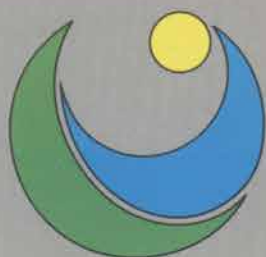


041

# Forbedring av oppvekstområder for laksefisk i Gaula

forskningsrapport

Gunnbjørn Bremset  
Nils Arne Hvidsten  
Tor G. Heggberget  
Bjørn Ove Johnsen



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

# Forbedring av oppvekstområder for laksefisk i Gaula

Gunnbjørn Bremset  
Nils Arne Hvidsten  
Tor G. Heggberget  
Bjørn Ove Johnsen

## NINAs publikasjoner

NINA utgir seks ulike faste publikasjoner:

### NINA Forskningsrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, i den hensikt å spre forskningsresultater fra institusjonen til et større publikum. Forskningsrapporter utgis som et alternativ til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

### NINA Utredning

Serien omfatter problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, litteraturstudier, sammenstilling av andres materiale og annet som ikke primært er et resultat av NINAs egen forskningsaktivitet.

### NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. Opplaget er begrenset.

### NINA Temahefter

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

### NINA Fakta-ark

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

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

Bremset, G., Hvidsten, N.A., Heggberget, T.G. og Johnsen, B.O. 1993. Forbedring av oppvekstområder for laksefisk i Gaula. - NINA Forskningsrapport 41: 1-18.

Trondheim april 1993

ISSN 0802-3093

ISBN 82-426-82-426-0353-7

Forvaltningsområde:

Norsk: Fiskeøkologi

Engelsk: Fish ecology

Rettighetshaver ©:

NINA Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Tor G. Heggberget

NINA, Trondheim

Design og layout:

Eva M. Schjetne, Kari Sivertsen

Tegnekontoret NINA

Sats: NINA

Trykk: Strindheim Trykkeri AL

Opplag: 300

Trykt på klorfritt papir

Kontaktadresse:

NINA

Tungasletta 2

7005 Trondheim

Tel: 07 58 05 00

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 3371

Ansvarlig sign:

Tor G. Heggberget

Oppdragsgiver:

NTNF

BBV-programmet

## Referat

Bremset, G., Hvidsten, N.A., Heggberget, T.G. og Johnsen, B.O. 1993. Forbedring av oppvekstområder for laksefisk i Gaula. - NINA Forskningsrapport 41: 1-18.

Effektene av habitatforbedrende tiltak (utlegging av stor stein) ble undersøkt i et område av Gaula der omfattende uttak av grus fra elvebunnen ble foretatt på åttitallet. Tettheten av ungfisk av laks og aure var 5-10 ganger høyere på steinsettingene enn i områder som var urestaurert etter grusgraving. Forskjellene i tetthet var spesielt stor for de to eldste aldersgruppene. Generelt var fisketettheten størst i steinsettingene med høy vannføring, og fisketettheten var i snitt om lag dobbelt så høy i de strieste områdene som i de mer sentflytende områdene. Merkeforsøk indikerte en stor utveksling av fiskeunger på steinsettingene, og utvekslingen syntes å øke med økende vannhastighet. Etter flom ble steinsettingene neddauret av løsmasser, og fisketettheten avtok etter nedauring. Et forsøk med å legge steinene i rekker langs strømrretningen i stedet for å plassere steinene vilkårlig, syntes å gi en mindre grad av nedauring og dermed mindre nedgang i fisketetthet. Fisketettheten i denne typen steinsettinger var om lag dobbelt så høy som i de opprinnelige steinsettingene.

Emneord: Grusgraving - habitatforbedring - steinsetting - fisketetthet

Gunnbjørn Bremset, Nils Arne Hvidsten, Tor G. Heggberget og Bjørn Ove Johnsen, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

## Abstract

Bremset, G., Hvidsten, N.A., Heggberget, T.G. og Johnsen, B.O. 1993. Habitat restoration of nursery areas for presmolt salmonids. - NINA Forskningsrapport 41: 1-18.

In a section of River Gaula, Central Norway, with former removal of substrate from the river bottom, the river bed was covered by large stones. Mean densities of presmolt Atlantic salmon and brown trout in the habitat-improved locations were 5-10 times higher than in corresponding, unimproved areas. The differences between the improved and the unimproved locations were particularly large for older presmolts. Differences in densities of presmolt salmonids were also observed between different habitat-improved locations, with twice as high densities at the lower, rapid-flowing locations as at the upper, slow-flowing locations. Marking experiments indicated a high rate of migration to and from the habitat-improved locations, and the migration rate was highest in the rapid-flowing locations. Due to clogging of the substrate spaces, the densities of fish decreased after floods. A modified experiment where stones were placed in rows along the current direction yielded less clogging, thus achieving prolonged high densities of young salmonids. We expect that even better results could be achieved if the stones were placed in a fish shell pattern along the current direction.

Key words: Gravel excavation - habitat improvement - stone weir - fish density

Gunnbjørn Bremset, Nils Arne Hvidsten, Tor G. Heggberget og Bjørn Ove Johnsen, Norwegian institute for nature research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway.

## Forord

På bakgrunn av de omfattende grusuttak fra flere vassdrag på seksti-, sytti- og åttitallet ble prosjektet "Grusgraving i vassdrag - konsekvenser og tiltak" igangsatt høsten 1989. Dette er et samarbeidsprosjekt mellom Norsk hydroteknisk laboratorium (NHL), Norges vassdrags- og energiverk (NVE), Nedre Gaula Elveeierlag og NINA. Magne Wathne ved NHL har vært prosjektleder, mens Tor G. Heggberget og Nils Arne Hvidsten ved NINA har vært ansvarlige for den fiskebiologiske delen av prosjektet. Prosjektet er finansiert av Norges Teknisk-Naturvitenskapelig Forskningsråd gjennom Program for bedre bruk av vannressursene (BBV).

Undersøkelsene ble utført i deler av Gaula der grunn og fiskerett eies av Martin Borten, Gunnar Klingenberg og Johan Rønning. Stein ble skaffet til veie og bekostet av NVE-Vassdragsdirektoratet. Utlekkingen av stein ble bekostet av Nedre Gaula Elveeierlag og utført av entreprenør Leif Magnar Hepsø. Feltarbeidet ble utført av Gunnbjørn Bremset, Rolf Terje Kroglund, Haftor Ivar Lervik, Håvard Bremset Hansen, Viggo Herjuaune, Laila Saksgård, Nils Arne Hvidsten og Jan Gunnar Jensås. NINA takker hermed alle bidragsytere i prosjektet.

## Innhold

Referat .....	3
Abstract.....	3
Forord .....	4
<b>1 Innledning</b> .....	5
<b>2 Områdebeskrivelse</b> .....	5
<b>3 Metode</b> .....	7
<b>4 Resultater</b> .....	8
4.1 Tetthet av fiskeunger.....	8
4.2 Arts- og alderssammensetning .....	10
4.3 Vekst hos fiskeunger .....	11
4.4 Habitatbruk hos fiskeunger .....	13
<b>5 Diskusjon</b> .....	14
<b>6 Konklusjoner</b> .....	16
<b>7 Sammendrag</b> .....	17
<b>8 Summary</b> .....	17
<b>9 Litteratur</b> .....	18

# 1 Innledning

I de fleste elver er det relativt store forskjeller i elvetopografi i øvre og nedre deler. Øvre deler av elver er ofte særpreget av høy vannhastighet og grovt substrat, mens nedre deler av elver er mer sentflytende og har finere substrat (Hynes 1970). Det foregår en kontinuerlig transport av løsmasser fra øvre deler til nedre deler av elvene, og massetransporten er mest omfattende i flomperioder. På grunn av massetransporten vil det være en naturlig gradient i substratstørrelse fra øvre til nedre deler; naken berggrunn og store steinblokker i de øverste delene av elva, grov elvør i de midtre delene av elven, og finsedimenter i det nederste elvepartiet (Hynes 1970).

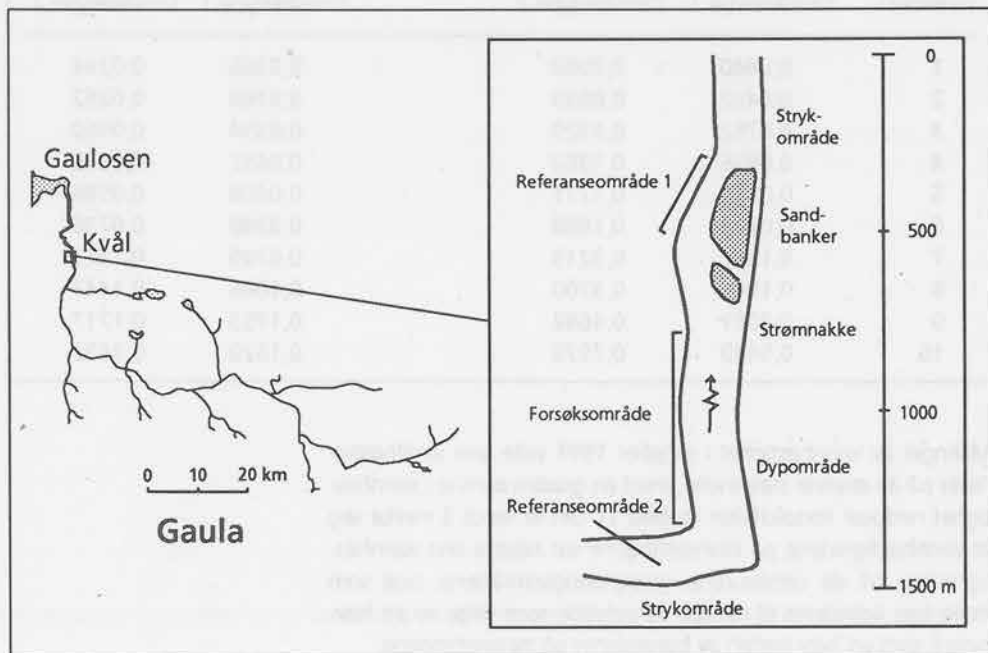
I tillegg til de naturlige forekomster av fint substrat i nedre deler av elver, har menneskene foretatt direkte inngrep i elvesubstratet i disse delene av elvene. Etter krigen har behovet for grus og sand økt i takt med økningen i industri- og boligutbyggingen, og deler av massebehovet har blitt dekt ved å ta ut masser fra elvebunnen i små og store elver. Det store omfanget grusgraving i vassdrag hadde på seksti-, sytti- og åttitallet har nødvendiggjort en analyse av hvilke konsekvenser grusgraving har, og hvilke tiltak som er formålstjenlige for å bøte på de skadelige effekter grusgraving medfører for fiskebestander. Målet med den fiskebiologiske delen av dette prosjektet var derfor å finne praktiske tiltak som kan motvirke noen av grusgravingsens negative konsekvenser.

