

Oppvandring og innslag av rømt oppdrettslaks i norske lakseelver; basert på videoovervåking, fangstfeller og drivtelling

Martin-A. Svenning
Øyvind Kanstad-Hanssen
Anders Lamberg
Rita Strand
Brian Dempson
Per Fauchald



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Oppvandring og innslag av oppdrettslaks i norske lakseelver; basert på videoovervåking, fangstfeller og drivtelling

Martin-A. Svenning
Øyvind Kanstad-Hanssen
Anders Lamberg
Rita Strand
Brian Dempson
Per Fauchald

Svenning, M-A., Kanstad-Hanssen, Ø., Lamberg, A., Strand, R., Dempson, J.B. & Fauchald, P. 2015. Oppvandring og innslag av oppdrettslaks i norske lakseelver; basert på videoovervåking, fangstfeller og drivtelling. - NINA Rapport 1104. 53 s.

Tromsø, januar 2015

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2724-7

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Martin-A. Svenning

KVALITETSSIKRET AV

Morten Falkegård og Reidar Borgstrøm

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Sidsel Grønvik (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond (FHF)

PROSJEKTNUMMER (FHF)

900885

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Kjell Maroni

FORSIDEBILDE

Rune Muladal

NØKKEWORD

- norske lakseelver
- atlanterhavslaks
- rømt oppdrettslaks
- videoovervåking
- oppvandringstidspunkt
- fangstrapportering
- drivtelling
- fangbarhet
- fangstrate

KEYWORDS

- Norwegian Atlantic salmon rivers
- escaped farmed salmon
- video surveillance
- snorkeling
- catchability
- run timing

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Fakkeltgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Svenning, M-A., Kanstad-Hanssen, Ø., Lamberg, A., Strand, R., Dempson, J.B. & Fauchald, P. 2015. Oppvandring og innslag av oppdrettslaks i norske lakseelver; basert på videoovervåking, fangstfeller og drivtelling – NINA Rapport 1104. 53 s.

Innslag av oppdrettslaks

Med basis i en flerårig videoovervåking i 20 vassdrag fra Arendal i Aust-Agder til Senja i Troms (totalt 58 847 laks), samt ved bruk av fangstfeller i 13 små vassdrag i Nordland i to år (1 565 laks), fant vi at det uveide gjennomsnittlige, årlige innslaget av oppdrettslaks (andelen oppvandrende oppdrettslaks) var henholdsvis 5.0 og 2.3 %. Videre fant vi på bakgrunn av drivtelling/gytefisketelling gjennomført over en tre-års periode i 36 vassdrag (16 794 laks) et uveid gjennomsnittlig innslag av oppdrettslaks på 4.5 %. I videoovervåkingen og drivtellingene ble oppdrettslaksen gjenkjent på ytre karakterer, mens karakterisering av oppdrettslaks i fangstfellene er basert på skjellanalyser. De ovennevnte estimatene er vesentlig lavere enn beregnede årlige innslag av oppdrettslaks i norske elver basert på høstfisket (ca. 15 %) og sportsfisket (ca. 7 %) de siste årene, der oppdrettslaksen er karakterisert med basis i skjellanalyser. Disse forskjellene kan skyldes at ikke alle oppdrettsfiskene ble gjenkjent i video- og drivtellingene og dermed underestimert andelen oppdrettslaks, og/eller at høyere fangbarhet av oppdrettslaksen under sports- og høstfisket har overestimert innslaget av oppdrettslaks.

Oppvandringstidspunkt

Ved bruk av undervanns videosystemer ble oppvandringstidspunkt for hvert individ av villaks og oppdrettslaks registrert i 20 elver over flere år. Selv om både oppvandringsperiode og antall/andel oppdrettslaks varierte mye mellom vassdragene, viste videoovervåkingen at oppdrettslaksen, dvs. de laksene vi karakteriserte som oppdrettslaks, vandret opp i vassdragene mindre enn to uker senere enn villaksen. Hos villaksen avtok tidspunktet for oppvandring med økende fiskestørrelse, mens hos oppdrettslaksen økte oppvandringstidspunktet med økende størrelse opp til ca. 85 cm, for så å avta igjen for de største fiskene. Mens både små villaks og små oppdrettslaks (< 65 cm) vandret opp i om lag samme periode, vandret villaks på 70-90 cm opp nærmere to uker tidligere enn oppdrettslaks av samme størrelse. Videre fant vi at andelen stor oppdrettslaks (≥ 65 cm) i vassdragene økte inntil slutten av august, for så å avta igjen, og at pulsen av stor oppdrettslaks opptrådte senere i sesongen enn for villaks, mens andelen små oppdrettslaks var relativt lav og varierte lite gjennom sesongen.

Gjenkjenning av oppdrettslaks

Basert på en gjennomgang av tidligere undersøkelser fant vi at sportsfiskere og sjølaksefiskere gjenkjenner i størrelsesorden 60-70 % av oppdrettslaksene de fanger. I våre egne tester klarte vi som sportsfiskere og drivtellerne å skille ut alle (100 %) oppdrettslaksene i to av elvene, mens vi i den tredje elven klarte å skille ut bare 57 % av laksene med oppdrettsbakgrunn. Testene ble gjennomført i kun tre vassdrag som alle har laksepopulasjoner med spesielle særtrekk. Det behøves derfor tester fra flere elver for å si noe mer sikkert om presisjonen i estimatene fra drivtelling generelt.

Det er så langt ikke gjennomført tester som kan dokumentere hvor stor andel av oppdrettslaksene som gjenkjennes fra videoopptak, og de beregnede innslagene av oppdrettslaks fra videoovervåkingen må derfor betraktes som minimumsestimater. Vi kan heller ikke utelukke at noen av de oppdrettslaksene som lignet mest på villaks, og som derfor kan ha blitt feilaktig karakterisert som villaks i videoovervåkingen, har en annen adferd og oppvandringsperiode enn de mer typiske oppdrettslaksene. Beregningen av andel oppdrettslaks i elvene med fangstfeller er derimot trolig korrekt, siden karakteriseringen av oppdrettslaks her ble basert på skjellanalyser. Det ble imidlertid fanget for få oppdrettslaks i disse elvene til å påvise eventuelle forskjeller i oppvandringsperiode mellom oppdrettslaks som var henholdsvis lett og vanskelig å skille fra villaks.

Fangbarhet av oppdrettslaks og villaks

Ved å kombinere oppvandringen av villaks og oppdrettslaks fra videoovervåkingen med antall laks fanget og avlivet under sportsfisket, beregnet vi hvor mange villaks og oppdrettslaks som var til stede i elvene på det tidspunktet høstfiske ble gjennomført. I de tre elvene som ble undersøkt fant vi at fangbarheten av oppdrettslaks på senhøsten var vesentlig høyere enn for villaks. Selv om vi forutsatte at videoobservatørene bare gjenkjente halvparten av de oppvandrende oppdrettslaksene, var fangbarheten fortsatt 2-3 ganger høyere for oppdrettslaks sammenlignet med villaks. Det er også sannsynlig at sportsfiskerne ikke gjenkjente alle oppdrettslaksene de fanget, noe som vil øke forskjellen ytterligere. Dersom sportsfiskerne imidlertid har rapportert stor villaks som oppdrettslaks, fordi de da kan avlive fisken, vil forskjellen reduseres, men neppe tilstrekkelig til at forskjellen i de estimerte fangstratene endres betydelig. Det er derfor grunn til å anta at oppdrettslaksen av en eller annen grunn fanges lettere under høstfisket enn villaksen. Dette kan skyldes flere forhold; at oppdrettslaksen har høyere bitevillighet under stangfisket, at oppdrettslaksen i større grad enn villaksen oppholder seg på de relativt få stedene høstfisket utøves, at de lokale fiskerne på senhøsten ubevisst oppsøker områder der det er størst sjanse for å finne oppdrettslaks og/eller ønsker å redusere sjansen for å forstyrre eller skade villaksen osv. Størrelsen på avviket mellom våre beregninger basert på videoovervåkingen sammenlignet med estimatene fra høstfisket, vil variere med andelen oppdrettslaks som ikke blir gjenkjent i videokameraene.

Metodevalg for å beregne innslag av oppdrettslaks i elvene

Det finnes flere metoder for å beregne innslag av oppdrettslaks. I denne rapporten har vi kun sett på noen løsninger som baseres på registreringer i elvene, dvs. høstfiske, videoovervåking og drivtelling. Vi har ikke vurdert metodikk for overvåking i sjøen.

Høstfiske

For å oppnå forventningsrette estimater av andel rømt oppdrettslaks, er en av forutsetningene at oppdrettslaksen har samme fangbarhet som villaksen. Resultatene i denne undersøkelsen (basert på tre elver), indikerer at fangbarheten er betydelig høyere for oppdrettslaks enn for villaks, noe som kan medføre at innslaget av oppdrettslaks under høstfisket blir overestimert. Dette er så vidt vi vet ikke vist tidligere.

I tillegg må man, for å oppnå en god presisjon med hensyn til estimatene, ha en relativt høy utvalgsstørrelse. For å oppnå et 95 % konfidensintervall som ligger innenfor 10 prosentpoeng, for eksempel ved antatt innslag av oppdrettslaks på 15 %, må man opp i en utvalgsstørrelse på nærmere 200 fisk. Hvis kravet er et intervall på 1-2 prosent, vil utvalgsstørrelsen måtte være urealistisk stor.

Vi har også vurdert høstfisket som beslutningsgrunnlag for initiering av forvaltningstiltak, som for eksempel utfisking av oppdrettslaks. Alternativt til bruk av konfidensintervall, har vi foretatt enkle simuleringer for å undersøke hvordan utvalgsstørrelsen i høstfisket og grenseverdier for forvaltningstiltak påvirker de to feilratene; 1) sannsynligheten for å sette i gang forvaltningstiltak når innslaget av oppdrettslaks er under tålegrensen, og 2) sannsynligheten for ikke å sette i gang forvaltningstiltak når innslaget er over tålegrensen. Simuleringene forutsetter imidlertid at høstfisket er tilfeldig, dvs. at sannsynligheten for å fange en oppdrettslaks er den samme som å fange en villaks.

Videoovervåking

Videoovervåking i norske lakseelver er en overvåkingsmetode som gir mye informasjon om statusen til de anadrome gytebestandene i et vassdrag, dvs. antall fisk av hver art som har vandret opp vassdraget, oppvandringsperioden, størrelses- og kjønnsfordeling, innslag av oppdrettslaks, luspåslag osv. All fisk som passerer videokameraene kan studeres i detalj i ett eller flere stillbilder, eller i en videosekvens, noe som gir videoobservatøren gode forutsetninger til å skille mellom oppdrettslaks og villaks basert på ytre karakterer. Ved videoovervåking av fisketrapper kan for eksempel andel oppdrettslaks rapporteres daglig, og overvåkingen

kan dermed benyttes både til varsling av rømmingstilfeller og til å vurdere behov for utfiskings-tiltak.

Dersom videoovervåkingen skal benyttes for å kvantifisere/estimere innslaget av oppdrettslaks i norske elver, må det imidlertid avklares hvor sikkert oppdrettslaks kan skilles fra villaks. I de fleste større elvesystemene, der flere kameraer benyttes for å observere hele elvetverrsnittet, blir videoanalysene også svært kostnads- og ressurskrevende, og analysene blir derfor sjelden ferdigstilt i forkant av gytetiden for laks. Totalt sett vurderer vi ikke videoovervåking som spesielt godt egnet til å estimere innslaget av oppdrettslaks før gyting, blant annet fordi vi også er avhengig av tilfredsstillende fangststatistikk fra sportsfiskerne i tidsrommet fra fisken ble registrert og fram til gyteperioden.

Drivtelling

Drivtelling/gytefisketelling gjennomføres etter fiskesesongen og relativt kort tid før laksen gyter, og metoden vil derfor potensielt gi informasjon om antallet gytefisk, størrelses- og kjønnsfordeling, samt innslag og fordeling av oppdrettslaks i vassdraget. Metoden gir dermed grunnlag for raske og målrettede utfiskingstiltak. Erfarne drivtellerer oppdager trolig minst 80-85 % av voksen laks i vassdraget. Det er imidlertid usikkert hvor stor andel av oppdrettslaksen som blir gjenkjent, og estimatene fra drivtelling gir derfor minimumsestimater av andel oppdrettslaks i vassdraget. Det bør derfor gjennomføres studier som kan bidra til å kvantifisere hvor stor andel av oppdrettslaksen som selv erfarne drivtellerer ikke gjenkjenner. En praktisk tilnærming til problemet kan være å ta partielle stikkprøver ("høstfiske") i vassdragene, dvs. analysere skjellprøver av laks fanget i et utvalg av drivtelte elvestrekninger. I denne undersøkelsen gjorde vi dette i utvalgte delstrekninger/kulper i tre elver, der drivtellerne gjenkjente henholdsvis 100, 100 og 57 % av oppdrettslaksene (karakterisert ut fra skjellanalysene). Denne tilnærmingen kan trolig brukes for å justere eller korrigere andelen oppdrettslaks estimert fra drivtelling i vassdragene.

Martin-A. Svenning og Per Fauchald, Norsk institutt for naturforskning (NINA-Tromsø), Framsenteret, Postboks 6606 Langnes, 9296 Tromsø. Epost: martin.svenning@nina.no; per.fauchald@nina.no

Øyvind Kanstad-Hanssen, Ferskvannsbiologen AS, Postboks 127, 8411 Lødingen. Epost: ferskvannsbiologen@online.no

Anders Lamberg og Rita Strand, Skandinavisk naturovervåking AS, Ranheimsvegen 281, 7054 Ranheim. Epost: anders@lakseinfo.com; rita.strand@lakseinfo.com

Brian Dempson, Fisheries and Oceans Canada, Science Branch, 80 East White Hills Road, P. O. Box 5667, St. John's, NL A1C 5X1. Epost: brian.dempson@dfo-mpo.gc.ca

Summary

Svenning, M-A., Kanstad-Hanssen, Ø., Lamberg, A., Strand, R., Dempson, J.B. & Fauchald, P. 2015. Incidence and timing of escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norwegian rivers; inferred from video surveillance, fish trap monitoring and snorkeling – NINA report 1104. 53 pp.

Incidence of escaped farmed salmon

The average incidence of escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) from 20 rivers located from southern (58° N) to northern Norway (69° N) inferred from video surveillance, and 13 rivers in Nordland county (65-69° N) identified from fish trap monitoring, was 5.0 and 2.3 %, respectively. Further, based on underwater observations by divers in 36 streams (65°-70° N) over a period of 3-4 years, the average incidence of escaped farmed fish was 4.5 %. In the video surveillance and the snorkel (diver) counts, escaped farmed salmon were distinguished from wild fish using differences in morphological parameters, while scale analyses were used to separate farmed from wild fish captured in traps. The above-mentioned estimates of incidence of escaped farmed fish are lower than the calculated incidences of farmed salmon reported from sport fisheries (7.0%) and the autumn fishery (15.0%), both based on scale analyses.

Run timing of wild and escaped farmed salmon

The run timing of escaped farmed Atlantic salmon (based on morphological examination) versus wild fish were compared by use of video camera surveillance over several years in a series of 20 rivers distributed along the Norwegian coastline. Annual runs of salmon varied substantially and escaped farmed fish were relatively rare averaging 5.0 % of the observed fish across all rivers (range: 0.1 to 19 %). By use of linear mixed models and generalized additive mixed models, it was found that the relationship between run timing and fish length differed significantly between farmed and wild salmon. While small-sized farmed salmon and wild fish (< 65 cm) entered the river at about the same time, wild larger salmon return on average one to two weeks earlier than farmed fish. Consequently, the proportion of farmed escapees among large fish increased until late August and decreased thereafter, while small-sized fish revealed lower and relatively constant proportions of farmed escapees throughout the season.

Identifying farmed origin

Previous studies indicate that anglers, based on morphological examination, seem to be able to identify 60-70 % of farmed fish in their catches. In the present study, we snorkeled and then captured all fish present in one or two pools in three rivers, and identified the origin of all sampled fish in two of the rivers and 57 % of the fish in the third river. This may indicate that the ability to discriminate between wild and farmed fish varies among rivers and additional research is needed to better determine the accuracy of identifying salmon of farmed origin. Presently, the accuracy of discriminating farmed fish from the video surveillance methods is unknown, and thus estimates of farmed fish derived from video surveillance are likely minimum estimates. Further, we also acknowledge that a certain proportion of farmed fish could be misidentified as wild fish, resulting in these misidentified fish having a different run timing than fish that are correctly identified as farmed fish.

Catchability of farmed and wild salmon

Combining the data from the video camera surveillance and the late autumn sampling program from three rivers show a strong discrepancy in the estimated proportions of farmed versus wild salmon detected by the two methods. In particular, our results indicate that the catchability of farmed salmon is higher than the catchability of wild salmon during the autumn monitoring program. Consequently, the autumn monitoring program might overestimate the true incidence of escaped farmed salmon in these systems. Our data suggest that the catchability of farmed salmon was about 7 times higher than the catchability of wild salmon during the autumn program. The video camera surveillance might misclassify farmed and wild salmon. However, assuming that this surveillance only detected 50% of the true number of farmed salmon present, the analyses still showed evidence for a differential catchability between farmed and wild fish.

Differential catchability could, potentially, lead to biased estimates of the frequency of escaped farmed salmon in some Norwegian rivers. The reasons for the higher catchability of escaped farmed fish could be due to different willingness to bite, or due to a different distribution of wild and farmed fish within the river in combination with a heterogeneous sampling procedure. Finally, the autumn sampling programs are most often carried out by local residents that might be more interested in capturing farmed rather than wild fish. Their detailed local knowledge of the river could also contribute to differential exploitation of farmed fish.

Procedures to estimate the incidence of escaped farmed fish

Autumn fishery

To achieve accurate estimates of the number of escaped farmed salmon in a river it is assumed that both farmed and wild fish utilize the same sections of the river and do not differ in their catchability. The results in this study indicate that catchability of farmed salmon is higher than the catchability of wild salmon during the autumn monitoring program, suggesting that the monitoring program might overestimate the incidence of farmed salmon.

Further, a fairly high sample size is essential to achieve acceptable accuracy in the estimates. To achieve a 95 % confidence interval that is within 10 percentage points of the 'true' value, a sample of nearly 200 fish is required. To achieve a confidence interval that is within 1-2 percentage points of the 'true' value, the sample size would have to be unrealistically high.

We have also assessed the autumn fishery as a basis for initiation of management measures, such as the removal of escaped farmed salmon. As an alternative to initiating larger-scale sampling programs based on confidence intervals that could result in a more accurate determination of the presence of escaped farmed salmon in rivers, we have carried out simple simulations to investigate how sample size in the autumn fishery in conjunction with acceptable management limits of escapees in rivers affects the two error rates: 1) the likelihood of initiating management measures when the proportion of farmed salmon is below the acceptable limit; and 2) the probability of not initiating management measures when the proportion of farmed fish is above the tolerance limit. The simulations assume that autumn fish sampling is random, i.e. the probability of catching a farmed salmon is the same as catching a wild salmon.

Video surveillance

Use of video camera surveillance in Norwegian rivers provides a means by which detailed information on the status of the entire adult population of ascending fish in a river can be derived (i.e. numbers of ascending fish) along with information on run timing, size- and sex distribution, incidence of escaped farmed salmon, sea lice infestation etc. can be determined. From one or several individual snapshots, or a video sequence, the observer may examine each fish and based on morphological differences, distinguish between wild and farmed salmon. By using video surveillance in fish-ways, the incidence of farmed salmon may be reported on a daily basis, thus the video surveillance may be useful in terms of early warning of recent large scale escapes of farmed salmon, and further evaluate the potential needs for removal of these fish.

However, if the method is to be used in general manner for quantifying/estimating the incidence of farmed salmon in Norwegian rivers, the accuracy of visual identification of farmed salmon must be validated. In the largest rivers, where multiple camera systems are used to observe the entire cross-section of the river, surveillance becomes costly and labor intensive, and the surveillance results are rarely completed until long after the spawning season (in the year of surveillance). Thus, we do not consider video surveillance well suited for estimating the incidence of farmed salmon before the spawning season, partly because it is also dependent on reliable and satisfactory catch statistics from fishers in the time span from when the fish are observed on the video cameras and to the beginning of the spawning season.

Snorkeling

Counting spawning fish by snorkeling was conducted long after the regular fishing season ended and prior to or during the spawning time. Thus the method has the potential of providing

instant or real-time information on total numbers of spawners, size and sex distribution, along with the incidence and distribution of escaped farmed fish throughout the river and complements the use of video cameras throughout the entire migration period. Thus, this method is better suited for initiating management measures that target the quick removal of farmed fish from the river. Experienced personnel probably discover at least 80-85 % of adult salmon in a river. However, the accuracy in discrimination between wild and farmed fish is uncertain, thus, the incidence of farmed fish identified from snorkeling surveys should be perceived as minimum estimates. Therefore, studies quantifying the uncertainty associated with identifying farmed fish during snorkeling surveys by experienced personnel should be carried out. One approach to address this issue would be to carry out partial randomized sampling programs ("autumn sampling") from the rivers. Thus, catch and collect scale samples from salmon from a selection of river stretches immediately after snorkeling counts should be carried out. In the current study we have done this (in a few pools) in three different rivers, and the personnel (snorkelers) recognized respectively 100, 100 and 57 % of the farmed salmon identified from the scale pattern analyses. This approach could be used to adjust, or correct estimates of the incidence of farmed salmon following the snorkeling surveys.

Forord

Årlig produksjon av oppdrettet atlantehavslaks (*Salmo salar* L.) i Norge økte fra i underkant av 5000 tonn i 1980 til mer enn 1 000 000 tonn i årene etter 2011. Til tross for økt matfiskproduksjon har rømmingene avtatt de siste årene, og i perioden 2007-2014 rømte det i følge oppdretterne, gjennomsnittlig 220 000 laks årlig. Likevel er antall rømt oppdrettslaks langs norskekysten sannsynligvis vesentlig høyere enn antall villaks, og gyting fra rømt laks og genetisk innblanding i ville bestander er dokumentert. Betydningen og effektene av rømt laks i elvene avhenger imidlertid av hvor mye rømt laks som faktisk er til stede i elvene i gytetida.

Skjellanalyser viser at andelen oppdrettslaks fanget av sportsfiskere (juni-august) er lavere enn andelen fanget under overvåkingsfiske på senhøsten (september-oktober), noe som har vært antatt å skyldes at oppdrettslaksen vandrer opp i elvene senere enn villaksen. Alternativt kan økende innslag av oppdrettslaks skyldes blant annet økende fangbarhet, ulik fordeling av oppdrettslaks/villaks langs elvestrekningen og uegnet fangstmetodikk.

Skandinavisk naturovervåking (SNA) har foretatt fiskebiologisk videoovervåking i et 20-talls elver i Norge de siste 15 årene, der formålet har vært å registrere all oppvandrende laksefisk. Videre har Ferskvannsbiologen registrert oppvandrende laksefisk ved bruk av fangstfeller i nærmere 15 vassdrag i Nordland de siste par årene. I tillegg har SNA og Ferskvannsbiologen foretatt drivtelling i nærmere 40 vassdrag. I prosjektperioden er det også foretatt drivtelling og notkast i tre vassdrag med antatt høy andel oppdrettslaks.

Basert på dette historiske materialet har hovedformålet med dette prosjektet vært å fastslå oppvandringstidspunktet for rømt oppdrettslaks og villaks, beregne innslaget av oppdrettslaks i elvene på senhøsten (før gyting), evaluere gjenkjenningsgraden av oppdrettslaks ut fra morfologiske trekk, samt å foreslå hvilke metoder som er best egnet for å estimere innslaget av rømt oppdrettslaks i elvene på senhøsten.

Vi takker Harald Lervik og Per Karsten Wahl i Gaula grunneierlag som har lett fram data i fangstdagbøkene, og gjorde det mulig å bruke data fra vassdraget til å beregne fangstraten ved høstfisket. Vi retter også takk til elvevaktene i Vestre Jakobselv, samt representantene fra elveeierlagene i Kvænangsella og Elvegårdssella, for uvurderlig hjelp til gjennomføring av notfisket.

