

Innslag av kultivert laks i Nidelva i 2005-2007

*Vidar Moen
Espen Holthe
Ketil Skår
Torun Hokseggen
Håvard Lo*





Veterinærinstituttets rapportserie · 9 – 2009

Tittel

Innslag av kultivert laks i Nidelva i 2005-2007

Publisert av

Veterinærinstituttet · Pb. 750 Sentrum · 0106 Oslo

Form: Graf AS

Hanne Mari Jordsmyr, Veterinærinstituttet

Forsidefoto:

Nidelva

Fjellanger Widerøe AS

Bestilling

kommunikasjon@vetinst.no

Faks: 23 21 60 01

Tel: 23 21 63 66

ISSN 1890-3290 elektronisk utgave

Forslag til sitering:

Moen V, Holthe E, Skår K, Hokseggen T, Lo H. Innslag av kultivert laks i Nidelva i 2005-2007. Veterinærinstituttets rapportserie 09-2009. Oslo: Veterinærinstituttet; 2009.

© Veterinærinstituttet

Kopiering tillatt når kilde gjengis

Innslag av kultivert laks i Nidelva i 2005-2007

Forfattere

Vidar Moen

Espen Holthe

Ketil Skår

Torun Hokseggen

Håvard Lo

Oppdragsgiver

Trondheim Energiverk AS

15. mai 2009

ISSN 1890-3290 elektronisk utgave



Forord

Denne rapporten sammenfatter en undersøkelse av innslaget av voksen kultivert laks i Nidelva i perioden 2005–2007. Oppmerking av utsettingsmaterialene startet i 2001 og har pågått frem til 2007. Fisk er innfanget på områder fra gamle bybro i sentrum av Trondheim og opp til Nedre Leirfoss kraftverk i Fossegrenda. Sportsfiskere har foretatt prøvetak av egen fangst og slik vært til god hjelp i gjennomføringen av prosjektet. Vi ønsker herved å takke for deres hjelp.

Undersøkelsene ble finansiert av Trondheim Energiverk AS. Arbeidet med oppmerking av utsettingsmaterialene ble gjennomført på oppdrag av TOFA i samarbeid med Settefiskanlegget Lundamo AS. En takk til Agdar Sport og TOFA for deres bidrag med premier til lotteri blant sportsfiskerne som hadde sendt inn otolitt og skjellprøver av egen fangst. En spesiell takk til Thomas Weiseth, TOFA, og Svein Åmot, Settefiskanlegget Lundamo AS for positiv bistand og hjelp i gjennomføringen av prosjektet. En takk til Trondheim Energiverk AS for oppdraget.

Trondheim, desember 2008

Ketil Skår
Seksjonsleder

Vidar Moen
Prosjektleder



Foto: Ketil Skår, Veterinærinstituttet

Innhold

Sammendrag/Summary	6
1. Innledning	7
2. Materialer og metoder	7
3. Resultater	11
4. Diskusjon	14
5. Referanser	19
Vedlegg 1	20
Vedlegg 2	21

Sammendrag

Innslaget av kultivert fisk blant voksen fisk i Nidelva i perioden 2005-2007 ble undersøkt ved hjelp av merke i otolitt hos all utsatt fisk i vassdraget i perioden 2001-2007. Merkingen ble i hovedsak gjennomført ved bade-merking av rogn på øyerognstadiet. Kun et mindre materiale ble på våren 2001 bademerket på yngelstadiet. Kvaliteten på merkingen i otolitt var god. En undersøkelse av kvaliteten av merkedeteksjonen viste at for 3,3 % av otolittene (9 av 269) ble det gitt ulikt analysesvar ved første avlesing til to uavhengige avlesere. I perioden 2001-2006 ble det totalt satt ut nær 584 000 fisk fordelt på plommeseekkyngel, 1-somrig settefisk, 1-års smolt og 2-års smolt. Produksjonsregimet i kultiveringsanlegget gjorde at vi ikke var i stand til å skille vill fisk fra kultivert fisk utsatt som plommeseekkyngel og sommerforet yngel ut fra skjellkarakterer. Innsamling av prøver fra voksen fisk ble utført av sportsfiskere.

Representativiteten til det innsamlede materiale synes god i forhold til fordeling av fangst over sesongen og lengdefordeling hos kultivert fisk sammenlignet med fordelingen av fisk rapportert inn i den offisielle laksestatistikken. Resultatene viste at andelen kultivert fisk gjennomgående var høy (snitt 80,5 %, N= 262). Bestandsstørrelsen av voksen fisk som vandret opp i vassdraget ble estimert ved Petersen metoden. Nøyaktigheten i estimatene varierte mellom 8 og 14 %.

Andelen kultivert fisk i Nidelva var uventet høy. Hvis laksebestanden ønskes opprettholdt på dagens nivå anbefales det iverksatt tiltak for å sikre at kultiveringspraksisen ikke bidrar til tap av genetisk variasjon. Genetisk kartlegging samt etablering av stamfiskbestand bestående av et tilstrekkelig antall familiegrupper synes påkrevd.

Overlevelsen til naturlig produsert laks i vassdraget vurderes som lav. Det kan ha flere årsaker. Forhøyet dødelighet hos ungfisk kan være en. Det anbefales gjennomført videre undersøkelser for å avdekke årsaker og finne frem til relevante tiltak for å bedre den naturlig produksjonen av laks i vassdraget.

Summary

The proportion of cultivated fish amongst adult salmon (*Salmo salar* L.) in the river Nidelva in Sør-Trøndelag County in Norway was investigated in 2005-2007. All fish stocked between 2001 and 2007 were bath marked at the eyed egg stage using Alizarin as dye. A small fraction was however marked at the early fry stage in spring of 2001. The stocked fish was identified by analysing the otoliths. The quality of the marking was good. Amongst the examined otoliths, a total of 269, for 9 (3.3%) there was a disagreement between two independent readers at the first reading. In the period 2001-2006 a total of 584 000 cultivated fish was introduced to the river. The ontogenetic stages of this fish were yolk sac fry, one-summer fry and one and two year old smolts. The production regime made it difficult to separate wild fish from cultivated fish, based on analysis of scale characteristics. The local fishermen did the collection of otoliths, scales and meristic measurements of its own catch.

The seasonal catch distribution of fish sampled had much the same distribution at the total catch in the river. The length distribution of the sampled fish was comparable to the distribution in the total catch. The proportion of marked fish was high (mean 80.5%, N=262). The stock density of adult fish in river Nidelva was estimated using the Petersen-method. The accuracy in the estimates varied between 8 and 14%.

The proportion of cultivated fish was unexpectedly high. To keep the stock density on the present level, action should be taken to ensure that the cultivation routines do not cause any loss of genetic variation. It is also recommended to make a genetic mapping and to establish a brood stock for cultivation purposes large enough to prevent loss of genetic variation.

The number of surviving individuals from natural spawning fish in Nidelva seems low. Increased mortality at the early stages may be one reason for this situation. Further investigation may reveal potential causes, and bring to light necessary actions to improve the natural salmon production in River Nidelva.

1. Innledning

Nidelvvassdraget har sine kilder i fjelltraktene rundt Nesjøen (950 moh.) og munner ut i Trondheimsfjorden i Trondheim by. Ovenfor Selbusjøen utgjør Nea hovedløpet. Nedstrøms Selbusjøen har elva navnet Nidelva. Vassdraget har største lengde på 153 km og et samlet nedbørfelt på 3110 km². Viktige bielver er Tya, Lødølja og Rotla. Fra begynnelsen av 1900-tallet har kraftproduksjon i vassdraget vært grunnlaget for elektrisitetsforsyningen til Trondheim by og Klæbu kommune. I Nidelva er det flere fosser: Hyttfossen, Fjæremsfossen, Nordsetfossen, Øvre Leirfoss og Nedre Leirfoss. Den er utbygd med seks kraftstasjoner, hvorav den eldste begynte å produsere allerede i 1901. Nea og Tya er utbygd med åtte kraftstasjoner. De viktigste magasinene i Neavassdraget er Essand-/Nesjøen, Sylsjøen, Stuggusjøen og Finnkojsjøen.

Nidelva har 8 km lakseførende strekning opp til Nedre Leirfoss og har lang tradisjon som sportsfiskeelv. Den er kjent for å ha storvokst laks. Største laks som her er fanget er på hele 31,8 kg. På grunn av kraftutbygging og regulering av vassdraget er regulanten pålagt å sette ut smolt for å kompensere for redusert lakseproduksjon. Kultiveringen baserer seg på bruk av årlig innsamlet stamfisk for produksjon av utsettingsmaterialer.

Målsetningen med vår undersøkelse var å evaluere innslaget av kultivert laks i Nidelva i perioden 2005-2007. All kultivert fisk ble bademerket på rogn eller larvestadiet. Merket ble identifisert ved analyse av øresteiner (otolitter) hos fisk prøvetatt i forbindelse med sportsfiske.

2. Materiale og metoder

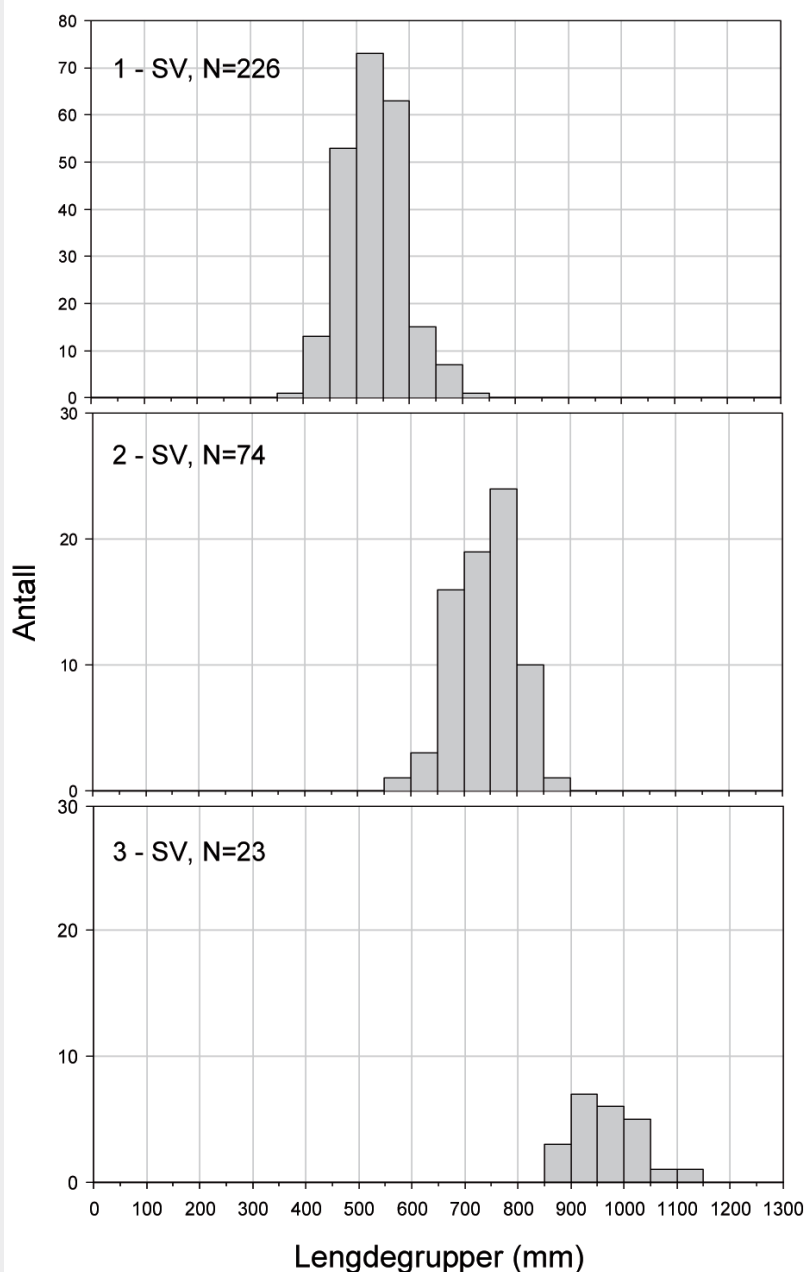
En oversikt over utsettingene av kultivert laks i Nidelva i perioden 2001-2007 fordelt på utsettingsstadium er gitt i tabell 1. Data fra den offisielle laksestatistikken for perioden er hentet fra TOFA sin hjemmeside: www.tofa.no.

Tidligere ble ytre fysisk merking ofte nyttet i forbindelse med studier av tilslag og tilvekst ved merke-gjenfangst. I denne undersøkelsen ble det nyttet internt merking. Bademerking av fisk på rogn og larvestadiet har vist seg å være en funksjonell og kostnadseffektiv merkemetode. Hver årsklasse utsatt i vassdraget ble bademerket. Alizarin ble nyttet som aktiv merkesubstans. Voksen tilbakevandrende laks ble undersøkt ved analyse av fluoriserende merke i otolitt. Tidligere undersøkelser har dokumentert gode resultat ved bruk av denne type

gruppemerking for identifikasjon av ungfisk (Uchida et al. 1989; Secor and Houde 1995; Moen 2000 og Baer and Rösch 2008) og voksen fisk (Taylor et al 2005; Candron et al. 2006 og Gerdeaux et al. 2006).

Fisk utsatt som plommeseekkyngel på våren/sommeren 2002 ble bademerket på øyerognstadiet. Et mindre parti yngel ble bademerket i forbindelse med den regulære flyttingen av fisk mellom vinteranlegget på Ler og sommeranlegget på Lundamo våren 2002. I perioden 2003 – 2007 ble alt utsetningsmateriale bademerket på øyerognstadiet. Metoden nyttet ved bademerking er tidligere beskrevet av Moen (1996, 1998, 2000A, 2000B). For dokumentasjon av merke kvalitet ble det rutinemessig tatt ut 0-prøver av de ulike merkegruppene. For fisk merket på yngelstadiet i 2002 ble slik kontroll ikke gjennomført. Det er imidlertid lite som tilsier at merke kvaliteten for denne gruppen var dårligere enn den øvrige merkingen.

Rundt 5 % av fisken utsatt som plommeseekkyngel og 15 % av fisken utsatt som foret yngel antas å vandret ut som smolt. Av den utvandrede smolten antas 6 % (minimum 3 % og maks 10 %) å vandre tilbake til vassdraget som 1-sjøvinterfisk, 3 % som 2-sjøvinterfisk og 1,5 % som 3-sjøvinterfisk. Ved en første preliminær vurdering av hvor mange tilbakevandrende fisk det ville være nødvendig å prøveta ble det antatt at minimum 20 % av den utsatte fisken vandret tilbake som 1-SV fisk. Laksestatistikken viser at det i perioden 2001-2004 i snitt ble fanget hhv 938, 525 og 190 laks av størrelsesgruppene <3 kg (1-SV), 3-7



Figur 1. Lengdefordeling hos 1-3 SV fisk fra innsendte skjellprøver for årene 2005-2007 hvor det i tillegg var sendt inn prøver av otolitt. Dette samsvarte godt med grupperingen nyttet i forvaltningen hvor fisk med vekt < 3 kg var 1 SV fisk, 3-7 kg var 2 SV fisk og fisk med vekt > 7 kg var 3 SV fisk.

kg (2-SV) og >7kg (3-SV og eldre) (data fra TOFA's laksestatistikk). Det ble vurdert som ønskelig å samle inn otolitter fra 90 stk 1-sjøvinterfisk i 2005-2007, 60 stk 2-SV fisk i 2006-2007 og 30 stk 3-SV fisk i 2007.

En otolitt (sagitta) fra hvert individ ble analysert for merke. Før analyse ble den støpt inn i plastresin, saget og montert på objektglass og slipt. Otolitten ble undersøkt for merke av to uavhengige avlesere. Av et materiale på 269 individer ble 9 individer klassifisert forskjellig av to uavhengige avlesere (3,3 %). I tilfelle ulik klassifisering i første omgang ble otolitten vurdert på nytt av leserne i fellesskap før endelig klassifisering ble gitt. Hvis den første otolitten viste seg å være uleselig ble den andre otolitten opparbeidet og avlest.

I forkant av fiskesesongen ble det hvert år arrangert en temakveld hvor sportsfiskerne ble gitt opplæring i standard prøvetak av laksefisk. Internasjonal standard for lengdemål, skjellprøvetak, uttak av otolitter samt standard føring av data på skjellkonvolutt ble gjennomgått.

Individets sjøalder ble bestemt ved analyse av skjellprøver. Lengdefordeling hos 1-3 sjøvinterfisk nyttet i undersøkelsen er vist i figur 1. I denne undersøkelsen ble det av praktiske årsaker satt likhetstegn mellom individer med vekt <3 kg og 1-SV fisk; individer med vekt 3-7 kg og 2-SV fisk, og mellom individer med vekt > 7 kg og 3-SV og eldre. Ut fra skjellkarakterer ble fisk gruppert til "villfisk", "utsatt smolt", "oppdrettsfisk", "usikker" samt "ikke vurdert". Kategorien "ikke vurdert" ble nyttet i de tilfeller hvor skjellene ikke var godt leselig. Analysene ble foretatt av to uavhengige avlesere som begge har god rutine og lang erfaring med analyser av skjellprøver.

Kultivert fisk ble skilt fra vill fisk og oppdrettsfisk ut fra forekomst av fluoriserende merking i otolitt. Avleste otolitter ble gruppert i tre kategorier: "merket", "umerket" og "uleselig". Kategorien "uleselig" ble nyttet for deformerte otolitter uten lesbare vekstformer eller otolitter med brekkasje grunnet fysisk skade påført før eller under opparbeidelse av prøvematerialet. Ved opparbeidelse av otolitt kan det skje at de slipes så mye at sentrum kommer bort og den fremstår som "umerket". En slik feil blir normalt oppdaget og den andre av de to største otolittene kalt sagitta opparbeides for avlesing. Sannsynligheten for at en umerket otolitt registreres som merket (falsk positiv) vil normalt være liten.

Basert på en lang rekke studier av Atlantisk laks er det fremkommet en del erfaringstall på normal overlevelse hos ulike stadier frem til smolt og overlevelse i sjø. Våre beregninger av antall tilbakevandrende fisk fordelt på fangstår og vintrår i sjø er basert på erfaringstall for overlevelse hos plommeseekkyngel frem til smoltstadiet og satt til 5 %. Overlevelse hos sommerforet yngel frem til smolt ble satt til 15 %. 6 % av utvandrende smolt forventes å vandre tilbake og opptre i vassdraget som 1-sjøvinterfisk, 3 % som 2-sjøvinterlaks og 1,5 % som 3-sjøvinterlaks.

Bestanden av 1-3 SV laks for årene 2005-2007 ble estimert ved bruk av Petersen metoden justert for tendens til overestimering (Seber, 1982).

$$\hat{N} = [(M+1)(C+1)/R+1] - 1 \quad (1)$$

$\hat{N}$ = estimert antall tilbakevandret voksen fisk fordelt på 1-3 SV fisk i årene 2005-2007.

M = Antall merkede individer som forventes å komme tilbake til vassdraget som 1-3 SV. Overlevelse hos fisk i sjøfasen: 1-SV: 6 %, 2-SV: 3 % og 3-SV: 1,5 %).

C = Totalt antall gjenfanget fisk (skadet eller uleselige otolitter ble her utelatt).

R = Antall merkede individer i et prøvetak (det ble her skilt på individer av 1-3 SV fisk og fangstår).

95 % konfidensintervallet ble valgt. Det ble nyttet binomialt konfidensintervall ettersom andelen merket fisk (R/C) var høyere enn 0,1.

Tabell 1. Oversikt over fangststatistikk fordelt på år og antall utsatt fisk det enkelte år fordelt på stadium. År for forventet tilbakevandring av kultivert fisk basert på de ulike utsettingsgruppene. Tallene og fargene i parentes indikerer forventet tilbakevandring for den enkelte utsettingsgruppe angitt til høyre (1) markerer årsklasse 2001, (2) markerer årsklasse 2002 osv. Fargen angir ulike utsettingsstadier: Grønn = plomesekkyngel; rød = 1-somrig yngel; blå = 1-års smolt; gul = 2-års smolt.

Fangststatistikk og # utsett fordelt på utsettingsgrupper og år														Forventet år for gjenfangst av de ulike utsettingsgruppene			
År utsatt	Fangststatistikk			# ind. bademerket og utsatt i vassdraget fordelt på utsettingsgrupper (stadium)							Fangstår	1-SV	2-SV	3-SV			
	# < 3 kg	# 3 - 7 kg	# > 7 kg	Pl. sekk- yngel	1-somrig	1-års smolt	2-års smolt	Samlet antall individer utsatt i vassdraget									
2001	1320	986	280	30 000 (1)	0	3 000 (1)	14 000 (1)	47 000	2001								
2002	1129	307	179	200 000 (2)	2 484 (2)	4 000 (2)	6 000 (2)	212 484	2002	(1)(1)							
2003	1473	682	219	200 000 (3)	3 000 (3)	5 000 (3)	4 000 (3)	212 000	2003	(2)(2)	(1)(1)						
2004	366	283	112	60 000 (4)	5 000 (4)	0	15 000 (4)	80 000	2004	(1)(2)(3)(3)	(2)(2)		(1)(1)				
2005	784	328	119	60 000	0	10 000 (5)	12 000 (5)	82 000	2005	(2)(3)(4)	(1)(2)(3)(3)		(2)(2)				
2006	786	452	123	60 000	0	0	10 500 (6)	70 500	2006	(3)(4)(5)(5)	(2)(3)(4)		(1)(2)(3)(3)				
2007	343	274	91	0	0	0	7 500	7 500	2007	(4)(6)	(3)(4)(5)(5)		(2)(3)(4)				
Samlet	6 201	3 312	1 123	610 000	10 484	22 000	69 000	711 484									

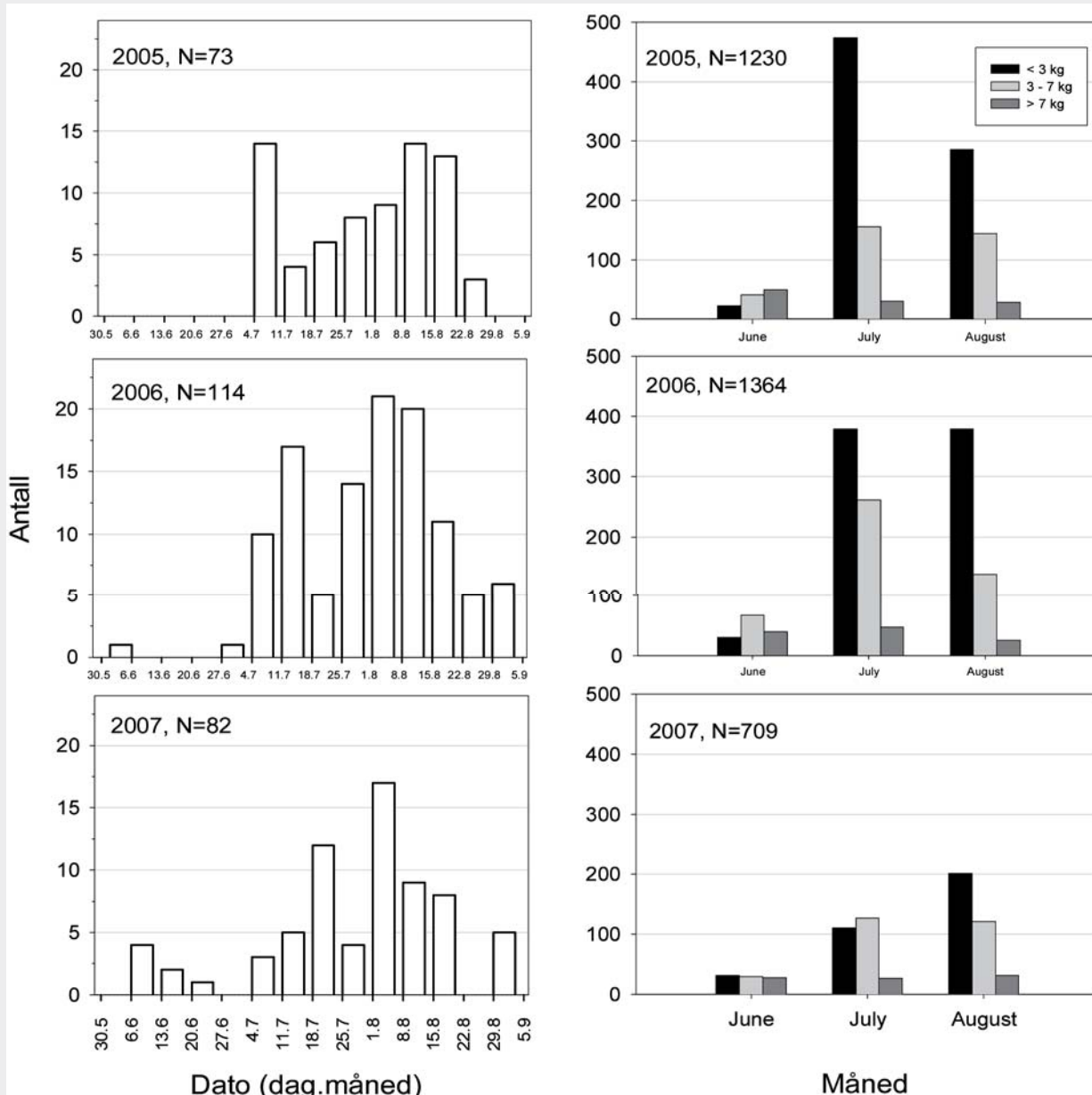
3. Resultater

Antall individer innsamlet og undersøkt for merke er gitt i tabell 2.

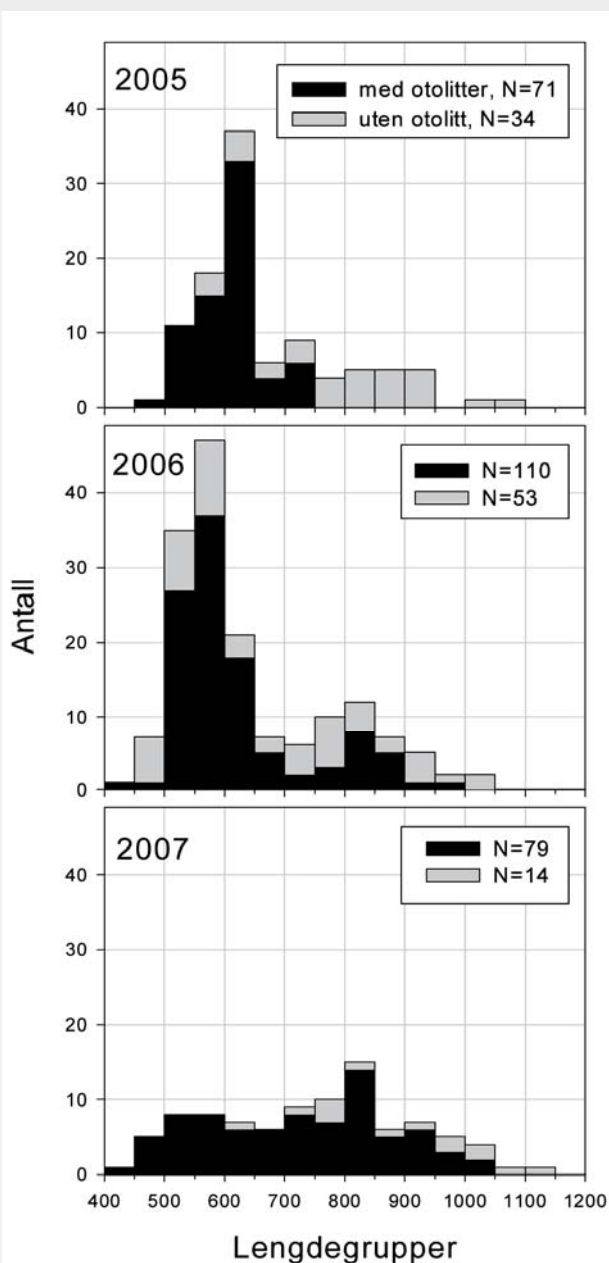
Fangsttidspunktet for individer nyttet i denne undersøkelsen er vist i figur 2. Fordelingene var relativt like for de tre innsamlingsårene 2005-2007. Vannføringen i Nidelva varierer gjennom døgnet grunnet effektkjøring av kraftverkene. Minstevannføringen er satt til 30 m³/sek. Lave fangsttall i første del av fiskesesongen skyldes at Nidelva i dag har en noe sein tilbakevandring og oppvandring av voksen fisk. Denne domineres av 1- og 2-SV fisk som normalt kommer seinere opp i vassdragen sammenlignet med 3-SV eller eldre fisk.

Tabell 2. Antall individer av voksen laks undersøkt for fluoriserende merke i otolitt. Materialet fordelt på fangstår og fiskens størrelse – år i sjø (1-3 SV).

Fangstår	Antall individer prøvetatt			
	1-SV	2-SV	3-SV	Samlet
2005	68	5	0	73
2006	93	19	2	114
2007	33	38	11	82
Samlet	194	62	13	269



Figur 2. Antall fisk undersøkt for merke fordelt på uke og år i perioden 1 juni – 31 august i 2005 – 2007 (N=269) (grafene til venstre). Oversikt over innrapportert fangst fordelt på størrelsesgrupper (<3 kg; 3-7 kg; > 7 kg) og måned i perioden juni til og med august er vist i grafene til høyre.



Figur 3. Antall fisk undersøkt for merke fordelt på uke og år i perioden 1 juni – 31 august i 2005 – 2007 (N=269) (grafene til venstre). Oversikt over innrapportert fangst fordelt på størrelsesgrupper (<3 kg; 3-7 kg; > 7 kg) og måned i perioden juni til og med august er vist i grafene til høyre.

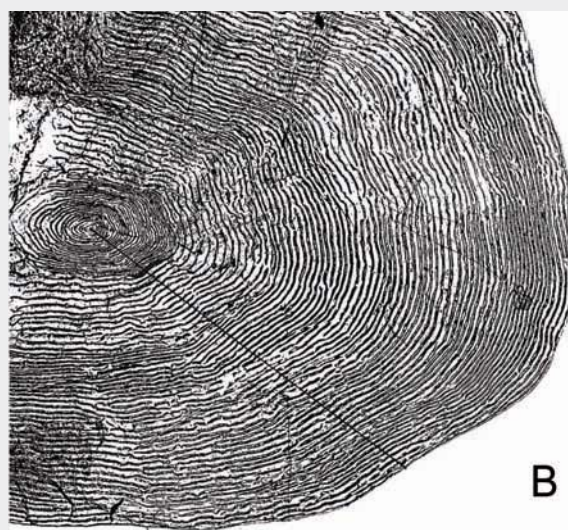
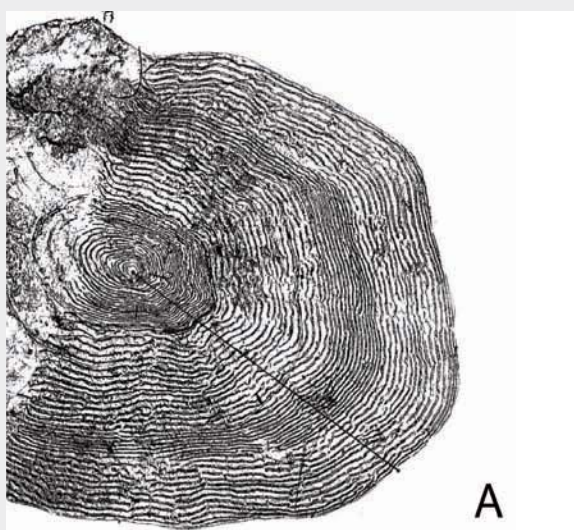
Fisk klassifisert og gruppert ut fra skjellprøver og analysert for merke i otolitt er gitt i tabell 3. Fisk klassifisert som vill ut fra skjellprøvene utgjorde henholdsvis 82 %, 91 % og 87 % av det samlede materialet for fangstårene 2005-2007. Av dette materialet hadde henholdsvis 92 %, 81 % og 69 % av fisken fluoriserende merke i otolitten. Resultatet viser at den kultiverte fisken i Nidelva var vanskelig å skille fra vill fisk ut fra skjellkarakterer. Den kultiverte fisken utsatt i Nidelva ble rutinemessig flyttet mellom to ulike settefiskanlegg. Fisken ble flyttet fra vinteranlegget til sommeranlegget på våren og tilbake igjen på høsten. Sommerstid sto fisken i kar utendørs ved anlegget på Lundamo. Anlegget har vanntilførsel av overflatevann fra vassdraget. Vinterstid sto fisken ved anlegget på Ler med vanntilførsel fra grunnvannskilde. Den ble eksponert for forhøyet vintertemperatur men en mer naturlig sommertemperatur. Leder for anlegget har gjennom mange år registrert at fisk vokser vesentlig bedre på Lundamo enn på Ler (Svein Åmot pers. med.). Analyse av skjell fra fisk med merke i otolitt viser omslag i veksten mellom vinter og sommer. Det samme er typisk også hos naturlig produsert fisk i vassdrag.

En sammenligning av smoltalder og smoltlengde viste ingen signifikante forskjellig mellom merket og umerket fisk (tabell 4). Alder og lengde ble beregnet fra skjellprøver. Ingen av individene tatt med i denne undersøkelsen ble karakterisert som oppdrettsfisk ut fra skjellkarakterer. Fire individer, ett i 2006 og tre i 2007, ble karakterisert som "umerket" ut fra otolitten og "utsatt smolt" ut fra skjellkarakterene.

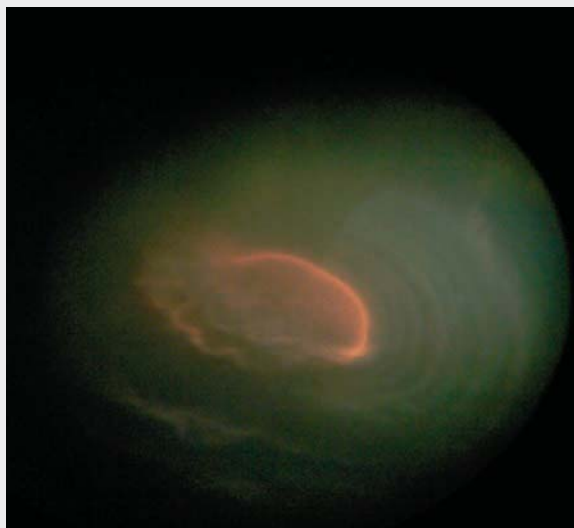
Sportsfiskefangster innrapportert til TOFA i 2005-2007 med skjellprøver og angitt total lengde utgjorde hhv. 105, 163 og 93 individer. Av disse ble det også sendt inn otolitter av 71, 111 og 79 individer (figur 3). Lengdefordelingen hos fisk med prøver av otolitter var mye lik det en fant for

det samlede materialet innrapportert til TOFA (figur 3 og 4). Lengdefordelingen hos fisk med og uten merke i otolitt var ikke signifikant forskjellig i noen av årene 2005-2007 (Mann-Whitney Rank Sum Test) (tabell 4).

Andel kultivert fisk i årsklassene 2001 – 2004 varierte mellom 70 og 88 prosent (tabell 5). Av tilbakevandrende 1 SV fisk med opphav i kultivering ble andelen fisk utsatt som 1-2 års smolt estimert til 59, 68 og 78 % i hhv 2005-



Figur 4. Skjellkontroll av fisk fra Nidelva. Individet med skjell A , til venstre, hadde et fluoriserende merke i otolitt, men ble samtidig klassifisert som vill ut fra skjellkarakterer. Individet ble trolig satt ut i vassdraget som plomme-sekk eller sommerforet settefisk, vandret ut som 3+ smolt og har oppholdt seg en vinter i sjø. Individet B, til høyre, hadde ikke merke i otolitt, og ble klassifisert som vill ut fra skjellkarakterer. Den vandret ut som 3+ smolt og antas å ha oppholdt seg to vintre i sjø.



Figur 5. Bilde av merket otolitt i gjenfanget voksenfisk fra Nidelva. Det fluoriserende merket sees tydelig som en ring rundt kjernen av otolitten.

2007. For 2-SV fisk var den estimerte andelen hhv 83, 61 og 67 %, og for 3-SV fisk hhv 100, 83 og 59 %. Årsklassene 2002 og 2003 dominerte i utsettingsmaterialene og i det senere innsamlede materialet av voksenfisk (tabell 5). Andelen merket fisk i fangstene fordelt på fangstår og vintre i sjø var gjennomgående høy (tabell 6). Forventet antall tilbakevandrende fisk ble basert på antagelser om overlevelse frem til smolt for fisk utsatt som plommeseckkyngel (5 % overlevelse) og for fisk utsatt som 1-somrig yngel (15 % overlevelse) er gitt i tabell 7. Basert på Petersen metoden ble bestandsstørrelsen av 1-3 SV laks estimert (tabell 8). Nøyaktigheten i estimatene

varierte mellom 7 og 14 %. Forventet andel kultivert fisk i fangstene er basert på forventet antall utvandrende smolt med opphav i kultivering (tabell 7) og estimert bestandsstørrelse (tabell 8). Forventet og observert andel kultivert fisk i fangstene er gitt i tabell 9.

Estimert fangstrate for 1-3 SV laks i årene 2005-2007 er basert på estimert bestandsstørrelse og offisiell fangststatistikk (tabell 10).

Tabell 3. Antall individer klassifisert som vill, utsatt smolt og usikker ut fra skjelldarakter og undersøkt for merke i otolitt og klassifisert som merket, umerket eller uleselig. Materialet fordelt på fangstårene 2005-2007.

	Fangstår	Skjell kategorier	Otolitt klassifisering			
			Merket	Umerket	Uleselig	Samlet
Skjell klassifisering	2005	Vill	47	4	8	59
		Utsatt smolt	6	0	4	10
		Usikker	3	0	0	3
		Ikke vurdert	0	0	1	1
	2006	Vill	73	17	9	99
		Utsatt smolt	5	1	1	7
		Usikker	3	0	0	3
		Ikke vurdert	4	1	0	5
	2007	Vill	43	19	4	66
		Utsatt smolt	5	3	1	9
		Usikker	1	0	0	1
		Ikke vurdert	3	1	2	6
	Samlet		193	46	30	269

4. Diskusjon

Bruk av bademerking og analyse av merke i otolitt i forbindelse med merking av ungfish og gjenfangst av voksen fisk er tidligere nyttet i begrenset omfang. Et fluoriserende merke i otolitt eksiterer og "lyser" ved eksponering for UV-lys. Ved vedvarende eksponering av otolitten forventes merket å blekne. I naturen beskytter organismer seg mot UV-lys ved å utvikle pigmentering og ved å unngå eksponering for sterkt sollys over tid. UV-lys har svært høy ekstinksjons-koeffisient i vann. UV-lyset vil derfor være betydelig redusert allerede ved noen få cm dyp. Undersøkelser av varighet av merke i otolitt har vist at merket holder seg godt over mange år. Hendricks et al. (1991) fant at et merke i American shad var godt synlig 7 år etter merking. Dette er i tråd med egne erfaringer med merking av rogn og senere deteksjon av merke i otolitt fra voksen fisk. Tap av merke grunnet bleking vurderes ikke å representere noen større feilkilde.

Visuell deteksjon av merke i otolitt kan føre til ulike analysesvar avhengig av hvordan analysemateriale opparbeides, bruk av ulike utstyrskomponenter samt opplæring og grad av erfaring med denne type deteksjonsarbeide. Niva et.al. (2005) gjennomførte en blindtest bestå-

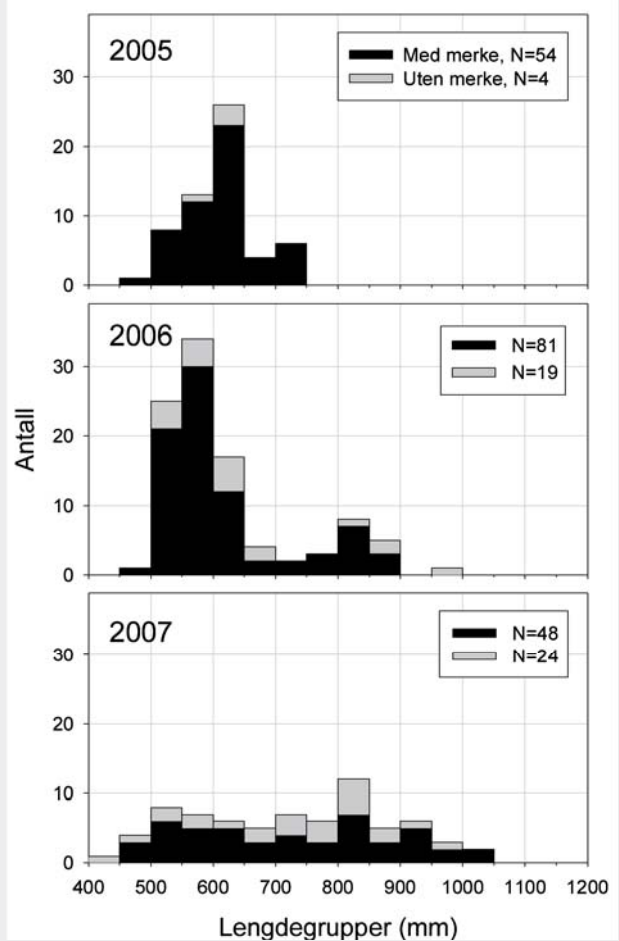
Tabell 4. Smoltalder og estimert smoltlengde hos gruppene umerket og merket fisk. Det var ingen signifikante forskjeller mellom gruppene (Mann-Whitney Rank Sum Test).

Otolitt klassifisering	Smoltalder				Estimert smoltlengde			
	Gj. snitt (år)	SD (år)	N	P	Gj. snitt (mm)	SD (mm)	N	P
Umerket	2,09	0,47	44	0,77	120,54	22,12	24	0,12
Merket	2,04	0,21	180		129,86	22,33	97	

ende av et prøvesett bestående av opparbeidede otolitter fra merket og umerket fisk av bla røye, aure og laks. Resultatene etter avlesninger utført av fem ulike personer ble sammenlignet. De fant bla at umerkede otolitter i snitt ble feilkategorisert i 5 % av tilfellene. Egne undersøkelser har vist at forskjellen i analysesvar mellom to uavhengige avlesere på det samme materialet normalt er under 3 % ved første gangs avlesning. En ny gjennomgang av prøver gitt ulikt prøvesvar viste at merkede otolitter dominerte i denne gruppen. I et annet studie gjorde vi undersøkelser av analysesvar etter avlesning av et sett otolitter bestående av umerkede og otolitter med spesielt svak merking. Her fant vi at det var gitt ulikt analysesvar for 16,3 % av otolittene (30 av 185 otolitter). Av disse 30 ble det funnet at 19 var merket og 11 var umerket. For materialet analysert fra Nidelva var merkingen gjennomgående god, og det ble foretatt ny gjennomgang for 3,3 % av prøvene.

Størstedelen av fisk karakterisert som "vill" ut fra skjellkarakterer viste seg å være utsatt og med et fluoriserende merke i otolitt (tabell 3). Produksjonsmåten for utsettingsmaterialene antas å være den vesentlig årsak til problemene med å skille villfisk fra utsatt fisk ut fra skjellkarakterer. Ulike utsettingsstadier var også vanskelig å skille ved skjellanalyser. Smoltlengden hos kultivert fisk var ikke signifikant forskjellig fra vill fisk (tabell 4). Gode næringsforhold for ungfisk i vassdraget kan være en av årsakene til at smoltlengde og smoltalder hos vill og kultivert fisk ikke var forskjellig.

Den høye andelen merket fisk i det innsamlede prøvematerialet indikerer at andel kultivert fisk i bestanden av voksen fisk i Nidelva var høy (tabell 9). Årsak til den høye andelen kan være flere. De relativt store utsettingsmaterialene av årsklassene 2002 og 2003 bidro i betydelig grad til bestanden. Forventet smoltproduksjon basert på oppvandrende umerket voksenfisk med gyting i 2005 (1-SV), 2006 (1- og 2-SV) og 2007 (1-, 2- og 3-SV) var på rundt 1 440 smolt i 2005, 12 640 smolt i 2006 og hele 60 000 smolt i 2007. For 2007, med alle de tre størrelseskategoriene representert, forventes produksjonen av smolt, basert på tilbakevandrende fisk fra naturlig gyting, å utgjøre rundt 76 % av det estimerte gyte-



Figur 6. Lengdefordeling av voksen laks innsamlet under sportsfiske i Nidelva 2005 – 2007 og kategorisert som merket og umerket ut fra forekomst av merke i otolitt.

Tabell 5. Andel merket fisk fordelt på årsklasser. Antall uleselige otolittprøver og samlet antall undersøkte individer er angitt. Fiskens alder ble bestemt ved skjellanalyse.

Årsklasse	Gjenfangst		
	% merket	N uleselig	N samlet
2001	70,0	1	11
2002	87,8	15	97
2003	78,5	11	109
2004	70,6	0	34
Samlet	80,4	27	251

bestandsmålet på 3,9 mill rognkorn. Dataene på gytebestandsmål er hentet fra Hindar et al. (2007). Andelen voksen fisk med opphav i naturlig gyting synes imidlertid å være langt lavere enn det en kunne forvente ut fra estimert rognproduksjon. Årsaker til lav naturlig rekruttering hos laks i vassdraget kan være flere og anbefales undersøkt og klarlagt.

Regulanten er av myndighetene pålagt å gjennomføre årlige utsett av smolt basert på årlig innsamling av stamfisk. Data fra TOFA viser at antall stamfisk innsamlet i vassdraget og godkjent brukt til kultivering i Nidelva i perioden 1986-2008 varierte (gjsn. # hunner $\pm$ STD = 13,8 $\pm$ 16,9, N=20). For årene 1986 – 1990 ble det ikke samlet inn stamfisk. For perioden 1994-2008 ble det godkjent færre enn 10 individer i 6 av de 14 årene. Størstedelen av innsamlet stamfisk ble karakterisert som vill ut fra skjellkarakterer (99 % $\pm$ 10 %, N= 20, snitt $\pm$ 2SD, N). Innslaget av kultivert fisk blant individer nyttet som stamfisk i kultiveringen antas å være langt høyere enn tidligere antatt.

Høy andel kultivert fisk i bestanden og problemene med å skille vill fisk fra kultivert fisk ut fra skjell-karakterer tilsier økt behov for fokus på den genetiske sammensetningen i fremtidig stamfiskbestand. Det anbefales gjennomført genetisk kartlegging av all stamfisk samt etablering av stamfiskstasjon med tilstrekkelig antall familiegrupper til å sikre at kultiveringen ikke bidrar til tap av genetisk variasjon.

Tabell 6. Andel fisk med merke i otolitt, antall individer med uleselige otolitter og totalt antall fisk undersøkt for merke i otolitt fordelt på fangstår. Materialet er fordelt på antall vintre i sjø og ble bestemt ved skjellanalyser.

Fangstår	Vintre i sjø	% merket	N uleselig	N undersøkt
2005	1	92.7	13	68
	2	100.0	0	5
2006	1	82.4	8	93
	2	83.3	1	19
	3	0	1	2
2007	1	71.9	1	33
	2	57.6	5	38
	3	90.9	0	11
2005-2007	1	83.7	22	194
	2	69.6	6	62
	3	83.3	1	13

Tabell 7. Forventet antall tilbakevandret kultivert voksen fisk basert på utsetninger. Materialet fordelt på fangstår og vintre i sjø (1-3 SV). Data basert på utsett av plommeseekkyngel, 1-somrig yngel, 1-årig smolt og 2-årig smolt i perioden 2001-2006 (tabell 1). Det er gjort følgende antagelser om utvandring av smolt og senere tilbakevandring av voksen laks: 5 % av fisk utsatt som plommeseekkyngel og 15 % av sommerforet yngel vandrer ut som smolt. Av utvandrende smolt vil 6 % vandre tilbake etter en vinter i sjø (1-SV), 3 % opptrer som 2-SV og 1,5 % opptrer som 3 SV. (-) markerer manglende data.

Vintre i sjø (#-SV)	Fangstår								
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	1020	600	652	1527	1965	810	630	-	-
2	-	510	300	372	763	982	405	315	-
3	-	-	255	150	163	382	491	203	158
Samlet	-	-	1207	2049	2891	2174	1526	-	-

Tabell 8. Estimert bestandsstørrelse ved bruk av Petersen metoden for merking-gjenfangst. N = estimert bestandsstørrelse, $\pm 95\%$ CI. n = antall individer undersøkt. Det er gått ut fra antagelser om overlevelse frem til smolt og tilbakevandrende fisk (se tekst i tabell 7). For grupper med $n < 10$ er tettheten ikke estimert.

Fangstår	Estimert bestandsstørrelse											
	1-SV				2-SV				3-SV			
	N	-95 % CI	+95 % CI	n	N	-95 % CI	+95 % CI	n	N	-95 % CI	+95 % CI	n
2005	1645	1566	1834	55	-	-	-	5	-	-	-	0
2006	2379	2183	2710	85	907	787	1320	18	-	-	-	1
2007	1114	926	1543	32	1669	1007	2366	33	417	383	656	11

Tabell 9. Forventet og observert andel kultivert laks i fangstene av 1-3 SV fisk fordelt på fangstår. Forventet andel er basert på antagelsene om at 5 % av fisk utsatt som plommeseekkyngel og 15 % fisk utsatt som sommerforet yngel, vandrer ut som smolt. 6 % av utvandrende smolt antas å vandre tilbake til vassdraget som 1-sjøvinterfisk (1-SV), 3 % som 2-SV og 1,5 % som 3-SV. n = antall fisk undersøkt for merke i otolitt.

Fangstår	Forventet andel kultivert fisk i fangstene (%)									Observert andel kultivert fisk i fangstene					
										1-SV		2-SV		3-SV	
	1-SV	-95 % CI	+95 % CI	2-SV	-95 % CI	+95 % CI	3-SV	-95 % CI	+95 % CI	%	n	%	n	%	n
2005	92,8	83,25	97,5	-	-	-	-	-	-	92,7	55	-	5	-	0
2006	82,6	72,5	90,0	82,6	72,5	90,0	-	-	-	82,4	85	83,3	18	-	1
2007	72,7	52,5	87,5	84,1	57,8	97,0	91,6	85,2	99,7	71,9	32	57,6	33	90,9	11

Tabell 10. Estimert fangstrate for 1-3-SV laks i Nidelva basert på bestandsestimat ved Petersen-metoden for merking-gjenfangst samt innrapportert fangst i årene 2005-2007. N = estimert bestandsstørrelse, $\pm 95\%$ CI. n = antall fisk undersøkt. Overlevelse frem til smolt og tilbakevandrende fisk (se tekst i tabell 7). Ved n<10 er det ikke foretatt noe estimat.

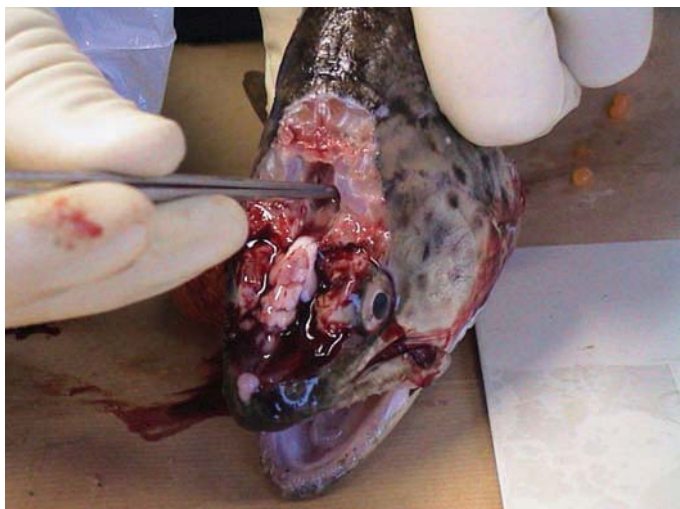
Fangstår	Estimert fangstrate											
	1-SV				2-SV				3-SV			
	%	-95 % CI	+95 % CI	n	%	-95 % CI	+95 % CI	n	%	-95 % CI	+95 % CI	n
2005	47,6	42,7	50,0	55	-	-	-	5	-	-	-	0
2006	33,0	29,0	36,0	85	49,8	34,2	57,5	18	-	-	-	1
2007	30,8	22,2	37,0	32	16,4	11,6	27,2	33	21,8	13,9	23,8	11

5. Referanser

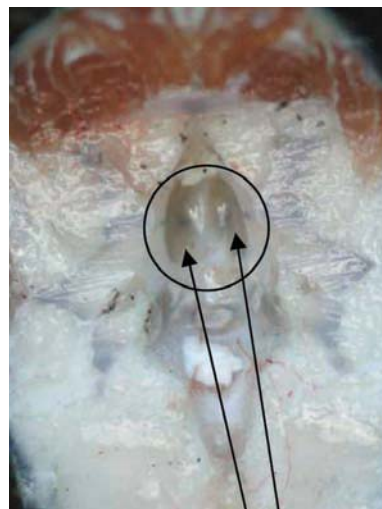
- Baer, J. and Rösch, R. 2008. Mass-marking of brown trout (*salmo trutta* L.) larvae by alizarin: method and evaluation of stocking. *J. Appl. Ichthyol.* 24, 44-49.
- Beckman, D. W. & Schulz, R. G. 1996. A simple method for marking fish otoliths with alizarin compounds. *Trans. Am. Fish. Soc.* 125. 1. 146-149.
- Caudron, A., Champigneulle, A. and Guyomards, R. 2006. Assessment of restocking as a strategy for rehabilitating a native population of brown trout *Salmo trutta* L. in a fast-flowing mountain stream in the northern French Alps. *Journal of Fish Biology.* 66 (supplement A), 127-139.
- Eckmann, R. 2003. Alizarin marking of whitefish, *Coregonus lavaretus* otoliths during egg incubation. *Fiskeries Management and Ecology*, 10. 233-239.
- Gerdeaux, D., Luquet, J.F., Poupart, A. and Tostivint, C. 2006. Contribution of trout yolk-sac fry (*salmo trutta* L.) originating from wild stock to fishing in the River Moselotte, *Bull. Fr. Peche Piscic.* 2006, 383: 13-22.
- Hendricks, M.L., Bender, T.R. & Mudrak, V.A. 1991. Multiple marking of American Shad otoliths with tetracycline antibiotics. *North American Journal of Fisheries Management.* 11: 212-219.
- Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen, A. J., Ugedal, O., Jonsson, N., Storeid, S.-E., Arnekleiv, J. V., Saltveit, S. J., Sægrov, H. & Sættem, L. M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. – NINA Rapport 226. 78 s.
- Moen, V. 1996. Otolitt-merking av laks, massemerking av rogn og yngel ved tilsetning av fargestoff i vannbad. SVLT Oppdragsevd. Rapport 1996. 20 pp. ISBN 82-7882-000-7.
- Moen, V. 2000B. Badmerking av øyerogn – effekter på laks utsatt i vassdrag som øyerogn og plommeseekkyngel. VESO – Rapport: 01-2000: 1-31.
- Niva, T., Keranen, P., Raitaniemi, J. and Berger, H.M. 2005. Improved interpretation of labelled fish otoliths: a cost-effective tool in sustainable fisheries management. *Marine and Freshwater Research*, 56, 705-711.
- Rubin, J. F. and Buttiker, B. What is the proportion of Arctic char, *salvelinus alpinus* (L.), coming from natural spawning or from stocking in Lake Geneva ? *Bull. Fr. Peche Piscic.* 1993, 329: 221-229.
- Seber, G. A. F. 1982. *The Estimate of Animal Abundance and Related Parameters.* 2nd ed. Griffin, London.
- Secor, D. H. and Houde, E.D. 1995. Larval Mark-Release Experiments: Potential for Research on Dynamics and Recruitment in Fish Stocks. In *Recent Developments in Fish Otolith Research.* (Ed) Secor, D.H., Dean, J.M. and Campana, S.E. The Bell W. Baruch Library in Marine Science Number 19. p. 423-444.
- Taylor, M.D., Fielder, D.S. and Suthers, I.M. 2005. Batch marking of otoliths and fin spines to assess the stock enhancement of *Argyrosomus japonicus*. *Journal of Fish Biology.* 66. 1149-1162.
- Uchida, K., Tsukamoto, S., Ishii, R. & Kajira, T. 1989. Larval competition for food between wild and hatchery-reared ayu, *Plecoglossus altivelis* Temminck et Szegei, in culture ponds. *Journal of Fish Biology* 34; 399-407.
- Villanueva, R. and Moli, B. 1997. Validation of the otolith increment deposition ratio using alizarin in juveniles of the sparid fish, *Diplodus vulgaris*. *Fisheries Research.* 30. 3. 257-260.

Vedlegg 1:

Prøvetak av otolitter (øresteinene)

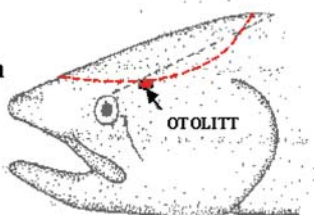


Uttak av otolitter med bruk av pinsett

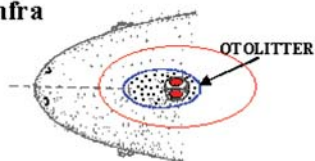


1-sjø-vinter laks. De største otolittene sitter i egne lommer i kraniet plassert under hjernen. Etter at hjernemassen er løftet frem kommer otolittene til syne og kan enkelt tas ut ved hjelp av en spiss pinsett.

Fra siden



Ovenfra



Skjematisk plassering av otolittene: benaktige, harde strukturer som ligger i 2 lommer under hjernen.



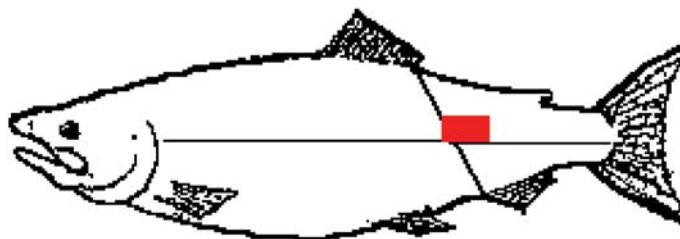
Størrelsen på en otolitt fra 1-sjø-vinter laks er på størrelse med et fyrstikkhode

Vedlegg 2:

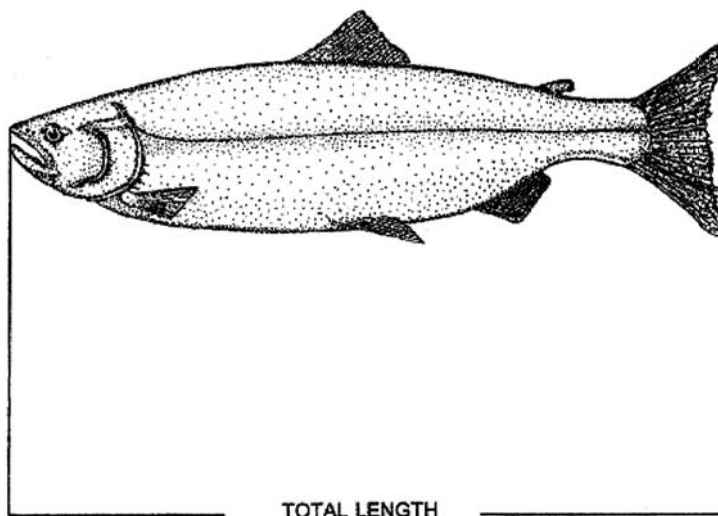
Prøvetak av skjell



Vi ønsker ca 10 skjell. Skjellene er plassert i egne skjell-lommer i huden. Det anbefales at det nyttes en pinsett eller spiss tang. Hvis det skal nyttes kniv bør en være nøye med først å fjerne slim fra prøven før den legges i skjellkonvolutten.



Figuren viser hvor på kroppen prøvetak av skjell bør skje ifølge internasjonal standard – rett i overkant av kryssingspunktet mellom forbindelseslinje fra bakre kant av ryggfinne til fremre kant av gattfinnen og sidelinjen. Se området avmerket med rødt. Ofte taes 5 skjell opp langs forbindelseslinjen.



Figuren viser hvordan totallengde hos fisk måles – fra snuespiss til forbindelseslinje mellom naturlig utstrakt halefinne. Målet oppgis i mm.



Veterinærinstituttet er et nasjonalt forskningsinstitutt innen dyrehelse, fiskehelse, mattrygghet og dyrevelferd med uavhengig forvaltningsstøtte til departementer og myndigheter som primæroppgave. Beredskap, diagnostikk, overvåking, referansefunksjoner, rådgivning og risikovurderinger er de viktigste virksomhetsområdene.

Veterinærinstituttet har hovedlaboratorium i Oslo og regionale laboratorier i Sandnes, Bergen, Trondheim, Harstad og Tromsø, med til sammen ca. 360 ansatte.

www.vetinst.no

Tromsø

Stakkevollvn. 23 b · 9010 Tromsø
9010 Tromsø
t 77 61 92 30 · f 77 69 49 11
vitr@vetinst.no

Harstad

Havnegata 4 · 9404 Harstad
9480 Harstad
t 77 04 15 50 · f 77 04 15 51
vih@vetinst.no

Bergen

Bontelabo 8 b · 5003 Bergen
Pb 1263 Sentrum · 5811 Bergen
t 55 36 38 38 · f 55 32 18 80
post.vib@vetinst.no

Sandnes

Kyrkjev. 334 · 4325 Sandnes
Pb 295 · 4303 Sandnes
t 51 60 35 40 · f 51 60 35 41
vis@vetinst.no

Trondheim

Tungasletta 2 · 7047 Trondheim
7485 Trondheim
t 73 58 07 27 · f 73 58 07 88
[vit@vetinst.no](mailto:vitr@vetinst.no)

Oslo

Ullevålsveien 68 · 0454 Oslo
Pb 750 Semtrum · 0106 Oslo
t 23 21 60 00 · f 23 21 60 01
post@vetinst.no

