

Haugland Gruppen



SOGN OG FJORDANE
FYLKESKOMMUNE

2015

Oppholdstid i Sognefjorden for laksesmolt fra
Lærdalselvi 2014

INAQ AS

15/10/2015



 <p>INAQ AS Postboks 1223, Sluppen 7462 Trondheim www.inaq.no</p>	PROSJEKT TITTEL: Oppholdstid i Sognefjorden for laksesmolt frå Lærdalselvi 2014
	OPPDRAGSNUMMER: 1393
OPPDRAGSGJEVAR: Østfold Energi AS Osland Havbruk AS Sulefisk AS Marine Harvest Norway AS Haugland Gruppen AS Firda Sjøfarmer AS Sogn og Fjordane Fylkeskommune	KONTAKTPERSON: Magne Netland Erik Osland Michael Nieser Arne Kvalvik Endre Haugland Carl- Erik Arnesen Lena Merete Søderholm

UTFØRT AV: INAQ AS	PROSJEKTLEIAR Henning Andre Urke
UTARBEIDA AV: Henning Andre Urke Torstein Kristensen John Birger Ulvund	KVALITETSKONTROLL: Frode Blakstad
GODKJENT AV: Frode Blakstad	
DATO: 15.10.15	GRADERING Open
STIKKORD: Lærdalselvi Atlantisk laks Smoltutvandring Sognefjorden Lakselus	

Forord

I samband med gjennomføringa av prosjektet, takkar vi spesielt Torkjell Grimelid og Rein-Arne Golf, Morten Andre Bergan, Eivind Årseth, Lasse Sælthun, Rune Lunde, Vidar Åsen og Olav Wendelbo. Hans Rasmus Astrup skal ha takk for losji på Kapteinsgården.

Tilsette på ulike oppdrettslokalitetar skal ha takk for tilsyn med passive lyttebøyer i ytre del av studieområdet. Ørjan Karlsen og Rune Nilsen skal ha takk for tilrettelegging av data frå den nasjonale overvakinga av lakselus på vill laksefisk.

Prosjektet er finansiert av Østfold Energi AS, Haugland Gruppen AS, Marine Harvest Norway AS, Osland Havbruk AS, Sulefisk AS, Firda Sjøfarmer AS og Sogn og Fjordane Fylkeskommune gjennom Marint Verdiskapingsfond (12/2852-18).

Prosjektet har etablert kunnskap om når det bør være minimalt med infektive lakseluslarvar i ytre deler av Sognefjorden med tanke på å unngå negative effektar på laksesmolt frå den største og viktigaste laksebestanden i regionen.

Trondheim, 15. oktober 2015

Henning Andre Urke
prosjektleiar

Innhald

1. Samandrag	5
2. Bakgrunn og målsetting	6
3. Metodikk	7
4. Resultat	9
4.1 Utvandring 2009	9
4.2 Vandring 2013; elv og fjord.....	9
4.3 Vandring 2014; elv og fjord.....	10
4.4 Berekna overleving utover Sognefjorden 2013 og 2014	14
5. Diskusjon	15
5.1 Metodikk og kvalitet av data	15
5.2 Vandring i elv og sjø.....	15
5.3 Opphaldstid i ytre del av Sognefjorden	15
5.4 Oppsummering	17
5.5 Vidare arbeid	18
6. Referansar	19

1. Samandrag

Kunnskap om tidspunkt for utvandring og vandringsmønster utover i fjordsystemet til smolt i det enkelte vassdrag er viktig for å kunne oppnå større presisjon for både avlusingsiltak og overvaking. Vurderingar knytt til effektar på den konkrete bestanden kan då gjerast på eit betre grunnlag enn kva som er tilfelle i dag.

I 2014 vandra 90 % av akustisk merka smolt ut frå Lærdalselvi ved ein auke i vassføring rundt 17. mai. Dette skjedde etter ei periode med stabilt låg vassføring frå slutten av april. Smolten passerte ytre del av Sognefjorden frå 23. mai og ei kort veke utover. Denne tidsperioda var sammanfallande med når det nasjonale lakselusovevåkingen fekk størst fangstar av laksesmolt i sine trålingar i ytre del av Sognefjorden. Lusepåslaget var lavt på denne gruppa av fisk. Laksesmolten frå Lærdalselvi ser difor ut til å ha kome seg ut av Sognefjorden med eit lavt infeksjonspress av lakselus i 2014, noko som og ser ut til å vere tilfelle i 2013.

Den enkelte laksesmolt har både i 2013 og 2014 kort opphaldstid (dagar) i ytre del av Sognefjorden.

Det infektive lusepresset bør vere redusert i Sognefjorden frå tidlegast 10. mai og utover for at Lærdalslaksen skal vandre gjennom systemet med lågast mogleg risiko for påslag av lakselus. I denne tidsperioden bør ein gjennomføre overvaking for å kunne seie noko om påverknad av lakselus på laksesmolten frå Lærdalselvi.

Prosjektet har etablert kunnskap om når det bør være minimalt med infektive lakseluslarvar i ytre deler av Sognefjorden med tanke på å unngå negative effektar på laksesmolt frå den største laksebestanden i regionen.

2. Bakgrunn og målsetting

Ei av dei viktigaste utfordringane for oppdrettsnæringa er å redusere lakselusa si negative effekt på vill laksefisk gjennom kunnskapsbaserte tiltak. Regional koordinering av avlusing og områdebrakklegging er openbare verktøy, men for at tiltaka skal vere meir treffsikre, bør ein få eit økt kunnskapsgrunnlag og forståing av smittedynamikken mellom oppdrettsverksemd og villfisk enn vi har i dag.

Lærdalselvi har historisk vore lokomotivet i Sognefjorden både med tanke på tal på laks i fangstane og ved at elva stod for 60-70 % av den regionale lakseproduksjonen. Lærdalselvi vil i eit normalår bidra til eit middels godt laksefiske i alle andre vassdrag i fjordsystemet grunna naturleg «feilvandring». Då er det viktig at ein gjennomfører tiltak med størst mogleg presisjon i forhold til både tidspunkt for avlusing og overvaking som har relevans for denne bestanden. Utvandringstidspunkt og opphaldstid i miljø med moglege infektive luselarver vil være viktig informasjon i samband med risikovurderingar knytt til næringa si påverknad på Lærdalslaksen.

Sjølv om Lærdalselvi har vore regulert sidan 1973, hadde ein fram til 2009 minimalt med spesifikk kunnskap omkring utvandringmønsteret til vill laksefisk og kva slags miljøfaktorar som påverka smoltutvandringa i denne elva. Frå tidlegare granskingar i Lærdalselvi i sesongen 2009 og 2013 fins ein del informasjon på smoltutvandring. Granskingane i 2009 viser sterkast effekt av vassføring, medan temperaturendring og har ein signifikant effekt av på smoltutvandring (Urke mfl. 2013). Data frå langt fleire fisk vart innhenta i 2013, og dei same trendane er tydelege også i dette materialet (Urke m. fl 2014b). Ein auke i vassføring over 1-3 dagar, og i mindre grad total vassføring synes å ha klart størst verknad for utvandringstidspunktet. Lærdalselvi er vonleg snart friskmeldt for lakseparasitten *G. salaris*, og det er viktig at elveigarar og matfiskoppdrettarar skaffar seg mest mogleg kunnskap om bestandens sårbarheit ovanfor infeksjonspress av lakselus.

Målet med dette prosjektet har vore å:

- Dokumentere vandringsmønsteret til laksesmolt frå Lærdalselvi utover i Sognefjorden sesongen 2014
- Samanstilling av vandringsdata med resultat frå den nasjonale lakselusovervakinga i ytre del av Sognefjorden sesongane 2013 og 2014.

3. Metodikk

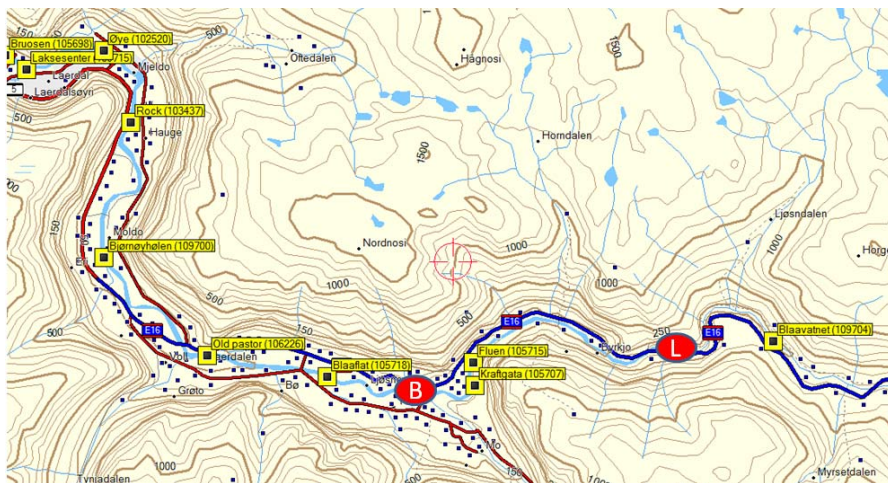
Både i 2009 og 2013 vart utvandringstidspunkt og marin åtferd til smolt av laks undersøkt ved hjelp av akustisk telemetri i Lærdalselvi. Ein ny telemetristudie vart gjennomført sesongen 2014, der pre-smolt av laks vart fanga inn og merka i perioden 9. - 11. april 2014. Det vart merka 50 fisk i øvre del av vassdraget i området omkring Seltun (Langhølen) og 50 fisk i området nedstrøms Stuvane (Båthølen Ljosne/ Rikheim) (figur 1). I tillegg vart 30 klekkerismolt frå Ljosne klekkeri merka 28.april, der 15 vart sett ut i Langhølen og 15 i Båthølen.

Tabell 1. Vekt (g) og lengde (cm) på akustisk merka laksesmolt sesongen 2014 i Lærdalselvi (gjennomsnitt \pm SD). Øvre er oppstrøms Stuvane, nedre er nedstrøms Stuvane.

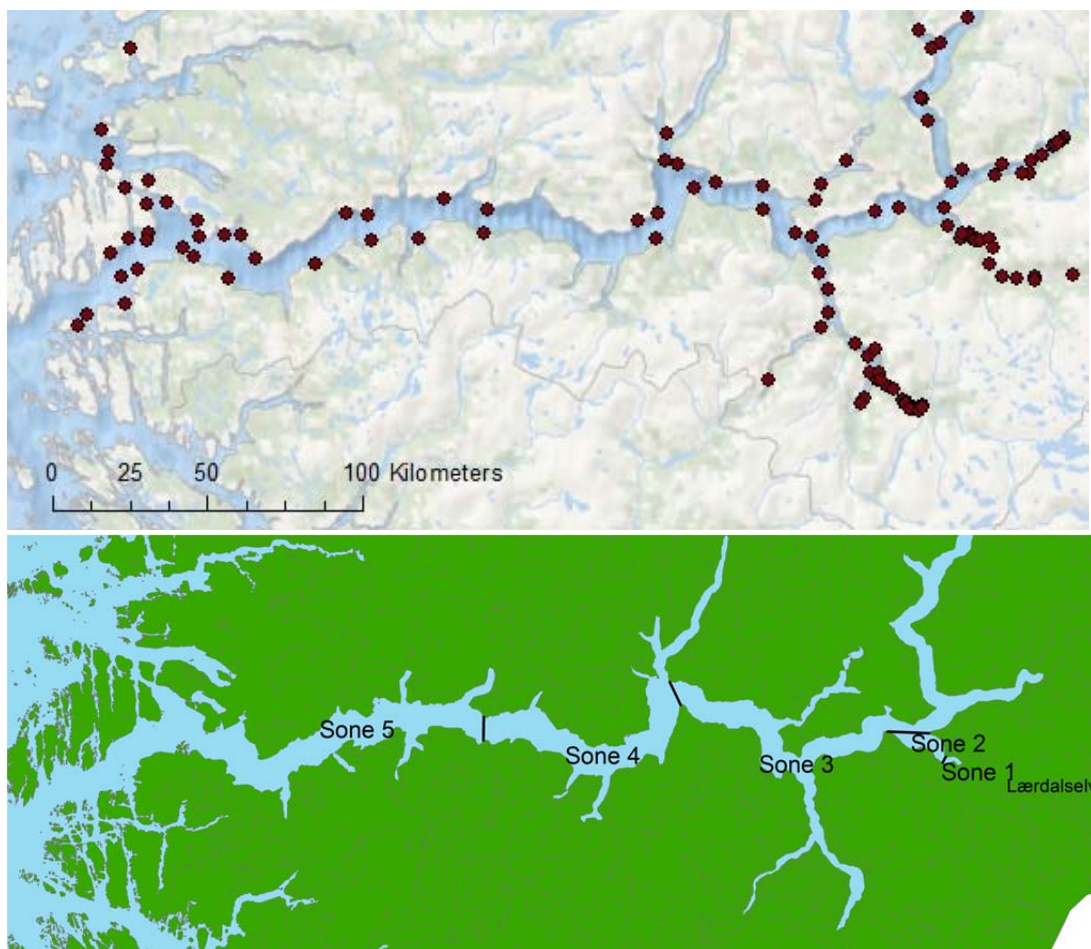
Elvestrekk	Opphav	Satt ut	Lengd (cm)	Vekt (g)
Øvre	Vill	9-11.4.2014	14,2 \pm 0,9	22,8 \pm 5,3
Nedre	Vill	9-11.4.2014	13,1 \pm 0,6	17,5 \pm 2,8
Øvre	Klekkeri	28.4.2014	16,9 \pm 1,3	48,4 \pm 11,6
Nedre	Klekkeri	28.4.2014	17,8 \pm 1,0	53,4 \pm 8,9

Miljødata er henta inn frå NVE (vassføring) og egne loggarar (temperatur).

Akustiske lyttebøyer vart plassert ut på følgjande stadar i Lærdalselvi: I Sjøhølen, Terskel 1 ved Villakssenteret, Bruhølen Øye, Hauge Rock, Bjørnøyhølen, Old Pastor, Blaaflat, Kraftgata, Fluen og Blåvatnet (figur 1). I tillegg er det lyttebøyer i Lærdalsfjorden og Sognefjordsystemet som er operative gjennom KUSTUS prosjektet (2012-2016) (figur 2). I 2009 hadde ein ikkje eit så omfattande nettverk av lyttebøyer operativt utover i Sognefjorden, slik at ein då fokuserte på utvandring og registrering utover til midtre del av Sognefjorden (Balestrand-Vangsnes) området.



Figur 1. Lærdalselvi med utplasserte lyttebøyer og stad for utsett av akustisk merka smolt oppstrøms (L; Langhølen, Seltun) og nedstrøms (B; Båthølen Ljosne) Stuvane kraftverk. Utløp Stuvane kraftverk er angitt ved lyttebøye i Kraftgata.



Figur 2. Øvst: Plassering av akustiske lyttebøyer i Sognefjorden og ulike vassdrag (Lærdalselvi, Aurlandsvassdraget, Fortun- og Årdalsvassdraget). Nedst: Inndeling av Sognefjorden i ulike soner (1-5) i forhold til registrering av utvandrande laksesmolt i 2013 og 2014.