Referansegruppa har bestått av representanter fra Universitetet i Oslo, Uni Miljø (Bergen), Norske Lakseelver, Noregs grunneier og sjølaksefiskerlag, Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening, Norske sjømatbedrifters landsforening, Fylkesmannen i Troms, Miljødirektoratet og Fiskeridirektoratet. Vi takker gruppa for nyttige innspill i prosjektperioden.

Prosjektet er finansiert og gjennomført på oppdrag fra Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond (FHF), og vi takker for oppdraget.

Tromsø, januar 2015

Martin-A. Svenning
(prosjektleder)

Epost: martin.svenning@nina.no

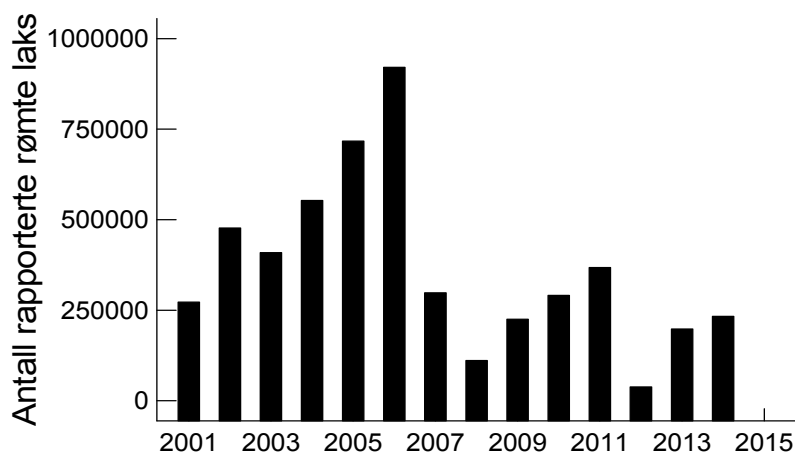
Tlf.: 77750412/93466725

Innhold

Sammendrag	3
Summary	6
Forord	9
1 Innledning	11
2 Områdebeskrivelse	14
2.1 Video- og felleovervåking	14
2.2 Drivtelling	17
3 Metoder	20
3.1 Karakterisering av villaks og rømt oppdrettslaks	20
3.2 Videoovervåking i fisketrapper og hele elvetverrsnitt	21
3.3 Heldekkende (midlertidige) oppvandringsfeller	23
3.4 Drivtelling av gytefisk	23
3.5 Tester av visuell klassifisering av oppdrettslaks	25
3.5.1 Notkast i tre elver	25
3.5.2 Kontroll av videoobservasjoner	27
3.6 Bruk av fangststatistikk	28
3.7 Statistiske analyser	28
3.7.1 Oppvandringstidspunkt	28
3.7.2 Fangbarhet	29
4 Resultater	30
4.1 Oppvandring og innslag av oppdrettslaks	30
4.1.1 Innslag av rømt oppdrettslaks	30
4.1.2 Oppvandring av villaks og oppdrettslaks	31
4.1.3 Innslag av oppdrettslaks ved drivtelling/gytefiskteltinger	34
4.2 Fangst- og beskatningsrater av villaks og oppdrettslaks	35
4.2.1 Estimert fangstrate for villaks og oppdrettslaks under høstfisket	35
4.2.2 Estimert beskatningsrate av villaks og oppdrettslaks under sportsfisket	36
4.3 Identifisering/gjenkjenning av oppdrettslaks	38
5 Diskusjon	39
5.1 Innslag og oppvandring av villaks og rømt oppdrettslaks	39
5.2 Fangstrater hos villaks og rømt oppdrettslaks	40
5.3 Gjenkjenning av oppdrettslaks	42
5.4 Hvilke metoder er best egnet for å estimere innslaget av rømt oppdrettslaks?	44
6 Litteratur	49

1 Innledning

Årlig produksjon av oppdrettet atlantehavslaks (*Salmo salar* L.) i Norge økte kraftig fra i underkant av 5000 tonn i 1980 til nærmere 500 000 tonn i 2002, og til mer enn 1 000 000 tonn i årene etter 2011 (kilde; Fiskeridirektoratet). Dette betyr at det nå står i størrelsesorden 400 millioner oppdrettslaks i merder i sjøen langs norskekysten. Basert på innrapporteringer fra oppdretterne økte rømmingene kraftig fra 272 000 laks i 2001 til 921 000 laks i 2006, tilsvarende et årlig gjennomsnitt på 560 000 rømte laks (**figur 1**). I de siste 8 årene (2007-2014) har det ifølge oppdretterne rømt gjennomsnittlig 220 000 laks årlig, til tross for at den gjennomsnittlige årlige produksjonen av laks økte fra 530 000 tonn i perioden 2001-2006 til 960 000 tonn i perioden 2007-2014. Dersom oppdretternes rapporter er riktige, innebærer dette at rømmingstallene er halvert de siste 8 årene, til tross for at produksjonsvolumet av oppdrettslaks er doblet.



Figur 1 Rapporterte rømminger av laks fra norske sjøanlegg i perioden 2001 til 2014 (kilde; Fiskeridirektoratet).

På slutten av 1990-tallet ble det hevdet at bare 50 % av rømmingene ble rapportert, og Sægrov & Urdal (2006) beregnet at det i perioden 1998-2004 rømte gjennomsnittlig 2.4 millioner laks (smolt/postsmolt) årlig fra norske oppdrettsmerder, dvs. at i størrelsesorden 80 % av rømmingene i perioden 1998-2004 ikke ble rapportert. Estimaten fra Sægrov & Urdal (2006) er beregnet ut fra innslaget av rømt laks i fangstene, samt antatt overlevelse fra smolt til voksen laks. Selv om estimatene bygger på en del usikre forutsetninger (Jonsson & Jonsson 2011), er antall rømminger likevel høyere enn hva som fremkommer i de offisielle statistikkene (Skaala mfl. 2012, Skilbrei 2010a). Også Skilbrei mfl. (2014) anslo at nærmere 70-80 % av rømt oppdrettslaks ikke ble rapportert i årene 2005-2010. I løpet av de siste 10 årene ble det fanget totalt ca 125 000 villaks årlig i sjø/kyst og elv i Norge (Anon. 2014a), noe som indikerer at antall rømte laks langs norskekysten sannsynligvis er vesentlig høyere enn antallet villaks.

Oppdrettslaks som blir sluppet fri i simulerte rømningsforsøk, ser ut til å bevege seg raskt bort fra merden (Skilbrei 2010a,b, Solem mfl. 2013, Skilbrei mfl. 2014), men både overlevelse og vandringsmønster påvirkes av når i livssyklusen de rømmer (Hansen 2006). Det er også vist at overlevelsen er vesentlig lavere hos voksen laks som rømmer om vinteren enn hos de som rømmer utover sommeren og høsten (Hansen 2006). Laks kan rømme på alle livsstadier, og de fleste smoltene som rømmer ser ut til å spre seg over store geografiske områder, men det er en tendens til at disse vandrer opp i elver i nærheten av rømmingsstedet etter at de er kommet tilbake fra havet som voksne (Skilbrei 2010a,b). Oppdrettslaks som rømmer sent i livssyklusen oppholder seg lengre tid i fjordområdene i nærheten av oppdrettsanlegget, men ser ut til å ha lavere overlevelse enn de som rømmer tidlig (Skilbrei 2010a,b). Likevel fant Hansen (2006) relativt store innslag av oppdrettslaks under sjøfisket ved Færøyene, hvorav mes-teparten av laksene hadde rømt fra norske oppdrettsanlegg. Under forskningsprosjektet Ko-

larctic salmon (2011-2012), fanget 50 sjølaksefiskere nærmere 25 000 laks langs kysten av Nord-Norge, hvorav ca. 10 % var oppdrettslaks (Svenning mfl. 2014). Gjennomsnittsvekta hos oppdrettslaksene var noe høyere enn hos villaksen, og det ble fanget flere oppdrettslaks i Nordland og Troms enn i Finnmark, noe som indikerer at det finnes flere rømte oppdrettslaks i områder med høyere oppdrettsaktivitet. Flere studier har også vist at andelen oppdrettslaks er høyere i elver som ligger nær områder med høy oppdrettsvirksomhet (Youngson mfl. 1997, Fiske mfl. 2006).

Villaks fra de enkelte vassdragene møter ulike miljøutfordringer og tilpasses det vassdraget de vokser opp i, og siden vender tilbake til etter oppholdet i havet. Laksen blir klekket i en elv, vokser opp der til den er klar til å legge ut på beitevandring i havet som smolt, og returnerer til sin barndoms elv for å gyte, selv om en liten andel vandrer feil. Disse mekanismene, tilbakevandring til opprinnelseselv og ulike miljøforhold i de ulike elvene, bidrar til at det gjennom tid oppstår genetiske forskjeller mellom laks fra ulike vassdrag, og til dels også innen de enkelte vassdrag. Dermed oppstår det ulike genetiske varianter av laks i ulike elver. Det motsatte har skjedd med oppdrettslaksen, som har gjennomgått målrettet avl i ca. ti laksegenerasjoner, noe som har ført til tap av genetisk variasjon sammenlignet med villaks, og dermed en høyere grad av genetisk differensiering mellom oppdrettslaks og villaks (se Glover mfl. 2011). Det er derfor bekymringsfullt for de ville laksebestandene om rømt oppdrettslaks vandrer opp i lakseelvene og krysser seg med villaks, og dermed potensielt sett forandrer den genetiske strukturen hos villaks i form av tap av genetisk variasjon, forandring i populasjonsstruktur og en reduksjon i produktivitet, levedyktighet og tilpasningsevne, samt faren for å overføre sykdommer og parasitter (Jonsson 1997, Gross 1998, Fleming mfl. 2000, Cairns 2001, Ferguson mfl. 2007, Morris mfl. 2008, Thorstad mfl. 2008, Jensen mfl. 2010, Finstad mfl. 2011, Glover mfl. 2011, Harris mfl. 2011). Selv et lite innslag av oppdrettsgener kan påvirke lokale bestander negativt (Hutchings 1991) og små hyppige rømminger kan ha større effekt enn store, sjeldne rømminger (Baskett mfl. 2013).

Det finnes imidlertid fortsatt lite kunnskap om hvor stor andel av den rømte smolten, postsmolten eller voksne laksen som dør like etter rømmingen, samt om hvor stor andel av den gjenlevende laksen som vandrer ut i åpent hav, oppholder seg langs kysten, eller vandrer opp i norske elver. Basert på innslaget av rømt oppdrettslaks i fangstene synes andelen å være relativt lav i sportsfisket i elvene, relativt høy i stikkprøver foretatt i elvene på høsten før gyting, og aller høyest i sjølaksefisket (Anon 2014a). Den årlige gjennomsnittlige andelen rømt oppdrettslaks i sportsfisket i norske elver, basert på uveide gjennomsnitt fra ca. 80 elver, har stor sett variert fra 5 til 9 % de siste 25 årene, og med et gjennomsnitt på 7 % de siste 10 årene (Anon 2014a). I 2013 ble det gjennomsnittlig registrert bare 3.2 % oppdrettslaks i sportsfiskefangstene (Anon 2014a).

Fra 1989 har det også vært foretatt årlige stikkprøver for å beregne andelen rømt oppdrettslaks på senhøsten (før gyting) i 25-42 vassdrag i Norge (Fiske mfl. 2001, Fiske mfl. 2014). I perioden fra 1989 til og med 1998 varierte innslaget fra 22 til 35 %, med et uveid årlig gjennomsnitt på i overkant av 27 %. I årene 1999 til 2014 har innslaget av oppdrettslaks vært mer stabilt, med et uveid årsgjennomsnitt på i underkant av 15 % (Anon 2014a). I 2013 var det uveide gjennomsnittet 17.7 %, men med en spredning på 0 til 75 % mellom 33 undersøkte elver (Fiske mfl. 2014). Innslaget i 2013 var likevel ikke signifikant forskjellig fra noen av årene i perioden 2006-2012 (Fiske mfl. 2014). Det vesentlig høyere innslaget av rømt oppdrettslaks funnet under høstfisket (september-oktober) sammenlignet med sportsfisket (juni-august), indikerer at hovedmengden av oppdrettslaksen vandrer senere opp i elvene enn villaksen (Fiske 2013). Det er også i samsvar med tidligere undersøkelser fra norske elver som viser at innslaget av oppdrettslaks i sportsfiskefangstene ser ut til å øke gjennom fiskesesongen (Lund & Hansen 1991). Det finnes imidlertid undersøkelser fra for eksempel Altaelva, som viser at oppdrettslaksen ikke nødvendigvis vandrer opp senere enn vill laks (Økland mfl. 1995).

Overvåkingsfisket om høsten skjer ved stangfiske, garn- og notfiske, og i noen tilfeller ved bruk av lys og håv. Fisket foretas nesten utelukkende av lokale fiskere, og vanligvis fanges det inn i

størrelsesorden 65 fisk fra hver elv (Fiske 2013). Selv om fiskerne har vært oppfordret til å fange inn fisk fra flere områder i elva, blir laksen stort sett fanget på få steder, og registreringene i 2013 viste også at oppdrettslaksen ikke så ut til å være jevnt fordelt i elva (Fiske mfl. 2014). Dette er trolig mer utfordrende i store vassdrag, og undersøkelser i Namsen har også vist at andelen rømt oppdrettslaks kan variere mellom ulike deler av vassdraget (Næsje mfl. 2013a, 2014a). Dersom oppdrettslaksen i tillegg er mer bitevillig (ved stangfiske) og lettere lar seg fange, vil dette også kunne påvirke innslaget av oppdrettslaks i fangstene. Det er derfor mulig at de relativt høye innslagene av oppdrettslaks under høstfisket ikke nødvendigvis skyldes at oppdrettslaksen eventuelt vandrer opp senere enn villaksen, men at også fangstopplegg og fiskens adferd påvirker innslaget av oppdrettslaks i fangstene.

Ideelt sett burde beregninger av innslaget av oppdrettslaks i elvene baseres på å undersøke flest mulig fisk langs store og representative elvestrekninger. En alternativ metode kan være å undersøke all fisk som vandrer opp i vassdraget, for eksempel ved bruk av videoovervåking (Lamberg mfl. 2011a, 2014a). Dersom en i tillegg kjenner uttaket av oppdrettslaks og villaks under sportsfisket, kan en beregne andelen oppdrettslaks i vassdraget. Metoden forutsetter at all fisk som vandrer opp i vassdraget blir registrert, samt at en ut fra videobildene er i stand til å skille oppdrettslaks fra villaks. I de siste årene har det i mange elver vært foretatt gytefisktelinger (Kanstad-Hanssen & Lamberg 2013, Kanstad-Hanssen mfl. 2014, Skoglund mfl. 2013), dvs. at et visst antall personer svømmer/driver ned vassdraget og forsøker å telle/beregne hvor mange gytelaks som er til stede i vassdraget. Drivtellingene foretas som oftest senhøstes, etter at sportsfiskesesongen er over, men før gyting. Dersom drivtellingen foretas i hele vassdraget, samt at oppdrettslaks kan skilles fra villaks ut fra ytre morfologi, kan drivtellingene gi et godt estimat på andelen oppdrettslaks i vassdragene.

I løpet av de siste 15 årene har oppvandringen av laks i flere ti-talls elver vært overvåket ved bruk av videoovervåking (se Lamberg mfl. 2011a, 2014a). All fisk som passerer videotverrsnittet blir tidfestet, og bestemt til art. I tillegg blir hver fisk klassifisert som villfisk eller oppdrettsfisk og kroppslengden blir estimert. I en to-årig undersøkelse ble det i 13 vassdrag i Nordland satt opp manuelle fangstfeller, der all oppvandrende fisk ble bestemt til art, samt målt og veid (se Kanstad-Hanssen & Bentsen 2013, 2014). I tillegg ble det tatt skjellprøver av all laks for å kunne skille sikkert mellom oppdrettslaks og villaks. Videre er gytebestandene i mer enn 35 elver registrert ved drivtelling, der det også har blitt skilt mellom villaks og oppdrettslaks (www.ferskvannsbilogen.net). Basert på registreringene i de ovennevnte vassdragene har vi i dette prosjektet/studiet sammenlignet tidspunktet for oppvandring mellom oppdrettslaks og villaks, samt registrert innslaget av oppdrettslaks i de ulike elvene og årene. I tillegg har vi i noen av vassdragene sammenlignet innslaget av oppdrettslaks basert på henholdsvis video- og drivtelling. I tre av vassdragene har vi foretatt et notfiske like etter at drivtellingene ble gjennomført, der vi tok skjellprøver av all laks som ble fanget, for å kunne skille mellom villaks og oppdrettslaks.

På bakgrunn av det ovennevnte er hovedformålet med denne undersøkelsen å:

- beregne forskjeller i oppvandringsforløp mellom rømt oppdrettslaks og villaks
- beregne innslaget av oppdrettslaks i elvene på senhøsten (før gyting)
- evaluere hvor sikkert villaks kan skilles fra oppdrettslaks ut fra ytre morfologiske trekk
- foreslå hvilke metoder som er best egnet for å estimere innslaget av rømt oppdrettslaks i gytebestandene

2 Områdebeskrivelse

2.1 Video- og felleovervåking

Vi har til sammen benyttet registreringer fra videoovervåking i 20 vassdrag, fra Mandalselva i sør til Laukhellevassdraget i nord (**figur 2; tabell 1**). Vassdragenes nedbørsfelt varierer fra 43 til 6274 km². Seks vassdrag har et nedbørsfelt større enn 1000 km², mens fire vassdrag har nedbørsfelt mindre enn 100 km². Lakseførende strekninger i vassdragene varierer fra 3,6 km til 60 km. Med unntak av Sagvatnavassdraget regnes alle vassdragene å ha selvreproduserende laksebestander. Vassdragene har gytebestandsmål som varierer fra 75 til 18 654 kg (\bar{x} = 2416 kg). Med unntak av Urvollelva (75 kg) og Futelva (99 kg) har alle elvene gytebestandsmål høyere enn 400 kg (Anon.2014a).

I 12 av de videoovervåkede vassdragene ble videokameraene plassert i en fisketrapp eller i et elvetverrsnitt som ligger mindre enn 500-600 meter fra sjøen (**tabell 1**). I Mandalselva ble overvåkingen foretatt i en reguleringsluke i en dam (Mannflåvann) som ligger 34 km fra sjøen. Områdene ovenfor Mannflåvann utgjør om lag en tredjedel av produksjonsarealet for laks i elva, og overvåkingsdata fra reguleringsluka i Mannflåvann fanger dermed opp bare en del av oppvandringen av laks i vassdraget (Ugedal mfl. 2006). I Nausta overvåkes oppvandringen gjennom en fisketrapp i Hovefossen som ligger 2,5 km fra sjøen. Elva er grundig bonitert, og det er vist at gytearealene er jevnt fordelt gjennom den nær 10 km lange lakseførende delen av elva (Ugedal mfl. 2013). I Stordalselva har oppvandringen av laks blitt overvåket med videokamera i fisketrappa i Støvefossen. Fisketrappa ligger 1,2 km fra sjøen, og nær 20 km lakseførende strekning ligger ovenfor videolokaliteten. I Namsen har vi overvåkingsdata kun fra ett år, samt at oppvandringen ble overvåket med fire videokameraer i en liten del av elvetverrsnittet ved Sellægghylla. Elvetverrsnittet er nærmere 180 meter bredt, mens videokameraene bare dekket om lag 10-15 meter av elvetverrsnittet. Videoovervåkingen har følgelig fanget opp bare en liten del av oppvandringen forbi Sellægghylla, som ligger 18,9 km fra sjøen. Elva nedenfor overvåkingslokaliteten er imidlertid i stor grad stilleflytende og mye tidevannspåvirket, dvs. at en relativt liten andel av gyte- og oppvekstområdene i vassdraget ligger nedenfor Sellægghylla. I Salsvassdraget har videosystemet stått øverst i Moelva, rett nedstrøms Salsvatnet, dvs. at laksen også utnytter en strekning på om lag 1,2 km nedenfor videolokaliteten (Berger & Lehn 2008). I Beiarelva og i Saltdalselva ligger de overvåkede elvetverrsnittene henholdsvis 2,4 og 3,5 km fra sjøen, og har vært overvåket med 8-12 videokameraer. Det meste av områdene nedenfor videolokalitetene i disse to elvene er tidevannspåvirket og har trolig liten betydning som gyteområder for laks. Gytefisketellingene som har vært foretatt om høsten, har også vist at en svært liten andel av laksebestanden oppholder seg nedenfor kameralokalitetene (Lamberg mfl. 2011, 2014b). I Salangselva ble oppvandringen i 2002 overvåket gjennom ei fisketrapp i Kistefossen, som ligger 13 km fra sjøen, og de antatt viktigste produksjonsområdene for laks antas å ligge nedenfor denne fisketrappa.

Vi har også benyttet data fra 13 heldekkende oppvandringsfeller som alle har stått i vassdrag i Nordland fylke. Disse vassdragene er typiske «smålags-vassdrag», og ti av vassdragene har nedbørsfelt som er mindre enn 50 km². Lakseførende strekning varierer fra 0,4 km til 8 km. To av felle-vassdragene, Sagvatnan- og Straumevassdraget, er ikke ansett å ha selvreproduserende laksebestander, og i fire av vassdragene er gytebestandsmålet lavere enn 50 kg (Anon. 2014). Kun i tre av disse vassdragene har fella stått lengre enn 300 meter fra havet. I Tårstadvassdraget ble fella plassert 1,2 km fra sjøen, men elva er i stor grad stilleflytende og har få gyteområder nedstrøms fellelokaliteten. I Silavassdraget sto fella 900 meter fra sjøen, men elvestrekningen nedstrøms fella er stri og har få standplasser for laks. I Lakselva (Vestpollen) har fiskefella stått om lag 500 meter fra sjøen, men også denne elva er stri og har få standplasser for laks nedenfor fella.

Tabell 1 Nedbørsfelt, elvelengde (anadrom strekning) og avstand mellom sjøen og overvåkingslokaliteten (videoovervåking eller oppvandringsfelle) i vassdragene som har inngått i dette studiet. Tall i kolonne merket "Kartnr." refererer til nummerering i kartet i figur 2.

