

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
RAPPORT FRA SENTER FOR HAVBRUK 1993 NR. 10

Ove Skilbrei og Tom Hansen:

**VEKSTMØNSTER HOS LAKSEPAR
 - STYRING OG KONSEKVENSER**

Sluttrapport for NFFR-prosjekt 1402-V 701.296

Ansvarlig organisasjon: Havforskningsinstituttet, Bergen

Startår: 1990

Sluttår: 1992

Hovedansvarlig: Tom Hansen

Prosjektmedarbeidere: Ove Skilbrei, Ragnar Nortvedt,
 Sigurd Stefansson, Marianne Holm,
 Viktor Solbakken, Odd Mikkelsen,
 Kjell Ødegård.

INNHold:

HOVEDMÅL/INNLEDNING.....	s. 2
Forsøk 1990.....	s. 3
Forsøk 90.1 - Reduksjon i daglengden	
Forsøk 90.2 - Økning i daglengden	
Forsøk 90.3 - Atferdsendring	
Forsøk 90.4 - Effekt av døgnvariasjon	
Forsøk 1991.....	s. 5
Forsøk 91.1 - Effekt av stammevariasjon	
Forsøk 91.1 - Variasjon i lysintensitet I	
Forsøk 1992.....	s. 7
Forsøk 92.1 - Variasjon i lysintensitet II	
Forsøk 92.2 - Redusert vinterstimuli og smoltkvalitet	
DISKUSJON /OPPSUMMERING.....	s. 10

HOVEDMÅL

Å studere lysets påvirkning på laksens vekst- og atferd ved terskellengden på 75-80 mm og hvordan dette siden påvirker smoltkvaliteten. Hensikten er å forbedre kontrollen med smoltproduksjonen fordi daglengden må reduseres i løpet av vinteren for at smoltifiseringsprosessen skal settes igang. Dette 'vinterstimuliet' kan ha uønskede konsekvenser for antall og størrelsen av ettårssmolten.

Formålet er derfor å studere den biologiske sammenhengen mellom 'vinterstimuliet' (reduksjon i daglengde) og 'vårstimuliet' (økning i daglengden) for å finne fram til lysregimer som synkroniserer smoltutviklingen med et minst mulig tap som følge av redusert vintervekst.

INNLEDNING

De fleste oppdrettere har opplevd at en del av fisken ikke blir ettårssmolt. I løpet av høsten og vinteren stagnerer den minste fisken i vekst slik at den ikke blir stor nok til å smoltifisere den påfølgende vår. Dette forsinker smoltifiseringstidpunktet med et helt år. Dette kan skje til tross for at foring og temperatur skulle tilsi en bedre vekst. Dette fenomenet som kalles utvikling av bimodalitet eller totoppet lengdefordeling, har stimulert til forskningsinnsats både nasjonalt og internasjonalt.

Når lakseunger oppdrettes kunstig får de miljøbetingelser som er forskjellige fra det naturlige miljøet. I den første delen av livet er det i dag vanlig å belyse karene døgntidvis, fordi dette gir den beste veksten. Parren settes vanligvis ut i utekar i løpet av sommeren og høsten. Fisken opplever da en reduksjon i daglengden. Når parren passerer terskellengden, som her er definert som en kritisk lengde på ca. 75 mm, vil den relative vekstraten enten synke eller øke (hurtigvekstfase), avhengig av årstiden. Hvis en gruppe parr med stor størrelsesspredning opplever en slik reduksjon i daglengden ('vinterstimuli'), vil individer under og over terskellengden i prinsippet utvikle seg videre til henholdsvis nedre og øvre modal fisk. Fisken i øvre modal utgjør den kommende molten.

Reduksjonen i daglengde om høsten/vinteren er også viktig fordi dette er et signal som setter igang smoltifiseringsprosessen. Kvaliteten til denne molten henger nøye sammen med lysregimet forut for smoltifiseringen. Disse problemstillingene har dermed stor relevans for praktisk oppdrett, fordi både antall smolt og smoltkvaliteten påvirkes.

Prosjektet 'Vekstmønster lakseparr - styring og konsekvenser' har belyst sider ved samvirkningene mellom årstid, fysiske miljøforhold, terskellengde, bimodalitet, vekstrespons og smoltkvalitet.

Forsøk 90.1 - Reduksjon i daglengden og forsøk 90.2 - Økning i daglengden

Formål: (1) Hvor stor må reduksjonen i daglengde være før parr rundt terskellengden oppfatter stimuliet som vinter? (2) Hvordan blir smoltkvaliteten på fisken som holdes på forskjellige konstante daglengder sammenlignet med grupper som tilbakeføres til 24 timer lys etter et halvt års 'vinter'?

Individmerket fisk som tidligere var holdt på 24 timer lys ble fordelt på 6 kar i slutten av februar. Daglengden til disse gruppene ble satt til henholdsvis 24, 18, 15, 12, 9 og 6 timer lys. Utviklingen i karene ble registrert jevnlig fram til september da forsøk 2 ble startet.

Ved oppstart av forsøk 2 ble fisk fra alle gruppene overført til sjøvann. En uke etter overføring ble plasma nivået av Cl^- målt hos fisk av smoltstørrelse. Samtidig ble resten av fisken i hvert kar delt i to grupper hvor en gruppe fortsatte på karets opprinnelige lysregime mens den andre delen ble tilbakeført til 24 timer lys. Etter 6 nye uker ble også disse gruppene overført til sjøvann. De fysiologiske smoltfiseringsparametrene ble sammenlignet med individuell størrelse, morfologisk smoltfisering og kondisjonsfaktor.

Når daglengden ble redusert utviklet totoppet lengdefordeling seg først hos gruppene som gikk på relativt korte daglengder. Over et lengdeintervall på litt over en centimeter øker sannsynligheten for at individet skal bli øvre modal fisk fra lav til høy verdi. I området fra 7 til 8 cm passerer den såkalte 'terskellengden'. Reduksjonen i daglengde førte til at parr i nedre del av lengdeintervallet (ca 7 cm) havnet i nedre modal. Samtidig økte vekstraten til parr fra øvre del av området (rundt 8 cm). Denne fisken vil kunne smoltfisere hvis lysforholdene tillater det. Smoltstørrelsen i gruppene var klart korrelert med daglengden. Basert på smoltens morfologi (form og farge) og fysiologiske smoltparametre (bl.a plasma Cl^-), synes 15 timer daglig lys å ha gitt det beste resultatet. Denne fisken smoltfiserer hurtig, i motsetning til fisk på lengre dag, den hadde et typisk smoltutseende og utbyttet av ettårssmolt var høyt ettersom vinterstimuliet var for svakt til å forårsake en tydelig totoppet lengdefordeling. Økningen i daglengde til 24 timer berørte ikke denne gruppen. Fisk som var blitt holdt på daglengder under 12 timer trengte imidlertid en økning i daglengde for at kondisjonsfaktoren skulle synke ned til typiske smoltverdier

Forsøk 90.3 - Atferdsendring

Formål: Undersøke om laksen endrer atferd i form av spisemotivasjon og aggressjon før, under eller etter at den har oppnådd terskellengden, og om dette påvirkes av daglengden.

Individmerket lakseparr av Lonevågstammen (57-71mm) ble fordelt på fire grupper under kontinuerlig belysning i juli 1990. En gruppe ble holdt under kontinuerlig belysning gjennom hele den eksperimentelle perioden (juli 1990 - juni 1991). De andre tre gruppene ble overført til redusert daglengde (LD 8:16) henholdsvis før, under og etter at fisken hadde nådd en teoretisk terskellengde på 75-80 mm. Fra mars ble de tre gruppene holdt under en simulert naturlig lysperiode.

Sosial atferd og spiseatferd ble kartlagt annenhver måned gjennom hele forsøksperioden og korrelert med individuelle vekstrater og smoltkarakterer. Alle gruppene etablerte sosiale hierarki og viste bimodal vekst. Aggresjonen var på topp gjennom den første måneden av forsøket.

Parrmerkene forsvant tidlig i mai i de to gruppene som først fikk redusert daglengden og sent i mai hos den gruppen som fikk redusert daglengden etter terskellengden ble nådd. Fisken som ble holdt under kontinuerlig belysning mistet ikke parrmerkene. PLS modellering, som tar hensyn til både vekst og ulike atferdsparametre, viste at fisk som var stor i august, fortsatte å være store året etter og smoltifiserte som 1-årssmolt. Dessuten var fiskens 'villighet' til å inngå i konflikter korrelert med øket sjanse for at fisken smoltifiserte neste år. Modellen viste også at typiske smolt hadde lav spisemotivasjon fra mars til juni og lav spesifikk tilvekst fra mai til juni. Denne atferden førte til at den minste fisken nå fikk slippe til nær fôrautomaten og spiste det meste av fôret. Den smoltifiserte allikevel ikke dette året.

Forsøk 90.4 - Effekt av døgnvariasjon

Formål: (1) Å undersøke om parr (ved terskellengden) som er tilvendt ett dag/natt lysregime vil reagere annerledes på redusert daglengde enn fisk som har gått på kontinuerlig lys. (2) Å undersøke om det er en minimum daglengde eller en minimum reduksjon i daglengden som virker som et vinterstimuli.

En gruppe liten parr ble fordelt på tre lysregimer; 18, 21 og 24 timer daglig lys i begynnelsen av juli. I september, da fisken var rundt terskellengden (65-80 mm), ble hver av disse tre gruppene delt inn i 4 undergrupper. En undergruppe beholdt det opprinnelige lysregimet, mens de tre andre ble satt ned på 6, 9 eller 12

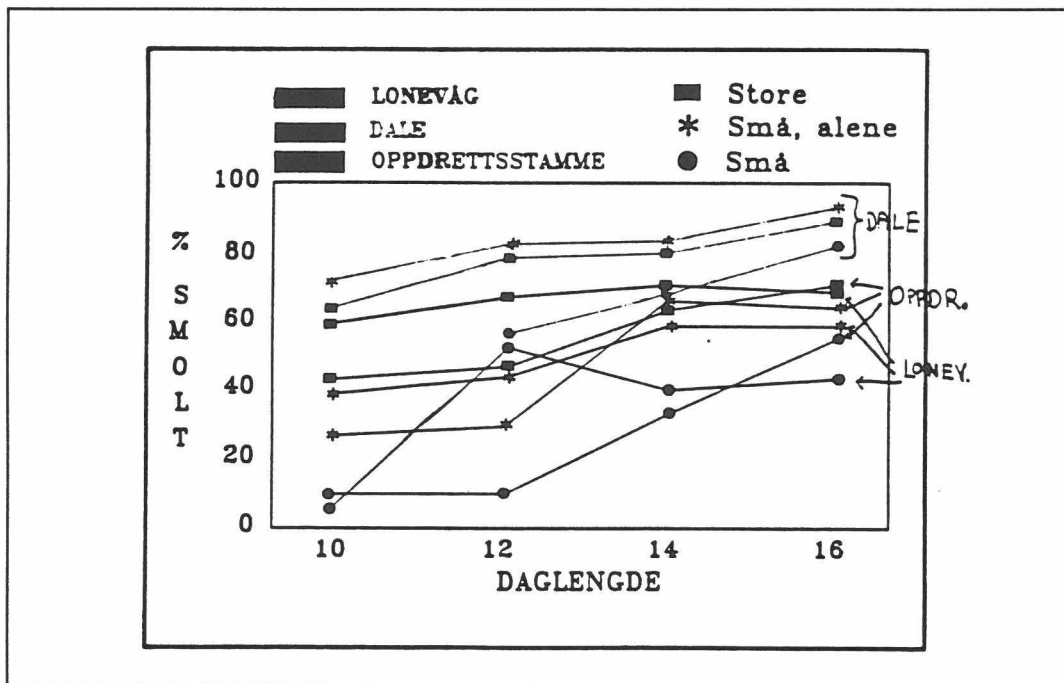
timer lys. Parr over og under 75 mm ble finneklippet ulikt. Dette oppsettet førte til at det innen hver av de tre 'vinterlys'-regimene var fisk som har hatt ulike reduksjoner i daglengde, målt som antall timer reduksjon. Mellom regimene var det også fisk som hadde fått samme reduksjon.

Oppspaltingen i totoppet lengdefordeling var klart mer avhengig av absolutt daglengde enn antall timer reduksjon. Når daglengden ble redusert, og passerte ca. 12 timer lys, ble veksten hemmet hvis fisken var mindre enn terskellengden. Det hadde liten betydning om parren hadde kontinuerlig lys eller dag/natt på forhånd.

Forsøk 91.1 - Effekt av stammevariasjon

Formål: (1) Å undersøke om ulike stammer og størrelsesgrupper viser lik respons til ulike vinterstimuli.

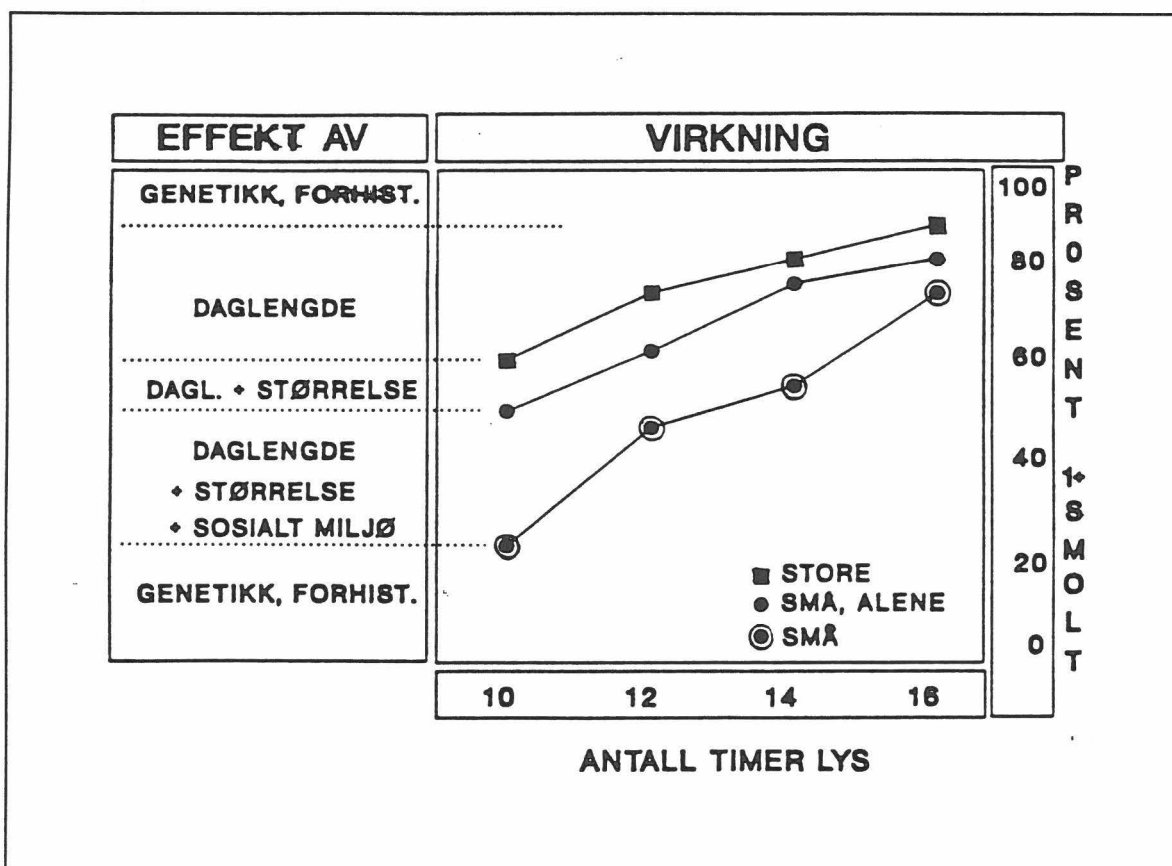
En oppdrettsstamme ble sammenlignet med fisk fra henholdsvis Lonevågselven og Daleelven. Fisken ble holdt under kontinuerlig belysning fram til forsøksstart.



Figur 1: Andel ettårssmolt i hver stamme under de 4 ulike lysregimene og 2 ulike størrelsessammensetningene.

I januar ble daglengden redusert til henholdsvis 10, 12, 14 og 16 timer med to kar på hver daglengde. Ett av karene under hver daglengde inneholdt fisk både over og under terskellengden (70-75 og 76-80 mm) mens ett kar bare hadde fisk som var mindre enn terskellengden (70-75 mm). Alle stammene var representert i alle kar.

Antallet ettårssmolt økte med økende daglengde (Figur 1). Det er i tråd med tidligere forsøk at den reduserte veksten (=toårssmolt) ved lave daglengder i hovedsak rammer den fisken som var minst ved overføring til ny daglengde (70-75 mm). Det viser seg imidlertid at liten fisk (70-75 mm) som får gå alene i karet uten den større gruppen gir en betydelig høyere andel ettårssmolt på tilsvarende daglengder. Vi tolker dette som at sosiale aspekter også er bestemmende for den videre utviklingen. Dette er spesielt tydelig hos Lonevågsstammen (Figur 2).



Figur2: Sammenslåtte resultater stammeforsøk. Prosentandel ettårssmolt synker med synkende daglengde. Reduksjonen er imidlertid størst for liten fisk som i ved forsøksstart ble holdt sammen med større fisk. Forskjellene mellom behandlingene øker derimot fra "sommer" (16 t) mot "vinter" (10 t).

Når den møter sosial motstand, eller rettere sagt øket tetthet og tilstedeværelsen av større fisk i karet, reduseres andel ettårsmolt mer enn hva som kan tilskrives redusert daglengde. Den minste fisken fra Dale-stammen viser på den annen side ingen ytterligere reduksjon som følge av øket konkurranse i karet. Dale fisken vokste best, og det er vanskelig å avgjøre om det er den gode veksten som gir konkurransefordeler eller om det er stammens høye konkurranseevne som medfører god vekst.

Forsøk 91.2 og 92.1 Variasjon i lysintensitet I og II

Formål: Å finne ut om det er de relative forskjellene i lysintensitet mellom lysperioden og mørkeperioden eller de absolutte intensitetene som bestemmer om laksen oppfatter disse som "dag" og "natt".

Forsøk 91.2: Parr ble foret ved 24L:0D til en gjennomsnittslengde på 72 mm. Den 14 aug. ble 120 fisk mellom 65 og 80 mm satt i hvert av 15 kar på kort dag (8L:16D). Lysintensiteten dag og natt er gitt i Tabell 1.

Tabell 1: Lysintensiteten om dagen og natten i forsøkene 91.2 og 92.1

	DAGEN				
	0	1	10	100	1000
NATTEN					
0	*	*	*	*	*
1		*	*	*	*
10			*	*	*
100				*	*
1000					*

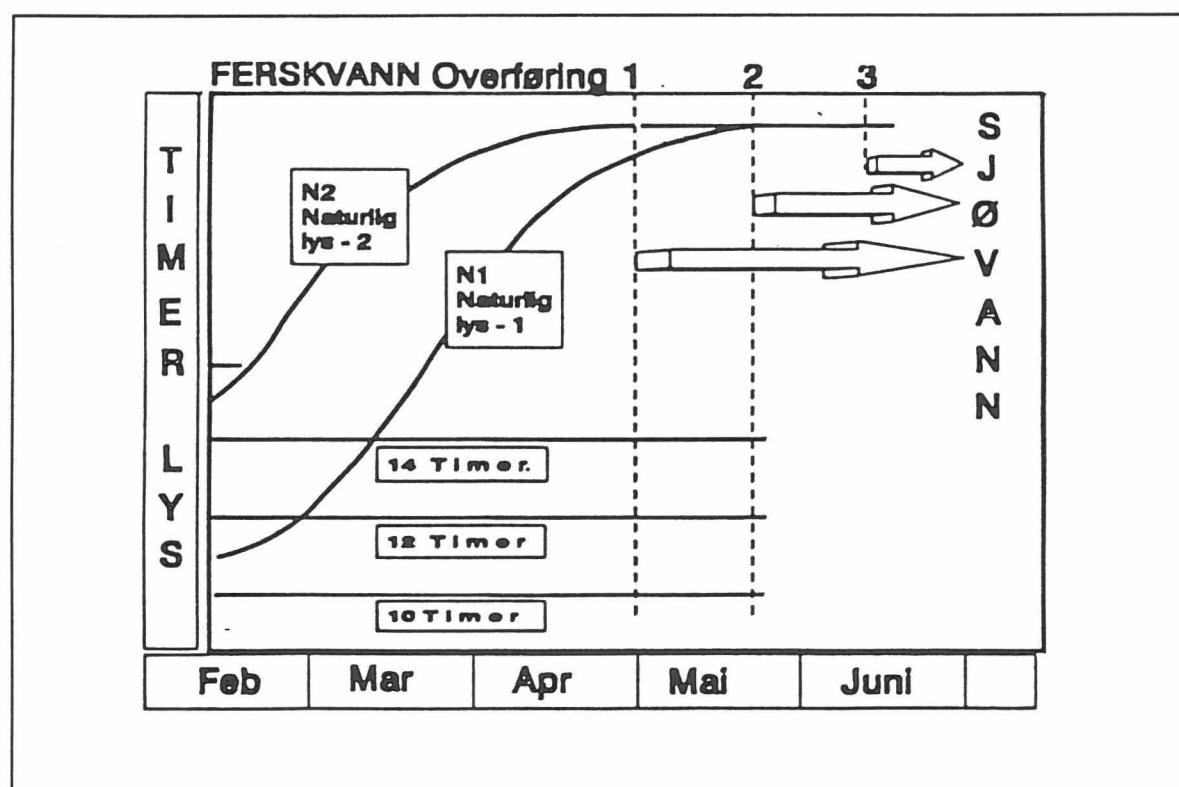
Variasjon i lysintensitet mellom dag og natt hadde stor betydning for veksten gjennom høsten og vinteren. Det ble funnet en generell veksthemming når lysintensiteten var så lav som 1 lux. Dette var uavhengig av om 1 lux ble gitt om dagen eller om natten. Det ble også funnet en veksthemming når forskjellen i lysintensitet mellom dag og natt var stor. Denne veksthemmingen tyder på at fisken vekstmessig oppfattet forskjellene mellom dag og natt når lysintensitetsforskjellene ble store nok. Svak nattesbelysningen reduserte

imidlertid effekten av 'vintersignalet' med tanke på den videre smoltfiseringsprosessen. Etter smoltfisering og overføring til sjøvann var det kun gruppene som hadde hatt totalt mørke om natten som viste tilfredstillende vekst og morfologisk utvikling.

Forsøk 92.1: Det ble startet et nytt oppsett i 1992. Dette forsøket ble gjort i startforingen fordi vi har et lavt kunnskapsnivå om effekter av lysintensitet, både i denne tidlige fasen og eventuelle langtidsvirkninger. Lysintensiteten påvirket veksten på samme måte i startforingsperioden som under den bimodale oppsplittingen.

Forsøk 92.2 - Redusert vinterstimuli og smoltkvalitet

Formål: Vil en begrenset nedgang i daglengden om vinteren likevel være tilstrekkelig til å gi en god smolt?



Figur 3: Oppsett i "Redusert vinterstimuli". Før forsøket startet gikk fisken på 10, 12, 14 og 16 timer lys. Fra februar ble den kommende smolten holdt på 3 konstante (10, 12 og 14) lysregimer eller på 2 regimer med naturlig økning i daglengden (N1=fisk fra 10 og 12, og N2= fisk fra 14 og 16). Fra mai ble fisk overført til sjøvanne. Overføring 1 og 2 inneholdt fisk fra alle grupper mens resterende fisk fra N1 og N2 ble overført ved tredje tidspunkt.

600 individuelt merkede fisk (VIT-tags) ble holdt på 10, 12, 14 eller 16 timer daglig lys fra og med september (fisken var overført fra forsøk 91.1). Fra begynnelsen av februar ble fisk fra 10 og 12 timers gruppene slått sammen og gitt simulert naturlig lysregime, kalt N1 (se figur 3). Fisk fra 14 og 16 timer lys ble gitt et naturlig lysregime som var forskjøvet i tid slik at økningen startet fra 15 timer - N2. Som kontroll ble det beholdt fisk på 10, 12 og 14 timer lys. Det ble overført fisk til sjøvann ved tre tidspunkt. Ved de to første tidspunktene ble det overført fisk fra alle gruppene. Ved det tredje tidspunktet ble det kun overført fisk fra N1 og N2 (denne delen er i hovedsak en kontroll for desmoltifisering).

Hovedresultatene er oppsummert i tabellen nedenfor. Alle gruppene får redusert tilvekst de 3 første ukene i sjøvann sammenlignet med veksten i ferskvann. I neste periode øker veksten i sjøen slik at den er sammenlignbar med ferskvannsveksten. Gruppene på konstant lys (10, 12 og 14) vokser signifikant dårligere i sjøvann enn N1 og N2 (t-tester, $P < 0.01$), bortsett fra overføring 1, uke 4-7, der det ikke er statistisk forskjell mellom N1 og 12 og 14 timer. *Smolt fra N2, dvs. den fisken som ble gitt redusert vinterstimuli, vokser sammenlignbart eller bedre enn fisk fra N1.* (t-test, $P < 0.001$ for uke 4-7 etter overføring 1. Andre tidspunkt i sjø $P > 0.05$).

Tabell 2: Spesifikk vekstrate til de ulike behandlingsgruppene.

Lys- periode	OVERFØRING 1			OVERFØRING 2	
	Ferskvann	Sjøvann		Ferskvann	Sjøvann
	0-3 uker	0-3	4-7	0-3 uker	0-3
10 T	0.88	0.26	0.72		0.13
12 T	0.87	0.25	0.94		0.20
14 T	0.98	0.13	0.82		0.14
N1	1.01	0.37	1.06	0.95	0.39
N2	1.04	0.34	1.38	1.39	0.58

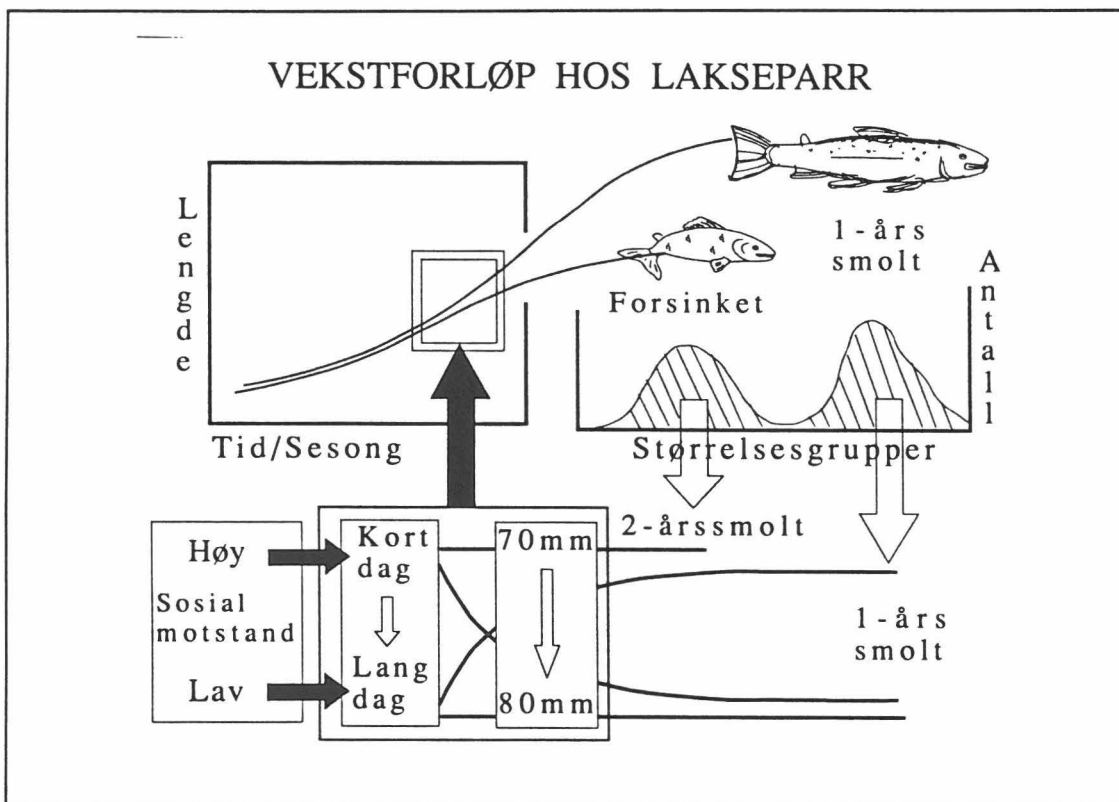
Det ikke var vekstforskjeller i sjøvann mellom tidligere 14 og 16 timers fisk (t-tester, $P > 0.05$, tabell 2).

Smoltkvaliteten ble ikke redusert som en følge av at korteste vinterdaglengde bare hadde vært 14 eller 16 timer lys. Dette kan bety at den lysstyrte synkroniseringen av smoltifiseringsprosessen ikke avhenger av at daglengden passerer den veksthemmende grensen på ca 12 timer daglig lys forut

for smoltifiseringen. Selv om smoltifiseringsprosessen på sett og vis starter om høsten ved at kommende ett- og toårssmolt skiller lag størrelsesmessig så ser det ikke ut til at dette signalet om høsten er koblet til selve smoltifiseringen om våren. Hvis så "høst" og "vår"-stimuliet er fysiologisk uavhengige ved at de har ulike terskel-responsnivåer kan dette utnyttes til å forbedre smoltproduksjonen siden daglengder i området 14 - 21 timer lys (summering av alle forsøkene) gir en klar vekstgevinst i forhold til kortere daglengder.

DISKUSJON/OPPSUMMERING

I dette prosjektet har en prøvd å klarlegge noen av årsakene til den for oppdretteren uheldige oppsplittingen i nedre (toårssmolt) og øvre modal (ettårssmolt). Figur 4 viser de viktigste resultatene i forsøk der størrelsen på fisken er blitt kombinert med forskjellige lysbehandlinger. I flere forsøk gjentar



Figur 4: En skjematisk oversikt over vekstforløpet hos lakseparr

det samme mønsteret seg. Når parren når en terskellengde på ca 7.5 cm er den spesielt følsom for antall timer lys pr. dag. Hvis daglengden går ned under 12 timer lys stagnerer veksten til fisk som er mindre enn terskellengden. Den større

fisken vil i de fleste tilfeller smoltifisere til neste vår uansett. Dette fører til at vi kan påvirke det videre vekstforløpet i ett kar. Ved å holde parren på lang dag (16-24 timer) en ekstra periode vil flere fisk vokse seg over terskellengden før daglengden reduseres utpå høsten. Dermed kan man få flere smolt fra den 'vanskelige gruppen. Det kan imidlertid ikke anbefales å holde fisk på lang dag for lenge utover vinteren. Følgene vil bli forsinket smoltifisering, og ofte dårlig smoltifisering til våren.

I områder med høy naturlig temperatur vil resultatene kunne utnyttes til å forbedre smoltkvaliteten. Under mer marginale temperaturforhold vil smoltkvaliteten kunne forbedres siden den nødvendige reduksjonen i daglengde kan foretas så tidlig som mulig. Dette er basert på forundersøkelser som har vist at temperaturforholdene etter en reduksjon i daglengde ikke har betydning for antall ettårssmolt, men for tidspunktet for smoltifiseringen. Her må man imidlertid passe på at fisken er over terskellengden før daglengden reduseres. Dette kan f.eks skje ved sortering. Settefiskprodusentene har for lenge siden forstått betydningen av å sortere fisken. Forsøkene viser da også at sortering kan ha meget stor betydning for liten parr på 7-8 cm (eller 3-5gram). Når laksen er på denne størrelsen er den i en valgsitusjon, og det ser ut til at både daglengden og konkurransen fra større fisk i karet kan få store negative følger akkurat i denne fasen.

Daglengden

Forsøkene har vist at daglengder på 12 timer eller lavere oppfattes som "vinter" uavhengig av om parren tidligere har gått på 18, 21 eller 24 timer daglig lys. Dermed ser det ikke ut til at døgnvariasjon, dvs. lys/mørke i løpet av døgnet, er av stor betydning for fiskens indre telleverk (biologisk klokke) i denne fasen. Resultatene indikerer også at det er den absolutte daglengden, og ikke de relative forskjellene etter en endring som har betydning. Konsekvensene for oppdretteren av å ha fisken på 12 timer daglig lys eller lavere vil være at en vesentlig del av lakseungene som var mindre enn 70-80 mm ved overføring til kort daglengde ikke vil smoltifisere neste vår. Dette skyldes sannsynligvis en økologisk avveiningsmekanisme som medfører at viltlevende parr ikke satser på å smoltifisere neste vår hvis de ikke ligger vekstmessig i rute til å klare det.

De sterke indikasjonene på at samvirkninger mellom sosialt miljø og genetisk bakgrunn (forsøk 91.1) modifierer responsen til daglengde kompliserer bildet ytterligere, og viser plastisiteten parren har når den når den økologisk

viktige beslutningen om å smoltifisere neste år eller ikke. Fra naturlige elver er det også vist at vill parr endrer atferd og innbyrdes konkurranseforhold ved ca 7 cm og dette skjer på synkende daglengde om høsten. For å utnytte effekten av lysmanipuleringer er det derfor viktig at fisken følges opp med hyppige sorteringer og god fordeling av foret i tid og rom når parren ligger rundt den sensitive fasen på ca 5 g. Dette er viktig for å redusere den negative effekten av sosiale interaksjoner. Det er lite sannsynlig at veksthemmet parr kan 'omprogrammeres' til å smoltifisere neste vår likevel.

Forsøkene har også vist at parr tilsynelatende kan utvikle seg til smolt på konstante daglengder som ligger høyere enn 12 timer lys, men daglengder på eller nær 24 timer lys egner seg dårlig for produksjon av kvalitetssmolt. Konklusjonen fra forsøkene som ble gjennomført fra 1990 til og med 1991 blir da at reduksjoner i daglengden ned mot den naturlige lysrytmen om høsten og vinteren virker veksthemmende på liten fisk.

Lysintensitet

Både i forsøk og på ett vanlig settefiskanlegg flyttes fisken mellom kar, og mellom deler av anlegget. Hvis lysforholdene ikke er 100 % standardisert, noe de sjelden er selv på forskningsanlegg, vil flyttingene medføre endringer i lysintensiteten. Lysintensitetsforsøkene som er gjort i dette prosjektet viser at disse endringene kan 'tolkes' som årstidssignal, og dermed påvirke fiskens biologiske klokke. Dette kan de ha utilsiktede virkninger på vekst og senere smoltifisering. 'Feil' signal på 'feil' årstid vil garantert redusere vekst, hemme smoltifisering og øke dødeligheten i sjøen.

Konklusjon

Når daglengden og de relative forskjellene i lysintensitet mellom natt og dag påvirker vekstutviklingen hos lakseparr så har vi her klare eksempler på indre biologiske rytmer som justeres av ytre stimuli.

Ulike laksestammer responderer ulikt til reduksjoner i daglengden. De store forskjellene i antall ettårssmolt som følger av dette skyldes sannsynligvis en kombinasjon av de sosiale forholdene i karet, fiskens atferdsreportoar (kan være genetisk bestemt), ulikt vekstpotensiale og muligens ulike responsterskler til miljøendringer.

Det siste forsøket i prosjektet (forsøk 92.2) gir imidlertid en mulig løsning på problemene med redusert vintervekst. Både i dette og de andre forsøkene er

det klart at lange dager (>12t) øker både antall fisk av smoltstørrelse og gjennomsnittstørrelsen av disse. Når fisk som har opplevd en relativt lang dag om vinteren likevel synes å smoltifisere svært bra etter overføring til økende daglengde om våren så innebærer dette en vesentlig gevinst for settefiskproduzentene. Dette resultatet bør imidlertid følges nøyer opp, både for å se om resultatet er generelt og for å se om slik fisk blir tidligere kjønnsmoden i sjøen.

Foredrag og foreløpige publikasjonstitler

Ove T. Skilbrei, Tom Hansen and Marianne Holm, 1992. Bimodal length-frequency development in different strains of Atlantic salmon (*Salmo salar*) under different environmental conditions. The Cultivation of Atlantic salmon, Bergen, 16-20 August 1992

Ragnar Nortvedt and Ove T. Skilbrei. Behaviour and growth rate of Atlantic salmon parr from the Lonevåg under four different photoperiods. The Cultivation of Atlantic salmon, Bergen, 16-20 August 1992

Ove T. Skilbrei, Tom Hansen and Sigurd Stefansson. Effects of reduced daylength on growth and bimodality in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Fourth International Salmonid Smolt Workshop, St. Andrews, Canada, 19-23 Oct.