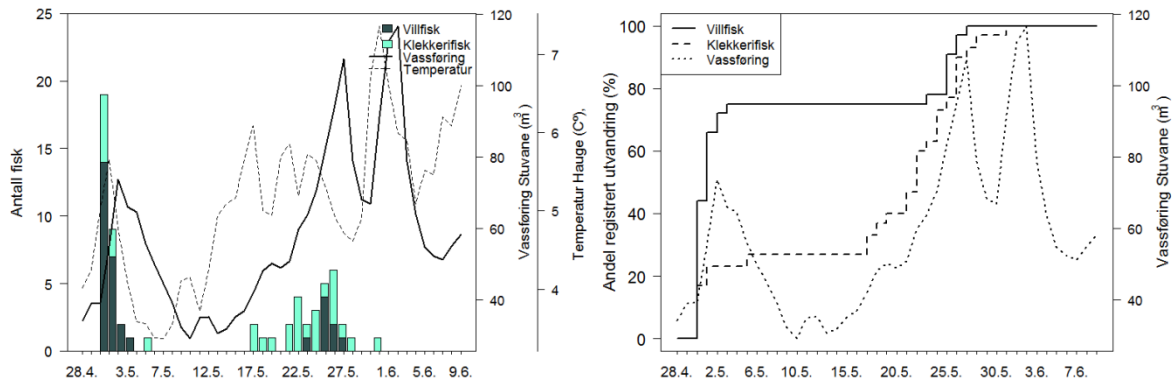
Resultat frå studien i 2009 er henta frå LÆST prosjektet «Utvandringstidspunkt og marin åtferd hjå smolt frå Lærdalselvi» (Urke m fl 2010, Urke m fl 2013). I 2009 vart vill pre-smolt av laks ($12,7 \pm 0,7$ cm, $16,5 \pm 2,9$ g) og aure ($13,8 \pm 1,5$ cm, $23,0 \pm 6,3$ g) innsamla ved hjelp av elektrisk fiskeapparat 28. og 29. april i ulike delar av elva. Klekkeriprodusert laksesmolt ($15,7 \pm 0,8$ cm, $40,8 \pm 6,1$ g) frå Ljosne klekkeri vart merka og sett ut ved Båthølen ved Lysne.

Resultat frå studien i 2013 er henta frå GyroLus prosjektet «Vandringsåtferd og smoltifisering hjå vill og klekkeriprodusert smolt frå Lærdalselvi» (Urke m fl 2014 b). Det vart i april-mai 2013 akustisk merka totalt 120 vill og 120 klekkerismolt av laks. Smolt vart sett ut i nedre (regulert) og øvre (mindre regulert) del av elva på tre ulike tidspunkt. Samstundes med at villfisk og klekkerifisk vart merkt og sette ut i elva, vart fysiologisk smoltkvalitet og smoltutvikling dokumentert gjennom sjøtoleransetestar (Urke m fl 2014 b).

4. Resultat

4.1 Utvandring 2009

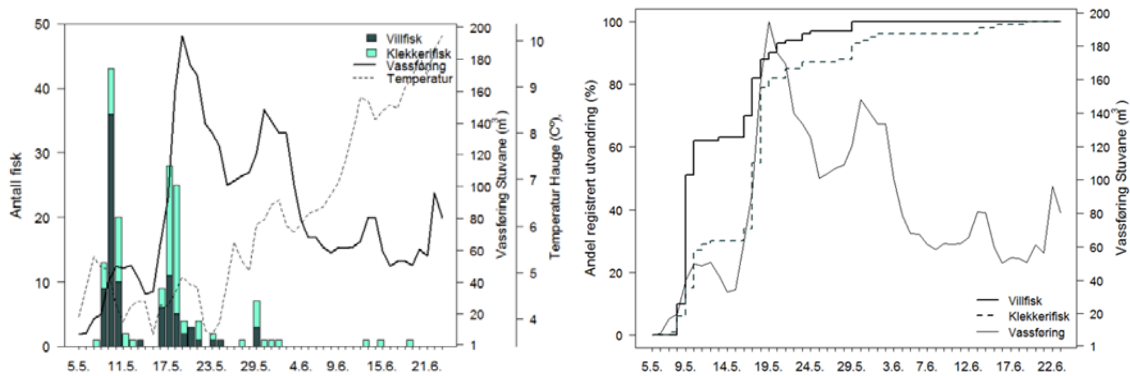
Smoltutvandringa i 2009 var prega av to markerte utvandringstoppar; ein i månadskiftet april/mai og den andre i siste halvdel av mai, der begge var samanfallande med ein auke i vassføring. Mesteparten (80 %) av villfisken vandra ut på den første auken i vassføring, medan mesteparten av klekkerfisken venta til neste auke i vassføring før den vandra ut (figur 3).



Figur 3. Venstre: Utvandring hjå akustisk merka vill- og klekkerismolt i Lærdalselvi si 2009 med vassføring (Stuvane) og temperatur (Hauge). Høgre: Akkumulerte utvandring hjå akustisk merka vill og klekkeriprodusert laksesmolt.

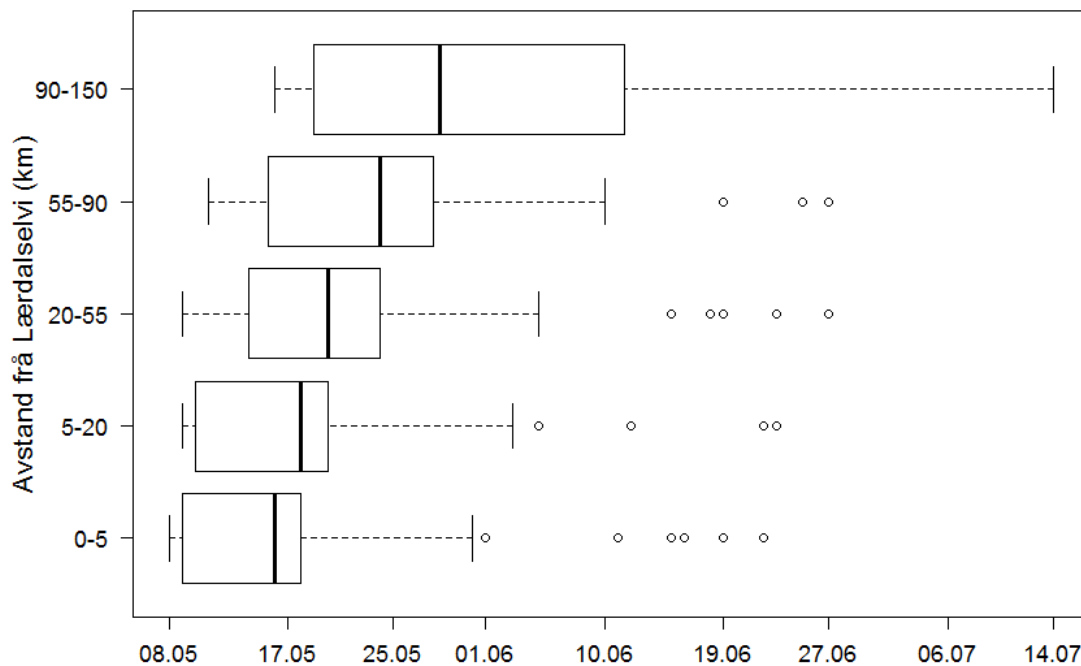
4.2 Vandring 2013; elv og fjord

I perioden mellom 7. og 21. mai hadde vel 90 % av laksesmolten vandra ut frå Lærdalselvi, fordelt over to markerte tidspunkt som begge vart utløyst av ein auke i vassføring sesongen 2013 (figur 4).



Figur 4. Venstre: Utvandring hjå akustisk merka vill- og klekkerismolt i Lærdalselvi i 2013 med vassføring (Stuvane) og temperatur (Hauge). Høgre: Akkumulert utvandring hjå akustisk merka vill og klekkeriprodusert laksesmolt.

Vandring utover i fjorden er vist i figur 5 med opphald i ulike soner og avstand (km) frå Lærdalselvi. I 2013 hadde mesteparten av smolten kome seg ut av Lærdalsfjorden innan 18. mai (figur 5) og frå 17. mai til 10. juni er mesteparten av desse registrert i ytre del av Sognefjorden (figur 5). Gjennomsnittleg opphaldstid for enkeltfisk er 2,5 dagar i sone 4 (Vangsnes til Mjølsvik) og 4 dagar i sone 5 (Mjølsvik til Sognesjøen).



Figur 5. Vandring utover Sognefjorden for akustisk merka laksesmolt sesongen 2013. Første og siste deteksjon per ID er representert innfor dei ulike sonene Sone1: 0-5 km, sone 2: 5-20 km, sone 3: 20-55 km, sone 4: 55-90 km og sone 5: 90-150 km. Vertikal linje er medianverdien (den midtarste observerte verdien), boksen er 25-75 percentilen (50% av observasjonane ligg innanfor dette intervallet), vertikal linje er 5-95 percentilen (90% av observasjonane ligg innafør dette intervallet), og runde punkt er enkeltobservasjonar utanfor dette området. Det er ber tatt med bøyer i Sognefjorden og Lærdalsfjorden.