Metode	Elve-id	Kartnr.	Nedbørs-felt (km ²)	Elve-lengde (km)	Avstand video/felle til sjø (km)	Overvåkingsår	Antall år	Uke nr	Antall villaks	Antall oppdrett	Andel oppdrett (%)	Andel villaks >65cm (%)	
Video	019.Z	Nidelva i Arendal	1	4011	20,5	0,500	2004 - 2006	3	25-45	748	18	2,3	55
Video	022.Z	Mandalselva	2	1817	51,0	34,000	2011 - 2012	2	21-40	3280	2	0,1	69
Video	036.Z	Suldalslågen	3	1463	20,6	0,200	2012	1	21-44	1845	15	0,8	81
Video	072.Z	Aurlandselva	4	801	15,6	0,500	2005	1	22-40	108	7	6,1	43
Video	083.Z	Gaulnavassdraget	5	632	13,6	0,001	2005 - 2013	9	22-42	10682	156	1,4	61
Video	084.7Z	Nausta	6	278	9,8	2,500	2003 - 2013	11	22-41	9585	53	0,5	62
Video	085.Z	Osenelva i Flora	7	288	7,1	0,200	2008 - 2009	2	18-36	303	13	4,1	64
Video	107.6Z	Hustadelva	8	43	17,7	0,600	2009 - 2011	3	21-41	609	2	0,3	22
Video	135.Z	Stordalselva	9	374	25,4	1,200	2011 - 2012	2	21-40	1641	13	0,8	40
Video	139.Z	Namsen	10	6274	51,4	18,900	2011	1	35-40	139	12	7,9	86
Video	140.Z	Salsvassdraget	11	433	34,5	1,200	2008 - 2013	6	17-41	2168	442	16,9	36
Video	144.5Z	Unvollselva	12	63	3,6	0,050	2006 - 2010	5	21-38	305	19	5,9	30
Video	161.Z	Beirelva	13	1062	23,5	2,400	2008	1	28-37	616	18	2,8	60
Video	163.Z	Saltelva	14	1542	60,2	4,000	2008, 2010	2	24-36	614	15	2,4	57
Video	165.2Z	Futelva	15	46	5,5	0,250	2006 - 2009, 2011	5	25-41	931	3	0,3	14
Video	170.Z	Sagvatnsvassdraget	16	243	13,0	0,050	2013	1	26-40	133	20	13,1	22
Video	173.Z	Skjomavassdraget	17	185	12,8	0,500	2001 - 2012	12	20-41	1573	94	5,6	70
Video	191.Z	Salangsvassdraget	18	539	43,4	13,000	2002	1	28-35	155	37	19,3	17
Video	186.2	Roksdalsvassdraget	19	51	14,5	0,120	2004 - 2012	9	19-47	18814	57	0,3	24
Video	194.Z	Laukhellvassdraget	20	207	20,0	0,650	2008 - 2012	5	20-39	3265	337	9,4	31
Felle	147.3Z	Fersetelva	21	45,8	3,8	0,300	2013	1	23-37	42	0	0,0	25
Felle	148.2Z	Sausvassdraget	22	125,3	8,1	0,010	2012	1	23-43	24	0	0,0	26
Felle	157.52Z	Elv fra Silvatnet	23	16,9	1,5	0,900	2013	1	23-38	16	0	0,0	13
Felle	160.41Z	Spildervassdraget	24	45,6	3,0	0,200	2012	1	22-36	56	2	3,3	36
Felle	160.7Z	Elv fra Laksålvatn	25	19,2	1,2	0,100	1999-2000, 2012-2013	4	23-40	6	1	12,5	17
Felle	165.7Z	Fjærevassdraget	26	34,5	1,0	0,200	2012-2013	2	23-39	74	0	0,0	9
Felle	170.Z	Sagvatnsvassdraget	27	243,3	2,0	0,050	2012-2013	2	24-41	52	4	6,7	22
Felle	180.4Z	Elv fra Farstadvatn	28	45,2	5,1	0,200	2012	1	23-39	74	0	0,0	16
Felle	179.33Z	Lakselva (Vestpoll)	29	9,2	2,0	0,500	2012-2013	1	23-36	53	1	1,9	19
Felle	175.4Z	Tårstadvassdraget	30	78,2	2,3	1,200	2012-2013	2	22-39	631	4	0,6	10
Felle	178.42Z	Fiskfordelva	31	16,4	0,4	0,150	2008, 2012-2013	3	22-38	195	2	1,0	16
Felle	185.6Z	Straumevassdraget	32	18,1	1,0	0,050	2012-2013	2	20-41	43	0	0,0	2
Felle	185.1Z	Alsvågsvassdraget	33	22,4	2,4	0,100	2012-2013	2	22-36	284	1	0,7	18



Figur 2 Geografisk plassering av vassdrag der oppvandring av villaks og rømt oppdrettslaks ble overvåket med videokameraer (1-20) og der fisken ble fanget i manuelle oppvandringsfeller (21-33). Nummerering i kartet samsvarer med nummerering i tabell 1.

2.2 Drivtelling

Det ble gjennomført tradisjonelle drivtelling/gytefisktelinger (se pkt. 3.4) i 37 vassdrag, fra Nidelva-Trondheim i sør til Burfjordelva i nord (**figur 3**). Nedbørsfeltene i de 37 vassdragene varierer fra 15 km² til 3856 km², og lakseførende strekninger fra 0,8 km til 60,3 km (**tabell 2**). Alle vassdragene har selvreproduserende laksebestander, og gytebestandsmålene spenner fra 32 til 2385 kg (Anon. 2014a). Nærmere beskrivelse av vassdragene og resultater fra drivtellingene foreligger i egne rapporter (se www.ferskvannsbilogen.net/rapporter.html).

I 29 av de 37 elvene nevnt ovenfor ble hele lakseførende strekning undersøkt. I to av elvene, Åbjøra og Skøelva, ble drivtelling kun forrettatt på lakseførende streking nedenfor fisketrappene, siden oppvandring av laks i trappene videoovervåkes. I Nidelva er drivtellingene gjennomført fra Leirfoss og ned til Nidarø, dvs. i om lag 7 km av totalt 8,2 km lakseførende strekning. Elva blir i nedre del for brei til å gjennomføre drivtelling uten å øke antall tellere betydelig. Ved kartlegging av gytegroper er det kun påvist ett lite gyteområde nedenfor stoppunktet for drivtellingene (Arnekleiv mfl. 2013). I Ranaelva blir det svømt en strekning på 5 km, fra vandringshinder ved Reinforsen til Esjeberget, noe som tilsvarer en lakseførende strekning på 11 km. Den nedre delen av elva er stilleflytende og bred, og gir ikke optimale forhold for drivtelling. Deler av denne strekningen ble undersøkt ved drivtelling i 2011, og antall observerte laks var svært lavt (Lamberg pers. medd.). Ungfiskundersøkelser tilsier også at utbredelsen av gyteområder er begrenset i nedre del av elva (Kanstad-Hanssen & Lamberg 2014). I Beiarelva ble lakseførende strekninger fra Høgforsen i hovedelva, samt i sideelvene fra fisketrappa i Tollåga og fossen i Store Gjeddåga, undersøkt ned til Voll bru (20,6 km) hvert år. Resterende del av elva har lite egnet gytesubstrat, og her har det stort sett kun vært registrert små og umoden sjørret (Lamberg mfl. 2011b, Gjertsen mfl. 2012). I Kobbelvassdraget har kun Gjerdalselva, som er innløpselv til Kobbvatnet, blitt undersøkt de siste årene, mens elva mellom Kobbvatnet og sjøen ikke har vært mulig undersøke på grunn av dårlig sikt. I Salangselva har kun lakseførende strekning ovenfor laksetrappene blitt undersøkt, mens de viktigste gyte- og leveområdene for laks er nedenfor trappene. I Lysbotnvassdraget er bare utløpselva, og ikke lakseførende strekninger i innløpselver til Lysvatnet blitt undersøkt.

I Elvegårdselva og Kvænangselva ble det i tillegg til ordinære drivtelling/gytefisktelinger langs hele lakseførende strekning også utført notkast for å verifisere observasjoner av villaks og oppdrettslaks med skjellprøvetaking i etterkant av drivtelling.

I tillegg til undersøkelser i de 37 elvene nevnt ovenfor, ble det gjennomført drivtelling og notkast i Vestre Jakobselv (**figur 3**). I motsetning til i Elvegårdselva og Kvænangselva ble det kun gjennomført drivtelling i de elveavsnittene det ble kastet not.



Figur 3 Geografisk lokalisering av vassdrag der det ble gjennomført drivtelling (gytefisktel-
linger) og/eller notkast. I Vestre Jakobselv (38) ble det kun foretatt drivtelling i de to kulpene der
det ble fisket med not, mens det i Elvegårdselva (21) og Kvænangselva (36) ble foretatt tradisjonell
drivtelling langs hele elvestrekningen, samt notkast i en av kulpene (se pkt. 4.3). I de øvrige elvene
ble det kun foretatt tradisjonell drivtelling langs hele elvestrekningen (se pkt. 4.1.3). Nummerering i
kartet samsvarer med nummereringen i tabell 2.

Tabell 2 Nedbørsfelt, elvelengde (anadrom strekning) og overvåkingsår i elver der det ble foretatt drivtelling og/eller notkast. I Vestre Jakobselv (38) ble det kun foretatt drivtelling i de to kulpene der det ble fisket med not, mens det i Elvegårdselva (21) og Kvænangselva (36) ble foretatt tradisjonell drivtelling langs hele elvestrekningen, samt notkast i en av kulpene (se pkt. 4.3). I de øvrige elvene ble det kun foretatt tradisjonell drivtelling langs hele elvestrekningen (se pkt. 4.1.3). Tallene i kolonne merket «Kartnr.» refererer til nummerering i kartet i figur 3.

Id.	Vassdragsnavn	Kartnr.	Nedbørsfelt	Elvelengde	Overvåkingsår	Antall år	Antall villaks	Antall oppdrettslaks
			(km ²)	(km)				
123.Z	Nidelva-Trondheim	1	3118	8,2	2010-2013	4	1419	18
144.Z	Åbjørvassdraget	2	526	22,5	2012-2014	3	782	13
144.5Z	Urvollvassdraget	3	62,8	2,7	2012-2014	3	41	0
144.7Z	Storelva (Tosbotn)	4	21	2,7	2011, 2013-2014	3	116	15
155.Z	Røssåga	5	3625	11,3	2011-2013	3	1112	22
156.Z	Ranavassdraget	6	3856	11	2013	1	369	14
159.21Z	Gjenvalelva	7	38	0,8	2013-2014	2	29	9
160.41Z	Spildervassdraget	8	45	3,6	2011, 2013-2014	3	534	5
160.43Z	Reipå	9	33	4,8	2011, 2013-2014	3	475	2
161.Z	Beiarelva	10	1062	23,5	2010-2012, 2014	4	1553	39
162.7Z	Lakselva (Misvær)	11	186	6,2	2011, 2013-2014	3	375	6
162.1Z	Valneselva	12	70	0,8	2011-2014	4	261	1
163.Z	Saltdalselva	13	1542	60,2	2010-2014	5	2801	32
164.3Z	Valnesfjordvassdraget	14	194		2014	1	98	1
165.2Z	Futelva	15	46	5,5	2011-2014	4	695	4
166.5Z	Laksåga (Nordfjord)	16	239	3,4	2012-2014	3	147	27
167.Z	Gjerdalselva/Kobbølva	17	403		2011-2014	4	126	7
173.Z	Skjomavassdraget	18	185	12,8	2011	1	88	0
173.1Z	Kjeldelva	19	53	9,7	2012-2014	3	831	5
173.3Z	Råna	20	94	1,5	2011-2014	4	246	1
174.5Z	Elvegårdselva-Bjerkvik	21	121	4,5	2012-2014	3	498	49
177.1Z	Lakselva (Gullesfjord)	22	25,2	6,6	2012-2013	2	55	2
177.6Z	Kongsvikelva	23	32	6,1	2011-2014	4	191	0
178.63Z	Forfjordelva	24	29	6	2012-2014	3	233	3
186.3Z	Kobbedalselva	25	15	3,5	2011-2014	4	215	11
190.7Z	Spansdalselva	26	143,1	13,7	2011-2014	4	238	37
191.Z	Salangvassdraget	27	877	43,4	2013	1	52	14
193.Z	Skøelwassdraget	28	163,8	11,6	2011-2014	4	330	19
194.3Z	Lysbotnvassdraget	29	137,5		2012-2014	3	419	19
194.4Z	Grasmyrvassdraget	30	73,4		2011	1	29	0
194.5	Tennelva	31	30,2	6	2011-2012	2	73	0
194.6Z	Ånderelva	32	67,5	11,5	2011-2014	4	779	23
196.2Z	Rossfjordvassdraget	33	196,5		2011	1	24	0
196.5Z	Lakselva (Aursfjord)	34	89	4,9	2011-2014	4	548	5
198.Z	Nordkjøselva	35	192,3	11,9	2011, 2013-2014	3	261	50
209.Z	Kvænangselva	36	311	10,8	2011-2014	4	1579	42
210.Z	Burfjordelva	37	186	20	2014	1	111	3
240.Z	Vestre Jakobselv	38	630	36,1	-			

3 Metoder

3.1 Karakterisering av villaks og rømt oppdrettslaks

Oppdrettslaks kan skilles fra villaks ut fra morfologiske karakterer (Fiske mfl. 2005), og forskjellene skyldes både genetiske og miljøbetingede faktorer (Fleming mfl. 1994, Solem mfl. 2006). Oppdrettslaksen har ofte skader på finnene og har en avvikende kroppsform i forhold til villaksen., dvs. deformerte gjellelokk og finner, slitt og skadet halefinne samt ofte en mer lubben kroppsform (se **tabell 3**). Dette er miljøbetingede forskjeller, og laks som rømmer tidlig og/eller som har levd lenge i det fri, anses derfor i mindre grad enn nylig rømt fisk å ha tydelige finneskader og vil også ha mer normal kondisjonsfaktor. Oppdrettslaks som nylig har rømt er derfor ofte enklere å skille fra villaks enn laks som fanges ett til flere år etter at den har rømt.

De genetisk betingede ytre kjennetegnene som skiller villaks og oppdrettslaks påvirkes ikke av rømningstidspunktet. Som regel har oppdrettslaks langt flere, og små, prikker på siden av kroppen og på hode/gjellelokk enn det villaks har. Variasjonen er imidlertid stor, og enkelte oppdrettslaks kan være nesten uten prikker. Oppdrettslaksen har ofte mange prikker under sidelinjen og på gjellelokkene, og kan derfor forveksles med sjørørret. Prikker under sidelinjen og på gjellelokkene, samt litt avrundede finner er imidlertid også et vanlig kjennetegn på flergangsgytende villaks (Niemelä mfl. 2011), som derfor også kan forveksles med oppdrettslaks. I gytetiden har oppdrettslaks som regel en «kjedeligere», mindre fargerik gytedrakt enn villaksen. Videre har oppdrettslaks ofte en kortere og kraftigere halerot enn villaks, og har som regel en ujevn/humpete hodeprofil, der snuten fremstår som butt og underkjeven er buet nedover slik at fisken har en lett åpen «trutmunn». Når en oppdrettslaks observeres forfra eller ovenfra fremstår ofte hode-/snuteform som mer kantete enn hos villaksen.

Ved videoovervåking og ved drivtelling/gytefiskteltinger må laksen kategoriseres under vann, og når fisken er i bevegelse. Ofte omtales dette som vanskeligere enn når fisken kan håndteres på land og man har god tid til identifikasjon. For videoovervåking er ikke dette særlig relevant i og med at man har et eller flere stillbilde av hver fisk, som kan studeres så lenge observatøren ønsker. Avstanden til fisken nevnes også som et problem for klassifisering under vann siden detaljer blir utydelige (se blant annet Næsje mfl. 2013b). Imidlertid gir observasjon under vann, spesielt ved drivtelling, en tilleggsinformasjon gjennom adferd som man ikke har tilgang på når fisken er tatt på land. Oppdrettslaksen har i de fleste tilfeller en adferd som skiller den fra villaks selv på lang avstand. Terskelen for flukt er ofte høyere enn hos villfisk, og oppdrettslaksen har en tendens til å finne standplasser som avviker fra villaksens valg i samme område. Generelt synes oppdrettslaks å svømme med en stivere kropp enn villaksen, noe som er spesielt synlig ved rolig forflytning bort fra observatøren.

Generelt gjelder at den laksen som skiller seg ut fra øvrige laks i elva som regel viser seg å være en oppdrettslaks. Avvikende utseende i forhold til den lokale laksen, avvikende adferd i form av valg av standplass eller plassering i kulpen sammen med annen fisk og svømmebevegelser er alle førsteinntrykk som utløser nærmere undersøkelse basert på kriterier beskrevet ovenfor.

Tabell 3 Oversikt over forskjeller mellom villaks og oppdrettslaks som blir lagt vekt på under kategoriseringen av villaks og oppdrettslaks.

	Vill laks	Oppdrettslaks
Førsteintrykk (Habitus)	Individet har samme utseende og adferd som øvrige laks innenfor samme elv. Store finner med skarpe kanter.	Individet har utseende og adferd som avviker fra øvrige laks innenfor samme elv.
Helhetsinntrykk	Slank og spoleformet kropp. Nyvandret fisk (pelagisk drakt): mørk rygg og øvre del av hode mot en sølvblank kroppsside. Fisk i gytedrakt: Hannfisk har ofte tversgående sjatteringer i rødt, gult og grønt. Hunnfisk er noe mørkere og har mindre gytefarger.	Lubben, rektangulært formet omriss. Nyvandret fisk (pelagisk drakt): mørk rygg og øvre del av hode mot en sølvblank kroppsside. Fisk i gytedrakt: Mindre fargerik enn villfisk.
Halefinne	Stort areal i forhold til resten av kroppen. Kantet, skarp profil. Hos flergangsgytere kan imidlertid sporden være mer avrundet og ikke ha så mye innsving i bakkant.	Mindre areal sammenlignet med vill laks. Avrundede finnefliker og splittede eller sammenvokste finnestråler. Rettere avslutning (ørret-lik). Tykkere halerot.
Pigmentering	Nyvandret fisk (pelagisk drakt): få, sorte og store prikker ovenfor sidelinjen. Få prikker på gjellelokkene. Fisk i gytedrakt: Hannfisk har ofte tversgående sjatteringer i rødt, gult og grønt. Hunnfisk er noe mørkere og har mindre gytefarger.	Nyvandret fisk (pelagisk drakt): tallrike sort prikker fordelt mer over hele kroppen (under sidelinjen) og på gjellelokkene. Ofte «sjørret-lik» pigmentering. Fisk i gytedrakt: Generelt noe «pregløs» gytedrakt, uten store fargespill.
Gjellelokk	Store, med jevne kanter som dekker gjellene helt, og slutter seg tett inntil kroppen..	Avkortet, ujevn profil og avdekker ofte en hvit vertikal linje på fiskekroppen bak gjellene.
Hodeform	Nyvandret fisk: Jevn og buet form Gytefisk: Hannfisk har kraftig gytekrok	Nyvandret fisk: Ujevn, klumpete hodeform. Ofte deformert, nedoverbøyd underkjeve (hakeslepp). Ofte mer kjøttfullt snuteparti. Gytefisk: Ofte misdannede sekundære kjønnskarakterer.
Ryggfinne	Rette kanter og finnestråler. Tydelig trappeformet profil	Liten og forkrøplet. Avrundede kanter.
Brystfinner	Store og uten skader. Rette kanter og rette finnestråler.	Ofte små og forkrøplet. Sammenvokste og skjeve finnestråler. Ulik størrelse/form.
Adferd	Noe avventende fluktrespons. Svømmer med hele bakkroppen. Står på og i kanten av hovedstrømmen i kulper.	Passiv fluktrespons, ofte lite sky. Har stive svømmebevegelser,

3.2 Videoovervåking i fisketrapper og hele elvetverrsnitt

Videoovervåking er en vanlig metode for kontroll av produksjon i industrien, ved trafikkovervåking i automatiserte bomstasjoner, ved overvåking av banker osv. og har i løpet av de siste 20 årene i økende omfang også blitt benyttet til å overvåke ellevandring hos anadrom laksefisk.

Prinsippet for videoovervåking av oppvandrende laksefisk baseres på at all fisk som passerer et punkt filmes enten gjennom et kontinuerlig opptak eller av en opptakssekvens som utløses av en sensor (mekanisk eller optisk). Valg av type overvåkingssystem vil derfor måtte tilpasses de ulike overvåkingslokalitetene, og kan grovt sett deles i 1) overvåking i fisketrapper og 2) overvåking av hele elvetverrsnitt.

Det benyttes kamera som leverer SD video (standard PAL oppløsning, 720x576 pixler) som gir en reell oppløsning på over 550 Tv-linjer. Kameraene har et synsfelt under vann på ca. 70 grader. For å sikre tilfredsstillende opptak når det er mørkt, benyttes kunstig lys (monokromatisk lys eller IR) (figur 4). Videosignalene fra kameraene lagres på en harddisk-videopptaker i

time-lapse modus. Systemet er oppsatt med doble opptaksenheter for å sikre opptakene dersom en videoopptaker svikter. Opptakene blir kodet i motion jpeg og jpeg2000. Bilderaten som benyttes under kontinuerlige opptak varierer mellom 2 til 4 bilder per sekund. I fisketrapper brukes i tillegg en sensor til å utløse en videosekvens med bilderate på 50 bilder per sekund når en fisk passerer.

I fisketrapper benyttes som regel ett eller to kamera som er koblet til en sensor/utløser i en kalv som fisken må passere gjennom, og kameraet står normalt om lag 70 cm fra fisken (**figur 4**). I åpne tverrsnitt benyttes det systemer med flere kameraer (4, 8 eller 12 kameraer) avhengig av tverrsnittets bredde og siktforholdene i elva. Avstanden mellom videokamera i åpne tverrsnitt varierer fra 1,2 til 2,5 meter, og tilpasses slik at ett kamera ser det neste kameraet i rekken (**figur 5**).

Videoopptakene blir analysert ved manuell gjennomgang av «time lapse» opptak. Avspillingshastighet er fra 8-40 ganger opptakshastighet (reell tid), og videosignalet vises på høyoppløselige monitører (1000 TV-linjer). Når en fisk observeres i bildet kan avspillingshastigheten reguleres fritt, og man kan spole frem og tilbake for å studere hver fisk nøye.



Figur 4 Videoovervåking i fisketrapp. Bildet til venstre viser kalv med målekammer og optisk sensor/utløser. Bildet til høyre viser en villaks inne i målekammeret.



Figur 5 Videoovervåking i åpent tverrsnitt. Bildet til venstre viser en villaks som passerer over damkronen på Bjørsetdammen i Orkla. Legg merke til at neste kamera er synlig bak fisken. Overlapping mellom kameraene sikrer full dekning av tverrsnittet. Bildet til høyre viser et CCTV-bilde med signal fra fire kameraer i Suldalslågen (i nattemørke), og der fisken som observeres i kamera 1 (oppe til venstre) også er synlig på de neste tre kameraene. Fisken er godt synlig på grunn av belysning på bunnen langs overvåkingstverrsnittet.

3.3 Heldekkende (midlertidige) oppvandringsfeller

Fangstfellene (oppvandringsfellene) består av to lange ledevegger som leder inn til et oppsamlingsbur, der både ledevegger og bur er laget av plastbelagt pelsdyrnetting med maskevidde på om lag 21x21 mm (**figur 6**). Oppsamlingsburet settes sammen ved hjelp av jernkramper og avstives med trevirke. Buret sikres med armeringsjern (19 mm) som slås ned i elvebunnen, samt med noen større steiner inni buret. Ledeveggene holdes oppe av armeringsjern slått ned i elvebunnen med 1-1,5 meters mellomrom. Fisken går inn i oppsamlingsburet gjennom en åpning (kalv) laget av to plenriver (**figur 6**).



Figur 6 Oppvandringsfelle med bur og kalv til venstre og komplett oppvandringsfelle til høyre.

Oppvandringsfellene ble satt opp i partier av elvene der dypet ikke overstiger 70-80 cm ved høy sommervannføring, og hvor vannhastigheten er middels høy (0,5-1 m/s) og tverrprofilen er rimelig flatt. For å sikre at hovedstrømmen går gjennom oppsamlingsburet og åpningen på ledeveggene (uavhengig av vannføring), har det i noen av elvene blitt lagt ut midlertidige steinranker for å styre strømningsbildet. Det ble også satt opp sluser inn mot land for ikke å hindre utvandringen av smolt.

I Fersetvassdraget og Sausvassdraget ble det i stedet for nettingfeller benyttet storruser (notlin) som ble plassert i utløpsoset fra den første innsjøen i vassdraget.

All fisk som gikk inn i fellene ble håvet opp (1-3 ganger daglig), bedøvd, artsbestemt og lengdemålt. I tillegg ble lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) og lusebitt registrert (se Kanstad-Hanssen & Bentsen 2013, 2014). Det ble også tatt skjellprøver av alle laksene. Etter håndtering ble fisken satt i et oppvåkningsbur og overvåket i 0,5-1 time før den ble sluppet videre opp i vassdraget. Oppvåkningsburet består av en innhengning av netting uten bunn, slik at fisken kan slippes ut uten ny håving/håndtering. Skjellprøvene ble analysert av Veterinærinstituttet (Trondheim).

Utfyllende opplysninger om driftsperioder i hvert vassdrag fremgår av egne rapporter (Kanstad-Hanssen & Bentsen 2013, 2014).

