikant lavere i 1995 enn i 1986 (t -test; $t_{11} = 2,53$, $P < 0,05$; minimumsanslaget for 1995 var også signifikant lavere enn 1986), mens tettheten av ørretyngel var ikke-signifikant høyere i 1995 enn i 1986 ($t_{15} = 1,32$, $P > 0,2$). For de andre gruppene var det små endringer sammenlignet med tidligere år.

I motsetning til i Gaula syntes tettheten av laksyngel i Sokna å ha økt i 1995 sammenlignet med 1986. Tettheten av ørretyngel i Sokna var også høyere i 1995 enn i 1986.

Tabell 2. Gjennomsnittlige estimerte tettheter (antall pr. $100 \text{ m}^2 \pm$ SD) av laks- og ørretunger på 9 stasjoner i Gaula og Sokna oktober 1995. Tall i parentes angir antall stasjoner som inngår i estimatene. Tall i hakeparentes er fra oktober 1986 (L'Abée-Lund et al. 1987).

Sted	Alder (år)		
	0+	1+	$\geq 2+$
<i>Laks</i>			
Gaula	$0,0 \pm 0,0$ (4) [$10,2 \pm 12,1$ (9)]	$10,3 \pm 15,0$ (6) [$7,1 \pm 5,0$ (7)]	$8,5 \pm 9,1$ (5) [$5,2 \pm 4,8$ (8)]
Sokna	$34,5$ (1) [$5,2$ (1)]	$22,6$ (1)	$21,3$ (1)
<i>Ørret</i>			
Gaula	$9,6 \pm 10,1$ (6) [$3,5 \pm 6,9$ (11)]	$2,9 \pm 3,7$ (4) [$0,5 \pm 1,0$ (8)]	$1,4 \pm 1,6$ (8) [$0,3 \pm 0,5$ (9)]
Sokna	$41,6$ (1) [$22,6$ (1)]	$10,2$ (1) [$12,3$ (1)]*	-

* Dette estimatet inkluderer unger ≥ 1 år.

5 Diskusjon

Tre observasjoner sommeren 1995 ga motivasjonen for denne undersøkelsen: (1) elektrofiske etter 0+ for å bestemme andelen hybrider av laks og ørret i Gaula ga svært lave fangster av laksyngel på tre datoer mellom 3. juli og 9. oktober, til tross for at elektrofisket ble utført nær gytesteder for laks høsten 1994 (Ingvar Korsen, Miljøvernadv., Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, Trondheim, pers. medd.), (2) samme elektrofiske ga store fangster av 0+ laks i Sokna, og (3) et lag med finkornet materiale ble observert oppå elvegrusen på de fleste undersøkte lokalitetene i hovedelva fra Kotsøy og nedover etter storflommen i 1995. Disse observasjonene antydte at rekrutteringen av laksyngel i hovedelva var svak i 1995, og at rekrutteringssvikten ikke gjaldt i sideelva Sokna.

På denne bakgrunn ble det besluttet å gjennomføre et kvantitativt elektrofiske for å undersøke om inntrykket av lav tetthet av laksyngel var riktig. Siden Gaula hadde vært gjenstand for et betydelig arbeid mht. tetthetsberegninger og aldersbestemmelse av laks- og ørretunger i det forutgående tiåret (L'Abée-Lund et al. 1987, Arnekleiv et al. 1989, L'Abée-Lund & Heggberget 1995), fantes det et godt grunnlag for å fastslå hvorvidt storflommen i 1995 hadde påvirket laks- og/eller ørretungene i elva negativt.

Undersøkelsene som er vist her, ga et kvantitativt mål på at tettheten av 0+ laks i Gaula var ekstremt lav i 1995 (og signifikant lavere enn i 1986 på de samme 9 stasjonene), mens tettheten av 0+ aure og av eldre laks- og ørretunger i Gaula ikke var negativt påvirket av flommen. Undersøkelsen ga også et kvantitativt mål på at tettheten av alle aldersgrupper av laks- og ørretunger var høy i Sokna, og tilsynelatende upåvirket av flommen i 1995.

