

Fiskebiologiske undersøkelser i Skjoma 2014 – 2015

Karl Øystein Gjelland

Marius Berg

Morten André Bergan



Innhold

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Sammendrag | 3 |
| 2 | Bakgrunn | 4 |
| 3 | Metoder..... | 5 |
| 3.1 | Ungfiskregistrering | 5 |
| 3.2 | Energiinnhold..... | 7 |
| 3.3 | Areal av vanddekket elveleie..... | 7 |
| 3.4 | Vannføringsdata | 8 |
| 3.5 | Gytefiskregistrering | 8 |
| 3.6 | Statistisk behandling..... | 8 |
| 4 | Resultater | 10 |
| 4.1 | Alder og vekst | 10 |
| 4.2 | Tetthet og mengde | 12 |
| 4.2.1 | Parr inklusiv presmolt..... | 12 |
| 4.2.2 | Presmolt-estimat..... | 13 |
| 4.2.3 | Kohortstyrke og overlevelse hos laks..... | 14 |
| 4.2.4 | Energiinnhold høst og vår | 15 |
| 4.3 | Gytefisk..... | 16 |
| 4.3.1 | Laks..... | 16 |
| 4.3.2 | Sjøaure..... | 17 |
| 4.4 | Vannføring | 17 |
| 5 | Diskusjon | 19 |
| 5.1 | Laks | 19 |
| 5.2 | Aure | 24 |
| 6 | Videreføring av undersøkelsene i Skjoma..... | 25 |
| 7 | Takk til | 27 |
| 8 | Referanser | 28 |

1 Sammendrag

NINA gjennomførte høsten 2014 ungfiskregistreringer og gytefisktellinger av laks og sjøaure i Skjoma, og våren 2015 ble det gjennomført ungfiskregistreringer med vekt på estimering av smoltutvandring basert på presmolt-kjennetegn. Våre viktigste funn var:

1. Basert på to års undersøkelser synes overlevelsen fra egg til presmolt å være rundt 1,5 – 2,3 % for laks i Skjoma. Dette er lavt, men ikke så lavt som tidligere hevdet for vassdraget.
2. Lav sommer- og vintervannføring er en kjent negativ faktor for produksjonen av ungfisk. I Skjoma er begge sterkt redusert etter utbyggingen. Lav vintervannføring kan ha direkte konsekvenser som stranding av gytegroper, utover dette har lav vannføring mer indirekte konsekvenser som negative effekter av økt konkurranse om habitat og næring gjennom redusert tilgjengelig areal, og potensielt også negative effekter på oppvandring av gytemoden fisk. Omfanget av stranding av gytegroper som følge av lav vintervannføring bør utredes.
3. En minstevannføring som vil bedre oppvekstforholdene for ungfisk i Skjoma kan gjennomføres til et vesentlig mindre vannslipp enn Q95 tilsier.
4. Lavt tørrstoffinnhold indikerte lavt energiinnhold, og at ungfisken er utsatt for selektiv dødelighet som følge av redusert energiinnhold gjennom vinteren.
5. Smoltutgangen i 2014 ble estimert til om lag 6600 laks og 1000 aure, basert på presmolt-kjennetegn. Antar vi at hovedtyngden av 4-årsklassen smoltifiserer, vil smoltutvandringen være en del høyere, opp mot 15 000 - 20 000 laks og 8500 aure.
6. Smoltproduksjonsgrunnlaget for Skjoma gitt i boniteringsrapporten for Skjoma fra 2006 synes for lavt. Det bør arbeides aktivt med kvantitative modeller for å oppgradere estimatet for produksjonspotensialet, samt å kunne gi gode estimat på effekten av ulike tiltak for å bedre produksjonen av anadrom laksefisk i vassdraget.
7. Eggdeponeringa har vært generelt vært bedre de siste 8 årene enn de foregående 7 årene, og vi fant en klar positiv sammenheng mellom gytebestand (eggdeponering) og rekruttering av laks inn i gytebestanden 5-6 år seinere. Dette indikerer at fredningstiltaket har effekt, og at vi kan forvente en bedring i laksebestanden framover. Men mangel på skjultilgang og lite vanndekt areal i perioder med minimumsvannføring kan gjøre at tetthetsavhengighet for overleving av ungfisk av laks og ørret begrenser produksjonen av smolt på et relativt lavt nivå i Skjoma.
8. Det ble registrert henholdsvis 136, 116 og 27 smålaks, mellomlaks og storlaks i første drivtellingsrunde høsten 2014, tilsvarende tall for andre drivtellingsrunde var 134, 122 og 38. Gytebestandsmålet for laks i Skjoma er 547 kg, og basert på en biomasse på 538 og 608 kg holaks estimert frå tellingene i respektive september og oktober konkluderer vi med at gytebestandsmålet for laks ble nådd i 2014.
9. Det ble registrert rundt 1000 sjøaure <1kg, 212 mellomstor sjøaure (1-3 kg), og 40 stor sjøaure (>3 kg). Dette var mer enn i 2013, men lavere enn tidligere år.

2 Bakgrunn

NINA fikk i 2013 i oppdrag å gjøre fiskebiologiske undersøkelser i Skjoma i perioden 2013-2017. Til grunn for oppdraget var:

1. Gjennomføring av årlige drivtelling av gytefisk. Det skal gjennomføres to tellinger per år, en tilpasset sjøaure og en tilpasset laks.
2. Gjennomføring av årlige ungfiskregistreringer på anadrom strekning. Undersøkelsen skal ha fokus på å følge utviklingen i ungfiskbestanden, samt avdekke eventuelle flaskehals for produksjonen av ungfisk. Det skal utarbeides et årlig produksjonsestimat for smolt basert på elfisket av presmolt høsten før.
3. Ved behov, gjennomføre en habitatkartlegging med fokus på substratets hulromskapasitet.

Det skal rapporteres årlig fra disse undersøkelsene, og resultatene skal fortløpende tas i betraktning ved vurdering av tiltak og forvaltning av elva. Den foreliggende rapporten er den første av de årlige rapportene. Oppdraget skal avsluttes med en sluttrapport i 2017, der resultatene fra hele undersøkelsesperioden gis en grundig analyse.

En viktig bakenforliggende årsak til disse undersøkelsene er at bestandene av laks og sjøaure har gått kraftig tilbake over en årrekke, og i de siste årene har elva vært stengt for alt fiske etter anadrom fisk. Skjoma er sterkt regulert med kraftig reduksjon av vannføringen. Det er ikke noe krav til minstevannføring i Skjoma. Det er grunn til å tro at den svake produksjonen av anadrom fisk de senere år har sammenheng med reguleringspåvirkninger på ungfiskrekrutteringen og oppvandring av gytefisk. En viktig oppgave for ungfiskundersøkelsene i denne femårsperioden vil være å avdekke flaskehals i ungfiskrekrutteringen, for dermed å gi et best mulig grunnlag for vurdering av tiltak for å bedre produksjonen av laks og sjøaure i vassdraget.

Resultatene i denne rapporten sammenlignes med resultater fra tidligere undersøkelser i vassdraget. For ungfiskundersøkelsene er resultatene den forrige tiårsperioden i stor grad basert på forskjellig metodikk. De vesentlig høyere tallene for smoltproduksjon som presenteres i denne rapporten i forhold til undersøkelsene fram til 2012 må ses i lys av dette; vi argumenter for at smoltestimatene fram til 2012 har vært et underestimat av produksjonen, men det er også gode grunner til å tro at rekrutteringen er bedret og at smoltproduksjonen er i reell framgang. Bedre rekruttering skyldes økt tilbakevandring av gytefisk som følge av total stans i fisket i elva.

Denne rapporten blir presentert som et notat til det årlige møtet i Skjomen, og gir grunnlag for innspill fra involverte parter. Rapporten vil bli ferdigstilt som en NINA-rapport etter dette.

Tromsø, 13. september 2015

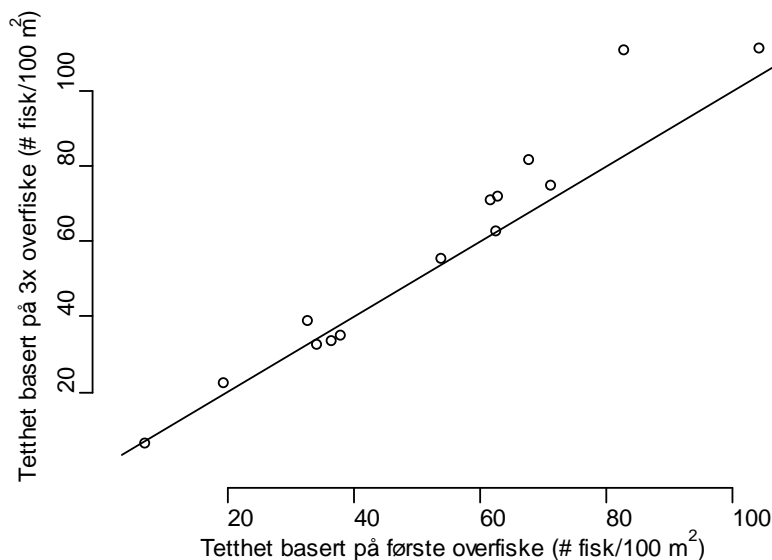
Karl Øystein Gjelland

Prosjektleder

3 Metoder

3.1 Ungfiskregistrering

Ungfiskregistreringer ble gjennomført høsten 2014 (24.-26. september), og våren 2015 (12.-14. mai). Gjennomsnittlig vannføring for undersøkelsene var $3,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ om høsten og $9,7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ om våren. Det ble benyttet elektrisk fiskeapparat (Terik Technology AS, Levanger) til innsamling av ungfisk for tetthetsregistreringer og prøvetaking. Vi benyttet en kombinasjon av stasjoner med tre gangers overfiske og transekt med kun en gangs overfiske. Ved stasjons-elfiske med 3x overfiske kan man estimere fangbarhet, og den estimerte fangbarheten kan så benyttes til å estimere bestandstetthet på stasjoner og transekt med kun en gangs overfiske. Fangbarheten P ble estimert etter Zippin-metoden (Zippin 1956, Bohlin mfl. 1989). Tettheten \hat{y} ble deretter estimert etter formelen $\hat{y} = T(1 - (1 - P)^k)^{-1}$, der T er den totale fangsten på stasjonen og k er antallet fiskeomganger på stasjonen (Bohlin mfl. 1989). På hver stasjon ønsket vi i utgangspunktet å undersøke et areal på 100 m^2 , men det var også et mål å avfiske et stort nok areal til å nå en totalfangst på 50-100 fisk på hver stasjon. I tillegg kommer praktiske begrensninger for stasjonens størrelse og representativitet, og stasjonsstørrelsene varierte derfor mellom 48 og 516 m^2 . Fangbarheten ble estimert ved 18 stasjoner i alt (samlet for 2013 og 2014), og vurdert i forhold til habitat og vannføring. Fangbarheten var relativt lav på høyere vannføring (0.39) og best på terskelhabitatene (0.6). Terskelhabitatene er vide, grunne og lette å ha oversikt i selv ved varierende vannføring, noe som trolig forklarer den bedre fangbarheten her. Tetthet estimert ved 3x overfiske ble sammenlignet med tetthet estimert ved første gangs overfiske på samme stasjon (begge med felles fangbarhet som gitt over), som en vurdering på hvor tilstrekkelig vi kunne anta at en gangers overfiske var. Resultatene fra denne sammenligningen indikerte at tettheten estimert fra 1x overfiske på hvert transekt var nært det vi ville fått ved 3x overfiske (Figur 1).



Figur 1: Sammenhengen mellom tetthetsestimat basert kun på første gangs overfiske og tetthetsestimat basert på 3x overfiske. Punktene viser estimatene, linjen viser enhet (samme verdi for begge metoder). Estimaten er basert på en antagelse om samme fangbarhet for 1x og 3x overfiske. Merk at estimatene ikke er uavhengige, fordi antallet fisk fanget på første overfiske også inngår i beregningen for 3x overfiske.

Ved stasjons-elfiske ble det ventet 30 minutter mellom hver fiskeomgang. Dette er en tidkrevende prosess, og for å øke representativiteten gjennomførte vi også en gangs overfiske på et stort antall transekt i større områder av elva (Forseth & Forsgren 2009). Avstanden mellom transekta var 50 m for hver seksjon av elva som ble undersøkt. For hvert transekt ble det fisket fra land og utover i elva i en bredde på 2,5 m, til en dybde på ca. 60 cm. Lokalisering av stasjoner og transekt er vist i Figur 2, 63 høsten 2014 og 65 våren 2015. Valg av områder for stasjoner og transekt ble basert på et utvalg av stasjoner fisket i tidligere undersøkelser i vassdraget for å ha et sammenligningsgrunnlag (Heggberget 1985, Nøst mfl. 1998, Lamberg 2006), og på å dekke alle deler av vassdraget og alle habitatklasser slik definert i boniteringsrapporten for vassdraget (Lamberg mfl. 2006). I denne rapporten er Skjoma klassifisert i 4 ulike habitatklasser basert på vurdering av rekrutteringspotensialet for laks (uegnet, egnet, godt egnet, og meget godt egnet).



Figur 2 Lokalisering av stasjoner og transekter for elfiske høsten 2014 (øverst, blå symbol) og våren 2015 (nederst, røde symbol) mellom Pato og Lillefallet.

Yngel (<1 år) ble utelatt fra tetthetsestimatene på grunn av lavere fangbarhet, og bestandsestimatene omfatter derfor kun fisk som er ett år eller eldre. All fisk som ble fanget

ble identifisert til art og lengden målt som gaffellengde (lengde fra snutespiss til bunnen av halekløften i sporden). I noen rapporter det er aktuelt å sammenligne med blir fiskens lengde presentert som total lengde, det vil si lengde fra snutespiss til enden av naturlig utfoldet spord. Forholdet mellom fiskens gaffellengde L_G og total lengde L_T kan uttrykkes med formelen $1,098L_G - 1,45$ for lakseunger $1,058L_G - 0,52$ for aureunger (M. Svenning, NINA, upubliserte data, $n_{\text{laks}}=2337$ og $n_{\text{aure}}=91$), det vil si at total lengden er ca. 10 % og 6 % lengre enn gaffellengden for respektive lakseunger og aureunger. 1 år og eldre fisk ble veid til nærmeste 0,1 g. Et representativt utvalg av ulike størrelser for laks og aure ble avlivet og frosset for senere analyser på lab. Utover dette ble all fisk ≥ 57 mm ble merket med individmerker (PIT-merker), og skjellprøver ble tatt for aldersanalyse. Etter endt fiske på stasjonen/transektet ble fisken satt tilbake i elva.

Vurdering av om en fisk var presmolt ble gjort på en subjektiv basis, der kriterier var svinnende parrmerker og blankere fisk, med noe løsere skjell enn fisk som ikke ble karakterisert som presmolt. I tilfeller der vi var i tvil, ble fisken karakterisert som «kanskje presmolt».

3.2 Energiinnhold

Som en proxy for energiinnhold målte vi tørrvekt på ungfisk samlet inn høst og vår. Før tørking ble hele fisken tørket lett av med tørkepapir, kuttet opp i biter og veid. Deretter ble den tørket ved 70°C i 48 timer, før den igjen ble veid. Oppkuttinga sikra en effektiv tørkeprosess. Vekten som ble brukt hadde fire desimalers presisjon.

3.3 Areal av vanndekket elveleie

Når en ønsker å oppskalere tetthetsestimater fra undersøkte areal til mengde (abundans) av fisk for hele arealet av den anadrome strekningen, er det viktig å kjenne arealet av vanndekket elveleie innenfor de ulike habitatklasser. For våre mengdeberegninger har vi lagt til grunn arealene oppgitt for de ulike habitatklasser i Tabell 3 i Lamberg mfl. (2006), beregnet ved en vannføring på om lag $8,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Lamberg mfl. (2006) antar at vanndekket areal blir redusert til 25 % for habitatklassene 2, 3, og 4 ved en vannføring på $2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, men uten å gi noen form for begrunnelse for hvordan de har kommet frem til denne reduksjonen. Vi estimerte reduksjonen i vanndekket areal ved å studere orthofoto av Skjoma fra www.norgebilder.no. Der ligger det tilgjengelig bilder fra 29.6.2003, da vannføringa var $8,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, og fra 18.8.2010, da vannføringa var $1,9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Ved å måle bredden av vanndekket elveleie i bildene fra 2003 og i bildene fra 2010, fikk vi satt mål på den prosentvise reduksjonen i vanndekket areal (elva er nødvendigvis vanndekket i lengderetningen). Prosedyren ble gjentatt for transekt med ca. 100 m mellomrom for strekningene Pato-Berghølla, Kobbhølla-Stiberg, og Gamnes-Lillefallet, 31 transekt i alt. Kun strekninger gitt habitatklasse 2, 3, og 4 ble undersøkt, da områdene gitt habitatklasse 1 ikke var omfattet av nevnte prosentvise arealreduksjon (Lamberg mfl. 2006). Vanndekket areal ved vannføring $1,9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ble på denne måten beregnet til å være 80 % av vanndekket areal ved vannføring $8,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, vesentlig høyere enn antatt i Lamberg mfl. (2006). Som en interpolering av de nye resultatene har vi antatt en arealreduksjon på 10 % for hver halvering av vannføringa; spesifikt 10 og 0 % reduksjon for vannføring $3,5$ og $9,7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ henholdsvis høst og vår i denne undersøkelsen.

3.4 Vannføringsdata

Vi fikk tilsendt daglige vannføringsdata ved Gamnes for perioden 1920 til og med 2014, og for Skjomen kraftverk i perioden 2000 til og med 2014. Disse dataene ble brukt til å estimere hvor mye adaptivt vannslipp som må til for å nå minstevannføring i to scenarier; hvor minstevannføring ved Gamnes er satt til henholdsvis $2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ og $4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Vi beregnet også hvor stor andel disse to scenarioene ville utgjøre av vannet som blir brukt til kraftproduksjon ved Skjomen kraftverk.

3.5 Gytefiskregistrering

Gytefisktellingene av aure og laks ble gjennomført 21-22. september og 13.-14. oktober 2014. Strekningen Lillefallet til Berghølla ble undersøkt den første dagen, og fra Berghølla og ned til sjøen neste dag. Det ble brukt tre dykkere som svømte parallelt nedover elva under tellingen. Disse stoppet med jevne mellomrom og tatt en oppsummering over observert fisk, posisjonen ble tatt med GPS og notert sammen med tellingene. Art, størrelse og kjønn ble bestemt utfra ytre morfologi og sekundære kjønnskarakterer. Tallene bør ses på som minimumstall, da fisk kan bli oversett selv med drivtelling med tre personer (Lamberg mfl. 2009, Ugedal mfl. 2010). Dette gjelder særlig i Berghølla, der det står mye fisk, det er dypt, og sikten er til dels dårligere enn i resten av elva.

3.6 Statistisk behandling

Tettheten av ungfisk ble behandlet som antall fisk per 100 kvadratmeter. Gjennomsnittlig tetthet ble beregnet separat for de ulike habitatklasser, og 95 % konfidensintervall for disse gjennomsnittene ble beregnet ved bootstrapping-metode (Efron & Tibshirani 1986). Vi brukte stratifisert bootstrapping, med tilfeldig trekking med tilbakelegging innenfor hver habitatklasse og 1000 repetisjoner. Fordelen med denne tilnærmingen er at den ikke er avhengig av en bestemt antakelse om fordeling. Det ble også gjort forsøk med simuleringer der vi lot fangbarheten variere med ± 0.1 for hver stasjon og transekt, dette hadde neglisjerbar virkning på konfidensintervallene ($< 2\%$), og er i tråd med tidligere funn av at variasjon mellom transekt er den viktigste variasjonskilden (Forsgren & Forseth 2009). Mengde av fisk med 95 % konfidensintervall innenfor for de ulike habitatklassene ble beregnet ved å multiplisere gjennomsnittsverdien og konfidens-intervallet med arealet for de respektive habitatklassene. Oppskalering til totalmengde for anadrom strekning ble så gjort ved å summere mengden innenfor hver habitatklasse.

Beregning av lengde ved 50 % sannsynlighet for smoltifisering ble gjort ved logistisk regresjon, basert på visuell klassifisering som smolt eller ikke ved ungfiskundersøkelsene våren 2015. Logistisk regresjon ble også brukt til å beregne sannsynlighet for tilhørighet til en årsklasse eller neste som funksjon av lengde, basert på høstundersøkelsene der alder ble undersøkt fra skjellprøver. De resulterende regresjonene ble deretter brukt til å estimere årsklassetilhørighet for fisken i vårinnsamlingene, med korrigerende for gjennomsnittlig lengdevekst fra høst til vår. Gjennomsnittlig lengdevekst og vektendring fra høst til vår ble beregnet basert gjenfangster av merka fisk. Gjennomsnittlig lengde for høst og vår for hver årsklasse ble også sammenlignet.

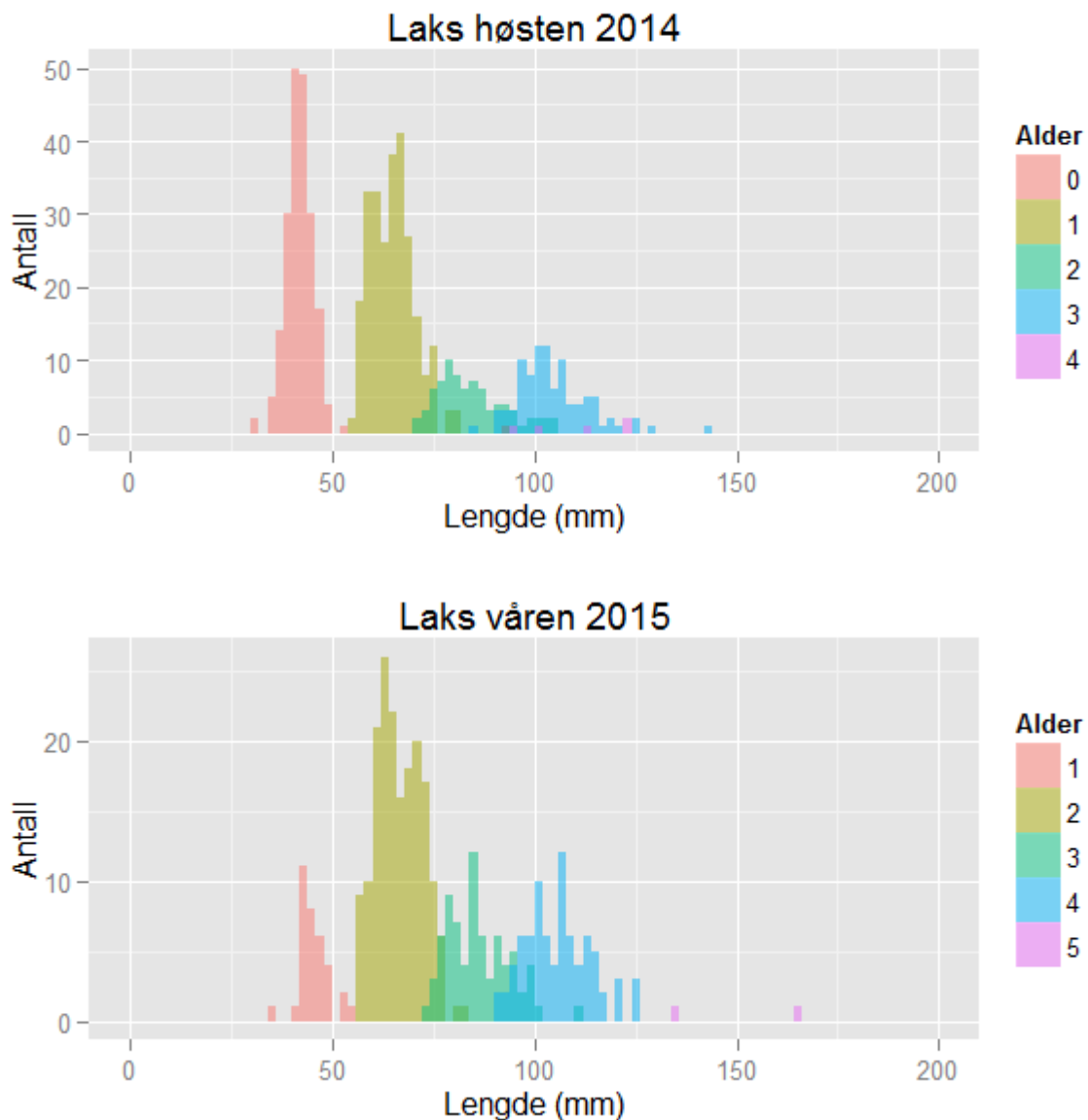
Eggdeponeringsestimat for det siste tiåret ble basert på tall i Lamberg mfl. (2013), men med felles fekunditet 1450 egg / kg hofisk for alle år. Det er antatt en gjennomsnittlig vekt på 2 kg for smålaks (1-3 kg), 5 kg for mellomlaks (3-7 kg), og 8 kg for storlaks (> 7 kg).

Databehandling og statistikk ble gjort i Microsoft Excel og i statistikkprogrammet R, versjon 3.0.2 (R Core Team 2013).

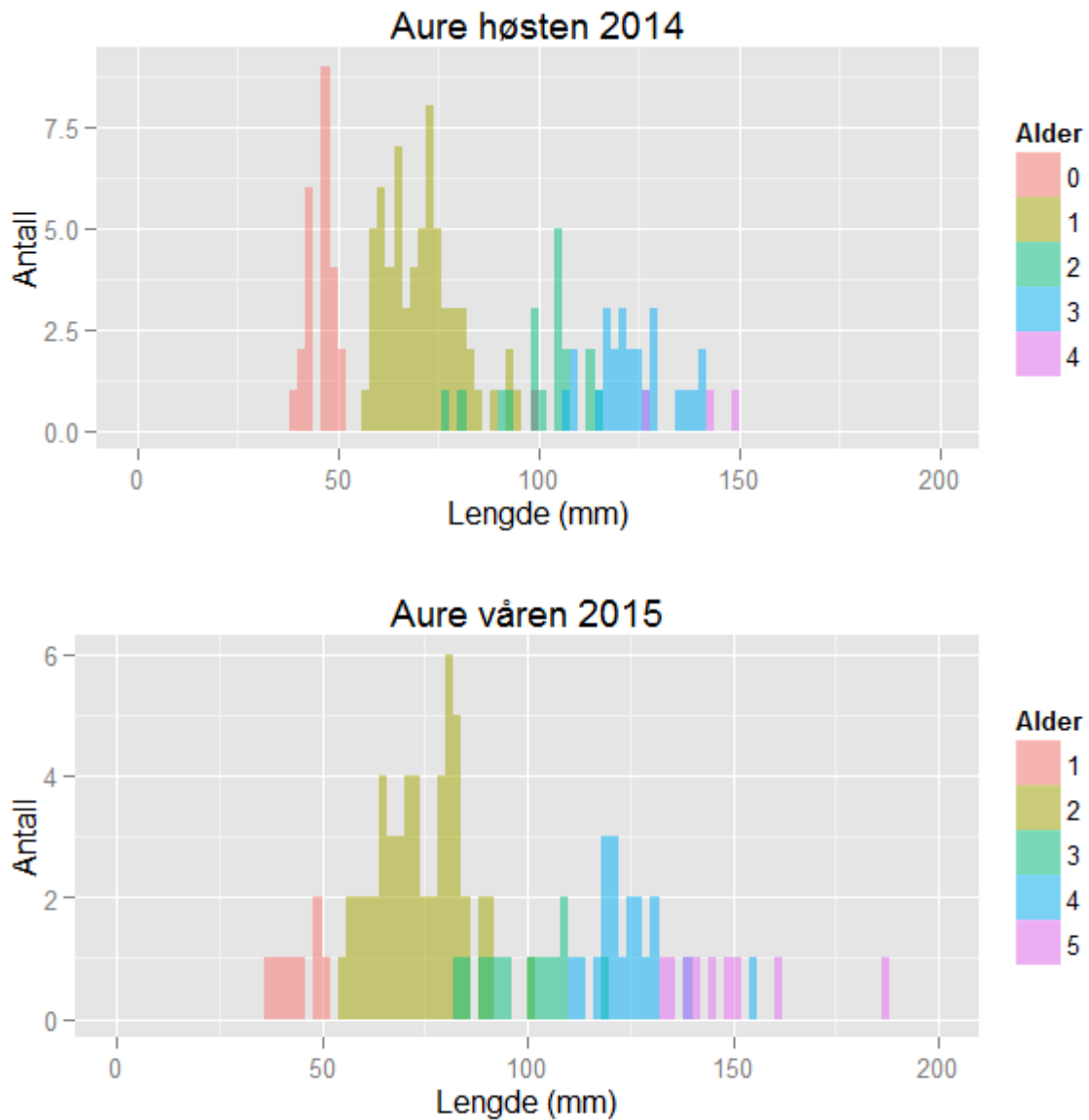
4 Resultater

4.1 Alder og vekst

Under elfisket høsten 2014 ble det fanget 640 laksunger og 134 aureunger. Tilsvarende tall for vårundersøkelsene var 368 og 106. Avfisket areal var 2755 m² og 6079 m² for respektive høst- og vårundersøkelser. 21 fisk (14 laks og 7 aure) merka i høsten 2013 eller høsten 2014 blei gjenfanga våren 2015 (lengde mellom 63 mm og 144 mm). Årsklassene var tydelige i lengdefordeling for laks (Figur 3) og aure (Figur 4).

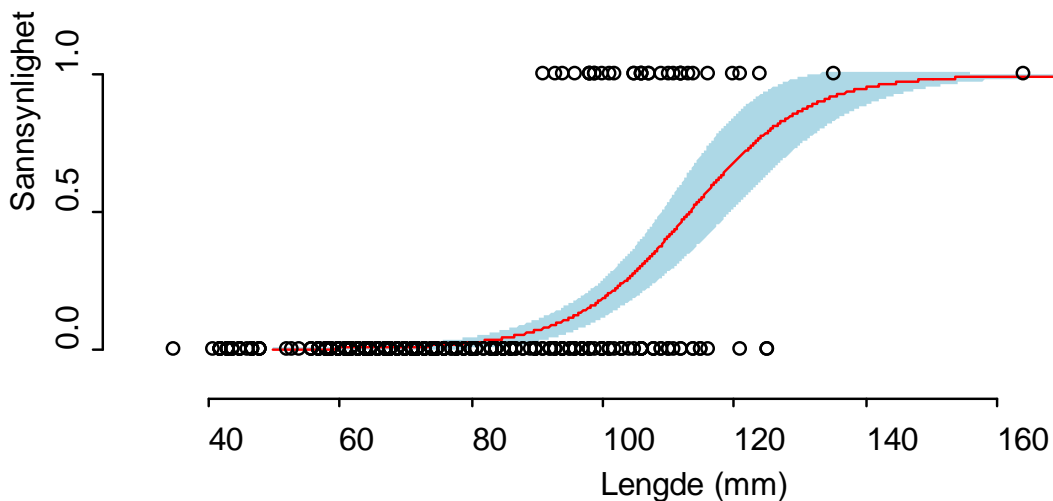


Figur 3: Lengdefordeling (2 mm grupper) i fangstene for de ulike årsklassene av laks høsten 2014 (øverst) og våren 2015 (nederst).



Figur 4: Lengdefordeling (2 mm grupper) i fangstene for de ulike årsklassene av aure høsten 2014 (øverst) og våren 2015 (nederst).

Lengde for 50 % sannsynlighet for smoltifisering ble beregnet til 113 mm (logistisk regresjon, 95 % konfidensintervall 109-119 mm, Figur 6). Dersom vi inkluderte fisk som var karakterisert som «kanskje smolt», var tilsvarende tall 109 mm (106-114 mm).



Figur 5: Laksens lengde og sannsynlighet for å smoltifisere for lakseunger i Skjoma våren 2015. Rød linje viser sannsynligheten estimert ved logistisk regresjon, lyseblå farge indikerer 95 % konfidensintervall for estimatet. Svarte sirkler viser observasjoner, 0 tilsvarer fisk karakterisert som parr, og 1 tilsvarer laks karakterisert som smolt.

4.2 Tetthet og mengde

4.2.1 Parr inklusiv presmolt

Tettheten av ungfisk økte med habitatklasse for 1 år og eldre fisk høsten 2014, og var lavere om våren enn om høsten (Tabell 1). Vårestimatet var lavere enn konfidensintervallet for høstestimatet, dette indikerer noe vinterdødelighet for disse årsklassene av laks. Mengden av 1 år og eldre lakseunger ble estimert til vel 94 000 ved elfiske-estimat høsten 2013.

Tabell 1: Estimert tetthet og mengde (abundans) av 1 år og eldre lakseparr høsten 2014 og påfølgende vår.

| Sesong | Habitatklasse | Areal | Tetthet (fisk/100 m ²) | | Oppskalert mengde | |
|-------------|---------------|---------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| | | | Tetthet | 95 % konfidensintervall | Mengde | 95 % konfidensintervall |
| Høst | 1 | 103045 | 15.8 | 4.3 - 28.6 | 16274 | 4404 - 29485 |
| Høst | 2 | 122040 | 32.0 | 22.9 - 42.2 | 38996 | 27924 - 51489 |
| Høst | 3 | 83457 | 33.9 | 21.6 - 46.7 | 28278 | 18033 - 38968 |
| Høst | 4 | 24444 | 43.3 | 27.3 - 60.8 | 10572 | 6674 - 14862 |
| Høst | Totalt | 332986 | 28.3 | 22.4 - 34.6 | 94121 | 74648 - 115311 |
| Vår | 1 | 103045 | 6.4 | 3.0 - 11.4 | 6643 | 3080 - 11780 |
| Vår | 2 | 135600 | 32.5 | 16.6 - 49.4 | 44037 | 22488 - 66942 |
| Vår | 3 | 92730 | 20.0 | 13.0 - 28.4 | 18544 | 12041 - 26361 |
| Vår | 4 | 27160 | 9.1 | 2.7 - 16.8 | 2474 | 725 - 4554 |
| Vår | Totalt | 358535 | 20.0 | 13.4 - 26.6 | 71697 | 48179 - 95398 |

Mengden av 3 år og eldre lakseparr ble høsten 2014 estimert til 17329 (Tabell 2). Mengden 4-årig laks ble estimert til 468 (95 % konfidensintervall 65-993). Dette utgjør 4 % av estimert mengde 4-åringer (11952) våren 2014.

Tabell 2: Tetthet og mengde (abundans) av 3 år og eldre lakseparr høsten 2014 og påfølgende vår, estimert ved stasjons- og transektundersøkelser med elektrisk fiskeapparat.

| Sesong | Habitatklasse | Areal | Tetthet (fisk/100 m ²) | | Oppskalert mengde | |
|-------------|---------------|---------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| | | | Tetthet | 95 % konfidensintervall | Mengde | 95 % konfidensintervall |
| Høst | 1 | 103045 | 2.2 | 0.0 - 6.7 | 2298 | 0 - 6893 |
| Høst | 2 | 122040 | 5.4 | 2.9 - 7.9 | 6640 | 3590 - 9623 |
| Høst | 3 | 83457 | 5.7 | 2.6 - 9.5 | 4744 | 2211 - 7893 |
| Høst | 4 | 24444 | 14.9 | 7.5 - 23.2 | 3648 | 1845 - 5681 |
| Høst | Totalt | 332986 | 5.2 | 3.5 - 7.4 | 17329 | 11511 - 24487 |
| Vår | 1 | 103045 | 2.5 | 0.7 - 4.8 | 2613 | 705 - 4961 |
| Vår | 2 | 135600 | 7.9 | 2.9 - 14.4 | 10744 | 3880 - 19493 |
| Vår | 3 | 92730 | 6.3 | 2.9 - 10.6 | 5848 | 2715 - 9849 |
| Vår | 4 | 27160 | 2.4 | 0.0 - 4.9 | 647 | 9 - 1326 |
| Vår | Totalt | 358535 | 5.5 | 3.2 - 8.2 | 19852 | 11548 - 29408 |

Estimerte tettheter av aure var gjennomgående lågere enn for laks, men det totale mengdeestimatet for aure våren 2015 var relativt likt høstestimatet (Tabell 3). Sammenlignet med estimatene for laks i samme aldersklasser, ser vi at laks dominerer og at mengden aure var rundt 30 % av mengden laks.

Mengden av 3 år og eldre aure ble høsten 2014 estimert til 6168 (95 % konfidens-intervall 1282-12753) og våren 2015 til 8580 (95 % konfidensintervall 1364-22643) med elfiskemetoden.

Tabell 3: Estimert tetthet og mengde (abundans) av 1 år og eldre aureparr høsten 2013 og påfølgende vår.

| Sesong | Habitatklasse | Areal | Tetthet (fisk/100 m ²) | | Oppskalert mengde | |
|-------------|---------------|---------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| | | | Tetthet | 95 % konfidensintervall | Mengde | 95 % konfidensintervall |
| Høst | 1 | 103045 | 7.2 | 0.0 - 15.1 | 7371 | 0 - 15508 |
| Høst | 2 | 122040 | 4.9 | 1.6 - 9.3 | 5943 | 1961 - 11329 |
| Høst | 3 | 83457 | 15.3 | 4.7 - 28.2 | 12784 | 3886 - 23518 |
| Høst | 4 | 24444 | 10.4 | 4.7 - 16.5 | 2554 | 1144 - 4043 |
| Høst | Totalt | 332986 | 8.6 | 4.8 - 13.0 | 28652 | 15960 - 43370 |
| Vår | 1 | 103045 | 8.6 | 1.4 - 17.7 | 8885 | 1409 - 18279 |
| Vår | 2 | 135600 | 7.2 | 2.3 - 14.8 | 9811 | 3091 - 20073 |
| Vår | 3 | 92730 | 12.9 | 2.5 - 31.1 | 11966 | 2309 - 28794 |
| Vår | 4 | 27160 | 5.8 | 1.3 - 10.2 | 1571 | 362 - 2765 |
| Vår | Totalt | 358535 | 9.0 | 4.5 - 14.9 | 32232 | 16161 - 53436 |

4.2.2 Presmolt-estimat

Det ble fanget presmolt på habitatklassene 1,2 og 3 (uegnet til god egnet oppvekstområde for laks), men ikke i habitatklasse 4 (meget godt oppvekstområde). Under halvparten av 4 år og eldre fisk ble klassifisert som presmolt våren 2014 (Tabell 2 og Tabell 4). Estimert oppskalert mengde for laks var på 6600 presmolt (Tabell 4), dersom vi inkluderte fisk karakterisert som «kanskje smolt» ble estimatet 9547 (95 % konfidensintervall 3895-17621).

Tabell 4: Estimert smolttetthet og mengde (abundans) av laks presmolt for hver habitattype og totalt for anadrom strekning av Skjoma, våren 2015. Habitatklassifiseringen er basert på Lamberg mfl. (2006). Undersøkelsen ble gjort ved en vannføring på rundt $9\text{-}10\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$, og arealet som er lagt til grunn for habitatklasse 2,3 og 4 er 100 % av arealet ved $8,5\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$ (se metodekapittelet).

| Habitatklasse | Areal | Tetthet (smolt/100 m ²) | | Oppskalert mengde | |
|------------------------|---------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| | | Tetthet | 95 % konfidensintervall | Smoltproduksjon | 95 % konfidensintervall |
| 1 (uegnet) | 103045 | 0.7 | 0.0 - 2.1 | 734 | 0 - 2202 |
| 2 (middels godt egnet) | 135600 | 2.9 | 0.0 - 6.9 | 3920 | 0 - 9378 |
| 3 (godt egnet) | 92730 | 2.1 | 0.8 - 3.7 | 1946 | 699 - 3461 |
| 4 (meget godt egnet) | 27160 | 0.0 | 0.0 - 0.0 | 0 | 0 - 0 |
| Totalt | 358535 | 1.8 | 0.6 - 3.5 | 6600 | 2133 - 12574 |

For aure var presmolt-estimatet kun 962 (Tabell 5), dersom vi inkluderte fisk karakterisert som «kanskje smolt» ble estimatet 1929 (95 % konfidensintervall 307-4148). Dette var lågere enn det for laks, men konfidensintervallet var videre hos aure. Dette reflekterer en mer klumpa fordeling av aure enn av laks.

Tabell 5: Estimert smolttetthet og mengde (abundans) av aure presmolt for hver habitattype og totalt for anadrom strekning av Skjoma, våren 2015. Habitatklassifiseringen er basert på Lamberg mfl. (2006). Undersøkelsen ble gjort ved en vannføring på rundt $9\text{-}10\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$, og arealet som er lagt til grunn for habitatklasse 2,3 og 4 er 100 % av arealet ved $8,5\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$ (se metodekapittelet).

| Habitatklasse | Areal | Tetthet (smolt/100 m ²) | | Oppskalert mengde | |
|------------------------|---------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| | | Tetthet | 95 % konfidensintervall | Smoltproduksjon | 95 % konfidensintervall |
| 1 (uegnet) | 103045 | 0.0 | 0.0 - 0.0 | 0 | 0 - 0 |
| 2 (middels godt egnet) | 135600 | 0.3 | 0.0 - 0.8 | 341 | 0 - 1023 |
| 3 (godt egnet) | 92730 | 0.6 | 0.0 - 1.7 | 586 | 0 - 1536 |
| 4 (meget godt egnet) | 27160 | 0.1 | 0.0 - 0.4 | 35 | 0 - 106 |
| Totalt | 358535 | 0.3 | 0.0 - 0.6 | 962 | 86 - 2218 |

4.2.3 Kohortstyrke og overlevelse hos laks

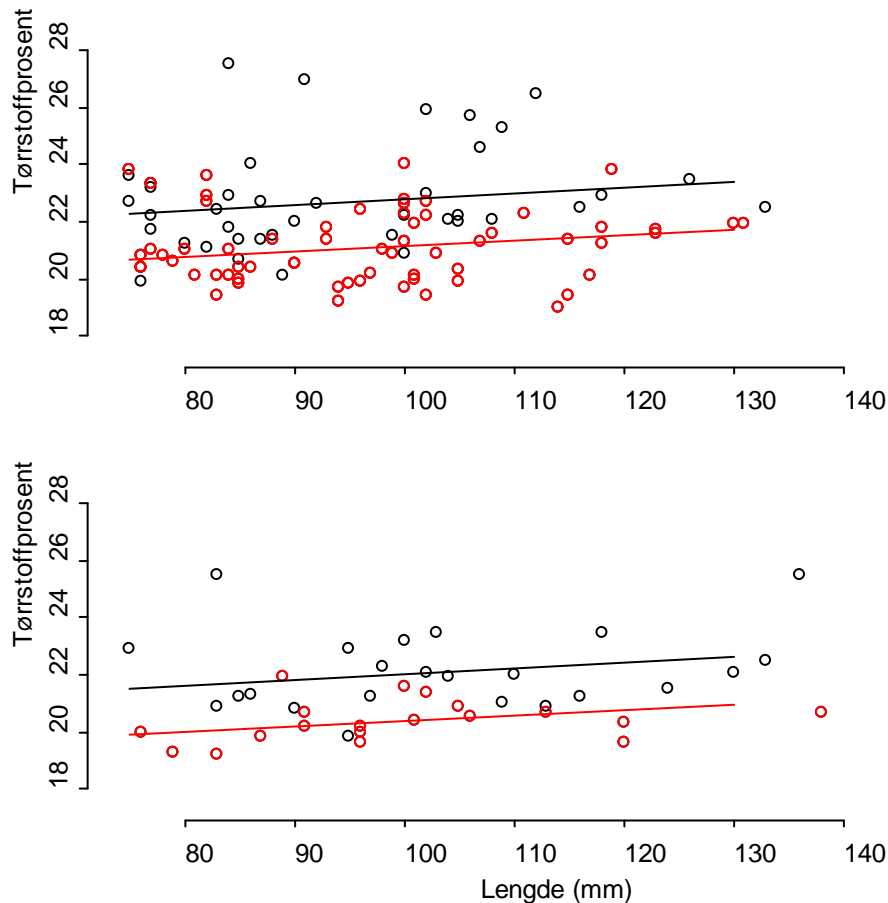
Kohortene (årsklassene) som ble gytt i 2010, 2011 og 2012 tilsvarte henholdsvis alder 3, 2 og 1 høsten 2014, og alder 4,3 og 2 våren 2015. For disse kohortene var det en variasjon på mellom 1,3 og 4 % overlevelse fra eggdeponeringsestimat (Tabell 7). For 2010-kohorten som nådde normal smoltalder i 2015 indikerer resultatene at overlevelsen fra egg til smolt var ca. 2,3 %.