3.4 Drivtelling av gytefisk

Drivtelling/gytefisketelling ved snorkling gjennomføres like før eller under gytetidspunktet for laksen ved at en eller flere personer svømmer eller driver nedover elven iført vådrakt, maske, snorkel og svømmeføtter. Antall drivtellerne vil variere fra elv til elv avhengig av sikt og bredden på elva. Antallet drivtellerne tilpasses bredden på elva slik at hele tverrprofilen blir dekket visuelt.

Hver drivteller er utstyrt med egen skriveplate med vannfast papir, og han noterer og kartfester hver fisk som observeres. All fisk blir visuelt klassifisert etter størrelse. For laks ble

det benyttet kategoriene smålaks (<3kg), mellomlaks (3-7kg) og storlaks (>7kg). All laks blir også forsøkt registrert som hannfisk eller hofisk ut fra sekundære kjønnskarakterer som gytedrakt, hode-/kjeveform og utforming på gattet. Sjørørret blir delt i gruppene <1 kg, 1-3 kg, 3-7 kg og >7 kg. Eventuell sjørøye deles inn etter samme kategorier som sjørørret. Rømt oppdrettslaks blir skilt fra villfisk basert på morfologiske og atferdsmessige trekk (jfr. **tabell 3**).

Selve drivtellingen utføres ved at hver teller svømmer aktivt nedover elva, mens såkalt passivt driv kun skjer i partier med høy vannhastighet. Stans i tellingene gjøres ved naturlige stoppunkter som grunne strømnakker eller stilleflytende partier der det ikke står fisk. For å ha tilfredsstillende oversikt må drivtelleren holde blikket så langt fremfor seg som sikten tillater og pendle med hode fra side til side for å avsøke så stor sektor som mulig. For å unngå dobbel-registrering av fisk er det viktig å bare telle fisk som passerer, og ikke fisk som svømmer foran telleren nedover elva. Når det er behov for flere tellere ute i elva samtidig, er det viktig å holde riktig formasjon, dvs. at drivtellerne driver/svømmer nedover elva på en jevn linje, i en rett vinkel på elvestrømmen. For å unngå dobbel-registrering av fisk er det viktig med god kommunikasjon mellom tellerne. Ofte kan to eller flere tellere observere samme fisk, og det er da viktig at telleren som registrerer fisken markerer dette med signal (**figur 7, 8**). For å få god presisjon på gytefisktellinger, spesielt når det er behov for at flere tellere svømmer sammen, er det svært viktig (betinget) at det benyttes erfarne drivtellere.



Figur 7 Når sikten er god kan ofte flere tellere observere samme fisk, og det er da viktig at den som registrerer fisken viser dette med tegn. Bildet viser fire drivtellere i Saltdalselva under forhold med sikt på 25-30 m, og på et punkt der elva har en bredde på om lag 50 m.



Figur 8 Det er viktig å unngå dobbel-registrering av fisk når flere personer jobber sammen ute i elva. Her markerer drivtelleren til venstre at han teller fisken mellom seg og sidemannen ved å peke på fiskene.

3.5 Tester av visuell klassifisering av oppdrettslaks

3.5.1 Notkast i tre elver

Identifisering av oppdrettslaks ved drivtelling/gytefiskteltinger, dvs. ved observasjoner under vann, byr på utfordringer som primært kan knyttes til avstanden mellom fisken og observatøren og til hvor lenge fisken blir observert. Stor avstand og/eller kort observasjonstid fører til at detaljer på fisken, som pigmentering og utseende på finner og gjellelokk blir vanskeligere å observere. For å sjekke hvor godt drivtellerne (og fiskere) er i stand til å skille mellom villaks og oppdrettslaks gjennomførte vi en test i tre elver høsten 2013. Første del av testen bestod i å finne ut hvor presist en drivteller kan skille mellom vill- og oppdrettslaks (under vann) i forhold til en som vurderer laksene ved elvebredden (over vann). For å finne ut om karakteriseringen som ble gjort under og over vann var riktig, ble det tatt skjellprøver av fiskene som ble fanget i nota. Skjellene ble så analysert for å stadfeste fiskenes opphav, dvs. om de var villaks eller oppdrettslaks.

Vi gjennomførte testen i månedsskiftet september/oktober 2013 i Elvegårdselva, Bjerkvik (Nordland), Kvængselva (Troms) og Vestre Jakobselv (Finnmark) (**figur 3**). I tillegg hadde vi avtalt å gjennomføre samme type test i ytterligere tre elver på Vestlandet i samarbeid med Uni Research, men på grunn av ugunstige vannføringsforhold utover høsten (pers.medd. Bjørn Barlaup) måtte disse testene utgå.

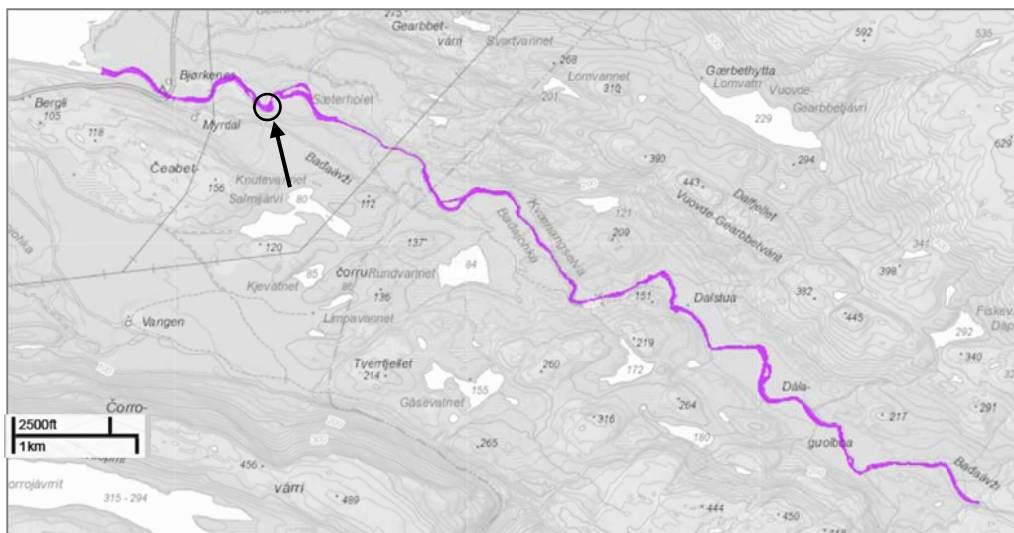
Hver elv ble undersøkt i forkant av notkastene for å finne kulper i elva som var godt egnet, både med tanke på bunnforhold og muligheten for å kunne dra nota gjennom kulp, samt at det var et tilfredsstillende antall laks i kulpområdet. Så ble hver kulp/område drivtelt og laksene ble kategorisert som villaks eller oppdrettslaks. Deretter ble ei 60 meter lang og 6 meter dyp not dratt gjennom kulp, for å forsøke å fange alle laksene som var observert under drivtellingen. Nota ble dratt nedstrøms og lukket nederst i kulp. All fisk som ble fanget i nota ble tatt på land og visuelt kategorisert som villaks eller oppdrettslaks. Deretter ble det tatt skjellprøver av alle laksene, og skjellprøvene ble senere analysert ved Norsk institutt for naturforskning (NINA).

I Elvegårdselva samles ofte mye fisk/laks i to-tre kulper nedenfor en stor foss i elva (**figur 9**). Kulpene ble i forkant av notkastet kontrollert av to drivtellerne som telte og artsbestemte all fisk, samt skilte mellom villaks og oppdrettslaks. Drivtellerne trakk deretter nota rundt den ene kulp (Laksholla), og tre personer på land snørte nota sammen mens drivtellerne passet på at bunnen i nota (bunnlina) hele tiden ble dratt langs bunnen slik at fisk ikke kunne rømme ut av nota. Etter at nota var lukket og snørt sammen ble kulp undersøkt på nytt av drivtellerne for å sjekke om det var fisk igjen i kulp. Alle laksene ble målt, samt at det ble skilt mellom villaks og oppdrettslaks. Det ble tatt skjellprøver som senere ble analysert ved NINA.



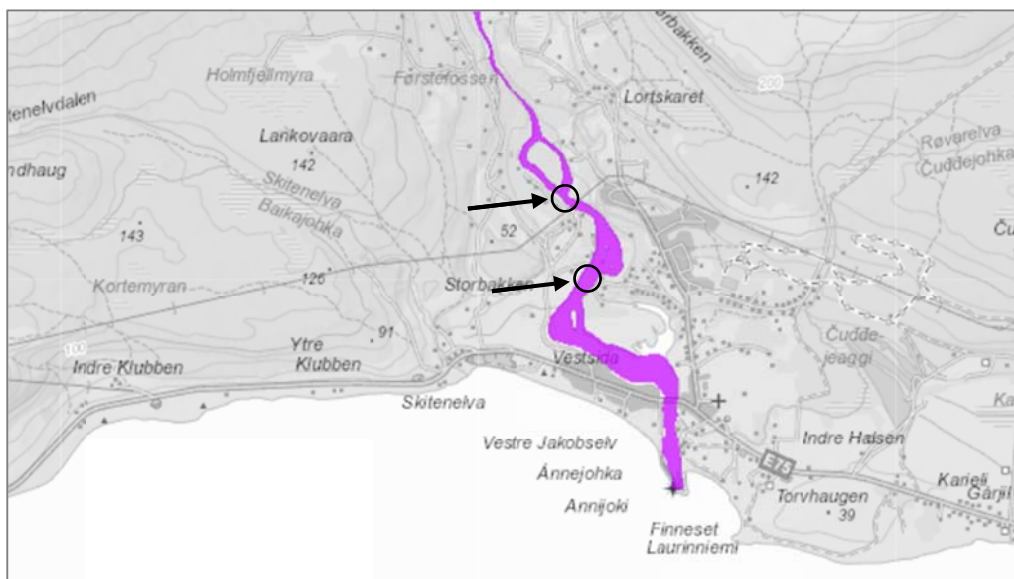
Figur 9 Markering for lakseførende strekning og lokalitet for notkast i Elvegårdselva

I Kvænangselva ble notkastet gjennomført i Seterkulpen, den samme kulpen som også overvåkingsfiske om høsten har blitt utført i (**figur 10**). Seterkulpen ligger om lag midt mellom sjøen og første vandringshinder (med fisketrapp), og er den nest største kulpen i elva utenom kulpen ved vandringshinderet. Notkastet i elva ble gjennomført på samme måte som i Elvegårdselva.



Figur 10 Markering av lokalitet for notkast i Kvænangselva

I Vestre Jakobselv ble det foretatt drivtelling og notkast i to kulper (**figur 11**). I den øverste kulpen, som ligger 1,6 km fra sjøen, ble drivtelling og notkast utført på samme måte som i de to andre elvene (se ovenfor). I den nederste kulpen, som ligger 750 fra sjøen, var det samlet så mye fisk at det ble vurdert som problematisk å ta alt inn i nota. Vi valgte derfor å registrere fisk i forkant av notkastet på samme måte som ved tidligere notkast, utførte deretter notkastet og registrerte deretter på nytt de fiskene som var inne i nota etter at den var snørt sammen. Deretter ble kulpen undersøkt på nytt for å påvise om det eventuelt stod resterende laks utafor nota, før nota ble dratt inn mot land, og fisken ble lengdemålt, karakterisert som villaks eller oppdrettslaks. Det ble tatt skjellprøver som senere ble analysert ved NINA.



Figur 11 Markering av lokaliteter for notkast i Vestre Jakobselv.

3.5.2 Kontroll av videoobservasjoner

I årene fra 2008 til 2012 har det i gjennomsnitt vandret opp 539 (sd=254) villaks i Laukhellevassdraget på Senja, Troms, og innslaget av oppdrettslaks har vært gjennomsnittlig 11 % (Lamberg mfl. 2014). Overvåkingslokaliteten ble derfor vurdert som godt egnet til å gjennomføre en test av hvor godt villaks og oppdrettslaks kan skilles fra hverandre basert på videobilder.

Elvetversnittet som overvåkes er om lag 50 meter bredt, og det har blitt benyttet ledegjerder for å redusere overvåkingstverrsnittet (**figur 12**). Fire åpninger i ledegjerdene er overvåket med hvert sitt videokamera, og ledegjerdene fører til at all oppvandrende fisk må passere gjennom åpninger i ledeveggene som er 1-1.5 m brede, og hvor det er satt opp minst et videokamera. Videoovervåkingen i årene 2008-2012 viste at hovedtyngden av laks vandret gjennom åpning 3 og 4 (se **figur 12**), og i sesongen 2013 ble derfor en midlertidig fiskefelle (som beskrevet i kapittel 3.3) satt ut annen hver uke like ovafor åpning 3 i ledegjerdet (**figur 10**). Hensikten var at all laks som passerte videokamera 3 skulle bli fanget i oppvandringsfella, der det skulle tas skjellprøver av laksene, samt at de skulle lengdemåles, før de ble sluppet ut ovenfor fella. Dermed ville det være mulig å sammenligne karakteriseringen av villaks og oppdrettslaks fra videoovervåkingen med resultatene fra skjellanalysene.



Figur 12 Overvåkingslokaliteten i Laukhellevassdraget (Lakselva), Senja, Troms. Pilene viser åpningene i ledeveggene og plasseringen av videokamera (1-4). Fiskefellene ble satt ut på oversiden av de to åpningene (nr. 3 og 4) som er lengst bort i bildet.

Mens ledegjerder og videokamera ble satt ut i slutten av mai, ble fella satt ut 14. juni. Med unntak av noen få sjørret ble det i løpet av de første to ukene med felledrift ikke fanga laks, og en kontroll av videopptakene viste at det meste av laks i denne perioden vandret gjennom åpning 4 i ledegjerdet. Vi etablerte da også en felle i denne åpningen, slik at to feller var i drift samtidig annen hver uke. Frem til 10. september ble det fanget 454 fisk i fellene, men kun 23 var laks.

Gjennomgangen av videopptakene viste at fisken i stor grad unngikk åpning 3 og 4 i de ukene som fellene var operative. Fisk som likevel passerte videokameraene på tur inn mot fellene fikk en panikk-artet fluktreaksjon, og kom tilbake i svært høy hastighet. Dette medførte at det ikke var mulig å holde oversikt med hvilke fisk som gikk inn i fella og hvilke som snudde og kom ut igjen. Vi kunne dermed ikke koble skjellprøvene av de innfanga laksene med videopasseringene, og vi hadde ingen muligheter til å verifisere karakteriseringen av villaks og oppdrettslaks fra videoobservasjonene med skjellanalyser. Med andre ord var forsøket mislykket.

3.6 Bruk av fangststatistikk

Videoregistreringene i Suldalslågen, Gaularvassdraget og Laukhellevassdraget for å påvise hvor mange villaks og oppdrettslaks som vandret opp vassdraget. I tillegg benyttet vi fangststatistikken fra sportsfisket for å beregne uttaket av fisk i fiskelesongen, og har dermed kunnet beregne antall villaks og oppdrettslaks som var til stede ved høstfisket. I Suldalslågen har elveeierlaget egen laksebørs der fiskerne fortløpende rapporterer fangstene til elveeierlaget, mens rapporteringen i Gaularvassdraget foregikk ved innlevering av fiskekort. I Laukhellevassdraget fikk vi tilgang til fangstdata via Scanatura. Vi tok også telefonisk kontakt med fiskekortansvarlige i de tre vassdragene. Antall villaks og oppdrettslaks fanga under høstfisket ble hentet fra Fiske (2013) og Fiske mfl. (2014).

3.7 Statistiske analyser

3.7.1 Oppvandringstidspunkt

Kombinasjonen av år og elver var ubalansert i utvalget (se **Tabell 1**). For å kontrollere for år og elv som tilfeldige faktorer i analysene, ble disse kombinert til en variabel; *ElveÅr* med et nivå for hver kombinasjon av elv og år. Det totale datagrunnlaget består av 60 412 observasjoner (laks) i 103 *ElveÅr*.

For å undersøke forskjellen i tidspunkt for oppvandring hos villaks og oppdrettslaks, ble *dagnummer* (antall dager siden 1. januar) tilpasset en lineær modell ved bruk av "nlme-biblioteket" (Pinheiro mfl. 2011) i statistikkpakken R, versjon 2.13.0 (R Development Core Team 2011). *ElveÅr* ble satt inn som tilfeldig effekt, mens fisketype (vill eller oppdrett) ble satt inn som fiksert faktor og fiskelengde som kovariat. Vi antok at forholdet mellom oppvandringstidspunkt og fiskelengde var forskjellig mellom villaks og oppdrettslaks, og derfor ble interaksjonen mellom fisketype og fiskelengde testet eksplisitt. Denne interaksjonen var signifikant forskjellig fra null ($p < 0.0001$), og i den etterfølgende analysen behandlet vi vill- og oppdrettsfisk hver for seg. For å ta hensyn til ikke-lineære sammenhenger mellom oppvandringstidspunkt og fiskestørrelse, ble oppvandringstidspunkt (gitt ved dagnummer) tilpasset en generalisert additiv modell (GAM) ved å benytte "mgcv" biblioteket (Wood 2006) i R. Fiskelengde ble modellert med en glattingsfunksjon. For å inkludere den tilfeldige faktoren *ElveÅr*, ble termen $s(\text{ElveÅr}, \text{bs} = "re")$ inkludert i modellen. Det vil si at den tilfeldige effekten ble behandlet som en egen glattingsfunksjon (se mgcv; Wood 2008). For hver av modellene hentet vi ut de predikerte verdiene og standard feil ved hjelp av "predict" funksjonen i "mgcv" biblioteket. Vi viser de gjennomsnittlige predikerte verdiene for det opprinnelige utvalget. Standard feil er gjengitt med hensyn til fiskelengde.

For å modellere hvordan andelen av oppdrettslaks endret seg gjennom sesongen, ble andelen av oppdrettslaks versus villaks tilpasset en ikke-lineær logistisk regresjon ved å benytte "mgcv" biblioteket. På bakgrunn av den påviste interaksjonen mellom fiskelengde og fisketype med hensyn på oppvandringstidspunkt (se ovenfor), ble små (< 65 cm) og stor (≥ 65 cm) fisk modellert hver for seg. Tidspunkt for oppvandring (dagnummer) ble modellert med en glattingsfunksjon. For å unngå støy fra observasjoner svært tidlig og svært sent i sesongen, ble analyseperioden satt fra 31. mai til 1. oktober. Antallet små laks var 30 505 fisk (30 306 vill og 199 oppdrett) i 103 *ElveÅr*, mens antallet stor laks var 25 869 fisk (24 753 vill og 1116 oppdrett) i 102 *ElveÅr*. Som nevnt ovenfor ble *ElveÅr* kontrollert for ved å inkludere termen $s(\text{RiverYear}, \text{bs} = "re")$. For hver av modellene hentet vi ut de predikerte verdiene og standard feil ved hjelp av "predict" funksjonen i "mgcv" biblioteket. Vi viser de gjennomsnittlige predikerte verdiene for det opprinnelige utvalget. Standard feil er gjengitt med hensyn til oppvandringstidspunktet.

3.7.2 Fangbarhet

Antall opprettsfisk og villfisk som var tilgjengelig under høstfisket ble beregnet som differansen mellom antall fisk observert av videokameraene og antall fisk fisket under sportsfisket. Fangbarhet av vill- og oppdrettsfisk under høstfisket ble definert som andelen av tilgjengelig fisk (oppdrett eller vill) som ble fanget under høstfisket. Vi brukte en logistisk blandet modell (glmer) fra lmer4 biblioteket (Bates et al. 2011) i R (R Development Core Team 2011), for å analysere fangbarheten til henholdsvis villfisk og oppdrettsfisk under høstfisket. "Sannsynlighet for fangst" var binær responsvariabel, og type fisk (vill eller oppdrett) var fiksert forklaringsvariabel. Alle kombinasjoner av år og elv ble brukt som tilfeldig variabel (totalt 6 nivåer). Lav oppdagbarhet av oppdrettsfisk i videoanalysene ville kunne påvirke estimatene. For å undersøke hvordan dette slår ut, antok vi at kun 50 % av oppdrettsfisken ble rapportert fra videoobservasjonene. Vi regrupperte dataene i henhold til denne antagelsen, og re-analyserte dataene.

4 Resultater

4.1 Oppvandring og innslag av oppdrettslaks

4.1.1 Innslag av rømt oppdrettslaks

Totalt ble det i de 20 elvene registrert 58 847 oppvandrende laks under videoovervåkingen, hvorav 57 714 villaks og 1 333 (2.3 %) rømte oppdrettslaks (**tabell 1**). I 13 av elvene ble det registrert færre enn 600 oppvandrende laks, mens det i de sju øvrige elvene stort sett vandret opp mellom 1000 og 2000 laks årlig. I overkant av 46 % av villaksene var ≥ 65 cm, dvs. klassifisert som "storlaks", med en variasjon fra 14 til 86 % mellom elvene i de ulike årene.

Gjennomsnittlig innslag av rømt oppdrettslaks i de ulike elvene utgjorde 5 % (uveid snitt), varierende fra 0.1 % i Mandalselva til 19 % i Salangsvassdraget. I 13 av elvene ble det registrert mindre enn 20 oppdrettslaks, mens det i tre av elvene ble registrert mer enn 150 oppdrettslaks. Innslaget av oppdrettslaks utgjorde mindre enn 1 % i 7 av elvene, men mer enn 10 % i tre av elvene, dvs. Salangsvassdraget 19 %, Sagvatnvassdraget 13 % og Salvassdraget (Moelva) 17 % (**tabell 1**). I motsetning til villaksen var mesteparten av oppdrettslaksen ≥ 65 cm (85 %).

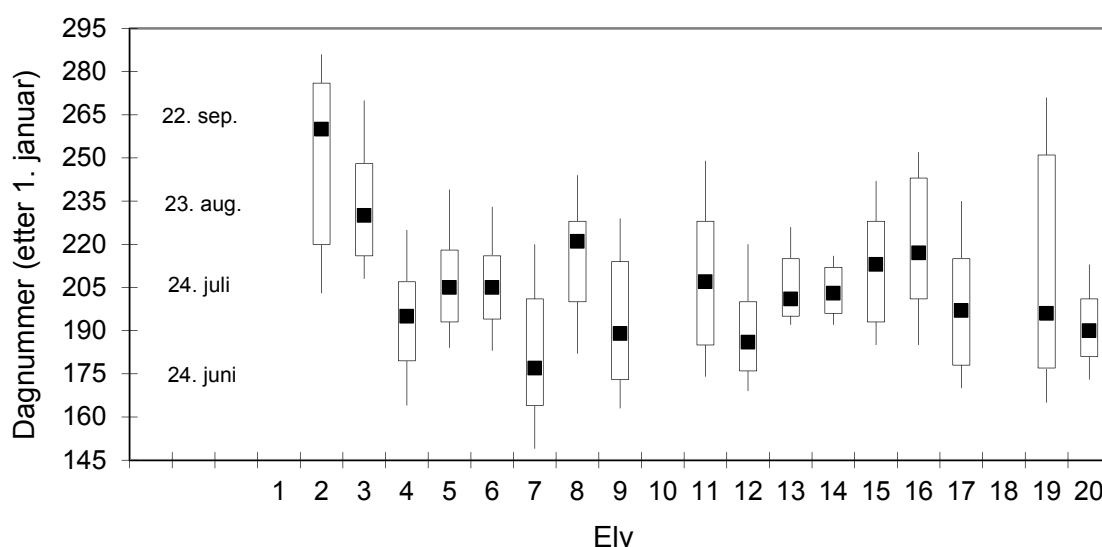
I Nordland, hvor det i 2012 og 2013 ble etablert manuelle oppvandringsfeller i 13 relativt små elver, vandret det til sammen opp 1 565 laks (**tabell 1**). Det ble tatt skjellprøver av 1343 fisk (86.5 %) og med basis i skjellprøvene ble det påvist 15 oppdrettslaks (1.1 %). Det ble fanget oppdrettslaks i bare 7 av elvene (**tabell 4**). Gjennomsnittlig innslag av oppdrettslaks i hver av elvene varierte fra 0 til 14.3 %, med et gjennomsnittlig innslag (uveid) på 2.3 % (**tabell 4**).

