

Sjøvasstoleranse hos
laks og aure
frå settefiskanlegget
til Oslo Energi, Aurland,
våren 1996



Geir Helge Johnsen

Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

Rapport nr. 239, august 1996.



Rådgivende Biologer AS

INSTITUTT FOR MILJØFORSKNING

RAPPORTENS TITTEL:

Sjøvasstoleranse hos laks og aure frå settefiskanlegget til Oslo Energi, Aurland, våren 1996

FORFATTER:

Dr.philos. Geir Helge Johnsen

OPPDRA GSGJEVAR:

Oslo Energi AS, Aurland, ved Knut Helge Kjærvik, 5745 Aurland

OPPDRA GET GITT:

28.mai 1996

ARBEIDET UTFØRT:

1996

RAPPORT DATO:

19. august 1996

RAPPORT NR:

239

ANTALL SIDER:

18

ISBN NR:

ISBN 82-7658-115-3

RAPPORT SAMMENDRAG:

Det vart våren 1996 gjennomført ei rekkje forsøk med sjøvasstestar av fisken ved settefiskanlegget i Aurland. Av auren var det berre fisken som gjekk på oppvarma vatn som kunne kallast sjøklar smolt i slutten av mai og litt ut i juni. Auren som hadde gått på det vanlege vatnet i anlegget var klart dårlegare smoltifisert. Dei aurane som gjekk ute i naturleg elvevatn smoltifiserte seinare enn dei andre, sannsynlegvis grunna ei sein våroppvarming i elva. Laksen i anlegget ser ut til å smoltifisere betre i det kalde vatnet, og moglegvis noko tidlegare enn auren i anlegget. Det er no på tide å nytte dei erfaringane ein har frå sjøvasstestingane dei siste åra på heile produksjonen ved settefiskanlegget i Aurland. Måtar å gjennomføre dette på er vurdert i rapporten.

EMNEORD:

- Sjøvasstoleranse
- Settefisk
- Sjøaure og laks

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75



FØREORD

Rådgivende Biologer as. har i samarbeid med Oslo Energi as sitt settefiskanlegg i Aurland, utført sjøvasstesting av settefisken ved anlegget våren 1996. Undersøkingane inngår som ein lekk i arbeidet med optimalisering av settefiskproduksjonen ved anlegget, og har tidlegare år vore pålagt gjennomført av Direktoratet for Naturforvaltning. Våren 1996 vart forsøka gjennomført på eige initiativ ved settefiskanlegget i samråd med Rådgivende Biologer as.

Alle forsøka som her vert rapportert og all prøvetakinga vart gjennomført av personalet ved Oslo Energi sitt settefiskanlegg i Aurland. Analysene av klorid i blodprøvene er utført av Universitetet i Bergen ved førsteamanuensis Sigurd Stefansson, medan Rådgivende Biologer as. har samanstillt, tolka og samanlikna resultatata med tidlegare forsøk.

Forfattaren nyttar høvet til å takke alle som har bidrege og Rådgivende Biologer as. takker Oslo Energi as. Aurland for oppdraget.

Bergen, 19.august 1996.



INNHALD

FØREORD	3
INNHALD	4
Liste over figurar	4
Liste over tabellar	4
SAMANDRAG	5
INNLEIING	7
METODER	7
RESULTAT	9
Aure med kaldt grunnvatn	9
Aure med oppvarma grunnvatn	11
Aure med naturleg elvevatn	14
Sjøvasstesting av laks	16
LITTERATURREFERANSAR	18

LISTE OVER FIGURAR

FIGUR 1: Prosent av fisken som døydde i forsøka med kaldt grunnvatn	9
FIGUR 2: Kloridinnhald i blodet frå sjøvasstesta fisk med kaldt grunnvatn	9
FIGUR 3: Samanhang mellom fiskelengd og sjøvasstoleranse hos fisk med kaldt grunnvatn	11
FIGUR 4: Prosent av fisken som døydde i forsøka med oppvarma grunnvatn	12
FIGUR 5: Kloridinnhald i blodet frå sjøvasstesta fisk med oppvarma grunnvatn	12
FIGUR 6: Prosent av fisken som døydde i forsøka med naturleg elvevatn	14
FIGUR 7: Kloridinnhald i blodet frå sjøvasstesta fisk med naturleg elvevatn	14
FIGUR 8: Prosent av fisken som døydde i forsøka med laks	16
FIGUR 9: Kloridinnhald i blodet frå sjøvasstesta fisk med laks	16

LISTE OVER TABELLAR

TABELL 1: Oversikt over dei gjennomførte sjøvasstestane våren 1996	8
TABELL 2: Kloridinnhald i blodet frå sjøvasstesta fisk med kaldt grunnvatn	10
TABELL 3: Lengd av sjøvasstesta fisk med kaldt grunnvatn	10
TABELL 4: Kloridinnhald i blodet frå sjøvasstesta fisk med oppvarma grunnvatn	13
TABELL 5: Lengd av sjøvasstesta fisk med oppvarma grunnvatn	13
TABELL 6: Kloridinnhald i blodet frå sjøvasstesta fisk med naturleg elvevatn	15
TABELL 7: Lengd av sjøvasstesta fisk med naturleg elvevatn	15
TABELL 8: Kloridinnhald i blodet frå sjøvasstesta laks	17
TABELL 9: Lengd av sjøvasstesta laks	17



SAMANDRAG

Rådgivende Biologer as. har i samarbeid med Oslo Energi as sitt settefiskanlegg i Aurland, utført sjøvasstesting av settefisker ved anlegget våren 1996. Alle forsøka som her vert rapportert og all prøvetakinga vart gjennomført av personalet ved Oslo Energi sitt settefiskanlegg i Aurland. Analysene av klorid i blodprøvene er utført av Universitetet i Bergen ved førsteamanuensis Sigurd Stefansson.

SJØVASSTESTANE 1996

Det vart våren 1996 gjennomført ei rekkje forsøk med sjøvasstestar av fisken i settefiskanlegget til Oslo Energi as i Aurland. Hovudproduksjonen av smolt i anlegget skjer med jamnt kaldt grunnvatn og naturleg lysrytme. Det siste året har både daglengda og lysintensiteten har vore regulert for å tilsvare det naturlege lysregimet. Det vart også gjennomført forsøk med fisk som hadde fått oppleve ein temperatúrauke utover seinvinteren. Ei gruppe av aure vart også sett i kar utanfor settefiskanlegget i slutten av april der dei fekk naturleg elvevatn.