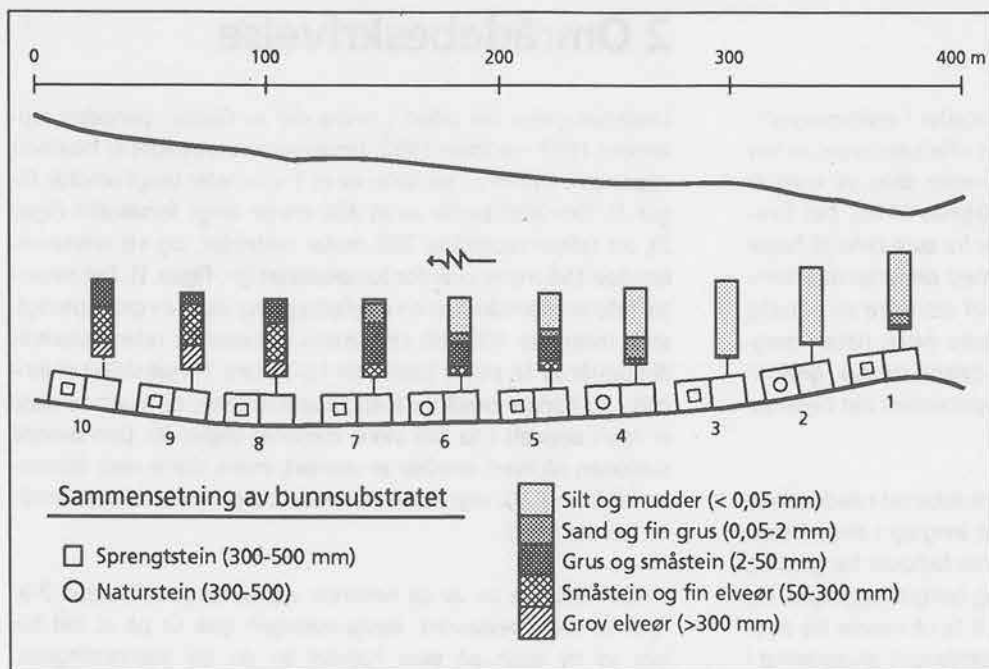
# 2 Områdebeskrivelse

Undersøkelsene ble utført i nedre del av Gaula i perioden september 1989 - oktober 1992. Undersøkelsesområdet er lokalisert oppstrøms Kvål bru i tre deler av et 1 kilometer langt område (figur 1). Området består av et 400 meter langt forsøksfelt (figur 2), ett referanseområde 200 meter nedenfor, og ett referanseområde 150 meter ovenfor forsøksfeltet (jfr. figur 1). Det nederste referanseområdet er en elveforbygning laget av grov sprengtstein (diameter 100-150 cm), mens det øverste referanseområdet består av fin elvør (diameter 10-40 cm). Forsøksfeltet er inndelt i 10 mindre områder á 450 kvadratmeter, og hvert av disse er igjen oppdelt i to like store stasjoner (figur 2). Den øverste stasjonen på hvert område er uberørt, mens større stein (diameter 30-50 cm) ble lagt ut på den nederste stasjonen i hvert område februar 1990.

I mars 1992 ble tre av de nederste steinsettingene (stasjon 7-9, figur 2) delvis restaurert. Restaureringen gikk ut på at det ble lagt ut ny stein på øvre halvdel av de tre steinsettingene. Steinene ble plassert i parallelle rekker langs strømrretningen, slik at den innbyrdes avstand mellom rekkene var ca. 30 cm. Diameteren på steinene var mellom 50 og 100 cm, og steinene ble plassert kant i kant med hverandre. Arealet på den restaurerte delen av steinsettingen var lik arealet på den urestaurerte delen (ca. 110 kvadratmeter).

**Figur 1**  
Lokalisering av forsøksfeltet og to referanseområder i Gaula. Stryk-områder og dypområde er indikert. -  
Localition of the experimental area and the two reference areas in River Gaula.



**Figur 2**

Forsøksfeltet i Gaula. Sammensetningen av substratet i urestaurerte områder og steintype som er benyttet i steinsettingene er anmerket for hver stasjon. - The experimental area in River Gaula. The composition of the bottom substrate in unimproved areas and type of stone used in stone weirs are indicated for each station.

**Tabell 1.** Målinger av vannhastigheter på to områdetyper i Gaula. Områdetype 1 er urestaurerte grusgravingsområder og områdetype 2 er steinsettinger. - Mean water velocities at the two types of areas in River Gaula.

Stasjon nummer	Gjennomsnittlig vannhastighet (m/s)		Standardavvik	
	Områdetype 1	Områdetype 2	Områdetype 1	Områdetype 2
1	0,0840	0,0980	0,0365	0,0244
2	0,0492	0,0653	0,0168	0,0262
3	0,0782	0,1329	0,0354	0,0560
4	0,0856	0,1363	0,0497	0,0595
5	0,0856	0,1771	0,0468	0,0586
6	0,0772	0,1888	0,0348	0,0736
7	0,1567	0,3213	0,0749	0,1413
8	0,1961	0,3700	0,1066	0,1443
9	0,3061	0,4692	0,1753	0,1717
10	0,5483	0,7975	0,1829	0,2632

Målinger av vannhastighet i oktober 1991 viste lave vannhastigheter på de øverste stasjonene, med en gradvis økning i vannhastighet nedover forsøksfeltet (tabell 1). Det er verdt å merke seg at vannhastighetene på steinsettingene var høyere enn vannhastighetene på de urestaurerte grusgravingsområdene, noe som trolig kan korreleres til mindre vanndybde som følge av en heving (i snitt en halv meter) av bunnsplanet på steinsettingene.

### 3 Metode

Høsten 1989 ble det foretatt forundersøkelser på stasjonene innenfor forsøksfeltet, samt på 4 stasjoner i de to referanseområdene. Undersøkelsene ble utført i to perioder, medio september og primo oktober. Tettheten av ungfisk på de to områdetypene ble estimert ved hjelp av elektrisk fiskeapparat og utfangstmetoden (jfr. Bohlin *et al.* 1989), mens fisketettheten i de dypeste områdene ble estimert ved hjelp av undervannsobservasjoner. Disse ble foretatt ved hjelp av apparatdykking og direkte observasjoner av fisk. Hvert område ble inndelt i mindre, ferdig oppmålte avsnitt (bredde 2 meter sett langs strømretningen), og dykkeren beveget seg motstrøms under fisketellingene. Observerte fisker ble artsbestemt og alderen ble estimert på grunnlag av fiskestørrelse, og observasjonene ble notert med blyant på spesialprodusert, vannbestandig papir. Hvert område ble oversøkt tre ganger, og tetthetsestimater ble regnet ut som et gjennomsnitt av de tre omgangene.

I oktober 1989 ble sammensetningen av substratet estimert ved hjelp av stikkprøver og en klassifikasjon som er gitt av Symons & Heland (1978). Stikkprøvene ble foretatt ved at substratprøver ble tatt med en bøtte, en del av partiklene i prøvene ble målt, og prosentvis andel av hver partikkelgruppe i substratet ble anslått. Stikkprøver ble tatt på transekter med 3 meters mellomrom innenfor områdene, og på hver transekt ble det tatt 6 prøver.

I februar 1990 ble stor stein (30-50 cm) lagt ut på 10 stasjoner å 225 kvadratmeter. Steinen ble jevnt fordelt utover elvebunnen, slik at det ble dannet et halv meter tykt steinlag. På de 6 øverste stasjonene ble det benyttet rund naturstein på 3 av stasjonene, og sprengtstein på de 3 andre stasjonene. De to steintypene ble benyttet på annenhver stasjon (jfr. **figur 2**). I februar 1992 ble tre av stasjonene (7-9, **figur 2**) delvis restaurert ved at halve feltet ble dekt av ny og større sprengtstein (diameter 50-80 cm). Steinene ble lagt kant i kant i rekker langs strømretningen, med en avstand på ca. 30 cm mellom steinrekkene.

