

LABORATORIUM FOR FERSKVANNSØKOLOGI OG INNLANDSFISKE  
LFI-UNIFOB  
UNIVERSITETET I BERGEN  
Rapport nr. 130

# Utlekking av rogn som alternativ kultiveringsmetode i Vikja og Dalselva

- resultater fra undersøkelser i perioden 2002-2004



**Bjørn T. Barlaup, Helge Skoglund, Sven-Erik Gabrielsen,  
John Anton Gladsø og Tore Wiers**

---

Etter oppdrag fra Statkraft Energi AS  
Bergen, februar 2005

LABORATORIUM FOR FERSKVANNSØKOLOGI OG INNLANDSFISKE LFI-UNIFOB UNIVERSITETET I BERGEN ALLÉGT. 41 5007 BERGEN		TELEFON: 55 582228 TELEFAX: 55 589674
ISSN NR: ISSN-0801-9576	LFI-RAPPORT NR: 130	
TITTEL: Utlegging av rogn som alternativ kultiveringsmetode i Vikja og Dalselva - resultater fra undersøkelser i perioden 2002-2004	DATO: 18.02.05	
FORFATTERE: Bjørn T. Barlaup <sup>1</sup> , Helge Skoglund <sup>1</sup> , Sven-Erik Gabrielsen <sup>1</sup> , John A. Gladsø <sup>2</sup> og Tore Wiers <sup>1</sup>  <sup>1</sup> LFI-UNIFOB, Universitetet i Bergen <sup>2</sup> Fiskeressursprosjektet, Fylkesmannens miljøvernavdeling, Sogn og Fjordane	GEOGRAFISK OMRÅDE: Sogn og Fjordane	
OPPDRAGSGIVER: Statkraft Energi AS	ANTALL SIDER: 43	
<p>UTDRAG: I rapporten vurderes utlegging av rogn som et alternativt kultiveringstiltak for å produsere smolt i Vikja og Dalselva. Resultater med utlegging av rogn i Vikja er lovende og viser god overlevelse og tilvekst for yngel som stammer fra tiltaket. En fordel med tiltaket er at det produserer en smolt som er mer tilpasset de naturlige forhold sammenliknet med en smolt produsert i et fiskeanlegg. Potensialet for smoltproduksjon vil være avhengig av kvantiteten og kvaliteten på de tilgjengelige oppvekstområdene for ungfisken. På den 4,9 km lange strekningen oppstrøms lakseførende strekning i Vikja, tilsier undersøkelsene at en kan forvente en betydelig smoltproduksjon forutsatt at perioder med svært lav vannføring ikke representerer en flaskehals for overlevelsen. Den naturlige laksebestanden i Vikja har de senere årene vært karakterisert ved et høyt innslag av oppdrettslaks og rognplantingen som er basert på rogn fra villaks, kan også sees på som et tiltak for å motvirke uheldig genetisk påvirkning fra oppdrettslaksen. I Dalselva vil tilsvarende metode trolig også ha et betydelig potensial for å produsere smolt på den ca. 2,5 km lange strekningen ovenfor lakseførende del, men dette er så langt ikke prøvd ut, siden det i prosjektperioden ikke var tilgang på stamfisk fra vassdraget.</p>		
EMNEORD: Laks, sjøaure, rognplanting, regulert elv	SUBJECT ITEMS: Atlantic salmon, anadromous brown trout, planting of salmonid eggs, regulated river	
FORSIDEFOTO: Årsyngel av laks som stammer fra rognplantingen på Hesjasletta i Vikja (stort bilde), gruskasse og rogn klar for utlegging på samme strekning (lite bilde t.v.), og stamlaks for rognplantingen tatt i Vikja og holdt i kar i Hove kraftstasjon (lite bilde t.h.). Alle foto v/Bjørn T. Barlaup, LFI.		

## Forord

I brev av 20.06.2002 ba Statkraft om prosjektforslag i forbindelse med gjennomføring av utlegging av rogn og fiskebiologiske undersøkelser i Vikja og Dalselva i Framfjorden. På grunnlag av de innsendte forslagene til undersøkelsesprogram ble LFI, Unifob v/Universitetet i Bergen, i brev fra Statkraft 23.10.2002 tildelt oppdraget med å foreta undersøkelsene.

I de senere år har det vært fokus på utlegging av rogn, eller såkalt rognplanting, som et supplerende eller alternativt kultiveringstiltak for å styrke bestander av laks og sjøaure. Fordelen med rognplanting er at metoden resulterer i en smolt som er mer tilpasset de naturlige forholdene i vassdraget sammenliknet med en settesmolt produsert i et fiskeanlegg. Hvor godt en lykkes med rognplanting vil imidlertid være avhengig av kvantiteten og kvaliteten på de tilgjengelige oppvekstområdene for ungfisken. Denne rapporten omhandler arbeid for å undersøke om rognplanting er en egnet alternativt kultiveringsmetode i Vikja og Dalselva. Resultatene fra prosjektperioden 2002-2004 er lovende og tilsier at rognplanting er en egnet metode for å produsere laksesmolt oppstrøms lakseførende strekning i Vikja. I Dalselva vil tilsvarende metode trolig også gi gode muligheter for produksjon av smolt men dette er så langt ikke prøvd ut, siden det i prosjektperioden ikke var tilgang på stamfisk fra vassdraget.

Statkraft SF, som har vært oppdragsgiver, har stått for stamfiske, stryking, røkting av rogn og deltatt under arbeidet med å legge ut rogn. I forbindelse med dette arbeidet vil vi spesielt takke Kjell Voll og Ingebrigt Risløv v/Hove kraftstasjon. VESO v/Vidar Moen og Torunn Hokseggen har hatt ansvaret for å fargemerke rogn før utlegging. Einar Kleiven v/NIVA har deltatt i arbeidet med å aldersbestemme av fisk. Statkraft har vært behjelpelig med å frambringe informasjon angående de hydrologiske og fysiske forholdene i elvene. Vi vil takke alle for et godt samarbeid.

Bjørn T. Barlaup  
Prosjektansvarlig, LFI, Unifob

## INNHold

Sammendrag .....	5
1.0 Innledning.....	6
1.1 Bakgrunn og hensikt .....	6
1.2 Områdebeskrivelse.....	6
2.0 Metode.....	7
2.1 Gjennomføring og evaluering av rognplanting som kultiveringsstrategi .....	7
2.2 Elektrisk fiske .....	7
2.3 Modeller for beregning av første næringsopptak og vekst .....	10
2.4 Gytefiskregistreringer .....	10
3.0 Resultater og diskusjon .....	11
3.1 Vikja .....	11
3.1.1 Bestandssituasjon for laks og sjøaure.....	11
3.1.2 Rognplanting .....	13
3.1.3 Utvikling og overlevelse frem til yngelens første næringsopptak.....	16
3.1.4 Tetthet og utbredelse av lakseunger .....	19
3.1.5 Tettheter av aure.....	22
3.1.6 Vekst hos ungfisk av laks og aure .....	24
3.1.7 Potensialet for smoltproduksjon på strekningen med rognplanting .....	28
3.2 Dalselva .....	34
3.2.1 Bestandssituasjon for laks og sjøaure.....	34
3.2.2 Ungfisktettheter av laks og aure .....	35
3.2.3 Vekst hos ungfisk av laks og aure .....	37
3.2.4 Potensialet for smoltproduksjon på strekningen med planlagt rognplanting.....	40
4.0 Litteratur .....	42

## Sammendrag

For å kompensere for skadevirkningene på fiskebestandene i forbindelse med reguleringen av Vikja og Arnafjordsvassdraget, er regulanten Statkraft pålagt årlige utsettinger av 12 000 laksesmolt og 4 000 sjøauresmolt i Vikja samt 600 laksesmolt og 1 000 sjøauresmolt i Dalselva. Som et alternativ til fiskekultivering ved utsetting av smolt ønsket Statkraft å få evaluert utlegging av rogn oppstrøms lakseførende strekning i de to vassdragene. Med denne bakgrunn ble det vinteren 2003 og vinteren 2004 gjort forsøk ved å legge ut hhv. 60 000 og 34 000 lakserogn fordelt på den ca. 4,9 km lange strekningen oppstrøms lakseførende del av Vikja. Siden elveleiet på den aktuelle strekningen er dominert av grov stein, ble det valgt å legge ut rogn i perforerte plastkasser fylt med grus. Det ble lagt ned om lag 2000 rogn i hver kasse. Kassene ble delvis gravd ned i elvebunnen og lagt ut på steder med antatt lite masseforflytninger og liten fare for utspyling av kassene. Undersøkelse av eggoverlevelsen i kassene ble basert på opptelling av gjenværende døde rogn etter at yngelen hadde forlatt kassene og viste en god overlevelse (>96%) både i 2003 og 2004. Ved elektrisk fiske ble det funnet tettheter av ensomrig laks på hhv. 17,4 og 20,2 pr 100 m<sup>2</sup> høsten 2003 og 2004. I 2004 ble det funnet en tetthet av tosomrig laks på 19,5 pr 100 m<sup>2</sup>. All denne ungfisken stammer med sikkerhet fra rognplantingen, siden planting ble utført oppstrøms lakseførende strekning. Den ensomrige laksen hadde god tilvekst (gjennomsnittlig lengde = 6,9 cm høsten 2003 og 5,8 cm høsten 2004) noe som gjenspeiler gode vekstbetingelser og høy temperatur. Tetthetene og tilveksten av tosomrig laks høsten 2004 (gjennomsnittlig lengde = 11,5 cm) indikerer en normal vinteroverlevelse selv om en ikke kan utelukke at perioder med svært lav vannføring kan representere en flaskehals for overlevelsen. Samlet tilsier resultatene fra undersøkelsene at en kan forvente en betydelig smoltproduksjon som følge av rognplanting på den aktuelle strekningen, dvs. i størrelsesorden 3400 til 5100 smolt, gitt en smoltproduksjon fra 10-15 smolt per 100 m<sup>2</sup>. Imidlertid forutsetter dette fravær av ugunstige forhold som medfører overdødelighet fra rogn blir lagt ut til smolten forlater vassdraget. Både store flommer som kan spyle ut rognkassene eller yngelen og perioder med svært lav vannføring som kan medføre høy dødelighet for ungfisk må derfor unngås for å realisere potensialet for smoltproduksjon på strekningen.

I Dalselva var det planlagt å legge ut rogn på den 2,5 km lange strekningen ovenfor lakseførende del, men dette tiltaket har så langt ikke vært gjennomført grunnet mangel på stamfisk og rogn. Det er antatt at denne strekningen har et potensial for å produsere fra 5 til 10 smolt per 100 m<sup>2</sup>. Dette vil i så fall tilsvare en smoltproduksjon i størrelsesorden fra 1100 til 2300 smolt.

Både i Vikja og Dalselva bør det legges ut fra 2,5 til 3 rogn per m<sup>2</sup> for å realisere potensialet for smoltproduksjon. I Vikja betyr dette at en bør legge ut fra 80 000 til 100 000 rogn årlig, mens en i Dalselva bør legge ut fra om lag 55 000 – 70 000 rogn årlig.

I regi av prosjektet er det også målt tettheter av ungfisk og telt gytefisk på lakseførende strekning i Vikja og Dalselva. Ved gytefisktellingen i Vikja i årene 2002 til 2004 ble det observert hhv. 98, 45 og 112 laks og 50, 48 og 28 sjøaure. Gytebestanden av laks i Vikja har de senere årene vært karakterisert ved et høyt innslag av oppdrettslaks. Eksisterende utsettinger av smolt og rognplantingen basert på rogn fra villaks, er derfor et viktig tiltak for å motvirke uheldig genetisk påvirkning fra oppdrettslaksen. I Dalselva har tilsvarende tellinger vist at laksen bare er sporadisk forekommende og det er lite sannsynlig at det er en stedegen laksebestand i vassdraget. I Dalselva ble det ved gytefisktellingene i årene 2002 til 2004 observert hhv. 56, 22 og 7 sjøaure. Sammen med høye tettheter av ungfisk viser disse tellingene at Dalselva har en selvreproduserende sjøaurebestand.

## 1.0 Innledning

### 1.1 Bakgrunn og hensikt

For å kompensere for skadevirkningene på fiskebestandene i forbindelse med reguleringen av Vikja og Arnafjordsvassdraget, er regulanten Statkraft pålagt årlige utsettinger av 12 000 laksesmolt og 4 000 sjøauresmolt i Vikja samt 600 laksesmolt og 1 000 sjøauresmolt i Dalselva. Som et alternativ til fiskekultivering ved utsetting av smolt ønsket Statkraft å få evaluert utlegging av rogn oppstrøms lakseførende strekning i de to vassdragene. Prosjektet startet med forundersøkelser høsten 2002. Deretter ble det lagt ut rogn ovenfor lakseførende strekning i Vikja vinteren 2003 og 2004. Målsettingen for undersøkelsene har vært å gi anbefalinger om hvordan utlegging av rogn skal gjennomføres for å oppnå et best mulig resultat og å danne et referansegrunnlag for senere å kunne evaluere tiltaket. Et sentralt spørsmål i prosjektet er å vurdere potensialet for hvor mange laksesmolt som kan bli produsert i henhold til tilgjengelig areal og habitatkvalitet på de aktuelle strekningene. I tillegg til selve rognplantingen har prosjektet vært basert på undersøkelser av overlevelse for utlagt rogn, tettheter av ungfisk både på strekningen med rognplanting og på lakseførende strekning, og tellinger av gytebestandene på lakseførende strekning. I denne rapporten gis en sammenstilling av resultatene for prosjektperioden 2002-2004.

### 1.2 Områdebeskrivelse

#### Vikja

Vikja (070.Z) ligger i Vik kommune i Sogn og Fjordane. Vassdraget er regulert og den første kraftstasjonen (Refsdal 1) ble satt i drift i 1958. I dag er tre kraftstasjoner i drift, Målset kraftstasjon, Refsdal 2 og Hove kraftstasjon, og utnytter et nedbørsfelt på om lag 207 km<sup>2</sup> som i hovedsak ligger mellom 800-1100 m.o.h. Den kraftstasjonen som i størst grad påvirker bestandene av laks og sjøaure i Vikja er Hove kraftstasjon. Den har inntak i dammen like nedenfor utløpet til Refsdal 2 og får i tillegg tilføringer via en takrennetunnel, og har sitt utløp øverst i den lakseførende delen ca. 1,5 km fra sjøen (se **figur 1**). Ved utløpet av kraftstasjonen ble elveløpet sprengt ned i en kanal, og førte til at det ble dannet et flere meter høyt fall der restfeltet nå møter vannet fra kraftstasjonen. Dette fallet er et vandringshinder for oppvandrende fisk og har medført en betydelig reduksjon av den lakseførende strekningen. Reguleringen har også medført at vannføringen i Vikja nedstrøms Hove kraftstasjon har blitt høyere og mer utjevnet gjennom året, mens vannføringen i restfeltet mellom dammen ved Refsdal og Hove kraftstasjon er kraftig redusert. Nedslagsfeltet er dominert av omdannede sedimentære bergarter, hovedsakelig fyllitt (Sigmond et al. 1984). Dette gjør at vassdraget har gode vannkjemiske forhold (Gladsø & Hylland, 2002).

Hele den 1,5 km lange lakseførende strekningen av Vikja er kanalisert pga. flomsikring. Dette gjør at elva er rasktflytende og stri ved normal vannføring. På strekningen er det bygget flere terskler som sørger for at elveløpet i nedre del veksler mellom stryk og terskelbasseng.

#### Dalselva

Dalselva (070.5Z), også kalt Arnafjordsvassdraget, ligger i Framfjord i Vik kommune. Av det opprinnelige nedslagsfeltet på om lag 106 km<sup>2</sup> er ca. 75% overført til kraftstasjonene i Vik, noe som medfører at vannføringen i Dalselva er redusert som følge av reguleringen. Dalselva har en anadrom strekning på om lag 1 km, der elva varierer mellom kulper og lette stryk. Vandringshinderet ligger i et gjel hvor elva er preget av flere mindre fosser og store steinblokker. På oversiden av dette partiet flater elva ut og en får igjen kulp-stryk variasjon. Nedslagsfeltet er dominert av omdannede sedimentære bergarter, hovedsakelig fyllitt (Sigmond et al. 1984). Dette gjør at vassdraget har gode vannkjemiske forhold (Sølsnes & Langåker 1995; Gladsø & Hylland 2002).

## 2.0 Metode

### 2.1 Gjennomføring og evaluering av rognplanting som kultiveringsstrategi

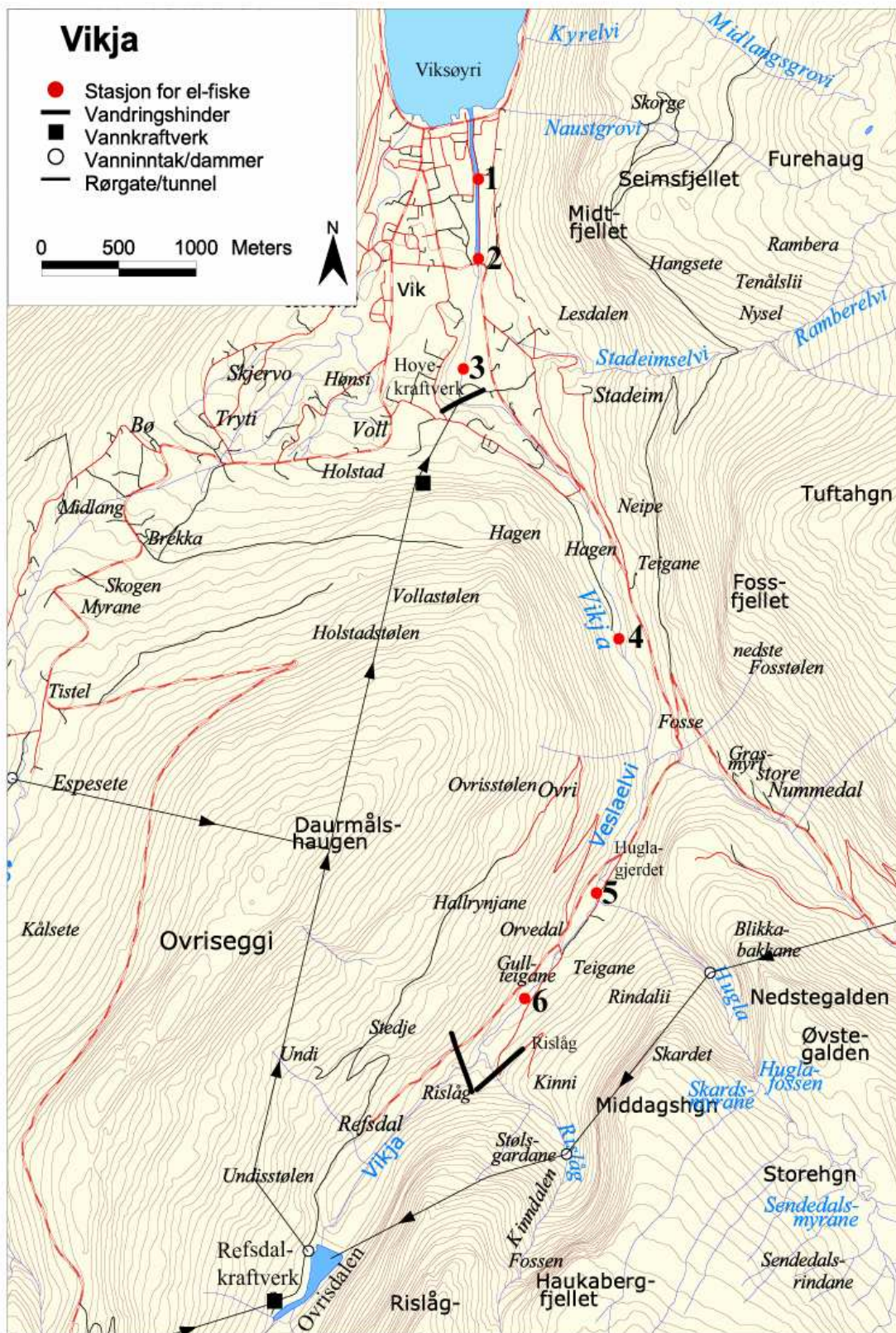
Rognplanting som kultiveringsmetode kan utføres på ulike måter. De vanligste metodene som tidligere har vært brukt er enten å grave rogn direkte ned i elvegrusen, eller å legge dem i bokser eller esker som igjen plasseres ut i elva (Barlaup & Moen 2001). Hvilken metode som er best egnet er avhengig av vassdragsspesifikke forhold. Etter befaringen på den aktuelle strekningen for rognplanting i Vikja høsten 2002 ble det valgt å legge ut rogn i gruskasser. Kassene ble valgt fordi bunnforholdene på den aktuelle strekningen er dominert av grov stein og det er derfor relativt få plasser en kan grave rogn direkte ned i elvegrusen. Bruk av kasser gir muligheten for en god fordeling av rogn og vår erfaring fra tilsvarende prosjekt i andre vassdrag tilsier at dette er en generelt god og robust metode. Metoden består i å legge ut rogn på øyerognstadiet i kasser som er fylt med grus og deretter plassert på egnede plasser i elva. Kassene som brukes er perforerte plastkasser (21 cm høy, 40 cm bred og 60 cm lang). Når kassene fylles med grus settes det ned fire drenerør (ca. 20 cm lange) som dermed fører ned i grusen. Rogn helles i porsjoner i hvert av drenerørene, og når så rørene trekkes opp vil grusen rase over og omslutte eggene. Eggene blir da liggende i lommer innimellom grusen som i en naturlig gytegrep. Det er svært viktig at grusen i kassene har riktig kornfordeling. Hvis det er for mye finpartikulært materiale i grusen vil dette føre til dårlig gjennomstrømming og oksygensvikt for eggene, mens for grov grus kan føre til at hulrommene i grusen blir for store og at eggene lekker ut av kassen. Kassene plasseres på steder i elva som på forhånd er vurdert som egnet i forhold til ulike hydrologiske forhold. Dette for å sikre at kassene ikke blir utsatt for tørrlegging, utspyling og/eller sedimentering, og at yngelen har tilgang til egnet habitat etter å ha forlatt kassene. Kassene blir sikret ved å grave dem delvis ned i elvegrusen eller ved å plassere dem mellom større steiner.

For å evaluere hvorvidt rognplantingen fungerer etter hensikten blir det både gjort registreringer av overlevelse fra utlegging og frem til yngelen forlater kassene på sommeren, undersøkelser av ungfisktettheter på høsten (se elektrisk fiske), samt at all rogn er fargemerket for senere identifikasjon i otolitt (ørestein). Overlevelsen fra utplanting og frem til yngelen forlater kassene blir registrert ved å ta opp kassene, helle ut grusen og telle hvor mye død rogn og/eller plommesekknyngel som ligger igjen i kassen. I enkelte av kassene blir en av egglommene lagt i en Vibert-boks som en referanse for å få et best mulig estimat på overlevelsen.

Før utlegging ble rogn fargemerket, dvs. rogn bades i et fargestoff på øyerognstadiet slik at det avsettes et fargemerke i øresteinen (otolitten). Fargestoffet vil settes av som en farget ring i fiskens ørestein og kan senere avleses under mikroskop. Veterinærmedisinsk oppdragscenter (VESO) har hatt ansvaret for fargemerkingen som ble utført i henhold til standard metode utarbeidet av VESO (Moen 1996, 2000). Hensikten med denne merkingen er å senere kunne identifisere fisk som stammer fra rognplantingen. Denne metoden gjør det bl.a. mulig å analysere øresteiner av fisk tatt ved sportsfiske eller stamfiske for å identifisere innslaget av laks som stammer fra rognplantingen.

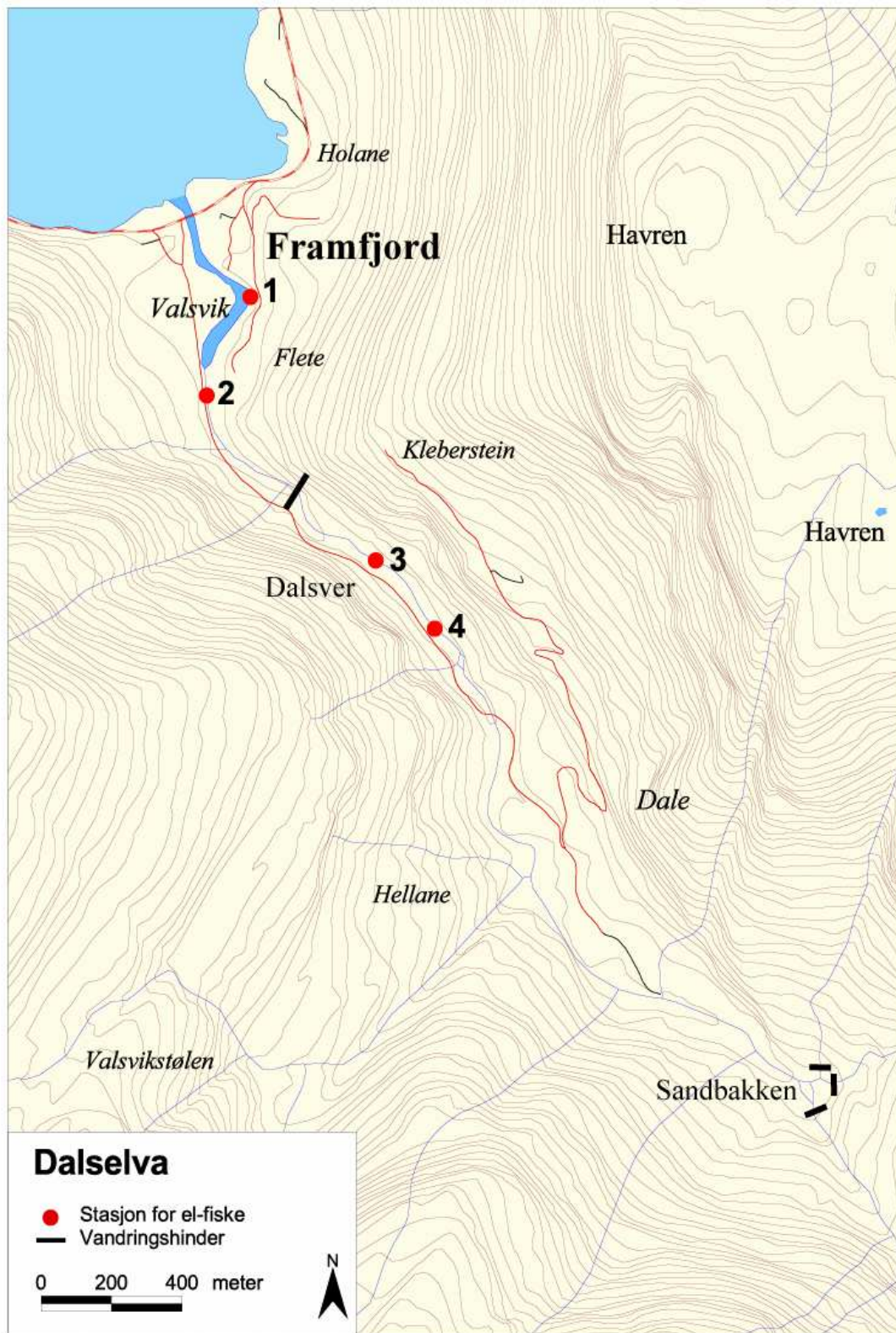
### 2.2 Elektrisk fiske

Tettheter av ungfisk ble undersøkt ved et kvantitativt elektrisk fiske med tre gangers fiske av den enkelte stasjon i henhold til metode beskrevet av Bohlin et al. (1989). Arealet på den enkelte stasjon var 100 m<sup>2</sup>. All fisk som ble samlet inn ved elektrisk fiske ble artsbestemt, lengdemålt og aldersbestemt ved lesing av otolitter. Basert på resultatene fra det elektriske fisket og aldersanalysen, er det gitt estimater for tetthetene av de ulike alderskategoriene av ungfisk på de ulike stasjonene. I tillegg er gjennomsnittlig tetthet av de ulike aldersgruppene beregnet. Det er blitt fisket i slutten av oktober i perioden 2002-2004. Undersøkelsene i 2002 fungerer som en referanse før tiltaket med å plante rogn startet våren 2003. I Vikja ble det etablert tre stasjoner i den lakseførende delen av vassdraget (nedstrøms Hove kraftstasjon) og tre stasjoner oppstrøms lakseførende strekning i tilknytning til områdene hvor rogn ble plantet ut (**figur 1**). I Dalselva ble det etablert to stasjoner i lakseførende del, og to stasjoner oppstrøms vandringshinderet hvor det er planlagt å legge ut rogn (**figur 2**).



**Figur 1.** Kart over Vikja med lokalisering av de seks stasjonene for elektrisk fiske. Stasjonene 1-3 ligger på lakseførende del, mens stasjonene 4-6 ligger på strekningen med rognplanting. Vandringshinderet for laks og sjøaure i Vikja ligger rett nedstrøms Hove kraftverk.





**Figur 2.** Kart over Dalselva med lokalisering av de fire stasjonene for elektrisk fiske. Stasjonene 1 og 2 ligger på lakseførende del, mens stasjonene 3 og 4 ligger på strekningen der det planlegges rognplating. Vandringshinderet for laks og sjøaure i Dalselva er markert med strek mellom stasjon 2 og 3.

## 2.3 Modeller for beregning av første næringsopptak og vekst

Tidspunkt for klekking og første næringsopptak for utlagt rogn oppstrøms lakseførende strekning og for naturlig gytt rogn i den lakseførende strekningen, ble beregnet ved å bruke modeller som beskriver utviklingshastighet hos laks som en funksjon av temperatur. Utviklingen ble beregnet ved å bruke temperatur fra logger som lå sammen med rogn i klekkeriet fra stryking og frem til rogn ble lagt ut, og deretter fra temperatur fra logger som lå i elva. Det ble benyttet døgnmiddeltemperatur fra temperaturloggerne som registrerte temperaturen annenhver time. Det ble også lagt ut logger i lakseførende strekning. Modellen som ble brukt for beregning av utvikling var ligning 1b gitt av Crisp (1981 og 1988).

Veksten til årsunger av laks ble beregnet ved hjelp av en vekstmodell som beskriver vekst som en funksjon av temperatur når fisken har ubegrenset med mat. Vi har tatt utgangspunkt i følgende vekstmodell for lakseunger utviklet av Elliott & Hurley (1997):

$$W_t = \left[ W_0^b + bc \frac{(T - T_{LIM})}{\{100(T_M - T_{LIM})\}} \right]^{1/b}$$

der  $W_0$  er fiskens vekt i gram ved start av perioden og  $W_t$  er fiskens vekt etter  $t$  dager med temperatur  $T$ .  $T_{LIM} = T_L$  dersom  $T \leq T_M$  eller  $T_{LIM} = T_U$  hvis  $T > T_M$ .  $T_M$  er optimumstemperaturen for vekst, mens  $T_L$  og  $T_U$  er henholdsvis nedre og øvre grense for vekst, dvs. der vekstraten er lik null.  $b$  er eksponenten som medfører at veksten er lineær med tid, og  $c$  er vekstraten til en fisk på 1 g ved optimumstemperaturen ( $T_M$ ). For verdiene til konstantene  $b$  og  $c$ , samt verdiene for  $T_M$ ,  $T_L$  og  $T_U$ , er det brukt verdier beregnet av Forseth et al. (2001). Ved bruk av vekstmodellen for laks i Vikja ble den daglige vektøkningen beregnet ved å bruke døgnmiddeltemperatur for sommeren 2004 som er det eneste året det finnes fullstendige temperaturdata fra både oppstrøms og nedstrøms Hove kraftstasjon. Ved temperaturer lavere enn  $T_L$  antok vi at vekten holdt seg konstant.

Vekstmodellen krever en registrert gjennomsnittlig vekt på en aldersgruppe av fisk som utgangspunkt for vekstmodellen ( $W_0$ ), og gjennomsnittsvekt på et senere tidspunkt (etter  $t$  dager). Da det kun er utført elektrisk fiske en gang i løpet av sesongen i Vikja, kjenner en bare lengden til fisken ved ett tidspunkt på høsten som er etter endt vekstsesong. Som et utgangspunkt for vekstmodellen har vi derfor antatt at gjennomsnittlig vekt hos lakseyngel ved begynnelse av vekstsesongen vil være om lag 0,2 gram. Starten av vekstsesongen er satt til den dagen om lag 50 % av yngelen er beregnet å komme opp av grusen. Dette er gjort ved bruk av modellen for beregning av første næringsopptak som beskrevet ovenfor. Med dette som utgangspunkt ble vekten beregnet ved slutten av vekstsesongen. Resultatet kan dermed sammenlignes med observert størrelse ved elektrisk fiske som ble utført etter at vekstsesongen var slutt. Siden ensomrig fisk ikke er veid hvert år, har vekten blitt estimert ved å plote tilgjengelige data av fiskelengder mot fiskevekt av ensomrig laks, og benyttet formelen:

$$\ln(\text{vekt}) = 3,1068 \times \ln(\text{lengde}) - 4,8945 \quad (R^2 = 0,995)$$

## 2.4 Gytefiskregistreringer

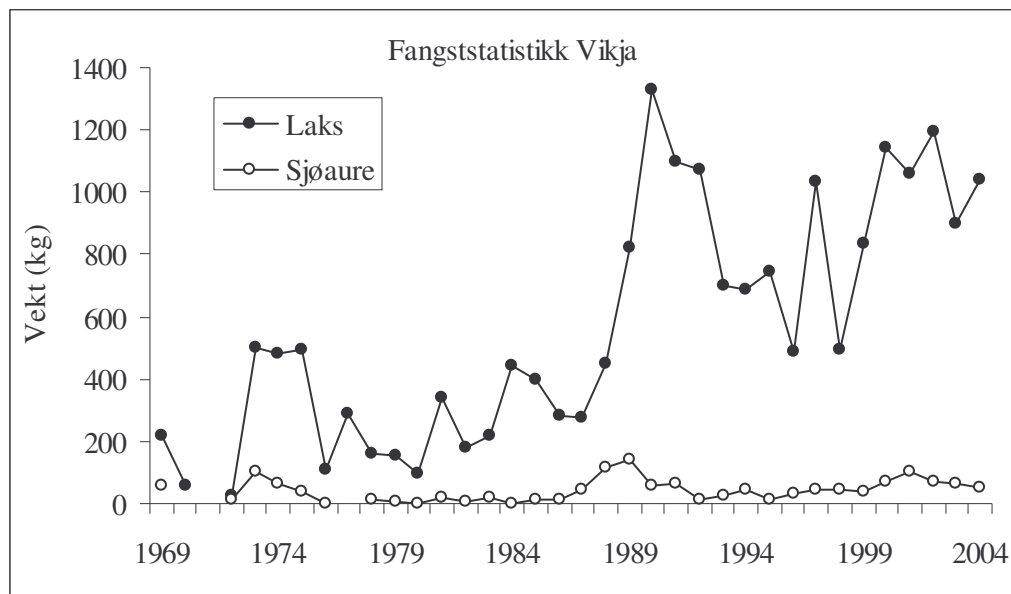
I prosjektperioden har det også blitt utført registreringer av gytefisk av laks og sjøaure i både Vikja og Dalselva. Gytefiskregistreringen ble gjennomført ved at to dykkere m/snorkel drev parallelt nedover elva. Ved observasjoner av gytefisk ble disse fortløpende rapportert inn til en landmann. Observert sjøaure ble delt inn i følgende størrelseskategorier; 0,5-1kg, 1-3 kg, 3-5 kg og > 5 kg. Observert laks ble delt inn i kategoriene smålaks/tert (< 3 kg), mellomlaks (3-7 kg) og storlaks (> 7 kg), og det ble også skilt mellom oppdrettslaks og villaks når dette var mulig ut fra ytre kjennetegn. Det ble også registrert om laksen var fettfinneklipt og derfor stammer fra smoltutsettingene. Dette var det bare mulig å bestemme på et utvalg av den observerte laksen. Dykkerregistreringene har i tillegg gitt viktig informasjon angående fordeling av ulike habitattyper i begge elvene.

## 3.0 Resultater og diskusjon

### 3.1 Vikja

#### 3.1.1 Bestandssituasjon for laks og sjøaure

Fangststatistikk for laks og sjøaure i Vikja i perioden 1969-2004 er vist i **figur 3**. Det ble i denne perioden i gjennomsnitt tatt 167 laks årlig med en gjennomsnittsvekt på 3,7 kg. Smålaks (<3 kg) utgjør den største andelen av laksefangstene, med en gjennomsnittlig andel på 61 % i perioden 1969-2004. Det er imidlertid også betydelige innslag av mellom- og storlaks i fangstene, og i enkelte år utgjør flersjøvinterfisk over halvparten av fangstene. I den samme perioden ble det i gjennomsnitt tatt 42 sjøaure med en gjennomsnittsvekt på 1,7 kg.



**Figur 3.** Fangststatistikk for laks og sjøaure i Vikja i perioden 1969-2004.

Som det fremgår av **figur 3** har det vært en betydelig positiv utvikling i laksefangstene i Vikja siden slutten av 1980-tallet. Mens det i perioden 1969-1988 i gjennomsnitt ble tatt 271 kg laks årlig, ble det i perioden 1989-2004 i gjennomsnitt tatt 915 kg laks årlig. Den høyeste rapporterte fangsten er fra 1990 da det ble tatt hele 1331 kg laks. Dette må sees som en betydelig fangst i forhold til den korte (1,5 km) lakseførende strekningen i Vikja. En vesentlig årsak til denne utviklingen er at rømt oppdrettslaks utgjør et betydelig innslag i fangstene i den siste perioden. I følge analyser av innsamlet skjellmateriale gjennomført av Rådgivende Biologer AS, utgjorde rømt oppdrettslaks rundt 30% av fangstene i perioden 1999-2003 (Urdal 2004). I tillegg har laks som stammer fra smoltutsettingene i Vikja trolig bidratt betydelig til fangstene.

Statkraft har et gjeldende utsetningspålegg på 12 000 laksesmolt og 4 000 sjøauresmolt i Vikja. Settesmolten kommer fra Statkraft sitt kultiveringsanlegg i Eidfjord. En oversikt over antall laks- og sjøauresmolt som er satt ut siden utsettingene kom i gang i 1975 er gitt i **tabell 1**. Smolten blir satt ut øverst på den anadrome strekningen, nær utløpet av Hove kraftstasjon, og står i not de første dagene etter utsetting for å akklimatiseres og å hindre predasjon fra måker. All utsatt smolt har vært merket ved fettfinneklipping eller Carlinmerker siden 1994 (se **tabell 1**). Det er antatt at fettfinneklippet laks som stammer fra disse smoltutsettingene utgjør en betydelig andel av fangstene i Vikja (Skurdal et al. 2001). Dette ble bekreftet ved at innslaget av fettfinneklippet laks ved gytefisktellningene i perioden 2002-2004 varierte fra 26-38% (**tabell 2**).

En annen faktor som trolig bidrar til å opprettholde høye fangster i Vikja er at reguleringen sørger for høy vannføring og dermed gode fiskeforhold gjennom hele fiskesesongen. Den høye vannføringen kan

også medføre oppgang av en del laks fra andre vassdrag. Slik feilvandret laks oppholder seg gjerne ikke lenge i Vikja før de vandrer ut igjen, men de kan likevel bidra til fangstene i Vikja.

**Tabell 1.** Utsetninger av laks- og auresmolt i Vikja i perioden 1975-2002. Data fra Statkraft Eidfjord. Utsetningspålegget er 12 000 laksesmolt og 4 000 auresmolt årlig.

År	Laksesmolt	Sjøauresmolt	Merknad
1975	11 700	2 600	
1976	14 500		
1977	8 700	4 000	
1978	12 000		
1979	4 802		
1980	18 055		
1981			
1982			
1983	26 032	7 929	
1984		9 000	Surna laks, Hyen sjøaure
1985		4 000	Surna laks, Hyen sjøaure
1986	30 700	19 400	Surna laks, Hyen sjøaure
1987	21 500	4 925	Surna laks, Skjomen sjøaure
1988	14 586	5 689	Surna laks, Lærdal sjøaure
1989	3 410	2 300	Surna laks, Sima sjøaure
1990	21 949		Surna laks
1991			Ikke utsetninger pga. veterinærbestemmelser
1992	23 723	4 925	Vikja laks, Lærdal sjøaure
1993	14 200	3 445	Vikja laks, Lærdal sjøaure, fisken ble ff-klipt
1994	15 500	1 862	Vikja stamme, fettfinneklippt
1995	4 498		Vikja stamme, fettfinneklippt
1996	9 303		Vikja stamme, fettfinneklippt
1997	4 700		Vikja stamme, fettfinneklippt
1998	9 122		Vikja stamme, 3000 carlin mrk.,resten ff-klipt
1999	11 850	1 820	Vikja stamme, 3000 carlin mrk.,resten ff-klipt
2000	21 797	2 691	Vikja stamme, 3000 carlin mrk.,resten ff-klipt
2001	15 893	20 692	Vikja stamme, fettfinneklippt
2002	17 192	1 822	Vikja stamme, fettfinneklippt

Vikja har også en infeksjonshistorie med *Gyrodactylus salaris*. Parasitten ble oppdaget i vassdraget i 1981 og ble rotenonbehandlet samme år. Vikja var forøvrig det første vassdraget i Norge som ble rotenonbehandlet for å bekjempe *Gyrodactylus salaris*. Behandlingen var vellykket og parasitten har siden ikke vært registrert i vassdraget.

For å få en oppdatert status over bestandene av laks og sjøaure er det i prosjektperioden 2002-2004 årlig utført gytefisktellinger i Vikja. I denne perioden er det observert fra 45 til 112 laks og fra 28 til 50 sjøaure (**tabell 2**). I Vikja står en stor andel av gytefisken øverst på den lakseførende strekningen og når dykkerne går ut i elva vil noe av denne fisken stå eller flykte inn i den ca. 600 m lange kraftverkstunnelen fra Hove kraftstasjon. Tallene må derfor ansees som minimumsestimat for gytebestanden. Andelen fettfinneklippet laks som stammer fra smoltutsettingene, utgjorde en betydelig andel (26-38%) av gytebestanden i Vikja (**tabell 2**). Ved tellingen har det bare blitt observert et fåtall fisk som ut fra ytre kjennetegn med sikkerhet ble bestemt til oppdrettslaks. Dette skyldes at det er vanskelig å skille villaks fra oppdrettslaks som har gått lenge i sjøen, noe som gjør at andelen oppdrettslaks observert ved tellingene har vært kraftig underestimert.

**Tabell 2.** Resultater fra gytefisktellingene utført i Vikja i perioden 2002-2004.

År	Dato	Antall laks	Antall sjøaure	Andel fettfinneklippet laks
2002	06.11.2002	98	50	29 %
2003	05.11.2003	45	48	26 %
2004	29.10.2004	112	28	38 %

Et annet resultat fra gytefiskregistreringene er som nevnt at en stor andel av gytefisken ble observert i den øverste delen av elva, fra utløpet av kraftstasjonene og de første hundre meterne nedstrøms. I både 2002 og 2004 ble over 90% av gytefisken observert i dette området, mens om lag 50% av gytefisken ble observert i dette området i 2003. Denne fordelingen gjenspeiler at tilgjengeligheten av gyteområder i stor grad er konsentrert til området i kanalen helt øverst på lakseførende strekning. Videre nedover i elva består bunnssubstratet i hovedsak av stor stein og blokker som ikke er egnet for gyting for laks og sjøaure. På denne strekningen er områdene med gytegrus begrenset til mindre flekker tilknyttet noen av tersklene.

Når det gjelder bestanden av sjøaure synes det som om denne er en del mindre enn laksebestanden. Dette inntrykket får en både fra fangststatistikken og fra gytefiskregistreringene. Dette kan delvis forklares ved at rømt oppdrettslaks bidrar i laksestatistikken og at det settes ut mindre auresmolt enn laksesmolt.

### 3.1.2 Rognplanting

Rognplanting i 2003 og 2004 ble utført oppstrøms lakseførende strekning i restfeltet til Vikja. Rogna ble skaffet til veie ved at Statkraft fanget inn stamfisk på høsten, som så ble strøket, og lagt inn i anlegg og deretter røktet av Statkraft fram til utleggingstidspunktet. Oversikt over stamfiskmaterialet og antall rogn fra forskjellige familiegrupper for sesongen 2002/2003 og 2003/2004 er vist i henholdsvis **tabell 3** og **tabell 4**. Før roгна ble lagt ut ble den fargemerket på øyerognstadiet som beskrevet under **punkt 2.1**.

**Tabell 3.** Oversikt over stamfiskmaterialet og antall rogn lagt inn i anlegget til Statkraft høsten 2002. Rogna ble lagt ut i Vikja oppstrøms lakseførende strekning i 25-26.3.2003.

Stryke dato	Hunn-fisk nr.	Hann-fisk nr.	Lengde (cm) ♀ / ♂	Antall rogn (per dl.)	Rogn mengde (dl.)	Antall Rogn lagt inn i anlegg	Dødelighet i anlegg (%)
19. nov	1	1	88/64	480	20	9 600	2,5 %
19. nov	2	2	57/61	940	5	4 700	46,1 %
19. nov	3	3	85/65	640	17	10 880	4,2 %
19. nov	4	4	78/61	640	12	7 680	4,9 %
19. nov	5	5	74/69	600	10	6 000	20,4 %
10. des	6	6	82/62	640	11,5	7 360	3,0 %
10. des	7	7	69/55	1060	5	5 300	3,0 %
10. des	8	8	87/63	680	5	3 400	4,4 %
10. des	9	9	62/84	730	4	2 920	14,1 %
10. des	10	10	86/67	520	11,5	5 980	35,2 %
<b>Totalt</b>						<b>63 820</b>	<b>11,8 %</b>

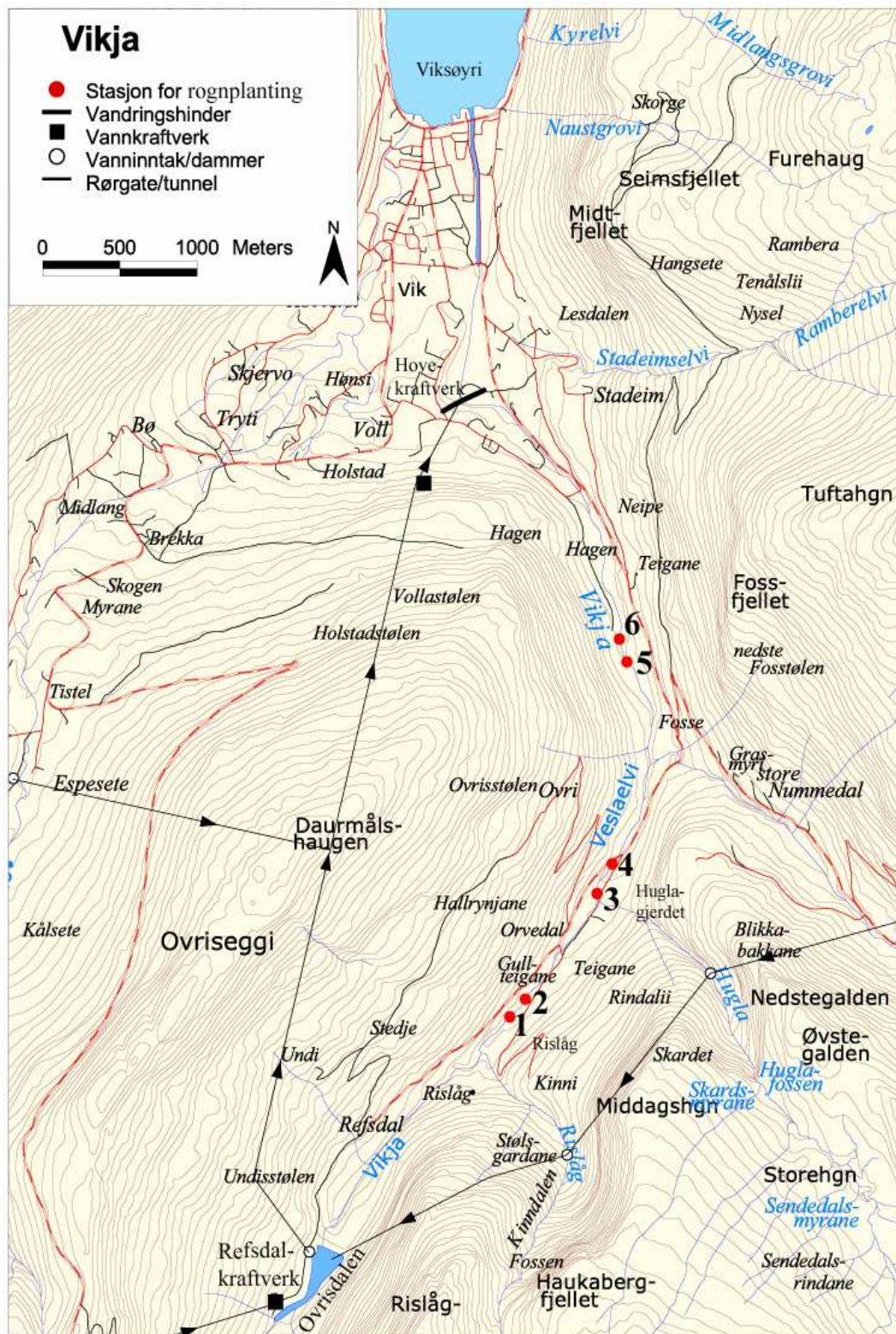
**Tabell 4** Oversikt over stamfiskmaterialet og antall rogn lagt inn i anlegget til Statkraft høsten 2003. Rogna ble lagt ut i Vikja oppstrøms lakseførende strekning i mars 24.3.2004

Stryke dato	Hunn-fisk nr.	Hann-fisk nr.	Lengde (cm) ♀ / ♂	Antall rogn (per dl.)	Rogn mengde (dl.)	Antall rogn lagt inn i anlegg	Dødelighet i anlegg (%)
12. nov	1	1	83/53	730	15	10 950	40,1 %
13. nov	2	2	82/60	640	13	8 320	69,1 %
18. nov	3	3 4	?/68 /61	560	21	11 760	20,9 %
18. nov	4	5	53/58	830	2,5	2 075	1,9 %
18. nov	5	6	?/52	830	2,5	2 075	1,8 %
03. des	6	7	67/45	1 080	1,5	1 620	2,0 %
03. des	7	7	?/45	960	1	960	5,6 %
03. des	8	8	?/?	1 200	4,5	5 400	17,3 %
<b>Totalt</b>						<b>43 160</b>	<b>31,3 %</b>

Ved selve utleggingen blir roгна lagt ut i kasser som på forhånd er fylt med grus, og kassene plasseres deretter ut i elva på steder som er antatt egnet i forhold til ulike hydrologiske og biologiske forhold. Restfeltet i Vikja kan variere til dels mye i vannføring og det er derfor viktig at dette blir tatt hensyn til ved plassering av kassene. For å motvirke at kassene blir utsatt for tørrlegging, utspyling og/eller sedimentering, er det viktig at kassene graves delvis ned i elvebunnen. Det kan deretter være nødvendig å etterfylle grus i kassene, og til slutt sikre kassene ved å plassere større steiner i og rundt kassene. I tillegg er det viktig at kassene fordeles slik at en får spredt yngelen på hele det aktuelle området, og at yngelen får tilgang til egnet habitat etter at de forlater kassene. Som tidligere nevnt blir roгна fordelt på fire porsjoner i hver kasse, der hver porsjon består av om lag 500 rogn. Det blir med andre ord rundt 2 000 rogn per kasse. Ved rognplantingen vinteren 2003 og 2004 ble kassene fordelt på 6 stasjoner på strekingen oppstrøms vandringshinderet for anadrom fisk ved Hove kraftstasjon (**figur 4**). Antall kasser og rogn på hver stasjon i de to årene er vist i **tabell 5**. Antall rogn brukt i hver porsjon i 2004 var mellom 550 og 600 rogn, slik at det ble om lag 2300 rogn i stedet for 2000 rogn i hver kasse. Rognmengden ble målt opp på nytt ved utplanting, slik at antallet utlagt rogn vist i **tabell 5** avviker noe fra **tabell 3** og **tabell 4**.

**Tabell 5.** Fordeling av antall kasser og antall rogn på de ulike stasjonene for rognplanting i sesongene 2002/2003 og 2003/2004. Plasseringen av de ulike stasjonene er vist i **figur 4**.

Sesong	2002/2003		2003/2004	
	Antall kasser	Antall rogn	Antall kasser	Antall rogn
1	5	10 000	3	7 000
2	5	10 000	3	7 000
3	5	10 000	3	7 000
4	5	10 000	3	7 000
5	5	10 000	1	2 000
6	5	10 000	3	4 000
<b>Totalt</b>	<b>30</b>	<b>60 000</b>	<b>16</b>	<b>34 000</b>



**Figur 4.** Lokalisering av de seks stasjonene hvor det ble lagt ut rogn i Vikja i 2003 og 2004. Samtlige stasjoner ligger oppstrøms lakseførende strekning.

### 3.1.3 Utvikling og overlevelse frem til yngelens første næringsopptak

Rogna blir lagt ut etter at den har nådd øyerognstadiet, dvs. etter at en tydelig kan se øyne inne i egget. Eggutviklingen fortsetter i grusen nede i kassene frem til klekking. Etter klekking vil plommeseckyngelen bli liggende nede i grusen og utvikle seg frem til plommesekken er nesten, eller helt brukt opp. På dette tidspunktet må yngelen opp av grusen og starte sitt første næringsopptak. Dette er et kritisk tidspunkt for yngelen og en har vanligvis høy dødelighet i løpet av de første par ukene etter at yngelen kommer opp av grusen. Det er derfor viktig at yngelen kommer opp av grusen til et tidspunkt der det er gunstige forhold i vassdraget. Spesielt viktig for overlevelsen synes det å være at første næringsopptak ikke skjer for tidlig, før temperaturen i elva er over et nivå der yngelen klarer å ta til seg føde. Laksen har et fysiologisk temperaturkrav på 7-8°C for å ta til seg næring og vokse (Jensen et al. 1991). Ved lengre perioder med temperaturer under dette kravet vil yngelen trolig få problemer med næringsopptak, tilvekst og overlevelse.

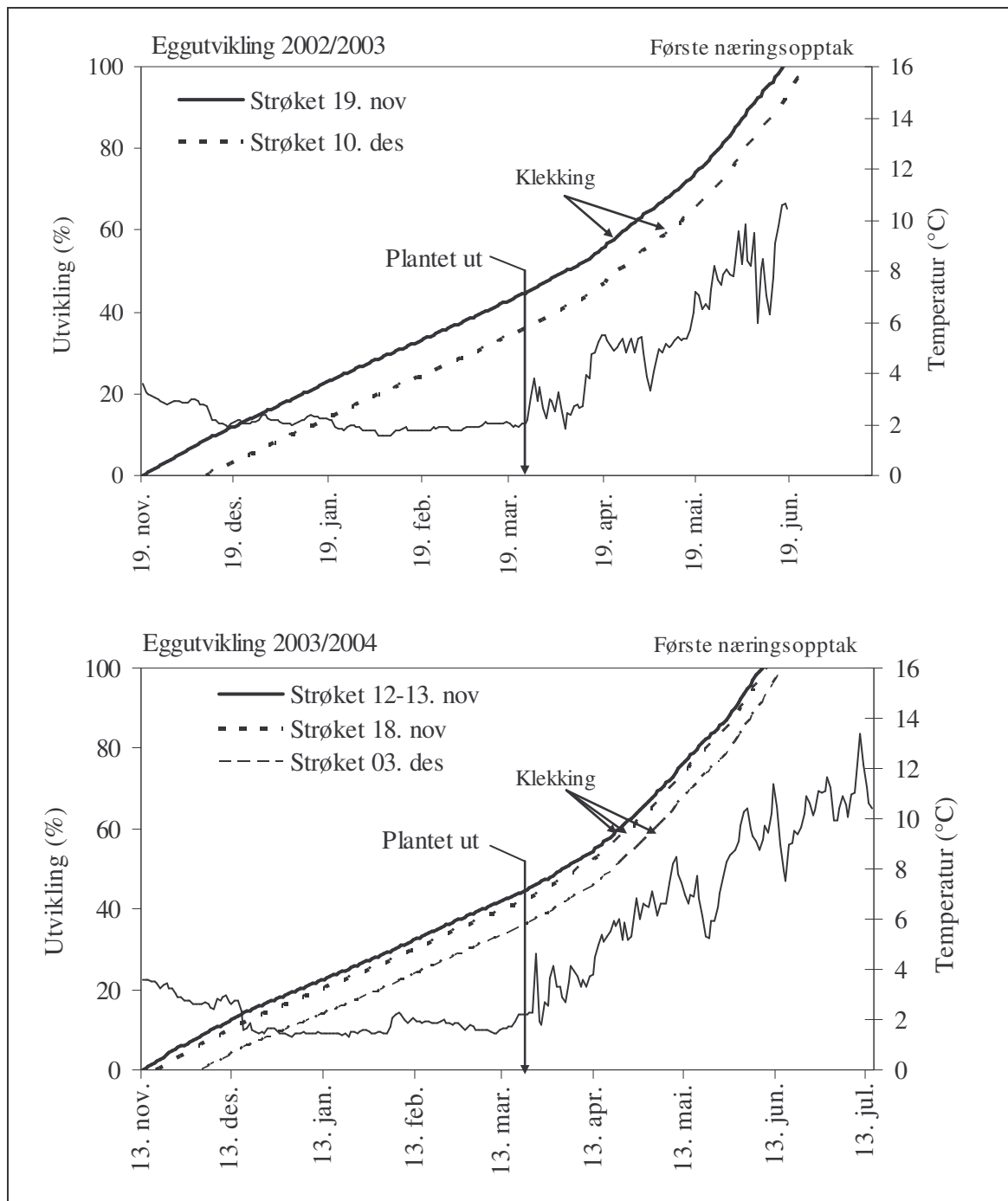
Utviklingen til rogn og plommeseckyngel hos laks er temperaturavhengig, der utviklingen går raskere ved høye enn ved lave temperaturer. Hvis en kjenner temperaturen og stryketidspunktet kan en så beregne utviklingshastigheten frem til klekking og første næringsopptak. I Vikja ble utviklingen til den utlagte rogn beregnet ut i fra data fra temperaturloggere i både klekkeriet og i elva, og ved å bruke modeller for utvikling av rogn og plommeseckyngel (**tabell 6**). For rogn plantet ut vinteren 2003 ble rogn beregnet å klekke i månedsskiftet april-mai, og tidspunkt for første næringsopptak ble beregnet å være i siste halvdel av juni. Tilsvarende ble rogn lagt ut vinteren 2004 beregnet å klekke i slutten av april og begynnelsen av mai, og første næringsopptak i midten av juni. Disse estimerte tidspunktene stemmer rimelig bra med utviklingen av egg og plommeseckyngel som har vært lagt i klekkebokser og jevnlig undersøkt av personell fra Statkraft. Temperaturen i elva var over 7-8°C ved første næringsopptak begge årene, og er dermed trolig ikke noen begrensning for tilslaget for rognplantingen. Utviklingsforløpet til rogn fra stryking og frem til første næringsopptak er vist på **figur 5**.

**Tabell 6.** Utvikling for lakserogn og plommeseckyngel i forhold til stryketidspunkt og vanntemperatur for rogn lagt ut sesongene 2002/2003 og 2003/2004. I tillegg er vanntemperaturen i elva ved beregnet tidspunkt for første næringsopptak og påfølgende uke gitt. Utviklingsforløpene er basert på målt vanntemperatur i klekkeriet fra stryking og frem til utlegging og deretter temperaturen i elva, og er beregnet i henhold til modeller gitt av Crisp (1981, 1988).

Periode	Stryking	Plantet ut	Beregnet klekking	Beregnet første næringsopptak	Temp. ved første næringsopptak	Gj.sn. temp. uken etter første næringsopptak
2002/2003	19. nov	25.-26. mar	24. apr	17. jun	10,6	8,4
	10. des	25.-26. mar	09. mai	24. jun*	10,5*	10,5*
2003/2004	12.-13. nov	24. mar	21. apr	08. jun	9,2	9,4
	18. nov	24. mar	24. apr	10. jun	9,5	9,2
	03. des	24. mar	03. mai	16. jun	7,5	9,7

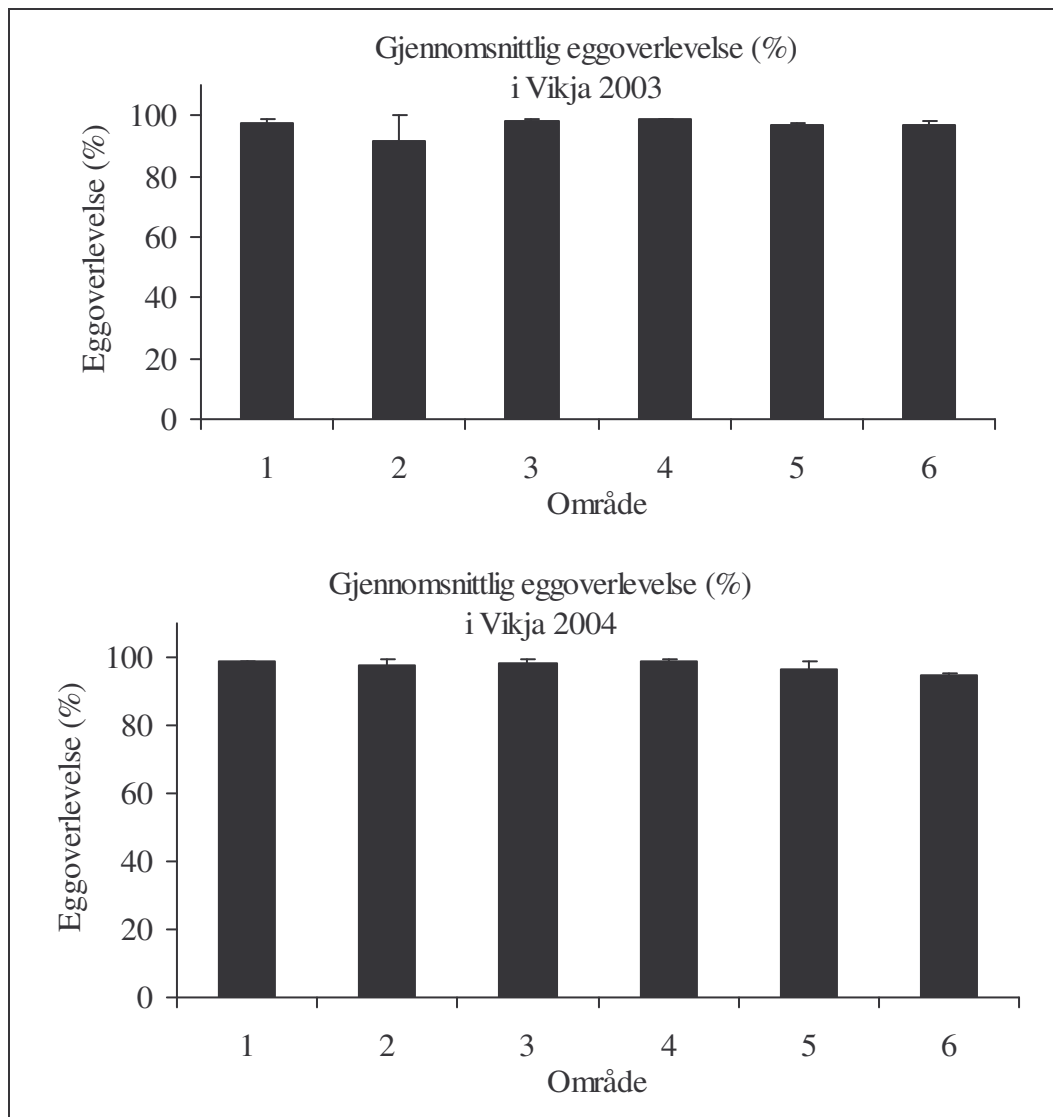
\* Antatt temperaturregime fra 19.6.2003 grunnet tekniske problemer med temperaturlogger





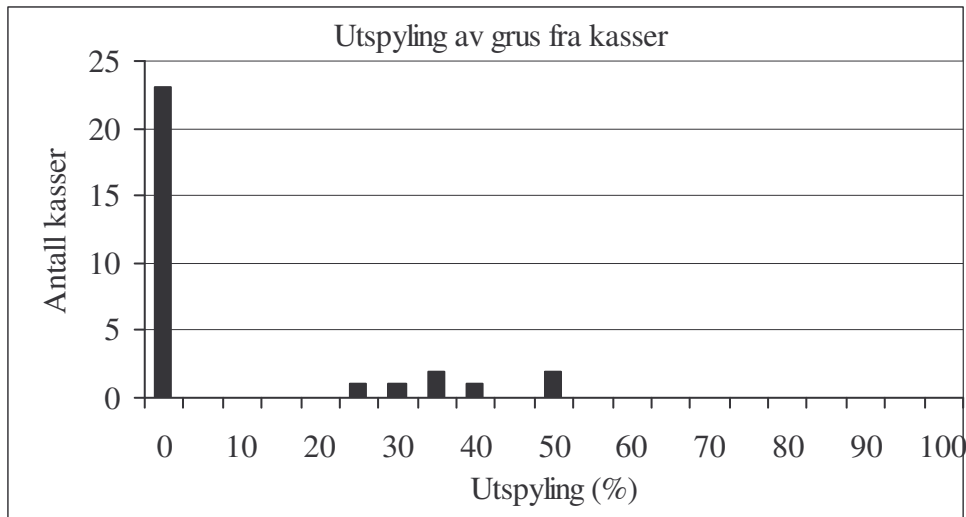
**Figur 5.** Beregnet utvikling av lakserogn som ble plantet oppstrøms anadrom del i Vikja vinteren 2002/2003 (øvre panel) og vinteren 2003/2004 (nedre panel). Temperaturkurven viser temperaturen hos rogn i klekkeriet frem til utlegging, og deretter elvetemperaturen. Utviklingen er vist prosentvis, der første næringsopptak skjer når utviklingen har nådd 100 %.

Overlevelsen til rogn i 2003 og i 2004 ble estimert ved å telle opp antall døde rognkorn i kassene like etter at yngelen hadde kommet opp av grusen. Den gjennomsnittlige eggoverlevelsen for begge årene var 96,9 (SD = 3,5), med en gjennomsnittlig eggoverlevelse i 2003 på 96,6% (SD = 4,1) og 97,4% (SD = 1,9) i 2004. Den gjennomsnittlige eggoverlevelsen i 2003 og i 2004 på de ulike stasjonene er vist i **figur 6**. Dette må regnes som veldig god overlevelse og viser at rogn og yngel har klart seg godt frem til de forlot kassene.



**Figur 6.** Gjennomsnittlig eggoverlevelse med standardavvik på de ulike stasjonene i 2003 (øvre panel) og i 2004 (nedre) i Vikja.

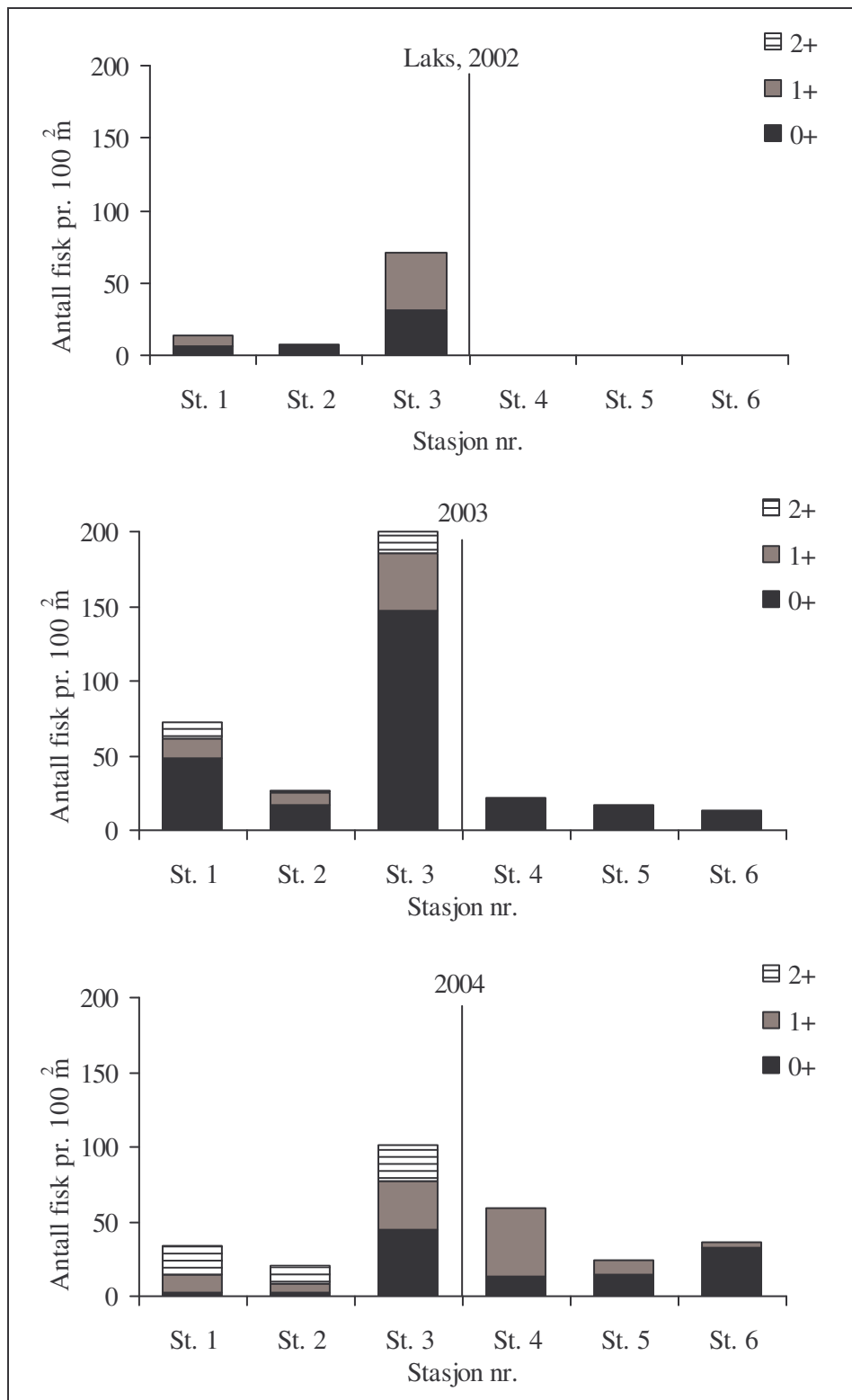
Ved kontroll av eggoverlevelsen i 2003 ble også graden av utspyling av grus fra kassene anslått i prosent, dvs. ved 100% vil all grusen være utspylt fra kassen. Det ble registrert noe utspyling i ca. 23% av kassene i 2003 hvor utspylingsgraden lå i intervallet mellom 25-50% (**figur 7**). Utspyling vil fortrinnsvis forekomme under flommer, og kan føre til tap av rogn. En bør derfor prøve å unngå å plassere kasser i områder som er utsatt for utspyling ved senere rognplantning. Graden av utspyling i 2003 var imidlertid begrenset og representerer trolig ikke noen nevneverdig tapsfaktor. I 2004 ble det etterfylt grus i enkelte av kassene etter perioder med stor vannføring.



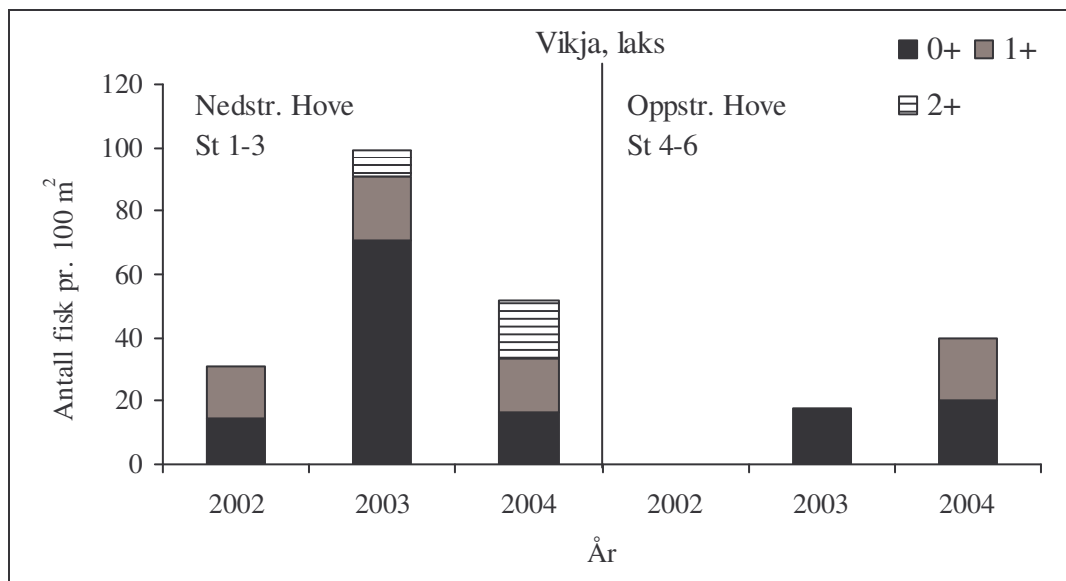
**Figur 7.** Oversikt over utspyling av grus fra rognkassene i 2003.

### 3.1.4 Tetthet og utbredelse av lakseunger

Tettheter av ungfisk har årlig blitt målt hver høst fra og med 2002. Det har da både blitt utført elektrisk fiske på rognplantingsområdene og på den lakseførende strekningen av vassdraget. Det ble funnet en gjennomsnittlig tetthet på 17,4 lakseunger per 100 m<sup>2</sup> på de tre stasjonene ovenfor lakseførende strekning (st. 4-6) i 2003, som alle stammer fra rognplantingen vinteren 2003. Høsten 2004 ble det på de samme tre stasjonene funnet 20,2 ensomrige og 19,5 tosomrige laks per 100 m<sup>2</sup>, som stammer fra rognplanting i henholdsvis 2004 og 2003. På den lakseførende strekningen (st. 1-3) har tetthetene av naturlig rekrutterte lakseunger variert noe i de tre undersøkelsesårene. I 2003 ble det funnet hele 70,6 ensomrige laks i gjennomsnitt per 100 m<sup>2</sup> på de tre undersøkte stasjonene nedstrøms Hove kraftstasjon, mens det i 2002 og 2004 ble funnet rundt 15 ensomrige laks per 100 m<sup>2</sup>. For tosomrige og eldre laks på de samme stasjonene, ble det registrert 16,5 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2002 og henholdsvis 28,5 og 35,7 individer i 2003 og 2004. Tetthetene av laksunger varierer imidlertid en del mellom stasjonene på de to strekningene (**figur 8**). De høyeste tetthetene av laks i vassdraget ble registrert på stasjon 3, som er den første stasjonen nedenfor utløpet av Hove kraftstasjon. Som tidligere nevnt er det også her en finner det viktigste gyteområdet i elva. **Figur 9** viser de gjennomsnittlige tetthetene funnet på strekningen med rognplanting sammenliknet med tetthetene funnet på den lakseførende strekningen i Vikja i 2003 og 2004.

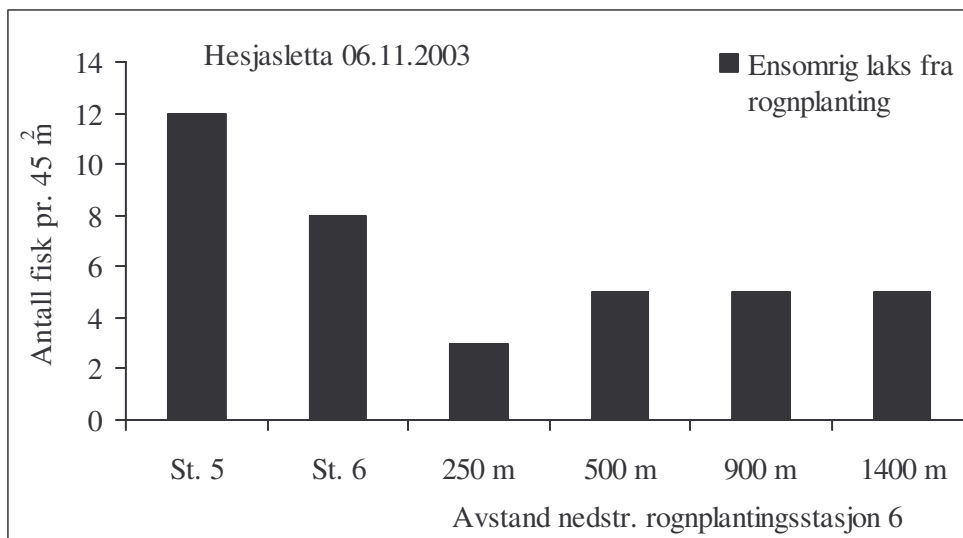


**Figur 8.** Tettheter av laks på stasjonene undersøkt ved elektrisk fiske i årene 2002-2004. Stasjon nr. 1-3 ligger på lakseførende strekning, mens stasjon 4-6 ligger på områdene med rognplanting ovenfor lakseførende strekning.



**Figur 9.** Gjennomsnittlig tetthet av ulike alderskategorier av lakseunger på strekningen med rognplantning (st. 4-6) og på lakseførende strekning (st. 1-3) i årene 2002-2004.

Det elektriske fisket viser at yngelen fra rognplantingen så lang har klart å etablere seg, og at den første årsklassen (dvs. fra rognplantingen i 2003) også har klart seg gjennom den første vinteren. De tre stasjonene for elektrisk fiske er plassert i tilknytning til stasjonene for rognplantning og det er vanskelig å si om disse tetthetene er representative for hele strekningen. Utbredelsen av laks i restfeltet i Vikja vil være avhengig av hvordan lakseyngelen sprer seg fra rognplantingsstasjonene. Som regel vil lakseyngelen prøve å etablere territorier i området like ved der den kom opp av grusen. Her vil det imidlertid være hard konkurranse om territoriene, og etter hvert som området rundt rognplantingsstasjonene blir mettet vil trolig en del yngel søke nedstrøms for å finne tilgjengelige habitat. For å undersøke utbredelsen til lakseungene fra rognplantingen ble det høsten 2003 og 2004, i tillegg til det kvantitative elektriske fiske, også utført et kvalitativt elektrisk fiske utenom det ordinære stasjonsnett. Høsten 2003 ble dette gjort ved en gangs overfiske av totalt 6 stasjoner på 45 m<sup>2</sup>, fra de to rognplantingsstasjonene ved Hesjasletta og ulike avstander nedstrøms disse stasjonene. Det ble funnet noe mer fisk like ved rognplantingsstasjonene, men det ble funnet ensomrig laks på alle de undersøkte stasjonene helt ned til omtrent 1,4 km nedstrøms den nederste rognplantingsstasjonen (**figur 10**). Høsten 2004 ble det utført et tilsvarende elektrisk fiske på ni stasjoner (**tabell 7**), hver på 50 m<sup>2</sup>. Disse stasjonene var fordelt på hele strekningen med rognplanting. Den øverste stasjonen ble plassert ca. 100 m oppstrøms den øverste rognplantingsstasjonen. Her ble det ikke registrert laks, noe som trolig skyldes at laksungene ikke sprer seg oppover pga. et strykområde som ligger like ovenfor den øverste rognplantingsstasjonen. Det ble registrert laks på alle de øvrige stasjonene som ble undersøkt. Den nederste stasjonen som ble undersøkt lå like ovenfor utløpet til Hove kraftstasjon, dvs. rett oppstrøms lakseførende strekning. Selv på denne stasjonen, ca. 1,9 km nedstrøms den nederste rognplantingsstasjonen ble det registrert både ensomrig og tosomrig lakseunger. Samlet viser disse resultatene at lakseungene fra rognplantingen har spredt seg og er utbredt på hele restfeltstrekningen fra den øverste rognplantingsstasjonen og ned til utløpet av Hove kraftstasjon.



**Figur 10.** Antall fisk funnet like ved, og ulike avstander nedenfor rognplantingsstasjonene på Hesjasletta (st. 5 og 6). De undersøkte stasjonene var 45 m<sup>2</sup> og ble undersøkt ved en gangs overfiske.

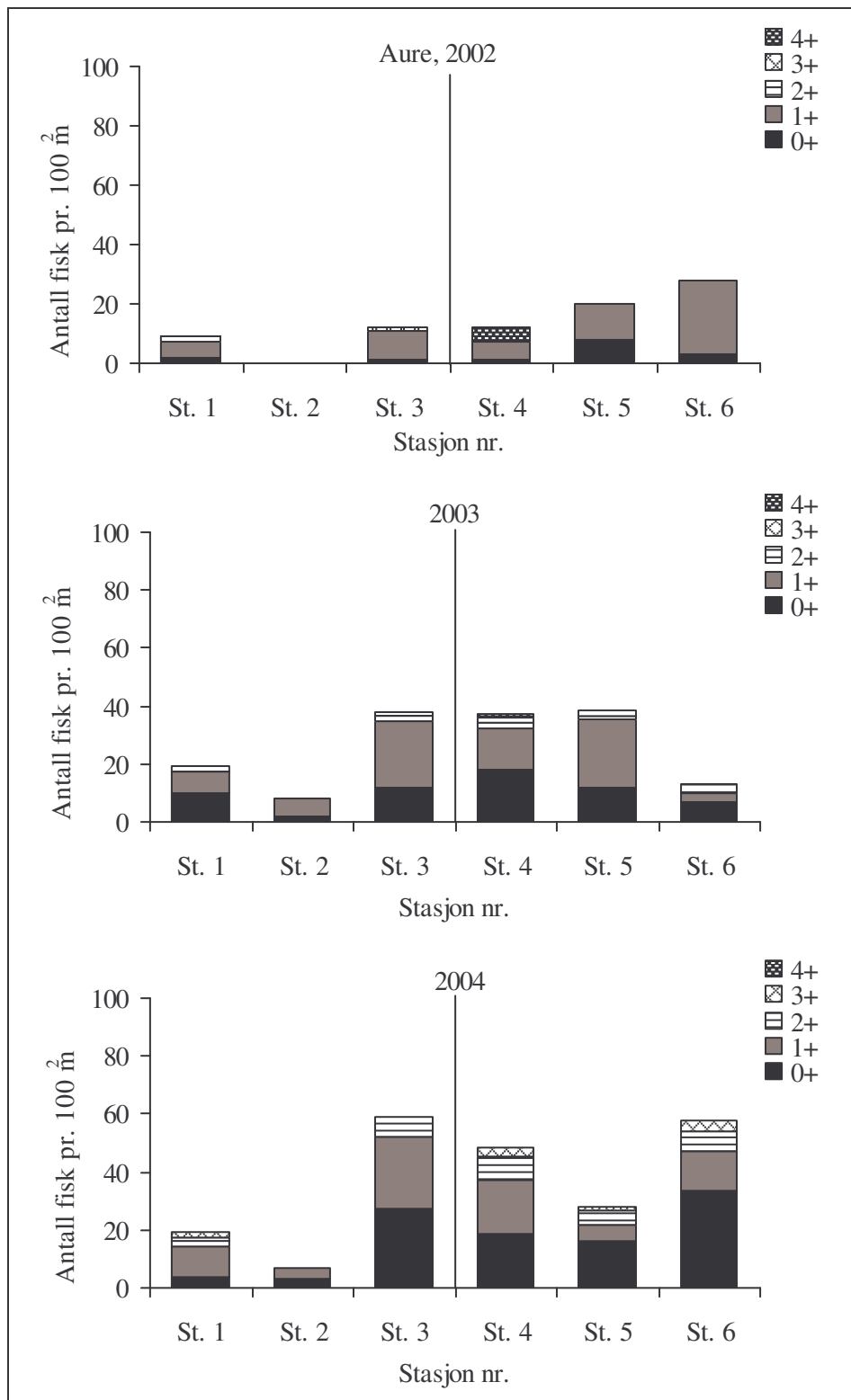
**Tabell 7.** Antall lakseunger (0+ og 1+) samt andel i forhold til aure funnet ved kvalitativt elektrisk fiske 02.12.2004. Stasjonene var 50 m<sup>2</sup> og undersøkt ved en gangs overfiske.

Lokalisering i forhold til rognplantingsstasjoner	Avstand nedstrøms rognplanting	Antall 0+ laks	Antall 1+ laks	Andel 0+ laks/aure (%)	Andel >0+ laks/aure (%)
Oppstrøms st. 1	-100 m	0	0	-	0 %
Mellom st. 2-3	400 m	1	5	20 %	33 %
v/st. 3	0 m	3	3	27 %	9 %
Nedstr. st. 4	200 m	2	7	40 %	30 %
v/st. 5	0 m	1	5	9 %	14 %
Nedstr st. 6	300 m	0	5	0 %	31 %
Nedstr st. 6	800 m	2	2	40 %	13 %
Nedstr st. 6	1 400 m	1	12	50 %	20 %
Nedstr st. 6	1 900 m	1	11	20 %	19 %

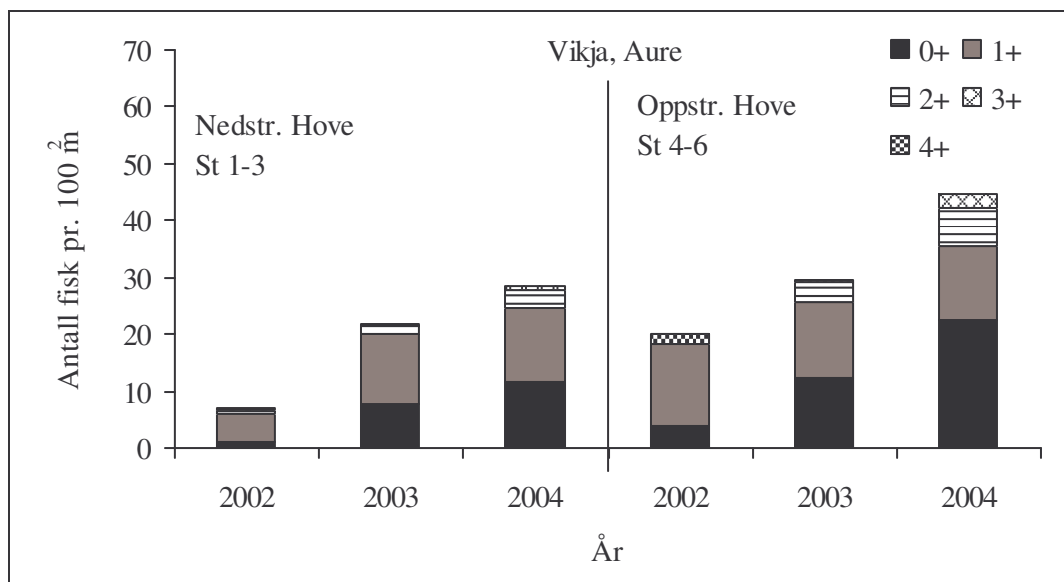
### 3.1.5 Tettheter av aure

Tettheter av aure registrert på stasjonene med elektrisk fiske i Vikja i perioden 2002-2004 er vist på **figur 11**. I den lakseførende delen av vassdraget (st. 1-3) var tetthetene av aure generelt noe lavere enn tetthetene av lakseunger. I restfeltet ovenfor lakseførende strekning (st. 4-6), var tetthetene av resident aure fortsatt mer flertallig enn laks som stammer fra rognplantingen. Dette kommer også frem av andelen av laks og aure fra det elektriske fisket utenfor stasjonsnettet i **tabell 7**. De gjennomsnittlige tetthetene av ulike alderskategorier for aureunger i den lakseførende delen av vassdraget (st. 1-3), og på strekningen oppstrøms (st. 4-6) er vist på **figur 12**. Det ble registrert økende tettheter av aure i perioden 2002-2004. På den lakseførende strekningen (st. 1-3) økte den gjennomsnittlige tettheten av ensomrig aure fra 1,0 individ per 100 m<sup>2</sup> i 2002 til 12,5 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2004, mens tilsvarende tettheter av eldre aure økte fra 6,0 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2002 til 18,0 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2004. Tilsvarende resultater ble funnet på strekningen med rognplanting (st. 4-6), hvor den gjennomsnittlige tettheten av ensomrig aure økte fra 3,7 per 100 m<sup>2</sup> i 2002 til 22,7 individer i 2004, mens tettheten av eldre aure økte fra 16,2 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2002 til 24,9 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2004. Denne økningen i tettheter er trolig reell men kan til en viss grad også være påvirket av at det i 2002 var noe

høyere vannføring sammenlignet med forholdene i 2003 og 2004. Dette kan ha medført en noe redusert fangbarhet ved det elektriske fisket i 2002, sammenliknet med 2003 og 2004.



**Figur 11.** Tettheter av aure på stasjonene undersøkt ved elektrisk fiske i årene 2002-2004. Stasjon nr. 1-3 ligger i lakseførende del, mens stasjon 4-6 ligger på områdene med rognplanting ovenfor lakseførende strekning.



**Figur 12.** Gjennomsnittlig tetthet av ulike alderskategorier av aure på stasjonene i lakseførende del (st. 1-3) og på strekningen med rognplantning (st. 4-6).

### 3.1.6 Vekst hos ungfisk av laks og aure

På den lakseførende strekningen hadde den ensomrige laksen en lengde som i gjennomsnitt varierte fra 3,7 til 4,0 cm i årene 2002 til 2004, mens lengden for tosomrig laks i samme periode varierte fra 6,8 til 7,1 cm. Lengden på tresomrig laks varierte fra 10,5 til 11,4 cm (**tabell 8**). I 2002 ble det på lakseførende strekning også fanget 15 tosomrige laks satt ut som smolt men som ikke hadde vandret ut av vassdraget, disse hadde en gjennomsnittlig lengde på 12,1 cm (SD=1,2).

**Tabell 8.** Gjennomsnittlige lengder (med standard avvik) for ulike alderskategorier av naturlig rekruttert laks fanget på den lakseførende strekningen av Vikja i 2002-2004. Resultatene er basert på lengdefordeling og aldersanalyse av otolitter.

Dato	Ensomrig (0+)		Tosomrig (1+)		Tresomrig (2+)	
	$\bar{X}$ (SD)	N	$\bar{X}$ (SD)	N	$\bar{X}$ (SD)	N
06.11.2002*	4,0 (0,5)	43	7,1 (0,6)	27	--	0
05.11.2003	3,8 (0,4)	206	6,9 (0,7)	65	11,4 (1,3)	19
17.11.2004	3,7 (0,6)	46	6,8 (0,6)	48	10,5 (1,3)	55

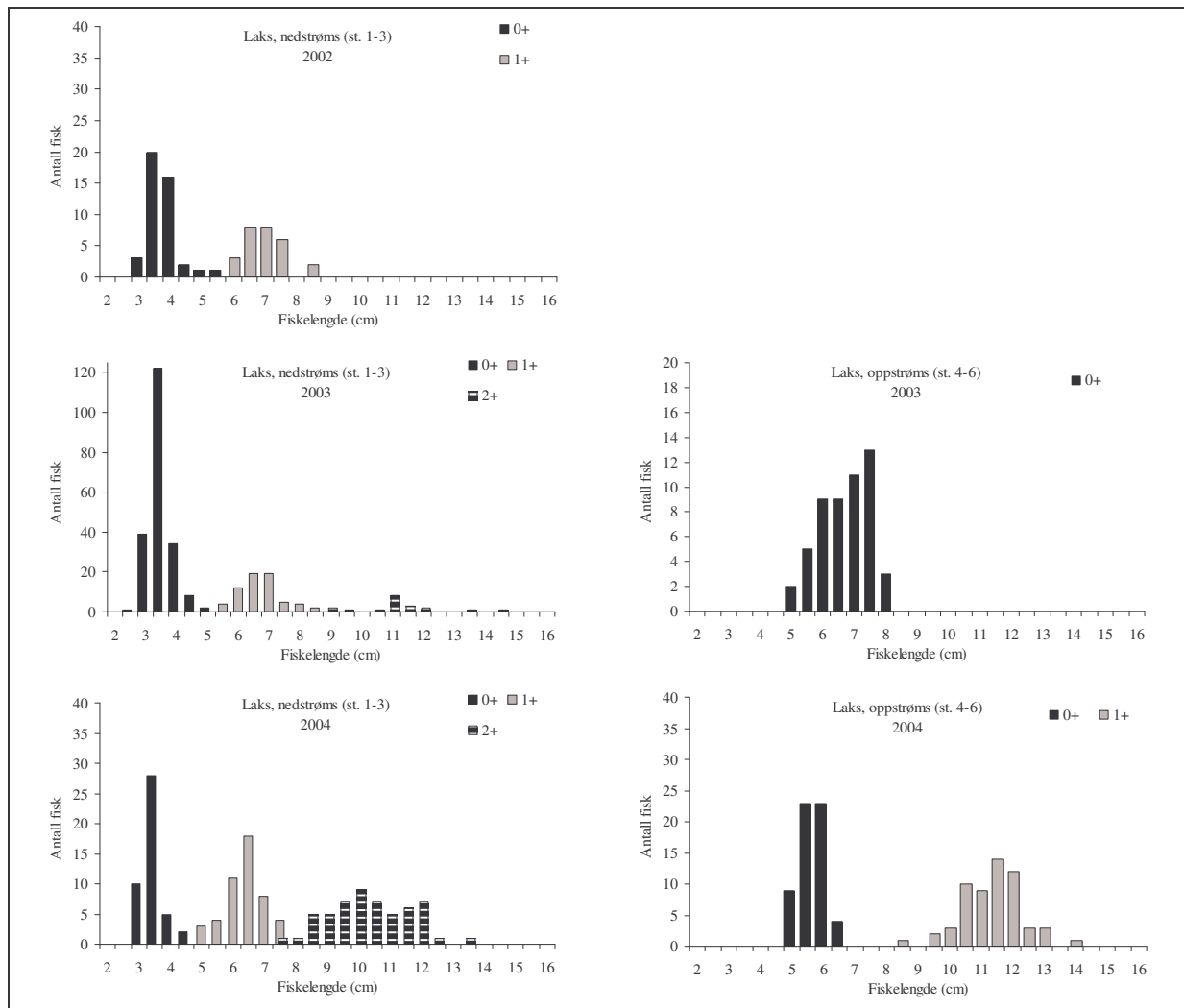
\*I 2002 ble det i tillegg fanget en femsomrig (4+) laks på 16,3 cm.

På strekningen med rognplantning ble det funnet en betydelig bedre tilvekst enn på den lakseførende strekningen. Ensomrig laks som stammet fra rognplantningen hadde en lengde på hhv. 6,9 og 5,8 cm i 2003 og 2004, mens den tosomrige laksen på strekningen hadde en lengde på 11,5 cm (**tabell 9**). I 2003 var årsyngel av laks som stammet fra rognplantningen i gjennomsnitt hele 3,1 cm lenger enn årsyngelen på den lakseførende strekningen. Det samme mønsteret ble funnet i 2004, da årsyngelen og tosomrige lakseunger på strekningen med rognplantning i gjennomsnitt var hhv. 2,1 cm og 4,7 cm større enn tilsvarende årsklasser på den lakseførende strekningen. Denne markerte vekstforskjellen kommer tydelig fram på lengdefordeling av laks på de to strekningene vist i **figur 13**.



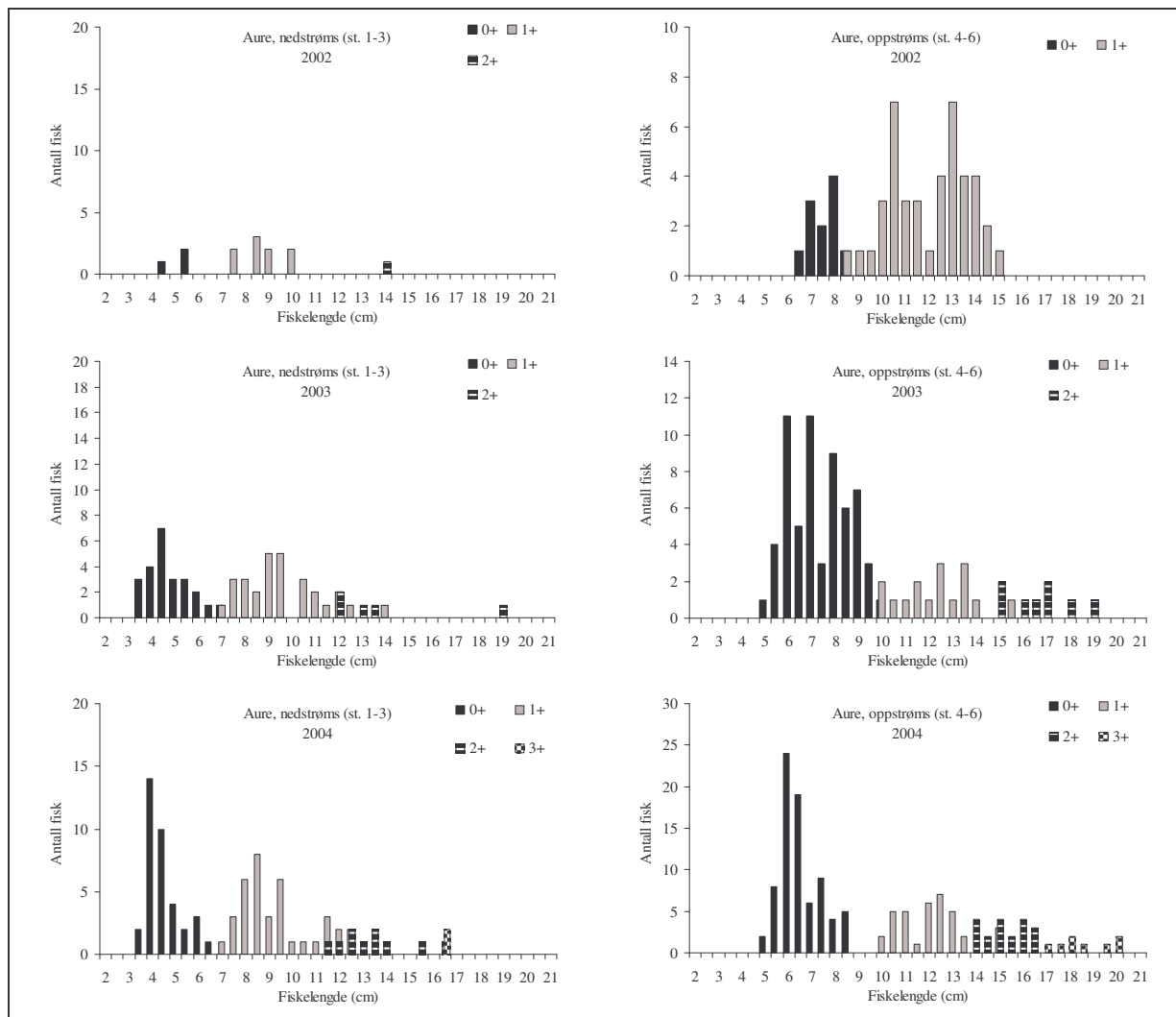
**Tabell 9.** Gjennomsnittlige lengder (med standard avvik) for ulike aldersklasser av laks som stammer fra utlegging av rogn oppstrøms lakseførende strekning i Vikja 2003-2004. Resultatene er basert på lengdefordeling og aldersanalyse av otolitter.

Dato	Ensomrig (0+)		Tosomrig (1+)	
	$\bar{X}$ (SD)	N	$\bar{X}$ (SD)	N
05.11.2003	6,9 (0,8)	52		
17.11.2004	5,8 (0,4)	59	11,5 (0,9)	58



**Figur 13.** Lengdefordeling av ulike alderskategorier av laks på stasjonene på lakseførende strekning (st. 1-3, venstre panel) og på stasjonene på strekningen med rognplanting (st. 4-6, høyre panel) i Vikja i perioden 2002-2004. Laks på stasjonene 4-6 stammer fra rognplantingen i 2003 og 2004.

Tilsvarende størrelsesforskjeller ble også funnet for auren, der årsyngelen i årene 2002-2004 i gjennomsnitt var mellom 2,0 og 2,6 cm, og tosomrige 2,7 og 3,2 cm større på strekningen med rognplanting enn på lakseførende strekning (tabell 10 og 11, figur 14.). Samlet viser dette at tilveksten både for laks og aure er betydelig bedre på elvestrekningen med rognplanting enn på den lakseførende strekningen av vassdraget.



**Figur 14.** Lengdefordeling av ulike alderskategorier av aure på lakseførende strekning (st. 1-3, venstre panel) og på strekningen med rognplanting (st. 4-6, høyre panel) i Vikja i perioden 2002-2004.

**Tabell 10.** Gjennomsnittlige lengder (med standard avvik) for ulike aldersklasser av aure fanget på lakseførende strekning i Vikja i 2002-2004. Resultatene er basert på lengdefordeling og aldersanalyse av otolitter.

Dato	Ensomrig (0+)		Tosomrig (1+)		Tresomrig (2+)	
	$\bar{X}$ (SD)	N	$\bar{X}$ (SD)	N	$\bar{X}$ (SD)	N
06.11.2002*	5,5 (0,7)	3	9,0 (0,9)	9	14,4	1
05.11.2003	5,0 (0,9)	24	9,8 (1,7)	29	14,2 (2,9)	5
17.11.2004	4,7 (0,8)	36	9,5 (1,5)	37	13,6 (1,6)	10

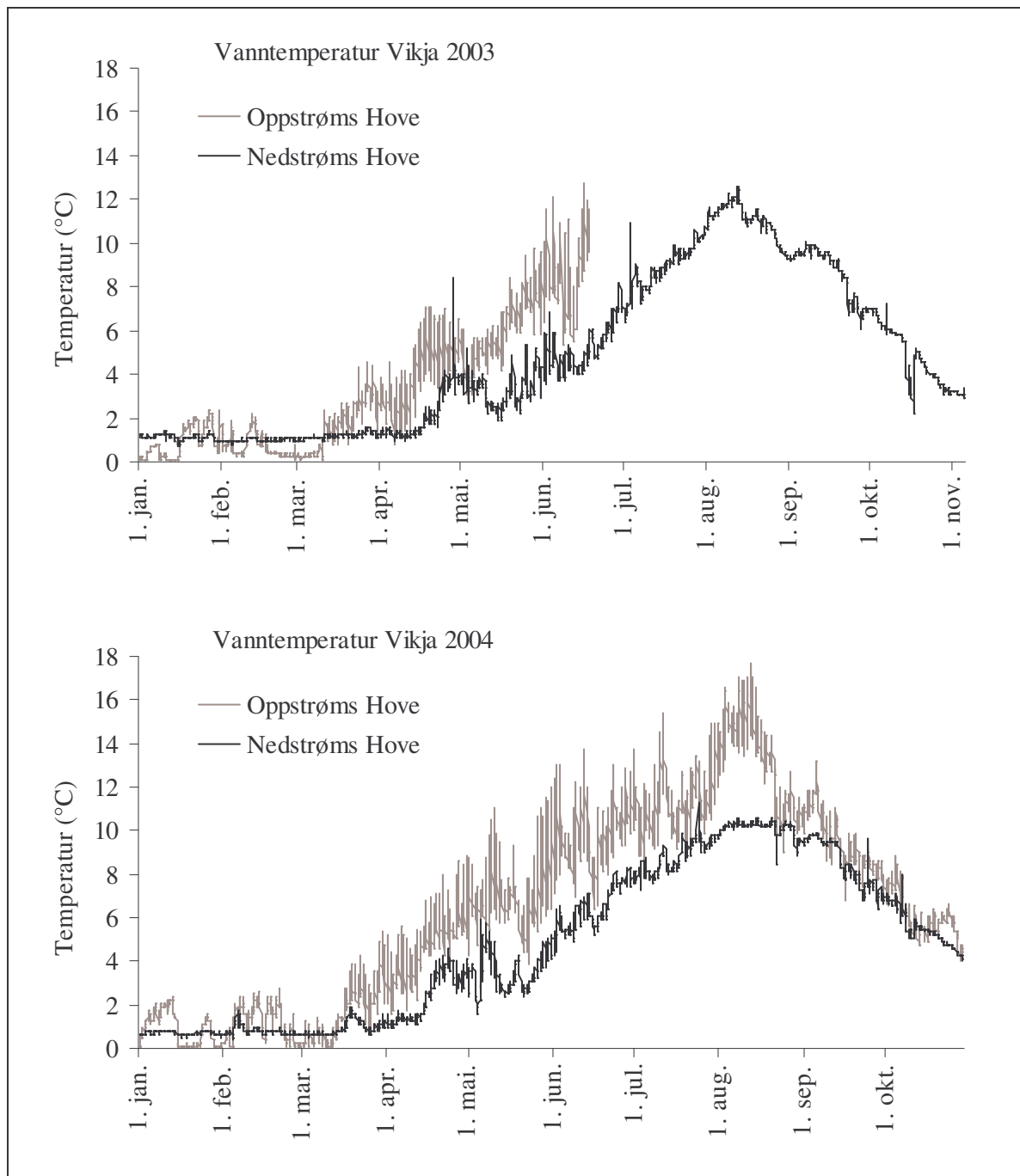
\*I tillegg ble det fanget en firesomrig aure med lengde 21,5 cm og en seksomrig aure på 20,6 cm, og seks tosomrig settefisk av aure med gjennomsnittlig lengde på 14,2 cm (SD = 1,2).

**Tabell 11.** Gjennomsnittlige lengder (med standard avvik) for ulike aldersklasser av aure fanget oppstrøms lakseførende strekning i Vikja i 2002-2004. Resultatene er basert på lengdefordeling og aldersanalyse av otolitter.

Dato	Ensomrig (0+)		Tosomrig (1+)		Tresomrig (2+)	
	$\bar{X}$ (SD)	N	$\bar{X}$ (SD)	N	$\bar{X}$ (SD)	N
06.11.2002	7,7 (0,6)	11	12,2 (1,6)	42		
05.11.2003	7,6 (1,2)	61	12,5 (1,5)	16	16,6 (1,5)	8
17.11.2004	6,7 (0,9)	77	12,3 (1,4)	36	15,4 (0,9)	19

Hovedårsaken til denne vekstforskjellen er det ulike temperaturregimet i de to vassdragsavsnittene. På **figur 15** er vanntemperaturen oppstrøms og nedstrøms Hove kraftstasjon vist for 2003 og 2004. En ser her at temperaturen oppstrøms Hove øker raskere på våren og er generelt høyere hele sommeren enn nedenfor kraftstasjonen. Dette skyldes at vannet som tappes gjennom Hove kraftstasjon har en lavere temperatur enn sidefeltene i restfeltet. Pga. den lave vannføringen i restfeltet vil vanntemperaturen her også i langt større grad påvirkes av lufttemperaturen, noe som medfører at vanntemperaturen her endres raskere og har en høyere døgnvariasjon enn vannet fra kraftstasjonen.

De viktigste miljøfaktorene som styrer veksten hos laksefisk er temperatur og næringstilgang, der veksten øker med temperaturen til den når et optimum og deretter avtar (Elliott 1994, Elliott & Hurley 1998, Forseth et al. 2001). Den nedre grensen for vekst hos lakseunger er rundt 6-7°C, og en vil kun få netto vekst på sommeren når temperaturen er over denne grensen. For lakseungene på den lakseførende strekningen, vil tilførsel av kaldt vann fra Hove kraftstasjon kunne påvirke både utviklingstiden til egg og plommeseekkyngel, og veksthastigheten gjennom sommeren. For å undersøke denne problemstillingen nærmere ble vekstforholdene for årsyngelen fra rognplantingen i 2004 sammenlignet med naturlig rekruttert årsyngel av laks i den lakseførende strekningen. I følge **tabell 6**, ble det beregnet at yngelen som stammer fra rognplantinga vinteren 2004 startet første næringsopptak, og dermed også vekstsesongen i perioden 8.-16. juni. Ved å bruke de samme modellene for utvikling av egg og plommeseekkyngel, og anta at gytetoppen for laks i Vikja er rundt 15. november – 1. desember, ble første næringsopptak for årsklassen som ble gytt høsten 2003 beregnet til å skje i perioden 15.-21. juli 2004. Med andre ord starter vekstsesongen over en måned senere i 2004 for årsyngelen på den lakseførende strekningen i forhold til yngelen som blir plantet ut ovenfor kraftstasjonen. Videre ble det brukt modeller for å beregne veksten den første sommeren for årsyngelen i de to elveavsnittene. Ut i fra de målte temperaturene, ble gjennomsnittlig lengde av de ensomrige lakseungene ved slutten av vekstsesongen beregnet å være ca. 6,0 cm oppstrøms kraftstasjonen, og ca. 4,1 cm nedstrøms kraftstasjonen. Dette stemmer nokså bra med de tilsvarende observerte gjennomsnittlige lengdene som var henholdsvis 5,8 cm og 3,7 cm. Den gode overensstemmelsen mellom beregnet og observerte lengder av ensomrig laks, viser at den observerte vekstforskjellen kan forklares ved at kaldt vann fra kraftstasjonen medfører både kortere vekstsesong og dårligere vekst gjennom vekstsesongen.



**Figur 15.** Vanntemperatur registrert annenhver time i Vikja oppstrøms og nedstrøms Hove kraftstasjon i 2003 (øvre panel) og i 2004 (nedre panel). I 2003 finnes det kun data t.o.m. 17. juni oppstrøms Hove.

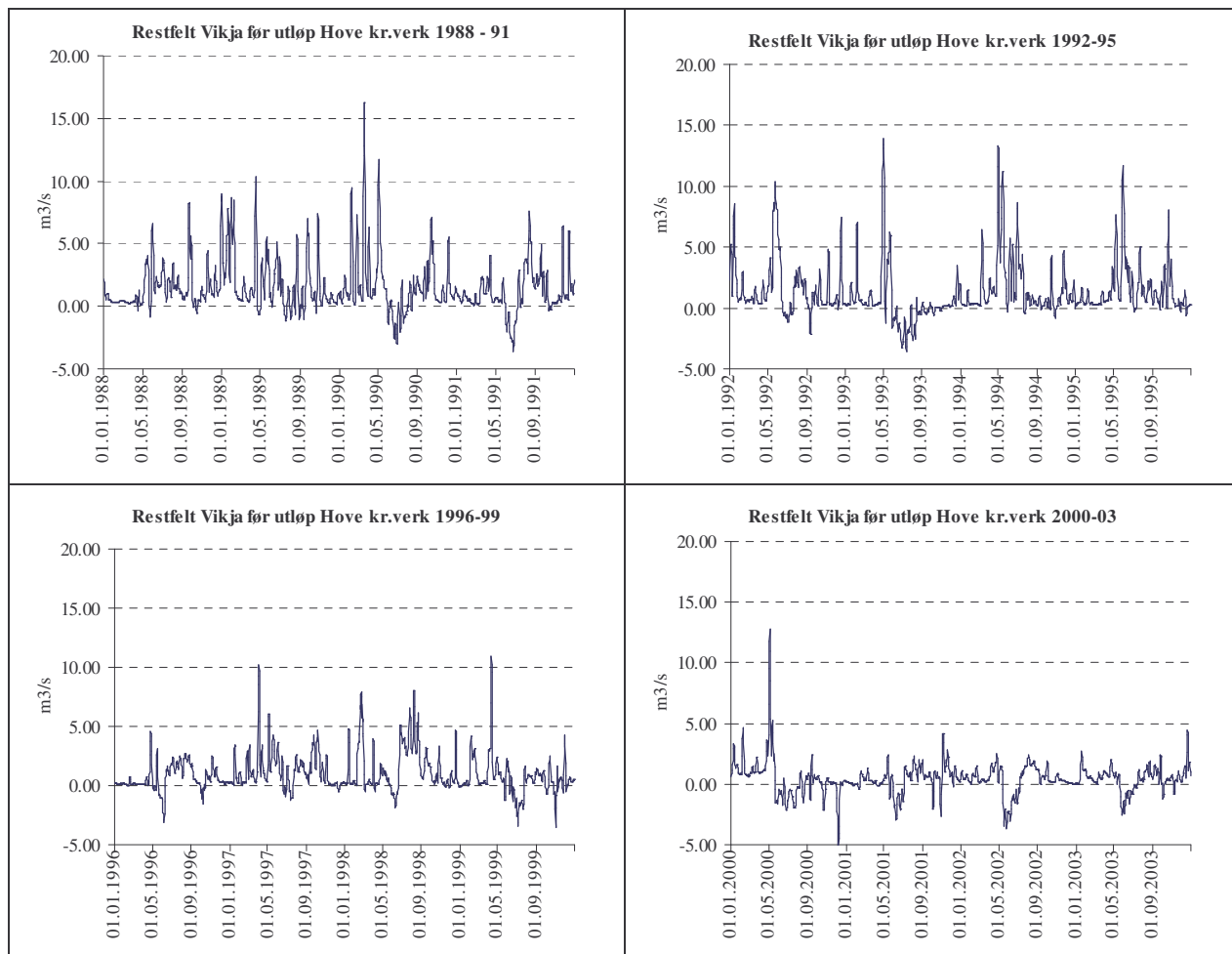
### 3.1.7 Potensialet for smoltproduksjon på strekningen med rognplanting

Hvor mye smolt som kan produseres på den aktuelle strekningen vil være bestemt av en rekke fysiske og biologiske forhold. Smoltproduksjonen vil være avhengig av både størrelsen og kvaliteten på det tilgjengelige oppvekstarealet og hvor mye rogn som blir lagt ut. Både de fysiske og biologiske forholdene vil variere over tid, og en vil derfor ofte finne en betydelig variasjon i smoltproduksjon mellom år. Den beste måten å måle smoltproduksjonen på er derfor å telle antall utvandrende smolt med en utgangsfelle eller fangst- gjenfangst estimater. I det følgende vil vi gi en forventning for størrelsen på smoltproduksjonen basert på en vurdering av fysiske og biologiske forhold og rapporterte studier for smoltproduksjon i andre vassdrag.

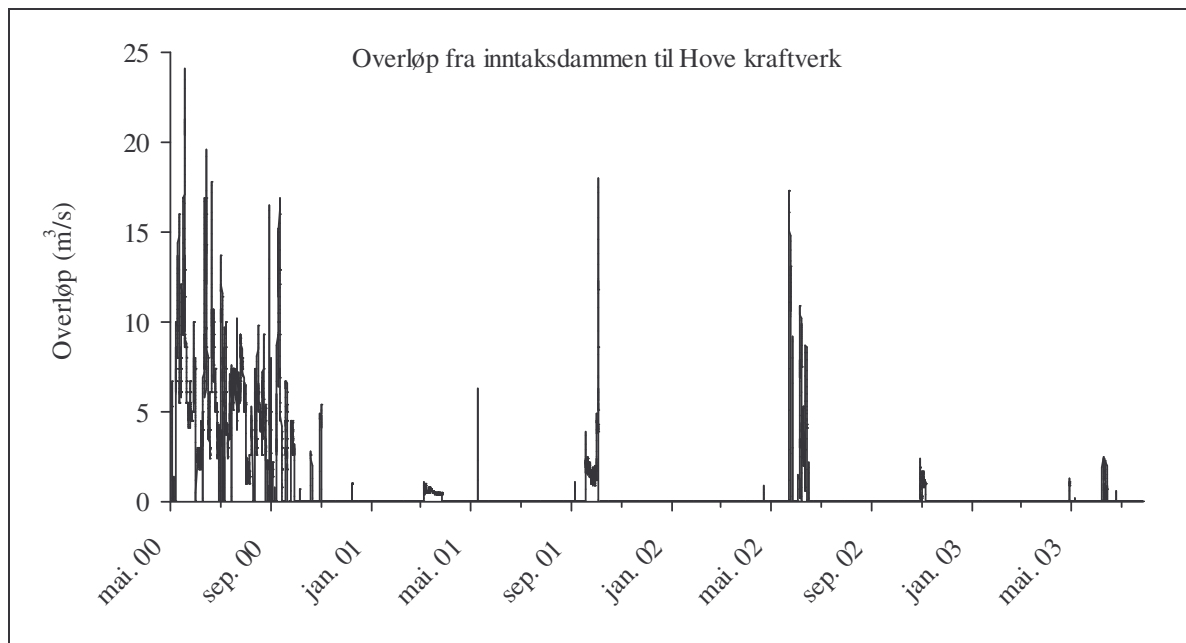
## Vannføring og vanddekt areal

De foreliggende resultatene tilsier at laksungene som stammer fra rognplantingene i 2003 og 2004 har etablert seg fra den øverste rognplantingsstasjonen og ned hele den om lag 4,9 km elvestrekningen til utløpet av Hove kraftstasjon. For å vurdere potensialet for smoltproduksjonen på strekningen er det viktig å ha kunnskap om vannføringsmønsteret og hvor stort areal som er vanddekt på elvestrekningen. Statkraft v/Arve Tvede har gjennomført en modellering av vannføringen på den aktuelle strekningen (dvs. restfeltet). Den beregnede vannføringen i restfeltet ovenfor utløpet fra Hove kraftstasjon er gitt i **figur 16**. Størrelsen og utformingen på det aktuelle nedslagsfeltet gjør det vanskelig å få et presist vannføringsmål, og medfører blant annet at modellen tidvis gir negative vannføringer. Estimert maksimum vannføring på strekningen er 22,3 m<sup>3</sup>/s, og vannføringen er over 3,6 m<sup>3</sup>/s mer enn 10 % av tiden. Estimert medianvannføring er 0,8 m<sup>3</sup>/s, og 90 % av tiden går det mer enn 0,15 m<sup>3</sup>/s. Siden hele nedbørsfeltet ovenfor Refsdal er regulert gjennom Hove kraftstasjon, er vannføringen på strekningen Refsdal-Hove styrt av tilsiget fra de mindre, uregulerte sidefeltene. Dette medfører at vannføringen kan være svært lav i perioder med lite tilsig, men øke raskt i nedbørsperioder. Periodene med svært lav eller svært høy vannføring kan være begrensende for ungfiskproduksjonen. Lav vannføring vil medføre redusert vanddekt areal og dermed mindre tilgjengelige leveområder for ungfisken. Periodene med lav vannføring forekommer både i sommer- og vinterhalvåret (**figur 16**). Perioder med svært høy vannføring forekommer som regel i forbindelse med overløp på dammen ved Refsdal. Slike flomepisoder kan føre til massetransport og utspyling, og vil trolig ha en negativ effekt hvis de inntreffer i perioden da rogn eller plommesekeyngel fortsatt ligger i grusen, eller like etter at yngelen har forlatt kassene. Hvordan flomepisoder påvirker eldre lakseunger er lite kjent, men trolig påvirkes ikke de større ungfiskene i like stor grad som de mer følsomme rogn-, plommesekk- og yngelstadiene. En oversikt over overløp på dammen ved Refsdal er vist på **figur 17**.

Vannføringen i restfeltet vil også ha en innvirkning på smoltutvandringen fra elvestrekningen. I ukene før utvandringen gjennomgår lakseungene en rekke morfologiske, fysiologiske og adferdsmessige forandringer som forbereder fisken på overgangen fra ferskvann til saltvann. Denne prosessen kalles smoltifisering og består blant annet i at fisken blir mer strømlinjeformet og sølvfarget. Den territorielle adferden opphører og smolten samler seg i stimer før vandringen nedover tar til. Lysregimet og vanntemperatur regnes som de viktigste faktorene som initierer smoltifiseringsprosessen, og som dermed avgjør når smolten er klar til å vandre. Selve utvandringen blir ofte utløst av økende vannføring (McCormick et al. 1998), og fører til at mesteparten av smolten som regel vandrer ut i løpet av en kort periode med høy vannføring. En for lav vannføring gjennom våren kan medføre at utvandringen blir mindre synkron, noe som igjen kan medføre lavere sjøoverlevelse for smolten (Hvidsten et al. 1996). Tidspunktet for når smolten kommer til å vandre ut fra Vikja er ikke kjent, men trolig vil dette foregå i løpet av mai måned. Det er derfor viktig at vannføringen i restfeltet i Vikja er tilstrekkelig til at den utløser en synkron smoltutvandring. Det er også viktig at smolten klarer å vandre uskadd ned hele vassdraget. Ved dammen nederst på restfeltstrekningen, der elva møter utløpet fra Hove kraftstasjon, er det et flere meter høyt fall som muligens kan medføre skade eller dødelighet når smolten vandrer utfor. Hvorvidt vannføringsregimet eller fallet like ovenfor Hove kraftstasjon representerer noe problem for den utvandrende laksesmoltten må imidlertid vurderes nærmere.



**Figur 16.** Modellerte vannføringskurver for restfeltet i Vikja like ovenfor utløpet fra kraftstasjonen ved Hove i perioden 1988-2003. Vannføringene er beregnet av Statkraft v/Arve Tvede.



**Figur 17.** Overløp fra inntaksdammen til Hove kraftverk i perioden 2000 - 2003. Basert på data med oppløsning på timesverdi fra Statkraft

Basert på befaringer og oppmålinger av elveleiet er det rimelig å anta at den gjennomsnittlige elvebredden som er tilgjengelig som effektivt ungfiskhabitat ligger et sted mellom 5-9 m. Dette tilsvarer et vanddekt areal på strekningen fra mellom 24 500 – 44 100 m<sup>2</sup> på elvestrekningen med rognplanting, dvs. strekningen fra dammen ved Hove kraftstasjon og opp til samløpet med Risløvelva, som ligger ca. 200 m ovenfor den øverste rognplantingsstasjonen. Statkraft har gjort tilsvarende beregninger ved å bruke digitale kartdata som er konstruert fra flyfotografering 23. april 2002. Disse beregningene ga et vanddekt areal for strekningen på om lag 45 358 m<sup>2</sup> (**tabell 12**), noe som tilsvarer en gjennomsnittlig elvebredde på om lag 9 m. Den eksakte vannføringen på tidspunktet da flyfotoene ble tatt er ikke kjent, men ble fra vannføringssimuleringene beregnet til å være om lag 2,3 m<sup>3</sup>/s (**figur 16**). Dette er betydelig høyere enn normal sommervannføring og kan følgelig ha medført en viss overestimering av det beregnede arealet tilgjengelig som ungfiskhabitat.

**Tabell 12.** Beregning av vanddekt areal på ulike delstrekninger av Vikja. Beregningene er basert på digitalisert kartverk ut i fra flyfoto tatt 23. april 2002, og er utført av Statkraft. Vannføringen ved tidspunktet da flyfotoet ble tatt er ikke kjent, men er beregnet å være om lag 2,3 m<sup>3</sup>/s.

Strekning	Beregnet vanddekt areal
Sjø – utløp Hove kraftstasjon	27 456 m <sup>2</sup>
Utløp Hove Kraftstasjon- samløp Risløvelva (rognplantingsområdet)	45 358 m <sup>2</sup>
Samløpet Risløvelva – demning v/Refsdal	9 547 m <sup>2</sup>

### Hvor mye rogn må til for å realisere produksjonspotensialet for smolt?

Antall ungfisk eller smolt som produseres vil ikke være proporsjonal med antall rogn om blir lagt ut. Dette skyldes at overlevelsen fra egg til smolt er regulert av tetthetsavhengige faktorer. Høye tettheter av ungfisk resulterer i stor konkurranse om leveområdene og følgelig høy dødelighet, mens lave tettheter fører til liten konkurranse og høyere overlevelse (Gee et al. 1978, Solomon 1985, Elliott 1994, Chaput et al. 1998, Jonsson et al. 1998). Trolig foregår mye av denne bestandsreguleringen i løpet av en kort periode like etter at yngelen forlater grusen. På dette tidspunktet etablerer yngelen territorier som forsvarer aggressivt, og yngelen som ikke klarer å finne et territorium vil raskt sulte i hjel (Elliott 1994). I tillegg kan det finnes både tetthetsavhengige og tetthetsuavhengige faktorer som

begrenser ungfiskproduksjonen på andre livsstadier. Eksempler på tetthetsuavhengige faktorer kan være stranding av ungfisk som følge av hurtige vannstandsreduksjoner eller innfrysing av fisk i kalde perioder ved lave vintervannføringer.

Den tetthetsavhengige bestandsreguleringen gir et forløp der antall produserte smolt først øker raskt med antall egg som er gytt eller lagt ut, og etter hvert avtar ved økende eggtetthet. Når antall egg har nådd elvas bæreevne, vil smoltproduksjonen ikke bli større til tross for en ytterligere økning i antallet gyttede egg (Solomon 1985, Chaput et al. 1998, Jonsson et al. 1998). Bæreevnen vil derimot være vassdragsspesifikk, og er i tillegg svært vanskelig å finne og definere i praksis. I den lille elven Imsa i Rogaland ble det i følge Jonsson et al. (1998) gytt en eggtetthet tilsvarende mellom 1- 62 egg per m<sup>2</sup> over en periode på 15 år. Antall smolt syntes imidlertid ikke å øke ved eggtettheter over om lag 6 egg per m<sup>2</sup> av totalt elveareal. Tilsvarende fant Buck & Hay (1984) ingen økt smoltproduksjon for eggtettheter over om lag 3,4 egg per m<sup>2</sup> i Girnock Burn. I Øst Canada er forvaltningen av laksevassdrag i stor grad basert på at det årlig blir gytt omtrent 2,4 egg per m<sup>2</sup> elveareal (Chaput et al. 1998), og det har vært antatt at dette er nok til å realisere smoltproduksjonen i disse elvene. Det må påpekes at eggtettheten som er oppgitt i studiene ovenfor er basert på estimat av fekunditeten til gytefisk i vassdraget. Noe av denne fekunditeten vil imidlertid ofte gå tapt av ulike årsaker. Dette kan for eksempel være dødelighet på fisk før gyting, tap av gytegroper pga. oppgraving fra annen gytefisk, ubefruktet rogn eller dødelighet på rogn de første månedene etter gyting. Dette unngår en ved rognplanting siden rogn først blir lagt ut på øyerognstadiet, og en vil dermed få flere potensielle rekrutter i forhold til en gitt eggtetthet ved rognplanting. Dette må også tas hensyn til når en vurderer eggtettheter av rogn ved rognplanting i forhold til resultatene gitt i de nevnte studiene.

I årene 2003 og 2004 ble det lagt ut henholdsvis 60 000 og 34 000 rogn oppstrøms lakseførende strekning i Vikja. Fordelt på strekningen fra utløpet av Hove kraftstasjon til den øverste rognplantingsstasjonen. Med en antatt gjennomsnittlig elvebredde på 7 m, tilsvarer dette en eggtetthet på 1,7 og 1 egg per m<sup>2</sup>. For å utnytte hele denne strekningen effektivt bør en trolig legge ut en eggtetthet tilsvarende 2,5-3 egg per m<sup>2</sup>, altså om lag 80 000 - 100 000 rogn. I denne vurderingen har en imidlertid bare vurdert elvestrekningen opp til samløpet med Risløvelva, da dette er den delen som er lettest tilgjengelig og har mest stabil vannføring. Fra samløpet med Risløvelva og opp til demningen v/Refsdal går elva i et bratt gjel som er svært vanskelig tilgjengelig for rognplanting. Helt øverst på strekningen, like nedenfor demningen, flater elva ut og er lettere tilgjengelig. Ved rognplantingen som ble utført vinteren 2005 ble det gjort et forsøk på å legge ut 9000 rogn på en stasjon like ovenfor dette gjelet. Hvis dette forsøket går bra, og lakseyngelen sprer seg nedover i gjelet, kan det bli aktuelt å benytte også dette området for rognplanting, noe som vil gi et betydelig (10-20%) økt areal tilgjengelig som oppvekstområde.

### **Forventet smoltproduksjon**

Da smolttettheten på rognplantingsområdet i Vikja ikke er kjent, må vi bruke data fra andre vassdrag rapportert i litteraturen for å anslå en forventet smoltproduksjon. Fra norske vassdrag finnes slike data fra Orkla og Imsa. Over en periode på 18 år i elva Imsa fant Jonsson et al. (1998) en gjennomsnittlig smoltproduksjon på om lag 14,6 smolt per 100 m<sup>2</sup> (fra om lag 3 – 32 smolt per 100 m<sup>2</sup>). I Orkla fant Hvidsten et al. (1996) en gjennomsnittlig smoltproduksjon på 7,1 smolt per 100 m<sup>2</sup> (fra 4,0 – 10,8 smolt per 100 m<sup>2</sup>) over en periode på 13 år. I Girnock Burn, en sideelv til River Dee i Skottland, fant Buck & Hay (1984) en gjennomsnittlig smoltproduksjon på 7,7 smolt per 100 m<sup>2</sup> (fra 5,8 – 8,7 smolt per 100 m<sup>2</sup>) over en periode på 8 år. Av disse elvene ligner oppvekstområdene på den aktuelle strekningen i Vikja mest på det en finner i den mindre elva Imsa som er relativt produktiv. Imsa er 1 km lang, har en gjennomsnittlig bredde på om lag 10 m og har en gjennomsnittlig vannføring på 5,1 m<sup>3</sup>/s, og en sommervannføring på om lag 2 m<sup>3</sup>/s. På den aktuelle strekningen for rognplanting i Vikja vil vannføringen være betydelig lavere (beregnet median vannføring er 0,8 m<sup>3</sup>/s) og det er usikkert hvordan dette vil påvirke produksjonen av smolt per arealenhet. I Vikja vil smoltproduksjonen naturlig variere en del innad på strekningen i henhold til hvor egnet habitatet er for lakseunger. På den nedre halvdel av elva skifter elva mellom små kulper og lette strykpartier som er godt egnet som ungfiskhabitat. Den midtre delen av elva er imidlertid kraftig kanalisert og forbygd. På den kanaliserte strekningen er elva veldig grunn og homogen, og dermed mindre egnet som ungfiskhabitat. I Vikja er



det også en relativt tallrik bestand av resident aure og det er usikkert hvordan dette vil påvirke smoltproduksjonen.

For å angi produksjonspotensialet for laksesmolt på strekningen har vi satt opp en matrise med variasjon i tilgjengelig oppvekstareal og antall smolt produsert per arealenhet (**tabell 13**). En må regne med at smoltproduksjonen vil variere en del mellom år, men om det blir lagt ut en rognmengde tilsvarende 2,5-3 rogn per m<sup>2</sup> eller mer, er det rimelig å forvente at smoltproduksjon vil ligge et sted mellom 10 til 15 smolt per 100 m<sup>2</sup>. Dette underbygges av resultatene fra ungfiskundersøkelsene på strekningen. Med den gode tilveksten som ble observert kan en forvente at en stor andel av laksungene vil smoltifisere og vandre ut av vassdraget som toåringer, dvs. at en våren 2005 kan forvente den første smoltårgangen fra rognplantingen som ble gjennomført vinteren 2003. Den gjennomsnittlige tettheten av denne årsklassen var 19,5 individer per 100 m<sup>2</sup> på de tre stasjonene som ble undersøkt ved elektrisk fiske høsten 2004. Resultatene fra det kvalitative fisket som omfattet ti stasjoner tilsier at den tosomrige laksen hadde etablert seg på hele strekningen. Tetthetene og tilveksten av tosomrig laks høsten 2004 indikerer en normal vinteroverlevelse selv om en ikke kan utelukke at perioder med svært lav vannføring kan representere en flaskehals for overlevelsen. Samlet gir resultatene fra det elektriske fisket derfor en forventning om en betydelig smoltproduksjon, dvs. i størrelsesorden 3 400 til 5 100 smolt gitt en smoltproduksjon fra 10-15 smolt per 100 m<sup>2</sup> og en gjennomsnittlig elvebredde på 7 m. Denne forventningen forutsetter fravær av ugunstige forhold som medfører overdødelighet fra rogn blir lagt ut til smolten forlater vassdraget. Både store flommer som kan spyle ut rognkassene eller yngelen og perioder med svært lav vannføring som fører til høy dødelighet for ungfisk må derfor unngås for å realisere potensialet for smoltproduksjon på strekningen. For å tallfeste størrelsen på smoltproduksjonen vil det være nødvendig med en utgangsfelle for å telle antall utvandrende smolt kombinert med fangst- gjenfangstestimat. Om slike målinger gjøres over tid vil en få et mål på mellomårsvariasjonen i smoltproduksjonen. Dette vil gjøre det mulig å vurdere hvordan variasjon i fysiske (temperatur og vannføringsregime) og biologiske (antall rogn lagt ut) forhold påvirker størrelsen på smoltproduksjonen.

Samlet er resultater med utlegging av rogn i Vikja så langt lovende og viser god overlevelse og tilvekst for yngel som stammer fra tiltaket. En fordel med tiltaket er at det produserer en smolt som er mer tilpasset de naturlige forhold sammenliknet med en smolt produsert i et fiskeanlegg. Gytebestanden av laks i Vikja har de senere årene vært karakterisert ved et høyt innslag av oppdrettslaks og rognplantingen som er basert på rogn fra villaks, kan derfor også sees på som et tiltak for å motvirke uheldig genetisk påvirkning fra oppdrettslaksen.

**Tabell 13.** Forventet antall smolt produsert (i hele hundre) ved ulik smoltproduksjon per arealenhet og ved ulik gjennomsnittlig elvebredde på strekningen med rognplanting i restfeltet i Vikja.

Antall smolt produsert Per 100 m <sup>2</sup>	Ant. laksesmolt produsert gitt 5 m elvebredde	Ant. laksesmolt produsert gitt 7 m elvebredde	Ant. laksesmolt produsert gitt 9 m elvebredde
2	500	700	900
5	1 200	1 700	2 200
10	2 500	3 400	4 400
15	3 700	5 100	6 600
20	4 900	6 900	8 800
25	6 100	8 600	11 000

## 3.2 Dalselva

### 3.2.1 Bestandssituasjon for laks og sjøaure

Kunnskapen om bestandsutviklingen for laks og sjøaure i Dalselva er begrenset siden det ikke finnes tilgjengelig fangststatistikk fra vassdraget. Fra lokalt hold er det blitt opplyst at det før reguleringen jevnlig ble tatt relativt stor laks i elva. Det er imidlertid vanskelig å si noe om vassdraget har hatt et stort nok produksjonspotensial til å ha en stabil, selvreproduserende laksebestand selv om det har vært jevnlig gyting av laks i vassdraget. For å kompensere for skadevikningen av reguleringen er Statkraft pålagt et årlig utsettingspålegg på 600 laksesmolt og 1000 sjøauresmolt i Dalselva. En oversikt over utsettingen i perioden 1975-2002 er gitt i **tabell 14**.

**Tabell 14.** Utsettinger av laks- og auresmolt i Dalselva i perioden 1975-2002. Data fra Statkraft Eidfjord. Utsettingspålegget er 1000 sjøauresmolt og 600 laksesmolt årlig.

År	Laks	Aure	Merknad
1975	1 890	2 300	
1976	1 000		
1977		3 000	
1978	1 800		
1979	800		
1980	2 755		
1981		2 065	
1982	1 027	1 100	Vikja laks, Hyen sjøaure
1983	1 500	1 000	
1984		2 400	
1985		1 000	Hyen sjøaure
1986	1 600		Loneelv laks
1987	605	1 013	Loneelv laks, Skjomen sjøaure
1988	1 637	3 926	Nidelv laks, Lærdal sjøaure
1989		1 000	Sima aure
1990			
1991			Veterinær bestemmelser hindret utsettinger
1992			Ingen utsetting fordi det ikke er stedegen stamme
1993	2 500		Vikja laks
1994	600	2 124	Vikja laks, Dalselva sjøaure. All fisk ff-klippt.
1995			Ingen utsetting fordi det ikke er stedegen stamme
1996		1 000	Dalselva stamme, ff-klippt
1997			Ingen utsetting fordi det ikke er stedegen stamme
1998		4 300	Dalselva stamme, ff-klippt
1999			Ingen utsetting fordi det ikke er stedegen stamme
2000			Ingen utsetting fordi det ikke er stedegen stamme
2001		1 170	Dalselva stamme, ff-klippt
2002		830	Dalselva stamme, ff-klippt

Resultatene fra gytefisktellingsene i årene 2002-2004 (**tabell 15**) tilsier at det per i dag ikke er noen stedegen laksebestand i Dalselva. Gytebestanden av sjøaure har variert mye i løpet av de tre årene fra 56 registrerte sjøaure i 2002, til 7 registrerte sjøaurer høsten 2004. Det er ikke kjent om denne nedgangen skyldes en reell nedgang i sjøaurebestanden i vassdraget, eller om det f.eks. kan skyldes at mye av gytefisken allerede hadde vandret ut av vassdraget i 2004. I tillegg ble det i forbindelse med stamfiske fanget inn ca. 10 sjøaure i Dalselva før gytefisktellingen i 2004, mens det ikke ble fanget gytefisk i 2002 og 2003. Settesmolten som har vært satt ut de siste åren har vært fettfinneklippt og kan derfor registreres ved gytefisktellingsene. Andel klippt fisk observert var 0% i 2002, 40% i 2003 og 14%

i 2004. Tallene fra 2003 og 2004 indikerer derfor at utsatt sjøauresmolt gir et betydelig bidrag til gytebestanden (**tabell 15**).

**Tabell 15.** Resultater fra gytefisktellingene utført i Dalselva i perioden 2002-2004.

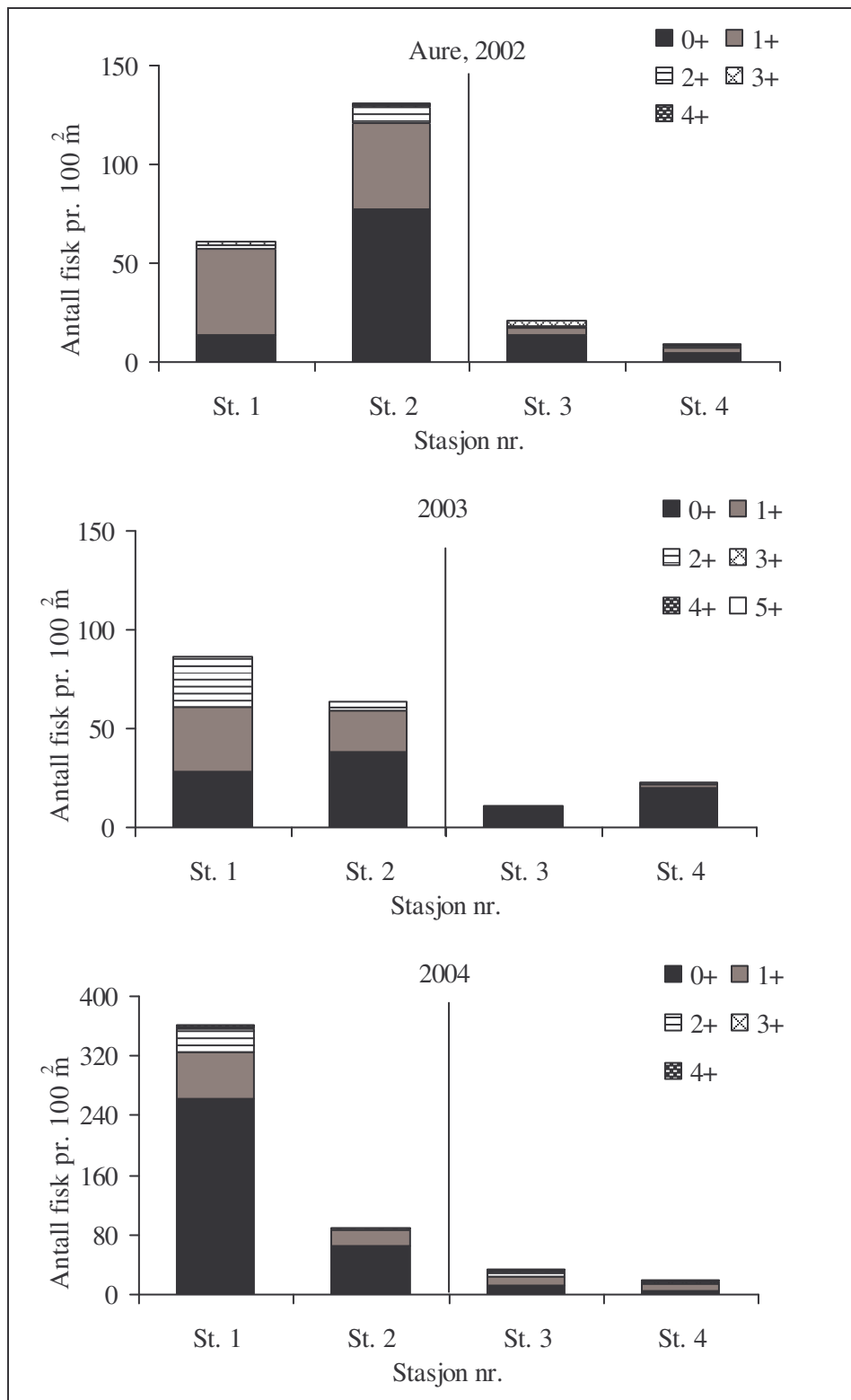
År	Dato	Antall laks	Antall sjøaure	Andel fettfinneklipt sjøaure
2002	07.11.2002	3	56	0 %
2003	06.11.2003	0	22	40 %
2004	29.10.2004	0	7	14 %

### 3.2.2 Ungfisktettheter av laks og aure

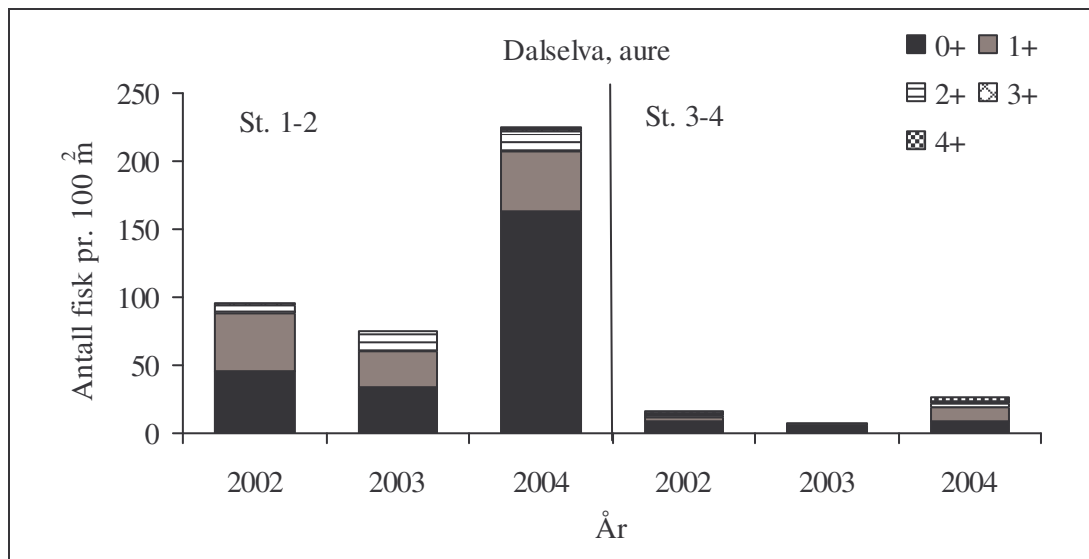
Høsten 2002 ble det etablert fire stasjoner for elektrisk fiske, to på lakseførende strekning og to ovenfor anadrom strekning. I løpet av årene 2002-2004 har på de to stasjonene i lakseførende strekning bare blitt registrert en tosomrig laks i 2002, og tre ensomrige laks i 2004. Resultatene fra ungfiskregistreringene samsvarer derfor med den sporadiske forekomsten av laks registrert ved gytefisktellingene.

Tettheten av aureunger viser at det er markert høyere tettheter av ungfisk på den lakseførende strekningen enn ovenfor vandringshinderet. Dette er nok et resultat av at sjøauren bidrar til rekrutteringen nedstrøms vandringshinderet mens rekrutteringen lenger oppstrøms utelukkende er avhengig av resident aure (**figur 18**).

De gjennomsnittlige tetthetene av ensomrig aure på den lakseførende strekningen var 45,5 per 100 m<sup>2</sup> i 2002, 33,2 per 100 m<sup>2</sup> i 2003, og hele 163 per 100 m<sup>2</sup> i 2004. Tilsvarende var tetthetene av ensomrig aure oppstrøms lakseførende strekning 9,5, 6,0 og 8,8 i henholdsvis 2002, 2003 og 2004 (**figur 19**). På den lakseførende strekningen var tettheten av tosomrig og eldre aure 49,8, 40,2, og 61,2 i henholdsvis 2002-2004, mens tilsvarende tettheter oppstrøms lakseførende strekning i samme periode var henholdsvis 6,8, 2,0 og 17,2.



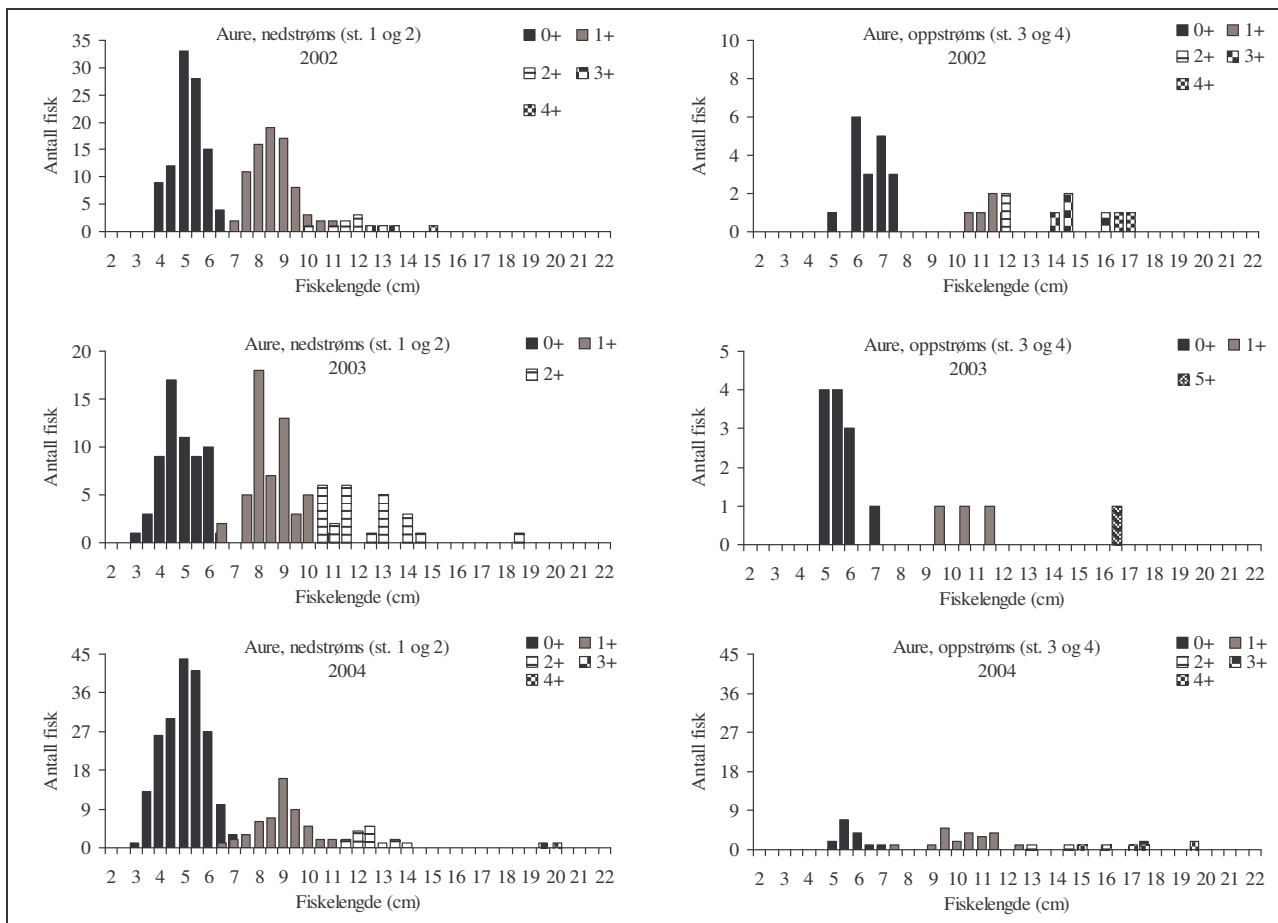
**Figur 18.** Tettheter av aure på stasjonene undersøkt ved elektrisk fiske i årene 2002-2004. Stasjon nr. 1 og 2 ligger i lakseførende del, mens stasjon 3 og 4 ligger ovenfor lakseførende strekning. Merk forskjellig skala på figurenes y-akse.



**Figur 19.** Gjennomsnittlig tetthet av ulike alderskategorier av aure på stasjonene i lakseførende del (st. 1-2), og ovenfor lakseførende del (st. 3-4).

### 3.2.3 Vekst hos ungfisk av laks og aure

Lengdefordelingen viser at aureungene i den lakseførende delen av Dalselva er ca. 5,2 cm som ensomrige, 8,9 cm som tosomrige og i overkant av 12 cm som tresomrige (**figur 20, tabell 16**). Dette vekstmønsteret vil variere noe ettersom vekstforholdene variere mellom år, men også i Dalselva synes det som om auren vokser noe bedre oppstrøms den lakseførende strekning (**tabell 17**). I Dalselva finnes det ingen tilførsel av kaldt vann fra kraftverk som det gjør i Vikja, men vekstforskjellen skyldes trolig likevel at temperaturen er noe høyere i de øvre delene hvor vannføringen er lavere.



**Figur 20.** Lengdefordeling av ulike alderskategorier av aure på stasjonene nedstrøms vandringshinderet (st. 1 og 2, venstre panel) og på stasjonene oppstrøms vandringshinderet (st. 3 og 4, høyre panel) i Dalselva i perioden 2002-2004.

**Tabell 16.** Gjennomsnittlig lengde (med standard avvik) for ulike aldersklasser av aure fanget på lakseførende strekning i Dalselva 2002-2004. Resultatene er basert på lengdefordeling og aldersanalyse av otolitter.

Dato	<u>Ensomrig (0+)</u>		<u>Tosomrig (1+)</u>		<u>Tresomrig (2+)</u>		<u>Firesomrig (3+)</u>	
	$\bar{X}$ (SD)	N	$\bar{X}$ (SD)	N	$\bar{X}$ (SD)	N	$\bar{X}$ (SD)	N
07.11.2002*	5,4 (0,6)	101	8,8 (0,9)	81	12,1 (1,0)	10	13,2 (0,5)	3
06.11.2003	5,1 (0,8)	61	8,8 (0,9)	54	12,4 (1,9)	25		
17.11.2004**	5,2 (0,8)	195	9,0 (1,2)	54	12,7 (0,7)	15	22,0 (3,1)	2

\* I tillegg ble det fanget en femsomrig aure på 15,4 cm. \*\* I tillegg ble det fanget en femsomrig aure på 20,2 cm.

**Tabell 17.** Gjennomsnittlig lengde (med standard avvik) for ulike aldersklasser av resident aure fanget oppstrøms lakseførende strekning i Dalselva 2002-2004. Resultatene er basert på lengdefordeling og aldersanalyse av otolitter.

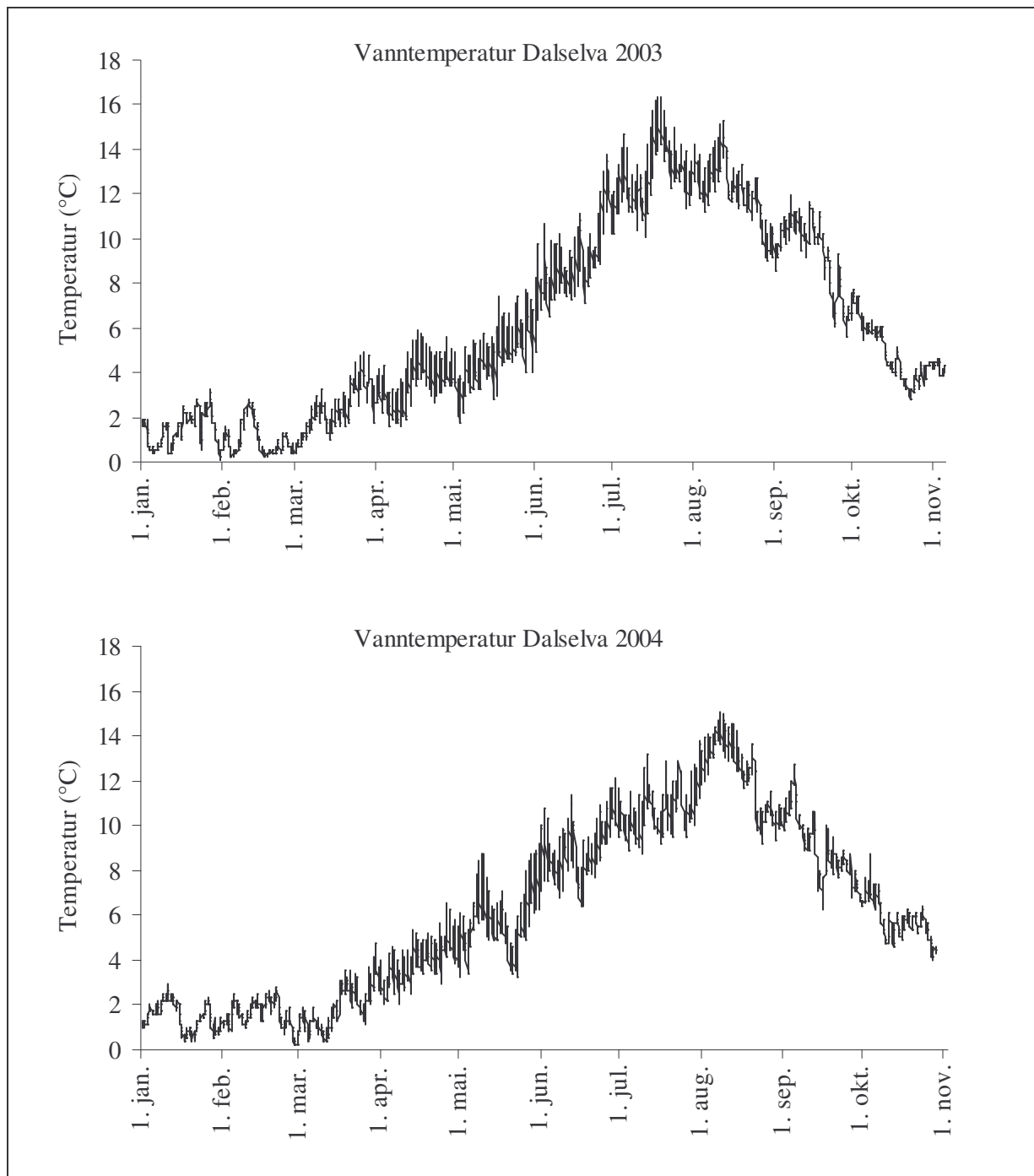
Dato	Ensomrig (0+)		Tosomrig (1+)		Tresomrig (2+)		Firesomrig (3+)	
	$\bar{X}$ (SD)	N	$\bar{X}$ (SD)	N	$\bar{X}$ (SD)	N	$\bar{X}$ (SD)	N
07.11.2002*	6,7 (0,7)	18	11,5 (0,7)	5	12,2 (0,1)	2	15,1 (0,9)	4
05.11.2003**	5,8 (0,5)	12	10,8 (1,0)	3				
17.11.2004***	5,9 (0,5)	15	10,5 (1,1)	21	14,7 (1,3)	4	16,6 (1,2)	4

\* I tillegg ble det fanget to femsomrige aure på 17,0 cm (SD = 0,6).

\*\* I tillegg ble det tatt en seksomrig aure på 16,9 cm.

\*\*\* I tillegg ble det fanget fem femsomrige aure med en gjennomsnittlig lengde på 17,9 cm (SD = 1,8), fire seksomrige på 18,8 cm (SD = 1,2) og en syvsomrig aure på 19,0 cm.

De tre ensomrige laksene som ble fanget i Dalselva 2004 var i gjennomsnitt 5,3 cm. Selv om dette materialet er svært begrenset kan det tyde på at vekstforholdene er noe bedre for ungfisk av laks i Dalselva enn de er i den lakseførende strekningen Vikja, hvor de ensomrige lakseungene i gjennomsnitt hadde en lengde på 3,7 cm i 2004. Dette gjenspeiler trolig at sommertemperaturen er en del høyere i Dalselva enn den er nedstrøms kraftverket i Vikja (**figur 21**). Det synes imidlertid som om veksten for ensomrig aure er relativ lik i Dalselva og Vikja, mens den eldre auren faktisk synes å vokse noe bedre i Vikja enn Dalselva (**tabell 16** og **tabell 10**). Veksten for både laks og aure synes imidlertid å være noe dårligere i Dalselva enn på elvestrekningen oppstrøms utløpet av kraftstasjonen i Vikja.



**Figur 21.** Vanntemperatur for den lakseførende strekningen i Dalselva i 2003 (øverst) og 2004 (nederst).

### 3.2.4 Potensialet for smoltproduksjon på strekningen med planlagt rognplanting

I utgangspunktet var det planlagt å legge ut rogn ovenfor lakseførende del av Dalselva fra og med vinteren 2003. Siden det ikke var tilgang på stamfisk eller rogn ble det ikke lagt ut rogn i 2003 eller i 2004. Imidlertid er fortsatt planen å legge ut rogn på strekningen i de kommende årene. Da det trolig ikke er noen stabil, stedegen bestand av laks i vassdraget er det i utgangspunktet mest aktuelt å legge ut sjøaurerogn i Dalselva.

Den lakseførende i Dalselva er bare om lag 1 km, mens strekningen som er tilgjengelig for rognplanting oppstrøms lakseførende strekning er om lag 2,5 km. Hvis en klarer å gjennomføre en



vellykket rognplanting på denne strekningen vil en derfor oppnå en betydelig økning av smoltproduksjonen i vassdraget.

Hvor mye smolt en kan forvente skal bli produsert på strekningen er igjen avhengig av kvantiteten og kvaliteten på det tilgjengelige oppvekstområdet for ungfisken. Ved bonitering av elvestrekningen oppstrøms vandringshinderet målte Søsnes & Langåker (1995) bredden på elva på totalt 43 stasjoner, og fant den gjennomsnittlige bredden på elva til å være om lag 9 m ved lav vannføring om høsten. Det finnes ikke tilgjengelige vannføringsdata, og det er usikkert hvordan vannføringsregimet er gjennom sommeren. Ut i fra boniteringen mente Søsnes & Langåker (1995) at over 70 % av elvearealet oppstrøms vandringshinderet var godt egnet som ungfiskhabitat. Vekstforholdene synes imidlertid å være noe dårligere i Dalselva enn hva den er på rognplantingsområdet i Vikja. Dette vil trolig føre til en høyere gjennomsnittlig smoltalder og en kan derfor forvente at smoltproduksjonen per arealenhet også vil være noe lavere i Dalselva enn i Vikja. Trolig vil smoltproduksjonen ligge et sted mellom 5 og 10 smolt per 100 m<sup>2</sup>, noe som tilsvarer en smoltproduksjon i størrelsesorden fra 1100 til 2300 gitt at den gjennomsnittlig elvebredde på strekningen er 9 m (**tabell 18**). Dette forutsetter at en må legge ut fra 2,5 til 3 rogn per m<sup>2</sup>, dvs. fra om lag 55 000 – 70 000 rogn på strekningen.

**Tabell 18.** Forventet antall smolt produsert (i hele hundre) ved ulike smoltproduksjon per arealenhet gitt en gjennomsnittlig elvebredde på 9 m på strekningen oppstrøms lakseførende strekning i Dalselva.

Antall smolt produsert per 100 m <sup>2</sup>	Antall smolt produsert gitt 9 m elvebredde
2	450
5	1 100
10	2 300
15	3 400
20	4 500
25	5 600

## 4.0 Litteratur

- Barlaup, B.T. & Moen, V. 2001. Planting of salmonid eggs for stock enhancement – a review of the most commonly used methods. *Nordic J. Freshw. Res.* 75: 7-19.
- Bohlin, T., S. Hamrin, T.G. Heggberget, G. Rasmussen & S.J. Saltveit. 1989. Electrofishing –theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Buck, R.J.G. & D.W. Hay. 1984. The relation between stock size and progeny of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in a Scottish stream. *Journal of Fish Biology* 23: 1-11.
- Chaput, G., J. Allard, F. Caron, J.B. Dempson, C.C. Mullins & M.F. O'Connell. 1998. River-specific target requirements for Atlantic salmon (*Salmo salar*) based on a generalized smolt production model. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55: 246-261.
- Crisp, D.T. 1981. A desk study of the relationship between temperature and hatching time for the eggs of five species of salmonid fishes. *Freshwater biology* 11:361-368.
- Crisp, D.T. 1988. Prediction, from temperature, of eying, hatching and 'swim-up' times for salmonid embryos. *Freshwater biology* 19:41-48.
- Elliott, J.M. 1994. *Quantitative ecology and the brown trout*. Oxford University press, Oxford. 286 s.
- Elliott, J.M. & Hurley, M. A. 1997. A functional model for maximum growth of Atlantic salmon parr, *Salmo salar*, from two populations in northwest England. *Functional Ecology* 11: 592-603.
- Forseth, T., Hurley, M. A., Jensen, A. J. & Elliot, J. M. 2001. Functional models for growth and food consumption of Atlantic salmon parr, *Salmo salar*, from a Norwegian river. *Freshwater Biology* 46: 173-186.
- Gee, A.S., N.J. Milner. & R.J. Hemsworth. 1978. The effect of density on mortality in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Animal Ecology* 47: 497-505.
- Gladsø, J.A. & S. Hylland. 2002. Ungfiskregistreringar i 10 regulerte elvar i Sogn & Fjordane 2001. Fylkesmannen i Sogn & Fjordane, rapport nr. 6-2002.
- Hvidsten, N.A., A.J. Jensen, B.O. Johnsen & J.G. Jensås. 1996. Bestand og rekruttering av laks i Orkla. NINA Oppdragsmelding 389, 27 s.
- Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Heggberget, T.G. 1991. Initial feeding time of Atlantic salmon, *Salmo salar*, alevins compared to river flow and water temperatures in Norwegian streams. *Environmental Biology of Fishes* 30: 379-385.
- Jonsson, N., B. Jonsson & L.P. Hansen. 1998. The relative role of density-dependent and density-independent survival in the life cycle of Atlantic salmon *Salmo salar*. *Journal of Animal Ecology* 67: 751-762.
- McCormick, S.D., L.P. Hansen, T.P. Quinn & P.L. Saunders. 1998. Movement, migration and smelting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55 (suppl. 1): 77-92.
- Moen, V. 1996. Otolitt-merking av laks. Massemerking av rogn og yngel ved tilsetning av fargestoff i vannbad. SVLT-Oppdragsavdelingen. Rapport 1996. (In Norwegian).

- Moen, V. 2000. Badmerking av øyerogn – effekter av merking på laks utsatt i vassdrag som øyerogn og uforet yngel. VESO Rapport 1-2000: 27 p.
- Sigmond, E.M.O., M. Gustavson & D. Roberts. 1984. Berggrunnskart over Norge. Norges geologiske undersøkelser.
- Skurdal, J., Hansen, L.P., Skaala, Ø., Sægrov, H. og Lura, H., 2001. Elvevis vurdering av bestandsstatus og årsaker til bestandsutviklingen av laks i Hordaland og Sogn og Fjordane. Direktoratet for Naturforvaltning. Utredning 2001-2.
- Sølsnes, E. & Langåker, R.M. 1995. Fiskeressursar i regulerte vassdrag i Sogn og Fjordane. Fagrapport 1994. Sogn og Fjordane, Miljøvernavinga. Rapport nr. 2-1995. 32 s.
- Urdal, K. 2004. Analysar av skjellprøvar frå sportsfiske- og kilenotfangstar i Sogn og Fjordane i 2003. Rådgivende Biologer AS, rapport 717, 43 sider, ISBN 82-7658-245-1.