Av auren var det berre fisken som gjekk på oppvarma vatn som kan kallast sjøklar smolt. Dei var sjøklare frå slutten av mai og litt utover i juni. I denne perioden overlevde dei i sjøvasstestane og dei kunne regulere saltmengda i blodet på ein tilfredsstillande måte. Også auren som hadde gått på det vanlege kaldare grunnvatnet syntte dei beste resultat i denne perioden, men var klårt dårlegare tilpassa sjøvatn enn dei som hadde gått i oppvarma vatn.

Dei aurane som hadde gått ute i naturleg elvevatn hadde tilnærma same sjøvasstoleranse som den beste gruppa innadørs, men dei var ikkje sjøklare før seint i juni. Dette kan kanskje skuldast den seine våren 1996, med ei uvanleg sein oppvarming av elvevatnet i Aurlandselva.

Laksen i anlegget ser ut til å kunne smoltifisere betre i det jamnt kalde grunnvatnet enn auren, og var sjøklar i slutten av mai. Dei laksane som hadde gått i oppvarma vatn var ikkje like godt smoltifisert som dei andre, men mot slutten av mai var også dei relativt godt sjøvasstilpassa. Laksen i settefiskanlegget kan sannsynlegvis vere sjøklar litt tidlegare enn auren.

FISKEUTSETTINGANE 1996

Våren 1996 vart det sett ut om lag 37.000 stk. 2-årig "sjøauresmolt" og om lag 6.000 stk. 2-årig laks. Sjøauren vart sett ut om natta mellom kl. 22.30 og 4.30 på den nederste kilometeren av Aurlandselva. Følgjande datoar vart det satt ut fisk: Natt til 18.juni, 20.juni og 22.juni.

Laksane som vart sett ut, vart delt i to om lag like store grupper på 3.000 fisk i kvar. Dei vart sett ut på dagtid den 2.juli. Den eine gruppa vart sett ut på den nederste kilometeren av Aurlandselva, medan fiskane i den andre gruppa vart vurdert å vere for små til å ha smoltifisert og vart difor sett ut på elvestrekninga ovanfor fossen i Vassbygdelva.

KONKLUSJON OG TILRÅDINGAR

Resultata av sjøvassforsøka er jamt over betre enn det ein har oppnådd i anlegget tidlegare år (Finstad 1993; 1995, Sægrov mfl. 1996), og dei beste liknar tilsvarande verdiar som det ein har



oppnådd for aure i andre anlegg (Finstad & Iversen 1995). Dette skuldast to tilhøve,-verknadane av det nye lysanlegget som regulerar både daglengd og lysmengda gjennom døgnet, og oppvarminga av vatnet som ei gruppe av fisken gjekk i den siste tida om våren. På denne måten har ein tilstreba å etterlikne dei naturlege tilhøva når det gjeld lys og temperatur som begge er viktige i reguleringa av smoltifiseringa hos laksefisk.

I 1996 var det likevel berre ei lita gruppe av fisk som hadde moglegheit til å gå i oppvarma vatn. Produksjonen i settefiskanlegget bør difor leggjast om slik at all auresmolten kan gå i oppvarma vatn dei siste månadene før utsetjing. Ein har dei siste to åra samla tilstrekkeleg kunnskap om kva som skal til for å kvalitetssikre auresmolten, no gjenstår det berre å gjennomføre dette i heile produksjonen ved settefiskanlegget.

For auren kan det sjå ut til at tidspunktet for temperaturauken i vatnet fiskane har gått i er med å avgjere tidspunktet for smoltifisering. Eit naturleg lysregime avgjer om fisken skal starte og gjennomføre smoltifiseringa. Skal ein produsere "sjøauresmolt" med tilnærma naturleg utvandringstidspunkt, er det difor særst viktig at temperaturane i settefiskanlegget samsvarar med dei ein finn ei elva. Sjølve utsettingane bør også skje samstundes med den naturlege smoltutvandringa, og helst bør fisken sleppast om natta.

For å få til ein tilsvarande temperatur i settefiskanlegget som det ein har i elva, kan ein nytte det naturlege elvevatnet i produksjonen av smolten. For at den utsette fisken effektivt skal kunne orientere seg attende til si "fødeelv" må han også lære seg lukta av dette elvevatnet. Om ein nyttar grunnvatn i heile produksjonen av settefisk, vil ikkje fisken lære dette. Dersom ein brukar UV-handsama naturleg elvevatn det siste halvåret i produksjonssyklusen vil dette vere å føretrekke av to grunnar: Smoltifiseringa blir regulert av dei naturlege tilhøva i elva, og fisken har betre moglegheit til å finne vegen heim att.

Sjøvasstestane gjev eit godt mål på i kva grad fisken er smoltifisert og i stand til å regulere saltmengda i kroppen ved eit opphald i sjø. Slike sjøvasstestar gjev likevel ikkje eit godt svar på kva tid fisken skal settast ut. Sjøauresmolten vil ved utvandringa oppleve ein gradvis auke i saltinnhaldet i fjorden, og dei kan unngå vasslaga med sjøvotn der det er over 30 promille salt. Ein "smolt" vil såleis kunne nytte tida etter utvandring til gradvis å gjennomføre den siste tilpassinga til eit liv i sjøvotn. Utsettingane frå settefiskanlegget bør difor skje samstundes med den naturlege utvandringa av villsmolten i elva dersom settefisk har fått oppleve dei same tilhøva som villsmolten.

Eit alternativ til utsetjing av smolt kan vere at fisken blir sett ut som "presmolt" i Vassbygdvatnet tidleg på vinteren og får gå ut som smolt naturleg. Det vart utført eit forsøk med slik utsetting første gong hausten 1995 med ei gruppe på 15.000 feittfinneklippa fisk, og resultatene frå dette forsøket vil vere mogleg å vurdere allereie hausten 1996 (Sægrov mfl. 1996).

Vi vil tilrå at desse to tiltaka blir vurdert i samanheng, fordi UV-handsaming av elvevatn vil medføre kapasitetsproblem. Om ein reduserer produksjonen av sjøklar auresmolt og kompenserer dette med utsettingar av presmolt, vil ein kunne oppfylle konsesjonskravet, samstundes som ein gjer det innafor forsvarlege økonomiske ramar. Det er også å håpe at slike utsettingar vil gje ei betre overleving på den utsette fisken enn det som har vore tilfellet til no.



INNLEIING

For å vandre frå eit liv i ferskvatn til å leve i sjø, må fisken gå gjennom omfattande fysiologiske og morfologiske endringar. Frå å leve i eit miljø med lågare saltkonsentrasjonar enn i fiskens kroppsvæsker, skal han no kunne overleve i eit miljø med overskot av salt. I ferskvatn vil osmose gjere at vatn strøymar inn i fisken, slik at fisken taper salt og blir hydrert. For å unngå dette må difor fisken aktivt kunne ta opp det naudsynte saltet over gjellene. Hos laksefisk har ein funne at innhaldet av salt i fiskens plasma held seg relativt konstant i ferskvassfasen, der det er vanleg med verdiar på mellom 111 og 135 mmol klorid per liter i blodet.

I sjøvatn vil vatnet strøyme ut av fisken på grunn av dei osmotiske skilnadene og fisken blir dehydrert. Fisken motverkar dette ved å drikke sjøvatn og skilje ut overskotet av salt over gjellene. Vanlegvis vil saltmengda i blodet ligge mellom 140 og 160 mmol klorid per liter for fisk som er i sjøvatn.

Om smolt av aure eller laks blir sette direkte i sjøvatn før dei er skikkeleg smoltifisert, vil det skje ei opphoping av salt i fisken og som gjer at fisken døyr. I slike høve vil ein finne auka konsentrasjonar av salt i fiskens blod. Dette utgjer grunnlaget for saltvasstestar fordi ein ferdig smoltifisert og sjøvassklar fisk skal kunne tåle ei slik brå overføring til sjøvatn.

Laksen si evne til å tole og overleve i sjøvatn kan undersøkast med ein 24 timers sjøvasstest, fordi ein god laksesmolt vil kunne regulere konsentrasjonane av salt i plasma i løpet av denne tida. Laksefisk med lågare sjøvasstoleranse som eksempelvis sjøaure, treng imidlertid meir tid for å stabilisere saltinnhaldet i plasma til eit normalnivå. Ein må difor undersøke sjøvasstoleransen hos slike fisk etter 72 timar.

Den fysiologiske og morfologiske endringsprosessen, kalla smoltifisering, skjer i løpet av fire til åtte veker, og i denne perioden skjer dei naudsynte endringane i dei organa som syter for vass- og saltbalansen hos fisken. I hovudsak skjer dette i gjellene der talet av og storleiken på kloridceller aukar. Samstundes aukar og aktiviteten av enzymet Na-K-ATPase i celleveggane i gjellene.

Reguleringa og oppstartinga av denne prosessen skjer i naturen ved aukande daglengd utover vinteren, og hastigheita på prosessen aukar og blir finjustert når temperaturen aukar utover våren. Fisken vil då smoltifisere og vere klar til å vandre til sjøen ein gong i perioden april til tidleg juni. Tidspunktet varierer frå elv til elv.

METODAR

For å optimalisere smoltifiseringa av sjøauren i Oslo Energi sitt settefiskanlegg i Aurland, har ein dei to siste vintrane gjort forsøk med både å auke daglengda og også å heve temperaturen for grupper av fisken. Vinteren 1996 vart det nytta eit fullautomatisert lysreguleringsanlegg der ein jamt auka daglengda samstundes som lyset kvar dag jamnt og roleg ble auka til maksimalnivået. Våren 1996 vart det også sett ut ei gruppe fisk i eit kar utanfor settefiskanlegget, der dei vart tilført naturleg elvevatn i håp om at dette skulle gje den naturlege



utviklinga i både lysmengd og temperatur. Det vart utført forsøk med alle desse gruppene av fisk i fem periodar (tabell 1).

TABELL 1: Oversikt over gjennomføringa av sjøvasstestane ved Oslo Energi as. sitt settefiskanlegg i Aurland våren 1996. Forsøka vart i si heilheit gjennomført av dei tilsette ved settefiskanlegget.

TIDSROM	GRUNNVATN "NATURLEG LYS"	OPPVARMA VATN "NATURLEG LYS"	ELVEVATN NATURLEG LYS
Laks, periode 1	29.april - 2.mai	29.april - 2.mai	
Laks, periode 2	20. - 23.mai	20. - 23.mai	
Aure, periode 1	23. - 26.april	23. - 26.april	
Aure, periode 2	13. - 16.mai	13. - 16.mai	7. - 10. mai
Aure, periode 3	28. - 30.mai	28. - 30.mai	28. - 30.mai
Aure, periode 4	11. - 14.juni	11. - 14.juni	17. - 20.juni
Aure, periode 5		2. - 4.juli	

Før forsøka vart all fisken først svelgt i to døgn og sidan overført til vatn med saltinnhald som i sjøvatn. I desse forsøka vart sjøvatnet laga ved at sjøsalt (Instant Ocean) vart tilsatt ferskvatnet omlag i høvet 35 gram for kvar liter vatn (35 promille). Det vart deretter sett 40 fisk oppi eit kar på om lag 100 liter med godt oksygenert vatn og vasstemperaturen var den same som fisken gjekk i opphaveleg.

Kvart av forsøka gjekk over tre dagar og det vart dagleg registrert kor mange fisk som døydde. Dersom det var mogleg, vart det etter 24 og 72 timar teke ut 10 fisk kvar gong for blodprøvetaking. All daud fisk og fisk nytta til prøvetaking vart lengdemålt og vegen.

Ved blodprøvetakinga vart det nytta ei heparinisert sprøyte med ein dråpe heparin. Sprøytespissen vart stukken varsamt inn i området nedanfor sidelinja like over gattet, og stukken på skrå slik at han traff ryggspylla. Om lag 0,5 ml blod vart teken frå kvar fisk. Blodet vart sentrifugert og plasma blei deretter pipettert ut og frosen inn ved omlag -20°C.

Alle forsøka og prøvetakinga vart gjennomført av personalet ved Oslo Energi sitt settefiskanlegg i Aurland. Analysene av klorid er utført av førsteamanuensis Sigurd Stefansson ved Universitetet i Bergen, Institutt for Fiskeri- og Marinbiologi (IFM). Rådgivende Biologer as. har samanstilt, tolka og samanlikna resultatata med tidlegare forsøk.

Fisken som vart nytta i forsøka våren 1996 vart klekt i 1994, og har hatt varierende oppveksttilhøve i anlegget. All fisk har gått på grunnvatn og har hatt naturleg døgnrytme sidan 28.juni 1995,- med en del innkjøringsproblem i starten. Før det hadde dei kontinuerleg lys i anlegget. Gruppa med "oppvarma vatn" hadde gått i vatn som frå 28.februar vart varma opp til 8°C. Sidan gjekk temeraturen litt ned til 6-7 °C.



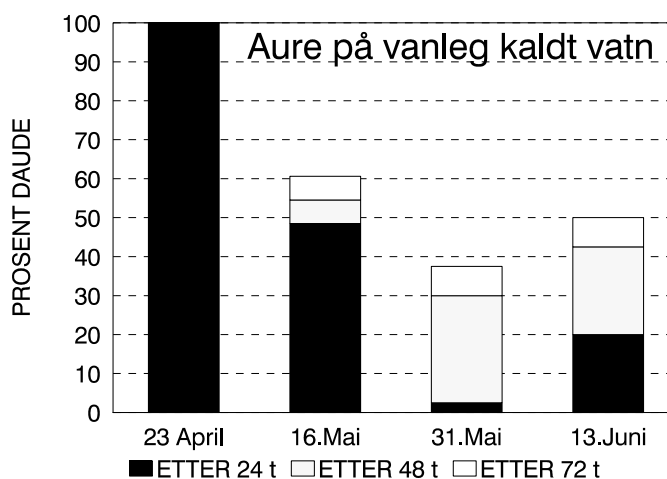
RESULTAT

AURE MED VANLEG, KALDT VATN

I perioden fra slutten av april til midten av juni, vart det gjennomført fire forsøk med fisk som hadde gått på vanleg kaldt grunnvatn, slik all fisk produsert i anlegget vanlegvis gjer.

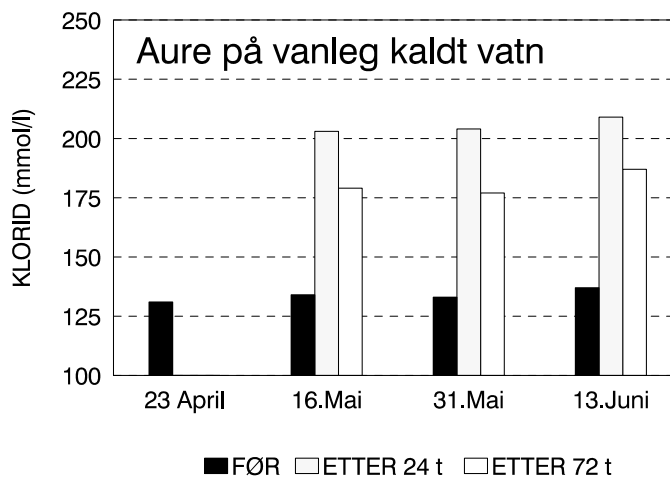
I alle dei fire forsøka med denne fisken vart det registrert relativt høg dødelegheit. I april døydde all fisken innan 24 timar. Omlag halvparten av fisken døydde første dagen ved forsøka midt i mai, medan vel ein tredel av fisken døydde i forsøket i slutten av mai. Då var det så godt som ingen fisk som døydde første dagen. I juni døydde omlag halvparten av fisken i forsøka (figur 1).

FIGUR 1: Prosent av fisken i forsøka som døydde kvar dag i sjøvasstestane. Fisken hadde hatt vanleg kaldt grunnvatn og aukande daglengd i Oslo Energi as sitt settefiskanlegg i Aurland våren 1996



Innhaldet av salt (klorid) i blodet til dei undersøkte fiskane er framstilt i figur 2. I alle dei fire forsøka hadde fiskane same saltnivået i blodet før dei vart testa (sorte søylar). Det er berre små 0skilnader i resultatata frå dei tre siste forsøka når det gjeld gjennomsittleg sjøvasstoleranse.

FIGUR 2: Kloridinnhald i blod (mmol Cl/l) frå fisk som vart sjøvasstesta etter at dei hadde hatt vanleg kaldt grunnvatn og aukande daglengd i Oslo Energi as sitt settefiskanlegg i Aurland våren 1996





Etter eit døgn syner fisken ikkje særleg sjøvasstilpassing, med gjennomsnittlege verdiar over 200 mmol klorid pr liter i blodet. Etter tre døger var tilpassinga betre, og i alle desse tre siste forsøka var det både sjøvasstilpassa fisk og ikkje sjøklar fisk. Forsøka i mai synte at ein noko større andel av fiskane var sjøvasstilpassa, sjølv om det i mindre grad blir reflektert i gjennomsnittstala. Forsøka i april gav ikkje noko resultat, avdi all fisken døydde før det skulle takast prøver av dei (figur 2 og tabell 2).

TABELL 2: Kloridinnhald (mmol Cl/l) i blod frå fisk som vart sjøvasstesta etter at dei hadde hatt vanleg kaldt grunnvatn og aukande daglengd. Det var utført forsøk i fire perioder og det vart forsøkt å ta prøver av fisken i ferskvatn (før), etter eit døgn (24 timer) og etter tre døgn (72 timer) i sjøvatn. Forsøka vart utført av dei tilsette ved Oslo Energi as sitt fiskeanlegg i Aurland, og kloridanalysene er utført ved Institutt for Fiskeri- og Marinbiologi, Universitetet i Bergen, ved førsteamanuensis Sigurd Stefansson.

	23. - 26.april			13. - 16. mai			28. - 31.mai			11. - 13. juni		
	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t
Gjennomsnitt	131	-	-	134	203	179	133	204	177	137	209	187
Standardavvik	3	-	-	2,8	10,5	17,6	1,9	14	19,4	2,4	17,1	16,5
Antal fisk	10	-	-	10	10	3	10	10	10	10	10	10
Lågaste verdi	125	-	-	129	184	155	130	177	146	132	180	156
Høgaste verdi	134	-	-	139	220	196	136	228	226	141	238	211

All fisk som vart nytta i desse forsøka var mellom 14 og 20 cm. Gjennomsnittslengda varierete mellom 16,4 og 18,3 cm, men det var ikkje nokon signifikant skilnad på nokon av dei gruppene av fisk som vart nytta i forsøka (tabell 3). I forsøka vart det nytta grupper av fisk på berre ti individ, slik at det er naturleg at det vil vere ein del variasjon i gjennomsnittslengda mellom grupper av fisk i dei einskilde forsøka. Fiskane som døydde i forsøket i slutten av mai var noko mindre enn dei øvrige fiskane (snittlengd=15,8 cm, SD=1,9, n=15).

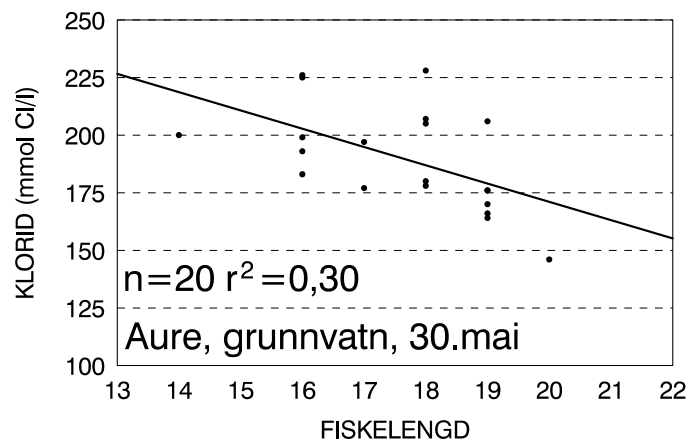
TABELL 3: Lengda på fisk som vart sjøvasstesta etter at dei hadde hatt vanleg kaldt grunnvatn og aukande daglengd. Forsøka og alle målingane vart utført av dei tilsette ved Oslo Energi as sitt fiskeanlegg i Aurland.

	23. - 26.april			13. - 16. mai			28. - 31.mai			11. - 13. juni		
	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t
Gjennomsnitt	17,4	-	-	17,3	17,7	17	17,5	16,9	18,3	16,4	18	17
Standardavvik	0,8	-	-	1,2	1,8	0,8	1,4	1,4	1,3	1,9	0,7	1,4
Antal fisk	10	-	-	10	10	3	10	10	10	10	10	10
Lågaste verdi	16,2	-	-	15	14	16	16	14	16	13	16,5	14
Høgaste verdi	19	-	-	19	20	18	20	19	20	19,5	19	19,5



I slutten av mai synte forsøka at det var ein samanhang mellom fiskelengd og sjøvasstoleranse. Dei største fiskane var dei best tilpassa (figur 3). Dette var den einaste gruppa av fisk som synte dette mønsteret i forsøka i 1996.

FIGUR 3: Samanhang mellom fiskelengd og sjøvasstoleranse hos auren som hadde gått på kaldt grunnvatn.



Forsøka syner at "smolten" som var oppdretta på jamnt kaldt grunnvatn, ikkje var godt sjøvasstilpassa. I heile perioden frå slutten av april og til midten av juni døydde ein stor andel av fisken i forsøka, og berre nokre få av dei overlevande fiskane hadde eit saltinnhald i blodet som tilseier at dei var godt smoltifiserte. Dette var tydegast heilt i slutten av mai (figur 1).

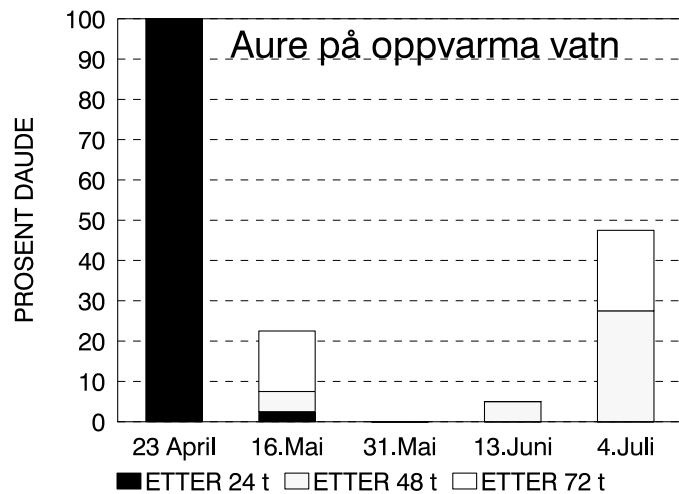
AURE MED OPPVARMA VATN

I perioden frå slutten av april til byrjinga av juli, vart det gjennomført fem forsøk med fisk som hadde gått på oppvarma vatn. Den siste testen vart gjennomført med fisken som sto igjen i anlegget midt i juni og hadde gått på vanleg kaldt grunnvatn. Desse fiskane vart overført til oppvarma vatn 19.juni for å sjå om det var mogleg å "presse" dei til å smoltifisere. Dei vart testa for sjøvasstoleranse 1.-4.juli.

Berre i det første og siste av dei fem forsøka med denne fisken vart det registrert relativt høg dødelegheit. I april døydde all fisken innan 24 timar, og ved forsøka i juli døydde nær halvparten av fisken dei to siste dagane forsøket vart gjennomført. Dette var den gruppa av fisk som berre hadde gått knappe to veker på oppvarma vatn. I forsøka midt i mai døydde nær 25% av fiskane, og i hovudsak seint i forsøka. Ved forsøka i slutten av mai døydde ingen fisk, og midt i juni var det få fisk som døydde (figur 4).

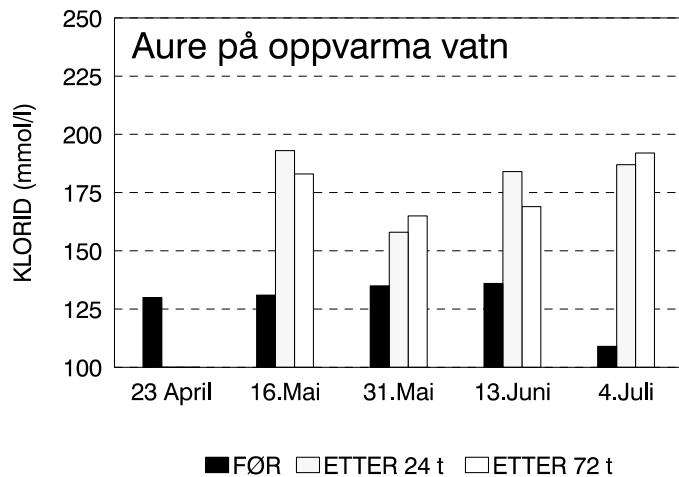


FIGUR 4: Prosent av fisken i forsøka som døydde kvar dag i sjøvasstestane. Fisken hadde gått i oppvarma grunnvatn og aukande daglengd i Oslo Energi as sitt settefiskanlegg i Aurland våren 1996



Innhaldet av salt (klorid) i blodet til dei undersøkte fiskane er framstilt i figur 5. I alle dei fire første forsøka hadde fiskane same saltnivået i blodet før dei vart testa (sorte søylar), medan fisken i siste forsøket hadde lågare verdiar. Forsøka midt i mai og tidleg i juli synte at fisken ikkje var sjøvasstilpassa, medan fisken i slutten av mai og byrjinga av juni var klare for å vandre ut i sjøen. Særleg resultatata frå slutten av mai synte svært gode verdiar for gjennomsnittleg konsentrasjon på 165 mmol klorid/liter i blodet, med høgaste verdi av ti undersøkte fisk tilsvarande gjennomsnittet for dei andre forsøka. Også i juni var resultatata gode, men nokre av fiskane var ikkje klare for sjøvatn. Forsøka i april gav ikkje noko resultat avdi all fisken døydde før det skulle takast prøver av dei (figur 5 og tabell 4). Vanleg nivå for godt sjøvasstilpassa fisk ligg ein stad mellom 140 og 160 mmol klorid/l i blodet.

FIGUR 5: Kloridinnhald i blod (mmol Cl/l) frå fisk som vart sjøvasstesta etter at dei hadde hatt oppvarma vatn og aukande daglengd i Oslo Energi as sitt settefiskanlegg i Aurland våren 1996



All fisk som vart nytta i desse forsøka var mellom 14 og 21 cm. Gjennomsnittslengda varierete mellom 17,0 og 18,8 cm, men det var ikkje nokon signifikant skilnad på nokon av dei gruppene av fisk som vart nytta i forsøka (tabell 5). I forsøka vart det nytta grupper av fisk på berre ti individ, slik at det er naturleg at det vil vere ein del variasjon i gjennomsnittslengda på fisken i dei einskilde forsøka. Det var ingen statistisk signifikant samanheng mellom fiskelengd og sjøvasstoleranse i forsøka frå slutten av mai og midten av juni. Dei to fiskane som døydde i forsøka i juni var klart mindre enn dei øvrige (snittlengde=15cm).



TABELL 4: Kloridinnhald (mmol Cl/l) i blod frå fisk som vart sjøvasstesta etter at dei hadde hatt oppvarma vatn og aukande daglengd. Det var utført forsøk i fire periodar og det vart forsøkt å ta prøver av fisken i ferskvatn (før), etter eit døgn (24 timer) og etter tre døgn (72 timer) i sjøvatn.

	23.-26.april			13.-16.mai			28-31.mai			11.-13.juni			1.-4.juli *		
	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t
Gjennomsnitt	130	-	-	131	193	183	135	158	165	136	184	169	109	187	192
Standardavvik	3,8	-	-	2,9	21	18	2,1	11	11	19	1,2	17	5,7	13	17
Antal fisk	8	-	-	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Lågaste verdi	125	-	-	127	160	154	132	143	147	148	135	144	99	172	172
Høgaste verdi	137	-	-	136	225	210	138	172	177	222	139	194	120	216	218

*) Fisken vart overført frå kaldt grunnvatn til oppvarma vatn først 19.juni.

TABELL 5: Lengda på fisk som vart sjøvasstesta etter at dei hadde hatt vanleg kaldt grunnvatn og aukande daglengd. Forsøka og alle målingane vart utført av dei tilsette ved Oslo Energi as sitt fiskeanlegg i Aurland.

	23.-26.april			13.-16.mai			28-31.mai			11.-13.juni			1.-4.juli		
	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t
Gjennomsnitt	17	-	-	17,8	17	17,6	17,5	18,8	18,2	17,6	17,9	18,2	18,8	17,6	18
Standardavvik	0,7	-	-	0,9	1,3	0,9	1	1	1,2	1,2	1,6	0,8	0,9	1,3	1,1
Antal fisk	10	-	-	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Lågaste verdi	16	-	-	16	14	16	15	17	16	15,5	15	16,5	18	15	16,5
Høgaste verdi	18	-	-	19	19	19	19	21	20	19,5	20	19,5	21	19	20

Av alle dei undersøkte fiskane, var det berre fisken frå slutten av mai som kan kallast sjøklar. Dei hadde ingen problem med å overleve i sjøvatn, og saltinnhaldet i blodet synte at dei aller fleste må reknast som sjøvasstolerante. Også fisken som vart undersøkt midt i juni hadde betre overleving og verdier for saltar i blodet enn alle dei andre undersøkte aurane i 1996.

Det lukkast ikkje å "pressa" den siste gruppa til å smoltifisere i siste del av juni ved å heve temperaturen. Ved sjøvasstesten tidleg i juli var dei ikkje istand til å justere saltinnhaldet i blodet, og halvparten av fisken døydde i siste del av forsøket. Dei særleg låge verdiane av salt i blodet på gjennomsnittleg 109 mmol Cl/l før forsøket kan også tyde på at fisken hadde problem med å halde saltmengda i blodet til og med i ferskvatn. Skadde gjellar kan gje slike resultat.

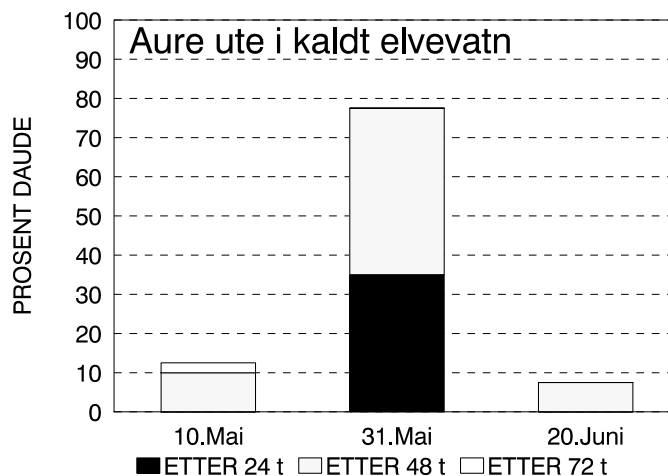


FISK MED NATURLEG ELVEVATN

16.april 1996 vart det sett ut fisk i eit inngjerda sideløp til Aurlandselva utanfor settefiskanlegget. Desse fiskane fekk tilført vanleg elvevatn. Dei vart testa for sjøvasstoleranse tre gonger.

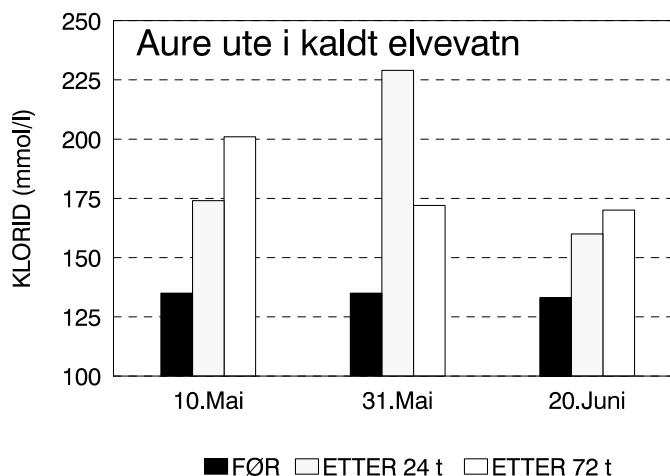
Berre i forsøka frå slutten av mai vart det registrert relativt høg dødelegheit og då tidleg i forsøket. Dette kan kanskje tilskrivast eit svært høgt stressnivå på fisken fordi det var vanskeleg å få tak i fisk for prøvetaking. Ved dei andre forsøka, i byrjinga av mai og midten av juni, var det berre om lag 10% av fisken som døydde (figur 6).

FIGUR 6: Prosent av fisken i forsøka som døydde kvar dag i sjøvasstestane. Fisken hadde gått ute i naturleg elvevatn ved Oslo Energi as sitt settefiskanlegg i Aurland våren 1996



Innhaldet av salt (klorid) i blodet til dei undersøkte fiskane er framstilt i figur 7. I førsøka frå byrjinga av mai var ikkje fisken sjøvasstolerant, og gjennomsnittleg innhald av klorid på 201 mmol/l syner dette. Resultata etter 72 timar frå slutten av mai gjeld to fisk, ein sjøklar og ein som ikkje var det. Resultata er difor litt uvisse sidan det berre var to fisk som overlevde så lenge i forsøka. I juni var om lag halvparten av fisken godt smoltifisert, med gjennomsnittleg kloridinnhald i blodet på 170 mmol/l (figur 7 og tabell 6).

FIGUR 7: Kloridinnhald i blod (mmol Cl/l) frå fisk som vart sjøvasstesta då dei sto ute i naturleg kaldt elvevatn ved Oslo Energi as sitt settefiskanlegg i Aurland våren 1996





TABELL 6: Kloridinnhald (mmol Cl/l) i blod frå fisk som vart sjøvasstesta då dei sto ute i naturleg kaldt elvevatn . Det var utført forsøk i fire perioder og det vart forsøkt å ta prøver av fisken i ferskvatn (før), etter eit døgn (24 timer) og etter tre døgn (72 timer) i sjøvatn.

	7. - 10.mai			28. - 31.mai			17. - 20. juni		
	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t
Gjennomsnitt	135	174	201	135	229	177	133	160	170
Standardavvik	5,8	14,8	24	3,9	18,9	24,5	3,7	10,1	13,3
Antal fisk	8	9	10	10	10	2	10	10	10
Lågaste verdi	121	155	171	130	198	152	123	136	156
Høgaste verdi	140	206	239	143	271	201	138	175	195

All fisk som vart nytta i desse forsøka var mellom 13 og 21 cm. Gjennomsnittslengda for fisken i forsøka varierete mellom 16,0 og 18,4 cm, men det var ikkje nokon signifikant skilnad på nokon av dei gruppene av fisk som vart nytta i forsøka (tabell 7). Det var inga samanheng mellom fiskelengd og sjøvasstoleranse i forsøka i juni. Dei tre fiskane som døydde i forsøket i juni var noko mindre enn dei øvrige fiskane (snittlengd=15,6 cm).

TABELL 7: Lengda på fisk som vart sjøvasstesta etter at dei hadde hatt gått ute på vanleg elvevatn og naturleg lys. Forsøka og alle målingane vart utført av dei tilsette ved Oslo Energi as sitt fiskeanlegg i Aurland.

	7. - 10.mai			28. - 31.mai			17. - 20. juni		
	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t
Gjennomsnitt	17,3	17,4	16,6	17,2	18,4	16	17,1	16,8	18,3
Standardavvik	1,3	0,6	1,3	1,8	1,6	1	1,1	1,6	0,9
Antal fisk	10	10	10	10	10	2	10	10	10
Lågaste verdi	15,5	16,5	15	13	17	15	15	13,5	16,8
Høgaste verdi	19,5	18,5	18	20	21	17	19	19,5	20,5

Av alle dei undersøkte fiskane, var det berre ein av dei to resterande fiskane frå slutten av mai og ein del av dei frå juni som kan kallast sjøklar. Dei hadde ingen problem med å overleve i sjøvatn, og saltinnhaldet i blodet synte at dei aller fleste må reknast som sjøvasstolerante. Fisken vart sett ut på vanleg elvevatn for at dei skulle oppleve den naturlege temperaturauken i elva, men våren 1996 var kald og sein, slik at temperaturauken kom seinare enn ein kunne rekne med. Fisken vart difor sjøklar seinare enn den fisken som hadde opplevd oppvarma vatn inne i settefiskanlegget.

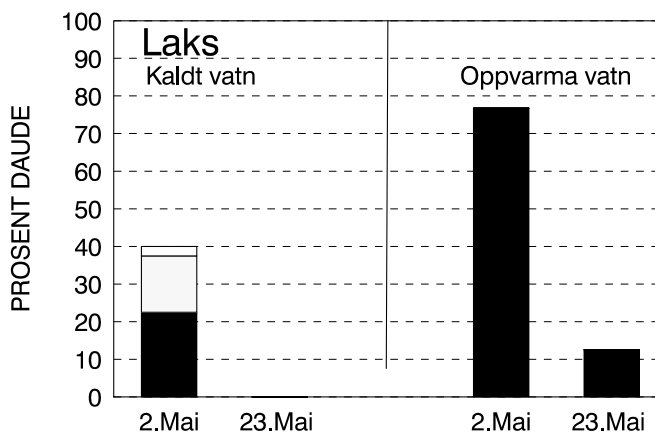


SJØVASSTESTAR AV LAKS

Det vart gjennomført to forsøk med sjøvasstoleranse hos laks i mai 1996. Ei gruppe fisk gjekk på det vanlege kalde grunnvatnet, medan ein annan gjekk på oppvarma vatn.

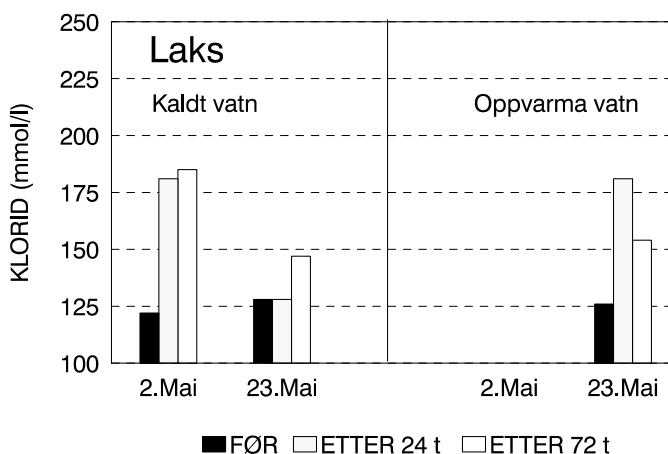
All laksen hadde problem i byrjinga av mai, og ein stor del av fisken døydde tidleg i forsøka. Fisken som hadde hatt oppvarma vatn synte dårlegast overleving. Mot slutten av mai var overlevinga vesentleg betre, men framleis var det fisken som hadde gått på kaldt vatn som greidde seg best. Ingen av dei døydde i forsøket (figur 8).

FIGUR 8: Prosent av fisken i forsøka som døydde kvar dag i sjøvasstestane. Fisken hadde gått i anten vanleg kaldt grunnvatn eller oppvarma grunnvatn i Oslo Energi as sitt settefiskanlegg i Aurland våren 1996



Innhaldet av salt (klorid) i blodet til dei undersøkte fiskane er framstilt i figur 9. I forsøka hadde fiskane stor sett same låge nivået salt i blodet før dei vart testa (svarte søylar). Tidleg i mai var det berre nokre få av dei undersøkte fiskane som kunne reknast som sjøklare, men i slutten av mai var begge gruppene av fisk godt tilpassa sjøvatn (figur 9 og tabell 8).

FIGUR 9: Kloridinnhald i blod (mmol Cl/l) frå laks som vart sjøvasstesta etter at dei hadde hatt vanleg kaldt grunnvatn eller oppvarma vatn i Oslo Energi as sitt settefiskanlegg i Aurland våren 1996





TABELL 8: Kloridinnhald (mmol Cl/l) i blod frå laks som vart sjøvasstesta etter at dei hadde hatt vanleg kaldt grunnvatn (dei to første rekkene) og oppvarma vatn (dei to siste rekkene). Det var utført forsøk i fire perioder og det vart forsøkt å ta prøver av fisken i ferskvatn (før), etter eit døgn (24 timer) og etter tre døgn (72 timer) i sjøvatn

	VANLEG KALDT VATN						OPPVARMA VATN					
	29.april - 2.mai			20.- 23. mai			29.april - 2.mai			20.- 23. mai		
	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t
Gjennomsnitt	122	181	185	128	128	147	-	-	-	126	181	154
Standardavvik	-	13,7	16,6	7,9	6,9	20,8	-	-	-	5,1	19,7	8,1
Antal fisk	1	6	5	10	10	7	0	-	-	10	9	10
Lågaste verdi	-	164	165	115	111	128	-	-	-	115	153	145
Høgaste verdi	-	198	212	138	137	195	-	-	-	133	208	168

All fisk som vart nytta i desse forsøka var mellom 8,5 og 15 cm lange. Gjennomsnittslengda i forsøka varierete mellom 11,2 og 13,3 cm, men det var ikkje signifikant skilnad på nokon av dei gruppene av fisk som vart nytta i forsøka (tabell 9). Dei fiskane som døydde i forsøka var heller ikkje signifikant mindre enn dei som vart undersøkt med omsyn til sjøvasstoleranse.

TABELL 9: Lengda på laks som vart sjøvasstesta våren 1996. Forsøka og alle målingane vart utført av dei tilsette ved Oslo Energi as sitt fiskeanlegg i Aurland.

	VANLEG KALDT VATN						OPPVARMA VATN					
	29.april - 2.mai			20.- 23. mai			29.april - 2.mai			20.- 23. mai		
	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t	Før	24 t	72 t
Gjennomsnitt	12,2	12,1	12	12,6	13,3	12,6	11,2	-	-	11,7	12,1	12,4
Standardavvik	1,4	0,7	0,8	0,8	1,1	1	1,1	-	-	0,6	0,7	0,8
Antal fisk	10	10	14	10	10	10	10	-	-	10	10	10
Lågaste verdi	10,5	11	10	11	11	11	8,5	-	-	11	11	11
Høgaste verdi	15	13	13,2	14	15	14	12	-	-	13	13	14

Dei fleste av dei testa fiskane i slutten av mai var sjøklar smolt. Dei hadde ingen problem med å overleve i sjøvatn, og saltinnhaldet i blodet synte at dei må reknast som sjøvasstolerante. For laks kan det synest som om auken i vasstemperaturen ikkje hadde same gunstige effekt som for auren, samstundes som om laksen kanskje er sjøvassklar noko tidlegare enn auren.



LITTERATURREFERANSAR

FINSTAD, B. 1993.

Testing av sjøvannstoleranse hos sjørret ved Oslo Energi settefiskanlegg, Aurland.
Ikkje prenta årsrapport, dagsett NINA, 6.september 1993, 7 sider med vedlegg.

FINSTAD, B. 1995.

Smoltkvalitetstesting Aurland - 1994.
Ikkje prenta årsrapport, dagsett NINA, 4.januar 1995, 6 sider.

FINSTAD, B. & M.IVERSEN 1995

Testing av smoltkvalitet hos laks og sjørret på smoltproduksjonsanleggene i Eidfjord,
Eikesdalen og Lundamo.
NINA-oppdagsmelding 341, 21 sider, ISSN 0802-4103, ISBN 82-426-0562-9

SÆGROV, H., S.KÅLÅS & G.H.JOHNSEN 1996

Fiskeundersøkingar i Aurland i 1995.
Rådgivende Biologer as. rapport 213, 31 sider, ISBN 82-7658-064-5