I 1990 ble det utført ungfiskundersøkelser i til sammen 4 feltperioder:

- 1 uke medio april
- 2 uker ultimo juli
- 2 uker i slutten av august og begynnelsen av september
- 2 uker primo oktober

I 1991 ble det utført ungfiskundersøkelser i to feltperioder:  
2 uker ultimo mars  
3 uker i slutten av juli og begynnelsen av august

I 1992 ble det utført ungfiskundersøkelser i tre feltperioder:  
2 uker primo mars  
2 uker ultimo juni  
2 uker primo oktober

Det ble foretatt estimering av fisketetthet i alle feltperiodene i 1990-1992. I oktober 1989, oktober 1990 og oktober 1992 ble all fanget ungfisk av laks og aure tatt vare på for videre undersøkelser i laboratorium. Ål, skrubbe og stingsild ble ikke undersøkt i laboratorium. I øvrige perioder ble all fanget fisk artsbestemt og lengdemålt etter avsluttet fiske, og deretter sluppet ut på samme sted som de ble fanget. Fiskeungene ble aldersbestemt ved å telle annuli på skjell og otolitter (jfr. Jonsson 1978). Statistisk sammenligning av vekstmaterialet ble utført vha. SPSS/PC+ statistikkprogram.

For å undersøke hvorvidt steinsettingene var åpne eller lukkede systemer, ble det foretatt merking av fisk fra steinsettingene ved to anledninger. I september 1990 ble totalt 254 fiskeunger merket og satt ut igjen på steinsettingene 2, 4, 6 og 9, og hver stasjon fikk sin spesielle merkekombinasjon. Fiskeunger fra disse områdene ble sjekket for merking henholdsvis en uke og fem måneder senere.

I juli 1991 ble et utvidet merkeforsøk igangsatt i forsøksområdet. Totalt ble 287 fisk eldre enn årsyngel fanget innenfor forsøksområdet, hvorav 150 ble fanget på steinsettingene, 19 ble fanget på de umanipulerte stasjonene, og 118 fisker ble fanget i de tiliggende områdene (også områder med tidligere grusuttak). Hver stasjon eller område fikk sin spesifikke merkekombinasjon, og fisken ble satt ut på samme sted som den ble fanget. Om lag 2 uker etter merkingsarbeidet ble alle steinsettingene overfisket, og fisk eldre enn årsyngel ble sjekket med hensyn til merking.

I oktober 1991 ble det foretatt en serie målinger av vannhastighet i de ulike områdetypene. Vannhastighetene ble foretatt med et digitalt Ott-meter, og hver måling var en gjennomsnittsmåling av vannhastighet på et gitt punkt i 15 sekunder. Målingene ble foretatt 10 cm over bunnen, og det ble foretatt systematiske målinger med 3-4 meters mellomrom både i lengde- og bredderetningen av stasjonene, for å begrense eventuelle feilkilder som lokale variasjoner. Verdiene som ble brukt er gjennomsnittstall for alle målte verdier på hver stasjon.



## 4 Resultater

### 4.1 Tetthet av fiskeunger

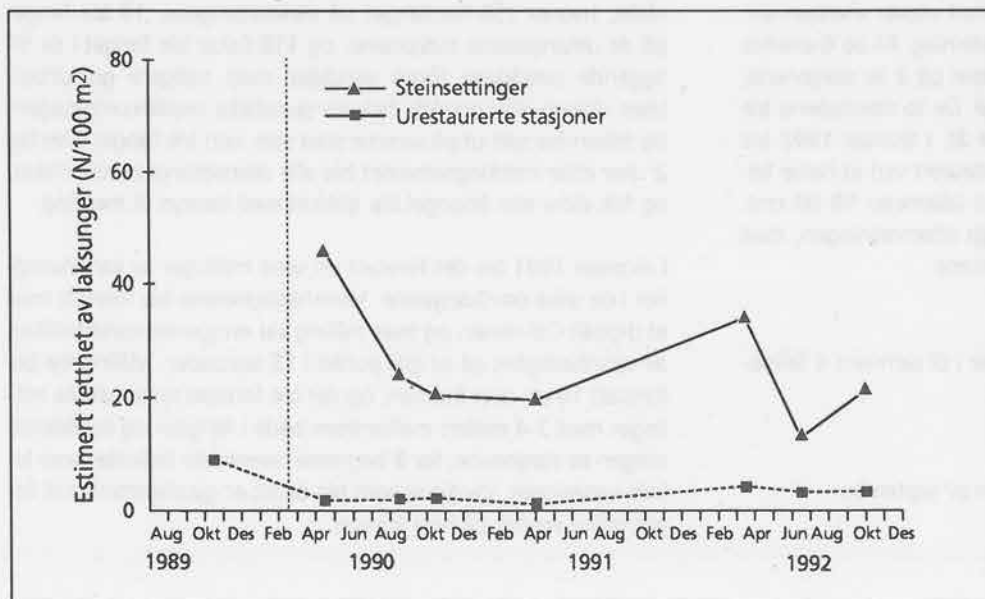
Resultatene fra undersøkelsene høsten 1989 viste svært lave tettheter av ungfisk eldre enn årsyngel i områdene der det hadde vært foretatt grusuttak. I snitt lå tettheten av laksunger eldre enn årsyngel på 9,1 fisk per 100 m<sup>2</sup>, mens tilsvarende tall for referanseområde 1 og 2 var henholdsvis 56,7 og 28,0 fisk per 100 m<sup>2</sup>. Siden høsten 1989 har de estimerte fisketetthetene i grusgravingsområdene vært lavere enn de var høsten 1989, og i de siste feltperiodene har den estimerte tettheten av laksunger ligget i størrelsesorden 3-5 fisk per 100 m<sup>2</sup> (figur 3). Samtidig har fisketettheten vært høy i steinsettingene, med de høyeste verdiene i perioden like etter steinutlegging. Tettheten av ungfisk i steinsettingene avtok raskt fra de høye verdiene i april 1990, og har havnet på et noe lavere nivå. Det er verdt å merke seg at det i hele undersøkelsesperioden ble observert høye tettheter av aure i referanseområde 1 (53,1 fisk per 100 m<sup>2</sup> i snitt), og lave tettheter i urestaurerte grusgravingsområder og i steinsettingene (figur 4). I referanseområde 2 ble det ikke fanget mer enn en aure i løpet av hele undersøkelsesperioden.

Undersøkelsesperioden sett under ett var den gjennomsnittlige tetthet av laks på steinsettingene 16,7 fisk per 100 m<sup>2</sup>. Det tilsvarende tallet for de urestaurerte områdene var 2,0 laksunger per 100 m<sup>2</sup>. Dette tilsier at tettheten av laksunger på steinsettingene i snitt var 8-9 ganger større enn tettheten av laksunger på de ures-

taurerte grusgravingsområdene. Til tross for avtagende effekt av steinutleggingen det første året, var tettheten av laks eldre enn årsyngel to og et halvt år etter steinutleggingen fremdeles 6-7 ganger større enn i de undersøkte grusgravingsområdene (jfr figur 3). Når det gjelder eldre laksunger, det vil si laksunger eldre enn ett år, var forskjellene mellom de urestaurerte grusgravingsområdene og steinsettinger svært store. Mens tettheten av eldre laksunger i grusgravingsområder bare var 0,5 fisk per 100 m<sup>2</sup>, lå tettheten av eldre laksunger på 11,2 fisk per 100 m<sup>2</sup> på steinsettingene, hvilket utgjør om lag 20 ganger større fisketetthet. Tilsvarende tall for referanseområdene var 38,3 fisk per 100 m<sup>2</sup> (referanseområde 1) og 10,0 (referanseområde 2).

Det har hele tiden vært observert forskjeller i tetthet av ungfisk i den øvre (snitt 12,3 fisk/100 m<sup>2</sup>) og den nedre (21,2 fisk/100 m<sup>2</sup>) halvdel av forsøksfeltet (jfr. figur 5). De to øverste stasjonene har pekt seg ut med spesielt lave fisketettheter (snitt på henholdsvis 7,5 og 5,6 fisk per 100 m<sup>2</sup>), og den nederste stasjonen har utmerket seg med spesielt høy gjennomsnittstetthet (31,0 fisk per 100 m<sup>2</sup>).

På de 6 øverste steinsettingene (halvparten naturstein, halvparten sprengtstein) var forskjellene i fisketetthet på de to område-typene minimale; henholdsvis 11,8 og 12,7 fisk per 100 m<sup>2</sup> for steinsettinger med naturstein og sprengtstein.

