

Kjetil Hindar

NINA

Jan Henning L'Aée-Lund

NVE

Jo Vegar Arnekleiv

NTNU

Storflommers effekt på laksunger i Gaula



NOTAT

Nr. 9

1999



-ET FORSKNINGSPROGRAM OM FLOM



HYDRA - et forskningsprogram om flom

HYDRA er et forskningsprogram om flom initiert av Norges vassdrags- og energiverk (NVE) i 1995. Programmet har en tidsramme på 3 år, med avslutning medio 1999, og en kostnadsramme på ca. 18 mill. kroner. HYDRA er i hovedsak finansiert av Olje- og energidepartementet.

Arbeidshypotesen til HYDRA er at summen av alle menneskelige påvirkninger i form av arealbruk, reguleringer, forbygningsarbeider m.m. kan ha økt risikoen for flom.

Målgruppen for HYDRA er statlige og kommunale myndigheter, forsikringsbransjen, utdannings- og forskningsinstitusjoner og andre institusjoner. Nedenfor gis en oversikt over fagfelt/tema som blir berørt i HYDRA:

- ◆ Naturgrunnlag og arealbruk
- ◆ Tettsteder
- ◆ Flomdemping, flomvern og flomhandtering
- ◆ Skaderisikoanalyse
- ◆ Miljøvirkninger av flom og flomforebyggende tiltak
- ◆ Databaser og GIS
- ◆ Modellutvikling

Sentrale aktører i HYDRA er; Det norske meteorologiske institutt (DNMI), Glommens og Laagens Brukseierforening (GLB), Jordforsk, Norges geologiske undersøkelse (NGU), Norges Landbrukshøgskole (NLH), Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Norges vassdrags- og energiverk (NVE), Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS), Norsk institutt for vannforskning (NIVA), SINTEF, Stiftelsen for Naturforskning og Kulturminneforskning (NINA/NIKU), Norsk Regnesentral (NR), Direktoratet for naturforvaltning (DN), Østlandsforskning (ØF) og universitetene i Oslo og Bergen.

HYDRA - a research programme on floods

HYDRA is a research programme on floods initiated by the Norwegian Water Resources and Energy Administration (NVE) in 1995. The programme has a time frame of 3 years, terminating in 1999, and with an economic framework of NOK 18 million. HYDRA is largely financed by the Ministry of Petroleum and Energy.

The working hypothesis for HYDRA is that the sum of all human impacts in the form of land use, regulation, flood protection etc., can have increased the risk of floods.

HYDRA is aimed at state and municipal authorities, insurance companies, educational and research institutions, and other organization.

An overview of the scientific content in HYDRA is:

- ◆ Natural resources and land use
- ◆ Urban areas
- ◆ Databases and GIS
- ◆ Risk analysis
- ◆ Flood reduction, flood protection and flood management
- ◆ Environmental consequences of floods and flood prevention measures
- ◆ Modelling

Central institutions in the HYDRA programme are; The Norwegian Meteorological Institute (DNMI), The Glommens and Laagens Water Management Association (GLB), Centre of Soil and Environmental Research (Jordforsk), The Norwegian Geological Survey (NGU), The Agriculture University of Norway (NLH), The Norwegian University of Science and Technology (NTNU), The Norwegian Water and Energy Administration (NVE), The Norwegian Institute of Land Inventory (NIJOS), The Norwegian Institute for Water Research (NIVA), The Foundation for Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology (SINTEF), The Norwegian Institute for Nature and Cultural Heritage Research (NINA/NIKU), Norwegian Computing Center (NR), Directorate for Nature Management (DN), Eastern Norway Research Institute (ØF) and the Universities of Oslo and Bergen.

Sammendrag

Hindar, K., L'Abée-Lund, J.H. & Arnekleiv, J.V. 1999. Storflommers effekt på laksunger i Gaula.

Flommen på forsommeren 1995 og 1997 var uvanlig stor i mange vassdrag. For Gaulas vedkommende var flommen i 1995 den største siden 1944 og flomtoppen nær det dobbelte av normalen. Den høyeste registrerte vannføringen i 1997 var 7% mindre enn den i 1995. I siste halvdel av 1980-tallet var Gaula et forsknings- og referansevassdrag med betydelig aktivitet på studier av ungfisk av laks og ørret. En god beskrivelse av ungfiskbestanden eksisterte derfor i forkant av disse flommene. Dette ga oss muligheten til å undersøke om flommene påvirket ungfiskbestanden av laks og ørret negativt. Ni av tidligere års stasjoner for tetthets- og aldersanalyser ble plukket ut, og et elektrofiske etter laks og ørret ble gjennomført i oktober 1995-1998 og i august 1996-1998.

Tetthetsberegningene viste at 1995-årsklassen av laks i midtre og nedre deler av Gaula var redusert med 60-90% i forhold til gjennomsnittlig årsklassestyrke. I øvre deler av Gaula og i sideelven Sokna var 1995-årsklassen normal eller sterkere enn normalt. Eldre aldersgrupper av laks og ørret så ikke ut til å være negativt påvirket av flommen i 1995. Årsaken til at flommen i 1995 så ut til å slå forskjellig ut i ulike deler av Gaula, og at den virket sterkere på laksyngel enn på ørretyngel, kan være den betydelige sedimentasjonen som skjedde i midtre og nedre deler av Gaula i etterkant av flomtoppen. Beregninger tyder på at laksyngelen på dette tidspunktet fortsatt lå nede i grusen, og at sedimentasjonen forårsaket økt dødelighet. Dette betyr at flommens effekt kan være avhengig av det nøyaktige tidspunktet for flomtoppen, noe som ser ut til å bekreftes av at flommen i 1997, som inntraff en uke senere i juni enn 1995-flommen, ikke ga samme rekrutteringssvikt.

1 Innledning

Flommer er et årvisst 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. Lobón-Cervía (1996) fant ingen negative effekter på rekrutteringen til laks og ørret av en flom som fant sted i gytetiden i en spansk elv, til tross for at vannstanden økte med over 100%. I Saltdalselva fant Jensen og Johnsen (1998) at det var en signifikant negativ sammenheng mellom vårflommens størrelse det året eggene klekket og årsklassestyrke. Dette gjaldt for både ørret og laks.

