

LABORATORIUM FOR FERSKVANNSØKOLOGI OG INNLANDSFISKE

Rapportnr. 214-2002

ISSN0333-161x

**TETTHET, VEKST OG NATURLIG REKRUTTERING
HOS LAKS I ENNINGDALSELVA, ØSTFOLD**

Svein Jakob Saltveit



NATURHISTORISK MUSEUM, UNIVERSITETET I OSLO

**TETTHET, VEKST OG NATURLIG REKRUTTERING
HOS LAKS I ENNINGDALSELVA, ØSTFOLD.**

SVEIN JAKOB SALTVEIT



Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI),
Universitetet naturhistoriske museer og botaniske hage,
Boks 1172 Blindern, 0318 Oslo

INNHOLD

SAMMENDRAG	4
INNLEDNING	5
OMRÅDEBESKRIVELSE	5
METODIKK.....	5
RESULTATER	7
Lengdefordeling, vekst og tetthet.....	7
Laks	7
Ørret	11
Gytefisk og gytegrøper.....	11
Høst 1996	11
Høst 1997	12
Fangst og avkastning.....	13
KOMMENTARER.....	13
LITTERATUR	17

SAMMENDRAG

Saltveit, S.J. 2002. Tetthet, vekst og naturlig rekruttering hos laks i Enningdalselva, Østfold. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, **214**, 17s.

Elva Enningdalselva i Halden kommune i Østfold renner ut av Bullaresjøen i Sverige. På norsk side er elva 13 km lang og renner nordover inn i Iddefjorden. Hele elvestrekningen på norsk side fører anadrom fisk. Det meste av denne elvestrekningen består av innsjøer og stilleflytende partier, mens til sammen ca. 3 km er stryktrekninger. Fiskefaunaen er artsrik, og det er i løpet av undersøkelsesperioden påvist 12 fiskearter. De mest tallrike fiskearter på stryktrekningene var laks og laue. Laks ble funnet på alle lokalitetene. Ørret var mindre tallrik og ble hovedsakelig funnet på lokaliteter nederst i elva. I en rekke år er det satt ut yngel av laks i elva, men behovet for dette tiltaket er ikke faglig vurdert.

Undersøkelsen omfatter beregning av tetthet av laks og ørretunger. Fisketetthet er beregnet ut fra avtak i fangst (successive removal) ved tre gangers avfisking med elektrisk fiskeapparat på 12 lokaliteter på stryktrekningene i elva. Undersøkelsen er gjennomført om høsten i årene 1997 til 2001. Observasjoner av gytefisk og gytegroper av laks ble gjennomført i januar og desember 1997. Slike registreringer har vært vanskelig å gjennomføre grunnet høye vannføringer og dårlig sikt.

Veksten til laksungene må karakteriseres som god og bestanden besto hovedsakelig av to årsklasser, 0+ og 1+, noe som viser at de fleste laksungene smoltifiserer etter to vekstsesonger. Den gjennomsnittlige tettheten av 0+ ble beregnet til å variere mellom 8 (2001) og 32,8 (1999) fisk pr. 100 m², mens den for 1+ var mellom 1.8 (2001) og 8.0 (2000) fisk pr. 100 m². På enkelte lokaliteter var tettheten av årsunger større enn 60 ind./ 100 m².

Gyteområdene i Enningdalselva var konsentrert til stryktrekningene. Høsten 1997 ble det til sammen observert 186 gytegroper, og under forutsetning av at en laks graver flere groper (5 pr. hunn), ble antall gytehunner av laks beregnet til 37. Den naturlige reproduksjonen hos laks i Enningdalselva er god. Eggtetthetene som beregnes er høye og langt høyere enn det som er påkrevet i forhold til oppvekstarealet. Sannsynligvis produseres det et overskudd av 0+. Av den grunn er uttak av stamfisk med utsetting på denne elvestrekningen ikke påkrevet. Faktorer som begrenser overlevelse fra 0+ til 1+ er konkurranse, predasjon og begrensede områder med habitat egnet for laksunger.

INNLEDNING

Utsetting av laks praktiseres i Norge i meget stor utstrekning (Fjellheim og Johnsen 2001). Slik utsetting har som formål å øke produksjonen og avkastningen av fisk eller kompensere for skader påført et vassdrag. Utsetting bidrar til å øke tettheten av rekrutter, men bare dersom stamfisk tas fra en overtallig gytebestand og dersom fisken settes ut på strekninger uten naturlig rekruttering. Få undersøkelser er utført på effekter av utsetting av presmolt i Norge (Saltveit 1998). I Suldalslågen i Rogaland synes så langt effekten å være liten, idet utsatt fisk utgjør mindre enn 10% av fangstene av voksen laks (Saltveit 1997).

Det har i en rekke år blitt satt yngel av laks i Enningdalselva. Behovet og effekter av dette tiltaket er imidlertid ikke vurdert i forhold til naturlig rekruttering eller andre mulige tiltak i vassdraget. Størrelsen på gytebestanden er ikke kjent, heller ikke omfanget av den naturlige rekrutteringen. I 1996 blir det ikke tatt ut stamfisk og alle årsunger i 1997 vil være naturlig rekruttert.

Den foreliggende undersøkelsen skal fremskaffe informasjon om og gi en vurdering av gytebestand basert på studie av naturlig rekruttering.

OMRÅDEBESKRIVELSE

Enningdalselva i Halden kommune i Østfold (Fig. 1) renner nordover ut av Bullaresjøen i Sverige, og ut i Iddefjorden. Elvestrekningen på norsk side er 13 km. Nedslagsfeltet er på ca. 780 km² og middelvannføringen er 10,3 m³/s. Den største tilløpselva er Lyselva, men en rekke mindre og større bekker renner inn i Enningdalselva. Enningdalselva renner gjennom to innsjøer, Kirkevatnet og Rødsvatnet. Til sammen utgjør innsjøene en strekning på ca. 3 km. I tillegg er Enningdalselva langsomtrennende over relativt lange strekninger, med bunnsstrat av grus, sand og mudder. Til sammen utgjør denne type elv ca. 7 km, mens de resterende 3 km er stryk, med hurtigrennende vann og grovere substrat. Lokalitetene for bestandsberegning ble lagt til strykområdene.

Enningdalselva har en artsrik fiskefauna, bestående av minst 12 arter. Hele elvestrekningen på norsk side fører anadrom fisk. Imidlertid kan laks (*Salmo salar*) og ørret (*Salmo trutta*) vandre lenger opp i vassdraget.