Tabell 4 Antall villaks og rømt oppdrettslaks fanget i manuelle oppvandringsfeller i 13 relativt små elver i Nordland, hvorav 10 elver i 2012 og 11 elver i 2013. Estimering av andel oppdrettslaks er basert på skjellanalyser.

Vassdrag	2012		2013		Totalt		
	Antall skjellprøver	Antall oppdrettslaks	Antall skjellprøver	Antall oppdrettslaks	Antall skjellprøver	Antall oppdrettslaks	Andel oppdrettslaks (%)
Alsvågsvassdraget	133	0	127	1	260	1	0,4
Straumevassdraget	40	0	0	-	40	0	0,0
Fiskfjordvassdraget	101	1	66	1	167	2	1,2
Vestpollvassdraget	30	1	21	0	51	1	2,0
Farstadvassdraget			56	0	56	0	0,0
Tårstadvassdraget	316	3	233	1	549	4	0,7
Sagvatnvassdraget	20	2	35	2	55	4	7,3
Fjærevassdraget	36	0	9	0	45	0	0,0
Laksådalsvassdraget	6	1	1	0	7	1	14,3
Spildervassdraget	50	2			50	2	4,0
Silavassdraget			10	0	10	0	0,0
Fersetvassdraget			35	0	35	0	0,0
Sausvassdraget	18	0			18	0	0,0
Totalt	750	10	593	5	1343	15	1,1
Uveid gjennomsnitt							2,3

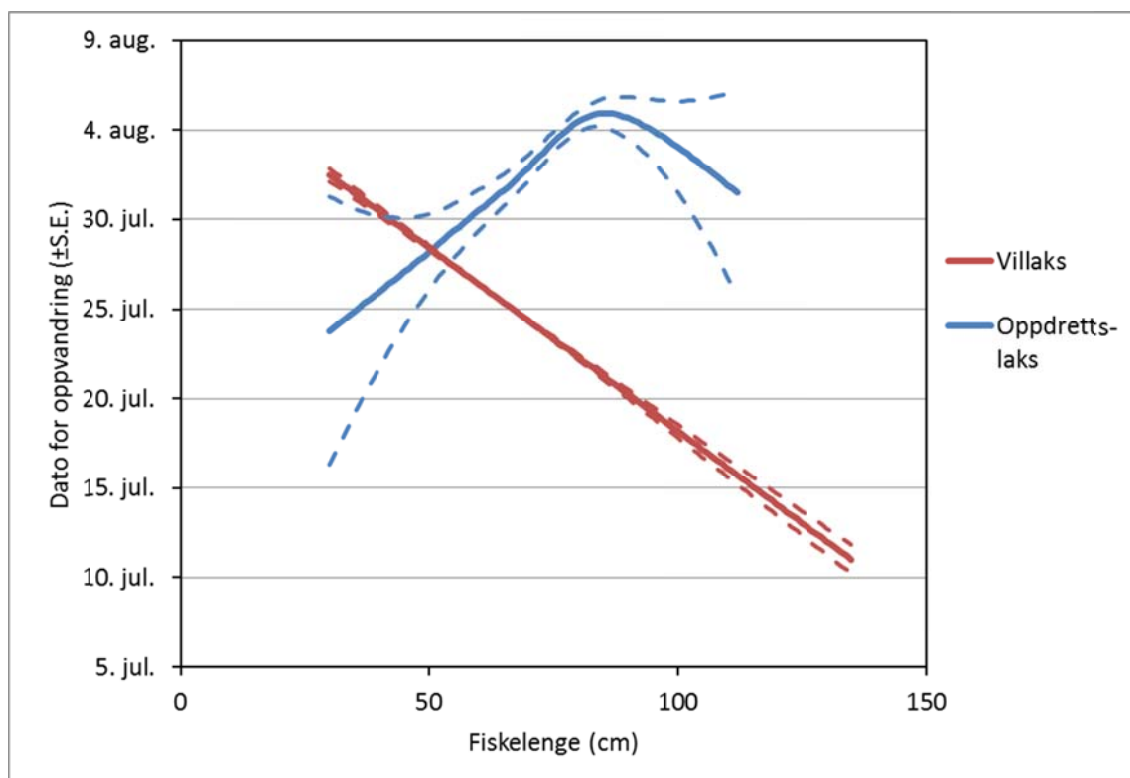
4.1.2 Oppvandring av villaks og oppdrettslaks

Oppvandringstidspunktet for villaksen varierte mellom elvene/bestandene og de ulike elvebestandene kan grupperes i tre oppvandringsgrupper basert på en gjennomsnittlig oppvandringsperiode (tidlig, middel og sen). De tidligste oppvandringene (små og stor villaks slått sammen) skjedde i begynnelsen av juli i Osenelva, Urvollelva, Stordalselva og Laukhellevassdraget, mens de fleste bestandene hadde et gjennomsnittlig oppvandringstidspunkt fra midten til slutten av juli (**figur 13**). Tre av elvene ble klassifisert som sene, dvs. Hustadelva, Mandalselva og Suldalslågen, der midlet oppvandringstidspunkt var henimot midten av august. Arendalsvassdraget (Nidelv-Arendal) skilte seg kraftig fra alle de andre elvene, ved at hovedmengden av villaksen vandret opp vassdraget i midten av september (**figur 13**). Oppvandringsperioden (forskjell mellom 10^{de} og 90^{de} persentil) varierte mye mellom elvene/årene, men med et gjennomsnitt på 7.6 uker (**figur 13**). For tre av elvene varte oppvandringen i hele 12-14 uker, mens korteste vandringstid ble registrert i de to elvene med færrest oppvandrende villaks.



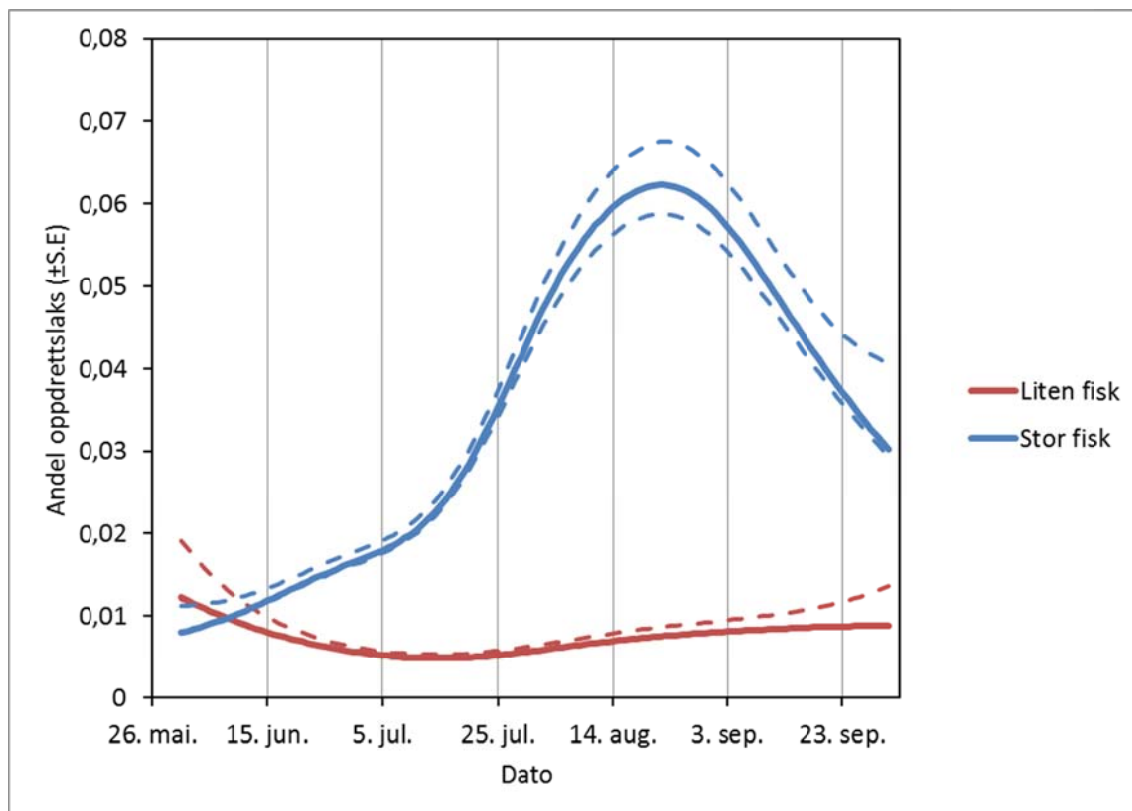
Figur 13 Oppvandringsperiode for villaks i 17 av 20 videoovervåkede norske lakseelver (se tabell 1). Elvenummer samsvarer med elvene satt opp i tabell 1. Vertikale linjer representerer 10^{de} og 90^{de} persentil av dagnummer for oppvandring (dag1 = 1. januar), mens rektanglene angir 25^{de} og 75^{de} persentil og de mørke firkantene er median (50^{de} persentil) oppvandrings-tidspunkt basert på gjennomsnitt over alle elver og år. Elver der videokameraene var plassert mer enn 2.5 km fra sjøen (n=3) er ikke tatt med.

Forholdet mellom oppvandringstidspunkt og fiskestørrelse var signifikant forskjellig mellom villaks og oppdrettslaks ($P(\text{interaksjon}) < 0.0001$; $n = 59\,170$; $n_{\text{elve\AA r}} = 102$), og det ble derfor laget separate modeller for de to gruppene. Hos villaks avtok tidspunktet for oppvandring med økende fiskestørrelse (**figur 14**), dvs. at stor villaks generelt vandret opp tidligere enn små laks ($R^2(\text{adj}) = 0.22$; $n = 57\,979$; $n_{\text{elve\AA r}} = 102$; $\text{edf}(\text{Dagnummer}) = 1.07$, $p < 0.0001$). Hos oppdrettslaks derimot økte tidspunktet for oppvandring med økende fiskestørrelse opp til ca. 85 cm, for så å avta noe for de største fiskene ($R^2(\text{adj}) = 0.29$; $n = 1342$; $n_{\text{elve\AA r}} = 84$; $\text{edf}(\text{dagnummer}) = 2.58$, $p = 0.014$). Følgelig økte forskjellen i tidspunktet for oppvandring mellom villaks og oppdrettslaks med økende fiskestørrelse. Mens både små villaks og små oppdrettslaks vandret opp i om lag samme periode, vandret villaks på 70-90 cm opp nærmere to uker tidligere enn oppdrettslaks av samme størrelse (**figur 14**).



Figur 14 GAM-modeller som viser sammenhengen mellom tidspunkt for oppvandring og størrelse for villaks og oppdrettslaks. Elver og år er kontrollert for i modellene og figuren viser gjennomsnittlige estimer for alle elver og år, +/- standard feil for fiskestørrelse. Små og stor fisk angir henholdsvis størrelsesgruppene < 65 cm og ≥ 65 cm.

Modellen for stor laks (≥ 65 cm) indikerer at andelen oppdrettslaks økte inntil slutten av august, for så å avta igjen (**figur 15**, $R^2(\text{adj}) = 0.27$; $n = 25\,869$; $n_{\text{elvéår}} = 102$; $\text{edf}(\text{dagnummer}) = 4.79$, $p < 0.0001$). Modellen viser at pulsen av stor oppdrettslaks opptrer senere i sesongen enn for villaks. Modellen for små laks (< 65 cm) viser en mye lavere og relativt konstant andel av oppdrettslaks gjennom sesongen (**figur 15**, $R^2(\text{adj}) = 0.03$; $n_{\text{elvéår}} = 103$; $n = 30\,505$; $\text{edf}(\text{dagnummer}) = 3.8$, $p = 0.083$).



Figur 15 Binære GAM-modeller som viser hvordan andelen av oppdrettslaks varierer med tidspunkt (dato) for oppvandring, for stor (≥ 65 cm) og små (< 65 cm) fisk. Elver og år er kontrollert for i modellen og figuren viser gjennomsnittlige estimater for elver og år, +/- standard feil for dato.

4.1.3 Innslag av oppdrettslaks ved drivtelling/gytefisktelinger

Fra 2011 til 2014 ble det gjennomført drivtelling/gytefisktelinger av laks i 3-4 år i til sammen 36 elver, dvs. i totalt 96 elveår. Totalt ble det observert 16 794 laks, hvorav 480 fisk (2,9 %) ble antatt å være rømt oppdrettslaks (**tabell 5**). Andel oppdrettslaks i hver av elvene varierte fra 0 til 30 %, mens totalt uveid gjennomsnitt var 4.5 % (**tabell 5**).

Tabell 5 Antall observerte villaks og rømte oppdrettslaks ved drivtelling/gytefisktelling i elver i Nordland og Troms i årene 2011-2014.

	2011		2012		2013		2014		Totalt		
	Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett	Oppdrett (%)
Åbjørvassdraget			296	3	166	6	320	4	782	13	1,6
Urvoll			24	0	9	0	8	0	41	0	0
Storelva (Tosbotn)	11	3			43	4	62	8	116	15	11,5
Røssåga	362	1	556	19	194	2			1112	22	1,9
Ranavassdraget					369	14			369	14	3,7
Gjervaelva					7	3	22	6	29	9	23,7
Spildervassdraget	268	1			125	4	141		534	5	0,9
Reipå	103	0			72	2	300	0	475	2	0,4
Beiarelva	377	7	523	3			653	29	1553	39	2,4
Lakselva (Misvær)	110	2			72	2	193	2	375	6	1,6
Valneselva	75	0	65	1	44	0	77		261	1	0,4
Saltdalselva	936	7	804	5	542	12	519	8	2801	32	1,1
Valnesfjordvassdraget							98	1	98	1	1,0
Futelva	100	1	202	1	154	2	239	0	695	4	0,6
Laksåga (Nordfjord)			51	9	27	7	69	11	147	27	15,5
Gjerdalselva/Kobbrelva	63	3	15	1	3	1	45	2	126	7	5,3
Skjomavassdraget	88	0							88	0	0,0
Kjeldelva			246	4	226	0	359	1	831	5	0,6
Råna	44	0	53	0	65	1	84	0	246	1	0,4
Elvegårdselva			120	17	84	11	294	21	498	49	9,0
Lakselva (Gullesfjord)			34	1	21	1			55	2	3,5
Kongsvikelva	41	0	67	0	37	0	46	0	191	0	0,0
Forfjordelva			30	2	54	1	149	0	233	3	1,3
Kobbedalselva	49	2	43	3	43	3	80	3	215	11	4,9
Spansdalelva	27	1	82	18	41	8	88	10	238	37	13,5
Salangsvassdraget					52	14			52	14	21,2
Skøelvassdraget	64	1	101	6	48	3	117	9	330	19	5,4
Lysbotnvassdraget			157	2	87	4	175	13	419	19	4,3
Grasmyrvassdraget	29	0							29	0	0,0
Tennelva	13	0	60	0					73	0	0,0
Ånderelva	25	1	356	0	175	9	223	13	779	23	2,9
Rossfjordevassdraget	24	0					-		24	0	0,0
Lakselva (Aursfjord)	131	0	177	0	97	3	143	2	548	5	0,9
Nordkjøselva	69	9			83	25	109	16	261	50	16,1
Kvænangselva	405	1	378	3	189	23	607	15	1579	42	2,6
Burfjordelva	-						111	3	111	3	2,6
Totalt	3414	40	4440	98	3129	165	5331	177	16314	480	2,9
Uveid gjennomsnitt											4,5

4.2 Fangst- og beskatningsrater av villaks og oppdrettslaks

4.2.1 Estimert fangstrate for villaks og oppdrettslaks under høstfisket

På bakgrunn av registreringen av oppvandrende laks fra videoovervåkingen (**tabell 1**), samt fangstrapportene fra fiskesesongen, ble antall gjenværende villaks og oppdrettslaks på senhøsten beregnet for Suldalselva, Gaularvassdraget og Laukhellevassdraget (**tabell 6**). For alle elvene og årene (6 elveår) ble det beregnet at totalt 7348 villaks og 146 oppdrettslaks hadde overlevd fisket og var "tilgjengelig" for fangst på senhøsten (etter sportsfiskesesongen). Basert på høstfisket i disse tre vassdragene i perioden 2010 til 2013 (se Fiske 2013, Fiske mfl. 2014) ble det totalt fanget 246 villaks og 39 oppdrettslaks i disse elveårene (**tabell 6**).

Innslaget av villaks og oppdrettslaks var henholdsvis 3,3 og 26,7 %, og den miksedde logistiske regresjonen viste at oppdrettslaks hadde en signifikant høyere fangbarhet enn villaks (Odds-ratio = 8,67, $p < 0.0001$). Estimert fangstrate (andel laks fanget av antall tilgjengelig) var 0,24 (0,16-0,34 CI) og 0,035 (0,023-0,054 CI) for henholdsvis oppdrettslaks og villaks, dvs. at fangbarheten for oppdrettslaks var nærmere 7 ganger høyere enn for villaks. Selv om vi forutsetter at bare 50 % av oppvandrende oppdrettslaks ble gjenkjent i stillbildet fra videokamerene, blir fangbarheten for oppdrettslaks fortsatt flere ganger høyere enn for villaks (Odds-ratio = 2,52, $p < 0,001$). I begge eksemplene ovenfor er det antatt at sportsfiskerne har gjenkjent alle oppdrettslaksene i fangsten.

Tabell 6 Estimert fangstrate fra høstfiske i Suldalslågen, Gaularvassdraget og Laukhellevassdraget, basert på registrerte oppvandrende laks ved videoovervåkingen, samt sportsfiskernes fangstrapporter ovafor videokameraene. Fangstene av villaks og oppdrettslaks under høstfisket er hentet fra Fiske mfl. 2013 og Fiske mfl. 2014.

		2010		2011		2012		2013		Totalt	
		Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett
Suldal	Antall laks registrert i video							1520	12	1520	12
	Antall avlivet ved sportsfiske							596	7	596	7
	Antall tilgjengelig om høsten							924	5	924	5
	Antall fanget ved høstfiske							45	1	45	1
	Fangst rate; høstfiske							0,049	0,200	0,049	0,200
Gaula	Antall laks registrert i video			1989	13	2143	10	1213	4	5345	27
	Antall avlivet ved sportsfiske			78	6	174	2	135	1	387	9
	Antall tilgjengelig om høsten			1911	7	1969	8	1078	3	4958	18
	Antall fanget ved høstfiske			55	6	40	0	32	2	127	8
	Fangst rate; høstfiske			0,029	0,857	0,020	0,000	0,030	0,667	0,026	0,444
Laukhella	Antall laks registrert i video	920	13			909	151			1829	164
	Antall avlivet ved sportsfiske	151	2			212	39			363	41
	Antall tilgjengelig om høsten	769	11			697	112			1466	123
	Antall fanget ved høstfiske	41	1			33	29			74	30
	Fangst rate; høstfiske	0,053	0,091			0,047	0,259			0,050	0,244
TOTAL	Antall tilgjengelig om høsten	769	11	1911	7	2666	120	2002	8	7348	146
	Antall fanget ved høstfiske	41	1	55	6	73	29	77	3	246	39
	Fangst rate; høstfiske	0,053	0,091	0,029	0,857	0,027	0,242	0,038	0,375	0,033	0,267

4.2.2 Estimert beskatningsrate av villaks og oppdrettslaks under sportsfisket

I tre av de 20 videoovervåkede elvene, dvs. i Suldalslågen, Gaularvassdarget og Laukhellevassdraget (**tabell 1**), har sportsfiskerne skilt mellom villaks og oppdrettslaks i fangstrapportene (se pkt. 4.2.1). På bakgrunn av videoovervåkingen og fangstrapporter i 6 elveår, blir estimert gjennomsnittlig beskatningsrate (samlet) for disse tre elvene henholdsvis 13.7 og 28.5 % for villaks og oppdrettslaks. Dersom bare 50 % av oppdrettslaksene ble gjenkjent under oppvandringen, endres den estimerte fangstraten for henholdsvis villaks og oppdrettslaks til 14.1 og 14.2 % (**tabell 7**), og forskjellen er ikke signifikant. Skillet mellom villaks og oppdrettslaks i sportsfiskefangstene er basert på fiskernes egne vurderinger.

Tabell 7 Estimert beskatningsrate hos villaks og oppdrettslaks i Suldalslågen, Gaularvassdarget og Laukhellevassdraget. Antall oppvandrende villaks og oppdrettslaks er basert på videoovervåking i vassdragene, mens antall fangede laks er hentet fra fangstrapportene fra sportsfiskerne, der det er skilt visuelt mellom villaks og oppdrettslaks.

		2010		2011		2012		2013		Totalt	
		Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett
Suldalslågen	Video							1520	12	1520	12
	Fangst							596	7	596	7
	Beskatning							39,2 %	58,3 %	39,2 %	58,3 %
Gaula (Sunnfjord)	Video			1989	13	2143	10	1213	4	5345	27
	Fangst			78	6	174	2	135	1	387	9
	Beskatning			3,9 %	46,2 %	8,1 %	20,0 %	11,1 %	25,0 %	7,2 %	33,3 %
Lakselva (Laukhelle)	Video	920	13			909	151			1829	164
	Fangst	151	0			212	39			212	39
	Beskatning	16,4 %	0			23,3 %	25,8 %			11,6 %	23,8 %
Total	Video	920	13	1989	13	2922	161	2733	16	8694	193
	Fangst	151	0	78	6	386	41	731	8	1195	55
	Beskatning	16,4 %	0	3,9 %	46,2 %	13,2 %	25,5 %	26,7	50,0 %	13,7 %	28,5

I fem av vassdragene der det ble gjennomført drivtelling/gytefisktelinger har sportsfiskerne også skilt mellom villaks og oppdrettslaks i fangstrapportene. På bakgrunn av observerte villaks og oppdrettslaks under drivtellingene, samt fangstrapporter der fiskerne har skilt mellom villaks og oppdrettslaks, fant vi at estimert gjennomsnittlig beskatningsrate for disse fem elvene var henholdsvis 48.3 og 73.6 % for villaks og oppdrettslaks (**tabell 8**). Dersom vi antar at bare 50 % av oppdrettslaksene ble gjenkjent ved drivtellingen, endres den estimerte beskatningsraten for henholdsvis villaks og oppdrettslaks til 48.3 og 58.2 %. Forskjellen er ikke signifikant.

Tabell 8 Estimert beskatningsrate hos villaks og oppdrettslaks i Saltdalselva, Beiarelva, Nidelva-Trondheim, Ranaelva og Kvænangselva. Innsiget til elvene er basert på fangstrapportene fra sportsfiskerne (der villaks og oppdrettslaks er skilt), samt fra de rapporterte drivtellingene/gytefisktelingerne.

		2010		2011		2012		2013		2014		Totalt	
		Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett
Saltdalselva	Fangst	335	16	330	14	304	9	113	3	247	11	1329	53
	Drivtelling	823	6	936	7	852	7	547	13	519	8	3677	41
	Innsig	1158	22	1266	21	1156	16	660	16	766	19	5006	94
	Beskatning	28,9 %	72,7 %	26,1 %	66,7 %	26,3 %	56,3 %	17,1 %	18,8 %	32,2 %	57,9 %	26,5 %	56,4 %
Beiarelva	Fangst	872	27	548	23	436	15			272	32	2128	97
	Drivtelling	511	3	377	8	523	3			631	25	2042	39
	Innsig	1383	30	925	31	959	18			903	57	4170	136
	Beskatning	63,1 %	90,0 %	59,2 %	74,2 %	45,5 %	83,3 %			30,1 %	56,1 %	51,0 %	71,3 %
Nidelva	Fangst	838	20	894	74	795	12	384	9			2911	115
	Drivtelling	414	8	642	9	192	0	171	1			1419	18
	Innsig	1252	28	1536	83	987	12	555	10			4330	133
	Beskatning	66,9 %	71,4 %	58,2 %	89,2 %	80,5 %	100,0 %	69,2 %	90,0 %			67,2 %	86,5 %
Ranaelva	Fangst							93	6			93	6
	Drivtelling							397	19			397	19
	Innsig							490	25			490	25
	Beskatning							19,0 %	24,0 %			19,0 %	24,0 %
Kvænangselva	Fangst									198	2	198	2
	Drivtelling									599	15	599	15
	Innsig									797	17	797	17
	Beskatning									24,8 %	11,8 %	24,8 %	11,8 %
Total	Fangst	2045	63	1772	111	1535	36	590	18	717	45	6659	273
	Drivtelling	1748	17	1955	24	1567	10	718	14	1150	33	7138	98
	Innsig	3793	80	3727	135	3102	46	1308	32	1867	78	13797	371
	Beskatning	53,9 %	78,8 %	47,5 %	82,2 %	49,5 %	78,3 %	45,1 %	56,3 %	38,4 %	57,7 %	48,3 %	73,6 %

4.3 Identifisering/gjenkjenning av oppdrettslaks

I Elvegårdselva ble det fanget like mange laks under notfisket som drivtellerne observerte i forkant (**tabell 9**). Det ble også registrert like mange oppdrettslaks ved drivtelling som i notkastet, og antall/andel oppdrettslaks funnet ved drivtelling og notkast ble verifisert ved skjellanalysene, dvs. at alle oppdrettslaksene fra notkastet ble korrekt kategorisert (**tabell 9**).