I 1995 og 1997 var det storflommer i Gaula i Sør-Trøndelag. De var i praksis like store, men flommen i 1997 kom en-to uker senere enn flommen i 1995. Bestanden av ungfisk i Gaula er godt kjent fra årene før denne storflommen. I perioden 1986-1990 ble det årlig innsamlet ungfisk av laks (*Salmo salar*) og ørret (*S. trutta*) 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 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 bunndyrsamfunnet 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 (Sægrov & Kålås 1994). Dette sedimenterte nedover i vassdraget og la seg som et 10 cm tykt lag oppå gytegrøpene 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 tidlig gytte grupene 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 siste halvdel av juni (Arne J. Jensen, NINA, Trondheim, pers. medd.). Dersom dette er riktig, betyr det at ørret yngelen kom opp av grusen like før eller under flomtoppen i 1995, mens laks yngelen kom opp av grusen 2-3 uker etter flomtoppen. På denne bakgrunn forventet vi at storflommen i 1995 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. De første undersøkelsene etter 1995-flommen var i samsvar med disse forventningene (Hindar et al. 1996). Eksistensen av en ny storflom i 1997, men på et noe senere tidspunkt, gjorde det mulig å teste hypotesen ytterligere og da spesifikt på laks. I 1997 forventet vi at flomeffekten skulle være mindre på lakseyngelen som følge av at en andel av yngelen allerede hadde kommet opp av grusen.

På denne bakgrunn var målsettingene med denne undersøkelsen:

- Beregne tetthet av 1995- og 1997-årsklassen i Gaula for ungfisk av laks.
- Sammenligne tettheten av laks etter flommene i 1995 og 1997 med tettheten av tidligere årsklasser av laks.
- Avdekke mulige mekanismer for hvordan storflommer påvirker rekrutteringen av laks.

2 Materiale og metoder

2.1 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, underliggende massene. Hvis dekklaget fjernes, enten ved flom eller ved grusgraving, øker erosjonen av de underliggende, finkornete massene (Dahl & Godtland 1995).

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).

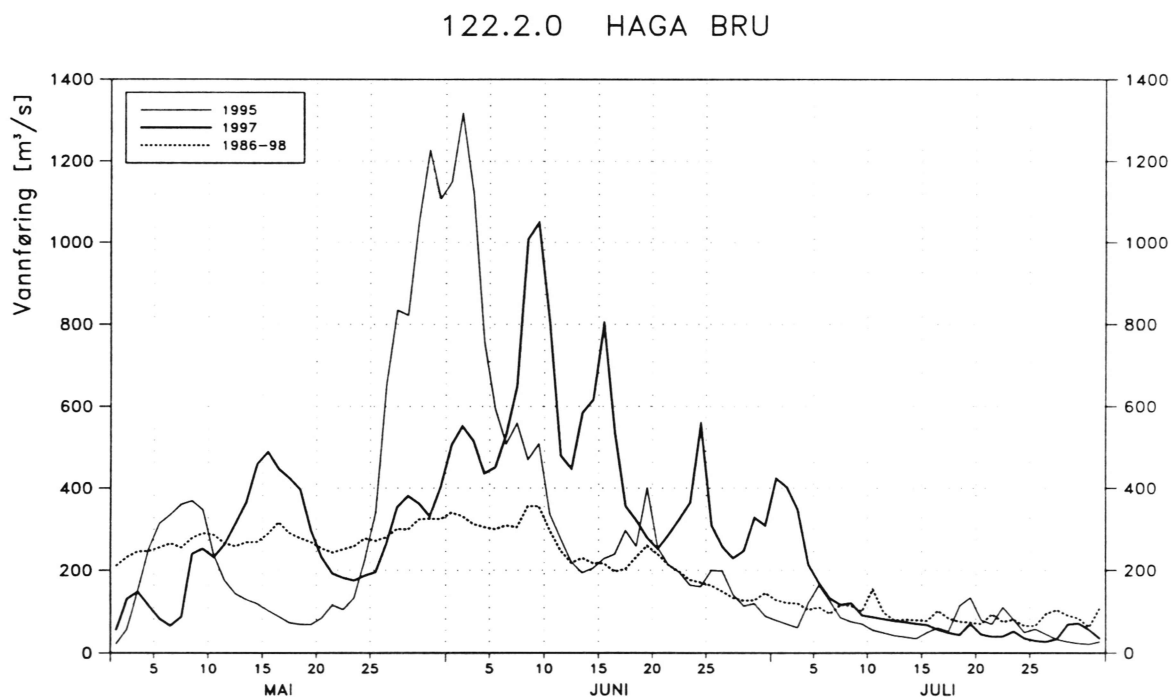
Gaula er vernet mot kraftutbygging. Det er likevel flere menneskeskapte inngrep i vassdraget som kan påvirke rekrutteringen av laks og ørret. Ett av dem er grusgraving, et annet er gruveforurensning i elvas øvre deler. Mellom 1950 og 1985 ble det tatt ut 4 mill. m³ grus fra elvebunnen i Gaula mellom 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 Traaen et al. (1995) med at forurensningssituasjonen på den lakseførende strekningen da var så god at den neppe hadde noen negativ virkning på rekrutteringen.

2.2 Vannføring

Gaula er kjent som en flomelv som går fort opp og ned som følge av liten innsjøandel i nedbørfeltet. 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 med en maksimal vannføring gjennom en time på 1460 m³/s (**Figur 1**), er den største flommen siden 1944 og den fjerde største siden vannmålingene på Haga bru (NVEs målestasjon 122.2.0) begynte i 1908. Høyeste døgnmiddel for denne flommen ble også registrerte den 2. juni og var 1318 m³/s. Den største gjennomsnittlige døgnvannføringen i 1995-flommen er nær 80% mer enn tilsvarende døgnmiddel i de foregående 18 årene (middelverdi 743 m³/s) og 16 ganger så mye som årsmiddelvannføringen i Gaula i den samme perioden.



Figur 1 Døgnlig middelvannføring (m³/s) i mai-juli i Gaula målt ved Haga bro i 1995 (tynn strek), 1997 (tykk strek) og i perioden 1986-1998 (stiplet strek).