5.1 Flomeffekter på laks og ørret

Eldre laks- og ørretunger (≥ 1 år) så ikke ut til å være negativt påvirket av storflommen i 1995. Dette tyder på at en storflom, med tilhørende stor massetransport, tolereres av laks- og ørretunger over en viss størrelse. Siden 0+ ørret heller ikke så ut til å være negativt påvirket av flommen, og siden vi tror at de kom opp av grusen like før eller under flomtoppen, er det mulig at alle laksefiskunger tåler flommer så sant de er fritt-svømmende. I den regulerte Suldalslågen ser det ut til at 0+ laks og ørret tåler høy vannføring, men at de er utsatt for utspyling dersom det skjer en rask økning i vannføringen like etter at de kommer opp av grusen (Saltveit et al. 1995). Utspylingen i Suldalslågen, som skyldes kunstige vannføringsøkninger, så imidlertid ikke ut til å gjelde mer enn 5-10 % av yngelen.

Vi tror at den negative effekten på 0+ laks i Gaula er forårsaket av sedimentasjon av finkornet materiale oppå elvegrusen før laksyngelen var klar til oppstigning. Denne forklaringsmodellen passer med den beregnede tidfestingen av oppstigningen av laksyngel fra grusen i forhold til den betydelige sedimentasjonen som må ha skjedd like etter flomtoppen (og som kunne observeres senere på sommeren). Denne forklaringen passer også sammen med observasjoner av dødelighet etter sedimentasjon av finkornet materiale oppå gytegroppene i andre vassdrag (Sægrov & Kålås 1994).

Forklaringsmodellen for flomeffektene på 0+ laks og ørret hviler på at vår beregning av oppstigningstidspunkt for laksen og ørreten er korrekt. Dersom begge artene kom opp av grusen før flomtoppen, er det mulig at utspyling under flomtoppen (Saltveit et al. 1995) er en bedre forklaring.

Ørreten har viktige gyteplasser i sideelvene til Gaula (L'Abée-Lund 1991). Derfor kan den gode rekrutteringen av 0+ ørret delvis skyldes at enkelte sideelver ikke var like flombelastet som hovedvassdraget. Vannføringsdata fra Sokna og Bua viser at flommen i 1995 i disse sideelvene var henholdsvis den tredje største og nest største siden 1972-1973 (mens flommen i hovedelva var den største i dette tidsrommet). Det tyder på at forskjeller i flommens størrelse mellom hovedelva og sideelvene neppe kan forklare hele forskjellen i tetthet mellom 0+ laks og 0+ ørret i Gaula og Sokna.

5.2 Menneskeskapte bidrag

Grusgravingen i midtre og nedre deler av Gaula har gjort disse delene enda mer erosjonsutsatt enn elva ellers ville vært. Derfor skulle man forvente at storflommen i 1995 førte til betydelig større sedimentasjon i nedre enn i øvre deler av Gaula (Dahl & Godtland 1995), noe som delvis ble observert under elektrofisket i elva. Videre skulle man forvente at tettheten av laksyngel varierte innad i hovedvassdraget, med høyest tetthet i områdene uten sedimentasjon.

Vi fanget ialt 9 laksyngel i hovedvassdraget. De fleste (4) ble funnet ved Eggafossen (øverst) der det ikke var synlig sedimentasjon, mens tidligere gode (kfr. Arnekleiv et al. 1989) og i 1995 nedslammede laksyngel-lokaliteter på Støren, Hovin, Valdøyen og Kvål ga tilsammen 2 laksyngel. Dette kan tyde på at grusgraving har bidratt til å øke den negative effekten av flommen, men siden den nederste lokaliteten, Melhus, hadde 3 laksyngel, mens den nest øverste, Singsås, hadde ingen, er det for tidlig å si noe definitivt om dette. Til det trengs et bedre mål på variasjonen i tetthet av 1995-årsklassen innad i hovedvassdraget, noe som kan la seg gjøre ved å undersøke tettheten av 1+ laks i 1996.

