



RAPPORT FRÅ DET NASJONALE ELVELABORATORIET I GUDDALSELVA 2021

Elvemiljø, smoltutvandring og gytebestandar av laks (*Salmo salar*) og
sjøaure (*Salmo trutta*)

William Aure Aannø, Britt Iren Østebø og Øystein Skaala (HI)



Tittel (norsk og engelsk):

Rapport frå det nasjonale elvelaboratoriet i Guddalselva 2021

Report from the national river laboratory in the river Guddal for 2021

Undertittel (norsk og engelsk):

Elvemiljø, smoltutvandring og gytebestandar av laks (*Salmo salar*) og sjøaure (*Salmo trutta*)

River environment, smolt run and spawning stocks of salmon (*Salmo salar*) and sea trout (*Salmo trutta*)

Rapportserie:

Rapport fra havforskningen

ISSN:1893-4536

År - Nr.:

2021-57

Dato:

30.12.2021

Forfatter(e):

William Aure Aannø, Britt Iren Østebø og Øystein Skaala (HI)

Forskningsgruppeleder(e): Kevin Glover (Populasjonsgenetikk)

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Lasse Taranger

Programleder(e): Terje Svåsand

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

14891-03

Forskningsgruppe(r):

Populasjonsgenetikk

Antall sider:

20

Sammendrag (norsk):

I Guddalselva er det installert ei heildekkande smoltfelle (Wolf type) som fangar smolten på veg ut i sjøen. Dette gjer at vi får representative uttak av mengde smolt produsert i elva. Elva har også ei fisketrapp som vert brukt til å registrera all oppvandrande fisk. I 2021 vart smoltfella opna 7. april og demontert 17. juni. Fyste aure- og laksesmolt vart begge registrert 9. april. Hovudmengda av laksesmoltane vandra ut mellom 11. og 18. mai. For auresmoltane vandra store delar ut mellom 11. og 16. mai, men der var òg ei stor utvandring mellom 25. mai og 4. juni. Siste laksesmolt vart registrert i smoltfella 14. juni, medan siste auresmolt vart registrert 17. juni. Til saman passerte 1091 laksesmolt og 2362 auresmolt fella. Registrering av oppvandrande fisk vart i år starta 22. mai, og avslutta 5. november. I løpet av desse månadane vart det registrert 114 laksar og 267 aurar. Ingen av laksane viste seg å vere rømlingar (oppdrettsfisk). Den første sjøauren var i fisketrappa 31. mai, mens den siste kom 29. oktober. Oppvandringa av sjøaure var på det høgaste i første halvdel av juli. Det meste av auren som gjekk opp var under 1,4 kg, med ei snittvekt på 0,95 kg. Biomassen for hofisk var på 168 kg. Den første laksen kom i fisketrappa 28. juni, medan den siste kom 8. oktober. Så å seie all laks kom i juli, august og september, med størst oppvandring i veke 37 og 39. Snittvekta var på 2,6 kg, men store delar låg i vektclassa 1 – 2 kg. Biomassen for hofisk var på 150 kg.

Sammendrag (engelsk):

A smolt trap (Wolf type) catching smolt on its way to the ocean is installed in the river Guddal, making it possible to get representative data of smolt produced in the river. In addition, a fish ladder is used to register all fish entering the river to spawn. In 2021, the smolt trap was open from 7th April till 17th June, with the first trout smolt and the first salmon smolt both registered in the trap on 9th April. The salmon smolt run was at the highest between 11th May and 18th May, and the main amount of the salmon smolt was caught in that time window. The trout smolt run was at the highest between 11th May and 16th May, but there was also a significant smolt run between 25th May till 4th June. The last salmon smolt was registered in the trap on 14th June, while the last trout smolt was registered on 17th June. In total 1091 salmon smolt and 2362 trout smolt were registered throughout the smolt season. Registration of spawning fish in the fish ladder lasted from 22nd May till 5th November. A total of 114 salmon and 267 trout were registered. No escaped farmed fish was observed. The first sea trout ascended the fish ladder on 31st May, while the last one was recorded on 29th October, with the highest concentration of sea trout entering the ladder in the first half of June. The mean weight of trout was 0.95 kg. The total female biomass was 168 kg. The first salmon entered the ladder on 28th June, while the last one ascended on 8th October. Almost all salmon arrived in July, August and September, with the highest concentration in weeks 37 and 39. A major fraction of the salmon was in the 1 – 2 kg weight class, with a mean weight of 2.6 kg. The total female biomass was 150 kg.

Innhold

Bakgrunn og premiss for etableringa av Elvelaboratoriet i Guddalselva	5
Resultat for 2021	9
Det fysiske miljøet	9
Smoltutvandringa	9
Oppvandring av sjøaure, villaks og rømlingar	11
<i>Oppvandring sjøaure</i>	13
<i>Oppvandring villaks</i>	16
<i>Oppvandring rømlingar</i>	19

Bakgrunn og premiss for etableringa av Elvelaboratoriet i Guddalselva

Havforskinsinstituttet etablerte Elvelaboratoriet i Guddalselva i 2000 i samarbeid med Guddalsdalen elveeigarlag, ulike forvaltingsetatar og med finansiell støtte frå Direktoratet for naturforvalting (Miljødirektoratet), Noregs vassdrags- og energidirektorat, Fiskeridirektoratet, Fylkesmannen i Hordaland og Noregs forskingsråd. Føremålet var å framskaffa kunnskap om tilstanden for ville bestandar av sjøaure og laks og å gjennomføra detaljerte studiar av miljøeffektar av rømt oppdrettslaks under naturlege miljøtilhøve. Sentrale problemstillingar har vore:

- korleis og i kva grad rømt oppdrettslaks «omprogrammerer» villaksen sine genetiske eigenskapar og overlevingsevna i naturen.
- Smoltproduksjon og utvandring for smolt av laks og sjøaure, og sjøoverleving hos sjøaure.

Til undersøkingane av genetisk påverknad av rømt oppdrettslaks, stod spørsmålet om overlevingsevna hos avkom av oppdrettslaks sentralt. Dette er krevjande studiar, som på grunn av laksen si generasjonstid med smoltalder 2-6 år og sjøopphald på 1-4 år, må gå over lang tid. Ein grunnleggjande føresetnad for dei eksperimentelle feltstudiane var aksept og løyve til å planta ut rogn av villaks og oppdrettslaks, der ein kunne fanga opp det meste av smoltproduksjonen og gytefisk som vandra opp i elva, og ta DNA-prøvar for bestemming av foreldreopphav. På bakgrunn av tilgjengeleg informasjon om Guddalselva, mellom anna a) tilgjengeleg produksjonsareal for anadrom fisk, b) omfattande kanalisering på 1980-talet av ein vesentleg del av anadrom strekning, c) tidlegare praksis med kilenotfangst av stamfisk og flytting av fisk og utplanting av rogn og yngel, og d) svært lite (~100-200 individ pr. år, om lag 1/10 av rognmengde frå ein hofisk på ca. 1 kg) laksesmolt i fangstane av smolt over Wolffella frå 2001 til 2005 samt låge tal for oppvandra laks, var det lite sannsynleg at Guddalselva hadde ei eiga lokalt tilpassa laksestamme. Dette var viktige element i vurderingsgrunnlaget for å bruka Guddalselva som feltlokalitet for utplanting av rogn av ikkje-stadeigen laksebestand. For å bidra i størst muleg grad til at eventuell tilbakevendt laks med opphav i oppdrettslaks, vart fjerna frå elva, vart all gytefisk som potensielt kunne ha oppdrettsforeldre, avliva. Både lokalt og hos forvaltingsstyresmaktene vurderte ein det slik at fordelene med å gjennomføra nemnde undersøkingar var langt større enn eventuelle ulemper.