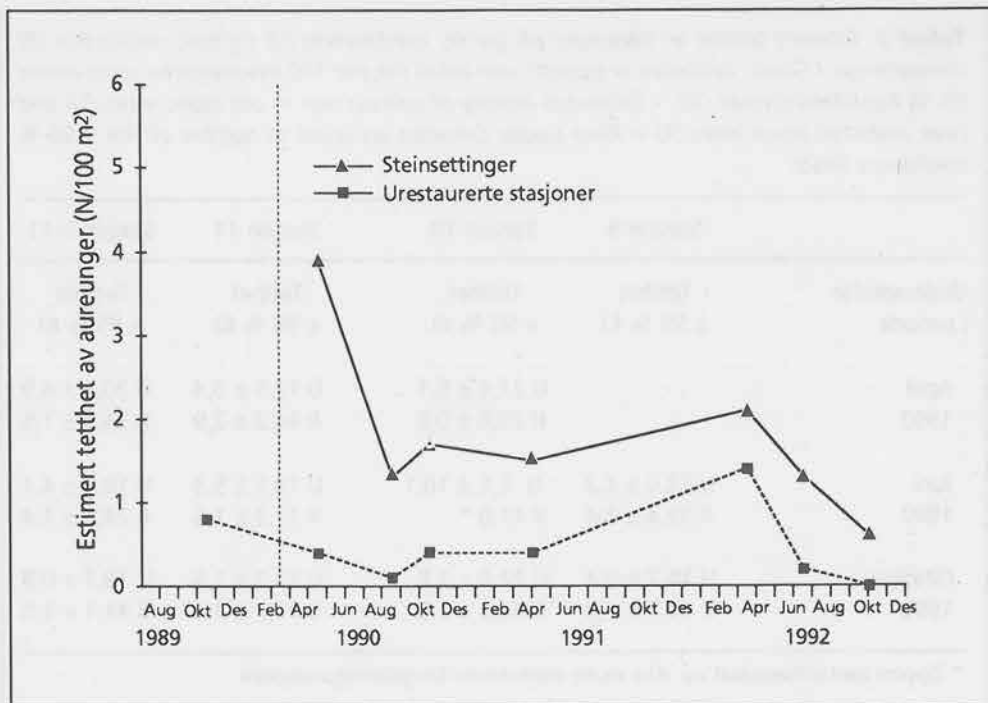


**Figur 3**

Estimert tetthet av laksunger eldre enn årsyngel i urestaurerte områder og steinsettinger i Gaula. Fisketettheten for hver områdetype er angitt som en middelværdi for alle stasjonene, og bygger på estimer som er utført på 8 tidspunkt i perioden oktober 1989 - oktober 1992. Tidspunktet for steinutlegging er markert med en stiplet vertikallinje. - Estimated density of Atlantic salmon parr in unimproved and habitat-improved areas in River Gaula. Fish densities are given as means for 8 samples in the period October 1989 - October 1992. Time of habitat improvement is indicated by a vertical, dashed line.

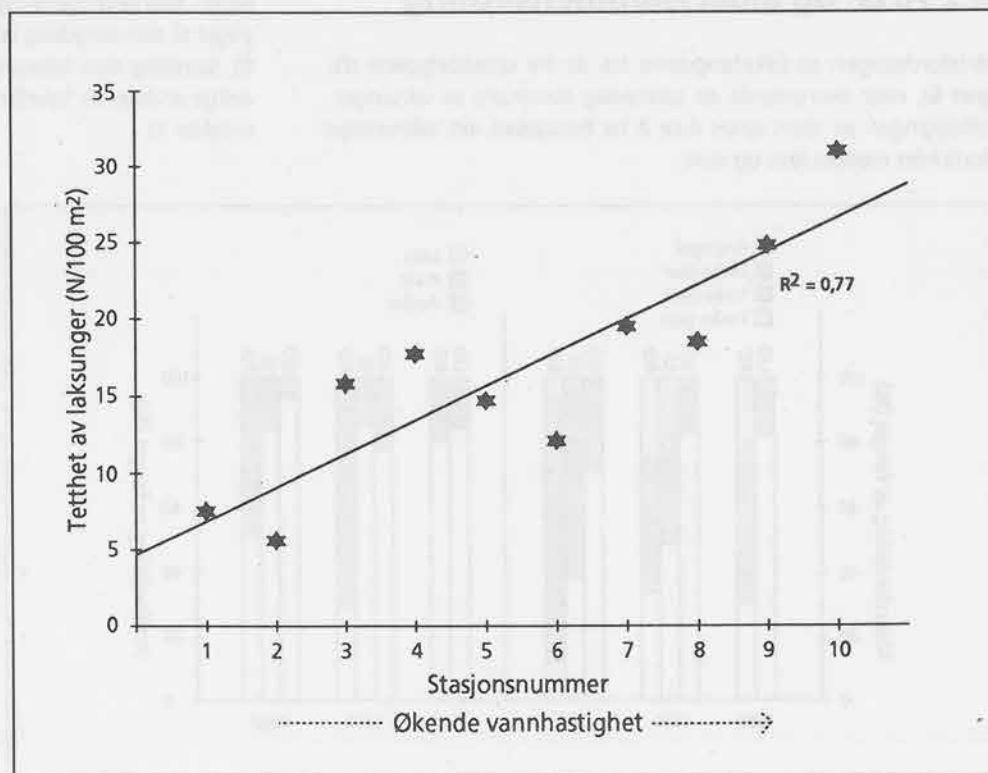
**Figur 4**

Estimert tetthet av aureunger eldre enn årsyngel i urestaurerte områder og steinsettinger i Gaula. Fiske-tettheten for hver områdestype er angitt som en middelværdi for alle stasjonene, og bygger på estimater som er utført på 8 tidspunkt i perioden oktober 1989 - oktober 1992. Tidspunktet for steinutlegging er markert med en stiplet vertikallinje. - Estimated density of brown trout parr in unimproved and habitat-improved areas in River Gaula. Fish densities are given as means for 8 samples in the period October 1989 - October 1992. Time of habitat improvement is indicated by a vertical, dashed line.



**Figur 5**

Forskjeller i tetthet av laksunger i de ulike steinsettingene nedover forsøksfeltet. Verdiene er gjennomsnittsverdier for feltperiodene august 1990, oktober 1990, mars 1991, juli 1991 og juni 1992. Lineær regresjon er inntegnet og regresjonskoeffisient er oppgitt. - Densities of Atlantic salmon parr in the habitat-improved areas along the experimental area. The values are given as means of estimates yielded in August 1990, October 1990, March 1991, July 1991 and June 1992. Linear regression and regression coefficient are indicated.



**Tabell 2.** Estimert tetthet av laksunger på gamle, urestaurerte (U) og nye, restaurerte (R) steinsetninger i Gaula. Tettheten er oppgitt som antall fisk per 100 kvadratmeter pluss-minus 95 % konfidensintervall (KI). - Estimated density of salmon parr in old stone weirs (U) and new, restored stone weirs (R) in River Gaula. Densities are given as number of fish  $\pm$  95 % confidence limits.

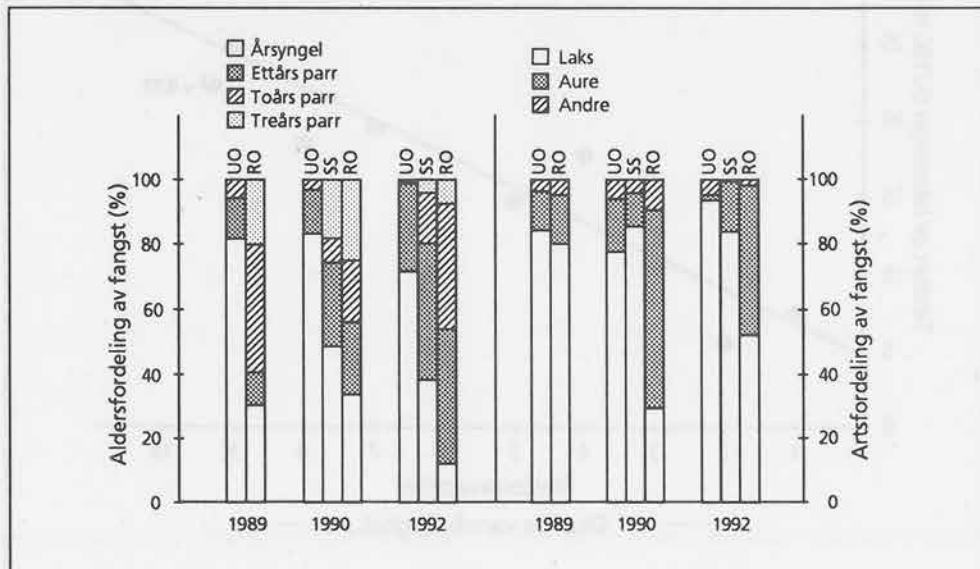
	Stasjon 9	Stasjon 10	Stasjon 11	Stasjon 9-11
Undersøkelse i periode	Tetthet $\pm$ 95 % KI	Tetthet $\pm$ 95 % KI	Tetthet $\pm$ 95 % KI	Tetthet $\pm$ 95 % KI
April 1992	-	U 27,6 $\pm$ 5,1 R 29,6 $\pm$ 0,8	U 12,5 $\pm$ 8,4 R 44,2 $\pm$ 2,9	U 20,1 $\pm$ 4,9 R 36,9 $\pm$ 1,5
Juni 1992	U 13,0 $\pm$ 4,2 R 39,4 $\pm$ 2,4	U 8,6 $\pm$ 10,1 R 17,0 *	U 10,5 $\pm$ 5,3 R 17,3 $\pm$ 1,5	U 10,7 $\pm$ 4,1 R 24,6 $\pm$ 1,4
Oktober 1992	U 19,7 $\pm$ 0,4 R 41,7 $\pm$ 1,9	U 22,0 $\pm$ 1,8 R 34,5 $\pm$ 1,8	U 17,3 $\pm$ 1,5 R 47,2 $\pm$ 3,5	U 19,7 $\pm$ 0,8 R 41,1 $\pm$ 1,5

\* Zippins bestandsestimat var ikke mulig med denne fangstkombinasjonen

## 4.2 Arts- og alderssammensetning

Artsfordelingen av fiskefangstene fra de tre områdetypene (figur 6), viser overveiende en tallmessig dominans av laksunger. Utleggingen av stein synes ikke å ha forskjøvet det tallmessige forholdet mellom laks og aure.

Både i steinsetningene og i referanseområdene er andelen av årsyngel til dels betydelig lavere enn i grusgravingsområdene (figur 6), samtidig som fiskeunger eldre enn ett år utgjør til dels betydelige andeler av fiskefangstene (dette gjelder spesielt referanseområde 1).