En mulig alternativ forklaring på at storflommen reduserte tettheten av laksunger i Gaula men ikke i Sokna, kunne være om storflommen ga økte tilførsler av tungmetaller (sink og kobber) til vassdraget. Denne hypotesen kan imidlertid forkastes, da det ikke ble registrert økt forurensning i den lakseførende delen av Gaula i 1995 sammenliknet med 1994 (Tor S. Traaen, NIVA, Oslo, pers. medd.).

5.3 Langsiktige konsekvenser

Kunnskap om rekrutteringssvikt forårsaket av naturlig miljøvariasjon er viktig, fordi den kan gi oss en pekepinn på hvor sårbar en populasjon er for utdøying over lang tid. Teoretiske betraktninger viser at selv store populasjoner kan være truet av «naturkatastrofer» (Mangel & Tier 1994), som alternativt kan betraktes som ekstreme former for «miljøvarians» (Lande 1993). Dette betyr at kortsiktige betraktninger lett kan undervurdere risikoen for utdøying.

Her er vi i første omgang interessert i hvordan laksebestanden i Gaula vil reagere på den dårlige rekrutteringen i 1995. Det er godt mulig at effektene blir små, dersom en tilsvarende «naturkatastrofe» ikke inntreffer de nærmeste årene. For det første har laksen en variabel livshistorie, som gjør at gytebestanden i ett år består av fisk som er født i flere år (Saunders & Schom 1985). For Gaulas vedkommende er det sannsynlig at fem fødselsårsklasser er representert i gytebestanden i ett år (Aspås 1994). I tillegg kommer mindre bidrag fra kjønnsmodne parrhanner, og av få men store laks som har gytt en gang tidligere. Dette betyr at selv total mangel av én fødselsårsklasse aldri vil føre til total svikt i gytebestanden, men at fraværet snarere vil reflekteres i en svak reduksjon av antallet gytefisk i flere påfølgende år. For 1995-årsklassens vedkommende skulle dette medføre en svak reduksjon i årene 1998-2001, med kanskje størst effekt i år 2000 (om vi regner 5 år som den vanligste livslengden fra klekking til gyting).

For det andre er laksens livshistorie delvis en funksjon av betingelsene for vekst og overlevelse i ferskvann. Det er for eksempel mulig at laksungelen som ble klekket i 1996 vil få større overlevelse og bedre vekst (og kanskje også yngre smoltalder) enn de ville hatt dersom 1995-årsklassen var tallrik. For det tredje ligger det også en kompensierende mekanisme for vassdraget som helhet i at laksungelen fra sideelva Sokna hadde høy tetthet i samme år som hovedelva hadde lav. Det er godt mulig at laksens variable livshistorie, samt feilvandring innen og mellom vassdrag, reflekterer tilpasninger til slike sjeldne, lokale naturkatastrofer som rekrutteringssvikten i Gaula er et eksempel på.

Sist, men ikke minst, kan flommen på kortere sikt ha hatt en positiv effekt på overlevelsen til den smolten

som vandret ut fra Gaula i 1995. Forsøk i Gaula og Surna med utsatte laksesmolt har vist at gjenfangstraten øker med økende vannføring ved utsettingen (Hvidsten & Hansen 1988). Forklaringen på dette er sannsynligvis at store vannmengder gir smolten en bedre beskyttelse mot predasjon like etter utsetting. Dette skal i så fall få en positiv effekt på tilbakevandringen av laks i 1996-1998 for laks med sjøalder 1-3 år.

Kunnskap om tidligere storflommer i Gaula, sammenholdt med den offisielle fangststatistikken, kan gi en indikasjon på hvorvidt en storflom har en langsiktig, merkbar effekt på laksebestanden i Gaula. Ved Haga bru er det gjort vannmålinger siden 1908, og flommer på mer enn 1000 m³/s i mai eller juni ble registrert der i årene 1917, 1918, 1934, 1935, 1944, 1967, 1976 og 1981. En rask sjekk av Laksestatistikken (NOS 1970 og senere år) viser ingen konsistent nedgang i fangstene 5 år etter disse flomårene, og gir neppe et grunnlag for å påstå at en storflom i mai-juni gir dårlig fangst 5 år senere. (En formell analyse av en mulig sammenheng mellom storflom og relativ laksefangst er imidlertid ikke gjennomført.) Det kan likevel være verdt å merke seg at tidligere storflommer i Gaula har kommet i påfølgende år (1917-1918 og 1934-1935), eller også i løpet av 1-2 laksegenerasjoner (1934-1944; inklusive den rekordstore augustflommen i 1940). Dette gjør at betraktninger basert på kun ett år kan være misvisende.