Daily mean water discharge (m³/s) during May-July in the River Gaula at Haga bridge in 1995 (thin line), 1997 (solid line) and during the periode 1986-1998 (dotted line).

To år senere, i 1997, var det igjen en storflom i Gaula. I motsetning til flommen i 1995, bestod vårflommen i 1997 av to kraftige flommer (**Figur 1**). Den største hadde en maksimal vannføring gjennom en time på 1358 m³/s, og høyeste døgnmiddel på 1048 m³/s. Disse verdiene ble registrert den 9. juni, en uke senere enn flommen i 1995. I tillegg ble en maksimal timesvannføring registrert den 15. juni på 1082 m³/s.

I de årene der det tidligere er gjort bestandsanalyser av laks- og ørretunger (1985-1991), lå høyeste gjennomsnittlige døgnvannføring i mai-juni på mellom 518 og 868 m³/s med et gjennomsnitt på 672 m³/s.

Mengden partikler som Gaula transporterer ved ulike vannføringer, er beregnet av Bulgurlu (1977, referert i Dahl & Godtland 1995). 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.

2.3 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. I 1998 ble en stasjon ved Udduvoll, som er rett oppstrøms munningsområdet, også inkludert i analysene.

Ungfisk av laks ble innsamlet med elektrisk fiskeapparat i oktober 1995 og i august og oktober 1996, 1997 og 1998 (samme måneder som i tidligere undersøkelser). Hver stasjon ble avfisket tre ganger med ½ times mellomrom, og tetthet av de ulike aldersgrupper av laks ble estimert med Zippins (1958) metode. Størrelsen på elfiskestasjonene varierte mellom 75 og 250 m². Et fotografi ble tatt på alle elektrofiskestasjonene for å vise typisk bunnsubstrat på lokaliteten.

2.4 Behandling av materialet

All fanget fisk ble tatt inn til lengdemåling, aldersbestemmelse og bestemmelse av kjønn og stadium. I tillegg ble yngelen undersøkt genetisk for å bekrefte artsbestemmelsen. I alt ble det fanget 269 laksunger i 1995, 1624 i 1996, 895 i 1997 og 938 i 1998.

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). Videre er hovedelva delt inn i områdene Eggafossen-Singsås (øverst på lakseførende strekning, heretter kalt «Singsås»), Rognes-Valdøyen (midtre del, kalt «Støren») og Kvål-Udduvoll (nedre del, kalt «Melhus»). Denne presentasjonsformen muliggjør sammenligning med tidligere år, da disse strekningene i enkelte år kun var representert med elektrofiskelokaliteter på Singsås, Støren og Melhus.

3 Resultater

3.1 Bestandssammensetning etter 1995-flommen

Tre observasjoner sommeren 1995 ga motivasjon for denne undersøkelsen: (1) elektrofiske etter yngel (aldersgruppe 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. Disse observasjonene antydte at rekrutteringen av laksyngel i hovedelva var svak i 1995, at rekrutteringssvikten ikke gjaldt i sideelva Sokna, og at bunnforholdene i midtre og nedre deler av hovedelva var uvanlige etter flommen i 1995.

På denne bakgrunn gjennomførte vi et kvantitativt elektrofiske 17.-19. oktober 1995 for å undersøke bestandssammensetning og tetthet av laks- og ørretunger i Gaula og sideelva Sokna. Sammenlignet med oktober 1986, da de samme 9 lokalitetene ble undersøkt (L'Abée-Lund et al. 1987), var andelen 0+ blant laksungene lavere i Gaula (5% i 1995 vs. 19% i 1986; Fishers eksakte test, $P = 0,0014$) og høyere i Sokna (39% vs. 12%, $P = 0,0052$). Andelen 0+ blant ørretunger var høyere både i Gaula (71% i 1995 vs. 12% i 1986, $P = 0,0000$) og i Sokna (80% vs. 47%, $P = 0,0120$). Eldre laks- og ørretunger var godt representert både i Gaula og i Sokna (Hindar et al. 1996). Det ble derfor sannsynliggjort at rekrutteringen av laks i hovedelva kunne være skadelidende etter 1995-flommen.