I Kvænangselva ble det observert 39 laks under drivtelling. De antatt samme laksene ble fanget under notkastet (i etterkant), men 9 laks falt ut av nota under landsettingen. Kategoriseringen av villaks og oppdrettslaks fra notkastet ble verifisert ved skjellanalysene, dvs. at alle oppdrettslaksene fra notkastet var korrekt kategorisert (**tabell 9**).

I Vestre Jakobselv ble det foretatt to drivtellinger, begge med påfølgende notkast. I den første drivtelling ble det observert 18 villaks og 4 oppdrettslaks, mens det i notkastet i etterkant ble fanget 16 villaks og 4 oppdrettslaks (basert visuelt). I den andre drivtelling (kulp lenger ned i vassdraget) ble det observert 148 laks under drivtelling, hvorav 143 og 5 ble antatt å være henholdsvis villaks og oppdrettslaks. Notkastet inneholdt 25 laks, hvorav 21 og 4 ble kategorisert som henholdsvis villaks og oppdrettslaks. Totalt sett ble 8 (17.8 %) av 45 laks fanget i Vestre Jakobselv antatt å være oppdrettslaks, mens det med basis i skjellanalysene ble konkludert med at 14 fisk (31.1 %) var oppdrettslaks, dvs. at i Vestre Jakobselv ble bare 8 av 14 oppdrettslaks (57 %) gjenkjent (**tabell 9**).

Alle fisk som visuelt ble kategorisert som oppdrettslaks ved elvebredden (n=15, **tabell 9**) ble også bekreftet å være oppdrettslaks ved skjellanalysene. Av de 100 fiskene som ble kategorisert som villaks ved elvebredden viste skjellanalysene at 6 av disse var oppdrettslaks. Av de totalt 21 oppdrettslaksene som ble fanget i de tre elvene ble 15 (71.4 %) gjenkjent ved elvebredden.

Tabell 9 Antall villaks og oppdrettslaks registrert ved drivtelling og fangst i notkast. Fiskene ble forsøkt kategorisert som enten villaks eller oppdrettslaks ved drivtellingene og etter at de var fanget i nota. Det ble tatt skjellprøver av fisk fanget i nota, og som senere ble avlest.

	<u>Elvegårdselva</u>		<u>Kvænangselva</u>		<u>Vestre Jakobselv</u>	
	Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett	Vill	Oppdrett
Drivtelling 1	36	4	35	4	18	4
Notkast 1	36	4	27	3	16	4
Drivtelling 2					143	5
Notkast 2					21	4
Notkast totalt	36	4	27	3	37	8
Skjellkontroll	36	4	27	3	31	14

5 Diskusjon

5.1 Innslag og oppvandring av villaks og rømt oppdrettslaks

I løpet av den flerårige videoovervåkingen i 20 vassdrag (184 elveår) ble det registrert 58 847 oppvandrede laks, hvorav 1 333 (2.3 %) visuelt ble karakterisert som rømt oppdrettslaks, mens det gjennomsnittlige innslaget (uveid) av oppdrettslaks i de 20 elvene utgjorde 5 %. Selv om det ble observert oppdrettslaks i alle elvene, ble det stort sett observert færre enn 20 oppdrettslaks årlig i 13 av de 20 overvåkede elvene. Det høyeste antall oppdrettslaks ble registrert i tre elver (Salsvassdraget, Laukhellevassdraget og Gaularvassdraget), dvs. gjennomsnittlig henholdsvis 74, 67 og 17 oppdrettslaks årlig, mens de høyeste andelen av oppdrettslaks ble påvist i Salangsvassdraget, Salsvassdraget og Sagvatnavassdraget. Siden vi ikke vet nøyaktig hvor stor andel av oppdrettslaksene som gjenkjennes i videokameraene, må innslagene av oppdrettslaks antas å være minimumsestimater. I de 13 relativt små elvene i Nordland hvor det ble benyttet manuelle fangstfeller, og det ble tatt skjellprøver av fiskene, ble det fanget i overkant av 1 500 laks, hvorav bare 1.1 % var oppdrettslaks (verifisert ved skjellanalysene), mens uveid årlig gjennomsnitt utgjorde 2.3 %. I de 36 elvene i Nordland og Troms der det ble foretatt drivtelling/gytefisketelling over en tre til fire års periode, ble det registrert nærmere 17 000 laks, hvorav 2.9 % ble antatt å være oppdrettslaks. Innslag i hver av elvene varierte fra 0 til 30 %, mens det uveide gjennomsnittlige innslaget av oppdrettslaks var 4.5 %.

I de fleste områdene i verden hvor det foregår oppdrett av atlantehavslaks finner en som oftest innslag av oppdrettslaks i et stort antall elver, mens antallet i hver elv er relativt lavt. Morris mfl. (2008) fant rømt oppdrettslaks i 56 av 62 nordamerikanske elver som lå mindre enn 300 km fra produksjonsanlegg for lakseoppdrett. Han fant et uveid gjennomsnittlig innslag på 9.2 %, mens bare 3 % av all fisk som ble undersøkt stammet fra oppdrett, noe som også er i rimelig samsvar med resultatene fra vår undersøkelse. Ved et uhell i et oppdrettsanlegg i Nord-Irland, hvor det rømte flere tusen laks, ble det påvist gjennomsnittlig 3.2 % rømt oppdrettslaks i walisiske og engelske lakseelver (Milner & Evans 2003). I River Bush fant Crozier (1998) også relativt små mengder rømt oppdrettslaks, og som oftest tilsvarte de årlige innslagene av oppdrettslaks på gyteplassene i underkant av 1 %. Tilsvarende lave innslag er funnet over mange år i Tanavassdraget, basert på skjellanalyser fra flere tusen laks fanget årlig av sportsfiskere i sommersesongen (Erkinaro mfl. 2009).

Basert på estimater fra sportsfiskefangster i norske elver fant Lund mfl. (1991) et gjennomsnittlig innslag på 5.8 % oppdrettslaks, men med svært stor variasjon i andelen rømt laks mellom de ulike elvene. Walker mfl. (2006) fant tilsvarende innslag (5.0 %) av oppdrettslaks i sportsfiskefangstene i skotske elver. I andre studier er det funnet stor variasjon i andelen oppdrettslaks gjennom sportsfiskesesongen, med høyere andel på høsten enn tidligere på sommeren (se Fiske mfl. 2006, Erkinaro mfl. 2009). Glover mfl. (2012), som kombinerte estimatene basert på innslag på gyteplassene på senhøsten med estimatene basert på sportsfiske, fant at det gjennomsnittlige innslaget av oppdrettslaks var høyere enn 15 % i 8 av 21 elver, og lavere enn 10 % i 11 av elvene.

Årsaken til at det påvises lave innslag av oppdrettslaks i mange elver, til tross for at det rømmer store mengder fisk, kan ha sammenheng med når oppdrettslaksen vandrer opp i elvene, samt metodene som benyttes for å anslå innslaget av oppdrettslaks. Flere studier indikerer at rømt oppdrettslaks stort sett vandrer senere opp i elvene enn villaksen (Gudjonsson 1991, Carr mfl. 1997, Crozier 1998, Erkinaro mfl. 2009), hvilket betyr at innslagene av oppdrettslaks basert på sportsfiskefangstene, og da spesielt tidlig i fiskesesongen, kan bli sterkt underestimerte (Walker mfl. 2006). Men også ulik fangbarhet mellom villaks og oppdrettslaks kan påvirke estimatene (Fiske mfl. 2006), spesielt dersom det i tillegg er forskjeller i fangbarhet mellom små og stor fisk i noen av gruppene. Alternativt kan det relativt lave innslaget av oppdrettslaks i mange elver også ha sammenheng med vandringsmønsteret til oppdrettslaksen i sjøfasen. Det er blant annet påvist store mengder rømt oppdrettslaks utafor kysten av Vest-Grønland (Hansen 2006). Også ved Færøyene ble det fanget store mengder oppdrettslaks, hvorav mesteparten trolig stammer fra norske oppdrettsanlegg (Hansen & Jacobsen 2003, Hansen 2006). Det

er derfor mulig at en stor del av oppdrettslaksen forlater kystområdene etter rømmingen, samt at dødeligheten er høy før den eventuelt vandrer tilbake til kysten og elvene igjen.

I de siste 10-15 årene har det vært benyttet undervanns videokameraer, for å telle antall oppvandrende laks i norske elver. Fordelen med denne teknologien er blant annet at en kan påvise eksakt når hver villaks og oppdrettslaks vandrer opp i vassdraget, og dermed kan man til en hver tid beregne innslaget av rømt oppdrettslaks i vassdraget. Forutsetningen for å dra full nytte av denne teknologien er at en med tilstrekkelig presisjon kan skille rømt oppdrettslaks fra annen villfisk, samt at videokameraene er i drift under hele oppvandringsperioden. I denne undersøkelsen ble de fleste elvene overvåket minst frem til slutten av september. I tillegg var videokameraene i drift til midten/slutten av oktober og begynnelsen av november. Basert på de statistiske analysene (lineære modeller) som ble brukt, fant vi at forholdet mellom oppvandringstidspunkt og fiskestørrelse avvek mellom villaks og rømt oppdrettslaks. Stor villaks hadde vandret opp tidligere enn små villaks, mens oppvandringstidspunktet hos rømt oppdrettslaks økte med økende fiskestørrelse opp til om lag 85 cm. Følgelig økte forskjellen i oppvandringstidspunkt mellom villaks og oppdrettslaks med økende fiskestørrelse. Mens de minste oppdrettslaksene vandret opp noe tidligere enn de minste villaksene, vandret villaks på 70-90 cm opp nesten to uker tidligere enn oppdrettslaks av samme størrelse (se **figur 14**).

Selv om stor (≥ 65 cm) oppdrettslaks vandret opp senere enn villaks i elvene som ble undersøkt i dette studiet, fant vi ingen indikasjoner på at oppdrettslaks vandret opp spesielt sent i sesongen. Derimot fant vi at andelen rømt oppdrettslaks økte fram mot slutten av august for så å avta igjen, noe som indikerer at det normalt høyere innslaget av oppdrettslaks under fisket på senhøsten (september-oktober) i større grad skyldes høyere fangbarhet enn høyere andel oppdrettslaks. Selv om samplestørrelsen av små (< 65 cm) oppdrettslaks var begrenset, viste modellene at innslaget av små oppdrettslaks var lavt og stabilt gjennom hele oppvandringsperioden, noe som delvis støtter hypotesen om at det sterkt størrelsesavhengige oppvandringsmønsteret hos villaks er noe mindre tydelig hos rømt oppdrettslaks.

Basert på sportsfiskernes fangstrapporter fra juni-august i norske elver, har innslaget av oppdrettslaks vært noenlunde stabilt de siste 10 årene, med et gjennomsnittlig innslag på ca. 7 %, mens innslaget siste år (2013) var 3.2 % (Anon 2014a). I kontrast til dette så har det gjennomsnittlige innslaget av rømt oppdrettslaks under høstfisket (september-oktober) vært nærmere 15 % de siste 10 årene, og 17.7 % i 2013 (Fiske mfl. 2014). Som nevnt ovenfor kan forskjellen mellom estimatene fra sportsfisket og høstfisket delvis forklares ved at oppdrettslaksen vandrer opp noe senere enn villaksen. Men siden andelen av oppdrettslaks i september ser ut til å være i noenlunde samsvar med andelen i store deler av fiskesesongen (se **figur 15**), samt mye lavere enn andelen fra høstfisket, kan det antas at ulik fangbarhet og/eller ulik habitatfordeling også påvirker resultatene.

5.2 Fangstrater hos villaks og rømt oppdrettslaks

Innslagene av oppdrettslaks basert på videoovervåkingen i denne undersøkelsen er lavere enn anslagene basert på sportsfisket og høstfisket (se Fiske 2013, Fiske mfl. 2014), noe som blant annet kan skyldes at fangbarheten er høyere for rømt oppdrettslaks enn for villaks. Tre av de videoovervåkede vassdragene med et visst innslag av oppdrettslaks (Suldalslågen, Gaularvassdraget og Laukhellevassdraget) har i enkelte år også inngått i det såkalte "høstfisket" som gjennomføres i september-oktober (se Lund mfl. 2001, Fiske 2013, Fiske mfl. 2006, 2014). Det finnes også utfyllende fangstrapporter fra disse vassdragene de siste årene. Ved å kombinere oppvandringen av villaks og oppdrettslaks fra videoovervåkingen med antall laks som ble rapportert fanget og avlivet under sportsfisket, beregnet vi hvor mange villaks og oppdrettslaks som sannsynligvis var til stede i de tre vassdragene da høstfisket ble foretatt.

I alle tre vassdragene fant vi store forskjeller i fangstrate mellom villaks og oppdrettslaks. Samlet for de tre vassdragene var gjennomsnittlig andel villaks og rømt oppdrettslaks henholdsvis 3.3 og 26.7 %, og med basis i en logistisk regresjon fant vi at fangstraten for villaks og opp-

drettslaks var henholdsvis 0.035 og 0.24. Det vil si at fangstraten for oppdrettslaks var i størrelsesorden 7 ganger høyere enn for villaks. Selv om vi gjør en antagelse om at bare 50 % av oppdrettslaksene ble gjenkjent ved videoovervåkingen, var den estimerte fangbarheten fortsatt flere ganger høyere for oppdrettslaks enn for villaks (Odds ratio = 2.52, $p < 0.0001$). Det er også sannsynlig at sportsfiskerne ikke gjenkjente alle oppdrettslaksene de fanget, noe som eventuelt vil øke forskjellen ytterligere. Dersom sportsfiskerne imidlertid har rapportert (stor) villaks som oppdrettslaks, fordi de da kan avlive fisken, vil forskjellen reduseres, men denne effekten er neppe tilstrekkelig til at forskjellen endres betydelig (se pkt. 5.3 nedenfor). Det er derfor mulig at oppdrettslaksen av en eller annen grunn fanges lettere enn villaksen, og at ulik fangbarhet mellom villaks og rømt oppdrettslaks kan ha påvirket de estimerte innslagene av oppdrettslaks under høstfisket (se Skilbrei mfl. 2011, Fiske 2013, Fiske mfl. 2014). Dette kan igjen føre til at de beregnede andelene av oppdrettslaks basert på høstfisket kan være overestimerte. Slike overestimat kan skyldes flere forhold; for eksempel at oppdrettslaksen har høyere bitevillighet under stangfisket, at oppdrettslaksen i større grad enn villaksen oppholder seg på de relativt få stedene høstfisket utøves, at de lokale fiskerne på senhøsten ubevisst oppsøker områder der det er størst sjanse for å finne oppdrettslaks og/eller ønsker å redusere sjansen for å forstyrre eller skade villaksen. Det finnes derfor flere plausible årsaker til at ulik fangbarhet mellom villaks og oppdrettslaks, og/eller utøvelsen av høstfisket, kan påvirke andelen oppdrettslaks i fangstene.

Basert på videoovervåkingen i de tre ovennevnte elvene, og ved å slå sammen alle elver og år, overlevde 7494 laks sportsfiskesesongen, mens bare 146 av disse (2 %) var kategorisert som oppdrettslaks. Innslaget av oppdrettslaks i høstfisket i disse tre elvene var 13.7 %, tilsvarende et uveid gjennomsnitt på 12.3 %. Gjennomsnittlig innslag av oppdrettsfisk i sportsfiskefangstene de siste 10 årene var om lag 7 %, noe som også er høyere enn innslaget både basert på de videoovervåkede elvene (5 %), elvene der det ble benyttet fangstfeller og der det ble tatt skjellprøver av laksen (2 %), og i de elvene der det ble gjennomført drivtelling (5 %). Siden store deler av sportsfiskefangstene tas tidlig i sesongen, indikerer dette at fangbarheten på oppdrettslaks også er høyere under sportsfiskesesongen.

Under sportsfisket i Namsen i 2012 fant Næsje mfl. (2013a) bare 3 % oppdrettslaks i sportsfisket, mens innslaget av oppdrettslaks under overvåkingsfisket (etter sportsfiskets slutt) var på hele 14 %. Næsje mfl. (2013a) rapporterte at andelen rømt oppdrettslaks varierte betydelig mellom ulike fiskeperioder og fant indikasjoner på at oppdrettslaksens bitevillighet varierte lite gjennom overvåkingsfisket. Derimot fant de at villaksens bitevillighet varierte betydelig, samt ble sterkt redusert i perioden like før gyting. Næsje mfl. (2013a) mente denne variasjonen i bitevillighet hos villaksen kan være en viktig årsak til at andelen rømt oppdrettslaks i fangstene var høyest i den siste fiskeperioden. De fant imidlertid også at radiomerket rømt oppdrettslaks i Namsenvassdraget hadde lavere beskatningsrate (19-25 %) enn villaks (34-36 %), men mente dette kunne skyldes at oppdrettslaksen ble merket vesentlig senere i sesongen og dermed ble utsatt for fiske i et kortere tidsrom Næsje mfl. (2013a).

Med basis i fangstene fra høstfisket i 2013 fant Fiske mfl. (2014) at oppdrettslaksen var mer ujevnt fordelt i vassdragene enn villaksen, og at mengden oppdrettslaks i fangstene i for eksempel Alta og Namsen var overrepresentert i øvre deler av vassdragene. I andre elver, som for eksempel Gaula i Sunnfjord (Gaularvassdraget), Reisavassdraget, Repparfjordelva og Vestre Jakobselv ble oppdrettslaksen hovedsakelig fanget i nedre deler av elva. Det er derfor mulig at ulik fangbarhet mellom villaks og oppdrettslaks, som vår undersøkelse indikerer, eventuelt skyldes at oppdrettslaksen er mer ujevnt fordelt enn villaksen i vassdraget, og at de om lag 65 laksene som gjennomsnittlig fanges årlig under høstfisket, derfor ikke gir et representativt bilde av andelen oppdrettslaks i vassdragene. Dette vil trolig ha størst innvirkning i de største og lengste vassdragene.

Innfanging av laks under høstfisket foretas nesten utelukkende av lokale fiskere som har generelt god kunnskap om vassdragene de fisker i. Ofte bruker fiskerne stang (sluk/flue) og det er derfor mulig at ulik bitevillighet kan påvirke innslaget av villaks og oppdrettslaks under fisket

(se Næsje mfl. 2013a). En kan heller ikke se bort fra at fiskerne intuitivt oppsøker områder i elva hvor de vet at det finnes relativt mye oppdrettslaks. Dette kan skyldes at de ser på høstfisket som en mulighet for å fjerne flest mulig oppdrettslaks, samtidig som de ikke ønsker å forstyrre villaksen før og under gytingen. I noen elver foregår fisket om natten ved bruk av kraftig lys, og fisken fanges med håv. Dette gir mulighet til å velge hvilke laks som skal fanges, og det er ikke usannsynlig at fiskerne foretrekker å håve inn oppdrettslaks fremfor villaks, forutsatt at de under høstfisket er i stand til å skille oppdrettslaksen fra villaksen.

Beregningene av fangst- og beskatningsratene for villaks og oppdrettslaks i denne undersøkelsen bygger på en del forutsetninger, blant annet at vi gjennom videoovervåkingen kan skille oppdrettslaks fra villaks med tilstrekkelig presisjon ($> 50\%$), samt at fangstrapporteringen er i samsvar med det reelle uttaket av villaks og oppdrettslaks. De relativt sterke indikasjonene på ulik fangbarhet mellom rømt oppdrettslaks og villaks fra denne undersøkelsen (se også Næsje mfl. 2013a), den antatt ulike fordelingen mellom villaks og oppdrettslaks i vassdragene på senhøsten (Næsje mfl. 2013a, Fiske mfl. 2014), samt en mulig ikke-tilfeldig innsamling av lokale fiskere under høstfisket, indikerer at andel oppdrettslaks fra stikkprøvene under høstfisket kan være overestimert. I framtidige studier bør det foretas evalueringer av hvor godt en kan skille oppdrettslaks fra villaks, både i videosekvensene fra videosystemene og ved drivtellingene. Videre bør innsamlingsmetodikken under høstfisket evalueres.

5.3 Gjenkjenning av oppdrettslaks

En potensiell feilkilde som vil kunne påvirke konklusjonene ovenfor er hvorvidt oppdrettslaks feilaktig har blitt kategorisert som villaks i videoundersøkelsene og i sportsfiskefangstene, mens laks som fanges i høstfisket har vært karakterisert på bakgrunn av skjellanalyser og dermed har en relativt sikker kategorisering (Fiske mfl. 2005, Jensen mfl. 2013). Under videoovervåkingen ble oppvandrende laks visuelt karakterisert som vill eller oppdrett ut fra morfologiske kjennetegn. Nylig rømt laks er ofte enkel å skille fra villaks, mens laks som har rømt tidlig i livsfasen, eller har rømt lenge før den blir observert, er vanskeligere å skille fra villaks. Videoovervåkingen ble imidlertid utført av personell som har lang trening i å gjenkjenne oppdrettslaks, samt at videosekvensen av hver fisk kan studeres så mange ganger en ønsker, noe som minsker sannsynligheten for at mange av oppdrettslaksene skulle bli feilaktig karakterisert som villfisk. Og selv om de bare gjenkjente 75% , eller i verste fall 50% av oppdrettslaksene, ville den estimerte fangstraten vi beregnet for høstfiske i Suldalslågen, Gaularvassdraget og Laukhellevassdraget fortsatt være høyere hos oppdrettslaks enn villaks. Dersom sportsfiskerne feilaktig underestimerer andelen oppdrettslaks, ville den estimerte fangstraten for oppdrettslaks bare øke ytterligere.

På den annen side er det en mulighet for at sportsfiskerne bevisst velger å karakterisere en stor villaks som oppdrettslaks, da det i mange elver er påbudt å sette ut villaks, og i alle fall villaks over en viss størrelse. I Laukhellevassdraget er det påbudt å sette ut villaks over 3 kg , og det kan derfor være fristende for noen av sportsfiskerne å rapportere villaks over 3 kg som oppdrettslaks, fordi de da kan avlive fisken. Som oftest blir det sendt inn få skjellprøver av laks fanget under sportsfiske og det er derfor vanskelig å etterprøve hvor vanlig det er at fiskerne eventuelt rapporterer en del av villaksen de fanger til å være oppdrettslaks. I Suldalslågen, Gaularvassdraget og Laukhellevassdraget ble det i følge sportsfiskerne fanget totalt $1\,346$ villaks og 57 oppdrettslaks. Dersom det antas at alle de 57 oppdrettslaksene egentlig var villaks, ville andelen villaks under høstfisket bare øke fra $3,35$ til $3,37\%$, mens andelen oppdrettslaks ville minske fra $26,7$ til $19,5\%$. Med andre ord ville fangstraten for oppdrettslaks under høstfisket fortsatt være nærmere 6 ganger høyere enn hos villaks.

I denne undersøkelsen ble også evnen til å gjenkjenne oppdrettslaks ved tradisjonelle drivtelling/gytefisketelling studert. Drivtellingene ble gjennomført i avgrensede områder/kulper, der det i etterkant av tellingene ble dratt not gjennom området. Videre ble karakteriseringen av villaks og oppdrettslaks ved drivtelling og etter notfangst sammenholdt med skjellanalyser av de samme fiskene. Det viste seg at i to av vassdragene (Kvænangselva og Elvegårdselva) ble alle

oppdrettslaksene korrekt kategorisert, både under vann og etter fangst. I Vestre Jakobselv, derimot, hvor det ble fanget 31 villaks og 14 oppdrettslaks, ble bare 8 av de 14 oppdrettslaksene gjenkjent (57 %), dvs. at samlet for alle tre vassdragene ble 15 (71 %) av 21 oppdrettslaks gjenkjent. Under høstfisket i 2013 var innslaget av oppdrettslaks i Vestre Jakobselv 25 % (Fiske mfl. 2014). Motivet for å velge Vestre Jakobselv var at innslaget av oppdrettslaks har vært svært høyt over flere ti-år (20-65 %; se Fiske mfl. 2001, Fiske 2013, Fiske mfl. 2014), til tross for at det finnes særdeles få oppdrettsanlegg i området (se Fiske mfl. 2001). De erfarne drivtelserne som deltok i denne undersøkelsen uttalte at det var svært utfordrende å skille ut oppdrettslaksene, både under drivtellingen og i etterkant av notkastet. Næsje mfl. (2013a, 2014b) fant at erfarne kilenotfiskere feilklassifiserte 15 % av oppdrettslaksen som villaks, hvorav 14 av 15 (93 %) laks som ble feilvurdert, hadde tilbrakt minst et år i sjøen etter rømming. Næsje mfl. (2013a) konkluderte med at det trolig er vanskeligere å gjenkjenne oppdrettslaks som har vært lenge i det fri. Både under kilenotfisket i Namsfjorden og overvåkingsfisket i Namsen-vassdraget ble 29 % av oppdrettslaksen feilvurdert til å være villaks, mens for villaks ble bare 0.1 % av kilenotfangstene og 3 % av overvåkingsfangstene feilvurdert til å være oppdrettslaks (Næsje 2013a, 2014a). Dette samsvarer med undersøkelsene fra Kolarctic-salmon-prosjektet (EU Kolarctic ENPI CBC KO197 project), der sjølaksefiskerne langs kysten av Nord-Norge gjenkjente ca 60 % av 2 500 oppdrettslaks fanga fra mai til august i 2011-2012. I forbindelse med uttak av laks i seks vestlandselver (se Lehman mfl. 2008) fant forskerne som deltok i fisket 26 av 32 oppdrettslaks (senere verifisert ved skjellanalyser), dvs. de fant ca. 81 % av oppdrettslaksene.

Under et prosjekt ledet av Veterinærinstituttet (Hokseggen mfl. 2012) ble det samlet inn skjellprøver fra en rekke elver rundt Trondheimsfjorden. Bakgrunnen for prosjektet var en stor rømming ved SalMars lokalitet på Værøya i februar 2011 (Hokseggen mfl. 2012). Det ble på forhånd avholdt en kurskveld for å lære opp sentrale personer i prosjektet i å skille oppdrettslaks fra villaks. I prosjektet ble det fanget, avlivet og klassifisert 1 712 elvefiskede laks og 296 kilenotfiskede laks. Av de 52 laksene som elvefiskerne vurderte til å være oppdrettslaks, ble kun 20 (38 %) klassifisert som oppdrettslaks ved skjellanalyse, mens bare 27 (47 %) av de 58 laksene som kilenotfiskerne klassifiserte som oppdrettslaks, viste seg å være oppdrettslaks ved skjellanalysene. Dette innebærer at mer enn halvparten (57 %) av de fiskene som ble klassifisert som oppdrettslaks egentlig var villaks.

Det ovennevnte prosjektet ble videreført i 2013 (Trondheimsfjorden), og det ble samlet inn skjellprøver av laks fanget i 6 elver (se Florø-Larsen 2013). Fiskerne som leverte inn skjellprøver mente at skjellmaterialet bestod av 748 villaks og 28 oppdrettslaks, mens skjellanalysene viste at henholdsvis 745 (99.6 %) og 22 (78.6 %) var riktig vurdert, dvs. at også i denne undersøkelsen vurderte fiskerne mange av villaksene til å være oppdrettslaks. Disse to undersøkelsene skiller seg derfor fra de fleste andre studiene, der en viss andel oppdrettslaks blir karakterisert som villaks (dvs. at alle "sikre" oppdrettslaks som oftest også blir karakterisert som oppdrettslaks ved skjellanalysene). Disse undersøkelsene ble imidlertid igangsatt etter en stor rømming og det er mulig at prosjektdeltakerne i større grad enn ellers har "lett" etter de rømte oppdrettslaksene, noe som kanskje har overestimert innslaget av oppdrettslaks. I tillegg kan flergangsgytende laks forveksles med oppdrettslaks fordi pigmenteringen hos flergangsgytere ligner oppdrettslaksens pigmentering, og skader/slitasje fra forrige gyting kan forveksles med finneslitasjen hos oppdrettslaks (se Niemelä mfl. 2011).

Uansett indikerer alle disse studiene at gjenkjenning av oppdrettslaks basert på ytre karakterer har en viss usikkerhet. Til og med i tradisjonelle skjellanalysestudier, kan gamle flergangsgytere av villaks forveksles med oppdrettslaks (Niemelä mfl. 2011). Jensen mfl. (2013) viste god overensstemmelse mellom oppdrettslaks basert på genetiske metoder og skjellanalyser, mens gentester på stamfisk i Surna viste at enkelte laks som var klassifisert som villaks fra skjellanalysene egentlig var oppdrettslaks eller kryssninger mellom oppdrettslaks og villaks (Fiske mfl. 2014).

Selv om vi i denne undersøkelsen har overvåket den historiske oppvandringen av villaks og oppdrettslaks i 33 vassdrag, og har foretatt drivtelling/gytefisktel­linger i 37 vassdrag, er kombinasjonen av video- og drivtelling kun gjennomført i Skjomavassdraget. Innslagene av oppdrettslaks i Skjoma var imidlertid svært lave, samt at det foregikk en del uregistrert fangst av oppdrettslaks før drivtelling ble gjennomført. Det var derfor umulig å foreta noen statistisk sammenligning av innslagene av oppdrettslaks i video- versus drivtellingene i dette vassdraget.

5.4 Hvilke metoder er best egnet for å estimere innslaget av rømt oppdrettslaks?

Overvåking ved bruk av video i norske lakseelver er trolig den overvåkingmetoden som potensielt sett gir mest informasjon om statusen til anadrome bestander i et vassdrag, dvs. antall fisk av hver art som har vandret opp vassdraget, oppvandringsperioden, størrelses- og kjønnsfordeling, innslag av oppdrettslaks, luspåslag osv. All fisk som passerer videokameraene kan studeres i detalj i ett eller flere stillbilder, eller i en videosekvens, noe som gir videoobservatøren gode forutsetninger til å skille mellom oppdrettslaks og villaks basert på ytre karakterer. Ved videoovervåking av fisketrapper kan for eksempel andel oppdrettslaks rapporteres daglig, og overvåkingen kan dermed benyttes både til varsling av rømmingstilfeller og til å vurdere behov for utfiskingstiltak. I større elvesystemer, der flere kameraer benyttes for å observere hele elvetverrsnittet blir videoanalysene mer ressurskrevende, og analysene blir derfor sjelden ferdigstilt i forkant av gytetiden for laks. Videoovervåking har vært benyttet til overvåking av fiskevandring i mer enn 15 år, og kan tilpasses til de fleste typer vassdrag, forutsatt at sikten ikke er for dårlig. Videoovervåking er imidlertid kostnadskrevende og blir derfor primært benyttet i vassdrag der dataene har en bred anvendelse.

Drivtelling/gytefisktelling har, som videoovervåking, som målsetting å registrere alle de potensielle gytefiskene i en laksebestand, og drivtellingene blir derfor som oftest gjennomført over hele lakseførende del av elva. Det er gjennomført flere metodetester i norske og finske vassdrag de siste årene som viser at drivtellerne observerer om lag 80-85 % av voksen laks i et vassdrag. I Skjoma ble det gjennomført både videoovervåking og drivtelling over flere år (2008-2011), og her ble 85-90 % av oppvandrende fisk (laks, ørret og røye) registrert i videokameraene senere på høsten observert under drivtelling (Lamberg mfl. 2013). Liknende erfaringer ble også gjort i Åbjøravassdraget, der 86-92 % av fisk observert i videokameraene i fisketrappa, senere ble observert ved drivtelling ovenfor trappa (Lamberg mfl. 2009). I Skibotnelva, hvor radiomerket fisk ble peilet før og etter drivtelling, observerte drivtellerne 22 (84 %) av de 26 radiomerkede fiskene (Kanstad-Hanssen 2010). I en sideelv til Tana observerte Orell mfl. (2011) 81-82 % av laksene. Det er derfor sannsynlig at erfarne drivtellerne vil observere i størrelsesorden 80-90 % av gytelaksene. I tillegg kan drivtellerne med rimelig stor presisjon klassifisere fiskene i størrelsesgrupper, og i mange tilfeller også til kjønn. Drivtellerne vil også påvise hvordan laksen er fordelt i vassdraget, noe som vil ha stor betydning for eksempel ved eventuell utfiskingstiltak av oppdrettslaks, selv om det foreløpig er foretatt få tester som kan anslå hvor stor andel av oppdrettslaksen som gjenkjennes under drivtelling (se pkt. 5.3 ovenfor).

Drivtelling har vært benyttet i flere år for å beregne størrelsen på gytebestander av laks, og erfaringsmessig har metoden vist seg å være kostnadseffektiv, og har latt seg gjennomføre i de fleste vassdragstyper (se Skoglund mfl. 2013, Kanstad-Hanssen & Lamberg 2013, Kanstad-Hanssen mfl. 2014). Drivtellingene gjennomføres sent på høsten, dvs. etter fiskesesongen og like før gyting, og gir dermed gode forutsetninger for å beregne størrelsen på gytebestanden rimelig eksakt. Det forutsettes imidlertid at drivtellingene utføres i henhold til beskrevet metodikk (jfr. 3.4). Dermed kan en også beregne egg tetthet og gytebestandsmål. Ved å inkludere sportsfiskefangstene kan en også beregne størrelsen på innsiget av laks til vassdraget. I tillegg blir det registrert hvor i elva gytefisken oppholder seg, samt at en også får oversikt over innslag og lokalisering av oppdrettslaks, noe som forenkler eventuell utfisking av oppdrettslaks. Drivtel-

ling er standardisert som metode og er beskrevet gjennom Norsk Standard (NS9456), som nå er under revidering og ventes i ny utgave i 2015.

Basert på videoovervåking og drivtelling vil en potensielt kunne estimere innslag av oppdrettslaks uavhengig av om vassdraget er åpent for fiske eller ikke, men som nevnt ovenfor er data fra videoovervåking som oftest ikke tilgjengelig forut for gyteperioden (i registreringsåret), og det vil dermed ikke kunne iverksettes utfisking av oppdrettslaks før gytingen er i gang. Sett i lys av forslaget om obligatorisk utfisking av rømt oppdrettslaks dersom andelen oppdrettslaks i elvene passerer en gitt grenseverdi (15 %), forutsettes det at utfisking må skje i løpet av registreringsåret (Anon. 2014b), noe som best imøtekommes ved bruk av drivtelling som overvåkingsmetode. Sammenlignet med videoovervåking er også drivtelling en langt mer kostnadseffektiv metode.

Bruk av videoovervåking og drivtelling for å beregne innslaget av oppdrettslaks, forutsetter at det er mulig å skille oppdrettslaks fra vill laks basert på ytre morfologiske kjennetegn. De få undersøkelsene som er gjennomført indikerer at sannsynligheten for at vill laks blir feilbestemt som oppdrettslaks er svært liten, ofte lavere enn 1 %. Feilkarakterisering skjer hovedsakelig ved at en del oppdrettslaks blir karakterisert som villaks, trolig på grunn av få tydelige ytre kjennetegn hos noen av oppdrettslaksene, dvs. de er utseendemessig svært lik villaksen. I de undersøkelsene som er gjort, der sportsfiskere, sjølaksefiskere og andre har deltatt, har i størrelsesorden 20-40 % av oppdrettslaksene blitt feilbestemt som villaks (jfr. pkt. 5.3). Nylig rømt oppdrettslaks er trolig lett å skille fra villaks, mens fisk som har rømt tidlig og/eller har vært lenge i det fri er vanskelig å skille fra villaks (jfr. pkt. 5.3 ovenfor). Næsje mfl. (2014) viste at 64 % av oppdrettslaksene som ble fanget i kilenot i Namsfjorden hadde rømt mer enn ett år før den ble fanget, mens 47 % prosent av oppdrettslaksen som ble fanget i Namsen hadde rømt for mer enn ett år siden. Næsje mfl. (2014a) fant at alle oppdrettslaksene som ble feilkategorisert som villaks i kilenotfangstene hadde vært lenge i det fri (mer enn ett år i sjøen), samt at 6 av 9 feilkategoriserte fisk i overvåkingsfiske i elva også hadde vært minst et år i det fri.

På grunn av målrettet avl gjennom mange generasjoner har oppdrettslaksen tapt mye av den genetiske variasjonen vi finner hos villaks, og den genetiske differensiering mellom oppdrettslaks og villaks har økt (se Glover mfl. 2011). Det er derfor bekymringsfullt for de ville laksebestandene at rømt oppdrettslaks vandrer opp i lakseelvene og krysser seg med villaks, og dermed potensielt sett forandrer den genetiske strukturen hos villaks i form av tap av genetisk variasjon, forandring i populasjonsstruktur og en reduksjon i produktivitet, levedyktighet og tilpassingsevne, samt faren for å overføre sykdommer og parasitter (Glover mfl. 2011).

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning fastslår i sin siste statusrapport for norske laksebestander at rømt oppdrettslaks, sammen med lakselus, er de to største og ikke-stabiliserende menneskeskapte truslene mot ville laksebestander (Anon. 2014a). En ikke-stabilisert bestandstrussel er definert som «*en faktor som påvirker bestander så sterkt at den kan bidra til at bestanden blir kritisk truet eller tapt i naturen...*». Siden trusselen normalt øker med økende innslag av oppdrettslaks, er det viktig å; 1) kunne estimere innslaget av oppdrettslaks i elvene, samt 2) om mulig, eventuelt fjerne oppdrettslaksen fra de mest utsatte elvene. Det er også foreslått andre metoder for utfisking, som for eksempel å utvide prøvefisket til å inkludere overvåking i kilenøter (Anon. 2014c). I de siste årene har forvaltningen benyttet "årsprosenten" og/eller "høstprosenten" som et omtrentlig estimat av innslaget oppdrettslaks i elvene. Årsprosenten er beregnet ut fra innslaget i sportsfiskefangstene, kombinert med stikkprøver på senhøsten (se Fiske mfl. 2006), mens høstprosenten er estimert innslag under høstfisket (se Fiske mfl. 2014). Ved manglende data fra enten prøvefisket om høsten eller sportsfisket om sommeren kan årsprosenten beregnes ut fra den antatte sammenhengen mellom dem (se Fiske mfl. 2006).

Regjeringen har nå fremmet forslag om at utfisking av rømt oppdrettslaks skal kunne pålegges (Anon. 2014 b), og det er foreslått ulike tålegrenser basert på ulike innslag av oppdrettslaks målt etter for eksempel høstprosenten. Dersom innslaget av rømt oppdrettslaks (høstprosenten) er 5-15 % skal utfiskingstiltak vurderes og dersom innslaget overstiger 15 % skal det

iverksettes utfisking av oppdrettslaksen (Anon. 2014b). Dersom dette forslaget blir gjennomført bør beslutningskravet, dvs. estimatet av innslaget av oppdrettslaks ha rimelig høy presisjon.

Dersom vi antar at en elv med 1 000 laks har et reelt innslag på 15 % oppdrettslaks, og det ved drivtelling oppdages 70 % av oppdrettslaksene, vil det observerte innslaget av oppdrettslaks være i underkant av 10.5 %, dvs. representere et minimumsestimat, men avvike relativt mye fra det reelle innslaget (tålegrensen) på 15 %. Det estimerte innslaget vil ikke endres om totalbestanden er mindre eller større. Dersom vi imidlertid kjenner hvor stor andel av oppdrettslaksen som normalt ikke gjenkjennes, kan vi selvsagt estimere innslaget av oppdrettslaks rimelig bra. Tilsvarende vil et estimat fra videoovervåkingen også gi et minimumsestimat, men dersom en kjenner oppdagelsesfrekvensen av oppdrettslaks, og fangstrapportene er pålitelige, vil en kunne estimere både andel og antall oppdrettslaks og villaks i bestanden. Dette viser at dersom drivtelling og/eller videoovervåking skal benyttes for å gi sikre anslag av andelen (og antallet) oppdrettslaks i en bestand, bør feilkarakteriseringen av oppdrettslaks kvantifiseres.

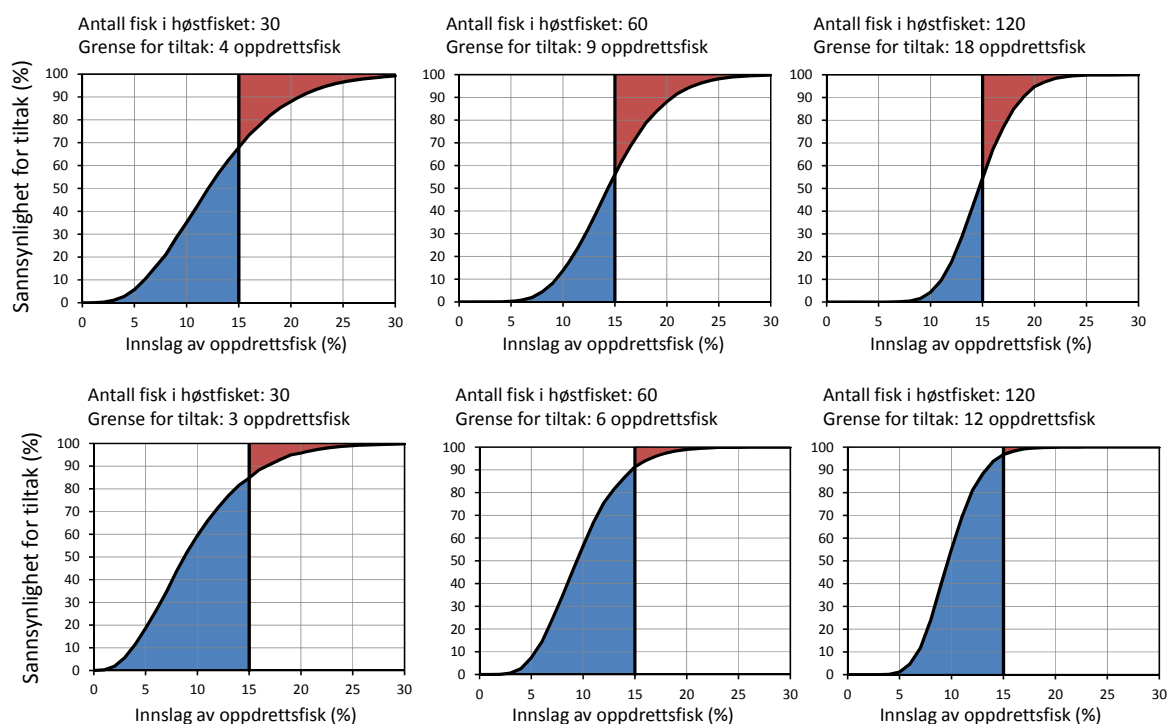
Siden 1989 har andel oppdrettslaks i gytebestandene av vill laks i norske elver blitt målt gjennom et årlig overvåkingsprogram basert på stikkprøver på senhøsten i 20-40 elver. Det blir stort sett fanget fra 20 til 150 laks (gjennomsnittlig 65 laks per elv), og det tas skjellprøver av alle fiskene, dvs. andelen/antallet oppdrettslaks i samplet er trolig korrekt. Problemet er at det bare tas et relativt lite utvalg av totalbestanden, og selv om oppdrettslaksen og villaksen skulle være jevnt fordelt i vassdraget, samt at fangbarheten var lik for begge, vil den normalt lave samplestørrelsen føre til at estimatet ville ha store usikkerheter. Dersom det for eksempel gjennomføres et teoretisk høstfiske i bestanden omtalt ovenfor (bestandsstørrelse på 1 000 laks og 15 % innslag av oppdrettslaks), må utvalgsstørrelsen være på ca. 195 fisk, dvs. tre ganger høyere enn gjennomsnittlig uttak ved høstfiske, dersom presisjonen skal være 5 % i hver retning (Fiske 2013). Dersom vi i tillegg antar at oppdrettslaksen og villaksen ikke er jevnt fordelt i vassdraget (Fiske mfl. 2014, Næsje mfl. 2014a), og/eller at fangstraten på oppdrettslaks er vesentlig forskjellig fra villaks (jfr. denne undersøkelsen), vil usikkerheten bli vesentlig større. Dersom totalbestanden det fiskes består av noen få hundre laks, vil samme utvalgsstørrelse imidlertid gi mindre variasjon i estimatet. Dersom en setter som krav at variasjonen skal ligge innenfor 1-2 prosentpoeng, vil det (med unntak av de aller minste bestandene) være nærmest umulig å oppnå tilstrekkelig presisjon i estimatene.

En kan også gjøre enkle simuleringer for å undersøke hvordan utvalgsstørrelsen i høstfisket påvirker beslutningsgrunnlaget med hensyn til initiering av forvaltningstiltak, for eksempel om en ønsker å iverksette utfisking ved en gitt tålegrense av oppdrettslaks. Vi antar samme forutsetning som ovenfor, dvs. ei lakseelv med 1 000 fisk med et gitt innslag av oppdrettslaks og med en tålegrense på 15 % oppdrettslaks. Sett at man fra denne elven fisker et gitt antall fisk under høstfisket (n : 30, 60 eller 120) og at man på forhånd har fastsatt en grense for hvor mange oppdrettslaks (k) man aksepterer før man setter i gang tiltak (utfisking). De essensielle spørsmålene blir da; 1) hva er sjansen for at man setter i gang tiltak (antall oppdrettsfisk i utvalget $\geq k$) når det virkelige innslaget av oppdrettsfisk er mindre enn tålegrensen og 2) hva er sjansen for at man ikke setter i gang tiltak (antall oppdrettsfisk i utvalget $< k$) når det reelle innslaget av oppdrettsfisk faktisk er større enn tålegrensen? Her gjør vi en teoretisk antagelse om at høstfisket er tilfeldig (sannsynligheten for å fange en oppdrettslaks er den samme som å fange en villaks), samt at fisket foregår uten tilbakelegging (man fisker ikke på den samme fisken flere ganger). På bakgrunn av 25 000 simuleringer beregnet vi hvor mange ganger man da ville iverksatte tiltak for et gitt reelt innslag av oppdrettslaks. Innslaget av oppdrettslaks varierte vi fra 0 til 30 %. Vi simulerte tre ulike scenarier med hensyn til utvalgsstørrelse (totalt antall fisk fanget) og grense for tiltak (minimum antall oppdrettsfisk i fangsten) for å sette i gang tiltak.

Av simuleringene (**figur 16**) ser vi at man vinner mye mht. feilratene (røde og blå områder) når man øker utvalgsstørrelsen fra 30 til 60 fisk, men at gevinsten ikke øker like mye når man øker utvalgsstørrelsen fra 60 til 120 fisk. Ved å øke eller minke grensen for tiltak, forskyves kurvene mot henholdsvis høyre og venstre. Dermed kan man manipulere størrelsen på de røde og blå områdene avhengig av hvilken feil man oppfatter som mest alvorlig. Hvis man for eksempel

fisker 60 fisk i høstfisket og har en tiltaksgrense på 9 oppdrettsfisk, vil sannsynligheten for *ikke* å sette i gang tiltak når det reelle innslaget av oppdrettsfisk er 15 % være på 45 %. Hvis det reelle innslaget er på 20 % vil sannsynligheten for samme feil være på 12 %. Hvis vi senker grensen for tiltak til 6 oppdrettsfisk, forskyves kurven mot venstre, og sannsynligheten for å begå samme feil blir henholdsvis 9 % og 1 %. Ulempen er at sannsynligheten for å sette i gang tiltak når det reelle innslaget av oppdrettsfisk faktisk er mindre en tålegrensen (blått område) er vesentlig større.