5.4 Usikre estimater

Så vidt vi vet er dette **første dokumentasjon** av at en naturlig flom har ført til rekrutteringssvikt i en laksebestand. Det betyr at resultatet er viktig både for basisforskning og for fiskeforvaltningen i Norge. Vi vil imidlertid understreke at det er forbundet med stor usikkerhet å beregne tettheten av laksefisk i aldersgruppe 0+, spesielt fordi fangbarheten til laks- og ørretunger avtar betydelig med størrelsen.

Dette forbeholdet betyr ikke at vi tviler på at det faktisk skjedde en rekrutteringssvikt for laks i Gaula i 1995 (kfr. at elektrofiske nær gyteplassene tidligere på sommeren heller ikke ga mange laksungel til tross for at yngelen var hensikten med dette fisket). Men usikkerheten gjør at vi ikke kan kvantifisere hvor mye tettheten av 0+ laks var redusert i forhold til normal tetthet. Derfor foreslår vi at undersøkelsen i 1995 følges opp med nye tetthetsberegninger i 1996 etter samme mal som i tidligere år. Forventningen er da at rekrutteringssvikten i 1995 skal kunne vises som lav tetthet av 1+ laksunger på de 8 stasjonene i Gaula, og at eventuell variasjon i tettheten av 1+ innad i hovedelva kan gi en nærmere pekepinn på hovedårsaken til rekrutteringssvikten.

6 Konklusjon

Undersøkelsene av laks- og ørretunger i Gaula høsten 1995 viste en betydelig reduksjon i tettheten av laksyngel (aldersgruppe 0+), men ikke av ørretyngel, i forhold til 1986. I eldre aldersgrupper av laks og ørret, og for begge artene i sideelva Sokna, var det mindre (og tildels positive) endringer fra 1986. Årsaken til den dårlige lakserekrutteringen i hovedelva er storflommen i 1995, som har ført til stor dødelighet enten gjennom sedimentasjon på et tidspunkt da laksyngelen skulle stige opp av grusen, eller også ved utspyling av laksyngel fra vassdraget.

Det er forbundet med stor usikkerhet å beregne tettheten av laksefisk i aldersgruppe 0+. Dersom flommen hadde så stor effekt som dataene indikerer, skal dette også gjenspeile seg blant 1-åringene av laks i 1996. En oppfølging av undersøkelsen i 1996 er derfor nødvendig for å ha tilstrekkelig sikkerhet i vår konklusjon om at flommen hadde en dramatisk effekt på laksyngel i Gaula.