Hovudtrekka i aktiviteten har vore slik:

2000-2005: innsamling av bakgrunnsdata, smoltutvandring og oppvandring laks og sjøaure.

2003, 2004, 2005: første serie rognplanting med familiar av villaks og oppdrettslaks

2008, 2010, 2011: andre serie rognplanting med familiar av villaks og oppdrettslaks

2010, 2011: slepp av merka (cwt+ feittfinne), klekkeriprodusert villsmolt i elveosen

2016: rognplanting villaks, bidrag til oppbygging av laksebestand

2018, 2019: Veterinærinstituttet/Miljødirektoratet/Genbanken tilbakefører/plantar ut rogn og yngel av sjøaure frå Guddalselva i forsøk på å styrkja ein svak bestand.

Frå og med 2011 er all oppvandrande laks med vill utsjånad sett opp i elva for gyting etter registrering og DNA-prøvetaking.

Ein viktig føresetnad for dette arbeidet var bygginga av den permanente, heildekkande smoltfella (Wolf type) som gjer det muleg å få representative uttak av smolten produsert i elva (figur 1). Vassdraget er også knytt til Miljødirektoratet sitt nasjonale måleprogram for vasskvalitet med ein stasjon i Seimsfossen og ein i Liarefossen. Etter initiativ frå Havforskinsinstituttet vart NVE sin målestasjon for vassføring og temperatur reetablert ved smoltfella. Vassføring og temperatur blir registrert kontinuerleg og er tilgjengeleg for alle (sildre.nve.no). Det er gjennomført detaljerte undersøkingar av artsmangfald og mengde av botnlevande insekt av NORCE (Norwegian Research Center AS,

tidlegare Uni-Research). Fella har vore drifta gjennom 21 år og representerer eit av dei mest fullstendige målepunkta og ein av dei lengste tidsseriane for smoltutvandring i Noreg. Fram til og med 2014 vart oppvandrane fisk registrert i den gamle fisketrappa og ved fiske og dykking i Sahølen. Frå 2015 har ein også kunna nytta den nye fisketrappa til registrering av oppvandrane fisk.

Gjennom samarbeidet mellom Havforskningsinstituttet, Guddal elveeigarlag, Miljødirektoratet, Veterinærinstituttet, NVE, Rådgivende biologer og Universitetet i Bergen (NORCE) er Guddalselva i dag truleg eit av dei best overvaka vassdraga i Noreg med forskarar, studentar og ingeniørar som arbeider med:

- Systematisk uttak og analysar av vassprøvar i Seimsfossen og Liarefossen (Mdir.)
- Kontinuerleg overvaking av vassføring og temperatur (Sildre.nve.no)
- Årleg registrering og rapportering av elva sin produksjon av laks- og sjøauresmolt som det eine av Noregs to vassdrag med heildekkande smoltfelle
- Teljing og rapportering av mengde og storleik på oppvandrane laks og sjøaure med årlege estimat for mengda rogn i elva
- Registrering og uttak av rømt fisk og pukkellaks
- Genetiske og fiskeøkologiske studiar av bestandane i elva og sjøoverleving
- Oppbygging av sjøaurebestanden i elva gjennom oppforing av stamfisk og tilbakeføring av avkom av denne



Figur 1. Elvelaboratoriet i Guddalselva har bidrege til ei lang rekkje forskingsprosjekt på genetikk og økologi hos laks og aure, oppsummert våren 2017: A summary of 20 years (1998-2017) of scientific work on genetics and survival in anadromous brown trout (*Salmo trutta* L) and Atlantic salmon (*S. salar* L) in the river, Guddalselva, western Norway.

Dei lange tidsseriane på smoltutvandring og gytebestandar hos laks og aure blir meir verdfull for kvart år som går. Tilsvarande fins berre ein annan stad i Noreg og svært få stader elles i Europa. Det nasjonale elvelaboratoriet i Guddalselva gir kvart år gode bidrag til kunnskapen om laks og sjøaure, mellom anna produksjon og utvandringforløp for smolt av laks og sjøaure, og opphaldstid og overleving for sjøaure i sjøfasen. Nedanfor er kronologisk referert dei

viktigaste internasjonale, vitenskaplege arbeida der Guddalselva har gitt avgjerande bidrag.

Besnier, F., Glover, K. A., Skaala, Ø. (2011). Investigating genetic change in wild populations: modelling gene flow from farm escapees. *Aquacult Environ Interact* Vol. 2: 75–86.

Skaala, Ø., Glover, K. A., Barlaup, B. T., Svåsand, T., Besnier, F., Hansen, M. M., & Borgstrøm, R. (2012). Performance of farm, hybrid and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) families in a natural river environment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **69**: 1994–2006.

Skaala, Ø., Kålås, S., Borgstrøm, R. (2014). Evidence of salmon lice-induced mortality of anadromous brown trout (*Salmo trutta*) in the Hardangerfjord, Norway. *Marin Biology Research* Vol. 10. No. 3, 279-288.

Skaala, Ø., Glover, K. A., Barlaup, B. T., & Borgstrøm, R. (2014). Microsatellite DNA used for parentage identification of partly digested Atlantic salmon (*Salmo salar*) juveniles through non-destructive diet sampling in salmonids (Salmonidae). *Marine Biology Research* Vol. 10. No. 3, 323-328.

Besnier, Glover, K. A., Lien, S., Kent, M., Hansen, M. M., Shen, X. & Skaala, Ø. (2015). Identification of quantitative genetic components of fitness variation in farmed, hybrid and native salmon in the wild. *Heredity* 115, 47–55.

Skaala, Ø., Besnier, F., Borgstrøm, R., Barlaup, B. T., Sørvik, A. G. E., Normann, E., Østbø, B. I. T., Hansen, M. M., & Glover, K. A. (2019). An extensive common-garden study with domesticated and wild Atlantic salmon in the wild reveals impact on smolt production and shifts in fitness traits. *Evolutionary Applications*. Volum 12. (5) s. 1001-1016.

Harvey, A. C., Glover, K. A., Wennevik, V. & Skaala, Ø. (2020). Atlantic salmon and sea trout display synchronised smolt migration relative to linked environmental cues. *Scientific Reports (2020) 10:3529*. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60588-0>.

Duval, E., Øystein Skaala, Ø., Quintela, M, Dahle, G., Delaval, A., Wennevik, V., Glover, K. A. Hansen, M. M. (2021). Long-term monitoring of a brown trout (*Salmo trutta*) population reveals kin-associated migration patterns and contributions by resident trout to the anadromous run. *BMC Ecology and Evolution*. <https://doi.org/10.1186/s12862-021-01876-9>.

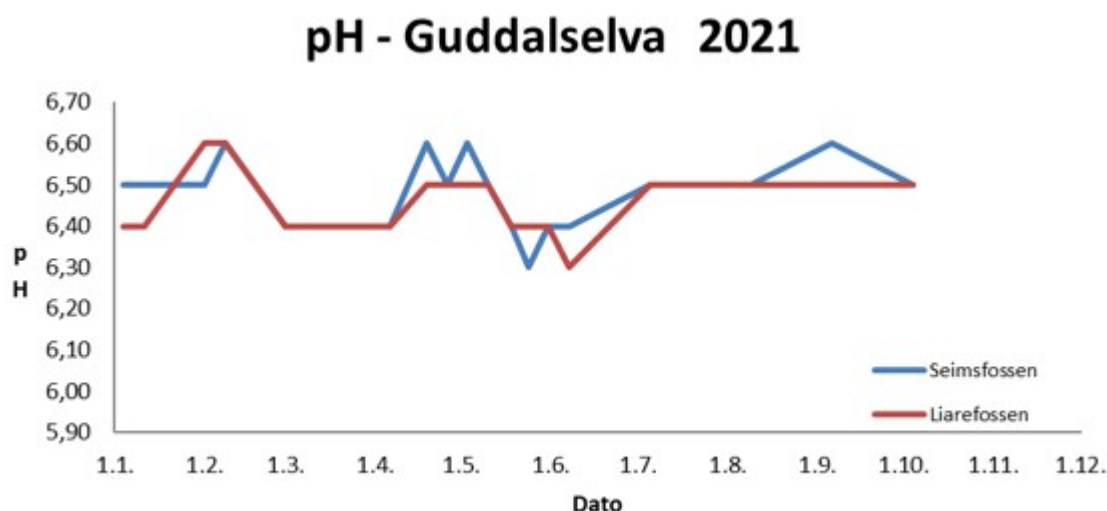
Vollset K. W., Lennox, R.J., Lamberg, A., Skaala, Ø., Sandvik, A.-D., Sægrov, H., Kvingedal, E., Kristensen, T., Jensen, A. J., Haraldstad, T., Barlaup, B. T., & Ugedal, O. (2021). Predicting the nationwide outmigration timing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts along 12 degrees of latitude in Norway. *Diversity and Distributions*. 2021; 27:1383–1392. DOI: 10.1111/ddi.13285.

Det er i tillegg samla inn eit større DNA materiale på gytefisk og smolt av både laks og sjøaure, danner grunnlag for vidare internasjonal publisering om m.a. individuell innkryssing og individuell reproduktiv suksess hos laks, og opphaldstid og sjøoverleving hos sjøaure.

Resultat for 2021

Det fysiske miljøet

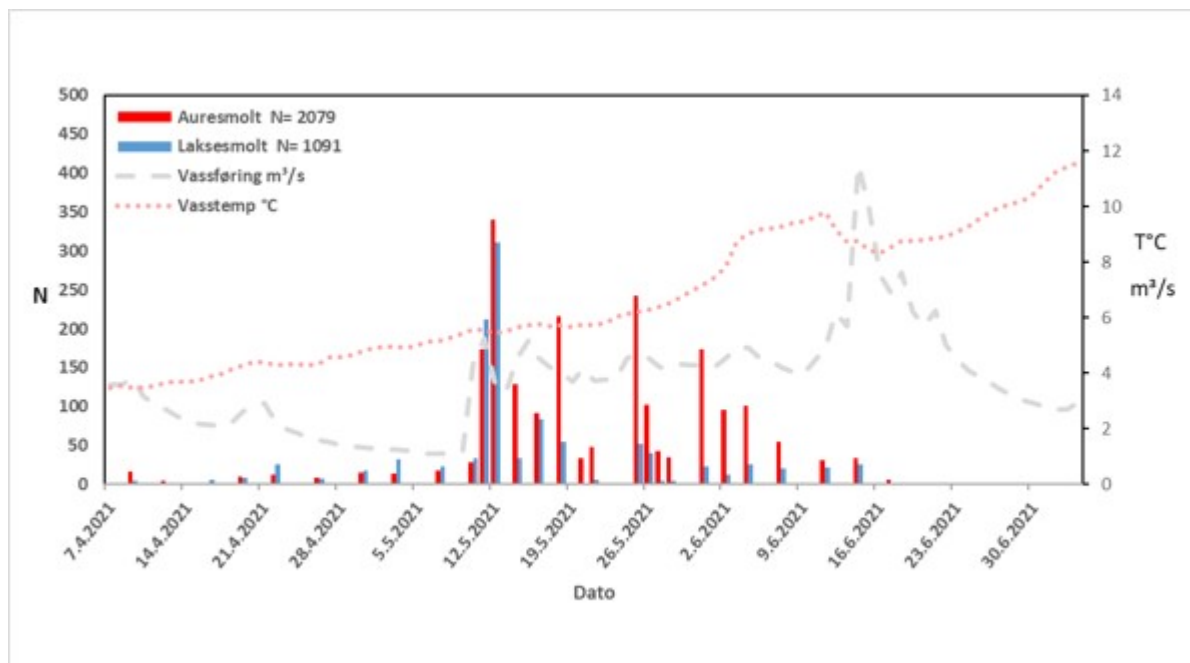
Det fysiske miljøet i elva har stor innverknad på livsformene i elva, på fisk, på insekt og andre smådyr og på planter. Som tidlegare år, vart det gjennom 2021 teke regelmessige vassprøvar i Liarefossen og Seimsfossen, som ein del av det nasjonale overvakingsprogrammet til Miljødirektoratet. Analysane viser at det er god vasskvalitet med stabile og gode pH-verdiar for laksefisk, med verdiar liggande mellom 6,3 og 6,6 (figur 2). Vassføring og temperatur i elva og i lufta blir òg registrert gjennom målestasjonen. Desse er tilgjengelege på sildre.nve.no.



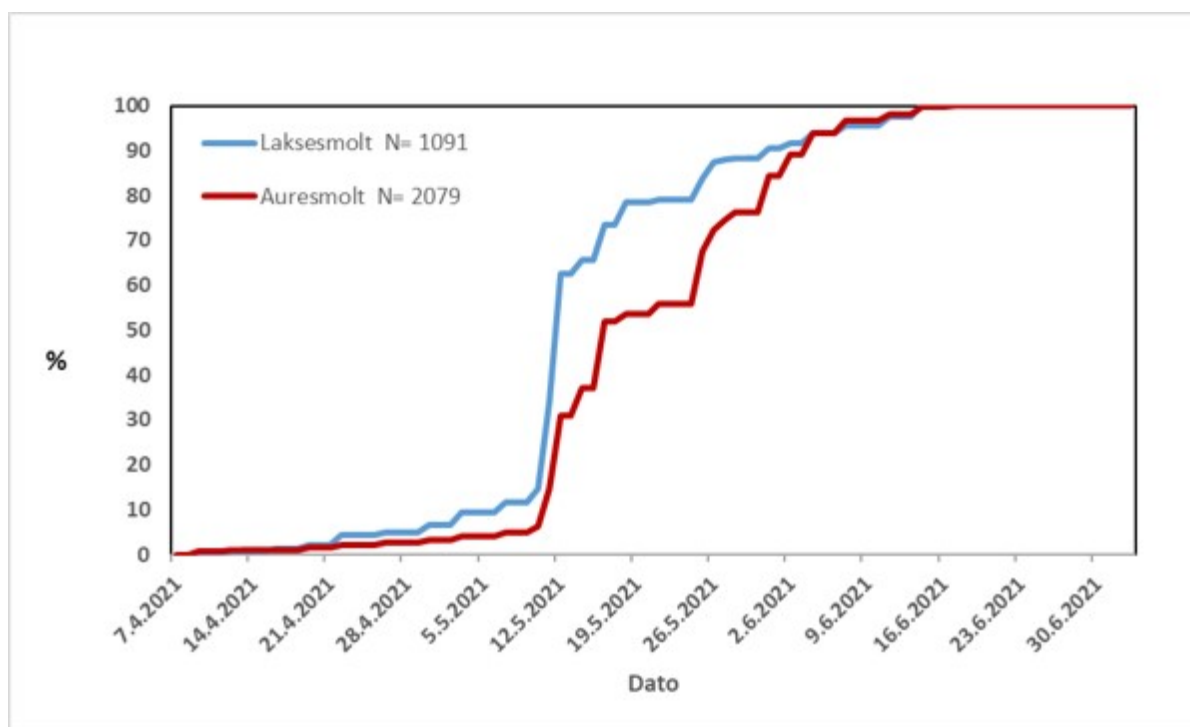
Figur 2. Miljødirektoratet sitt nasjonale måleprogram for vasskvalitet viser at Guddalselva har god vasskvalitet, med ein stabil og god pH.

Smoltutvandringa

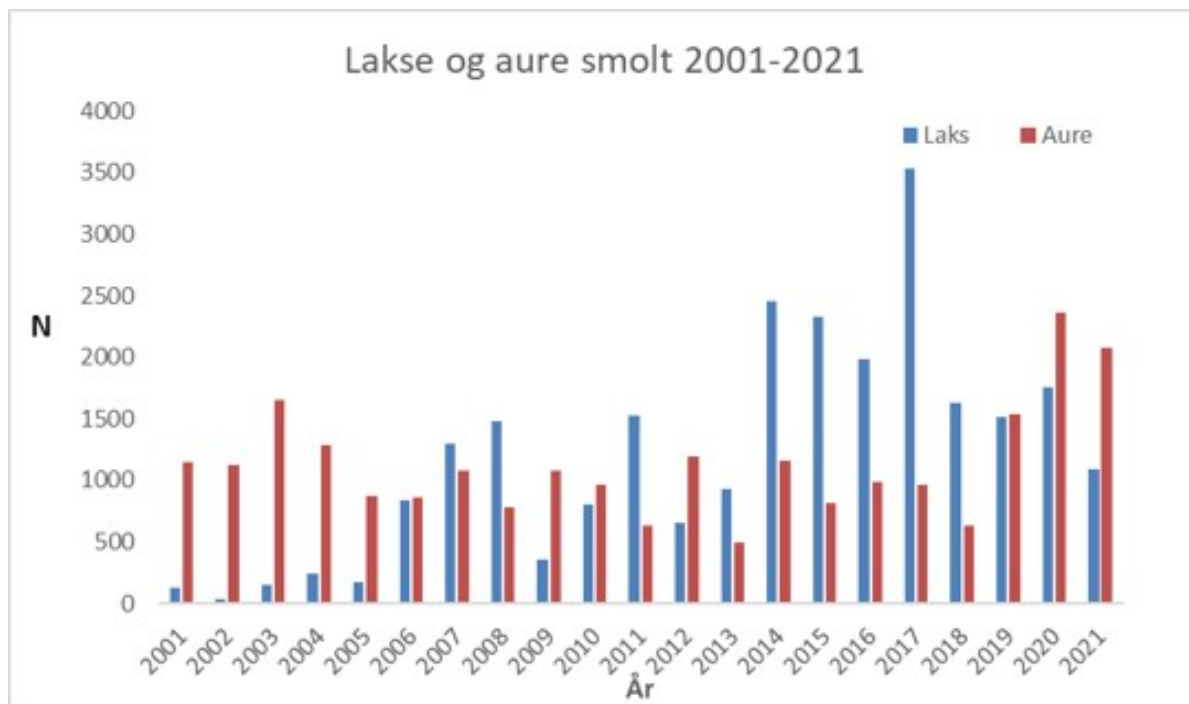
Smoltfella vart i 2021 opna 7. april, mot 14. april i 2020 og 25. april i 2019. Fella vart i år demontert 17. juni, mot 2. juli i 2020 og 11. juni i 2019. Første aure- og laksesmolt vart begge registrert 9. april, mot 15. april i 2020 og 26. april i 2019. Hovudmengda av laksesmolten vandra i 2021 ut mellom 11. og 18. mai, om lag ei veke tidlegare enn i 2020 og 2019. Store delar av auresmolten vandra i 2021 ut mellom 11. og 16. mai, men der var òg ei stor utvandring av auresmolt mellom 25. mai og 4. juni (figur 3 og 4). Det gjekk i år ut 2079 auresmolt, mot 2362 i 2020, 1534 i 2019 og 629 i 2018 (figur 5). Av laksesmolt vandra det i år ut 1091 stykk, mot 1758 i 2020, 1513 i 2019 og 1628 i 2018 (figur 5). Smoltutvandringa i 2021 varte til 14. juni for laksen, medan den for auren varte til 17. juni.



Figur 3. Smoltutvandring for laks og sjøaure i Guddalselva 2021, med vassføring og temperatur.



Figur 4. Kumulativ smoltutvandring for laks og sjøaure i Guddalselva 2021.

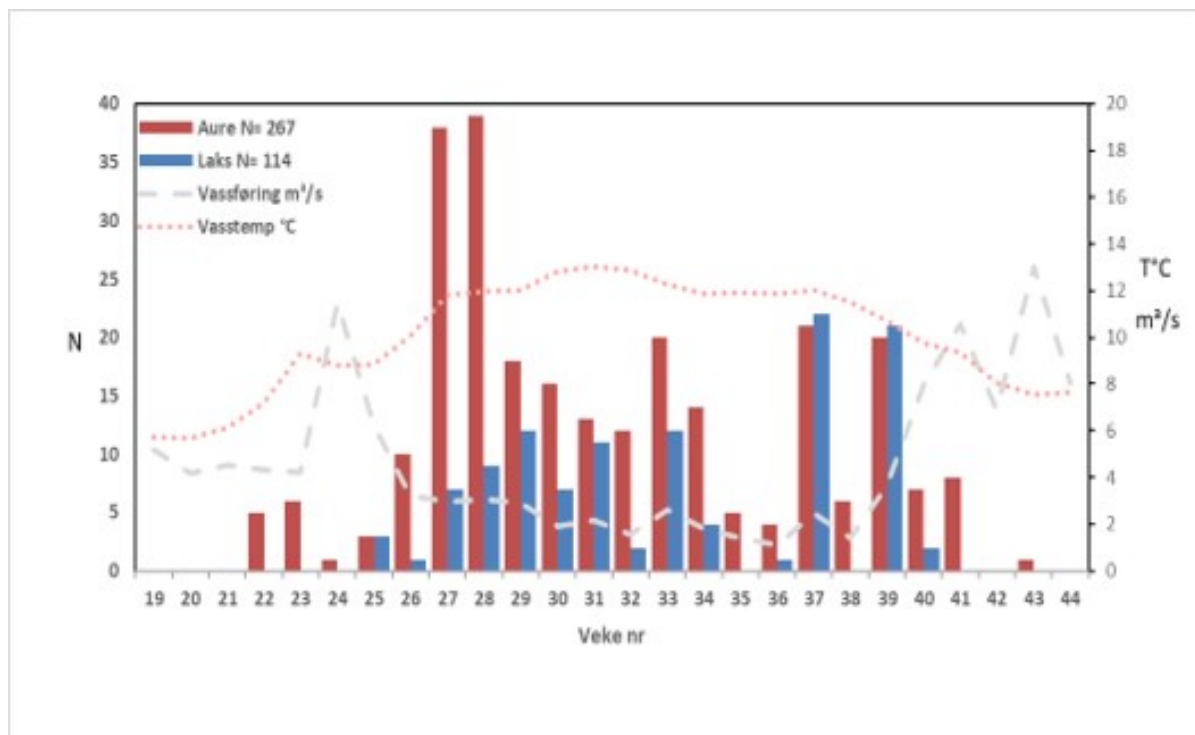


Figur 5. Antal utvandra smolt av laks og aure frå 2001 til 2021.

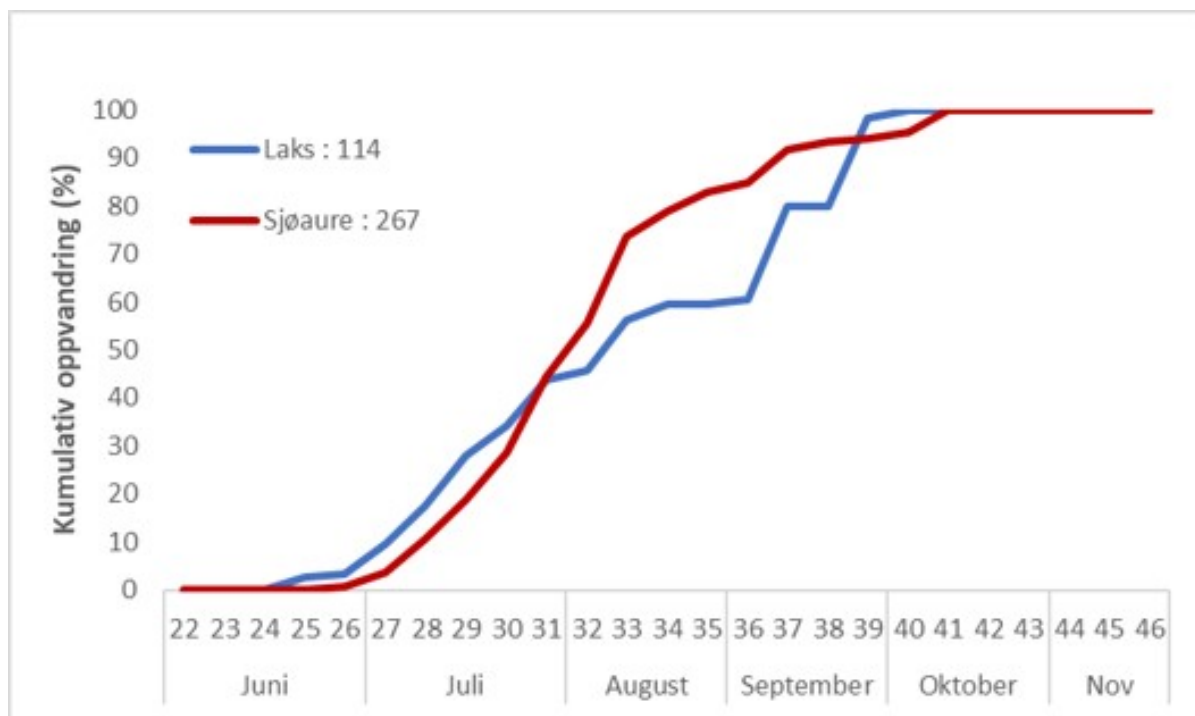
Samla registrert smoltproduksjon for laks og aure i 2021 er 3170. Frå 2014 til 2020 såg tala for samla smoltutvandring slik ut: 4120 (2020), 3047 (2019), 2257 (2018), 4504 (2017), 2978 (2016), 3135 (2015) og 3624 (2014) (figur 5). På dagar med ekstrem vassføring er det venta at det går uregistrert smolt forbi fella, og dei registrerte tala er difor å rekna som minimumsestimat.

Oppvandring av sjøaure, villaks og rømlingar

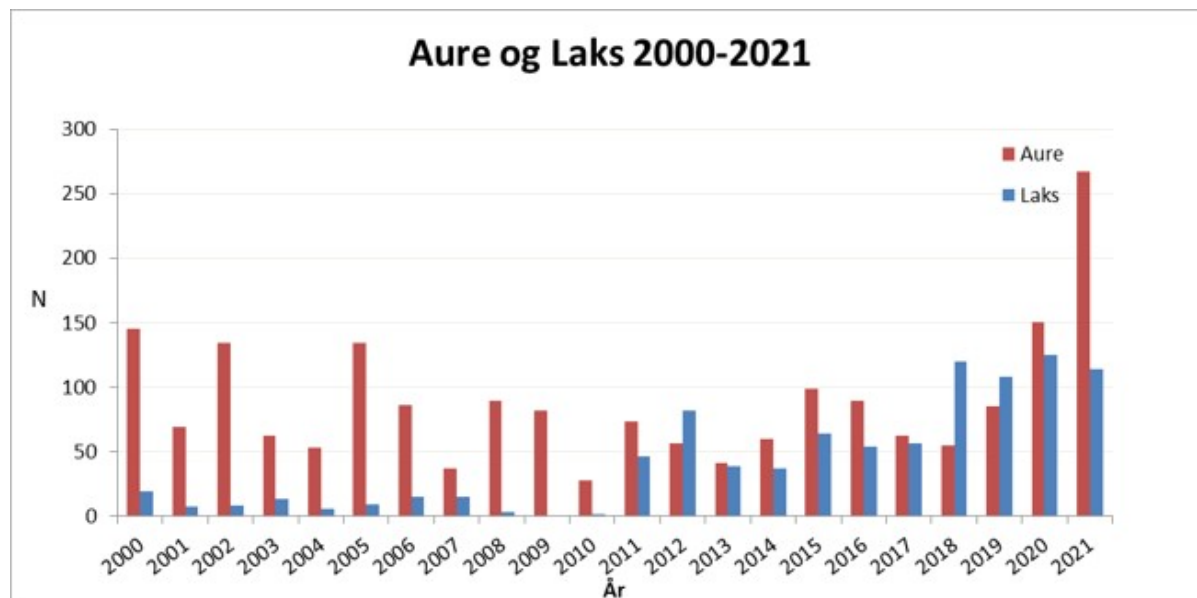
I 2021 vart registreringa av oppvandring i fisketrappa starta 22. mai, mot 2. juni i 2020. Registreringa vart avslutta 5. november, mot 2. november i 2020. Gjennom oppvandringsperioda vart det registrert 267 aurar og 114 laksar (figur 6 og 7), mot 150 aurar og 125 laksar i 2020 (figur 8). Etterkontroll ved skjellesing viste derimot at ein sjøaure feilaktig vart klassifisert som laks. Dette var ein hofisk på 52 cm og 1,50 kg, som gjekk opp 4. august. Laksane vart elles klassifisert som anten rømling (oppdrettslaks) eller villaks etter ytre kjenneteikn. Ingen individ vart i år klassifisert som rømling, og samtlege laksar vart difor sendt vidare opp i elva for gyting. Etterkontroll av vekstmønster på skjella viste eitt feittfinnekleipt individ med smoltvekst som tilseier utsett klekkerifisk. Den var ikkje merka (korkje med PIT- eller akustikkmerke), og opphavet er difor ukjent. Laksen var ein hannfisk på 62 cm og 1,80 kg, som gjekk opp i elva 14. september.



Figur 6: Oppvanding av laks og sjøaure i Guddalselva 2021, med vassføring og temperatur.



Figur 7. Kumulativ oppvanding av laks og sjøaure i Guddalselva 2021.



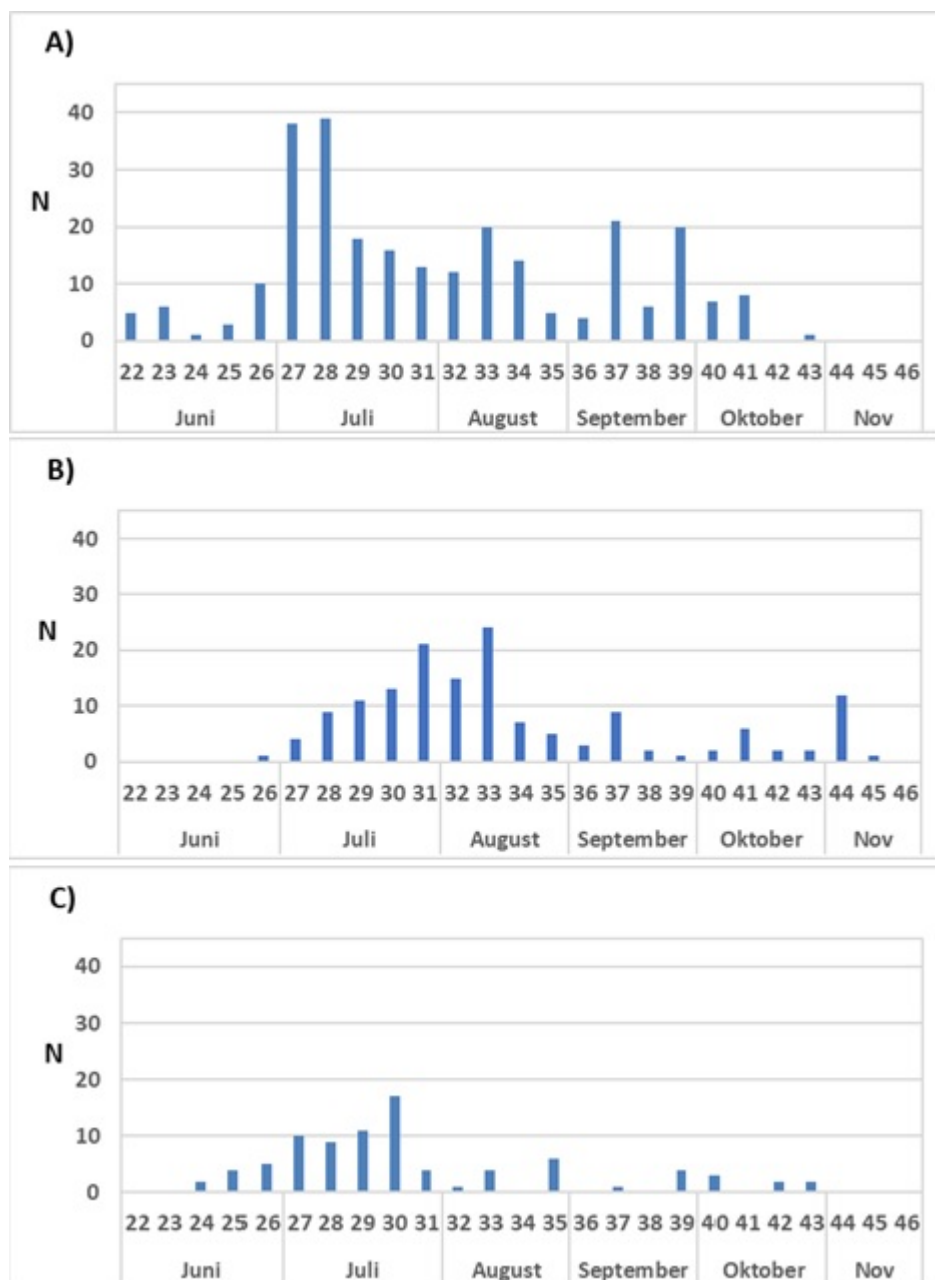
Figur 8. Antal oppvandra aure og laks fra år 2000 til år 2021

Oppvandring sjøaure

Det vart registrert 267 aurar i 2021. Blant desse var det 175 hofisk og 66 hannfisk, samt 26 med usikker kjønnsbestemming (tabell 1). Den første sjøauren vart i år registrert 31. mai, mot 22. juni i 2020, 14. juni i 2019 og 29. mai i 2018. I løpet av juni 2021 vart det registrert 22 aurar, mot høvesvis 5, 11 og 10 i 2020, 2019 og 2018. Oppvandringa av sjøaure var på det høgaste i første halvdel av juli, med til saman 77 individ i veke 27 og 28. Etter 1. oktober vandra det til saman opp 22 aurar, og siste auren vart registrert 29. oktober (figur 9).

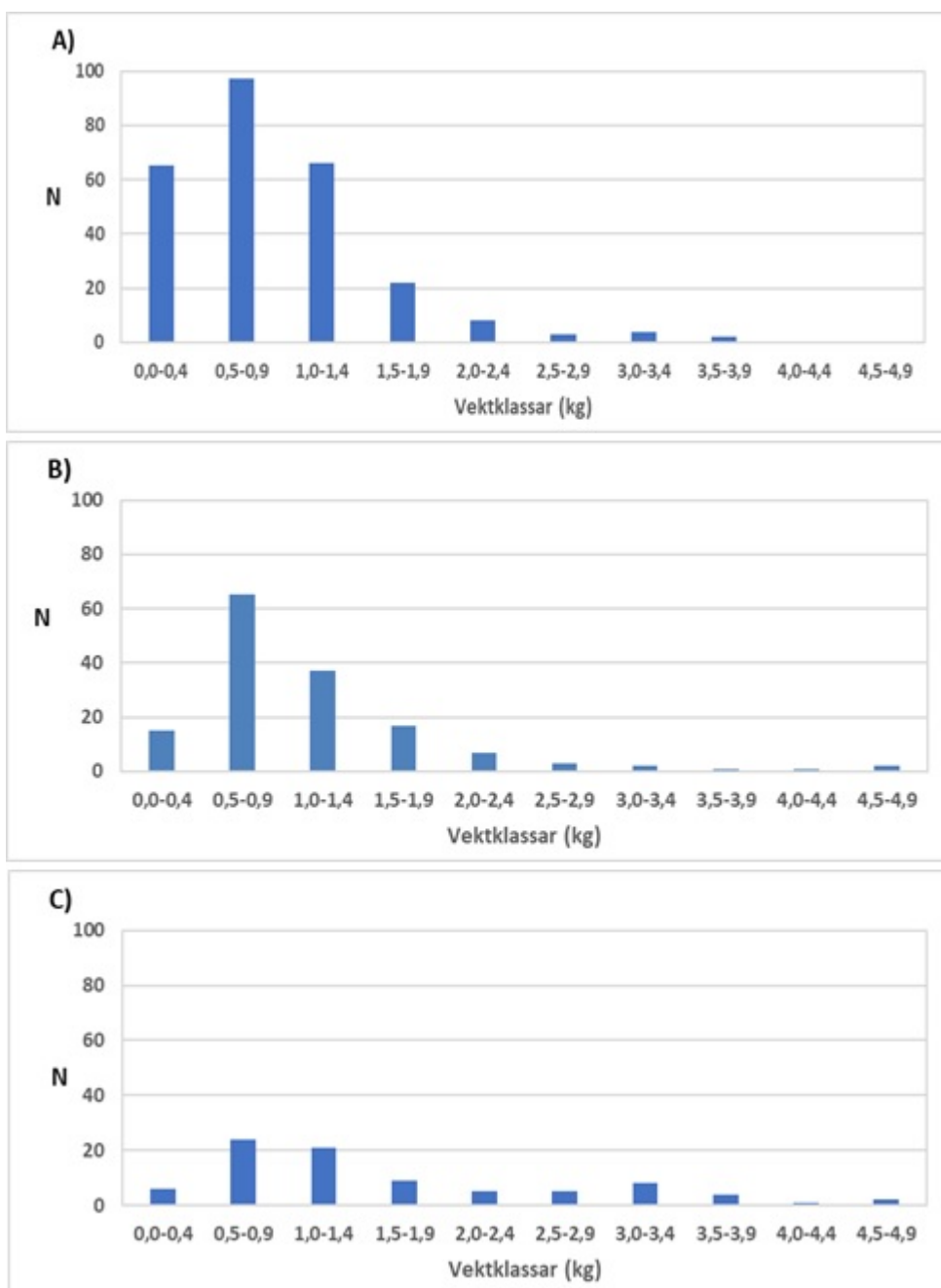
Tabell 1. Oversyn over antal oppvandra hann- og hofisk, samt biomasse, for sjøaure (*Salmo trutta*) i 2021.

		Hokjønn	Hannkjønn	Usikkert kjønn	Samla sum
Antal pr. vektklasse	<0,50 kg	38	7	20	65
	0,50 – 2,0 kg	129	50	6	185
	>2,0 kg	8	9	0	17
Samla sum		175	66	26	267
Biomasse (kg)		167,8	75,8	10,0	253,5



Figur 9. Oppvandring av sjøaure pr. veke gjennom A) 2021, B) 2020 og C) 2019

Det meste av auren som gjekk opp i 2021 var under 1,4 kg, med høgast antal i vektlassen 0,5 – 0,9 kg (figur 10A). Kun 17 aurar var over 2 kg (tabell 1). Gjennomsnittsvakta for auren i 2021 var 0,95 kg (hoene: 0,96 kg, hannane: 1,15 kg, usikkert kjønn: 0,38 kg). I 2020, 2019 og 2018 var snittvekta høvesvis 1,14 kg, 1,6 kg og 1,6 kg. Vekta av hofiskane i 2021 var om lag 168 kg (tabell 1), noko som svarar til rundt 319 000 rogn. Tar ein utgangspunkt i at 50% av de med usikkert kjønn er hokjønn, kan det leggjast til 9 500 rogn (totalt 328 500 rogn).



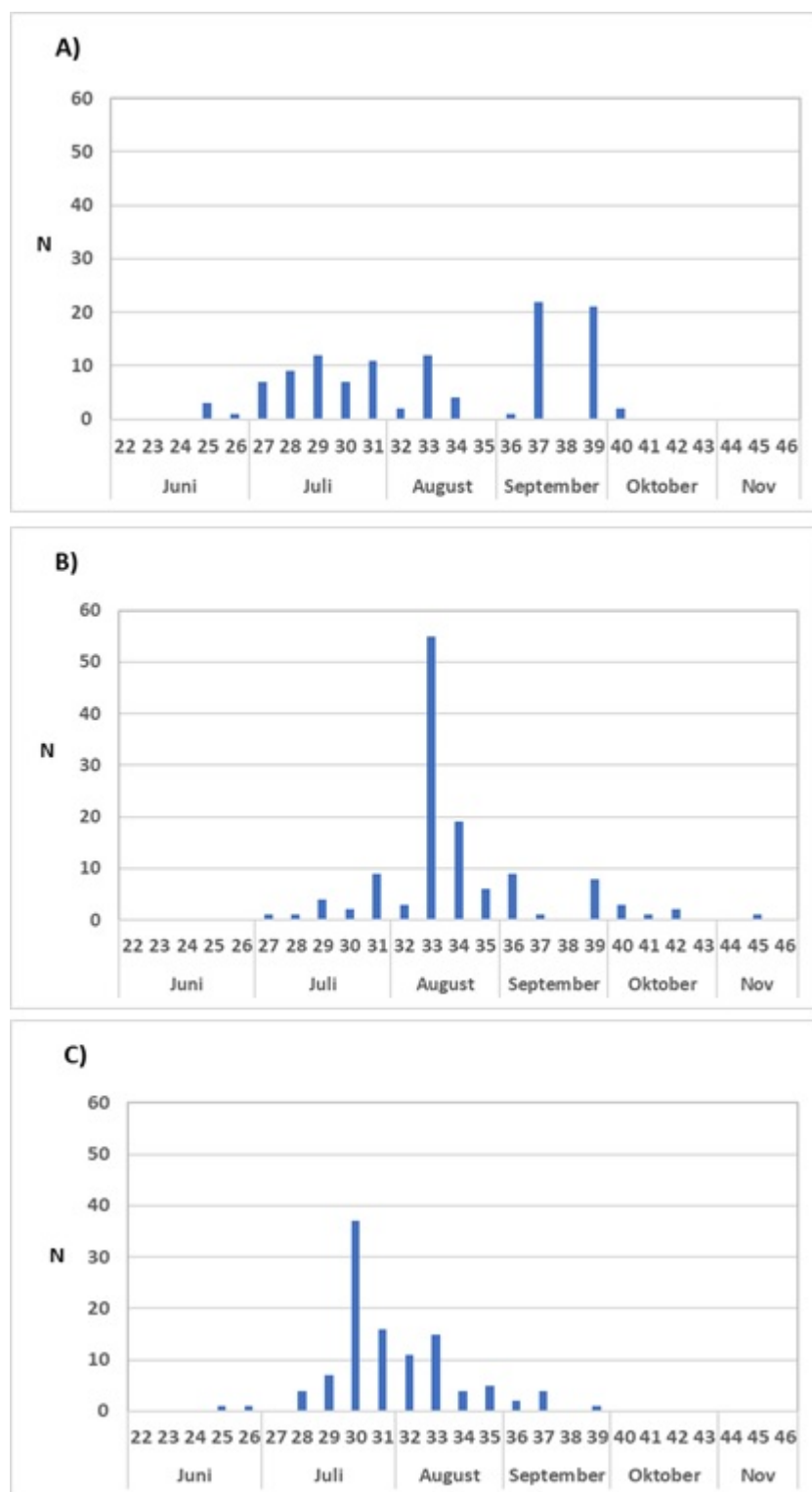
Figur 10. Vektfordeling av oppvandra sjøaure i A) 2021, B) 2020 og C) 2019.

Oppvandring villaks

Det vart registrert 114 laksar i 2021. Av desse var det 43 hofisk og 70 hannfisk, samt 1 fisk med usikker kjønnsbestemming (tabell 2). Den første laksen vart registrert 28. juni, mot 29. juni i 2020 og 20. juni i 2019. I løpet av juni vandra det til saman opp 4 laks. Så å seie all laks kom i juli, august og september, med størst oppvandring i veke 37 og 39. Etter 1. oktober vandra det til saman opp fire laksar (figur 11A), der den siste kom 8. oktober.

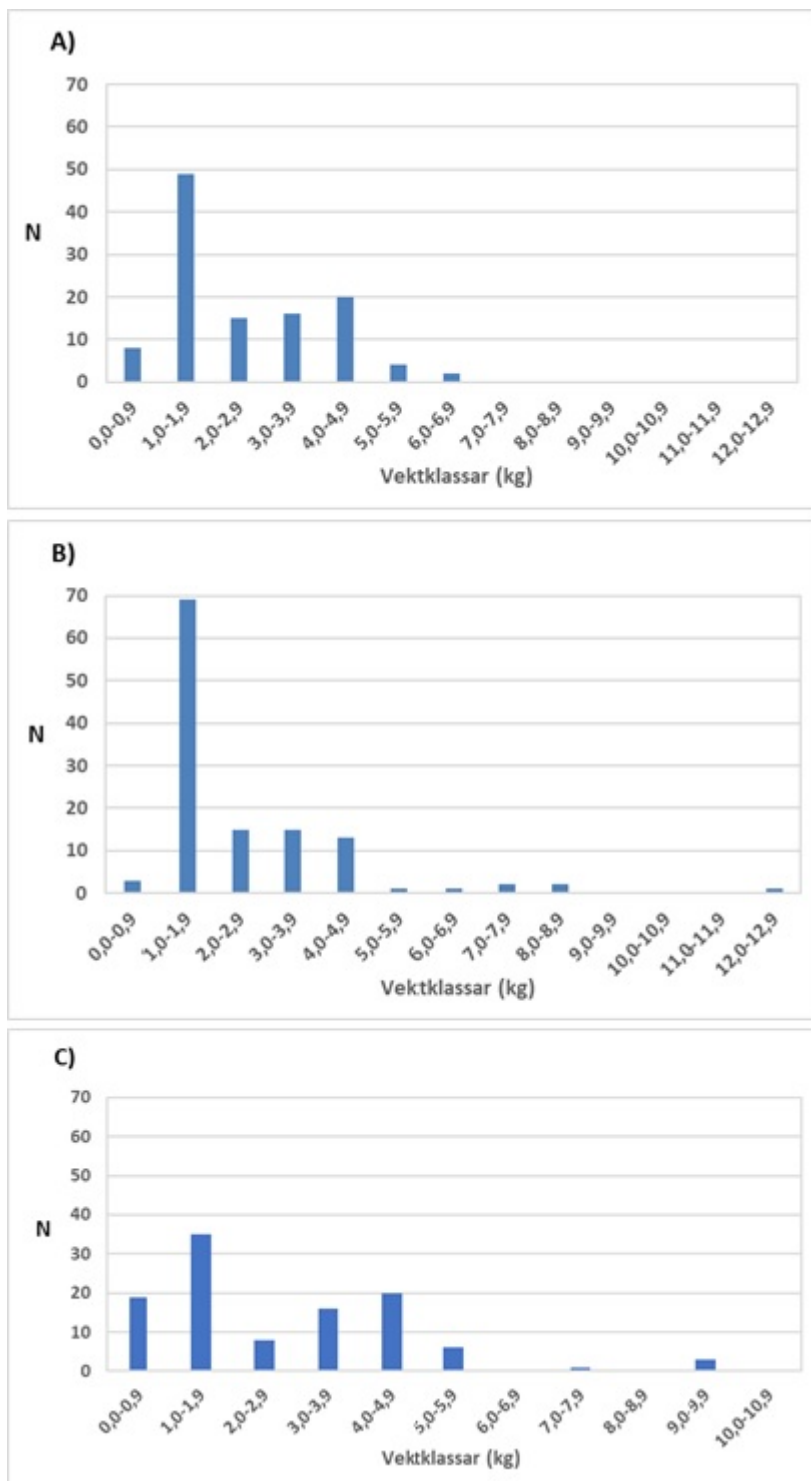
Tabell 2: Oversyn over antal oppvandra hann- og holaks, samt biomasse i 2021.

		Hokjønn	Hannkjønn	Usikkert kjønn	Samla sum
Antal pr. vektklasse	<3,0 kg	15	56	1	72
	3,0 – 6,9 kg	28	14	0	42
	>6,9 kg	0	0	0	0
Samla sum		43	70	1	114
Biomasse (kg)		150,0	143,5	1,9	295,3



Figur 11. Oppvandring av laks pr. veke gjennom A) 2021, B) 2020 og C) 2019.

Gjennomsnittsvekta for laksen i 2021 var på 2,6 kg (hoene: 3,5 kg, hannane: 2,1 kg), og dei fleste ligg i vektclassa 1-2 kg (figur 12A). I 2020 var snittvekta 2,5 kg, der hofiskane var 2,3 kg og hannfiskane var 2,8 kg. I 2019 og 2018 var snittvekta høvesvis 2,7 kg og 3,1 kg (figur 12).



Figur 12. Vektfordeling av oppvandra laks i A) 2021, B) 2020 og C) 2019

Samla vekt av holaksen i 2021 var om lag 150 kg (tabell 2), noko som svarar til rundt 218 000 rogn. Dersom laksen med ukjent kjønn er hofisk, kan ein leggja til 3000 rogn (totalt 221 000). Tidlegare år har tilsvarende tal vore følgjande: 137 kg i 2020 (200 000 rogn), 177 kg i 2019 (257 000 rogn), 240 kg i 2018 (348 000 rogn), 130 kg i 2017 (188 000 rogn) og 104 kg i 2016 (150 000 rogn).

Gjennom prosjekta med rognplanting har vi ganske detaljert kunnskap om overleving frå augerogn til smolt. Vi veit at denne varierer frå familie til familie og med tettleiken av fisk i elva, der tettleik over eit visst nivå ser ut til å redusera

prosentvis overleving. Dette nivået vil variera avhengig av temperatur, vassføring, tilgjengelege oppvekstområde og mattilgang.

Ved ei overleving på 2-3 %, vil rognmengda på laks i 2021 teoretisk kunna gje frå om lag 4360 til om lag 6540 laksesmolt.

Oppvandring rømlingar

Ingen individ vart i år klassifisert som rømling (oppdrettsfisk). Det låge talet på rømlingar registrert i Guddalselva kan ha samanheng med topografi og vassføring.



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

E-post: post@hi.no

www.hi.no