**Figur 6**

Aldersfordeling (venstre) og artsfordeling (høyre) av fiskefangster fra tre områdetyper i Gaula. Områdetypene er urestaurerte områder (UO), referanseområder (RO) og steinsetninger (SS). Når det gjelder aldersfordeling av fiskefangster er laks og aure sett under ett. - Age distribution (left) and species distribution (right) of fish catches from three types of areas in River Gaula. The types of areas are unimproved areas (UO), reference areas (RO) and habitat-improved areas (SS). Pooled data for young salmon and trout due to age distribution.

### 4.3 Vekst hos fiskeunger

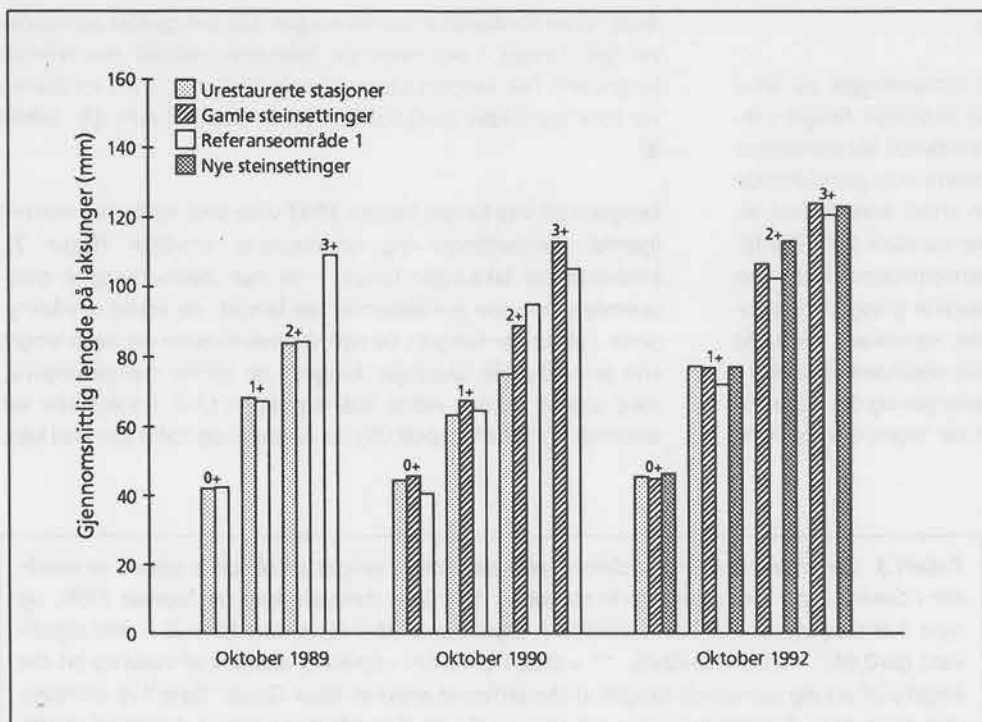
Det ble ikke observert noen forskjeller i kroppslengde på laksunger fanget på grusgravingsområder og laksunger fanget i referanseområde 1 høsten 1989 (**figur 7**). Imidlertid var aureunger fanget i referanseområdet overveiende større enn jevnaldrende aure fanget i grusgravingsområder, men antall aurer i hver aldersklasse var så lite at forskjellene ikke var statistisk signifikante. Høsten 1990 var laksunger fanget på steinsettingene større enn jevnaldrende laksunger fanget i de urestaurerte grusgravingsområdene (**figur 7**). Forskjellen var statistisk signifikant ( $p < 0,05$ ) bare hos årsyngel av laks (**tabell 3**). Det ble observert forskjeller i lengde mellom fiskeunger fanget i steinsettinger og det nederste referanseområdet (jfr. **figur 7**), men det var ingen entydig ten-

dens i disse forskjellene hos laksunger. Når det gjelder aureunger var fisk fanget i det nederste referanseområdet overveiende lengre enn fisk fanget i steinsettinger (**figur 8**), men forskjellen var bare signifikant ( $p < 0,05$ ) hos ett år gammel aure (jfr. **tabell 3**).

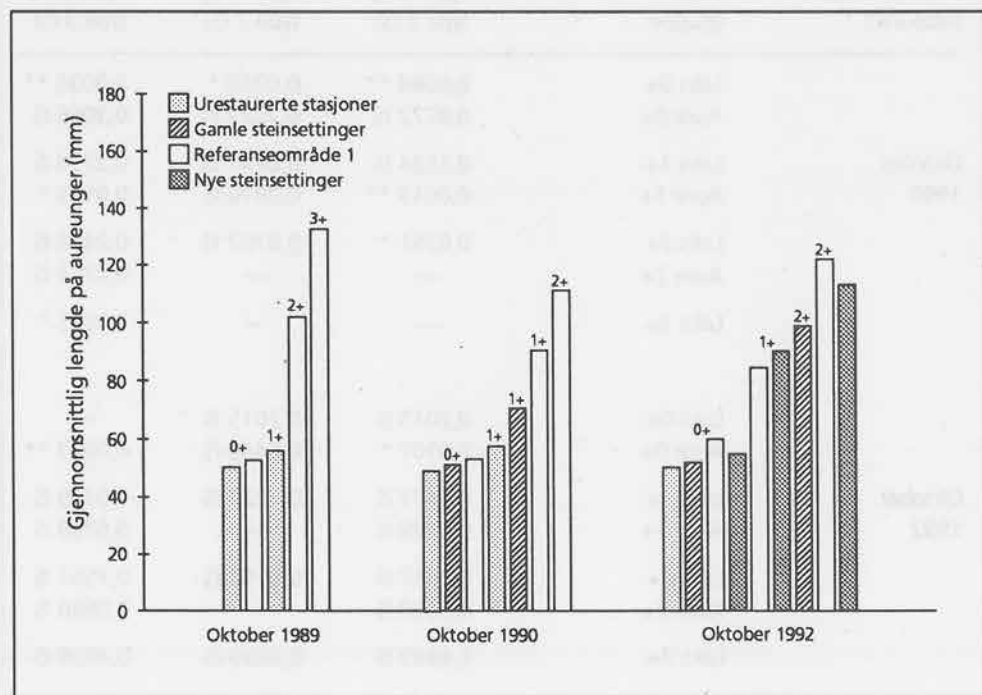
Lengden på laks fanget høsten 1992 viste små forskjeller mellom (gamle) steinsettinger og urestaurerte områder (**figur 7**). Imidlertid var laksunger fanget i de nye steinsettingene overveiende større enn jevnaldrende fisk fanget i de andre områdene. Laksunger fanget i de nye steinsettingene var også lengre enn jevnaldrende laksunger fanget i de gamle steinsettingene, med unntak av den eldste aldersgruppen (3+). Forskjellene var statistisk signifikante ( $p < 0,05$ ) for årsyngel og toårs gammel laks.

**Tabell 3.** Variansanalyse av lengdeforskjeller på ungfisk fanget på de ulike typene av områder i Gaula. Type 1 er urestaurerte stasjoner, type 2 er steinsettinger fra februar 1990, og type 3 er stasjonene i referanseområde 1. Signifikansnivåer (S) er satt som: IS = ikke signifikant ( $p > 0,05$ ); \* =  $0,01 < p < 0,05$ ; \*\* =  $0,001 < p < 0,01$ . - Oneway analysis of variance on the lengths of young salmonids caught in the different areas in River Gaula. Type 1 is unimproved areas, type 2 is habitat-improved areas and type 3 is reference area 1. Levels of significance (S) are given as: IS = not significant ( $p > 0,05$ ), \* =  $0,01 < p < 0,05$ ; \*\* =  $0,001 < p < 0,01$ .

Undersøkelses- tidspunkt	Fiske- gruppe	Statistisk test av forskjeller - p-verdi		
		Type 1 og type 3 (S)	Type 1 og type 2 (S)	Type 2 og type 3 (S)
Oktober 1990	Laks 0+	0,0084 **	0,0260 *	0,0036 **
	Aure 0+	0,0772 IS	0,2023 IS	0,3096 IS
	Laks 1+	0,1524 IS	0,0747 IS	0,3798 IS
	Aure 1+	0,0013 **	0,3979 IS	0,0135 *
	Laks 2+	0,0251 *	0,0782 IS	0,2408 IS
	Aure 2+	—	—	0,4704 IS
Oktober 1992	Laks 3+	—	—	0,0285 *
	Laks 0+	0,2015 IS	0,2015 IS	—
	Aure 0+	0,0107 *	0,6440 IS	0,0053 **
	Laks 1+	0,1773 IS	0,7227 IS	0,0709 IS
	Aure 1+	0,5788 IS	—	0,5788 IS
	Laks 2+	0,2667 IS	0,5192 IS	0,1557 IS
	Aure 2+	0,0580 IS	—	0,0580 IS
	Laks 3+	0,6849 IS	0,9839 IS	0,4038 IS

**Figur 7**

Gjennomsnittlig lengde på laksunger fanget i de ulike områdetypene i Gaula i perioden oktober 1989 - oktober 1992. Bare fiskegrupper med tre eller flere individer er tatt med. - Mean body length of young salmon caught in the different types of areas in Gaula in October 1989, October 1990 and October 1992. Fish groups with less than three members are excluded.

**Figur 8**

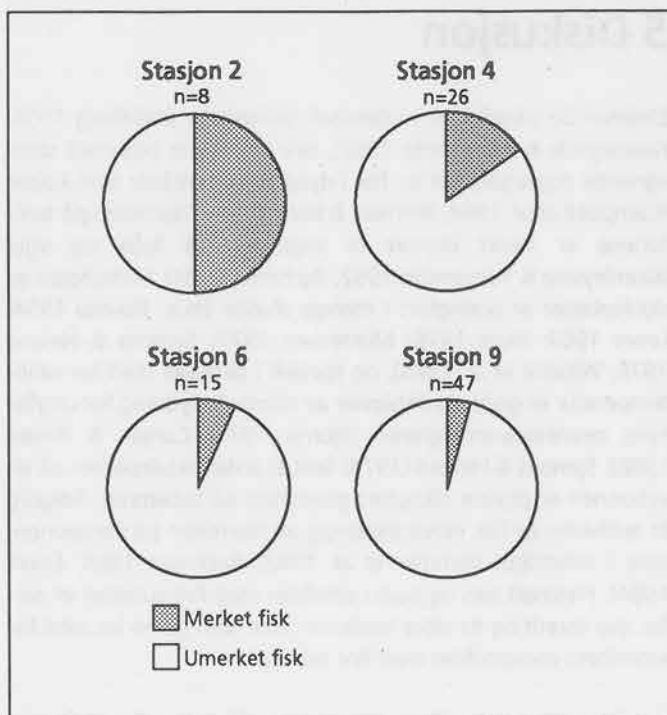
Gjennomsnittlig lengde på aureunger fanget i de ulike områdetypene i Gaula i perioden oktober 1989 - oktober 1992. Bare fiskegrupper med tre eller flere individer er tatt med. - Mean body length of young trout caught in the different types of areas in Gaula in October 1989, October 1990 and October 1992. Fish groups with less than three members are excluded.

## 4.4 Habitatbruk hos fiskeunger

Resultatene fra forsøket høsten 1990 og våren 1991 viste at en stor andel av den merkete fisken var forsvunnet fra steinsettingene allerede en uke etter utsetting. På den nederste stasjonen var bare 22 % av laksungene merket, på stasjon 6 var om lag 45 % av laksungene merket, mens på stasjon 4 hadde cirka 63 % av de fangete laksene merker. Det lave antallet aure som var merket førte til få gjenfangster, og ga derfor dårlig holdepunkt for å trekke konklusjoner.

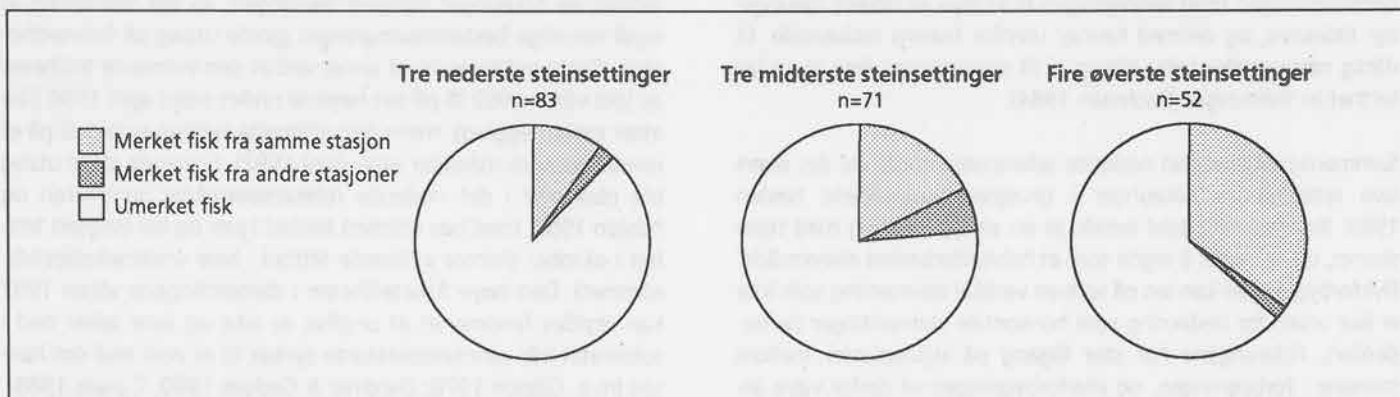
Stasjon 2 ble ikke overfisket en uke etter merkingsarbeidene, men fem måneder etter ble alle fire forsøksstasjonene overfisket. Resultatene viste samme tendens som om høsten, selv om det nå var langt lavere gjenfangstprosjenter (**figur 9**). Det er verdt å merke seg den klare tendensen med økende gjenfangstprosjent fra de nedre til de øvre stasjonene, noe som er i overensstemmelse med resultatene fra høsten 1990.

Av en totalfangst på 206 fiskeunger sommeren 1991, var bare 48 fisker merket tidligere (**figur 10**). Av disse var 40 merket på samme steinsetting, 4 var merket på andre steinsettinger, mens 4 hadde vandret inn fra andre områder. Resultatene fra dette merkeforsøket viste samme tendens som det første merkeforsøket når det gjelder forholdet mellom gjenfangst av fiskeunger og lokalisering av steinsettingene innenfor forsøksfeltet. I de tre nederste steinsettingene var bare 10 % av fiskeungene merket fra før, mens tilsvarende tall for de midterste og de øverste steinsettingene var 23 og 38 %.



**Figur 9**

Andel av merket fisk i steinsettingene 2, 4, 6 og 9 våren 1991. Antall fisk som er undersøkt er angitt over hvert enkelt diagram. - Proportion of marked individuals in habitat-improved areas 2, 4, 6 and 9 in March 1991. Number of fish examined for marks is indicated for each histogram.



**Figur 10**

Andel av merket fisk i steinsettingene i den nedre, den midtre og den øvre del av forsøksfeltet sommeren 1991. Det er skilt mellom umerket fisk, fisk som er gjenfanget på samme stasjon som den ble merket på, og fisk som er merket på andre stasjoner. Antall fisk som er undersøkt er angitt over hvert enkelt diagram. - Proportion of marked salmon parr in the lower, the middle and the upper part of the experimental area in August 1991. It is distinguished between unmarked individuals, individuals that are caught at the original marking site and individuals caught at new sites. Number of individuals examined for marks is indicated for each diagram.

## 5 Diskusjon

Elvelevende laksefisk er i hovedsak territoriell (Kalleberg 1958; Keenleyside & Yamamoto 1962), selv om det er observert stim-lignende aggregasjoner av fisk i dypere elveområder som kulper (Campbell *et al.* 1984; Bremset & Berg 1991). Størrelsen på territoriene er sterkt knyttet til tilgangen på føde og skjul (Keenleyside & Yamamoto 1962; Bachman 1984). Viktigheten av skjuleplasser er poengtert i mange studier (m.a. Boussu 1954; Lewis 1969; Hunt 1976; Mortensen 1977; Symons & Heland 1978; Wesche *et al.* 1985), og spesielt i perioder med lav vann-temperatur er gode skjuleplasser av største betydning for ungfiskens overlevelsesmuligheter (Bjornn 1971; Cunjak & Power 1986). Symons & Heland (1978) fant at antall skjuleplasser på elvebunnen er direkte tilknyttet grovheten på substratet. Følgelig er tettheten av fisk delvis avhengig av størrelsen på komponentene i substratet (Rimmer *et al.* 1983; Bachman 1984; Elliott 1984). Presmolt laks og aure i områder med fint substrat vil derfor leve spredt og ha store territorier, noe som gir en lav total fisketetthet i elveområder med fint substrat.

Det fine substratet i de undersøkte områdene av Gaula skyldes hovedsaklig at elveøra er fjernet fra elvebunnen, slik at det bare er tilbake et tynt lag med finsedimenter over leiren. Et annet forhold som bidrar til at substratet er så fint i det undersøkte området, er at bunnen i perioder nedslammes av finpartikulært materiale som silt og slam. Nedslammingen skyldes trolig at deler av området er sentflytende og ligger nedstrøms et lengre strykområde, og derfor fungerer som et sedimentasjonsområde. Denne nedslammingen fører sannsynligvis til at mye av fiskens næringsdyr tildekkes, og dermed havner utenfor fiskens rekkevidde. Et dårlig næringstilbud vil i tillegg til få skjuleplasser føre til en lav tetthet av fiskeunger (Bachman 1984).

Sammenlignet med det nederste referanseområdet var det svært lave tettheter av fiskeunger i grusgravingsområdene høsten 1989. Referanseområdet består av en elveforbygning med store steiner, og er derfor å regne som et habitatforbedret elveområde. Elveforbygningen kan ses på som en vertikal steinsetting som ikke er like utsatt for nedauring som horisontale steinsettinger (se nedenfor). Fiskeungene har stor tilgang på skjuleplasser mellom steinene i forbygningen, og elveforbygningen vil derfor være attraktiv som oppvekstområde for ungfisk av laks og aure. Også sammenlignet med det øverste referanseområdet var tetthetene av fiskeunger i grusgravingsområdene lave. Dette referanseområdet er et klassisk strykområde i elv, og området er ikke direkte påvirket av grusuttak fra elvebunnen. Tilgangen på skjulesteder for større fiskeunger vil være noe mindre enn i det nederste referan-

seområdet, noe forskjellene i fisketetthet illustrerer. Den lave fisketettheten i grusgravingsområdene er ikke spesiell bare relatert til fisketettheten i upåvirkede deler av Gaula, men også relatert til normal fisketetthet i andre laksevassdrag. Derfor kan det konkluderes med at de undersøkte grusgravingsområdene er dårlig egnet som oppvekstområder for ungfisk av laks og aure.