METODIKK

Elektrofiske og bestandsberegninger ble utført om høsten (september/oktober) i 1997, 1999, 2000 og 2001 på til sammen 12 stasjoner (se Fig. 1). Til fiske ble det benyttet et elektrisk fiskeapparat konstruert av ingeniør Paulsen. Apparatet leverer kondensatorpulser med spenning ca. 1600 V og frekvens 80 Hz. Lengden på den avfiskede strekning på hver lokalitet var ca. 50 m. Det ble fisket fra bredden og så langt ut i elva som det var mulig å fiske effektivt (3-6 m). For å sikre at det samme areal ble fisket hver gang, ble arealet avmerket med en hvit snor lagt på bunnen. Det ble ikke brukt stengsler som hindrer fisken i å forlate prøveflaten

under fisket, fordi undersøkelser har vist at slik vandring er liten (Karlstrøm 1972, Hesthagen 1978).

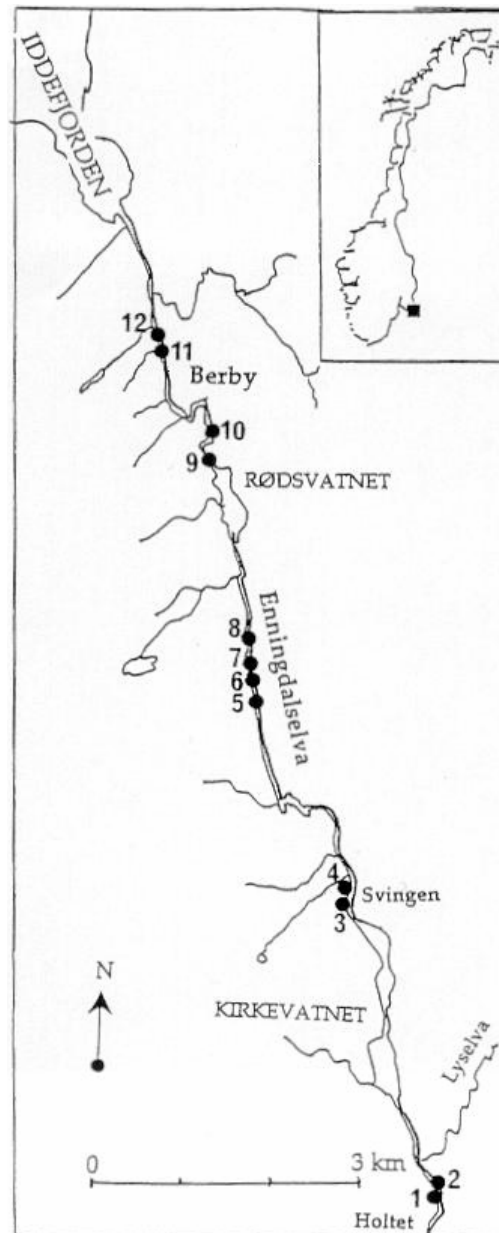


Fig. 1. Kart over Enningdalselva med lokalitetene for bestandsberegning avmerket.

Den fangete fisken ble lengdemålt til nærmeste mm. Etter måling og opptelling ble mesteparten av fisken satt tilbake i elva. Noen ble imidlertid tatt med for aldersbestemmelse, for å kunne skille mellom årsklasser. På grunnlag av lengde-frekvens kurver er materialet delt i årsyngel (0+) og eldre fisk. Antall årsyngel og eldre fisk av laks og ørret er deretter beregnet ut fra avtak i fangst, "successive removal" (Zippin 1958). Tabell 1 viser det totale materialet som bestandsberegningene og lengdefordelingene er basert på.

I tillegg til lokalitetene for bestandsberegning, ble det i 1997 elektrofisket på ytterligere 7 områder. Dette ble gjort for å fremskaffe en best mulig oversikt over utbredelsen av laks og

ørret på elvestrekningen, og resultatene herfra er rapportert tidligere (Saltveit 1998). Disse lokalitetene var dominert av andre arter enn laks og ørret.

Tabell 1. Antall fisk som ligger til grunn for beregninger, antall lokaliteter undersøkt og samlet størrelse på det avfiskede elvearealet ulike år i Enningdalselva.

ÅR	Antall fisk		Antall lokaliteter	Areal (m ²)
	LAKS	ØRRET		
1997	517	24	11	2488
1999	484	12	12	1536
2000	444	4	12	1617
2001	151	9	12	1791

Antall gytefisk ble telt ved direkte undervannsobservasjon ved dykking. Dette er en velegnet og godt dokumentert metode for å observere adferd og estimere antall større fisk i elver (Slaney og Martin 1987, Zubik og Fraley 1988). Det ble også benyttet dykker for å observere og telle gytegroper. Alle observasjoner av gytegroper og fisk ble notert og angitt på kart i målestokk M 1:5000. Notatene ble gjort av en person som fulgte dykkerne. Det ble benyttet to dykkere samtidig. Dykkerne holdt innbyrdes avstand og drev parallelt nedover elva slik at de til sammen observerte mest mulig av hele elvetverrsnittet. Normalt bør sikten være > 6 m for at denne metoden skal kunne benyttes.

Observasjoner av gytefisk og -groper lot seg bare gjennomføre for 1996 (observasjonsperiode 13.-15. januar 1997) og 1997 (observasjonsperiode 2-4. desember 1997). Senere år har enten vannføringen vært for høy eller sikten for dårlig, slik at tellinger ikke har latt seg gjennomføre. Hele elvestrekningen fra ovenfor Kirkevatn og ned til Iddefjorden ble undersøkt. Resultatene fra første år er tidligere rapportert (Saltveit 1998).

RESULTATER

Lengdefordeling, vekst og tetthet

Laks

Laks var dominerende fiskeart på strykstrekningene i Enningdalselva og var eneste art som ble funnet på samtlige lokaliteter. Lengdefordeling hos laksunger ulike år er vist på Fig. 2, mens gjennomsnittslengder hos årsunger og 1+ er vist i Tabell 2 og på Fig. 3.

Som det fremgår fordeler laksen seg i 1997 i to klart adskilte lengdegrupper; årsunger (0+) og 1+. En laksunge var imidlertid 2+. Årsungene var mellom 50 og 90 mm, mens 1+ var større enn 115 mm. Årsungene hadde en gjennomsnittslengde på 66.7 mm (± 0.3 K.I.), mens 1+ var 136.1 mm (Tabell 2). I 1999 var årsungene, 0+ av laks mellom 50 og 93 mm, med en gjennomsnittslengde på 69.6 mm (± 0.9 K.I.). Alle eldre fisk var 1+. De fleste av disse var større enn 120 mm og gjennomsnittslengden var 138.1 mm (Tabell 2).