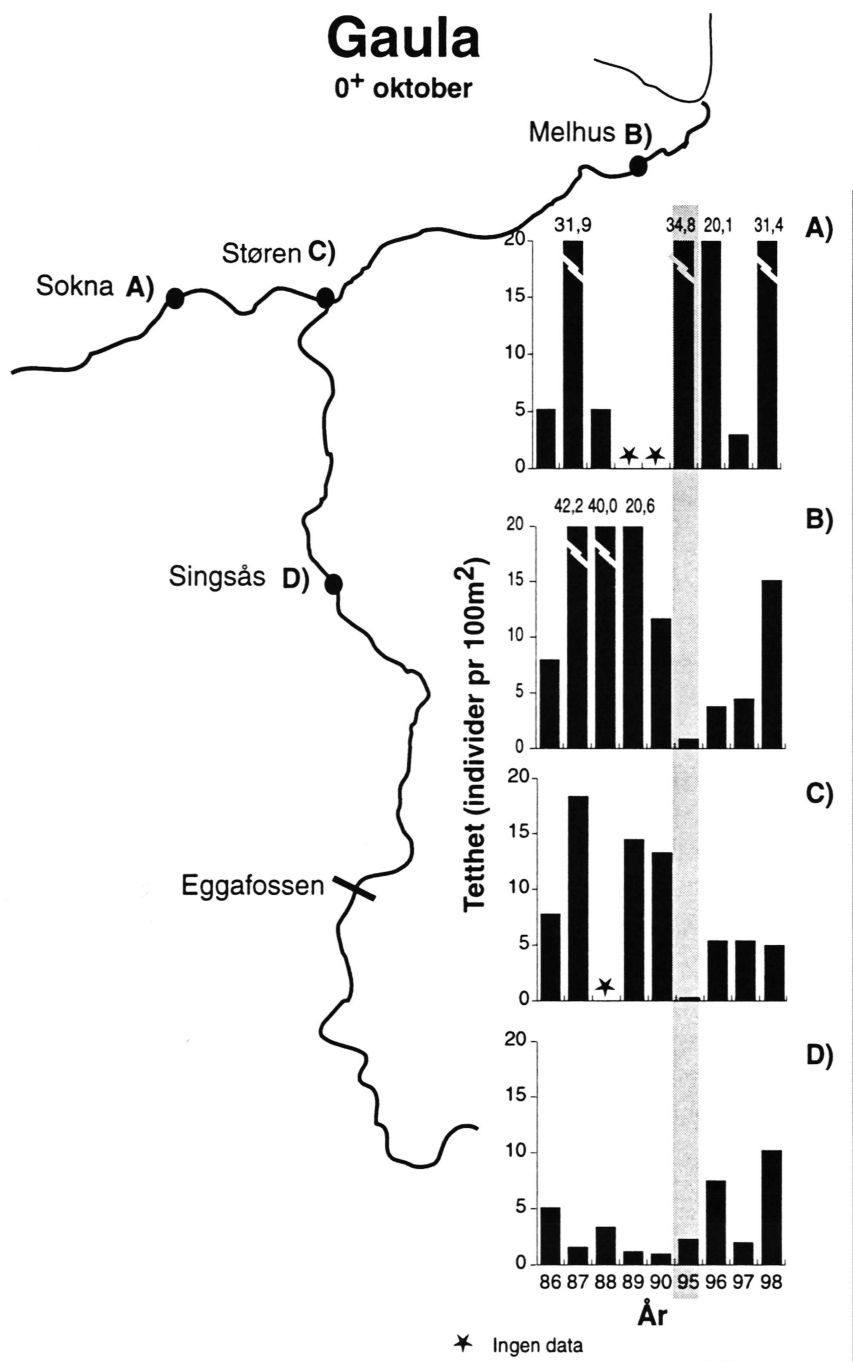
3.2 Tetthet av 1995-årsklassen av laks

Tettheten av 1995-årsklassen av laks kan sammenlignes med inntil åtte andre årsklasser av laks i Gaula. En sammenligning av oktober-tetthetene av aldersgruppe 0+ viser at 1995-årsklassen er den svakeste som noensinne er registrert på nedre (B, Melhus) og midtre (C, Støren) deler av hovedelva (**Figur 2**). Mens vanlig tetthet av aldersgruppe 0+ på disse strekningene i oktober er 5-20 laksyngel pr 100 m², var tettheten på begge strekninger mindre enn 1 laksyngel pr 100 m² i oktober 1995. Øverst i hovedelva (D, Singsås) var tettheten av aldersgruppe 0+ i oktober 1995 lav, men ikke vesentlig lavere enn det som er vanlige tettheter på denne strekningen. I sideelva Sokna (A) var tettheten av aldersgruppe 0+ i 1995 den høyeste som er registrert ved oktober-målingene på denne lokaliteten.

Det er forbundet med stor usikkerhet å beregne tettheten av laksefisk i aldersgruppe 0+. Dette skyldes bl.a. at yngel har lav fangbarhet og at de ikke sprer seg langt fra gyte plassene i løpet av første vekstsesong. Den estimerte fangbarheten varierte mellom -0,07 og 1,0 (gjennomsnitt 0,49) og viser i hvor stor grad ytre forhold kan innvirke på tetthetsberegningene av årsyngel. Vi har derfor fulgt opp tetthetsberegningene av 1995-årsklassen når denne var i aldersgruppe 1+ (dvs. i 1996), både i august og i oktober. Basert på resultatene fra oktober 1995 forventet vi å finne lav tetthet av aldersgruppe 1+ i 1996 på hovedelvas nedre (B) og midtre deler (C), og kan hende også på hovedelvas øvre del (D).

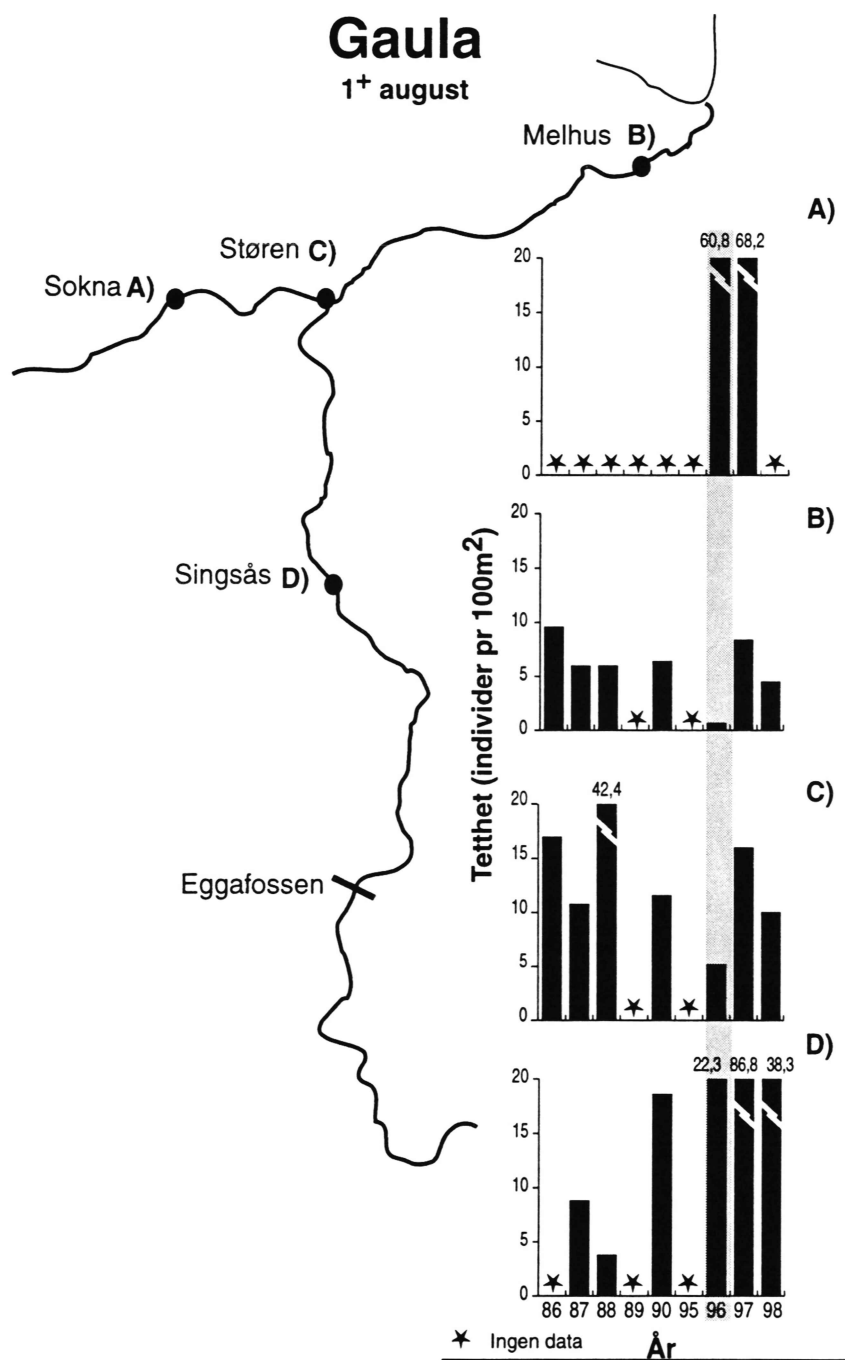
I august 1996 var tettheten av aldersgruppe 1+ den laveste som noensinne er registrert, både på de nedre (B) og midtre (C) deler av hovedelva (**Figur 3**). I hovedelvas øvre del (D) var

derimot tettheten av aldersgruppe 1+ høy. Tilsvarende resultat ble funnet ved sammenligning av aldersgruppe 1+ i oktober (**Figur 4**). På de midtre delene av hovedelva (C), var imidlertid 1995-årsklassen ikke lenger den svakeste. Sideelva Sokna hadde som forventet, høy tetthet av 1995-årsklassen ved tetthetsberegningene av laksunger i aldersgruppe 1+.



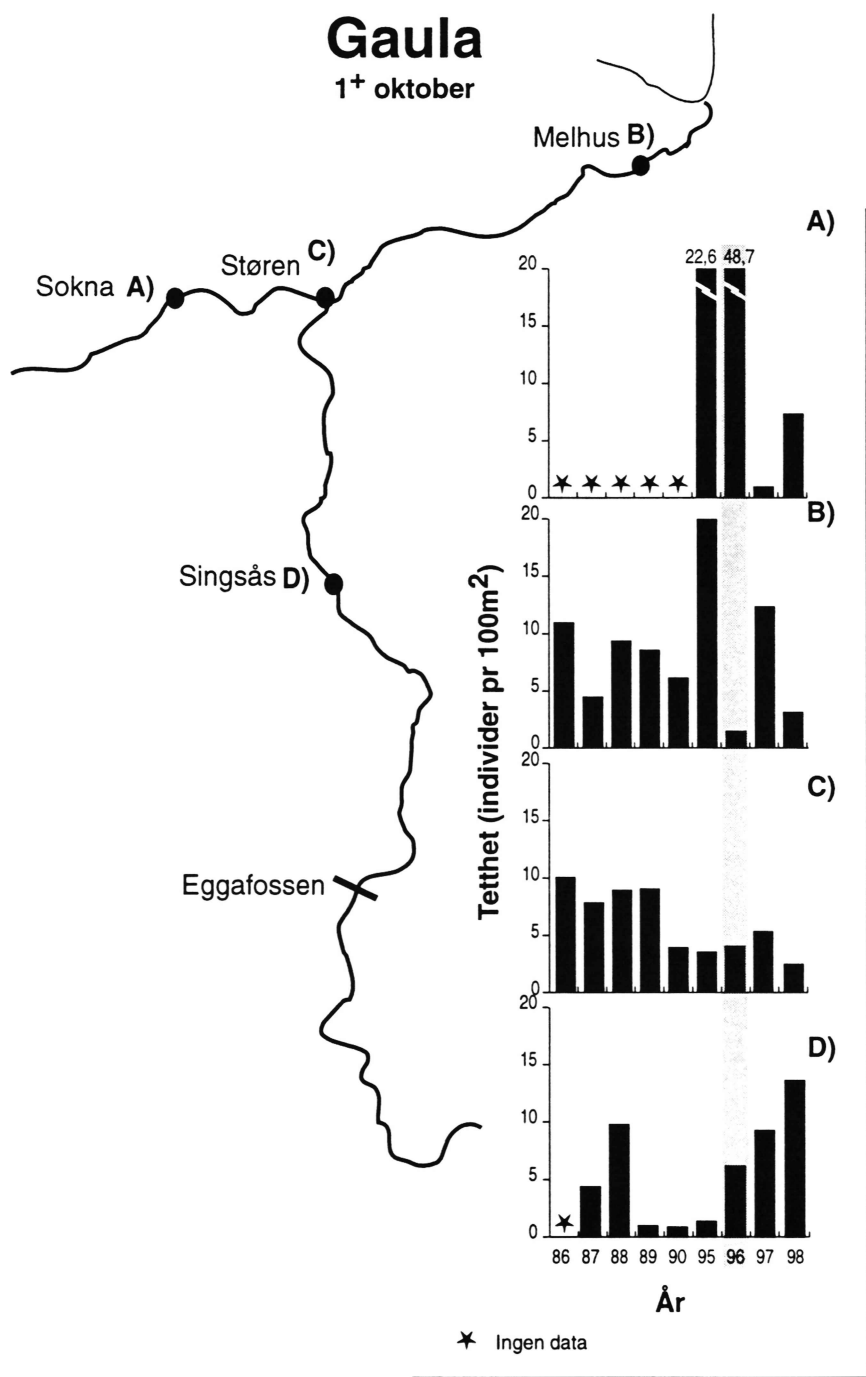
Figur 2 Tetthet (antall pr 100 m²) av laksunger i aldersgruppe 0+ i Gaula i oktober 1986-1990 og 1995-1998. Årsklasse 1995 er fremhevet.

Density (numbers per 100 m²) of Atlantic salmon juveniles age 0+ in the River Gaula in October 1986-1990 and 1995-1998. The 1995 year class is highlighted.



Figur 3 Tetthet (antall pr 100 m²) av laksunger i aldersgruppe 1+ i Gaula i august 1986-1990 og 1995-1998. Årsklasse 1995 er fremhevet.