Økningen av fisketettheten i steinsettingene (restaurerte grusgravingsområder), har trolig sin årsak i en omfattende forflytning av ungfisk fra omkringliggende områder, områder med eller uten forutgående grusuttak. Denne forflytningen indikeres blant annet ved at fisketettheten i de urestaurerte grusgravingsområdene samtidig gikk ned, og tettheten i disse områdene synes å ha stabilisert seg på 30-40 % av den opprinnelige tettheten. Tettheten av ungfisk i steinsettingene varierte en god del etter utleggingen av stein, med maksimumsverdier like etter utlegging og høsten 1992. Nedgangen fra våren 1990 til sommeren og høsten 1990 kan trolig korreleres til at løsmasser i løpet av flomperioder la seg mellom og delvis over de utlagte steinene, og dermed tettet igjen en god del av hulrommene mellom og under steinene. Nedauringen har resultert i at steinsettingene har fått et grunnplan som ligger om lag 60 cm høyere enn de tiliggende områdene. Nedauring og klogging av steinsettinger med tilhørende nedgang i fisketetthet ble også observert etter forsøk med habitatforbedringer i Søya (Hvidsten & Johnsen 1992), selv om nedgangen i fisketetthet etter nedauring ikke var så utpreget i Søya som den har vært i Gaula.

Ut over at tiltakene med habitatforbedring førte til en forhøyet tetthet av fiskeunger (spesielt laksunger), er det sannsynlig at også naturlige bestandssvingninger gjorde utslag på fisketetthetene. Dette indikeres blant annet ved at den estimerte tettheten av laks våren 1992 lå på det høyeste nivået siden april 1990 (like etter steinutlegging), mens den estimerte tetthet av laks lå på et lavmål bare tre måneder etter (juni 1992). Lignende store utslag ble observert i det nederste referanseområdet sommeren og høsten 1992, med høy estimert tetthet i juni og lav estimert tetthet i oktober (minste estimerte tetthet i hele undersøkelsestidsrommet). Den høye fisketettheten i steinsettingene våren 1992 kan skyldes fenomenet at ungfisk av laks og aure søker ned i substratet når vanntemperaturen synker til et visst nivå om høsten (m.a. Gibson 1978; Gardiner & Geddes 1980; Cunjak 1988). På grunn av den store tilgangen på skjulesteder kan steinsettingene være attraktive overvintringsområder for fiskeunger, og derfor tiltrekke fisk som oppholder seg i andre områder i sommerhalvåret. I tillegg til naturlige års- og årstidsvariasjoner kan endringene i tetthet også skyldes ulike feltforhold, så som varierende sikt, vannstand og vannhastighet. Resultater oppnådd under

vanskelige feltforhold vil ikke være like representative som resultater oppnådd under mer optimale feltforhold.

De store forskjellene i fisketetthet på steinsettingene nedover forsøksfeltet kan forklares med bakgrunn i ulikt substrat og/eller ulik vannhastighet. Substratet i steinsettingene var i utgangspunktet likt, selv om de øverste stasjonene i langt større grad enn de nederste ble klogget av finere sedimenter som sand og grus. Hvorvidt dette resulterte i færre skjuleplasser enn i de nedre steinsettingene, er det umulig å fastslå uten å gjøre grundige undersøkelser av mengde og størrelse på hulrom mellom og under steinene. Vannhastighetene var imidlertid vesentlig forskjellige i de øvre og de nedre delene av forsøksfeltet. Everest & Chapman (1972), Metcalfe (1986) og Grant *et al.* (1989) påviste en positiv korrelasjon mellom vannhastighet og mengde av drivende invertebrater (drivfauna). Følgelig er det naturlig å anta at de høyere tetthetene av fisk i de nedre steinsettingene skyldtes den høyere tilgangen på føde enn i de øverste steinsettingene, noe som igjen var en funksjon av ulik vannhastighet.

I de nye steinsettingene ble det ikke observert noen tilsvarende nedgang i fisketetthet som ble påvist på de gamle steinsettingene i 1990. Riktignok ble bare kortidseffekter av den nye steinutleggingen undersøkt, men selv etter flomperioder våren og sommeren 1992 ble det ikke påvist lavere fisketetthet enn i perioden like etter steinutlegging. Disse resultatene indikerer at problemet med klogging av hulrommene mellom og under steinene reduseres ved å legge steinene i rekker langs strømrretningen. Ved å legge steinene i rekker langs strømrretningen vil det i utgangspunktet bare dannes hulrom **mellom** steinene i rekkene, og i svært liten grad vil det være hulrom **under** steinene. Årsaken er at steinene ligger i direkte kontakt med det relativt jevne underlaget, og etter flomperioder legger løsmasser seg inntil steinene og tettet til hulrom på undersiden av steinene. Ved å benytte flattere, skiferaktig stein som legges i taksteinsmønster i rekker oppover langs strømrretningen, antar vi at det blir en langt større tilgang på hulrom under steinene. Dette baseres ikke bare på teoretiske betraktninger, men det har blitt observert i felt at områder med skiferaktig substrat kan ha svært store tettheter av fiskeunger (Nils Arne Hvidsten, egne observasjoner).

Artsfordelingene av fiskefangstene viste at laks var det dominerende fiskeslaget innenfor forsøksfeltet, mens andelen av aure var langt høyere - og til dels høyest - i det nederste referanseområdet. Utleggingen av stein synes ikke å ha forskjøvet det tallmessige forholdet mellom laks og aure. Habitatstudier har vist at det i elver med sympatriske bestander av laks og aure vil være en viss grad av habitatsegregering: Laksen forekommer mest tallrik i

strykninger og i midtpartiet av elva (m.a. Jones 1975; Gibson & Galbraith 1975), mens auren er mest tallrik langs elvebredden og i mer sentflytende områder som kulper (m.a. Jones 1975; Gibson & Galbraith 1975; Karlström 1977). Denne hovedtendensen ble også observert i Gaula, selv om andelen av aure var noe lavere enn forventet på steinsettingene, og noe høyere enn teoriene om habitatsegregering skulle tilsi i det nederste referanseområdet. Den tallmessige overvekten av laks på de fleste områdene er sannsynligvis et resultat av at Gaula er en typisk lakselv.

Når det gjelder aldersfordelingen av fiskefangstene var det ganske store forskjeller mellom de tre områdetypene. Grusgravingsområdene hadde svært få eldre fiskeunger, og den dominerende andelen av fiskefangstene besto av årsyngel. Mengden av årsyngel er normalt ingen begrensende faktor for smoltproduksjonen på en elvestrekning. På grunn av svært høy dødelighet hos fiskeunger det første leveåret (LeCren 1973), samt lav fangbarhet på små fisk ved elfiske (Bohlin 1984), er det vanlig å holde årsyngel utenfor tetthetsberegninger og målinger av produksjon. Den svært lave andelen av eldre fiskeunger i grusgravingsområdene tyder på dårlige oppvekstforhold for ungfisk av laks og aure, og gir grunnlag for å anta at disse områdene i liten grad bidrar til elvas smoltproduksjon. Utleggingen av stein har medført at det finnes skjuleplasser også for store fiskeunger i de restaurerte grusgravingsområdene. Effektene av en forhøyet andel av eldre fiskeunger kommer i tillegg til den generelle økningen i fisketetthet etter habitatforbedring, og gir grunn til å tro at habitatforbedring kan bidra betydelig til en økt produksjon av smolt i et område.

På grunn av lav fisketetthet i de urestaurerte grusgravingsområdene var det ikke mulig å fange nok eldre fiskeunger for gode statistiske sammenligninger av vekst. Imidlertid ga resultatene et helhetsinntrykk av at fisk fanget i restaurerte områder hadde bedre vekst enn fisk fanget i urestaurerte områder. Vekstforskjellene kan relateres til generelt bedre oppvekstforhold i restaurerte områder, på grunn av større tilgang på næringsdyr i grovt substrat enn i fint (Hynes 1970). Alternativt kunne steinsettingene på grunn av stor tilgang på skjuleplasser være attraktive for store og konkurransesterke fiskeunger, som fortrengte små og lite konkurransedyktige fiskeunger. Dominante individers fortrenging av subdominante individer til suboptimale områder er beskrevet av blant annet Hartman (1963), som observert at grupper av subdominante fiskeunger levde som rene "flyktinger" i en elv.

At det var stor konkurranse om plass i steinsettingene ga også resultatene fra merkeforsøkene indikasjoner på. Begge merke-



forsøkene indikerte at steinsettingene ikke var lukkede systemer, men åpne systemer med ulik grad av migrasjoner inn og ut av områdene. Utvekslingen av fisk syntes å være størst i de nederste steinsettingene. Disse er grunne og strykaktige områder, i motsetning til de øvre, dypere og mer sentflytende områdene. I de nederste områdene er forskjellene i substrat mellom urestaurerte grusgravingsområder og steinsettingene mindre enn de er i de øverste områdene (jfr. **figur 2**). Følgen kan være at det skjedde en omfattende og kontinuerlig utskifting av fisk på disse områdene, dersom oppvekstforholdene ikke var vesentlig forskjellig innenfor og utenfor steinsettingene. Den relativt lave utskiftingen av fisk i de øverste områdene kan på sin side forklares ved at nærområdene tilbød generelt ugunstige oppvekstforhold; store vanndybder med liten vannhastighet og svært fint substrat (silt og sand). Lav vannhastighet medfører liten tilgang på drivende invertebrater (Hynes 1970), og fint substrat inneholder mindre bunnfauna enn grovt substrat (Hynes 1970).

## 6 Konklusjoner

1. Områdene med grusuttak fra elvebunnen hadde svært lave tettheter av fiskeunger sammenlignet med to referanseområder.
2. Tettheten av fiskeunger var betydelig større i steinsettingene enn i de urestaurerte grusgravingsområdene, og forskjellene var spesielt store for fisk eldre enn ett år.
3. Det synes å ha skjedd en forflytning av ungfisk fra suboptimale oppvekstområder til mer gunstige oppvekstforhold i steinsettingene.
4. Det ble ikke observert noen forskjeller i fisketetthet på steinsettinger med rund naturstein og steinsettinger med sprengtstein.
5. På grunn av nedauring av steinsettingene under flom var det nødvendig med vedlikehold av steinsettingene for å opprettholde effektene av habitatforbedringen. Graden av nedauring ble mindre da steinene ble lagt på rekker langs strømrretningen, i stedet for å bli tilfeldig plassert innenfor områdene.
6. Tettheten av fiskeunger på restaurerte steinsettinger var vesentlig høyere enn på urestaurerte steinsettinger, og de høye fisketetthetene syntes å vedvare også etter flomperioder.

## 7 Sammendrag

Prosjektet "Grusgraving i vassdrag: konsekvenser og tiltak" ble igangsatt i Gaula høsten 1989. Målsetningen var å undersøke hvordan bestander av laks og aure blir påvirket av større grusuttak fra elvebunnen, samt å kartlegge hvilke effekter habitatforbedringstiltak har for fisken i slike områder. Høsten 1989 ble det foretatt forundersøkelser i to områdetyper i nedre deler av Gaula; ett område hvor betydelig grusgraving hadde foregått, og to områder hvor elvetopografien ikke var direkte påvirket av grusgraving (referanseområder). Tettheten av og veksten hos ungfisk av laks og aure ble undersøkt, og en grov kartlegging av substratet ble foretatt. I februar 1990 ble 1500 m<sup>3</sup> stor stein lagt ut i det undersøkte området. Steinene ble fordelt i 10 stasjoner, og mellom hver steinsetting ble det avsatt et umanipulert område, som skulle tjene som direkte sammenligningsgrunnlag for effektene av steinutleggingen.

Ungfiskundersøkelser i 1990, 1991, og 1992 viste at tettheten av fiskeunger i steinsettingene hadde økt betydelig i forhold til fisketettheten i de samme områdene før steinutleggingen. Økningen i tetthet var spesielt stor for ungfisk eldre enn årsyngel. Videre var tettheten av fiskeunger i steinsettingene betydelig høyere enn i de umanipulerte områdene, men noe lavere enn i det beste referanseområdet. Effekten av steinutleggingen syntes å være størst de 2-3 første månedene, da fisketettheten var om lag 20 ganger større enn i de urestaurerte områdene (50 ungfisk eldre enn årsyngel per 100 m<sup>2</sup>). Etter kraftig flom ble steinsettingene raskt noe neddauret av løsmasser, og fisketettheten minket til et nivå rundt 20 fiskeunger per 100 m<sup>2</sup> noe som var 8-10 ganger høyere enn tettheten i de urestaurerte områdene. Det ble observert høyere fisketetthet i de 5 nederste, rasktflytende områdene, enn i de 5 øverste, sentflytende områdene (henholdsvis 21 og 12 fiskeunger/100 m<sup>2</sup>).

Sett gjennom hele undersøkelsesperioden var det store fluktusjoner i fisketettheten på alle tre områdetyper. Disse fluktusjonene var trolig knyttet til naturlige års- og årstidsvariasjoner i fisketetthet. Merkeforsøk utført høsten 1990 og sommeren 1991 indikerte at det foregikk store og stadige utskiftninger av ungfisk på steinsettingene. Utskiftningene var størst på de nederste stasjonene, og avtok gradvis oppover i forsøksfeltet. De store utskiftningene kunne være en gjenspeiling av stor konkurranse om de attraktive skjuleplassene under og mellom steinene i steinsettingene.

## 8 Summary

The project "Excavation of gravel from the river bed -consequences and restoration" was initiated in late fall 1989. An experimental area was established in the lower part of River Gaula, Central Norway, in September 1989. In a river section with former removal of gravel, the river bed was artificially covered by large stones in February 1990, distributed to 10 even-sized locations (225 m<sup>2</sup>). Mean densities of presmolt salmonids in the 10 habitat-improved locations were, in general 5-10 times higher than in 10 corresponding, unimproved areas. Maximum density of fish were observed during the first two months after habitat improvement. The differences between the improved and the unimproved locations were particularly large for large individuals, i.e. two-winter-old and three-winter-old salmon and trout. There was also observed differences in the densities of presmolt salmonids between the different habitat-improved locations, with higher mean densities at the lower, rapid-flowing locations than at the upper, slow-flowing locations (21 and 12 fish/100 m<sup>2</sup>, respectively).

Tagging experiments showed that there were high rates of migration in and out of the habitat-improved locations. The migration rate was higher in the rapid-flowing locations than in the slow-flowing ones. During freshets, some of the spaces between stones were clogged by sediments, and the fish densities decreased. A modification experiment where stones were placed in rows along the current direction reduced clogging, thus increasing densities of presmolt salmonids. We expect that even better results can be achieved if the stones are placed in a fish shell pattern along the current direction. This modification might minimize the clogging problems earlier observed.

## 9 Litteratur

- Bachman, R.A. (1984). Foraging behaviour of free-ranging wild and hatchery brown trout in a stream.- *Trans. Am. Fish. Soc.* 113: 1-32.
- Bjornn, T.C. (1971). Trout and salmon movements in two Idaho streams as related to temperature, food, stream flow, cover, and population density.- *Trans. Am. Fish. Soc.* 100: 423-438.
- Bohlin, T. (1984). Kvantitativt elfiske etter lax och øring -synspunkter och rekommendationer.- *Inf. Søtv.-lab. Drottningholm* 4: 1-33.
- Bohlin, T. Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. (1989). Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids.- *Hydrobiol.* 173: 9-43.
- Boussu, M.F. (1954). Relationship between trout populations and cover in a small stream.- *J. Wildl. Mgmt.* 18: 227-239.
- Bremset, G. & Berg, O.K. (1991). Undersøkelser av ungfisk-bestander i dypere områder av elv.- *Informasjon fra Terskelprosjektet nr. 32*, NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo, 73 s.
- Campbell, R.N.B., Rimmer, D.M. & Scott, D. (1984). The effect of reduced discharge on the distribution of trout.- I Lillehammer, A. & Saltveit, S.J., red. *Regulated rivers*, Universitetsforlaget, Oslo. s. 407-416.
- Cunjak, R.A. & Power, G. (1986). Winter habitat utilization by stream resident brook trout (*S. fontinalis*) and brown trout (*S. trutta*).- *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 1970-1981.
- Elliott, J.M. (1984). Numerical changes and population regulation in young migratory trout, *Salmo trutta*, in a Lake District stream.- *J. Anim. Ecol.* 53: 327-350.
- Everest, F. H. & Chapman, D. W. (1972). Habitat selection and spatial interaction by juvenile chinook salmon and steelhead trout in two Idaho streams.- *J. Fish. Res. Bd. Can.* 29: 91-100.
- Gardiner, W. R. & Geddes, P. (1980). The influence of body composition on the survival of juvenile salmon.-*Hydrobiol.* 69: 67-72.
- Gibson, R. J. (1978). The behavior of juvenile Atlantic salmon and brook trout with regard to temperature and towater velocity.- *Trans. Am. Fish. Soc.* 107: 703-712.
- Hartman, G. (1963). Observation on the behaviour of juvenile brown trout in a stream aquarium during winter and spring. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 20: 769-797.
- Hunt, R.L. (1976). A long-term evaluation of trout habitatdevelopment and its relations to improving management related research.- *Trans. Am. Fish. Soc.* 105: 361-364.
- Hvidsten, N.A. & Johnsen, B.O. (1992). River bed construction: impact and habitat restoration for juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L.- *Aquac. Fish. Mgmt.* 23: 489-498.
- Jonsson, B. (1976). Comparisons of scales and otoliths for age-determination in brown trout, *Salmo trutta* L.- *Norw. J. Zool.* 24: 295-301.
- Kalleberg, H. (1958). Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout (*Salmo salar* L. and *S. trutta* L.).- *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningh.* 39: 55-98.
- Keenleyside, M.H.A. & Yamamoto, F.T. (1962). Territorial behaviour of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.).- *Behaviour* XIX: 139-169.
- Le Cren, E.D. (1973). The population dynamics of young trout(*Salmo trutta*) in relation to density and territorial behaviour.- *Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* 164: 241-246.
- Lewis, S.L. (1969). Physical factors influencing fish populations in pools of a trout stream.- *Trans. Am. Fish. Soc.* 98: 14-19.
- Metcalfe, N. B. (1986). Intraspecific variation in competitive ability and food intake in salmonids: consequences forenergy budgets and growth rates.- *J. Fish Biol.* 28: 525-531.
- Mortensen, E. (1977). Density-dependent mortality of trout fry (*Salmo trutta* L.) and its relationship to the management of small streams.- *J. Fish Biol.* 11: 613-617.
- Rimmer, D.M., Paim, U. & Saunders, R.L. (1983). Autumnal habitat shift of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a small river.- *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40: 671-680.
- Symons, P.E.K. & Heland, M. (1978). Stream habitats and behavioural interactions of underyearling and yearling Atlantic salmon (*Salmo salar*).- *J. Fish. Res. Bd. Can.* 35: 175-183.
- Wesche, T.A., Goertler, C.M. & Frye, C.B. (1985). Importance and evaluation of instream and riparian cover in smaller trout streams.- I *Riparian Ecosystems and their Management: Reconciling conflicting Uses*. General Techn. Rep. RM 120, USDA Forest Service, Fort Collins, Columbia, USA, s. 325-328.

041

**nina**  
**forsknings-**  
**rapport**

ISSN 0802-3093  
ISBN 82-426-0353-7

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