Tabell 6: Estimert mengde av laks for kohortene gytt i 2010, 2011 og 2012 (henholdsvis 4, 3, og 2 år våren 2015), samt overlevelse fra egg til våren 2015 (S2015).

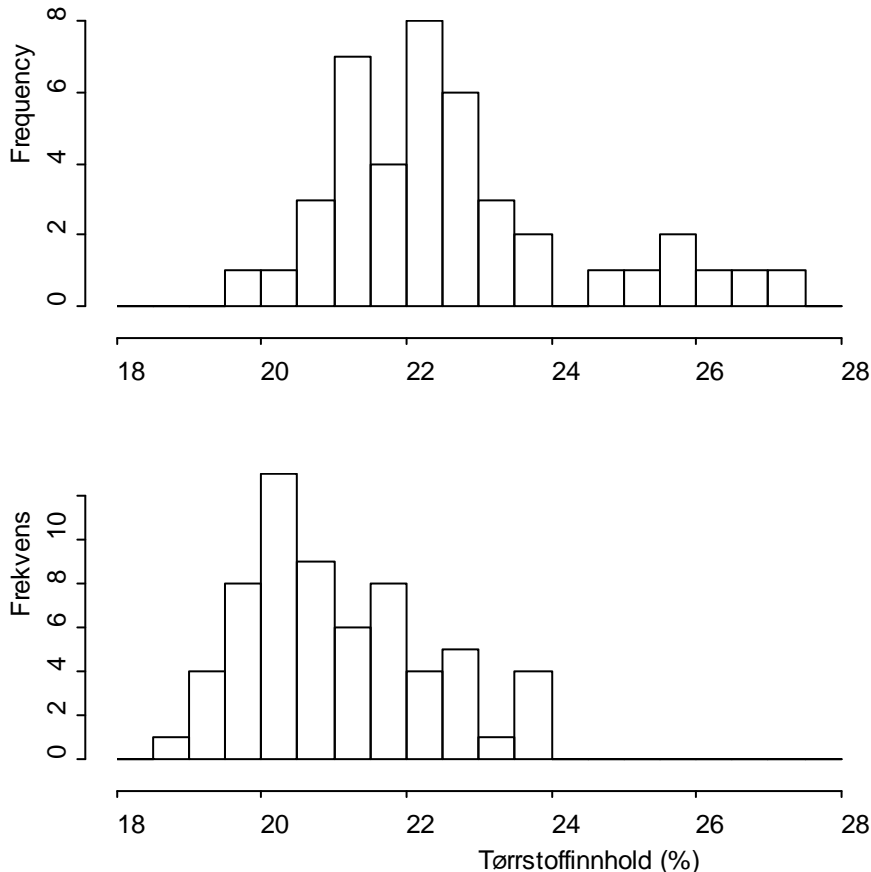
| Kohort | # Egg | Høsten 2013 | Høsten 2014 | Våren 2015 | S2015 (%) |
|--------|--------|---------------|-------------|------------|-----------|
| 2010 | 874350 | 34719 | 16860 | 19766 | 2.3 |
| 2011 | 527800 | 14440 | 16753 | 13904 | 2.6 |
| 2012 | 316100 | Ikke estimert | 60039 | 37940 | 12.0 |

4.2.4 Energiinnhold høst og vår

Energiinnholdet målt som tørrvekt var lavt både hos laks og ørret, og vesentlig om våren enn om høsten (Figur 6). For laks og aure var gjennomsnittlig tørrstoffinnhold henholdsvis 22,8 % og 22.0 % om høsten, redusert til 21.1 % og 20.3 om våren. Disse tallene er basert på parameterestimatene fra modellen Tørrstoffprosent \sim Art + Sesong + Lengde, som var statistisk signifikant med $P < 0.05$ i alle ledd. Fordelingen i tørrstoffinnholdet var mer «venstretung» om våren (Figur 7), noe som kan indikere selektiv dødelighet på fisk med lavt energiinnhold om vinteren.



Figur 6 Tørrstoffinnhold i laksunger (øverst) og aureunger (nederst) om høsten (svart) og våren (rødt). Linjer angir prediksjoner fra den statistiske modellen Tørrstoffprosent \sim Art + Sesong + Lengde. Modellen var statistisk signifikant ($P < 0.05$ for alle ledd, adj. $R^2=0.29$).



Figur 7 Fordelingen om våren er mer "venstretung", noe som kan indikere selektiv dødelighet på individer med lavt energinivå.

4.3 Gytefisk

4.3.1 Laks

Det ble registrert totalt 279 laks i den første runden og 294 laks i den andre runden. Antall laks innenfor de ulike størrelsesgruppene smålaks (1-3 kg), mellomlaks (3-7 kg) og storlaks (>7 kg) er oppsummert i tabell 1. I tabell 2 er kg hofisk oppgitt, basert på antatt gjennomsnittsvekt på 2 kg for smålaks, 5 kg for mellomlaks og 8 kg for storlaks. Oppgangen på 123 hannlaks representerer en minimumsoverlevelsesle på 4,9 % dersom en antar 1) 50 % av smolten er hannkjønn, 2) all hannlaks vandrer tilbake som smålaks, og 3) en smoltutvandring på 5017 slik estimert i 2013. Dersom en antar at 80 % av 4-årsklassen vandret ut i 2013, blir tilsvarende overlevelsesestimert 2,6 %.

Tabell 1. Tal laks innenfor de tre størrelsesgruppene og kjønn.

| Dato | Små (1-3 kg) | | Mellom (3-7 kg) | | Stor (>7 kg) | |
|------------------|--------------|------|-----------------|------|--------------|------|
| | Ho | Hann | Ho | Hann | Ho | Hann |
| 21-22. september | 14 | 122 | 78 | 38 | 15 | 12 |
| 13-14. oktober | 11 | 123 | 74 | 48 | 27 | 11 |

Tabell 2. Total vekt (kg) av holaks innenfor de tre størrelsesgruppene.

| Dato | Små (1-3 kg) | Mellom (3-7 kg) | Stor (> 7 kg) | Totalt |
|------------------|--------------|-----------------|---------------|--------|
| 21-22. september | 28 | 390 | 120 | 538 |
| 13-14. oktober | 22 | 370 | 216 | 608 |

4.3.2 Sjøaure

Det ble registrert 180 sjøaure <1kg, 72 mellomstor sjøaure (1-3 kg), og 38 stor sjøaure (>3 kg). Dette var mer enn i 2012, men lavere enn tidligere år.

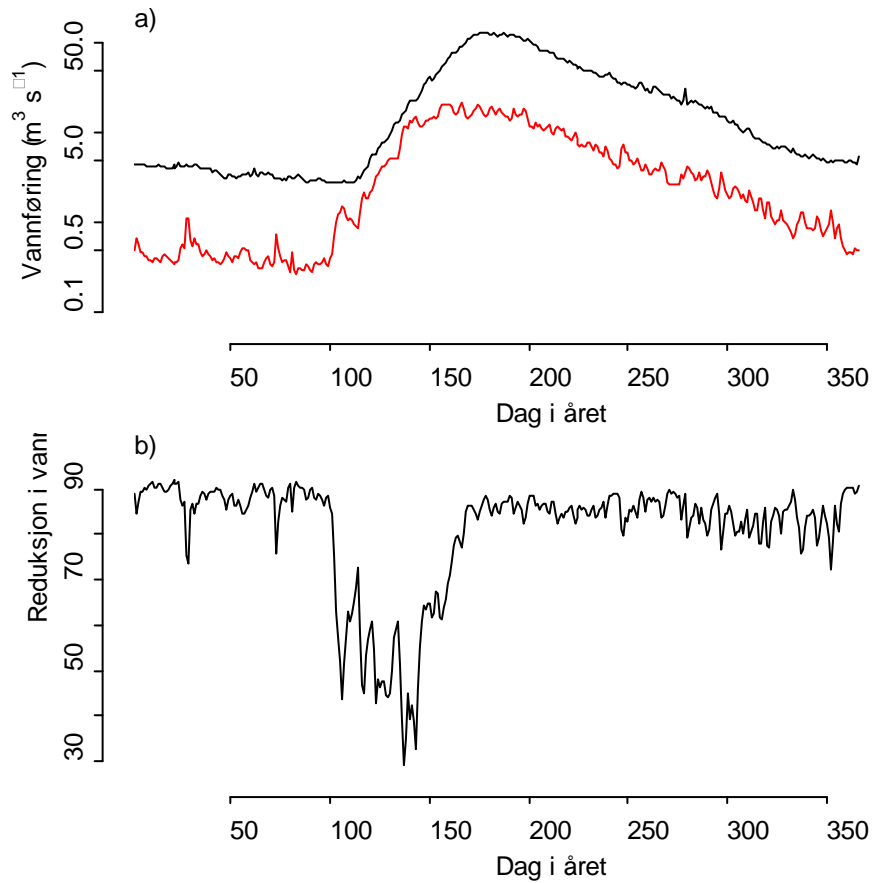
Det ble registrert 1057 og 1327 sjøaure i henholdsvis første og andre runde. Om lag 260 av sjøauren var større enn 1 kg, dette er mer enn i 2012 og 2013, men mindre enn i årene 2003-2011. Rundt 1000 var under 1 kg, dette er om lag som i 2004, som var den nest høyeste registreringen for denne størrelsesgruppen i perioden 2003-2013.

Tabell 3. Tal sjøaure innanfor dei ulike storleiksgruppene.

| Dato | < 1 kg | 1 - 3 kg | > 3 kg |
|------------------|--------|----------|--------|
| 21-22. september | 806 | 211 | 39 |
| 13-14. oktober | 1072 | 212 | 40 |

4.4 Vannføring

I perioden 1920-1970 (før utbygging av kraftverket) låg gjennomsnittlig vannføring rundt 3-5 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ i vinterhalvåret (Fig X). I perioden 1980-2014 låg vintervannføringa typisk under 0.5 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$. I vinterhalvåret er vannføringa redusert med 90 % i forhold til det den var før utbygging, i sommerhalvåret er reduksjonen 80-90 % med unntak av perioden før toppen av vårflommen, der snøsmelting i lavereliggend områder kompenserer og resulterer i en vesentlig mindre reduksjon enn i resten av året (Fig 8). For å oppnå en minstevannføring på 2 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ved Gamnes kreves det et årlig vannslipp som tilsvarer 2.3 % av vannet brukt til kraftproduksjon ved Skjomen kraftverk, basert på gjennomsnittlig produksjon i perioden 2000-2014. For å oppnå en minstevannføring på 4 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ved Gamnes kreves det et årlig vannslipp som tilsvarer 6.4 % av vannet brukt til kraftproduksjon ved Skjomen kraftverk.



Figur 8 a) Gjennomsnittlig vannføring ved Gamnes i perioden 1920-1970 (svart) og i perioden 1980-2015 (rød). b) Gjennomsnittlig reduksjon i vannføring etter utbygging relativt til før utbygging.

5 Diskusjon

5.1 Laks

Smoltproduksjonen i Skjoma våren 2015 ble beregnet til 6600 laks. Dette er et konservativt estimat av flere årsaker: 1) klassifiseringen av fisk som presmolt skjedde over en måned før smoltutvandring-sesongen er over, og det kan tenkes at fisk som senere smoltifiserte unngikk å bli karakterisert som presmolt fordi smolt-karakterene var lite utviklet. 2) Aldersfordelingen fra høsten 2014 og den store reduksjonen i antall 4-åringer fra vår 2014 til høst 2014 indikerte at det aller meste av 4-åringene hadde forlatt elva. Når mindre halvparten av 4-åringene våren 2014 ble karakterisert som smolt (ca halvparten når kategorien «kanskje» ble tatt med), kan det tyde på at klassifiseringen var for konservativ, og at faktisk smoltutvandring vil være større. 3) Ved elfiske er det et generelt trekk at tettheten blir underestimert som en følge av overestimering av fangbarheten (Bohlin mfl. 1989, Forseth & Forsgren 2009), dette vil bidra ytterligere til at estimatet blir noe lavt. På den annen side kan det forventes noe dødelighet mellom tidspunktet for presmoltestimatet og selve smoltutvandringen. Slik dødelighet kan skyldes predasjon, særlig fra laksand, men det kan også tenkes at dødelighet knyttet til minkende energi-innhold gjennom vinteren også kan bidra.

Estimatet på ca. 6600 (9500 inkl «kanskje») er høyere enn i 2013, da tilsvarende tall var 5000 (6000) presmolt av laks. En høyere smoltproduksjon var også forventet for 2015, fordi kohorten utsprang fra en høyere eggdeponering. Estimaten er over ti ganger så høyt som smoltproduksjons-potensialet gitt i boniteringsrapporten fra 2006 (Lamberg mfl. 2006). Likevel var gjennomsnittlig tetthet av 1 år og eldre lakseunger (20-28 fisk m^{-2}) sammenlignbart med gjennomsnittet for alle stasjoner i undersøkelsene i 1998 (henholdsvis 20,6 fisk m^{-2}), og ikke unaturlig høyt i forhold til andre undersøkelser i perioden 1977-2003 der rapporterte verdier har ligget mellom ca. 5 og 40 fisk $100 m^{-2}$ (Heggberget 1985, Nøst mfl. 1998, Lamberg mfl. 2006). Den store differansen mellom estimert potensial og estimert smoltutgang i 2015 har to hovedårsaker. For det første baserte Lamberg mfl. (2006) produksjonsestimatet på et areal redusert med 75 % i forhold til vannføringa ved 8,5 $m^3 s^{-1}$, uten å ta i betraktning vannføringa de tidligere tetthetsundersøkelsene var gjennomført på. Dette er kanskje den viktigste årsaken til avviket. Videre ble det antatt at rapporterte tettheter kun var gyldig for de beste habitatene, mens de dårligere habitatene hadde neglisjerbar produksjon. Designet i undersøkelsene fra høsten 2013 og 2014 sikret at alle habitatklasser definert av Lamberg mfl. 2006 ble undersøkt, og inkluderte tilfeldig transektfordeling for å unngå subjektiv utvelgning av de beste habitatene innenfor hver klasse. Tetthetene av laksunger økte med habitatkvaliteten i tråd med forventningene, men observert smolttetthet innenfor hver habitatklasse var også vesentlig høyere enn lagt til grunn i estimeringa av produksjonspotensialet.

Smoltestimatet for 2015 er også rundt 10 ganger høyere enn de høyeste estimatene de siste ti årene (Lamberg mfl. 2013). Smoltutvandringen i 2015 var forventet bedre enn i de foregående år, fordi kohorten utsprang fra året 2010 som hadde det høyeste eggdeponeringsestimatet i perioden 2001-2010. Videre kan dette også belyses ved å vurdere eggdeponeringsestimat og senere tilbakevandring fra samme kohort for Skjoma opp mot overlevingsrater i ferskvann og sjø. Lamberg mfl. (2013) hevder at overlevelsen fra egg til smolt i Skjoma er så lav som 0.1 % i gjennomsnitt. Vi fant imidlertid at overlevelsen fra egg til smoltalder (4 år) var 1,5 % for 2009-kohorten (årsklassen) og 2,3 % for 2010-kohorten av laks (gytt i henholdsvis 2009 og 2010). Dette er nær den antatte overlevelsen som ligger til grunn for beregning av overlevelse hos ungfisk ved beregning av gytebestandsmål (Hindar mfl.

2007). Etter denne metoden vil overlevelsen til lakseunger fra egg til smoltutvandring ved alder 4 være 1,25 %. For anadrom laksefisk er overlevelsen i oppvekstårene i ferskvannsfasen svært variabel, ikke minst fordi den avhenger av smoltalder. Vanlige verdier ligger mellom 1-5 % (Hindar mfl. 2007, Klemetsen mfl. 2003). I Halselva i Finnmark er smoltalder litt over 4 år og gjennomsnittsoverlevelsen 2,3 %, basert på mange års data. Men lave verdier ned mot 0,15 % er også rapportert, og da gjerne i samband med veldig kalde, tørre vintre og / eller forbigående mildvær og flomperioder midt på vinteren (se diskusjon i Cunjak & Therrien 1998 og referanser i denne). Dette er en aktuell problemstilling i Skjoma fordi vintervannføringen er så lav at gytegroper lagt på grunt vann ved høyere vannføring kan tenkes å «strande» og fryse inn i løpet av vinteren. Problemer med stranding av gytegroper er grundig dokumentert i det regulerte Eidfjordvassdraget i Hordaland (Skoglund mfl. 2012). Variasjon i overlevelse er gjerne størst i det første leveåret (egg til 0+) og påvirkes både av tetthetsuavhengige faktorer, som vannføring, temperatur og eventuell innfrysing, men også av og tetthetsavhengige faktorer som for eksempel konkurranse om næring og habitat (Jonsson mfl. 1998). Lav vannføring vil ikke bare medføre risiko for stranding og innfrysing om vinteren, men også medføre redusert habitat- og næringstilgang både sommer og vinter. Derfor kan ungfiskoverlevelsen også bli redusert av tetthetsavhengige prosesser, indirekte forårsaket av redusert vannføring. Det lave tørrstoffinnholdet og forskyvningen i fordeling fra høst til vår indikerer selektiv dødelighet for fisk med lavt energinivå (Finstad mfl. 2004), og det generelt lave tørrstoffinnholdet indikerer at ungfisk i Skjoma kan være sensitiv mot stress påført av lav vintervannføring.

Det er i andre vassdrag påvist en negativ sammenheng mellom ungfiskproduksjon og både sommer- og vintervannføring (Hvidsten mfl. 2015). Skjoma har ingen lovpålagt minstevannsføring, og det er ingen tvil om at reduksjonen i vannføring på 90 % både vinter og sommer må ha hatt negative konsekvenser for produksjonen av ungfisk. Skjoma ble i rapporten «Vannkraftkonsesjoner som kan revideres» (Sørensen mfl. 2013) gitt prioritet 1.2. Den eneste årsaken til at den ikke ble gitt topp prioritet (1.1) var antatt verdi av redusert kraftproduksjon ved innføring av Q95 som minstevannføringskrav. Vi viser i denne rapporten at det ved et adaptivt vannslipp i Skjoma kan oppnås en årlig minstevannføring på henholdsvis 2 og 4 m³ s⁻¹ ved Gamnes til med et vannslipp som tilsvarer henholdsvis 2,3 og 6,4 % av vannføringen gjennom Skjomen kraftstasjon. Innføring av en minstevannføring på 2 m³ s⁻¹ ved Gamnes vil representere en noe lavere minstevannføring enn den historiske laveste gjennomsnittlige vannføringen i vinterhalvåret, men representere en vesentlig bedre situasjon for oppvekstvilkårene til fisk. En kombinasjon av en minstevannføring på henholdsvis 2 og 4 m³ s⁻¹ for vinter- og sommerhalvåret kan også vurderes. I alle tilfeller vil minstevannføringene omtalt her representere et vannslipp som blir mer enn oppveid av den forventede økningen i vannføring som forventes som en konsekvens av klimaendringene (Sørensen mfl. 2013).

I Tabell 8 har vi listet potensiell smoltutvandring for ulike overlevelseshastigheter i ferskvann, basert på eggdeponeringsestimat med grunnlag i gytefisketellingene. I Tabell 9 har vi listet potensielt smoltgrunnlag for ulike overlevelseshastigheter fra smolt til smålaks, gitt at alle smålaks er hannfisk (tilnærmet slik den siste ti-årsperioden, jfr. Lamberg mfl. 2013) og at de returnerer etter ett år i sjøen. I Tabell 10 har vi listet potensielt smoltgrunnlag for ulike overlevelseshastigheter fra smolt til 1-sjøvinter for holaks, gitt at disse returnerer etter to år i sjøen og at overlevelsen i det andre året i sjøen er 30 %. Sammenholder vi tabell 8, 9 og 10, finner vi at med en overlevelse på 1-2 % fra egg til smolt, har sjøoverlevelsen fra smolt til 1-sjøvinter vært rundt 2-5 %. En

ekstremt lav gjennomsnittlig overlevelse fra egg til smolt på 0.1 % vil derimot fordre at overlevelsen fra smolt til 1-sjøvinter laks har vært urealistisk høg. Marin overlevelse fra smolt til 1-sjøvinter er svært variabel både mellom år og mellom elver, men er normalt mellom 0,5 – 15 % (Klemetsen mfl. 2003, Anon. 2014) og trolig under 10 % for de fleste norske elver (Hindar mfl. 2007). Vi fant for smoltutgangen i 2014 var minimumsestimatet for sjøoverlevelse 4,9 %, basert på antakelsene 1) 50 % av smolten er hannkjønn og 2) all hannlaks vandrer tilbake som smålaks, og 3) en smoltutvandring på 5017 slik estimert i 2013. Dersom en antar at 80 % av 4-årsklassen vandret ut i 2013, blir tilsvarende overlevelsesestimat 2,6 %.

Vi er derfor av den oppfatning av at overlevelsen fra egg til smolt er lav i Skjoma, men heller trolig rundt 0,5 – 2,5 % og ikke så lavt som 0,1 %.

Eggdeponeringa har vært generelt vært bedre de siste 8 årene enn de foregående 7 årene (Figur 9). Ser vi på rekruttering av smålaks-hanner og mellomlaks-hoer som en funksjon av eggdeponeringsestimatet for kohorten, finner vi en klar positiv sammenheng (Figur 8). Men denne sammenhengen er ikke-lineær, da den avtar med økende eggdeponering. Det tyder på tetthetsavhengighet i rekrutteringen. Tetthetsavhengighet kan skyldes konkurranse om mat, men det kan også skyldes tilgang på skjul. Et problem i Skjoma er dårlig hulromskapasitet. Vi har i 2013/2014 gjort en del målinger på hulromskapasitet. Disse målingene vil bli sammenholdt med substratmålinger gjort i elva, og med substratmålinger basert på høgoppløselige foto samla inn med droneflyging over Skjoma i 2014 gjennom prosjektet HADRO, finansiert av Framsenderet. På sikt er målet at disse målingene og kartleggingen skal styrke habitatklassifiseringen, og legge grunnlag for kvantitativ modellering av respons i ungfiskproduksjon som følge av ulike tiltak i elva.

Tabell 8: Smoltutvandring (tall i kursiv) beregnet utfra eggdeponeringsestimater og gitt overlevelse i ferskvannsfasen som indikert med %-angivelse. Eggdeponeringsestimata er basert på antall hofisk i gytefisktellinger og 1450 egg per kg hofisk (Lamberg mfl 2013). Det er lagt til grunn en antakelse om en smoltalder på 4 år og at smålaks har vært 1 vinter i sjøen. Smålaksen fra tellingene i 2014 hadde da utspring fra egg gytt i 2008, og smoltutvandra i 2013 (lyseblå bakgrunn). Presmolt registrert våren 2015 hadde utspring i gyting i 2010 (grønn bakgrunn).

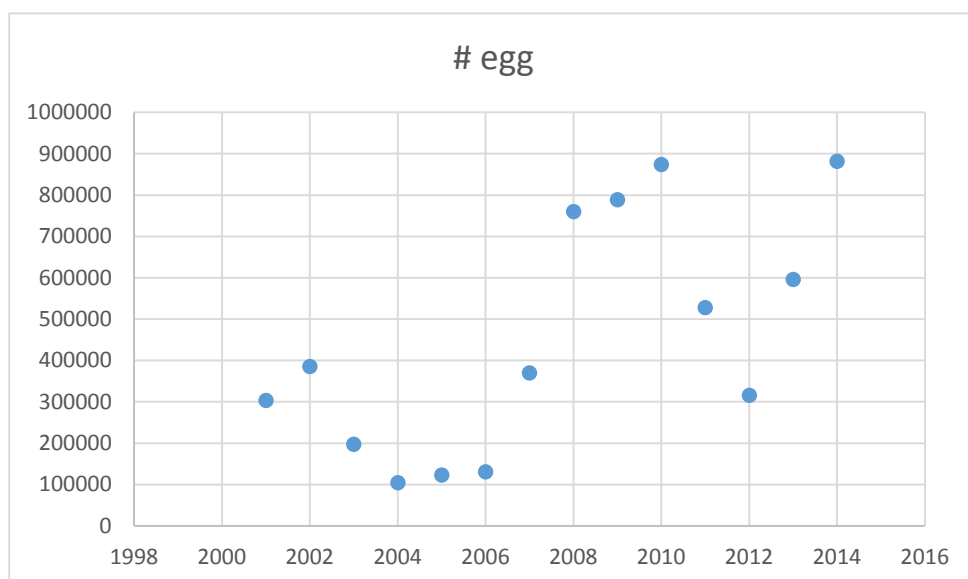
| Gyteår | # egg | 5 % | 3 % | 2 % | 1 % | 0.50 % | 0.10 % | Smoltår | Smoltestimat |
|--------|--------|-------|-------|-------|------|--------|--------|-------------|--------------|
| 2001 | 303050 | 15153 | 9092 | 6061 | 3031 | 1515 | 303 | 2006 | 120 |
| 2002 | 385700 | 19285 | 11571 | 7714 | 3857 | 1929 | 386 | 2007 | 179 |
| 2003 | 197200 | 9860 | 5916 | 3944 | 1972 | 986 | 197 | 2008 | 566 |
| 2004 | 104400 | 5220 | 3132 | 2088 | 1044 | 522 | 104 | 2009 | 59 |
| 2005 | 123250 | 6163 | 3698 | 2465 | 1233 | 616 | 123 | 2010 | 83 |
| 2006 | 130500 | 6525 | 3915 | 2610 | 1305 | 653 | 131 | 2011 | 5 |
| 2007 | 369750 | 18488 | 11093 | 7395 | 3698 | 1849 | 370 | 2012 | 1 |
| 2008 | 759800 | 37990 | 22794 | 15196 | 7598 | 3799 | 760 | 2013 | |
| 2009 | 788800 | 39440 | 23664 | 15776 | 7888 | 3944 | 789 | 2014 | 5017 |
| 2010 | 874350 | 43718 | 26231 | 17487 | 8744 | 4372 | 874 | 2015 | |
| 2011 | 527800 | 26390 | 15834 | 10556 | 5278 | 2639 | 528 | 2016 | |
| 2012 | 316100 | 15805 | 9483 | 6322 | 3161 | 1581 | 316 | 2017 | |
| 2013 | 595950 | 29798 | 17879 | 11919 | 5960 | 2980 | 596 | 2018 | |
| 2014 | 881600 | 44080 | 26448 | 17632 | 8816 | 4408 | 882 | 2019 | |

Tabell 9: Smoltgrunnlag (tall i kursiv) beregnet utfra antall smålaks i gytefiskregistreringene og gitt overlevelse fra smolt til 1-sjøvinter som indikert med %-angivelse. Tallene er basert på en antakelse om at all hanlaks går tilbake til elva etter ett år i sjøen, at all smålaks er hanlaks, og at 50 % av smolten er hann. Det er lagt til grunn en antakelse om en smoltalder på 4 år og at smålaks har vært 1 vinter i sjøen. Smålaksen fra tellingene i 2014 hadde da utspring fra egg gytt i 2008, og smoltutvandra i 2013 (lyseblå bakgrunn).

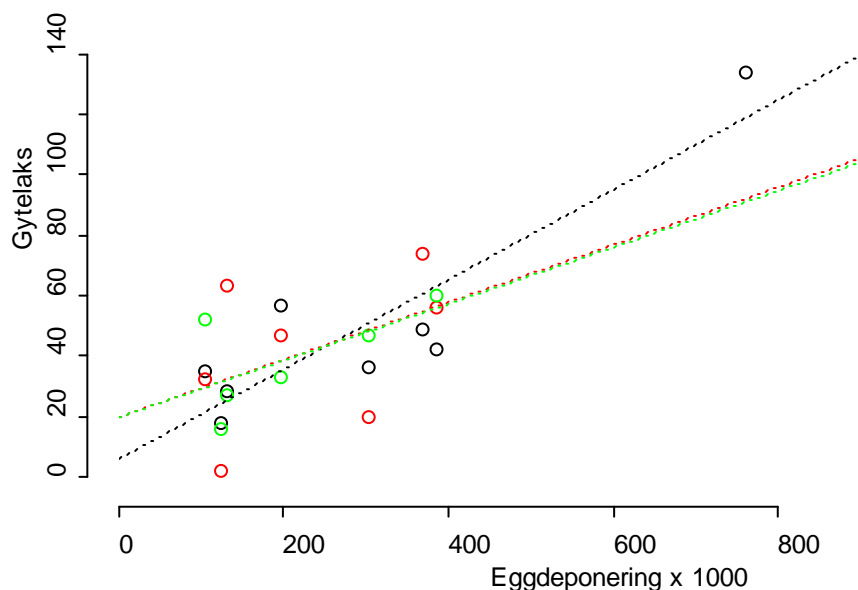
| Smålaksår | Smålaks | Smoltår | 50 % | 25 % | 10 % | 5 % | 3 % | 2 % | 1 % | # smolt video |
|-----------|---------|-------------|------|------|------|------|------|-------|-------|---------------|
| 2007 | 36 | 2006 | 144 | 288 | 720 | 1440 | 2400 | 3600 | 7200 | 120 |
| 2008 | 42 | 2007 | 168 | 336 | 840 | 1680 | 2800 | 4200 | 8400 | 179 |
| 2009 | 57 | 2008 | 228 | 456 | 1140 | 2280 | 3800 | 5700 | 11400 | 566 |
| 2010 | 35 | 2009 | 140 | 280 | 700 | 1400 | 2333 | 3500 | 7000 | 59 |
| 2011 | 18 | 2010 | 72 | 144 | 360 | 720 | 1200 | 1800 | 3600 | 83 |
| 2012 | 28 | 2011 | 112 | 224 | 560 | 1120 | 1867 | 2800 | 5600 | 5 |
| 2013 | 49 | 2012 | 196 | 392 | 980 | 1960 | 3267 | 4900 | 9800 | 1 |
| 2014 | 123 | 2013 | 492 | 984 | 2460 | 4920 | 8200 | 12300 | 24600 | Ingen video |

Tabell 10: Smoltgrunnlag (tall i kursiv) beregnet utfra antall hokjønn mellomlaks i gytefiskregistreringene og gitt overlevelse fra smolt til 1-sjøvinter som indikert med %-angivelse. Tallene er basert på en antakelse om at holaksen går tilbake til elva etter to år i sjøen, at overlevelsen fra 1-sjøvinter til 2-sjøvinter er 30 %, og at 50 % av smolten er ho. Det er lagt til grunn en antakelse om en smoltalder på 4 år. Mellomlaksen fra tellingene i 2014 hadde da utspring fra egg gytt i 2007, og smoltutvandra i 2012 (lyseblå bakgrunn).

| Smålaksår | Smålaks | Smoltår | 50 % | 25 % | 10 % | 5 % | 3 % | 2 % | 1 % | # smolt video |
|-----------|---------|-------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|---------------|
| 2008 | 20 | 2006 | 267 | 533 | 1333 | 2667 | 4444 | 6667 | 13333 | 120 |
| 2009 | 56 | 2007 | 747 | 1493 | 3733 | 7467 | 12444 | 18667 | 37333 | 179 |
| 2010 | 47 | 2008 | 627 | 1253 | 3133 | 6267 | 10444 | 15667 | 31333 | 566 |
| 2011 | 32 | 2009 | 427 | 853 | 2133 | 4267 | 7111 | 10667 | 21333 | 59 |
| 2012 | 2 | 2010 | 27 | 53 | 133 | 267 | 444 | 667 | 1333 | 83 |
| 2013 | 63 | 2011 | 840 | 1680 | 4200 | 8400 | 14000 | 21000 | 42000 | 5 |
| 2014 | 78 | 2012 | 495 | 990 | 2476 | 4952 | 8254 | 12381 | 24762 | 1 |



Figur 9: estimert eggdeponering for laks i Skjoma fra 2001 til 2014.



Figur 10: Antall gytelaks som en funksjon av estimert eggdeponering. De stiplede linjene representerer lineær sammenheng mellom eggdeponering og tilbakevandring av smålaks (svart), mellomlaks (rød), og storlaks (grønn).

For aldersgruppene fra 1 til 4 år fant vi indikasjoner på dødelighet gjennom vinteren. Vi har også nevnt muligheten for stranding av gytegrøper som potensiell kilde til høg dødelighet i unge livsstadier. Det var også tegn til at den minste fisken av 0-åringene høsten 2014 forsvant fra bestandene av både aure og laks over vinteren. Om dette skyldes for små reserver til å klare vinteren, eller om det skyldes mangel på skjul gjennom vintersesongen med veldig lav vannstand, er for tidlig å si noe om.

5.2 Aure

Mengdeestimatet for aure rundt en tredjedel av estimatene for laks. Videre er estimatene for aure vesentlig mer usikre enn for laks. Dette skyldes mer klumpvis i fordeling hos aure, og en høg innsats for å smalne konfidensintervallene for aure krever mye større dekning i transekter enn vi har ressurser i prosjektet til å gjennomføre. Det var en bedring i tilbakevandring av gytemoden sjøaure, og også en svært stor økning i umoden sjøaure. Om økningen i umoden sjøaure skyldes bedret rekruttering eller tilfeldig oppgang av sjøaure som kanskje vil gyte i andre elver når den blir moden, er høyst usikkert. Videre bruker laksunger og aureunger elvehabitatet ulikt. Mange tilløpsbekker til Skjoma utgjør et potensielt godt oppveksthabitat til aure, men er vanskelig tilgjengelig for avkom av sjøaure på grunn av infrastruktur-inngrep som kulverter og liknende. Dette temaet er videre undersøkt av grunneier Geir Solmo, og beskrevet i eget notat.

6 Videreføring av undersøkelsene i Skjoma

Med bakgrunn i erfaringene fra det første året med undersøkelser i vårt oppdrag, samt analysene av tallmaterialet fra tidligere undersøkelser, har vi grunnlag for å komme med noen forslag til videreføring, tiltak og oppfølgende undersøkelser for å belyse problemstillinger som synes viktige for bedring av Skjoma.

1. Ungfiskundersøkelsene i 2014 og 2015 ble gjennomført med god innsats både i høstrunden og i vårrunden. Analysene viser at det er stor variasjon i tettheter i ulike habitat, og at det er viktig å ha høy innsats i alle habitat for å få gode estimat på begge arter og alle årsklasser. Det var også god konsistens mellom undersøkelsene i 2013-2015, men vi ser at det kan være vanskelig å få gjennomført vårundersøkelsene på en hensiktsmessig vannføring. I oppdraget er det satt krav til at presmoltestimata skal baseres på elfiske høsten før. Vi foreslår at vi gjennomfører en høy innsats og merking om høsten, og utelater elfiske-estimer på våren. Dette vil sikre høy innsats på det elfisket som blir gjort, som igjen gir bestandsestimater av god kvalitet.
2. Det er all grunn til å tro at vinter- og sommervannføring er så lav at det begrenser produksjonen av ungfisk. Ved revisjon av konsesjonsvilkårene vil det bli satt krav til minstevannføring. En hensiktsmessig minstevannføring som vil vesentlig bedre oppvekstforholdene for ungfisk, er oppnåelig for et vannslipp som er lavere enn det Q95 tilsier.
3. I vårt oppdrag merker vi et stort antall lakse- og ørretunger. For å få et estimat på hvor mye av disse som faktisk vandrer ut til sjøen, anbefaler vi installering av en PIT-antenne ved Pato. Registrering av fisk på denne antennen vil være uavhengig av siktforhold i vannet, og fisk vil bli registrert både på utvandring og oppvandring. En slik installasjon vil særlig kunne belyse to viktige spørsmål; i) hvor stor er den faktiske smoltutvandringen i forhold til estimatet?, og ii) hvor stor er overlevelsesprosenten i sjøfasen? Disse spørsmålene er helt sentrale for å bedre nøyaktigheten i overlevelsesestimaterne i elv og sjø. Utover dette vil en PIT-antenne også bidra til å belyse andre spørsmål som tidspunkt for vandring, og hvordan alders- og størrelsesfordelingen hos fisk som vandrer ut er i forhold til fisk som blir igjen i elva.
4. Gytefisktellinger må gis høy prioritet for å vurdere oppnåelse av gytebestandsmålet, men også for sikre gode eggdeponeringsestimater som kan brukes i rekrutteringsmodeller. Det er ønskelig å få gjennomført fangst med utsetting av gytelaks får å få skjellprøve for analyser av alder og vandringsmønster hos smålaks, mellomlaks og storlaks.
5. Det bør gjennomføres undersøkelser for å avdekke hvorvidt stranding av gytegroper er et problem i Skjoma.
6. Smoltproduksjonspotensialet som ble basert på mesohabitatkartlegginga fra 2006 synes å være alt for lavt. NINA har på eget initiativ søkt om og fått midler til å bedre kartleggingen av substrat og elvemorfologi. Dette gjøres gjennom prosjektet HADRO, finansiert fra NINA, NORUT og Framsenteret i Tromsø. I prosjektet blir elva kartlagt med høgoppløselige bilder fra fotografering med droner, og senere blir disse bildene analysert for substratsammensetning, dybdeforhold, helningsvinkler og vanddekket areal, og kalibrert med målinger av hulromskapasitet og substratkvalitet vi har gjort i

felt. Datainnsamlinga for dette er gjennomført, men vi hadde kun midler til pilotundersøkelser av små områder med tanke på databehandling. Prosjektet bør følges opp med analyser av hele datagrunnlaget for å få en mere detaljert habitatkartlegging, inkludert den delen av vassdraget som blir åpnet opp for anadrom fisk gjennom byggingen av laksetrappene. Habitaklassifiseringa gjennomført med disse verktøyene gir en mye bedre dekning enn klassifisering med tradisjonelle metoder, og legger et godt grunnlag for estimering av produksjonspotensiale gitt ulike vannføringsregimer og temperaturforhold. Dette er verdifullt for kraftprodusenter som ønsker å kunne tilpasse vannføringslipp til de tider det har mest effekt, kalt miljøbasert vannføring.

7. NINA er kjent med at det planlegges bygging av laksetrapp ved Lillefallet og Storefallet. Byggingen av disse bør følges opp med PIT-antennar i hver trapp, for å kunne registre PIT-merket fisk som passerer opp. Det er viktig at installasjonen av en slik antenne tas med i planleggingen av designet, fordi disse antennene kan bli forstyrret av metall i konstruksjonen. Videre bør byggingen også følges opp med radiomerking av laks, for å kunne følge laksens adferd nedenfor og eventuelt ovenfor laksetrappen. Dette vil hjelpe til å belyse hvorvidt laksetrappa er vellykket eller ikke, og ikke minst hvilke tiltak som kan utføres for å bedre effektiviteten til laksetrappa.
8. Det har i lang tid vært stilt kritiske spørsmål til påliteligheten til vannføringsmåleren på Lillefallet. Installeringen av en laksetrapp gir anledning til å installere en måler som fungerer godt på lav vannføring. Dette må følges opp.

7 Takk til

Vi vil rette en stor takk til Geir Solmo og Reidar Hansen i Skjomen for god og trivelig støtte under feltarbeidet. Anders Foldvik, Stefan Kusterle, Eirik Haugstvedt Eriksen, Håvard Vistnes og Pierre Fagard for god hjelp under feltarbeidet. Takk til grunneiere i Skjomen som tar godt imot oss når vi arbeider i og langs elva, og får lån av marker som landingsområder for vår dronedeflyging. Takk også til personalet ved Skjomen golfpark for god mat og innlosjering. Og en spesiell takk rettes til Geir Solmo for stor innsats med kartlegging av tilløpsbekker sommeren 2015.

8 Referanser

- Anon. 2014. Status for norske laksebestander i 2014. - Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 6, Trondheim. 225 s.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T., Rasmussen, G. & Saltveit, S. 1989. Electrofishing — Theory and practice with special emphasis on salmonids. - *Hydrobiologia* 173 (1): 9-43.
- Cunjak, R. A. & Therrien, J. 1998. Inter-stage survival of wild juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L. - *Fisheries Management and Ecology* 5 (3): 209-223.
- Efron, B. & Tibshirani, R. 1986. Bootstrap methods for standard errors, confidence intervals, and other measures of statistical accuracy. - *Statistical Science* 1 (1): 54-75.
- Finstad, A. G., O. Ugedal, T. Forseth & T. F. Naesje, 2004. Energy-related juvenile winter mortality in a northern population of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can J Fish Aquat Sci* 61:2358-2368.
- Forseth, T. & Forsgren, E. 2009. El-fiskemetodikk – Gamle problemer og nye utfordringer. - NINA Rapport 488, Trondheim. 74 s.
- Heggberget, T. G. 1985. Utvikling av bestanden av ungfisk i Skjoma etter regulering og terskelbygging. - NINA Notat 005. 9 s.
- Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen, A. J., Ugedal, O., Jonsson, N., Sloreid, S.-E., Arnekleiv, J. V., Saltveit, S. J., Sægrov, H. & Sattem, L. M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge -NINA Rapport 226. Norsk institutt for naturforskning, Trondheim. 78 s.
- Hvidsten, N. A., O. H. Diserud, A. J. Jensen, J. G. Jensås, B. O. Johnsen & O. Ugedal, 2015. Water discharge affects Atlantic salmon *Salmo salar* smolt production: a 27 year study in the River Orkla, Norway. *J Fish Biol* 86:92-104.
- Jonsson, N., Jonsson, B. & Hansen, L. P. 1998. The relative role of density-dependent and density-independent survival in the life cycle of Atlantic salmon *Salmo salar*. - *Journal of Animal Ecology* 67 (5): 751-762.
- Klemetsen, A., Amundsen, P. A., Dempson, J. B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M. F. & Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. - *Ecology of Freshwater Fish* 12 (1): 1-59.
- Lamberg, A. 2006. Oppvandrende laksefisk i Skjoma : hvilke faktorer bestemmer oppvandring fra sjøen til elva? - Rapport miljøbasert vannføring 10-2006. 82-410-0586-5. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo. 29 s.
- Lamberg, A., S. Øksenberg & R. Strand. 2009. Gytebestander av laks og sjøørret i Åbjøravassdraget i Bindal kommune i 2009. Resultater fra videoregistrering i Brattfossen og drivtelling av gytefisk. VFI-rapport 7/2009:26s.
- Lamberg, A., Strand, R., Øksenberg, S. & Hanssen, Ø. K. 2013. Fiskebiologiske undersøkelser i Skjoma i årene 2001 til 2012. - SNA-rapport 07/2013. Skandinavisk naturovervåkning, Trondheim. 1-44 s.
- Nøst, T., Lamberg, A. & Heggberget, T. G. 1998. Fiskebiologiske undersøkelser i Skjoma 1997-98, Narvik kommune, Nordland fylke. NINA oppdragsmelding. 567. - NINA Norsk institutt for naturforskning, Trondheim.
- R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. - R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.

- Skoglund, H., Barlaup, B. T., Gabrielsen, S.-E., Lehmann, G. B., Halvorsen, G. A., Wiers, T., Skår, B., Pulg, U. & Vollset, K. W. 2012. Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget – sluttrapport for perioden 2004-2012. - LFI-rapport 203. LFI Uni Miljø, Bergen. 108 s.
- Sørensen, J., J. H. Halleraker, M. Bjørnhaug, R. M. Langåker, O. K. Selboe, E. Brodkorb, I. Haug & J. Fjellanger, 2013. Vannkraftkonsesjoner som kan revideres innen 2022. Nasjonal gjennomgang og forslag til prioritering. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), 311 s.
- Ugedal, O., Næsje, T.F., Saksgård, L., Thorstad, E.B., Jensen, J.L.A., Chittenden, C.M., Cowley, P.D. & Rikardsen, A. 2011. Fiskebiologiske undersøkelser i Altaelva 2010. - NINA Rapport 728, 59 s.
- Zipin, C. 1956. An evaluation of the removal method of estimating animal populations. - Biometrics 12 (2): 163-189.