I 2000 var det på bakgrunn av lengde - frekvensfordelingen vanskelig å skille mellom årsklassene. På bakgrunn av otolitter ble største 0+ funnet å være 120 mm, mens minste 1+ var 110 mm. I 2000 ble det også fanget tre individer som var 2+ laks. Årsungene av laks

hadde en gjennomsnittslengde på 75.9 mm, mens 1+ var i gjennomsnitt 135.2 mm (Tabell 2, Fig. 3). I 2001 ble det fanget svært få laksunger i elva (Fig. 2). Årsungene dominerte i materialet. Disse var mellom 58 og 97 mm, med en gjennomsnittslengde på 74.1 mm (Tabell 2). Alle eldre fisk var 1+. De fleste av disse var større enn 12.5 cm og gjennomsnittslengden var 137.2 mm (Tabell 2, Fig. 3).

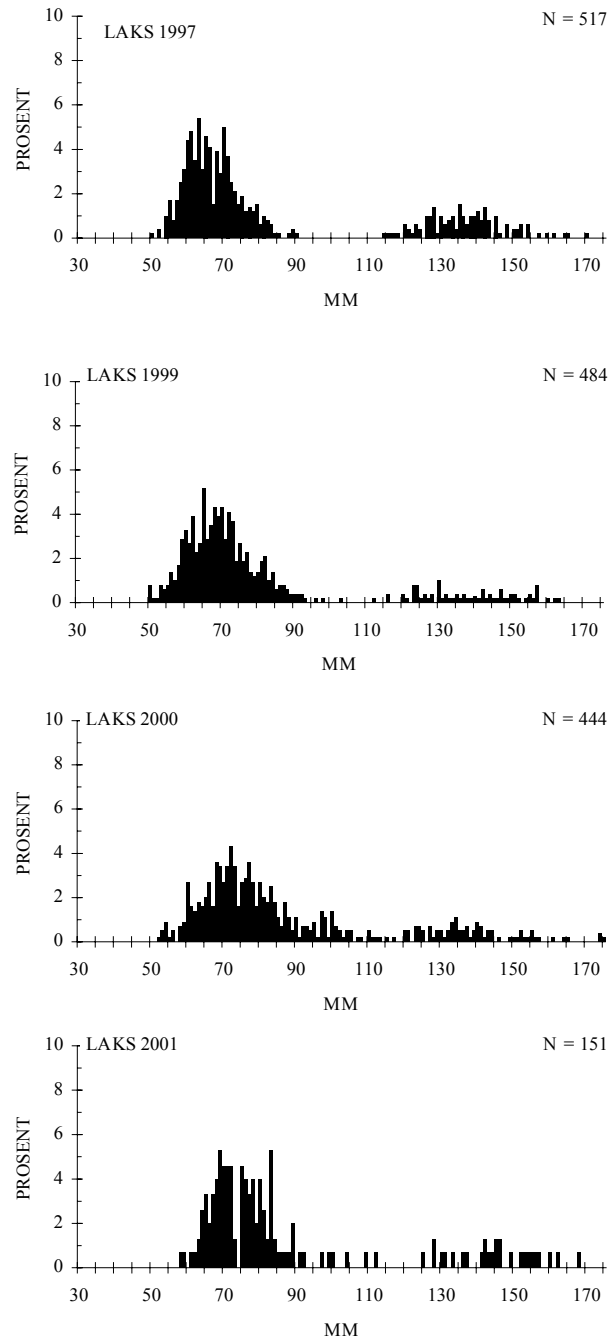


Fig. 2. Prosentvis lengdefordeling av laksunger i Enningdalselva høsten 1997, 1999, 2000 og 2001.

Tabell 2. Gjennomsnittslengde i mm hos årsunger (0+) og 1+ laks ulike år i Enningdalselva. Avvik fra middel er oppgitt som 95 % K.I. N= antall fisk.

ÅR	Årsunger 0+			1+		
	Lengde	95% K.I	N	Lengde	95% K.I	N
1997	66.7	± 0.7	392	136.1	± 1.9	124
1999	69.6	± 0.9	410	138.1	± 3.6	74
2000	75.9	± 1.2	365	135.2	± 3.0	76
2001	74.1	± 1.4	118	137.2	± 6.8	33

Det har vært en økning i gjennomsnittslengden til årsunger (0+) av laks i perioden. Årsunger fanget i 1997 var statistisk signifikant ($p < 0.05$) mindre enn årsunger fanget senere år. I 1999 var 0+ signifikant mindre enn i 2000 og 2001, mens det mellom disse to årene ikke var signifikant forskjell i størrelse hos årsungene. Mellom laksunger med to vekstsesonger (1+) ble det ikke funnet statistisk signifikante forskjeller i gjennomsnittslengde (Tabell 2, Fig. 3), og veksten til laksunger i Enningdalselva er svært god.

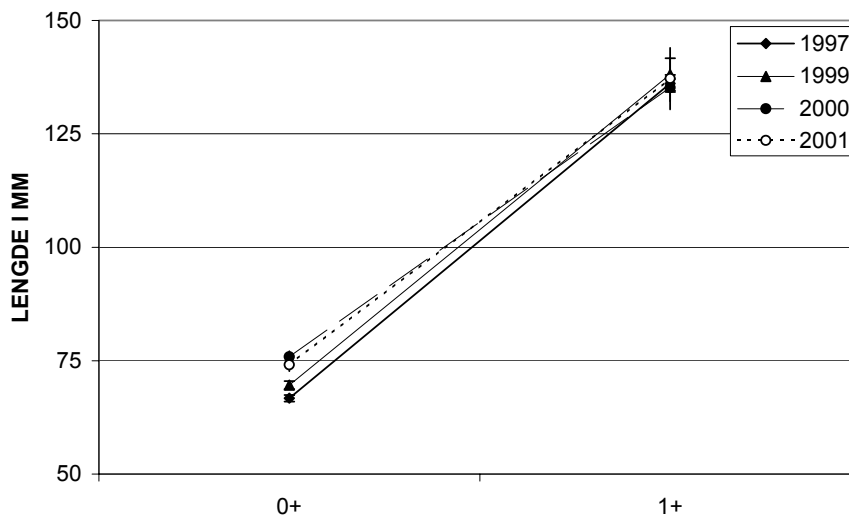


Fig. 3. Empirisk vekst hos laksunger ulike år i Enningdalselva

I vassdraget varierte gjennomsnittslengden til årsunger av laks relativt mye mellom år innen de ulike lokalitetene, men det var også store forskjeller innen hvert enkelt år mellom lokalitetene (Fig 4). Det fremkommer relativt tydelig av Fig. 4 at innen ett år har laksungene betydelig bedre vekst øverst og nederst i elva. I 1997 var en forskjell på ca. 1 cm mellom den med dårligst og best vekst, mens det i 2000 var en forskjell i gjennomsnittslengde på hele 3 cm, mellom stasjon 2 (best vekst) og stasjon 8 (dårligst vekst). Tendensen til dårligere vekst i elvas midtre parti, skyldes sannsynligvis lavere temperatur og at elva her går i kraftige stryk, noe som gjør at fisken bruker mer energi. Stasjonene øverst og nederst ligger i tillegg nedstrøms innsjø, som sannsynligvis både medfører bedre tilbud av næring (direkte gjennom driv og indirekte) og bedre temperaturforhold, som følge av mindre variasjon gjennom døgn og høyere temperatur om høsten.

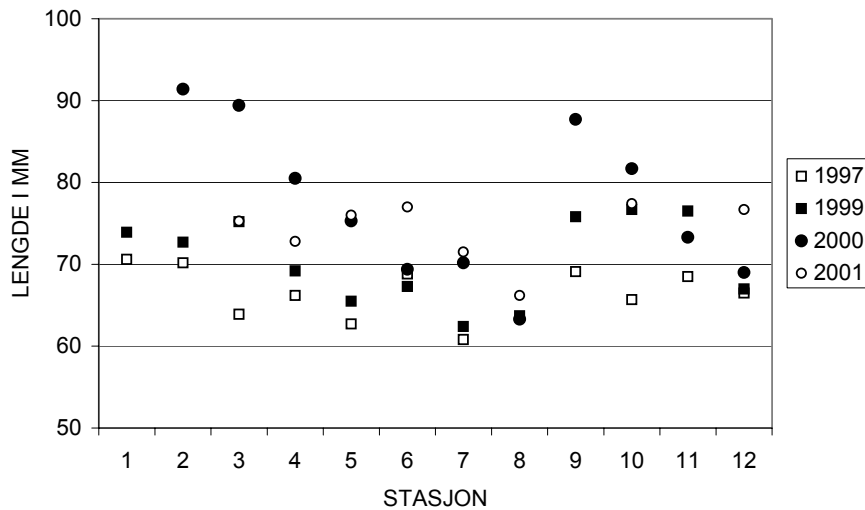


Fig. 4. Gjennomsnittslengde av årsunger på ulike lokaliteter i Enningdalselva ulike år.

Beregnet tetthet av laksunger ulike år i Enningdalselva er vist på Fig. 5. Materialet er delt i de to påviste årsklassene, 0+ og 1+, og tettheten er vist som gjennomsnitt av alle lokalitetene.

Tettheten av årsunger (0+) i 1997 ble for strykestrekningene i elva beregnet til 19.5 fisk/100 m², mens tettheten av 1+ ble beregnet til 5.2 fisk/100 m² (Fig. 5). I 1998 ble det ikke gjennomført undersøkelser av tetthet i elva. I 1999 beregnes bestandstettheten av årsunger til 32.8 fisk/100 m². Dette er den statistisk signifikant ($p < 0.05$) høyeste tetthet av årsunger som er beregnet i perioden undersøkt. Tettheten av 1+ beregnes til 5.0 fisk/100 m². Denne tettheten er den samme som i 1997. Tettheten av 1+ laks som beregnes i 2000, 8.2 fisk/100 m², er den høyeste tetthet av denne årsklassen som er beregnet i perioden. I 2001 var tettheten av laksunger i Enningdalselva svært lav. Både for årsunger og 1+ laksunger er dette den statistisk signifikant laveste tetthet som er beregnet. I 2001 ble det ikke påvist laksunger på fire av lokalitetene, stasjon 1, 2, 9 og 11.

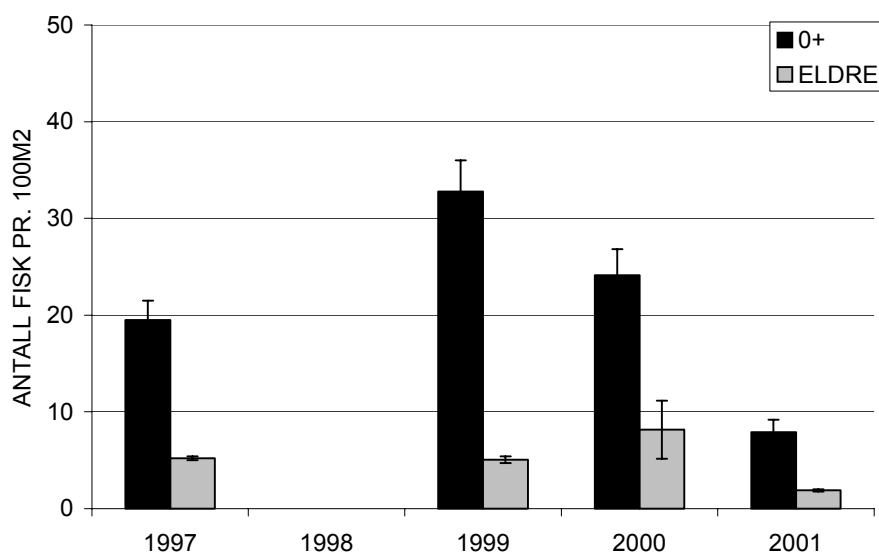


Fig. 5. Beregnet gjennomsnittlig tetthet av årsunger (0+) og 1+ laks (antall pr. 100 m²) på strykstrekninger i Enningdalselva ulike år om høsten.

Ørret

Ørret var sparsomt representert i Enningdalselva (Tabell 1), og ble ikke funnet på alle lokalitetene. Ørret ble hovedsakelig funnet i de nederste delene av elva, nedenfor Rødsvannet, men også på stasjon 6, men var sjelden fra Svingen og oppover. Den totale bestandstetthet var svært lav, og den totale tettheten (alle årsklasser) beregnet i 1997, 1 fisk pr. 100 m² var den høyeste som er beregnet i perioden.

Gytefisk og gytegroper.

Høst 1996

Det ble observert til sammen 10 gytelaks i Enningdalselva (januar 1997). I tillegg til disse ble det funnet én død laks helt nederst i elva (hann, ca. 4 kg). Antall fisk er et minimumstall, da det p.g.a. dårlig sikt var vanskelig å observere. De fleste observasjoner ble gjort på strykpartiet oppstrøms Rødsvatn og ved Berby. Ingen laks ble sett ovenfor Svingen. De fleste laks var på ca. 3-4 kg. For en av laksene sett ved Berby ble størrelsen anslått til ca. 7 kg. For nærmere beskrivelse av fordelingen av gytefisk, se Saltveit (1998).

Til sammen ble det registrert 60 gytegroper (Tabell 3). Gyteområdene var konsentrert til strykstrekningene, men tettheten av groper var størst mellom Berby og Rødsvatnet, der det til sammen ble telt 27 groper og på strykstrekningen ovenfor Rødsvatnet, med til sammen 20 groper. Nedenfor Berby ble det observert svært få gytegroper. Det ble også registrert gytegroper helt øverst i elva; til sammen seks ved Svingen og fem like nedenfor Holtet (Tabell 3) (se også Saltveit 1998).

Tabell 3. Antall og utbredelse av gytegroper i Enningdalselva i januar 1997.

Område	Antall
Holtet	5
Utløp Kirkevatnet	3
Svingen	3
Tellesås-Stein	8
Stein-Saghølen-Sand	12
Utløp Rødsvatnet	11
Berby	16
Ørebakke	2
Totalt	60

Høst 1997

Høsten 1997 ble det observert til sammen 186 gytegroper (Tabell 4). Gytegroperne er delt i store og små, der noen av de små sannsynligvis er gravd av ørret. Gytegroperne fordeler seg nokså jevnt på de ulike strykstrekningene, med en tendens til dominans nedstrøms Rødsvatnet. De fleste laks ble observert oppstrøms Rødsvatnet.

Det må nevnes at det høsten 1997 ble observert enorme mengder sikrogn helt nederst i Enningdalselva.

Tabell 4. Antall og utbredelse av gytegroper og gytefisk i Enningdalselva høsten 1997.

Område	Antall store groper	Antall små groper	Antall gytefisk
Holtet	15	20	laks 70-80cm
Utløp Kirkevatnet	7	1	
Svingen	16	4	laks 8 kg
Tellesås-Stein	3	4	laks 13 kg
Stein-Saghølen-Sand	20	7	5 laks; 3 sjørret
Utløp Rødsvatnet	3	2	2 laks
Berby	39	26	laks 13 kg
Ørebakke	11	8	1 ørret; 2 sik
Totalt	114	72	11 laks; 3 ørret

Fangst og avkastning.

Total fangst av laks- og sjørret i Enningdalselva etter 1940 er vist på Fig. 6. Fangstene viser store variasjoner særlig etter 1985. Lave fangster forekommer både i begynnelsen av 1970-tallet og rundt 1980. Ett toppår kom i 1987 med hele 1620 kg og fangstene har etter 1989 vært relativt gode. I perioden etter 1985 har det vært en positiv tendens i fangstutviklingen.

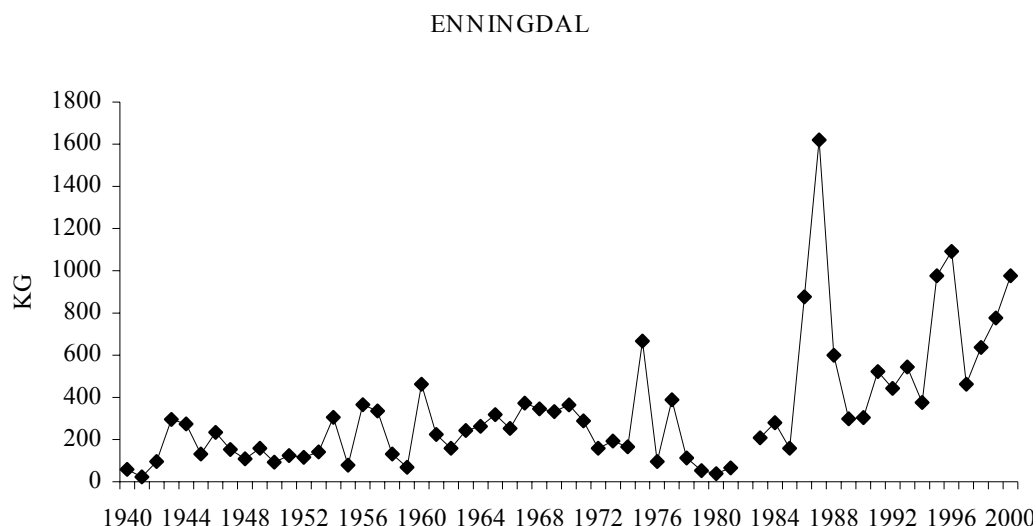


Fig. 6. Fangst av laks og ørret i Enningdalselva i perioden 1940 til 2000.

KOMMENTARER

Ugunstige forhold som høy vannføring og dårlig sikt under vann har gjort det vanskelig å observere gytefisk og telle gytegroper i Enningdalselva. Det har bare vært mulig å gjennomføre slike tellinger i 1996 (gjennomført i januar 1997) og 1997, og heller ikke da var forholdene gode (Saltveit 1998). I 1996 ble det observert til sammen 10 gytelaks, mens det i 1997 ble observert 11. På bakgrunn av kjønnsfordeling i fangster er det antatt å være henholdsvis 4 og 5 hunnfisk. Gytefiskobservasjonene for 1996 er foretatt i januar 1997, mens de i 1997 er foretatt svært sent på året, og ingen av disse er derfor brukt i den videre vurdering av reproduksjonsforhold (se også Saltveit 1998). Antall gytegroper som lot seg telle i 1996 var 60, mens det i 1997 ble observert hele 186 groper. Dette gir en bedre indikasjon på naturlig reproduksjon av laks enn det observasjonene av gytefisk tilsier. Gitt det forhold at en hunnlaks lager flere gytegroper (Barlaup 1994, Flemming 1996), ble antall hunnfisk i 1996 beregnet til 12 (5 groper pr. hunn) og antall egg beregnet til 83.000 eller 1.8 pr. m² (Saltveit 1998). Dette var et klart underestimert, da neppe alle gytegroperne ble observert.

