

2313

NINA Rapport

## Bestandsutvikling hos sjøaure og laks i Aurlandsvassdraget

Ola Ugedal, Ulrich Pulg, Espen O. Espedal, Jan Gunnar Jensås, Christoph Postler, Helge Skoglund og Sebastian Stranzl



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på engelsk, som NINA Report.

### **NINA Temahefte**

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

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

# Bestandsutvikling hos sjøaure og laks i Aurlandsvassdraget

Ola Ugedal  
Ulrich Pulg  
Espen O. Espedal  
Jan Gunnar Jensås  
Christoph Postler  
Helge Skoglund  
Sebastian Stranzl

Ugedal, O., Pulg, U., Espedal, E.O., Jensås, J.G., Postler, C., Skoglund, H. & Stranzl, S. 2023. Bestandsutvikling hos sjøaure og laks i Aurlandsvassdraget. NINA Rapport 2313. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, november 2023

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5111-2

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Eva M. Ulvan

ANSVARLIG SIGNATUR

Assisterende forskningssjef Tonje Aronsen (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Hafslund E-CO Vannkraft A/S

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Bjørn Otto Dønnum og Ragnhild Stokker

FORSIDEBILDE

Elektrisk fiske i øvre Vassbygdelva © Anders Foldvik

NØKKEWORD

- Aurland
- Sognefjorden
- Sjøaure
- Laks
- Kraftverksregulering
- Vanntemperatur
- Vannføring
- Gytefisktellinger
- Ungfiskundersøkelser

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**  
Postboks 5685 Torgarden  
7485 Trondheim  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Oslo**  
Sognsveien 68  
0855 Oslo  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Tromsø**  
Postboks 6606 Langnes  
9296 Tromsø  
Tlf: 77 75 04 00

**NINA Lillehammer**  
Vormstuguvegen 40  
2624 Lillehammer  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Bergen**  
Thormøhlens gate 55  
5006 Bergen  
Tlf: 73 80 14 00

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Ugedal, O., Pulg, U., Espedal, E.O., Jensås, J.G., Postler, C., Skoglund, H. & Stranzl, S. 2023. Bestandsutvikling hos sjøaure og laks i Aurlandsvassdraget. NINA Rapport 2313. Norsk institutt for naturforskning.

Kraftutbyggingen av Aurlandsvassdraget utnytter fallhøyden fra en rekke magasiner på fjellet i flere trinn ned til Aurlandsfjorden. Avløpsvannet fra de tre kraftverkene som ligger på fjellet føres til Viddalsvatn (HRV: 930 moh.) og videre ned til kraftverket Aurland 1, som har utløp i Vassbygdvatn (HRV: 55,4 moh.). Vassbygdvatn ligger midt på strekningen med laks og sjøaure, med Vassbygdelva oppstrøms og Aurlandselva nedstrøms innsjøen. Vangen kraftverk utnytter fallet fra Vassbygdvatn og ned til fjorden. Utbyggingen foregikk etappevis over mange år, fra anleggsarbeidene startet høsten 1969 og første aggregat i Aurland 1 ble tatt i bruk i januar 1973 til tredje aggregat i samme kraftstasjon ble startet opp høsten 1989.

På 1900-tallet, før kraftutbyggingen, var Aurlandselva kjent som en av Norges beste elver for sportsfiske etter sjøaure. I tillegg hadde vassdraget en god bestand av laks. Utover 1980-tallet avtok fangstene av sjøaurer markant. Laksefangstene ble ytterligere redusert inntil laksefisket ble stanset i 1989. For å undersøke hva som forårsaket nedgangen i fiskebestandene ble det igangsatt årlige fiskebiologiske undersøkelser i vassdraget fra og med 1989. I rapportene fra disse undersøkelsene ble det først og fremst fremhevet to flaskehals for fiskeproduksjon som følge av kraftverksreguleringen, redusert vannføring i Vassbygdelva og Midjeelva (Løelva) og redusert vanntemperatur i Aurlandselva.

I 2009 ble Aurlandsvassdraget tatt inn som et demovassdrag i prosjektet EnviDORR. Målet var å utvide perspektivet, finne eventuelle andre faktorer som kunne være flaskehals for fiskeproduksjonen i vassdraget og å sette i gang tiltak for å avbøte eventuelle flaskehals. Gjennom kartlegging av gyteforholdene og bunnssubstratet ble det diagnostisert at mangel på gyteareal ga dårlige rekrutteringsforhold i Aurlandselva og at mangel på skjul i elvebunnen ga ugunstige oppvekstforhold for ungfisk i deler av elva. Dette ble vurdert som sannsynlige flaskehals for fiskeproduksjonen i vassdraget. I tråd med prinsipper for miljødesign i regulerte vassdrag ble det fra 2010 satt i gang omfattende tiltak for å skape flere og bedre fordelte gyteplasser og å øke skjultilgang i elvebunnen i Aurlandselva. I tillegg ble det gjennomført tiltak for å bedre habitatforholdene for fisk i sideløp.

For å dokumentere utviklingen i bestandene av sjøaure og laks i vassdraget har NORCE-LFI utført årlige gytefisktellinger i perioden 2009-2022 og elektrisk fiske på seks nylagede gyteområder fra og med 2010, mens NINA har gjennomført årlige undersøkelser av ungfiskbestand i perioden 2009-2022 ved elektrisk fiske på opptil 20 stasjoner i Aurlandselva og åtte stasjoner i Vassbygdelva. I denne rapporten presenteres oppdaterte resultater fra gytefisktellinger og elektrisk fiske i 2019-2022. Resultatene ses i sammenheng med tidligere undersøkelser i vassdraget og det gis en oppdatert vurdering av status til bestandene av laks og sjøaure i vassdraget.

### Vanntemperatur

Vassdragsreguleringen har ført til at vanntemperaturen i Aurlandselva, som i utgangspunktet var sommerkald, har blitt enda kaldere om sommeren. En analyse av tilgjengelige ungfiskdata for 32 årsklasser viser en sammenheng mellom temperaturforholdene gjennom den første vekstsesongen og rekruttering av årsyngel. Både tetthet og vekst hos årsyngel av aure og laks økte signifikant med sommertemperaturen i Aurlandselva, målt som gjennomsnittlig vanntemperatur i perioden juli-august. Den økte årsklassestyrken med økt temperatur den første vekstsesongen ga også utslag i økte tettheter av 1+ aure og laks og 2+ aure henholdsvis ett og to år etterpå. Dette tilsier at lave sommertemperaturer er en flaskehals

for rekrutteringen av aure og laks i kalde år. Tidligere beregninger tyder på at redusert temperatur som følge av vassdragsreguleringen har bidratt til 15-20 % redusert rekruttering av aure i Aurlandselva.

Sammenhengen mellom temperatur og rekruttering var vesentlig svakere hos laks enn hos aure. Dette skyldes trolig at laksebestanden i store deler av den aktuelle perioden har vært rekrutteringsbegrenset av lav gytebestand. Resultater fra laboratorieforsøk tilsier at lakseungene kan tolerere lave temperaturer i "swim-up" perioden, og lave temperaturer vurderes ikke som en begrensende faktor for å opprettholde en selvreproduserende laksebestand i Aurlandselva. År med lave sommertemperaturer er imidlertid også en flaskehals for rekruttering hos laks, og redusert vanntemperatur har bidratt til redusert potensial for produksjon av laks i Aurlandselva. I tillegg viser eksperimentelle forsøk at ungfisk av aure i større grad kan utkonkurrere laks på lave temperaturer. Dermed kan redusert vanntemperatur ha gitt aureungene et konkurransemessig fortrinn over laksen i Aurlandsvassdraget.

Årsyngel av både aure og laks har i de aller fleste år mindre størrelse i Aurlandselva enn i Vassbygdelva som følge av at vanntemperaturen om sommeren er høyere i Vassbygdelva. Forskjellene i aurens størrelse ved alder avtar ettersom fisken blir eldre. Dette kan tyde på at forholdene for vekst hos eldre ungfisk av aure er noe bedre i Aurlandselva til tross for at vanntemperaturen er lavere. Forskjellene i fiskestørrelse ved alder mellom de to elveavsnittene har blitt mindre de siste 14 årene, til tross for at fisketettheten i Aurlandselva har økt noe. Dette tilsier at vekstforholdene i Aurlandselva ikke har utviklet seg negativt sammenliknet med forholdene i Vassbygdelva i løpet av perioden 1989-2022, og at forholdene for aurevekst kan ha bedret seg i de siste årene.

Redusert vanntemperatur om sommeren fører fremdeles til redusert rekruttering i Aurlandselva og tiltak som øker sommertemperaturen, spesielt i kalde år, kunne ha bidratt til økt produksjon av både sjøaure og laks i vassdraget.

#### Utvikling i tetthet av ungfisk

I Aurlandselva økte tettheten av både yngel og eldre ungfisk av aure med om lag 30 % på NINA sitt stasjonsnett for elektrisk fiske langs elvebredden i løpet av perioden 2009-2019. Økningen i tetthet av ungfisk skyldes trolig både økning i mengde gyteareal og en økning i gytebestanden, og tettheten av eldre ungfisk kan trolig også være positivt påvirket av tiltakene for å øke mengden skjul i vassdraget. De siste tre årene har det vært noe redusert rekruttering av aureyngel, trolig som følge av at gytebestanden er redusert, og også en gradvis avtakende tetthet av eldre aureunger. Utviklingen i ungfisktetthet på NORCE sitt stasjonsnett på og ved restaurerte gyteområder var i store trekk lik utviklingen på NINA sitt stasjonsnett, men nedgangen i yngeltetthet har vært mindre på disse områdene de siste årene.

Tettheten av presmolt aure, det vil si ungfisk som sannsynligvis vil vandre til sjøen kommende vår, har økt noe i Aurlandselva perioden 1989-2022. Resultatene tyder på at produksjonen av auresmolt har vært relativt høy fra og med 2001, men likevel noe økende de siste 14 årene.

I Vassbygdelva økte den gjennomsnittlige tettheten av aureyngel fra 2010 og frem mot en topp i 2019, og har deretter avtatt. Redusert rekruttering i de siste tre årene skyldes trolig redusert antall gytefisk og mindre eggdeponering. I perioden 2009-2022 var det en svak negativ trend i tetthet av eldre ungfisk av aure.

Tettheten av presmolt aure har vært variabel i Vassbygdelva og uten noen signifikant tids-trend i perioden 1989-2022 sett under ett. Tettheten var gjennomgående lav fra 1989-1995 og økte markert etter at det frivillige vannslippet i tørkeperioder ble satt i verk fra og med



vinteren 1995/96. De høyeste tetthetene ble registrert i 1997 og 2002, men deretter har tetthetene avtatt. Fra og med 2001 til og med 2009 var tettheten av presmolt aure gjennomgående noe høyere i Vassbygdelva enn i Aurlandselva, mens tetthetene har vært lavere i Vassbygdelva de siste 13 årene med unntak av i 2014. Lavere tettheter av presmolt av aure i Vassbygdelva kan være noe påvirket av ugunstige forhold ved fiske og/eller endringer i elvebunn og produksjonsforhold i elva de siste årene. I tillegg kan utviklingen av auretethet i Vassbygdelva de siste 15 årene være negativt påvirket av økt konkurranse med laks. Dette kan ha gitt større og tidligere nedvandring av aureunger til Vassbygdvatn og/eller økt dødelighet.

I Aurlandselva har det vært stor variasjon i årsklassestyrke hos laks i perioden 1989-2022. Med unntak av årsklassen som klekket i 1991 (gyting i 1990) var alle årsklasser på 1990-tallet relativt svake. Årsklasse 1991 var til gjengjeld en av de sterkeste i hele undersøkelsesperioden. Årsklassene klekket i 2001-2003 var også blant de mest tallrike i tidsserien. I de siste seks årene har tettheten av laksunger gjennomgående vært høyere enn gjennomsnittet for hele tidsperioden. Alt i alt tyder resultatene på at produksjonen av laks i Aurlandselva de siste 14 årene har vært høyere enn i flesteparten av de tidligere årene i perioden 1989-2022, med unntak av årene 2003-2006 da produksjonen trolig var på nivå med i dag.

Fram til årtusenskiftet ble det registrert svært lav tetthet av laksunger i Vassbygdelva. Tetthetene økte mye på første halvdel av 2000-tallet og årsklassene som klekket i 2001-2003 ga opphav til vesentlig høyere tetthet av eldre laksunger enn de foregående 12 årsklassene. Denne økningen sammenfaller med økt lakseinnsig til vassdraget i årene 2000-2002. I tillegg ble det plantet ut øyerogn i Vassbygdelva i perioden 2003-2009 og denne kultivering synes å ha hatt stor positiv betydning for utviklingen i ungfiskbestanden av laks i de påfølgende årene. Rognplantingene i Vassbygdelva startet opp igjen i 2013 og ble videreført i 2015-2022, og disse sammen med noe økt gytebestand i 2014-2017 og økt gyteareal har gitt økte tettheter av både yngel, eldre ungfisk og presmolt de siste seks årene. Vurdert ut fra tetthet av ungfisk og presmolt var ungfiskbestanden av laks noe større i Vassbygdelva i årene 2003-2006 enn den har vært de siste årene.

Tettheten av presmolt laks har økt i perioden 1998-2022 både i Aurlandselva og Vassbygdelva. Utviklingen over tid har store likhetstrekk i de to elvene med en signifikant positiv samvariasjon. Den naturlige lakseproduksjonen i vassdraget er begrenset av antall gytefisk og ungfiskproduksjonen varierer derfor med innsiget av laks og omfanget av rognplanting. Økt produksjon av laks i Vassbygdelva har i stor grad vært avhengig av utlegging av øyerogn og vil trolig også være det i årene framover. Antallet presmolt synes å ha vært størst i årene 2003-2006 i begge elvene. De siste fire årene har gjennomsnittlig tetthet (snitt av snitt) vært noe høyere i Aurlandselva enn i Vassbygdelva med henholdsvis 6,1 og 4,6 presmolt per 100 m<sup>2</sup> i de to elvene. Resultatene tyder på at det har vært en varierende, men ikke ubetydelig smoltproduksjon av laks i vassdraget de siste 20 årene.

#### Utvikling i bestand av voksen fisk

Utviklingen i gytebestander ble undersøkt ved årlige drivtelling av gytefisk i Aurlandselva og Vassbygdelva. Det årlige innsiget av laks og gytemoden sjøaure i vassdraget ble beregnet med basis i tellingene av gytefisk og antall fisk rapportert avlivet i sportsfisket.

Antallet registrerte gytefisk av sjøaurer i Aurlandsvassdraget økte kraftig fra 482 i 2009 til en topp i 2014 med 1893 individer. Deretter har antallet gradvis avtatt, og i 2022 ble det registrert 459 gytefisk ved tellingene. Beregnet årlig minimumsinnsig (oppgang) av gytemoden sjøaure økte fra 640 individer i 2009 til i overkant av 2100 individer i 2014 og avtok deretter gradvis til 900 individer i 2018 og ytterligere til 470 individer i 2022. Utviklingen i det årlige innsiget av sjøaure i vassdraget de siste 22 årene samvarierer signifikant med utviklingen i

andre nærliggende bestander i Sognefjorden som Nærøydalselva og Flåmselva. Dette tyder på at variasjoner i sjøoverlevelse påvirker disse bestandene på samme måte.

Vurdert ut fra elveareal var gytebestanden i Aurlandsvassdraget til dels betydelig tettere og mer tallrik enn de to nabobestandene i perioden 2010-2018. Noe av denne forskjellen kan forklares med at Vassbygdvatn bidrar til produksjon av sjøaure i Aurlandsvassdraget, mens aureproduksjonen i de to andre vassdragene kun skjer i elvearealer. I Flåmselva og Nærøydalselva har laksebestandene vært vesentlig mer tallrike enn i Aurlandsvassdraget og svakere konkurranse fra laks kan være en medvirkende årsak til at sjøaurebestanden i Aurlandsvassdraget har hatt relativt sett høyere tetthet enn i de to andre elvene. De tre-fire siste årene har imidlertid gytebestanden av sjøaure i Aurlandsvassdraget avtatt til samme tetthet som bestandene i Flåmselva og Nærøydalselva.

Økt lakselusindusert dødelighet hos smolt og/eller umoden sjøaure (blenkje) framstår som en sannsynlig viktig årsak til nedgangen i gytebestand i Aurlandsvassdraget de siste årene. I tillegg kan andre faktorer som gir økt sjødødelighet, som for eksempel redusert tilgang til høvelige byttedyr eller beskatning i sjøen ha bidratt til nedgangen, men det finnes ikke kvantitative opplysninger som kan belyse betydningen av slike faktorer. Beskatningsratene i ferskvann har vært lave (< 10 %) i Aurlandsvassdraget de siste åtte årene. Den lave beskatningsraten i ferskvann har imidlertid ikke forhindret at sjøaurebestanden i Aurlandsvassdraget har vært i nedgang de siste årene.

Antallet registrerte gytefisk av laks i økte fra 13 og 26 individer i 2009 og 2010 til 87 individer i 2011 og med en topp i årene 2014-2016 med 87-97 individer. Deretter har gytebestanden avtatt, og de siste seks årene har antallet variert fra 28 til 61. Laksen i vassdraget er fredet og svært få fisk rapporteres fanget i sportsfiske og nesten alle av disse er rapportert gjenuttatt etter fangst. Tellingene av gytelaks gir dermed også et minimumsinnsig til vassdraget. Hos laks var det også en signifikant samvariasjon i utvikling av det årlige innsiget mellom Aurlandsvassdraget og de to nabobestandene. Dette tyder på at disse tre bestandene påvirkes av variasjoner i sjøoverlevelse på samme måte. Vurdert ut fra elveareal har gytebestanden i Aurlandsvassdraget vært betydelig mindre tett enn de to nabobestandene de siste sju årene (med unntak av for Flåm i 2018 og 2019). Sjøauren dominerte også i vassdraget før regulering, men laksebestanden var på et vesentlig høyere nivå. Årsak til sjøaurens dominans kan være at den er mer konkurransedyktig ved lave sommertemperaturer og at dette ble forsterket av reguleringen som førte til enda kaldere sommertemperaturer i Aurlandselva.

Laksebestanden i Aurlandsvassdraget har vært og er fortsatt svært fåtallig og dermed svært sårbar overfor ytre påvirkningsfaktorer. Kombinasjonen av generell lav sjøoverlevelse, svært høyt smittepress fra lakselus og andre påvirkninger gjør at bestandstilstanden har blitt kritisk lav i vassdraget som i flere andre bestander i indre del av Sognefjorden. Forsterkningsutsettingene av rogn har helt klart en positiv effekt på ungfiskproduksjonen, men det er usikkert om utsettingene er store nok til å øke bestanden av voksen laks gitt den tilsynelatende lave sjøoverlevelsen i dag og sannsynlige trusselsfaktorer fra oppdrettsnæringen i sjøen fremover for laksen fra vassdraget.

Ola Ugedal ([ola.ugedal@nina.no](mailto:ola.ugedal@nina.no)), Jan Gunnar Jensås, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5658 Torgarden, 7485 Trondheim.

Ulrich Pulg ([ulpu@noresearch.no](mailto:ulpu@noresearch.no)), Espen O. Espedal, Christoph Postler, Helge Skoglund, Sebastian Stranzl NORCE LFI, Postboks 22 Nygårdstangen, 5838 Bergen.



# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>7</b>
<b>Forord</b> .....	<b>8</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Vassdraget og reguleringen</b> .....	<b>10</b>
2.1 Reguleringen .....	10
2.2 Fiskeutsetninger .....	11
<b>3 Vannføring og vanntemperatur</b> .....	<b>13</b>
3.1 Vannføring .....	13
3.2 Temperaturforhold og fiskeproduksjon.....	14
3.2.1 Temperaturforholdene i Aurlandselva .....	14
3.3 Sammenhenger mellom vanntemperatur og rekruttering .....	17
3.4 Ungfiskens størrelse ved alder .....	21
3.5 Oppsummering .....	24
<b>4 Tetthet og forekomst av ungfisk</b> .....	<b>26</b>
4.1 Metoder.....	26
4.2 Utvikling i tetthet i Aurlandselva 2009-2022 .....	29
4.2.1 Aure.....	29
4.2.2 Laks.....	31
4.2.3 Ungfisk på restaurerte gyteområder .....	33
4.3 Utvikling i tetthet i Vassbygdelva 2009-2022 .....	35
4.3.1 Aure.....	35
4.3.2 Laks.....	37
4.4 Langtidsutvikling i ungfisktetthet.....	40
4.5 Oppsummering .....	45
<b>5 Voksen fisk</b> .....	<b>47</b>
5.1 Metoder.....	47
5.2 Utvikling i gytebestander 2009-2022 .....	49
5.3 Langtidsutvikling i fangst og innsig.....	52
5.3.1 Utvikling av bestandene i Aurlandsfjorden de siste 22 årene .....	56
5.4 Mulige forklaringer på nedgangen i sjøaurebestand i Aurlandsvassdraget.....	61
5.5 Oppsummerende diskusjon om utviklingen i bestandene.....	64
<b>6 Referanser</b> .....	<b>70</b>
<b>7 Vedlegg</b> .....	<b>73</b>

## Forord

Denne rapporten er utarbeidet etter oppdrag fra Hafslund E-CO som også har finansiert årlig overvåking av gytefisk og ungfisk i Aurlandsvassdraget, habitattiltak og spesifikke undersøkelser til å evaluere og følge opp disse tiltakene.

En rekke personer har bidratt til dette prosjektet i årenes løp.

Hos NORCE-LFI har mange personer bistått med habitatkartlegging, gytefisktellinger og elektrisk fiske. Bjørn Torgeir Barlaup spilte en viktig rolle i prosjektets startfase med kartlegging av gyteområder og utlegging av grus for å etablere nye gyteplasser i Aurlandselva.

For NINA har Birk Finstad, Anders Foldvik, Randi Saksgård, Rolf Sivertsgård og Arne O. Sæter bidratt i feltarbeidet i 2019-2022.

Bjørn Otto Dønnum og Ragnhild Stokker har vært kontaktpersoner i Hafslund E-CO og Bjørn Ebne har bidratt med opplysninger om kultiveringsvirksomheten i vassdraget.

Vi har også fått mye nyttig informasjon om vassdraget fra Bjørn Vike og en rekke andre grunneiere og lokalkjente personer, ikke minst gjennom deltakelse på det hyppige avholdte Aurlandsseminaret.

Vi takker alle involverte personer for god innsats og for godt samarbeid.

Trondheim og Bergen  
November 2023

Ola Ugedal (NINA) og Ulrich Pulg (NORCE-LFI)

# 1 Innledning

Oslo Lysverker (nå Hafslund E-CO) fikk ved kongelig resolusjon av 26. september 1969, med endringer i kgl. res. av 25. juli 1975, tillatelse til å regulere Aurlandsvassdraget for kraftproduksjon. Utbyggingen av vassdraget skjedde i flere trinn og anleggsarbeidet begynte høsten 1969 og utbyggingen var ferdigstilt i 1989.

På 1900-tallet, før kraftutbyggingen, var Aurlandselva kjent som en av Norges beste elver for sportsfiske etter sjøaure. I tillegg hadde vassdraget en god bestand av laks. Utover 1980-tallet avtok fangstene av sjøaurer markert. Laksefangstene ble ytterligere redusert inntil laksefisket ble stanset i 1989. For å undersøke hva som forårsaket nedgangen i fiskebestandene ble det igangsatt årlige fiskebiologiske undersøkelser i vassdraget fra og med 1989. Disse undersøkelsene, som har hatt noe ulikt innhold gjennom årenes løp, er beskrevet i Jensen mfl. (1993), Sægrov mfl. (2000) og Sægrov mfl. (2007). I disse rapportene ble det først og fremst fremhevet to flaskehalsar for fiskeproduksjon som følge av kraftverksreguleringen: Redusert vannføring i Vassbygdelva og Midjeelva (Løelva) og redusert vanntemperatur i Aurlandselva.

I 2009 ble Aurlandsvassdraget tatt inn som et demovassdrag i prosjektet EnviDORR for å utvide perspektivet, finne eventuelle andre faktorer som kunne være flaskehalsar for fiskeproduksjonen i vassdraget og å sette i gang tiltak for å avbøte flaskehalsene. Gjennom kartlegging av gyteforholdene og bunnssubstratet ble det diagnostisert at mangel på gyteareal ga dårlige rekrutteringsforhold i Aurlandselva og at mangel på skjul i elvebunnen ga ugunstige oppvekstforhold for ungfisk i deler av elva. Dette ble vurdert som sannsynlige flaskehalsar for fiskeproduksjon. I tråd med prinsipper for miljødesign i regulerte vassdrag ble det fra 2010 satt i gang omfattende tiltak for å skape mere og bedre fordelte gyteplasser og å øke skjultilgang i elvebunnen i Aurlandselva. I tillegg ble det gjennomført tiltak for å bedre habitatforholdene for fisk i sideløp (Pulg mfl. 2013, 2018; Ugedal mfl. 2019).

For å dokumentere utviklingen i bestandene av sjøaure og laks i vassdraget har NORCE-LFI utført årlige gytefisktellinger i perioden 2009-2022 og elektrisk fiske på seks nylagede gyteområder fra og med 2010. NINA har gjennomført årlige undersøkelser av ungfiskbestander i perioden 2009-2022 ved elektrisk fiske på opptil 20 stasjoner (14 i 2010) i Aurlandselva og åtte stasjoner i Vassbygdelva. I tillegg har NORCE-LFI gjennomført mer spesifikke undersøkelser knyttet til tiltakene og varigheten av disse (Pulg mfl. 2018, 2023).

Resultater og vurderinger basert på undersøkelsene i perioden 2009-2018 ble presentert i Ugedal mfl. (2019). I denne rapporten presenteres oppdaterte resultater fra gytefisktellinger og elektrisk fiske i 2019-2022. Resultatene ses i sammenheng med tidligere undersøkelser i vassdraget og det gis en oppdatert vurdering av status til bestandene av laks og sjøaure i vassdraget.

## 2 Vassdraget og reguleringen

Aurlandsvassdraget munner ut i Aurlandsfjorden, en sørøstlig arm av Sognefjorden. Nedslagsfeltet er på 804 km<sup>2</sup> og består hovedsakelig av høgfjell. Vassdraget grenser i nord til Lærdalsvassdraget, i sør og sørøst til Holsvassdraget og i sør og vest til Flåmsvassdraget. Det er mange innsjøer i nedslagsfeltet, og de fleste ligger på 1400-1500 m over havet. Reguleringen er omfattende med 14 magasiner, fem kraftverk og en rekke overføringstunneler.

### 2.1 Reguleringen

Utbyggingen av Aurlandsvassdraget startet i 1969 og utgjør et svært komplekst system av magasiner, inntak og overføringer (se **figur 2.1.1**). Det største kraftverket er Aurland 1 som ble satt i drift i 1973. Aurland 1 har per i dag en installert effekt på 840 MW, som produserer i snitt 2015 GWh/år med en fallhøyde på 870 meter, og er Norges tredje største kraftverk (kilde: [www.e-co.no](http://www.e-co.no)).



**Figur 2.1.1.** Oversiktskart som viser Aurlandsutbyggingen (Kilde E-CO).

Kraftutbyggingen av Aurlandsvassdraget utnytter fallhøyden fra en rekke magasiner på fjellet i flere trinn ned til Aurlandsfjorden (**figur 2.1.1**). Tre av kraftverkene, Aurland 2, Aurland 3 og Reppa ligger på fjellet og utnytter vann fra magasiner som ligger opptil 1450 moh. Avløpsvannet fra disse kraftverkene føres til Viddalsvatn (HRV: 930 moh.) og videre ned til Aurland 1, som har utløp i Vassbygdvatn (HRV: 55,4 moh.). Vassbygdvatn ligger midt på strekningen med laks og sjøaure, med Vassbygdelva oppstrøms og Aurlandselva nedstrøms. Vangen kraftverk utnytter fallet fra Vassbygdvatn og ned til fjorden.

Utbyggingen av Aurlandsvassdraget har foregått etappevis over mange år, fra anleggsarbeidene startet høsten 1969 og første aggregat i Aurland 1 ble tatt i bruk i januar 1973 til tredje aggregat i samme kraftstasjon ble startet opp høsten 1989. Kraftstasjonen Aurland 3 ble satt i drift i 1979, Vangen kraftverk i september 1980, kraftstasjonen Aurland 2 i 1982-83 og Reppa kraftverk i oktober 1983.

## 2.2 Fiskeutsettinger

I konsesjonen for regulering av Aurlandsvassdraget ble det gitt pålegg om årlige utsettinger av 30.000 sjøauresmolt og 10.000 laksesmolt. For å oppfylle pålegget ble det bygd et settefiskanlegg i Aurland. Utsettingene av sjøauresmolt ble startet opp i 1979 og pålegget ble stort sett oppfylt i de fleste årene inntil siste utsetting fant sted i 1999 (Sægrov mfl. 2000). Inntil 1993 ble sjøauresmolten satt ut i Aurlandselva om våren, men på grunn av at måker beitet på utvandrende smolt i elva, og at mange av fiskene ble stående igjen i elva i et eller flere år, ble smolten etter 1993 sett ut direkte i sjøen. Den utsatte smolten hadde svært lav overlevelse i sjøfasen, slik at utsettingene i liten grad bidro til fangsten av voksen sjøaure i elva (Sægrov mfl. 2000). Det er også sannsynlig at utsettingene før 1993 medførte redusert produksjon av vill sjøauresmolt i elva på grunn av konkurranse og fortrenging, og tettheten av ville aureunger økte etter at utsettingene av smolt i elva ble stanset i 1993 (Jensen mfl. 1993, Sægrov mfl. 2000).

Regulanten har også et pålegg om å sette ut 10.000 sjøvannsklar laksesmolt i Aurland hvert år. Problemer med vekst/overlevelse av laksunger i settefiskanlegget og mangel på stamfisk (få gytelaks i vassdraget) førte til at det ikke har blitt satt ut settefisk eller smolt av laks siden høsten 1997. I 1998 ble det besluttet å bygge opp en stamlaksbestand i settefiskanlegget. Vinteren 1999 og våren 2000 ble det derfor samlet inn laksunger i Vassbygdelva og Aurlandselva for videre oppføring til stamfisk. Innsamling av laksunger for stamfiskproduksjon har også skjedd senere. Fra 2003 til 2009 ble det årlig plantet ut fra 25.000 til 200.000 lakserogn i vassdraget, hovedsakelig i Vassbygdelva (**tabell 2.2.1**). Det var et opphold i rognplantingene av laks i 2010-2012. Fra og med 2013 har det igjen vært årlige utsettinger av øyerogn og antallet økte fra 19.000 i 2013 til om lag 417.000 i 2021. I de siste tre årene (2020-2022) har utsettingene også omfattet noe plommeseekkyngel. Fra og med 2016 har det vært utsettinger av rogn i både Vassbygdelva og i Aurlandselva.

**Tabell 2.2.1.** Antall øyerogn (og plommeseekyngel) av laks og aure satt ut i Aurlandselva og Vassbygdelva i perioden 2003-2022 (etter opplysninger fra Hafslund E-CO). Årstall angir året da rogn ble satt ut, vanligvis i februar og mars, slik at gytefisken ble strøket høsten før. Fra og med 2020 er det i tillegg til øyerogn også plantet ut noe plommeseekyngel, og disse er inkludert i antall rogn som er satt ut i den enkelte elv og år.

År	Laks		Aure	
	Vassbygdelva	Aurlandselva	Vassbygdelva	Aurlandselva
2003	200 000	0		
2004	136 000	0		
2005	19 000	5 300		
2006	35 000	5 000		
2007	19 000	21 000		
2008	50 000	0		
2009	30 000	4 000		
2010	0	0	5 000	24 000
2011	0	0	0	28 000
2012	0	0	0	29 000
2013	0	19 000	13 000	10 000
2014	10 000	40 000	0	0
2015	0	57 000	25 000	15 000
2016	64 000	118 000	0	0
2017	104 000	136 000	0	0
2018	80 000	120 000	0	0
2019	122 000	237 000	0	0
2020	100 000	292 000 <sup>1</sup>	0	0
2021	131 000 <sup>2</sup>	286 000 <sup>3</sup>	0	0
2022	107 000	216 000 <sup>4</sup>	0	0

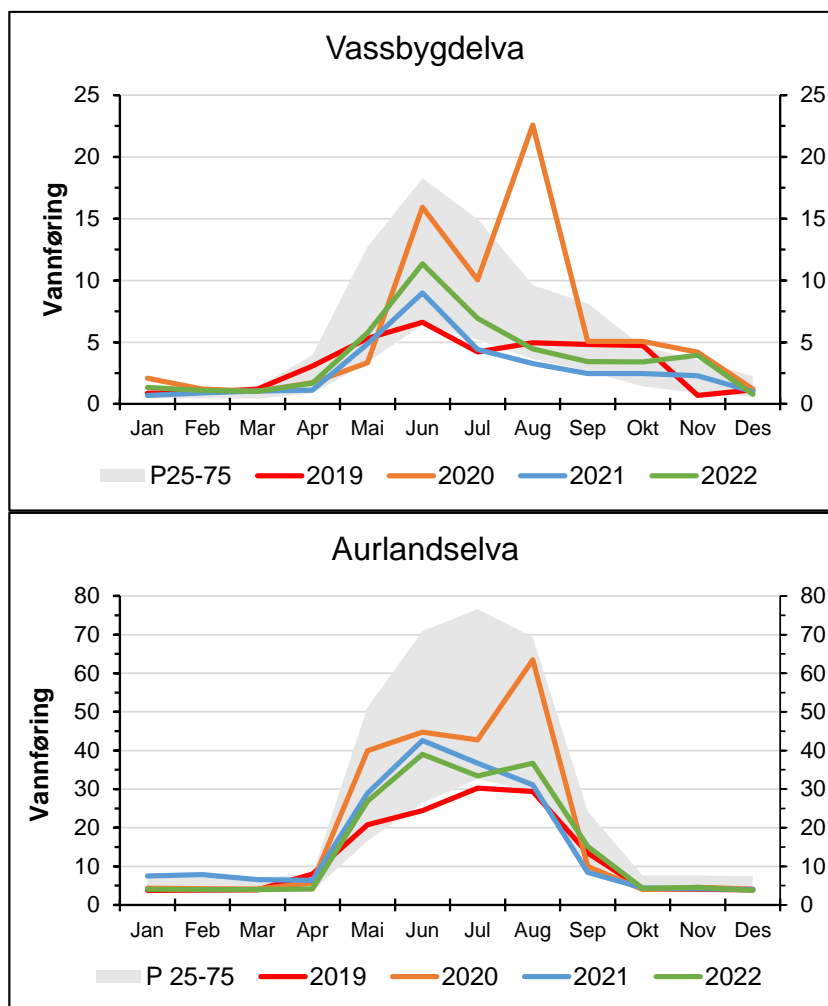
1) Av dette var 50.000 plommeseekyngel; 2) Av dette var 11.000 plommeseekyngel; 3) Av dette var 43.500 plommeseekyngel, hvorav 22.000 ble satt ut ved osen i Vassbygdvatn; 4) Av dette var 14.000 plommeseekyngel.



## 3 Vannføring og vanntemperatur

### 3.1 Vannføring

I oppsummeringsrapporten for Aurlandsprosjektet ble det gjort en gjennomgang og analyse av hvordan vannføringen er endret i vassdraget etter regulering med utgangspunkt i data fram til 2016 (Ugedal mfl. 2019). Vannføringen i Aurlandselva de siste fire årene har vært innenfor normal mellomårsvariasjon (**figur 3.1.1**). I Vassbygdelva var vannføringen i august 2020 høyere enn vanlig, og vintervannføringen har også vært noe høyere to av de siste fire årene (**figur 3.1.1**).



**Figur 3.1.1.** Vannføring (gjennomsnittlige månedsmiddelverdier i  $m^3/s$ ) gjennom året i Vassbygdelva og Aurlandselva i perioden 2019-2022 sammenliknet med 25-75 persentiler (grått felt) for perioden 2003-2018 i Vassbygdelva og 2000-2018 i Aurlandselva. Data fra Hafslund E-CO og NVE.

Ugedal mfl. (2019) presenterte også en vurdering av hvordan endringene i vannføring kan ha påvirket fiskeproduksjonen i vassdraget ved å vurdere mulige vannføringsmessige flaskehalsar (jf. Miljødesign håndboka; Forseth & Harby 2013). Da det ikke har vært vesentlige endringer i vannføringsregime i vassdraget de siste seks årene henvises det til denne

rapporten for en vurdering av slike flaskehals (se kapittel 3 i Ugedal mfl. 2019). Etter 2019 har det blitt utarbeidet en utredning om vannføring i Vassbygdelva (Pulg mfl. 2020). Rapporten gjengir et forhold mellom vanndekt areal, habitatforhold og vannføring og sannsynliggjør at minstevannføringer opptil 2 m<sup>3</sup>/s vil være gunstig for fiskeproduksjon. Det beskrives også effekter for forskjellige slippsteder og det argumenteres for å bruke forholdet mellom vanndekt areal og vannføring som matematisk funksjon i en kost-nytteanalyse - ikke bare et såkalt knekkpunkt.

## 3.2 Temperaturforhold og fiskeproduksjon

Endringer i vanntemperatur i Aurlandselva har vært trukket fram som en viktig flaskehals for fiskeproduksjonen etter regulering, spesielt for laks (Sægrov mfl. 2000, Sægrov mfl. 2007). I EnviDORR-prosjektet var det derfor spesielt fokus på de biologiske effektene av temperaturforholdene i Aurlandselva og om det var mulig å øke temperaturen med gjennomførbare reguleringstiltak (Ugedal mfl. 2019). I tillegg ble det gjennomført et doktorgradsstudie som hadde spesielt fokus på å belyse effekten av temperatur i "swim-up"-perioden hos laks og aure (Skoglund 2011).

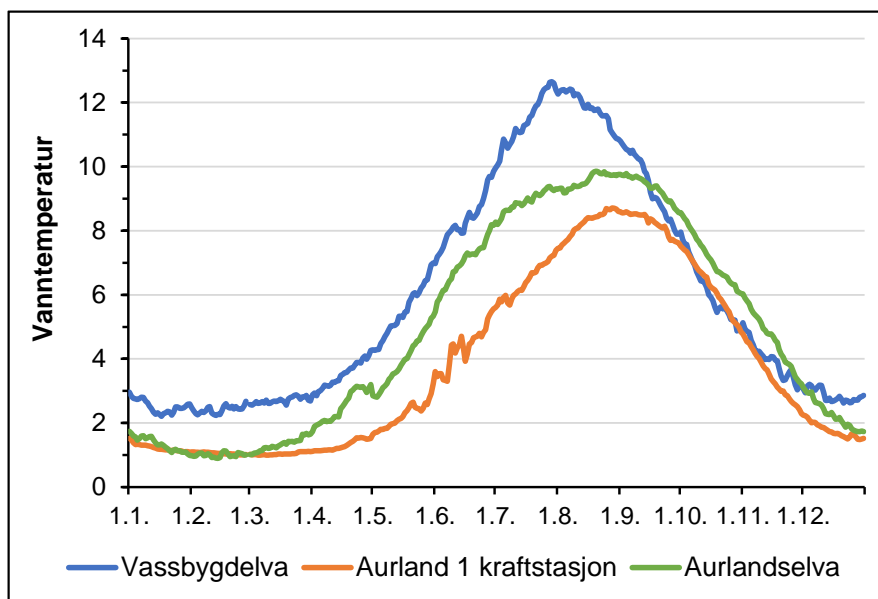
En analyse av tilgjengelige ungfiskdata for 28 årsklasser viste en sammenheng mellom temperaturforholdene gjennom den første vekstsesongen og rekruttering av årsyngel (Ugedal mfl. 2019). Både tetthet og vekst hos årsyngel av aure økte signifikant med sommertemperaturen i Aurlandselva, målt som gjennomsnittlig vanntemperatur i perioden juli-august. Den økte årsklassestyrken med økt temperatur den første vekstsesongen ga også utslag i økte tettheter av 1+ og 2+ aure henholdsvis ett og to år etterpå. Dette tilsier at lave sommertemperaturer er en flaskehals for rekrutteringen av aure i kalde år. Videre tilsa resultatene at redusert temperatur som følge av vassdragsreguleringen har bidratt til 15-20 % redusert rekruttering av aure (Ugedal mfl. 2019). I dette kapitlet har vi oppdatert analysene av sammenhenger mellom vanntemperatur og rekruttering hos aure og laks i Aurlandselva med data fra 2019-2022. I dette kapitlet gir vi også en oppdatering i utvikling i gjennomsnittlig fiskestørrelse hos ungfisk av laks og aure over tid i de to elvene.

### Data

Det foreligger målinger av vanntemperatur i Aurlandselva fra og med 1965. I perioden 1965-1973 ble det gjennomført daglige målinger av temperaturen i elva om ettermiddagen om lag kl. 17). Fra 1973 fortsatte disse målingene med lavere hyppighet fram til og med 1990. Fra og med 1991 har temperaturen blitt målt med temperaturloggere. For Aurlandselva er det god overenstemmelse mellom temperaturen målt om ettermiddagen og døgnmiddeltemperatur beregnet ut fra data fra temperaturloggere (Tvede 1991,1994).

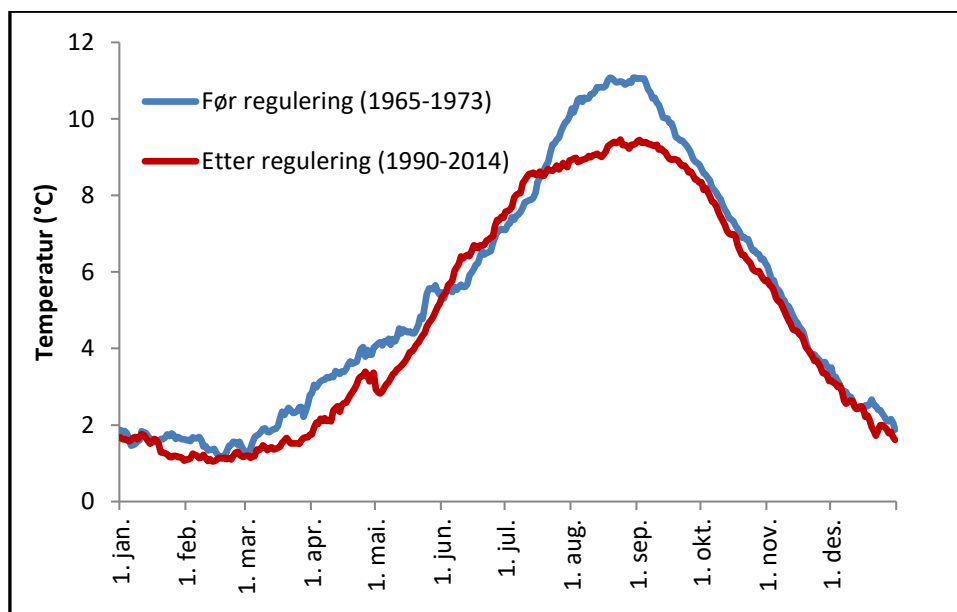
### 3.2.1 Temperaturforholdene i Aurlandselva

Tilførsel av bunnvann fra høytliggende magasin gjennom kraftstasjonen Aurland 1 til Vassbygdvatn har ført til at vanntemperaturen i Aurlandselva er endret etter regulering. Sammenliknet med vann som tilføres fra Vassbygdelva, er vannet fra Aurland 1 vesentlig kaldere gjennom det meste av sommeren og når sjeldent temperaturer høyere enn 8-9 °C (**figur 3.2.1**).



**Figur 3.2.1.** Gjennomsnittlig vanntemperatur på døgnnivå i Vassbygdelva, i avløpsvannet fra kraftstasjonen Aurland 1, og i Aurlandselva ved Skjærshølen i perioden 2001-2021. Data fra NVE. Målestasjonen i Vassbygdelva er påvirket av grunnvannstilførsel noe som gjør at vanntemperaturen i lavvannsperioder om vinteren er relativt høy.

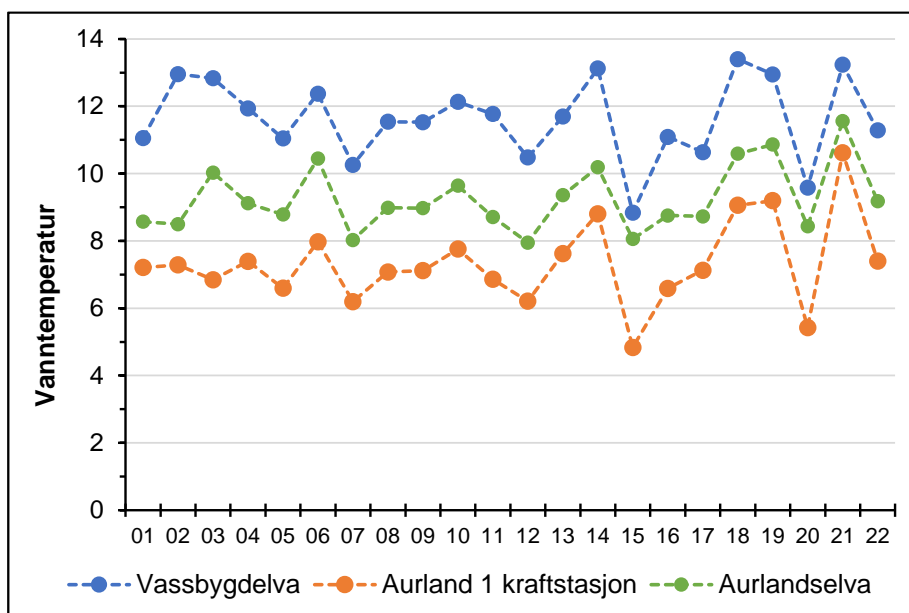
Tilgjengelige temperaturdata fra manuelle målinger før regulering tilsier at temperaturendringen i Aurlandselva er størst i perioden fra medio juli til medio september (**figur 3.2.2**), som er den tiden når vanntemperaturen vanligvis når sitt sommermaksimum. I denne perioden er temperaturen redusert med om lag 2 °C i forhold til før regulering. Ellers i året synes temperaturen å være mindre endret.



**Figur 3.2.2.** Døgnmiddeltemperatur i Aurlandselva fra tilgjengelige data før og etter regulering. Data fra før regulering er basert på manuelle målinger, mens data etter regulering er basert på loggere. Data fra NVE.

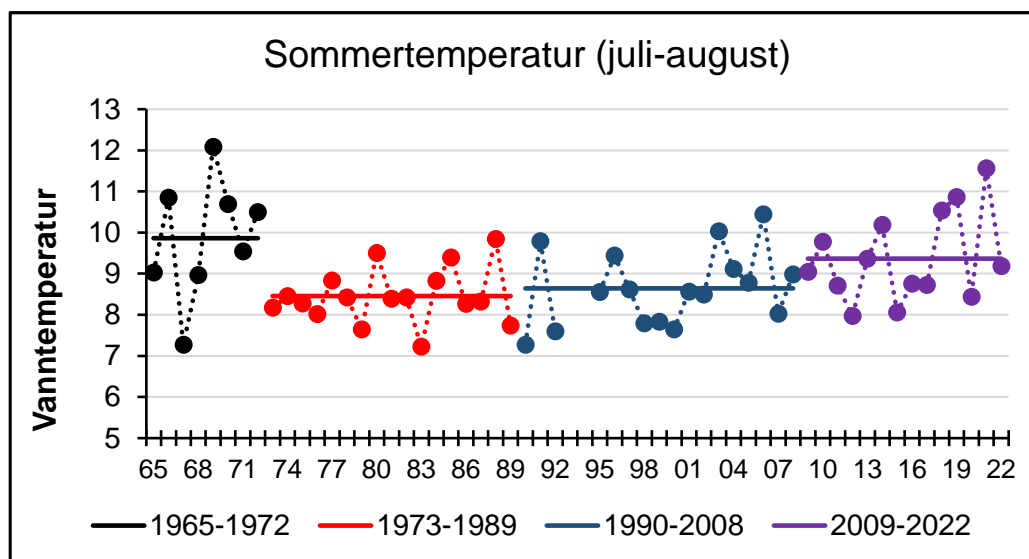
I den videre framstillingen fokuserer vi på utviklingen i sommertemperatur, det vil si gjennomsnittlig temperatur i juli og august, som sannsynligvis vil være de viktigste månedene av vekstsesongen det første leveåret for yngelen.

En sammenlikning av sommertemperatur på de tre målepunktene i Aurlandsvassdraget i perioden 2001-2022 viser at det er stor samvariasjon ( $r > 0,80$ ;  $p \ll 0,001$  for alle tre sammenlikninger) mellom de tre stasjonene (**figur 3.2.3**). I de fire siste årene har det vært to varme år (2019 og 2021), et kaldt år (2020) og et middels varmt år (2022). I gjennomsnitt er sommertemperaturen i Aurlandselva 1,9 grader høyere enn i utløpsvannet fra Aurland 1 kraftstasjon, med en variasjon mellom år fra 0,9-3,2 grader. Forskjellen var minst i 2021, som også var sommeren med høyest registrert temperatur i kraftverkstvannet. I gjennomsnitt er sommertemperaturen i Vassbygdelva 2,4 grader høyere enn i Aurlandselva, med en variasjon mellom år fra 0,8-4,5 grader. Forskjellen var minst i 2015, som var et år med lav sommertemperatur på alle de tre målepunktene og i mange andre elver på Vestlandet (på grunn av sen snøsmelting). Forskjellen var også liten i 2020 (1,1 grad) som også var et år med lave sommertemperaturer i Vassbygdelva.



**Figur 3.2.3.** Sommertemperatur gitt som gjennomsnittlig temperatur i juli og august målt i Aurlandsvassdraget i perioden 2000-2022. Data fra NVE.

Det finnes åtte års data for vanntemperatur i elva før regulering. I perioden 1965-1972 varierte sommertemperaturen (snitt av juli og august) fra 7,3 til 12,1 °C med en gjennomsnittsverdi på 9,9 °C (**figur 3.2.4**). Mens vassdraget var under utbygging, fra første aggregat i Aurland 1 kom i drift i 1973 til tredje aggregat i Aurland 1 kom i drift i 1989, var sommertemperaturene lavere enn de er i dag. I denne perioden varierte sommertemperaturen fra 7,2 til 9,9 °C med en gjennomsnittsverdi på 8,5 °C, slik at gjennomsnittstemperaturen i denne tidsperioden var om lag 1,5 °C lavere enn i perioden 1965-1972. Etter at reguleringen var ferdigstilt (i perioden 1990-2022) har sommertemperaturen variert fra 7,6 til 11,6 °C med en gjennomsnittsverdi på 9,2 °C, slik at gjennomsnittstemperaturen i den siste tidsperioden var om lag 0,7 °C lavere enn i perioden før regulering (1965-1972). Det er også tendenser til at vanntemperaturen om sommeren i gjennomsnitt har vært noe høyere de siste 14 årene (2009-2022) enn i årene 1990-2008 (**figur 3.2.4**). Vi vet ikke i hvor stor grad eventuelle endringer i klima har påvirket temperaturutviklingen i Aurlandselva disse årene.

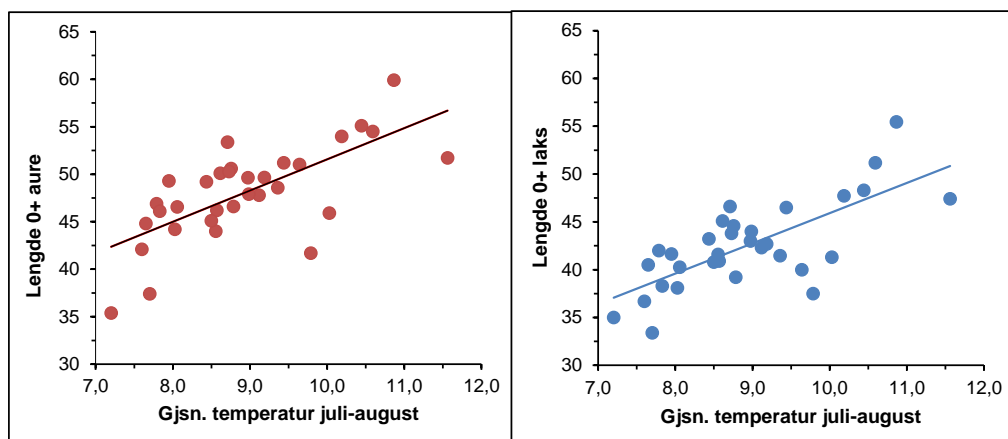


**Figur 3.2.4.** Sommertemperatur gitt som gjennomsnittlig temperatur i juli og august i Aurlandselva i perioden 1965-2022. Heltrukne linjer angir gjennomsnittsverdier for ulike tidsperioder: Før regulering (1965-1972), under utbygging av vassdraget (1973-1989), og etter at reguleringen var ferdigstilt (1990-2008 og 2009-2022). I perioden 1965-1989 var det manuelle målinger av temperatur på ettermiddagen, mens fra og med 1990 er temperaturen registrert med loggere i Skjærshølen. I 1993 og 1994 foreligger det ikke målinger av vanntemperatur i juli og august. Data fra NVE.

### 3.3 Sammenhenger mellom vanntemperatur og rekruttering

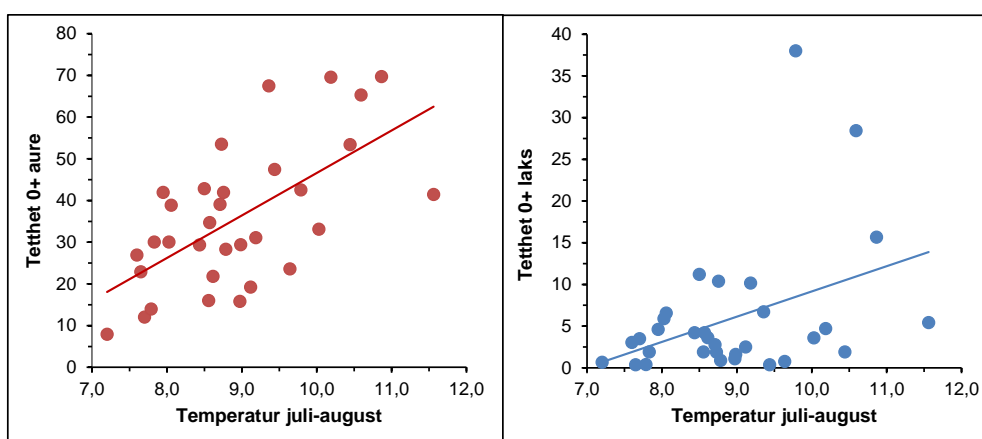
For å undersøke hvordan temperatur og andre faktorer påvirker rekruttering og produksjon hos ungfisk i Aurlandselva, har vi gjennomført en analyse av ungfiskundersøkslene som har blitt utført på samme stasjonsnett i perioden 1989-2022. Det er kun brukt data fra stasjonsnettet (hovedstasjonene) som inngår i hele perioden. Videre har vi benyttet gjennomsnittsverdier av temperatur og vannføring for perioden juli og august, som sannsynligvis vil være de viktigste månedene av vekstsesongen det første leveåret for yngelen. Totalt finnes det data for både årsyngel (0+) og temperatur fra 32 årsklasser.

Resultatene fra analysene viser at det er en god sammenheng mellom temperatur og størrelsen hos yngel på senhøsten av både laks og aure (**figur 3.3.1**). Dette er forventet ettersom vekst vanligvis er temperaturavhengig.



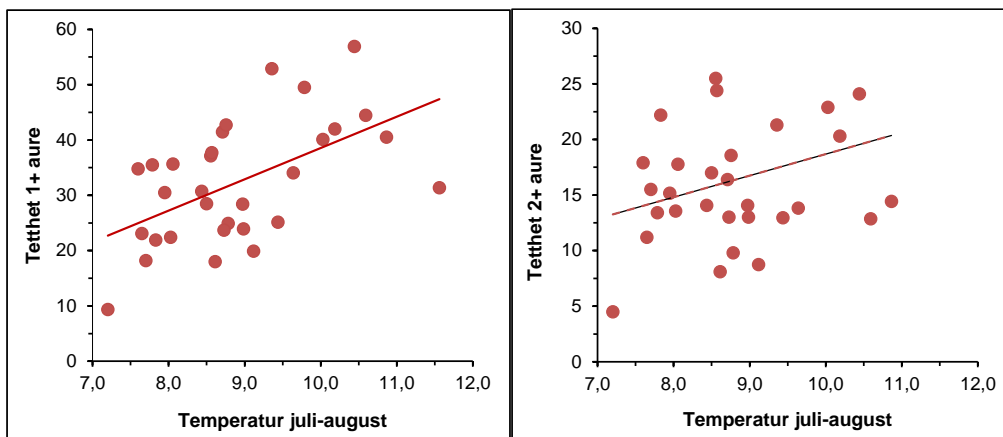
**Figur 3.3.1.** Sammenheng mellom gjennomsnittlig temperatur i perioden juli-august og lengde på énsomrig aureyngel (panel til venstre,  $R^2 = 0,48$ ,  $F_{1,30} = 27,8$ ;  $P < 0,001$ ) og lakseyngel (panel til høyre,  $R^2 = 0,53$ ,  $F_{1,30} = 33,3$ ;  $P < 0,001$ ) i Aurlandselva.

Videre viser analysene at det er en signifikant sammenheng mellom sommertemperatur og tettheten av énsomrig aureyngel (**figur 3.3.2**). Den økte årsklassestyrken som følge av høye sommertemperaturer den første vekstsesongen gir seg også utslag i økte tettheter av 1+ ett og 2+ aure henholdsvis og ett to år senere, men sammenhengen med tetthet av 2+ var ikke lengre signifikant når de fire siste årene med data ble lagt til (**figur 3.3.3**). Ettersom temperaturen også påvirker vekstforholdene bidrar dette til at tettheten av 0+ aure også er positivt korrelert med kroppsstørrelse etter endt vekstsesong (**figur 3.3.5**). År med høy sommertemperatur og gode vekstforhold gir med andre ord god rekruttering og sterke årsklasser av aure i Aurlandselva. En finner også en signifikant sammenheng mellom temperatur og rekruttering hos lakseunger (**figur 3.3.4**). Denne sammenhengen er betydelig svakere hos laks enn hos aure, og varme år kan gi opphav til både sterke og svake årsklasser av laks. Hos laks er det også en svak sammenheng mellom sommertemperatur den første vekstsesongen og tetthet av 1+ og 2+ laksunger, men sammenhengen med tetthet av 2+ var ikke statistisk signifikant. En betydelig svakere sammenheng hos laks skyldes sannsynligvis at laksebestanden i vassdraget er rekrutteringsbegrenset, og at gytebestanden av laks dermed har vært for lav til at det gir utslag i økt rekruttering i mange varme år (se kapittel 5).

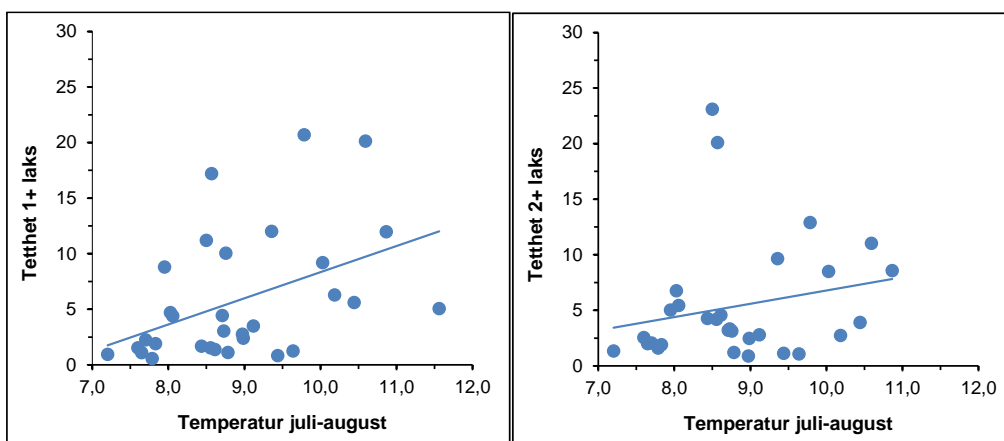


**Figur 3.3.2.** Sammenheng mellom sommertemperatur og tetthet av énsomrig aureyngel (panel til venstre,  $R^2 = 0,40$ ,  $F_{1,30} = 27,8$ ;  $P < 0,001$ ) og lakseyngel (panel til høyre,  $R^2 = 0,15$ ,  $F_{1,30} = 5,5$ ;  $P = 0,026$ ) i Aurlandselva. Merk at de to panelene har ulik størrelse på y-aksene.

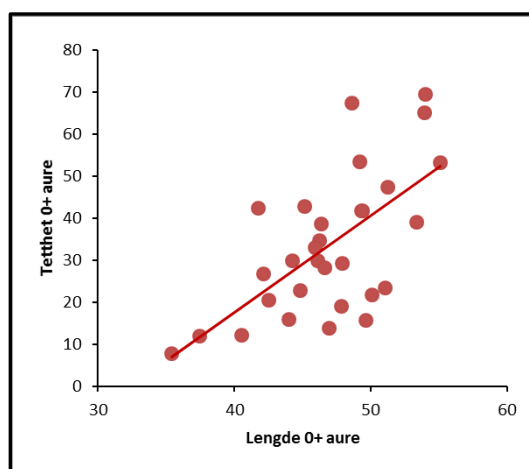




**Figur 3.3.3.** Sammenheng mellom sommertemperatur for årsyngel og tetthet av 1+ aure året etter (panel til venstre,  $R^2 = 0,30$ ,  $F_{1,29} = 12,5$ ;  $P < 0,001$ ) og tetthet av 2+ laks to år etter (panel til høyre,  $R^2 = 0,09$ ,  $F_{1,29} = 2,9$ ;  $P = 0,11$ ) i Aurlandselva.



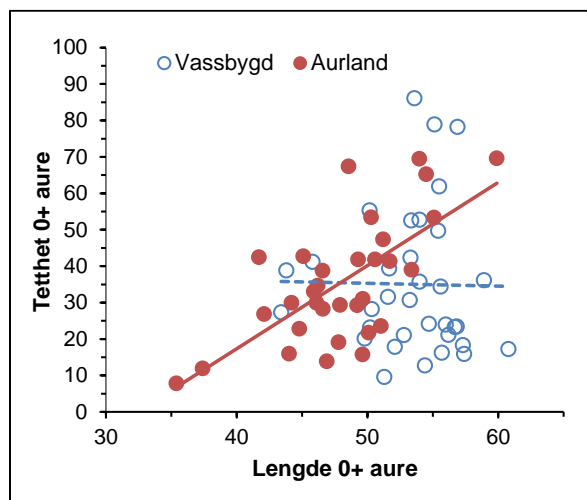
**Figur 3.3.4.** Sammenheng mellom sommertemperatur for årsyngel og tetthet av 1+ laks året etter (panel til venstre,  $R^2 = 0,19$ ,  $F_{1,29} = 6,9$ ;  $P = 0,014$ ) og tetthet av 2+ laks to år etter (panel til høyre,  $R^2 = 0,05$ ,  $F_{1,29} = 1,3$ ;  $P = 0,25$ ) i Aurlandselva.



**Figur 3.3.5.** Sammenheng mellom lengde og tetthet hos énsomrig aure i Aurlandselva ( $R^2 = 0,41$ ,  $F_{1,26} = 19,9$ ;  $P < 0,001$ ).

En sammenstilling av temperaturdata fra en rekke norske elver viste at Aurlandselva er blant de kaldeste lakse- og sjøaureførende vassdragene i Norge (Ugedal mfl. 2019; Skoglund mfl. 2023). Våre analyser av ungfiskdata viser også at rekrutteringen av aure i Aurlandselva er dårligere i år med lav sommertemperatur (og høy vannføring) i den første vekstsesongen. Denne forskjellen i årsklassestyrke vedvarte også etter hvert som fisken ble eldre, det vil si som 1+ og delvis 2+, og dermed sannsynligvis helt til smoltalder. Det er derfor rimelig å anta at effekten av sommertemperatur i den første vekstsesongen også vil påvirke smoltproduksjonen. En mulig forklaring for dette er at sen vekst gjør at yngelen forblir i en sårbar størrelse/livsstadium over en lengre periode, og dermed er mer utsatt for predasjon og ugunstige miljøforhold i år med lave temperaturer. Dette kan også bidra til å forklare den positive sammenhengen mellom fisketetthet og fiskestørrelse (lengde) på årsyngel om høsten. En tilsvarende mekanisme synes å være bestemmende for rekruttering hos marine fiskearter (Houde 2002). I Aurlandsvassdraget finner vi denne effekten i Aurlandselva, men ikke i Vassbygd-elva, hvor temperaturen er gjennomgående høyere og fiskeveksten bedre (**figur 3.3.5**). Dette kan skyldes at temperatur vil ha størst effekt på rekruttering når temperaturforholdene er marginale, noe som også er typisk for andre fiskearter (Myers 1998), mens andre faktorer trolig vil være mer styrende for rekrutteringen når temperaturen er høyere.

Det ble også funnet en sammenheng mellom temperatur og rekruttering av laks i Aurlandselva, men denne sammenhengen var svakere enn hos aure. Dette kan skyldes at rekrutteringen av laks har vært sterkt begrenset av antall gytefisk i mange år (se kapittel 5). Det er rimelig å anta at temperaturforholdene vil ha tilsvarende effekt på rekrutteringen av lakseunger som på aureunger. Det er også mulig at effekten vil være enda sterkere for laks, ettersom lakseyngelen generelt vil komme senere opp av grusen, og dermed ha en tilsvarende kortere vekstsesong. Basert på resultatene beskrevet i Skoglund (2011) er det også grunn til å tro at redusert temperatur kan ha endret konkurranseforholdet, og at auren i større grad utkonkurrerer laksen ved de lave temperaturene i Aurlandselva.



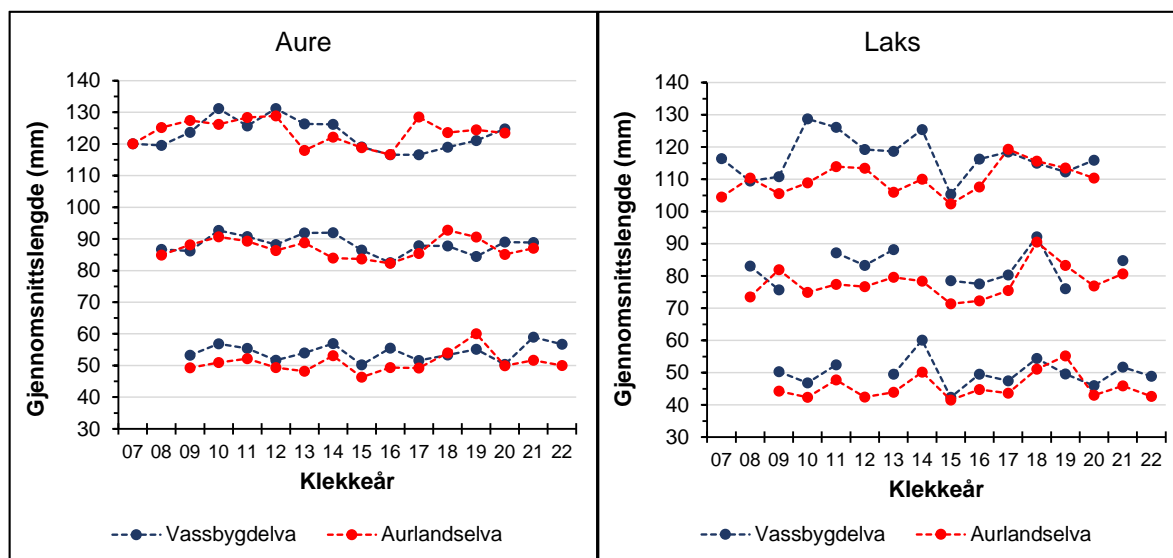
**Figur 3.3.5.** Sammenheng mellom fiskestørrelse og tetthet av +0 aure i Aurlandselva og Vassbygd-elva.

Totalt sett tilsier dermed resultatene at lave sommertemperaturer i Aurlandelva fremdeles er en flaskehals for ungfiskproduksjonen, og at redusert temperatur som følge av regulering har bidratt til redusert ungfiskproduksjon. Tiltak som bidrar til å øke temperaturen, særlig i de kaldeste årene, vil høyst sannsynlig kunne bidra til bedre rekrutteringsforhold, og dermed øke ungfiskproduksjonen for både laks og aure.

### 3.4 Ungfiskens størrelse ved alder

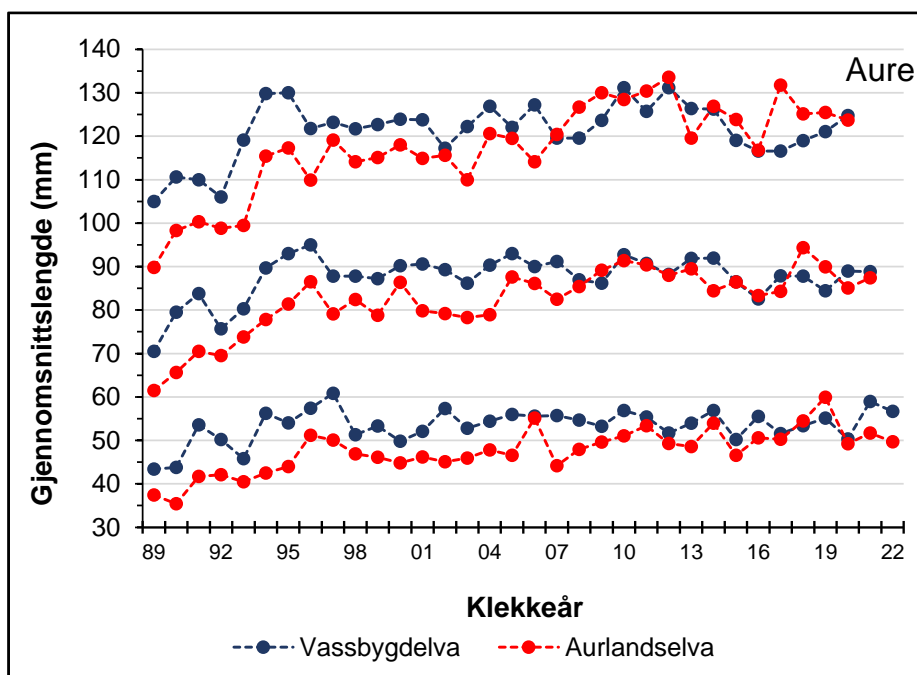
I Vassbygdelva var den gjennomsnittlige lengden til årsyngel (0+) av aure signifikant større (t-tester,  $p < 0,05$ ) enn i Aurlandselva i alle år i perioden 2009-2017 og i 2021 og 2022 (**figur 3.4.1**). I 2018 og 2020 var yngelen jevnstor i de to elveavsnittene, mens yngelen var signifikant større i Aurlandselva i 2019 (**figur 3.4.1**). Forskjellen i gjennomsnittsstørrelse i de enkelte år varierte fra -5 mm (yngelen i Aurlandselva størst) til + 7 mm (yngelen i Vassbygdelva størst) med et gjennomsnitt over alle år på 3,3 mm i favør av Vassbygdelva. Forskjellen i gjennomsnittsstørrelse for aure mellom Vassbygdelva og Aurlandselva avtok ettersom fisken ble eldre. For 1+ og 2+ aure var det signifikante forskjeller (t-tester,  $p < 0,05$ ) i snittlengde mellom de to elveavsnittene i for henholdsvis seks og tre årsklasser i perioden 2009-2022 og i disse årene var auren signifikant større i Vassbygdelva for fire årsklasser hos 1+ og én årsklasse hos 2+. I gjennomsnitt (snitt av årlige forskjeller) var aureungene 1,2 mm større i Vassbygdelva som 1+ og 0,8 mm mindre enn i Aurlandselva som 2+.

Den gjennomsnittlige lengden til årsyngel (0+) av laks i Vassbygdelva var signifikant større (t-tester,  $p < 0,05$ ) enn i Aurlandselva i 10 av de 13 årene med tilstrekkelig materiale fra Vassbygdelva i perioden 2009-2022 (**figur 3.4.1**). I 2015, som var et uvanlig kaldt år i Vassbygdelva, og i 2018 var forskjellen ikke signifikant, mens i 2019 var lakseyngelen signifikant større i Aurlandselva. Forskjellen i gjennomsnittsstørrelse i de enkelte år varierte fra -6 mm (yngelen i Aurlandselva størst) til + 10 mm (yngelen i Vassbygdelva størst) med et gjennomsnitt over alle år på 3,9 mm i favør av Vassbygdelva. For 1+ og 2+ laksunger var snittstørrelsen signifikant større i Vassbygdelva i henholdsvis sju av 11 år og sju av 14 år med tilstrekkelig materiale av laks fra Vassbygdelva (**figur 3.4.1**), mens 1+ laks var signifikant større i Aurlandselva for to årsklasser. Forskjellen i gjennomsnittsstørrelse for laks mellom Vassbygdelva og Aurlandselva økte noe ettersom fisken ble eldre, og 1+ og 2+ laksunger var i gjennomsnitt (snitt av årlige forskjeller) henholdsvis 4,0 mm og 6,9 mm større i Vassbygdelva. Forskjellen i størrelse ved alder var altså noe større for laks enn for aure.



**Figur 3.4.1.** Gjennomsnittslengde (i mm) for ulike årsklasser av ungfisk av aure og laks (0+ nederst, 1+ i midten og 2+ øverst) samlet inn i Vassbygdelva og Aurlandselva i oktober i perioden 2009-2022. For laks er bare årsklasser med fangst av fem eller flere laksunger fra en elv tatt med i sammenlikningen.

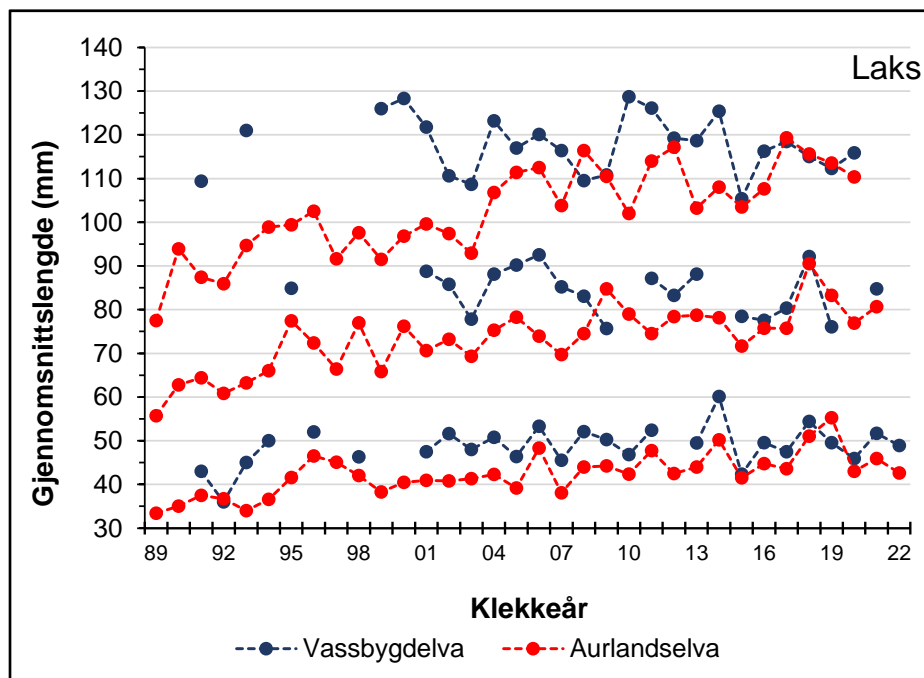
Hvis vi ser på hele perioden 1989-2022 under ett så har størrelsen til ungfisk av aure økt signifikant (regresjonsanalyser med snittstørrelse mot tid) både i Vassbygdelva (0+:  $p = 0,027$ ; 1+:  $p = 0,039$ ; 2+:  $p = 0,040$ ) og i Aurlandselva ( $p < 0,001$  for alle de tre aldersgruppene; **figur 3.4.2**). Økningen i gjennomsnittsstørrelse i Vassbygdelva skjedde hovedsakelig fra 1989 fram til midten av 1990-tallet, mens utviklingen etter dette synes å ha flatet ut, men med variasjoner mellom år. Forskjellen i størrelse ved alder mellom ungfisk av aure fra Vassbygdelva og Aurlandselva har avtatt noe med tiden. I perioden 1989-1999 var den gjennomsnittlige forskjellen i størrelse (snitt av årlige forskjeller) mellom de to elvene på henholdsvis åtte, ni og elleve mm 0+, 1+ og 2+. I perioden 2000-2008 var forskjellen i størrelse mellom de to elvene henholdsvis sju, sju og fem mm for disse tre aldersklassene, mens forskjellen i 2009-2022 var henholdsvis fire, null og tre mm. Denne nedgangen i forskjell i fiskestørrelse mellom elvene var også statistisk signifikant (regresjonsanalyser med årlig forskjell i snittstørrelse mot tid,  $p < 0,001$  for alle de tre aldersgruppene).



**Figur 3.4.2.** Gjennomsnittslengde (i mm) for ulike årsklasser av ungfisk (0+ nederst, 1+ i midten og 2+ øverst) av aure og samlet inn i Vassbygdelva og Aurlandselva i perioden 1989-2022. For Aurlandselva er sammenlikningen basert på fisk fanget på de seks stasjonene som er fisket i hele perioden, mens for Vassbygdelva er sammenlikningen basert på fisk fanget på seks stasjoner nedenfor Sitjandefossen i perioden 1995-2022 og tre stasjoner fra samme område i perioden 1989-1994.

For laks er materialet mer sparsomt, spesielt fra Vassbygdelva, der det var lite ungfisk av laks på 1990-tallet. I Aurlandselva har størrelsen på ungfisk av laks økt signifikant (regresjonsanalyser med snittstørrelse mot tid,  $p < 0,001$  for alle tre aldersklasser) i løpet av perioden 1989-2022 som for aure (**figur 3.4.3**). For Vassbygdelva var det ingen signifikant endring i størrelse med tiden for noen av aldersgruppene ( $p \gg 0,05$ ), men her er det svært få datapunkter i perioden 1989-2000. Forskjellen i størrelse ved alder mellom ungfisk av laks fra Vassbygdelva og Aurlandselva er imidlertid større enn for aure, og for laks er det en tendens til at forskjellen i gjennomsnittsstørrelse øker noe med økende alder. Også for laks var det en tendens til at forskjellen i størrelse med alder mellom de to elvene har avtatt med tiden. I perioden 2000-2008 var den gjennomsnittlige forskjellen i størrelse (snitt av årlige forskjeller) mellom de to elvene 8, 14 og 18 mm for henholdsvis 0+, 1+ og 2+, mens

forskjellen i 2009-2022 var henholdsvis fire, tre og sju mm for disse tre aldersklassene. Denne nedgangen var statistisk signifikant (regresjonsanalyser med årlig forskjell i snittstørrelse mot tid), for alle de tre aldersklassene ( $p < 0,05$ ).



**Figur 3.4.3.** Gjennomsnittslengde (i mm) for ulike årsklasser av ungfisk (0+ nederst, 1+ i midten og 2+ øverst) av laks samlet inn i Vassbygdelva og Aurlandselva i perioden 1989-2022. For Aurlandselva er sammenlikningen basert på fisk fanget på de seks stasjonene som er fisket i hele perioden, mens for Vassbygdelva er sammenlikningen basert på fisk fanget på seks stasjoner nedenfor Sitjandefossen i perioden 1995-2022 og tre stasjoner fra samme område i perioden 1989-1994. Kun årsklasser med fangst av fem eller flere laksunger fra en elv tatt med i sammenlikningen.

Utviklingen i gjennomsnittsstørrelse ved alder kan være noe påvirket av forskjellige prosedyrer for innsamling og preservering av fisk i løpet av 1989-2022. I 1989-1994 ble elektrisk fiske gjennomført av NINA i september og fisken ble fiksert på sprit før den ble lengdemålt og alderen bestemt på lab (Jenssen mfl. 1993). I 1995-2008 ble elektrisk fiske gjennomført av Rådgivende Biologer i oktober eller november og fisken ble enten prøvetatt i felt eller tatt med tilbake til lab for prøvetaking (Sægrov mfl. 2000, 2007). Det framgår ikke i rapportene om denne fisken ble fiksert før prøvetaking. I 2009-2022 ble elektrisk fiske gjennomført i oktober og all fisk ble bedøvd og målt i felt, og det ble tatt skjellprøver av en del av fisken for aldersbestemmelse. I alle tidsperioder har imidlertid, så langt vi kjenner til, ungfisk fra de to elvene blitt behandlet på samme måte. På grunn av forskjeller i innsamlingstidspunkt og fiksering (se Thorstad mfl. 2007) så er trolig størrelse ved alder noe undervurdert i perioden 1989-1994 sammenliknet med senere innsamlinger. Samtidig var det også flere år med lav sommertemperatur rundt 1990, slik at mindre størrelse og lavere vekst i denne perioden også kan være påvirket av temperaturforholdene.

Forskjellen i størrelse ved alder for ungfisk av aure har vært mindre de siste 14 årene enn i tidligere perioder. Dette sammenfaller i tid med skifte av operatør og prosedyrer for behandling av fisk. Prosedyrene har imidlertid vært de samme i Vassbygdelva og Aurlandselva slik at forskjellen mellom elver i alder ved størrelse hos auren neppe er påvirket av dette. Resultatene tyder altså på at ungfisken av aure har vokst relativt sett bedre i Aurlandselva enn i Vassbygdelva de senere årene sammenliknet med tidligere år i tidsserien. Denne endringen

kan ikke tilskrives endringer i vanntemperatur idet forskjellene i sommertemperatur mellom Aurlandselva og Vassbygdelva i 2009-2022 er på om lag samme nivå som i tidligere år.

Årsyngel av både aure og laks har i de fleste år mindre størrelse i Aurlandselva enn i Vassbygdelva som følge av at vanntemperaturen om sommeren er lavere i Aurlandselva. Forskjellene i fiskens størrelse ved alder avtar ettersom fisken blir eldre hos aure. Dette kan tyde på at forholdene for vekst hos eldre ungfisk av aure er noe bedre i Aurlandselva til tross for at vanntemperaturene er lavere. Forskjellene i fiskestørrelse ved alder mellom de to elveavsnittene har blitt mindre de siste 14 årene, til tross for at fisketettheten i Aurlandselva har økt noe. Dette tilsier at vekstforholdene i Aurlandselva har utviklet seg positivt sammenliknet med forholdene i Vassbygdelva i løpet av perioden 1989-2022, og at forholdene for aurevekst også kan ha bedret seg i de siste årene i Aurlandselva. Vi har ikke kunnskap som tilsier at vekstforholdene i Vassbygdelva har endret seg vesentlig i negativ retning, men flommen høsten 2014 førte til omfattende transport av bunnsediment fra Aurlandsdalen og nedover i elva til terskelbassenget ved munningen av Tivesja (se Ugedal mfl. 2019). Løsmassene hadde en høy andel av rullestein og grus, som er en meget gunstig substratblanding for laks og sjøaure, og andel gyteareal i Vassbygdelva økte sterkt. Samtidig ble begroing av elvebunn redusert og med dette kanskje også produksjonen av bunndyr. En flom i oktober 2018 påvirket også bunnforhold og begroing i Vassbygdelva. Endringer i begroing og bunndyrproduksjon kan ha påvirket vekstforholdene for ungfisk i Vassbygdelva disse årene, og kanskje også påvirket fiskens vekst i påfølgende år. Både hos aure og laks var yngelen som klekket i 2019 større i Aurlandselva enn i Vassbygdelva, og både 1+ og 2+ av aure og laks fra denne årsklassen var større eller like stor i Aurlandselva som i Vassbygdelva. De to siste årene derimot var årsyngelen av både aure og laks større i Vassbygdelva enn i Aurlandselva som forventet ut fra forskjellene i vanntemperatur. Dette kan tyde på at vekstforholdene for ungfisk har bedret seg i Vassbygdelva igjen de siste årene etter å ha vært påvirket av flommer i 2014 og 2018.

### 3.5 Oppsummering

Vassdragsreguleringen har ført til at vanntemperaturen i Aurlandselva, som i utgangspunktet var sommerkald, har blitt enda kaldere om sommeren. En analyse av tilgjengelige ungfiskdata for 32 årsklasser viser en sammenheng mellom temperaturforholdene gjennom den første vekstsesongen og rekruttering av årsyngel. Både tetthet og vekst hos årsyngel av aure og laks økte signifikant med sommertemperaturen i Aurlandselva, målt som gjennomsnittlig vanntemperatur i perioden juli-august. Den økte årsklassestyrken med økt temperatur den første vekstsesongen ga også utslag i økte tettheter av 1+ aure og laks og (og delvis) 2+ aure henholdsvis ett og to år etterpå. Dette tilsier at lave sommertemperaturer er en flaskehals for rekrutteringen av aure og laks i kalde år. Tidligere beregninger tyder på at redusert temperatur som følge av vassdragsreguleringen har bidratt til 15-20 % redusert rekruttering av aure (Ugedal mfl. 2019).

Sammenhengen mellom temperatur og rekruttering var vesentlig svakere hos laks enn hos aure. Dette skyldes trolig at laksebestanden i den aktuelle perioden har vært rekrutteringsbegrenset av lav gytebestand. Resultater fra laboratorieforsøk tilsier at lakseungene kan tolerere lave temperaturer i "swim-up" perioden, og lave temperaturer vurderes ikke som en begrensende faktor for å opprettholde en selvreproduserende laksebestand i Aurlandselva. År med lave sommertemperaturer er også en flaskehals for rekruttering hos lakseunger, og redusert vanntemperatur har bidratt til redusert potensial for produksjon av lakseunger i Aurlandselva. I tillegg viser eksperimentelle forsøk at ungfisk av aure i større grad kan utkonkurrere laks på lave temperaturer. Dermed kan redusert vanntemperatur ha gitt aureungene et konkurransemessig fortrinn over laksen i Aurlandsvassdraget.



Årsyngel av både aure og laks har i de aller fleste år mindre størrelse i Aurlandselva enn i Vassbygdelva som følge av at vanntemperaturen om sommeren er høyere i Vassbygdelva. Forskjellene i fiskens størrelse ved alder avtar ettersom fisken blir eldre hos aure. Dette kan tyde på at forholdene for vekst hos eldre ungfisk av aure er noe bedre i Aurlandselva til tross for at vanntemperaturen er lavere. Forskjellene i fiskestørrelse ved alder mellom de to elveavsnittene har blitt mindre de siste 14 årene, til tross for at fisketettheten i Aurlandselva har økt noe. Dette tilsier at vekstforholdene i Aurlandselva ikke har utviklet seg negativt sammenliknet med forholdene i Vassbygdelva i løpet av perioden 1989-2022, og at forholdene for aurevekst kan ha bedret seg i de siste årene. Vekstforholdene i Vassbygdelva kan ha endret seg etter flommene høsten 2014 og 2018 blant annet på grunn av at begroing av elvebunn ble redusert, noe som kan ha påvirket bunndyrproduksjonen negativt i noen år. De to siste årene derimot var årsyngelen av både aure og laks større i Vassbygdelva enn i Aurlandselva og som forventet ut fra forskjellene i vanntemperatur. Dette kan tyde på at vekstforholdene for ungfisk har bedret seg i Vassbygdelva igjen de siste årene.

Redusert vanntemperatur om sommeren fører fremdeles til redusert rekruttering i Aurlandselva og tiltak som øker sommertemperaturen, spesielt i kalde år, kunne ha bidratt til økt produksjon av både sjøaure og laks i vassdraget.

## 4 Tetthet og forekomst av ungfisk

I dette kapitlet presenterer vi resultater fra undersøkelser av ungfisktetthet i Aurlandsvassdraget i perioden 2009-2022. Deretter oppsummerer og diskuterer vi langtidsutvikling av ungfisktetthet i vassdraget.

### 4.1 Metoder

Bestanden av ungfisk i Aurlandsvassdraget har blitt undersøkt ved elektrisk fiske hvert år siden 1989 (Jensen mfl. 1993, Sægrov mfl. 2000). I perioden 1989-1995 ble det fisket på seks stasjoner i Aurlandselva og tre stasjoner i Vassbygdelva (se **vedlegg 1**). I 1996 ble antall stasjoner i Vassbygdelva økt til seks. I 2003 ble det opprettet tre nye stasjoner i Vassbygdelva ovenfor Sitjandefossen (Jørve), to i hovedløpet og en i Stondalselva (Sægrov mfl. 2007). Ved oppstart av EnviDORR prosjektet i 2009 ble det gjennomført elektrisk fiske på 21 stasjoner i Aurlandselva, ni stasjoner i Vassbygdelva nedenfor Sitjandefossen mens antallet stasjoner oppstrøms fossen ble redusert til to (Ugedal mfl. 2019). En enkel undersøkelse i 2010 tydet på at aureunger i Aurlandselva på høsten forekom vesentlig hyppigere nært land enn ute i elva, og for å ta høyde for dette fenomenet ble det dette året opprettet fire stasjonspar hvorav den ene stasjonen hadde avgrensning mot elvebredden, som vanlig er, mens den andre stasjonen lå ute i elva, med innerenden fra 2 til 10 m fra elvebredden i samme område som landstasjonen. Antallet stasjoner ute i elva ble redusert til tre i 2019 og 2020 og disse stasjonene ble ikke fisket i 2021 og 2022. Fra og med 2011 har NINA årlig gjennomført fiske på inntil 20 stasjoner i Aurlandselva, seks i Vassbygdelva nedstrøms Sitjandefossen og to i Vassbygdelva oppstrøms Sitjandefossen (se **vedlegg 1**). Her gir vi en oppsummering av resultatene fra det elektriske fisket i vassdraget med vekt på utviklingen fra og med 2009, men vi sammenlikner også utviklingen de siste ti årene med tidligere undersøkelser. Resultatene fra perioden 1989-2008 er hentet fra tidligere rapporter fra NINA og Rådgivende Biologer (Jensen mfl. 1993, Sægrov mfl. 2000, Sægrov mfl. 2007, Hellen mfl. 2009 og flere andre årsrapporter fra RB).

I perioden 2009-2022 har det elektriske fisket blitt gjennomført som en blanding av en gangs og tre gangers overfiske av stasjonene. Sammenlåtte fangstdata fra stasjoner fisket tre ganger ble brukt til å estimere en gjennomsnittlig fangbarhet ( $p$ , Bohlin mfl. 1989) for årsyngel og ulike aldersgrupper av eldre ungfisk for hver art og vassdragsavsnitt i 2009 og 2010 og for de to vassdragsavsnittene samlet i 2011-2022 (**vedlegg 2**). Det var ingen vesentlige forskjeller i beregnet fangbarhet for årsyngel av aure mellom Aurlandselva og Vassbygdelva eller mellom 2009 og 2010 (overlappende konfidensintervaller). Det ble heller ikke funnet vesentlige forskjeller i beregnet fangbarhet mellom vassdragsavsnitt eller år for eldre aureunger og eldre laksunger disse to årene. Vi valgte derfor å benytte en felles beregnet fangbarhet for Aurlandselva og Vassbygdelva i senere beregninger. Videre så har vi valgt å presentere tettheter beregnet ut fra en gjennomsnittlig fangbarhet for de ulike fiskegruppene over hele perioden (**vedlegg 2**). Det ble beregnet separate fangbarheter for 0+, 1+, 2+ og presmolt for laks og aure hver for seg. Fangbarhet for de eldste ungfiskene, 3+ og 4+, ble satt lik den for presmolt. For årsyngel av laks var det bare mulig å beregne fangbarhet i noen få år, og disse fangbarhetene var alle lave og svært usikre på grunn av lave fangster. Fangbarheten til årsyngel av laks ble skjønnsmessig satt til 0,3 i alle beregninger. Det kan bemerkes at de beregnede fangbarhetene med stor sannsynlighet overvurderer den reelle fangbarheten (se Sandlund mfl. 2011, Hedger mfl. 2018) slik at tetthetsestimatene gjennomgående er underestimerer av den reelle tettheten. Denne feilkilden er størst for årsyngel. Alt elektrisk fiske i perioden 2009-2022 ble gjennomført i løpet av oktober (**vedlegg 3**).

Med fangbarheter ( $p$ ) gitt i **vedlegg 2** ble antallet fisk ( $N_s$ ) på hver stasjon beregnet som:

$$N_s = T_s \times (1 - [1 - p]^k)^{-1}$$

hvor  $T$  er totalfangsten på stasjonen og  $k$  er antall fiskerunder (Bohlin mfl. 1989). Deretter ble antallet fisk på hver stasjon omregnet til fisketettheter og uttrykt som antall fisk pr. 100 m<sup>2</sup>.

All fisk ble bedøvd, artsbestemt og lengden målt i felt. På stasjoner med stor fangst av år-syngel av aure ble bare et utvalg (> 20) av yngelen målt for lengde. Det ble tatt (små) skjellprøver av eldre ungfisk for senere aldersbestemmelse av fisken. Vi tok prøver fra øvre hale av lengdefordelingen til antatt 1+ fisk og en betydelig større andel av fisk som ble antatt å være 2+ og eldre. Hvis vi var i tvil om et individ var en stor år-syngel eller liten 1+ ble det også tatt skjellprøver av disse, men i de aller fleste tilfeller var det enkelt å skille år-syngel (0+) fra eldre ungfisk ut fra individets lengde. Fisken ble deretter satt ut i elva igjen. Individ som ikke ble aldersbestemt på grunnlag av en skjellprøve, ble tilordnet en alder ut fra sin størrelse med bakgrunn i lengde/alders-data fra samme stasjon og/eller nærliggende stasjoner. Det ble med svært få unntak tatt skjellprøver av fisk fra alle stasjoner, men de første årene var prøvetakingen mer omfattende på de 14 hovedstasjonene. At det ikke ble tatt prøver av all fisk ble fører til noe mer usikkerhet knyttet til alderssammensetningen i bestanden og beregnede tettheter av ulike aldersklasser sammenliknet med tidligere undersøkelser i vassdraget. Vi anser ikke at disse usikkerhetene har noen avgjørende betydning for sammenlikninger av tetthet og størrelse hos ungfisk i 2009-2022 med tidligere data fra vassdraget.

I 2011-2022 ble mesteparten av stasjonene overfisket bare én gang mens fra tre til seks stasjoner hvert år ble overfisket tre ganger. Én gangs overfisking innebærer at resultatet for den enkelte stasjon blir mer usikkert, men tillater at flere stasjoner kan bli fisket med tilnærmet samme innsats. Et økt antall stasjoner i Aurlandselva gjør trolig at resultatene blir mere representative for elva.

For Aurlandselva er analysene av utvikling i tetthet av ungfisk over tid i 2009-2022 basert på de 16 stasjonene (10 stasjoner i 2010) som har avgrensing mot land. Disse stasjonene er spredd langs elva fra nederst ved Hopen og opp til om lag 100 m nedstrøms Vassbygdevatn (**vedlegg 1**). I dette stasjonsnettet inngår stasjonene langs elvebredden i de fire stasjonsparene der det i perioden 2010-2020 ble fisket både langs land og ute i elva. Vi valgte å utelukke resultatene fra de fire stasjonene som ble fisket ute i elva i beregninger av årlige gjennomsnittlige tettheter fordi disse stasjonene viste seg å ligge i områder av elva som hadde godt over gjennomsnittlig tetthet av laksunger i flesteparten av årene (Ugedal mfl. 2019). Disse stasjonene er derfor neppe representative for hele Aurlandselva med hensyn til utvikling i ungfiskbestand av laks i områder som ligger ute i elva.

Utviklingen i ungfisktetthet over tid er angitt som geometrisk middelveier for Aurlandselva og Vassbygdelva hver for seg og for ulike inndelinger av stasjonene innen elvene. Ved bruk av geometrisk middelveier får stasjoner med avvikende høye tettheter mindre vekt og verdiene blir noe lavere enn ved bruk av vanlig aritmetisk middelveier. Ved sammenlikning av utvikling i tetthet med tidligere undersøkelser har vi benyttet samme utvalg av stasjoner og beregning av gjennomsnittstetthet (aritmetisk middelveier) som i tidligere rapporter fra vassdraget.

I 2010 ble det etablert flere nye gyteområder i Aurlandselva (Pulg mfl. 2013, Ugedal mfl. 2019). For å kunne fange opp eventuelle endringer i ungfiskbestand direkte ved

gytearealene har NORCE gjennomført årlig elektrofiske på og direkte ved seks restaurerte gyteplasser i Aurlandselva. På hver gyteplass ble det gjennomført én gangs overfisking av en prøveflate (jf. Forseth & Forsgren 2009, Hedger mfl. 2018) hvert år i løpet av oktober i perioden 2010-2022. Fangsten ble bedøvd, artsbestemt og lengden målt før fisken ble satt ut igjen på stasjonen. Tettheter ble angitt som antall individer fanget per 100 m<sup>2</sup>.

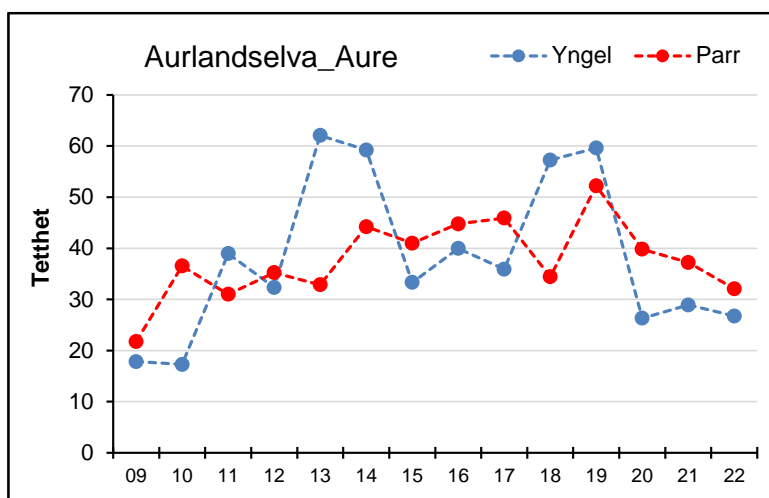
## 4.2 Utvikling i tetthet i Aurlandselva 2009-2022

### 4.2.1 Aure

Med to unntak ble det fanget både yngel og eldre aureunger på alle stasjonene som hadde avgrensning mot land i Aurlandselva i perioden 2009-2022.

Den gjennomsnittlige tettheten av aureyngel i Aurlandselva økte i perioden 2009-2019. I 2009 og 2010 var gjennomsnittlig tetthet noe lavere enn 20 yngel per 100 m<sup>2</sup> på de stasjonene som hadde avgrensning mot land (**figur 4.2.1**). I 2013-2014 og 2018-2019 ble det registrert i om lag 60 yngel per 100 m<sup>2</sup>. I de tre siste årene (2020-2022) har tettheten av yngel avtatt til en gjennomsnittlig tetthet på i underkant av 30 yngel per 100 m<sup>2</sup>, som fremdeles er noe høyere enn i starten av undersøkelsesperioden.

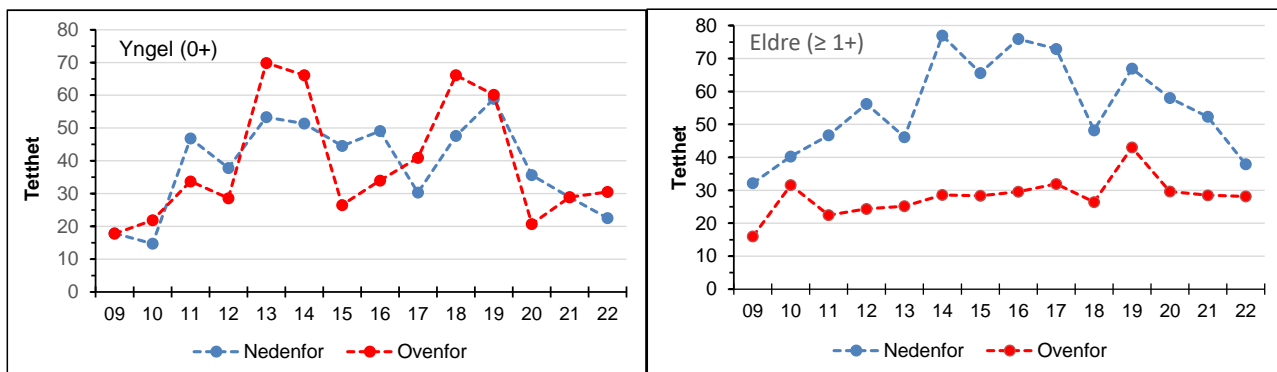
Det har ikke vært noen økning i tetthet av yngel i perioden 2009-2022 (lineær regresjon:  $R^2 = 0,04$ ,  $p = 0,55$ ), og resultatene kan tyde på yngeltettheten er i ferd med å flate ut på et lavere nivå enn den var i toppårene 2013-2014 og 2018-2019.



**Figur 4.2.1.** Gjennomsnittlig beregnet tetthet (n/100 m<sup>2</sup>) av yngel (0+) og eldre ungfisk (≥ 1+) av aure i Aurlandselva i perioden 2009-2022. Hvert år ble det undersøkt 16 stasjoner med avgrensning mot land med unntak av i 2010 hvor det ble fisket 10 stasjoner.

Den gjennomsnittlige tettheten av eldre aureunger økte i perioden 2009-2019. I 2009 var tettheten om lag 20 eldre aureunger per 100 m<sup>2</sup>, mens det i perioden 2014-2017 ble registrert i om lag 45 eldre aureunger per 100 m<sup>2</sup>, og den høyeste tettheten, 50 parr per 100 m<sup>2</sup>, ble registrert i 2019 (**figur 4.2.1**). De tre siste årene har tettheten av eldre aureunger gradvis avtatt. En gradvis nedgang i tetthet av eldre ungfisk de siste tre årene stemmer med at tettheten av aureyngel har vært lavere de siste tre årene. For hele perioden 2009-2022 har det vært en liten, men ikke signifikant økning i tetthet av aureparr ( $R^2 = 0,22$ ;  $p = 0,09$ ).

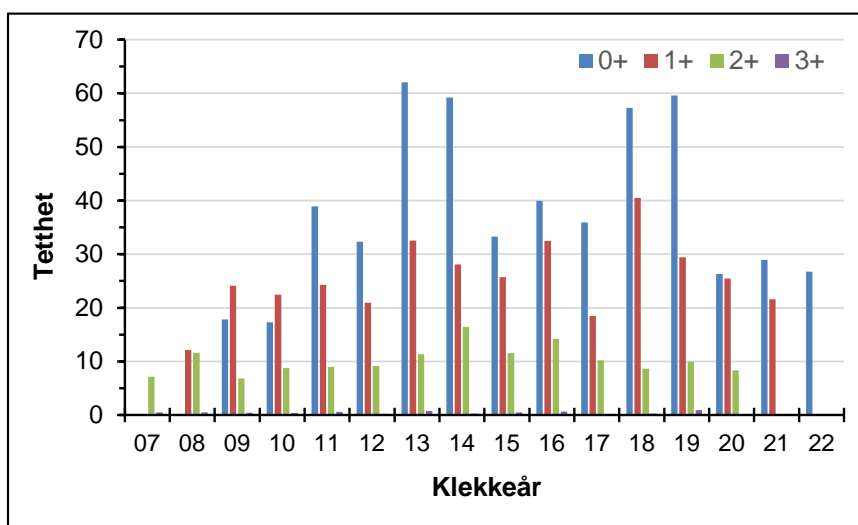
I alle år har den gjennomsnittlige tettheten av eldre aureunger vært vesentlig høyere i den nederste delen enn i den øverste delen av Aurlandselva (**figur 4.2.2**). I gjennomsnitt har tettheten vært dobbelt så høy i de nedre deler av elva (nedre: 56 individer per 100 m<sup>2</sup>; øvre 28 individer per 100 m<sup>2</sup>). I gjennomsnitt har tettheten av aureyngel vært lik i de to delene av elva (39 individer per 100 m<sup>2</sup> i begge deler av elva), men variasjonene i yngeltetthet mellom år har vært større i den øvre delen av elva (**figur 4.2.2**).



**Figur 4.2.2.** Gjennomsnittlig beregnet tetthet ( $n/100 \text{ m}^2$ ) av yngel (0+) og eldre ungfisk ( $\geq 1+$ ) av aure i Aurlandselva nedenfor og ovenfor Tokvamsbrua i perioden 2009-2022.

### Årsklassestyrke

Årsklassestyrken til aureunger i Aurlandselva har variert i perioden 2009-2022 (**figur 4.2.3**). Årsklassene som ble klekket i periode 2013-2019, med unntak av 2017, synes alle å ha vært relativt sterke ut fra tetthet av 1+ aure, mens årsklassene som ble klekket i 2009-2012 synes å ha vært noe svakere. Vurdert ut fra tetthet av 1+ aure var årsklassene som ble klekket i 2020 og 2021 noe svakere enn de to i 2018 og 2019. De yngste auresmoltene vandrer ut av elva som to-åring slik at variasjoner i tetthet av 2+ mellom år kan være påvirket av at andelen av to-årig smolt varierer mellom årsklasser.



**Figur 4.2.3.** Gjennomsnittlig beregnet tetthet ( $n/100 \text{ m}^2$ ) av aureunger med ulike alder i Aurlandselva. Tetthetene er gruppert etter klekkeår, slik at figuren viser utvikling av tetthet av hver årsklasse ved ulike alder. For årsklassen som ble klekket i 2021 har vi derfor foreløpig bare tetthet ved alder 0+ i 2021 og 1+ i 2022, mens 2+ vil bli fanget i 2023. Hvert år ble det undersøkt 16 stasjoner med avgrensning mot land med unntak av i 2010 hvor det ble fisket 10 stasjoner.

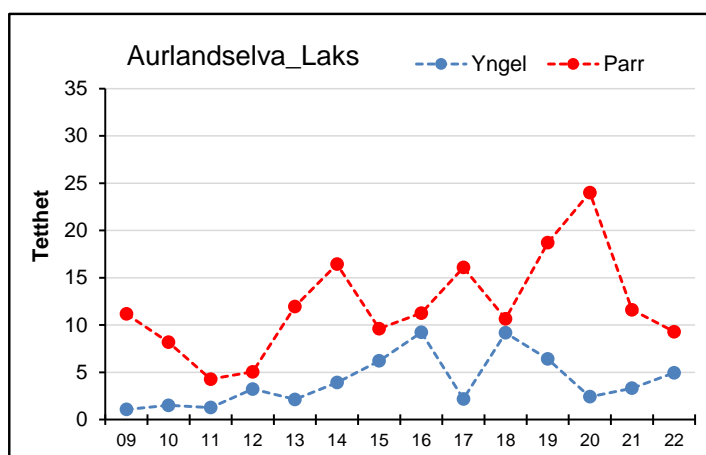


## 4.2.2 Laks

Lakseyngel har en mer flekkvis forekomst i Aurlandselva enn aureyngel. I perioden 2009-2022 har det de fleste årene blitt fanget lakseyngel på fra åtte til tolv av de 16 undersøkte stasjonene. Størst romlig utbredelse hadde lakseyngelen i 2016 og 2018 med fangst av yngel på henholdsvis 15 og 14 av de 16 undersøkte stasjonene. Eldre laksunger har blitt fanget på de aller fleste av stasjonene i alle år.

Den gjennomsnittlige tettheten av lakseyngel økte i Aurlandselva i perioden 2009-2018. I 2009-2011 var gjennomsnittlig tetthet lavere enn 2 yngel per 100 m<sup>2</sup>, mens det i 2016 og 2018 ble registrert i overkant av 9 yngel per 100 m<sup>2</sup> (**figur 4.2.4**). I de siste tre årene har den gjennomsnittlige tettheten vært lavere enn 5 yngel per 100 m<sup>2</sup>. Tettheten av lakseyngel er høyst sannsynlig en god del undervurdert på NINA sitt stasjonsnett i Aurlandselva på grunn av svært lav fangsteffektivitet av slike individer ved elektrisk fiske.

Den gjennomsnittlige tettheten av eldre laksunger har variert mellom 4 og 25 individer per 100 m<sup>2</sup>. Tettheten økte fra om lag 5 parr per 100 m<sup>2</sup> i 2011-2012 fram mot om lag 20 parr per 100 m<sup>2</sup> i 2019-2020. De to siste årene har tettheten avtatt til om lag 10 parr per 100 m<sup>2</sup>, og nedgangen stemmer med at rekruttering av yngel synes å ha vært lavere i 2020 og 2021. For både yngel ( $R^2 = 0,22$ ;  $p = 0,084$ ) og eldre laksunger ( $R^2 = 0,28$ ;  $p = 0,054$ ) var det en positiv, men ikke signifikant lineær tidstrend i utviklingen av tetthet i løpet av perioden 2009-2022.



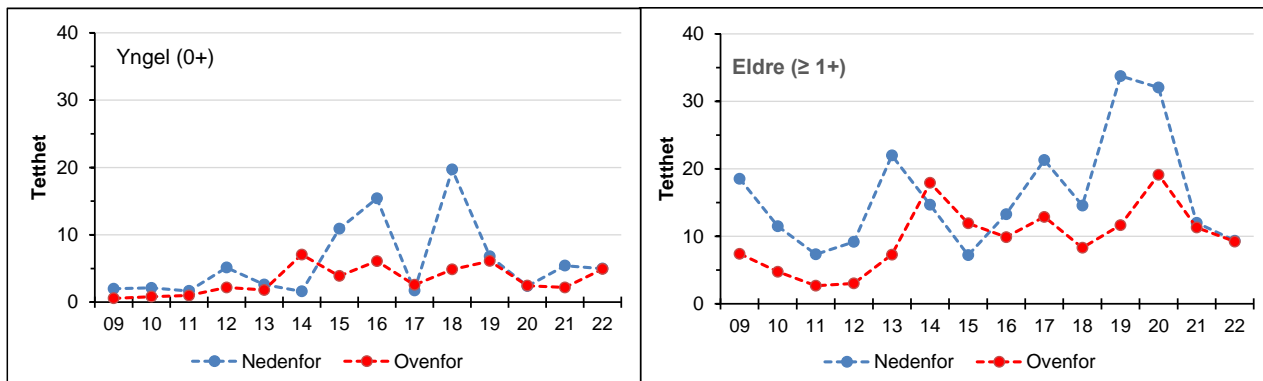
**Figur 4.2.4.** Gjennomsnittlig tetthet (n/100 m<sup>2</sup>) av yngel (0+) og eldre ungfisk ( $\geq 1+$ ) av laks i Aurlandselva i perioden 2009-2022. Hvert år ble det undersøkt 16 landstasjoner med unntak av i 2010 (10 stasjoner).

I de fleste år har den gjennomsnittlige tettheten av eldre laksunger vært høyere i den nedre delen enn i den øverste delen av Aurlandselva (**figur 4.2.5**). I gjennomsnitt har tettheten vært nesten dobbelt så høy i de nedre deler av elva (nedre: 16 individer per 100 m<sup>2</sup>; øvre 10 individer per 100 m<sup>2</sup>). I gjennomsnitt har tettheten av lakseyngel også vært høyere i de nedre deler av elva (nedre: 6 individer per 100 m<sup>2</sup>; øvre 3 individer per 100 m<sup>2</sup>), men tetthetene er så lave at forskjellene kan skyldes tilfeldigheter. Variasjonene i yngeltetthet mellom år har vært større i den nedre delen av elva (**figur 4.2.5**).

### Årsklassestyrke

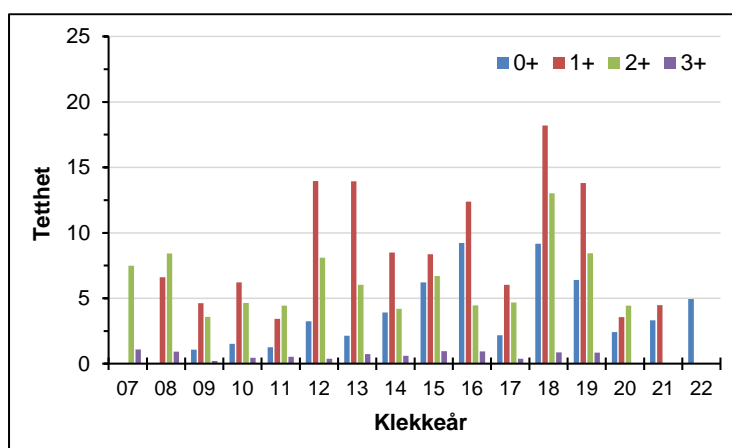
Årsklassestyrken til laksunger i Aurlandselva har variert en god del i perioden 2009-2022 (**figur 4.2.6**). I de aller fleste år er den gjennomsnittlige tettheten av årsyngel (0+) lavere enn den gjennomsnittlige tettheten av 1+ fra samme årsklasse året etter. Dette kan ha

flere årsaker som at fangbarheten til yngelen er vesentlig lavere enn det vi har brukt ved våre beregninger og/eller at den flekkvise fordelingen av lakseyngel gjør det vanskelig å få representative tall for gjennomsnittlig tetthet av yngel. Ettersom fisken vokser og blir eldre sprer den seg i elva, og det kan bli enklere å estimere en mer representativ tetthet. I data-materialet fra Aurlandselva er det derfor bedre å vurdere årsklassestyrke ut fra tetthet av 1+ og 2+ enn fra yngel.



**Figur 4.2.5.** Gjennomsnittlig tetthet ( $n/100 \text{ m}^2$ ) av yngel (0+) og eldre ungfish ( $\geq 1+$ ) av laks i Aurlandselva nedenfor og ovenfor Tokvamsbrua i perioden 2009-2022.

Årsklassene som ble klekket i årene 2018 og 2019 synes å ha vært de sterkeste ut fra tetthet av både 1+ og 2+ laksunger, mens årsklassene som ble klekket i 2017 og 2020 synes å ha vært svakere. Det er foreløpig for tidlig å vurdere den relative styrken på årsklassene som klekket i 2021 og 2022. Fra og med 2013 har det blitt plantet ut øyerogn av laks i elva og omfanget har økt til over 200.000 hvert år fra og med klekkeår 2019. Med unntak av for årsklassen som klekket i 2018 og 2019 synes ikke disse plantingene å ha gitt en vesentlig økning i ungfishbestand vurdert ut fra tetthet av eldre laksunger på vårt stasjonsnett. En god del av rognplantingen har skjedd i restaurerte sideløp/sidebekker og resultater fra NORCE kan tyde på at disse har gitt opphav til vesentlig økte tettheter av både yngel og eldre laksunger i disse områdene av elva (Pulg mfl. 2023). Resultatene tilsier imidlertid at det kan være behov for en grundigere evaluering av kultiveringsstrategien i Aurlandselva.



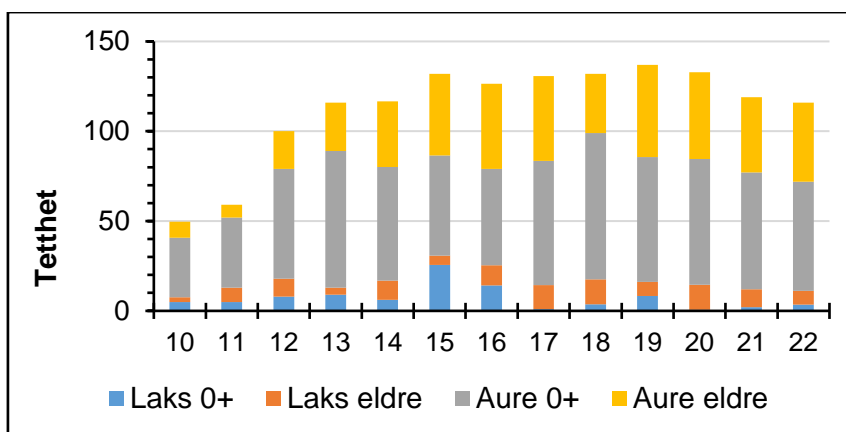
**Figur 4.2.6.** Gjennomsnittlig beregnet tetthet ( $n/100 \text{ m}^2$ ) av laksunger med ulike alder i Aurlandselva. Tetthetene er gruppert etter klekkeår, slik at figuren viser utvikling av tetthet av hver årsklasse ved ulike alder. For årsklassen som klekket i 2021 har vi derfor foreløpig bare tetthet ved alder 0+ i 2021 og 1+ i 2022, mens 2+ vil bli fanget i 2023. Hvert år ble det undersøkt 16 stasjoner med avgrensning mot land med unntak av i 2010 hvor det ble fisket 10 stasjoner.

### 4.2.3 Ungfisk på restaurerte gyteområder

NORCE har gjennomført årlig elektrisk fiske på og ved seks gyteområder som ble etablert i elva i april 2010. I oktober 2010, etter at gyte plassene ble restaurert, men før rogn kan ha blitt gytt og klekket på disse seks gyte plassene, var den gjennomsnittlige tettheten av årsyngel 33 og 5 individer per 100 m<sup>2</sup> for henholdsvis aure og laks (**figur 4.2.7**). Tettheten av årsyngel økte på de seks gyte plassene fra 2011, og den høyeste tettheten av årsyngel av aure ble funnet i 2013 og 2018 med henholdsvis 76 og 81 individer per 100 m<sup>2</sup>. Fra 2014 til 2017 varierte tettheten av årsyngel av aure på et noe lavere nivå (54-69 individer per 100 m<sup>2</sup>). De fire siste årene har tettheten av aureyngel avtatt noe fra toppårene og i 2022 ble det registrert en gjennomsnittlig tetthet på 69 individer per 100 m<sup>2</sup>. Lakseyngel ble funnet i alle år, men med stor variasjon mellom år og stasjoner, og de manglet på fra én til fire stasjoner hvert år. Det var bare i 2015 at lakseyngel ble fanget på alle de seks stasjonene. Andelen av lakseyngel i fangsten var størst i 2015 (31 %) og lavest i 2017 og 2021 (1 %).

Den gjennomsnittlige tettheten av eldre ungfisk av begge arter økte fram til 2017-2020 fra 12 og 15 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2010 og 2011 til 61 og 62 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2017 og 2020. Fangsten var dominert av aureparr som økte fra 9 i 2010 til 51 individer per 100m<sup>2</sup> i 2019. Det ble funnet eldre (≥ 1+) ungfisk av aure på alle stasjonene i alle år, mens fangst av eldre laksunger varierte sterkt, trolig grunnet lavt og varierende innsig av gytefisk. I årene 2013-2015, 2017 og 2019 ble det funnet eldre laksunger på alle stasjoner, mens de andre årene manglet eldre laks på fra én til tre av stasjonene. Av den samlede fangsten av eldre ungfisk utgjorde laks 29 %. Andelen varierte fra 10 til 56 % i ulike år, med størst andel i 2011 da tettheten av ungfisk var lave på disse stasjonene for begge artene. I de siste fire årene har andelen laks variert fra 13-22 %, med fangster fra 8-14 individer per 100 m<sup>2</sup>.

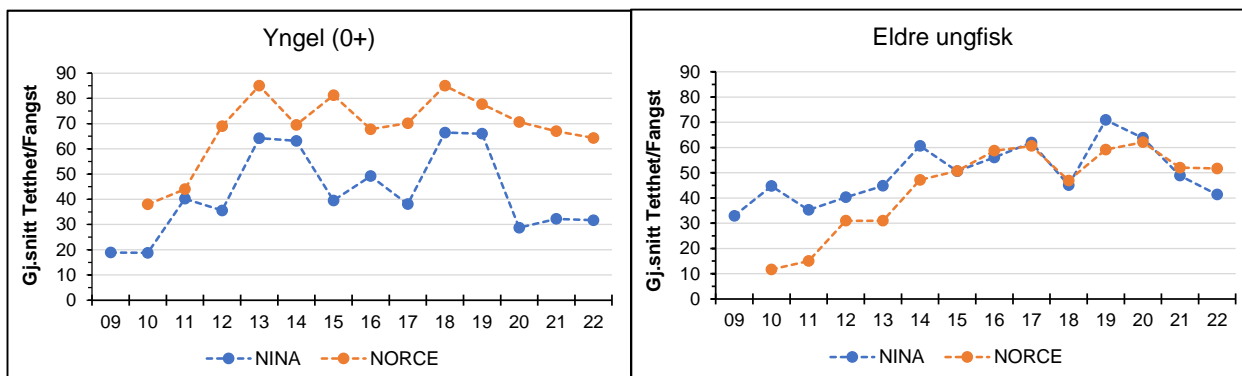
Samlet sett har ungfisktettheter ligget mellom 125 og 137 individer per 100 m<sup>2</sup> fra og med 2015-2020, mens de var mellom 49 og 60 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2010 og 2011 (**figur 4.2.7**). De to siste årene har det vært en liten nedgang i samlet tetthet, men fremdeles har fangsten vært større enn 110 individer per 100 m<sup>2</sup>.



**Figur 4.2.7.** Gjennomsnittlig tetthet (antall individer fanget per 100 m<sup>2</sup>) ved én gangs overfiske av prøveflater) av ungfisk av laks og aure på seks nyrestaurerte gyteområder (bare tre ble undersøkt i 2021) i Aurlandselva i perioden 2010-2022. Stasjonene var fordelt langs elva fra Aurlandshallen til like nedenfor demningen på utløpet av Vassbygdvatn.

En sammenlikning av dette datasettet med NINA sitt datasett med hensyn til samlet tetthet/fangst av yngel og eldre ungfisk av aure og laks viser at det var en signifikant samvariasjon i utvikling i løpet av perioden 2010-2022 for både yngel ( $r = 0,64$ ;  $p = 0,016$ ) og eldre ungfisk ( $r = 0,72$ ;  $p = 0,005$ ). I begge datasettene økte tettheten/fangst av yngel fra 2010 og

fram til 2019 (**figur 4.2.8**). De siste tre årene har det imidlertid vært en relativt stor reduksjon i tetthet av yngel på NINA sitt stasjonsnett, mens yngelfangstene bare har vist en svak nedgang på NORCE sitt stasjonsnett. For eldre ungfisk var det en markert økning i fangst de første årene på NORCE sitt stasjonsnett, mens økningen i tetthet på NINA sitt stasjonsnett skjedde gradvis og var mindre markert. I begge datasettene har det vært en liten nedgang i tetthet/fangst av eldre ungfisk de to siste årene (**figur 4.2.8**).



**Figur 4.2.8.** Gjennomsnittlig beregnet tetthet (NINA:  $n/100 m^2$ ) eller fangst (NORCE:  $n/100 m^2$ ) av yngel (0+) og eldre ungfisk ( $\geq 1+$ ) av aure og laks i Aurlandselva på ulike stasjonstyper i perioden 2009-2022.

Økningen i yngeltetthet var altså noe større på NINA sitt stasjonsnett enn på NORCE sitt stasjonsnett fram til 2019, men begge undersøkelsene tyder på en økning av yngeltetthet i størrelsesorden 30-40 %. Økningen i tetthet av eldre ungfisk var vesentlig større på stasjonene nært gyteområdene. På de utlagte grusarealene ble det også lagt ut større rullestein (0,3-1 m) som skulle stabilisere gruslaget og gi skjul til ungfisk og gytefisk, noe som trolig gjorde at disse gyteområdene også fikk en økt skjulkapasitet sammenlignet med hva områdene hadde før tiltaket ble gjennomført.

Økningen i tetthet av årsyngel de første årene skyldes trolig både økning i mengde gyteareal og en økning i gytebestandene fram til 2013-2015 (se kapittel 5). Begge disse faktorene hadde en positiv virkning på rekrutteringen og det er vanskelig å vurdere den relative betydningen av de to enkeltfaktorene. Økningen i tetthet av yngel på NINA sitt stasjonsnett de første årene var imidlertid vesentlig større på stasjoner som lå nært gyteplasser enn på stasjoner som lå lengre unna (Ugedal mfl. 2019). At yngeltetthet økte langt mere på og i nærheten av gyteplasser mens den ikke endret seg mye langt fra gyteplasser, tyder på at økningen ikke bare er en effekt av økt gytebestand, men at den også er avhengig av mengde gyteareal og den romlige fordelingen av dette arealet. Økning i tetthet av eldre ungfisk av aure kan også knyttes til økt rekruttering av yngel, men er trolig også positivt påvirket av tiltakene for å øke mengden skjul i vassdraget.

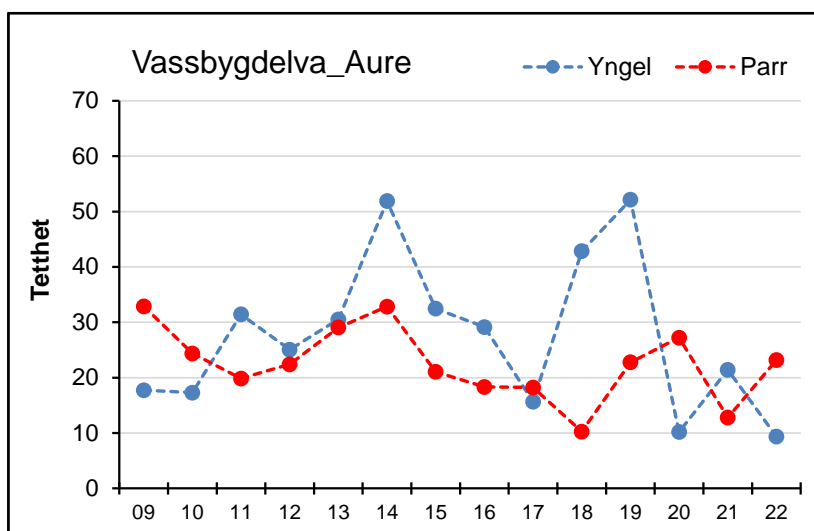
En nedgang i tetthet av yngel de siste årene skyldes trolig at gytebestanden av sjøaure og eggdeponeringen har avtatt (se kapittel 5). At nedgangen har vært mindre på NORCE sitt stasjonsnett kan skyldes at stasjonene ligger direkte på gyteplasser og at disse gyteområdene er av bedre kvalitet enn andre gyteområder i elva, og at NINA sitt stasjonsnett for elektrisk fiske også omfatter lokaliteter som har større avstand til gode gyteområder.

## 4.3 Utvikling i tetthet i Vassbygdelva 2009-2022

### 4.3.1 Aure

Den gjennomsnittlige tettheten av aureyngel i Vassbygdelva har variert mellom 9 og 52 individer per 100 m<sup>2</sup> i perioden 2009-2022. De høyeste tetthetene, om lag 50 yngel per 100 m<sup>2</sup>, ble registrert i 2014 og 2019, mens de laveste tetthetene, om lag 10 yngel per 100 m<sup>2</sup>, ble registrert i 2020 og 2022 (**figur 4.3.1**). I perioden sett under ett var det ingen signifikant lineær trend i utvikling i tetthet av aureyngel ( $R^2 = 0,20$ ;  $p = 0,15$ ).

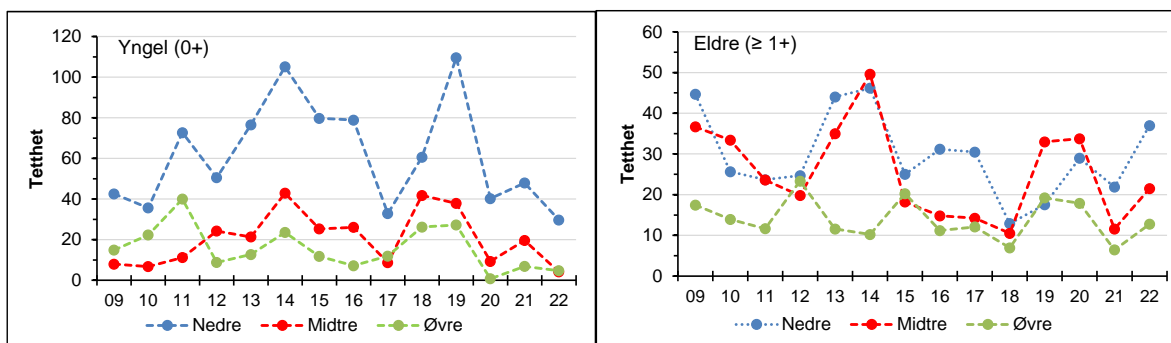
Den gjennomsnittlige tettheten av eldre aureunger i Vassbygdelva varierte mellom 10 og 33 individer per 100 m<sup>2</sup> i perioden 2009-2022. De laveste tetthetene ble registrert i 2018 og 2021. Den lave tettheten av eldre ungfisk i 2018 kan være påvirket av at det elektriske fisket dette året ble gjennomført i etterkant av en stor flom og ved noe høyere vannføring enn i tidligere år. Vannføringen i 2021 var også høyere enn i andre år, og høy vannføring gir lavere fangsteffektivitet ved elektrisk fiske. I perioden sett under ett var det en negativ, men ikke signifikant, trend i tetthet av eldre aureunger ( $R^2 = 0,20$ ;  $p = 0,10$ ).



**Figur 4.3.1.** Gjennomsnittlig beregnet tetthet (n/100 m<sup>2</sup>) av yngel (0+) og eldre ungfisk ( $\geq 1+$ ) av aure i Vassbygdelva i perioden 2009-2022. Hvert år ble det undersøkt åtte stasjoner. Tetthetene i 2018 kan være påvirket av at det elektriske fisket dette året ble gjennomført i etterkant av en stor flom og ved høyere vannføring enn i tidligere år. Vannføringen var også høyere enn i andre år i 2021.

I alle år ble det registrert aureyngel på alle de åtte stasjonene i Vassbygdelva med unntak av på én stasjon i 2020 (stasjon 21, noe oppstrøms Sitjandefossen). Tettheten av yngel har i alle år vært høyere i nedre del av elva enn i midtre og øvre del (**figur 4.3.2**). Tettheten av eldre ungfisk har gjennomgående vært lavere i øvre del av elva enn på de to andre strekningene i alle år. I 2013 og 2015 ble det plantet ut henholdsvis 10.000 og 13.000 øyerogn av aure ovenfor Sitjandefossen, men det er uklart hvor stor andel den utsatte fisken utgjorde av yngelen i dette området disse to årene fordi det også ble observert sjøaurer ved gytefisketellingene ovenfor fossen. I de andre årene må yngelen på disse to stasjonene nødvendigvis stamme fra naturlig gyting, men vi vet ikke hvor stor andel av yngelen som kommer fra stasjonæraure og sjøaure. Det er observert sjøaurer ved gytefisketellinger oppstrøms Sitjandefossen i mange år, men antallet har vært lavt.

I 2018 var det en markert nedgang i tetthet av eldre ungfisk sammenliknet med tidligere år, spesielt i nedre del av Vassbygdelva (**figur 4.3.2**). Det elektriske fisket i 2018 ble gjennomført ved noe høyere vannføring enn i tidligere år og i etterkant av en stor flom. Flommen førte til massetransport i elva og på en stasjon i de nedre deler av elva som opprinnelig hadde mye mose (stasjon 12), var mesteparten av mosen borte etter flommen. Tettheten av eldre aureunger var vesentlig lavere i 2018 på denne stasjonen enn i tidligere år. Den nederste stasjonen (stasjon 11) hadde også vesentlig lavere tetthet av eldre aureunger i 2018, men her var det ingen åpenbare endringer i bunnforhold som følge av flommen. Den lave tettheten av eldre aureunger i nedre deler av elva i 2018 kan derfor ha vært påvirket av forflytninger av ungfisk knyttet til forandringer i bunnforhold som følge av flommen.

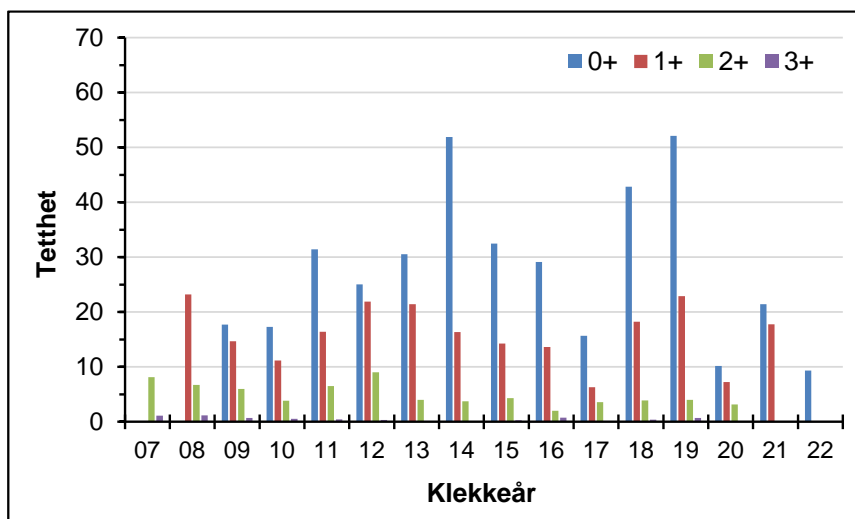


**Figur 4.3.2.** Gjennomsnittlig tetthet ( $n/100 \text{ m}^2$ ) av yngel (0+) og eldre ungfisk ( $\geq 1+$ ) av aure i ulike deler av Vassbygdelva i perioden 2009-2022. Nedre (blå): Nedenfor øverste terskel; Midtre (rød): Fra Belle Bru til Sitjandefossen; Øvre (grønn): Ovenfor Sitjandefossen.

### Årsklassestyrke

Årsklassestyrken til aureunger i Vassbygdelva har variert i perioden 2009-2022 (**figur 4.3.3**). I de fleste år er det samsvar mellom årsklassestyrke vurdert ut fra årsyngel (0+) og eldre aureunger (1+ og 2+).

De yngste auresmoltene vandrer ut av elva som to-åringer slik at variasjoner i tetthet av 2+ mellom år kan være påvirket av at andelen av to-årig smolt varierer mellom årsklasser. Vi har tidligere pekt på at utvikling i tetthet av aureunger i Vassbygdelva kan være påvirket av at ungfisk kan vandre ut av elva og ned i Vassbygdvatn på ulike livsstadier og at omfanget av nedvandring kan være tetthetsavhengig (Ugedal mfl. 2019). Dette gjør at det er vanskelig å dra sikre konklusjoner om den tettheten vi registrerer av eldre aureunger i elva fanger opp det virkelige bidraget aure som klekkes Vassbygdelva har for produksjonen av auresmolt i vassdraget.



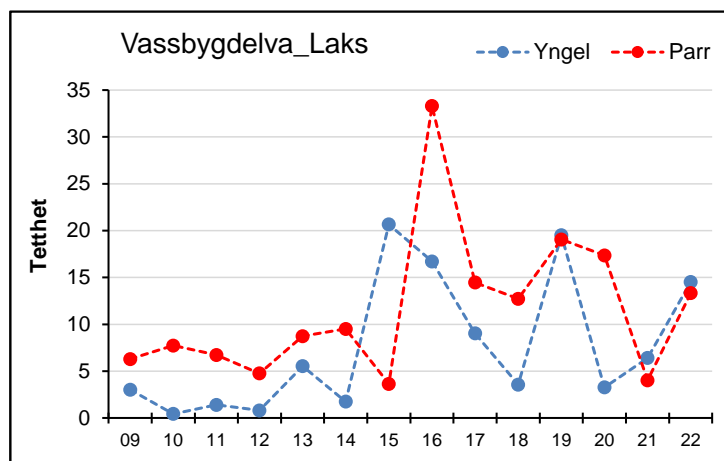
**Figur 4.3.3.** Gjennomsnittlig beregnet tetthet ( $n/100 \text{ m}^2$ ) av aureunger med ulik alder i Vassbygdelta. Tetthetene er gruppert etter klekkeår, slik at figuren viser utvikling av tetthet av hver årsklasse ved ulik alder. For årsklassen som klekket i 2021 har vi derfor foreløpig bare tetthet ved alder 0+ i 2021 og 1+ i 2022, mens 2+ vil bli fanget i 2023.

### 4.3.2 Laks

Den gjennomsnittlige tettheten av lakseyngel i Vassbygdelta har variert mellom 0,5 og 21 individer per  $100 \text{ m}^2$  i perioden 2009-2022. De høyeste tetthetene, om lag 20 yngel per  $100 \text{ m}^2$ , ble registrert i 2015 og 2019, mens de laveste tetthetene, om lag 1 yngel per  $100 \text{ m}^2$ , ble registrert i 2010-2012 (**figur 4.3.4**). I perioden sett under ett var det en positiv, men ikke signifikant, trend i utvikling i tetthet av lakseyngel ( $R^2 = 0,22$ ;  $p = 0,089$ ). Variasjonen i tetthet av lakseyngel over tid er i stor grad påvirket av omfanget av rognplanting i elva.

Den gjennomsnittlige tettheten av eldre laksunger i Vassbygdelta varierte mellom 4 og 33 individer per  $100 \text{ m}^2$  i perioden 2009-2022. Den høyeste tettheten ble registrert i 2016, og ungfiskbestanden dette året var dominert av 1+ som stammer fra gyting i 2014 som ga opphav til en sterk yngelårsklasse i 2015. Tettheten av eldre laksunger har gjennomgående vært høyere i perioden 2016-2022 enn i perioden 2009-2015, noe som i stor grad kan forklares med at det var stans i rognplantingene i årene 2010-2014. Det ble registrert lav tetthet av eldre laksunger i 2021, men dette kan skyldes at vannføringen ved det elektriske fisket var høyere enn i andre år, og at tetthetene er undervurdert. I perioden sett under ett var det en positiv, men ikke signifikant, trend i utvikling i tetthet av lakseparr ( $R^2 = 0,13$ ;  $p = 0,20$ ).





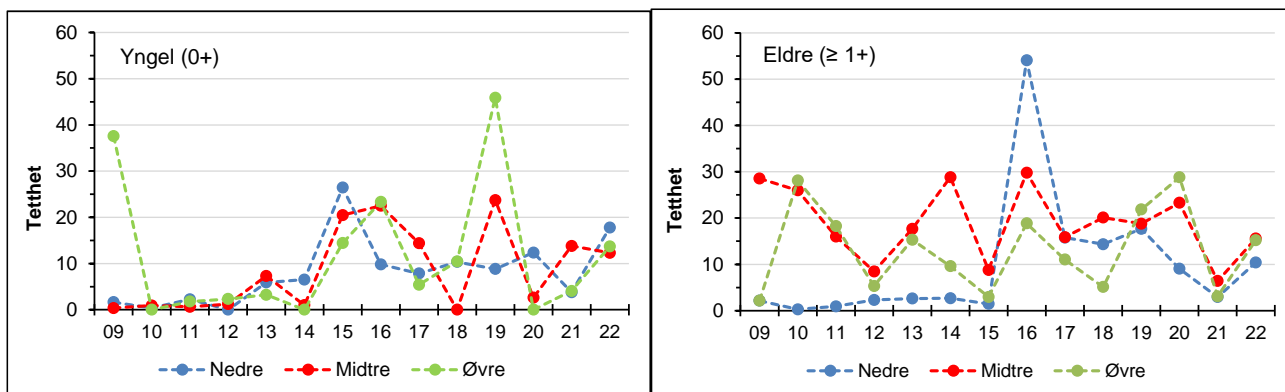
**Figur 4.3.4.** Gjennomsnittlig tetthet (n/100 m<sup>2</sup>) av yngel (0+) og eldre ungfisk ( $\geq 1+$ ) av laks i Vassbygdelva i perioden 2009-2022. Tetthetene i 2018 kan være påvirket av at det elektriske fisket dette året ble gjennomført i etterkant av en stor flom og ved høyere vannføring enn i tidligere år. Tetthetene i 2021 kan også være undervurdert på grunn av høy vannføring ved elektrisk fiske.

I Vassbygdelva har rekrutteringen av laks vært variabel i perioden 2009-2022 (**figur 4.3.4**). I 2009 ble det funnet årsyngel på fem av de åtte stasjonene som er undersøkt i hele perioden, men tetthetene var lave med unntak av på de to stasjonene ovenfor Sitjandefossen (**figur 4.3.5**). Dette året ble det plantet ut 30.000 øyerogn av laks ovenfor fossen. Utsettingene av øyerogn i 2008 og 2009 år påvirket tetthet og forekomst av eldre laksunger, i alle fall i den øvre og midtre delen av Vassbygdelva, også i årene 2009-2012.

I årene 2010-2012 var tettheten av yngel svært lav i alle deler av Vassbygdelva. I 2015 og 2016 ble det registrert lakseyngel på alle de åtte undersøkte stasjonene, mens det i 2018 ikke ble funnet yngel på de tre stasjonene i midtre del av elva (**figur 4.3.5**). Fra 2003 til 2009 ble det årlig plantet øyerogn av laks i Vassbygdelva hovedsakelig oppstrøms Sitjandefossen (se **tabell 2.2.1**), og i 2009 ble det registrert høy yngeltetthet i denne øvre delen av elva, mens det var svært lav yngeltetthet i midtre og nedre deler. I årene 2010-2015 ble det ikke plantet lakserogn i den øvre delen av elva. Med unntak av 2010 og 2014 og 2020 ble det registrert lakseyngel oppstrøms Sitjandefossen i alle år. I 2015 og 2016 ble det imidlertid funnet lave tettheter av 1+ og 2+ fra klekking i 2014 på den nederste av de to stasjonene oppstrøms Sitjandefossen, slik at det trolig også var gyting av laks her høsten 2013. Det ble ikke funnet eldre laksunger som stammer fra klekking i 2010 oppstrøms Sitjandefossen. Resultatene viser altså at det også skjer naturlig gyting av laks i denne delen av elva i alle fall i enkelte år.

I årene 2010-2013 og 2015 ble det ikke lagt ut øyerogn av laks i Vassbygdelva. I 2014 ble det lagt ut 10.000 øyerogn nederst i elva, mens utleggene i 2016-2018 skjedde ovenfor Sitjandefossen og i de to restaurerte sideløpene. I 2019-2022 ble det også lagt ut rogn både ovenfor og nedenfor Sitjandefossen og i de restaurerte sideløpene. I 2015 ble det registrert relativt høye tettheter av lakseyngel (0+) i alle de tre delene av elva, til tross at det ikke ble lagt ut øyerogn dette året. En betydelig flom i oktober 2014 førte til omfattende masseflytninger i Vassbygdelva (Ugedal mfl. 2019). Denne flommen skjedde før laksegytinga og de relativt høye tetthetene av lakseyngel i 2015 tyder på at gytingen var vellykket og at overlevelsen på den lakserogna som ble gytt etter flommen høsten 2014 var relativt høy. Flommen førte til en markert økning i gyteareal i Vassbygdelva (Ugedal mfl. 2019), og resultatene tyder altså på at dette hadde positiv effekt på rekrutteringen av villaks som gytte allerede samme høst.

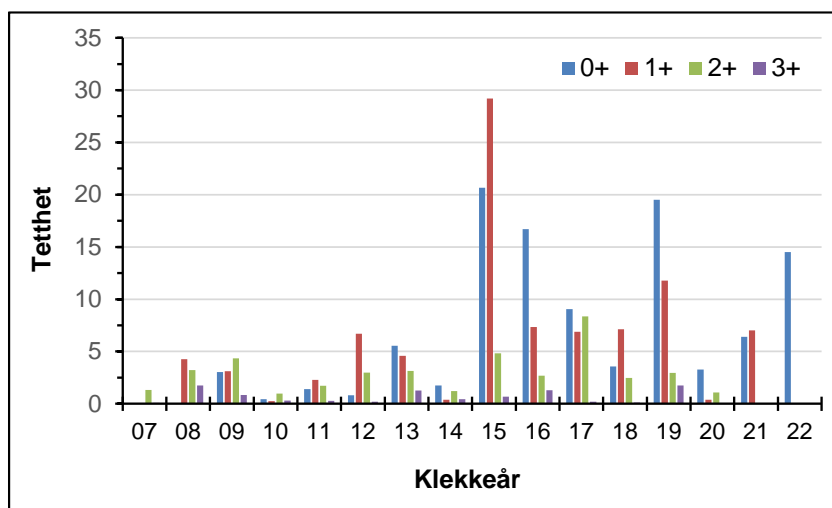




**Figur 4.3.5.** Gjennomsnittlig beregnet tetthet ( $n/100\text{ m}^2$ ) av yngel (0+) og eldre ungfisk ( $\geq 1+$ ) av laks i ulike deler av Vassbygdelva i perioden 2009-2022. Nedre (blå): Nedenfor øverste terskel; Midtre (rød): Fra Belle Bru til Sitjandefossen; Øvre (grønn): Ovenfor Sitjandefossen.

### Årsklassestyrke

Det var lav rekruttering av laks i Vassbygdelva i perioden 2009-2014, og mange av årsklassene som klekte i perioden 2010-2014 var svært svake (**figur 4.3.6**). Rognplantingene ble tatt opp igjen i 2014 med et fåtall rogn satt ut dette året, men antallet ble økt betydelig fra 2016 og utover (**tabell 2.2.1**). Dette har gitt økt rekruttering av laks og opphav til gjennomgående sterkere årsklasser de siste sju-åtte årene sammenlignet med årene før. Den sterke årsklassen som klekket i 2015 (gyting i 2014) stammer imidlertid fra gyting av villaks. Årsklassen som klekket i 2020 var imidlertid svak til tross for at det ble plantet et betydelig antall øyerogn dette året. Rekrutteringen av aure fra samme årsklasse var også lavere enn i andre år i Vassbygdelva (**figur 4.3.3**) slik at det av en eller annen grunn synes å ha vært ugunstige miljøforhold for rekruttering dette året. Alt i alt viser resultatene at kultivering med utplanting av øyerogn i Vassbygdelva og i sidebekker (Pulg mfl. 2023) gir et viktig bidrag til å opprettholde en rimelig høy lakseproduksjon i denne delen av vassdraget.

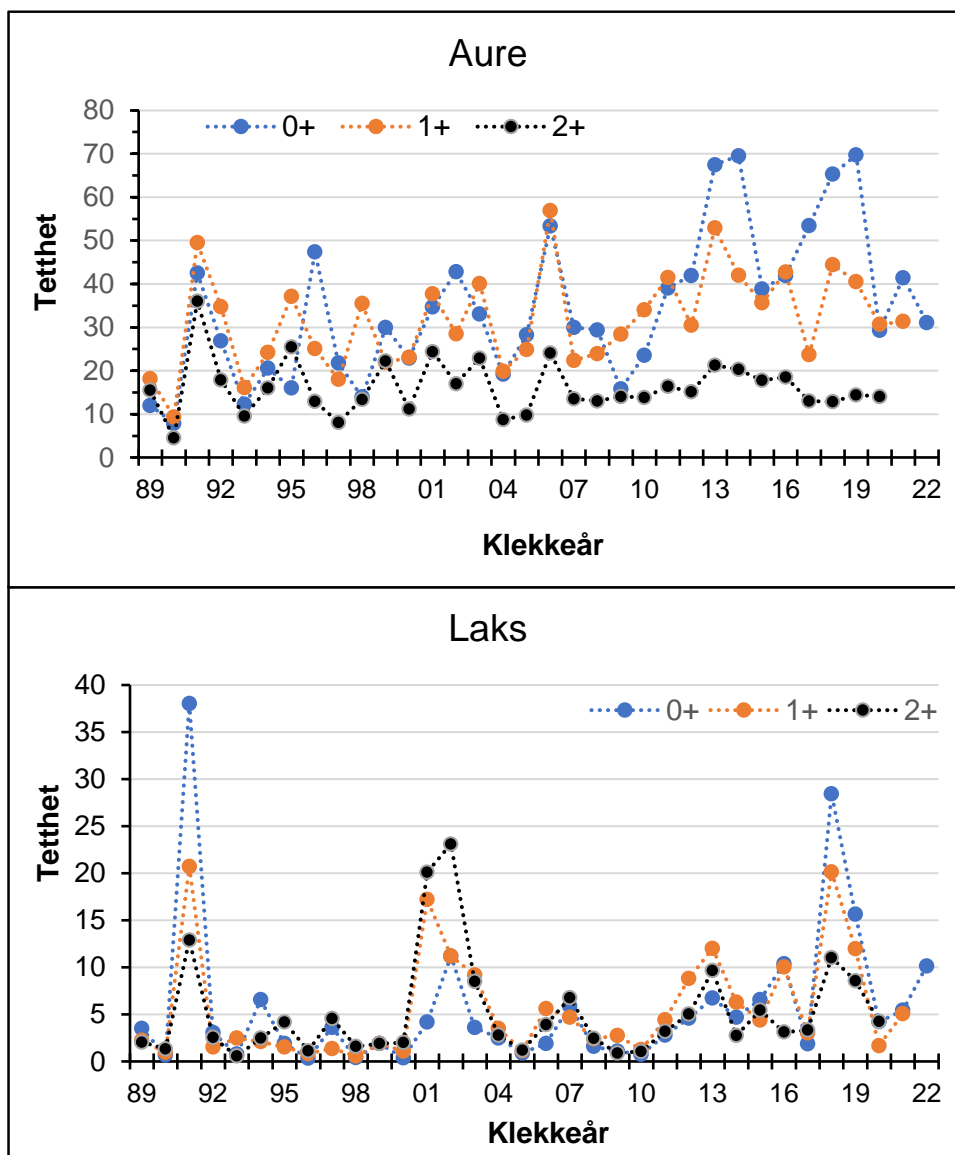


**Figur 4.3.6.** Gjennomsnittlig beregnet tetthet ( $n/100\text{ m}^2$ ) av laksunger med ulik alder i Vassbygdelva. Tetthetene er gruppert etter klekkeår, slik at figuren viser utvikling av tetthet av hver årsklasse ved ulik alder. For årsklassen som klekket i 2021 har vi derfor foreløpig bare tetthet ved alder 0+ i 2021 og 1+ i 2022, mens 2+ vil bli fanget i 2023.

## 4.4 Langtidsutvikling i ungfisktetthet

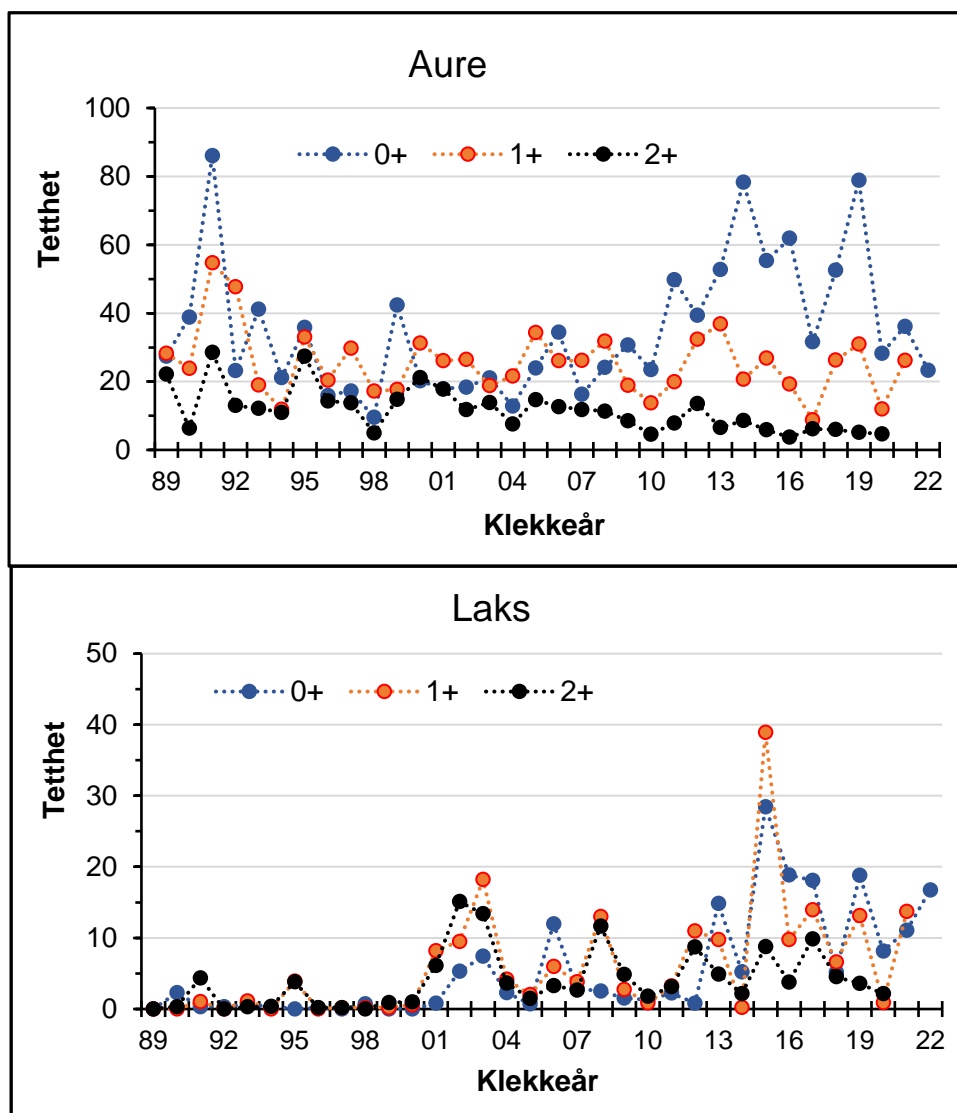
Det er gjennomført elektrisk fiske i Aurlandselva og Vassbygdelva årlig fra og med 1989. I Aurlandselva har styrken av ulike årsklasser av aure variert en del gjennom tidsserien (**figur 4.4.1**). De to årsklassene som klekket i 1989 og 1990 (gyting i 1988 og 1989) framstår som to av de svakeste i tidsserien. Dette kan delvis skyldes at disse årsklassene måtte konkurrere med klekkerismolt av sjøaure som ble stående igjen i elva uten å vandre ut etter utsetting (Jensen mfl. 1993, Sægrov mfl. 2000). Det har vært en signifikant økning i gjennomsnittlig tetthet av årsyngel (lineær regresjon,  $R^2 = 0,35$ ,  $p < 0,001$ ) og ettåringer (1+) ( $R^2 = 0,15$ ,  $p = 0,026$ ) på de seks stasjonene i perioden 1989-2022. For toåringer (2+) var det ingen lineær tidstrend i utvikling av tetthet ( $p = 0,76$ ).

Hos laks har det vært stor variasjon i årsklassestyrke i perioden 1989-2022 (**figur 4.4.1**). Med unntak av årsklassen som klekket i 1991 (gyting i 1990) var alle årsklasser på 1990-tallet relativt svake. Årsklasse 1991 var til gjengjeld en av de sterkeste i hele undersøkelsesperioden. Årsklassene klekket i 2001-2003 var også blant de mest tallrike i tidsserien. I de siste 10 årene har tettheten av laksunger gjennomgående vært høyere enn gjennomsnittet for hele tidsperioden. Årsklassene som ble klekt i 2018 og 2019 var begge tallrike og årsklassene 2013-2016 var også over gjennomsnittet sterke, mens årsklassen som ble klekt i 2017 synes å være svakere. Det var ingen lineær tidstrend i utvikling av tetthet for noen av de tre aldersgruppene hos laks ( $R^2 < 0,06$ ,  $p > 0,18$ ) hvis vi analyserer hele tidsserien. Hvis vi ser bort fra den svært tallrike 1991 årsklassen, og beregner utvikling fra og med 1992 årsklassen, har det vært en signifikant økning i gjennomsnittlig tetthet av årsyngel (lineær regresjon,  $R^2 = 0,22$ ;  $p = 0,007$ ) og ettåringer (1+) ( $R^2 = 0,16$ ,  $p = 0,029$ ), mens det for toåringer (2+) ikke var noen lineær tidstrend i utvikling av tetthet ( $p = 0,57$ ).



**Figur 4.4.1.** Gjennomsnittlig beregnet tetthet ( $n/100\text{ m}^2$ ) for ungfisk (0+, 1+ og 2+) fra ulike årsklasser av aure og laks i Aurlandselva i perioden 1989-2022. Tallene er basert på et gjennomsnitt for seks stasjoner som har blitt fisket i hele perioden (se **vedlegg 1**). Resultater for årene 1989-2008 er hentet fra rapporter utarbeidet av Rådgivende Biologer (Sægrov mfl. 2000, 2007, Hellen mfl. 2009).

I Vassbygdelva har årsklassestyrken til aure variert en god del i løpet av undersøkelsesperioden (**figur 4.4.2**). Årsklassen som ble klekt i 1991 var svært tallrik, men det var også flere svakere årsklasser på 1990-tallet. Hele perioden sett under ett var det ingen lineær tidstrend i utvikling i tetthet av årsyngel og ettåringer ( $R^2 < 0,08$ ;  $p > 0,11$ ), mens det var en signifikant nedgang for toåringer ( $R^2 = 0,41$ ;  $p < 0,001$ ). Disse resultatene må imidlertid tolkes med varsomhet fordi det bare ble undersøkt tre stasjoner i perioden 1989-1996. Hvis vi bare benytter data fra 1997 (dvs. seks stasjoner fisket) har det vært en økning i tetthet av årsyngel ( $R^2 = 0,32$ ;  $p = 0,002$ ) og en nedgang i tetthet av toåringer ( $R^2 = 0,46$ ;  $p < 0,001$ ) mens det ikke var noen lineær tidstrend i utvikling av ettåringer ( $p = 0,56$ ). Tettheten av toåringer (2+) i elva om høsten kan være påvirket av at de største individene vandrer ned i Vassbygdevatn eller kanskje også ut av vassdraget som toårig smolt. Denne andelen kan variere mellom år.



**Figur 4.4.2.** Gjennomsnittlig beregnet tetthet ( $n/100 \text{ m}^2$ ) for ungfisk (årsyngel (0+), ettåringer (1+) og toåringer (2+)) fra ulike årsklasser av aure og laks i Vassbygdelva nedenfor Sitjandefossen i perioden 1989-2022. Tallene er basert på et gjennomsnitt for tre stasjoner i perioden 1989-1996 og seks stasjoner deretter (se **vedlegg 1**). Resultater for årene 1989-2008 er hentet fra rapporter utarbeidet av Rådgivende Biologer (Sægrov mfl. 2000, 2007, Hellen mfl. 2008 og 2009).

I Vassbygdelva har det vært en signifikant økning i gjennomsnittlig tetthet av årsyngel (lineær regresjon,  $R^2 = 0,47$ ,  $p < 0,001$ , ettåringer (1+) ( $R^2 = 0,25$ ,  $p = 0,003$ ) og toåringer (2+) ( $R^2 = 0,14$ ,  $p = 0,037$ ) av laks i perioden 1989-2022 (**figur 4.4.2**). Fram til årtusenskiftet ble det registrert svært lav tetthet av laksunger i Vassbygdelva. Tetthetene økte mye på første halvdel av 2000-tallet og årsklassene klekt i 2001-2003 ga opphav til vesentlig høyere tetthet av eldre laksunger enn de foregående 12 årsklassene. Denne økningen sammenfaller med økt lakseinnslag til vassdraget i årene 2000-2002 (se kapittel 5). I tillegg ble det plantet ut øyerogn av laks i Vassbygdelva i perioden 2003-2009 (se **tabell 2.2.1**). Det var også en markert økning i rekruttering av laksunger fra og med 2014. Denne økningen sammenfaller med at gytebestanden av laks i Vassbygdelva var noe mer tallrik i perioden 2012-2017 og at rognplantingen ble gjenopptatt og har vært økende de siste årene (se **tabell 2.2.1**). En

økning i ungfiskbestanden av laks i Vassbygdelva de siste årene er positivt påvirket av denne kultiveringen.

Langtidsutviklingen i tetthet av presmolt, det vil si ungfisk som sannsynligvis vil vandre til sjøen kommende vår, i Aurlandselva er basert på resultatene fra de seks stasjonene som er fisket i alle år fra og med 1989. I Vassbygdelva kan utviklingen vurderes fra fisket på tre stasjoner i perioden 1989-1996 og fisket på seks stasjoner fra og med 1997. Alle disse stasjonene ligger nedenfor Sitjandefossen. I disse analysene har vi benyttet samme definisjon av presmolt som Rådgivende Biologer har brukt (se Sægrov mfl. 2007) for å sammenlikne våre resultater fra 2009-2022 med resultatene fra tidligere år.

Tettheten av presmolt aure har økt ( $R^2 = 0,67$ ;  $p < 0,001$ ) i Aurlandselva i perioden 1989-2022 (**figur 4.4.3**). Tettheten av presmolt var lav i 1989-1992 med et gjennomsnitt på 2,9 individer per 100 m<sup>2</sup>, og økte betydelig i perioden 1993-2000 til et gjennomsnitt på 8,8 individer per 100 m<sup>2</sup>. Fra og med 2001 har tetthetene vært på et gjennomgående høyere nivå enn i årene før med gjennomsnitt over 12 individer per 100 m<sup>2</sup> i alle år. Resultatene tyder også på at tettheten av presmolt har økt noe de siste 14 årene, med et gjennomsnitt på 18,2 individer per 100 m<sup>2</sup> i 2009-2022 sammenliknet med årene 2001-2008 som hadde et gjennomsnitt på 15,5 individer per 100 m<sup>2</sup>. Nedgangen i gytefisk av sjøaure de siste årene kan derfor ikke tilskrives redusert ungfiskproduksjon i Aurlandselva.

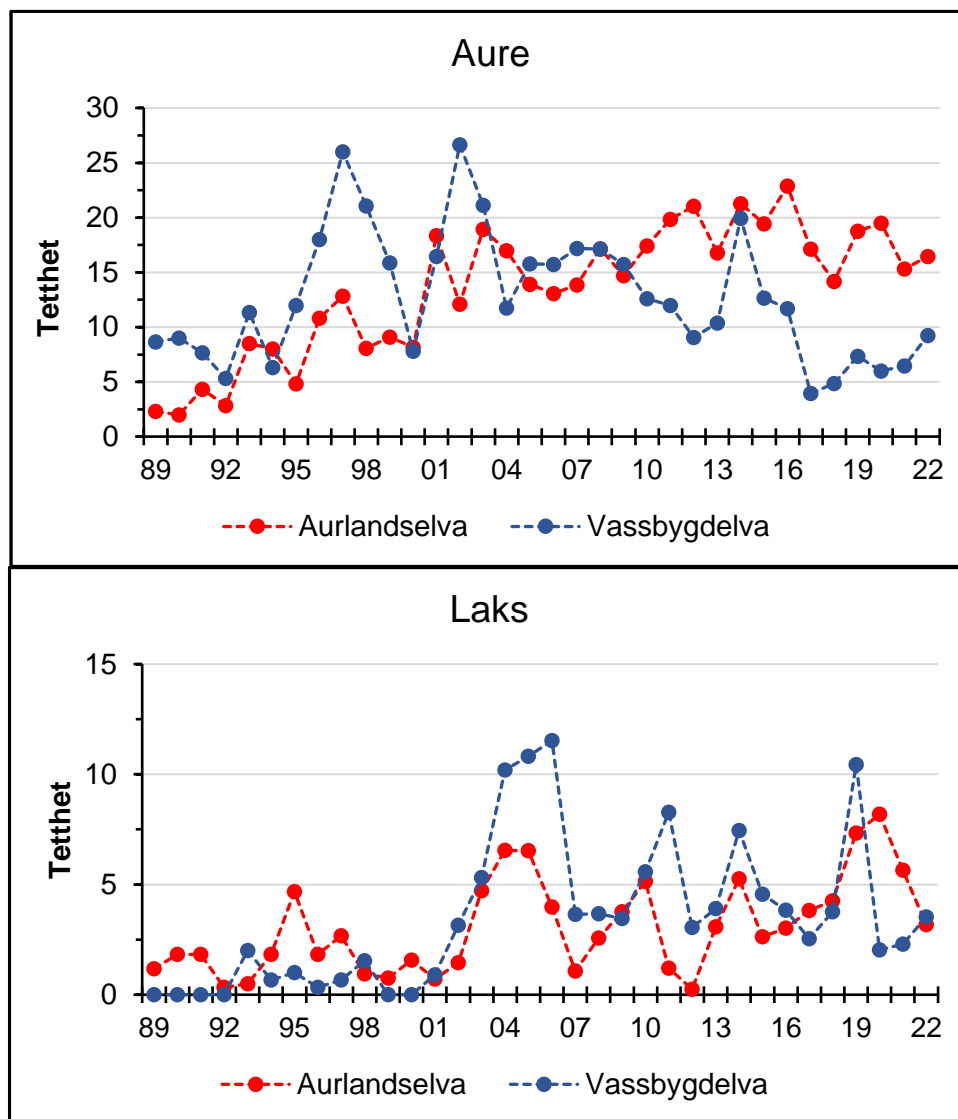
Tettheten av presmolt aure har vært mer variabel i Vassbygdelva og uten noen signifikant lineær tidstrend ( $p = 0,24$ ) perioden 1998-2022 sett under ett (**figur 4.4.3**). Tettheten var gjennomgående lavere enn 10 individer per 100 m<sup>2</sup> fra 1998-1995. Tetthetene økte markert etter at de frivillige vannslippene i tørkeperioder ble satt i verk fra og med vinteren 1995/96. De høyeste tetthetene, om lag 25 individer per 100 m<sup>2</sup> ble registrert i 1997 og 2002. Lavere tetthet i 2000 kan skyldes at resultatene dette året ble påvirket av arbeidene med å modifisere elveleiet (Sægrov mfl. 2007). Fra og med 2001 til og med 2009 var tettheten gjennomgående noe høyere i Vassbygdelva enn i Aurlandselva, mens tetthetene har vært lavere i Vassbygdelva de siste 13 årene, med unntak av i 2014. De siste fire årene har gjennomsnittlig tetthet (snitt av snitt) vært høyere i Aurlandselva enn i Vassbygdelva med henholdsvis 17,5 og 7,3 presmolt per 100 m<sup>2</sup> i de to elvene. Den gjennomsnittlige tettheten av presmolt og annen ungfisk i Vassbygdelva kan være noe undervurdert de siste fem årene sammenliknet med mange tidligere år på grunn av høy vannføring ved det elektriske fisket i 2018 og 2021.

Tettheten av presmolt laks har økt i perioden 1998-2022 både i Aurlandselva ( $R^2 = 0,30$ ;  $p < 0,001$ ) og i Vassbygdelva ( $R^2 = 0,22$ ;  $p = 0,004$ ). Utviklingen over tid har store likhetstrekk i de to elvene (**figur 4.4.3**) med en signifikant positiv samvariasjon (Pearsons  $r = 0,58$ ;  $p < 0,001$ ). Tettheten var gjennomgående høyere i Aurlandselva enn i Vassbygdelva fram til og med 2001, mens etter det var de gjennomsnittlige tetthetene gjennomgående høyere på de seks stasjonene nedenfor Sitjandefossen i Vassbygdelva enn på de seks stasjonene i Aurlandselva fram til 2012. Antallet presmolt synes å ha vært størst i årene 2003-2006 i begge elvene. De siste fire årene har gjennomsnittlig tetthet (snitt av snitt) vært noe høyere i Aurlandselva enn i Vassbygdelva med henholdsvis 6,1 og 4,6 presmolt per 100 m<sup>2</sup> i de to elvene. Resultatene tyder på at det har vært en varierende, men ikke ubetydelig smoltproduksjon av laks i vassdraget de siste 20 årene.

Ugedal mfl. (2019) gjorde grove overslag over smoltproduksjonen i vassdraget basert på tetthet av presmolt registrert ved elektrisk fiske (oppskalering) for perioden 2009-2018. De skrev: «Hvis vi antar en vinterdødelighet på 30-50 % så tilsier vår oppskalering at det i gjennomsnitt skulle ha vandret ut fra 8500 til 11.800 auresmolt og fra 4200 til 5900 laksesmolt fra vassdraget hvert år i perioden 2009-2018. Dette vil være et underestimat fordi det også vil finnes presmolt i Vassbygdvatn som ikke fanges opp av vår undersøkelse.

Undervurderingen vil av den grunn trolig være større for aure enn for laks. På den andre siden skjer det også dødelighet av smolt under utvandring, noe som også vil bidra til at det antallet som vandrer ut i sjøen kan være lavere enn vurderinger basert på antall presmolt om høsten og sannsynlig vinterdødelighet i ferskvann. Alt i alt tyder våre beregninger på at det i mange år kan ha vandret ut mer enn 10.000 auresmolt de siste ti årene, mens det for laks trolig har vært minst 5000 individer de beste årene».

Resultatene fra de siste årene tyder på at smoltproduksjonen ikke har blitt vesentlig endret, og at smoltproduksjonen av både aure og laks har vært omtrent like tallrik de fire siste årene som i årene før. Disse overslagene over mulig antall smolt som vandrer ut av vassdraget er beheftet med stor usikkerhet som diskutert i Ugedal mfl. (2019).



**Figur 4.4.3.** Gjennomsnittlig beregnet tetthet ( $n/100 \text{ m}^2$ ) for presmolt av aure og laks i Aurlandselva og i Vassbygdelva nedenfor Sitjandefossen i perioden 1989-2022. Tallene for Vassbygdelva er basert på et gjennomsnitt for tre stasjoner i perioden 1989-1996 og seks stasjoner deretter, mens tallene for Aurlandselva er basert på et gjennomsnitt for seks stasjoner (se **vedlegg 1**). Resultater for årene 1989-2008 er hentet fra rapporter utarbeidet av Rådgivende Biologer (Sæggrov mfl. 2000, 2007, Hellen mfl. 2009).

## 4.5 Oppsummering

I Aurlandselva økte tettheten av både yngel og eldre ungfisk av aure med om lag 30 % på NINA sitt stasjonsnett langs elvebredden i løpet av perioden 2009-2019. Økningen i tetthet av ungfisk skyldes trolig både økning i mengde gyteareal og en økning i gytebestanden, og tettheten av eldre ungfisk kan trolig også være positivt påvirket av tiltakene for å øke mengden skjul i vassdraget. De siste tre årene har det vært noe redusert rekruttering av aureyngel, trolig som følge av at gytebestanden er redusert, og dette har også ført til en gradvis avtakende tetthet av eldre aureunger. Utviklingen i ungfisktetthet på NORCE sitt stasjonsnett på og ved restaurerte gyteområder var i store trekk lik utviklingen på NINA sitt stasjonsnett, men nedgangen i tetthet av yngel og eldre ungfisk har vært mindre på disse områdene de siste tre årene.

Tettheten av presmolt aure, det vil si ungfisk som sannsynligvis vil vandre til sjøen kommende vår, har økt noe i Aurlandselva perioden 1989-2022. Resultatene tyder på at produksjonen av auresmolt har vært relativt høy fra og med 2001, men likevel noe økende de siste 14 årene.

I Vassbygdelva økte den gjennomsnittlige tettheten av aureyngel fra 2010 og frem mot en topp i 2019, og har deretter avtatt. Redusert rekruttering i de siste tre årene skyldes trolig redusert antall gytefisk og mindre eggdeponering. I perioden 2009-2022 var det en svak negativ trend i tetthet av eldre ungfisk av aure.

Tettheten av presmolt aure har vært variabel i Vassbygdelva og uten noen signifikant tids-trend i perioden 1989-2022 sett under ett. Tettheten var gjennomgående lav fra 1989-1995 og økte markert etter at det frivillige vannslippet i tørkeperioder ble satt i verk fra og med vinteren 1995/96. De høyeste tetthetene, ble registrert i 1997 og 2002, men deretter har tetthetene avtatt. Fra og med 2001 til og med 2009 var tettheten av presmolt aure gjennomgående noe høyere i Vassbygdelva enn i Aurlandselva, mens tetthetene har vært lavere i Vassbygdelva de siste 13 årene med unntak av i 2014. Lavere tettheter av presmolt av aure i Vassbygdelva kan være noe påvirket av ugunstige forhold ved fisket og/eller endringer i elvebunn og produksjonsforhold i elva de siste årene. I tillegg kan utviklingen av auretetthet i Vassbygdelva de siste 15 årene være negativt påvirket av økt konkurranse med laks. Dette kan ha gitt større og tidligere nedvandring av aureunger til Vassbygdvatn og/eller økt dødelighet.

I Aurlandselva har det vært stor variasjon i årsklassestyrke hos laks i perioden 1989-2022. Med unntak av årsklassen som klekket i 1991 (gyting i 1990) var alle årsklasser på 1990-tallet relativt svake. Årsklasse 1991 var til gjengjeld en av de sterkeste i hele undersøkelsesperioden. Årsklassene klekket i 2001-2003 var også blant de mest tallrike i tidsserien. I de siste seks årene har tettheten av laksunger gjennomgående vært høyere enn gjennomsnittet for hele tidsperioden. Alt i alt tyder resultatene på at produksjonen av laks i Aurlandselva de siste 14 årene har vært høyere enn i flesteparten av de tidligere årene i perioden 1989-2022, med unntak av årene 2003-2006 da den var på samme nivå som i dag.

Fram til årtusenskiftet ble det registrert svært lav tetthet av laksunger i Vassbygdelva. Tetthetene økte mye på første halvdel av 2000-tallet og årsklassene som klekket i 2001-2003 ga opphav til vesentlig høyere tetthet av eldre laksunger enn de foregående 12 årsklassene. Denne økningen sammenfaller med økt lakseinnsig til vassdraget i årene 2000-2002. I tillegg ble det plantet ut øyerogn i Vassbygdelva i perioden 2003-2009 og denne kultiveringen, hadde stor positiv betydning for utviklingen i ungfiskbestanden av laks i de påfølgende årene. Rognplantingene i Vassbygdelva startet opp igjen i 2013 og ble videreført i 2015-2022, og disse sammen med noe økt gytebestand i 2014-2017 og økt gyteareal har gitt økte tettheter av både yngel og eldre ungfisk de siste seks årene. Vurdert ut fra tetthet av ungfisk

og presmolt var ungfiskbestanden av laks noe større i Vassbygdelva i årene 2003-2006 enn den har vært de siste årene.

Tettheten av presmolt laks har økt i perioden 1998-2022 både i Aurlandselva og Vassbygdelva. Utviklingen over tid har store likhetstrekk i de to elvene med en signifikant positiv samvariasjon. Den naturlige lakseproduksjonen i vassdraget er begrenset av antall gytefisk og ungfiskproduksjonen varierer derfor med innsiget av laks og omfanget av rognplanting. Økt produksjon av laks i Vassbygdelva har i stor grad vært avhengig av utlegging av øyerogn og vil trolig også være det i årene framover.



## 5 Voksen fisk

I dette kapitlet presenterer vi resultater fra gytefisktelinger i Aurlandsvassdraget i perioden 2009-2022. Deretter diskuterer vi langtidsutviklingen i bestandene basert på fangststatistikk og beregning av årlig innsig (oppvandring) av voksen sjøaure og laks i vassdraget. For voksen fisk sammenlikner vi utviklingen i gytebestander og innsig til Aurlandsvassdraget med de to nabovassdragene Flåmselva og Nærøydalselva samt flere elver i Sognefjorden. Til slutt gir vi en diskusjon og vurdering av dagens status til bestandene. Framstillingen av den historiske utviklingen av bestandene er i store trekk den samme som i forrige oppsummeringsrapport (Ugedal mfl. 2019), men analyser og vurderinger er i denne rapporten supplert med data fra de siste fire årene samt diskusjon av nye vurderinger og resultater fra andre publiserte kilder.

### 5.1 Metoder

Utviklingen i bestandene av voksen fisk i Aurlandsvassdraget har blitt fulgt ved hjelp av fangststatistikk og tellinger av gytefisk. I den offisielle fangststatistikken er det opplysninger om både antall og vekt av laks og sjøaurer som er fanget fra og med 1969. Laksen ble fredet fra og med 1989, med unntak av i 2007, og det er bare sporadiske fangster av laks som er registrert etter 1989. Fra og med 2011 gir fangststatistikken også opplysninger om antall og vekt av både avlivet fisk og gjenutsatt fisk. Det forekom muligens noe gjenutsetting av sjøaurer også i årene før 2011, men omfanget er usikkert og det er usikkert om dette inngikk i rapporterte fangster.

Tellinger av gytefisk har blitt gjennomført årlig siden 1964, med unntak av i 1994, 1995 og 1997. Fram til og med 1993 skjedde tellingen ved observasjoner fra elvebredden (Sættem 1995), mens det i 1996 og 1998-2022 har blitt gjennomført gytefisktelinger ved snorkling (drivtelinger). Drivtellingene ble gjennomført av Rådgivende Biologer fram til og med 2008 og deretter av NORCE-LFI.

Drivtelling gjennomføres med utgangspunkt i Norsk Standard NS 9456:2015. Tellingene utføres ved at én eller flere personer svømmer/driver nedover elven iført tørr- eller våtdrakt og snorkelutstyr. Avhengig av elvens bredde og siktforhold driver én eller flere personer parallelt for å best mulig dekke hele elvens profil. Observasjoner av fisk blir fortløpende skrevet ned og merket av på vannfaste blokker og kart.

Observasjonene av sjøaurer i Aurlandsvassdraget i perioden 2009-2022 har blitt delt inn i følgende sju størrelseskategorier: <1 kg, 1-2 kg, 2-3 kg, 3-4 kg, 4-5 kg, 5-6 kg og >6 kg. Ved tidligere drivtelinger i vassdraget har det blitt benyttet fire kategorier (Sægvog mfl. 2007). Laksen deles inn i følgende størrelseskategorier: Smålags (<3 kg), mellomlags (3-7 kg) og storlags (>7 kg). Rømt oppdrettslaks skilles fra villaks ut fra morfologiske karakterer som kroppsfasong, pigmentering og finneslitasje. I mange tilfeller vil det likevel ikke være mulig å identifisere oppdrettslaks utelukkende basert på utseende slik at antall rømt oppdrettslaks kan bli underestimert.

Under gytefisktelling er det naturlig å regne med at noen fisk klarer å unngå drivtellerne, eller stå plassert slik at de ikke vil være mulig å observere, f.eks. under store blokker på bunnen av dype kulper. Generelt er det derfor rimelig å anta at drivtelling vil gi minimumsestimater av gytebestanden. Underestimeringen vil ofte være størst i brede, vannrike elveavsnitt og i store, dype kulper med mørk bunn. Vær- og lysforhold, i tillegg til sikten i vannet er også avgjørende for telleresultatet, samt at tellingene gjøres i perioden da fisken er på gyteplassene. I Aurlandselva har gytefiskteltingene blitt gjennomført i omtrent samme tidsrom (23.-30. oktober) hvert år etter 2008, under lignende vannføringsforhold (4,0-6,0 m<sup>3</sup>/s) og

gode siktforhold (ca. sju m). Andel observert fisk har blitt anslått til minst 80 % siden 2009. I Vassbygdelva er det mer varierende vannføringsforhold og her gytefisktelinger blitt gjennomført mellom 20. oktober og 15. november ved vannføringer mellom 0,7 og 2,0 m<sup>3</sup>/s. Også her ble andel observert fisk anslått til minst 80 % siden 2009.

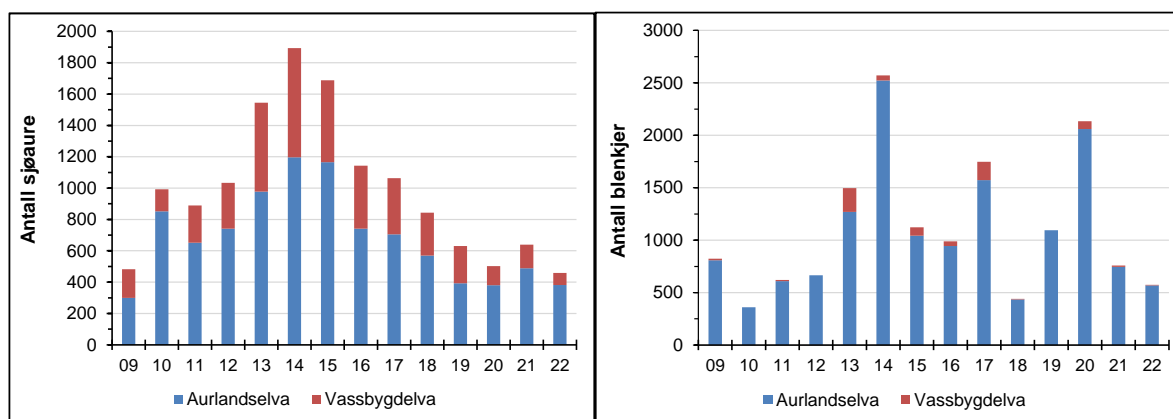
### **Tetthet av egg**

Ut fra tellingene av gytefisk ble tettheten av gyte egg estimert tilsvarende som for utregning av gytebestandsmål (Hindar mfl. 2007, VRL 2015b). Dette ble gjort ved at en antar at andelen hunner i gytebestanden av laks er på 20 %, 70 % og 55 % blant henholdsvis smålaks, mellomlaks og storlaks. Videre har vi antatt at gjennomsnittsvekten på de tre størrelsesgruppene av laks var henholdsvis 2 kg, 5 kg og 8 kg. Antall egg per kilo hunnfisk er antatt å være 1450 (Hindar mfl. 2007). Tilsvarende ble det for sjøaure antatt at andelen hunner i alle størrelsesgrupper er på 50 %, at gjennomsnittsvekt for de ulike størrelsesgruppene er 0,75 kg, 1,5 kg, 2,5 kg, 3,5 kg, 4,5 kg, 5,5 kg og 7,0 kg, mens antall egg per kilo hunnfisk av sjøaure er antatt å være 1900 (Sættem 1995). Tettheten av egg er i denne sammenhengen beregnet ut fra de elvearealene som har blitt undersøkt med hensyn til forekomst av gytefisk. Det er ikke tatt med eventuelle innsjøareal og arealer av elvestrekninger/sideelver som ikke er undersøkt. Vi har beregnet egg tetthet basert på antallet sjøaure og laks som er registrert ved gytefisktelinger og ikke korrigert for at dette sannsynligvis er et underestimat av gytefiskbestanden. Våre tall for eggdeponering må derfor anses å være minimumsestimater.

## 5.2 Utvikling i gytebestander 2009-2022

### Sjøaure

Antallet registrerte gytefisk av sjøaurer i Aurlandsvassdraget økte kraftig fra 480 i 2009 til en topp i 2014 med 1890 individer. Deretter avtok antallet og i de siste fire årene har det blitt registrert mellom 460 og 640 gytefisk ved tellingene (**figur 5.2.1**). Andelen av gytefisken som ble registrert i Vassbygdelva har variert mellom 24 og 38 % med unntak av i 2010 og 2022 hvor andelen henholdsvis var bare 14 % og 17 %. Antallet registrerte blenkjer (umoden sjøaurer) har variert fra om lag 360 i 2010 til om lag 2570 i 2014 uten noen klar tidstrend i dataene (**figur 5.2.1**). I alle år ble mesteparten av blenkjene (> 85 %) observert i Aurlandselva. Det er usikkert i hvor stor grad registreringene av blenkjer ved gytefisktellingene gir et korrekt bilde av hvor mange umodne sjøaurer som vandrer opp i vassdraget det enkelte år. En usikkerhet er for eksempel hvor stor andel av blenkjene som oppholder seg i Vassbygdvatn når drivtellingene foretas.



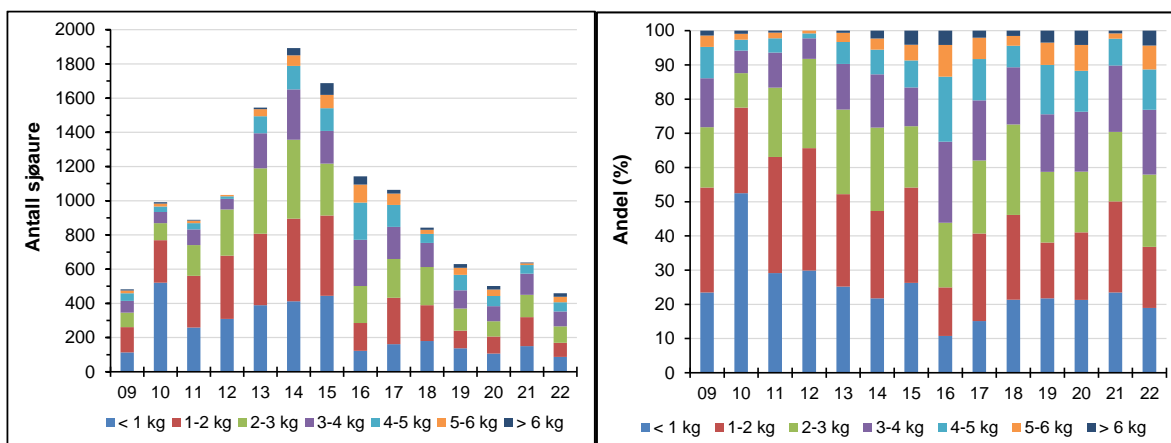
**Figur 5.2.1.** Antall gytefisk og blenkjer (umoden fisk) av sjøaurer observert ved gytefisktelling i Aurlandselva og Vassbygdelva i årene 2009-2022. Merk at antallet blenkjer er grove overslag over hvor mange umodne fisker som observeres ved tellingene. Dessuten kan det være mange blenkjer i Vassbygdvatn som ikke er undersøkt ved tellingene.

I perioden 2009-2012 utgjorde små sjøaurer (< 2 kg) mer enn halvparten av gytebestanden med størst andel (78 %) i 2010 (**figur 5.2.2**). Fra og med 2016 har store sjøaurer ( $\geq 2$  kg) vært like tallrik eller mer tallrik enn små, med størst andel av store aure (75 %) i 2016. Samtidig har antallet av sjøaure under 1 kg blitt mer enn halvert sammenlignet med 2013-15. De sju siste årene (fra og med 2017) har det blitt observert vesentlig færre små sjøaurer (< 1 kg) enn i årene før, noe som kan tyde på at rekrutteringen fra umodne blenkjer til kjønnsmoden aure har vært lavere i de siste årene.

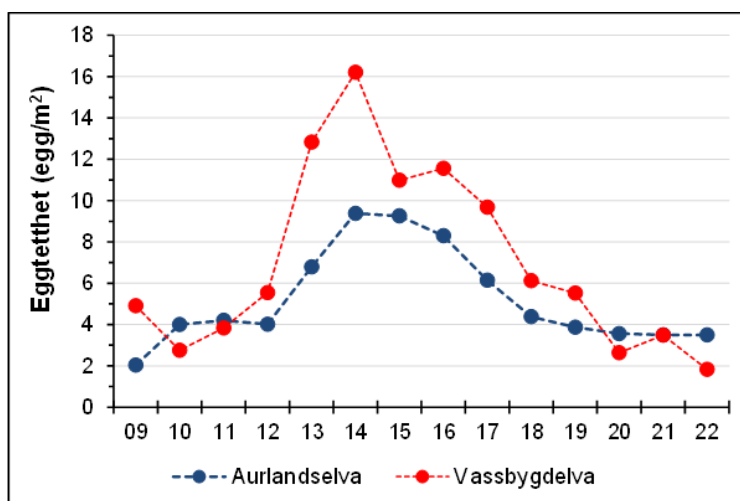
Hos sjøaurer økte beregnet egg tetthet i Aurlandselva fra 2 egg per  $m^2$  elvebunn i 2009 til 9,4 egg per  $m^2$  elvebunn i 2014 (**figur 5.2.3**). Deretter har egg tettheten avtatt, men noe mindre enn reduksjonen i antallet gytefisk skulle tilsi fordi andelen store sjøaurer har vært høy i gytebestanden de siste årene. De tre siste årene har egg tettheten vært om lag 3,5 egg per  $m^2$  elvebunn i Aurlandselva. I toppåret 2014 tilsier beregningene at det ble gytt om lag 2,9 millioner sjøaureegg i Aurlandselva.

I Vassbygdelva varierte beregnet egg tetthet fra 2,8 til 5,5 egg per  $m^2$  elvebunn i årene 2009-2012. I 2013-2017 var egg tettheten større enn 10 egg per  $m^2$  med størst tetthet, 16,2 egg per  $m^2$  elvebunn, i 2014 (**figur 5.2.3**). Dette året tilsier beregningene at det ble gytt i underkant 1,4 millioner sjøaureegg i Vassbygdelva. Beregnet egg tetthet avtok til 6,1 og 5,5 egg

per m<sup>2</sup> elvebunn i 2018 og 2019, og har avtatt ytterligere til 1,8-3,5 egg per m<sup>2</sup> elvebunn de siste tre årene.



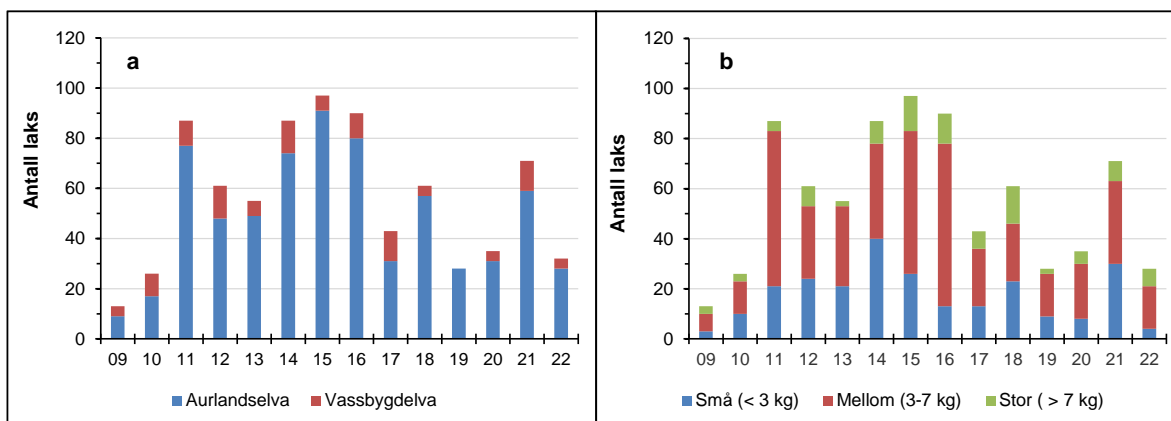
**Figur 5.2.2.** Antall og andel gytefisk (%) for ulike størrelsesgrupper av sjøaure observert samlet for Aurlandselva og Vassbygdelva i årene 2009-2022.



**Figur 5.2.3.** Beregnet eggtetthet (antall egg per m<sup>2</sup> elvebunn) for sjøaure i Aurlandselva og Vassbygdelva i årene 2009-2022.

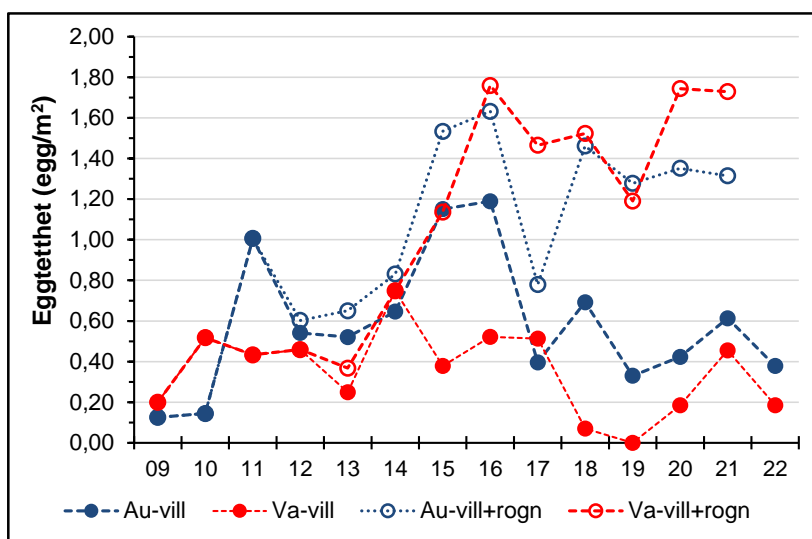
## Laks

Antallet registrerte gytefisk av laks i Aurlandsvassdraget økte fra 13 og 26 individer i 2009 og 2010 til 87 individer i 2011 (**figur 5.2.4**). De siste elleve årene har antallet variert fra 28 i 2019 og 2022 til 97 i 2015. I gjennomsnitt har 16 % av gytefisken blitt observert i Vassbygdelva, men andelen har variert fra 0 % i 2019 til 34 % i 2010. I 2019 ble det ikke registrert laks ved tellingene i Vassbygdelva, og i de øvrige årene har antallet laks variert fra fire til 13 laks. Med unntak av i 2014 har mellomlaks vært den mest tallrike størrelsesgruppen i gytebestanden hvert år (**figur 5.2.4**).



**Figur 5.2.4.** a) Antall gytefisk av laks observert i Aurlandselva og Vassbygdelva i årene 2009-2022. b) Antall laks av ulike størrelse observert samlet for Aurlandselva og Vassbygdelva i årene 2009-2022.

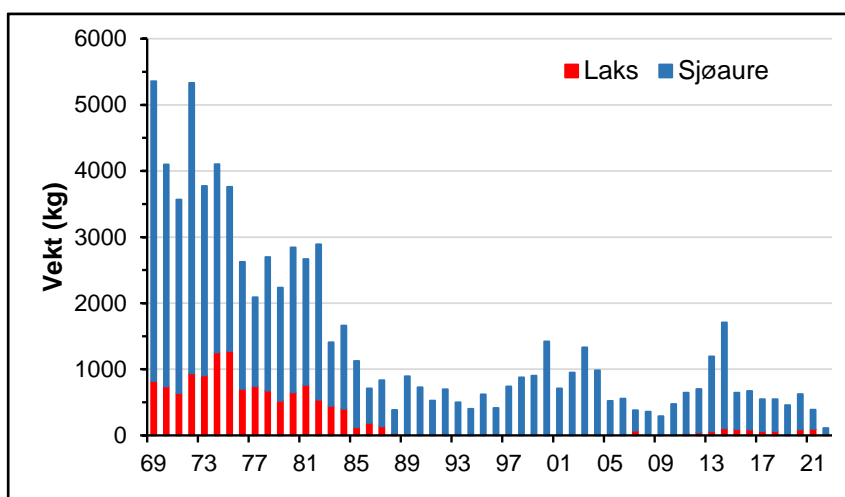
Hos laks var beregnet tetthet av egg i Aurlandselva svært lav i 2009 og 2010 med om lag 0,1 egg per m<sup>2</sup> elvebunn. Fra og med 2011 har beregnet egg tetthet i de fleste år variert fra 0,3-0,7 egg per m<sup>2</sup> elvebunn, men med tettheter på mer enn 1,0 egg per m<sup>2</sup> i 2011, 2015 og 2016 (**figur 5.2.5**). I 2015 og 2016 tilsier beregningene at det ble gytt i overkant av 350 000 lakseegg i Aurlandselva. I Vassbygdelva har egg tettheten variert fra 0 til 0,8 egg per m<sup>2</sup> elvebunn, og de laveste tetthetene ble funnet i 2018 og 2019. I toppåret 2014 tilsier beregningene at det ble gytt om lag 63 000 lakseegg her. Beregnet egg tetthet fra naturlig gyting ligger godt under gytebestandsmålet, som er 2 egg per m<sup>2</sup> elvebunn, både i Aurlandselva og Vassbygdelva. Beregningene av egg tetthet hos villaks er usikre fordi bestanden er fåtallig slik at tilfeldige variasjoner i kjønnsfordeling hos ulike størrelsesgrupper av laks mellom år kan ha relativt stor innflytelse på antall egg som virkelig blir gytt hvert enkelt år. Rognplantingen i vassdraget ble gjenopptatt i 2013 (gyteår 2012) og fra og med 2017 til 2022 er det årlig satt ut mellom 200.000 og 417.000 øyerogn av laks i vassdraget (**tabell 2.2.1**). Den samlede tettheten av egg fra naturlig gyting og plantet øyerogn har stort sett vært høyere enn 1,2 egg per m<sup>2</sup> elvebunn fra og med 2015 i både Vassbygdelva og Aurlandselva (**figur 5.2.5**).



**Figur 5.2.5.** Beregnet egg tetthet (antall egg per m<sup>2</sup> elvebunn) for villaks og for villaks + antall plantet øyerogn i Aurlandselva og Vassbygdelva i gyteårene 2009-2022.

### 5.3 Langtidsutvikling i fangst og innsig

I den offisielle fangststatistikken er det skilt mellom laks og sjøaurer fra og med 1969. Aurlandselva er kjent som et svært godt sjøaurevassdrag, men hadde også en solid bestand av laks på 1970-tallet (**figur 5.3.1**). I perioden 1969-1979 ble det årlig rapportert fanget i gjennomsnitt 1423 sjøaurer med en gjennomsnittsvekt på 1,9 kg. I samme periode ble det fanget i gjennomsnitt 142 laks med gjennomsnittsvekt på 5,9 kg. I antall utgjorde den årlige fangsten av laks i gjennomsnitt 10 % (variasjonsbredde: 5-15 %) og i vekt 24 % (variasjonsbredde: 18-36 %) av den totale rapporterte fangsten av laks og sjøaurer disse årene.



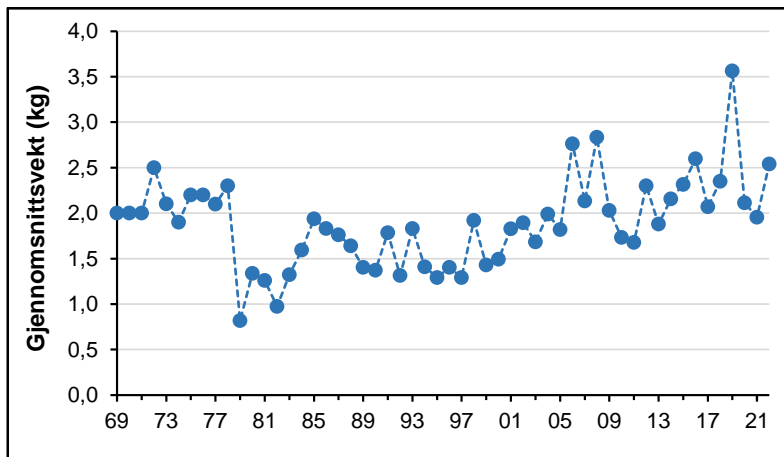
**Figur 5.3.1.** Rapportert fangst (i kg) av sjøaure og laks i Aurlandsvassdraget i perioden 1969-2022. Laksen har vært fredet fra og med 1989 med unntak av i 2007. For perioden 2011-2022 er fisk som er rapportert gjenutsatt etter fangst tatt med i figuren.

De største fangstene av laks i vekt ble tatt i 1974 og 1975 med i overkant av 1250 kg begge årene, mens den største fangsten av laks i antall fant sted i 1969 med 205 individer (se også **figur 5.3.3**). Fangsten av laks avtok raskt utover 1980-tallet og bestanden ble fredet fra og med 1989. De siste 14 årene (2009-2022) er det rapportert en fangst på fra 0-19 laks årlig, og så godt som alle disse er rapportert gjenutsatt etter fangst fra og med 2011.

Den største fangsten i vekt av sjøaure skjedde i 1969 med 4540 kg, mens den største fangsten av sjøaurer i antall fant sted i 1982 med 2418 individer (se også **figur 5.3.4**). Gjennomsnittsvekten av sjøaurer i den rapporterte fangsten var om lag 2 kg fra 1969-1978, men avtok til 0,8 kg i 1979 (**figur 5.3.2**). Dette raske droppet i gjennomsnittsvekt må enten skyldes en vesentlig forandring i størrelsessammensetning av sjøauren eller at rapporteringsrutinene ble endret. En såpass lav gjennomsnittsvekt som 0,8 kg vil innebære at umoden sjøaurer utgjorde en stor andel av fangsten. Gjennomsnittsvekten av sjøauren i fangsten økte igjen fra 1980, men var stort sett lavere enn 2 kg fram til midten av 2000-tallet. De siste 14 årene har gjennomsnittsvekten av sjøauren med noen få unntak vært større enn 2 kg. De siste 14 årene (2009-2022) er det rapportert en fangst på fra 37-742 sjøaurer årlig. De største fangstene ble tatt i 2013 og 2014 med henholdsvis 603 og 742 sjøaurer. Fra og med 2015 har fangsten avtatt og vært lavere enn 254 sjøaurer hvert år. Fangsten i 2022 var spesielt lav med bare 37 sjøaurer rapportert fanget, men årsaken til den spesielt lave fangsten dette året vet vi ikke. Fra og med 2010 er fra 55 til 88 % av sjøauren rapportert gjenutsatt etter fangst hvert år.

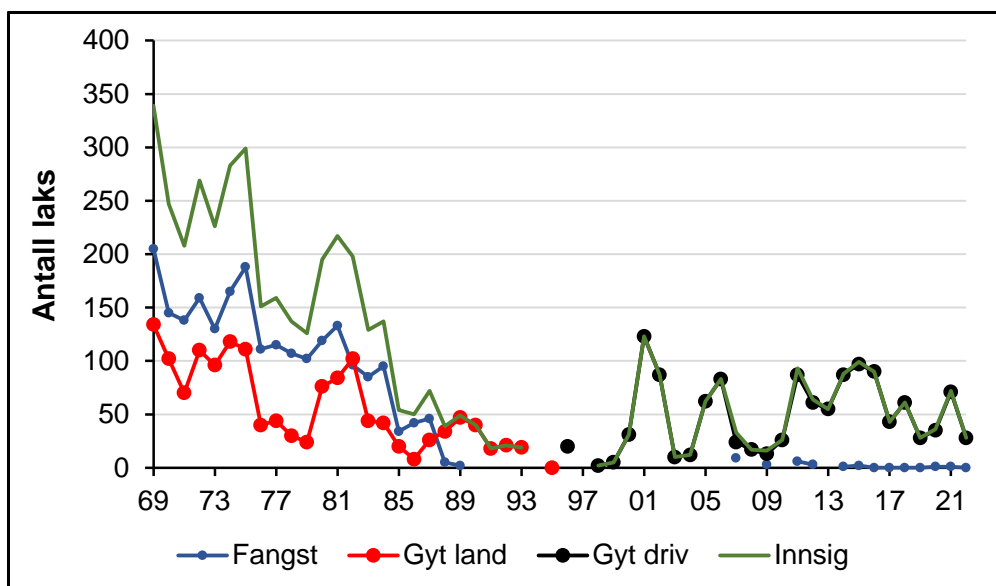
Analyser av skjellprøver av sjøaurer i sportsfiskefangsten fra Aurlandsvassdraget viser at flest fisk blir beskattet etter at de har vært to til fem somre i sjøen (Jensen mfl. 1993, Sægrov

mfl. 2007). Gjennomsnittsvakta til fisken er da henholdsvis om lag 0,5 kg, 1,0 kg, 1,8 kg og 3,2 kg. Betydelig eldre og større fisk forekommer også i fangstene, og individer som har vært opptil 9-12 somre i sjøen og har en vekt på 7-9 kg er ikke uvanlig. Både hanner og hunner blir oftest gytemodne etter å ha vært to eller tre somre i sjøen (Jensen mfl. 1993). Vi har få skjellprøver fra nyere tid (de siste 14 årene) og vet derfor ikke om det har skjedd vesentlige endringer i sjøvekst og livshistorie til sjøauren i vassdraget.



**Figur 5.3.2.** Gjennomsnittsvekt (i kg) hos sjøaurer som er rapportert fanget i Aurlandsvassdraget i perioden 1969-2022. For perioden 2011-2022 er fisk som er rapportert satt ut etter fangst tatt med i figuren.

Antall gytefisk har blitt registrert i Aurlandsvassdraget fra og med 1964 og i de første 30 årene ble tellingene gjennomført ved observasjoner fra land (Sættem 1995). Vassbygdelva ble inkludert i tellingene fra og med 1966. I årene før regulering, 1966-1973, ble det observert mellom 70 og 192 gytefisk av mellom- og storlaks (Sættem 1995, **figur 5.3.3**).

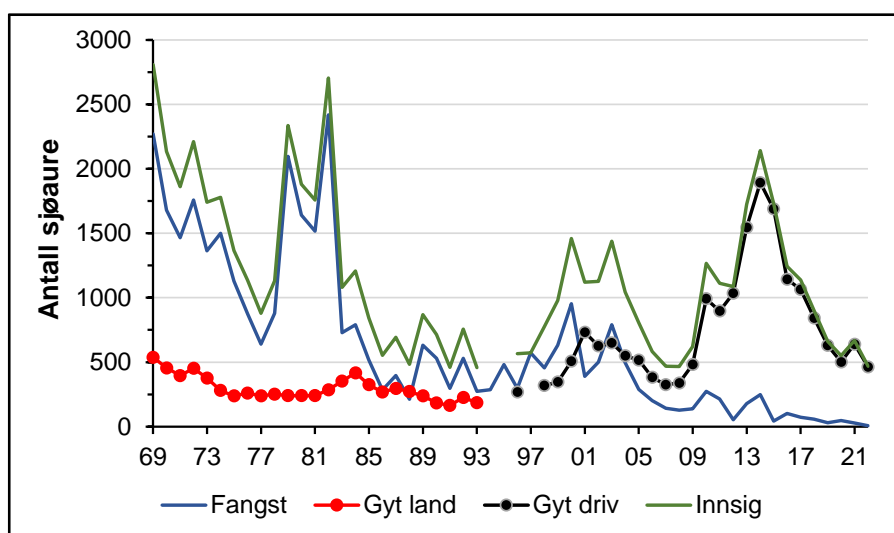


**Figur 5.3.3.** Antall gytefisk av laks observert ved gytefisktellinger, antall laks avlivet ved fangst og beregnet innsig av laks i Aurlandsvassdraget i perioden 1969-2022. I årene 1969-1993 og 1997 ble gytefisken talt ved observasjon fra land og bare individer større enn 3 kg ble registrert. Gytefisken i 1996 og 1998-2022 ble talt ved drivtelling og omfatter også individer mindre enn 3 kg (smålaks).

Antallet gytefisk av laks var større enn 100 også i 1974 og 1975, men sank til under 50 laks i årene 1976-1979. Med unntak av 1980-1982 ble det registrert færre enn 50 gytelaks hvert år helt fram til slutten av 1990-tallet da bestanden synes å ha vært nede på et lavmål med færre enn 10 laks observert i 1998 og 1999. Bestanden økte på starten av 2000-tallet og i 2001 ble det registrert 132 laks og i 2002 og i 2005-2006 ble det også registrert mer enn 50 laks ved tellingene. I perioden 2009-2022 har gytebestanden vært lavere enn 100 laks i alle år, og bestanden var mest tallrik i årene 2014-2016 med fra 87-97 laks registrert (se også figur 5.2.4).

I årene før regulering, 1966-1973, ble det observert mellom 396 og 536 gytefisk av sjøaurer (Sættem 1995, figur 5.3.4). Antallet gytefisk avtok utover 1970-tallet og mot slutten av 10-året var antallet nede i om lag 250. Bestanden økte til i overkant av 400 individer fram mot 1984. Deretter avtok bestanden gradvis til mindre enn 200 aure på starten av 1990-tallet.

Fra og med 1996 (med unntak av i 1997) har gytebestanden blitt tallfestet ved drivtelling. Gytebestanden av sjøaurer økte fra 286 individer i 1996 og fram til en topp i 2001 med 732 individer. Deretter avtok bestanden gradvis til et lavt nivå på om lag 330 individer i 2007 og 2008. Fra og med 2009 økte gytebestanden kraftig til en ny topp med mer enn 1500 individer i årene 2013-2015. Deretter har gytebestanden avtatt og i de siste fire årene er det registrert fra 460-630 gytefisk av sjøaure i vassdraget (se også figur 5.2.1).



**Figur 5.3.4.** Antall gytefisk av sjøaure observert ved gytefisktellinger, antall sjøaure avlivet ved fangst og beregnet innsig av sjøaure i Aurlandsvassdraget i perioden 1969-2022. I årene 1969-1993 og 1997 ble gytefisken talt ved observasjon fra land mens gytefisken i 1996 og 1998-2022 ble talt ved drivtelling.

Det er antatt at gytefisktellinger vanligvis gir et minimumstall for gytebestanden, men vi vet ikke hvor mye de ulike metodene som er benyttet i Aurlandsvassdraget underestimerer bestanden. I 1996 ble det gjennomført både drivtelling og gytefisktelling fra land (Sægrov mfl. 1997). Dette året ble det registrert totalt 20 laks og 268 kjønnsmodne sjøaurer ved drivtelling, mens telling fra land viste 5 laks og 215 sjøaurer. Landtellingene underestimerte altså gytebestanden i forhold til drivtellingene dette året, og underestimeringen var større for laks og større i Vassbygdelva enn i Aurlandselva. Det er også grunn til å tro at andelen av gytefisken som ble registrert ved tellingene fra land endret seg etter regulering fordi vannføringen i gytetida ble lavere. Lavere vannføring fører trolig til at det er enklere å registrere antall



gytefisk. Telleforholdene i Aurlandselva ble sannsynligvis bedre etter at Vangen kraftverk ble tatt i bruk i september 1980. Tellerresultatene fra før regulering må derfor anses som absolutte minimumsestimater av gytebestanden disse årene.

Summen av antall gytefisk og antall avlivet fisk i fangsten gir et estimat av innsiget (oppvandring) av gytefisk i vassdraget det enkelte år. Slike beregninger tyder på at lakseinnsiget varierte mellom om lag 200 og 350 individer i perioden 1969-1975 (**figur 5.3.3**). Disse årene ble ikke smålaks registrert ved gytefisktellingerne (Sættem 1995), mens de utgjorde i gjennomsnitt 25 % (variasjonsbredde 8-51 %) av de rapporterte fangstene på 1970-tallet. Innsiget er også av den grunn noe undervurdert i de årene gytefisken ble talt fra land. Beregningene viser videre at det årlige lakseinnsiget avtok sterkt utover 1980-tallet fram til laksen ble fredet fra og med 1989. Deretter er det naturlig nok samsvar mellom registreringene av gytefisk og beregnet innsig.

For sjøaurer så tyder beregningene på at innsiget av «gytemodne» sjøaurer i toppårene før regulering var på over 2000 individer (**figur 5.3.4**). I perioden 1979-1982 tyder beregningene også på et innsig i samme størrelsesorden. For sjøaurer vil slike innsigsberegninger trolig være et overestimat av innsiget av gytefisk fordi det også tas umoden sjøaurer i sportsfisket. Innslaget av umoden sjøaure i den rapporterte fangsten var trolig høyere i 1979-1982 enn i 1969-1973 fordi gjennomsnittsvekta i den rapporterte fangsten var vesentlig lavere i 1979-1982 enn de første fem årene (**figur 5.3.2**).

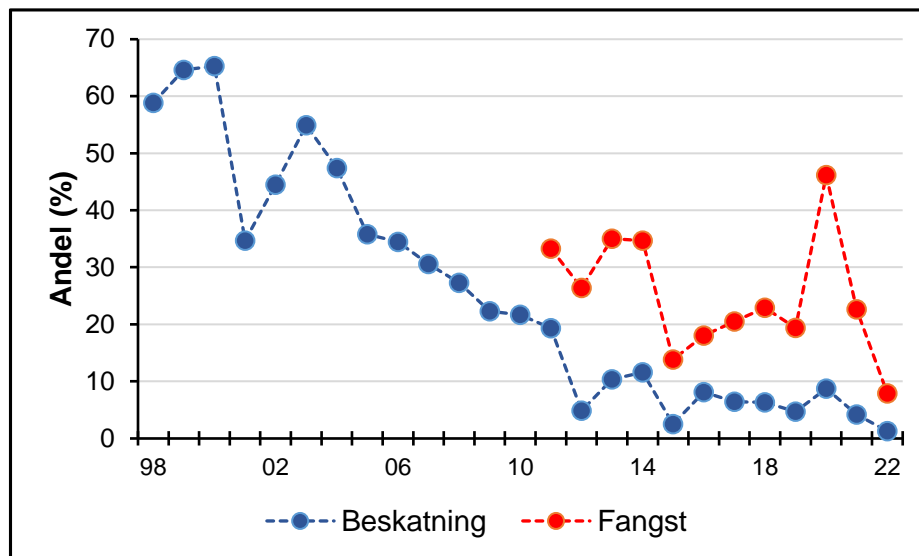
Det beregnede innsiget av sjøaure til Aurlandsvassdraget avtok utover 1980-tallet og varierte mellom om lag 500 og 800 individer per år fram til slutten av 1990-tallet. De siste 25 årene har den årlige oppgangen av gytefisk vært større enn 1000 individer i 2000-2004 og i 2010-2017. I toppåret 2014 var det beregnede innsiget i overkant av 2000 sjøaurer. De siste fire årene har innsiget avtatt til om lag 500-600 sjøaurer og er nå tilbake på samme nivå som i årene 2006-2009, før den siste økningen i bestanden.

Ved beregning av beskatningsrater hos gytemoden sjøaurer forsøkte Sættem (1995) å korrigere for at deler av fangsten er umodne individer ved å anta at 30 % av fangsten bestod av umoden aure mindre enn 0,75 kg. Under denne forutsetningen beregnet han at beskatningsraten (dvs. hvor stor andel av innsiget av gytemoden sjøaurer som ble avlivet i sportsfisket) varierte mellom 34 % og 84 % med et gjennomsnitt på 63 % i perioden 1969-1993. Sættem (1995) beregnet også at beskatningsraten av mellom- og storlaks varierte mellom 9 % og 76 % med et gjennomsnitt på 51 % i perioden 1969-1988.

Disse beregningene tyder på at beskatningsratene av sjøaurer i Aurlandsvassdraget var gjennomgående høye i hele perioden 1969-1993. Beskatningsratene for laks var også høye så lenge det var lov å avlive denne arten i vassdraget. Etter fredning har det år om annet blitt registrert enkelte laks i skjellprøver fra vassdraget, men disse individene kan være feilbestemt som sjøaurer av sportsfiskerne (Sægrov mfl. 2007). Vi har ikke gjort noe forsøk på å korrigere for dette innslaget av laks i fangsten i våre beregninger.

Beregninger fra perioden 1998-2022, da gytebestandens størrelse ble registrert ved drivtelling, tyder på at beskatningsratene av sjøaurer var i størrelsesorden 35-60 % fram til midten av 2000-tallet (**figur 5.3.5**). Deretter avtok beskatningen gradvis ned til om lag 20 % i 2009-2011, og beskatningen har fortsatt å avta i årene deretter. Fra og med 2016 har den årlige beskatningen vært lavere enn 10 %, og den laveste verdien ble registrert i 2022 med 1,3 %. I denne beregningen er det ikke korrigert for at noe av fangsten kan være umoden fisk, slik at beskatningsratene av kjønnsmoden sjøaurer av den grunn trolig er noe overvurdert. De siste årene har imidlertid gjennomsnittsvekta til sjøauren i den rapporterte fangsten vært høy (**figur 5.3.2**) slik at denne overvurderingen neppe er stor. Vi kjenner ikke til hvor nøyaktig

fangststatistikken er i Aurlandsvassdraget. Hvis det skjer en underrapportering av fangst så vil våre tall for beskatningsrater og fangstrater og innsig være underestimer.



**Figur 5.3.5** Beregnet beskatningsrate (andel av beregnet innsig som er rapportert avlivet) og fangstrate (andel av beregnet innsig som er rapportert fanget) for «kjønnsmodne» sjøaurer i Aurlandsvassdraget i perioden 1998-2022.

Fra og med 2011 er det skilt mellom avlivet og gjenutsatt fisk i fangststatistikken fra Aurlandsvassdraget. Det er mulig at det også foregikk gjenutsetting av sjøaurer i årene før 2011, men vi kjenner ikke det eventuelle omfanget. Andelen av sjøaurefangsten som er rapportert gjenutsatt i perioden 2011-2022 har variert fra 42 % i 2011 til 84 % i 2022, og samlet sett har 69 % av sjøauren blitt gjenutsatt de siste tolv årene. En høy andel gjenutsatt fisk de siste årene er selvsagt en viktig årsak til at beskatningsratene for sjøauren er såpass lave. For laks er mesteparten av fangsten rapportert gjenutsatt de siste årene. Undersøkelser tyder på at overlevelsen til gjenutsatt laks gjennomgående er høy i norske elver (Lennox mfl. 2017), og at bare en mindre, men varierende mellom elver og år, andel av den gjenutsatte laksen fanges på ny (Uglem mfl. 2015). Vi kjenner ikke til at det er gjort tilsvarende undersøkelser på sjøaurer i Norge, men det er ingen grunn til å tro at overlevelsen er vesentlig lavere enn for laks hvis gode prosedyrer for gjenutsetting følges. Vi vet heller ikke om andelen av gjenutsatte sjøaurer som fanges på ny er forskjellig fra hos laks.

### 5.3.1 Utvikling av bestandene i Aurlandsfjorden de siste 22 årene

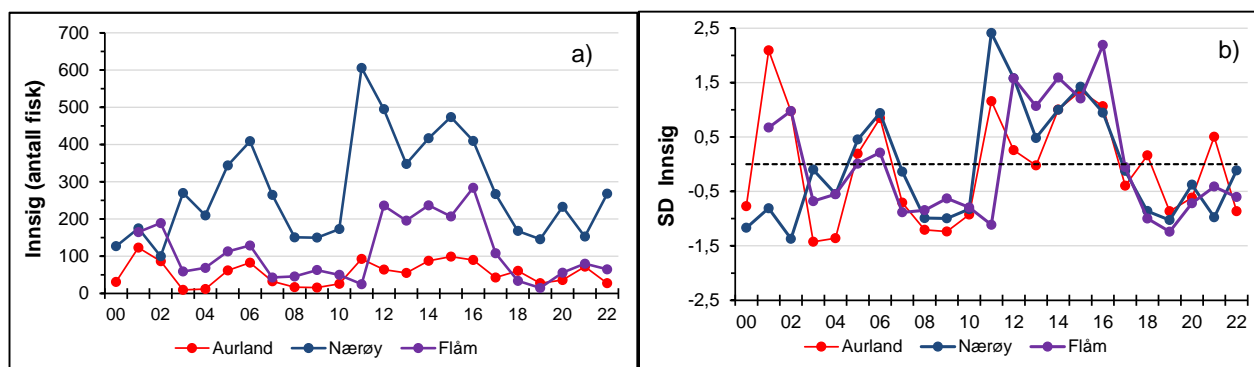
Aurlandsfjorden er en 28-km lang sidefjord til Sognefjorden. Midtveis deler fjorden seg i to, der den ene går inn til Nærøydalen og den andre delen går inn til Flåm. Sjøaurer fra de tre store vassdragene i Aurlandsfjorden må antas å ha overlappende leveområde i sjøen og laksene har felles vandringsvei i store deler av utvandringen til havet og på vandringen tilbake til elvene. Felles for disse tre laksebestandene er at de har lang vandringsvei fra elvemunningen til de er ute i åpent hav; i overkant av 170 km fra elvemunningen ut til grunnlinja for alle tre vassdragene.

I nyere tid er det gjennomført gytefisktelinger i Nærøydalselva fra 2000 (Bremset mfl. 2009, Sættem 2009, Skoglund mfl. 2018, Skår mfl. 2022) og i Flåmselva fra 2001 (Sægrov mfl. 2007, Johnsen mfl. 2013, Skoglund mfl. 2018, Pulg mfl. 2022). Basert på disse

gytefisktellingerne og opplysninger om fangst har vi beregnet et minimumsinnsig til Nærøydalselva og Flåmselva for å sammenlikne med Aurlandsvassdraget.

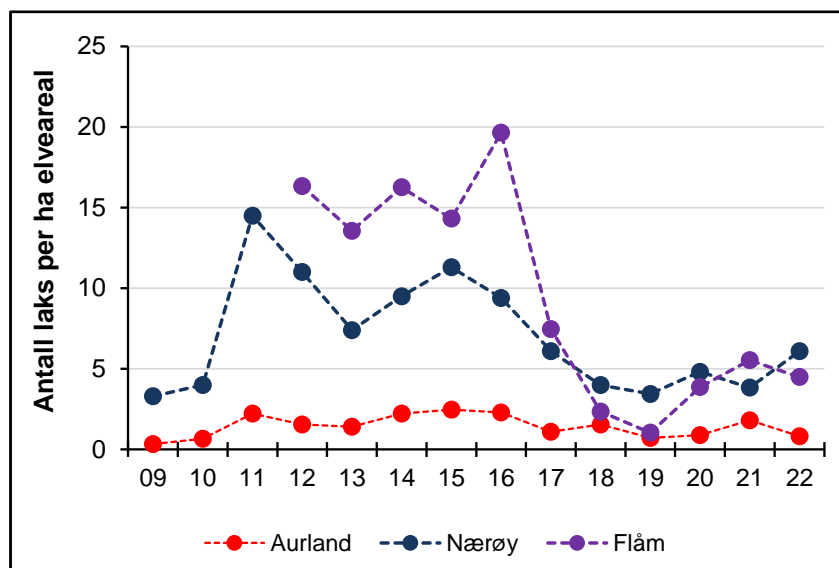
### 5.3.1.1 Laks

Det beregnede innsiget av laks til disse tre elvene har variert en god del i perioden 2001-2022 (**figur 5.3.6**). Innsiget av laks var høyest i Nærøydalselva med et årlig gjennomsnitt for perioden på 212 laks (variasjonsbredde: 100-606), en god del mindre i Flåmselva med gjennomsnitt på 112 laks (variasjonsbredde: 15-284), og minst i Aurlandsvassdraget med gjennomsnitt på 56 laks (variasjonsbredde: 10-123). Det var en signifikant positiv samvariasjon mellom innsiget til Aurlandsvassdraget og innsiget til både Nærøydalselva ( $r = 0,44$ ,  $p = 0,038$ ) og Flåmselva ( $r = 0,63$ ,  $p = 0,002$ ), og også mellom innsiget til Nærøydalselva og Flåmselva ( $r = 0,43$ ,  $p = 0,044$ ). Det er imidlertid en noe forskjellig utvikling i innsig i de tre elvene over tid. Både i Nærøydalselva og Flåmselva var innsiget av laks høyere i 2012-2016 enn den var på starten av 2000-tallet sammenliknet med Aurlandsvassdraget. I alle de tre vassdragene avtok innsiget i 2017, og innsiget av laks har gjennomgående vært lavere enn gjennomsnittet for perioden 2001-2022 i de siste seks årene. Hvis vi sammenlikner innsiget de siste fem årene (2018-2022) med de fem foregående årene (2013-2017), så har nedgangen i gjennomsnittlig årlig innsig vært noe lavere i Aurlandsvassdraget (40%) enn i Nærøydalselva (50 %) og Flåmselva (75%).



**Figur 5.3.6.** a) Beregnet minimumsinnsig (oppvandring) av laks i Aurlandsvassdraget, Nærøydalselva og Flåmselva i perioden 2000-2022. b) Beregnet standardisert minimumsinnsig av laks i disse tre vassdragene. Innsigsestimatene er standardisert, slik at tallene fra de ulike elvene varierer på samme skala og utviklingen dermed blir direkte sammenlignbar. Den stiplede linjen angir gjennomsnittlig årlig innsig for perioden 2001-2022. Det årlige innsiget er angitt i standardavikenheter fra gjennomsnittsverdien. Verdier under null viser at innsiget var lavere enn gjennomsnittet, mens verdier over null viser et høyere innsig enn gjennomsnittet.

Hvis vi sammenlikner antallet gytefisk per arealenhet oppvekstareal i elv så varierte laksebestanden i Aurlandsvassdraget på et vesentlig lavere nivå enn bestandene i Nærøydalselva og Flåmsvassdraget, med unntak av i 2018 og 2019 hvor laksebestanden i Flåmselva var nede på et lavmål etter flom og sikringsarbeider i elva (**figur 5.3.7**).



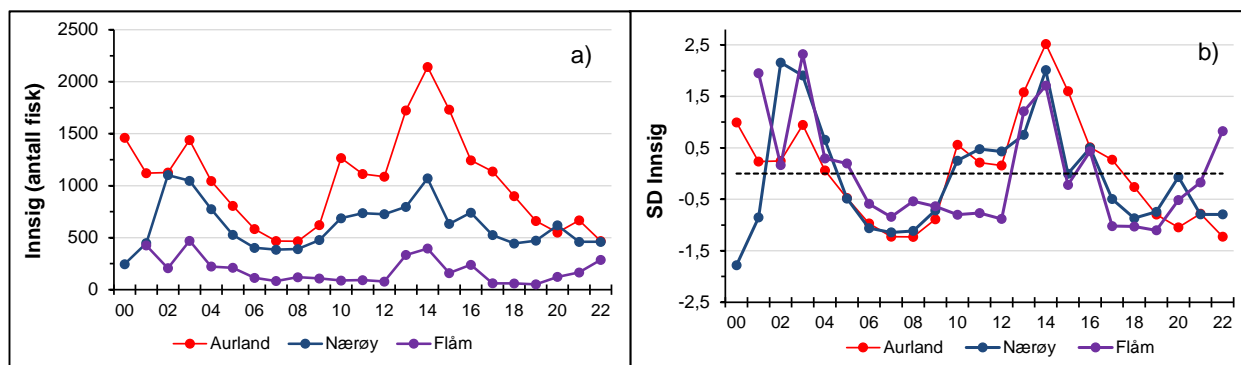
**Figur 5.3.7.** Antall gytefisk av laks per hektar elveareal i Aurlandsvassdraget, Nærøydalselva og Flåmselva i perioden 2009-2022. Figuren er basert på drivtellingene av gytefisk utført av NORCE-LFI.

Utviklingen i laksebestandene i vassdragene i Aurlandsfjorden viser i store trekk den samme utviklingen som for hele Vestlandet med lavt innsig i 2007-2010 og betydelig høyere innsig i 2012-2016 (**vedlegg 4**). Deretter har det vært en betydelig reduksjon i innsiget til de tre vassdragene i Aurlandsfjorden, men ikke en like stor nedgang i innsiget til Vestlandet. VRL (2023a) fremhever også at det har vært en markert reduksjon i innsig og høstbart overskudd i laksebestander i indre deler av Sognefjorden de siste fem årene, og de skriver: «Kombinasjonen av generell lav sjøoverlevelse, svært høyt smittepress fra lakselus og andre påvirkninger gjør at bestandstilstanden har blitt kritisk i flere bestander i indre del av Sognefjorden».

Laksebestanden i Aurlandsvassdraget har vært rekrutteringsbegrenset på grunn av mangel på gytefisk i perioden 2009-2022. Det drives rognplanting i vassdraget, og denne er såpass omfattende at den samlede eggdeponeringen er betydelig høyere enn hva antallet villaks i gytebestanden tilsier (**figur 5.2.5**). Omfanget av denne tilleggsrekrutteringen fra kultivering er imidlertid ikke stor nok til å oppfylle gytebestandsmålet helt målt i antall egg pluss øyerogn per m<sup>2</sup> elveareal. Dette betyr at det gytes og plantes for få egg til at vassdragets bæreevne for smoltproduksjon fullt ut kan oppfylles. I henhold til Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) har oppnåelse av gytebestandsmålet basert på antallet villaks i gytebestanden (GBM) variert mellom 7 og 50 % i perioden 2008-2022, med en gjennomsnittlig prosentvis oppnåelse på 21 % de siste fire år, og det har ikke vært noe høstbart overskudd av laks i noe år (VRL 2023a). GBM i Aurlandsvassdraget (2 egg per m<sup>2</sup>/elveareal) er satt til 596 (447-894) kg hunnlaks. Hvis gjennomsnittsstørrelsen til de gytemodne hunnene er 6 kg må det altså være 100 (75-150) gytemodne hunner i vassdraget for at GBM skal oppnås. Tidligere beregninger av eggdeponering (Sættem 1995, Sægrov mfl. 2000, 2007) og tellinger av gytefisk kan tyde på at rekrutteringen av laks i vassdraget har vært begrenset av antall gytefisk i hele perioden fra bestanden avtok kraftig fra starten av 1980-tallet.

### 5.3.1.2 Sjøaure

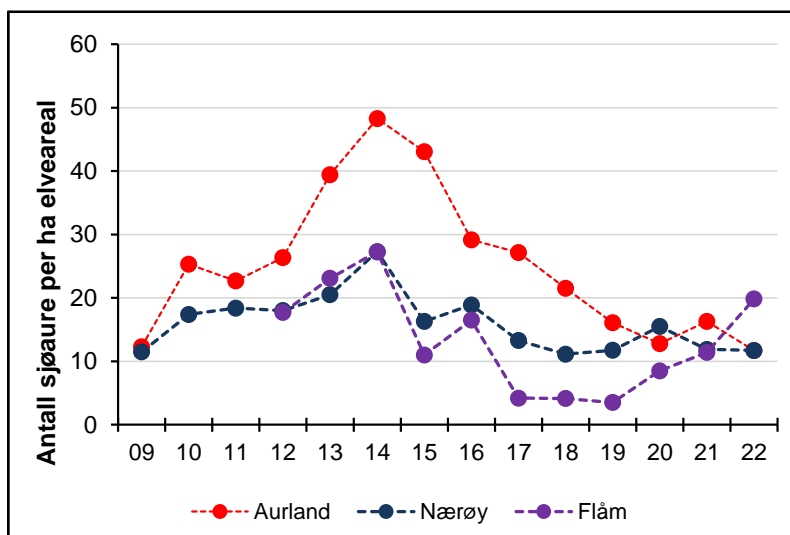
Innsiget av gytemoden sjøaure i de tre vassdragene i Aurlandsfjorden har også variert i perioden 2001-2022 (**figur 5.3.8**). Antall sjøaure har vært høyest i Aurlandsvassdraget med et årlig gjennomsnitt for perioden på 1016 sjøaure (variasjonsbredde: 466-2141), en god del mindre i Nærøydalselva med gjennomsnitt på 633 sjøaure (variasjonsbredde: 444-1102), og minst i Flåmselva med gjennomsnitt på 186 sjøaure (variasjonsbredde: 51-470).



**Figur 5.3.8.** a) Beregnet minimumsinnsig (oppvandring) av sjøaure i Aurlandsvassdraget, Nærøydalselva og Flåmselva i perioden 2000-2022. b) Beregnet standardisert minimumsinnsig av sjøaure i disse tre vassdragene. Innsigsestimatene er standardisert, slik at tallene fra de ulike elvene varierer på samme skala og utviklingen dermed blir direkte sammenlignbar. Den stiplede linjen angir gjennomsnittlig årlig innsig for perioden 2001-2022. Det årlige innsiget er angitt i standardavikenheter fra gjennomsnittsverdien. Verdier under null viser at innsiget var lavere enn gjennomsnittet, mens verdier over null viser et høyere innsig enn gjennomsnittet.

Det var en signifikant positiv samvariasjon mellom det årlige innsiget i Aurlandsvassdraget og innsiget i både Nærøydalselva ( $r = 0,73$ ,  $p < 0,001$ ) og Flåmselva ( $r = 0,51$ ,  $p = 0,014$ ), og også mellom innsiget til Nærøydalselva og Flåmselva ( $r = 0,51$ ,  $p = 0,016$ ). I alle elvene var det over gjennomsnittlig innsig av sjøaure i 2002-2004, mens innsiget var vesentlig lavere i perioden 2006-2009. Oppgangen økte deretter og var på topp i de tre elvene i 2013 og 2014. Deretter har innsiget avtatt og i alle de tre vassdragene har innsiget av sjøaure gjennomgående vært lavere enn gjennomsnittet for perioden i de siste årene. Hvis vi sammenlikner innsiget de siste fem årene (2018-2022) med de fem foregående årene (2013-2017) så har nedgangen i gjennomsnittlig innsig vært noe høyere i Aurlandsvassdraget (59 %) enn i Nærøydalselva (35 %) og Flåmselva (42%). I Flåmselva var innsiget på et lavmål i perioden 2017-2019 som en følge av redusert ungfiskproduksjon pga flomsikring, og i denne elva har det vært en gradvis økning i gytebestand de siste tre årene.

Vurdert ut fra elveareal var gytebestanden i Aurlandsvassdraget til dels betydelig tettere og mer tallrik enn de to nabobestandene i perioden 2010-2018 (**figur 5.3.9**). Noe av denne forskjellen kan forklares med at Vassbygdatn bidrar til produksjon av sjøaure i Aurlandsvassdraget, mens aureproduksjonen i de to andre vassdragene kun skjer i elvearealer. I Flåmselva og Nærøydalselva har laksebestandene vært vesentlig mer tallrike enn i Aurlandsvassdraget i de aller fleste år og svakere konkurranse fra laks kan være en medvirkende årsak til at sjøaurebestanden i Aurlandsvassdraget har relativt sett høyere tetthet enn i de to andre elvene. De tre-fire siste årene har imidlertid gytebestanden av sjøaure i Aurlandsvassdraget avtatt til samme tetthet som bestandene i Flåmselva og Nærøydalselva. Gjennomsnittsvekten på gytefisk i Aurlandsvassdraget er imidlertid større enn i Nærøydal og Flåm slik at eggdeponeringen per m<sup>2</sup> elveareal sannsynligvis fremdeles er høyere i Aurlandsvassdraget.



**Figur 5.3.9.** Antall gytefisk av sjøaure per hektar elveareal i Aurlandsvassdraget, Nærøydalselva og Flåmselva i perioden 2009-2022. Figuren er basert på drivtellingene av gytefisk utført av NORCE-LFI.

Vi har lite kunnskap om hva som er årsaken til at størrelsen på sjøaurebestandene i Aurlandsfjorden har variert så mye de siste 20-30 årene. Felles for mange bestander er trolig at beskatningsratene (samlet for elv og sjø) var for høye når sjøoverlevelsen avtok mot midten av 1990-tallet. Sjølaksefisket etter laks ble gradvis trappet ned fra 2010 og det er ikke lenger åpent for sjølaksefiske i Sognefjorden eller i nærliggende kystområder (fra og med 2021). Det finnes ikke dokumentasjon om hvorvidt beskatningen av sjøaure i fritidsfiske i sjøen har endret seg eller hvor stor denne beskatningen er. De siste 8-14 årene har den rapporterte beskatningen i elvefiske vært svært lav i de tre vassdragene i Aurlandsfjorden.

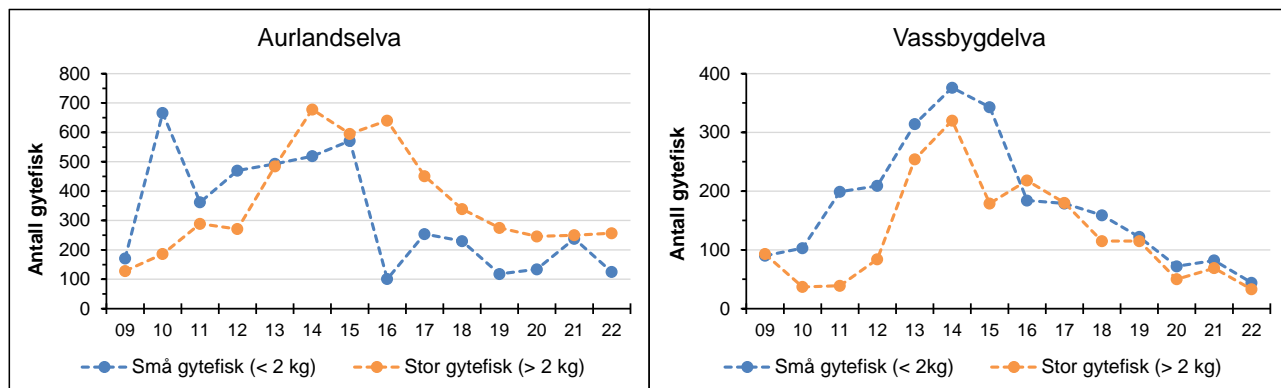
Undersøkelsene av ungfisk tyder på at smoltproduksjonen av aure i Aurlandselva har vært noe høyere de siste 14 årene enn i de foregående ti årene (se kapittel 4.4). I Vassbygdelva kan det ha vært en liten nedgang de siste seks årene, men neppe så betydelig at nedsatt smoltproduksjon kan forklare at gytebestanden av sjøaure har avtatt mye i denne delen av vassdraget de siste sju årene. Vi har liten kunnskap om utviklingen i ungfiskproduksjon i Nærøydalselva de siste ti årene. I Flåmselva har det trolig vært en nedgang i smoltproduksjon i en kortere periode på grunn av de omfattende sikringsarbeidene i elva etter oktoberflommen i 2014 (Pulg mfl. 2022). En lik bestandsutvikling i Nærøydalselva og Aurlandselva kan tyde på at redusert sjøoverlevelse er en viktig grunn til at disse to gytebestandene har avtatt de siste årene. Det finnes imidlertid ikke publisert dokumentasjon på hvor mye og hvorfor sjøoverlevelsen tilsynelatende varierer mellom år i Sognefjorden.

Rapporter fra VRL har vist at tilstanden for sjøaure er dårlig i svært mange vassdrag i hele landet, unntatt i Nordland, Troms og Finnmark der situasjonen fortsatt er noe bedre (VRL 2019, 2022). I en nylig utgitt rapport presenterer VRL en trusselvurdering for sjøaure og de skriver (VRL 2023b): «Lakselus fra oppdrettsanlegg er den største menneskeskapte trusselen mot sjøørret. Effekten av lakselus er så stor og geografisk omfattende at denne trusselen alene har vært, og vil om ikke nye tiltak gjennomføres i høy grad være bestemmende for utviklingen i tilstanden for sjøørreten. For å bedre situasjonen for sjøørret i Norge er det nødvendig å gjøre betydelige tiltak for å redusere smittepresset fra oppdrettsanlegg. Klimaendring er nest største trussel. Kulverter, arealinngrep/kanalisering og landbruksaktivitet er også bestandstrusler, men i mindre grad enn lakselus og klimaendring. Vannkraftregulering, annen vannbruk og sykdomsinfeksjoner har også betydelig negativ påvirkning på sjøørret.»



## 5.4 Mulige forklaringer på nedgangen i sjøaurebestand i Aurlandsvassdraget.

I Aurlandsvassdraget har det vært en nedgang i gytebestanden av sjøaure fra toppåret 2014 og fram til 2022. Nedgangen har vært større i Vassbygdelva enn i Aurlandselva. Her diskuterer vi mulige årsaker til nedgangen i gytebestand og vurderer ulike påvirkningsfaktorer både i elv og i sjø.



**Figur 5.4.1.** Utvikling i antall gytefisk av sjøaure i to ulike størrelsesgrupper i Aurlandselva og Vassbygdelva i perioden 2009-2022. Merk at skalaen på y-aksen er forskjellig i de to panelene.

Utviklingen i gytebestand av sjøaure har vært noe forskjellig i Aurlandselva og Vassbygdelva i perioden 2009-2022 (**figur 5.4.1**). I Aurlandselva ble det registrert relativt mange små gytefisk (om lag 400-700) i perioden 2010-2015 før antallet avtok til et vesentlig lavere nivå i 2016. Deretter har antallet variert på et relativt lavt nivå med fra 100-250 slike individer hvert år i perioden 2016-2022. I Vassbygdelva økte antallet små gytefisk fra 2009 og frem til 2013-2015 da det ble registrert fra 310-370 slike individer hvert år. Som i Aurlandselva avtok antallet små gytefisk betydelig i 2016. Deretter har antallet små gytefisk gradvis avtatt til færre enn 50 i 2022. Sammenliknet med toppårene (2013-2015) har nedgangen i antallet små gytefisk de siste tre årene (2020-2022) vært større i Vassbygdelva (81 % nedgang) enn i Aurlandselva (69 % nedgang).

Antallet stor gytefisk i Aurlandselva økte fra et lavt nivå (100-200 individer) i 2009-2010 opp til en topp på mer enn 600 individer i 2014-2016 (**figur 5.4.1**). Deretter har det vært en gradvis nedgang i antallet stor gytefisk, som har flatet ut på om lag 250 individer de siste tre årene. I Vassbygdelva økte også antallet stor gytefisk fra under 100 individer i 2009-2012 til en topp på i overkant av 300 individer i 2014. Deretter har det vært en nedgang i antallet stor gytefisk og de siste tre årene har det blitt registrert fra 33-69 slike individer i elva. Sammenliknet med toppårene (2014-2016) har nedgangen i antallet store gytefisk de siste tre årene (2020-2022) vært større i Vassbygdelva (79 % reduksjon) enn i Aurlandselva (61 % reduksjon).

Sjøauren er flergangsgytere og stor gytefisk vil gradvis rekrutteres fra små gytefisk etter hvert som disse blir eldre og vokser seg større. Det er imidlertid stor variasjon i størrelse ved alder hos sjøaure på grunn av variasjon i livshistorie, som alder og størrelse ved smoltutvandring og antall sjøopphold (sjøalder) og størrelse ved første kjønnsmodning. Det er derfor vanskelig å gi presise anslag over sjøoverlevelse til ulike kohorter ut fra endringer i størrelsessammensetningen i en gytebestand over tid, uten et omfattende skjellmateriale eller opplysninger fra merkestudier. Resultatene fra gytefisktellningene tyder imidlertid på at

overlevelsen til ulike kohorter av store gytefisk (< 2kg) har vært større i Aurlandselva enn i Vassbygdelva de siste årene gitt at sjøauren gyter i samme vassdragsavsnitt år etter år.

#### Forholdet mellom antall blenkjer og gytefisk som indikator på overlevelse?

Ved gytefisktellinger gjøres det også registreringer av antallet blenkjer i vassdraget. Blenkjer er umoden sjøaure med en lengde på 20-35 cm og som vanligvis har hatt én eller to somre med beiting i sjø. Atferdene til blenkjer kan variere siden fiskene ikke er kjønnsmodne og ikke bundet til gytehabitat om høsten. Likevel gir observasjonene i Aurlandselva en pekepinn om variasjoner i forekomst mellom år og i hvert fall et minstetall for hvor mange som oppholder seg i Aurlandselva når tellingene av gytefisk skjer. I tillegg har tellepersonell, observasjonsforhold, vannføring og tidsrom for telling i Aurlandselva vært relativt konsistent mellom år. I perioden 2009-2022 har registreringene av blenkjer variert mellom 361 (2010) og 2572 (2014). Det er ingen klar trend over hele perioden 2009-2022. Tusen blenkjer eller mer ble registrert 2013-2017 og 2019-2020 (**figur 5.2.1**).

Forholdet mellom antall blenkjer en høst og antall små gytefisk (< 2kg) høsten året etter er vist i figur under (**figur 5.4.2**). Tallene kan betraktes som en proxy for kohort-overlevelse av blenkjer hvis vi antar at små gytefisk (< 2 kg) i hovedsak rekrutteres fra blenkjene. Det var høy «overlevelse» i årene 2009-2012 med over 80 %. I 2013-14 reduseres den sterkt til 35 % og den synker videre til ca. 20 % i 2015 og 10 % i 2016. Deretter varierer «overlevelsen» mellom 10 og 25 %. Også etter 2014 fantes sterke blenkjekohorter, i de fleste årene ble det registrert over 1000 blenkjer, men det førte ikke til en økning i antall førstegangsgyttere slik som 2009-2014.

#### **Lakselusutvikling**

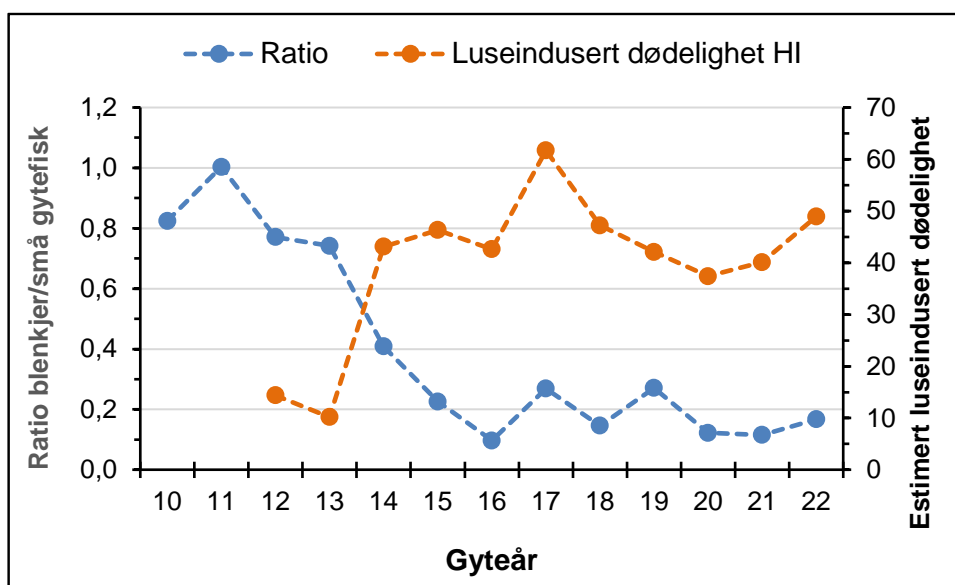
I Sognefjorden gjennomfører Havforskningsinstituttet årlig en omfattende overvåking av lakselusinfestasjoner på laks og sjøaure, både ved å undersøke lusepåslag på postsmolt av laks under utvandring og på sjøaure som fanges i ruser. Denne overvåkingen danner basis for å vurdere risiko for luseindusert dødelighet på postsmolt av laks. I tillegg modelleres spredning av lakseluscopepoditter ut fra tellinger av lakselus på oppdrettsfisk i anleggene for å vurdere smittepress gjennom sesongen i ulike deler av fjorden (Karlsen mfl. 2023). Denne overvåkingen og modelleringen viser at det er høye nivåer av lakselus langs kysten, men at det også er høye lusenivåer i ytre og midtre deler av Sognefjorden. I tillegg estimeres luseindusert dødelighet på laksesmolt som vandrer ut fra de ulike elvene i Sognefjorden ved bruk av virtuelle postsmoltmodeller (Johnsen & Karlsen 2021). Denne modelleringen tyder på at lusesituasjonen har endret seg i Sognefjorden i de siste elleve årene. Mens det var moderate verdier (10-14 %) for estimert dødelighet av utvandrende laksesmolt fra vassdrag i indre Sognefjorden i 2012-2013, har estimert dødelighet vært høyere enn 30 % (37-67 %) fra og med 2014 (Johnsen & Karlsen 2021, Karlsen mfl. 2023) (se **vedlegg 5**).

Data fra en overvåkingsstasjon i Bjordal, som undersøker lusepåslag på sjøaure i den perioden laksesmolten vandrer ut fra fjorden, viser at det var store lusepåslag og høy risiko for luseindusert dødelighet på denne stasjonen i alle år i perioden 2018-2022 (Karlsen mfl. 2023). Data fra en overvåkingsstasjon i Balestrand, som er over 100 km inne i Sognefjorden, viste høy risiko (> 30 %) for luseindusert dødelighet i 2019, lav risiko (< 10 %) i 2018 og 2020, og større lusepåslag igjen i 2021 og 2022 (**vedlegg 6**). Ved stasjonen i Balestrand ble det registrert ingen eller lav risiko for luseindusert dødelighet i årene 2010-2013 (Grefsrud mfl. 2018). Om sommeren gjennomføres ikke overvåking av lus, men Havforskningsinstituttet sin lusemodell tyder på at det vanligvis er høye tettheter av lusecopepoditter (frittlevende stadium av lakselus som infiserer fisken) i ytre Sognefjorden gjennom sommeren, og at det kan være høye tettheter også i midtre deler av fjorden (**vedlegg 7**). I vinterhalvåret finnes heller ingen overvåking med ett unntak: Det ble funnet høye luseinfestasjoner ved Kvamsøy (Balestrand) i midtre Sognefjorden i mars 2014, median var 254 lus per fisk, 54 % hadde mer enn 0.1 lus per g fisk, noe som gir høy risiko for dødelighet (Vollset & Barlaup 2014).



Hvor utsatt sjøaure fra Aurlandsvassdraget vil være for lusesmitte vil være avhengig av hvilke områder i Sognefjorden bestanden bruker om sommeren og vinteren, men tidligere merkeforsøk tyder på at det er sannsynlig at sjøaure fra Aurland også bruker midtre og ytre deler av fjorden (Jensen mfl. 1993, Møkkelgjerd mfl. 1993, Sægrov mfl. 2000). Undersøkelser av vandring hos sjøaure med bruk av akustisk telemetri i Kustus-prosjektet har også vist at særlig blenkjer foretar vandringer i midtre og ytre deler av fjorden der det forekommer mye lakselus (Haugen mfl. 2019). «Luseeksponering» dvs. tiden merkede fisker oppholdt seg i områder med lus økte fra ca. 28 % i 2013 til 44 % i 2014 for blenkjer og voksen sjøaure fra Aurland.

Bestandsnedgangen av gytefisk av sjøaure i Aurlandselva sammenfaller i tid med økningen i estimert lusedødelighet på utvandrende laksesmolt i Sognefjorden (**figur 5.4.2**). Forholdstallet mellom av blenkje et år og små gytefisk neste år var høyt ( $> 0,75$  %) så lenge lusepåvirkning var lav (2012 og 2013). Forholdstallet begynte å falle i 2014 og var på et betydelig lavere nivå fra og med 2015 ( $< 0,25$ ). Samtidig økte estimert luseindusert dødelighet på utvandrende smolt fra Aurlandsvassdraget fra rundt 10-14 % til mellom 37-62 % (2014-2022) (Karlsen mfl. 2023). En viktig årsak var trolig bortfall av effektive behandlingsmetoder mot lus grunnet resistensutvikling hos lakselusa.



**Figur 5.4.2.** Forholdstall mellom antall blenkjer ett år og antallet små gytefisk ( $< 2$  kg) året etter i Aurlandselva plottet mot estimert luseindusert dødelighet på utvandrende laksesmolt fra vassdraget. Data på estimert luseindusert dødelighet på laksesmolt er fra Havforskningsinstituttets modellberegninger (Johnsen mfl. 2021, Karlsen mfl. 2023). Verdien ved årstallet gjengir «overlevelsen» mellom høsten året før og høsten i året gitt i figur.

### **Predasjon**

Oterpredasjon kan redusere antall gytefisk av laks (Sortland mfl. 2023) og trolig aure, og oter har blitt observert hyppig langs Aurlandsvassdraget de siste årene. Under gytefisktelling har det blitt observert døde fisk med typiske oterskader i Tokvamsbekken (to stk.), men særlig i Vassbygdelva (seks stk.), først og fremst sjøaure men også én laks. Oterskader, med typiske bitt på halefinnen og skrap langs kroppen under ryggfinnen, har blitt registrert under gytefisktellinger siden 2016. Andel fisk med slike skader har ligget på fra 7-12 % i Aurlandselva og 30-70 % i Vassbygdelva, og en større andel skader i Vassbygdelva tyder på at påvirkningen på gytebestanden er større her enn i Aurlandselva.

### **Fiske**

Basert på fangstrapportering og gytefisktellinger om høsten har beskatningsratene av sjøaure avtatt i Aurlandsvassdraget de siste 20 årene (**figur 5.3.5**). Utover 2000-tallet avtok beskatningen gradvis ned til om lag 20 % i 2009-2011, og beskatningen har fortsatt å avta i årene deretter. Fra og med 2016 har den årlige beskatningen vært lavere enn 10 %, og den laveste verdien ble registrert i 2022 med 1,3 %. Andelen av sjøaurefangsten som er rapportert gjenutsatt i perioden 2011-2022 har variert fra 42 % i 2011 til 84 % i 2022, og samlet sett har 69 % av sjøauren blitt gjenutsatt de siste tolv årene. De siste tre årene har mer enn 80 % av sjøauren blitt gjenutsatt etter fangst. Sammenlignet med mange andre elver er fangstuttaket av sjøaure relativt lavt i Aurlandsvassdraget og laksen er fredet. Det foreligger ingen data på omfanget av fritidsfiske etter laks og sjøaure i Sognefjorden. Det foregår et aktivt sportsfiske i fjorden, ikke minst dorging. Sjøaure og laks er ikke fredet i selve fjorden og fredningssoner i elvemunninger utgjør mindre enn 1 % av fjordarealet. Det må derfor regnes med et fangstuttak av sjøaure fra sportsfisket i sjøen, men det finnes ingen data om hvor stort dette uttaket er. Inntil 2009 var det et sjølaksfiske med kilenot i Sognefjorden og inntil 2019 på Sula i Sognesjøen (pers. med. Statsforvalter Vestland), noe som også kan ha beskattet større sjøaure i fjorden.

## **5.5 Oppsummerende diskusjon om utviklingen i bestandene**

Både laks- og sjøaurebestanden i Aurlandsvassdraget gikk tilbake i årene etter at vassdragsreguleringen ble gjennomført. Hovedårsaken var sannsynligvis at reguleringen påvirket fiskeproduksjonen negativt. Ugedal mfl. (2019) pekte på ulike endringer av miljøforhold knyttet til reguleringen av vassdraget som hadde negativ effekt på fiskebestandene. Den relative betydningen ulike miljøforhold har hatt for utviklingen i bestandene har trolig endret seg både i løpet av utbyggingen og også i ettertid.

Virkningen av de kan kort oppsummeres som:

- En betydelig reduksjon i vannføring og vanddekt areal i Vassbygdelva og Midjeelva som følge av sterkt redusert vannføring ovenfor Vassbygdvatn ga redusert produksjon av ungfisk og smolt. Frivillige vannslipp fra og med 1995 sikret en større vinter-vannføring som sammen med en ombygging av elveleiet rundt år 2000 bidro til mer stabile vannføringsforhold og et større permanent vanddekt areal om vinteren i de nedre deler av Vassbygdelva. Dette vannslippet, og trolig også ombyggingen av elveleiet, ga økt overlevelse og større fiskeproduksjon i Vassbygdelva.
- En moderat reduksjon av vannføring og vanddekt areal om sommeren i Aurlandselva har trolig bidratt til nedgang i produksjon av ungfisk og smolt, men i denne delen av vassdraget kan noe av reduksjonen være kompensert av at elva etter regulering ikke lengre får svært lave vintervannføringer.

- Redusert sommertemperatur i Aurlandselva etter regulering ga redusert rekruttering og vekst hos ungfisk. Endringene i vanntemperatur var størst de første årene etter regulering og har blitt noe mindre senere. Denne faktoren er imidlertid fremdeles virksom slik at rekrutteringen i år med høye sommertemperaturer gjennomgående er høyere enn i år med lave sommertemperaturer.
- Sommertemperaturen i Vassbygdelva har økt etter reguleringen, noe som kan ha gitt både økt rekruttering og vekst hos ungfisk. Temperaturen endret seg lite fra uregulerte forhold fram til perioden 1973-1979 (Tvede 1991). Etter 1981 ble det imidlertid en økning på 1-2 °C fra begynnelsen av juni til midten av juli. Denne økningen skyldes trolig at tilførselene av smeltevann ble redusert etter at pumpekraftverkene ble satt i drift (Tvede 1991)
- Et stort og viktig gyteområde ved utløpet av Vassbygdvatn gikk tapt etter at klappeluka ble installert og Vangen kraftverk kom i drift. Dette gyteområdet bidro trolig til å rekruttere ungfisk både til Vassbygdvatn og nedstrøms i Aurlandselva.
- Flomvannføringene ble sterkt redusert i Aurlandselva etter regulering noe som trolig førte til en gradvis degradering av gytehabitat og ungfiskhabitat. Dette resulterte i at mengde gyteareal og kanskje også mengde hulrom (skjul) i bunnsubstratet ble begrensende faktorer for fiskeproduksjonen i Aurlandselva. Det er gjennomført omfattende habitattiltak for å øke både gyteareal og skjul i elvebunnen de siste årene. I tillegg er det gjennomført restaurering av flere sideløp både i Aurlandselva og i Vassbygdelva

Det har blitt gjennomført fiskekultivering i vassdraget for å avbøte negative effekter av reguleringen. Virkningen av kultiveringen kan kort summeres som:

- Utsetting av auresmolt som et avbøtende tiltak, virket mot sin hensikt den første tiden da mye av den utsatte fisken ble stående lenge i elva og konkurrerte med villfisk om mat og plass. Endringer i lokalitet for utsetting fra starten av 1990-tallet reduserte dette problemet. Den utsatte smolten hadde svært lav overlevelse i sjøfasen, slik at utsettingene i liten grad bidro til fangsten av sjøaure i elva, og utsettingene ble endelig avsluttet i 1998.
- Utsetting av øyerogn av laks fra og med vinteren 2003 har bidratt positivt til lakseproduksjonen i vassdraget, spesielt i Vassbygdelva, men trolig også i Aurlandselva etter at omfanget av rognplanting ble økt igjen fra og med 2013.

I tillegg til negative reguleringseffekter har også bestandsutviklingen av både laks og sjøaure i Aurlandsvassdraget fra 1973 og fram til i dag blitt påvirket av endringer i sjøoverlevelse for begge artene på Vestlandet i denne perioden.

### Sjøaure

Bestandsnedgangen av gytefisk av sjøaure i Aurlandselva sammenfaller i tid med økningen i estimert lusedødelighet på utvandrende laksesmolt i Sognefjorden (**figur 5.4.3**). Forholdstallet mellom av blenkje et år og små gytefisk neste år var høyt (> 0,75 %) så lenge lusepåvirkning var lav (2012 og 2013). Dette førte til høye antall med små gytefisk, og i årene etterpå også større gytefisk, noe som forklarer det høye totalantallet i den tiden. Blenkjegytefisk ratioen begynte å falle i 2014 og var på et betydelig lavere nivå fra og med 2015 (< 0,25). Samtidig økte estimert luseindusert dødelighet på utvandrende smolt fra Aurlandsvassdraget fra rundt 10-14 % til mellom 37 og 62 % (2014-2022) (Karlsen mfl. 2023).

Den tilsynelatende lavere overlevelsen av blenkjer preger bestandsutviklingen av gytende sjøaure tidsforskjøvet i årene etter, og dette er særlig synlig fra og med 2016. Kohorten med nye små gytefisk (< 2kg) reduseres med 80 % i 2016 (**figur 5.4.2**), noe som kan forklares med økt dødelighet av blenkjer i 2014 og 2015. Rekruttering av nye små gytefisk svekkes betydelig. Det gjelder alle år etter 2016 og dette driver nedgangen av gytebestanden i sin helhet i Aurlandselva. Allerede 2015 reduseres gytebestanden i forhold til 2014, men totalantallet er fortsatt høyt fordi det var mye små gytefisk under 2 kg fra årene før som gradvis vokste inn i bestanden av stor gytefisk.

De sterke gytefisk-kohortene fra tidligere år kan fortsatt følges etter 2016, nå som større gytefisk over 2 kg. Det er ikke disse kohortene som har økt frafall i Aurlandselva, tvert imot synes større gytefisk å ha mer stabil og høy overlevelse i perioden og kohorter kan følges over tid. I Vassbygdelva kan nedgangen i samlet antall gytende sjøaure også forklares med lavere rekruttering av små gytefisk etter 2015, også her reduseres antall førstegangsgyttere. Men her observeres i tillegg et gradvis økende frafall av større gytefisk (> 2kg). I 2021 var overlevelsen av større gytefisk bare på 20 % mot 67 % i 2010.

Bestandsnedgangen av sjøaure i Aurlandselva sammenfaller derfor med økningen i lusepress i Sognefjorden. Tallene gjenspeiler en utvikling som kan forventes dersom lakselus fører til økt dødelighet av sjøaureblenkjer. Både umoden og moden sjøaure kan vandre langt og nå områder i fjorden med mye lus (f.eks Haugen mfl. 2019), men umoden aure tåler mindre luseinfestasjon enn større fisk.

Frafall av blenkjer kan også forårsakes av andre faktorer, slik som predasjon og fiske. Blenkje er imidlertid i hovedsak under minstemålet for fiske, og den tilsynelatende stabile og relativ høye overlevelsen av større gytefisk tyder ikke på at fiske eller predasjon spiller en stor rolle i bestandsutviklingen i Aurlandselva. Det finnes heller ingen data på selektiv predasjon av blenkje og at det var en sterk økning av denne i året 2014. Det er usikkerheter knyttet til hvor godt blenkjetelling fanger opp variasjoner i antallet av slike individer mellom år, samtidig er tellingene i Aurland konsistent med tanke på vannføring, tidsrom og personell og trenden i dataene er svært robust.

I Vassbygdelva kan økt dødelighet av blenkjer fra og med 2014 også forklare deler av bestandsnedgangen. Også her er utviklingen drevet av færre nye gytefisk, men her observeres i tillegg et økt frafall av større gytefisk. Bestandsnedgangen er derfor sterkere (- 90 %) enn i Aurlandselva (- 70 %) sammenlignet med 2014. Økt frafall av eldre gytefisk kan forklares med blant annet predasjon, reguleringsgrad eller fiske. En større andel gytefisk med oterskader og mindre størrelse av vassdraget med bedre jaktforhold for oter kan tyde på at oter har en større effekt her enn i Aurlandselva. Reguleringen kan påvirke fisk i Vassbygdelva annerledes enn i Aurlandselva fordi vannføringen er betydelig lavere, og fisk kunne inntil 2020 havne i kraftinntak Vangen

#### Vangen

Kraftinntak Vangen kan føre til dødelighet av fisk når disse vandrer inn i inntaket og passerer turbinene. Det har blitt observert fisk i kraftverkstunnelen, både under revisjoner og ved kameraovervåking (se referanser i Ugedal mfl. 2019). Grunnet begrenset overvåking var det imidlertid ikke mulig å se om fisk svømte opp igjen eller om den gikk ned i turbinene. I 2020 ble det satt opp en finmasket varegrind. Kameraobservasjoner tyder på at fiskene snur ved denne grinda (Pulg mfl. 2023). Pågående merkeforsøk skal analysere fiskeatferden ved varegrinda ytterligere, og det er for tidlig å forvente at en eventuelt redusert dødelighet på utvandrende fisk som følge av dette tiltaket har påvirket bestandssituasjonen sporbart i Vassbygdelva.

### Ungfisk og smolt

Bestandsnedgangen av sjøaure sammenfaller ikke med tetthetsutvikling av ungfisk i Aurlandselva. Mens tettheter av aureparr og presmolt har økt noe i perioden 2009-2022 (se kapittel 4) har gytebestanden av sjøaure avtatt de siste årene. Antall små gytefisk (< 2 kg) som avtok betydelig i 2016 (**figur 5.4.1**), var rekruttert av ungfisk som ble registrert i årene 2010-2013. I disse årene var det en økning i tetthet av eldre ungfisk og presmolt av aure i Aurlandselva (se kapittel 4). Blenkjer rekrutteres av fisk som var smolt ett til to år tidligere. Antall blenkjer har vært variabelt i perioden 2009-2022, men med mer enn 1000 individer i fem av åtte år etter 2014. Først i de to siste årene kan det se ut som om det er svakere bestander av blenkje, med mellom 500 og 1000 individ. Vi kjenner ikke antallet smolt som produseres i vassdraget, men grove anslag basert på oppskalering av tetthet av presmolt om høsten for perioden 2009-2018 tyder på at det i mange år kan ha vandret ut mer enn 10.000 auresmolt i disse årene, mens det for laks trolig har vært minst 5000 individer de beste årene (Ugedal mfl. 2019). Resultatene fra de siste årene tyder på at smoltproduksjonen ikke har blitt vesentlig endret, og at smoltproduksjonen av både aure og laks har vært omtrent like tallrik også de fire siste årene som i årene før. Antallet smolt som vandrer ut av vassdraget hvert år er imidlertid beheftet med stor usikkerhet. For fremtiden hadde det vært ønskelig å beregne et smoltestimat basert på fangs-gjenfangst. Med dette kan sjøoverlevelse beregnes, og det kan settes bedre tall på dødelighet i både ferskvannsfasen og sjøfasen (se kunnskapsbehov kapittel i Ugedal mfl. 2019).

Det har vært store variasjoner mellom år i antallet blenkjer som er registrert ved gytefisktelningene. Vi kan derfor ikke utelukke at årlige variasjoner i sjøoverlevelsen til smolt kan ha gitt et bidrag til nedgangen i gytebestand de siste årene. Vi har imidlertid ikke kunnskap om hvor mye smoltoverlevelsen varierer mellom år, og hvorfor det eventuelt er slike variasjoner. Tidligere har vi pekt på at vi mangler kunnskap om overlevelsen til smolt ved utvandring fra Vassbygdelva og Vassbygdevatn kan være lavere enn hos smolt som vandrer ut fra Aurlandselva (Ugedal mfl. 2019).

### Laks

Bestanden av oppvandrende laks i vassdraget har vært på et lavt nivå siden midten av 1980-tallet, og er fremdeles på et svært lavt nivå med færre enn 50 gytefisk registrert i tre av de siste fem årene (**figur 5.3.3**). Rognplantingen i vassdraget ble gjenopptatt i 2013 og fra og med 2017 til og med 2022 er det årlig satt ut mellom 200.000 og 417.000 øyerogn av laks i vassdraget (**tabell 2.2.1**), noe som har bidratt til at den samlede tettheten av egg fra naturlig gyting og plantet øyerogn stort sett har vært høyere enn 1,2 egg per m<sup>2</sup> elvebunn fra og med 2015 i både Vassbygdelva og Aurlandselva (**figur 5.2.5**). Det vises også i økte ungfisktettheter av laks i Vassbygdelva, og på rognplantingsstasjoner og i restaurerte sideløp i Aurlandselva (Pulg mfl. 2023).

Økte ungfisktettheter og sannsynlig økt smoltproduksjon av laks har imidlertid ikke ført til økt innsig av voksen laks. En svært sannsynlig forklaring er lav sjøoverlevelse og høyt lusepress. Også naboelvene har hatt en liknende utvikling i laksebestand og estimatene av luseindusert dødelighet på utvandrende laksesmolt har vært høyere enn 30 % for elvene i indre Sognfjord siden 2014 (Karlsen mfl. 2023).

Selv om rognplanting har bidratt til en økning av ungfisktettheter av laks, spesielt i Vassbygdelva, er det lite sannsynlig at laksebestanden kan bygges opp som selvreproduserende bestand med en gitte estimerte luseinduserte smoltdødeligheter på 40-60 %. Effekter av predasjon fra oter kan ikke utelukkes, særlige i den mer fåtallige gytebestanden i Vassbygdelva kan uttak av enkeltindivider spille en rolle.

Laks er fredet i vassdraget. Sjøfasen er det imidlertid en usikkerhetsfaktor. Selv om sannsynligheten er lav for at fisk blir fanget i sportsfiske er sårbarheten stor i og med at bestanden

bare teller noen få titalls individer. Inntil 2020 forekom dessuten et sjølaksefiske i ytre Sognefjord og langs kysten også her kan det ha forekommet tap av laks fra Aurlandsvassdraget.

Postsmolttrålinger og modellberegninger tyder altså på at smittepresset av lakselus i vandringsruta til laksesmolt fra elvene i Aurlandsfjorden de siste årene har vært så høyt at risikoen for luseindusert dødelighet har vært stor (Karlsen mfl. 2023). Dette gjør at det er risiko for at laksebestanden i Aurlandsvassdraget ikke vil øke i årene framover selv om ungfiskregistreringene tyder på at smoltproduksjonen av laks har vært og er noenlunde høy til Aurland å være de siste ti til tolv årene. I tillegg er det usikkerheter knyttet til hvordan den generelt lave sjøoverlevelsen til laks vil utvikle seg i årene framover.

VRL (2023a) skriver om Sognefjorden: «*Basert på beregninger og risikovurderinger fra Havforskningsinstituttet (Johnsen mfl. 2019, 2020, Johnsen & Karlsen 2021, Grefsrud mfl. 2021, 2022, 2023) og overvåkingen i 2023 (Nilsen mfl. 2023) er det sannsynlig at effekten av lakselus på innsiget vil opprettholdes eller øke i de nærmeste årene. Videre vekst gjennom trafikklysordningen, unntaksbestemmelser i ordningen og tildelte utviklingskonsesjoner samt økende utfordringer med både medikamentell og ikke-medikamentelle metoder for avlusing i oppdrettsanleggene (Sommerset mfl. 2021, Helgesen mfl. 2022) tilsier at risikoen for at ytterligere bestander blir kritisk truet er høy.*»

## Oppsummering

Antallet registrerte gytefisk av sjøaurer i Aurlandsvassdraget økte kraftig fra 482 i 2009 til en topp i 2014 med 1893 individer. Deretter har antallet gradvis avtatt, og i 2022 ble det registrert 459 gytefisk ved tellingene. Beregnet årlig minimumsinnsig (oppgang) av gytemoden sjøaure økte fra 640 individer i 2009 til i overkant av 2100 individer i 2014 og avtok deretter gradvis til 900 individer i 2018 og ytterligere til 470 individer i 2022. Nedgangen har vært større i Vassbygdelva enn i Aurlandselva. Utviklingen i det årlige innsiget av sjøaure i vassdraget de siste 22 årene samvarierer signifikant med utviklingen i andre nærliggende bestander i Sognefjorden som Nærøydalselva og Flåmselva. Dette tyder på at variasjoner i sjøoverlevelse påvirker disse bestandene på samme måte.

Vurdert ut fra elveareal var gytebestanden i Aurlandsvassdraget til dels betydelig tettere og mer tallrik enn de to nabobestandene i perioden 2010-2018. Noe av denne forskjellen kan forklares med at Vassbygdvatn bidrar til produksjon av sjøaure i Aurlandsvassdraget, mens aureproduksjonen i de to andre vassdragene bare skjer i elvearealer. I Flåmselva og Nærøydalselva har laksebestandene vært vesentlig mer tallrike enn i Aurlandsvassdraget og svakere konkurranse fra laks kan være en medvirkende årsak til at sjøaurebestanden i Aurlandsvassdraget har hatt relativt sett høyere tetthet enn i de to andre elvene. De siste tre til fire årene har imidlertid gytebestanden av sjøaure i Aurlandsvassdraget avtatt til samme tetthet som bestandene i Flåmselva og Nærøydalselva.

Økt lakselusindusert dødelighet hos umoden sjøaure (blenkje) framstår som en sannsynlig viktig årsak til nedgangen i gytebestand i Aurlandsvassdraget de siste årene. I tillegg kan andre faktorer som gir økt sjødødelighet, som for eksempel redusert tilgang til byttedyr eller beskatning i sjøen ha bidratt til nedgangen, men det finnes ikke kvantitative opplysninger som kan belyse betydningen av slike faktorer. Beskatningsratene i ferskvann har vært lave (< 10 %) i Aurlandsvassdraget de siste åtte årene. Den lave beskatningsraten i ferskvann har imidlertid ikke kunne forhindre at sjøaurebestanden i Aurlandsvassdraget har avtatt de siste årene.

Antallet registrerte gytefisk av laks økte fra 13 og 26 individer i 2009 og 2010 til 87 individer i 2011, med en topp i årene 2014-2016 med 87-97 individer. Deretter har gytebestanden

avtatt, og de siste seks årene har antallet variert fra 28 til 61. Laksen i vassdraget er fredet og svært få fisk rapporteres fanget i sportsfisket, og nesten alle disse er rapportert gjenutsatt etter fangst. Tellingene av gytelaks gir dermed også et minimumsinnsig til vassdraget. Hos laks var det også en signifikant samvariasjon i utvikling av det årlige innsiget mellom Aurlandsvassdraget og de to nabobestandene. Dette tyder på at disse tre bestandene påvirkes av variasjoner i sjøoverlevelse på samme måte. Vurdert ut fra elveareal har gytebestanden i Aurlandsvassdraget vært betydelig mindre tett enn i de to nabobestandene de siste sju årene (med unntak av for Flåm i 2018 og 2019). Sjøauren dominerte også i vassdraget før regulering, men laksebestanden var på et vesentlig høyere nivå. Årsak til sjøaurens dominans kan være at den er mer konkurransedyktig ved lave sommertemperaturer og at dette ble forsterket av reguleringen som førte til enda kaldere sommertemperaturer i Aurlandselva.

Laksebestanden i Aurlandsvassdraget har vært og er fortsatt svært fåtallig og dermed svært sårbar overfor ytre påvirkningsfaktorer. Kombinasjonen av generell lav sjøoverlevelse, svært høyt smittepress fra lakselus og andre påvirkninger gjør at bestandstilstanden har blitt kritisk i vassdraget som i flere andre bestander i indre del av Sognefjorden. Forsterkningsutsettingene av rogn har hatt en positiv effekt på ungfiskproduksjonen, men det er usikkert om utsettingene er store nok til å øke bestanden av voksen laks gitt den tilsynelatende lave sjøoverlevelsen i dag og sannsynlige trusselsfaktorer fra oppdrettsnæringen i sjøen fremover for laksen fra vassdraget.

## 6 Referanser

- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Bremset, G., Sættem, L.M. & Johnsen, B.O. 2010. Status for bestandene av laks og sjøaure i Nærøydalselva, Sogn og Fjordane. Samlerapport fra fiskebiologiske undersøkelser i perioden 2006-2008. NINA Rapport 475, 105 s. Norsk institutt for naturforskning.
- Forseth, T. & Forsgren, E. (red.). 2009. El-fiskemetodikk: gamle problemer og nye utfordringer. NINA Rapport 488, 74 s. Norsk institutt for naturforskning.
- Forseth, T., Harby, A., Ugedal, O., Pulg, U., Fjeldstad, H.-P., Robertsen, G., Barlaup, B., Alfredsen, K., Sundt, H., Saltveit, S.J., Skoglund, H., Kvingedal, E., Zinke, P., Sundt-Hansen, L.E., Teichert, M., Finstad, A.G., Einum, S., Sauterlaute, J., Jensen, A.J., Tøfte, L.S. & Arnekleiv, J.V. 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. CEDREN, NINA Temahefte 52. 90 s.
- Grefsrud, E.S., Glover, K., Grøsvik, B.E., Husa, V., Karlsen, Ø., Kristiansen, T., Kvamme, B.O., Mortensen, S., Samuelsen, O.B., Stien, L.H. & Svåsand, T. (red.) 2018. Risikoreport norsk fiskeoppdrett 2018. Fisken og Havet, særnr. 1-2018.
- Grefsrud, E., Karlsen, Ø., Kvamme, B.O., Glover, K., Husa, V., Hansen, P.K., Grøsvik, B.E., Samuelsen, O., Sandlund, N., Stien, L.H. & Svåsand, T. (red.). 2021. Risikoreport norsk Fiskeoppdrett 2021 – Risikovurdering – effekter av norsk fiskeoppdrett. Rapport fra havforskningen 2021-8.
- Grefsrud, E., Andersen, L.B., Bjørn, P.A., Grøsvik, B.E., Hansen, P.K., Husa, V., Karlsen, Ø., Kvamme, B.O., Samuelsen, O., Sandlund, N., Solberg, M.F. & Stien, L.H. (red.). 2022. Risikoreport norsk Fiskeoppdrett 2022 – Risikovurdering – effekter på miljø og dyrevelferd i norsk fiskeoppdrett. Rapport fra havforskningen 2022-12.
- Grefsrud, E.S., Andersen, L.B., Grøsvik, B.E., Karlsen, Ø., Kvamme, B.O., Hansen, P.K., Husa, V., Sandlund, N., Stien, L.H. & Solberg, M.F. 2023. Risikoreport norsk fiskeoppdrett 2023 - Produksjonsdødelighet hos oppdrettsfisk og miljøeffekter av norsk fiskeoppdrett. Rapport fra Havforskningen, 2023-6. 140 s.
- Hellen, B.A., Sægrov, H., Kålås, S. & Urdal, K. 2009. Fiskeundersøkingar i Aurland, årsrapport for 2008. Rådgivende Biologer, Rapport 1203. 49 s.
- Haugen, T.O., Urke, H.A., Kristensen, T., Ulvund, J. B., Lunde, R., Hawley, K., Thaulow, J. 2019. Områdebruk og vandringer i fjord og ferskvann hos sjøaure i indre Sognefjorden 2012-2015: konsekvenser for erfart lakseluseksponering (KUSTUS-rapporten). NMBU – MINA-rapport.
- Hedger, R.D., Diserud, O.D., Sandlund, O.T., Saksgård, L, Ugedal, O. & Bremset, G. 2018. Bias in estimates of electrofishing capture probability of juvenile Atlantic Salmon. *Fisheries Research* 208: 286-295.
- Helgesen, K.O., Horsberg, T.E., Stige, L.C. & Tarpai, A. 2022. The surveillance programme for resistance in salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) in Norway 2021. Surveillance program report 8-2022. Veterinærinstituttet 2022. 24 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. & Sættem, L.M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. NINA Rapport 226. Norsk institutt for naturforskning. 78 s.
- Houde, E.D. 2002. Mortality. In *Fishery science - The unique contributions of the early life stages*. Edited by L.A. Fuiman and R.G. