

Geografisk variasjon og utviklingstrekk i norske laksebestander

Arne J. Jensen (redaktør)



LAGSPILL



ENTUSIASME



INTEGRITET



KVALITET

Norsk institutt for naturforskning

Geografisk variasjon og utviklingstrekk i norske laksebestander

Arne J. Jensen (redaktør)

Norsk institutt for naturforskning

Geografisk variasjon og utviklingstrekk i norske laksebestander

Arne J. Jensen (redaktør)

NINA publikasjoner

NINA utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

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

NINA Oppdragsmelding

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

NINA Project Report

Serien presenterer resultater fra instituttets pro-sjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

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.

Jensen, A.J. (redaktør). 2004. Geografisk variasjon og utviklingstrekk i norske laksebestander. – NINA Fagrapport 80. 79pp.

Trondheim, okt 2004

ISSN 0805-469X

ISBN 82-426-1485-7

Forvaltningsområde:

Naturovervåking

Environmental monitoring

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen Norsk institutt for naturforskning NINA

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Arne J. Jensen, NINA

Design & Layout:

Tegnekontoret NINA

Opplag: 150

Kontaktadresse:

NINA

Tungasletta 2

N-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13504

Ansvarlig signatur:

Odd Terje Sandlund

(sign.)

Oppdragsgiver:

NINA

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Jensen, A.J. (redaktør). 2004. Geografisk variasjon og utviklingstrekk i norske laksebestander. – NINA Fagrapport 80. 79pp.

NINA overvåker rutinemessig en rekke bestander av laksefisk langs Norskekysten. Flere av bestandene er fulgt systematisk i mer enn 20 år, og sentrale bestandsdata rapporteres fortløpende til forvaltningen. I denne rapporten presenteres data fra de sju såkalte "indeksvassdragene" i DN's nasjonale overvåkingssystem for anadrome laksefisk. Dette er Drammenselva, Imsa, Figgjo, Strynselfa, Orkla, Saltdalselva og Halselva, og dataseriene fra disse elvene utgjør noen av de lengste og mest omfattende tidsseriene om laks som finnes i Norge. Rapporten presenterer også bestandsdata om laks fra en rekke vassdrag som inngår i et enklere overvåkingssystem som tar sikte på å kartlegge forekomsten av rømt oppdrettslaks i ville bestander, men som også gir viktig informasjon om de ville bestandene. Det er brukt noe ulike metodikk i de forskjellige elvene, men resultatene er likevel sammenlignbare.

Den geografiske variasjonen mellom laksebestandene reflekterer i stor grad typen elver. På grunnlag av laksens gjennomsnittstørrelse i fangstene fra 1993 til 2003 kan vi dele elvene i "typiske smålakselver", "smålakselver med stor smålaks" og "mellom- og storlakselver". De "typiske smålakselvene" finner vi i hovedsak langs kysten, mens "mellom- og storlakselvene" i hovedsak finnes langt inn i fjordene. De ulike typer av elver er heller ikke jevnt fordelt i landet. Mens det er flest "typiske smålakselver" på kysten av Midt-Norge, er det flest "mellom- og storlakselver" på Vestlandet.

Analyser av skjellprøver fra elvene gir mulighet til en finere gruppering av laksebestandene. Det viser seg at jo større ensjøvinterlaksen blir i en elv, jo større andel av laksen fra elva kjønnsmodnes etter ett år i sjøen. På grunnlag av innslaget av ensjøvinterlaks i skjellprøvene og gjennomsnittvekta på ensjøvinterlaksen grupperte vi elvene i fem kategorier. Disse kategoriene er egentlig en inndeling på en glidende skala fra typiske smålakselver med dominans av små ensjøvinterlaks og et betydelig antall flergangsgytere blant flersjøvinterlaksen til "storlakselver" som kjennetegnes ved dominans av to- og tresjøvinterlaks i fangstene, og en lav andel flergangsgytere blant flersjøvinterlaksen.

Vektgruppeinndelingene i laksestatistikken fanger godt opp variasjoner i årsklassestyrke i de fleste elvene bortsett fra i typiske smålakselver. Imidlertid varierer hvor stor del av fisken som får feilbestemt sjøalder på bakgrunn av vekta mellom år, slik at en større presisjon i årsklassestyrkeberegninger kan oppnås ved å korrigere sammensetningen på bakgrunn av resultater fra skjellprøveinnsamlinger.

I fire av elvene (Drammenselva, Imsa, Figgjo og Halselva) har utvandrende smolt og/eller oppforet smolt blitt Carlinmerket, noe som har gitt grunnlag for å beregne overlevelse i sjøen. Smoltproduksjonen har blitt beregnet ved å telle all utvandrende smolt i Imsa og Halselva, mens i Orkla har smoltproduksjonen blitt beregnet ved å merke smolt før utvandring og gjenfange smolt på utvandring i en felle. Bestanden av voksenfisken har blitt beregnet i Imsa og Halselva ved å telle all oppvandrende fisk, mens i Orkla og Drammenselva har man talt oppvandrende fisk ved tellepunkter et stykke opp i elva. I Drammenselva har man i tillegg beregnet gytebestanden ved fangst-gjenfangst-metodikk. I fire av elvene (Strynselfa, Orkla, Saltdalselva og Halselva) har bestanden av ungfisk i elva blitt kartlagt ved elektrisk fiske. I Drammenselva, Strynselfa, Orkla og Saltdalselva har bestandssammensetningen av voksen laks blitt undersøkt ved å samle inn skjellprøver fra sportsfiske. Data fra 56 andre elver hvor skjellprøver fra sportsfisket har blitt analysert blir også presentert i rapporten.

Gode data om laksens overlevelse i sjøen er tidkrevende å skaffe, men i denne rapporten presenteres estimater fra Drammenselva, Imsa, Figgjo, Orkla og Halselva. De er skaffet tilveie ved ulike metoder, men alle viser dårlig overlevelse i sjøen gjennom store deler av 1990-tallet, med et lavmål i overlevelsen rundt 1995. Årene etter smoltutvandringen i 1995 var også de med lavest totalfangst av laks i Norge. Dette tyder på at dårlig sjøoverlevelse er en viktig del av forklaringen på de svake fangstene av laks på 1990-tallet. Den lange dataserien fra Figgjo viser store variasjoner i gjenfangsten av merket smolt. Den var lav på midten av 1960-tallet, økte til over 10 % i første halvdel av 1970-tallet og har hatt en nedadgående trend fram til i dag. Denne trenden skyldes at den naturlige dødeligheten i havet har økt og at reguleringer av laksefisket har redusert sjøbeskatningen, som igjen bidrar til at færre merkede laks blir gjenfanget. God korrelasjon i overlevelse mellom Figgjo og den skotske elva North Esk samt god korrelasjon mellom overlevelsen til en- og tosjøvinterlaks, indikerer at en betydelig del av dødeligheten bestemmes i den første tiden laksen er i sjøen. Dataene viste også at sjøtemperaturen når smolten går ut i sjøen har stor betydning for overlevelsen. Undersøkelsene fra Imsa tyder på at nedgangen i lakseproduksjonen de siste 20 år ikke bare skyldes redusert overlevelse. Redusert veksthastighet i havet og redusert sjøalder ved kjønnsmodning er også viktige årsaker til dette. Denne reduksjonen har sannsynligvis sammenheng med den klimaendringen som har skjedd, tilsvarende som foreslått for senere års reduksjon i produksjon av stillehavslaks.

Merkingene av smolt har også gitt grunnlag for å beregne beskatningen av tilbakevandrende laks i sjøen. Disse beregningene tyder på at beskatningen i sjøen var hardere på

1980 tallet enn på 1990-tallet. Dataene fra Drammenselva tyder på en relativt jevn nedgang i sjøbeskatningen fra midt på 1980 tallet og fram til i dag, mens dataene fra Imsa viser en nedgang da drivgarnsfisket opphørte, men at beskatningen tok seg opp igjen på 1990-tallet for så å avta igjen i de senere år. Tosjøvinterlaksen fra Imsa ser ut til å bli hardere beskattet i sjøen enn ensjøvinterlaksen, mens det ikke er noe tydelig mønster i sjøbeskatningen mellom sjøaldersgrupper i Drammenselva. Dette har trolig sammenheng med at laksen i Drammenselva er mer storvokst enn Imsalaksen, og at sjøfisket i mindre grad beskatter små smålaks enn stor smålaks.

Data fra Imsa viser at laksen normalt påvirkes av tetthetsuavhengige faktorer i sjøen. Men ungfiskens overlevelse i elv kan påvirkes både av tetthetsuavhengige og tetthetsavhengige faktorer, og studiene i denne rapporten demonstrerer begge typene bestandsregulering. I Saltdalselva virker vårflommens størrelse sterkt inn på ungfiskens overlevelse, og da spesielt på egg- og tidlige yngelstadier. Dette er et eksempel på tetthetsuavhengig dødelighet. Sammenhengen mellom antall egg lagt og antall smolt produsert i Halselva tyder på at elva har vært under sitt produksjonspotensiale i de fleste årene, siden vi ikke ser noen tendens til utflating av smoltproduksjonen når eggantallet øker. Overlevelsen fra egg til smolt var i gjennomsnitt 2,2 % i denne elva. Resultatene fra Orkla tyder også på at tetthetsuavhengige faktorer har påvirket bestanden, i og med at tilførselen av næringssalter kan ha endret seg i studieperioden. Når man korrigerer for dette, finner man sammenhenger som tyder på at elvas produksjonskapasitet blir oppfylt når det blir lagt mer enn ca. 2,5-3,0 egg pr. m². Hvor mange egg som må legges for at elvas produksjonskapasitet skal være oppfylt vil variere mellom elver. I Imsa er denne grensen betydelig høyere (6-8 egg pr. m²).

I Imsa og i Strynselfva ble det funnet en positiv sammenheng mellom antallet smolt som vandrer ut og antallet voksne laks som kommer tilbake til elva fra samme smoltårgang. Dette viser at både smoltproduksjonen og sjøoverlevelsen har betydning for innsiget av voksne laks. Imidlertid ser det ut til at sjøoverlevelsen i perioden vi har data fra har variert mer enn smoltproduksjonen.

Abstract

Jensen, A.J. (redaktør). 2004. Geographical variation and population trends in Norwegian Atlantic salmon. – NINA Fagrapport 80. 79pp.

Several Atlantic salmon populations are routinely surveyed by the Norwegian Institute for Nature Research. Some of them have been surveyed systematically for more than 20 years, and the results have continuously been reported to the government administration. In this report, data from the seven “index rivers” in the national surveying system for anadromous salmonids of the Directorate for Nature Management are presented. The rivers are Drammenselva, Imsa, Figgjo, Strynseelva, Orkla, Saltdalselva and Halselva, and the data from these rivers constitute some of the longest and most comprehensive time series on Atlantic salmon that exist in Norway. Data on salmon populations from several other rivers with more extensive surveying are also presented in this report. These extensive data were collected to map the frequency of salmon escaped from the fish farming industry, but also give important information about the wild populations.

The geographical variation between the populations highly reflects the type of rivers. Based on the mean size of the fish in the catches between 1993-2003, the rivers may be separated into “typical grilse rivers”, “grilse rivers with large grilse”, and “2SW (two-sea-winter) and MSW (multi-sea-winter) rivers”. The “typical grilse rivers” are found mainly at the coast, while “2SW and MSW rivers” are found in the innermost part of the fjords. The different types of rivers are not evenly distributed along the Norwegian coast. While “typical grilse rivers” are most frequent at the coast of Central Norway, there is a majority of “2SW and MSW rivers” in Western Norway.

From analyses of scale samples, the salmon populations can be grouped in more detail. The larger size of the grilse, the higher fraction of the population mature after only one winter at sea. Based on the fraction of grilse from each river in the scale samples and the mean weight of the grilse, we grouped the rivers into five categories. In fact, these categories reflect a division on a continuous scale from typical grilse rivers dominating by small grilse with a relative high proportion of repeat spawners among the MSW fish, to rivers with large salmon characterized by a dominance of 2SW and 3SW salmon in the catches, and a low fraction of repeat spawners among MSW fish.

The present division into three weight groups (< 3 kg, 3-7 kg and > 7 kg) in The Official Statistics of Norway reflects the normal variation in year class strength in most rivers, except typical grilse rivers. However, the fraction of salmon classified with a wrong sea age varies between years,

and more precise divisions in year class strength may be achieved by correcting the age composition based on results from scale samples.

In four of the rivers (Drammenselva, Imsa, Figgjo and Halselva) wild and/or hatchery smolts have been tagged with individually numbered Carlin tags, and hence, survival at sea has been estimated. The smolt production was estimated by counting all descending smolts in traps in Imsa and Halselva, while in Orkla it was estimated by tagging some smolts before they migrated to sea, and then recaptured them in a smolt trap during migration. The adult salmon population was estimated in Imsa and Halselva by counting all ascending fish in a Wolf trap close to the sea. In Orkla and Drammenselva, ascending fish were counted farther up in the river. In Drammenselva, the spawning stock was in addition estimated by a catch-recapture method. In four rivers (Strynseelva, Orkla, Saltdalselva and Halselva) parr densities have been estimated by electrofishing. In Drammenselva, Strynseelva, Orkla and Saltdalselva, the population structure was studied from scales collected from the sport fishery. Also, data from scale samples of 56 other populations are presented.

Good data about the survival of salmon at sea are time consuming to obtain. However, in this report such data are given for Drammenselva, Imsa, Figgjo, Orkla and Halselva. Different methods are used, but all of them indicate low survival at sea during most of the 1990-ies, with poorest survival about 1995. Also, the years following the 1995 smolt migration were those with lowest total catches of salmon in Norway. This indicates that poor survival at sea was a key factor in explaining the low catches of salmon during the 1990-ies. The long data series from Figgjo demonstrates large variations in recapture of tagged smolts. The recapture rate was low during the middle of the 1960-ies, increased to more than 10% during the first half of the 1970-ies and then decreased successively. This trend is explained by increased mortality at sea combined with management measures leading to lower exploitation rates at sea, and hence, fewer recaptures. The high correlation in survival between smolts from Figgjo and the Scottish River North Esk, and the correlation between survival of one and two-sea-winter fish, indicates that much of the mortality takes part during the early marine phase. The data also indicated that sea temperature when the smolts leave the river is important for survival. The Imsa data indicate that reduced growth rate at sea as well as reduced sea age at maturation are also important for the decrease in salmon production the last 20 years. This reduction is probably connected to the recent climate change, and a similar explanation has been proposed for the reduced production of salmon in the Pacific in later years.

Exploitation of salmon at sea has also been estimated based on the smolt tagging programs. The exploitation rate at sea seemed to be higher during the 1980-ies than during the 1990-ies. The data from Drammenselva indicate a rather uniform decrease from the mid 1980-ies until today, while the data from Imsa indicates a sharp decline when the drift nets were banned in 1989. However, the exploitation increased again during the 1990-ies and then decreased again the latest years. Two-sea-winter (2SW) salmon from Imsa seems to be exploited to a higher degree than one-sea-winter (1SW) salmon, while in Drammenselva no clear differences between the different sea age groups were observed. This may be because the Drammenselva salmon are larger than the Imsa salmon, and that the sea fishery to a lesser degree exploits small 1SW fish than large 1SW fish.

The Imsa data indicate that the salmon normally are influenced by density independent factors at sea. However, the younger life stages in fresh water may be influenced by both density independent and density dependent factors, and the studies in this report demonstrate both types of population regulation. In Saltdalselva, the size of the spring flood is important for survival of fish, especially at the egg, alevin and early fry stages. This is an example of density independent mortality. The relationship between the number of eggs laid and the number of smolts produced in Halselva indicates that this river was below its carrying capacity most years. Survival from egg to smolt was 2.2% as an average in this river. The results from Orkla also indicate that the population of young fish was influenced by density independent factors, because the input of nutrient salts have changed during the study period. After adjusting for this, we found relationships indicating that the production capacity of this river is reached when more than 2.5-3.0 eggs per m² are laid. The number of eggs necessary to achieve the production capacity will vary from river to river. In Imsa, this limit is considerably higher than in Orkla (about 6-8 eggs per m²).

In Imsa and Strynselfva, a positive relationship between the number of descending smolts and the number of ascending adult salmon of the same smolt year class was found. This demonstrates that both smolt production and sea survival are important for the abundance of adult salmon. However, during the period we studied, survival at sea varied to a larger degree than the smolt production.

Forord

NINA overvåker rutinemessig en rekke bestander av laksefisk langs Norskekysten. Flere av bestandene er fulgt systematisk i mer enn 20 år, og sentrale bestandsdata rapporteres fortløpende til forvaltningen. Disse langtidsseriene er det viktig å opprettholde for å kunne studere naturlige svingninger i bestandene. Videre er de med på å gi grunnlag for en bestandsrettet forvaltning av de anadrome laksebestandene. Sju av de mest sentrale vassdragene som overvåkes er indekssvassdrag i DN's nasjonale overvåkingssystem for anadrome laksefisk. Målsettingen med denne rapporten er å gi en samlet oversikt over de dataseriene som foreligger fra disse sju vassdragene. Således har hvert av de sju vassdragene fått et eget kapittel i rapporten. I tillegg presenteres i et eget kapittel bestandsdata som er samlet inn fra en rekke laksebestander i forbindelse med NINAs overvåkingsprogram for rømt oppdrettsfisk og garnskader på laks.

Rapporten er redigert slik at forfatter(e) og bidragsytere er gitt for hvert kapittel, med den som er faglig ansvarlig for hver enkelt dataserie som førsteforfatter. Arne J. Jensen har redigert rapporten. Når det gjelder Orkla, så er det nettopp skrevet en omfattende rapport om laksebestanden (Hvidsten et al. 2004). I foreliggende rapport har vi derfor bare tatt med sammendraget av denne, og henviser for øvrig til hovedrapporten.

DN har bidratt med en betydelig del av finansieringen til dette overvåkingsprogrammet, og har dessuten gitt tilskudd til selve rapporteringen. I tillegg til DN har NVE, Energibedriftenes Landsforening, Statkraft SF, Kraftverkene i Orkla og Orkla Fellesforvaltning bidratt økonomisk til å holde langtidsseriene i gang.

Svært mange personer har bidratt på forskjellig måte ved innsamling av data. Vi har vært helt avhengige av en god innrapportering av fiskemerker og innsamling av skjellprøver av laks fra sportsfiskere og yrkesfiskere. Det har også vært viktig med god kontakt og samarbeid med representanter fra mange elveeierlag, fiskeforeninger og andre kontaktpersoner lokalt i de enkelte vassdragene. Røkting av fiskefellene i Halselva, Imsa og Drammenselva har krevd en betydelig arbeidsinnsats fra en rekke personer. Og ikke minst må nevnes alle de som har deltatt ved merking av smolt, elfiske og øvrig feltarbeide. Vi vil rette en stor takk til alle som har bidratt.

Trondheim, oktober 2004.

Arne J. Jensen
Seniorforsker

Innhold

Referat	3
Abstract	5
Forord	7
I Innledning	10
2 Drammenselva	12
2.1 Innledning	13
2.2 Beskrivelse av Drammenselva	13
2.3 Kultivering av Drammenselva	14
2.4 Materiale og metoder	14
2.4.1 Estimering av oppgangen av laks	14
2.4.2 Innsamling av skjellprøver	14
2.4.3 Produksjon, merking og utsetting av smolt	14
2.4.4 Overlevelse og beskatning i sjøen	15
2.5 Resultater og diskusjon	15
2.5.1 Gjenfangster av laks utsatt som smolt	15
2.5.2 Beskatning av Drammenslaksen i sjøen	15
2.5.3 Oppgang og beskatning av laks i Drammenselva	16
3 Imsa	18
3.1 Innledning	18
3.2 Materiale og metoder	18
3.3 Resultater	18
3.3.1 Gjenfangster av voksne laks	18
3.3.2 Sjøalder ved kjønnsmodning	19
3.3.3 Kroppsstørrelse og vekst	20
3.3.4 Produksjon og beskatning	21
3.4 Diskusjon	22
3.4.1 Overlevelse	22
3.4.2 Vekst	23
3.4.3 Alder ved kjønnsmodning	23
3.4.4 Fiskeriene og havbeite	24
4 Figgjo	25
4.1 Innledning	25
4.2 Materiale og metoder	25
4.3 Resultater og diskusjon	25
5 Strynselfva	27
5.1 Innledning	27
5.2 Materiale og metoder	27
5.3 Resultater	28
5.3.1 Tetthet av ungfisk	28
5.3.2 Vekst av ungfisk	29
5.3.3 Laksesmolt	29
5.3.4 Voksen laks	30
5.4 Diskusjon	32
5.4.1 Egg og yngel	32
5.4.2 Ungfisk	33
5.4.3 Smolt	33
5.4.4 Gytebestand	35

6 Orkla	36
6.1 Innledning	36
6.2 Sammendrag av Orklarapporten	36
7 Saltdalselva	39
7.1 Innledning	39
7.2 Materiale og metoder	39
7.3 Resultater og diskusjon	40
7.3.1 Tetthet og vekst av ungfisk	40
7.3.2 Laksesmolt	42
7.3.3 Voksen laks	42
8 Halselva	46
8.1 Innledning	46
8.2 Materiale og metoder	46
8.3 Resultater og diskusjon	47
8.3.1 Gytebestand	47
8.3.2 Tetthet av ungfisk	48
8.3.3 Smoltutvandring	48
8.3.4 Overlevelse fra egg til smolt	49
8.3.5 Gjenfangster av merket smolt	49
8.3.6 Tilbakevandring av sjørret og sjørøye som tidlig indikasjon på overlevelse av laks	51
9 Bestandssammensetning av villaks	52
9.1 Innledning	52
9.2 Materiale og metoder	52
9.3 Resultater	52
9.3.1 Sjøalder i forhold til vekt og kjønn og variasjon mellom år	52
9.3.2 Vurdering av innsamlingsrutiner av skjellprøver for å anslå årsklassestyrke ut fra fangststatistikken	60
9.3.3 Geografisk fordeling av ulike typer elver	62
10 Sammenfattende diskusjon	69
10.1 Overlevelse i sjøen	69
10.2 Overlevelse i elv og oppfylling av produksjonspotensiale	70
10.3 Sammenhengen mellom smoltproduksjon og antall voksne tilbake til elva	70
10.4 Trender i alder og størrelse ved kjønnsmodning	71
10.5 Bruk av fangststatistikken for å vurdere smoltårsklassestyrke hos tilbakevandrende laks	72
10.6 Er variasjoner i fangstene et representativt mål på variasjoner i underliggende bestander?	72
10.7 Geografisk fordeling av sjøaldersfordeling	72
10.8 Hva kan overvåkingsresultatene brukes til?	73
11 Litteratur	74

I Innledning

I rapporten over viktige terrestriske og limniske dataserier fra Norges forskningsråd (Anon. 2003) ble det slått fast at "Lange kvalitetssikrede dataserier er av avgjørende betydning for å kunne vurdere langsiktige endringer i naturen. De er en viktig ressurs i mange forskningsprogrammer og er grunnelementet i all miljøovervåking". I denne rapporten fra Norges Forskningsråd ble indekssvassdragene for laksefisk samt "bestandssammensetning hos voksen laks i elv og sjø" (rømtfiskovervåkingen) trukket fram som prioriterte serier som bør videreføres.

Et klassisk eksempel på betydningen av lange tidsserier i forvaltningen av fiskebestander er undersøkelsene til Hjort (1926), som ved skjellanalyser viste at Nordsjøsilde først på 1900-tallet i mange år var dominert av den ekstremt sterke 1904-årsklassen. Hjort påviste med dette at vekslingene i fiskerienes utbytte for en stor del skyldtes svingninger i årsklassestyrke.

Når det gjelder ferskvannsfisk, så er det fineste eksemplet vi har på årsklassevekslinger fra Mjøsa, der (Aass 1972) viste at lagesilda vanligvis rekrutteres i en treårig syklus og at det i perioden 1957-1969 oppstod rike årsklasser i 1957, 1960, 1963, 1966 og i 1969. Denne syklusen hadde betydning også for lagesildas næringskonkurrenter, f. eks. sik.

Andre lange dataserier fra norske innlandsfiskerier finnes blant annet fra Pålbufjord, Tunhovdfjord, Ustedalsfjord, Limingen, Gudbrandsdalslågen (Hunderørret) og Øvre Heimdalsvatn (Aass 1970, 1973, 1986, Aass et al. 1989, Jensen 1977, Jensen & Aass 1995). Disse seriene ble samlet inn for å kunne dokumentere effekter av kraftutbygginger på fiskebestandene, unntatt undersøkelsene i Øvre Heimdalsvatn som var konsentrert om beskatning og bestandssammensetning.

Når det gjelder laks, så finnes det flere lange dataserier i tillegg til de fra indekssvassdragene. Spesielt kan nevnes tellinger av gytelaks i Lærdalselva (siden 1960) og andre elver på Vestlandet (Rosseland 1979, Sættem 1995), tellinger av gytegrøper i Eira fra 1953 til ca. 1995 (Jensen 1979 og upublisert) og tetthetsundersøkelser av ungfisk i Tana siden 1979 (Niemelä et al. 1999). Videre kan nevnes at det foreligger et unikt skjellmateriale fra Repparfjordelva i Finnmark siden 1932 (upublisert). Laksebestanden i Altaelva er overvåket i forbindelse med kraftutbyggingen av vassdraget siden 1980 (Ugedal et al. 2004) og i Vefsna er bestanden overvåket siden 1974, men der er fokuseringen etter hvert blitt på effekter av parasitten *Gyrodactylus salaris* på laks (Johnsen & Jensen 1988, Johnsen et al. 1999).

Den totale nytten av og bruksområdene til lange tidsserier er ofte ikke fullstendig kjent når man starter opp med

innsamlingen av data og en løpende finansiering av slike prosjekter er derfor vanskelig og kan ofte bli tilfeldig. For eksempel har terrestriske tidsserier, som i utgangspunktet ble startet opp for å studere momenter som forurensningseffekter, effekter av høsting og livshistorie, blitt benyttet for å belyse effekter av klimaendringer (Hofgaard et al. 2004). Et glimrende eksempel når det gjelder laks er kartleggingen av parasitten *G. salaris* på laks i Norge og dens effekter på laksebestandene (Johnsen et al. 1999). I flere av vassdragene som ble angrepet på 1970- og 1980-tallet (for eksempel Vefsna, Lakselva, Beiarelva og Ranaelva) forelå det allerede systematiske tetthetsundersøkelser av ungfisk og bestandsdata om voksen laks da laksebestanden ble infisert. Disse undersøkelsene var forundersøkelser i forbindelse med planlagte kraftutbygginger, men bidro også i stor grad til å forstå spredningen av parasitten i Norge, og hvilke effekter den hadde på laksen.

Bestandene av laks i Norge har vist store variasjoner fra år til år (Anon. 1999; Hansen et al. 2004), og bestandsvingningene kan skyldes flere ulike faktorer, både menneskeskapte og naturgitte. Store variasjoner fra år til år vil bli fanget opp gjennom fangststatistikken, men for å komme nærmere de underliggende årsakene til svingningene er det viktig å ha lange tidsserier. Nettopp for å kunne ha et slikt viktig grunnlagsmateriale har DN bidratt med betydelige tilskudd til overvåking i utvalgte vassdrag ("indekssvassdrag"), hvor undersøkelser har blitt gjennomført årlig gjennom en årrekke (Hansen et al. 1996, Jensen 1996). I tillegg har DN finansiert en mer ekstensiv overvåking i en rekke vassdrag, primært med sikte på å kartlegge forekomsten av rømt oppdrettslaks i ville bestander (Fiske et al. 2001). Dette materiale inneholder også skjellprøver av et stort antall villaks, og resultatene fra analyser av disse vil bli presentert i denne rapporten.

For bedre å kunne forstå laksebestandenes dynamikk er det viktig med økt kunnskap på en rekke felter som:

- Hvordan varierer overlevelsen fra laksen vandrer ut som smolt og til den kommer tilbake som voksen laks for å gyte?
- Hvor mye egg må legges i en lakseelv for at elvas produksjonskapasitet blir oppfylt?
- Hvilke faktorer påvirker overlevelsen fra egg til smolt, og hvordan varierer smoltproduksjonen i elvene?
- Hvordan virker forholdene i elv og sjø sammen på størrelsen av bestandene av voksen laks?
- Skjer det endringer i livshistorietrekk hos laks over tid, og hvilke faktorer ser slike endringer ut til å samvariere med?
- Dersom laksestatistikken skal benyttes for å vurdere variasjoner i årsklassestyrke hos laks fra ulike elver eller regioner, hvor godt dekker laksestatistikken sin inndeling i størrelsesgrupper opp ulike sjøaldersklasser?

- Kan laksen i enkeltelver oppfattes som isolerte bestander, eller vil populasjonsstørrelsen i enkelte elver kunne påvirkes av populasjonene i nærliggende vassdrag?

I denne rapporten søker vi å belyse flere av disse spørsmålene ved å sammenstille data fra eksisterende langtidsserier fra utvalgte vassdrag ("indeksvassdrag"). I tillegg gir vi en samlet presentasjon av dataene fra villaks samlet inn fra "rømtfiskprosjektet". Disse dataene blir så vurdert opp mot laksestatistikken i perioden 1993-2003, for å gi en mer samlet vurdering av den geografiske fordelingen av ulike typer laksebestander i Norge. Resultatene for de ulike indeksvassdragene blir presentert i separate kapitler, og til slutt prøver vi i en sammenfattende diskusjon å vurdere hvordan resultatene fra de ulike vassdragene kan benyttes for å belyse de spørsmålene som vi har skissert ovenfor.

Data fra indeksvassdragene har blitt publisert i en rekke artikler i vitenskaplige tidsskrifter og i norske rapporter (for eksempel Friedland et al. 1998, 2000, Hansen 1990, Hansen & Jonsson 1985, 1986, 1989, Hansen et al. 1996, Hvidsten 1990, 1993, Hvidsten et al. 1995, 1996, 2004, Jensen 1990, 1996, Jensen & Johnsen 1982, 1986, 1999, Jensen et al. 1998a, 1998b, 1999, Jonsson & Jonsson 2001, 2004, Jonsson et al. 1998b, 2003a, b, Sandhaugen & Hansen 2001, Strand & Heggberget 1994, Strand & Finstad 2000, Forseth et al. 2001, Carlsen et al. 2004).

2 Drammenselva

Lars Petter Hansen

2.1 Innledning

Drammenselva er et av de største vassdragene i Norge. I det forrige århundre var denne elva en av våre viktigste lakseelver med en svært verdifull storlaksbestand. Regulering av vassdraget sammen med forurensning, spesielt fra treforedlingsindustrien og overfiske resulterte i en betydelig nedgang i laksebestanden, og på slutten av 1970 tallet var bestanden på randen av å bli utryddet. Det ble da satt i gang et systematisk kultiveringsprogram som sammen med det faktum at mye av treforedlingsindustrien i vassdraget ble nedlagt, samt at det ble reduserte utslipp fra industri, jordbruk og befolkning, forbedring av de nederste fisketrappene og omorganisering av fisket, bidro til at laksebestanden igjen begynte å vokse. Imidlertid ble parasitten *Gyrodactylus salaris* påvist i 1987, og dette resulterte i en omlegging av kultiveringsstrategien.

I Drammenselva er det svært god kontroll med oppvandringen av laks. Vi har svært gode overvåkingsdata fra sportsfisket, og i ei felle i laksetrappa i Hellefoss blir all fisk som passerer registrert. På slutten av året beregnes også mengden av gytefisk nedenfor Hellefossen. Hvert år blir det merket og satt ut oppforet smolt fra lokal stamme i vassdraget. De voksne individene blir gjenfanget både i sjøen og i Drammenselva når de kommer tilbake for å gyte.

Dataene som samles inn blir brukt til å overvåke utviklingen av laksebestanden og høstingen av den. Vassdraget er brukt som indekssvassdrag for Det Internasjonale Havforskningsråd (ICES).

I denne rapporten presenteres resultater fra overvåkingsprogrammet på overlevelse i havet, tilbakevandring til elva og beskatning av laksen både i sjø og elv.

2.2 Beskrivelse av Drammenselva

Drammenselva (**figur 2.1**) drenerer store områder av Østlandet, blant annet både Hallingdal og Valdres, og nedslagsfeltet er beregnet til 17 096 km². Hallingdalselva muner ut i Krøderen. Denne innsjøen er 38 km lang og har en reguleringsamplitude på 2,6 m. Elvestrekningen fra utløpet av Krøderen til møtet med elva som renner ut av Tyrifjorden (Drammenselva) kalles Snarumselva og er 35 km lang. Her er årsmiddelvannføringen beregnet til ca. 110 m³/s. Fra møtet med Drammenselva er det 35 km til utløpet i Drammensfjorden ved Drammen by.

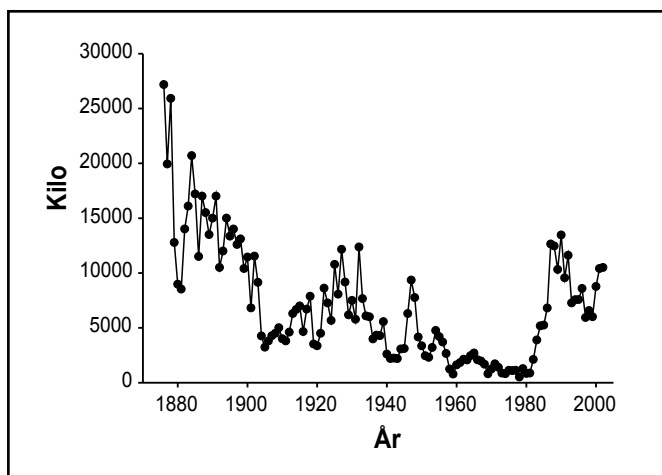
I den nedre delen av vassdraget er det tre store dammer, Hellefoss, Døvikfoss og Embretsfoss, henholdsvis 19, 25 og 27 km fra munningen. Laksen kan passere Hellefoss via en

laksetrapp som fungerer svært godt innenfor en viss vannføring. Det er også laksetrapp i Døvikfoss og Embretsfoss, men på grunn av infeksjonen av *G. salaris* på laksen i elva og faren for smittespredning oppstrøms, tillates ikke laksen å vandre lenger opp i elva enn til Døvikfoss. Ved Hellefoss er den årlige middelvannføringen beregnet til ca. 320 m³/s, men under vårflommen kan den øke til over 1500 m³/s.

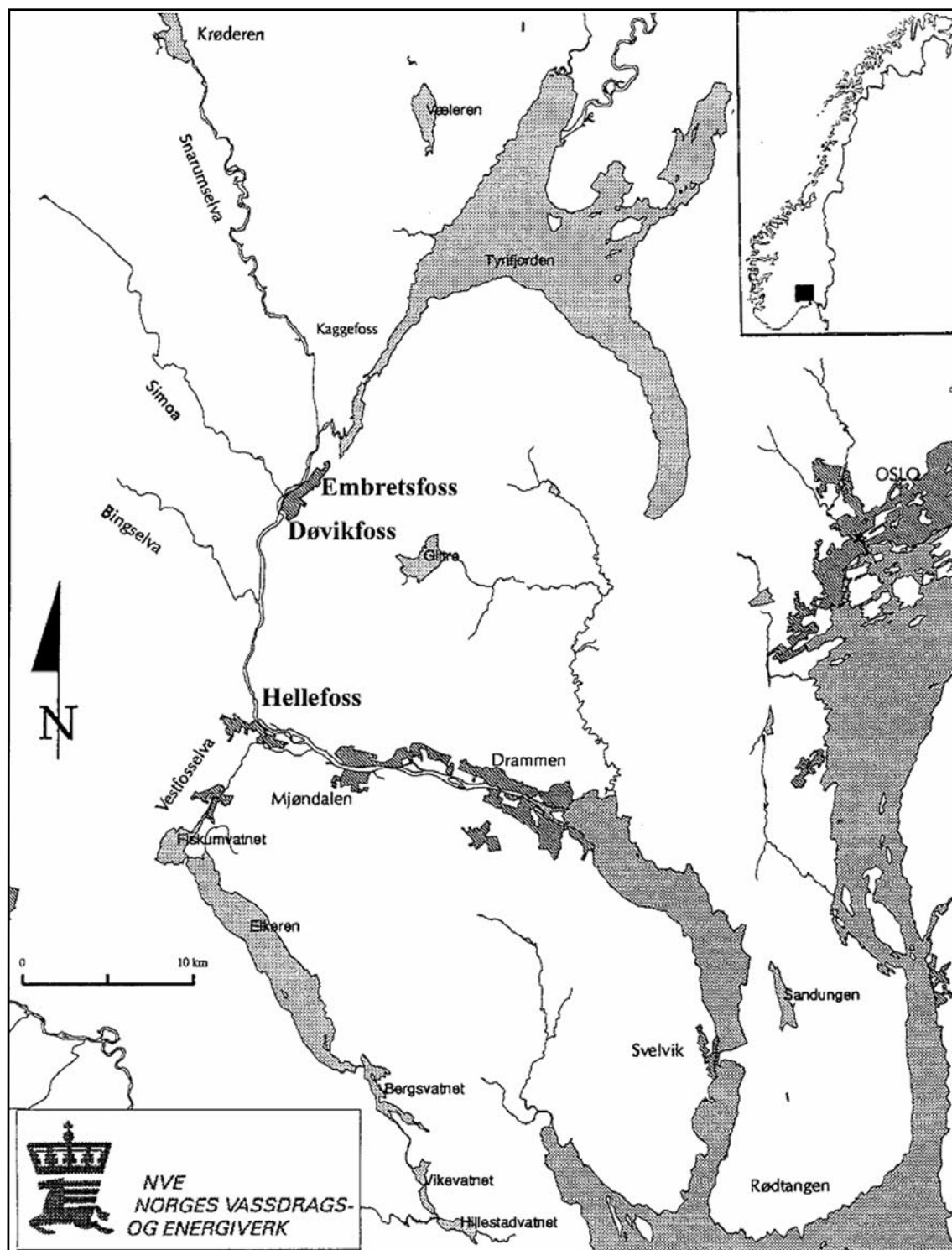
Drammensfjorden er naturlig innsnevret ved Svelvik og danner inngangen til fjorden. Her finnes det funksjonelle estuariet til Drammenselva om våren og tidlig på sommeren fordi flommen danner en skarp haloklin med ferskvann på ca 10 m. dyp (Beyer 1976, Pethon 1987). I ferskvannslaget på toppen er det en relativ sterk strøm, som selv om den er påvirket av tidevannet, transporteres overflatevannet relativt raskt til utløpet av fjorden. For mer informasjon om Drammenselva og Drammensfjorden, se Pethon & Hansen (1990) og Brun & Høgåsen (2003).

Drammenselva er en typisk storlakselv, og laksen oppholder seg i havet fra ett til fire år før den blir kjønnsmoden. Hovedmengden av gytelaksen er mellom 2 og 20 kilo i størrelse. Laks som har vært ett år i havet er hovedsaklig hanner og veier mellom 1 og 4 kg, mens vekten av de som har vært 2 år i havet varierer mellom 4 og 12 kg. De aller fleste av disse er hunner. Størrelsen av laks som har vært 3 år i havet kan variere mellom 7 og 20 kg, og av disse er det omtrent like mange hunner og hanner. Laks som har vært 4 år i havet er hanner som kan veie over 20 kilo.

For mer enn hundre år siden var Drammenselva en av våre beste lakseelver (**figur 2.2**), men fra århundreskiftet minket fangsten jevnt og trutt og nådde et lavmål i 1978 da ca. 400 kilo laks ble fanget. Hovedårsakene til nedgangen i bestanden var reguleringsene ved bygging av flere dammer i systemet. Det ble laget laksetrapp, men disse fungerte dårlig. Et annet problem var forurensningen fra treforedlingsindustrien som utviklet seg til en svært viktig næring langs elva. Dessuten var beskatningen av laksestammen i mange år meget sterk.



Figur 2.2. Rapportert fangst av laks og sjørøret i Drammenselva siden 1876.



Figur 2.1. Drammenselva med tilførselver, og vassdragets beliggenhet i Norge (NVE).

2.3 Kultivering av Drammenselva

I 1970-årene ble forurensingen i Drammenselva kraftig redusert, og dette bidro sterkt til at man kunne starte rehabiliteringen av laksebestanden. I 1978 ble det gjennomført følgende tiltak: (1) Laksetrappa i de to nederste dammene ble forbedret, (2) alt kommersielt fiske i elva med garnredskap ble forbudt og (3) det ble satt i gang et systematisk utsettingsprogram med laksunger av lokal stamme. Fra 1982 ble det også satt ut noe smolt. Dette arbeidet førte til at fangsten på sportsfiskeredskap i vassdraget økte fra noen få hundre kilo til 10-12 tonn årlig.

Da *G. salaris* ble påvist i 1987, ble det bygget et nytt fiskeanlegg i Hokksund som sto ferdig i 1990, og i 1992 ble det bygget et nytt anlegg i Åmot. Som et resultat av effekter av *G. salaris* er laksen i Drammenselva i dag avhengig av utsettinger av ungfisk. Tidligere ble det satt ut nyklekket yngel av laks i områder hvor laksen naturlig kunne gyte. Men tidlig på 1980-tallet, da bedre oppforingsmuligheter ble tilgjengelig, begynte man å sette ut startforet og ensomrig settefisk. Senere ble det også satt ut noe smolt. Etter at *G. salaris* ble registrert i vassdraget, ble utsettingene av yngel og settefisk begrenset til uinfiserte områder ovenfor lakseførende strekning.

Generelt er det gjort svært få evalueringer av overlevelse og tilbakevandring av utsatt settefisk i Norge. Det første forsøket i Drammenselva ble gjort i september 1983, da det ble satt ut 14000 en-somrig settefisk ovenfor lakseførende strekning, ca 40 km fra utløpet ved Drammen (Hansen 1991). Her er forholdene for oppvekst av laksunger meget gode, men det er flere andre fiskearter tilstede, som abbor, gjedde, ørekyte, ørret og sik. Alle laksungene som ble satt ut var fettfinneklippet, og de veide i gjennomsnitt 2,5 g. Fisken ble godt spredt, og det ble satt ut ca. en settefisk pr m². Tilbakevandringen ble kontrollert i laksetrappa ved Hellefoss, den nederste fossen i elva, hvor all fisk som passerer blir kontrollert. Det ble også registrert merket fisk fra sportsfisket nedenfor fossen, og fra stamfisket i det samme området om høsten. Dette forsøket

demonstrerte en betydelig overlevelse av utsatt settefisk, og **tabell 2.1** viser totalt antall voksen laks som ble registrert i elva.

Det viste seg at mesteparten av den utsatte settefisken vandret ut som 2-årig smolt. Totalt ble det beregnet at det kom tilbake 320 laks til elva, som er 2,3 % av antall utsatte settefisk. Totalvekten av denne ble beregnet til ca 2 200 kg, eller 0,157 kg pr. utsatt settefisk. Vi vet fra utsettinger av merket smolt i denne tidsperioden at ca. 65 % av Drammenslaksen høstes i sjøen (Hansen 1990). Hvis vi antar at fangsttrykket på den utsatte settefisken er det samme, ga denne ene utsettingen en total produksjon av voksen laks på 904 individer (6,5 % av antall utsatt). Dette tilsvarer en vekt på ca. 6 300 kg, eller 0,45 kg pr. utsatt settefisk. Som et resultat av dette satses det nå betydelig på utsettinger av settefisk i vassdraget ovenfor lakseførende strekning. Det settes også ut noe smolt hvorav en del merkes med Carlinmerker.

2.4 Materiale og metoder

2.4.1 Estimering av oppgangen av laks

Siden 1985 har det vært mulig å estimere totaloppgang av laks i Drammenselva. Dette blir gjort ved at all laks som passerer laksetrappa i Hellefossen blir registrert. Dessuten samles det inn fangstoppgaver fra sportsfisket nedenfor Hellefoss, og disse er av meget høy kvalitet. Gytebestanden nedenfor Hellefossen estimeres ved merking og gjenfangst av gytefisk, og vi kan med disse opplysningene estimere beskatningen av Drammenslaksen i sportsfisket (se Hansen et al. (1986) og Hansen (1990) for detaljert informasjon om metodikk).

2.4.2 Innsamling av skjellprøver

I sportsfisket nedenfor Hellefoss samles det inn skjellprøver av laks sammen med fangstopplysninger gjennom hele fiskesesongen. Vanligvis blir det tatt prøver av mer enn 50 prosent av fangsten, og totalt er det samlet inn mange tusen prøver. Skjellprøvene er under bearbeiding.

2.4.3 Produksjon, merking og utsetting av smolt

Det har blitt merket og satt ut oppforet smolt i Drammenselva siden 1984, og antall utsatt pr. år er vist i **figur 2.3**. I perioden fra og med 1984 til og med 1988 ble smolten produsert på NINAs forskningsstasjon på lms, kjørt til Drammenselva og satt ut der. Fra og med 1989 ble den produsert på Hokksund og i Åmot. Smolten ble merket med Carlinmerker under chlorobutanolbedøvelse. For at den skal komme seg etter behandlingen holdes den i anlegget i minst en uke før utsetting. Gjenfangster av merket laks er rapportert av sjøfiskere, elvefiskere og merket fisk blir dessuten registrert i laksetrappa og i stamfisket om høsten.

Tabell 2.1. Antall og vekt av laks tilbake til Drammenselva av ensomrige laksunger utsatt i september 1983 (Etter Hansen 1991).

År	Antall	Vekt (kg)	Gjennomsnittsvekt
1986	88	315	3,6
1987	210	1680	8,0
1988	14	150	10,7
1989	8	100	12,5
Total	320	2245	7,0

2.4.4 Overlevelse og beskatning i sjøen

Basert på merkingene av oppforet smolt kan vi estimere overlevelsen av den til rett før den blir fangbar, og dessuten hvor stor beskatningen av den er i sjøfisket. Dette baseres på en rekke observasjoner: (1) Vi vet hvor mange merkede laks som kommer tilbake til elva; (2) vi vet hvor mange merkede laks som er tatt i fiskerier, eller kan estimere dette, og vi kan også grovt estimere den øyeblikkelige naturlige dødelighet for laksen etter den har nådd fangbar størrelse. Når den aktuelle smoltårsklasse er helt utdødd, kan vi bygge opp bestanden tilbake til stadiet fisken først kommer inn i fangst (pre-fishery abundance). Modellen som brukes har følgende tilnærminger og antagelser (se Hansen 1990, Anon. 1992, Potter & Dunkley 1993):

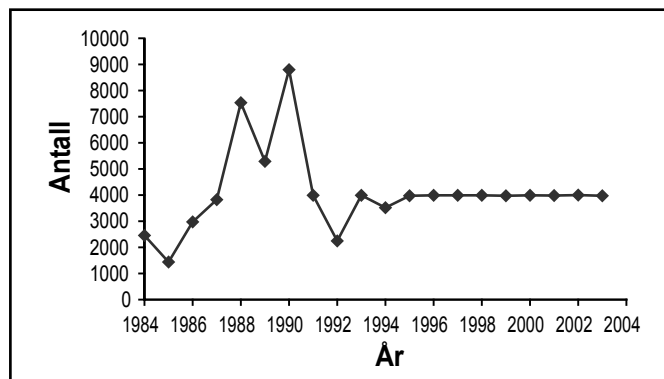
- All laks som ikke blir fanget vandrer tilbake til hjemmeelva.
- Den naturlige dødelighet etter at laksen er fangbar er 1 % pr. måned.
- 75 % av laksemerkene blir rapportert i fisket ved Færøyene.
- 50 % av merkene blir rapportert fra sjøfisket i Norge.
- Tidspunktet for de forskjellige fiskeriene er kjent.
- All overlevende fisk er tilgjengelig for fangst.

Modellen («Run reconstruction model») er relativt grov, men overraskende robust (Anon. 1992), og blir brukt til å beregne overlevelse og beskatning av laksetammene for de forskjellige indeksselter i ICES.

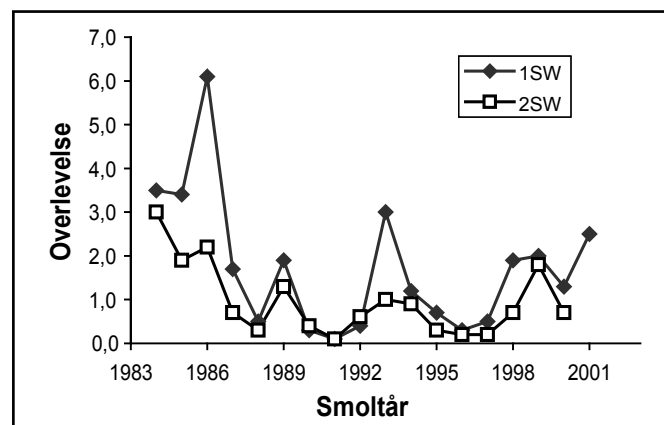
2.5 Resultater og diskusjon

2.5.1 Gjenfangster av laks utsatt som smolt

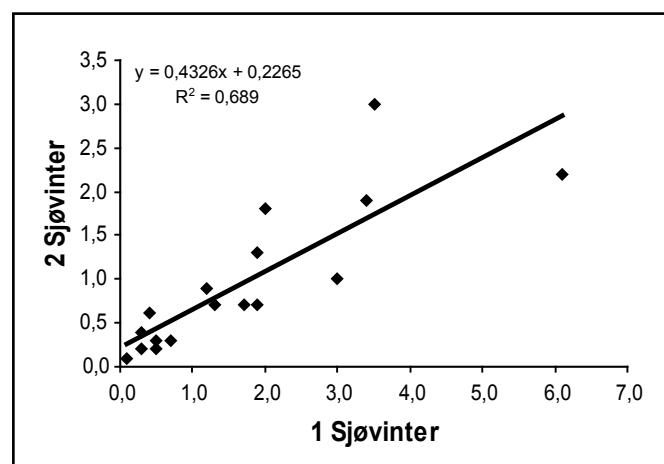
Estimert overlevelse av en- og tosjø vinterlaks for de forskjellige smoltårsklasser før høsting tar til er vist i **figur 2.4**. Det er stor variasjon mellom smoltårsklasser, men det er tydelig at smolten som ble satt ut midt på 1980 tallet overlevde bedre enn den som ble satt ut senere. Imidlertid er det mange faktorer som påvirker overlevelsen av oppforet smolt, for eksempel er smoltkvalitet (i vid forstand) svært viktig, og den kan variere fra år til år. Det bør også bemerkes at smolten som ble satt ut til og med 1988 var produsert på lms, og etter dette ble det satt ut smolt som ble produsert lokalt. Fluktuasjoner i det marine miljø bidrar også til svingninger i overlevelse, og vill smolt fra Figgjo og North Esk i Skottland hadde for eksempel høyere overlevelse midt på 1980 tallet enn på slutten av 1980 og begynnelsen av 1990 tallet (Friedland et al. 1998), hvilket også indikeres for laksen fra Drammenselva. Det var signifikant korrelasjon mellom overlevelse av en- og tosjø vinterlaks fra den samme smoltårgangen (**figur 2.5**), og overlevelsen av ensjø vinterlaks forklarte nærmere 70 % av overlevelsen til tosjø vinterlaks. Selv om dette er basert på oppforet utsatt smolt, reiser dette et interessant spørsmål: Kan innsiget av ensjø vinterlaks brukes til å forutsi innsiget av tosjø vinterlaks?



Figur 2.3. Antall oppforet smolt merket og satt ut i Drammenselva siden 1984.



Figur 2.4. Estimert overlevelse (%) av ensjø vinter (1SW) og tosjø vinter (2SW) laks satt ut som smolt i Drammenselva siden 1984.



Figur 2.5. Sammenheng mellom overlevelse (%) av ensjø vinter og tosjø vinter laks satt ut som oppforet smolt i Drammenselva fra samme utsetningsår.

2.5.2 Beskatning av Drammenslaksen i sjøen

I perioden 1985 til 2002 har beskatningen av oppforet utsatt Drammenslaks i sjøen i Norge blitt betydelig redusert (**figur 2.6**). Fra å være 80 % for en- og 50 % for tosjø vinterlaks i 1986 har den sunket til ca. 20 % for begge i 2002. Den reduserte sjøbeskatningen er et resultat av de mange reguleringene av laksefisket i denne perioden, spesielt forbudet mot bruk av drivgarn som trådte i kraft fra og med 1989 sesongen. Denne reguleringen påvirket spesielt fangsten av Drammenslaks på vestkysten av Norge.

I dag tas hovedmengden av laks fra Drammenselva i sjøen i Norge hovedsakelig langs kysten av Sørlandet, i ytre Oslofjord og Drammensfjorden. Videre er det ingen systematisk forskjell i sjøbeskatning for de to sjøaldersgruppene hvilket antyder at høstingen i sjøen ikke er selektiv for noen av disse.

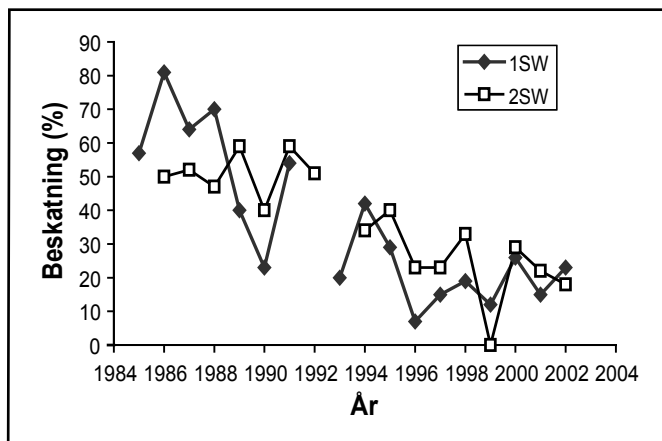
2.5.3 Oppgang og beskatning av laks i Drammenselva

Fangsten av laks nedenfor Hellefoss i perioden 1985 til 2002 er vist i **figur 2.7**. Fram til 1988 økte fangsten fra ca. 1000 til nær 2500 laks, og dette var i hovedsak et resultat av rehabiliteringsprogrammet for laksebestanden. Det var forventet at fangsten ville fortsette å stige de neste årene, men som et resultat av *G. salaris* infeksjonen ble fangsten redusert og nådde et bunnivå i 1998. Fangsten har tatt seg noe opp igjen i de senere årene. Årsakene til dette er mer usikre, men kan være en forbedret utsettingsstrategi av settefisk, samt at miljøforholdene i havet har bedret seg noe, som igjen har økt overlevelsen.

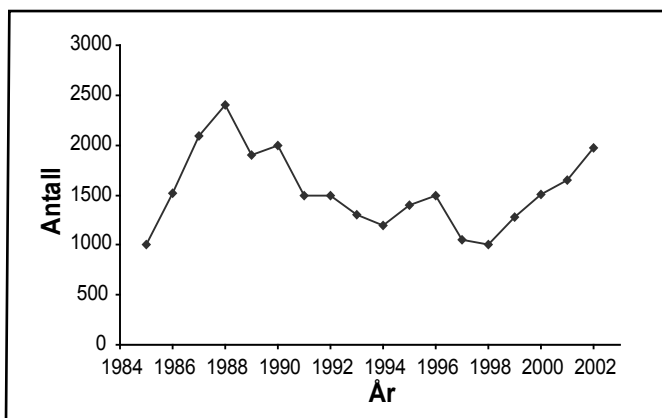
Overvåkingen av oppgang av laks og sjørret i laksetrappa i Hellefoss har pågått kontinuerlig siden 1984 og totalt antall laks og sjørret som er registrert er vist i **figur 2.8**. Det passerte mye laks i 1989 og 1990, så falt antallet, men oppgangen har tatt seg opp igjen de senere år. Det er relativt få sjørret som passerer Hellefoss, og det ble observert en svak økning i mengden på 1990 tallet, men i de senere år har oppgangen minnet igjen. Dette tyder på at *G. salaris* med tilsvarende redusert naturlig produksjon av laks i vassdraget har hatt ingen eller liten effekt på sjørretbestanden. De store svingningene i oppgangen i laksetrappa mellom år er ikke overraskende. Oppgangen er avhengig av både vanntemperatur og vannføring i elva, og trappa fungerer ikke på svært høye eller svært lave vannføringer.

Estimatene av gytebestandens størrelse nedenfor Hellefoss som gjøres i desember, varierer mye mellom år (**figur 2.9**), og kvaliteten av estimatene er avhengig av hvor mange laks som ble merket og hvor mange som ble gjenfanget. Antallet laks merket og gjenfanget har variert, avhengig av værforholdene under stamfisket. Gytebestandens størrelse er selvfølgelig også avhengig av hvor mye laks som har passert laksetrappa.

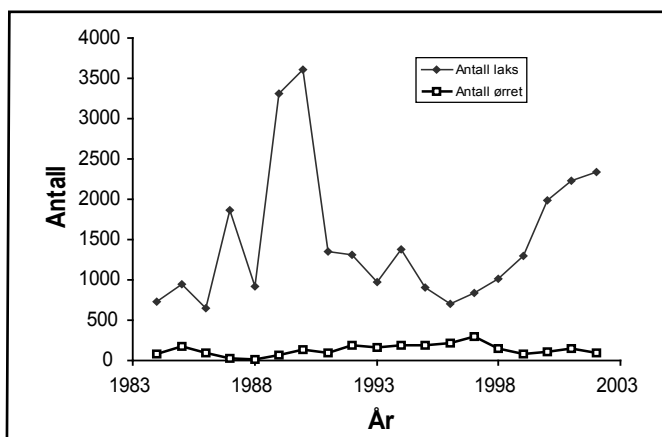
Den estimerte totaloppgang av laks i Drammenselva steg fra ca. 3000 individer i 1985 til mer enn 6000 fisk i 1990 (**figur 2.10**), hovedsaklig som et resultat av rehabiliteringsarbeidet i vassdraget. Siden 1990 har det vært en betydelig nedgang, og i perioden 1992 – 1999 var den totale oppgang av laks omtrent 3000 fisk. Det synes helt klart at dette skyldes i hovedsak effekter av *G. salaris*. Men fra 2000 økte oppgangen betydelig og var i 2002 ca. 6500 individer.



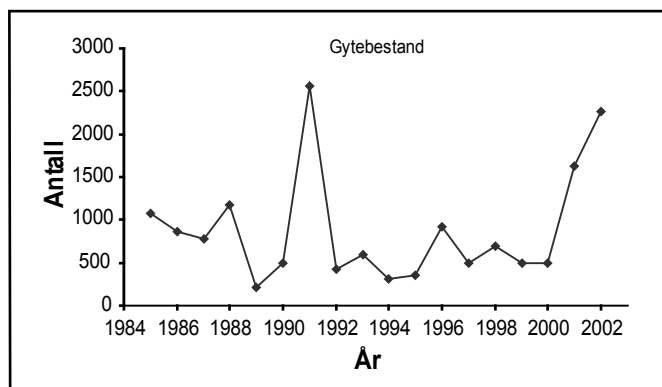
Figur 2.6. Beskatning i sjøen av ensjøvinter (1SW) og tosjøvinter (2SW) laks utsatt som oppforet smolt i Drammenselva.



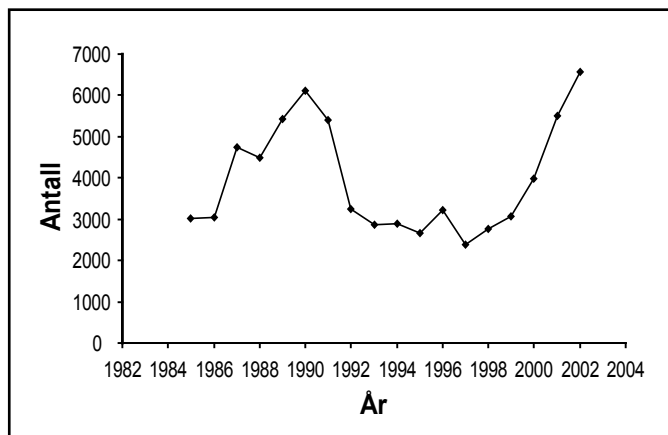
Figur 2.7. Fangst av laks nedenfor Hellefoss siden 1985.



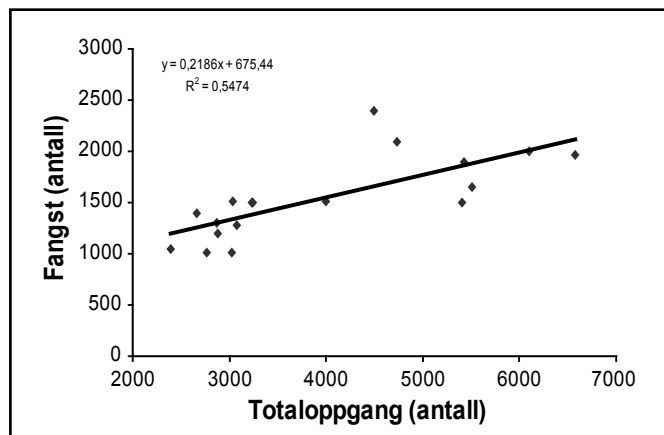
Figur 2.8. Antall laks og sjørret registrert i laksetrappa i Hellefoss siden 1984.



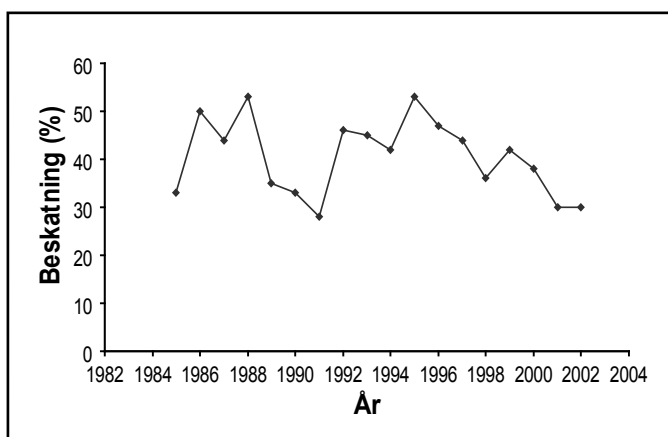
Figur 2.9. Estimer av gytebestandens størrelse nedenfor Hellefoss siden 1985.



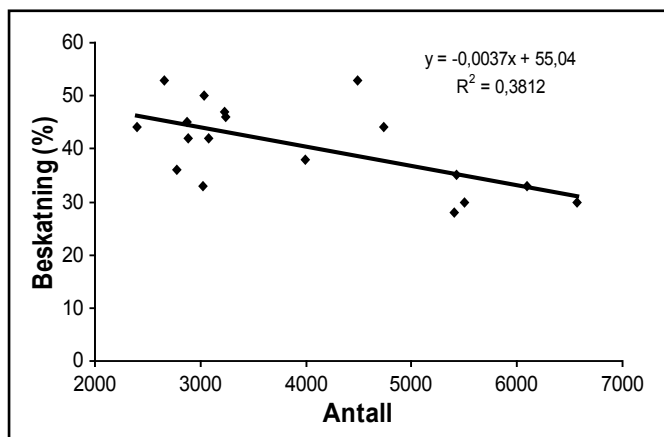
Figur 2.10. Estimert total oppgang av laks i Drammenselva siden 1985.



Figur 2.12. Sammenheng mellom totaloppgang av laks i Drammenselva og fangst nedenfor Hellefoss.



Figur 2.11. Estimerte beskatningsrater av laks i stangfisket nedenfor Hellefoss siden 1985.



Figur 2.13. Sammenheng mellom totalt antall oppvandrende laks i Drammenselva og beskatningsraten nedenfor Hellefoss.

Høsting av laks i Drammenselva foregår med forskjellige typer stangredskap, og for detaljer om dette henvises det til Sandhaugen & Hansen (2001). I fisket nedenfor Hellefoss har det vært mulig å estimere beskatningen i stangfisket siden 1985, og denne har variert mellom ca. 30 og 50 % av den totale oppgangen av laks i denne perioden (**figur 2.11**). Dette er et relativt moderat fisketrykk, og selv om det også er et økende fiske ovenfor Hellefossen, er det fremdeles svært mange gytefisk i elva.

Det ble funnet en signifikant korrelasjon mellom total oppgang av laks og sportsfiskerfangsten nedenfor Hellefoss (**figur 2.12**), hvilket forteller oss at jo større oppgangen er, desto mer laks blir fanget. Dette er ingen overraskelse, men derimot var det interessant å observere at beskatningsraten minket med økende oppgang av laks (**figur 2.13**). Selv om dataene ikke er helt uavhengige, betyr dette at selv om sportsfiskerne tar et større antall laks når det er mer fisk tilgjengelig, så klarer de ikke å ta den samme andelen av oppgangen. Hvis dette generelt også er tilfelle i våre lakseelver, antyder dette at når det er liten oppgang av laks, bør kriteriene for stangfiske vurderes strengt, mens det ved stor oppgang kan kanskje aksepteres at fangsttrykket økes. Imidlertid bør slike vurderinger også baseres på andre lokale forhold som har betydning for fisket.

3 Imsa

Nina Jonsson, Bror Jonsson og Lars Petter Hansen

3.1 Innledning

Imsa ligger i Sandnes kommune i Rogaland. Elven er 1 km lang og gjennomsnittlig 10 m bred. Årlig gjennomsnittsvannføring er 5,1 m³/s. Laks er den dominerende fiskearten i vassdraget. I 1975 ble det bygd fiskefeller i elven hvor all opp- og nedvandrende fisk i vassdraget blir fanget og registrert. Nedvandrende vill laksesmolt blir merket når de passerer fella. Siden 1981 har også oppforet laksesmolt av Imsa stamme blitt merket og utsatt ved munningen av elva. Imsa er indekselfor Det Internasjonale Havforskningsråd (ICES) og dataene som blir samlet inn blir brukt til å overvåke utviklingen av laksebestandene.

Fangstene av laks har avtatt på begge sider av Atlanterhavet de siste 20 årene. Redusert overlevelse er en årsak til dette, men også redusert vekstrate og alder ved kjønnsmodning kan være årsaker til den lavere lakseproduksjonen. I dette kapittelet presenteres gjenfangst (som indeks for overlevelse) av voksen vill og havbeitefisk av Imsa stamme. Vi tester også om det har vært en nedgang i gjenfangstrate, alder ved kjønnsmodning, størrelse på den voksne fisken og vekstrate i perioden 1981-1999. Vi har brukt både vill og oppforet smolt for å studere om livshistoriekarakterene til havbeitefisken kan brukes som indeks på villaksen.

3.2 Materiale og metoder

Laksen gyter i Imsa og ungene lever i elva 1-4 år før de smoltifiserer og vandrer til havs. Hovedmengden (78 %) vandrer ut etter 2 år, 14 % etter 1 år og 8 % etter 3 og 4 år (Jonsson et al. 1998a). De voksne kjønnsmodnes hovedsakelig som grilse (82 %) etter én vinter i sjøen (ensjøvinterlaks; Jonsson et al. 1991, 1998a). I løpet av 1981-1999 vandret 20 655 villsmolt ned Imsa. I samme periode, ble 133 875 ett- og toårig oppdrettssmolt av Imsa stamme utsatt nederst i Imsa i mai, samtidig med at hovedmengden av villsmolten utvandret fra elva (Jonsson & Ruud-Hansen 1985).

Fiskefellene, som ligger 100 m fra munningen av elva, fanger all opp- og nedvandrende laks i vassdraget. Oppvandrende fisk blir fanget i en boksfelle som utgjøres av øverste trinnet i en lukket fisketrapp, og all nedvandrende fisk større enn 10 cm i en Wolf-felle (Wolf 1951). Fellene ble tømt for fisk to ganger daglig. All fisk ble lengdemålt (mm; Ricker 1979) og veid (g), og umerket laks ble merket med ytre, individuelt nummererte Carlinmerker (Carlin 1955) før de ble sluppet opp- eller nedstrøms fellene avhengig av deres vandringsretning. I tillegg til gjenfangstene av gytere i Imsa, ble voksen laks også fanget i ferskvann og i sjøen av fiskere.

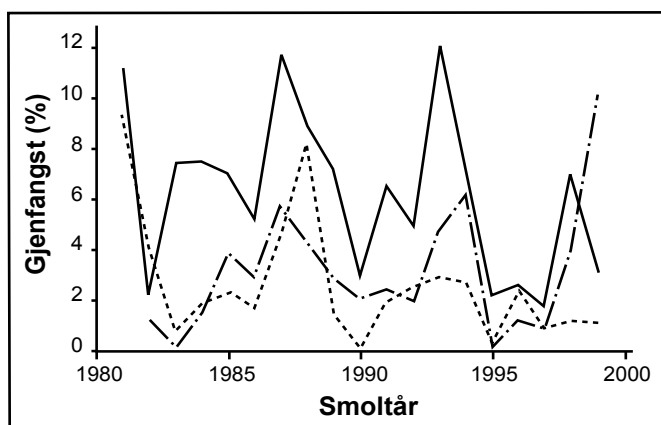
De rapporterte merkenummer, lengde, vekt og når og hvor fisken ble fanget. Basert på gjenfangstene av merket smolt kan vi også estimere beskatningen av Imsalaksen i sjøfiskeriene. Når en aktuell smoltårsklasse har dødd ut, kan vi rekonstruere utviklingen i bestandsstørrelsen tilbake til stadiet fisken først kommer inn i fangst og estimere hvor stor andel av lakseinnslaget som blir tatt i sjøfisket. Modellen som brukes til dette ("Run reconstruction model") har flere tilnærminger og antagelser, og brukes i bestandsvurderinger i Det Internasjonale Havforskningsråd. For mer informasjon angående metoden se Hansen (1988) og Potter & Dunkley (1993). Spesifikk vekstrate (G) ble beregnet som: $(\ln \text{ lengden til voksne (mm)} - \ln \text{ smoltlengde (mm)}) / \text{antall vekstsesonger i sjøen}$.

Villsmolten var omtrent like stor som ettårig oppdrettssmolt. Gjennomsnittslengden $\pm$ SD til villsmolt (av de som ble gjenfanget som voksne) var $165 \pm 17,7$ mm ($n = 648$) og hos ettårig oppdrettssmolt $161 \pm 27,0$ mm ($n = 1153$). Toårig oppdrettssmolt var større og målte gjennomsnittlig $227 \pm 81,1$ mm ($n = 685$). Gjennomsnittslengdene på en- og tosjøvinter villaks, som vandret opp i Imsa, var henholdsvis $603 \pm 64,8$ mm ($n = 676$) og $769 \pm 103,8$ mm ($n = 108$). Tilsvarende lengder hos havbeitefisk utsatt som ettårig smolt var $584 \pm 54,7$ mm ($n = 1277$) og $776 \pm 91,6$ mm ($n = 64$), og som toårig smolt $616 \pm 69,9$ mm ($n = 939$) og $755 \pm 64,8$ mm ($n = 41$).

3.3 Resultater

3.3.1 Gjenfangster av voksne laks

Gjenfangstprosenten var høyere for villaks enn havbeitelaks ($\chi^2 = 262,9$, 1 d.f., $p < 0,001$, **figur 3.1**); 8,9 % av villaksen og henholdsvis 3,3 og 2,9 % av ett- og toårig oppdrettssmolt ble gjenfanget som voksne i elver og kystfarvann utenfor Norge (**tabell 3.1**). Prosentene er beregnet fra totalt antall smolt i hver av gruppene. Både for ett- og toårig oppforet smolt var overlevelsen i havet dårligere enn den var for villfisken (ettårig smolt mot villaks: $\chi^2 = 284,0$, 1 d.f., $p < 0,001$; toårig smolt mot villaks: $\chi^2 = 145,2$, 1 d.f., $p < 0,001$).



Figur 3.1. Gjenfangsten (%) av vill- (heltrukket) og havbeitelaks utsatt som ett- (brutt) og toårig smolt (prikket) fra 1981-1999 i Imsa, og gjenfanget som en- og tosjøvinterlaks.

I de fleste årene var gjenfangsten av villfisk høyere enn av havbeitefisk. Dette med unntak av 1982 da gjenfangsten av toårig havbeitesmolt var høyest, og i 1999 da utsettingen av ettårig smolt ga høyest gjenfangst. Forskjellen i årlig gjenfangst av vill og havbeitelaks utsatt som toårig smolt var ikke signifikant forskjellig i 1988 og 1996. Gjenfangstene av de to oppdrettsgruppene var ikke signifikant forskjellig i 6 av 17 år. I 4 år var den høyest for ettårig smolt og i 7 år høyest for toårig smolt.

Årlig gjenfangst av villaks var positivt korrelert med gjenfangsten av havbeitefisk utsatt som toårig smolt ($r^2 = 0,36$, $p = 0,01$), men ikke som ettårig smolt ($r^2 = 0,13$, $p > 0,05$). Hovedårsaken til at ettårig smolt ikke var korrelert var høy gjenfangst av denne gruppen i 1999. Av havbeitefisk utsatt som toårig smolt, var det en svak negativ sammenheng mellom gjenfangst (Y %) og utsettingsår (X år): $Y = 4,05 - 0,002 X$, $r^2 = 0,22$, $n=19$, $p < 0,05$. Denne sammenhengen fant vi ikke hos villfisk ($r^2 = 0,17$, $n = 19$, $p > 0,05$), eller hos havbeitefisk utsatt som ettårig smolt ($r^2 = 0,07$, $n = 17$, $p > 0,05$).

Flere havbeitefisk ble gjenfanget i ferskvann når de ble utsatt som ettårig smolt enn som toårig smolt ($\chi^2 = 9,82$, 1 d.f., $p < 0,01$; **tabell 3.1**). Gjenfangstene var henholdsvis 2,8 % og 0,2 %.

3.3.2 Sjøalder ved kjønnsmodning

Flere laks kjønnsmodnes etter ett år i sjøen enn etter to, og prosent tosjø vinterlaks (Y) avtok med tiden etter smoltår 1981 (X) (for villfisk $Y = 1550,4 - 0,771X$, $r^2 = 0,21$, $n=18$, $p = 0,05$, og for havbeitefisk utsatt som ettårig smolt $Y = 3064,4 - 1,532X$, $r^2 = 0,70$, $n=16$, $p < 0,001$ og toåring smolt $Y = 2000 - 0,997X$, $r^2 = 0,44$, $n=19$, $p < 0,01$; **figur 3.2**). Nedgangen i andelen tosjø vinterlaks var signifikant forskjellig mellom vill og havbeitefisk utsatt som toårig smolt, men ikke ettårig. Den yngste aldersgruppen av oppdrettssmolt produserte flere tosjø vinterlaks enn toårig smolt, dvs. ettårig smolt produserte 12,5 % tosjø vinterlaks mens toårig smolt produserte 7,5 % (**tabell 3.1**). Vill smolt produserte mer tosjø vinterlaks enn ettårig oppdrettssmolt (21 %).

Tabell 3.1. Gjenfangst av vill- og havbeitelaks.

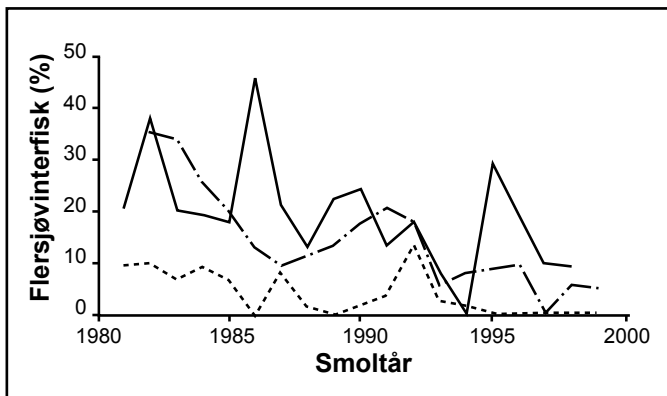
	Sjøalder	Vill	Havbeite	
		Alle smolt aldere	Smoltalder 1	Smoltalder 2
% gjenfangst av tot. antall smolt	1	7,1	2,9	2,7
	2	1,8	0,4	0,2
% gjenfangst i ferskvann av tot. antall smolt	1	3,2	1,7	0,1
	2	0,5	1,1	0,1
% gjenfangst i sjøen av tot. antall voksne	1	54	42	59
	2	73	80	72
% tosjø vinterlaks gjenfanget av tot. antall voksne		21	12,5	7,5

Tabell 3.2 Gjennomsnittslengder $\pm$ SD (mm) av voksne vill og havbeitelaks av lmsa stamme gjenfanget i elver og langs kysten av Norge. * = $p < 0,001$. Materialstørrelsen er angitt i parentes.

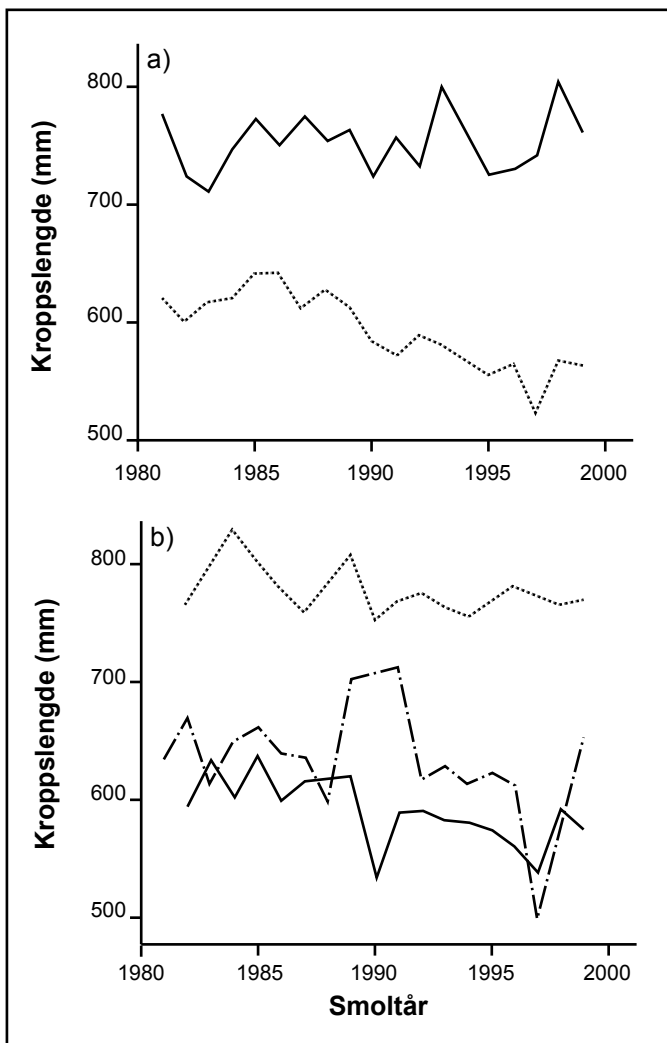
Smoltgruppe	Elver	Fjorder og kystfarvann	t-statistikk
Oppdrett 1 årig smolt	593 $\pm$ 68,9 (1341)	632 $\pm$ 95,4 (1144)	11,50*
Oppdrett 2 årig smolt	624 $\pm$ 76,1 (716)	641 $\pm$ 81,6 (1032)	4,46*
Vill smolt	626 $\pm$ 92,0 (784)	649 $\pm$ 95,8 (1069)	5,22*

3.3.3 Kroppsstørrelse og vekst

Gjennomsnittlig kroppslengde hos vill ensjøvinterlaks avtok med tiden (smoltår) ($r^2 = 0,68$, $n=18$, $p < 0,01$; **figur 3.3a**). Hos vill tosjøvinterlaks var det ingen slik trend. Hos havbeitefisk varierte gjennomsnittlig kroppslengde med utsettingsår (**figur 3.3b**) og var forskjellig i gjenfangste-



Figur 3.2. Prosent tosjøvinterfisk av vill- (heltrukken) og havbeitelaks utsatt som ett- (brutt og prikket) og toårig smolt (prikket).

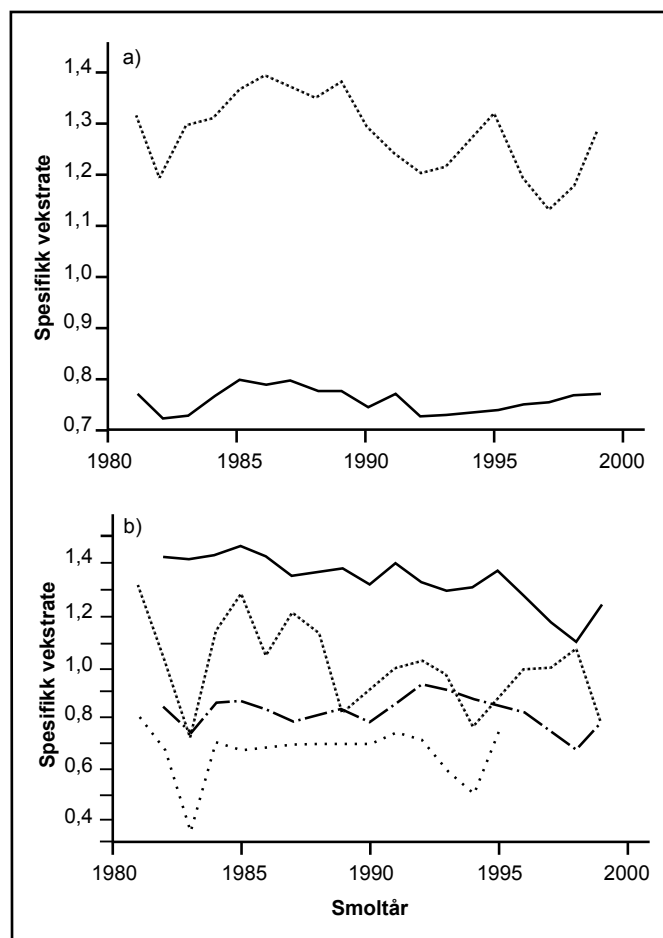


Figur 3.3. Gjennomsnittlig kroppslengder hos voksne laks nedvandret som smolt i Imsa fra 1981-1999. (a) Villfisk fanget som ensjøvinter- (prikket) og tosjøvinterlaks (heltrukket), og (b) havbeitefisk utsatt som ettårig smolt og gjenfanget som ensjøvinter- (heltrukken) og tosjøvinterlaks (prikket), og havbeitefisk utsatt som toårig smolt gjenfanget som ensjøvinterlaks (brutt og prikket).

ne i sjøen og i elver (**tabell 3.2**). Det var en signifikant tidstrend med negativ korrelasjon mellom kroppslengde og utsettingsår for laks utsatt som ettårig havbeitesmolt ($r^2 = 0,45$, $n = 17$, $p < 0,01$), mens korrelasjonen var marginalt signifikant hos fisk utsatt som toårig smolt ($r^2 = 0,20$, $n = 18$, $p = 0,06$). For tosjøvinterlaks var det ingen slik sammenheng.

Flere tosjøvinterfisk ble gjenfanget i sjøen enn i ferskvann. Laksen som ble gjenfanget i sjøen var i gjennomsnitt større enn de som ble gjenfanget i ferskvann (**tabell 3.2**). Havbeitelaks utsatt som ettårig smolt var gjennomsnittlig 63 cm når de ble fanget i sjøen og 59 cm i elvefangstene. Tilsvarende lengder for toårig smolt var 64 cm i sjøen og 62 cm i elver. Denne trenden gjelder for alle tre gruppene av laks og illustrerer størrelsesselektivt fiske i sjøfisket.

Veksten i sjøen har avtatt i studieperioden. Gjennomsnittlig spesifikk vekstrate i sjøen for ensjøvinterlaks avtok signifikant med smoltår (**figur 3.4**; villfisk: $r^2 = 0,26$, $p < 0,05$, havbeitefisk utsatt som ettårig smolt: $r^2 = 0,63$, $p < 0,01$ og toårig smolt: $r^2 = 0,22$, $p < 0,05$). For vill tosjøvinterlaks var det ingen slik trend. Gjenfangster av tosjøvinter-



Figur 3.4. Gjennomsnittlig vekstrate hos laks fra Imsa. (a) Villfisk kjønnsmodne som ensjøvinter- (prikket) og tosjøvinterlaks (heltrukket). (b) Havbeitefisk utsatt som ettårig smolt og gjenfanget som en- (heltrukken) og tosjøvinterlaks (brutt og prikket), og toårig smolt gjenfanget som en- (tett prikket) og tosjøvinterlaks (åpent prikket).

laks produsert fra toårig smolt var få, og denne gruppen ble derfor utelatt etter 1995. Vekstraten i sjøen var signifikant forskjellig mellom de tre smoltgruppene; den var høyest for havbeitefisk utsatt som ettårig smolt og vill fisk og lavest for havbeitefisk utsatt som toåring smolt. Hos ettårig havbeitesmolt, var vekstraten gjennomsnittlig $\pm$ SD lik $1,31 \pm 0,14$ for ensjøvinterlaks og $0,79 \pm 0,09$ for tosjøvinterlaks. Tilsvarende vekstrate i sjøen for toårig smolt var $1,10 \pm 0,27$ og $0,70 \pm 0,11$. Hos villfisk var spesifikk vekstrate hos ensjøvinterfisk signifikant høyere enn tosjøvinterfisk (t = 47,27, 611 d.f., $p < 0,001$). Gjennomsnittsverdiene $\pm$ SD var henholdsvis $1,30 \pm 0,13$ og $0,78 \pm 0,07$. Spesifikk vekstrate hos ensjøvinterfisk var ikke signifikant forskjellig når vi sammenliknet villfisk med ettårig havbeitesmolt (Mann Whitney U-test, $U = 92$, $p = 0,78$), eller mellom vill tosjøvinterlaks og havbeitelaks (alle smoltaldere samlet: $U = 21,5$, $p = 0,09$).

3.3.4 Produksjon og beskatning

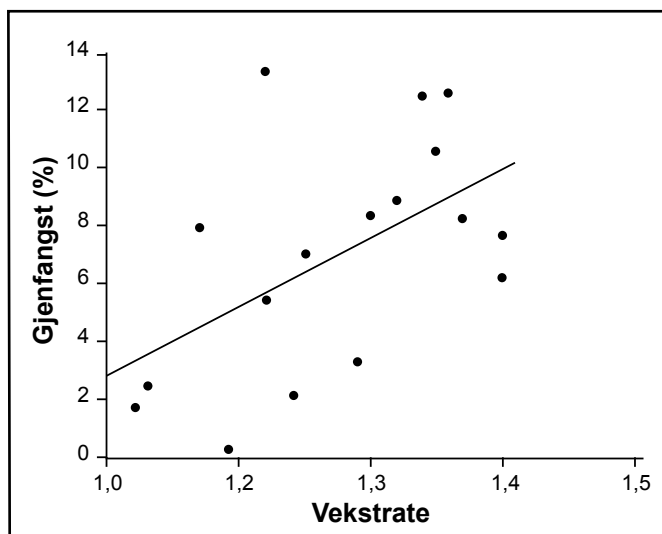
Av både vill og havbeitelaks, ble flere to- enn ensjøvinterfisk fanget i fjorder og kystfarvann enn i elver (villfisk: $\chi^2 = 28,58$ og havbeitefisk $\chi^2 = 105,5$, begge 1 d.f., $p < 0,001$). Av villfisk ble 73 % av gjenfangstene av tosjøvinterlaks og 54 % av ensjøvinterlaks gjort i fjorder og kystfarvann langs Norskekysten. Tilsvarende tall for havbeitelaksen var 76 % og 48 %.

Årlig gjenfangst av voksne villaks i elver og kystfarvann (Y, %) var positivt korrelert med spesifikk vekstrate første år i sjøen (X_1 ; $Y = 23,31 X_1 - 22,79$, $r^2 = 0,28$, $F_{1,15} = 5,85$, $p = 0,03$; **figur 3.5**). Med smoltlengde (X_2 , mm) som andre uavhengig variable, økte forklaringsgraden til 0,50: ($Y = 44,95 X_1 + 0,39 X_2 - 112,57$; $r^2 = 0,50$, $F_{2,14} = 6,86$, $p = 0,008$). Dette betyr at gjenfangstraten økte både med spesifikk vekstrate første år i sjøen og med smoltlengden. Hos havbeitefisk ble en liknende regresjon signifikant for toårig smolt ($Y = 1,16 X_1 - 0,022 X_2 + 7,12$; $r^2 = 0,36$, $F_{2,15} = 4,14$, $p = 0,04$). I dette tilfelle, økte gjenfangstene med økende spesifikk vekstrate, men avtok med smoltlengden. Tilsvarende regresjon for ettårig smolt ble ikke signifikant ($p > 0,05$).

Ett- og toårig havbeitesmolt ga lik avkastning av voksne gjenfanget i ferskvann, ca. 74 kg laks pr 1000 utsatt smolt (**tabell 3.3**). Dette skyldes at gjenfangstene av voksne utsatt som ettårig smolt var høyere enn for toårig smolt. Videre var vekstraten i sjøen høyere for ettårig havbeitesmolt enn for toårig ($U = 35,0$, $p < 0,004$).

Andelen av havbeite tosjøvinterlaks (Y %) var positivt korrelert med spesifikk vekstrate første året i sjøen (X). Dette betyr at økt vekst i løpet av første sesong øker andelen av tosjøvinterfisk fra en årsklasse (**figur 3.6**). Disse korrelasjonene var gjeldende for begge smoltårsklasser av havbeitefisk (ettårig smolt, (X_1): $Y = 65,45 X_1 - 71,51$, $r^2 = 0,51$, $F_{1,14} = 14,57$, $p < 0,002$ og toårig smolt, (X_2): $Y = 9,47 X_2 - 5,93$, $r^2 = 0,30$, $F_{1,15} = 6,51$, $p < 0,02$). Hos villfisk var det ingen slik signifikant korrelasjon ($r^2 = 0,09$, $p = 0,73$).

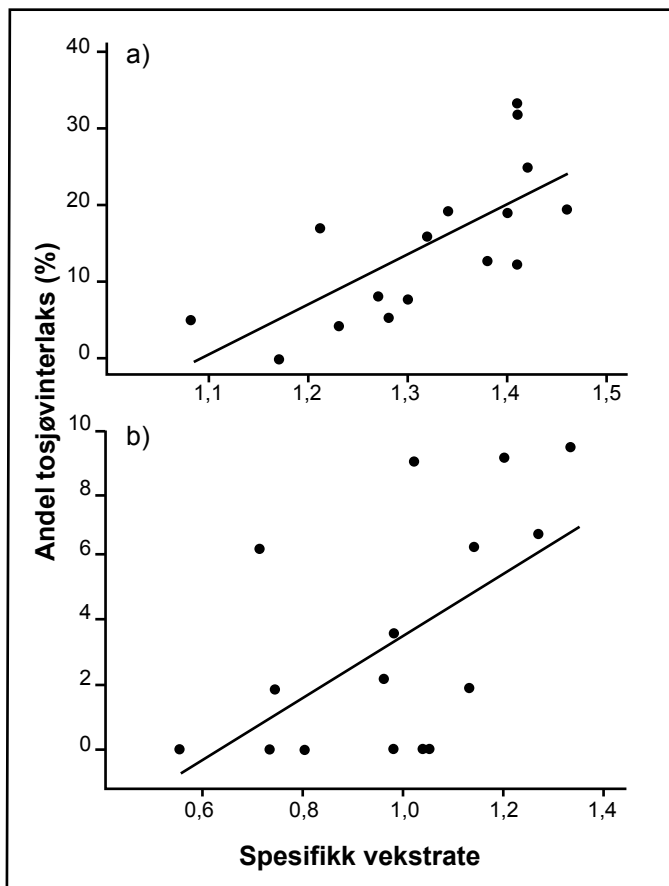
Beskatningen i sjøen av både vill (**figur 3.7**) og havbeitelaks (**figur 3.8**) var svært høy på midten av 1980 tallet, ble redusert i 1989-1990 på grunn av at drivgarnsfisket ble forbudt, men økte noe igjen utover 1990 tallet. Fra midten av 1990 årene ble sjøbeskatningen av lmsalaks betydelig redusert på grunn av store innskrenkninger i sjøfisket. Sjøbeskatningen av tosjøvinterlaks var systematisk høyere enn for ensjøvinterlaks i begge gruppene.



Figur 3.5. Sammenhengen mellom årlig gjenfangst av villaks i elver og kystfarvann (%) og spesifikk vekstrate første år i sjøen.

Tabell 3.3. Gjenfangst (kg) av havbeitelaks i elver og kystfarvann pr 1000 smolt utsatt ved munningen av lmsa.

Smoltalder	Gjenfangst		
	Vekt utsatt	Elver	Fjorder og kystfarvann
1 år	41,040	31,673	42,935
2 år	179,350	24,837	49,263
			Totalt
			74,608
			74,100



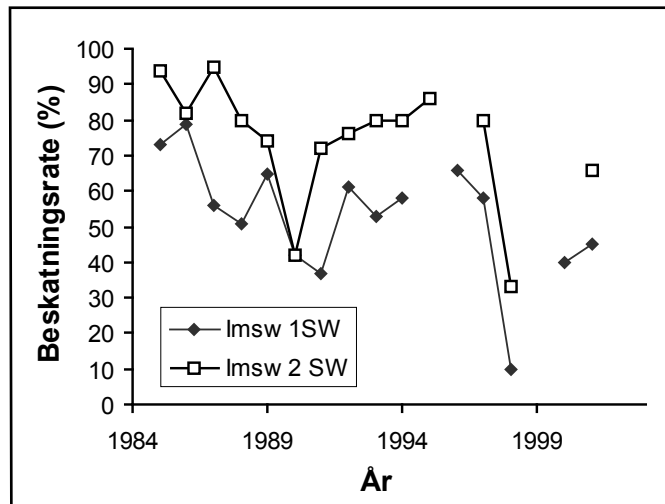
Figur 3.6. Sammenhengen mellom andelen (%) tosjø vinterlaks og spesifikk vekstrate første år i sjøen hos havbeitefisk utsatt som (a) ettårig og (b) toårig smolt.

3.4 Diskusjon

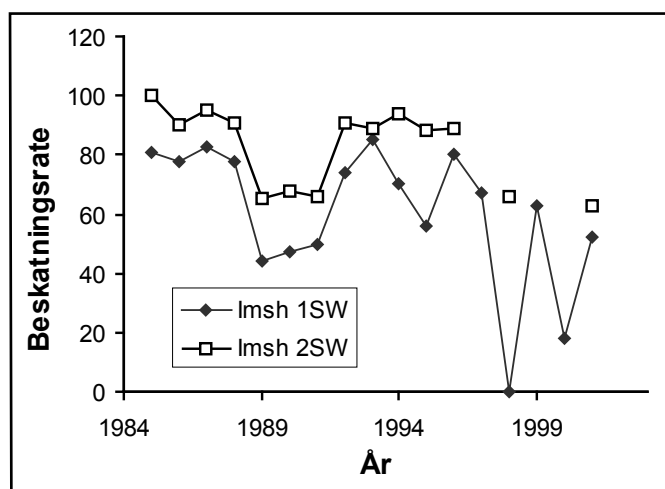
3.4.1 Overlevelse

Vi brukte gjenfangst som indeks for overlevelse. Dette forutsetter at vill- og havbeitefisk har samme mulighet til å bli gjenfanget i sjøen. Denne forutsetningen er riktig dersom begge gruppene feilvandrer like mye, og at den fisken som ikke ble fanget i sjøen blir gjenfanget i lmsa. Både vill og havbeitelaks feilvandrer, men feilvandringen er større hos havbeitefisken (15 %) enn hos villfisken (6 %; Jonsson et al. 2003a). Denne feilvandringen er et minimumsestimat, fordi all voksen laks blir gjenfanget i lmsa, men ikke i andre elver de måtte feilvandre til. Gjenfangstene i disse elvene er basert på opplysninger fra fiskere. Vi antar derfor at feilvandringen kan være om lag dobbelt så stor som den observerte. Dette gjør at overlevelse hos havbeitefisk blir noe underestimert i forhold til villfisken, slik at forskjellen blir noe mindre enn 60 % som vi har funnet.

Hvorfor overlever havbeitefisken dårligere enn villfisken? Man skulle kanskje vente det motsatte, fordi stress i forbindelse med merkingen sannsynligvis er større for villsmolt enn for oppdrettssmolt. Dessuten blir oppdrettssmolten holdt under observasjon i flere uker etter merking og eventuelt skadede individer blir ikke utsatt.



Figur 3.7. Estimert beskatning av vill en- og tosjø vinter laks fra lmsa i norske sjøfiskerier. År refererer til fangstår.



Figur 3.8. Estimert beskatning av en- og tosjø vinter havbeitelaks fra lmsa i norske sjøfiskerier. År refererer til fangstår.

Tilsvarende observasjon kan ikke gjøres med villfisk. Disse utsettes ett døgn etter merking, fordi lenger opphold på anlegget stresser fisken ytterligere. Stress i forbindelse med merkingen har nok påvirket overlevelsen til villsmolten, men den negative virkningen av dette er mindre enn den effekten oppdrettet har hatt på overlevelsen hos havbeitefisken. Oppdrettseffekten på havbeitefisken kan både være av miljømessig og genetisk art, som forklart nedenfor.

Ungene til havbeitelaks har vokst opp uten nærvær av predatorer eller konkurrerende arter. I motsetning til villaksen har de levd beskyttet i oppdrettskar med overflod av mat og lite mosjon. Når de blir utsatt som smolt, har de ingen erfaring i å unngå fiender og å fange byttedyr. Dette kan ha redusert overlevelsen, i hvert fall i den første tiden etter utsetting slik det er vist av Sundström & Johnsson (2001).

Kunstig oppdrett i anlegg er videre mer skånsomt for fisken enn naturlig oppvekst i lmsa, slik at underlegne individer kan overleve og bli utsatt som ellers ville gått til

grunne. Overlevelsen fra egg til smolt er blitt estimert til å være 20 ganger høyere i klekkeriet enn under naturlig forhold i elva (Jonsson & Fleming 1993). Erfaringer, mosjon og seleksjonspresstet på ungestadiet er således forskjellig hos villsmolt og oppdrettssmolt. Denne forskjellen kan gjøre at villaksen overlever bedre enn oppdrettslaksen i havet.

Avlsfisken som blir brukt til oppdrett av laksesmolt er mer eller mindre tilfeldig valgt av de ansatte på lmsanlegget. I naturen, derimot, er ikke gytesuksessen tilfeldig, men hovedsakelig knyttet til fysisk dominans og størrelsen til foreldrene. Dette er karakterer som kan influere på overlevelsen til avkommet (Fleming et al. 1996, 1997), enten genetisk ved at de har spesielt gode arveanlegg eller utviklingsmessig ved at store foreldre gir avkommet god start (store rogn, optimale utviklingsforhold) med rask utvikling og god vekst (Fleming et al. 2000). Under gytingen er havbeitefisken konkurransemessig svakere enn villfisken, selv etter at den har levd ett eller flere år i havet (Jonsson et al. 1990, Fleming & Gross 1992, Peterson & Järvi 1997). Det er derfor grunn til å tro at utsatt oppdrettssmolt overlever dårligere i naturen enn villfisken på grunn av dens oppdrettsbakgrunn.

Havbeitefisk overlevde bedre når de ble utsatt som toårig enn ettårig smolt. Dette kan skyldes at den toårige smolten er større ved utsetting enn den ettårige. Større smolt overlever bedre enn liten fordi små individer er mest utsatt for predasjon (Saunders 1981, Salminen et al. 1995). En annen årsak kan være at flere voksne av toåringene returnerer til lmsa som grilse enn som tosjø vinterlaks. Et kortere sjøopphold øker sjansen for overlevelse og tilbakevandring til lmsa. På den annen side øker fisketrykket med fiskestørrelsen, og det størrelsesselektive kyst- og fjordfiske fanger en større del av grilsen som kommer fra toårig smolt enn fra ettårig. Vi fant ingen slik sammenheng for eldre laks der det ikke var signifikant forskjell i kroppsstørrelse mellom ett- og toårig smolt.

3.4.2 Vekst

Veksten i sjøen var ikke signifikant forskjellig for villaks og oppdrettslaks utsatt som ettårig smolt. Dette var uventet siden oppdrettssmolten har liten eller ingen erfaring med å fange mat naturlig (Sundström & Johnsson 2001). For de som overlevde var det tydeligvis ingen merkbar fordel å være vant til å spise naturlig føde før utvandringen til havet.

Laks utsatt som toårig smolt vokste langsommere enn de som var utsatt som ettårig smolt. En mulig forklaring på dette er at toåringene er større ved utsetting enn ettåringene. Vekstraten avtar i løpet av livet. Den fysiologiske årsaken til dette er ikke klarlagt, men ifølge Pauly (1981) kan dette skyldes allometrisk vekst; det vil si at kroppsvolumet (tredimensjonalt) øker raskere enn gjelleoverflaten (todimensjonal) når fisken vokser, hvilket fører til

at oksygenopptaket gradvis blir mer begrensende for veksten. En annen mulig forklaring er at tarm-arealet som absorberer næringen (todimensjonal) blir mer begrensende med økende kroppsvolum (Wootton 1998). Et tredje alternativ er at de individene som smoltifiserer som toåring har en nedarvet tendens til langsom vekst. Dette vil i tilfelle føre til høy smoltalder, og den langsomme veksten blir også beholdt i havet. Tendensen til rask eller sen vekst hos laksefisk synes å være livet ut, slik det tidligere er dokumentert for regnbueørret, ørret og laks (Allendorf et al. 1983, Jonsson 1985, Einum et al. 2002).

Smoltårsklasser med god vekst første året i sjøen ga flere tosjø vinterlaks enn årsklasser med dårlig vekst. Høy alder ved kjønnsmodning som resultat av rask vekst livet gjennom er også funnet hos fisk som gjennom nisjeskift har opprettholdt den raske veksten. Dette er vist for flere arter laksefisk (Jonsson et al. 1984, 1999). Det samme skjer hos partielt vandrende bestander der de stasjonære individene kjønnsmodnes ved yngre alder enn de vandrende (Jonsson 1985, Jonsson & Jonsson 1993). Også Hutchings & Jones (1998) fant at det er en positiv sammenheng mellom sjøalder ved kjønnsmodning og vekst i sjøen hos laks, det vil si at god sjøvekst gir sen kjønnsmodning. Generelt syns bestander av flersjø vinterlaks å vokse raskere enn ensjø vinterlaks fra nærliggende vassdrag (Jonsson et al. 1991). Fisk ser ut til å utsette kjønnsmodningen når vekstraten holder seg høy, og de blir kjønnsmodne når vekstkurven begynner å avta (Jonsson & Jonsson 1993, Hi & Steward 2002). Dette er det motsatte av hva man har observert hos lakseparr, hvor rasktvoksende hanner kjønnsmodnes yngre enn seintvoksende hanner (Thorpe 1986).

3.4.3 Alder ved kjønnsmodning

Ung oppdrettssmolt ga mer flersjø vinterfisk enn det eldre smolt gjorde. Dette betyr at rasktvoksende individer har en tendens til å utsette kjønnsmodningen sammenliknet med mer seintvoksende individer. Forskjellen i alder ved kjønnsmodning mellom gruppene er imidlertid mindre enn forskjellen i smoltalder. Dette er tilsvarende tendens som at rasktvoksende individer har et lengre sjøopphold enn mer saktevoksende individer. En liknende tendens er funnet hos utsatt oppdrettslaks fra Rana (Hansen & Lea 1982), og innen og mellom bestander av sjøørret fra en rekke vassdrag (L'Abée-Lund 1994, Jonsson et al. 2001b). Hutchings & Jones (1998), på sin side, rapporterte at tidlig kjønnsmodning hos laks er assosiert med lav smoltalder. Våre undersøkelser tyder på at dette ikke er generelt riktig for laks.

Sjøalder ved kjønnsmodning økte med økende vekstrate. Det er velkjent at vekstraten hos fisk er fleksibel og avhengig av energiinntaket (Wootton 1998), og at vekstraten og alder ved kjønnsmodning ofte er assosiert gjennom reaksjonsnormer (Alm 1959, Jonsson et al. 1984, Stearns

1992). Disse sammenhengene, derimot, forklarer ikke hvorfor villaks kjønnsmodnes ved høyere sjøalder enn oppdrettslaks, hvis ikke kjønnsmodningsalderen primært har sammenheng med fiskens vekst som parr i ferskvann, og ikke den etterfølgende sjøveksten. En alternativ forklaring kan være at både veksthastighet og alder ved kjønnsmodning i stor grad er nedarvede trekk, og at avkom av tosjø vinterfisk gjennomgående vokser raskere og kjønnsmodnes eldre enn avkom av ensjø vinterfisk. Det er tidligere blitt dokumentert at både veksthastighet og alder ved kjønnsmodning hos laks har en arvelig komponent (Ricker 1972, Gunnes & Gjedrem 1978, Saunders 1981). Hvis dette er tilfelle kan det enten skyldes skjev seleksjon av stamfisk på anlegget i forhold til hvilken fisk som gir avkom i elva, eller differensiell dødelighet hos avkommet i elva. Det siste vil si at unger med tendens til god vekst og høy alder ved kjønnsmodning i større grad overlever i elva enn på anlegget, sammenlignet med fisk med arveanlegg for senere vekst og tidligere kjønnsmodning. Begge deler er mulig og kan ikke avvises på bakgrunn av foreliggende studier i lmsa.

3.4.4 Fiskeriene og havbeite

Undersøkelsene i lmsa støtter i liten grad hypotesen om at nedgangen i lakseproduksjonen de siste 20 årene skyldes redusert sjøoverlevelse. Det er vært en gradvis nedgang i veksthastighet og sjøalder ved kjønnsmodning som totalt fører til nedsatt lakseproduksjon. Denne reduksjonen har sannsynligvis sammenheng med den klimaendringen som har skjedd, tilsvarende som foreslått for senere års reduksjon i produksjonen av stillehavslaks (Beamish et al. 1999, Finney et al. 2002). Friedland et al. (1998, 2000) indikerte at en reduksjon i overlevelse og vekst hos atlantehavslaks kan ha sammenheng med endring i vanntemperaturen om våren. Man skal imidlertid merke seg at den sterkeste effekten av klimaendringen foregår om vinteren (Hoerling et al. 2001, Benestad 2002), og det er mulig at klimaforholdene vinterstid også kan påvirke laksens livshistorie (Jonsson & Jonsson 2004).

Laks som ble høstet i kyst- og fjordfisket var gjennomgående større enn de som ble høstet i elvene. Dette skyldes både at tosjø vinterfisk i sterkere grad enn ensjø vinterfisk ble beskattet i sjøfisket, og at store ensjø vinterfisk i sterkere grad enn små, ble selektert i sjøfisket. Tosjø vinterlaksen kommer inn til Norskekysten tidligere om våren enn ensjø vinterfisk (Jonsson et al. 1990), men på grunn av sin større kroppsstørrelse og lav sommervannføring i lmsa venter de lenger med å vandre opp i elva. De er således tilgjengelige for sjøfiskeriene over et lenger tidsintervall enn ensjø vinterfisk, hvilket kan føre til sterkere beskatning av denne gruppen.

Laks utsatt som toårssmolt ble i sterkere grad enn ettårssmolt tatt i sjøfisket, og fangstraten avtok med smoltlengden og vekstraten. Garn og nøter som ble brukt i sjø-

fiskeriene i undersøkelsesperioden, har vanligvis maskevidder mellom 58 og 66 mm. Dette betyr at de mest fanger tosjø vinterfisk og forholdsvis stor grilse. Dette betyr at garna reduserer andelen stor laks i gytebestandene sammenlignet med mindre fisk. At slik selektiv fangst påvirker størrelsessammensetningen hos gytelaksen ble allerede påpekt av Schaffer & Elson (1975). De brukte dette som forklaring på hvorfor både andelen og antallet smålaks i nord-amerikanske elver hadde økt på 1960-tallet. Det er meget sannsynlig at i det lange løp vil slikt selektivt fiske påvirke laksebestandenes alders- og størrelsessammensetning mot yngre og mindre fisker (Ricker 1981, Machiels & Wijsman 1996, Hamon et al. 2000, De Leo & Gatto 2001), spesielt hvis fisketrykket er stort.

Siden vekst og alder ved kjønnsmodning er delvis nedarvet, vil slik alder og størrelsessелеksjon ha sterkest virkning i storlakselvene. Dette er vanligvis store elver der potensialet for lakseproduksjon og sportsfiske er best. Seleksjonseffekten innen vassdragene fører som nevnt ovenfor, til at fisken gradvis vil bli mindre. Dette motvirkes imidlertid av seleksjonskrefter innen bestandene fordi stor laks vil ha størst gytesuksess i storlakselvene (Fleming et al. 1996). Videre vil seleksjonen fra fisket føre til høyere andel hanner enn hunner, siden det er sterkere tendens til å bli tosjø vinterfisk blant hunnene og ensjø vinterfisk blant hannene (Jonsson et al. 1990). Hunnene er antakelig det kjønn som i sterkest grad er begrensende for lakseproduksjonen i vassdragene. Mange bestander i storlakselver synes nå å være mindre enn ønskelig, spesielt i Sør-Europa og det østlige Nord-Amerika (ICES 2002). På grunn av selektivt fiske kan det være vanskelig å få produsert tilstrekkelig mange rekrutter. For å motvirke dette, er det nå sterke reguleringer av laksefisket i mange land, med kraftige fangstreduksjoner. Om dette vil være tilstrekkelig gjenstår å se, men vårt materiale fra lmsa de siste 20 årene, og kunnskap om de norske fiskerier, viser at det til nå har vært selektivt fiske med sterkest fangst av store individer.

Ved havbeite eller forsterkingsutsettinger er det mer lønnsomt å bruke ettårig enn toårig smolt selv om den totale gjenfangsten var forholdsvis lik. Ettårssmolt vokste bedre og ga høyere andel tosjø vinterfisk enn toårssmolten. Dette oppveide den lavere overlevelsen til den yngste molten. Videre er de økonomiske kostnadene ved å produsere ettårig smolt langt lavere enn kostnadene ved å produsere toårig smolt.

4 Figgjo

Lars Petter Hansen

4.1 Innledning

Figgjo er en relativt liten, men produktiv elv på Jæren. Elva har en betydelig oppgang av laks, og det ble satt i gang fangst og merking av vill smolt av laks så tidlig som i 1965. Det settes også ut merket oppforet smolt i elva. Mange av disse har blitt gjenfanget under vandringen tilbake til elva, og gjenfangstprosenten kan brukes som en indikator for overlevelsen fra smolt til voksen fisk. Dataene som samles inn kan derfor brukes til å overvåke overlevelse og vekst av denne laksestammen i havet.

I løpet av de siste 20 årene har det vært en økning i dødelighet av laks i havet over store deler av Atlanteren, og man har antydnet at dette skyldes at det har blitt kaldere i havet (Friedland et al. 1993). Analyser av tidsserien av vill smolt fra Figgjo har støttet denne hypotesen (Friedland et al. 1998, 2000). I denne rapporten presenteres noen resultater fra utsettingene av vill og oppforet smolt i Figgjo.

4.2 Materiale og metoder

Figgjo har ca. 25 km lakseførende strekning, men noe laks kan også vandre opp i Edlandsvannet og Limavannet. Elva er svært produktiv, og årlig fangst av laks i vassdraget har de siste 10 år variert fra ca. 2 til 10 tonn. Fisket er svært avhengig av vannføringen i elva, og det er mest smålaks, noe mellomlaks og litt storlaks.

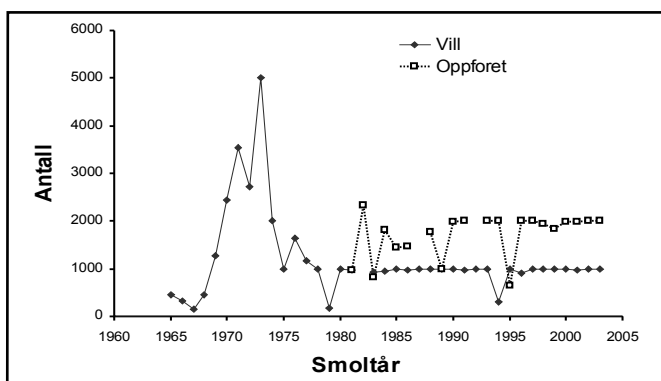
I april hvert år siden 1965 (unntatt i 1982) er smolt av laks fanget med elektrisk fiskeapparat, bedøvet, individuelt merket med Carlinmerker (Carlin 1955) og satt ut i elva igjen. Fra og med 1981 er det også satt ut Carlinmerket oppforet smolt av Figgjostamme i elva. Denne er produsert på NINAs forskningsstasjon på Ims i Sandnes kommune og transportert til Figgjo i oksygenerte tanker. Oversikt over antall fisk merket er vist i **figur 4.1**, og totalt har det blitt merket 45 287 ville og 36 040 oppforede smolt. Gjenfangster har blitt rapportert av sjøfiskere og sportsfiskere, og totalt har det hittil blitt gjenfanget 2 750 laks utsatt som vill smolt og 659 som oppforet.

4.3 Resultater og diskusjon

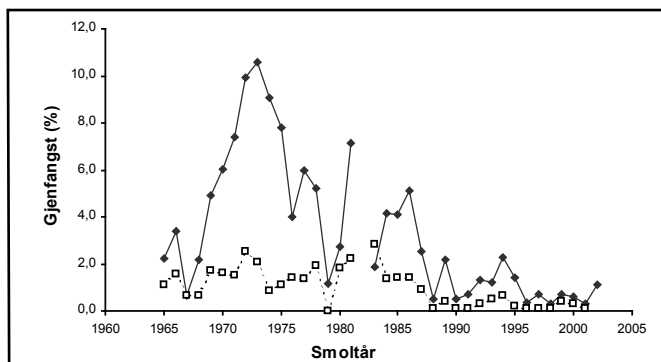
Gjenfangstprosenten av laks merket som vill smolt har variert mye i hele tidsperioden (**figur 4.2**). Den var relativt lav på midten av 1960 tallet, økte til over 10 % i første halvdel av 1970 tallet og har hatt en nedadgående trend fram til i dag. Denne trenden skyldes at den naturlige dødelighet i havet har økt (ICES 2004) og at reguleringer av laksefiske har redusert sjøbeskatningen (Hansen et al. 2004), som igjen bidrar til at færre merkede laks blir gjenfanget.

Analysene av materialet av vill fisk har gitt et vesentlig bidrag til forståelse av laksens naturlige dødelighet i havet. Det er dokumentert en sterk signifikant korrelasjon i overlevelse (% gjenfangst av voksen laks av total antall merket smolt) mellom laks merket i Figgjo og i den skotske elva North Esk som munner ut tvers over Nordsjøen for Figgjo. Dette indikerer at overlevelsen av disse to laksestammene bestemmes av de samme faktorer (Friedland et al. 1998). For begge elver er det også korrelasjon i overlevelse mellom ensjøvinterlaks (smålaks) og tosjøvinterlaks (mellomlaks) som indikerer at en betydelig del av dødeligheten bestemmes i den første tiden laksen er i sjøen. Friedland et al. (1993) fant en sammenheng mellom fangst av laks i Øst-Atlanteren og arealet av vann med laksens preferansetemperatur i postsmolt fasen. De antydte at nedgangen i laksebestandene de senere år skyldes at havet hadde blitt kaldere. En analyse av overlevelse av smolt fra Figgjo og North Esk viste en høy grad av korrelasjon med arealet av overflatevann med temperatur på 8-10 °C i mai i nordre deler av Nordsjøen, rett etter at smolten hadde forlatt de to elvene (Friedland et al. 1998).

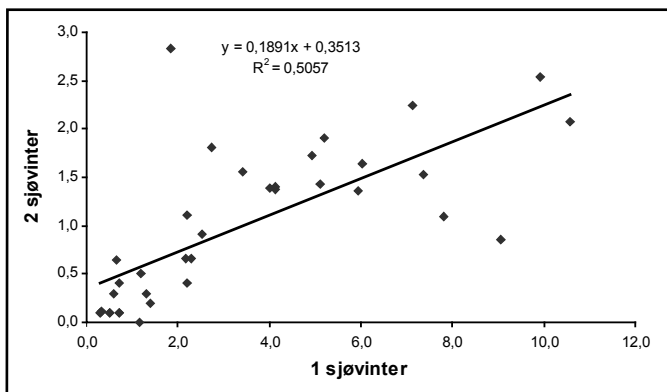
Det ble funnet sammenheng mellom gjenfangstprosenten av vill små- og mellomlaks av samme smoltårgang (**figur 4.3**), estimert overlevelse til smålaks forklarte 50 % av variasjonen av overlevelse til mellomlaks året etter. En slik sammenheng er også påvist for oppforet smolt satt ut i Drammenselva (se kapittel 2). Imidlertid kan den generelle økende trenden i marin dødelighet forklare noe av sammenhengene, men det gjenstår å undersøke.



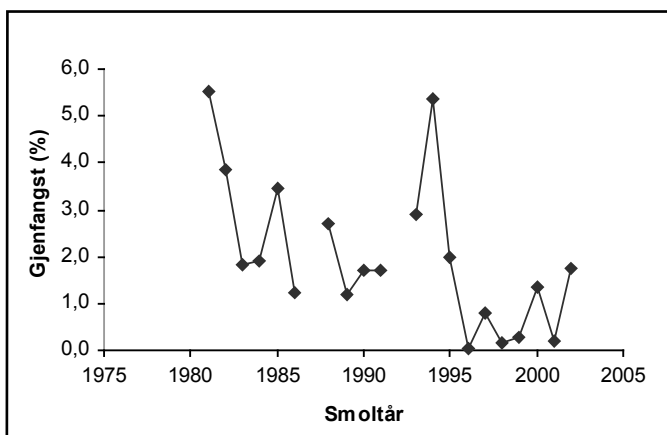
Figur 4.1. Antall vill og oppforet laksesmolt merket og satt ut i Figgjo.



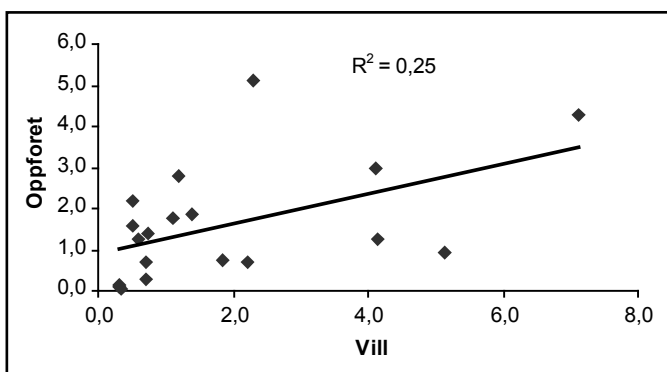
Figur 4.2. Gjenfangstprosent av vill smålaks (heltrukken linje) og mellomlaks (stiplet linje) av samme smoltårgang.



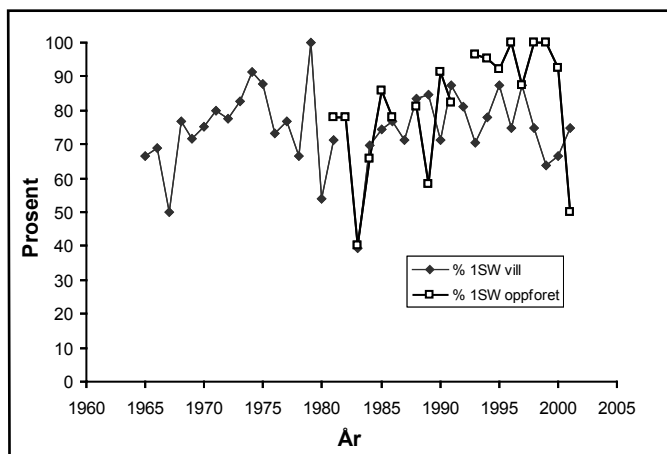
Figur 4.3. Sammenheng mellom gjenfangstprosent av vill en- og tosjøvinter laks av samme smoltårgang.



Figur 4.4. Total gjenfangstprosent av laks utsatt som oppforet smolt.



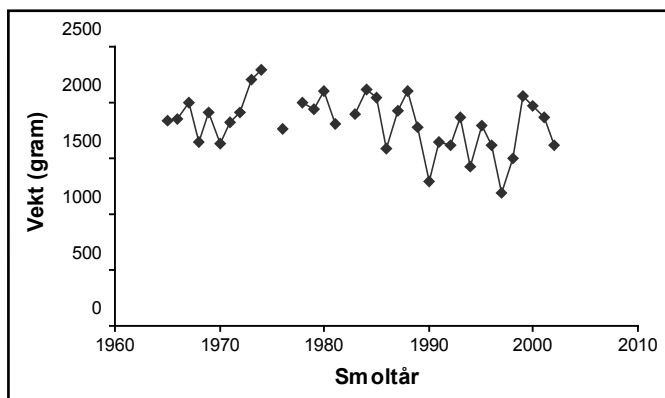
Figur 4.5. Sammenheng mellom gjenfangstprosent av smålaks av samme smoltårgang satt ut som vill og oppforet smolt.



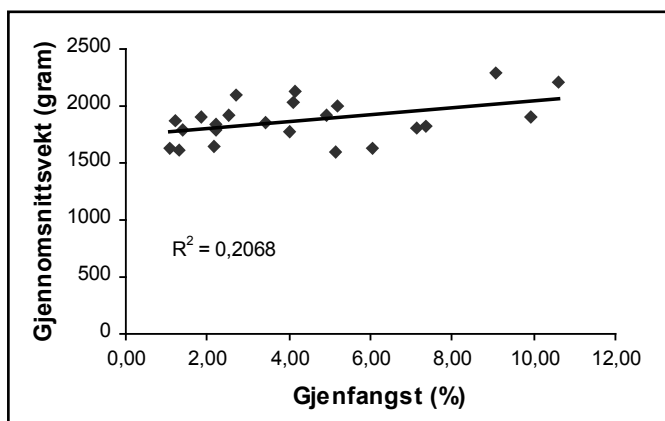
Figur 4.6. Andel ensjøvinter laks av utsatt vill og oppforet smolt.

Gjenfangstprosenten av utsatt oppforet smolt har variert mye mellom år (**figur 4.4**). For smolt satt ut i 1981 og 1984 ble det totalt rapportert at henholdsvis 5,5 og 5,4 % ble gjenfanget som voksen laks, mens av utsettingen i 1996 var gjenfangsten kun 0,1 %. Også av den oppfореde smolten ser man en nedadgående trend i gjenfangstprosenten, og ved sammenligning av gjenfangster av smålaks av vill og oppforet opprinnelse ble det funnet en svak, men positiv sammenheng (**figur 4.5**). Dette er også indikert for laks merket i Imsa (Jonsson et al. 2003b). Det var ingen trend i sjøalder ved kjønnsmodning, uttrykt ved prosent smålaks. For den ville fisken var ca. 70-90 prosent av gjenfangstene smålaks, mens det var større variasjon for den oppfореde fisken (**figur 4.6**). Imidlertid var materialgrunnlaget enkelte år spinkelt.

Gjennomsnittsvekten av smålaks de enkelte år er vist i **figur 4.7**. Smålaksen var størst tidligst på 1970 tallet, opp til 2,3 kg i gjennomsnitt. Vekten sank utover på 1980 og 1990 tallet, og for den som vandret ut som smolt i 1997 var gjennomsnittsvekten sunket til omtrent det halve. Det var en svak sammenheng mellom gjenfangstprosenten for smålaks og gjennomsnittsvekten av den samme fisken (**figur 4.8**). Dette antyder at jo bedre vekst, dess bedre overlevelse. Dette samsvarer med funn av Friedland et al. (2000) og Jonsson et al. (2003b) som påviste en positiv sammenheng mellom vekst av laks det første året i sjøen og overlevelse av den samme smoltårsklassen.



Figur 4.7. Gjennomsnittsvekt av gjenfanget smålaks satt ut som vill smolt.



Figur 4.8. Sammenheng mellom gjenfangstprosent av vill smålaks og gjennomsnittsvekt av samme smoltårgang.

5 Strynseelva

Arne J. Jensen, Bjørn Ove Johnsen og Jan Gunnar Jensås

5.1 Innledning

Strynseelva er ei av få uberørte elver i Norge der det finnes lange tidsserier med data om anadrome laksefisk. Vassdraget ligger innerst i Nordfjord i Sogn og Fjordane og har et nedbørfelt på 546 km². Mer enn halvparten av nedbørfeltet ligger høyere enn 600 m.o.h., og en stor del av tilsiget til elva kommer i form av smeltevann fra isbreer. Laks og sjørørret kan gå opp Strynseelva (10 km) til Nedre Floen og Strynsvatnet (29 km²). I Hjelledøla og Erdalseelva, som er de viktigste tilløpselvene til Strynsvatnet, kan anadrome fisk vandre henholdsvis 4,5 km og 1,5 km.

Bestandene av laks og sjørørret i Strynseelva ble grundig kartlagt i perioden 1979-1980 i forbindelse med forundersøkelsene til den planlagte Breheimutbyggingen (Jensen 1980). Arbeidet ble utført av Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Reguleringsundersøkelsene, etter oppdrag fra NVE, Statskraftverkene (nå Statkraft). I påvente av utfallet av Statskraftverkens søknad om utbygging av blant annet Strynseelva, ble overvåkingen av anadrom fisk fortsatt i noe mindre omfang. De første årene (til og med 1986) ble arbeidet finansiert av Statkraft. Strynseelva ble imidlertid fredet mot kraftutbygging i forbindelse med Verneplan IV for vassdrag. Etter dette ble overvåkingen videreført med finansiering fra NINA. Fra 1994 ble overvåkingen av laksebestanden i Strynseelva inkludert i DN's nasjonale overvåkingsprogram, og siden da har DN bidratt med en vesentlig del av finansieringen. Vassdraget er nå et av DN's sju indekssvassdrag for bestandsovervåking av laksefisk.

Det innsamlede materialet omhandler tetthet og vekst av ungfisk samt bestandsdata om voksen laks og sjøaure. Også tetthet av laksesmolt er beregnet. Deler av materialet er tidligere publisert av Jensen (1990, 1992), Jensen & Johnsen (1986, 1989), Jensen et al. (1991, 1999, 2000) og Forseth et al. (2001).

5.2 Materiale og metoder

Materialet av ungfisk er samlet inn med elektrisk fiskeapparat i mars/april hvert år siden 1982. Fra 1982 til 1985 ble det bare samlet inn data til vekstanalyser. Dette ble gjort ved at det ble fisket tilfeldig i et område ovenfor Stauri bru inntil det var samlet inn ca. 20-30 fisk av hver aldersklasse. Fra 1986 til 1989 ble i tillegg til vekst også tetthet av ungfisk beregnet på tre lokaliteter (totalt 350 m²). I 1990 ble det på grunn av tidlig flom i elva ikke beregnet tetthet av ungfisk, men det ble likevel samlet inn tilstrekkelig fisk til vekstanalyser. I 1991 ble antall stasjoner for tetthetsberegning økt fra tre til seks (totalt 600 m²). De samme

stasjonene er benyttet hvert år senere. Stasjonene ligger inne ved elvebredden, og har et areal på 100 m². Vanligvis blir 25 m av elva avfisket i en bredde på 4 m langs land. Stasjonene er merket med maling for at samme område skal undersøkes hvert år. Antall laksunger innsamlet de enkelte år varierte mellom 101 og 862, med et gjennomsnitt på 361.

Tettheten av ungfisk på hver stasjon er beregnet ved tre gangers suksessivt elfiske (Zippin 1958, Bohlin et al. 1989). Samtlige ungfisk ble fiksert på sprit og tatt med til laboratorium for sikker artsbestemmelse og aldersanalyse. Alderen ble bestemt ved hjelp av skjell, men i tvilstilfeller ble også otolittene benyttet. Alderen på fisk samlet inn i mars/april året etter klekking er i denne rapporten satt lik ett år. Fiskens lengde er målt til nærmeste mm fra snuten og til enden av halefinnen når den ligger i naturlig stilling.

Siden 1989 har vi holdt laks som hadde tydelige tegn på at de var smoltifisert (sølvblank overflate, svarte finnekantene) atskilt fra øvrig fangst. Tettheten av laksesmolt er beregnet på de samme stasjonene og på samme måte som annen fisk, slik som beskrevet ovenfor. De første årene ble bare laks som var fullstendig smoltifisert klassifisert som smolt. Imidlertid var ikke alle utvandringklare laksunger fullstendig smoltifisert så tidlig på våren. De siste årene har vi derfor klassifisert all fisk med klar antydning til sølvblank kroppsoverflate som smolt. Vi har registrert sølvblank fisk ned til 95 mm. Materialet fra perioden 1997-2001 er spesielt grundig analysert. Der var det overvekt av smolt blant laks som var større enn 105 mm, mens det var overvekt av parr blant mindre fisk. Dette gjaldt alle aldersgrupper. Overgangen fra parr til smolt var ved 105 mm, 106 mm og 106 mm for laks med alder på henholdsvis 2, 3 og 4 år. I Strynseelva synes det derfor ikke å være en økende minstelengde for smolt av laks med økende alder, slik som antydnet i enkelte andre vassdrag (Økland et al. 1993). Ved beregningene av smolttetthet har vi derfor for alle år siden 1986 inkludert all laks større enn 105 mm, og sett bort fra mindre fisk, selv om de hadde tegn til smoltifisering.

Elfisket ble utført på lav vannføring i mars/april. Vannføringen varierte fra år til år mellom 3,5 og 16,1 m³/s (median 8 m³/s). Det er kjent fra andre undersøkelser at tetthetsestimatene for ungfisk påvirkes av hvor stor vannføringen er i elva når feltarbeidet utføres. Elfiske på høy vannføring gir lavere estimer enn på lav vannføring, og utslagene er større for laks enn for ørret (Jensen & Johnsen 1988). Jensen & Johnsen (1988) anbefalte derfor å justere tetthetsestimatene til å gjelde for en fast referansevannføring. For alle aldersklasser av laksunger var det en negativ, men ikke signifikant sammenheng med vannføringen ($p > 0,05$). Det samme gjaldt for ungfisk av ørret. Selv om sammenhengene ikke var signifikante, så var alle negative, og vi har derfor justert tetthetene til å gjelde for en referansevannføring på 8 m³/s.

Årsklassestyrke ble beregnet ved først å regne ut en relativ tetthet innen hver aldersklasse av ungfisk, som avvik fra gjennomsnittlig tetthet for aldersklassen (f. eks. 1+) for alle år. Det vil si at gjennomsnittlig tetthet ble satt lik null, og år med tettheter lavere enn gjennomsnittet fikk negative verdier, mens de over gjennomsnittet fikk positive verdier. Deretter ble årsklassestyrken for hver enkelt kohort estimert som gjennomsnittet av de relative tetthetene for tre suksessive år (1+, 2+ og 3+) av en kohort.

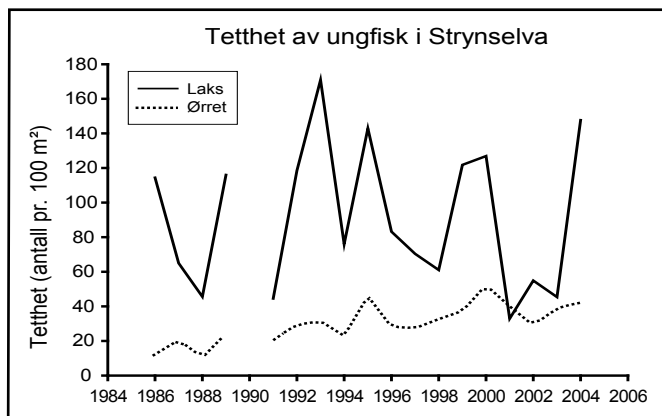
Skjellprøver av voksen laks (og sjøørret) er siden 1983 samlet inn fra sportsfiskere i samarbeide med Stryn Elveeigarlag. Enkelte år er det også tatt prøver av laks fanget i gytetida. I gjennomsnitt er det samlet inn 70 skjellprøver årlig (variasjon 10-156). Et materiale av 116 skjellprøver av laks fra perioden 1954-1957 fra NINAs arkiver er også analysert. Når disse inkluderes, består materialet totalt av 1509 skjellprøver av laks. Ved analysene er det skilt mellom vill laks og rømt oppdrettslaks etter kriterier beskrevet av Lund et al. (1989). Hver enkelt prøve er analysert med hensyn til alder i elv (smoltalder) og fiskens oppholdstid i sjøen (sjøalder). Videre er Lea-Dahls metode (Lea 1910) benyttet til å tilbakeberegne lengden av fisken ved utvandring til sjøen (smoltlengde) og ved hver vinter i sjøen. Merker i skjellet etter eventuell tidligere gyting er dessuten notert.

5.3 Resultater

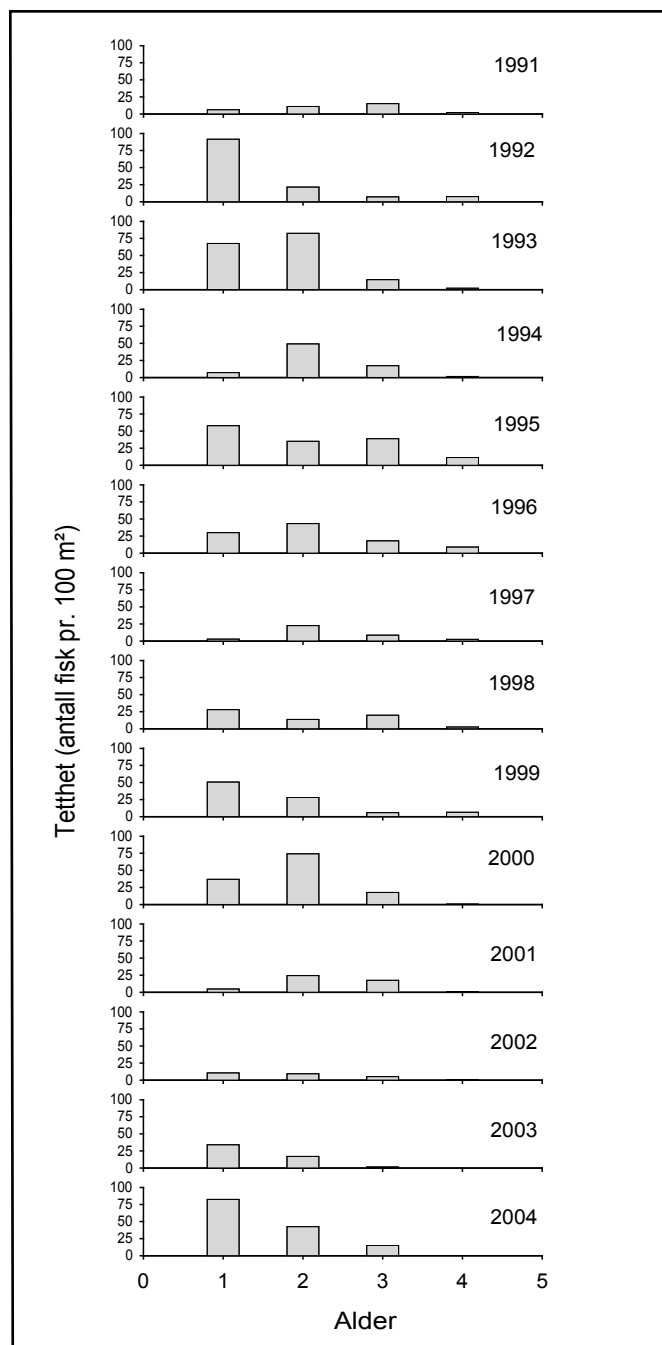
5.3.1 Tetthet av ungfisk

Tettheten av laksunger varierte betydelig i løpet av de 18 årene som er undersøkt (**figur 5.1**), men det var ingen trend i perioden. Enkelte år var tettheten til dels svært høy, med 171 laksunger pr. 100 m² som det aller høyeste i 1993. De tre årene 2001-2003 var den svakeste perioden, med tettheter mellom 33 og 55 individer pr. 100 m², men like lave tettheter ble registrert også i 1988 og 1991. For ett år gammel fisk varierte tettheten mellom 3 og 87 individer pr. 100 m². Tilsvarende ble det registrert mellom 15 og 101 eldre laksunger (2-4 år) pr. 100 m². Tettheten av de enkelte aldersgruppene av fisk i perioden 1991-2004 er vist i **figur 5.2**. I gjennomsnitt for perioden 1986-2004 var tettheten av ett, to, tre og fire år gamle laksunger henholdsvis 39, 34, 15 og 3 fisk pr. 100 m².

Det var betydelig variasjon i årsklassestyrke hos ungfisken (**figur 5.3**). Årsklassen som klekket i 1991 var den aller sterkeste, med tettheter av ettåringer (i 1992) og toåringer (i 1993) på henholdsvis 87 og 84 individer pr. 100 m² (**figur 5.2**). Andre sterke årsklasser var de som klekket i 1985, 1988, 1992, 1994, 1998 og 2003. De svakeste årsklassene var de som klekket i 1986, 1987, 1990, 1996 og 2000.



Figur 5.1. Gjennomsnittlig tetthet av ungfisk av laks og ørret på seks stasjoner i Strynseelva (antall pr. 100 m²) i perioden 1986-2004 (tre stasjoner i 1986-1989, ingen i 1990). Tetthetene er justert til en referansevannføring på 8 m³/s.



Figur 5.2. Tetthet av de enkelte aldersklassene av laks i Strynseelva i perioden 1991-2004. Tetthetene er justert til en referansevannføring på 8 m³/s.

Det var lavere tetthet av ørret enn av laks i Strynseelva, og variasjonen fra år til år var mindre (**figur 5.1**). I gjennomsnitt for hele perioden var tettheten av ørret 30 individer pr. 100 m², med en variasjon mellom 11 og 52 individer pr. 100 m². Det var en signifikant økning i tettheten av ørret i perioden ($r = 0,730$, $p < 0,05$).

5.3.2 Vekst av ungfisk

Veksten av ungfisk har variert betydelig fra år til år (**tabell 5.1**). I gjennomsnitt for perioden 1986-2003 var ett år gamle laksunger 46,2 mm. Toåringene var i gjennomsnitt 74,3 mm, og treåringene 103,4 mm. Dette gir en årlig tilvekst andre og tredje år på henholdsvis 28,1 og 29,1 mm.

De største ettåringene ble registrert i 1989 og 2003, da de hadde gjennomsnittslengder på henholdsvis 51,5 og 52,4 mm i april. Dette faller sammen med at somrene 1988 og 2002 var de varmeste i undersøkelsesperioden. Årsyngelen vokste dårligst sommeren 1993, i og med at gjennomsnittsstørrelsen på ettårig laks i april 1994 var 40,8 mm. Også yngelen som vokste opp sommeren 1989 hadde dårlig vekst. Sammen med sommeren 1994 var dette de tre kaldeste somrene i perioden. Det var således en klar signifikant sammenheng mellom vanntemperaturen om sommeren og vekst hos laksungene ($r^2 = 0,718$, $p < 0,001$, **figur 5.4**).

5.3.3 Laksesmolt

Tettheten av presmolt av laks varierte mellom 1,6 og 13,5 smolt pr. 100 m² (**figur 5.5**), med et gjennomsnitt for alle år på 7,9 presmolt pr. 100 m². De svakeste smoltårsklassene vandret ut fra vassdraget i 2001, 2002 og 2003.

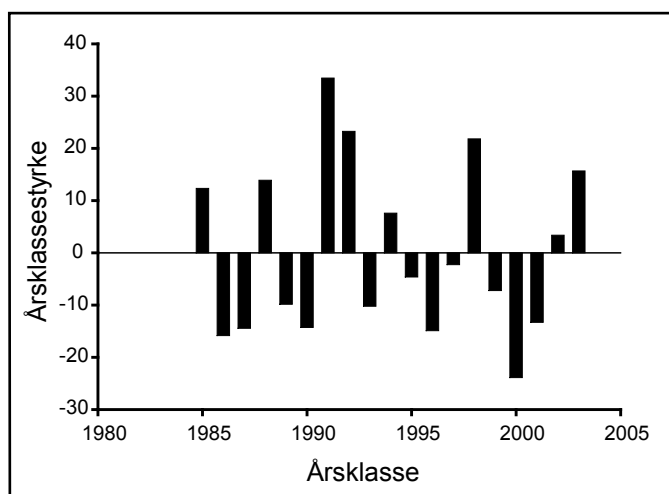
Gjennomsnittlig smoltalder analysert ved hjelp av skjellprøver fra voksen laks var $2,84 \pm 0,03$ år ($n = 1344$), med en variasjon mellom 2 og 5 år (**figur 5.6**). Den vanligste smoltalderen var 3 år (64 %).

Tabell 5.1 Gjennomsnittslengder hos ungfisk av laks samlet inn i Strynseelva i mars-april i perioden 1986-2003. Gjennomsnittsstørrelser det året fisken var henholdsvis minst og størst er også gitt.

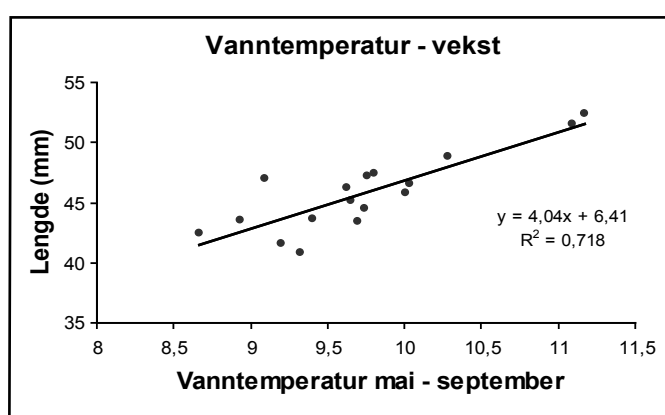
Alder (år)	Lengde (mm)	Variasjon
1	46,2	40,8 – 52,4
2	74,3	64,4 – 86,6
3	103,4	91,0 – 123,6
4	119,8	112,0 – 131,4

Tabell 5.2 Andel rømt oppdrettsfisk (prosent) i fangstene av laks i Strynseelva i fiskesesongen og i gytetida (dvs. i oktober/november). Totalt antall laks som er undersøkt er gitt i parentes. Etter 1999 har vi ikke representative utvalg av laksebestanden.

År	I fiskesesongen	I gytetida
1983	0 (156)	-
1985	0 (98)	-
1986	0 (56)	-
1987	0 (91)	-
1988	0 (47)	-
1989	2 (57)	-
1990	3 (79)	-
1991	3 (35)	-
1992	4 (111)	23 (22)
1993	6 (122)	-
1994	20 (123)	32 (34)
1995	7 (47)	-
1996	7 (65)	21 (15)
1997	18 (92)	-
1998	30 (33)	-
1999	15 (33)	-



Figur 5.3. Relativ årsklassestyrke for laksunger i Strynseelva. Årstallet angir det året da eggene klekket. Dataene for de to siste årsklassene (2002 og 2003) er foreløpige.



Figur 5.4. Sammenhengen mellom vanntemperaturen (°C) i Strynseelva (gjennomsnitt for perioden mai – september, målt av NVE ved Stauri bru) og gjennomsnittsstørrelsen på ett år gamle laksunger innfanget i mars-april året etter.

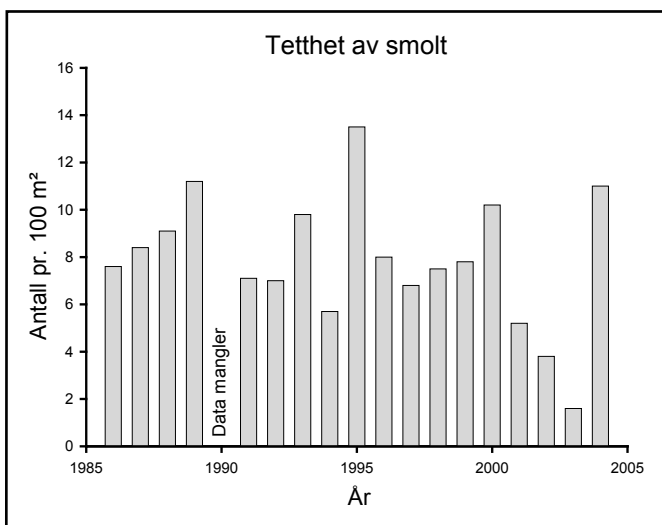
Gjennomsnittlig tilbakeberegnet smoltlengde var $13,57 \pm 0,13$ cm ($n = 1265$). Smoltlengden varierte mellom 9 og 23 cm. De fleste laksesmoltene var 12-14 cm ved utvandring til sjøen (**figur 5.7**).

Hele perioden 1983-2003 sett under ett er det ingen signifikante endringer i smoltalder ($r = 0,052$, $n = 1201$, $p = 0,074$) eller smoltlengde ($r = 0,054$, $n = 1152$, $p = 0,069$) i skjellmaterialet. Imidlertid var smoltalderen signifikant lavere ($p < 0,001$) i materialet fra 1950-tallet ($2,65 \pm 0,09$ år, $n = 116$) enn i materialet fra perioden 1983-2003 ($2,86 \pm 0,03$ år, $n = 1201$). Tilsvarende var smolten signifikant mindre ($p < 0,001$) i materialet fra 1950-tallet ($12,63 \pm 0,36$ cm, $n = 113$) enn i det seneste materialet ($13,62 \pm 0,13$ cm, $n = 1152$).

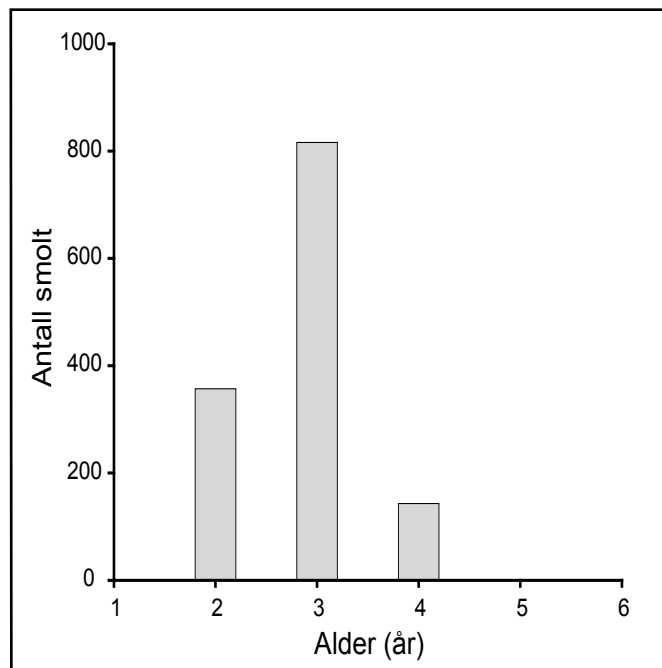
5.3.4 Voksen laks

Fangsten av voksen laks lå i perioden 1980-1994 i gjennomsnitt på ca. 165 fisk (1300 kg), men avtok deretter kraftig til færre enn 50 laks i 1998 og 1999 (**figur 5.8**). Laksen ble derfor fredet i 2000, og fredningen gjaldt også i 2001 og 2002. Det var fortsatt tillatt å fiske sjørørret i elva, mens laks skulle settes levende ut igjen. Til tross for at det var forbud mot å fiske laks, og det bare ble fisket etter sjørørret i 2000-2002, ble det ifølge Stryn Elveeigarlag fisket (og satt ut igjen) 90, 312 og 158 laks disse årene. Fra 2003 ble det åpnet for å fiske laks igjen, men med kortere fiskesesong enn tidligere (15. juli – 31. august).

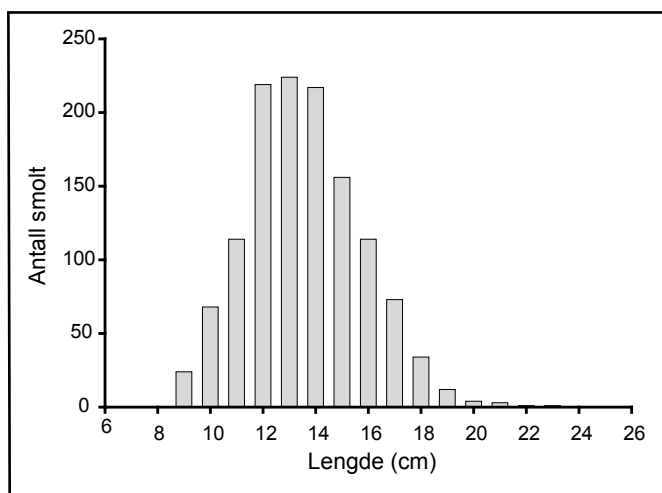
Skjellmaterialet som ble samlet inn i periodene 1954-1957 og 1983-2003 bestod totalt av 1384 villaks og 120 oppdrettslaks. Andel rømt oppdrettsfisk i sportsfiskefangstene og i gytebestanden er vist i **tabell 5.2**. Den første oppdrettslaksen ble registrert i fangstene i 1989, da 1 av 57 undersøkte laks (2 %) var rømt fisk. Med unntak av 1994 holdt andelen rømt fisk i sportsfiskefangstene seg under



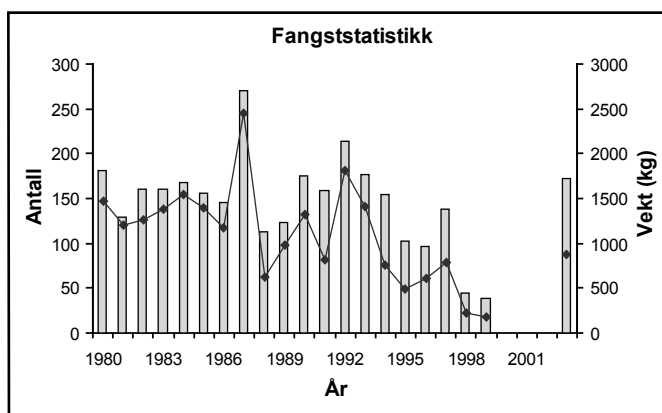
Figur 5.5. Tetthet av laksesmolt i Strynseelva i perioden 1986-2004. Tetthetstallene er justert til å gjelde for en vannføring på 8 m³/s på innsamlingstidspunktet.



Figur 5.6. Laksens smoltalder i Strynseelva. Data fra skjellprøver innsamlet i periodene 1954-1957 og 1983-2003 ($n = 1344$).



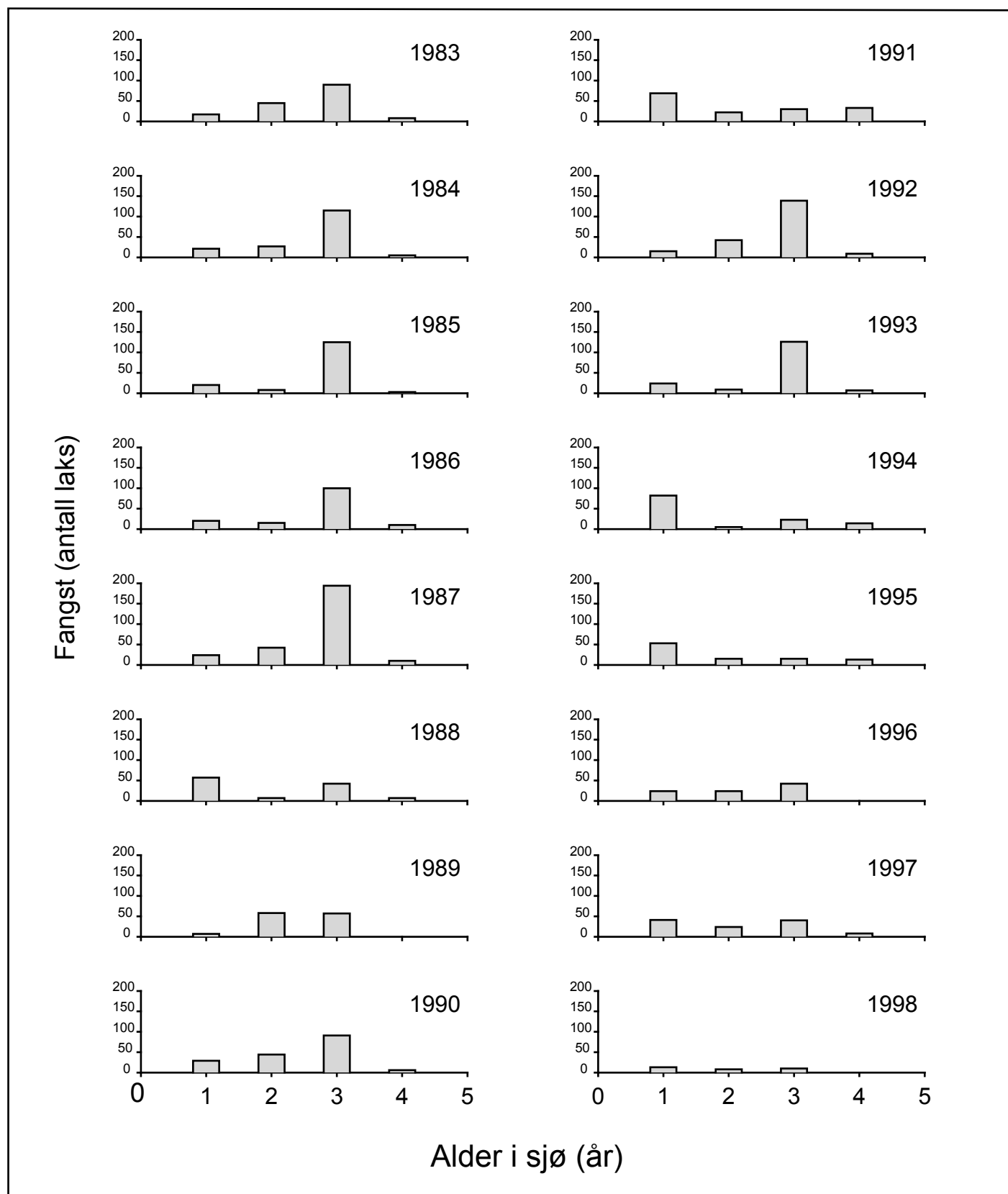
Figur 5.7. Smoltlengde hos laks i Strynseelva. Data fra skjellprøver innsamlet i periodene 1954-1957 og 1983-2003 ($n = 1265$).



Figur 5.8. Fangst av laks i Strynseelva i perioden 1980-2003, oppgitt som antall fisk (kolonner) og vekt (kurve). Data fra Norges Offisielle Statistikk. I 2000-2002 var det forbudt å fiske laks i elva, og all laks skulle settes ut igjen. Ifølge Stryn Elveeigarlag ble det disse tre årene fanget og satt ut igjen henholdsvis 90 laks (414 kg), 312 laks (1128 kg) og 158 laks (919 kg). Disse fiskene er ikke tatt med i figuren. Oppdrettslaks er inkludert i tallene.

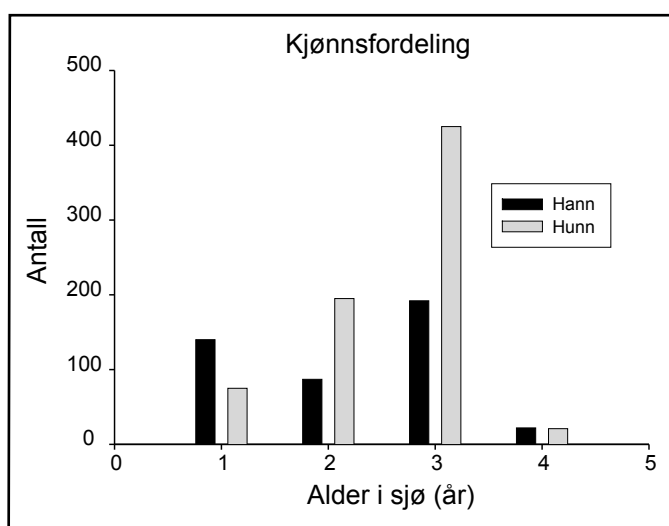
10 % inntil 1997. Fra 1997 til 1999 har andelen vært betydelig høyere (15-30 %), sannsynligvis delvis på grunn av færre villfisk i elva. På grunn av begrensninger i fisket er prøvene etter 1999 ikke representative. De prøvene som

foreligger fra gytebestanden om høsten viser de fleste år betydelig høyere andel rømt fisk enn i sportsfiskefangstene. Dette er samme mønster som er registrert ellers i norske vassdrag (Fiske et al. 2001).

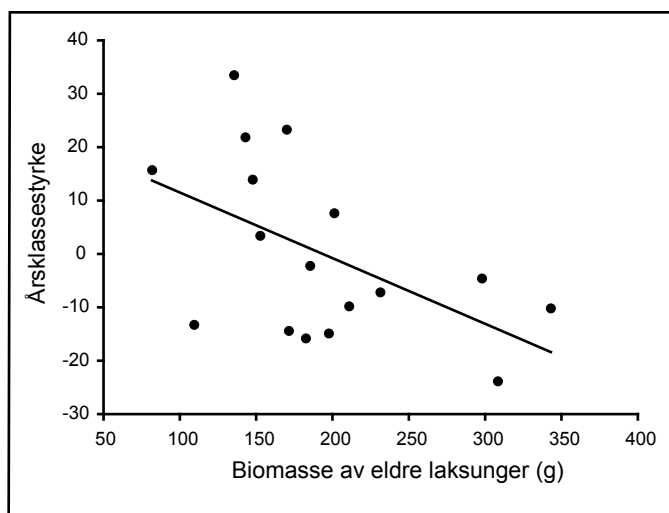


Figur 5.9. Fangst av vill laks i Strynseelva i perioden 1983-1998, fordelt på sjøalder (år). Totalt antall fisk er hentet fra Norges Offisielle Statistikk, men rømt oppdrettslaks er fjernet fra fangstene. Ved fordeling på de enkelte aldersgrupper er data fra skjellmaterialet benyttet.

Størrelsen på laksen har avtatt i Strynseelva på 1980- og 1990-tallet. Elva har tradisjonelt vært et storlaksvassdrag. I sportsfiskefangstene har laksens gjennomsnittsvekt enkelte år ligget rundt 10 kg, og i gjennomsnitt for perioden 1980-1993 var den ifølge Norges Offisielle Statistikk på 8 kg. Ifølge skjellmaterialet som ble samlet inn på 1980- og 1990-tallet dominerte storlaks (fisk som har vært 3 år eller mer i sjøen) i fangstene inntil 1994 (**figur 5.9**). De siste årene har det imidlertid vært færre storlaks, og gjennomsnittsvekten har sunket til 5-6 kg. Skjellmaterialet viser at andelen smålaks i fangstene har økt signifikant i perioden ($r = 0,625$, 15 d.f., $p < 0,01$) og andelen laks som har vært 3 år eller mer i sjøen har avtatt tilsvarende ($r = -0,614$, 15 d.f., $p < 0,01$). I perioden 1983-1999 var gjennomsnittsvekten for laks som hadde vært 1, 2, 3 og 4 år i sjøen (eksklusive flergangsgytere) henholdsvis $2\,049 \pm 91$ g [$n = 242$], $6\,630 \pm 213$ g [$n = 233$], $10\,090 \pm 146$ g [$n = 615$]



Figur 5.10. Laksens kjønnsfordeling i Strynseelva, fordelt på lengden av oppholdet i sjøen før kjønnsmodning ($n = 1157$). Bare førstegangsgytere er inkludert.



Figur 5.11. Sammenhengen mellom biomassen av eldre laksunger (gram pr. 100 m^2) om våren når yngelen kommer opp av grusen, og årsklassestyrken for den nye årsklassen. Regresjonslinje: $y = -0,122x + 23,66$ ($r^2 = 0,271$, $p < 0,05$).

og $13\,691 \pm 753$ g [$n = 45$]. For alle de fire aldersgruppene var det en nedadgående trend i vekt i perioden, men nedgangen var signifikant bare for to- og tresjøvinterlaks ($r = -0,421$, $p < 0,001$ og $r = -0,162$, $p < 0,01$).

Ifølge opplysningene på de innsendte skjellprøvene, så var det flest hanner blant smålaksen, mens det var flertall av hunner hos laks som hadde vært to eller tre år i havet før de ble kjønnsmodne (**figur 5.10**). Andelen hunner blant smålaksen var 35 %. Blant laks som hadde vært to år i sjøen var det 67 % hunner, og tilsvarende andel for de som hadde vært tre, og fire år i sjøen før de ble kjønnsmodne var henholdsvis 69 % og 49 %.

5.4 Diskusjon

5.4.1 Egg og yngel

Ved hjelp av kjennskap om laksens gyttidspunkt, data om vanntemperatur i elva og modeller som beskriver utviklingstida for egg og plommesekkyngel har det vært mulig å beregne når lakseyngelen i Strynseelva kommer opp av grusen. Laksen gyter i november og desember, og det meste av gytingen foregår i perioden 15. – 25. november. En modell som beskriver utviklingstida for egg i forhold til vanntemperatur (Crisp 1981) ble benyttet til å regne ut klekketidspunktet for lakseeegg som har blitt befruktet 1. november (tidligste gyting), 20. november (midtpunktet for gyting) og 31. desember (siste gyting) hvert år fra 1969 til 1986. Beregningene viser at midtpunktet for klekkingen varierte mellom 3. april og 15. mai i perioden, med mediantidspunkt 27. april. Varigheten av perioden fra klekking og til plommesekkeyngelen begynner å ta til seg næring er også først og fremst avhengig av vanntemperaturen (Jensen et al. 1989). Våre beregninger antyder at tidspunktet for når de fleste individene begynner å ta til seg næring varierte mellom 25. mai og 23. juni. Mediantidspunktet var 8. juni. Vi har sammenlignet tidspunktet for når yngelen begynner å ta til seg næring med vanntemperatur og vannføring i Strynseelva, og det viser at yngelen i Strynseelva begynner å spise på stigende vannføring like før vårflommen, ved en temperatur på ca. $8\text{ }^{\circ}\text{C}$. En undersøkelse i ti norske vassdrag antyder at yngelen i hvert enkelt vassdrag er tilpasset til å komme opp av grusen på gunstigst mulig vannføring etter at vanntemperaturen har nådd $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ om våren (Jensen et al. 1991). I de fleste elvene kom fisken opp like etter at vårflommen hadde kulminert, men i Strynseelva, som har en svært langvarig vårflom på grunn av bresmelting, kommer yngelen opp før vårflommen når sitt klimaks.

I Strynseelva har neppe størrelsen på vårflommen så avgjørende betydning for yngelens overlevelse som i Saltdalseelva, der det er påvist en signifikant negativ sammenheng mellom årsklassestyrke og størrelsen på vårflommen i det året eggene klekket (se kapittel 7). I Saltdalseelva var dødeligheten av årsyngel betydelig større i år med høy

vårflom sammenliknet med lav vårflom. De livsstadiene av laks som var mest ømfintlige for høy vannføring var plommeselekstadiet og yngel den første uke etter at de hadde kommet opp av grusen. Høy vannføring i eggstadiet samt mer enn ei uke etter at yngelen kom opp av grusen var mindre viktig. I Strynseelva er vannføringen vanligvis relativt lav når laksyngelen er i disse følsomme stadiene, på grunn av at yngelen kommer opp av grusen før vårflommen i denne elva. Når vårflommen setter inn i Strynseelva er yngelen blitt så stor at den tåler den høye vannføringen bedre enn i Saltdalseelva.

5.4.2 Ungfisk

Det var store årlige variasjoner i årsklassestyrke (**figur 5.3**) og dermed tetthet av laksunger i Strynseelva (**figur 5.1**). I tillegg til variasjoner i gytebestandens størrelse kan dette skyldes variasjoner i overlevelse av ungfisk det første leveåret. **Figur 5.2** viser at flere av de aller svakest årsklassene klekket i år med store tettheter av eldre laksunger tilstede i elva, og i år som ga sterke årsklasser av yngel var det gjerne lave tettheter av eldre laksunger. Dette indikerer at det foregår en betydelig intraspesifikk (intrakohort) konkurranse blant laksungene i Strynseelva, med påfølgende tetthetsavhengig dødelighet. Dette sannsynliggjøres i **figur 5.11**, som viser at det var signifikant negativ sammenheng mellom årsklassestyrke og biomassen av eldre laksunger ($r = -0,531$, $p < 0,05$). Biomassen av presmolt er ikke tatt med i **figur 5.11**, og det skyldes at årsyngelen ikke kommer opp av grusen før i begynnelsen av juni, mens smolten går ut i sjøen tidligere enn dette (i løpet av mai).

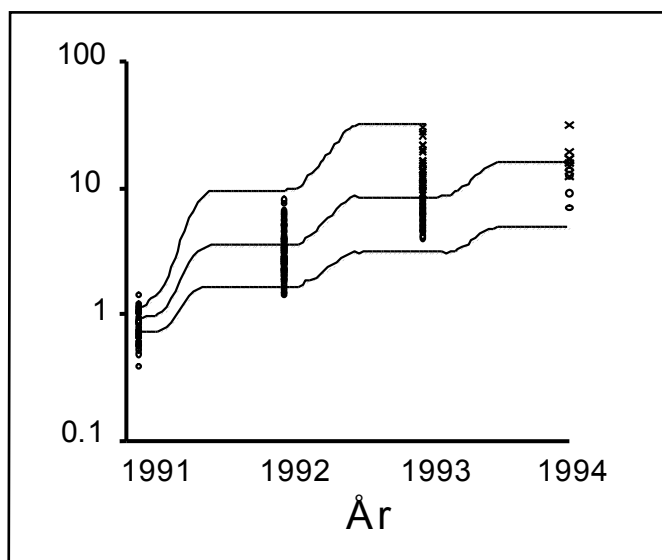
Det var de eldste og største laksungene som hadde sterkest negativ påvirkning på årsyngelen. Det vises ved at det var signifikant negativ korrelasjon mellom årsklassestyrken og tettheten av toåringer den våren årsklassen klekket ($r = -0,614$, $p < 0,05$), men ikke med tettheten av ettåringer ($r = -0,166$, $p > 0,05$).

Vi fant en klar sammenheng mellom vanntemperaturen om sommeren og laksungenes tilvekst (**figur 5.4**). Ved de vanntemperaturer som forekommer i Strynseelva, så synes tilveksten å øke tilnærmet lineært med vanntemperaturen. Imidlertid viste Elliott & Hurley (1997) at laksunger fra to engelske laksebestander begynte å vokse ved 6 °C, og tilveksten økte med økende vanntemperatur opp til 16 °C. Ved høyere temperaturer avtok veksten inntil den ble negativ ved 22,5 °C. For å se hvordan norsk laks vokser ved ulike temperaturer, ble laks fra Stryn benyttet til vekstforsøk på NINA Forskningsstasjon, Ims. Desinfiserte egg av stamfisk tatt i Strynseelva ble overført til Ims og klekket på stasjonen der. Forsøkene ble utført ved en rekke temperaturer mellom 5 og 24 °C. Dataene ble tilpasset en vekstmodell som viste at laksungene fra Stryn vokste ved temperaturer mellom 6 og 24 °C, og hadde best vekst ved 18–19 °C (Forseth et al. 2001). Ved å benytte stabilt Cesium

i føret var det mulig å beregne hvor mye hver enkelt fisk hadde spist (fiskens rasjon), og det ble utviklet særskilte modeller for hurtigvoksende, moderat voksende og saktevoksende fisk. Disse modellene ble sammenliknet med 1990-årsklassen av laksunger fra Strynseelva (dvs. fisk som var ett år i 1991, to år i 1992 osv.). Vanntemperaturer målt av NVE ved Stauri bru i Strynseelva i de aktuelle årene ble benyttet i modellene. Sammenlikningen av de tre vekstmodellene og reelle vekstdata fra Strynseelva er vist i **figur 5.12**. I fellesskap beskrev de tre vekstmodellene laksungenes vekst i Strynseelva svært godt. Modellen for moderat vekst (den midterste kurven i **figur 5.12**) synes å gi en god beskrivelse av normal vekst i elva. Modellen for hurtigvoksende fisk passer godt til de laksungene som vokste raskest, mens modellen for saktevoksende fisk synes å underestimere veksten til de mest saktevoksende fiskene. Dette viser at vi nå har modellverktøy som kan brukes til å beregne vekst hos laksunger i elvene med bred anvendelse innen lakseforskning og forvaltning.

5.4.3 Smolt

Enkelte årganger av smolt har gitt betydelig større fangst av voksen laks enn andre. Dette kan både skyldes stor variasjon i antall smolt som vandret ut fra elva og stor variasjon i overlevelse i havet. Smolten som vandret ut av elva i 1984 ble f. eks. tatt av sportsfiskere i Strynseelva i 1987 i stort antall etter 3 år i sjøen (**figur 5.9**). I tillegg ble det tatt enkelte smålaks i 1985 og mellomlaks i 1986 fra denne smoltårgangen. Total fangst i elva av hver enkelt smoltårgang er vist i **figur 5.13**. Figuren viser at



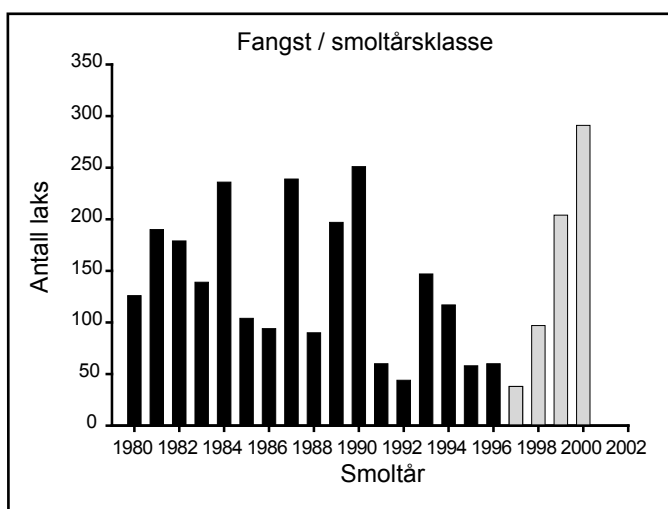
Figur 5.12. Sammenlikning mellom vekt (g) av ungfisk av laks beregnet ved hjelp av de tre vekstmodellene som er beskrevet i teksten (de tre linjene) og observert vekst av 1990-årsklassen av laksunger i Strynseelva fra april 1991 (1 år) til april 1994 (4 år) (punktene på figuren). Beregningene ble utført med modellen for hurtig vekst (øverste linje), moderat vekst (midterste linje) og sakte vekst (nederste linje). Gjennomsnittsvekten for ett år gammel laks innsamlet i april 1991 ble benyttet som startvekt i modellene, og beregningene ble gjort ved å benytte observert vanntemperatur i Strynseelva ved Stauri bru i den aktuelle perioden.

det i tillegg til 1984-årgangen også ble fisket godt på 1987- og 1990-årgangene av smolt. Derimot ble det svært liten avkastning av smolten som vandret ut fra elva i 1991, 1992, 1995, 1996 og 1997. Smoltårgangene fra 1999 og 2000 er blitt fanget (og satt ut igjen) i betydelige antall, til tross for at det har vært forbudt å fiske på dem. 1999 og 2000-årgangene synes derfor å være betydelig sterkere enn de andre årgangene på 1990-tallet. Dette er i overensstemmelse med fangstoppgavene fra andre vassdrag i regionen.

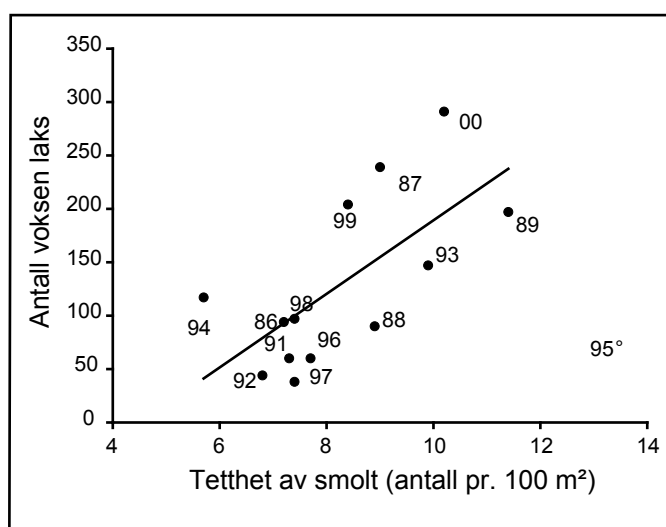
Mulige årsaker til de store variasjonene i fangst av de ulike smoltårgangene kan være variasjoner i antall smolt som vandret ut fra vassdraget, og/eller varierende overlevelse i havet fra år til år. For 14 ulike år (1986-2000, unntatt 1990) finnes det estimater både for tetthet av smolt som vandret ut (**figur 5.5**) og totalt antall voksen laks av samme smoltårgang som ble fisket i elva (**figur 5.13**). Imidlertid er fangstestimatene for de siste fire smoltårgangene ikke så gode som tidligere, på grunn av at laksen var fredet i årene 2000-2002 (se **figur 5.8**). Hele materialet sett under ett (**figur 5.14**) var det en svak positiv korrelasjon mellom antall smolt som vandret ut og antall voksen laks som kom tilbake, men denne var ikke signifikant ($r = 0,318$, $n = 14$, $p = 0,267$). Imidlertid skiller smoltårgangen fra 1995 seg sterkt ut fra øvrige data, med høy smoltproduksjon, men likevel svært få voksne fisk tilbake til elva (**figur 5.14**). Smoltårgangen fra 1995 ser også ut til å ha hatt en svært lav overlevelse i andre norske vassdrag (Hvidsten et al. 2004, Hansen et al. 2004). Holdes denne smoltårgangen utenom, var sammenhengen signifikant (**figur 5.14**). Dette viser at det er sammenheng mellom antall smolt som vandrer ut fra elva og antall voksen

laks av samme smoltårgang som kommer tilbake. Det vil si at det er tetthetsuavhengig dødelighet for laksen i havet, og naturlig smoltproduksjon er viktig for hvor mye voksen laks som kommer tilbake. Imidlertid var det stor variasjon i overlevelse mellom smoltårganger med omtrent like store tettheter av smolt. Dette viser at forholdene i havet har betydning for overlevelsen, og disse forholdene har variert betydelig i perioden. De punktene i **figur 5.14** som ligger under regresjonslinja viser de smoltårgangene som har hatt størst dødelighet i havet. Utenom 1995-årgangen gjelder det spesielt årgangene som vandret ut fra elva i 1988, 1991, 1992, 1996 og 1997. Data fra Imsa (kapittel 3), Figgjo (kapittel 4), Orkla (kapittel 6) og Halselva (kapittel 8) viser at overlevelsen i havet generelt var dårlig for laks gjennom store deler av 1990-tallet, og kaldt havklima er antydnet som en forklaring. I Nordfjord har det dessuten periodevis vært problemer med høye konsentrasjoner av lakselus (Hansen et al. 2004).

Figur 5.14 viser at både antall smolt som går ut fra vassdraget og overlevelsen i sjøen har signifikant innvirkning på produksjonen av voksen laks. I perioden 1986-2000 varierte estimatene av presmolt mellom 5,7 og 13,5 individer pr. 100 m², dvs. med en faktor på 2,4. Antallet laks av samme smoltårgang som ble fisket i Strynseelva varierte mellom 38 og 291, som gir en faktor på 7,7. Dette viser at det er betydelig variasjon fra år til år i både antall smolt som vandrer ut fra vassdraget og i overlevelsen i havet, men det synes å være større variasjon i havoverlevelse enn i smoltproduksjon.



Figur 5.13. Total fangst av laks fra hver enkelt smoltårgang i sportsfisket i Strynseelva. En smoltårgang består av smålaks året etter smoltutvandring, pluss mellomlaks to år etter smoltutvandring, pluss storlaks tre og fire år etter smoltutvandring. I 2000-2002 var det forbudt å fiske laks i elva, og all laks skulle settes ut igjen. Antall og størrelse er imidlertid rapportert av Stryn Elveeigarlag, og fangstene er inkludert i figuren. De grå søylene representerer årganger der det ikke har vært ordinært fiske på deler av eller hele årgangen. Eventuelle oppdrettslaks er inkludert i de fire siste kolonnene, men ikke tidligere.



Figur 5.14. Sammenheng mellom tetthet av smolt i Strynseelva i perioden 1986 - 2000 og antall voksen laks av samme smoltårgang i sportsfiskefangstene de påfølgende år. Årstall for smoltutvandring er angitt for hvert punkt. Regresjonslinje (dersom data fra 1995 utelates): $y = 34,4 x - 155,2$ ($r^2 = 0,454$, $p < 0,05$).

5.4.4 Gytebestand

Gytebestandens størrelse ble undersøkt høsten 1990 i Strynseelva, og da ble det talt 95 laks som var større enn 3 kg (Sættem 1995). Sættem (1995) antok at 60 % av disse (57 individer) var hunnfisk, gjennomsnittsvekten på disse var 8,7 kg, og at det var 1300 egg pr. kg hunnfisk. Dette tilsvarer 645 000 egg, eller 2,56 egg pr. 100 m² dersom en fordele eggene jevnt utover hele Strynseelva. Imidlertid er nedre halvdel av Strynseelva svært stilleflytende og med et finpartiklet substrat som er ugunstig for gyting og oppvekst av laksunger. Dersom en ser bort fra den nedre halvdel, der det heller ikke ble observert gytelaks, blir eggtettheten ca. 5 egg pr. m² på oppvekstarealene. Dette er minimumstall, da neppe all fisken som fantes i elva ble observert. Sættem (1995) så bort fra laks mindre enn 3 kg. Flertallet av smålaksene er hanner (**figur 5.11**), og hunnene i denne størrelsesgruppa har relativt få egg, så det blir ingen stor feil i eggestimaterne ved å se bort fra disse.

De fleste gytefiskene ble observert på den øverste 1/5 av elva, og det gjør at eggtettheten var høyest øverst i elva, og lavere lenger ned. De seks elfiskestasjonene ligger jevnt fordelt på de øverste 3 km av elva, og på alle disse stasjonene var det gode tettheter av ungfisk av årsklassen som klekket i 1991. Dette indikerer at det var tilstrekkelig med gytefisk på hele denne strekningen dette året. Årsklassen som klekket i 1991 var den sterkeste som ble registrert i undersøkelsesperioden (**figur 5.3**), og dette viser at gytebestanden høsten 1990 var godt over gytebestandsmålet.

Fiskesesongen 1990 ble det innrapportert 144 laks som var større enn 3 kg fra sportsfisket. Sammenliknes dette med gytefisketellingene, indikerer det at fangsten utgjorde 60 % av det samlede antallet av laks større enn 3 kg som gikk opp i elva. Det er også utført gytefisketellinger i årene 2000, 2002 og 2003 (Sættem pers. medd.), og i 2003 ble det talt 89 laks større enn 3 kg, mens det ble rapportert om en fangst på 115 laks av samme størrelsesgruppe. Dette året utgjorde dermed fangsten 56 % av samlet innsig, mot 60 % i 1990. Vi antar derfor at den offisielle fangststatistikken kan benyttes som en grov indikasjon på gytebestandens størrelse også andre år, idet vi antar at 60 % av innsiget til elva ble fisket opp, mens de resterende 40 % utgjorde gytebestanden. Ut fra disse betingelsene ble antallet gytehunner større enn 3 kg estimert til mellom 20 og 100 i perioden 1980-1997, med et gjennomsnitt på 50. Eggdeponeringen ble tilsvarende beregnet til 1,7-10,0 egg pr. m², med et gjennomsnitt på 4,7 egg pr. 100 m². I 1998 og 1999 var det svært få gytefisk i elva (8-10 hunner), og eggdeponeringen ble beregnet til 0,6-0,8 egg pr. 100 m². Etter 2000 har gytebestanden tatt seg opp igjen og var trolig på 70-90 hunner de tre siste årene, tilsvarende ca. 4-5 egg pr. m².

Relativ årsklassestyrke (**figur 5.3**) var positiv for sju av årsklassene. Beregnet eggdeponering disse sju årene varierte mellom 2,9 og 10,0 egg pr. m². Det var gytingene i 1991 og 1997 (1992- og 1998-årsklassene av ungfisk) som begge ga et eggantall på 2,9 pr. m², og dette tilsvarer henholdsvis 35 og 36 gytehunner. Et mulig gytemål for laksebestanden i Strynseelva blir dermed ca. 35 hunnfisk over 3 kg, som vil gi ca. 3 egg pr. m² i den øvre, produktive halvdel av elva. Dersom dette er riktig, så var det for lite gytefisk i 1988 og i hele perioden 1994-2000 (unntatt 1997). Spesielt dårlig var det i 1998-2000.

Selv om det var stor variasjon i størrelsen på gytebestanden fra år til år, så var det ikke signifikant sammenheng mellom årsklassestyrken og antallet gytehunner, og heller ikke mellom årsklassestyrken og eggantallet ($p > 0,05$). En mulig årsak til dette kan være at sterk intraspesifikk konkurranse delvis overskygger slike sammenhenger (**figur 5.11**).

6 Orkla

Nils Arne Hvidsten

6.1 Innledning

Orkla i Sør-Trøndelag er et av de viktigste laksevassdragene i landet, og er et av DN's sju indeksvassdrag. Laksebestanden har vært grundig undersøkt gjennom de siste 25 årene. De første undersøkelsene startet i 1979 med studier av tidspunkt for utvandring og atferd hos utvandrende smolt. Antall dataserier ble utvidet med bakgrunn i at flere problemstillinger skulle analyseres. Fra og med 1983 ble produksjonen av smolt beregnet, og i 1993 ble undersøkelsene utvidet til også å gjelde studier av voksen laks. Hovedmålsettingen med undersøkelsene som startet i 1993 var "å fremskaffe basiskunnskap om smoltutvandring og sammenhengen mellom antall gytefisk og antall rekrutter (smolt) i et stort laksevassdrag". Resultatene av disse undersøkelsene ble nylig sammenfattet i en omfattende rapport (Hvidsten et al. 2004). Hensikten med rapporten var 1) å belyse effekter av reguleringen, 2) å analysere forholdet mellom vannføring og smoltutvandring, 3) studere relasjoner mellom de ulike livsstadiene av laks, og 4) belyse metodikken (logiteller og smoltfeller) med hensyn på bruk i lakseovervåking og lakseforvaltning generelt. Vi gjengir her bare sammendraget av rapporten, og henviser til selve rapporten for grundigere gjennomgang.

6.2 Sammendrag av Orklarapporten

De første undersøkelsene i Orkla startet i 1979 med studier av tidspunkt for utvandring og atferd hos utvandrende smolt. Fra og med 1983 ble produksjonen av smolt beregnet. I 1993 ble undersøkelsene utvidet til å omfatte studier av voksen laks. Målet med denne rapporten er å gi en oppsummering av de viktigste resultatene som er fremkommet ved undersøkelsene i Orkla siden 1979 med vekt på generelle og reguleringsrelaterte problemstillinger.

Orklavassdraget dekker et nedbørområde på 3 092 km² og ligger i Hedmark og Sør-Trøndelag fylker. Orkla er lakseførende opp til Stoin i Rennebu, en strekning på 9 mil. Laksefisket i Orkla har helt fra slutten av 1800 – tallet hatt meget stor betydning. I perioden 1885 – 1915 ble det i åtte år registrert fangster på over 14 tonn årlig med en topp i 1903 på 22 tonn. Fra 1915 gikk utbyttet stadig nedover og nådde et minimum i 1947 på 4 kg. Tiltak overfor gruvevirksomheten på 1950 - tallet og senere førte til bedre forhold med en dramatisk økning i utbyttet av fisket og en foreløpig topp i 2002 på 35,8 tonn.

Omlag 39 % av nedslagsfeltet er regulert og de tre nederste kraftverkene har avløp til lakseførende strekning.

Reguleringen har ført til endringer i vanntemperatur og de største endringene forekommer like nedstrøms Brattset og Grana kraftverker. Om sommeren er temperaturen i avløpsvannet fra kraftverkene ofte betydelig lavere enn i elva. Etter regulering er risikoen for isganger og spesielt store isganger generelt blitt mye mindre. Reguleringen har også ført til endringer i vannføring. Endringene i hovedelva kan kort oppsummeres med høyere vintervannføring, lavere vannføring vår og forsommer, tilnærmet uendret vannføring sommer/høst unntatt økning av lavvannføring og reduksjon av regnflommer.

Ved utbyggingen av Orklavassdraget ble det etablert to nye "kunstige" innsjøer: Innerdalsmagasinet og Nerskogsmagasinet. Utvaskingen av næringsstoffer fra disse magasinene førte til en betydelig økning i totalt fosfor i ellevannet i Orkla i de første årene etter regulering.

Det har foregått gruvedrift i Orklas nedbørfelt i mange hundre år. Gruvedriften på Løkken startet i 1654. Utviklingen av malmproduksjonen førte etter hvert til at store mengder tungmetall, i første rekke jern, kobber og sink, ble ført via Raubekken til Orkla. Forurensningen nådde en topp omkring 1950 og laksefisket var da nede på et bunnivå med 4 kg i 1947. Fra og med 1952 ble dreinsvannet fra gruvene lagt i rør og ført ut i Orkdalsfjorden ved Thamshavn. Ved byggingen av Svorkmo kraftverk ble Raubekken tatt inn i tilløpstunnelen og etter dette har forurensningssituasjonen bedret seg vesentlig.

De viktigste resultatene kan oppsummeres slik:

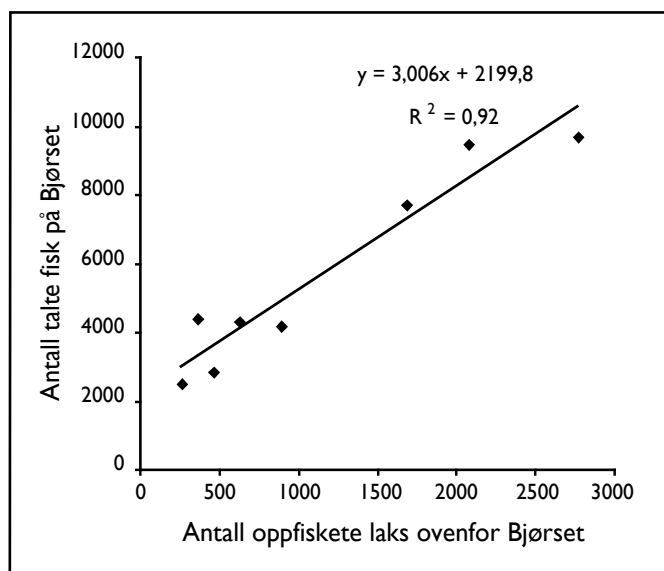
- Det ble funnet en lineær sammenheng mellom antall fisk som passerte Bjørsetdammen og antall fisk som ble fanget ovenfor dammen (**figur 6.1**). Antall oppvandrende fisk forklarte 92 % av variasjonen i fangst og relasjonen viser at fangststatistikken på en god måte beskriver oppvandringen. Til tross for få datapunkter antyder en signifikant regresjon at fangstandelen er lavere for små enn for store bestandsstørrelser. Gjennomsnittlig beskatning for fisk som passerte telleren var 19 %.
- Ved hjelp av enkle modeller for hvor mye av fisken som fanges nedenfor Bjørsetdammen som var hjemhørende i områdene ovenfor dammen, har vi estimert total beskatningsrate for laks oppstrøms Bjørsetdammen. Den mest sannsynlige modellen gir beskatninger på mellom 18 % og 47 %, med et gjennomsnitt over år på 37 %. Dette er lavere enn rapportert for mange andre elver, og ett av få anslag for beskatning i større norske vassdrag.
- Ut fra relasjonen mellom fangst og oppvandring, beskatningsrate, alders- og kjønnsfordeling og en egen fekunditetsmodell, har vi beregnet rogndeponeringen for perioden 1979 til 2002. Antall rogn/m² har variert mellom 0,9 og 10,9 (gjennomsnitt 4,2), altså med en faktor på omlag 12. Til tross for dette ble det ikke fun-

net noen signifikant sammenheng mellom rogndeponering og smoltproduksjon. Dette skyldes sannsynligvis at vi mangler observasjoner ved meget lave eggdeponeringer og at miljøfaktorer påvirket overlevelsen fra egg til smolt (se nedenfor).

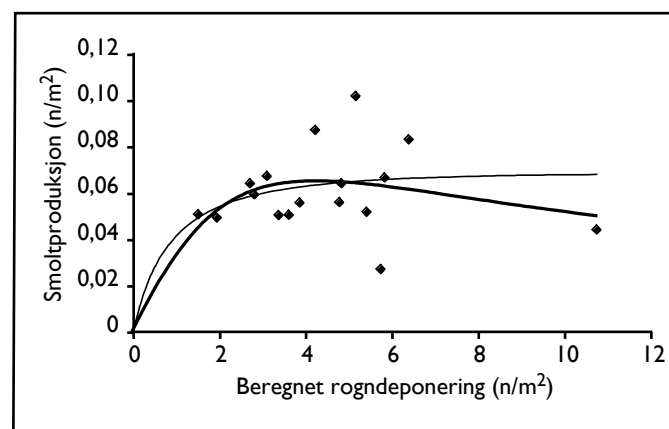
- Smoltproduksjonen er estimert for 19 år i Orkla, og har variert mellom 4,0 og 10,8 smolt per 100 m² med et gjennomsnitt på 6,5. Dette er et unikt datasett som kan brukes til å beskrive og kvantifisere en rekke viktige bestandsregulerende prosesser og til kalibrering av populasjonsmodeller.
- Vi har utviklet modeller som forklarer opp til 72 % av variasjonen i smoltproduksjonen, noe som er svært høyt. Høyt fosfornivå og høy minstevannføring om vinteren bidro til økt smoltproduksjon, mens økt smoltalder reduserte produksjonen. En kalibrert og videreutviklet vekstmodell for laksunger fra Orkla viste at redusert vanntemperatur etter reguleringen forklarer den økte smoltalderen. Dette illustrerer effekten av variasjon i vanntemperatur på produksjonen i laksevasdrag.
- Modellene for utvandring av smolt viser klart hvordan vannføring og endringer i vannføring og temperatur stimulerer smoltutvandringen. Modellarbeidet i Orkla har dannet grunnlag for liknende modeller i andre elver og er sentral i utviklingen av generelle modeller for smoltutvandring i Norge.
- Basert på estimater for eggdeponering og smoltproduksjon utviklet vi bestand-rekrutterings relasjoner for laks i Orkla (**figur 6.2**). Dette er de første bestand-rekrutteringskurvene for et stort laksevasdrag i Norge. Vi illustrerer også at slike kurver ikke er statiske, men dynamiske og påvirket av miljøforhold i elva. Ved å korrigere smoltproduksjonen for endringer i fosfornivå, vintervannføring og smoltalder, viser vi at elvas bærekapasitet har endret seg i studieperioden. I de første årene etter reguleringen antyder analysene en bæreevne på 7,3 smolt pr 100 m² og et gytebestandsmål på 3,4 egg pr m², men basert på tilstanden i elva i de senere år antydes en bæreevne på 5,8 smolt og et gytebestandsmål på 2,5 egg pr m².
- Sammenlignet med gytebestandsmålet antyder undersøkelser av yngeltetthet (0+) at til tross for at gytebestandsmålet nåes for elva som helhet, kan det på grunn av fordelingen av gytefisk være deler av elva hvor produksjonsgrunnlaget ikke utnyttes.
- Vi fant en relasjon mellom presmolttetthet og smoltproduksjon, men relasjonen framstår som for usikker til at elfiske etter presmolt kan erstatte smoltestimater ved merking - gjenfangst.
- Basert på fangster og beskatningsrater i elv og sjø har vi beregnet PFA ("pre fishery abundance"), det vil si antall laks hjemmehørende i Orkla som kommer inn til kysten før fisket tar til. Videre har vi beregnet sjøoverlevelsen for smålaks (ensjøvinter) for smoltårgangene 1983 til 2001, og for kortere perioder for mellom- og storlaks. Variasjonen i overlevelse for smålaks var stor (fra 1,8

% til 19,1 %) og følger et mønster som stemmer med andre observasjoner med god overlevelse på starten av 1980-tallet, dårlig overlevelse på 1990-tallet og betydelig bedre igjen fra 1999. Dette er de første overlevelsestimatene for villsmolt fra ei større elv i Norge og gir referanseverdier for vassdrag i et av kjerneområdene for laks i Norge.

- Det var tildels meget god samvariasjon mellom overlevelsestimatene for de ulike sjøaldersklassene fra samme smoltårgang, noe som tyder på at overlevelsen første år i sjøen har størst betydning for hvor mye laks som vender tilbake fra hver smoltårgang (**figur 6.3**). Dette betyr at man ut fra fangstene av smålaks i ett år kan forutsi innsiget av mellomlaks påfølgende år og storlaks året etter. Siden overlevelsen første året i sjøen ser ut til å variere svært mye (med en faktor på over 10 i våre estimater), vil det imidlertid være vanskelig å

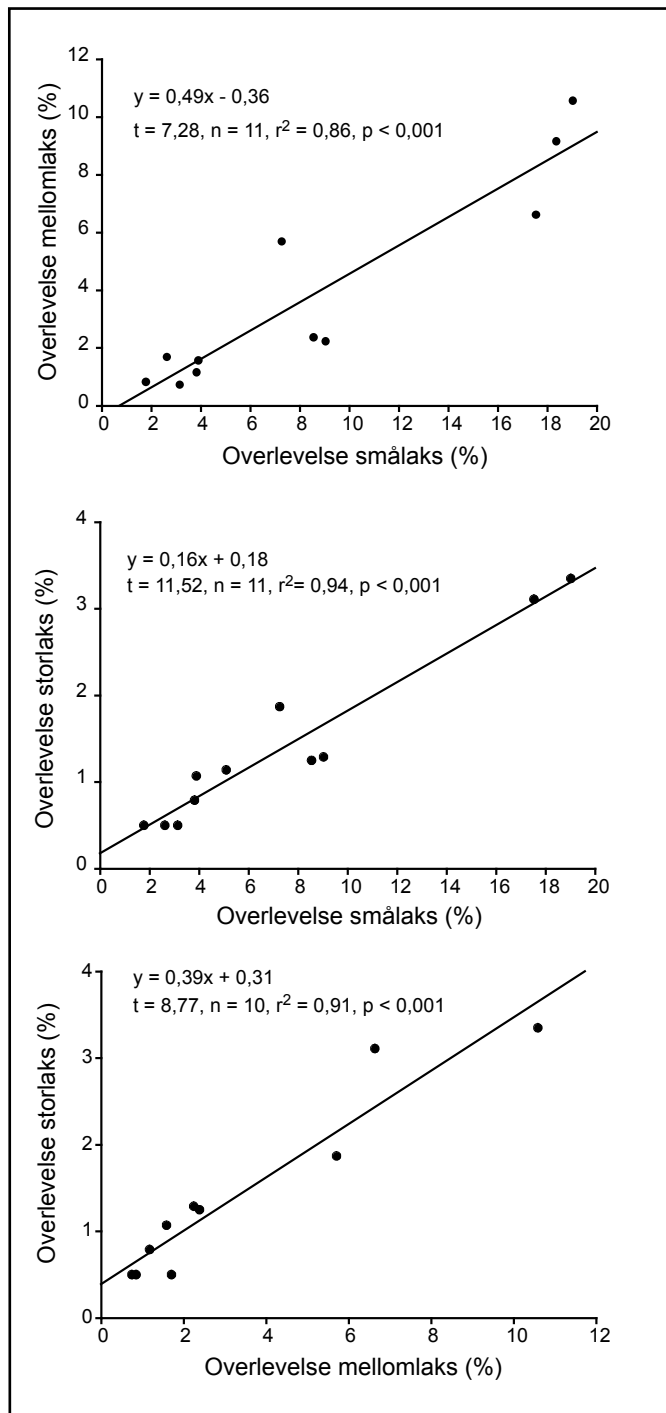


Figur 6.1. Sammenhengen mellom antall fisk talt på fisketelleren på Bjørset (1994 og 1996-2002, talt ut september måned) og antall laks fisket ovenfor Bjørset (sone 3 og sone 4, 1. juni – 1. september).



Figur 6.2. Sammenhengen mellom beregnet rogndeponering (antall egg pr. m²) og korrigert smoltproduksjon (antall smolt pr. m²) for 16 gyteårsklasser i Orkla i perioden 1979-1998. Smoltproduksjonsestimatene er korrigert til mulig stabil tilstand med hensyn på minste vintervannføring, fosforinnhold i elva og smoltalder.

forutsi forekomsten av ensjøvinterlaks ut fra smoltproduksjonen uten at man kjenner de ulike faktorene som påvirker overlevelsen i sjøen. Vi klarte da heller ikke å etablere noen sammenheng for hele datasettet mellom antall smolt ut og fangsten av smålaks året etter (selv etter forsøk på korrigering for variabel sjøoverlevelse).



Figur 6.3. Estimert prosentvis overlevelse i sjøen for a) ensjøvinterlaks og tosjøvinterlaks, b) ensjøvinterlaks og tresjøvinterlaks, og c) tosjøvinterlaks og tresjøvinterlaks fra samme smoltårgang plottet mot hverandre.

7 Saltdalselva

Arne J. Jensen, Bjørn Ove Johnsen og Jan Gunnar Jensås

7.1 Innledning

Saltdalselva i Nordland har et nedbørfelt på 1550 km². Øverst består vassdraget av to omtrent like store greiner (Junkerdalselva og Lønselva). Disse møtes ved Storjord, 36 km fra sjøen, og danner Saltdalselva. Årlig middelvannføring er 12,1 m³/s nederst i Junkerdalselva, økende til 55,4 m³/s ved utløpet i Saltdalsfjorden. Laks, sjørørret og sjørøye er de viktigste fiskeartene i vassdraget. Total lakseførende strekning, inkludert sideelver, er 65 km (Johnsen 1978). Det meste av sjørøyebestanden går opp i Vassbotnvatnet, som ligger i Vassbotnelva, ei sideelv som munner ut i Saltdalselva ved Røklund. Laksungene står vanligvis 4-5 (variasjon 2-7) år i elva før de smoltifiserer og vandrer til sjøs ved en størrelse på 13-16 cm. Voksen laks kommer tilbake til elva i juni-september, og gyter oftest i løpet av de tre siste ukene av oktober.

Bestandene av laks, sjørørret og sjørøye i Saltdalselva ble grundig kartlagt i perioden 1975-1978 i forbindelse med forundersøkelsene til den planlagte Saltfjell/Svartisutbyggingen (Johnsen 1978). Arbeidet ble utført av Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Reguleringsundersøkelsene i Nordland, etter oppdrag fra NVE Statskraftverkene (nå Statkraft). I påvente av utfallet av Statskraftverkernes søknad om tillatelse til utbygging av blant annet Saltdalselva, ble overvåkingen av de anadrome laksefiskene fortsatt i noe mindre omfang. Inntil 1986 ble dette arbeidet finansiert av Statkraft. Saltdalselva ble imidlertid fredet mot kraftutbygging i forbindelse med Verneplan III for vassdrag. Overvåkingen ble likevel videreført i samme omfang i perioden 1987-1993, men finansiert av NINA. I 1994 ble Saltdalselva inkludert som indekssvassdrag for laksefisk i DN's nasjonale overvåkingsprogram, og siden da har DN bidratt med en vesentlig del av finansieringen. Saltdalselva er et av få uregulerte vassdrag i Norge der det finnes lange tidsserier med data om laksefisk.

Tidsseriene, som har pågått uten avbrudd siden 1975, omhandler tetthet og vekst av ungfisk samt bestandsdata om voksen laks, sjørørret og sjørøye. Det er fokusert på laks i foreliggende rapport, men vassdraget har også bærekraftige bestander av sjørørret (Jensen 1990, Jensen & Johnsen 1999, Jensen et al. 2000) og sjørøye (Jensen 1994, 1995). Tidligere er materiale som ble samlet inn i perioden 1975-1978 rapportert av Johnsen (1978). Jensen & Saksgård (1987) har rapportert data for perioden 1978-1985 og Jensen (1996) for perioden 1986-1995.

7.2 Materiale og metoder

Det har vært samlet inn ungfisk av laks og ørret med elektrisk fiskeapparat to ganger hvert år; om våren (slutten av april/begynnelsen av mai) og på ettersommeren (første halvdel av august eller enkelte år de aller siste dagene av juli). Om våren har innsamlingen foregått i et område ved Bergholnes-Langsandmo (ved st. 7 og 15). Innsamlingen om våren har bare vært kvalitativ, og materialet er vesentlig benyttet til vekstanalyser. Fisken ble samlet inn like etter at isen løsnet, men før vekstsesongen hadde startet. Ca. 20-30 fisk av hver aldersklasse av laks og ørret ble vanligvis fanget inn. Alderen på fisk samlet inn i april/mai året etter klekking er i denne rapporten satt lik ett år. Ved aldersberegningen ble både skjell og otolitter benyttet, da en del yngel på grunn av lav vanntemperatur og dermed lav vekst manglet den første vintersonen i skjellene (Jensen & Johnsen 1982).

På ettersommeren har det årlig blitt samlet inn ungfisk til tetthetsberegninger og vekstanalyser på åtte faste stasjoner i vassdraget. En stasjon ligger i Lønselva, en i Junkerdalselva og seks i hovedelva. Stasjonenes beliggenhet er vist i Jensen & Saksgård (1987) og Jensen & Johnsen (1999). Tre stasjoner i hovedelva og stasjonen i Junkerdalselva har vært benyttet hvert år siden 1975. De tre øvrige stasjonene i hovedelva har vært i bruk siden 1976. Stasjonen i Lønselva ble benyttet i 1975 og hvert år siden 1979. På grunn av naturlige endringer i elva måtte en av stasjonene (st. 9) flyttes i 2000 og ble samtidig gitt nytt nummer (st. 16). Alle stasjonene har et areal på 100 m² hver (inntil 1994 var en av stasjonene på 120 m²). Metodene som ble benyttet til tetthetsberegningene samt til øvrig analyse av fiskene er de samme som for Strynseelva (se kapittel 5). Før 1985 ble imidlertid hver stasjon bare overfisket to ganger, mens vi senere har fisket tre omganger på hver stasjon. Årsyngelen er ikke inkludert i tetthetsberegningene på grunn av liten størrelse (vanligvis bare 27-34 mm) og lav fangbarhet. I gjennomsnitt ble det årlig samlet inn 98 laksunger (variasjon 31-210) om våren og 128 laksunger (variasjon 20-336) på ettersommeren.

Ved tetthetsberegningene på ettersommeren har vannføringen (målt av NVE på stasjon 163.5.0 nederst i Junkerdalselva) variert mellom 4,7 og 42,0 m³/s, med et gjennomsnitt på 23,2 m³/s. Det er tidligere dokumentert at tetthetsestimatene for ungfisk påvirkes av hvor stor vannføringen er i elva når feltarbeidet utføres. Elfiske på høy vannføring gir lavere estimer enn på lav vannføring (Jensen & Johnsen 1988). Jensen & Johnsen (1988) anbefalte derfor å justere tetthetsestimatene til å gjelde for en fast referansevannføring. 28 års data fra Saltdalselva (1976-2003) viser en signifikant sammenheng mellom vannføring og tetthet av både laks ($y = -0,525x + 26,0$, $r^2 = 0,340$, $p < 0,01$) og ørret ($y = -0,615x + 40,4$, $r^2 = 0,414$, $p < 0,01$).

Vi har derfor justert alle tetthetstall til å gjelde for en vannføring på 20 m³/s (målt nederst i Junkerdalselva), som er median vannføring på dette målepunktet pr. 8. august.

Årsklassestyrke ble beregnet ved først å regne ut en relativ tetthet innen hver aldersklasse av ungfisk, som avvik fra gjennomsnittlig tetthet for aldersklassen (f. eks. 1+) for alle år. Det vil si at gjennomsnittlig tetthet ble satt lik null, og år med tettheter lavere enn gjennomsnittet fikk negative verdier, mens de over gjennomsnittet fikk positive verdier. Deretter ble årsklassestyrken for hver enkelt kohort estimert som gjennomsnittet av de relative tetthetene for tre suksessive år (1+, 2+ og 3+) av en kohort.

Tettheten av presmolt av laks er estimert ved å beregne andelen av laksunger i fangstene som var større enn 100 mm. Denne grensen er valgt ut fra erfaringene fra Strynseelva (se kapittel 5.2). I Strynseelva var det i april for alle aldersgrupper overvekt av smolt blant laks som var større enn 105 mm. Da tetthetsberegningene i Saltdalselva ble gjennomført i august var det fortsatt noe igjen av vekstsesongen. I gjennomsnitt har vi registrert en tilvekst på ca. 5 mm i løpet av resten av sommeren (**tabell 7.1** og **tabell 7.2**), og har derfor satt grensen for presmolt ved 100 mm.

Skjellprøver av voksen laks (samt sjøørret og sjørøye) er samlet inn fra sportsfiskere siden 1975. I gjennomsnitt er det samlet inn 52 skjellprøver av laks årlig (variasjon 3-104), og skjellmaterialet av laks består totalt av 1403

Tabell 7.1 Gjennomsnittslengder hos ungfisk av laks samlet inn i Saltdalselva i april/mai i perioden 1976-2003. Gjennomsnittsstørrelser det året fisken var henholdsvis minst og størst er også gitt.

Alder (år)	Lengde (mm)	Variasjon mellom år
1	39,0	32,5 - 47,6
2	61,5	51,7 - 73,6
3	82,1	66,3 - 100,1
4	102,5	81,8 - 128,5

Tabell 7.2 Gjennomsnittslengder hos ungfisk av laks samlet inn i Saltdalselva i juli/august i perioden 1975-2003. Gjennomsnittsstørrelser det året fisken var henholdsvis minst og størst er også gitt.

Alder (år)	Lengde (mm)	Variasjon mellom år
0+	30,3	27,0 - 39,5
1+	55,3	42,8 - 66,2
2+	77,6	63,5 - 91,3
3+	95,5	78,8 - 111,5

prøver. Ved analysene er det skilt mellom vill laks og rømt oppdrettslaks etter kriterier beskrevet av Lund et al. (1989). Hver enkelt prøve er analysert med hensyn til alder i elv (smoltalder) og fiskens oppholdstid i sjøen (sjøalder). Videre er Lea-Dahls metode (Lea 1910) benyttet til å tilbakeberegne lengden av fisken ved utvandring til sjøen (smoltlengde) og ved hver vinter i sjøen. Merker i skjellet etter eventuell tidligere gyting er dessuten notert.

7.3 Resultater og diskusjon

7.3.1 Tetthet og vekst av ungfisk

Gjennomsnittlig tetthet av laksunger (unntatt årsyngel) var 15,5 pr. 100 m², men har variert mellom 6,9 og 31,8 fisk pr. 100 m². Høyest tetthet ble registrert på slutten av 1980-tallet, med rundt 30 individer pr. 100 m² tre år på rad. Både tidlig på 1980-tallet og spesielt midt på 1990-tallet var det lave tettheter av laks (**figur 7.1**). Tetthetene tok seg noe opp på slutten av 1990-tallet, men var i 2001 på nytt nede i 7,1 individer pr. 100 m². De to siste årene har tettheten steget igjen til 12,0 pr. 100 m² i 2002 og 23,2 pr. 100 m² i 2003.

Tettheten av ørretunger (unntatt årsyngel) varierte mellom 17,1 og 44,2, med et gjennomsnitt på 28,1 individer pr. 100 m². Variasjonen fra år til år var mindre enn for laks. Tettheten av ørretunger har økt betydelig de siste årene, og var i 2002 og 2003 de høyeste som er registrert (**figur 7.1**).

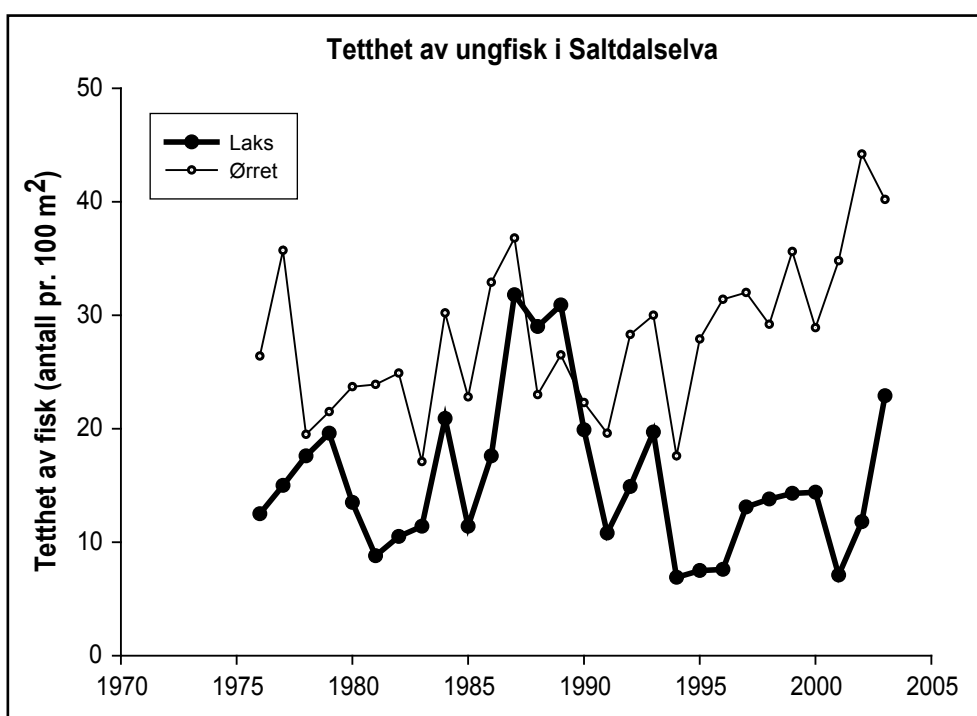
Den lange serien med tetthetsdata gjør det mulig å få et relativt mål på styrken til de enkelte årsklassene av ungfisk, og årsklassestyrken har variert betydelig i perioden, både for laks og ørret. Årsklassene av ørret som klekket i 1982, 1989 og 1993 var svake, mens 1985-, 1986-, 1991-, 1998- og 1999-årsklassene var de sterkeste (**figur 7.2**). For laks var årsklassene som klekket i 1980 og 1989 og alle tre årsklassene som klekket i perioden 1992-1994 spesielt svake (**figur 7.3**). Også 2000-årsklassen var svak. De sterkeste årsklassene av laks var de som klekket i 1985, 1986 og 1987. Årsklassen fra 2002 ser også lovende ut, både for laks og ørret. Forekomstene av årsyngel antyder at også 2003-årsklassen vil bli sterk for begge artene.

Jensen & Johnsen (1999) fant at det var signifikant sammenheng i årsklassestyrke for laks og ørret for årsklassene 1975-1994, og konkluderte med at en eller flere felles påvirkningsfaktorer innad i elva påvirket overlevelsen. De sammenliknet årsklassestyrken med størrelsen på vårflommen de enkelte år, og fant en signifikant negativ sammenheng mellom årsklassestyrken og størrelsen på vårflommen i det året eggene klekket, både for laks og ørret. Det var betydelig større dødelighet av årsyngel av både laks og ørret i år med høy vårflom sammenliknet med år med lav vårflom. Denne tetthetsuavhengige dødeligheten forekom ikke bare i år med ekstrem flom, men var jevnt økende

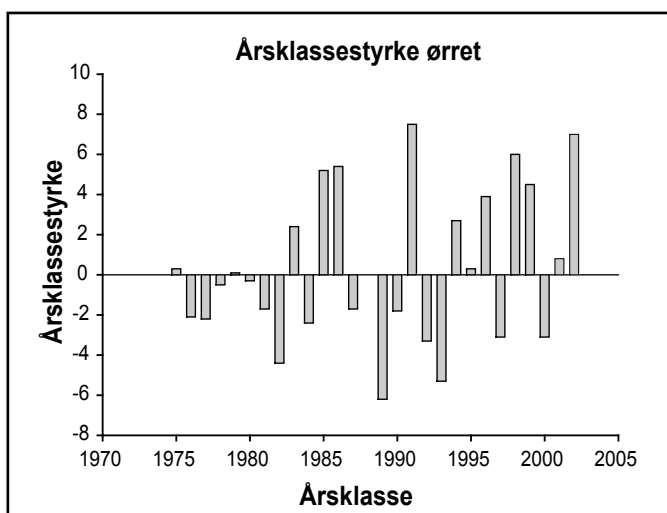
med økende størrelse på flommen. De livsstadiene som var mest ømfintlige for høy vannføring, var plommesekk-stadiet og frittsvømmende yngel den første uka etter at de hadde kommet opp av grusen. Høy vannføring i eggstadiet samt mer enn ei uke etter at yngelen kom opp av grusen var mindre viktig. For fisk som var ett år eller eldre hadde størrelsen på vårflommen ingen påviselig påvirkning på dødeligheten (Jensen & Johnsen 1999). På 1990-tallet synes det å ha vært mangel på gytefisk av laks, og derfor lave tettheter og mange svake årsklasser. Dette har bedret seg de siste årene. Likevel kan en merke seg at 2000-årsklassen av både laks og ørret var spesielt svake, og det kan ha sammenheng med en flomtopp på 171 m³/s 28. juni 2000. Høyere vannføring enn dette er siden 1975 bare registrert fire ganger tidligere (i 1989, 1993, 1995 og 1997).

En annen faktor som kan ha hatt betydning for enkelte årsklasser av ungfisk er ombyggingen av E6 gjennom Saltdalen på 1990-tallet. Store deler av den nye veien går langs elva, inkludert flere forbygninger og bruer. Det ble ikke gjort noen konsekvensvurdering av dette inngrepet, og det er derfor ikke mulig å evaluere hva inngrepene har hatt å si for fiskebestandene.

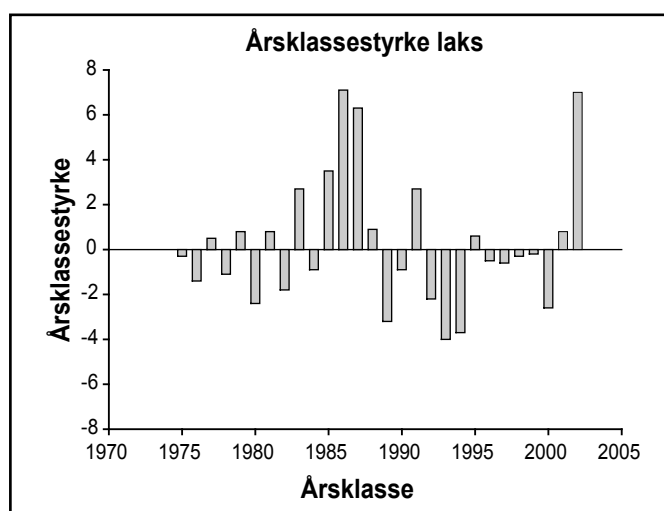
I gjennomsnitt for perioden 1976-2003 var ett år gamle laksunger blitt 39,0 mm i april. Toåringene var i gjennomsnitt 61,5 mm, treåringene var 82,1 mm og fireåringene var 102,5 mm (**tabell 7.1**). Dette gir en årlig tilvekst andre, tredje og fjerde leveår på henholdsvis 22,5, 20,6 og 20,4 mm.



Figur 7.1. Gjennomsnittlig tetthet av ungfisk av laks og ørret (unntatt årsyngel) på åtte stasjoner i Saltdalselva (antall pr. 100 m²) i perioden 1976-2003. Tetthetstallene er justert til å gjelde for en vannføring i Junkerdalselva (NVE's stasjon 163.5.0) på 20 m³/s.



Figur 7.2. Relativ årsklassestyrke for de forskjellige årsklassene av ørretunger i Saltdalselva. Årstallet angir det året da eggene klekket. Styrken til de to siste årsklassene (2001 og 2002) er foreløpig.



Figur 7.3. Relativ årsklassestyrke for de forskjellige årsklassene av laksunger i Saltdalselva. Årstallet angir det året da eggene klekket. Styrken til de to siste årsklassene (2001 og 2002) er foreløpig.

Veksten av ungfisk har variert betydelig fra år til år. Den minste gjennomsnittsstørrelsen på ett år gammel laks (32,5 mm) ble registrert våren 1976, og de største ett-åringene (47,6 mm) ble registrert våren 1981. Det var en klar sammenheng mellom vanntemperaturen om sommeren og laksungenes tilvekst (**figur 7.4**). I år med høy vanntemperatur vokste laksungene signifikant bedre enn i kalde somrer ($p < 0,01$, $r^2 = 0,509$). Det meste av tilveksten (omtrent $\frac{3}{4}$) var unnagjort i løpet av første del av sommeren, det vil si fram til ca. 1. august (**tabell 7.1** og **tabell 7.2**). Jensen (1990) demonstrerte at også ørretungene i Saltdalselva vokser betydelig bedre ved samme vanntemperatur på forsommeren enn på ettersommeren.

7.3.2 Laksesmolt

Tettheten av presmolt av laks (laksunger som var større enn 10 cm i august) varierte mellom 0,5 og 5,8 fisk pr. 100 m² (**figur 7.5**), med et gjennomsnitt for alle år på 3,4 individer pr. 100 m².

Gjennomsnittlig smoltalder analysert ved hjelp av skjellprøver fra voksen laks var $4,36 \pm 0,04$ år ($n = 1250$), med en variasjon mellom 2 og 7 år (**figur 7.6**). De fleste var 4 eller 5 år gamle da de vandret ut i sjøen, og disse aldersgruppene utgjorde henholdsvis 47 % og 41 % av materialet. Gjennomsnittlig tilbakeberegnet smoltlengde var $14,51 \pm 0,11$ cm ($n = 1250$). Smoltlengden varierte mellom 10 og 20 cm. De fleste laksesmoltene var 13-16 cm ved utvandring til sjøen (**figur 7.7**). For hele perioden 1975-2003 sett under ett var det ingen signifikant endring i smoltalder ($r = -0,007$, $n = 1250$, $p = 0,816$). Smoltlengden har imidlertid avtatt signifikant i perioden ($r = -0,114$, $n = 1250$, $p < 0,001$).

I årene 1990-1995 ble utvandringstidspunktet for laksesmolt undersøkt ved hjelp av ei smoltfelle av samme type som i Orkla. Fella var plassert ved ei bru 17 km opp i elva. Median utvandringstidspunkt for de seks årene var 5. juni. Det året da utvandringen var tidligst, hadde 50 % av smolten passert fella 23. mai, og det seneste året var mediantidspunktet 19. juni (Hvidsten et al. 1998). Utvandringstidspunktet passet godt med teorien om at smolten er tilpasset til å vandre ut i sjøen idet sjøtemperaturen passerer 8 °C.

Det foreligger to uavhengige vurderinger av hvor stor produksjonen av laksesmolt er i Saltdalselva, med til dels store sprik (Erikstad et al. 1999, Jørgensen 2002). Basert på eksisterende kartdata og et standard GIS-program beregnet Erikstad et al. (1999) smoltproduserende areal i Saltdalselva til 2 671 000 m². Ved å anta en gjennomsnittlig smoltproduksjon i Saltdalselva på 1,5 smolt pr. 100 m² beregnet de total årlig produksjon av laksesmolt i elva til 40 065 smolt.

Tabell 7.3 Fangst av laks i Saltdalselva i perioden 1990-2003. Data fra Norges offisielle statistikk. I 1997 og 1998 var det restriksjoner i fisket og i 1999 og 2000 var laksen fredet. Siden 2001 har det igjen vært tillatt å fiske laks, men i begrenset omfang.

År	Antall	Vekt (kg)
1990	229	1013
1991	246	1086
1992	206	918
1993	325	1034
1994	241	744
1995	113	514
1996	210	926
1997	59	217
1998	72	311
1999	2	5
2000	0	0
2001	163	590
2002	117	412
2003	92	258

Jørgensens (2002) undersøkelse var grundigere, i og med at hun både boniterte hele vassdraget og beregnet tettheten av ungfisk på en rekke lokaliteter, før hun vurderte smoltproduksjonen i vassdraget til å være ca. 25 500 smolt, fordelt mellom 8 500 laks og 17 000 ørret. Spesielt smoltestimatet for laks synes å være lavt i forhold til vassdragets potensial. Jørgensen gjennomførte tetthetsberegningene som estimatene bygger på høsten 2001, og dette året registrerte NINA bare 7,1 laksunger pr. 100 m², som i tillegg til 1994 var det laveste siden dataserien startet (**figur 7.1**). Laksebestanden var på 1990-tallet nede i en bølgedal, og en viktig grunn til at det var så lave tettheter av laksunger i denne perioden var trolig mangel på gytefisk. Grunnet redusert beskatning i elva og gunstigere forhold i havet har gytebestanden tatt seg opp igjen de siste årene. Således var tettheten av laksunger i 2003 over tre ganger så høy som i 2001, og midt på 1980-tallet var tettheten over fire ganger så høy som i 2001 (**figur 7.1**). Dette indikerer at vassdraget kan produsere betydelig flere laksesmolt enn det som Jørgensen (2002) kom fram til.

7.3.3 Voksen laks

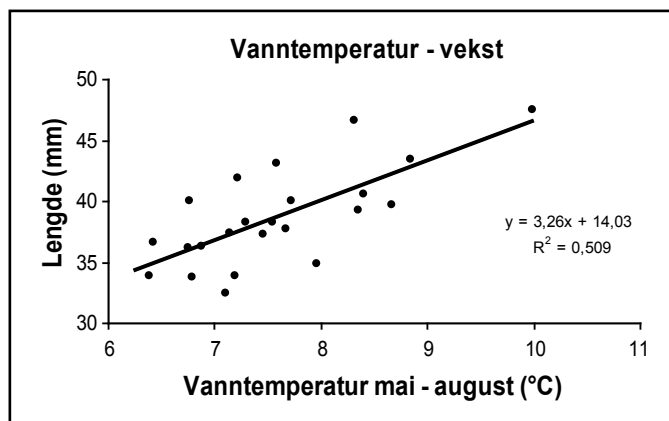
Før 1990 var Norges offisielle statistikk for fangst av anadrome laksefisk svært mangelfull for Saltdalselva. Bare en liten del av fangstene ble innrapportert. Siden 1990 er dette kraftig forbedret, og i 1993 ble det satt en pant på kr. 50 på hvert fiskekort. Det har ført til at rundt 90 % av fiskerne nå rapporterer fangstene sine. Fangsttallene er vist i **tabell 7.3**. I gjennomsnitt for perioden 1990-1996 ble det fisket 224 laks (890 kg). I fangstene fra 1996 ble

det registrert få villaks og en svært stor andel rømt oppdrettsfisk. Det ble derfor innført restriksjoner i fisket etter laks i 1997 og 1998, og fangstene avtok kraftig disse årene. I 1999 og 2000 var laksen fredet. I 2001 ble det igjen åpnet for å fiske etter laks, men i begrenset omfang. Likevel ble det registrert så mange som 163 laks i fangstene det året. Det er fortsatt begrensninger i fisket etter laks. I 2004 åpnet ikke fisket før 9. juli. Videre er det innført kvoter på antall laks pr. fisker og hunnlaks større enn 65 cm er totalfredet.

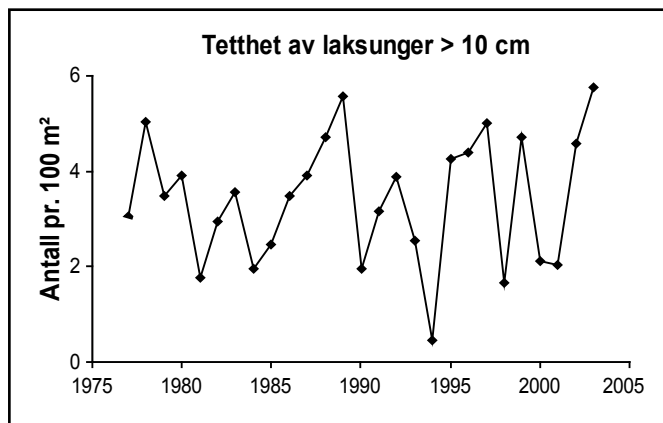
I forbindelse med forundersøkelsene til den planlagte Saltfjell-/Svartisutbyggingen ble det utført intervjuundersøkelser blant fiskerettshaverne i vassdraget for å finne ut hvor mye som ble fisket i perioden 1973-1976. Dette ble gjort fordi den offisielle statistikken var svært mangelfull. Samlet fangst ble oppgitt til å være 5,2-8,2 tonn, fordelt på 3,0-4,5 tonn laks, 1,8-3,4 tonn sjørret og 0,3-0,5 tonn sjørøye (Johnsen 1978). Dette er betydelig høyere tall enn på 1990-tallet. Metodene for innsamling av data er imidlertid så forskjellige at tallene ikke kan sammenlignes direkte.

Skjellmaterialet av laks som ble samlet inn i perioden 1975-2003 bestod totalt av 1302 villaks og 101 oppdrettslaks. De første oppdrettslaksene ble registrert i 1988, da 3 av 63 fisk (5 %) var rømt oppdrettslaks. I 1989 økte andelen til 17 %, og samme andel ble observert i 1990. De følgende fem årene avtok andelen rømt fisk til mellom 0 og 7 %. Men i 1996 bestod hele 54 % av skjellprøvene av rømt fisk (20 av 37 prøver). Den høye andelen i 1996 var sannsynligvis delvis på grunn av at det var betydelig færre villfisk i elva enn tidligere år, og ikke nødvendigvis at antallet rømt fisk hadde økt. Fra 1997 ble det innført begrensninger i fisket etter laks. På grunn av dette er andelen rømt laks i skjellprøvematerialet innsamlet de siste årene neppe representativ for forholdene i elva, og tallene er utelatt i denne rapporten.

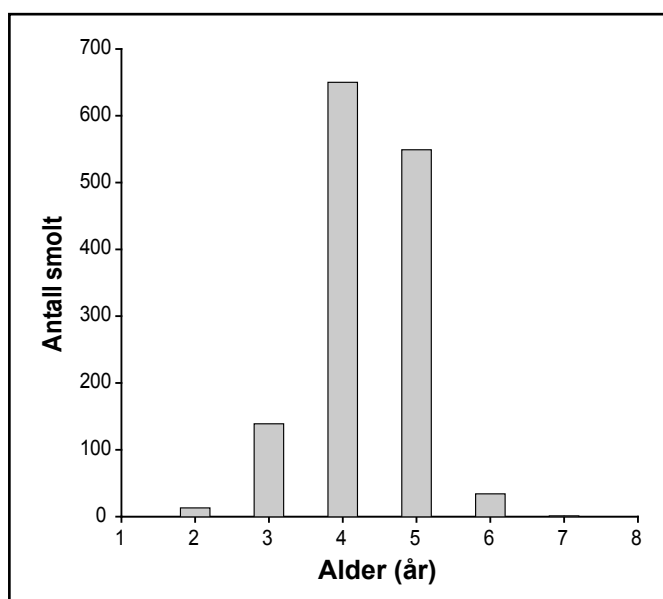
Gjennomsnittlig sjøalder for laksen i Saltdalselva har vært 1,8 år. Småaksen (ett år i sjøen) har utgjort 48 % av



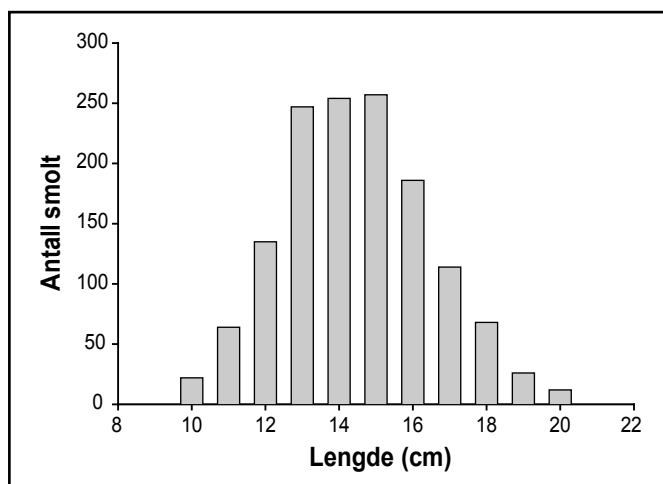
Figur 7.4. Sammenheng mellom vanntemperaturen i Saltdalselva målt av NVE ovenfor Vassbotnelva (gjennomsnitt for perioden mai – august, °C) og gjennomsnittsstørrelsen på ett år gamle laksunger innfanget i april/mai neste år.



Figur 7.5. Gjennomsnittlig tetthet av presmolt av laks (laksunger større enn 10 cm) på åtte stasjoner i Saltdalselva i perioden 1976-2003.



Figur 7.6. Laksens smoltalder i Saltdalselva. Data fra skjellprøver innsamlet i perioden 1975-2003 (n = 1386).

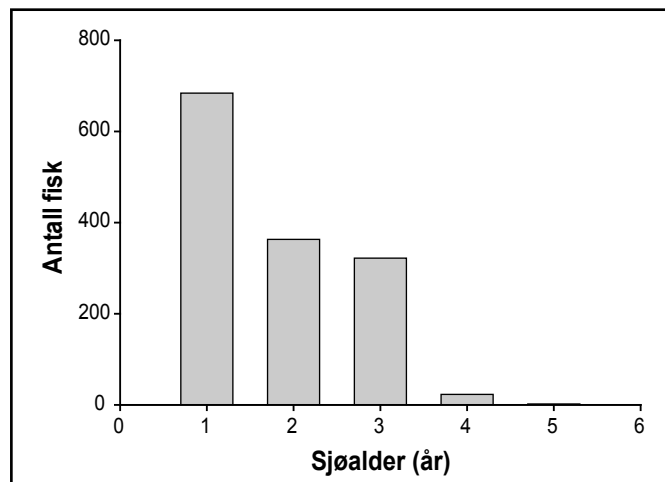


Figur 7.7. Laksens lengde ved smoltutvandring i Saltdalselva. Data fra skjellprøver innsamlet i perioden 1975-2003 (n = 1394).

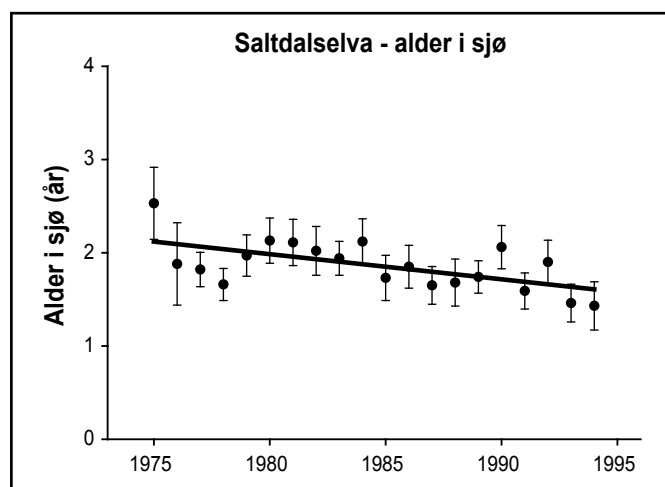
fisken (se **figur 7.8**). Laks som har vært to og tre år i sjøen har utgjort 25 % hver, mens fisk som har vært fire år i sjøen har utgjort 2 % av fangstene. Varigheten på laksens opphold i sjøen avtok signifikant i perioden 1975-1994 ($p < 0,001$, **figur 7.9**). Data etter 1994 er ikke inkludert i analysen på grunn av varierende restriksjoner i fisket etter laks i elva. Laks som kom tilbake til Saltdalselva etter én vinter i sjøen var i gjennomsnitt 1,9 kg. Etter to vintre i sjøen var laksen 5,7 kg, og etter tre år var den i gjennomsnitt 8,8 kg. Et fåtall laks ble fanget etter fire vintre i sjøen, og gjennomsnittsvekten på disse var 11,1 kg (**tabell 7.4**).

Gjennomsnittsvekten på laks som har vært to vintre i sjøen har avtatt signifikant i perioden 1975-2003 (**figur 7.10**). Dette gjelder både når data for enkeltfisk analyseres ($y = -35,5x + 76231$, $n = 319$, $p < 0,01$) og når vi ser på gjennomsnittsvekt fra år til år ($y = -37,4x + 79908$, $n = 21$, $p < 0,05$). For laks som har vært en vinter i sjøen var det en signifikant økning i vekt i perioden når enkeltfisk analyseres ($y = 7,18x - 12374$, $n = 603$, $p < 0,05$), men det var ingen signifikant endring i gjennomsnittsvekt ($y = -1,57x + 4992$, $n = 23$, $r = 0,762$). Imidlertid er det svært få prøver av fisk tilgjengelig fra siste halvdel av 1990-tallet, da fisket var begrenset eller laksen fredet. For fisk som har vært tre vintre i sjøen er det ingen signifikant trend i perioden ($p > 0,05$). En mulig forklaring på nedgangen i gjennomsnittsvekt for tosjø vinterlaks og økningen i gjennomsnittsvekten av ensjø vinterlaks, er effekter av forbudet mot drivgarnfiske som trådte i kraft fra 1989. Drivgarnene fanget vesentlig små tosjø vinterlaks og store ensjø vinterlaks (Jensen et al. 1999). Klimatiske svingninger har trolig også hatt betydning for laksens tilvekst i sjøen.

Blant smålaksen var det stor overvekt av hanner (86 %), mens det for større fisk var overvekt av hunner. Blant tosjø vinterfisk var det 62 % hunner, blant tresjø vinterfisk var det hele 79 % hunner, og kjønnsfordelingen for laks som hadde vært fire vintre i sjøen var 60 % hunner og 40 % hanner.



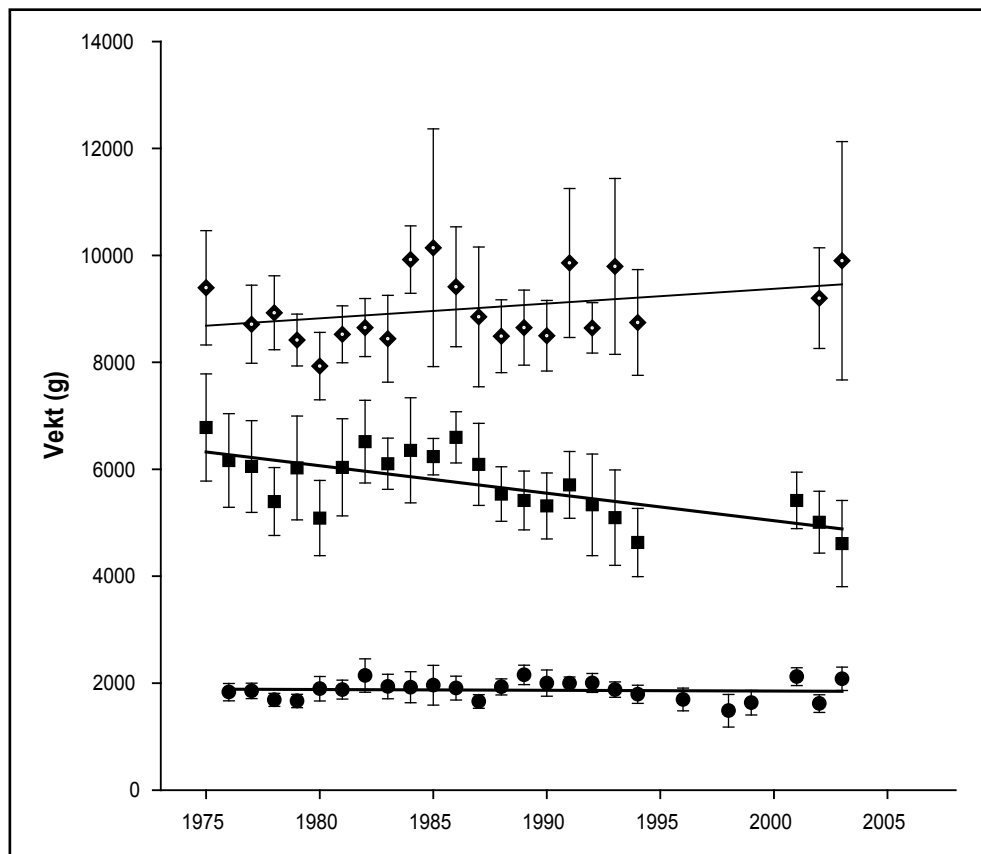
Figur 7.8. Varigheten av sjøoppholdet hos laksen fra Saltdalselva. Data fra skjellprøver innsamlet i perioden 1975-2003 ($n = 1394$).



Figur 7.9. Gjennomsnittlig sjøalder (med 95 % konfidensintervall) for laks i Saltdalselva i perioden 1975-1994. Data fra skjellprøver innsendt av sportsfiskere. Trendlinje: $y = -0,0190x + 39,45$ ($r^2 = 0,014$, $p < 0,001$). Etter 1994 foreligger det ikke representative data, da det har vært varierende restriksjoner i fisket etter laks.

Tabell 7.4 Gjennomsnittsvekt (g) med 95 % konfidensintervall (antall fisk i parentes) av laks som har vært ett, to, tre og fire år i sjøen før tilbakevandring til Saltdalselva. Data fra skjellmateriale samlet inn fra sportsfiskere i perioden 1975-2003. Gjennomsnittsvekt det året fisken var henholdsvis minst og størst er også gitt, og da er bare år med data fra 5 fisk eller mer tatt med.

Alder i sjø (år)	Vekt (g)	Variasjon mellom år
1	1884 ± 40 (679)	1480 – 2156
2	5694 ± 155 (363)	4610 – 6596
3	8814 ± 187 (320)	8416 – 10142
4	11076 ± 988 (32)	-



Figur 7.10. Gjennomsnittsvikt ($\pm 95\%$ konfidensintervall) for smålaks (runde symboler), tosjøvinter-laks (firkanter) og tresjøvinterlaks (ruter) i perioden 1975-2003. Bare år der det finnes data fra fem fisk eller mer er inkludert i figuren.

8 Halselva

Arne J. Jensen og Bengt Finstad

8.1 Innledning

Halsvassdraget ligger i Alta kommune i Finnmark, ca. 3 mil fra Alta. Vassdraget er lakseførende i ca. 2 mil. Foruten sjørøye, som er den mest tallrike fiskearten, finnes det sjørørret og laks i vassdraget. 200 m ovenfor utløpet av elva ble det i 1987 bygd ei fiskefelle som kontrollerer all opp- og nedvandrende fisk i vassdraget. Like ved fella har Statkraft SF bygd et smoltanlegg i forbindelse med utbyggingen av Altaelva. Sammen utgjør fella og anlegget en komplett forskningsstasjon. Anlegget har gode muligheter for manipulering med vann, temperatur og lys som er nødvendig for å drive forsknings- og utviklingsarbeid i tilknytning til utsetninger og havbeite. Siden 1987 har det vært foretatt en god del forsøksutsetninger av sjørøye, sjørørret og laks i vassdraget. Røya har utgjort størstedelen av disse utsetningene. Utsatt sjørøye og sjørørret er av stedegen stamme, mens laksen er av Altastamme. Opp- og nedgangsfella i Halselva gjør det mulig å ha full kontroll med all fisk som passerer, både villfisk og utsatt fisk. Oppvandrende fisk blir fanget i ei boks-felle som danner nederste trinn i ei kort, lukket fisketrapp, og all nedvandrende fisk større enn 10 cm i ei Wolf-felle (Wolf 1951).

Storvatnet (1,2 km², 2 km fra sjøen) og innløpselva til Storvatnet (Vassbotnelva) er de viktigste gyte- og oppvekstområdene for sjørøye (Strand & Heggberget 1994, Jensen 1995), men arten finnes også i lavere antall i utløpselva fra vatnet (Halselva). Den stasjonære delen av røyebestanden i vassdraget synes å være relativt liten. Laksen har sine viktigste oppvekstområder i Halselva, men det forekommer gyting av laks også i Vassbotnelva. Ørret finnes i hele vassdraget, både på elvestrekningene og i Storvatnet. Det er både anadrom og stasjonær ørret i vassdraget.

De anadrome fiskebestandene i vassdraget er overvåket siden 1987 ved at all fisk som har vandret opp eller ned gjennom fella er registrert, målt, veid og merket. Forsøk med utsetninger av Carlinmerket laksesmolt fra anlegget har gitt tilleggsopplysninger om overlevelse i havet. I tillegg er tettheten av ungfisk beregnet på ti forskjellige steder i vassdraget de fleste år siden 1988.

8.2 Materiale og metoder

I fiskefella i Halselva er all ned- og oppvandrende fisk lengdemålt og veid siden fella ble installert i 1987. Fella blir kontrollert to ganger pr. døgn (08.00 og 20.00) fra april til oktober. I perioden 1987-1992 ble alle individer som var større eller lik 14 cm merket med individuelle Carlinmerker (Carlin 1955) før de ble sluppet videre.

Senere er minstelengden for merking av sjørøye og sjørørret med Carlinmerker økt til 18 cm på grunn av lav gjenfangst av mindre smolt. Hos laks har nedre størrelse for merking med Carlinmerker hele tiden vært 14 cm. Fisk som var for små til å merkes med Carlinmerker ble gruppemerket ved klipping av en flik av ytre del av ett eller begge overkjevebein. Det har vært variert syklisk fra år til år mellom høyre, venstre eller begge sider for ved gjenfangst å kunne avgjøre årstall for utvandring. Klippemerket fisk som registreres på nytt i fella blir merket med Carlinmerker når de har blitt store nok. Etter bedøving/merking blir all fisk holdt tilbake i 12 timer før de slippes videre. Et antall laksesmolt (gjennomsnitt 79, variasjon 19-213) er rutinemessig blitt avlivet under nedvandringen og aldersbestemt.

Kjønn og kjønnsstadium er vurdert ut fra ytre morfologi. For enkelte laks, spesielt smålaks, var kjønnsbestemmelsen noe usikker. Antall deponerte egg under gytingen er beregnet ut fra fiskens vekt etter en modell utviklet for laks fra Orkla (Hvidsten et al. 2004). Antall deponerte egg har i alle år vært relativt lavt. I 2002 ble det derfor hentet tre store hunnlaks fra Altaelva og satt ut i Halselva for å øke antallet deponerte egg. Størrelsen på disse laksene var 96, 103 og 105 cm, og totalt representerte de ca. 50 000 rognkorn. I prinsippet blir all fisk som kommer opp i fella sluppet videre oppover i vassdraget, med unntak av rømt oppdrettslaks, som blir avlivet.

Tabell 8.1. Antall laksesmolt som vandret ut fra Halselva i perioden 1987-2004. Fisk over 14 cm ble merket med individuelt nummererte Carlinmerker, mens mindre fisk ble gruppemerket.

År	Antall laksesmolt	Derav Carlinmerket
1987	858	348
1988	1717	537
1989	1306	711
1990	1487	611
1991	2039	621
1992	1401	532
1993	820	200
1994	1011	501
1995	1085	473
1996	558	180
1997	1015	243
1998	1109	812
1999	333	225
2000	469	281
2001	568	158
2002	1445	954
2003	1123	740
2004	1011	486

Fiskefella er benyttet i forbindelse med en rekke utsetningsforsøk med smolt eller yngre livsstadier for å registrere overlevelse etter forskjellige behandlings- og produksjonsteknikker. Ved forsøkene er det benyttet fisk produsert i smoltanlegget ved fella. For røye og ørret er det bare benyttet stedegen stamme fra Halselva. Stamfiskene er hentet i fella. For laks er det alltid benyttet stamfisk fra Altaelva. Ved utsetninger ovenfor fella er det sett bort fra fisk som ikke har vandret ned forbi fella. Det ble ikke satt ut smolt i 1995, og utsettingene i 1993 og 1994 er ikke sammenliknbare med øvrige år, så de har vi utelukket. I gjennomsnitt for de andre årene i perioden 1987-2003 ble det i gjennomsnitt satt ut 3 284 oppføret laksesmolt pr. år (variasjon 511 - 6 219). Ved beregning av laksens overlevelse har vi antatt at 50 % av merkene blir rapportert fra sjøfisket og fra andre vassdrag (Hansen 1988). Dette er i overensstemmelse med praksis i Det internasjonale havforskningsråd.

Tettheten av ungfisk ble beregnet ved å fiske med elektrisk fiskeapparat på ti faste stasjoner i vassdraget. Fire stasjoner i Halselva og seks i Vassbotnelva ble undersøkt i 1988, 1990 og 1992-2000. Hver stasjon er avfisket tre ganger etter hverandre med ca. ½ times mellomrom (Zippin 1958, Bohlin et al. 1989). Siden 1994 er fiskeungene med få unntak fiksert på sprit og tatt med til laboratorium for sikker artsbestemmelse og aldersanalyse. Tidligere ble et utvalg av fisken fiksert på sprit, mens øvrig fisk ble lengdemålt før de ble satt ut i elva igjen. Alderen ble bestemt ved hjelp av skjell, men i tvilstilfeller ble også otolithene benyttet. Ved beregningene av tetthet er data for hver årsklasse på hver stasjon beregnet separat etter Zippin (1958). Gjennomsnittlig tetthet av laks, ørret og røye eldre enn årsyngel er deretter beregnet for hver av de to elvestrekningene. Materialet av ungfisk er de fleste år samlet inn i månedsskiftet august/september.

8.3 Resultater og diskusjon

8.3.1 Gytebestand

Antallet voksne laks som vandret opp gjennom fella i Halselva i perioden 1987-2003 varierte mellom 9 (1995) og 134 (2003) (**figur 8.1**). Da er oppdrettsfisk (totalt fire individer) holdt utenom. Gjennomsnittet for perioden var 53 laks pr. år, fordelt på 41 villfisk og 12 fisk utsatt fra settefiskanlegget i Talvik som oppføret smolt. Totalt ble det registrert 903 laks i oppgangsfella, fordelt mellom 718 hanner (80 %) og 185 hunner (20 %).

De fire oppdrettslaksene som ble registrert i fella utgjorde 0,4 % av all laks som vandret opp i vassdraget. En av dem ble tatt i 1987, en i 1998 og to i 2002. Alle ble avlivet.

Smålags (< 3 kg) dominerte i bestanden, med et gjennomsnitt på 79 %. Mellomlags (3-7 kg) utgjorde 17 % og storlags (> 7 kg) utgjorde 4 % av bestanden. Av fisk større enn

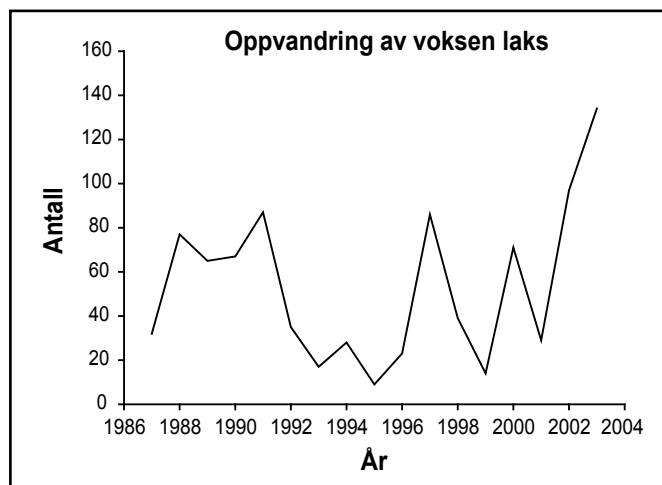
7 kg var 67 % (24 av 36 individer) hunner. Hannfisk var i flertall i de to minste størrelsesgruppene, med 83 % blant smålaksen og 72 % blant mellomlaksen.

Blant hannene var smålags i stort flertall (82 %). Mellomlags utgjorde 16 % av hannene og i tillegg var det 2 % storlags blant hannene. Hunnene hadde en større andel stor fisk, idet fordelingen mellom de tre størrelsesgruppene var 64, 23 og 13 %.

De fleste år vandret det et betydelig antall umerket laks opp i Halselva. I gjennomsnitt for perioden 1990-2003 var 58 % (variasjon 14 - 97 %) av laksen som vandret opp i Halselva umerket. I og med at det har vært full kontroll med utvandringen av laksesmolt fra vassdraget, der alle smolt enten har blitt Carlinmerket eller gruppemerket, må disse laksene ha sin opprinnelse fra andre vassdrag, f. eks. Altaelva.

Under gytingen var det i gjennomsnitt 48 laks tilstede i vassdraget, fordelt på 9 hunner og 39 hanner. Variasjonen var imidlertid stor fra år til år, med et minimum på bare 9 laks i 1995 og maksimum på 86 individer i 2002 og 125 individer i 2003. Det var i alle år en stor overvekt av hannfisk i gytebestanden (gjennomsnitt 80 %, variasjon 60-92 %). Blant de minste laksene var imidlertid kjønnsbestemmelsen noe usikker. Smålagsene har relativt få egg i forhold til større fisk, så usikkerheten gir ikke så store utslag i estimatet av antall deponerte egg.

Det ble i gjennomsnitt gytt 50 000 egg pr. år i vassdraget. Enkelte år, spesielt i 1993, 1996 og 1999, var det få hunner og dermed få egg som ble gytt (**figur 8.2**). Høyest antall egg ble gytt i 1987 (91 000), 2000 (87 200), 2002 (156 600) og 2003 (145 200). Tre store hunnlaks som ble flyttet fra Altaelva til Halselva høsten 2002 bidro med ca. 50 000 egg, og gjør at det under gytingen i 2002 ble lagt flere egg enn noen gang tidligere etter at fella ble bygget.



Figur 8.1. Antall voksne laks som ble registrert i oppgangsfella i Halselva i perioden 1987-2003.

Laksebestanden i Halselva var ikke selvreproduserende på 1990-tallet, idet det var færre gytefisk, spesielt hunnfisk, enn nødvendig for å utnytte produksjonspotensialet i vassdraget. Dessuten var en betydelig andel av gytefiskene som vandret opp i elva umerket, til tross for at alle laksesmolt som vandrer ut fra elva blir merket. All villfisk under 14 cm blir gruppemerket og større smolt blir Carlinmerket. Også all oppfôret smolt blir Carlinmerket. Dette viser at feilvandrere fra andre vassdrag, sannsynligvis vesentlig fra Altaelva, enkelte år bidrar med en betydelig del i gytebestanden i Halselva. Dette er i god overensstemmelse med teorien om metapopulasjoner, slik som beskrevet for laksebestandene i elvene i Sognefjorden av Hindar et al. (2003).

8.3.2 Tetthet av ungfisk

I Halselva var tettheten av laks-, ørret- og røyeunger (unntatt årsyngel) i gjennomsnitt for perioden 1988-2000 henholdsvis 27,6, 36,3 og 1,6 fisk pr. 100 m². Tettheten av ørretunger varierte mellom 20 og 50 individer pr. 100 m² mens tettheten av røyeunger lå mellom 0 og 5 individer pr. 100 m² (figur 8.3). Tettheten av laksunger lå de fleste årene mellom 30 og 45 individer pr. 100 m², men var betydelig lavere i perioden 1996-1999.

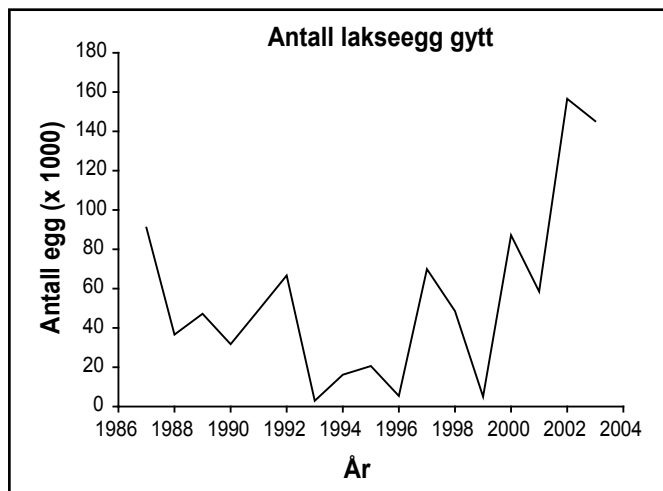
Det var stor variasjon i årsklassestyrke av laks i Halselva. Årgangene som klekket i 1991 og 1993 var sterkest. Alle årgangene som klekket i perioden 1994-1997 var svært svake, og for 1997-årgangen (gyting høsten 1996) er det ikke påvist yngel i elva i det hele tatt. Den viktigste årsaken til de svake årsklassene er trolig mangel på gytefisk, spesielt hunnfisk (figur 8.2).

I Vassbotnelva var tettheten av laks- og ørretunger betydelig lavere, mens tettheten av røyeunger var omtrent dobbelt så høy som i Halselva. Gjennomsnittstall for de tre artene var henholdsvis 0,6, 5,9 og 3,5 individer pr. 100 m² (utenom årsyngel). Laks var i mindretall i Vassbotnelva, og i 1997, 1998 og 1999 ble det ikke påvist laksunger i denne delen av vassdraget (figur 8.3).

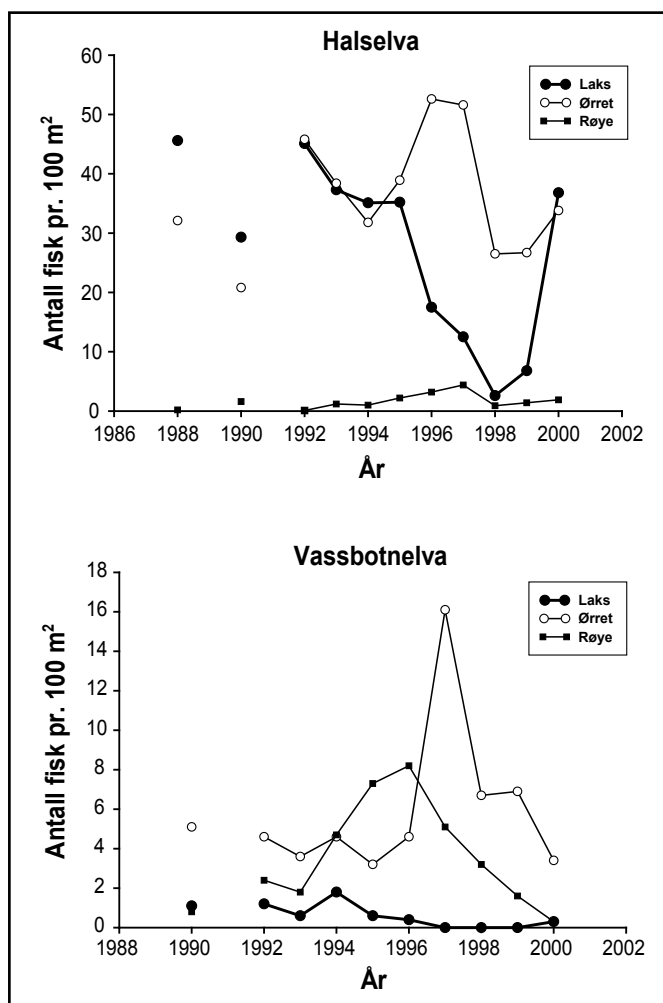
8.3.3 Smoltutvandring

Antallet laksesmolt som vandret ut fra vassdraget varierte mellom 333 og 2 039 i perioden 1987-2003, med et gjennomsnitt på 1 072 (tabell 8.1). Av disse ble gjennomsnittlig 477 (variasjon 158-954) individuelt merket med Carlinmerker.

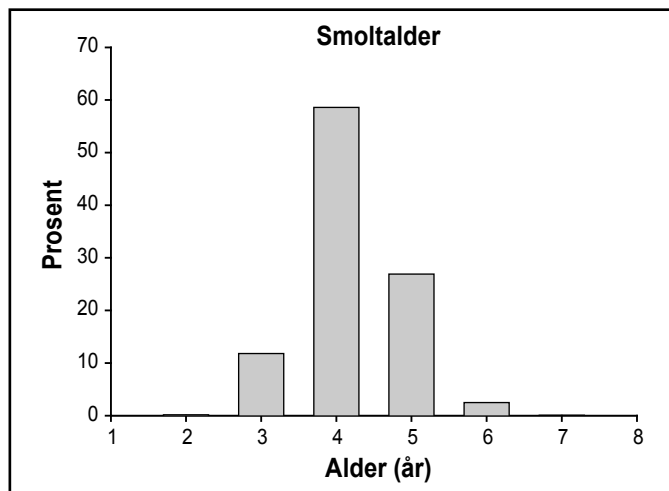
Alderen på smolten har variert mellom 2 og 7 år, men de fleste som er aldersbestemt var 4 eller 5 år (figur 8.4). Over halvparten (58 %) av smolten var 4 år da de vandret ut fra elva, mens 27 % var 5 år.



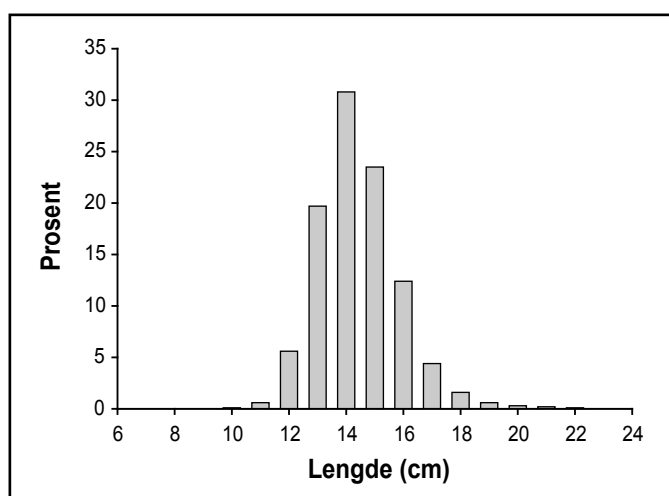
Figur 8.2. Antall lakseegg som ble gytt i Halsvassdraget i perioden 1987-2003.



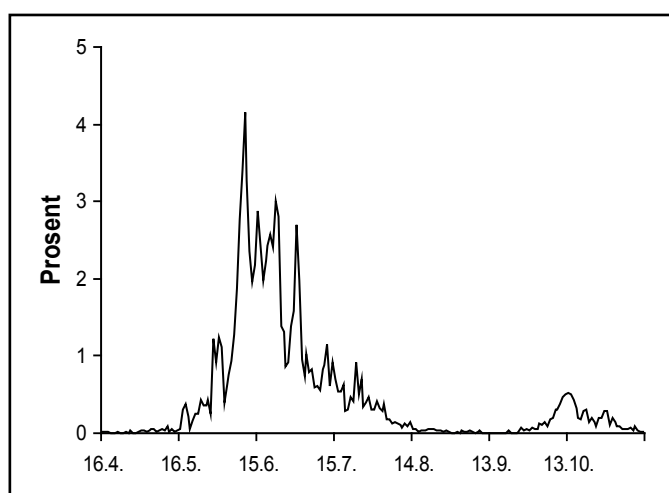
Figur 8.3. Tetthet av ungfisk (unntatt årsyngel) av laks, ørret og røye i Halselva og Vassbotnelva i perioden 1988-2000.



Figur 8.4. Aldersfordeling (%) av laksesmolt som vandret ned gjennom fella i Halselva i perioden 1987-2003 ($n = 1325$).



Figur 8.5. Lengdefordeling av laksesmolt som vandret ut fra Halselva i perioden 1989-2003 ($n = 15\,540$).



Figur 8.6. Tidspunkt for utvandring av laksesmolt fra Halselva. Data fra perioden 1989-2002 ($n = 14\,343$).

Lengden på laksesmolten varierte mellom 8 og 22 cm, men de fleste var mellom 12 og 17 cm (**figur 8.5**). Gjennomsnittslengden for hele materialet var $14,3 \pm 0,23$ cm ($n = 15\,540$). De fleste år var gjennomsnittslengden for smolten mellom 13,8 og 14,5 cm, med en variasjon mellom 13,7 cm (2001) og 15,3 cm (2003).

Det vandret ut laksesmolt fra vassdraget i hele perioden fra midten av april og til slutten av oktober. Den viktigste perioden var fra 10. juni til 5. juli (**figur 8.6**). Tidspunktet for utvandring varierte betydelig fra år til år. Median smoltutvandring (dato da 50 % hadde forlatt vassdraget) var i gjennomsnitt 22. juni, men varierte mellom 11. juni (2001) og 5. juli (1996).

De fleste år ble det registrert et betydelig antall laks som vandret ut fra vassdraget om høsten, i perioden fra 15. september til 1. november (**figur 8.6**). Alle som ble kjønnsbestemt var gytemodne hanner (gyteparr). Totalt ble det i perioden 1989-2002 registrert 1 249 laks som vandret ut etter 15. september. Av disse ble 217 merket med Carlinmerker. Vi har registrert én gjenfangst, en 10 kg laks som ble tatt i Altafjorden tre år etter merking.

8.3.4 Overlevelse fra egg til smolt

Et utvalg av laksesmolten som vandret ut gjennom fella ble aldersbestemt. Ut fra denne aldersfordelingen ble smolten sortert etter hvilket år eggene hadde blitt gytt (**figur 8.7**). Det var stor variasjon i antall smolt fra de forskjellige gytingene. Gytingene i 1983 og 1992 ga henholdsvis 2 162 og 2 164 smolt, mens gytingene i 1993 og 1996 ikke ga noen smolt i det hele tatt. I 1993 ble bare en hunnfisk observert i oppgangsfella, og i 1996 var det to hunnfisker. Disse hadde tydeligvis ikke oppnådd vellykket gyting.

I gjennomsnitt var det 2,2 % overlevelse fra egg til smolt. Når en ser bort fra gytingene i 1993 og 1996, som ikke ga noen avkom, så varierte overlevelsen fra egg til smolt mellom 0,9 og 3,2 %. Forholdet mellom antall egg og antall smolt er lineær (**figur 8.8**), og dette indikerer at produksjonspotensialet i elva ikke er utnyttet.

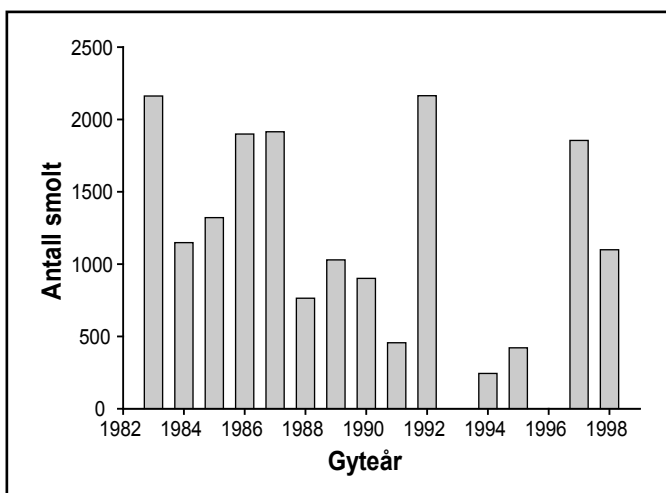
8.3.5 Gjenfangster av merket smolt

Totalt ble det i perioden 1987-2003 merket 8 107 ville laksesmolt med Carlinmerker, mens 8 163 ble gruppemerket ved klipping av en flik av overkjevebeinet. I tillegg ble 45 976 oppfôret laksesmolt Carlinmerket og satt ut enten ovenfor eller nedenfor fella i Halselva.

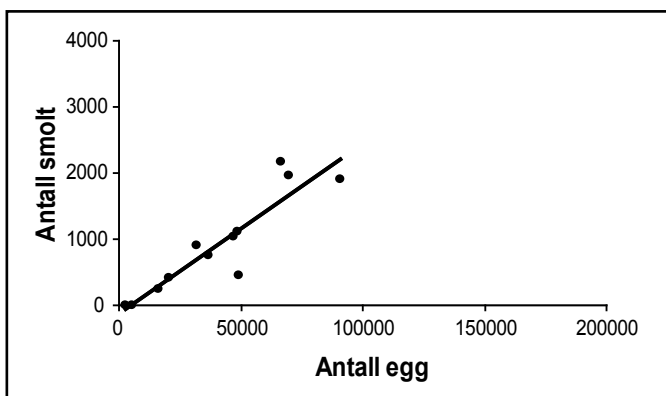
Gjenfangsten av Carlinmerket villsmolt av laks har i gjennomsnitt vært 2,9 %, fordelt mellom 1,9 % i sjøen, 0,9 % i Halselva og 0,04 % i andre vassdrag (**tabell 8.2**). Det har vært betydelig variasjon fra år til år. Best overlevelse (6,9 %) hadde smolt som gikk ut fra Halselva i 1988, mens det var dårligst overlevelse (0,9 %) på smolten som gikk ut i

1995 (**figur 8.9a**). Overlevelsen avtok markant fra slutten av 1980-tallet og til midten av 1990-tallet. Etter en bunn midt på 1990-tallet har overlevelsen økt igjen.

Gjenfangstene av oppføret smolt har de fleste år vært lavere enn for villsmolt (**figur 8.9**). Gjennomsnittlig overlevelse fram til beskatning i sjøfiskeriene var 1,6 % for perioden 1987-2003. Dette fordelte seg med 1,0 % i sjøen, 0,6 % i Halselva og 0,02 % i andre vassdrag (**tabell 8.2**). Spesielt dårlig overlevelse var det for smolt som ble satt ut i 1991 og 1992, mens best overlevelse ble registrert for smolt som ble satt ut i 1989 og 1999. Det ble ikke foretatt systematiske utsetninger av oppføret smolt i årene 1993-1995.

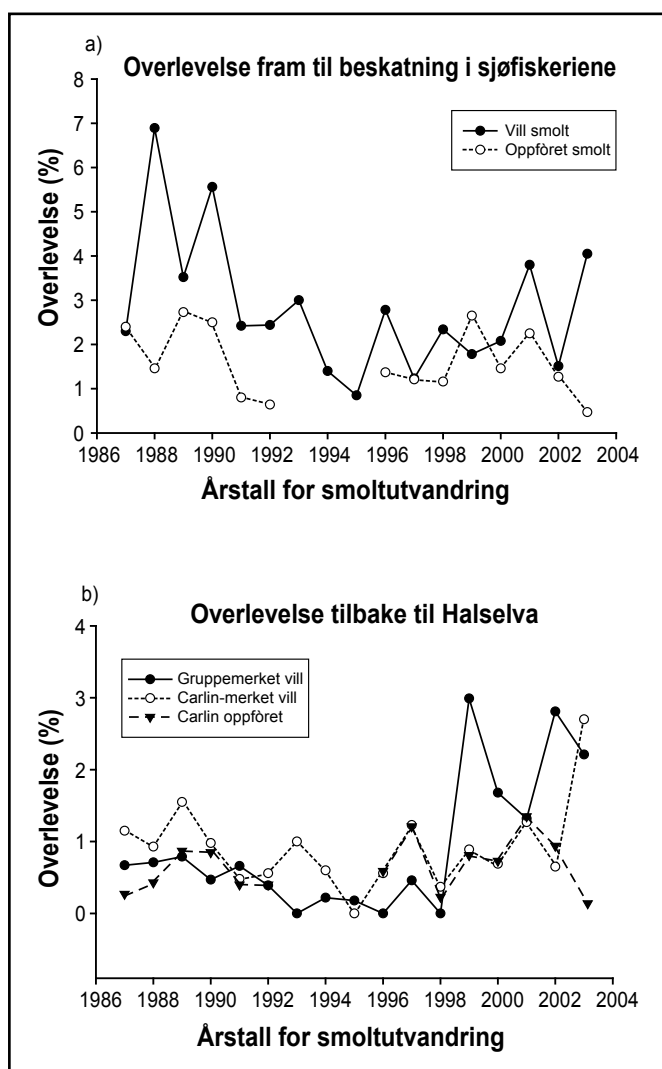


Figur 8.7. Antall laksesmolt som vandret ned gjennom fella i Halselva, sortert etter hvilket år eggene ble gytt. Data fra gytingene i perioden 1983-1998. Resultatet for 1998 er foreløpig, da det fortsatt kan være fisk fra denne årsklassen i vassdraget.



Figur 8.8. Sammenheng mellom antall egg som ble lagt i Halselva ved gytingene i 1987-1998 og antall smolt av samme årsklasse som har vandret ned gjennom fella. Antallet smolt etter gytingen i 1998 er foreløpig, da det fremdeles kan være igjen fisk fra denne årsklassen i vassdraget. Beste tilpasning er ei rett linje ($y = 0,0257x - 127,4$, $r^2 = 0,839$, $p < 0,01$).

Gjenfangster av gruppemerket, kjevebeinskippet villsmolt blir bare registrert i fella i Halselva, og gjennomsnittlig tilbakevandring dit var 0,7 %. Det var imidlertid stor variasjon fra år til år, med høyest tilbakevandring på 3,0 % i 1999 (**figur 8.9b**). Hele perioden sett under ett var tilbakevandringen av gruppemerket laks lavere enn Carlinmerket villaks. En skulle kanskje ventet bedre overlevelse på fisk som får en flik av kjevebeinet klippet i forhold til en fisk som får påsydd et Carlinmerke. Imidlertid er det kjent fra flere andre undersøkelser at smoltens størrelse har betydning for overlevelsen (Rosseland 1979). I fella i Halselva blir laksesmolt som er mindre enn 14 cm gruppemerket, mens større smolt blir Carlinmerket. Forklaringen på den relativt lave tilbakevandringen av gruppemerket laksesmolt i forhold til Carlinmerket laksesmolt kan være at de var betydelig mindre enn de som ble Carlinmerket.



Figur 8.9. Overlevelse av a) Carlinmerket villsmolt og Carlinmerket oppføret smolt av laks fram til beskatning i sjøfiskeriene ved tilbakevandring, og b) overlevelse av gruppemerket villsmolt, Carlinmerket villsmolt og Carlinmerket oppføret smolt tilbake til Halselva. Data fra smoltutvandring i perioden 1987-2003. Dataene for utvandringene i 2002 og 2003 er foreløpige, da det fortsatt er fisk i havet fra disse smoltårsklassene.

8.3.6 Tilbakevandring av sjørret og sjørøye som tidlig indikasjon på overlevelse av laks

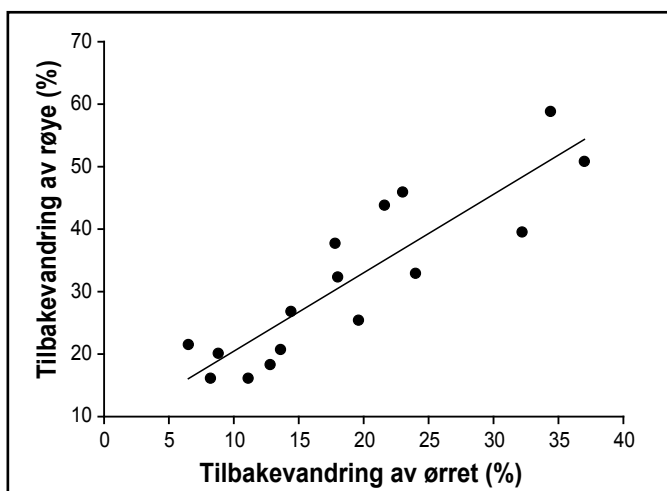
Mens laksen kommer tilbake til elva først etter 1-3 år i sjøen, så vender en betydelig del av sjørreten og sjørøya tilbake til elva allerede samme sommeren som de vandret ut i sjøen. Vi fant sterk signifikant sammenheng mellom andelen av sjørretsmolt som returnerte til Halselva samme sommeren som de vandret ut i sjøen og tilsvarende andel for røyesmolt ($r^2 = 0,786$, $p < 0,001$, **figur 8.10**). Variasjonen var betydelig fra år til år for begge artene. For ørret varierte tilbakevandringen mellom 6,5 og 37,0 % (gjennomsnitt 18,2 %), og tilsvarende tall for sjørøya var 16,1-58,8 % (gjennomsnitt 31,7 %). Denne samvariasjonen i tilbakevandring mellom de to artene indikerer at det er forhold i sjøen som har stor betydning for overlevelsen, og at disse forholdene varierer betydelig fra år til år. Under sjøoppholdet oppholder sjørret og sjørøye fra Halselva seg stort innenfor en radius av 30 km fra elva (upubliserte data), det vil si vesentlig i Altafjorden. Lokale forhold i Altafjorden påvirker altså overlevelsen til sjørret og sjørøye. Det er kjent at forhold i tidlig sjøfase har stor betydning for overlevelsen av laks (Friedland et al. 1998, Friedland et al. 2000). Spørsmålet er derfor om lokale forhold i Altafjorden har betydning også for overlevelsen av

laks, eller eventuelt om forholdene i Altafjorden gjenspeiler forholdene i et større geografisk område som i sin tur har betydning for laksens overlevelse. I begge tilfeller vil tilbakevandringen av sjørret og sjørøye den første sommeren de er i sjøen kunne brukes som en tidlig indikasjon på overlevelse av laks. Vi testet om overlevelsen av vill laks fra de vandret ut som smolt fra Halselva og fram til beskatning i sjøfiskeriene (**figur 8.9a**) samvarierte med andelen av sjørret og sjørøye som kom tilbake til elva i løpet av den første sommeren i sjøen, og fant god korrelasjon til begge artene (**figur 8.11**). Tilbakevandringen av ørret kunne forklare 45 % ($r^2 = 0,45$, $p < 0,01$) av variasjonen i laksens overlevelse fra år til år, og sjørøya forklarte 37 % av denne variasjonen ($r^2 = 0,37$, $p < 0,05$). Disse sammenhengene demonstrerer at andelen av ørret og røye som vender tilbake til Halselva samme sommeren som de vandrer ut som smolt kan brukes som tidlige indikatorer på overlevelsen til laks.

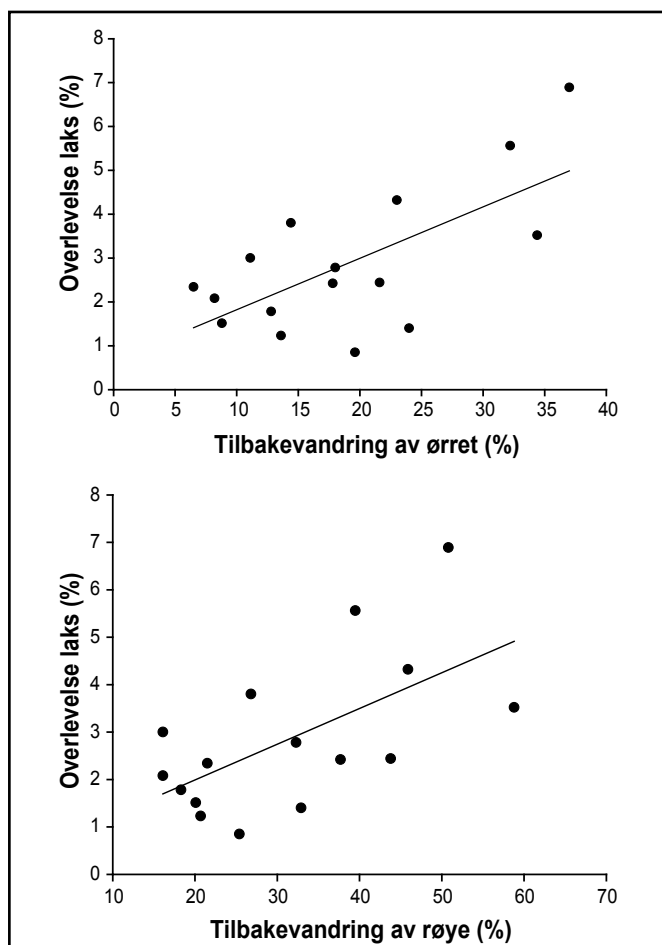
Tilbakevandringen av sjørret og sjørøye ble også forsøkt korrelert til overlevelsen av vill laks tilbake til Halselva, samt oppforet laks både fram til beskatning i sjøfiskeriene og tilbake til Halselva. Imidlertid var ingen av disse sammenhengene signifikant ($p > 0,05$).

Tabell 8.2. Gjennomsnittlig gjenfangst (%) av Carlinmerket og gruppemerket laksesmolt som ble merket i Halselva i perioden 1987-2003.

	I sjøen	I Halselva	I andre vassdrag
Carlinmerket villsmolt	1,93	0,94	0,04
Gruppemerket villsmolt	-	0,67	-
Carlinmerket oppforet smolt	1,04	0,59	0,02



Figur 8.10. Sammenheng mellom andelen av ørret (%) som kom tilbake til Halselva samme sommeren som de vandret ut i sjøen som smolt og tilsvarende andel for røye. Data for Carlinmerket smolt mellom 18 og 28 cm som vandret ut før 1. august i årene 1988-2003 ($y = 1,26x + 7,90$, $r^2 = 0,786$, $p < 0,001$).



Figur 8.11. Sammenhengen mellom a) andelen ørret (%), og b) andelen røye (%) som kom tilbake til Halselva samme sommeren som de vandret ut fra elva som smolt og overlevelsen av laks av samme smoltårsklasse fram til beskatningen i sjøfiskeriene. Data fra årene 1988-2003. Ørret: $y = 0,117x + 0,651$, $r^2 = 0,450$, $p < 0,01$. Røye: $y = 0,075x + 0,484$, $r^2 = 0,373$, $p < 0,05$.

9 Bestandssammensetning av villaks

Peder Fiske

9.1 Innledning

I forbindelse med overvåking av rømt oppdrettslaks i norske laksebestander har det i årene 1989-2001 blitt samlet inn skjellprøver fra sjøfiske, sportsfiske og fiske etter laks om høsten. Kombinert med data fra indekssvassdragene gir dette materialet muligheter for å beskrive sammensetningen av fangstene også utover andelen rømt oppdrettslaks. Spesielt kan man lage oversikter over sjøalderssammensetningen i bestandene.

9.2 Materiale og metoder

I laksestatistikken har man siden 1993 samlet inn data fordelt på tre vektclasser: < 3 kg, 3-7 kg og > 7 kg. Det er antatt at disse vektclassene vil kunne avspeile sammensetning av laksen fordelt på henholdsvis en vinter i sjøen, to vintre i sjøen og tre eller flere vintre i sjøen. Dette gir nok en god pekepinn på styrken til de enkelte årsklassene i sjø, men størrelsen til laksen varierer mellom ulike elver og mellom ulike år. En beskrivelse av hvordan sjøaldrene fordeler seg mellom laks av ulik vekt vil derfor kunne gjøre det mulig å bruke laksestatistikken til å beregne årsklassesammensetningen i bestandene i større grad enn det som er mulig i dag.

I denne rapporten har vi derfor sammenstilt sjøalderfordelingen i ulike elver basert på skjellprøver samlet inn fra sportsfisket gjennom overvåkingen av rømt oppdrettslaks i norske laksebestander, og brukt dette materialet til å belyse følgende aspekter:

1. Sjøalder i forhold til vekt og kjønn og variasjon mellom år.
2. Vurdere hvordan innsamling av skjellprøver bør foregå i et vassdrag for å gi et mest mulig representativt bilde av sjøalderfordelingen i fangstene i vassdraget. Her ønsker vi å se på fordeling både i tid og rom.

3. Geografisk variasjon i sjøalder.

For å systematisere gjennomgangen har vi delt inn elvene i tre hovedklasser – smålakselver, mellomlakselver og storlakselver.

9.3 Resultater

”Smålakselver” har vi her definert som elver hvor andelen ensjøvinterlaks i prøvene er over 60 %, ”mellomlakselver” er elver hvor andelen ensjøvinterlaks er mellom 40 % og 60 %, og ”storlakselver” er definert som elver hvor andelen ensjøvinterlaks i skjellmaterialet er under 40 %. Videre har vi delt inn smålakselvene i tre kategorier basert på vekta på ensjøvinterlaksen. Dette har vi gjort for å kunne vurdere hvor godt de ulike vektkategoriene i laksestatistikken treffer med å anslå styrken til ulike årsklasser.

9.3.1 Sjøalder i forhold til vekt og kjønn og variasjon mellom år

Smålakselver med ensjøvinterlaks lettere enn 1,6 kg

Dette er typiske ”smålakselver” hvor størstedelen av fangsten utgjøres av fisk under 3 kg. Flersjøvinterlaksen er også mindre i disse elvene enn i andre typer elver (**tabell 9.2, figur 9.1**). Fangstene domineres i stor utstrekning av laks som har ett års opphold i sjøen bak seg (ensjøvinterlaks) (**tabell 9.1**). Disse elvene har en høy andel flergangsgytere (14,4 %) blant flersjøvinterlaksen. Både hanner og hunner gyter i stor utstrekning for første gang som ensjøvinterlaks. I vårt materiale har vi inkludert elvene som er vist i **tabell 9.3** i denne ”elvetypen”. Elver i Midt-Norge og Nordland dominerer blant disse elvene. I gjennomsnitt var 94,9 % av fisken under 3 kg ($n = 8123$) ensjøvinterlaks, 4,7 % var tosjøvinterlaks og 0,4 % var tresjøvinterlaks eller eldre i denne typen elver. Andelen ensjøvinterlaks i denne vektgruppa varierer signifikant mellom år i de fleste vassdragene vi har et stort materiale fra (se nedenfor), likevel er denne variasjonen relativt liten slik at vektgruppen under 3 kg trolig vil fange opp variasjoner i årsklassestyrke av ensjøvinterlaks i disse elvene. I vektgruppa mellom 3 kg og 7 kg ($n = 858$) var 1,5 % av fisken ensjøvinterlaks, 86,9 % tosjøvinterlaks og 11,5 % var tresjøvinterlaks eller eldre. Antallet laks i denne vektgruppen var for lite

Tabell 9.1. Prosent av skjellprøvene som er av ulike sjøaldre i skjellprøvene av villaks fra ulike ”typer” elver. Firesjøvinter er samlebetegnelse for firesjøvinter og eldre. Flergangsgytere er med i tabellen.

Elvetype	Ensjøvinter	Prosent av skjellprøvene (N)			Firesjøvinter
		Tosjøvinter	Tresjøvinter		
Smålaks ensjøvinter < 1,6 kg	84,8% (7274)	13,2% (1134)	1,8% (154)		0,2% (15)
Smålaks ensjøvinter 1,6-1,8 kg	74,6% (7822)	17,6% (1848)	7,0% (739)		0,8% (82)
Smålaks ensjøvinter >1,8 kg	69,1% (2142)	20,0% (620)	10,3% (320)		0,5% (16)
Mellomlaks	48,0% (3155)	29,3% (1929)	20,9% (1374)		1,8% (117)
Storlaks	29,6% (1160)	38,5% (1510)	28,7% (1126)		3,2% (126)

Tabell 9.2. Gjennomsnittsvikt av villaks i ulike sjøaldre fra ulike "typer" elver. Firesjøvinter er samlebetegnelse for firesjøvinter og eldre. Flergangsgytere er med i tabellen.

Elvetype	Ensjøvinter			Tosjøvinter			Tresjøvinter			Firesjøvinter		
	Snittvikt (gr)	SD	N	Snittvikt (gr)	SD	N	Snittvikt (gr)	SD	N	Snittvikt (gr)	SD	N
Smålags ensjøvinter < 1,6 kg	1475	350	7274	3599	1199	1134	4970	2325	154	7370	3830	15
Smålags ensjøvinter 1,6-1,8 kg	1712	510	7822	4427	1335	1848	8293	2371	739	10534	3107	82
Smålags ensjøvinter >1,8 kg	1882	494	2142	4758	1154	620	8824	2075	320	10981	2893	16
Mellomlags	2120	646	3155	5650	1206	1929	9193	2057	1374	11905	3650	117
Storlags	2104	733	1160	5944	1469	1510	9694	3500	1126	12292	4230	126

til å undersøke forskjeller mellom år i sammensetninger i denne vektklassen. Det samme gjelder for vektgruppen over 7 kg. Svært få så store fisk fanges i denne typen elver. I vektklassen over 7 kg (n = 45) var 13,3 % tosjøvinterlaks, 71,1 % tresjøvinterlaks og 15,6 % firesjøvinterlaks.

Dersom vi ser innen sjøaldersgrupper (**figur 9.1**), ser vi at mesteparten av ensjøvinterlaksen er under 3 kg, mens storparten av både to- og tresjøvinterlaksen er under 7 kg. I tillegg er en betydelig del av både to- og tresjøvinterlaksen under 3 kg. 98,6 % av ensjøvinterlaksen, 66,1 % av tosjøvinterlaksen og 23,8 % av tresjøvinterlaksen ble riktig bestemt på bakgrunn av vektklasseinndelingen. Dette viser at inndelingen som er i fangststatistikken ikke vil fungere særlig godt for å anslå årsklassestyrke for flersjøvinterlaks i slike elver uten at man gjør korrigeringer basert på analyser av et representativt utvalg av skjellprøver.

Variasjoner mellom år:

Alsvågssdraget

Prosentandelen av laks under 3 kg (årlig antall: 26-202, totalt: 601) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 92,3 % og 100 % i de 7 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var ikke signifikant ($\chi^2 = 6,9$, df = 6, p = 0,33). For de tyngre vektklassene er datamaterialet for lite (årlig antall 1-7, totalt: 23) for å vurdere variasjoner mellom år.

Gårdselva

Prosentandelen av laks under 3 kg (årlig antall: 27-173, totalt: 759) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 95,2 % og 100 % i de 10 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 20,0$, df = 6, p = 0,018). For de tyngre vektklassene er datamaterialet for lite (årlig antall 1-26, totalt: 88) for å vurdere variasjoner mellom år.

Moaelva

Prosentandelen av laks under 3 kg (årlig antall: 20-146, totalt: 808) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 85,7 %

og 100 % i de 10 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 34,1$, df = 9, p < 0,001). For de tyngre vektklassene er datamaterialet for lite (årlig antall 0-7, totalt: 29) for å vurdere variasjoner mellom år.

Nausta

Prosentandelen av laks under 3 kg (årlig antall: 47-189, totalt: 643) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 87,1 % og 100 % i de 7 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 15,5$, df = 6, p = 0,017). For de tyngre vektklassene er datamaterialet for lite (årlig antall 3-55, totalt: 171) for å vurdere variasjoner mellom år.

Oselva, Møre og Romsdal

Prosentandelen av laks under 3 kg (årlig antall: 31-143, totalt: 762) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 91,3 % og 100 % i de 8 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 20,8$, df = 7, p = 0,004). For de tyngre vektklassene er datamaterialet for lite (årlig antall 0-15, totalt: 36) for å vurdere variasjoner mellom år.

Åbjøra

Prosentandelen av laks under 3 kg (årlig antall: 9-150, totalt: 617) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 82,4 % og 97,6 % i de 9 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 19,3$, df = 8, p = 0,013). For de tyngre vektklassene er datamaterialet for lite (årlig antall 4-34, totalt: 188) for å vurdere variasjoner mellom år.

Ånesvassdraget

Prosentandelen av laks under 3 kg (årlig antall: 43-121, totalt: 575) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 92,7 % og 99,1 % i de 7 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var ikke signifikant ($\chi^2 = 6,3$, df = 6, p = 0,39). For de tyngre vektklassene er datamaterialet for lite (årlig antall 0-16, totalt: 36) for å vurdere variasjoner mellom år.

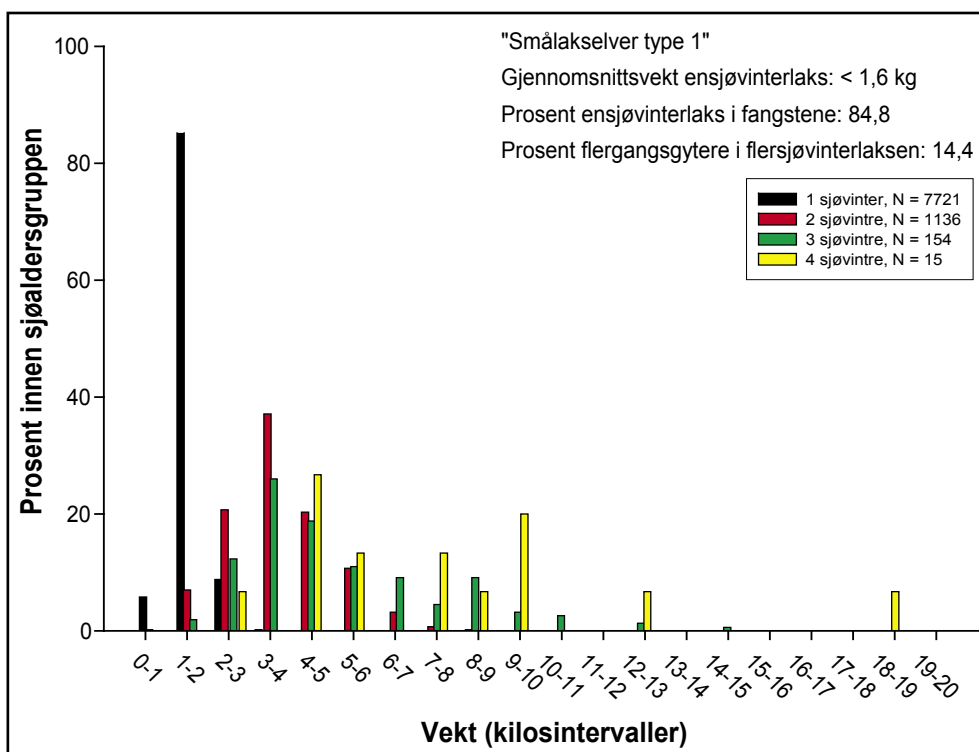
Årgårdsvassdraget

Prosentandelen av laks under 3 kg (årlig antall: 38-132, totalt: 575) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 88,3 % og 99,0 % i de 7 årene vi har data fra. Variasjonen mel-

lom år var signifikant ($\chi^2 = 15,8$, $df = 6$, $p = 0,015$). For de tyngre vektclassene er datamaterialet for lite (årlig antall 0-9, totalt: 29) for å vurdere variasjoner mellom år.

Tabell 9.3. Elver med gjennomsnittsvikt på ensjøvinterlaksen på under 1,6 og mer enn 60 % ensjøvinterlaks i prøvene.

Vassdragsnavn	Fylke	Snittvekt ensjøvinter laks (g)	Totalt antall villaks undersøkt	Snittvekt alle prøver	Snittvekt laksestatistikk 1993-2003
Skipsfjordvassdraget	Troms	1484	353	1821	1924
Alsvågsvassdraget	Nordland	1480	607	1562	1531
Forsåvassdraget	Nordland	1536	228	2139	2138
Gårdselva	Nordland	1444	798	1769	1831
Sausvassdraget	Nordland	1499	47	1893	2167
Sila	Nordland	1383	24	1508	1599
Varpavassdraget	Nordland	1519	50	1856	1623
Åbjøra	Nordland	1577	784	2389	2095
Ånesvassdraget/ Roksdalsvassdraget	Nordland	1496	597	1679	1776
Salvassdraget	Nord Trøndelag	1596	447	2163	2011
Årgårdsvassdraget	Nord Trøndelag	1319	501	1449	1360
Homla	Sør Trøndelag	1322	185	1404	1413
Nordelva	Sør Trøndelag	1383	130	1649	1874
Stordalselva	Sør Trøndelag	1444	496	2100	1860
Moaelva	Møre og Romsdal	1382	737	1550	1586
Norangsdalselva	Møre og Romsdal	1531	69	1622	
Oselva	Møre og Romsdal	1440	781	1666	1833
Solnørelva	Møre og Romsdal	1444	54	1426	1404
Søya	Møre og Romsdal	1596	138	1742	1769
Ørskogelva	Møre og Romsdal	1510	42	1753	1817
Ørstaelva	Møre og Romsdal	1514	449	2052	3061
Nausta	Sogn og Fjordane	1585	799	2219	2411
Loneelva	Hordaland	1489	261	1706	1941
Sum			10502		



Figur 9.1. Prosentvis fordeling i kilosintervaller innen sjøalder for smålakselver med gjennomsnittsvikt på ensjøvinterlaksen under 1,6 kg.

Smålakselver med ensjøvinterlaks mellom 1,6 og 1,8 kg

Dette er "smålakselver" med et betydelig innslag av mellomlaks og noe storlaks i fangstene (**tabell 9.1, tabell 9.2**). Elvene i denne kategorien finner vi i vårt materiale i hovedsak i Troms, Finnmark og på Vestlandet (**tabell 9.4**). Fangstene domineres av ensjøvinterlaks, men andelen flersjøvinterlaks er høyere enn for elvene i den første kategorien (**tabell 9.1**). Disse elvene har en lavere andel flergangsgytere (6,0 %) blant flersjøvinterlaksen enn elvene i den første kategorien (14,4 %). Ensjøvinterlaksen domineres av hanner, mens flersjøvinterlaksen domineres av hunner i denne elvetypen. I gjennomsnitt var 96,3 % av fisken under 3 kg (n = 8143) ensjøvinterlaks, 3,6 % var tosjøvinterlaks og 0,1 % var tresjøvinterlaks eller eldre i denne typen elver. Andelen ensjøvinterlaks i denne vektgruppa varierer signifikant mellom år i de fleste vassdragene vi har et stort materiale fra (se nedenfor), denne variasjonen var noe større enn for den første kategorien av elver, men likevel vil antallet fisk under tre kilo i hovedsak fange opp variasjonene i årsklassestyrke for ensjøvinterlaks. I vektgruppa mellom 3 kg og 7 kg (n = 1781) var 4,3 % av fisken ensjøvinterlaks, 84,2 % tosjøvinterlaks og 11,4 % var tresjøvinterlaks eller eldre. Andelen laks som var tosjøvinterlaks varierte signifikant mellom år i flere av elvene hvor vi hadde stort nok materiale til å undersøke det (se nedenfor). I vektgruppen over 7 kg var det for lite materiale for å vurdere forskjeller mellom år. Få så store fisk fanges i denne typen elver. I vektklassen over 7 kg (n = 670) var 0,9 % ensjøvinterfisk, 8,5 % tosjøvinterlaks, 79,7 % tresjøvinterlaks og 10,9 % firesjøvinterlaks.

Dersom vi ser innen sjøaldersgrupper ser vi at mesteparten av ensjøvinterlaksen befinner seg i vektklassen under 3 kg, mens mesteparten av tosjøvinterlaksen befinner seg i vektklassen 3-7kg, og mesteparten av laksen som er tresjøvintre eller eldre befinner seg i vektklassen over 7 kg. 96,4 % av ensjøvinterlaksen, 80,6 % av tosjøvinterlaksen og 70,7 % av tresjøvinterlaksen ble riktig bestemt på bakgrunn av

vektklasseinndelingen. Dette viser at inndelingen som er i fangststatistikken er brukbar for å anslå årsklassestyrke i slike elver.

Variasjoner mellom år:

Bondalselva

Andelen av laks under 3 kg (årlig antall: 32-257, totalt: 1218) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 75 % og 100 % i de 12 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 96,5$, df = 11, p < 0,001). For de tyngre vektklassene er datamaterialet for lite (årlig antall: 8-52, totalt: 269) for å vurdere variasjoner mellom år.

Gaula, Sogn og Fjordane

Andelen av laks under 3 kg (årlig antall: 31-262, totalt: 959) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 77,4 % og 100 % i de 11 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 45,7$, df = 10, p < 0,001). Andelen av laks mellom 3 og 7 kg (årlig antall: 11-82, totalt: 434) som var tosjøvinterfisk varierte mellom 68,4 % og 93,9 % i de 11 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 21,6$, df = 10, p = 0,028).

Laukhelle

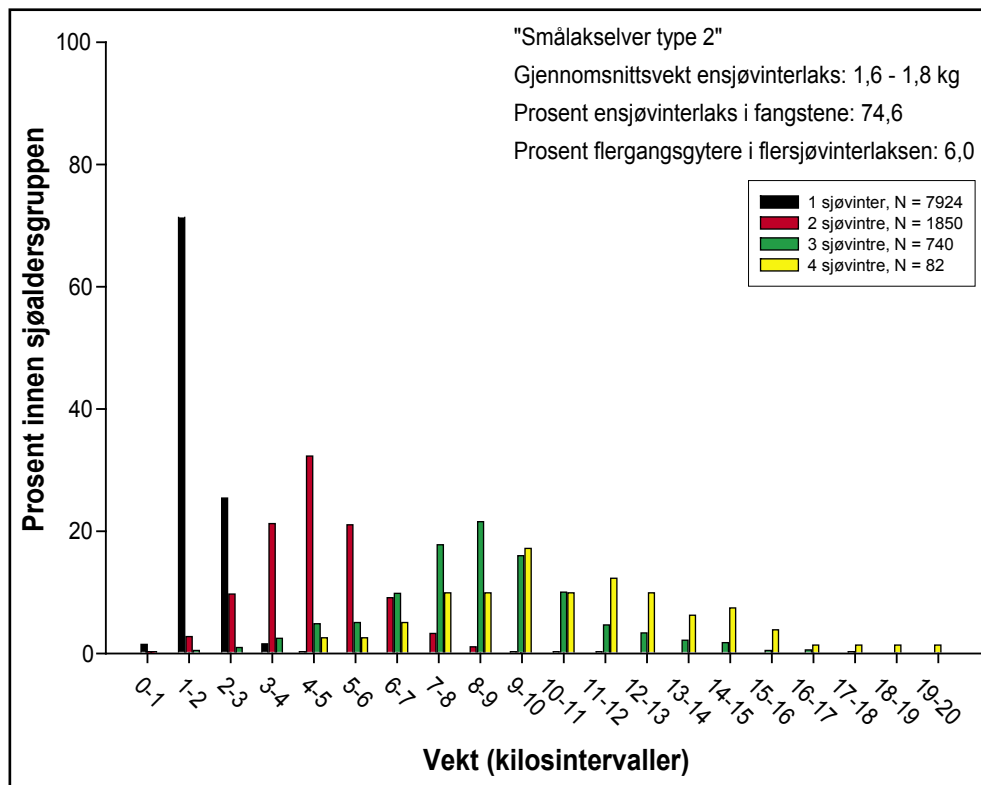
Andelen av laks under 3 kg (årlig antall: 10-218, totalt: 759) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 88,9 % og 98,6 % i de 10 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var ikke signifikant ($\chi^2 = 15,1$, df = 9, p = 0,08). For de tyngre vektklassene er datamaterialet for lite (årlig antall: 4-61, totalt: 259) for å vurdere variasjoner mellom år.

Repparfjordelva

Andelen av laks under 3 kg (årlig antall: 77-395, totalt: 2437) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 94,1 % og 99,2 % i de 12 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 25,8$, df = 11, p = 0,001). Andelen av laks mellom 3 og 7 kg (årlig antall: 11-85, totalt: 294) som

Tabell 9.4. Elver med gjennomsnittsvikt på ensjøvinterlaksen mellom 1,6 og 1,8 kg og mer enn 60 % ensjøvinterlaks i prøvene.

Vassdragsnavn	Fylke	Snittvekt ensjøvinter laks (g)	Totalt antall villaks undersøkt	Snittvekt alle prøver	Snittvekt laksestatistikk 1993-2003
Vestre Jakobselv	Finnmark	1793	1002	3171	3218
Repparfjordelva	Finnmark	1716	2992	2769	2412
Kvænangselva	Troms	1690	349	2317	2225
Laukhellevassdraget	Troms	1708	1017	2767	2354
Bondalselva	Møre og Romsdal	1609	1471	2372	3003
Gaula	Sogn og Fjordane	1776	1459	3051	2773
Etneelva	Hordaland	1719	739	3293	3281
Vikedalselva	Rogaland	1764	349	2358	2729
Nidelva	Aust-Agder	1740	104	2908	2346
Skien svassdraget	Telemark	1683	1020	2428	2708
Sum			10502		



Figur 9.2. Prosentvis fordeling i kilosintervaller innen sjøaldre for smålakselver med gjennomsnittsvikt på ensjøvinterlaksen mellom 1,6 og 1,8 kg.

var tosjøvinterfisk varierte mellom 37,5 % og 93,1 % i de 12 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 22,1$, $df = 11$, $p = 0,024$).

Skien selv

Andelen av laks under 3 kg (årlig antall: 32-229, totalt: 840) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 79,5 % og 99,1 % i de 10 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 37,7$, $df = 9$, $p < 0,001$). For de tyngre vekt-klassene er datamaterialet for lite (årlig antall: 8-52, totalt: 269) for å vurdere variasjoner mellom år.

Vestre Jakobselv

Andelen av laks under 3 kg (årlig antall: 21-178, totalt: 758) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 89,7 % og 100 % i de 11 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var marginalt signifikant ($\chi^2 = 18,3$, $df = 10$, $p = 0,05$). For de tyngre vekt-klassene er datamaterialet for lite (årlig antall: 7-42, totalt: 244) for å vurdere variasjoner mellom år.

Smålakselver med ensjøvinterlaks tyngre enn 1,8 kg

Dette er "smålakselver" med stor smålaks og et betydelig antall mellomlaks og noe storlaks i fangstene (**tabell 9.1**, **tabell 9.2**). Elvene i denne kategorien finner vi i vårt materiale i hovedsak i Finnmark og på Sørvestlandet (**tabell 9.5**). Fangstene domineres i stor utstrekning av ensjøvinterlaks, men andelen flersjøvinterlaks er høyere enn for elvene i den første og andre kategorien (**tabell 9.2**). Disse elvene har en lavere andel flergangsgytere (4,6 %) blant flersjøvinterlaksen enn elvene i de første kategoriene (14,4 % og 6,0 %). Inndelingen i vektgrupper stem-

mer godt overens med sjøalderssammensetningen i denne typen elver. Ensjøvinterlaksen domineres av hanner, mens flersjøvinterlaksen domineres av hunner. I gjennomsnitt var 98,4 % av fisken under 3 kg ($n = 2151$) ensjøvinterlaks, 1,6 % var tosjøvinterlaks og ingen var tresjøvinterlaks eller eldre i denne typen elver. Andelen ensjøvinterlaks i denne vektgruppa varierer signifikant mellom år i de fleste vassdragene vi har et stort materiale fra (se nedenfor). I vektgruppa mellom 3 kg og 7 kg ($n = 681$) var 5,9 % av fisken ensjøvinterlaks, 83,8 % tosjøvinterlaks og 10,2 % var tresjøvinterlaks eller eldre. I vekt-klassen over 7 kg ($n = 282$) var det ingen ensjøvinterfisk, 5,7 % tosjøvinterlaks, 89,0 % tresjøvinterlaks og 5,3 % firesjøvinterlaks.

Dersom vi ser innen sjøaldre (**figur 9.3**) ser vi mesteparten av ensjøvinterlaksen er under 3 kg, mesteparten av tosjøvinterlaksen er mellom 3 og 7 kg og mesteparten av tresjøvinter og eldre laks er over 7 kg. 97,3 % av ensjøvinterlaksen, 91,7 % av tosjøvinterlaksen og 78,3 % av tresjøvinterlaksen ble riktig bestemt på bakgrunn av vekt-klasser-inndelingen. Dette viser at inndelingen som er i fangststatistikken er god for å anslå årsklassestyrke i slike elver.

Variasjoner mellom år:

Figgjo

Andelen av laks under 3 kg (årlig antall: 24-143, totalt: 452) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 95,8 % og 100 % i de 8 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var ikke signifikant ($\chi^2 = 8,5$, $df = 7$, $p = 0,29$).

Kongsfjordelva

Andelen av laks under 3 kg (årlig antall: 30-89, totalt: 392) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 90,9 % og 100 % i de 7 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 14,9$, $df = 6$, $p = 0,021$).

Neiden

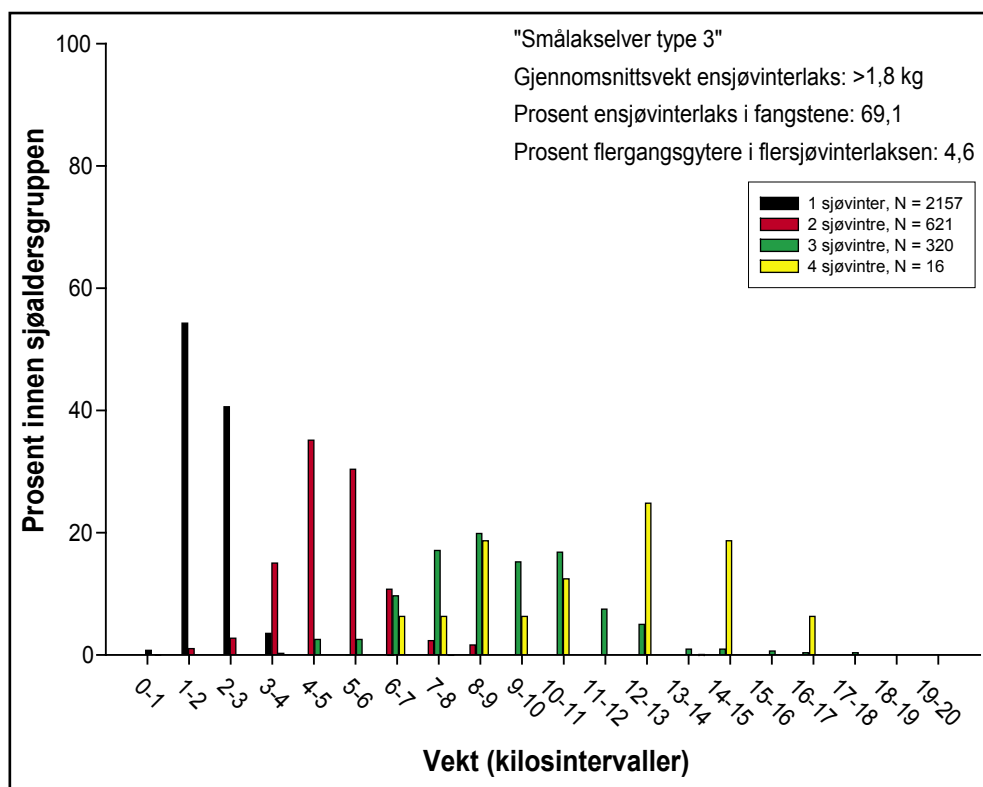
Andelen av laks under 3 kg (årlig antall: 18-281, totalt: 1097) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 86,2 % og 100 % i de 10 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 34,2$, $df = 9$, $p < 0,001$). Andelen av laks mellom 3 og 7 kg (årlig antall: 11-82, totalt: 434) som var tosjøvinterfisk varierte mellom 70,0 % og 87,0 % i de 10 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var ikke signifikant ($\chi^2 = 4,5$, $df = 9$, $p = 0,88$).

Elver med 40-60% innslag av ensjøvinterlaks i fangstene ("mellomlakselver")

Dette er i hovedsak elver med en betydelig komponent mellom og storlaks. Likevel er det ensjøvinterlaksen som antallsmessig dominerer fangstene i de fleste årene (**tabell 9.1, tabell 9.2**). Disse elvene har en relativt lav andel flergangsgytere blant flersjøvinterlaksen (1,7 %). Vi finner disse elvene spredt over hele landet. Ensjøvinterfisken i disse elvene domineres av hanner, mens i alle andre sjøaldre er det en overvekt av hunnfisk. Vektgruppeinndelingen i laksestatistikken stemmer godt overens med sjøalderfordelingen i denne typen elver. Imidlertid er det variasjoner

Tabell 9.5. Elver med gjennomsnittsvikt på ensjøvinterlaksen mellom 1,8 og 2,1 kg og mer enn 60 % innslag av ensjøvinterlaks i prøvene.

Vassdragsnavn	Fylke	Snittvekt ensjøvinter laks (g)	Totalt antall villaks undersøkt	Snittvekt alle prøver	Snittvekt laksestatistikk 1993-2003
Kongfjordelva	Finnmark	1819	554	2682	2534
Neiden	Finnmark	1879	1718	3626	3094
Verdalselva	Nord Trøndelag	1901	252	3451	3339
Figgjo	Rogaland	1930	523	2360	2423
Håelva	Rogaland	1969	51	2490	1951
Sum			3098		



Figur 9.3. Prosentvis fordeling i kilosintervaller innen sjøaldre for smålakselver med gjennomsnittsvikt på ensjøvinterlaksen over 1,8 kg.

mellom år, spesielt for vektgruppene 3-7 kg og større enn 7 kg (se nedenfor). I gjennomsnitt var 99 % av fisken under 3 kg (n = 3015) ensjøvinterlaks, 0,7 % var tosjøvinterlaks, mens 0,3 % var tresjøvinterlaks eller eldre. I vektgruppen mellom 3 og 7 kg (n = 2009) var 9,1 % ensjøvinterlaks, 84,7 % var tosjøvinterlaks og 6,1 % var tresjøvinterlaks eller eldre. I vektgruppen over 7 kg (n = 1566) var 0,2 % ensjøvinterlaks, 13,2 % var tosjøvinterlaks, 79,5 % var tresjøvinterlaks og 7,1 % var firesjøvinterlaks eller eldre.

Dersom vi ser innen sjøaldre (**figur 9.4**) ser vi at ensjøvinterlaksen i hovedsak er under 3 kg, men med en betydelig andel også mellom 3 og 4 kg, på samme måte er det meste av tosjøvinterlaksen mellom 3 og 7 kg, men med

en betydelig del mellom 7 og 9 kg. Lite av laksen som er tresjøvintre og eldre er under 7 kg. 92,4 % av ensjøvinterlaksen, 87,5 % av tosjøvinterlaksen og 90,4 % av tresjøvinterlaksen ble riktig bestemt på bakgrunn av vektklasseinndelingen. Dette viser at inndelingen som er i fangststatistikken er god for å anslå årsklassestyrke i slike elver.

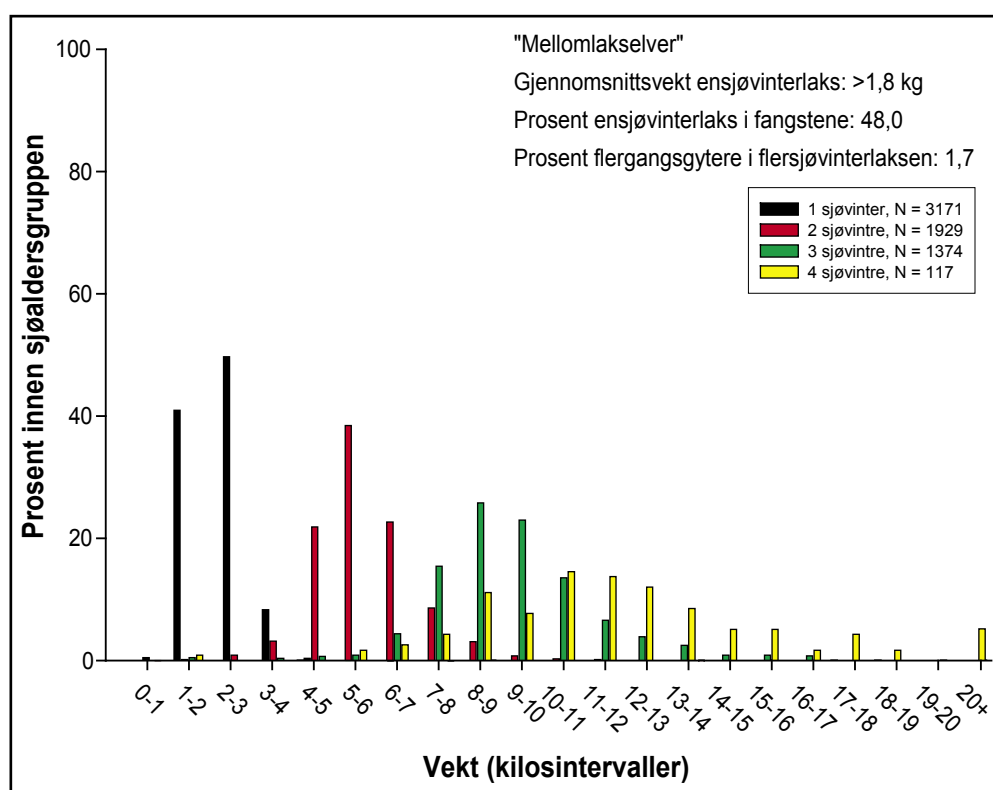
Variasjoner mellom år:

Målselva

Andelen laks under 3 kg (årlig antall 9-82, totalt 323) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 96,7 % og 100 % i de 9 årene vi har analysert data fra. Variasjonen mellom år var ikke signifikant ($\chi^2 = 6,4$, $df = 8$, $p = 0,61$).

Tabell 9.6. Elver med mellom 40 % og 60 % innslag av ensjøvinterlaks i prøvene ("mellomlakselver").

Vassdragsnavn	Fylke	Snittvekt ensjøvinter laks (g)	Totalt antall villaks undersøkt	Snittvekt alle prøver	Snittvekt laksestatistikk 1993-2003
Målselva	Troms	2290	733	4966	3957
Reisaelva	Troms	2016	373	5771	3695
Salangselva	Troms	1969	112	4464	3054
Saltdalselva	Nordland	1984	200	3929	3594
Skjoma	Nordland	1997	360	4891	4566
Vefsna	Nordland	2197	254	4312	3367
Namsen	Nord Trøndelag	2132	1617	5067	3546
Gaula	Sør Trøndelag	2120	1969	4373	4121
Nidelva	Sør Trøndelag	2352	134	5121	3397
Surna	Møre og Romsdal	2174	145	5367	3609
Enningdalselva	Østfold	1999	678	4443	4583
Sum			6575		



Figur 9.4. Prosentvis fordeling i kilosintervaller innen sjøaldre for elver med 40-60 % ensjøvinterlaks i prøvene ("mellomlakselver").

Namsen

Andelen laks under 3 kg (årlig antall 10-113, totalt 678) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 80,0 % og 100 % i de 12 årene vi har analysert data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 20,8$, $df = 11$, $p = 0,036$). Andelen av laks mellom 3 og 7 kg (årlig antall: 4-86, totalt: 543) som var tosjøvinterfisk varierte mellom 66,3 % og 100 % i de 11 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 53,6$, $df = 11$, $p < 0,001$). Andelen av større enn 7 kg (årlig antall: 14-70, totalt: 403) som var tresjøvinterfisk varierte mellom 48,3 % og 100 % i de 12 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 35,7$, $df = 11$, $p < 0,001$).

Gaula i Sør-Trøndelag

Andelen laks under 3 kg (årlig antall 35-150, totalt 1028) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 94,3 % og 100 % i de 12 årene vi har analysert data fra. Variasjonen mellom år var ikke signifikant ($\chi^2 = 16,6$, $df = 11$, $p = 0,119$). Andelen av laks mellom 3 og 7 kg (årlig antall: 14-110, totalt: 542) som var tosjøvinterfisk varierte mellom 56,9 % og 95,5 % i de 12 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 71,8$, $df = 11$, $p < 0,001$). Andelen av større enn 7 kg (årlig antall: 11-96, totalt: 405) som var tresjøvinterfisk varierte mellom 60,0 % og 100 % i de 12 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 73,0$, $df = 11$, $p < 0,001$).

Elver med under 40 % innslag av ensjøvinterlaks i fangstene ("storlakselver")

Dette er elver hvor størstedelen av fangstene utgjøres av mellom og storlaks (**tabell 9.1**). Disse elvene finner vi i vårt materiale hovedsakelig på Vestlandet, men en elv som Altaelva i Finnmark vil også falle inn under denne kategorien. Ensjøvinterlaksen i disse elvene domineres av hannfisk, mens hunnfisk er mest tallrik i alle andre sjøaldersklasser. Andelen flergangsgytere blant flersjøvinterlaksen var lav (3,2 %). Vektgruppeinndelingen i laksestatistikken stemmer godt overens med sjøaldersfordeling for denne typen elver, og ligner mye på det vi finner for "mellomlakselvene".

Imidlertid er det relativt stor variasjon mellom år i andelen laks som mellom 3 og 7 kg som er tosjøvinterlaks og laks over 7 kg som er tresjøvinterlaks (se nedenfor), mens fangstene av laks under 3 kg ser ut til å gi et godt estimat for "årsklassestyrken" av ensjøvinterlaks. Av laksen under 3 kg ($n = 1151$) var 96,4 % ensjøvinterlaks, 3,0 % tosjøvinterlaks, 0,5 % tresjøvinterlaks og 0,1 % firesjøvinterlaks. I vektgruppen 3-7 kg ($n = 1334$) var 4,1 % ensjøvinterlaks, 89,4 % var tosjøvinterlaks, 6,0 % var tresjøvinterlaks og 0,5 % var firesjøvinterlaks eller eldre. I vektgruppen over 7 kg ($n = 1445$) var 0,3 % ensjøvinterlaks, 19,6 % var tosjøvinterlaks, 72 % var tresjøvinterlaks og 8,2 % var firesjøvinterlaks eller eldre.

Dersom vi ser innen sjøaldre (**figur 9.5**) ser vi at alle er noe forskjøvet mot større vekt enn i de andre "elvetypene". Spesielt gjelder dette for tosjøvinterlaksen hvor vi finner en del fisk som er større enn 7 kg. 92,2 % av ensjøvinterlaksen, 78,8 % av tosjøvinterlaksen og 91,8 % av tresjøvinterlaksen ble riktig bestemt på bakgrunn av vektklasseinndelingen. Dette viser at inndelingen som er i fangststatistikken er god for å anslå årsklassestyrke i slike elver.

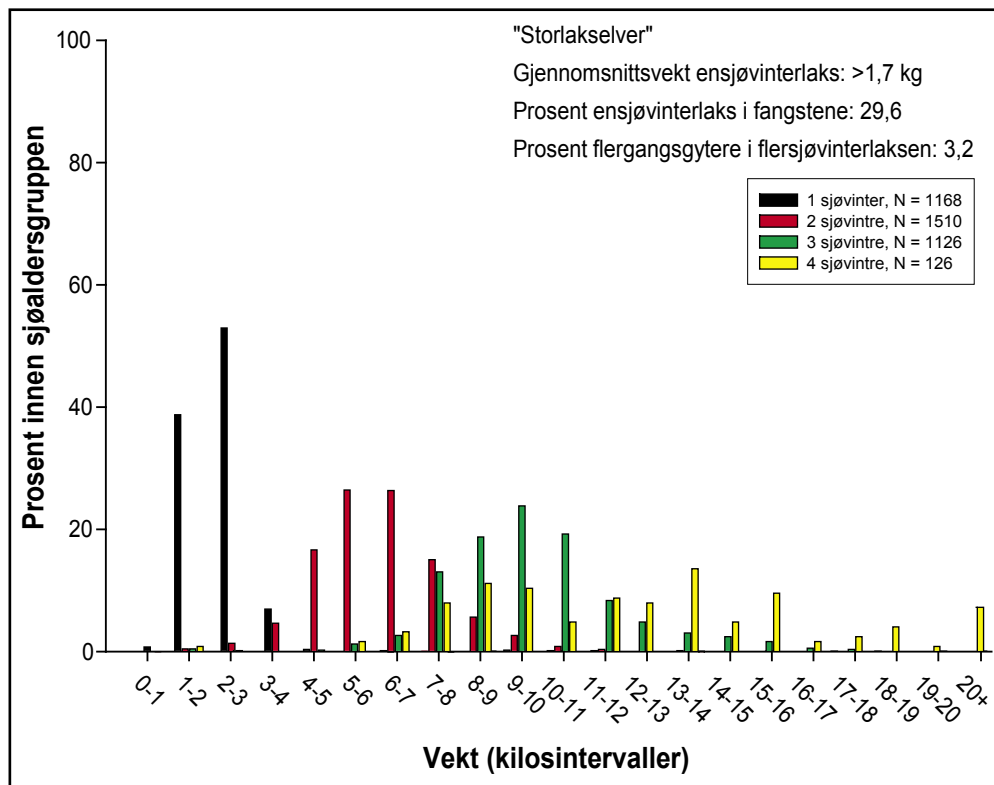
Variasjoner mellom år:

Lærdalselva

Andelen laks under 3 kg (årlig antall 35-150, totalt 1028) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 94,3 % og 100 % i de 12 årene vi har analysert data fra. Variasjonen mellom år var ikke signifikant ($\chi^2 = 16,6$, $df = 11$, $p = 0,119$). Andelen av laks mellom 3 og 7 kg (årlig antall: 19-90, totalt: 469) som var tosjøvinterfisk varierte mellom 69,4 % og 90,4 % i de 8 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var ikke signifikant ($\chi^2 = 11,2$, $df = 7$, $p = 0,13$). Andelen av større enn 7 kg (årlig antall: 23-129, totalt: 698) som var tresjøvinterfisk varierte mellom 70,9 % og 93,0 % i de 8 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 22,0$, $df = 7$, $p = 0,003$).

Tabell 9.7. Elver med mindre enn 40 % innslag av ensjøvinterlaks i prøvene ("storlakselver").

Vassdragsnavn	Fylke	Snittvekt ensjøvinter laks (g)	Totalt antall villaks undersøkt	Snittvekt alle prøver	Snittvekt laksestatistikk 1993-2003
Flekkedalselva	Sogn og Fjordane	1801	161	4674	4398
Gloppen	Sogn og Fjordane	1761	258	4672	3774
Lærdalselva	Sogn og Fjordane	2234	1557	6517	4902
Osenvassdraget	Sogn og Fjordane	1726	228	4548	3862
Strynsvassdraget	Sogn og Fjordane	2144	223	6154	5763
Vosso	Hordaland	2386	114	7610	3889
Suldalslågen	Rogaland	2019	586	7205	3438
Numedalslågen	Vestfold	2183	795	4560	3821
Sum			3922		



Figur 9.5. Prosentvis fordeling i kilosintervaller innen sjøalder for elver med under 40 % ensjøvinterlaks i prøvene ("storlakselver").

Numedalslågen

Andelen laks under 3 kg (årlig antall 5-96, totalt 291) som var ensjøvinterfisk varierte mellom 89,7 % og 100 % i de 7 årene vi har analysert data fra. Variasjonen mellom år var ikke signifikant ($\chi^2 = 4,6$, $df = 6$, $p = 0,59$). Andelen av laks mellom 3 og 7 kg (årlig antall: 9-179, totalt: 405) som var tosjøvinterfisk varierte mellom 55,9 % og 100 % i de 7 årene vi har data fra. Variasjonen mellom år var signifikant ($\chi^2 = 53,1$, $df = 6$, $p < 0,001$).

9.3.2 Vurdering av innsamlingsrutiner av skjellprøver for å anslå årsklassestyrke ut fra fangststatistikken

Dersom man skal bruke fangststatistikken for å anslå årsklassestyrke, bør man kunne justere antallet fisk i de ulike størrelsesgruppene slik at det relative styrkeforholdet til de ulike årsklassene blir riktig. Dagens inndeling i størrelsesgrupper vil i stor grad gjenspeile styrkeforholdet til ulike sjøaldersklasser i elver, bortsett fra i smålakselver med småvokst laks. Likevel varierer sammensetningen av vektgruppene signifikant mellom år i flere av elvene hvor vi har et relativt stort materiale. Dette skyldes trolig at størrelsen på innsiget fra ulike smoltårsklasser (kohorter) varierer. For å få et bilde på dette må vi samle inn nok prøver fra hver størrelsesgruppe til at sjøalderfordelingen innen størrelsesgruppen kan bli anslått så riktig som mulig. Videre må prøvene samles inn på en så representativ måte som mulig både i tid og rom.

Innsamling av prøver basert på "frivillig" innsats fra sportsfiskere vil alltid være beheftet med større eller mindre

grad av usikkerhet. Innsamlingsrutinene vil derfor bli et kompromiss mellom det som ville vært ideelt og hva som er praktisk gjennomførbart. Vi har her forsøkt å analysere noen av våre største materialer, samt gjøre simuleringer for å kunne gjøre vurderinger av hvordan man kan legge opp innsamlingsrutinene for å få et best mulig materiale.

Fordeling av prøvene i elva

I de fleste elvene har vi av praktiske årsaker samlet inn prøver fra et fåtall områder, men i Repparfjordelva har Vestfinnmark Jeger og Fiskerforening gjennom en årrekke samlet inn prøver fra hele elva. Denne elva er delt inn i 4 soner og 46 % (1513) av prøvene kunne spesifiseres til en bestemt sone, mens de resterende 54 % (1794) ikke var angitt til noen bestemt sone. Det var ikke noen signifikant forskjell i fordeling av fisk av ulike sjøalder mellom soner ($\chi^2 = 8,3$, $df = 6$, $p = 0,21$), noe som tyder på at i denne elva er det ikke av stor betydning hvor i elva prøvene blir samlet inn. Repparfjordelva er ei elv dominert av smålaks, slik at dette resultatet trolig ikke kan generaliseres til elver hvor mellom og storlaks utgjør en større del av fangstene.

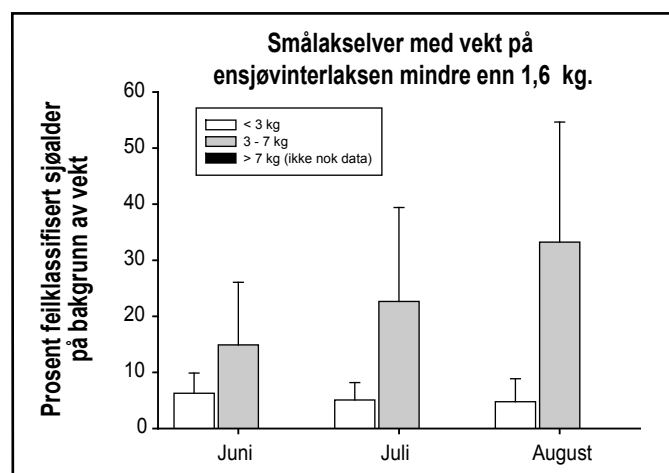
Fordeling av prøvene i tid

Her har vi analysert alle prøvene innen hver vektklasse for å se om andelen av prøvene som ble klassifisert feil varierte mellom måneder. Dersom prøvene klassifiseres bare på bakgrunn av vekten på fisken, vil en del fisk havne i feil sjøalder. Hvor stor del av prøvene som blir feilklassifisert varierer gjennom sesongen (figur 9.6 – figur 9.10) i alle typer elver. Dette tyder på at prøvene bør samles inn

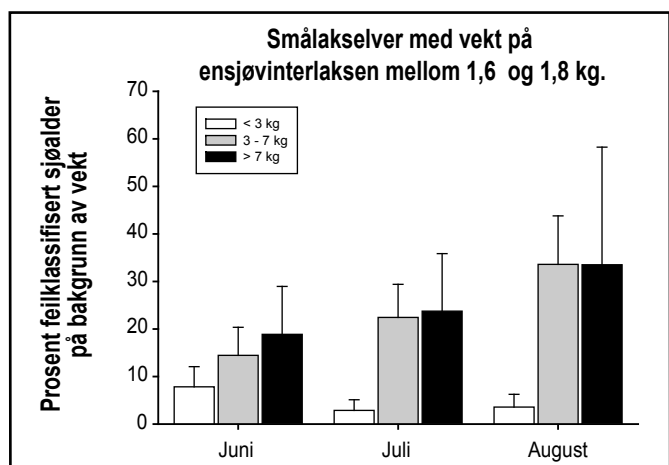
fra hele fiskesesongen for å få et mest mulig representativt bilde på sjøalderssammensetningen i fangstene.

Hvor mange prøver bør samles inn?

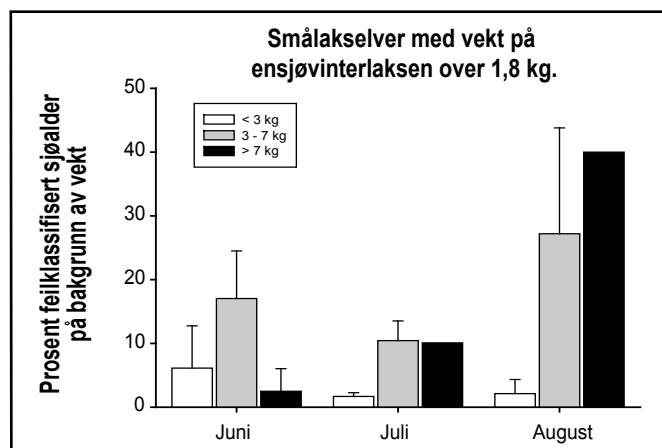
Siden andelen som blir feilbestemt varierer mellom år, er det viktig å analysere et tilstrekkelig antall prøver til at man kan anslå hvor stor andel som blir feilklassifisert i de ulike vektclassene. Vi har derfor gjort simuleringer for å se hvordan andelen som blir feilklassifisert blir anslått som funksjon av antall prøver som blir analysert. I simuleringene har vi antatt at vi kjenner den "virkelige" andelen som vil bli feilklassifisert og så trukket tilfeldig fra "fangstene" i elva og så sett på hvor mye andelen avviker i forhold til den "sanne" verdien. I simuleringene har vi antatt at vi trekker fra en uendelig stor populasjon, en tilnærming som strengt tatt bare vil være gyldig for elver med store fangster av laks.



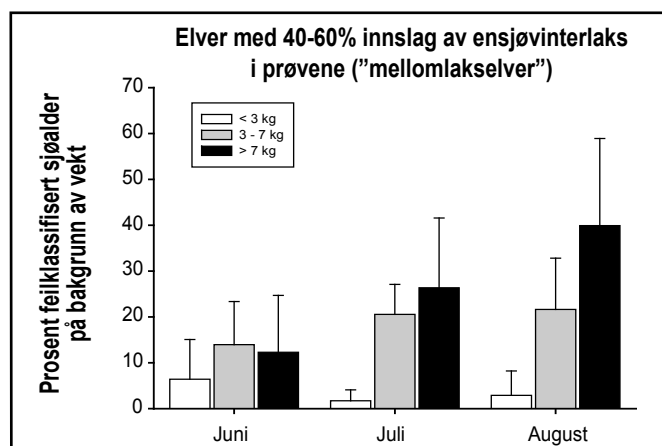
Figur 9.6. Prosentvis fordeling av prøvene fra hver måned som ville blitt gitt feil sjøalder dersom vektfordelingen i fangststatistikken hadde blitt brukt for å anslå sjøalderen. Resultatene er presentert for hver vektgruppe. For å beregne dette har vi først beregnet verdiene for hver enkelt elv, så har vi regnet ut gjennomsnitt og standard feil fra alle månedene hvor vi har prøver fra mer enn 10 fisk fra hver enkelt elv.



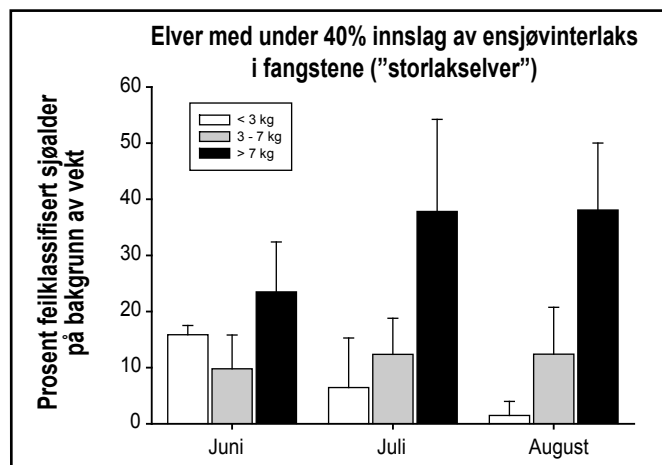
Figur 9.7. Prosentvis fordeling av prøvene fra hver måned som ville blitt gitt feil sjøalder dersom vektfordelingen i fangststatistikken hadde blitt brukt for å anslå sjøalderen. Resultatene er presentert for hver vektgruppe. For å beregne dette har vi først beregnet verdiene for hver enkelt elv, så har vi regnet ut gjennomsnitt og standard feil fra alle månedene hvor vi har prøver fra mer enn 10 fisk fra hver enkelt elv.



Figur 9.8. Prosentvis fordeling av prøvene fra hver måned som ville blitt gitt feil sjøalder dersom vektfordelingen i fangststatistikken hadde blitt brukt for å anslå sjøalderen. Resultatene er presentert for hver vektgruppe. For å beregne dette har vi først beregnet verdiene for hver enkelt elv, så har vi regnet ut gjennomsnitt og standard feil fra alle månedene hvor vi har prøver fra mer enn 10 fisk fra hver enkelt elv.



Figur 9.9. Prosentvis fordeling av prøvene fra hver måned som ville blitt gitt feil sjøalder dersom vektfordelingen i fangststatistikken hadde blitt brukt for å anslå sjøalderen. Resultatene er presentert for hver vektgruppe. For å beregne dette har vi først beregnet verdiene for hver enkelt elv, så har vi regnet ut gjennomsnitt og standard feil fra alle månedene hvor vi har prøver fra mer enn 10 fisk fra hver enkelt elv.



Figur 9.10. Prosentvis fordeling av prøvene fra hver måned som ville blitt gitt feil sjøalder dersom vektfordelingen i fangststatistikken hadde blitt brukt for å anslå sjøalderen. Resultatene er presentert for hver vektgruppe. For å beregne dette har vi først beregnet verdiene for hver enkelt elv, så har vi regnet ut gjennomsnitt og standard feil fra alle månedene hvor vi har prøver fra mer enn 10 fisk fra hver enkelt elv.

For ulike verdier av hvor stor del av laksen som blir gitt riktig sjøalder bare ved å bruke vektklasser ser vi at dersom få skjellprøver blir analysert, kan den "sanne" verdien bli kraftig feilestimert (**figur 9.11**). Gevinsten ved å analysere flere prøver flater så ut, og fra 60 prøver og oppover vinner man forholdsmessig lite i presisjon ved å analysere flere prøver (**figur 9.11**).

Hvordan bør prøvene samles inn for å få ett best mulig bilde av sjøalderfordelingen innen hver vektklasse slik at fangststatistikken kan korrigeres? Noen "tommelfingerregler":

- Prøvene bør være et mest mulig tilfeldig utvalg av fangstene.
- Prøvene bør samles gjennom hele sesongen, siden fordelingen av sjøalder innen vektklasser endrer seg gjennom sesongen.
- Det bør ideelt sett analyseres minst 60 prøver fra hver vektklasse. Dette bør være oppnåelig for smålaks i de fleste litt større elver, men kan bli vanskelig å nå for mellomlaks og spesielt for storlaks.

Ut fra dataene fra Repparfjordelva ser det ut til at det ikke er forskjell i sjøaldersfordeling mellom ulike deler av elva, slik at man kan samle inn prøver fra utvalgte vald og likevel få et representativt bilde på sjøaldersfordelingen i bestanden. Gjennomsnittsvakta i våre prøver skiller seg imidlertid fra gjennomsnittsvakta i fangststatistikken i flere elver med større innslag av flersjøvinterlaks (for eksempel Målselva og Namsen), noe som kan tyde på de prøvene vi har fått inn ikke er helt representative for fangstene i hele vassdraget. Dette bør imidlertid undersøkes nærmere ved å gjøre innsamlinger mange steder i flere vassdrag, slik at man ikke kan gi noen generell anbefaling her.

9.3.3 Geografisk fordeling av ulike typer elver

Metoder

De elvene vi har samlet inn prøver fra trenger ikke være et representativt utvalg fra alle norske lakseelver. For å få et mer representativt utvalg ble laksestatistikken fra 1993-2003 benyttet. Denne delen av laksestatistikken ble benyttet fordi det i denne tidsperioden har blitt rapportert fangster i tre vektklasser. Fordi resultatene fra elver med liten fangst av laks kan bli preget av tilfeldigheter og gjennomsnittsvekten bli påvirket av innslaget av rømt oppdrettslaks, har vi skilt mellom elver som har færre eller flere enn gjennomsnittlig 50 laks fanget per år. I elvene med færre enn 50 laks per år er trolig andelen av "feilklassifiserte" elver trolig større enn blant elvene hvor klassifiseringen er gjort på grunnlag av et større antall fisk.

Typiske smålakselver (elver med gjennomsnittsvekt på ensjøvinterlaksen under 1,6 kg)

De fleste smålakselver med vekt på smålaksen under 1,6 kg viste godt samsvar mellom gjennomsnittsvakta i våre

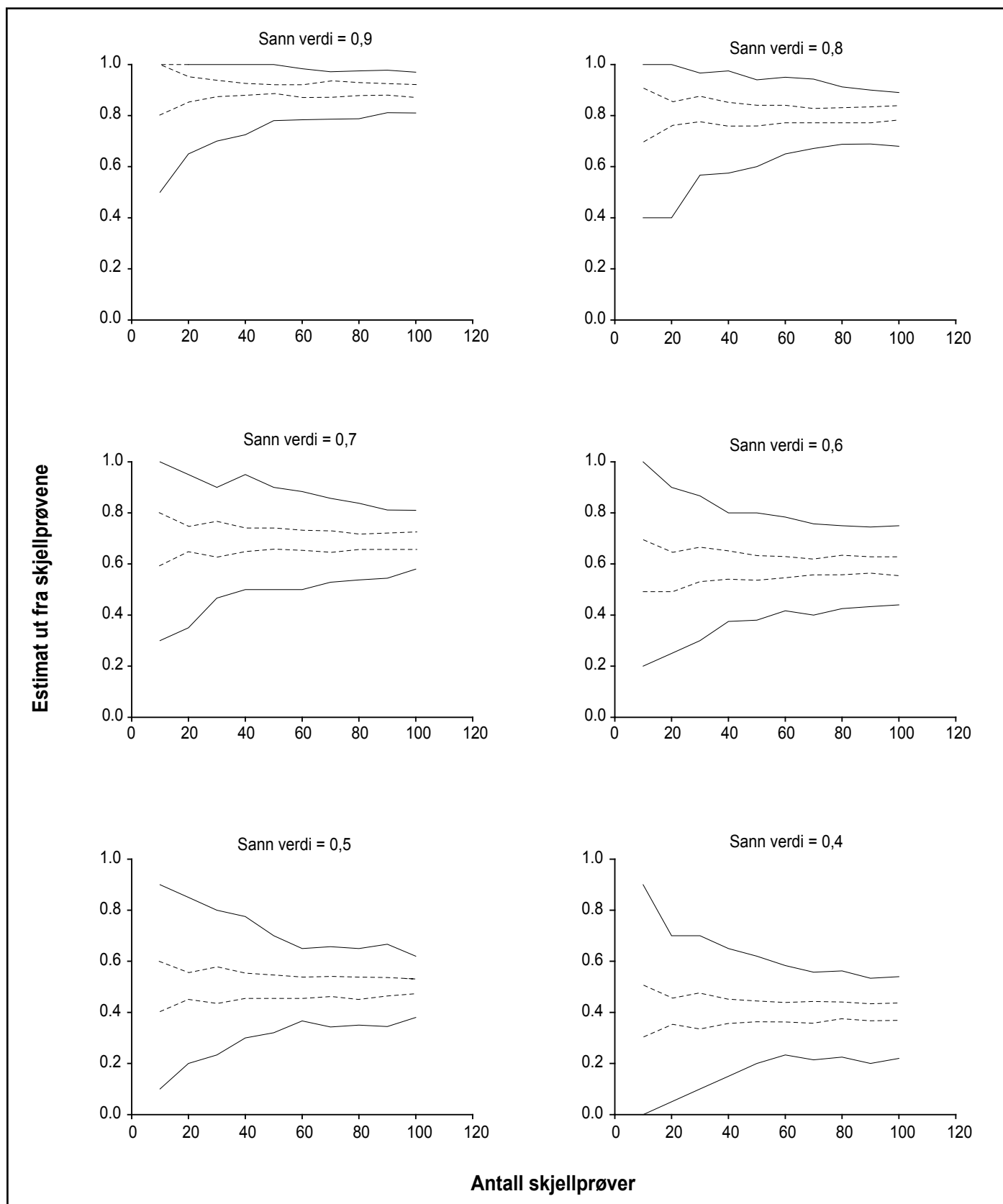
prøver av villaks og gjennomsnittsvakta i fra de samme elvene beregnet ut fra laksestatistikken (**tabell 9.1**). Unntaket er Ørstaelva i Møre og Romsdal. I Ørstaelva har trolig innslag av rømt oppdrettslaks ført til at gjennomsnittsvakta i følge laksestatistikken har blitt høy. Fra Norangsdalselva er det ikke data i laksstatistikken. For alle andre elver i vårt utvalg var gjennomsnittsvakta i laksestatistikken under 2,2 kg (**tabell 9.1**). Vi valgte derfor å kategorisere elver med gjennomsnittsvekt under 2,19 kg i laksestatistikken som typiske smålakselver.

Smålakselver med stor smålaks (Smålakselver med gjennomsnittsvekt på ensjøvinterlaksen over 1,6)

Her vil man få en glidende overgang mellom "smålakselver" og "mellomlakselver". Fra laksestatistikken var det vanskelig å skille mellom de to gruppene av elver som vi skilte ut basert på skjellprøvene. De ble derfor slått sammen. Gjennomsnittsvakta som vi beregnet ut fra prøvene av villaks i disse elvene viste godt samsvar med gjennomsnittsvakta beregnet fra laksestatistikken (**tabell 9.2** og **tabell 9.3**). Unntak er Håelva og Neiden som begge hadde lavere gjennomsnittsvekt ut fra laksestatistikken. For Håelva skyldes dette trolig at vi bare hadde et fåtall prøver, og at denne elva trolig er blitt "feilklassifisert". For Neiden har vi trolig et ikke representativt utvalg av prøvene fra fisket, siden våre prøver i hovedsak stammer fra kastenotfisket som ser ut til å fange større laks enn det som blir fanget i ordinært sportsfiske i elva. Vi valgte her å karakterisere elver med gjennomsnittsvekt i fangstene rapportert til laksestatistikken mellom 2,20 og 3,19 kg som smålakselver med stor smålaks. Dette fører til at Håelva, Verdalselva, Etneelva og Vestre Jacobselv havner i andre "kategorier" enn de ble klassifisert til ut fra skjellprøvene. Håelva blir klassifisert som en typisk smålakselv, mens de andre blir klassifisert som mellom- og storlakselver.

Elver med betydelig innslag av flersjøvinterlaks (mellom og storlakselver)

Vi valgte å slå sammen disse to gruppene siden det var vanskelig å skille dem ut fra laksestatistikken. I disse elvene var det en tendens til at gjennomsnittsvakta ut fra laksestatistikken var lavere enn beregnet ut fra våre prøver. Dette kan tyde på at vi her ikke har fått prøver som er helt representative for fangstene, noe som enten kan skyldes at sportsfiskerne har en større sannsynlighet for å ta prøver av stor laks enn av mindre laks, eller at de stedene i elvene hvor vi har samlet inn prøver fra ikke er representative for fangstene i elvene som helhet. Noen av elvene (Saldalselva, Vosso, Strynseelva, Suldalslågen og Lærdalselva) har også hatt begrensninger i fisket som kan ha ført til at gjennomsnittsvakta i laksestatistikken har blitt mindre. Vi valgte her å karakterisere elver med gjennomsnittsvekt i fangstene rapportert til laksestatistikken over 3,20 kg som elver med betydelig innslag av flersjøvinterlaks.



Figur 9.11. Resultater fra simuleringer av estimat av andelen laks innen en vektklasse som blir riktig klassifisert som funksjon av antall skjellprøver som blir analysert. I simuleringene har vi antatt at man trekker fra en uendelig stor bestand hvor en kjent andel av fisken vil bli klassifisert riktig. For hver tiende utvalgstørrelse mellom 10 og 100 har vi simulert 200 utvalg og fra disse beregnet minimum og maksimum (heltrukne linjer), samt 25 % og 75 % kvartilene (stiplede linjer).

Resultater

Totalt var det i laksestatistikken 309 elver hvor det i gjennomsnitt har blitt fanget mer enn 10 laks årlig i perioden 1993-2003. I 193 av disse har det blitt fanget over 50 laks årlig. Disse 193 elvene blir i hovedsak brukt i de videre analysene. Av disse elvene ble 72 (37 %) klassifisert som typiske smålakselver, 66 (34 %) som smålakselver med stor smålaks og 55 (28 %) som mellom og storlakselver. Om lag 97 % av laksen i laksestatistikken ble fanget i disse 193 elvene.

Fordelingen av ulike elvetyper skilte seg signifikant mellom områder $\chi^2 = 54,6$, $df = 10$, $p < 0,001$, **tabell 9.8**). Det mest påfallende mønsteret var dominansen av mellom og storlakselver på Vestlandet (Hordaland og Sogn og Fjordane), samt dominansen av typiske smålakselver i Trøndelagsfylkene.

De typiske smålakselvene finner vi i hovedsak langs kysten på Jæren og på strekningen fra Stadt til nord for Vesterålen (**figur 9.12** og **figur 9.13**). På Vestlandet finnes det nesten ikke slike elver, og i Finnmark er også denne type elver mer fåtallig blant elvene i laksestatistikken enn på kysten fra Stadt til og med Vesterålen. Om lag en fjerdedel av all laks som blir rapportert fanget i elv i Norge blir fanget i disse elvene (**tabell 9.9** og **tabell 9.10**).

Elvene med stor smålaks finner vi i hovedsak på strekningen fra Sørlandet til Rogaland, i Møre og Romsdal og i Troms og Finnmark (**tabell 9.8**, **figur 9.12** og **figur 9.14**). Om lag en femtedel av all laks som blir rapportert fanget i elv i Norge blir fanget i disse elvene (**tabell 9.9** og **tabell 9.10**). Et påfallende trekk er at vi så godt som ikke finner slike elver i Trøndelagsfylkene, den eneste elva som havner i denne kategorien her er Opløyvassdraget hvor laksebestanden har blitt preget av store utsetninger.

Tabell 9.8. Fordeling av ulike typer lakselver mellom ulike områder. Elver som har et årsgjennomsnitt på mer enn 50 laks rapportert til laksestatistikken i perioden 1993-2003 er brukt.

Elvetype	Østfold- Rogaland	Hordaland og Sogn og Fjordane	Møre og Romsdal	Trøndelag	Nordland	Troms og Finnmark	Totalt
Typiske smålakselver	7 (22%)	2 (7%)	15 (43%)	17 (65%)	19 (56%)	12 (31%)	72 (37%)
Smålakselver med stor smålaks	17 (53%)	6 (22%)	15 (43%)	1 (4%)	8 (24%)	19 (49%)	66 (34%)
Mellom og storlakselver	8 (25%)	19 (70%)	5 (14%)	8 (31%)	7 (21%)	8 (21%)	55 (28%)

Tabell 9.9. Prosentvis fordeling av antall laks rapportert fanget i elv i Norge i perioden 1993-2003 mellom ulike "typer" elver.

Elvetype	Fordeling av antall laks fanget			
	Totalt	< 3 kg	3-7 kg	> 7 kg
Typiske smålakselver	26 %	33 %	10 %	1 %
Smålakselver med stor smålaks	21 %	23 %	20 %	9 %
Mellom og storlakselver	53 %	43 %	70 %	90 %
Sum	100 %	100 %	100 %	100 %

Tabell 9.10. Prosentvis fordeling av antall kilo laks rapportert fanget i elv i Norge i perioden 1993-2003 mellom ulike "typer" elver.

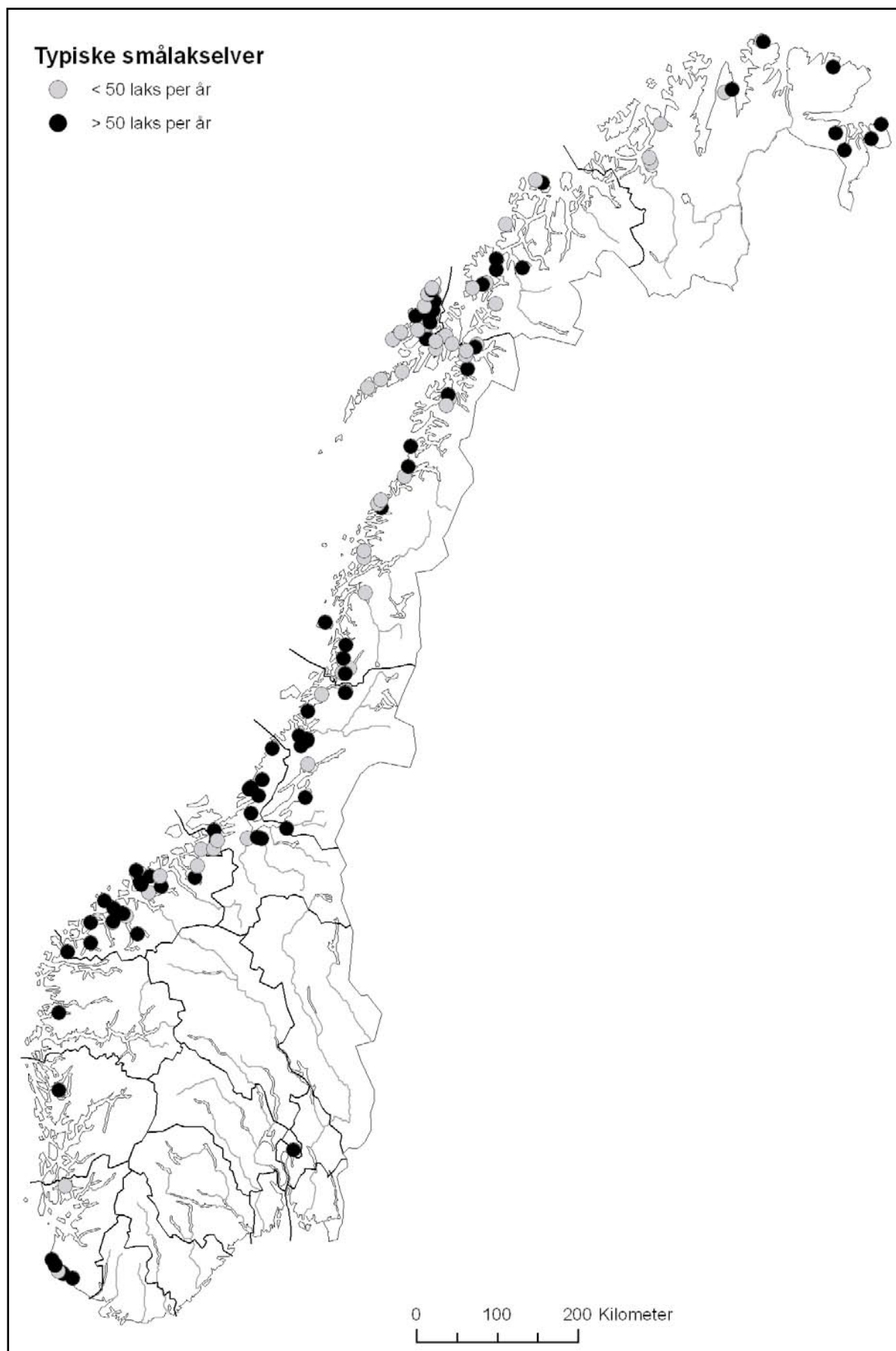
Elvetype	Fordeling av vekt laks fanget			
	Totalt	< 3 kg	3-7 kg	> 7 kg
Typiske smålakselver	15 %	29 %	9 %	1 %
Smålakselver med stor smålaks	18 %	24 %	20 %	9 %
Mellom og storlakselver	67 %	47 %	72 %	90 %
Sum	100 %	100 %	100 %	100 %

Mellom og storlakselver finner vi stort sett inne i fjordene (**figur 9.12** og **figur 9.15**). Denne typen elver finnes over hele landet, andelsmessig dominerer de på Vestlandet (**tabell 9.8**). Dette er i hovedsak relativt store elver. Over halvparten av all laks som blir rapportert fanget i elv i Norge blir fanget i disse elvene (**tabell 9.9** og **tabell**

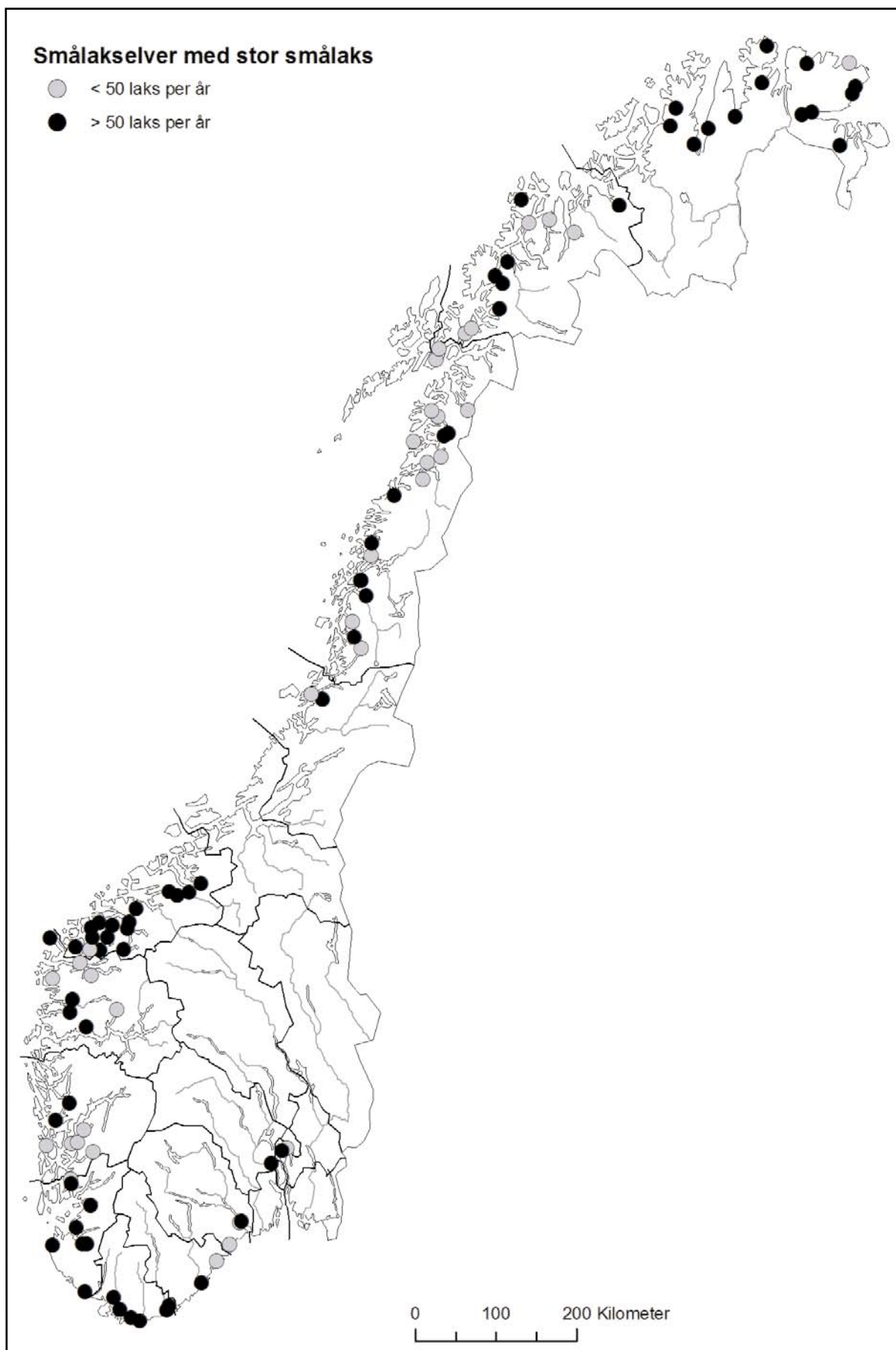
9.10). Noen av elvene med liten fangst som har havnet i denne kategorien (**figur 9.15**) er trolig elver hvor innslag av oppdrettslaks har ført til høy gjennomsnittsvekt i fangstene. En del av elvene som har havnet i denne kategorien er derfor trolig feilklassifisert.



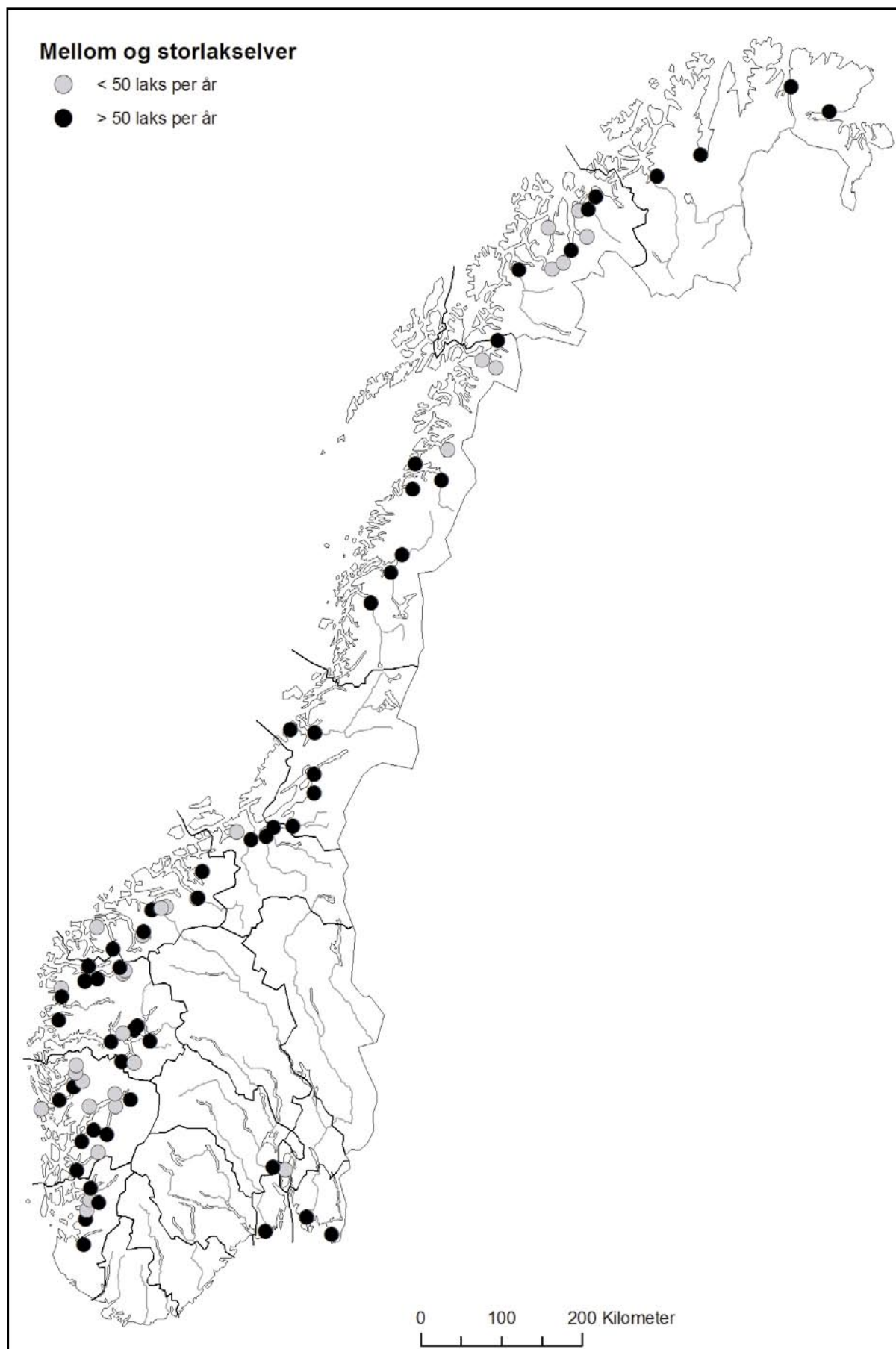
Figur 9.12. Fordeling av elver hvor det har blitt rapportert om mer enn 50 laks årlig i gjennomsnitt i perioden 1993 – 2003. Elvene er gruppert etter gjennomsnittsvekta på de rapporterte laksene.



Figur 9.13. Fordeling av typiske smålakselver. Det er skilt mellom elver som har hatt større og mindre fangst enn 50 laks årlig.



Figur 9.14. Fordeling av smålakselver med stor smålaks. Det er skilt mellom elver som har hatt større og mindre fangst enn 50 laks årlig.



Figur 9.15. Fordeling av mellom og storlakselver. Det er skilt mellom elver som har hatt større og mindre fangst enn 50 laks årlig.

10 Sammenfattende diskusjon

Peder Fiske, Lars Petter Hansen og Arne J. Jensen

Laksefangstene i Norge har variert mye, og noe av variasjonen som man har observert skyldes endringer i fangstrykket. Men selv når man tar hensyn til dette synes det som om innsiget av laks til Norge var på et lavmål midt på 1990-tallet (Hansen et al. 2004). Dette er også et mønster som ser ut til å gå igjen over hele laksens utbredelsesområde (Friedland 1998, ICES 2004). En slik bestandsutvikling kan skyldes flere faktorer. Hvis vi går gjennom laksens livsløp, kan vi oppsummere mulige årsaker på følgende måte: 1) for få egg kan ha blitt lagt slik at elvenes produksjonspotensiale ikke har blitt fylt opp; 2) overlevelsen hos ungfisk i elvene kan ha blitt redusert uten at dette skyldes for få lagte egg, med andre ord elvens produksjonspotensiale kan ha endret seg; 3) overlevelsen i havet kan ha endret seg slik at selv om produksjonen av laksesmolt har holdt seg oppe kommer færre laks tilbake til elvene i perioder med dårlig overlevelse.

Det trenger ikke være slik at bare en av disse faktorene har endret seg. Selv om man sannsynliggjør effekter av en av dem utelukker dette ikke de andre. Man kan også tenke seg at flere av faktorene kan samvirke. Kommer det lite laks tilbake til elva som følge av dårlig sjøoverlevelse og/eller overfiske kan dette føre til at produksjonspotensialet ikke blir utnyttet, noe som igjen leder til liten smoltproduksjon osv.

I denne rapporten er resultatene fra en rekke studier i vassdrag som har blitt overvåket av NINA for å belyse slike problemstillinger blitt oppsummert. Vi har valgt å oppsummere disse ved å starte med overlevelsen fra smolt til voksen fisk, så diskutere overlevelse i elv og sammenhengen mellom smoltproduksjon og antall voksne laks tilbake til elvene. Videre diskuterer vi hvilke muligheter bruk av fangststatistikken gir for å vurdere årsklassestyrke og utvikling i laksebestandene, og hva slags overvåking som bør gjennomføres for å belyse dette på en mest mulig kostnadseffektiv måte uten å redusere faglig kvalitet.

10.1 Overlevelse i sjøen

Variasjonene i laksebestandene ser ut til å ha utviklet seg noenlunde parallelt i store deler av laksens utbredelsesområde (Friedland et al. 2000, ICES 2002). Dette kan tyde på at felles faktorer påvirker bestandene. Slike faktorer kan finnes både i ferskvannsfasen og i sjøfasen av laksen livshistorie. Dessuten kan ferskvannsrelaterte faktorer først komme til uttrykk etter at laksen har vandret ut i sjøen. Slike faktorer kan være tidspunkt for smoltutvandring, smoltstørrelse og forurensinger som smolten blir eksponert til i vassdraget, men som reduserer fiskens evne til å osmoregulere i sjøvann (se for eksempel Hansen &

Jonsson 1989; Staurnes et al. 1996; McCormick et al. 1998). Den generelle nedgangen i laksebestandene som har blitt observert de siste tre tiår har vært størst i Vest-Atlanteren og i Sør- og Midt-Europa (f. eks. Skottland og Irland) spesielt for mellom- og storlaks, og det er en vanlig oppfatning at dette i hovedsak forklares ved at dødeligheten i havet har økt (se for eksempel ICES 2004). Imidlertid er sjøfasen et naturlig sted å søke etter forklaringen på et slikt mønster siden laks fra større områder her kan bli utsatt for felles påvirkninger siden de kan oppholde seg i samme område i havet (Hansen 1993, Hansen & Jacobsen 2000, Hansen & Jacobsen 2003). For eksempel samvarierer gjenfangstratene fra Figgjo i Norge og North Esk i Skottland (Friedland et al. 1998, Friedland et al. 2000), og gjenfangstratene samvarierer igjen med sjøtemperaturer i Nordsjøen (Friedland et al. 1998). Tilveksten første året i sjøen korrelerte også positivt med gjenfangstratene i North Esk (Friedland et al. 2000), noe som tyder på at år med gode næringsforhold for postsmolten også gir god vekst, bedre overlevelse, mindre predasjon og dermed større tilbakevending.

Gode overlevelsesestimater er tidkrevende å skaffe, men i denne rapporten presenteres estimater fra Drammenselva, Imsa, Figgjo, Orkla og Halselva. De er skaffet til veie ved ulike metoder, men alle viser dårlig overlevelse i sjøen gjennom store deler av 1990-tallet, med et lavmål på overlevelsen rundt 1995. Årene etter smoltutvandringen i 1995 var også de årene med lavest totalfangst av laks i Norge. Dette tyder på at dårlig sjøoverlevelse er en viktig del av forklaringen til de svake fangstene av laks på 1990-tallet.

Lav overlevelse i sjøen og dermed redusert oppvandring av laks i elvene kan føre til mangel på gytefisk, med påfølgende dårlig rekruttering og redusert smoltutvandring i neste generasjon. På 1990-tallet var det en relativt lang periode med dårlig overlevelse i sjøen. Vi ser for oss at utviklingen i mange lakseelver utover 1990-tallet var følgende: De første smoltårgangene i denne perioden hadde dårlig overlevelse i sjøen, og dette førte til at det kom færre voksne laks tilbake enn vanlig. En del av disse ble beskattet i sjø og elv. Dermed ble det for få gytefisk til at produksjonspotensialet ble utnyttet, og neste generasjons smoltårsklasser ble svake. I tillegg ble de utsatt for stor dødelighet i sjøen. Resultatet ble trolig at enda færre gytefisk kom tilbake til elva og fikk gyte, til tross for at det i mellomtida var innført restriksjoner i fisket. Denne utviklingen gjaldt trolig spesielt for bestander i områder der det på grunn av andre faktorer, f. eks. lakselus, har vært ekstraordinær dødelighet i sjøen, samt små bestander med relativt få gytefisk fra andre områder. Mange slike laksebestander kom i løpet av 1990-årene inn i en ond sirkel som fremdeles ikke fullt ut er brutt. Eksempler på slike bestander som er omtalt i denne rapporten er Strynseelva,

Saltdalselva og Halselva. Til tross for at laksen i Strynselfva var fredet i tre år, så synes smoltårgangene som gikk ut i 2002 og 2003 å ha vært de svakeste siden dataserien ble opprettet i 1986. 2004-årgangen av smolt i Strynselfva ser imidlertid svært lovende ut (**figur 5.5**).

10.2 Overlevelse i elv og oppfylling av produksjonspotensiale

Overlevelsen i elv kan påvirkes både av hvor mange konkurrenter som er i elva fra før (tetthetsavhengige faktorer) (Bjorkstedt 2000, Elliott 2001) og av faktorer som ikke er avhengig av hvor mange konkurrenter som finnes (tetthetsuavhengige faktorer) (Elliott 2001). Sammenhengen mellom antall egg som blir lagt og antall smolt som blir produsert påvirkes selvfølgelig av både tetthetsavhengige og tetthetsuavhengige faktorer (Prévost & Chaput 2001), og studiene som er rapportert her demonstrerer begge typene bestandsregulering. Sammenhengen mellom antall egg lagt og antall smolt produsert i Halselva tyder på at elva har vært under sitt produksjonspotensiale i de fleste årene siden vi ikke ser noen tendens til utflating av smoltproduksjonen når antall lagte egg øker. Overlevelsen fra egg til smolt var i gjennomsnitt 2,2 % i denne elva. I en slik bestand vil trolig tetthetsuavhengige faktorer som for eksempel flom (Jensen & Johnsen 1999) virke sterkest, ved siden av antall lagte egg, til å forklare variasjonen i smoltproduksjon. Resultatene fra Orkla tyder også på at tetthetsuavhengige faktorer som tilførsel av næringssalter kan ha endret elvas produksjonskapasitet i løpet av studieperioden. Når man korrigerer for dette finner man sammenhenger som tyder på at elvas produksjonskapasitet blir oppfylt når det blir lagt mer enn ca 2,5 – 3 egg per m². Hvor mange egg som må legges for at elvas produksjonskapasitet skal være oppfylt vil variere mellom elver og er avhengig av mange forhold, som for eksempel klima, vannkvalitet, habitatkvalitet og forekomst av konkurrenter og predatorer. I Imsa, som er næringsrik, ligger i et område med gunstig klima og hvor substratet og vannhastighet er gunstig for produksjon av laks, er denne grensen for eksempel betydelig høyere (6-8 egg per m²) (Hansen et al. 1996, Jonsson et al. 1998b). Vanligvis blir tetthetsavhengig dødelighet uttrykt gjennom tetthetene fra samme årsklasse (kohort), men dataene fra Strynselfva tyder på at tettheten av eldre kohorter ser ut til å påvirke tettheten av (og trolig dermed også overlevelsen til) yngre kohorter.

For å sikre at rekrutteringen i våre laksebestander er bærekraftig kan man sette opp gytebestandsmål. Stock-recruitment analyser er svært viktige for å beregne hvor mange egg, eller hunner av gytefisk som trengs for å bringe bestanden videre. For å utvikle gytebestandsmål for våre lakselver er resultater fra langtidsovervåking av laksebestander svært viktig, og det anbefales at det blir satt i gang systematisk overvåking av flere laksebestander enn tilfelle er i dag.

10.3 Sammenhengen mellom smoltproduksjon og antall voksne tilbake til elva

Både i Imsa (Jonsson et al. 1998b) og i Strynselfva (denne rapporten) finner man en positiv sammenheng mellom antallet smolt som vandrer ut og antallet voksne laks som kommer tilbake til elva fra samme smoltårgang, men det er stor variasjon. Denne sammenhengen er relativt opplagt, men viser at både smoltproduksjonen og sjøoverlevelsen har betydning for størrelsen på innsiget av voksen laks. Det er derfor av betydning å studere begge for å kunne vurdere bestandssituasjonen hos laks. Imidlertid ser det ut til at sjøoverlevelsen i perioden vi har data fra har variert mer enn smoltproduksjonen i de elvene hvor vi har data. Dette vil trolig gjelde generelt i elver hvor produksjonspotensialet er oppfylt, men i elver hvor ungfiskbestanden er betydelig under produksjonspotensialet, eller i småelver hvor miljøforholdene (f. eks. vannføring) kan variere betydelig, vil trolig smoltproduksjonen også kunne variere mer.

For å få et overslag over den relative betydningen av variasjon i smoltproduksjon og variasjon i sjøoverlevelse på antallet fisk som kommer tilbake til elvene har vi gjennomført noen enkle simuleringer. Vi tok utgangspunkt i datasettene for smoltproduksjon og sjøoverlevelse fra Orkla, Imsa og Halselva. For alle disse har vi gjennomsnittlig smoltproduksjon og sjøoverlevelse og variasjonsbreddene i løpet av studieperiodene, på henholdsvis 19, 19 og 13 år. Vi brukte triangulære sannsynlighetsfordelinger for både smoltproduksjon og sjøoverlevelse på 50 verdier fra minste til største verdi. Disse har høyest sannsynlighet for gjennomsnittverdiene og sannsynlighetene avtar lineært mot ytterpunktene (minste og største verdi). Ut fra disse 50 verdiene og deres sannsynligheter ble det trukket 500 tilfeldige verdier, og fra hver tilfeldige kombinasjon av smoltproduksjon og sjøoverlevelse ble antallet fisk tilbake til elvene beregnet. Både antall fisk tilbake, smoltproduksjonen og sjøoverlevelsen ble normalisert (observasjon – gjennomsnitt) / standardavviket før det ble kjørt en stegvis regresjonsanalyse med antall fisk tilbake som avhengig variabel. R^2 i steg en og endringen i R^2 i steg to angir hvor mye av variasjonen i antall fisk tilbake som kan forklares med variasjon i den faktor som ble tatt inn i hvert av stegene. Sjøoverlevelse kom alltid inn på første steg. I Halselva og Imsa ble det som en forenkling bare regnet med overlevelsen til ensjøvinterlaks. I Orkla er innslaget av flersjøvinterlaks stort og overlevelsene ble simulert med separate overlevelsestall for en-, to- og tresjøvinter laks.

I Orkla er smoltproduksjonen relativt høy (gjennomsnitt 195 000) og har variert med en faktor på 2,7 (høyeste verdi er 2,7 ganger høyere enn laveste). Variasjonen i sjøoverlevelsen har vært større, fra en faktor på omlag 6

hos tresjøvinter, via 14 på tosjøvinter til 11 på ensjøvinter. Simuleringene antyder at variasjonen i sjøoverlevelse forklarer 76 % av variasjonen i antall laks tilbake, mens variasjon i smoltproduksjon forklarer 24 %.

I Imsa er smoltproduksjonen mye lavere enn i Orkla (gjennomsnitt 1100), og variasjonen har vært mye større (en faktor på ca 10). Sjøoverlevelsen er lik den i Orkla (Imsa: ensjøvinter 8,5; Orkla: ensjøvinter 9,7, alle sjøaldre 7,6 %) og variasjonen i sjøoverlevelsen har også vært stor med en faktor på omlag 10. Simuleringene antyder at variasjonen i sjøoverlevelse forklarer 54 % av variasjonen i antall laks tilbake, mens variasjon i smoltproduksjon forklarer 46 %.

Gjennomsnittlig smoltproduksjon i Halselva er like stor som i Imsa (1100), men variasjonen har vært noe mindre (en faktor på ca 6). Sjøoverlevelsen er en god del lavere (gjennomsnitt 2,9 %) enn i både Orkla og Imsa, og har variert med en faktor på 7,6. Simuleringene antyder at variasjonen i sjøoverlevelse og smoltproduksjon forklarer like mye (50 % hver) av variasjonen i antall laks tilbake.

Disse simuleringene viser ikke overraskende at både variasjoner i ferskvann og i havet har betydning for hvor mye laks som kommer tilbake, og at den relative betydningen av elve- og sjøfasen varierer. I en type elv som Orkla, men en stor og relativt stabil smoltproduksjon så betyr variasjonen i sjøoverlevelse mest og variasjonen i smoltproduksjon forklarer omlag 25 %. Dette er et mønster det er grunn til å anta vi vil finne i mange andre vassdrag hvor ungfiskbestandene er relativt store, beskatningen er moderat og hvor det er få eller ingen negative påvirkningsfaktorer. I Imsa har variasjonen i smoltproduksjonen av ulike menneskeskapte grunner vært stor, og her kan denne variasjonen forklare opp mot 50 % av variasjonen i tilbakevandring. Imsa kan derfor framstå som et eksempel på små laksebestander som utsettes for ulike ytre faktorer som påvirker smoltproduksjon, og viser at i slike vassdrag vil smoltproduksjonen være viktig for hvor mye fisk som kommer tilbake til elvene. I Halselva betyr variasjon i smoltproduksjon og sjøoverlevelse like mye. I Halselva har det ikke vært ytre faktorer som har påvirket smoltproduksjonen vesentlig, men rekrutteringen har i hele perioden ligget under bærekapasiteten. Halselva kan derfor tjene som eksempel på en liten bestand hvor beskatningen er hard, eller hvor en kombinasjon av høy beskatning og lav sjøoverlevelse har medført at det blir for få gytefisk i elvene, et fenomen som trolig har forekommet i mange småvassdrag på 1990 tallet. I tillegg representerer Halselva nordlige bestander hvor sjøoverlevelse ser ut til å være betydelig lavere enn i mer sørlige bestander.

10.4 Trender i alder og størrelse ved kjønnsmodning

Det synes å være en betydelig genetisk komponent i laksens alder ved kjønnsmodning (Gjerde 1984, Glebe & Saunders 1986, Skilbrei 1989). Men forskjellige miljøfaktorer har også betydning, selv om disse foreløpig neppe er tilstrekkelig kartlagt (Meerburg 1986). For eksempel er det foreslått at alderen ved kjønnsmodning påvirkes både av forhold i ferskvann og i sjøen. Således har mange studier konkludert med at varigheten av oppholdet i sjøen er omvendt korrelert til smoltstørrelsen (se Nicierza & Braña 1993), mens blant annet i Imsa er det funnet at vekstforholdene i tidlig sjøfase påvirker alder ved kjønnsmodning (Peterman 1985, Scarnecchia et al. 1989, Jonsson & Jonsson 2004). Begge disse parametrene kan relateres til variasjoner i klima, og eventuelle klimaendringer vil derfor kunne påvirke laksens alder ved kjønnsmodning.

I tre elver (Saltdalselva, Strynseelva og Imsa) der vi har sett på utviklingen av laksens alder ved kjønnsmodning var det en trend mot lavere sjøalder utover i 1980- og 1990-årene. I alle tre elvene har andelen ensjøvinterlaks blant laksen som vender tilbake til elva økt. I Figgjo ble det ikke observert noen trend i andelen smålaks av laksen som ble merket som smolt. En mulig forklaring på den økende trenden av smålaks kan være endringer i klima (se kapittel 10.1), men det kan også delvis skyldes endringer i beskatningen av laks, spesielt effekter av at drivgarnfisket og fisket ved Færøyene er stoppet. Drivgarnfisket, som ble avviklet i 1989, var et selektivt fiske som beskattet laks rundt 3-4 kg hardest, det vil si store ensjøvinterlaks og små tosjøvinterlaks (Jensen et al. 1999). Ifølge den offisielle fangststatistikken ble det i Norge i gjennomsnitt for perioden 1980-1988 årlig tatt 1212 tonn laks i sjøen, derav 725 tonn på drivgarn, samt 302 tonn i ferskvann. Da drivgarnfisket ble avviklet, ble derfor et stort antall laks i den nevnte størrelsesgruppen tilgjengelig for andre fiskerier, og fangstene i ferskvann økte med ca 25 % de følgende årene. I tre av fire norske laksebestander som ble undersøkt, deriblant Strynseelva, fant Jensen et al. (1999) at fangstene av ensjøvinterlaks økte signifikant etter drivgarnforbudet, mens det ikke var signifikante endringer i fangstene av flersjøvinterlaks. Dessuten økte andelen ensjøvinterlaks i alle de fire elvene. Gjennomsnittsvekta av ensjøvinterlaks økte i alle de fire elvene, mens gjennomsnittsvekta for tosjøvinterlaks avtok i de to sørligste bestandene (Strynseelva og Namsen). De to øvrige bestandene (Altaelva og Repparfjordelva) ligger i Finnmark, der man benyttet drivgarn med noe mindre maskevidde enn lenger sør, og derfor trolig i enda større grad beskattet smålaks. Størrelsen på tresjøvinterlaks endret seg ikke i noen av elvene. Disse endringene korresponderte godt med seleksjonskurver for drivgarn og gjennomsnittsvekter for rapporterte drivgarnfangster i forskjellige deler

av landet (Jensen et al. 1999). Dette viser at opphøret av drivgarnfisket kan forklare en del av den nedgangen i alder ved kjønnsmodning som vi har observert blant laks som har vandret opp i elvene utover på 1980- og 1990-tallet. Dette støttes også av at andelen smålaks i de norske fiskeriene (samlet for sjø og elv) ikke har endret seg systematisk i perioden 1987-2003, men variert rundt et gjennomsnitt på 61 % (ICES 2004).

En av de lengste tidsseriene på laksens sjøalder ved kjønnsmodning er rapportert fra flere av de store skotske elvene (Summers 1995). Ved analyse av fangstdata fra fem skotske vassdrag så langt tilbake som på 1700 tallet, ble det til tross for betydelige årlige svingninger funnet store langsiktige svingninger som var korrelert mellom vassdrag. For eksempel var det på midten av 1800 tallet svært høy andel av smålaks i fangstene (70-80 %), mens andelen av smålaks ca. 100 år senere hadde sunket til 20-30 %. Dette kan vanskelig forklares ved selektivt fiske.

Det er altså flere faktorer som kan ha påvirket laksens alder ved kjønnsmodning, og det er vanskelig å skille effektene fra disse faktorene fra hverandre uten mer inngående kjennskap til lokale forhold i de enkelte vassdrag og regioner.

10.5 Bruk av fangststatistikken for å vurdere smoltårsklassestyrke hos tilbakevandrende laks

En slik bruk av fangststatistikken hviler på minst to viktige forutsetninger: 1) at inndelingene i fangststatistikken representerer sjøaldersklasser, og 2) at variasjoner i de rapporterte fangstene gjenspeiler underliggende variasjoner i bestandene.

Fangststatistikken har siden 1993 vært delt inn tre ulike vektklasser (<3 kg, 3-7 kg og >7kg). Våre analyser av skjellprøver viser at dette tilsvarer vektfordelingen i de tre vanligste sjøaldersklassene for de fleste elver (ca 75 %) i Norge (smålakselver med stor smålaks og mellom- og storlakselver). Imidlertid, varierer andelen som blir "feilbestemt" ut fra vektklasseinndelingen mellom år i de fleste vassdrag hvor vi har stort nok datamateriale til å teste dette. Dette tyder på at for å forbedre inndelingen i sjøalderklasser ut fra fangststatistikken bør man korrigere for denne fordelingen av sjøalder innen vektklasser ut fra skjellprøver undersøkt i de enkelte år. Videre bør man også korrigere for innslaget av rømt oppdrettslaks (Fiske et al. 2001, Hansen et al. 2004) innen de ulike størrelseskategoriene. Det bør søkes å samle inn minst 60 skjellprøver innenfor hver vektklasse. I de fleste elver med betydelige fangster bør dette la seg gjøre for smålaks, men dette kan bli et vanskeligere mål å nå for mellom- og storlaks. Videre bør skjellprøvene samles inn gjennom

hele fiskesesongen, siden sjøaldersfordelingen ser ut til å endre seg gjennom sesongen. Ideelt sett er det bedre å ta et stort antall prøver gjennom hele sesongen og velge ut et representativt utvalg i ettertid, enn å prøve å gjøre et representativt utvalg i løpet av sesongen da man til en hver tid ikke vet hva fangstene vil bli resten av sesongen.

10.6 Er variasjoner i fangstene et representativt mål på variasjoner i underliggende bestander?

Empiriske studier som har forsøkt å belyse sammenhengen mellom fangster i sportsfisket og bestandenes størrelse, har både pekt på at variasjoner i fangstene på en god måte kan gjenspeile variasjoner i bestandene (Crozier & Kennedy 2001), og at en slik metode kan føre til betydelige feil i anslaget av populasjonsstørrelsen (O'Connell 2003). Fangbarheten av laks i sportsfisket er avhengig av mange faktorer som for eksempel vannføring, temperatur, fiskens bitevillighet og hva slags sportsfiskeredskap som er i bruk (se for eksempel Sandhaugen & Hansen 2001). Hvis mesteparten av laksen er på plass i elva før fiskesesongen er slutt, er det stor sannsynlighet for at fangstene er noenlunde representative for bestandsstørrelsen, men hvis det går opp mye laks etter fiskesesongens slutt vil nok representativiteten avta.

Sammenhengen mellom andelen som blir fanget i sportsfisket og antall fisk som vandret opp var negativ i Drammenselva og positiv i Orkla, noe som gir oss en pekepinn på at sammenhengen mellom bestand og fangst kan variere mellom elver. Imidlertid viste begge elver en positiv sammenheng mellom antall laks som gikk opp og antall laks som blir fanget, slik at variasjoner i fangstene i disse elvene i alle fall til en viss grad reflekterer variasjoner i antall fisk som går opp i elvene. Målet bør være å få prøver som representerer mest mulig av de norske laksefangstene. Fra hvilke bestander, hva slags data og hvordan bør prøvene samles inn slik at man på en faglig forsvarlig og kostnadseffektiv måte kan få oversikt over bestands sammensetningen i store deler av den norske laksebestanden? Det anbefales at det blir gjort en slik vurdering før eventuelle store nye overvåkingsprogrammer settes i gang.

10.7 Geografisk fordeling av sjøaldersfordeling

Tidligere er det gjort studier som viser at alder ved kjønnsmodning korrelerer godt med vannføringen i elva (Jonsson et al. 1991, L'Abée-Lund et al. 2004). Videre viser studier fra lms at "feilvandringssprosenten" var ca 5 % for vill ensjøvinterlaks og ca 10 % for vill tosjøvinterlaks, og omtrent halvparten av laksen "feilvandret" til vassdrag som lå nærmere enn 60 km fra lmsa (Jonsson & Jonsson 2001, Jonsson et al. 2003a). Disse feilvandringssprosentene

vil trolig representere minimumsestimater siden fisk som vandrer opp i andre elver vil ha mindre sannsynlighet for å bli oppdaget enn fisk som må passere fiskefella på lms. På den andre siden er det mulig at laks som tidlig i sesongen vandrer opp i en annen elv enn elva den vandret ut fra vil kunne vandre tilbake til "riktig" elv senere i sesongen, og at "feilvandringsestimater" basert på fangster dermed vil kunne bli for høye. Dersom mellom 5 % og 10 % "feilvandere" er et mønster som er representativt for laksebestandene, vil dette føre til at elver som ligger nær større elver med god produksjon av laks, vil kunne motta tilførsel av laks fra de store elvene. På mange måter representerer et slikt mønster kriteriene for å ha såkalte kildepopulasjoner (source-populations) som bidrar til å opprettholde små populasjoner i nærheten (sink-populations), noe av kjernen i et metapopulasjonsmønster (Hanski 1999, Tufto & Hindar 2003). Signifikant økende genetisk forskjell med økende avstand mellom populasjoner ("isolation by distance") innen europeiske og amerikanske populasjoner av Atlantisk laks (King et al. 2001) tyder også på at nærliggende bestander kan betraktes som å tilhøre "metapopulasjoner". At små bestander kan motta betydelig antall fisk fra andre bestander tyder oppvandringen av voksen laks i Halselva på, hvor en betydelig andel av laksen som vandrer opp var umerket (gjennomsnitt over år: 58 %, spenn: 14 % - 97 %) på tross av at all smolt som passerer fella på vei ut blir merket enten med Carlinmerker eller klippmerker. Dette stemmer godt med en teoretisk studie basert på gytefisketellinger i elver rundt Sognefjorden, hvor Lærdalselva kan ha bidratt med opptil 50 % av gytefisken i de ni andre elvene i systemet (Hindar et al. 2003).

Det geografiske mønsteret av lakseelver med ulik livshistorie på laksen, hvor vi grovt sett finner mellom- og storlakselvene lengst inn i fjordene, smålakselver med stor smålaks i midtre strøk, og typiske smålakselver langs kysten kan godt være tilpasninger til for eksempel vannføringen i elvene (Jonsson et al. 1991, L'Abée-Lund et al. 2004). Vi kan likevel ha betydelig genetisk utveksling mellom nærliggende populasjoner, selv om de skiller seg i livshistorieparametre. Trekk som er utsatt for naturlig seleksjon som størrelse og alder ved kjønnsmodning vil vi da forvente skiller seg mer mellom nærliggende populasjoner enn trekk som ikke er forventet å være utsatt for seleksjon. Dette blant annet fordi tilpasninger til lokale forhold kan skje raskt hos laksefisk (Haugen 2000a, b, Haugen & Vøllestad 2001, Hendry et al. 2000, Koskinen et al. 2002). Dermed kan vi forvente å finne betydelige likheter i nøytrale trekk som for eksempel mikrosatellitter, selv om bestandene kan skille seg betydelig i livshistorietrekk.

10.8 Hva kan overvåkingsresultatene brukes til?

Generelt er det stor enighet om verdien av lange tidsserier med biologiske data. Resultatene fra overvåkingsprosjektene på laks er interessante både for forvaltningen og forskningen, men nytten av dem er avhengig av hva slags data som samles inn, kvaliteten av dem og lengden på tidsseriene. Generelt vil lange tidsserier gi mer informasjon enn korte.

Resultatene av tidsseriene på laks vil bidra til å gi informasjon om langtidstrender i bestandsstørrelse, livshistorie, beskatning, med andre ord følge med i bestandsutviklingen. På den måten kan man relativt raskt få oversikt over forandringer som gir grunnlag for forvaltningen til å innføre forskjellige tiltak for å sikre bestandene.

Resultater av gode langtidsserier kan gi ny kunnskap, og ved å korrelere laksedata med f. eks. miljødata, har man kunnet forklare trender i laksens liv, og hvordan miljøet påvirker livshistorie og atferd. Etter hvert som datagrunnlaget øker og resultatene sammenlignes med tilsvarende informasjon fra laksebestander i andre land, kan man også se om trendene er generelle.

Det er også mulig å bruke resultatene av langtidsseriene til å estimere bestandsstørrelsen av laks før høsting (Pre Fishery Abundance, PFA), utvikle gytebestandsmål og prognoser for innsig av laks. For å gjøre dette på en best mulig måte vil det kreve en betydelig langtidsplanlegging av overvåkingsinnsatsen, slik at man får en best mulig og mest representativ oversikt over norske laksebestander.

11 Litteratur

- Aass, P. 1970. The winter migrations of char, *Salvelinus alpinus* L., in the hydro-electric reservoirs Tunhovdfjord and Pålshufjord, Norway. – Report from the Institute of Freshwater Research, Drottningholm 50: 5-44.
- Aass, P. 1972. Age determination and yearclass fluctuations of cisco, *Coregonus albula* L. in the Mjøsa hydroelectric reservoir, Norway. – Report from the Institute of Freshwater Research, Drottningholm 52: 5-22.
- Aass, P. 1973. Some effects of lake impoundments on Salmonids in Norwegian hydroelectric reservoirs. – Acta Universitatis Upsaliensis. Abstracts Uppsala Dissertations Scientific 234: 1-12.
- Aass, P. 1986. Langvarige fiskeribiologiske forskningsprogrammer i ferskvann. – Fauna 39: 10-17.
- Aass, P., Sondrup Nielsen, P. & Brabrand, Å. 1989. Effects of river regulation on the structure of a fast-growing brown trout (*Salmo trutta* L.) population. – Regulated Rivers 3: 255-266.
- Allendorf, F.W., Knudsen, K.L. & Leary, R.F. 1983. Adaptive significance of differences in the tissue specific expression of a phosphoglucose mutase gene in rainbow trout. – Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 80: 1397-1400.
- Alm, G. 1959. Connection between maturity, size and age in fishes. – Report of the Institute of Freshwater Research, Drottningholm 40: 5-145.
- Anon. 1992. Report of the Working Group on North Atlantic salmon. – ICES CM 1992/Assess: 15.
- Anon. 1999. NOU 1999:9 "Til laks åt alle kan ingen gjera?" – Høringsoppsummering og vurdering fra Direktoratet for Naturforvaltning.
- Anon. 2003. Lange tidsserier for miljøovervåking og forskning - Viktige terrestriske og limniske dataserier. – Norges forskningsråd rapport nr. 2: 1-66.
- Beamish, R.J., Noakes, D.J., McFarlane, G.A., Klyashtorin, L., Ivanov, V.V. & Kurashov, V. 1999. The regime concept and natural trends in the production of Pacific salmon. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 56: 516-526.
- Benestad, R.E. 2002. Empirical downscaled temperature scenarios for northern Europe based on a multi-model ensemble. – Climate Research 21: 105-125.
- Beyer, F. 1976. Influence of freshwater outflow on the hydrography of the Dramsfjord in southern Norway. – S. 75-87 i: Skreslet, S., Leinebø, R., Matthews, R. & Sakshaug, E. red. Freshwater on the sea. Norske Havforskeres Forening, Oslo.
- Bjorkstedt, E.P. 2000. Stock-recruitment relationships for life cycles that exhibit concurrent density dependence. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 57: 459-467.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. – Hydrobiologia 173: 9-43.
- Brun, E. & Høgåsen, H. 2003. *Gyrodactylus salaris* i Drammensvassdraget. Risiko for spredning til nye elver via migrasjon av laks. – Rapport Vetrinærinstituttet, 14 s, 5 vedlegg.
- Carlin, B. 1955. Tagging of salmon smolts in the River Lagan. – Report of the Institute of Freshwater Research, Drottningholm 36: 57-74.
- Carlsen, K.T., Berg, O.K., Finstad, B. & Heggberget, T.G. 2004. Diel periodicity and environmental influence on the smolt migration of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*, in northern Norway. – Environmental Biology of Fishes 70: 403-413.
- Crisp, D.T. 1981. A desk study of the relationship between temperature and hatching time for eggs of five species of salmonid fishes. – Freshwater Biology 11: 361-368.
- Crozier, W.W. & Kennedy, G.J.A. 2001. Relationship between freshwater angling catch of Atlantic salmon and stock size in the River Bush, Northern Ireland. – Journal of Fish Biology 58: 240-247.
- De Leo, G.A. & Gatto, M. 2001. A stochastic bioeconomic analysis of silver eel fisheries. – Ecological Applications 11: 281-294.
- Einum, S., Thorstad, E. & Næsje, T.F. 2002. Growth rate correlations across life-stages in female Atlantic salmon. – Journal of Fish Biology 60: 780-784.
- Elliott, J.M. 2001. The relative role of density in the stock-recruitment relationship of salmonids. – S. 25-66 i Prévost, É. & Chaput, G., red. Stock, recruitment and reference points: assessment and management of Atlantic salmon. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris.
- Elliott, J.M. & Hurley, M.A. 1997. A functional model for maximum growth of Atlantic salmon parr, *Salmo salar*, from two populations in Northwest England. – Functional Ecology 11: 592-603.
- Erikstad, L., Storeid, S.E. & Hansen, L.P. 1999. Estimering av produksjon av laksesmolt i norske vassdrag ved hjelp av GIS. – NINA Oppdragsmelding 602: 1-10.
- Finney, B.P., Gregory-Eaves, I., Douglas, M.S.V. & Smol, P.J. 2002. Fisheries productivity in the northeastern Pacific Ocean over the past 2200 years. – Nature 416: 729-733.
- Fiske, P., Lund, R.A., Østborg, G.M. & Fløystad, L. 2001. Rømt oppdrettslaks i sjø- og elvefisket i årene 1989-2000. – NINA Oppdragsmelding 704: 1-26.
- Fleming, I.A. & Gross, M.R. 1992. Reproductive behavior of hatchery and wild coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*): Does it differ? – Aquaculture 103: 101-121.
- Fleming, I.A., Jonsson, B., Gross, M.R. & Lamberg, A. 1996. Experimental tests of the reproductive impact of farmed on wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). – Journal of Applied Ecology 33: 893-905.

- Fleming, I.A., Lamberg, A. & Jonsson, B. 1997. Effects of early experience on the reproductive performance of Atlantic salmon. - *Behaviour Ecology* 8: 470-480.
- Fleming, I.A., Hindar, K., Mjølnerød, I.B., Jonsson, B., Balstad, T. & Lamberg, A. 2000. Lifetime success and interactions of farmed Atlantic salmon invading a native population. - *Proceedings of the Royal Society of London* 267: 1517-1523.
- Forseth, T., Hurley, M.A., Jensen, A.J. & Elliott, J.M. 2001. Functional models for growth and food consumption of Atlantic salmon parr, *Salmo salar*, from a Norwegian river. - *Freshwater Biology* 46: 173-186.
- Friedland, K.D. 1998. Ocean climate influences on critical Atlantic salmon (*Salmo salar*) life history events. - *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55 (Suppl. 1): 119-130.
- Friedland, K.D., Reddin, D.G. & Kocik, J. 1993. Marine survival of North American and European Atlantic salmon: effects of growth and environment. - *ICES Journal of Marine Science* 50: 481-492.
- Friedland, K.D., Hansen, L.P. & Dunkley, D.A. 1998. Marine temperatures experienced by postsmolts and the survival of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the North Sea area. - *Fisheries Oceanography* 7: 22-34.
- Friedland, K.D., Hansen, L.P., Dunkley, D.A. & MacLean, J.C. 2000. Linkage between ocean climate, post-smolt growth and survival of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the North Sea area. - *ICES Journal of Marine Science* 57: 419-429.
- Gjerde, B. 1984. Response to individual selection for age at sexual maturity in Atlantic salmon. - *Aquaculture* 38: 229-240.
- Glebe, B.D. & Saunders, R.L. 1986. Genetic factors in sexual maturity of cultured Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr and adults reared in sea cages. - S. 24-29 i: Meerburg, D.J. red. *Salmonid age at maturity*. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 89.
- Gunnes, K. & Gjerdem, T. 1978. Selection experiments with salmon IV. Growth of Atlantic salmon during two years in the sea. - *Aquaculture* 15: 19-33.
- Hamon, T.R., Foote, C.J., Hilborn, R. & Rogers, D.E. 2000. Selection on morphology of spawning wild sockeye salmon by a gill-net fishery. - *Transactions of the American Fisheries Society* 129: 1300-1315.
- Hansen, L.P. 1988. Status of exploitation of Atlantic salmon in Norway. - S. 143-161 i: Mills, D.H. & Piggins, D.J., red. *Atlantic salmon: Planning for the future*. Croom Helm, London & Sydney, Timber Press, Portland, Oregon.
- Hansen, L.P. 1990. Exploitation of Atlantic salmon (*Salmo salar*) from the River Drammenselv, SE Norway. - *Fisheries Research* 10: 125-135.
- Hansen, L.P. 1991. Rehabilitation of the Atlantic salmon stock in the River Drammenselv, SE Norway. - S. 140-146 i: Mills, D., red. *Proc. Symp. Strategies for the rehabilitation of salmon rivers*. Linnean Society of London, The Atlantic Salmon Trust, Institute of Fisheries Management.
- Hansen, L.P. 1993. Movement and migration of salmon at sea. - S. 26-39 i: Mills, D.H., red. *Salmon in the sea and new enhancement strategies*. Fishing News Books, Oxford.
- Hansen, L.P. & Jacobsen, J.A. 2000. Distribution and migration of Atlantic salmon *Salmo salar* L., in the sea. - S. 75-87 i: Mills, D.H. red. *The Ocean Life of Atlantic Salmon*. Fishing News Books, Oxford.
- Hansen, L.P. & Jacobsen, J.A. 2003. Origin and migration of wild and escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in oceanic areas north of the Faroe Islands. - *ICES Journal of Marine Science* 60: 110-119.
- Hansen, L.P. & Jonsson, B. 1985. Downstream migration of hatchery-reared smolts of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the river Imsa, Norway. - *Aquaculture* 45: 237-248.
- Hansen, L.P. & Jonsson, B. 1986. Salmon ranching experiments in the river Imsa: effects of day and night release and of sea-water adaptation on recapture-rates of adults. - *Report of the Institute of Freshwater Research, Drottningholm* 63: 47-51.
- Hansen, L.P. & Jonsson, B. 1989. Salmon ranching experiments in the river Imsa: effect of timing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolt migration on survival to adults. - *Aquaculture* 82: 367-373.
- Hansen, L.P. & Lea, T.B. 1982. Tagging and release of Atlantic salmon smolts (*Salmo salar* L.) in the River Rana, Northern Norway. - *Report of the Institute of Freshwater Research, Drottningholm* 60: 31-38.
- Hansen, L.P., Næsje, T.F. & Garnås, E. 1986. Stock assessment and exploitation of Atlantic salmon *Salmo salar* L. in the River Drammenselv. - *Fauna norvegica Series A*, 7: 23-26.
- Hansen, L.P., Jonsson, B. & Jonsson, N. 1996. Overvåking av laks fra Imsa og Drammenselva. - *NINA Oppdragsmelding* 401: 1-28.
- Hansen, L.P., Fiske, P., Holm, M., Jensen, A.J. & Sægvog, H. 2004. Bestandsstatus for laks i Norge 2003. Rapport fra arbeidsgruppe. - *Utrekning for DN 2004-6*, 42s.
- Hanski, I. 1999. Metapopulation biology. - *Oxford University Press*, Oxford.
- Haugen, T.O. 2000a. Early survival and growth in populations of grayling with recent common ancestors - field experiments. - *Journal of Fish Biology* 56: 1173-1191.
- Haugen, T.O. 2000b. Growth and survival effects on maturation pattern in populations of grayling with recent common ancestors. - *Oikos* 90: 107-118.

- Haugen, T.O. & Vøllestad, L.A. 2001. A century of life-history evolution in grayling. - *Genetica* 112: 475-491.
- Hendry, A.P., Wenburg, J.K., Bentzen, P., Volk, E.C. & Quinn, T.P. 2000. Rapid evolution of reproductive isolation in the wild: evidence from introduced salmon. - *Science* 290: 516-518.
- Hi, J.X. & Steward, D.J. 2002. A stage-explicit expression of the von Bertalanffy growth model for understanding age at first reproduction of Great Lakes fishes. - *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59: 250-261.
- Hindar, K., Tufto, J., Sættem, L.M. & Balstad, T. 2003. Conservation of genetic variation in harvested salmon populations. - *ICES CM* 2003/V:23.
- Hjort, J. 1926. Fluctuations in the year classes of important food fishes. - *Journal du Conseil Permanent Internationale pour l'Exploration de la Mer* 1: 1-38.
- Hoerling, M.P. Hurrell, J.W. & Xu, T.Y. 2001. Tropical origins for recent North Atlantic climate change. - *Science* 292: 90-92.
- Hofgaard, A., Anker-Nilssen, T., Bruteig, L.E., Kålås, J.A. & Solberg, E.J. 2004. Overvåking avdekker klimarelaterte forandringer i norsk natur. Eksempler med utgangspunkt i DN-finansierte overvåkingsdata. - *NINA Minirapport* 70: 1-18.
- Hutchings, J.A. & Jones, M.E.B. 1998. Life history variation in growth rate thresholds for maturity in Atlantic salmon. - *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55 (Supplement 1): 22-47.
- Hvidsten, N.A. 1990. Utvandring og produksjon av laks- og auresmolt i Orkla 1979-1988. - *NINA Oppdragsmelding* 39: 1-26.
- Hvidsten, N.A. 1993. High winter discharge after regulation increases production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts in the river Orkla, Norway. - *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 118: 175-177.
- Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Vivås, H., Bakke, Ø. & Heggberget, T.G. 1995. Downstream migration of Atlantic salmon smolts in relation to water flow, water temperature, moon phase and social behaviour. - *Nordic Journal of Freshwater Research* 70: 38-48.
- Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Jensås, J.G. 1996. Bestand og rekruttering av laks i Orkla. - *NINA Oppdragsmelding* 389: 1-27.
- Hvidsten, N.A., Heggberget, T.G. & Jensen, A.J. 1998. Sea water temperatures at Atlantic salmon smolt entrance. - *Nordic Journal of Freshwater Research* 74: 79-86.
- Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Jensen, A.J., Fiske, P., Ugedal, O., Thorstad, E.B., Jensås, J.G., Bakke, Ø. & Forseth, T. 2004. Orkla - et nasjonalt referansevassdrag for studier av bestandsregulerende faktorer hos laks. Samlerapport for perioden 1979-2002. - *NINA Fagrapport* 79: 1-96.
- ICES 2002. Report of the working group on North Atlantic salmon. - *ICES CM* 2002/ACFM 14: 1-297.
- ICES 2004. Report of the working group on north Atlantic salmon. - *ICES. CM* 2004/ACFM 20: 1-286.
- Jensen, A.J. 1980. Fiskeribiologiske undersøkelser i Stryne-, Loen- og Jostedalsvassdraget i 1979 og 1980, med en oppsummering av tidligere undersøkelser. - Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Reguleringsundersøkelsene. Rapport nr. 13-1980. 61 s.
- Jensen, A.J. 1990. Growth of young migratory brown trout *Salmo trutta* correlated with water temperature in Norwegian rivers. - *Journal of Animal Ecology* 59: 603-614.
- Jensen, A.J. 1992. Effekter av klimaendringer på laks i Norge. - *NINA Forskningsrapport* 36. 1-21.
- Jensen, A.J. 1994. Growth and age distribution of a river-dwelling and a lake-dwelling population of anadromous Arctic char (*Salvelinus alpinus*) at the same latitude in Norway. - *Transactions of the American Fisheries Society* 123: 370-376.
- Jensen, A.J. 1995. Growth and smoltification of anadromous Arctic char presmolts in lentic and lotic habitats. - *Nordic Journal of Freshwater Research* 71: 309-319.
- Jensen, A.J. (red.) 1996. Overvåking av anadrome laksefisk i utvalgte referansevassdrag. Årsrapport 1995. - *NINA Oppdragsmelding* 422: 1-51.
- Jensen, A.J. & Aass, P. 1995. Migration of a fast-growing population of brown trout (*Salmo trutta* L.) through a fish ladder in relation to water flow and water temperature. - *Regulated Rivers: Research and Management* 10: 217-228.
- Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. 1982. Difficulties in aging Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) from cold rivers due to lack of scales as yearlings. - *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 39: 321-325.
- Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. 1986. Different adaptation strategies of Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations to extreme climates with special reference to some cold Norwegian rivers. - *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 43: 980-984.
- Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. 1988. The effect of river flow on the results of electrofishing in a large, Norwegian salmon river. - *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 23: 1724-1729.
- Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. 1989. Laks og sjøaure i Strynevassdraget 1982-1988. - *NINA Forskningsrapport* 4: 1-27.
- Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. 1999. The functional relationship between peak spring floods and survival and growth of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*). - *Functional Ecology* 13: 778-785.

- Jensen, A.J. & Saksgård, L. 1987. Fiskeribiologiske undersøkelser i lakseførende deler av Beiarelva, Saltdalselva, Lakselva og Ranaelva, Nordland, 1978-1985. - Direktoratet for naturforvaltning. Reguleringsundersøkelsene. Rapport nr. 9-1987. 96 s.
- Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Saksgård, L. 1989. Temperature requirements in Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*), and Arctic char (*Salvelinus alpinus*) from hatching to initial feeding compared with geographic distribution. - Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 46: 786-789.
- Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Heggberget, T.G. 1991. Initial feeding time of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) alevins compared to river flow and water temperature in Norwegian streams. - Environmental Biology of Fishes 30: 379-385.
- Jensen, A.J., Grande, M., Korsen, I. & Hvidsten, N.A. 1998a. Reduced heavy metal pollution in the Orkla River, Norway: effects on fish populations. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 1235-1242.
- Jensen, A.J., Zubchenko, A., Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Kashin, E. & Næsje, T.F. 1998b. A five year study of Atlantic salmon in two Russian and two Norwegian rivers. NINA•NIKU Project Report 8: 1-40.
- Jensen, A.J., Zubchenko, A.V., Heggberget, T.G., Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Kuzmin, O., Loenko, A.A., Lund, R.A., Martynov, V.G., Næsje, T.F., Sharov, A.F. & Økland, F. 1999. Cessation of the Norwegian drift net fishery: Changes observed in Norwegian and Russian populations of Atlantic salmon. - ICES Journal of Marine Science 56: 84-95.
- Jensen, A.J., Forseth, T. & Johnsen, B.O. 2000. Latitudinal variation in growth of young brown trout *Salmo trutta*. - Journal of Animal Ecology 69: 1010-1020.
- Jensen, K.W. 1977. On the dynamics and exploitation of the population of brown trout, *Salmo trutta* L., in Lake Øvre Heimdalsvatn, Southern Norway. - Report from the Institute of Freshwater Research, Drottningholm 56: 18-69.
- Jensen, K.W. 1979. Lakseundersøkelser i Eira. - S. 165-173 i: Gunnerød, T.B. & Mellquist, P. red.. Vassdragsregulerings biologiske virkninger i magasiner og lakseelver. NVE. DVF.
- Johnsen, B.O. 1978. Fiskeribiologiske undersøkelser i de lakseførende deler av Saltdalsvassdraget. - Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. Reguleringsundersøkelsene i Nordland. Rapport nr. 1-1978. 64 s.
- Johnsen, B.O. & Jensen, A.J. 1988. Introduction and establishment of *Gyrodactylus salaris* Malmberg 1957, on Atlantic salmon, *Salmo salar* L. fry and parr in the River Vefsna, northern Norway. - Journal of Fish Diseases 11: 35-45.
- Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I. & Jensen, A.J. 1999. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laks i norske vassdrag. Statusrapport ved inngangen til år 2000. - NINA Oppdragsmelding 617: 1.-129.
- Jonsson, B. 1985. Life history patterns of freshwater resident and sea-run migrant brown trout in Norway. - Transactions of the American Fisheries Society 114: 182-194.
- Jonsson, B. & Fleming, I.A. 1993. Enhancement of wild salmon populations. - S. 209-238 i: Sundnes, G. red. Human impact on self-recruiting populations. The Royal Norwegian Society of Sciences and Letters Foundation, Tapir Publishers, Trondheim.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 1993. Partial migration: niche shift versus sexual maturation in fishes. - Reviews in Fish Biology and Fisheries 3: 348-365.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2001. Feilvandring hos oppdrettslaks og villaks. - NINA Oppdragsmelding 720: 1-21.
- Jonsson, B. & Ruud-Hansen, J. 1985. Water temperature as the primary influence on timing of seaward migrations of Atlantic salmon smolts. - Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 42: 593-595.
- Jonsson, B., Hindar, K. & Northcote, T.G. 1984. Optimal age at sexual maturity of sympatric and experimentally allopatric cutthroat trout and Dolly Varden charr. - Oecologia (Berlin) 61: 319-325.
- Jonsson, B., Jonsson, N. & Hansen, L.P. 1990. Does juvenile experience affect migration and spawning of adult Atlantic salmon. - Behavioural Ecology and Sociobiology 26: 225-230.
- Jonsson, B., Forseth, T., Jensen, A.J. & Næsje, T. 2001a. Thermal performance of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L. - Functional Ecology 15: 701-711.
- Jonsson, B., Jonsson, N., Brodtkorb, E. & Ingebrigtsen, P.-J. 2001b. Life history traits of brown trout vary with the size of small streams. - Functional Ecology 15: 310-317.
- Jonsson, B., Jonsson, N. & Hansen, L.P. 2003a. Atlantic salmon straying from the River Imsa. - Journal of Fish Biology 62: 641-657.
- Jonsson, N., Hansen, L.P. & Jonsson, B. 1991. Variation in age, size and repeat spawning of adult Atlantic salmon in relation to river discharge. - Journal of Animal Ecology 60: 937-947.
- Jonsson, N., Jonsson, B. & Hansen, L.P. 1998a. Long-term study of the ecology of wild Atlantic salmon smolts in a small Norwegian river. - Journal of Fish Biology 52: 638-650.
- Jonsson, N., Jonsson, N. & Hansen, L.P. 1998b. The relative role of density-dependent and density-independent survival in the life cycle of Atlantic salmon *Salmo salar*. - Journal of Animal Ecology 67: 751-762.
- Jonsson, N., Næsje, T.F., Jonsson, B., Saksgård, R. & Sandlund, O.T. 1999. The influence of piscivory on life history traits of brown trout. - Journal of Fish Biology 55: 1129-1141.
- Jonsson, N., Jonsson, B. & Hansen, L.P. 2003b. The marine survival and growth of wild and hatchery-reared Atlantic salmon. - Journal of Applied Ecology 40: 900-911.

- Jonsson, N. & Jonsson, B. 2004. Size and age of maturity of Atlantic salmon correlate with the North Atlantic Oscillation Index (NAOI). - *Journal of Fish Biology* 64: 241-247.
- Jørgensen, L. 2002. Bonitering av Saltdalsvassdraget, gyte-registreringer høsten 2000/01 og prøvefiske i Vassbotnvatn. – Nordnorske Ferskvannsbiologer, rapport 2002-14. 36 s.
- King, T.L., Kalinowski, S.T., Schill, W.B., Spidle, A.P. & Lubinski, B.A. 2001. Population structure of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): a range-wide perspective from microsatellite DNA variation. - *Molecular Ecology* 10: 807-821.
- Koskinen, M.T., Haugen, T.O. & Primmer, C.R. 2002. Contemporary fisherian life-history evolution in small salmonid populations. - *Nature* 419: 826-830.
- L'Abée-Lund, J.H. 1994. Effect of smolt age, sex and environmental conditions on sea age at 1st maturity of anadromous brown trout, *Salmo trutta*, in Norway. - *Aquaculture* 121: 65-71.
- L'Abée-Lund, J.H., Vøllestad, L.A. & Beldring, S. 2004. Spatial and temporal variation in the grilse proportion of Atlantic salmon in Norwegian rivers. - *Transactions of the American Fisheries Society* 133: 743-761.
- Lea, E. 1910. On the methods used in the herring investigations. - *Publ. Circ. Cons. Explor. Mer.* 53: 7-174.
- Lund, R.A., Hansen, L.P. & Järvi, T. 1989. Identifisering av oppdrettslaks og villaks med ytre morfologi, finnestørrelse og skjellkarakter. - NINA Forskningsrapport 1: 1-54.
- Machiels, M.A. & Wijsman, J. 1996. Size selective mortality in an exploited perch population and the reconstruction of potential growth. - *Annales Zoologici Fennici* 33: 397-401.
- Meerburg, D.J. (red.) 1986. Salmonid age at maturity. – Canadian Special Publications of Fisheries and Aquatic Sciences 89. 117 s.
- McCormick, S.D., Hansen, L.P., Quinn, T.P. & Saunders, R.L. 1998. Movement, migration, and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). - *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55 (Suppl. 1): 77-92.
- Nicierza, A.G. & Braña, F. 1993. Relationships among smolt size, marine growth, and sea age at maturity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Northern Spain. - *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50: 1632-1640.
- Niemelä, E., Julkunen, M. & Erkinaro, J. 1999. Densities of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the subarctic River Teno, Northern Finland. – *Boreal Environmental Research* 4: 115-124.
- O'Connell, M.F.O. 2003. An examination of the use of angling data to estimate total returns of Atlantic salmon, *Salmo salar*, to two rivers in Newfoundland, Canada. - *Fisheries Management and Ecology* 10: 201-208.
- Pauly, D. 1981. The relationship between gill surface area and growth performance in fish: a generalization of von Bertalanffy's theory of growth. - *Meeresforschung* 28: 251-282.
- Peterman, R.M. 1985. Patterns of interannual variation in age of maturity of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in Alaska and British Columbia. - *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 42: 1595-1607.
- Peterson, E. & Järvi, T. 1997. Reproductive behaviour of sea trout (*Salmo trutta*): The consequence of sea-ranching. - *Behaviour* 134: 1-22.
- Pethon, P. 1987. Salinitetsmålinger i Drammensfjorden og Oslofjorden høsten 1987. - Direktoratet for Naturforvaltning, Forskningsavdelingen, Teknisk Notat 1: 1-16.
- Pethon, P. & Hansen, L.P. 1990. Migration of Atlantic salmon smolts *Salmo salar* L. released at different sites in the River Drammenselv, SE Norway. - *Fauna norvegica Series A* 11: 17-22.
- Potter, E.C.E. & Dunkley, D.A. 1993. Evaluation of marine exploitation of salmon in Europe. - S. 203-219 i: Mills, D. red. *Salmon in the sea, and new enhancement strategies*. Fishing News Books, Oxford.
- Prévost, É. & Chaput, G. 2001. Stock, recruitment and reference points: assessment and management of Atlantic salmon. - Institut National de la Recherche Agronomique, Paris. 223 pp.
- Ricker, W.E. 1972. Hereditary and environmental factors affecting certain salmonid populations. – S. 19-160 i: Simon, R.C. & Larkin, P.A. red. *The Stock concept in Pacific salmon*. MacMillan Lectures in Fisheries, University of British Columbia, Vancouver.
- Ricker, W.E. 1979. Growth rates and models. – S. 677-743 i: Hoar, W.S., Randall, D.J. & Brett, J.R. red. *Fish Physiology*. Academic Press, New York.
- Ricker, W.E. 1981. Changes in average size and average age of Pacific salmon. - *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 38: 1636-1656.
- Rosseland, L. 1979. Erfaringer med smoltutsettinger i regulerte vassdrag. – S. 243-263 i: Gunnerød, T.B. & Mellquist, P. red. *Vassdragsregulerings biologiske virkninger i magasiner og lakseelver*. NVE. DVF.
- Salminen, M., Kuikka, S. & Erkamo, E. 1995. Annual variability in survival of sea-ranched Baltic salmon, *Salmo salar* L.: significance of smolt size and marine conditions. - *Fisheries Management and Ecology* 2: 171-184.
- Sandhaugen, A.I. & Hansen, L.P. 2001. Beskatning av atlantisk laks i Drammenselva. - NINA fagrapport 51: 1-44.
- Saunders, R.L. 1981. Atlantic salmon (*Salmo salar*) stocks and management implications in the Canadian Atlantic Provinces and New England, USA. - *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 38: 1612-1625.

- Scarnecchia, D.L., Isaksson, A. & White, S.A. 1989. Effects of oceanic variations and the West Greenland fishery on age at maturity of Icelandic west coast stocks of Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 46: 577-590.
- Schaffer, W.M. & Elson, P.F. 1975. The adaptive significance of variation in life history among local populations of Atlantic salmon in North America. - Ecology 56: 577-590.
- Skilbrei, O.T. 1989. Relationships between smolt length and growth and maturation in the sea of individually tagged Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Aquaculture 83: 95-108.
- Staurnes, M., Hansen, L.P., Fugelli, K. & Haraldstad, Ø. 1996. Short term exposure to acid water impairs osmoregulation, seawater tolerance and subsequent marine survival of smolts of Atlantic salmon. - Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 53: 1695-1704.
- Stearns, S.C. 1992. The Evolution of Life Histories. Oxford University Press, Oxford.
- Strand, R. & Finstad, B. 2000. Smoltproduksjonsforsøk og utsettinger av laks i Halselva og Altaelva 1999. - NINA Oppdragsmelding 631: 1-23.
- Strand, R. & Heggberget, T.G. 1994. Growth and sex distribution in an anadromous population of arctic char in northern Norway. - Transactions of the American Fisheries Society 123: 377-384.
- Summers, D.W. 1995. Long-term changes in the sea-age at maturity and seasonal time of return of salmon, *Salmo salar* L., to Scottish rivers. - Fisheries management and Ecology 2: 147-156.
- Sundström, L.F. & Johnsson, J.I. 2001. Experience and social environment influence the ability of young brown trout to forage on live novel prey. - Animal Behaviour 61: 249-255.
- Sættem, L.M. 1995. Gytebestander av laks og sjøaure. En sammenstilling av registreringer fra ti vassdrag i Sogn og Fjordane fra 1960 – 94. – Utredning for DN Nr. 1995-7. 107 s.
- Thorpe, J.E. 1986. Age at first maturity in Atlantic salmon, *Salmo salar*: freshwater period influences and conflicts with smolting. - Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 89: 7-14.
- Tufto, J. & Hindar, K. 2003. Effective size in management and conservation of subdivided populations. - Journal of Theoretical Biology 222: 273-281.
- Ugedal, O., Saksgård, L., Koksvik, J.I., Reinertsen, H., Thorstad, E.B., Hvidsten, N.A., Næsje, T.F., Jensen, A.J., Saksgård, R. & Blom, H.H. 2004. Biologiske undersøkelser i Altaelva 2003. – NINA oppdragsmelding 833: 1-74.
- Wolf, P.A. 1951. A trap for the capture of fish and other organisms moving downstream. - Transactions of the American Fisheries Society 80: 41-45.
- Wootton, R.J. 1998. Ecology of Teleost Fishes. 2nd edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. - Journal of Wildlife Management 22: 82-90.
- Økland, F., Jonsson, B., Jensen, A.J. & Hansen, L.P. 1993. Is there a threshold size regulating seaward migration of brown trout and Atlantic salmon? - Journal of Fish Biology 42: 541-550.

NINA Fagrapport 80

ISSN 0805-469X

ISBN 82-426-1485-7

NINA Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor • Tungasletta 2 • 7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00 • Telefaks: 73 80 14 01

<http://www.nina.no>