Density (numbers per 100 m²) of Atlantic salmon juveniles age 1+ in the River Gaula in August 1986-1990 and 1995-1998. The 1995 year class is highlighted. De tre figurene gir et



Figur 4 Tetthet (antall pr 100 m²) av laksunger i aldersgruppe 1+ i Gaula i oktober 1986-1990 og 1995-1998. Årsklasse 1995 er fremhevet.

Density (numbers per 100 m²) of Atlantic salmon juveniles age 1+ in the River Gaula in October 1986-1990 and 1995-1998. The 1995 year class is highlighted.

De tre figurene gir et forholdsvis entydig bilde av at 1995-årsklassen av laks i Gaula var meget svak i de midtre og nedre delene av hovedelva, og normal eller også forholdsvis sterk i hovedelvas øvre deler og i sideelva Sokna. I forhold til gjennomsnittlig tetthet i Gaula ved tilsvarende alder og årstid (dvs. aldersgruppe 0+ i oktober og aldersgruppe 1+ i august og

oktober), kan vi beregne at 1995-årsklassen ble redusert med henholdsvis 90% og 60% i nedre og midtre deler av hovedelva. I øvre deler av hovedelva var tettheten av 1995-årsklassen nær den gjennomsnittlige, mens den var over det dobbelte av gjennomsnittet i Sokna.

3.3 Tettheten av 1997-årsklassen av laks

Vårflommen i 1997 var også svært høy, og nesten på samme nivå som i 1995. Kulminasjonen skjedde imidlertid to uker senere. Om det er forholdene som råder når lakseyngelen kommer opp av grusen som bestemmer årsklassestyrken, skulle vi forvente at 1997-årsklassen ble mindre påvirket enn 1995-årsklassen. Resultatene synes til en viss grad å bekrefte denne antagelsen.

I oktober 1997 var tettheten av 0+ blant de laveste som er registrert på de nedre strekningene (B), men mer lik gjennomsnittet på de midtre (C) og øvre (D) delene (**Figur 2**). Tettheten i Sokna (A) var imidlertid den laveste registrerte noen gang.

Disse trendene kunne også observeres ved registreringene av 1+ i august året etter (1998) (**Figur 3**). Lavest tetthet ble registrert lengst ned (B) og høyeste tetthet lengst opp (D) i vassdraget. Denne fordelingen ble i stor grad opprettholdt i oktober samme høst, selv om forskjellen mellom nedre og midtre deler nå var mindre uttalt (**Figur 4**). Tettheten av 1+ i Sokna i oktober 1998 var bemerkelsesverdig lav, og støtter opp under observasjonen gjort høsten før på 0+.

4 Diskusjon

Ungfiskbestanden av laks og ørret i Gaula har vært gjenstand for et betydelig arbeid mht. tetthetsberegninger og aldersbestemmelse siden midten av 1980-tallet (L'Abée-Lund et al. 1987; Arnekleiv et al. 1989; L'Abée-Lund & Heggberget 1995). Det fantes derfor et godt grunnlag for å fastslå hvorvidt storflommene i 1995 og 1997 påvirket laks- og/eller ørretungene i elva negativt.

Undersøkelsene som er vist her, gir et kvantitativt mål på at 1995-årsklassen av laks i Gaula var sterkt redusert i midtre og nedre deler av hovedelva, mens eldre laksunger i Gaula ikke var negativt påvirket av flommen. Undersøkelsen viste også at tettheten av 1995-årsklassen av laks var høy i sideelva Sokna, og at den var nær det normale i øvre deler av hovedelva.

Våre undersøkelser viste også at vårflommen i 1995 og 1997 påvirket i ulik grad rekrutteringen av laks. Flommen i 1997 som var nesten like stor som i 1995, men som kom en til to uker senere, hadde en mindre dramatisk effekt på rekrutteringen.

4.1 Flomeffekter på laks

Eldre laksunger (≥ 1 år) så ikke ut til å være negativt påvirket av storflommene. Tidligere undersøkelser indikerte at også eldre ørretunger ikke var negativt påvirket av storflommen i 1995 (Hindar et al. 1996). 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 (Hindar et al. 1996), 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. Erfaringene fra 1997-flommen støtter opp om denne antagelsen, siden effekten av denne flommen på lakseyngel var mindre uttalt.

Våre resultater er tilsynelatende ikke helt i overensstemmelse med resultater fra Saltdalselva (Jensen og Johnsen 1998). Gjennom en 22-års periode kunne de dokumentere at årsklassestyrken til laks (og ørret) var negativt korrelert med vårflommens størrelse i det året eggene klekket. I motsetning til oss kunne de ikke dokumentere at storflommer hadde noen ytterligere effekt på årsklassestyrken av laks. Dette kan skyldes at storflommer i dette vassdraget ikke eller sjeldent har vært sammenfallende i tid med når laksyngelen kommer opp av grusen. Lakseyngelen i Saltdalselva antar man kommer opp av grusen i første halvdel av juli (Jensen og Johnsen 1998), og i denne perioden er det kun i 1982 og 1993 blant de undersøkte årene at vannføringen har vært på sitt høyeste med henholdsvis 103 og 197 m³/s. Basert på at gjennomsnittlig maksimal vårvannføring i Saltdalselva var 130 m³/s i perioden 1976-1997 (NVEs målestasjon 163.5.0), er det kun 1993-flommen som har tilsvarende relevans for ungfishbestanden som de to flommene i Gaula. Ut fra dataene til Jensen og Johnsen (1998) hadde denne en markert effekt på årsklassen som klekket i 1993 og som ble registrert først i fangstene året etter. Denne årsklassen har den laveste tettheten i hele datamaterialet. Det er derfor mulig at resultatene fra Saltdalselva og Gaula ikke står i motsetning til hverandre.

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.