7 Litteratur

- Arnekleiv, J.V., L'Abée-Lund, J.H. & Koksвик, J.I. 1989. Forsknings- og referansevassdrag Gaula. Biologi og habitatutnyttelse til laks og ørret i Gaula. - MVU-rapport nr. B62: 1-62.
- Aspås, H. 1994. Livshistorievariabler hos laks, *Salmo salar* L., i Gaula, Sør-Trøndelag fylke. - Cand.scient. avhandling, Zoologisk institutt, Universitetet i Trondheim.
- Bergan, P.I. & Langeng, I. 1990. Flerbruksplan for Gaula. - Sør-Trøndelag fylkeskommune, rapport 31 s.
- Brabrand, Å., Brittain, J.E. & Saltveit, S.J. 1989. Konesjonsbetingede undersøkelser i Dokkavassdraget: bunndyr, tetthet av ørretunger og livssyklusstudier av strømsik, Oppland fylke. - LFI rapport nr. 111: 1-87.
- Bremset, G., Hvidsten, N.A., Heggberget, T.G. & Johnsen, B.O. 1993. Forbedring av oppvekstområder for laksefisk i Gaula. - NINA Forskningsrapport 41: 1-18.
- Bulgurlu, B. 1977. A study of sediment transport in River Gaula. - Dr.ing. avhandling, Institutt for vassbygging, NTH, Trondheim.
- Dahl, T.E. & Godtland, K. 1995. Sedimenttransport i bratte elver. Studie i Gaula i Sør-Trøndelag. - SINTEF NHL (Norsk hydroteknisk laboratorium, Trondheim), Rapport STF60 A95112: 1-49 + 7 bilag.
- Heggberget, T.G. 1988. Reproduction in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aspects of spawning, incubation, early life history and population structure. - Dr.philos. avhandling, Zoologisk institutt, Universitetet i Trondheim.
- Hesthagen, T. & Fjellheim A. 1987. Effects of transferring glacier-fed water to a clear-water mountain river on the population and food organisms of brown trout (*Salmo trutta*) in southern Norway. - Reg. Riv. 1: 161-170.
- Hvidsten, N.A. & Hansen, L.P. 1988. Increased recapture rate of adult Atlantic salmon, *Salmo salar* L., stocked as smolts at high water discharge. - J. Fish Biol. 32: 153-154.
- Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Heggberget, T.G. 1991. Initial feeding time of Atlantic salmon, *Salmo salar*, alevins compared to river flow and water temperature in Norwegian streams. - Environ. Biol. Fish. 30: 379-385.
- L'Abée-Lund, J.H. 1991. Reproductive biology in freshwater fish, brown trout *Salmo trutta* and roach *Rutilus rutilus* in particular. - Dr.philos. avhandling, Zoologisk institutt, Universitetet i Trondheim.
- L'Abée-Lund, J.H. & Heggberget, T.G. 1995. Density of juvenile brown trout and Atlantic salmon in natural and man-made riverine habitats. - Ecol. Freshw. Fish 4: 138-140.

- L'Abée-Lund, J.H., Arnekleiv, J.V. & Heggberget, T.G. 1987. Utbredelse, tetthet, habitatvalg og vekst hos laks- og ørretunger i Gaula i 1986. - Side 99-114 i Forsknings- og referansevassdrag (FORSKREF). Årsrapport 1986. (S.J. Saltveit, red.) MVU rapport B29.
- Lande, R. 1993. Risks of population extinction from demographic and environmental stochasticity and random catastrophes. - Am. Nat. 142: 911-927.
- Mangel, M. & Tier, C. 1994. Four facts every conservation biologist should know about persistence. - Ecology 75: 607-614.
- Museth, J. & Qvenild, T. 1996. Flommen - miljøkonsekvenser. - Fylkesmannen i Hedmark, Miljøvernadv., Rapport nr. 1/96: 1-70.
- NOS. 1970. Laks- og sjøaurefiske i elvane 1876-1968. - Norges Offisielle Statistikk A347. Statistisk Sentralbyrå, Oslo.
- Ottesen, D. 1988. Uttak av sand og grus i Gaula. - NGU-rapport nr. 86.184.
- Saltveit, S.J., Bremnes, T. & Lindås, O.R. 1995. Effect of sudden increase in discharge on newly emerged Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) fry. - Ecol. Freshw. Fish 4: 168-174.
- Saunders, R.L. & Schom, C.B. 1985. Importance of the variation in life history parameters of Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 615-618.
- Sægvog, H. & Kålås, S. 1994. Massetransport og silting i Flåmselva i 1992-93. Effekter på rogn, yngel, ungfisk og botndyr. - Zoologisk institutt, Universitetet i Bergen, Rapport 23 s.
- Traaen, T.S., Arnekleiv, J.V., Iversen, E.R. & Lindstrøm, E.-A. 1995. Overvåking av Gaula, Sør-Trøndelag. Vannkjemiske og biologiske undersøkelser. Årsrapport 1994. - NIVA (Norsk institutt for vannforskning) Overvåkingsrapport 609/95: 1-48.
- Waters, T.F. 1995. Sediment in streams. Sources, biological effects and control. - Am. Fish. Soc. Monogr. 7: 1-251.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. - J. Wildl. Manage. 22: 82-90.

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0725-7

431

**NINA
OPPDRAKS-
MELDING**

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

**NINA
Norsk institutt
for naturforskning**