

# Laksesmoltens reise ned elva

Hva er best strategi for utsetting av kultivert laks?



# Kultivering startet allerede før 1850



## Livsstadier:

**Rogn:** I denne sammenhengen menes øyerogn, som er et sent utviklingstrinn i det befruktede rognstadiet. Egnet for utsetting.

**Plommeseekkyngel:** Tidlig livsstadium der yngel ernærer seg fra restene av fiskeegget (plommesekken).

**Utsettingsklar yngel:** Sent plommesekkstadium der mesteparten av plommesekken er fortært.

**Startforingsklar yngel:** Årsyngel som har fortært mesteparten av plommesekken og er klar for foring.

**Startforet yngel:** Årsyngel som er fôret i en kort periode etter at plommesekken er fortært.

**Settefisk:** I denne sammenheng anleggsprodusert ungfisk av anadrom laksefisk som settes ut etter minst en vekstsesong i et settefiskanlegg. Vanlige betegnelser er ensomrig, ettårs, tosomrig og toårs settefisk.

**Smolt:** Utvandringssklar og sjøvannsdyktig ungfisk av laks.



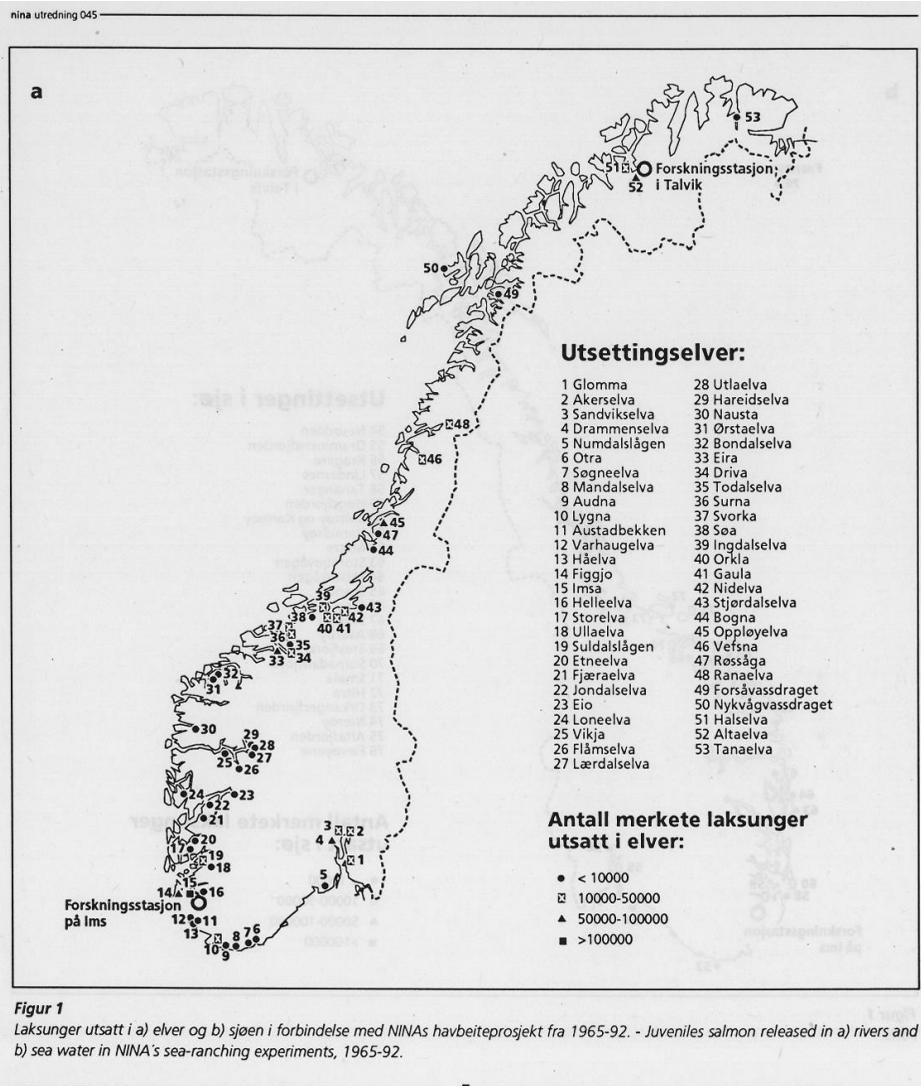
# Utsettinger av lakseyngel økte utover 1900-tallet

- I Trøndelag er det dokumentert en utsetting av 15,9 millioner lakseyngel fra 1936 til 1985 fordelt mellom 50 vassdrag (Ref.: G. Arnkværn 2009).
- I Hardanger og Sunnhordaland ble det solgt 1,8 millioner lakseyngel for utsetting i mer enn 30 elver i årene 1966 til 1997. I tillegg ble det også solgt nærmere 6,6 liter rogn i samme periode (Brandasund stamfiskbasseng)(Ref.: Capmare AS)
- Utsettinger av yngel fra mange lokale klekkerier i hele Norge.

# Utsettinger av smolt (ville foreldre), oftest i forbindelse med vannkraftregulering i vassdrag

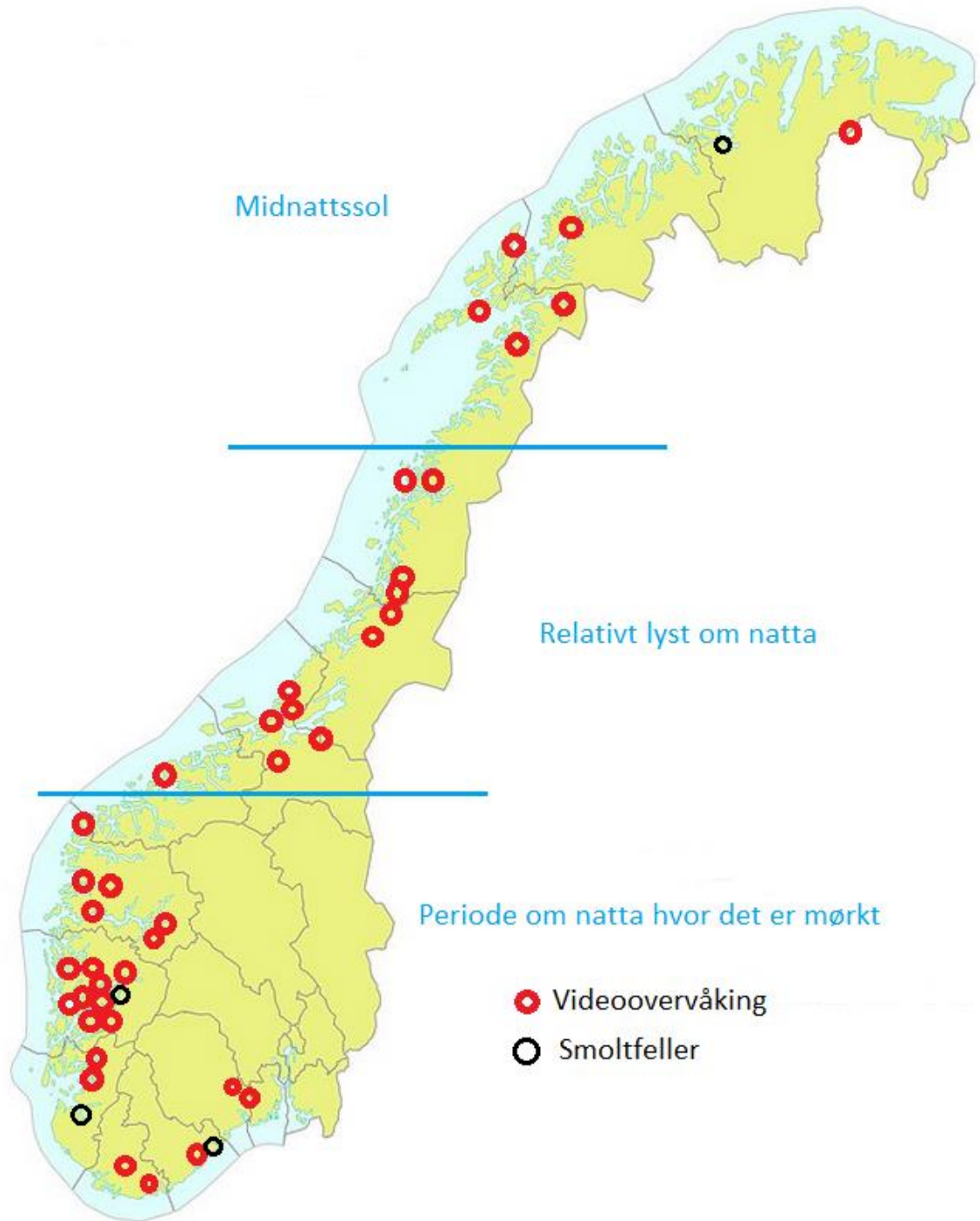
- Altaelva (Talvik)
- Skjoma
- Nidelva
- Orkla
- Eira
- Årøyelva
- Vosso
- Lærdalselvi
- Suldalslågen
- Sørlandet (reetablering av sure vassdrag)

# Utsettinger i forbindelse med havbeiteforsøk 1965 - 1992



# Utsettinger i forbindelse med reetablering etter rotenonbehandling

- Rana
- Røssåga
- Vefsna
- Rana
- Rauma



Midnattssol

Relativt lyst om natta

Periode om natta hvor det er mørkt

- Videoovervåking
- Smoltfeller

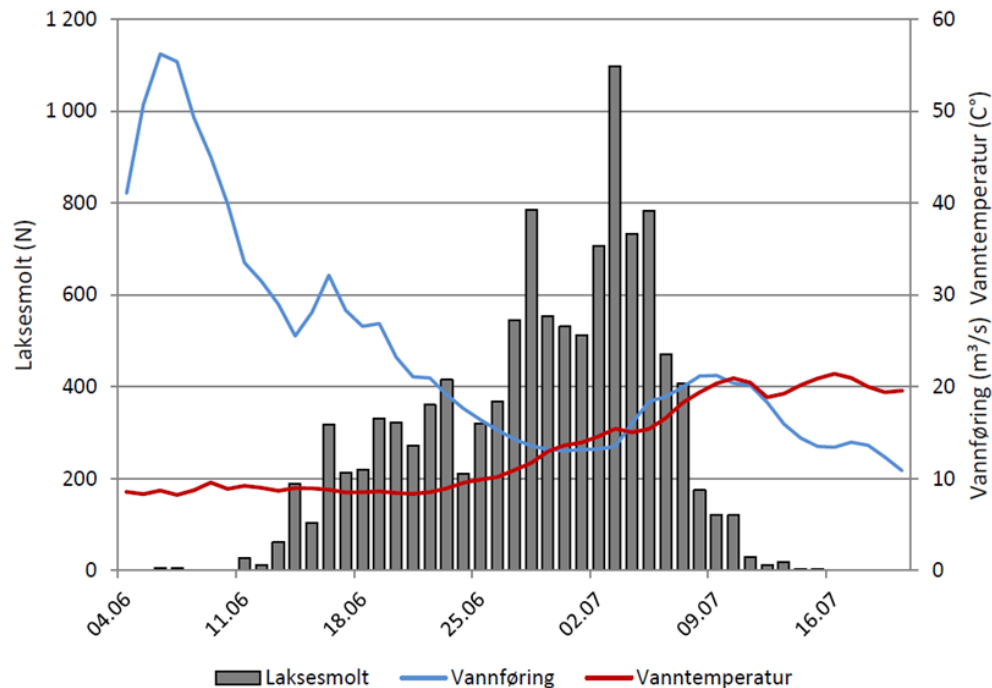
# Kultivert smolt bør i mest mulig grad ha lik atferd som vill smolt for å lykkes

- Hva vet i om atferden til vill smolt?
  - Når starter vandringa?
  - Hvordan navigerer den (lokal tilbakevandring)?
- For å studere atferden til vill- og klekkerismolt har det vært vanlig å bruke ulike merkemetoder. Hvordan påvirker merkingen smolten?
- Hva finner vi av forskjeller mellom utsatt smolt og vill smolt?



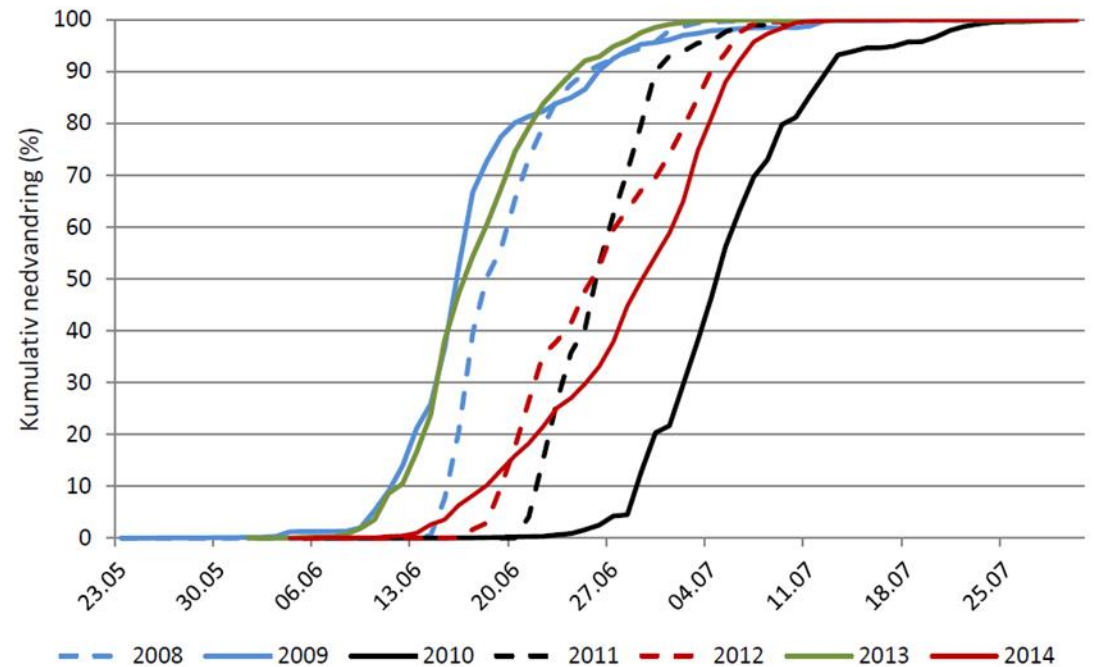
# Mange studier av vandringsatferd hos vill smolt

## Utvandring i forhold til temperatur og vannføring

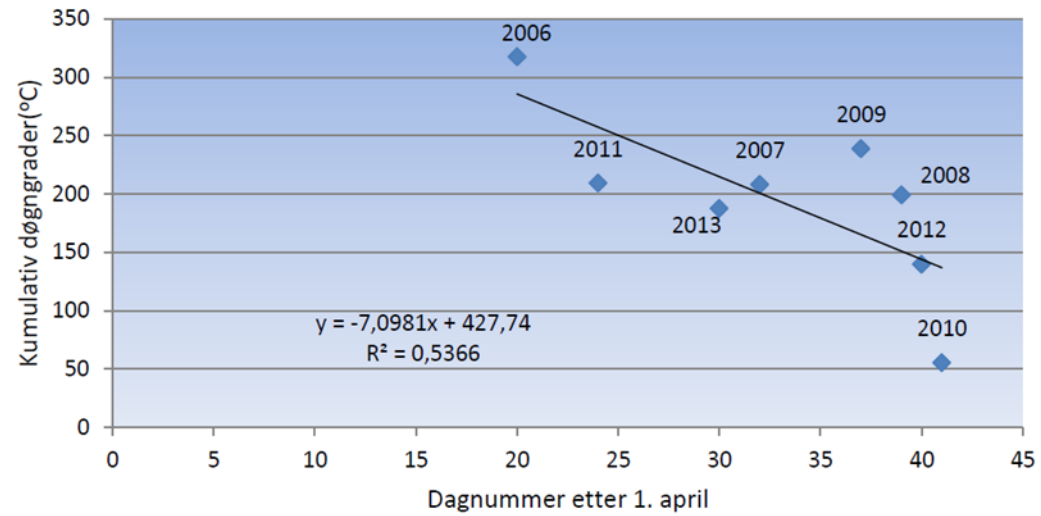


**Figur 10.** Utvandring av laksesmolt i forhold til vanntemperatur og vannføring i Lakselva på Senja i 2014.

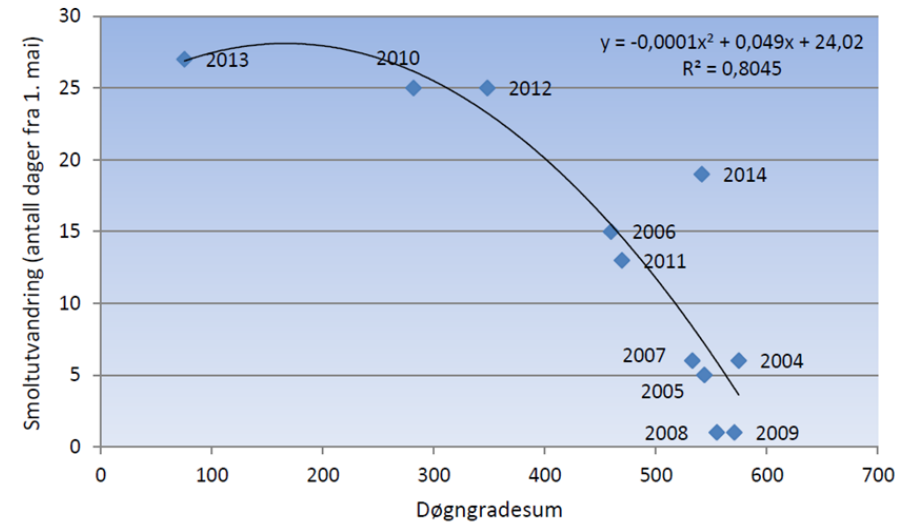
## Variasjon i utvandringsforløp mellom år



**Figur 11.** Kumulativ utvandring av laksesmolt i Lakselva på Senja i årene 2008 til 2014. I 2011 var smoltutvandringen allerede i gang da kameraene ble satt ut, noe som fører til at kurven er forskjøvet for langt til høyre.



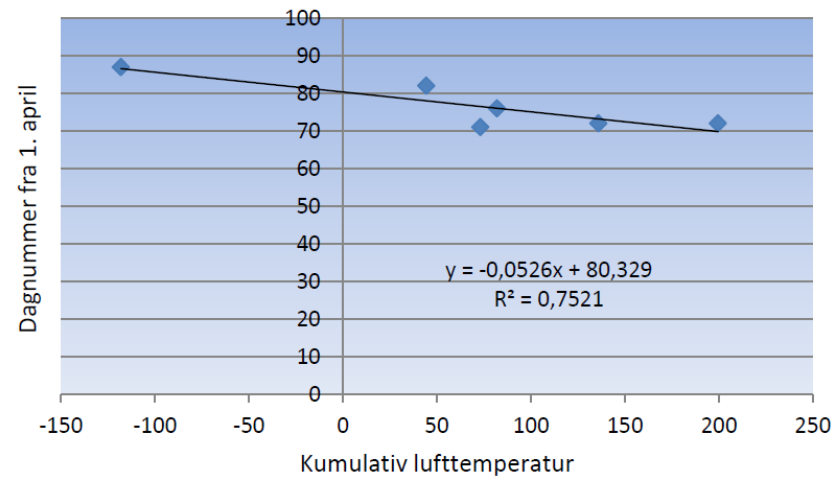
**Figur 8.** Forholdet mellom utvandringstidspunkt (dagnummer etter 1. april for 25 % kumulativ utvandring) og døgngaderesum 1. juni for laksesmolt i Åelva i Roksdalsvassdraget i årene 2006 til 2013.



**Figur 12.** Tidspunkt for 25 % kumulativ utvandring av smolt (antall dager etter 1. mai) i forhold til døgngaderesum fra 1. januar til 1. mai i Langvatnet i årene 2004 til 2014.

**Tabell 2.** Vanntemperatur ved henholdsvis 25 og 75 % kumulativ utvandring av laksesmolt i Skjoma i årene 2004 til 2010.

Årstall	25 %	75 %
2004	7,2	8,7
2005	7,0	5,6
2006	7,0	6,9
2007	7,4	8,6
2008	5,3	8,9
2009	4,9	8,3
2010	7,1	8,0
Gjennomsnitt	<b>6,6</b>	<b>7,9</b>
SD	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>
N	<b>7</b>	<b>7</b>



**Figur 8.** Forholdet mellom kumulativ lufttemperatur og tidspunkt (dagnummer fra 1. april) for 75 % kumulativ smoltutvandring i Skjoma i årene 2004 til 2010.





**OPEN ACCESS**


EDITED BY

Tomas Chalde,  
CONICET Centro Austral de Investigaciones  
Científicas (CADIC), Argentina

REVIEWED BY

Céline Artero,  
Muséum National d'Histoire Naturelle, France  
Ryo Futamura,  
Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and  
Inland Fisheries (IGB), Germany

\*CORRESPONDENCE

John Birger Ulvund  
 [john.birger.ulvund@dnv.com](mailto:john.birger.ulvund@dnv.com)

RECEIVED 30 September 2025

REVISED 07 November 2025

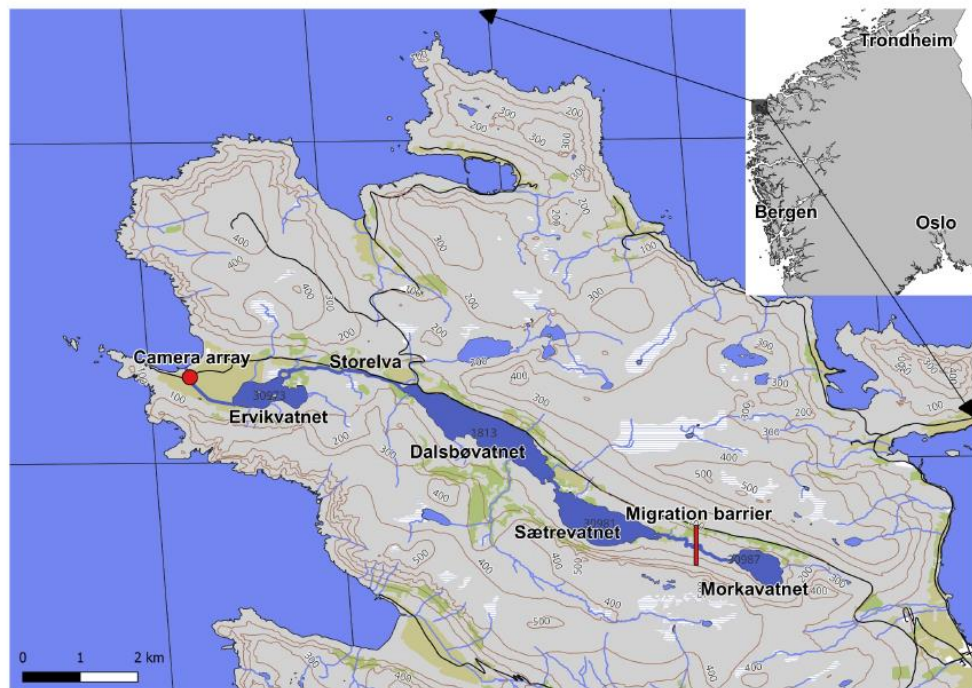
ACCEPTED 17 November 2025

PUBLISHED 10 December 2025

# Diel patterns and migration behaviour of sympatric Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) smolts during seaward migration

John Birger Ulvund<sup>1\*</sup>, Aslak Smalås<sup>1,2</sup>, Rita Strand<sup>1</sup>  
and Anders Lamberg<sup>1</sup>

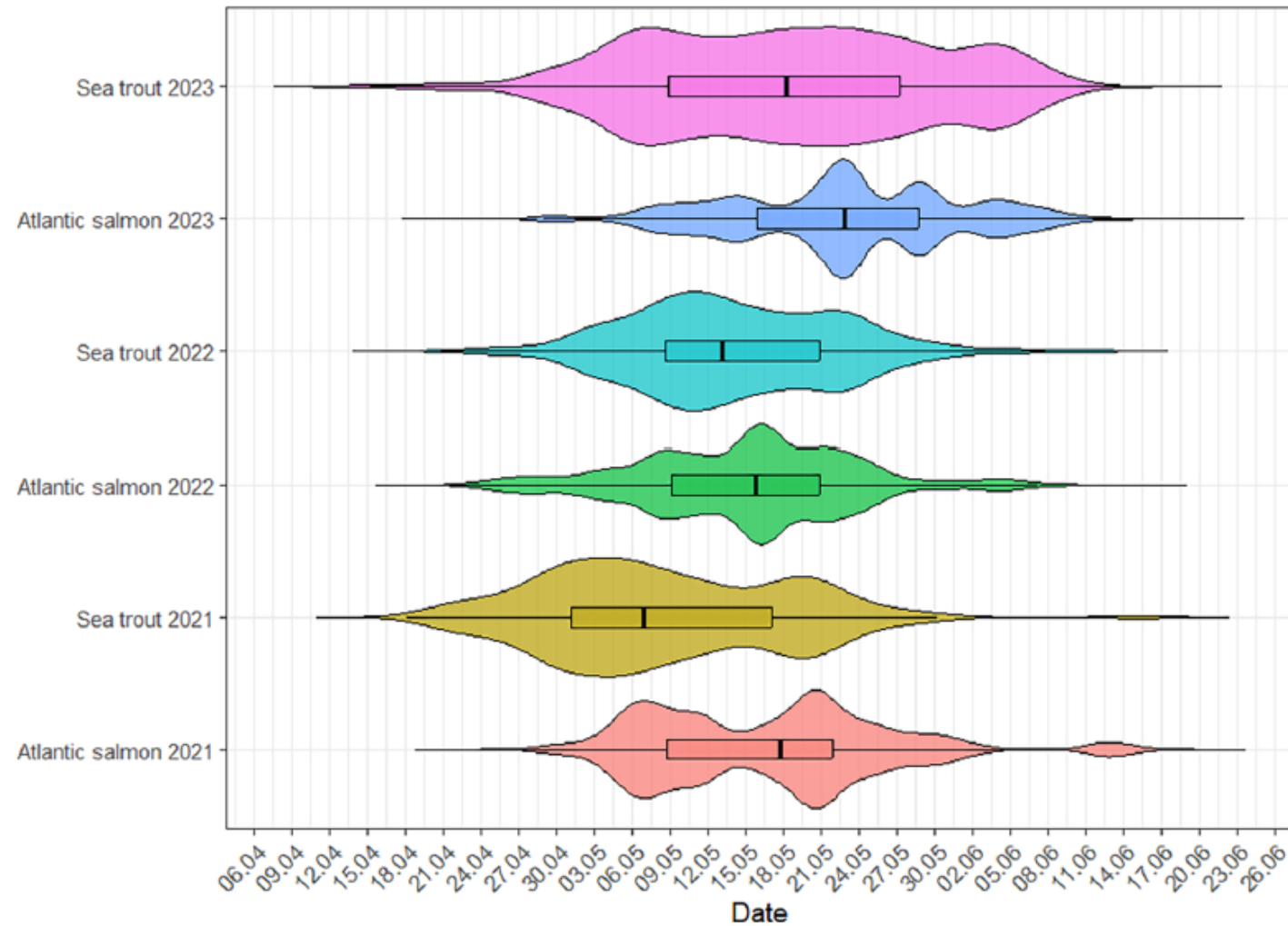
<sup>1</sup>Department of Life Sciences, Scandinavian Nature Surveillance a DNV company (Det Norske Veritas), Trondheim, Norway, <sup>2</sup>Arctic and Marine Biology, UIT - The Arctic University of Norway, Tromsø, Norway



**FIGURE 1**  
Map over Dalsbøvassdraget; river Ervika is located from Ervikvatnet to the sea. Main spawning and nursing area are located in Storelva. The camera array are located only 200 m above the sea, and the anadromous migration barrier is located in the river stretch between Morkavatn and Sætrevatn.



**FIGURE 2**  
Camera array with measured distance between camera platforms. All cameras had overlapping line of sight for maximum detection probability of passing fish. Created in <https://BioRender.com>.

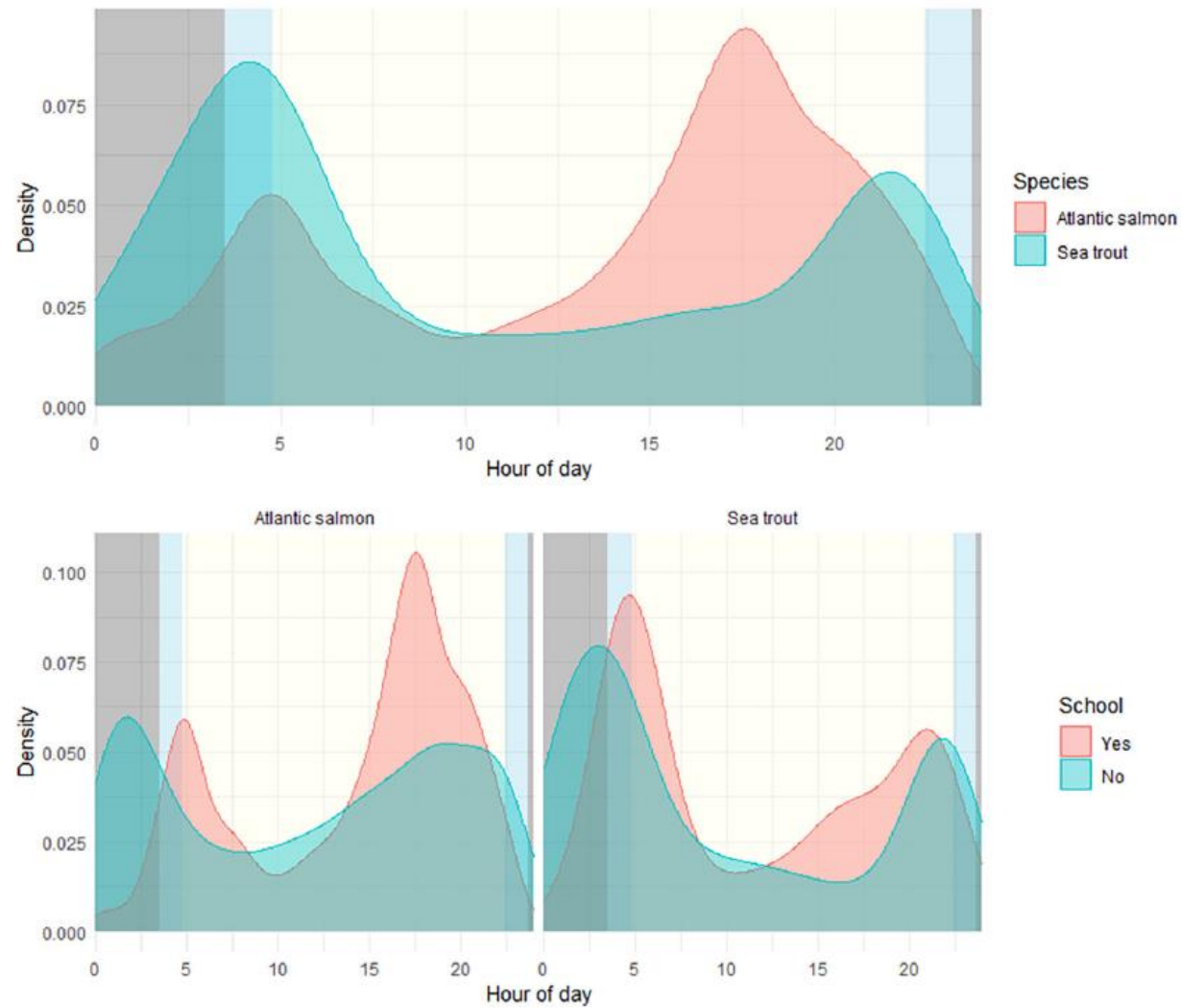


**FIGURE 3**

Distribution of arrival dates to the camera sector for Atlantic salmon and sea trout smolts by year. Each horizontal violin represents the distribution of individual arrival date times for a given species and year. The width of each violin reflects the density of arrivals (wider sections indicate more arrivals at that time). The embedded boxplot within each violin shows the interquartile range (IQR; the middle 50% of the data), with the thick horizontal line indicating the median arrival date time. Whiskers extend to the most extreme data points within  $1.5 \times \text{IQR}$  from the box.

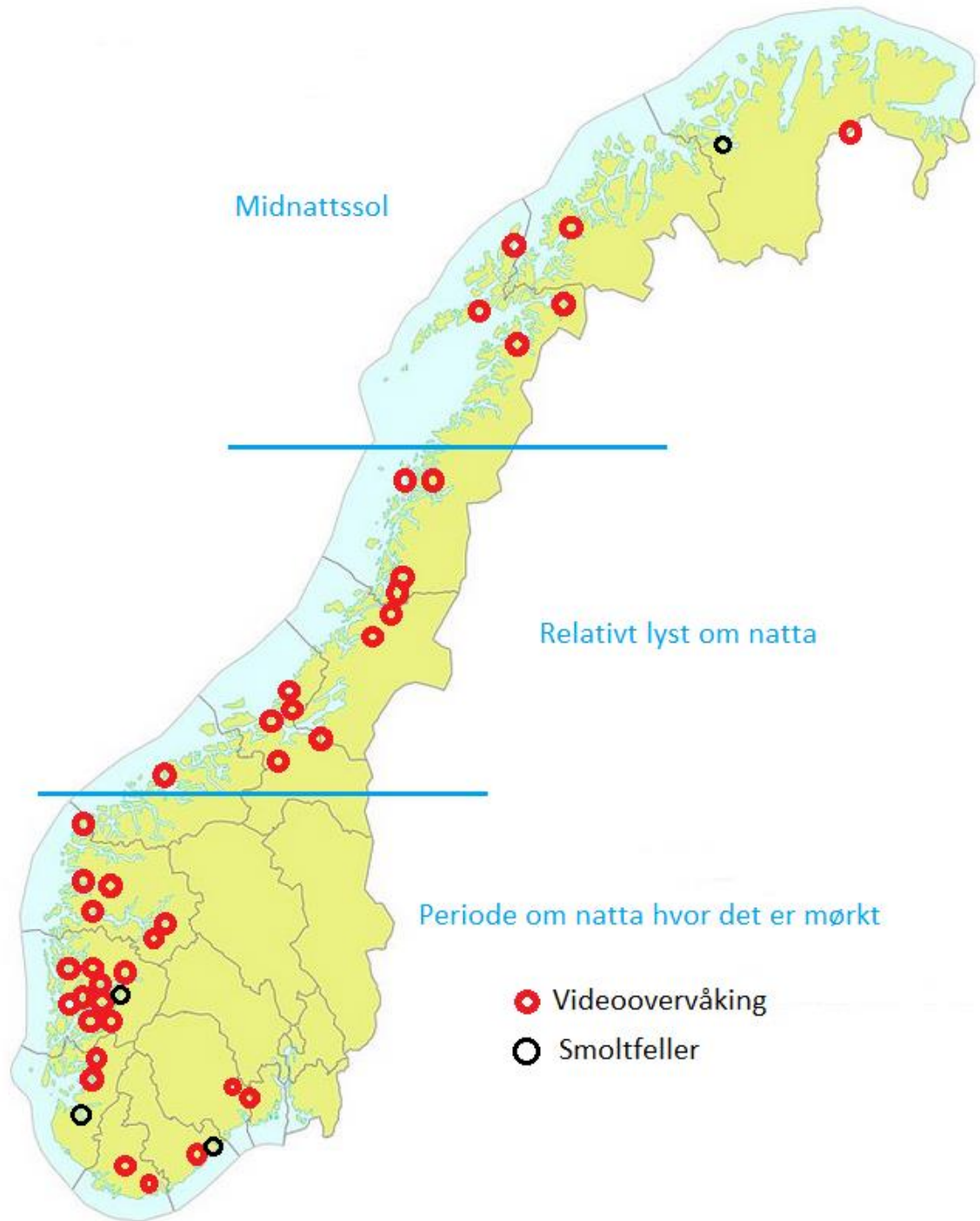
TABLE 1 Total numbers of registered smolts categorised as “schooling” and “single” fish passages in River Ervika 2021–2023.

Year	Species	Total <i>N</i>	Schooling ( <i>N</i> )	Single ( <i>N</i> )	% Schooling	% Single
2021	Atlantic salmon	4,365	3,874	491	88.8	11.2
	Sea trout	652	377	275	57.8	42.2
2022	Atlantic salmon	5,303	4,079	1,224	76.9	23.1
	Sea trout	784	327	457	41.7	58.3
2023	Atlantic salmon	7,057	5,447	1,610	77.2	22.8
	Sea trout	1,077	534	543	49.6	50.4
Total 2021–2023	Atlantic salmon	16,725	13,400	3,325	80.1	19.9
	Sea trout	2,513	1,238	1,275	49.3	50.7



**FIGURE 4**

Observed diel migration patterns for all fish in 2021–2023, all raw-data combined. Density represents portions of the total number of observed fish in each separate category. The upper panel shows total portions of all passages for Atlantic salmon and sea trout; all fish included for all years. The lower panel shows schooling vs. single fish passages for Atlantic salmon (left) and sea trout (right). Daylight times were derived using the “suncalc” (Thieurmel and Elmarhraoui, 2022) package in R for May 15, representing approximately 50% cumulative migration across all years.



Midnattssol

Relativt lyst om natta

Periode om natta hvor det er mørkt

- Videoovervåking
- Smoltfeller

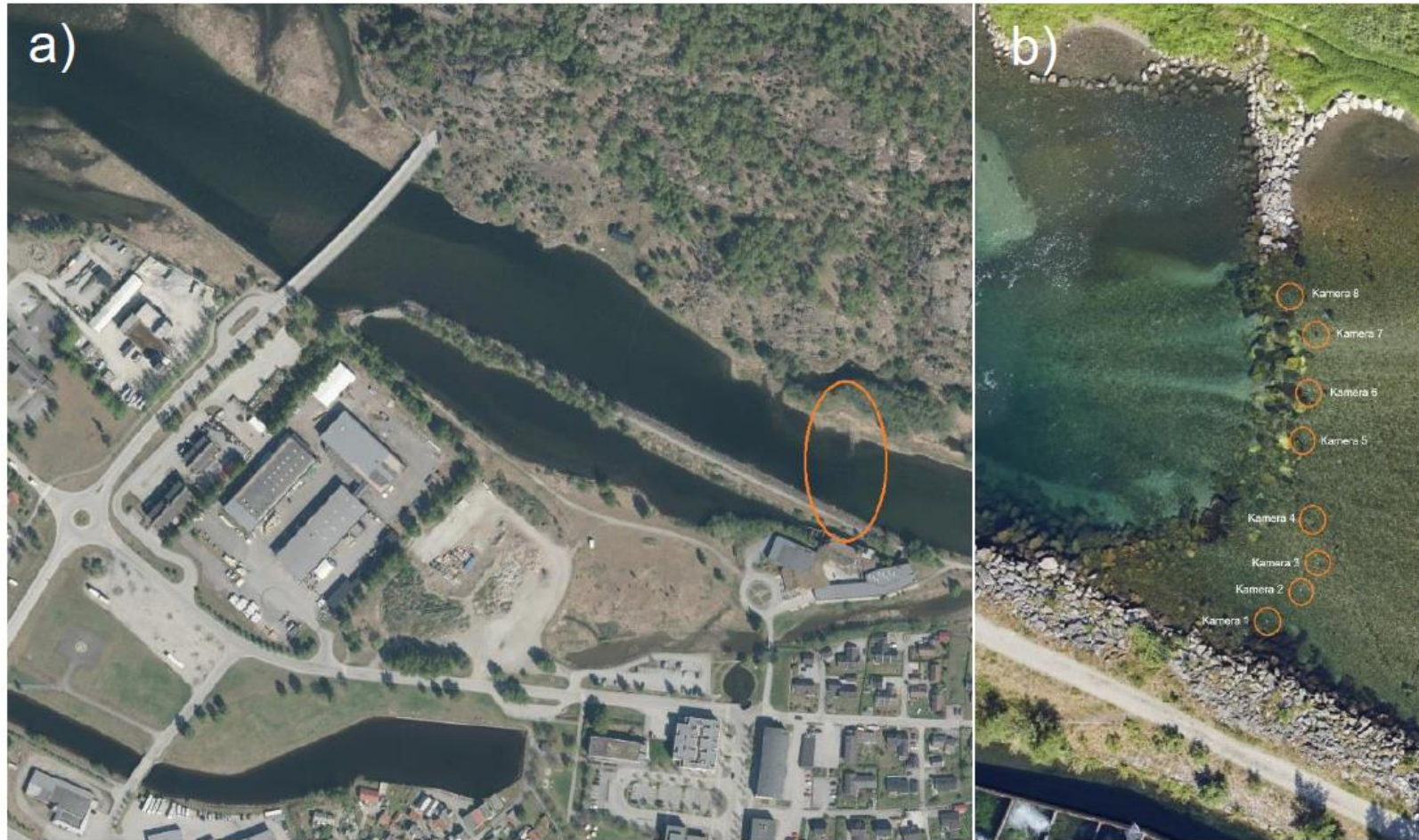
# Oppsummert atferd vill smolt

- «Presmolt» blir stadig mer aktiv når vanntemperaturen stiger over 4 grader. De bruker flere uker om våren på å «spise seg opp» til rett størrelse og kondisjon før selve vandringen til sjøen starter
- Smolt vandrer i stimer. En «vanlig» stim er ca. 10 individer. De største stimene består av rundt 50 individer («rekorden» er like over 200 individer)
- Stimene passerer i dagslys – enkelt-smolt i større grad i mørket
- I den delen av landet det ikke er mørkt under smoltutvandring, vandrer smolten hele døgnet.
- Er det mildt i perioden januar til mai et år, starter smoltutvandringen tidligere enn i år med kald vinter og vår.
- Smoltvandring foregår ved vanntemperaturer fra 6 til 10 grader. Det er ikke funnet noen «terskeltemperatur».

# Lærdalselvi – utvandningsforløp vill- og klekkerismolt



# Videoovervåking av smoltutvandring i Lærdalselvi 2020 - 2023

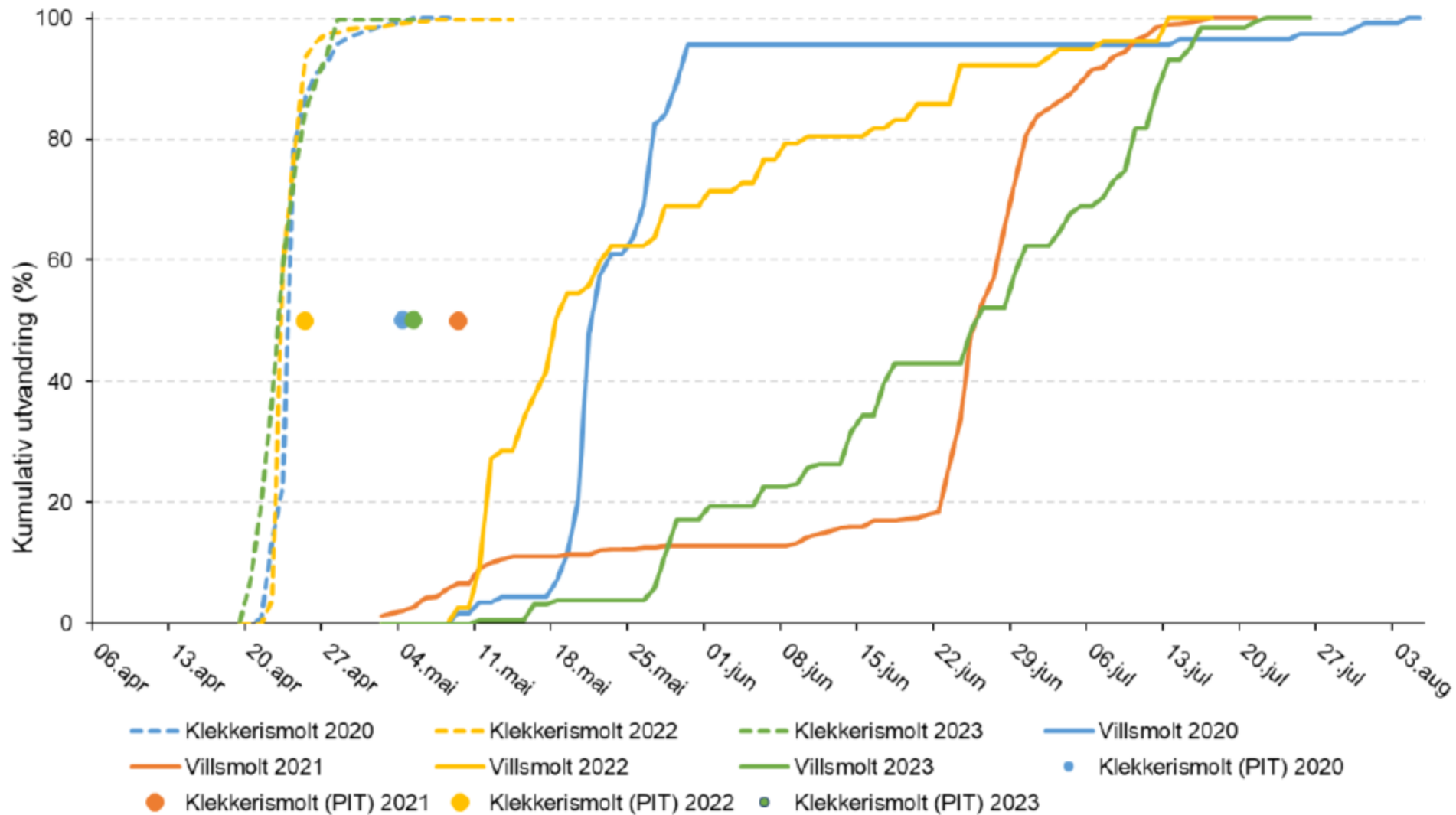


**Figur 3.** a) Nedre del av Lærdalselvi med elvemunning i øvre venstre hjørne og kameralokalitet markert ([www.norgebilder.no/](http://www.norgebilder.no/), 14.08.2022). b) Plassering av de ulike kameraene (1 - 8) ved kameralokalitet, avstand mellom kameraene varierte mellom 3 - 5 meter.

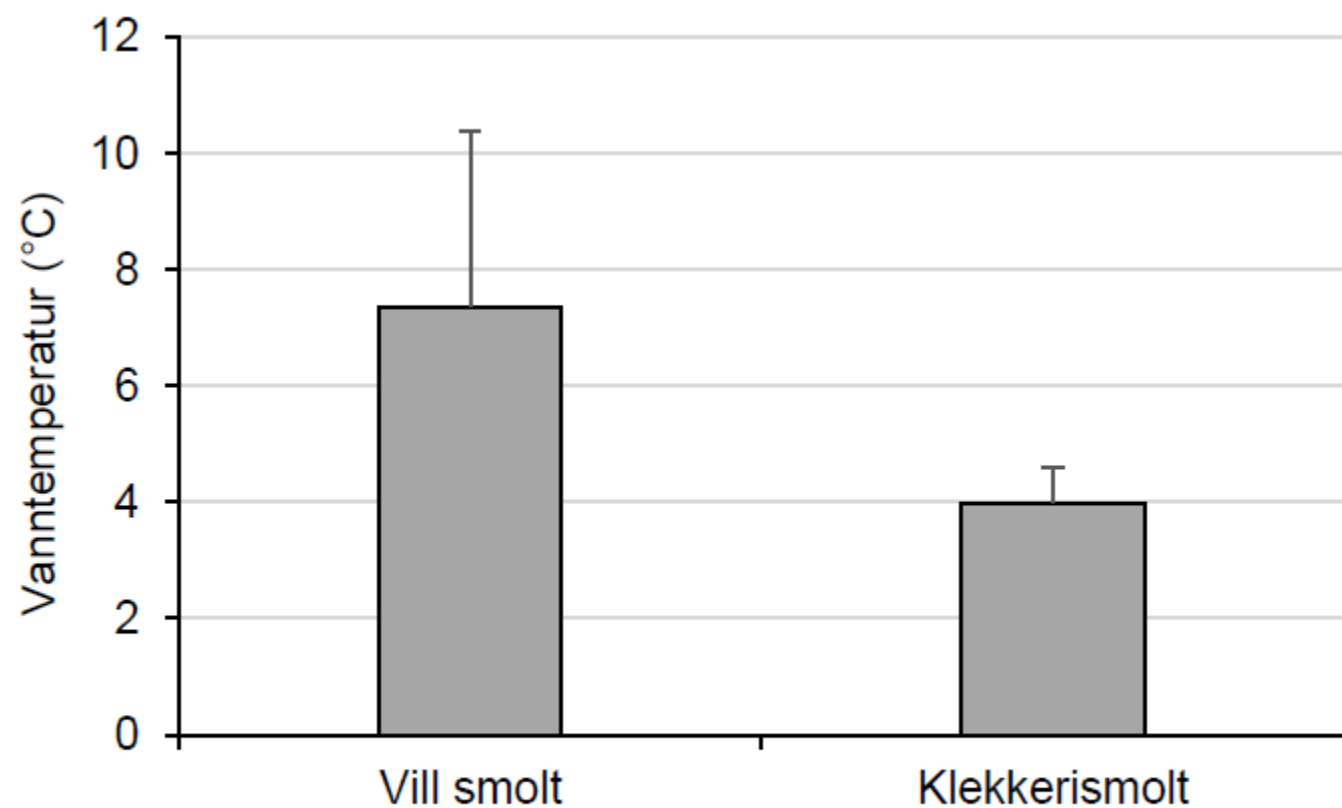
**Tabell 5.** *Utvandringsdato (antenne registreringer ca. 1,5 km ovenfor videolokalitet) registrert for utsatt klekkerismolt med PIT-merke og klekkerismolt registrert i videoanalysen for henholdsvis 25% og 50% kumulativ utvandring. Data fra PIT-antennen er hentet fra Kristensen & Urke (2023). Dato for utsetting av klekkerismolt hvert år er angitt i første linje. Det er foreløpig ikke analysert videodata fra 2021 i april måned.*

	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
<b>Dato for utsett av smolt</b>	21.april og 24.april	26.apr	22.apr	19.apr
<b>Video 25%</b>	23.apr	NA	23.apr	23.apr
<b>PIT 25%</b>	27.apr	4.mai	23.apr	24.apr
<b>Video 50%</b>	24.apr	NA	23.apr	23.apr
<b>PIT 50%</b>	04.mai	9.mai	25.apr	05.mai





**Figur 5.** Kumulativ utvandring av kultivert (klekkeri)- og villsmolt registrert gjennom kameraovervåkingen fra 06.04 - 03.08 de fire årene med kameraovervåkning (2020-2023). Punkter markerer 50% kumulativ utvandring av klekkerismolt gjennom PIT-antennen. Data fra PIT-antennen er hentet fra Kristensen & Urke (2023).

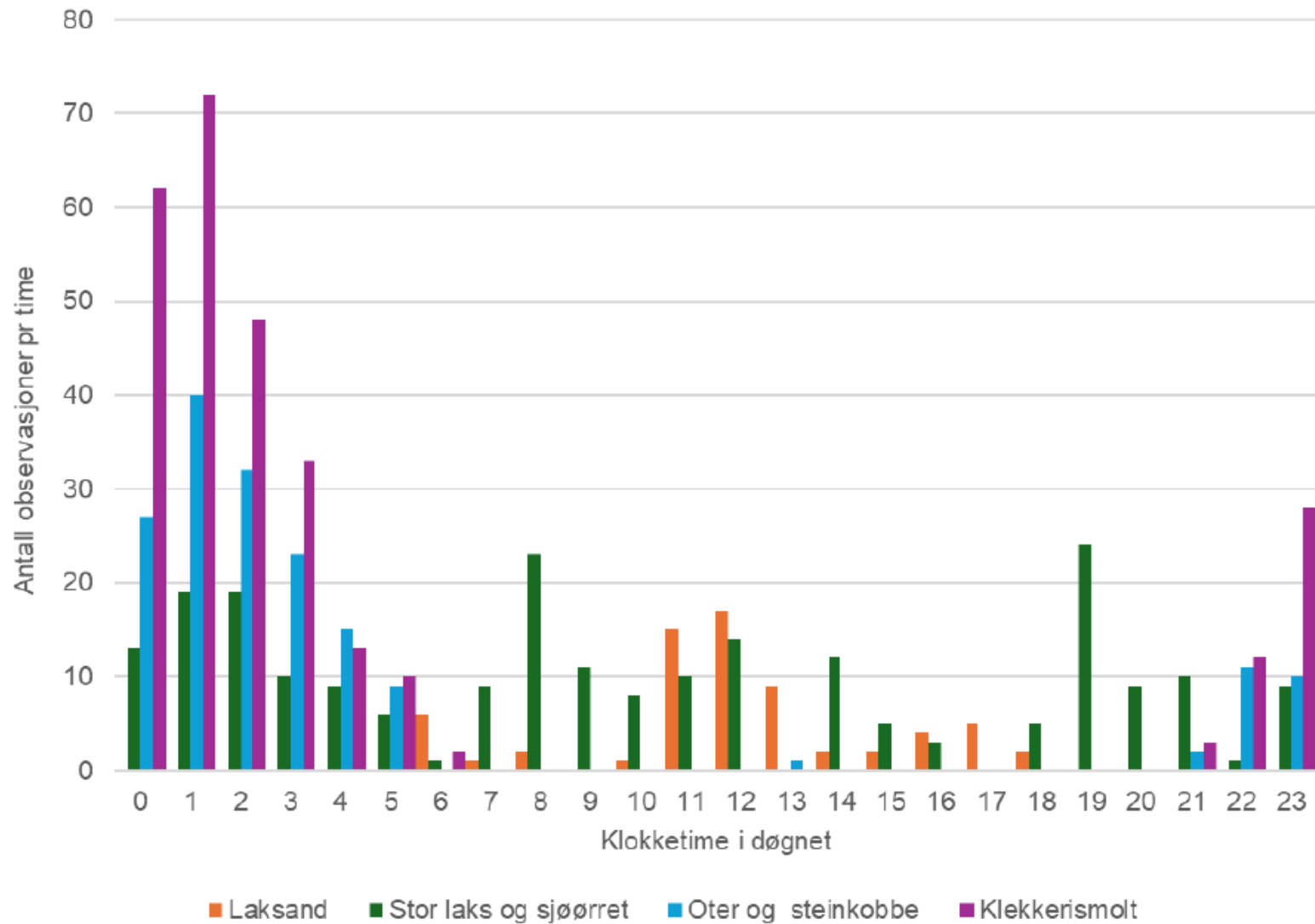


**Figur 7.** Gjennomsnittlig vanntemperatur målt ved kameralokaliteten på det tidspunktet smoltutvandringen var i gang (25% kumulativ utvandring) i årene 2020 – 2023.



# Predatorene dukker opp når klekkerismolten vandrer





**Figur 8.** Tilstedeværelse av kultivert smolt (klekkerismolt) og potensielle predatorer pr. klokke­time gjennom døgnet i kameratverrsnittet i Lærdalselvi fra 19. – 28. april 2023.

# Oppsummert vill vs. klekkerismolt i Lærdalselvi

- Klekkerismolten vandrer ut like etter at den er satt ut
- Villsmolten vandrer ut tre til fire uker seinere
- Vanntemperaturen er lav når klekkerismolten vandrer
- Klekkerismolten vandrer enkeltvis
- Tettheten av predatorer er høy når smoltvandringen pågår
- Registrert «sjøoverlevelse» for klekkerismolten er svært lav
- Best strategi for å lykkes med utsetting av smolt er trolig å få den til å vandre på samme tidspunkt som vill smolt, og i stim

# Noen hypoteser

- I flere vassdrag der det er satt ut smolt eller settes ut smolt (For eksempel: Vosso, Suldalslågen, Oppløy) overlever smolten i større grad når den slepes ut mot kysten. Skyldes dette i stor grad beskyttelse mot predatorer i elva?
- Kan store utsettinger av smolt over tid skape bestander av predatorer på kunstig høyt nivå?
- Selv om gjennomsnittlig vanntemperatur i elva ikke er endret mye, så kan lokalt kalde områder (for eksempel utenfor kraftverksutløp) føre til at predatorene får «overtaket» på smolten

# Er kanskje den beste strategien å sette ut yngel?

- Mindre ressurskrevende å produsere enn smolt
- En større del av naturlig dødelighet tas bort, sammenlignet med utsetting av rogn
- Mindre genetisk påvirkning enn ved smoltutsetting, men større enn ved utsetting av egg
- Yngelen kan fordeles på en mye bedre måte i elva enn ved eggutsetting.
- Denne fordelingen skaper mer variasjon i lokal tilbakevandring