Den negative effekten på 0+ laks i Gaula i 1995 kan være forårsaket av sedimentasjon av finkornet materiale oppå elvegrusen før laksyngelen var klar til oppstigning. Denne forklaringsmodellen passer med den beregnete 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 i midtre og nedre deler av hovedelva, men ikke i de øvre delene). Denne forklaringen passer også sammen med observasjoner av dødelighet etter sedimentasjon av finkornet materiale oppå gytegrøpene i andre vassdrag (Sægrov & Kålås 1994). Sedimentasjon kan forårsake dødelighet på flere måter, for eksempel gjennom kvelning av rogn og yngel eller også gjennom problemer for yngelen med å grave seg opp gjennom sedimentasjonslaget (Crisp 1993; Waters 1995). Våre undersøkelser kan imidlertid ikke skille mellom disse mekanismene.

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.

4.2 Menneskeskapte bidrag

Grusgravingen i midtre og nedre deler av Gaula har gjort disse delene mer erosjonsutsatt enn elva ellers ville vært. Derfor skulle man forvente at storflommene i 1995 og 1997 førte til betydelig større sedimentasjon i nedre enn i øvre deler av Gaula (Dahl & Godtland 1995), noe som ble observert under elektrofisket i elva. Videre skulle man forvente at tettheten av laksyngel varierte innad i hovedvassdraget, med høyest tetthet i områdene uten nevneverdig sedimentasjon. Dette så ut til å være tilfellet i vårt materiale, siden 1995- og 1997-årsklassene hadde normal tetthet i de øvre delene av hovedelva.

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 sammenlignet med 1994 (Tor S. Traaen, NIVA, Oslo, pers. medd.). Om hypotesen var riktig skulle man også forvente størst effekt øverst i vassdraget pga fortynningseffekt nedover. Det var snarere det motsatte vi observerte.

4.3 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 utdøing 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 tilfeldig miljøvariasjon (Lande 1993). Dette betyr at kortsiktige betraktninger lett kan undervurdere risikoen for utdøing.

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 parr-hanner, 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). Fangstopplysninger om smålaks i 1999 indikerer ikke at 1995-årsklassen atskiller seg fra nærliggende år (Ingvar Korsen, Miljøvernadv., Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, pers. medd.), men andre faktorer som forhold i havet kan ha modifisert effekten.

For det andre er laksens livshistorie delvis en funksjon av betingelsene for vekst og overlevelse i ferskvann. Det er for eksempel mulig at laksyngelen som klekket i 1996 hadde 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 kompenserende mekanisme for vassdraget som helhet i at laksyngelen 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.

På kortere sikt kan flommen 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 gjenfangstprosenten 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 skulle i så fall gi en positiv effekt på tilbakevandringen av laks i 1996-1998 for laks med sjøalder 1-3 år, men lave fangsttall i Gaula både i 1996 og 1997 tyder ikke på noen dokumenterbar, positiv effekt av flommen.

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. 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.

5 Konklusjon

Så vidt vi vet er dette første dokumentasjon på 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. Undersøkelsene våre gir grunnlag for følgende konklusjoner:

- Storflommen forsommeren 1995 reduserte tettheten av laksyngel (aldersgruppe 0+) i deler av Gaula i Sør-Trøndelag.
- I midtre (Støren) og nedre deler av Gaula (Melhus) er tettheten av 1995-årsklassen redusert med 60-90% i forhold til sammenliknbare årsklasser.
- I øvre deler (Singsås) av Gaula og i sideelva Sokna er 1995-årsklassen normal eller sterk.
- Eldre aldersgrupper av laks og alle aldersgrupper av ørret ble i liten grad påvirket av 1995-flommen.
- Årsaken til den dårlige lakserekutteringen i hovedelva under storflommen i 1995, kan være stor dødelighet pga. sedimentasjon på et tidspunkt da laksyngelen skulle stige opp av grusen.
- Grusgraving i midtre og nedre deler av Gaula kan ha forsterket effekten av storflommen på laksens rekruttering.

Takksigelser

Vi takker Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Direktoratet for naturforvaltning (DN), som begge har finansiert deler av denne undersøkelsen. Videre takker vi Per Ivar Møkkelgjerd, Jan Gunnar Jensås, Hans Mack Berger, June Breistein, Gunnel Østborg og Lars Rønning for feltarbeid, Torveig Balstad, Claus Jensen og Randi Saksgård for prøvetaking av fisken, og Klemet Godtland, Tor Einar Dahl, 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.

6 Litteratur

Arnekleiv, J.V., L'Abée-Lund, J.H. & Koksvik, 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. Konsesjonsbetingede 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.

Crisp, D.T. 1993. The ability of U.K. salmonid alevins to emerge through a sand layer. J. Fish Biol. 43: 656-658.

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.

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.

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. 1998. Vårflommens størrelse og tetthet av laks- og ørretunger i Saltdalselva. Side 62-71 i Virkning av flom på vannlevende organismer. (Å. Brabrand, red.) Hydra rapport Mi02.

Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Heggberget, T.G. 1990. 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.

Lobón-Cervía, J. 1996. Response of a stream fish assemblage to a severe spate in Northern Spain. Trans. Am. Fish. Soc. 125: 913-919.

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.

Sægrov, H. & Kålås, S. 1994. Massetransport og silting i Flåmselva i 1992-93. Effektar 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.

UTGITTE NOTAT I HYDRA-SERIEN

- 1/97 **Metoder for kvantifisering av hydrologiske prognosefelts representativitet.**
Kai Fjelstad, NLH (diplomarbeid).
- 2/97 **Effekter av flomsikringstiltak. En gjennomgang av litteraturen.**
Magne Wathne, SINTEF.
- 3/97 **Virkningen av lokal overvannsdiskonering på tettstedsflommer.**
Dag Rogstad og Bjørn Vestheim, NLH (hovedoppgave).
- 4/97 **Forslag til kravspesifikasjon av vassdragsmodell.**
Lars A. Roald, NVE.
- 5/97 **A note on floods in high latitude countries.**
Lars A. Roald, NVE.
- 6/97 **Climate change and floods.**
Nils Roar Sælthun, NIVA.
- 7/97 **Flomdemping i Gudbrandsdalslågen. Programstruktur og systembeskrivelse.**
Magne Wathne og Knut Alfredsen, SINTEF.
- 8/97 **Klima, arealbruk og flommer i perspektiv.**
Arnor Njøs, Jordforsk.
- 9/97 **Flood forecasting in practice.**
Dan Lundquist, GLB.
- 1/98 **Bruk av ensembleprognoser til estimering av usikkerhet i lokale nedbørprognoser.**
Marit Helene Jensen, DNMI.
- 2/98 **LANDSKAP OG ESTETIKK –et kulturelt perspektiv.**
Oddrun Sæter, Byggforsk.
- 3/98 **Betydning av vårflommens størrelse for tetthet av laks- og ørretunger i Saltdalselva.**
Arne J. Jensen og Bjørn Ove Johnsen, NINA.
- 4/98 **Pure Model Error of the HBV-model.**
Øyvind Langsrud, Arnaldo Frigessi and Gudmund Høst, Norwegian Computing Center
(Norsk Regnesentral)
- 5/98 **Analyse av effekter av urbanisering og avrenningsutjevnenende tiltak i Svebestadfeltet – Sandnes kommune.**
Jadranka Milina, SINTEF.
- 6/98 **Virkning av urbanisering på avrenningsforhold i Storånavassdraget.**
Jadranka Milina, SINTEF.
- 7/98 **Metodebeskrivelse for flomsoneanalyse med eksempler fra Flisa og Kirkenær.**
Søren Elkjær Kristensen og Astrid Voksø, NVE.
- 8/98 **Statistical Forecasting of Precipitation Conditional on Numerical Weather Prediction Models.**
John Bjørnar Bremnes, DNMI
- 9/98 **1995-flommens volum, stigningstid og varighet i Gudbrandsdalslågen.**
Jan Ove Söderholm (Hovedfagsoppgave ved Geografisk Institutt, Universitetet i Oslo, våren 1998).

- 10/98 Vårflommer i Glomma. Modellering av maksimalvannføringen på bakgrunn av volum og flomhydrogrammets form.**
Grete Orderud Solberg (Hovedfagsoppgave ved Geografisk Institutt, Universitetet i Oslo, våren 1998).
- 11/98 Flomvolum Østlandet våren 1995. Frekvens og regional fordeling.**
Grete Orderud Solberg og Kjell Nordseth. Geografisk Institutt, Universitetet i Oslo.
- 12/98 A Statistical Model for the Uncertainty in Meteorological Forecasts, with Applications to the Knappom and Røykenes Catchments.**
Turid Follestad og Gudmund Høst. Norwegian Computing Center (Norsk Regnesentral)
- 13/98 Precipitation estimation using satellite remote sensing.**
Øystein Godøy, Det norske meteorologiske institutt.
- 14/98 High Resolution Precipitation Forecasting with Initial and Boundary Conditions from Ensemble Forecasts.**
Viel Ødegaard, Det norske meteorologiske institutt.
- 1/99 Døgnarealnedbør for flomvarslings.**
Ole Einar Tveito, Det norske meteorologiske institutt.
- 2/99 Quantifying uncertainty in HBV runoff forecasts by stochastic simulations.**
Øyvind Langsrud, Gudmund Høst, Turid Follestad, Arnaldo Frigessi og David Hirst, Norsk Regnesentral.
- 3/99 Kvantifisering av usikkerhet i meteorologiske og hydrologiske prognoser.**
Thomas Skaugen, Norges vassdrags- og energidirektorat.
- 4/99 The Effect of Peatland Drainage and Afforestation on Runoff Generation. Consequences on Floods in River Glomma.**
Bjørn Kløve, Jordforsk.
- 5/99 Effekter av flomverk på flomforløpet.**
Ingjerd Haddeland og Øyvind A. Høydal, NVE
- 6/99 Effekter av senkingstiltak på flomforløpet.**
Inger Karin Engen, Øyvind Høydal, Øystein Nøtsund og Eirik Traae, NVE
- 7/99 Nødoverløp på flomverk**
Morten Skoglund og Einar Tesaker, SINTEF
Eirik Traae, NVE
- 8/99 Hydrodynamisk modell for Glomma mellom Kongsvinger og Øyeren**
Ingjerd Haddeland og Bjarne Krokli, NVE
- 9/99 Storflommers effekt på laksunger i Gaula**
Kjetil Hindar (NINA), Jan Henning L'Abée-Lund (NVE) og Jo Vegar Arnekleiv (NTNU)



Kontaktpersoner

formann i styringsgruppen: Ola Skauge

Tlf. 73 58 05 00

E-post: ola.skauge@dirnat.no

programleder: Arnor Njøs

Jordforsk

Tlf. 64 94 81 70 (Jordforsk)

Tlf. 22 95 90 98 (NVE)

E-post: arnor.njos@jordforsk.nlh.no

E-post: xarn@nve.no.

naturgrunnlag og arealbruk: Arne Grønlund

Jordforsk

Tlf. 64 94 81 09

E-post: arne.gronlund@jordforsk.nlh.no

Noralf Rye

Universitetet i Bergen

Tlf. 55 58 34 98

E-post: noralf.rye@geol.uib.no

tettsteder: Oddvar Lindholm

Norges Landbrukshøgskole

Tlf. 64 94 87 08

E-post: oddvar.lindholm@itf.nlh.no

flomdemping, flomvern

og flomhandtering: Dan Lundquist

Glommens og Laagens

Brukseierforening

Tlf. 22 54 96 00

E-post: danlund@sn.no

skaderisikoanalyse: Nils Roar Sælothun

Norsk institutt for vannforskning

Tlf. 22 18 51 21

E-post: nils.saelthun@niva.no

miljøvirkninger av flom og

flomforebyggende tiltak: Ollianne Eikenæs

Norges vassdrags- og energidirektorat

Tlf. 22 95 92 24

E-post: oli@nve.no

databaser og GIS: Lars Andreas Roald

Norges vassdrags- og energidirektorat

Tlf. 22 95 92 40

E-post: lars.roald@nve.no

modellarbeid: Ånund Killingtveit

Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet

Tlf. 73 59 47 47

E-post: aanund.killingtveit@bygg.ntnu.no

programadministrasjon: Ollianne Eikenæs

Norges vassdrags- og energidirektorat

Tlf. 22 95 92 24

E-post: oli@nve.no

Hjemmeside: <http://www.nve.no>

Per Einar Faugli

Norges vassdrags- og energidirektorat

Tlf. 22 95 90 85

E-post: pef@nve.no