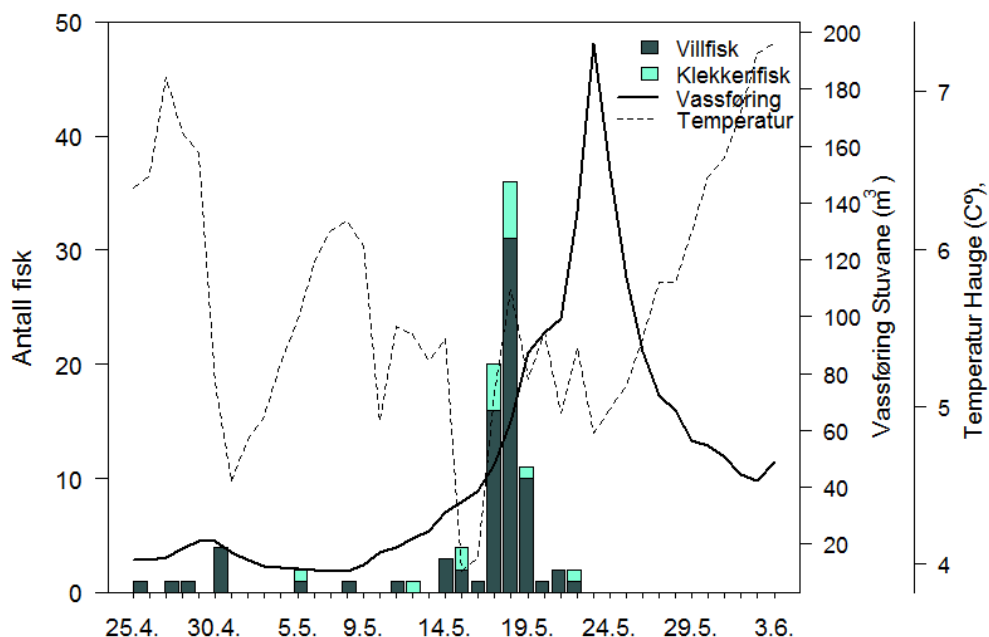
4.3 Vandring 2014; elv og fjord

Av totalt 135 akustisk merka laksesmolt i 2014 vart 92 individ registrert som utvandra til sjø. 77 av desse var villfisk og 15 av klekkeriopphav. Dette representerar ein total utvandringprosent av merka fisk på 73,3 % for villfisk og 50 % for klekkerifisk (tabell 2).

Tabell 2. Oversikt over fisk merka sesongen 2014 i øvre og nedre del av Lærdalselvi.

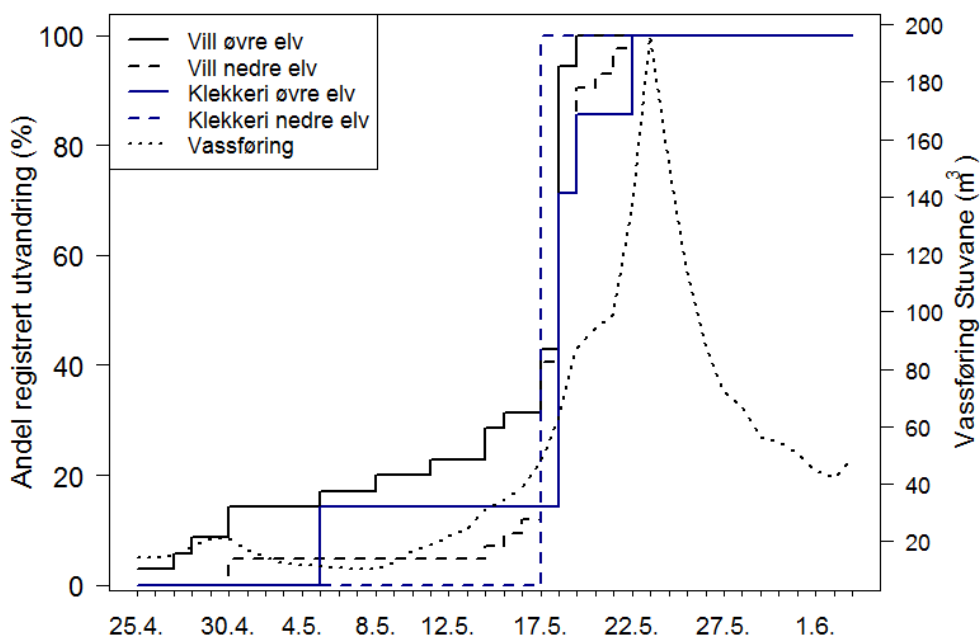
Elvestrekk	Opphav	Satt ut	N merket	N observert i sjø	Utvandra til sjø (%)
Øvre	Vill	9-11.4.	48	35	72,9
Nedre	Vill	9-11.4.	57	42	73,7
Øvre	Klekkeri	28.4.	15	7	46,7
Nedre	Klekkeri	28.4.	15	8	53,3
Total			135	92	68,1

I 2014 vandra i overkant av 90 % av all merka fisk på den første auken i vassføring som var i 17. - 19 (figur 6).



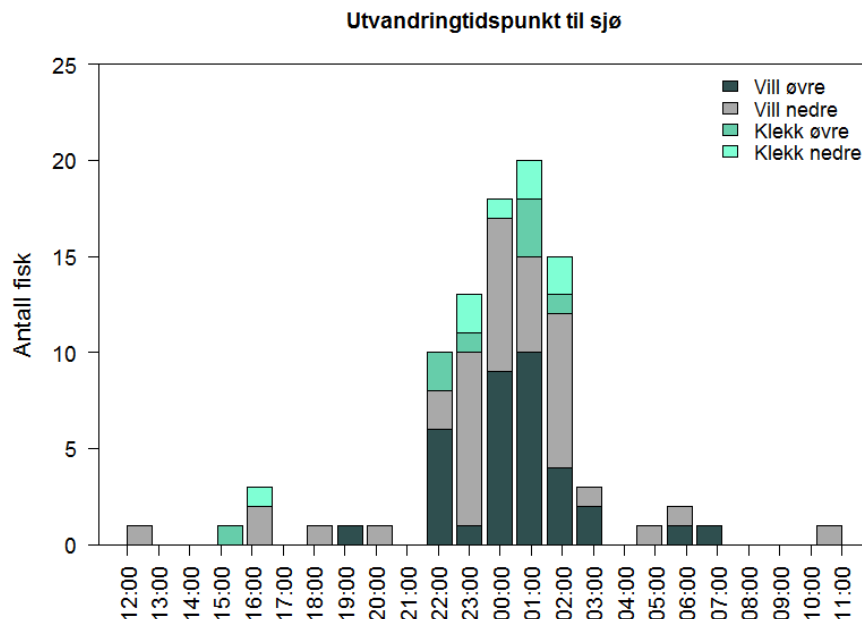
Figur 6. Utvandring hjå akustisk merka vill- og klekkerismolt i Lærdalselvi i 2014 med vassføring (Stuvane) og temperatur (Hauge).

Resultata for 2014 styrkar forholdet mellom utvandring og vassføring ytterlegare da hovudsakleg all fisk «venta» på ei vassføringsauking før den vandra ut (fig 6). Vassføringa i 2014 var stabil fram til første flomtopp, og skilde seg frå tidigare års datasett (2009 og 2013) ved fråvæer av ei auke i vassføring tidleg i mai. Ein kan sjå frå figur 6 at vassføringa auka litt i starten av mai og at nokre få individ då vandra ut, medan dei fleste venta til den neste auken i vassføring som kom rundt 17. mai. Det var ingen skilnader mellom øvre og nedre del av Lærdalselvi på del utvandra fisk eller utvandringstidspunkt verken hjå vill (paired student t-test: $t = -0.59, p = 0.56$) eller klekkerismolt ($t = -0.72, p = 0.86$) for 2014 (figur 7).



Figur 7. Akkumulert utvandring hjå akustisk merka vill- og klekkeriprodusert smolt frå i øvre del (Saltbun) og nedre del (Ljosne) samt vassføring (Stuvane) i Lærdalselvi i 2014.

Vandring frå elv til sjø skjedde i all hovudsak over den mørkaste delen av dagen, der ~86% av vart registrert mellom 2200-0300 (figur 8).



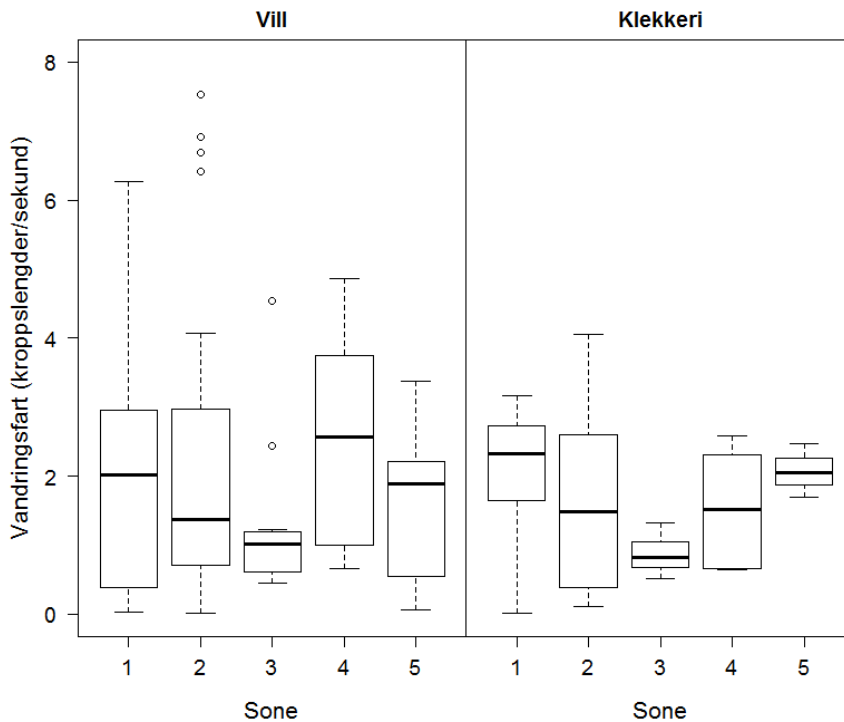
Figur 8. Utvandringstidspunkt på døgnet for laksesmolt frå Lærdalselvi i 2014.

I 2014 var gjennomsnittleg opphaldstid for vill laksesmolt 2,3 dagar i sone 4 (Vangsnes til Mjølsvik) og 4,5 dagar i sone 5 (Mjølsvik til Sognesjøen). Tilsvarande tal for klekkerismolten var 2,6 og 4,2 dagar.

Tabell 3. Registrering av laksesmolt frå Lærdalselvi utover Sognefjorden i 2014. Sone1: 0-5 km, sone 2: 5-20 km, sone 3: 20-55 km, sone 4: 55-90 km og sone 5: 90-150 km (avstand frå Lærdalselvi).

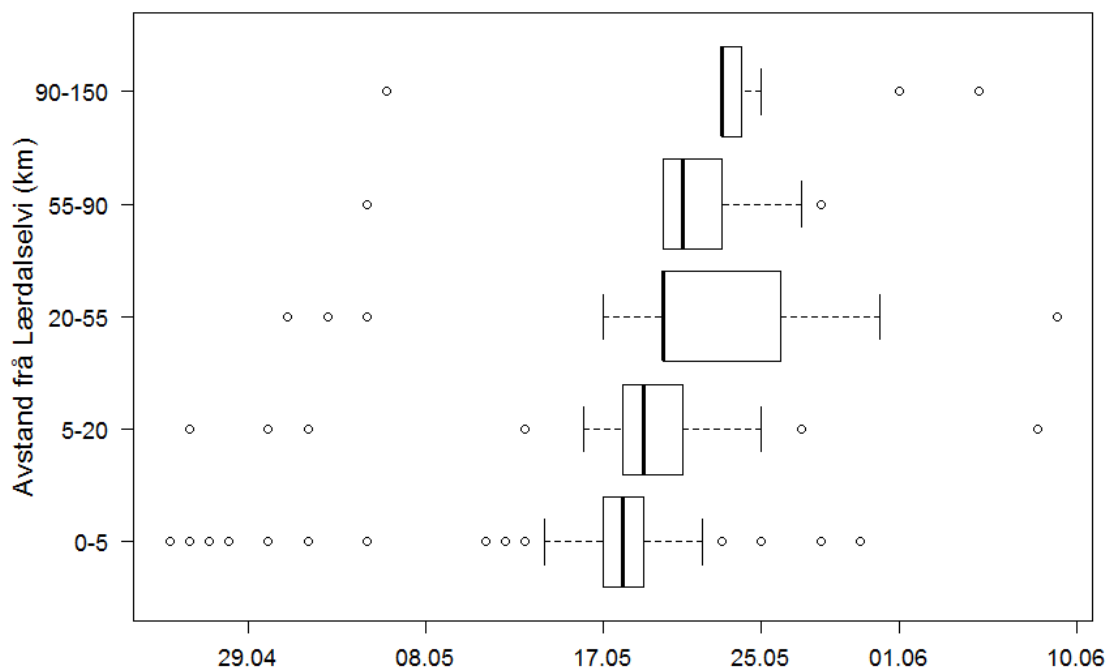
Sone	Første	1.kvantil	Median	Gj. Snitt	3. kvantil	Siste
1	25.4.2014	17.5.2014	18.5.2014	17.5.2014	19.5.2014	30.5.2014
2	26.4.2014	18.5.2014	19.5.2014	18.5.2014	21.5.2014	08.6.2014
3	01.5.2014	20.5.2014	20.5.2014	20.5.2014	25.5.2014	09.6.2014
4	05.5.2014	20.5.2014	21.5.2014	19.5.2014	23.5.2014	28.5.2014
5	06.5.2014	23.5.2014	23.5.2014	23.5.2014	24.5.2014	05.6.2014

Vandringsfart i fjorden var litt lågare for klekkerifisken samanlikna med villfisk (1,65 : 1,88 kroppslengder/s) men det var ingen statistiske skilnader mellom dei ($t = 1.15, p = 0.26$) (figur 9). Det var heller ingen statistiske skilnader i vandringsfart mellom soner ($t = -2.28, p = 0.78$).



Figur 9. Estimert fart hjå utvandrande klekkeri- og villsmolt frå Lærdalselvi i Sognefjorden 2014, framstilt som kroppslengd per sekund. Horisontal linje er medianverdien (den midtarste observerte verdien), boks er 25-75 percentilen (50% av observasjonane ligg innanfor dette intervallet), vertikal linje er 5-95 percentilen (90% av observasjonane ligg innafor dette intervallet), og runde punkt er enkeltobservasjonar utanfor dette området.

Vandring utover i Sognefjorden er vist i figur 10 med opphald i dei ulike sonene og avstand (km) frå Lærdalselvi .



Figur 10. Registrering av akustisk merka laksesmolt frå Lærdalselvi utover Sognefjorden sesongen 2014. Første og siste deteksjon per ID er representert innanfor dei ulike sonene. Sone1: 0-5 km, sone 2:5-20 km, sone 3: 20-55 km, sone 4: 55-90 km og sone 5: 90-150 km. Vertikal linje er medianverdien (den midtarste observerte verdien), boksen er 25-75 percentilen (50% av observasjonane ligg innanfor dette intervallet), vertikal linje er 5-95 percentilen (90% av observasjonane ligg innafor dette intervallet), og runde punkt er enkeltobservasjonar utanfor dette området.

Ved at mesteparten av smolten vandra ut i frå Lærdalselvi i løpet av to-tre dagar bidrog dette til eit smalt tidsvindaug der desse vart registret utover i Sognefjorden (figur 10). I 2014 hadde mesteparten av laksesmolten kome seg ut av Lærdalsfjorden allereie 19. mai (fig. 11). Desse smoltane passerte dei ytre delane av Sognefjorden frå 23. til 28. mai, med nokre få etterslengarar i starten av juni (figur 10, tabell 3).

4.4 Berekna overleving utover Sognefjorden 2013 og 2014

Ved å nytte deteksjonar i ulike soner og Cormack-Jolly-Seber (CJS) parametrisering kan ein berekne både overleving- og deteksjonssannsynlighet i dei ulike elv -og fjordsegmenta. Med andre ord kan ein berekne sannsynleg overleving gjennom heile vandrings utover i fjordsystemet med eit usikkerheitsestimert (95% konfidensintervall). Ettersom nettverket av passive akustiske lyttebøyer var identisk i 2013 og 2014, kan ein samanlikne skilnader i overleving mellom desse to åra .

Tabell 4. Estimert overleving og deteksjonssannsynlighet (CJS parametrisering) for utvandrande laksesmolt frå Lærdalselvi 2013 og 2014 (95% konfidensintervall angitt). Deteksjonssannsynlighet er satt til 1 i yttarste transekt.

År	Gruppe	Sone	Estimert overlevelse (95% CI)			Deteksjonssannsynlighet (95% CI)		
2013	Vill	Utsett til elv	0,74	0,66	-0,81	0,37	0,29	-0,46
	Vill	Elv til Elvemunning	0,93	0,83	-0,97	0,99	0,96	-1,00
	Vill	Elvemunning til Lærdalsfjorden	0,94	0,76	-0,99	0,62	0,52	-0,71
	Vill	Lærdalsfjorden til indre Sognefjord	0,84	0,65	-0,94	0,76	0,63	-0,86
	Vill	Indre Sognefjord til midre Sognefjord	0,64	0,36	-0,85	0,42	0,26	-0,60
	Vill	Midre Sognefjord til ytre Sognefjord	0,32	0,19	-0,48	1,00		
	Klekkeri	Utsett til elv	0,78	0,70	-0,84	0,31	0,24	-0,39
	Klekkeri	Elvemunning til Lærdalsfjorden	0,94	0,86	-0,98	0,99	0,95	-1,00
	Klekkeri	Elvemunning til Lærdalsfjorden	0,96	0,80	-0,99	0,55	0,46	-0,65
	Klekkeri	Lærdalsfjorden til indre Sognefjord	0,87	0,69	-0,95	0,71	0,58	-0,82
	Klekkeri	Indre Sognefjord til midre Sognefjord	0,69	0,41	-0,88	0,36	0,21	-0,53
	Klekkeri	Midre Sognefjord til ytre Sognefjord	0,37	0,23	-0,53	1,00		
2014	Vill	Utsett til elv	0,84	0,73	-0,91	0,56	0,46	-0,66
	Vill	Elv til Elvemunning	0,85	0,73	-0,92	1,00	1,00	-1,00
	Vill	Elvemunning til Lærdalsfjorden	0,94	0,27	-1,00	0,68	0,49	-0,82
	Vill	Lærdalsfjorden til indre Sognefjord	0,48	0,24	-0,72	0,44	0,22	-0,69
	Vill	Indre Sognefjord til midre Sognefjord	0,68	0,08	-0,98	0,31	0,09	-0,66
	Vill	Midre Sognefjord til ytre Sognefjord	0,24	0,07	-0,56	1,00		
	Klekkeri	Utsett til elv	0,86	0,76	-0,93	0,49	0,37	-0,61
	Klekkeri	Elv til Elvemunning	0,87	0,77	-0,94	1,00	1,00	-1,00
	Klekkeri	Elvemunning til Lærdalsfjorden	0,95	0,32	-1,00	0,62	0,43	-0,78
	Klekkeri	Lærdalsfjorden til indre Sognefjord	0,53	0,28	-0,77	0,38	0,18	-0,63
	Klekkeri	Indre Sognefjord til midre Sognefjord	0,73	0,10	-0,98	0,25	0,07	-0,59
	Klekkeri	Midre Sognefjord til ytre Sognefjord	0,29	0,09	-0,62	1,00		

For begge åra er deteksjonssannsynlighet i ytre fjord satt til 1, noko som kan gje ei underestimerting av overleving frå midtre fjord til ytre fjord. Det er høgast deteksjonssannsynlighet i elvemunning/estuarie og indre fjord. Dette er som forventat om ein ser på tettheit av bøyer og avstandar generelt. Total overleving frå elv til ytre del av Sognefjorden, vert 29 og 19 % for villfisk og 40 og 28 % for klekkerifisken i henholdsvis 2013 og 2014.

Ein ser tendensar til lågare total overleving i 2014 enn 2013. Årsaken til dette er større dødelighet i nedre del av elv og indre fjord i 2014.

5. Diskusjon

5.1 Metodikk og kvalitet av data

I dei tre åra det er gjennomført studiar på vill laksesmolt i Lærdalselvi, er ein stor del av den merka smolten registrert i elvemunning. Akustisk telemetri som metodikk har vesentlege fortinn samanlikna med tradisjonelle smoltfeller/smolthjul. Ein vil ha fangst/registrering i stor grad uavhengig av vassføring (særleg i elvemunning og sjø) på det tidspunktet når fisken faktisk vandrar ut. Metodikken er heller ikkje spesielt sårbar for nedetid på grunn av tekniske problem. Ein får individdata gjennom heile elv- og fjordvandringa med denne teknologien.

5.2 Vandring i elv og sjø

Ein auke i vassføring er den viktigaste faktoren som forklarar tidspunkt for utvandring i studiane frå både 2009 (Urke m fl 2013) 2013 (Urke m fl 2014b) og 2014 (Urke m fl 2014c). Auke i vassføring som viktig utløsende faktor for smoltutvandring, er samanfallande med det som er vist i mange andre laksevassdrag (Hvidsten m. fl., 1995, Arnekleiv m. fl., 2000; Urke m. fl 2014a), men forklaringsstyrken på denne miljøvariabelen kan variere mykje avhengig av vassdrag og metodikk. Tidlegare dokumentasjon av smoltutvikling tilseier at smolt ikkje vil vandre ut frå Lærdalselvi før seint april-tidleg mai (Urke m fl 2014b). Når smoltutviklinga er på plass, vil laksesmolten vandre ut på ein auke i vassføring uavhengig av vassstemperatur.

På trass av det var ein tidleg vår i 2014, og ein då skulle tru at smolten vandra tidlegare enn vanleg, så var ikkje dette tilfelle for smolten frå Lærdalselvi. Dette skuldast at Lærdalselvi har eit høgtliggende nedbørfelt som hadde lite avrenning i første halvdel av mai 2014 (figur 6). Utvandringa av smolt skjedde først når ein fekk ein auke i vassføring, og då gjekk mesteparten av laksesmolten i eit samla smolttog 17-19. mai. Dette var på eit seinare tidspunkt enn kva som var tilfelle både i 2009 (figur 3) og 2013 (figur 4), då dei første gruppene av smolt gjekk seint april/tidleg mai. Laksesmolten frå Lærdalselvi vandrar ut ved ein vassstemperatur på mellom 4- 5 °C. Dette er ein låg temperatur i forhold til kva som er vist i mange andre vassdrag. Slike vassdragspesifikke eigenskapar er det viktig å ha oversikt over, slik at ein ikkje mistar vesentleg presisjon med tiltak/slutningar.

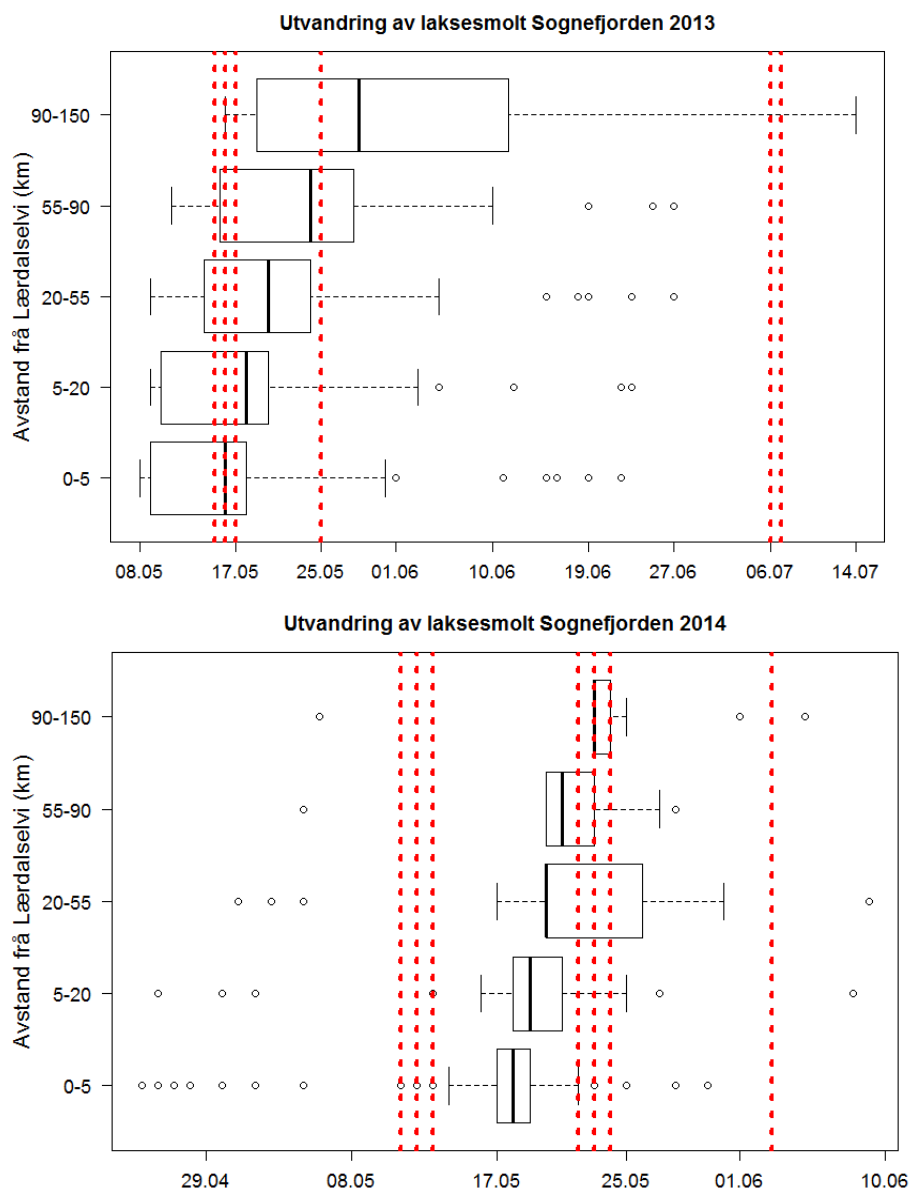
5.3 Opphaldstid i ytre del av Sognefjorden

Opphaldstid i elvemunningen er kort for både klekkerismolt og villsmolt frå Lærdalselvi. Frå andre studiar rapporterast det ofte om at smolt brukar lengre tid i dette området og at vandringsfarta dermed er lågare enn lenger ute i fjordane. I 2009 vart det gjort utrekningar av vandringsfart frå Fodnes til Gagernes som tydar på at laksesmolten har ein vandringsfart på rundt 10 km/dag (Urke m fl 2010). Om dette er tilfelle for den vidare vandringa utover i Sognefjorden, betyr det at smolten bruker omlag 14 dagar på å kome seg ut til Sognesjøen i ytre del av Sognefjorden. Resultata frå studiane i 2013 og 2014 viser at dette stemmer ganske bra. Smolten bruker 10-14 dagar frå utvandring frå Lærdalselvi til den opptrer i ytre delar av fjordsystemet.

I 2013 er mesteparten av laksesmolten frå Lærdalselvi registrert i ytre del i perioden frå 17. mai til 10. juni. Dette er fisk som er fordelt på to markerte utvandringstoppar frå elv. I 2014 gjekk derimot 90 % av laksesmolten i Lærdalselvi ut i løpet av ei kort periode 17. -19. mai, og desse smoltane opptrer i ytre del av Sognefjorden frå 23. mai og ei knapp veke utover. Begge desse åra har den enkelte laksemolten kort opphaldstid (dagar) i ytre del av Sognefjorden.

Det vert årleg gjort registrering av lakselus på vill laksefisk i ytre del av Sognefjorden. Tala frå den nasjonale overvakinga og risikovurderinga knytt til lakselus er gjeve i Taranger m. fl., 2014, Bjørn

m fl 2014, Karlsen m fl 2015. I figur 11 er tidspunktet (dag) for overvaking av vill laksesmolt samanstilt med tidspunktet for når laksesmolten frå Lærdalselvi passerte overvakingssområdet i 2013 og 2014.



Figur 11. Registrering av akustisk merka laksesmolt frå Lærdalselvi utover Sognefjorden og tidspunkt for den nasjonale lakselusovervåkinga (raud stipla linje) i 2013 og 2014. Informasjon om overvakingstidspunkt (dag) er gjeve frå Havforskningsinstituttet ved Ørjan Karlsen og Rune Nilsen.

I 2014 er det overvakinga som skjedde i slutten av mai (22-24. mai) som har størst relevans for å vurdere det faktiske infeksjonspresset av lakselus på laksesmolten frå Lærdalselvi (figur 11). I 2013 hadde laksesmolten to markerte utvandringstoppar, ein første veka i mai og ein medio mai. noko som bidrog til at det var laksesmolt frå Lærdalselvi i ytre del av Sognefjorden over ei lengre tidsperiode enn kva som var tilfelle i 2014. I forhold til overvakinga i 2013 er det spesielt 25. mai som treffer bra i forhold til når smolten frå Lærdalselvi passerer (figur 11). Både i 2013 og 2014 er det også nokre datoar som ikkje har like stor direkte relevans for smolten frå Lærdalselvi (figur 11).

Både i 2013 og 2014 er tidspunktet med størst fangst av laksesmolt i overvåkingsfisket (trål) samanfalle med når den akustisk merka smolten frå Lærdalselvi passerer overvåkingsområdet i ytre del av Sognefjorden (tabell 5).

Tabell 5. Resultat frå den nasjonale lakselusovervakinga på vill laksefisk i Sognefjorden (Kjelde: Bjørn m fl 2014, Karlsen m fl 2015).

Fiskedata			Prev (%)	Infeksjonsmål		% >10 lus
Lokalitet	Uke	N total		Intensitet (snitt ± SD)	max	
Sognefjord	19	1	100	8 ±	1	0
	20	53	0			0
	21	34	0			0
	23	7	14	1 ±	1	0

Fiskedata			Prev (%)	Infeksjonsmål		% >10 lus
Lokalitet	Uke	N total		Intensitet (snitt ± SD)	max	
Sognefjord	20	8	0		0	0
	21	60	3	1 ±	1	0
	23	4	75	1 ±	1	0

Begge desse åra viser registreringane til Havforskningsinstituttet lave påslag av lakselus (Bjørn m fl 2014, Karlsen m fl 2015). For overvakinga i 2014 skriv Karlsen m fl 2015: «Det ble funnet lite lus på utvandrende laksesmolt fanget med trål i ytre Sognefjorden sist i mai og tidlig i juni (uke 20-23). Prevalens var svært lav i mai (0-3 %), og det ble ikke observert mer enn én lakselus på de infiserte fiskene». Laksesmolten frå Lærdalselvi ser difor ut til å ha kome seg ut av Sognefjorden med eit lavt infeksjonspress av lakselus, noko som og ser ut til å vere tilfelle i 2013.

I følgje innrapporterte behandlingar til fiskehelsenettverket var våravlusingsperioden i veke 13, 14 og 15 i 2013 og veke 12, 13 og 14 i 2014 (T. Lysne pers. med). Etersom lakselusa bruker omtrent 250 døgngrader på utvikling frå egg-klekking til infektivt stadium (P. A. Jahnsen, pers med) og etter dette overlever nokre dagar som infektive (forventa levetid er 4-5 dagar, uavhengig av temperatur), må tidspunktet for felles våravlusning tilpassast lusas biologi og aktuell sjøtemperatur, slik at det er minst mogleg med infektive luselarvar i Sognefjorden i tidsperioden 10. mai til 10. juni for å skåne laksesmolten frå Lærdalselvi.

5.4 Oppsummering

Det vil ikkje skje smoltutvandring i Lærdalselvi før tidlegast seint i april. Etter dette er det ein auke i vassføring som er den viktigaste faktoren for å bestemme utvandringstidspunktet. Den enkelte laksesmolt har både i 2013 og 2014 kort opphaldstid (dagar) i ytre del av Sognefjorden.

I 2014 vandra 90 % av laksesmolten frå Lærdalselvi ut i løpet av ei kort periode 17. -19. mai og desse fiskane passerte ytre del av Sognefjorden frå 23. mai til starten av juni. Denne tidsperioden er samanfalle med når det nasjonale lakselusovervakingen fekk størst fangstar i sine trålingar i ytre del av Sognefjorden. Lusepåslaget var lågt på denne gruppa av fisk. Laksesmolten frå Lærdalselvi ser difor ut til å ha kome seg ut av Sognefjorden med eit lågt infeksjonspress av lakselus, noko som og ser ut til å vere tilfelle i 2013.

Kunnskap om utvandringstidspunktet og vandringsmønster utover i fjordsystemet til smolt i det enkelte vassdrag er viktig for å kunne oppnå større presisjon både med avlusningstiltak og overvaking. Vurderingar knytt til effektar på den konkrete bestanden kan då gjerast på eit betre grunnlag enn kva som er tilfelle i dag. Nytteverdien av den enkelte gransking og kunnskapsgrunnlaget aukar også betydeleg om ein klarar å kople detaljerte vandringsstudiar (som her rapportert) og pågåande overvåkingsprogram (Bjørn m fl 2014, Karlsen m fl 2015).

Lusepresset bør vere redusert i Sognefjorden frå tidlegast 10. mai og utover til 10. juni for at laksesmolten frå Lærdalselvi skal vandre gjennom fjordsystemet med lavast risiko for påslag av lakselus. Det er også i denne tidsperioden ein må overvake for at ein i ettertid skal kunne seie noko om påverknad av lakselus på laksesmolt frå Lærdalselvi.

5.5 Vidare arbeid

Vandringsdjup på utvandrande villsmolt er ikkje kartlagt i dette studiet, då fiskemerker som gjev informasjon om djupne krev at fisken er betydeleg større enn vill laksesmolt frå Lærdalselvi. Det er det siste året utvikla ein akustisk sendar som vil gje informasjon om vandringsdjup til vill laksesmolt. Ein slik tilleggsinformasjon vil være av stor interesse i forhold til å vurdere infeksjonspress av lakselus i eit fjordsystem som har stor grad av vertikalsjiktning av salinitet i den perioden smolten vandrar.

Det er utvikla gode genetiske markørar som kan knytte eit individ til ein spesifikk laksebestand. Slike analysar på trålfanga smolt fanga på ulike tidspunkt vil gje ei fordeling på opphavselv, og i kombinasjon med vandringsstudiar syne om smolt frå ulike vassdrag kjem samla eller kvar for seg ut i ytre kyststrøk.

Prestasjonar til smolt frå Ljøsne klekkeri er dokumentert gjennom fleire studiar dei siste fem åra, der den har vore samanlikna med vill laksesmolt frå Lærdalselvi. Vi har difor ein god, og relativt unik, kopling mellom fysiologi og vandringsåtferd. Både smoltutvikling og vandringsmønster til klekkerismolten ser ut til å vere lite avvikande frå villfisken. Ein bør kunne nytte denne smolten som eit «termometer» i forhold til å vurdere effekten av lakselus på sjøoverlevelse. Ei skisse til eit slikt prosjekt er utforma.

6. Referansar

- Arnekleiv, J. V., Kjærstad, G., Rønning, L., Koksvik, J. og Urke, H. A. 2000. Fiskebiologiske undersøkelser i Stjørdalselva 1990-1999. Del 1. Vassdragsregulering, hydrografi, bunndyr, ungfisktettheter og smolt. Vitenskapsmuseet, NTNU, Rapport Zoologisk Serie 2000-3: 1-91
- Burnham KP, Anderson DR (2002) Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach, 2nd edn. Springer, New York
- Burnham KP, Anderson DR (2004) Multimodel inference: understanding AIC and BIC in model selection. *Sociol Methods Res* 33:261–304.
- Bjørn, P. A, m. fl Lakselusinfeksjonen på vill laksefisk langs norskekysten i 2013. Sluttrapport til Mattilsynet. Rapport frå havforskningen nr 23-2013.
- Davidson, J. G., Plantalech Manel-La, N., Økland, F., Diserud, O.H., Thorstad, E.B., Finstad, B., Sivertsgård, R., McKinley and Rikardsen, A. 2008. Changes in swimming depths of Atlantic salmon *Salmo salar* post-smolts relative to light intensity. *Journal of Fish Biology* 73, 1065–1074
- Hansen, L. P. 1993. Movement and migration of salmon at sea. In Mills, D. (ed) "Salmon in the sea and new enhancement strategies". Fishing News Books. Blackwell, Oxford.
- Hansen, L. P. and Jonsson, B. 1989. Salmon ranching experiments in the River Imsa; effect of timing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolt migration on survival to adults. *Aquaculture* 82: 367-373.
- Hvidsten, N. A., Jensen, A. J., Vivås, H., Bakke, Ø. and Heggberget, T. G. 1995. Downstream migration of Atlantic salmon, *Salmo salar*, in relation to water flow, water temperature, moon phase and social interaction. *Nordic Journal of Freshwater Research* 70:38-48.
- Nilsen, R. m fl 2014. , Lakselusinfeksjonen på vill laksefisk langs norskekysten i 2014. Sluttrapport til Mattilsynet. Rapport frå havforskningen nr. 36–2014
- Svåsand T. m fl 2015. Risikovurdering norsk fiskeoppdrett 2014. Fisken og havet, særnummer 2-2015. Taranger, G.L., Karlsen, Ø., Bannister, R.J., Glover, K.A., Husa, V., Karlsbakk, E., Kvamme, B.O., Boxaspen, K.K., Bjørn, P.A., Finstad, B., Madhun, A.S., Morton, H.C. and Svåsand, T. 2014. Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. *ICES Journal of Marine Science*.
- Ugedal, O, Kroglund, F., Barlaup, B., Lamberg, A. 2014. Smolt en kunnskapsoppsummering. Miljødirektoratet M136-2014. 128 sider.
- Urke, H. A. Kristensen, T., Alfredsen, K.T., Daae, K. L.D. og Alfredsen, J.A. 2010. Utvandringstidspunkt og marin åtferd hjå smolt frå Lærdalselvi. NIVA rapport. 6033-2010.
- Urke, H. A., Kristensen, T. Ulvund, J.B. Alfredsen, J. A. 2013a. Riverine and fjord migration of wild and hatchery reared Atlantic salmon smolts. *Fisheries Management and Ecology* 20,544- 552. doi: 10.1111/fme.12042
- Urke, H. A., Kristensen, T. Arnekleiv, J. V., Haugen, T. O. Kjærstad, G., Stefansson, S O., Ebbesson, L.O.E and Nilsen, T. O. 2013b. Seawater tolerance and post smolt migration of wild Atlantic salmon x brown trout hybrid smolts. *Journal of Fish Biology* 82, 206–227. x
- Urke, H.A, Arnekleiv, J.V., Nilsen, T.O and Nilssen, K. J. 2014a. Seawater tolerance and downstream migration of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Journal of Fish Biology* 84, 178–192.
- Urke, H. A., Ulvund, J. B., Nilsen, T. O., Staalstrøm, A. og Kristensen, T. 2014b. Vandringsåtferd og smoltifisering hjå laksesmolt frå Lærdalselvi- opphaldstid i ytre delar av Sognefjorden. INAQ rapport. 35 sider
- Urke, H. A., Ulvund, J. B og Kristensen, T. 2014c. Vandringsmønsteret til laksesmolt oppstrøms og nedstrøms Stuvane kraftverk i Lærdalselvi sesongen 2014 og smoltutvandringsmodell basert på datasett frå 2009, 2013 og 2014. INAQ rapport.