Antall gytegroper i 1997 tilsvarer ca. 37 hunnlaks (5 groper pr. hunn) under forutsetning av at alle er lagt av laks. Sættem (1995) anslår at en hunnlaks har 1300 egg pr. kg fisk. Med en gjennomsnittsvekt på ca. 6,7 kg i 1997 (all laks større enn 3 kg) betyr ca. 322.000 egg eller 7,15 pr. m² basert på beregninger fra telling av gytegroper. Alle gytegroper ble neppe observert og hvor mange gytegroper laks fra Enningdalselva graver er heller ikke kjent, slik at

dette blir et underestimat for egg tetthet. Eggantallet beregnet basert på gytegrøper for 1997 er imidlertid tilnærmet likt det antall som beregnes på bakgrunn av fangstandel (se Fig 8).

Da det senere ikke har vært mulig å beregne naturlig reproduksjon basert på tellinger, må andre metoder benyttes. Mengden gytelaks kan beregnes ut fra et samsvar mellom fangst og det som overlever for å reprodusere naturlig. Basert på fangst og telling av gytelaks i Lærdalselva beregnet Rosseland (1979) at et sted mellom 40 og 45% av den laksen som går opp i elva ikke fanges. Sættem (1995) fant at det var smålaks (< 3 kg) som i laksebestandene i Sogn og Fjordane hadde den høyeste fangstandelen. I gjennomsnitt ble 83% av den samlede oppgangen av denne gruppen fanget i løpet av fiskesesongen. For laks større enn 3 kg var fangstandelen 50%. Tellinger av gytefisk i Suldalslågen viser også at det her er et tilnærmet 1:1 forhold mellom fangst og gytelaks (Sægrov og Kålås 1996, Sægrov *et al.* 1997). Fangst kan derfor brukes som et mål for antall gytefisk i en elv.

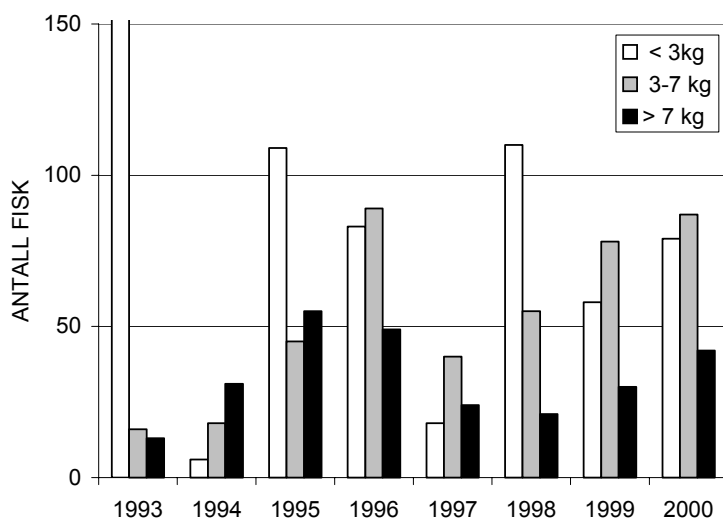


Fig. 7. Beregnet antall gytefisk i ulike vekt kategorier ulike år i Enningdalselva.

Basert på oppgitte fangster fra offentlig statistikk, fordelt vekt klasser (< 3kg, 3-7 kg, > 7kg) kan gytebestand (gitt 50 % fangstandel) og antall egg gytt ulike år i Enningdalselva beregnes (Fig. 7 og 8). I beregningene er det ikke tatt med fisk < 3kg, da mye av dette trolig er hannfisk. Det er imidlertid for fisk > 3kg forutsatt at 50 % er hunnfisk (Bruun 1989), og det er lagt til grunn at en hunnlaks har 1300 egg pr. kg fisk (Sættem 1995). Av beregningene fremgår det at det var en økning i antall egg lagt i elva fra 1993, ca. 125 000 egg, til 1996 da det høyeste tallet, ca. 600 000 egg, beregnes (Fig 8). Dette er noe høyere enn det som tidligere ble beregnet (470 000 egg) av Saltveit (1998), noe som skyldes at det da ikke ble skilt mellom størrelses kategorier. I 1997 er antall egg lagt i elva igjen lavt, men antall gytefisk og egg har økt gradvis i perioden fram til 2000 (Fig.7 og 8).

Gyteområdene er begrenset til strykstrekningene i elva og utgjør en samlet strekning på bare ca. 3 km, fordelt på tre områder. Elvearealet med strykstrekninger og strykområder er beregnet til 45.000 m² og antall egg beregnes til å være mellom 2.8 pr. m² (1993) og hele 13.2 pr. m² (1996) (Fig 8). Nedre grense for å sikre full rekruttering er et sted mellom 1 og 3 egg pr. m² (Gibson 1993, Sættem 1995). Det er stor forskjell mellom årene, men beregningene

viser at Enningdalselva har hatt egg tetthet siden 1993 som ligger over grensen for å sikre full rekruttering.

Den beregnede årsungetettheten i Enningdal i perioden 1997 til 2000 var mellom 0,2 og 0,3 fisk/100m². Legges de beregnede egg tettheter i samme periode (Fig. 8) til grunn, og forutsatt minimal dødelig av egg, indikerer dette en betydelig dødelighet (97-98,5 %) hos 0+ laks første vekstsesong.

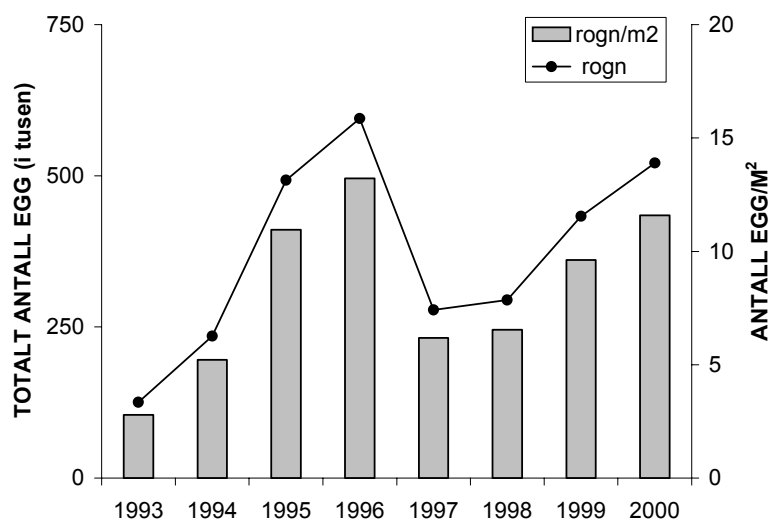


Fig. 8. Beregnet antall egg (i tusen) og antall egg pr. m² lagt av laks ulike år i Enningdalselva.

Mye av elva består av stilleflytende partier. Uten andre fiskearter tilstede ville laks i større grad kunne ha nyttet dette til oppvekstområder. Imidlertid gjør den svært varierte fiskefaunaen, som består både av predatorer og konkurrenter, at utbredelsen og produksjonen av laks begrenses til strykstrekningene. Basert på beregningene ovenfor har gytingen etter 1993 vært mer enn tilstrekkelig for å fylle disse.

Lakseungenes vekst er svært god og de aller fleste laksungene smoltifiserer etter to vekstsesonger. Veksten i 1997 var noe lavere enn det Dervo (1990) påviste i elva. Imidlertid fant Dervo (1990) individer som ble smolt først etter tre vekstsesonger, selv om slik smolt utgjorde en svært liten del av materialet, ca. 10%. Veksten til laksungene i Enningdalselva er noe langsommere enn den funnet i Ågårdselva, der veksten ble karakterisert som særdeles god (Saltveit *et al.* 1999). Årsungene hadde høsten 1998 her en gjennomsnittslengde på 93 mm, og det ble antatt smoltutvandring for deler av bestanden allerede etter en vekstsesong. God vekst og lav smoltalder gjør at dødeligheten på elva reduseres ved at oppholdet blir kortere. Dette er en fordel for laks i et vassdrag med stor interspesifikk konkurranse og predatorer.

Det er vanskelig å sammenligne de tetthetene av laksunger som ble beregnet i denne undersøkelsen med tidligere undersøkelser (Bruun 1989, Dervo1990), da estimatene her er svært usikre. Sammenlignet med Ågårdselva (Saltveit *et al.* 1999), er tetthetene av både årsunger og 1+ på samme nivå i Enningdalselva. Det er vanskelig å sammenligne med andre

norske elver, idet Enningdalselva har langt flere fiskearter enn det som vanligvis finnes i norske laksevassdrag. Selv om tetthetene beregnet for årsunger synes lave, har det mindre betydning i et vassdrag med kort oppholdstid på elv.

I 2001 ble det både for årsunger og eldre laksunger beregnet svært lave tettheter. Dette til tross for høy beregnet naturlig rekruttering i 2000. Forholdene på høsten forutfor hadde ikke vært de beste, lange perioder med høy vannføring og flom. Da det påvises lave tettheter for begge årsklasser, skyldes de lave tetthetene beregnet for årsunger neppe rekrutteringsproblemer.

Devro (1990) beregnet smoltantallet til 0.15 ind./m^2 , og at dette skulle kunne gi 470 voksne laks. Han regnet en lakseproduserende strekning på ca. 10 km. Det totale smoltantall som produseres vil være bestemt av det produktive areal som legges til grunn. Strekningen og derved arealet angitt av Dervo (1990) er trolig for stort. Som nevnt tidligere er produktiv strekning sannsynligvis ikke er større enn ca. 3 km. Smoltproduksjonen er derfor lavere enn det oppgitt av Dervo (1990). Smoltproduksjon kan beregnes ut fra tetthetene av presmolt over en viss alder og størrelse (Sægrov *et al.* 2001). For årsunger (0+) er lengden $>90 \text{ mm}$ og for 1+ $> 100 \text{ mm}$. For Enningdalselva vil det bety at alle 1+ vil vandre ut som smolt påfølgende vår, men deler av 0+ populasjonen vil også gjøre det. Beregnete presmolttettheter og smoltproduksjon gitt et produktivt areal på 45.000 m^2 for Enningdalselva ulike år er vist i Tabell 5. Det kan nevnes at presmolttettheter i Orkla er beregnet til 7.6 ind./100m^2 , mens de i Imsa varierte fra 4 til 30 ind./100m^2 (se Sægrov *et al.* 2001).

Basert på beregnede presmolttettheter (bestandberegning ved elektrofiske) fra en rekke lakseelver på Vestlandet og middelvannføringen i disse, er det utviklet en modell for beregning av hvor mye presmolt (smolt) av laks og ørret til sammen en elv optimalt skal kunne produsere basert på middelvannføringen (Sægrov *et al.* 2001). Middelvannføringen i Enningdalselva er ca. $10 \text{ m}^3/\text{s}$, noe som tilsier en presmolttetthet på 18 ind./100m^2 (både laks og ørret). Dette er langt høyere enn de her beregnet (Tabell 5). Imidlertid er denne modellen basert på data fra vest-norske vassdrag, med få andre arter enn laks og ørret tilstede. I de elvene som ligger til grunn for modellen varierte presmolttettheten (laks og ørret samlet) mellom år fra 7,1 til 9,1 fisk pr. 100m^2 (Sægrov *et al.* 2001). De beregnete presmolttettheter for Enningdalselva, som også bare omfatter laks, må derfor sies å være tilfredsstillende.

Tabell 5. Beregnede presmolttettheter ($N/100\text{m}^2$) og beregnet smoltproduksjon ulike år i Enningdalselva.

ÅR	Presmolttetthet		Smoltantall
	N	95% K.I	
1997	5.17	± 0.21	2330
1999	5.51	± 0.34	2480
2000	8.13	± 0.52	3660
2001	2.77	± 0.21	1250

Den naturlige reproduksjonen hos laks i Enningdalselva synes god og ikke å være begrensende for produksjonen av voksen laks til elva. Egg tetthetene som beregnes er høye og langt høyere enn det som er påkrevet for å fylle elva (Gibson 1993, Sættem 1995). Sannsynligvis produseres det et overskudd av 0+. Av den grunn er uttak av stamfisk med

utsetting på denne elvestrekningen ikke påkrevet. Faktorer som begrenser overlevelse fra 0+ til 1+ er konkurranse, predasjon og mangel på habitat egnet for laksunger. Tiltak for å øke produksjonen vil derfor være utsettinger basert på overskudd av gytefisk på strekninger som i dag *ikke* produserer laks og tiltak som kan øke overlevelsen fra 0+ til 1+.

Det foreligger svært liten kunnskap om effekt av utsetting av presmolt i Norge, selv om dette er den kategori fisk som i størst grad settes ut i norske elver (Saltveit 1998, Fjellheim og Johnsen 2001). Gjennomførte undersøkelser kan tyde på at gevinsten av utsettinger i elver der naturlig reproduksjon ikke er den begrensende faktor for produksjon av fisk er liten (Saltveit 1998). I Suldalslågen i Rogaland vandrer det tilnærmet ut like mye smolt fra utsettinger som villsmolt, men utsatt fisk utgjør mindre enn 10% av den voksne fisken som fanges på elv (Saltveit 1997, 1998). Årsaken er bl.a. sen utvandring og mindre størrelse hos oppdrettsmolt, faktorer som reduserer overlevelse i havet. Dersom det ikke er mulig å finne lokaliteter uten naturlig reproduksjon av laks i vassdraget, anbefales det at det ikke settes ut fisk, selv om det er et overskudd av gytefisk å hente stamfisk fra.

LITTERATUR

- Barlaup, B.T., Lura, H. og Sægrov, H. Inter-and intra-specific variability in female salmonid spawning behavior. *Can.J.Zool.* 72: 636-642.
- Bruun, P. 1989. Laksen i Enningdalselva. Rapp. Miljøvernavdelingen, Fylkesmannen i Østfold, 1-1989, 50 s.
- Dervo, B.K. Undersøkelse av laks i Enningdalselva og sjøørret i Ørbekken og Vevlenbekken, Halden, 1989. *Rapport Fylkesmannen i Østfold. Miljøvernavdelingen*, 28 s.
- Fjellheim, A. og Johnsen, B.O. 2001. Experiences from stocking salmonid fry and fingerlings in Norway. *Nordic. J. Freshw. Res.* 75: 20-36.
- Flemming, I.A. 1996. Reproductive strategies of Atlantic salmon: ecology and evolution. *Reviews in Fish biology and Fisheries* 6: 379-416.
- Gibson, R.J. 1993. The Atlantic salmon in fresh water: spawning, rearing and production, *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 3: 39-73.
- Hesthagen, T. 1978. Stasjonærhet hos elvelevende ørret (*Salmo trutta* L.) og unglaks (*Salmo salar* L.) i en bekk i Nord-Norge. Hovedfagsoppgave Universitetet i Tromsø. 87 s.
- Karlstrøm, Ø. 1972. Habitat selection and population densities of young stages of salmon (*Salmo salar* L.) in rivers in Sweden. *Thesis, Inst. Zool. Uppsala Univ.*, 155 s.
- Rosseland, L. 1979. Erfaringer fra smoltutsettinger i regulerte vassdrag. s. 243-263. I: Gunnerød, T.B. og Mellqvist, P. (Red.) Vassdragsregulerings biologiske virkninger i magasin og lakseelver. NVE og Dir. for vilt og ferksvannsfisk.
- Saltveit, S.J. 1997. Effekt av utsetting av laks. *Rapp. Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen*, 42, 28 s.
- Saltveit, S.J. 1998. The effects of stocking Atlantic salmon, *Salmo salar*, in Norwegian rivers. p. 22-34. In: I.G. Cowx (ed.). *Stocking an introduction of fish*. Fishing News Books. Blackwell.
- Saltveit, S.J., Pavels, H., Heggenes, J. og Bremnes, T. 1999. Oppvekst- og produksjonsmuligheter for laks i Glomma nedstrøms Vamma og i Ågårdselva, Østfold. *Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo*, 186, 22s.
- Slaney, P.A. og Martin, A.D. 1987. Accuracy of underwater census of trout populations in a large stream in British Columbia. *N. Amer. J. of Fish. Mgmt.* 7: 117-122.
- Sægrov, H. og Kålås, S.K. 1996. Gytelaks og gyting i Suldalslågen i 1995/1996. *Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen*, 25, 34 s.
- Sægrov, H., Hellen, B.A. og Kålås, S.K. 1997. Gytelaks og gyting i Suldalslågen i 1995/1996. *Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen*, 32, 25 s.

- Sægrov, H., Urdal, K., Hellen, B.A., Kålås, S. and Saltveit, S.J. 2001 A model for estimating carrying capacity and presmolt production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and anadromous brown trout (*Salmo trutta*) in west Norwegian rivers. *Nordic. J. Freshw. Res.* **75**: 99-108.
- Sættem, L.M. 1995. Gytebestander av laks og sjøaure. En sammenstilling av registreringer fra til vassdrag i Sogn og Fjordane fra 1960-94. *Utredning for DN 1995-7*, 107 s.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. *J. Wildl. Mgmt.* **22**: 82-90.
- Zubik, R.J. og Fraley, J.J. 1988. Comparison of snorkel and mark recapture estimates for trout populations in large streams. *N. Amer. J. of Fish. Mgmt.* **7**: 58-62.

**Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI),
Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo.**

Postadresse: Boks 1172, Blindern, 0318 Oslo

Besøksadresse: Zoologisk Museum, Sarsgt. 1, 0562 Oslo.

Tlf. 22 85 17 60.

Telefax 22 85 18 37.

<http://www.nhm.uio.no/zoomus/lfi/index.html>

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI) ble opprettet i 1969. Laboratoriet skal drive oppdragsforskning på fagområdet ferskvannsekologi, og har spesiell kompetanse på bunndyr og fisk (laks, ørret, sik, abborfisk og karpfisk).

For tiden har laboratoriet oppdrag i forbindelse med:

- Vassdragsreguleringer
- Vassdragskjønn
- Eutrofiering
- Vassdragsovervåking
- Biotopforbedring
- Fiskeforsterkning

Lønn og drift dekkes av de enkelte oppdragsgivere. Arbeidsgiver er Universitetet i Oslo.

LFI-Oslo har idag følgende personale:

Forskere:	cand. real. Åge Brabrand dr. philos John E. Brittain cand. scient. Trond Bremnes
Professor II	dr. philos Jan Heggenes
1. amanuensis:	cand. real. Svein Jakob Saltveit (leder)
Avdelingsingeniør:	Henning Pavels
Avdelingsingeniør:	Finn Smedstad

Utover laboratoriets faste stab dekkes øvrige tjenester av engasjert personale, eller ved kontakt med annet personale ved Universitetet i Oslo.

Resultater fra undersøkelsene presenteres i egen rapportserie. Forespørsler om rapporter rettes direkte til laboratoriet. Sitat av resultater er ønskelig dersom rapporten refereres. Anvendelse av primærdata til videre publisering ansees som begrenset, og kan eventuelt bare gjøres etter avtale med laboratoriet.