Selv om simuleringene forutsetter at fangbarheten er lik for oppdrettslaks og villaks, noe undersøkelsen vår indikerer ikke er tilfelle, mener vi likevel dette anskueliggjør en tilnærmingssmetodikk som kan brukes dersom en gitt tålegrense av oppdrettslaks (≥ 15 %) forutsetter initiering av et forvaltningstiltak, for eksempel utfisking av oppdrettslaks.



Rødt: Sjansen for *ikke* å iverksette tiltak når innslaget av oppdrettsfisk er *større enn* tiltaksgrensen

Blått: Sjansen for å iverksette tiltak når innslaget av oppdrettsfisk er *mindre enn* tiltaksgrensen

Figur 16 Simulering av feilrater for ulike utvalgsstørrelser (venstre mot høyre) og tiltaksgrenser (topp og bunn) i høstfisket. Tålegrensen for innslag av oppdrettslaks er satt til 15 % (se tekst for detaljer).

Forutsetningen ved et tradisjonelt høstfiske, samt simuleringene anskueliggjort ovenfor (**figur 16**), er at fangbarheten av oppdrettslaks og villaks er lik. I tillegg er det ofte ressurskrevende og praktisk vanskelig å fange et tilstrekkelig antall fisk ved høstfiske, samt at de lokale fiskerne er usikre på om fisket kan forstyrre villaksen under gytingen. Det synes derfor formålstjenlig å kunne estimere innslaget av oppdrettslaks ved bruk av metoder hvor man ikke er avhengig av utvalgsanalyser, men heller anvende metoder der et stort antall fisk observeres, for eksempel ved videoovervåking eller ved drivtelling. Begge disse metodene vil samtidig gi svært gode estimater på bestandsstørrelsen, mens utfordringen består i kunne skille oppdrettslaks fra villaks.

Dersom videoovervåking og/eller drivtelling skal benyttes for å kvantifisere/estimere innslaget av oppdrettslaks i norske elver, må det avklares hvor sikkert oppdrettslaks kan skilles fra villaks ved disse to metodene. Det er grunn til å anta at de oppdrettslaksene som ikke gjenkjennes, er de som har rømt tidlig eller i alle fall har levd lenge i det fri, og derfor er mest lik villaks, dvs. mangler mange av de typiske ytre morfologiske kjennetegnene som finneslitasje, pigmentering

osv. Feilkilden ved visuell observasjon vil derfor avhenge av hvorvidt andelen av oppdrettslaks som er svært lik villaksen er stor eller liten. Det bør derfor gjennomføres undersøkelser som kvantifiserer hvor stor andel av oppdrettslaksen som ikke gjenkjennes. I denne undersøkelsen gjorde vi dette i tre elver (Vestre Jakobselv, Kvænangselva og Elvegårdselva), og vi fant at oppdagelsesprosenten var hhv. 57, 100 og 100 %, dvs. at selv erfarne drivtellere kan ha problemer med å skille villaks og oppdrettslaks tilstrekkelig godt. Imidlertid ga disse kontrollene oss muligheten til å korrigere våre observasjoner og få et estimat for reell andel oppdrettslaks i elvene. Denne tilnærminga bør benyttes i et langt større antall elver, og slike partielle stikkprøver («høstfiske») kan utnyttes i et stratifisert design for å estimere reelle andeler oppdrettslaks i overvåkingsprogram som omfatter et høyt antall elver.

6 Litteratur

- Amiro, P.G. 1998. An assessment of the possible impact of salmon aquaculture on inner Bay of Fundy Atlantic salmon stocks. Canadian Stock Assessment Secretariat, Department of Fisheries and Oceans, Halifax, N.S. Research Document 98/163: 17 p.
- Anon. 2010. Status for norske laksebestander i 2010. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 2B: 213 s.
- Anon. 2014a. Status for norske laksebestander i 2014. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 6: 225 s.
- Anon. 2014b. Høyringsnotat om fellesansvar for utfisking av rømt oppdrettsfisk. (<https://www.regjeringen.no/nb/dokumenter/Hoyringsnotat-om-fellesansvar-for-utfisking-av-romt-oppdrettsfisk-/id2000590/>).
- Anon. 2014c. Høringsuttalelse til "Høringsnotat om fellesansvar for utfisking av rømt oppdrettsfisk" (http://intranet.nina.no/Portals/0/Horingsuttalelse%20NINA%20Forskrift%20utfisking%20av%20romt%20oppdrettsfisk_20141128.pdf
- Arnekleiv, J.V., Koksvik, J.I., Davidsen, J.G., Sjørnsen, A.D. & Rønning, L. 2013. Fiskebiologiske undersøkelser i lakseførende del av Nidelva, Trondheim, 2001-2010. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2013-2: 1-45.
- Baskett, M.L., S.C. Burgess & R.S. Waples. 2013. Assessing strategies to minimize unintended fitness consequences of aquaculture on wild populations. *Evolutionary Applications* 6: 1090-1108.
- Berger, H.M. & Lehn, L.O. 2008. Bonitering av Moelva i Salvassdraget, Fosnes kommune i Nord-Trøndelag. Berger feltbio Rapport Nr 7-2008. 29 sider.
- Cairns, D.K. 2001. An evaluation of possible causes of the decline in pre-fishery abundance of North American Atlantic salmon. *Canadian Technical Reports Fisheries and Aquatic Sciences* 2358: 67 p.
- Carr, J.W., J.M. Anderson, F.G. Whoriskey & T. Dilworth. 1997. The occurrence and spawning of cultured Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a Canadian river. *ICES Journal of Marine Science* 54: 1064-1073.
- Crozier, W.W. 1998. Incidence of escaped farmed salmon, *Salmo salar* L., in commercial salmon catches and freshwater in Northern Ireland. *Fisheries Management and Ecology* 5: 23-29.
- Erkinaro, J., Niemelä, E., Vähä, J.-P., Primmer, C. R., Brørs, S., & Hassinen, E. (2009). Distribution and biological characteristics of escaped farmed salmon in a major subarctic wild salmon river: implications for monitoring. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 67(1), 130-142. doi: 10.1139/F09-173
- Ferguson, A., I.A. Fleming, K. Hindar, Ø. Skaala, P. McGinnity, T.F. Cross & P. Prodöhl. 2007. Farm escapes. *In: The Atlantic salmon: Genetics, Conservation and Management* (Verspoor, E., Stradmeyer, L & Nielsen, J.L., eds). Blackwell Publishing Ltd.: pp. 357-398.
- Finstad, B., P.A. Bjørn, C.D. Todd, F. Whoriskey, P.G. Gargan, G. Forde & C.W. Revie. 2011. The effect of sea lice on Atlantic salmon and other salmonid species. *In: Atlantic Salmon Ecology*, O. Aas, S. Einum, A. Klemetsen, and J. Skurdal [eds.]. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK.: 253-276.
- Fiske, P. 2013. Overvåking av rømt oppdrettslaks i elv om høsten 2010 - 2012. NINA Rapport 989: 1-33.
- Fiske, P., Lund, R., & Hansen, L. P. (2005). Identifying fish farm escapees. *In : Stock Identification Methods Applications in Fishery Science. Ed. Cadrin, S. X., Friedland, K.D. & Waldman, J.R. Elsevier Academic Press. 659-680.*
- Fiske, P., T. Aronsen & K. Hindar. 2014. Overvåking av rømt oppdrettslaks i elver høsten 2013. NINA Rapport 1063: 44 s.
- Fiske, P., R.A. Lund & L.P. Hansen. 2006. Relationships between the frequency of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in wild salmon populations and fish farming activity in Norway, 1989-2004. *ICES Journal of Marine Science* 63: 1182-1189.

- Fiske, P., R.A. Lund, G. Østborg & L. Fløystad. 2001. Rømt oppdrettslaks i sjø- og elvefisket i årene 1989-2000. NINA Oppdragsmelding 704: 1-26.
- Fleming, I. A., Jonsson, B. & Gross, M. R. 1994. Phenotypic divergence of sea-ranched, farmed and wild, salmon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 51: 2808-2824.
- Fleming, I.A., K. Hindar, I.B. Mjølnerød, B. Jonsson, T. Balstad & A. Lamberg. 2000. Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population. *Proceedings of the Royal Society of London* 267 (1452): 1517-1523.
- Florø-Larsen, B., Hokseggen, T., Skår, K., & Holthe, E. 2013. Samarbeidsprosjektet Elvene Rundt Trondheimsfjorden, Havbruksnæringens Miljøfond og SalMar ASA 2013. *Veterinærinstituttets rapportserie 17-2013.*, 19 p.
- Gjertsen, V., Lamberg, A., Bjørnbet, S., Kanstad-Hanssen, Ø., Kibsgaard, B., & Øksenberg, S. 2012. Gytefiskregistrering i Saltdalselva i 2012 Resultater fra drivtelling av laks, sjøørret og sjørøye 3., 4. og 5. oktober 2012. *SNA-rapport 20/2012*, 17.
- Glover, K. A., Hindar, K., Karlsson, S., Skaala, Ø., & Svåsand, T. 2011. Genetiske effekter av rømt oppdrettslaks på ville laksebestander: utforming av indikatorer. *NINA Rapport 726* 39 s.
- Glover, K.A., M. Quintela, V. Wennevik, F. Besnier & A.G.E. Sørvik. 2012. Three Decades of Farmed Escapees in the Wild: A Spatio-Temporal Analysis of Atlantic Salmon Population Genetic Structure throughout Norway. *PLoS ONE* 7(8): e43129.
- Gross, M.R. 1998. One species with two biologies: Atlantic salmon in the wild and in aquaculture. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55 (Suppl. 1): 131-144.
- Gudjonsson, S. 1991. Occurrence of reared salmon in natural salmon rivers in Iceland. *Aquaculture* 98: 133-142.
- Hansen, L. P. 2006a. Vandrings og spredning av rømt oppdrettslaks. *NINA Rapport 162*, 21 s.
- Hansen, L. P. 2006b. Migration and survival of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) released from two norwegian fish farms. *ICES J. Mar. Sci.*, 63, 1211-1217.
- Hansen, L. P., & Jacobsen, J. A. 2003. Origin and migration of wild and escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in oceanic areas north of the Faroe Islands. *ICES Journal of Marine Science*, 60, 110-119.
- Harris, P.D., L. Bachmann & T.A. Bakke. 2011. The parasites and pathogens of the Atlantic salmon: lessons from *Gyrodactylus salaris*. In: *Atlantic Salmon Ecology*, O. Aas, S. Einum, A. Klemetsen, and J. Skurdal [eds.]. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK.: 221-252.
- Hokseggen, T., Florø-Larsen, B., Skår, K., Holthe, E., & Karlsson, S. 2012. Samarbeidsprosjektet Elvene Rundt Trondheimsfjorden og SalMar ASA 2012. *Veterinærinstituttets rapportserie 13-2012.*, 23.
- Hutchings, J.A. 1991. The threat of extinction to native populations experiencing spawning intrusions by cultured Atlantic salmon. *Aquaculture* 98: 119-132.
- ICES. 2014. Report of the Working Group on North Atlantic salmon (WGNAS), 19028 March 2014. Copenhagen, Denmark. ICES CM 2014/ACOM:09. 433 pp.
- Jensen, O., T. Dempster, E.B. Thorstad, I. Uglem & A. Fredheim. 2010. Escapes of fishes from Norwegian sea-cage aquaculture: causes, consequences and prevention. *Aquaculture Environment Interactions* 1: 71-83.
- Jensen, A. J., Karlsson, S., Fiske, P., Hansen, L. P., Hindar, K., & Østborg, G. 2013. Escaped farmed Atlantic salmon grow, migrate and disperse throughout the Arctic Ocean like wild salmon. *Aquaculture Environment Interactions*, 3(3), 223-229. doi: 10.3354/aei00064
- Jonsson, B. 1997. A review of ecological and behavioural interactions between cultured and wild Atlantic salmon. *ICES Journal of Marine Science* 54: 1031-1039.
- Jonsson, B., & Jonsson, N. 2011. Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout: habitat as a template for life histories. *Springer Dordrecht Heidelberg London*, 708 pp.
- Kanstad-Hanssen, Ø. 2010. Drivtelling av gytefisk i lakseførende elver i Troms i 2010. *Ferskvannsbiologen Rapport 2010-07*, 18 s.

- Kanstad-Hanssen, Ø., & Bentsen, V. 2013. Oppvandring av anadrom laksefisk i 10 vassdrag i Nordland i 2012- en vurdering av innslag av rømt oppdrettslaks. *Ferskvannsbiologen Rapport 2013-05*, 42 s.
- Kanstad-Hanssen, Ø., & Lamberg, A. 2013. Drivtelling av gytefisk i lakseførende elver i Nordland i 2013. *Ferskvannsbiologen Rapport 2013-13*, 21 s.
- Kanstad-Hanssen, Ø., & Bentsen, V. 2014. Oppvandring av anadrom laksefisk i 11 vassdrag i Nordland i 2013- en vurdering av innslag av rømt oppdrettslaks. *Ferskvannsbiologen Rapport 2014-01*, 48 s.
- Kanstad-Hanssen, Ø., & Lamberg, A. 2014. Overvåking av reetablerte laksebestander i Røssåga og Ranaelva i 2013. *Ferskvannsbiologen Rapport 2014-03*, 44 s.
- Kanstad-Hanssen, Ø., Bjørnbet, S., & Gjertsen, V. 2014. Drivtelling av gytefisk i lakseførende elver i Troms i 2014. *Ferskvannsbiologen Rapport 2014-10*, 15 s.
- Lamberg, A., Strand, R., & Øksenberg, S. 2009. Gytebestander av laks og sjørørret i Åbjøravassdraget i Bindal kommune i 2009. Resultater fra videoregistrering i Brattfossen og drivtelling av gytefisk. *Vilt & fiskeinfo. VFI-rapport 07/2009*, 25 s.
- Lamberg, A., Bjørnbet, S., Gjertsen, V., & Øksenberg, S. 2011. Videoovervåking av laks og sjørørret i Roksdalsvassdraget på Andøya i 2010. *VFI-rapport 06/2011*, 32 s.
- Lamberg, A., Bjørnbet, S., Gjertsen, V., Kanstad-Hanssen, Ø., Kibsgaard, B., & Øksenberg, S. 2011. Gytefiskregistrering i Beiarvassdraget i 2011- Resultater fra drivtelling av laks, sjørørret og sjørøye 12. oktober i 2011. *Vilt & fiskeinfo. VFI-rapport 17/2011*, 23 s.
- Lamberg, A., Strand, R., Øksenberg, S., & Kanstad-Hanssen, Ø. 2013. Fiskebiologiske undersøkelser i Skjoma i årene 2001 til 2012. Oppsummering av resultater fra videoovervåking, gytefisktellinger og utlegging av rogn. *SNA-Rapport 07/2013*, 43 s.
- Lamberg, A., Bakken, M., Bjørnbet, S., Gjertsen, V., & Strand, R. 2014a. Videoovervåking av smolt og voksen laks og sjørørret i Suldalslågen 2013. *SNA-Rapport 09/2014*, 45 s.
- Lamberg, A., Bakken, M., Bjørnbet, S., Gjertsen, V., & Kanstad-Hanssen, Ø. 2014b. Gytefiskregistrering i Saltdalselva i 2013. *Skandinavisk naturovervåking. SNA-rapport 06/2014*.
- Lamberg, A., Bjørnbet, S., Gjertsen, V., Strand, R., & Kanstad-Hanssen, Ø. 2014c. Videoovervåking av laks, sjørørret og sjørøye i Lakselva på Senja i 2012 *Skandinavisk naturovervåking. Rapport 04/2014* (pp. 49).
- Lehmann, G. B., wiers, T., & Gabrielsen, S.-E. 2008. Uttak av rømt oppdrettslaks i vassdrag - undersøkelser høsten 2007. *LFI-Rapport nr 149*, 31.
- Lund, R.A. 1998. Rømt oppdrettslaks i sjø- og elvefisket i årene 1989-1997. NINA Oppdragsmelding 556: 1-25.
- Lund, R., & Hansen, L. P. 1991. Identification of wild and reared Atlantic salmon, *Salmo salar* L., using scale characters. *Aquaculture and Fisheries Management*, 22, 49-508.
- Lund, R., Økland, F., & Hansen, L. P. (1991). Farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in fisheries and rivers in Norway. *Aquaculture*, 98, 143-150.
- Milner, N. J., & Evans, R. 2003. The incidence of escaped Irish farmed salmon in English and Welsh rivers. *Fisheries Management and Ecology*, 10(6), 403-406. doi: 10.1111/j.1365-2400.2003.00348.x
- Morris, M.R.J., D.J. Fraser, A.J. Heggelin, F.G. Whoriskey, J.W. Carr, S.F. O'Neil & J.A. Hutchings. 2008. Prevalence and reoccurrence of escaped farmed salmon (*Salmo salar*) in eastern North American rivers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65: 2807-2826.
- Niemela, E., Hassinen, E., Haantie, J., Länsman, M., Johansen, M., & Johnsen, K. M. 2011. Den atlantiske lasken (*Salmo salar*, L.) i Tanavassdraget V; Flergangsgytere; mengde, oppvandringstid og bestandssammensetning. *Fulkesmannen i Finnmark, Miljøvern-vadelingen. Rapport nr. 2-2011*, 67 s.
- Næsje, T. F., Ulvan, E. M., Sandnes, T., Jensen, J. L., Staldvik, F., Holm, R., . . . Thorstad, E. B. 2013a. Atferd og spredning av rømt oppdrettslaks og villaks i Namsen og andre elver. Resultater fra merking av laks i Namsfjorden og Vikna. *NINA Rapport 931*, 76 s.
- Næsje, T.F., Barlaup, B.T., Berg, M., Diserud, O.H., Fiske, P., Karlsson, S., Lehmann, G.B., Museth, J., Robertsen, G., Solem, Ø., og Staldvik, F. 2013b. Muligheter og teknologiske løsninger for å fjerne rømt oppdrettsfisk fra lakseførende vassdrag. *NINA Rapport 972*. 84 s.

- Næsje, T. F., Aronsen, T., Ulvan, E. M., Moe, K., Skorstad, L., Økland, F., Staldvik, F. 2014a. Innvandring, fangst og atferd til villaks og rømt oppdrettslaks i Namsfjorden og Namsenvassdraget i 2013. *NINA Rapport 1059*, 63 s.
- Næsje, T. F., Aronsen, T., Ulvan, E. M., Jørrestol, A., Økland, F., Fiske, P., . . . Krogdahl, R. 2014b. Tiltaksrettet overvåking av villaks og rømt oppdrettslaks i Trondheimsfjorden og tilsluttende elver. 2013. *NINA Rapport 1062*, 70 s.
- Orell, P. & Erkinaro, J. 2007. Snorkelling as a method for assessing spawning stock of Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Fisheries Management and Ecology*, 14, 199-208
- Orell, P., Erkinaro, J., & Karppinen, P. 2011. Accuracy of snorkelling counts in assessing spawning stock of Atlantic salmon, *Salmo salar*, verified by radio-tagging and underwater video monitoring. *Fisheries Management and Ecology*, 18(5), 392-399. doi: 10.1111/j.1365-2400.2011.00794.x
- Pinheiro J, Bates D, DebRoy S, Sarkar D and R Core Team 2014. *nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models*. R package version 3.1-118, <http://CRAN.R-project.org/package=nlme>.
- Skaala, Ø., Glover, K. A., Barlaup, B., Svåsand, T., Besnier, F., & Hansen, M. M. 2012. Performance of farmed, hybrid, and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) families in a natural river environment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 69, 1994-2006.
- Skilbrei, O. 2010a. Adult recaptures of farmed Atlantic salmon post-smolts allowed to escape during summer. *Aquaculture Environment Interactions* 1: 147-153.
- Skilbrei, O. 2010b. Reduced migratory performance of farmed Atlantic salmon post-smolts from a simulated escape during autumn. *Aquaculture Environment Interactions*, 1, 117-125.
- Skilbrei, O., Vølstad, J. H., Bøthun, G., & Svåsand, T. 2011. Evaluering av datagrunnlaget 2006–2009 for estimering av andel rømt oppdrettslaks i gytebestanden i norske elver - Forslag til forbedringer i utvalgsmetoder og prøvetakingsmetodikk. *Rapport fra Havforskningsinstituttet Nr 7-2011*, 37 s.
- Skilbrei, O., T. Heimo & T. Svåsand. 2014. Using simulated escape events to assess the annual numbers and destinies of escaped farmed Atlantic salmon of different life stages from farm sites in Norway. *ICES Journal of Marine Science* doi:10.1093/icesjms/fsu133, 16 pp.
- Skoglund, H., Barlaup, B., Lehmann, G. B., Normann, E. S., Wiers, T., Skår, B., Gabrielsen, S.-E. 2013. Gytefisktelling og registrering av rømt oppdrettslaks i elver på Vestlandet høsten 2013. *LFI-rapport nr 230*, 40 s.
- Solem, Ø., Berg, O. K. & Kjøsnes, A. J. 2006. Inter- and intra-population morphological differences between wild and farmed Atlantic salmon juveniles. *Journal of Fish Biology*, 69:1466-1481.
- Solem, Ø., R.D. Hedger, H.A. Urke, T. Kristensen, F. Økland, E.M. Ulvan & I. Uglem. 2013. Movements and dispersal of farmed Atlantic salmon following a simulated-escape event. *Environmental Biology of Fishes* 96: 927-939.
- Svenning, M.-A., Falkegård, M., Fauchald, P., Yoccoz, N., Niemelä, E., Vähä, J.-P., Ozerov, M., Wennevik, V. & Prusov, S. 2014. Region- and stock-specific catch and migration Sea salmon – Kolarctic RNPI CNBC report, 95 p.
- Sægrov, H. & K. Urdal. 2006. Rømt oppdrettslaks i sjø og elv; mengd og opphav. *Rådgivende biologer* 947: 21 s.
- Thorstad, E.B., I.A. Fleming, P. McGinnity, D. Soto, V. Wennevik & F. Whoriskey. 2008. Incidence and impacts of escaped farmed Atlantic salmon *Salmo salar* in nature. *NINA Special Report 36*: 110 pp.
- Ugedal, O., Larsen, B.M., Forseth, T. & Johnsen, B.O. 2006. Produksjonspotensialet for laks i Mandalselva og vurdering av tap som følge av kraftutbygging. *NINA Rapport 146*. 46s.
- Ugedal, O., Forseth, T. & Fiske, P. 2013. Biologisk delplan for Nausta. *NINA Rapport 923*. 44s.
- Walker, A. M., Beveridge, M. C. M., Crozier, W., Ó Maoiléidigh, N., & Milner, N. 2006. Monitoring the incidence of escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in rivers and fisheries of the United Kingdom and Ireland: current progress and recommendations for future programmes. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 63(7), 1201-1210. doi: 10.1016/j.icesjms.2006.04.018

- Wood, S. N. 2006. Low-rank scale-invariant tensor product smooths for generalized additive mixed models. *Biometrics*, 62, 1025-1036.
- Youngson, A.F., J.H. Webb, J.C. MacLean & B.M. Whyte. 1997. Youngson, A. F., Webb, J. H., MacLean, J. C. & Whyte, B. M. 1997. Frequency of occurrence of reared Atlantic salmon in Scottish salmon fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 54: 1216-1220.
- Økland, F., T.G. Heggberget & B. Jonsson. 1995. Migratory behavior of wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) during spawning. *Journal of Fish Biology* 46: 1-7.



Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.

NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.

Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-2724-7

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Hogskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger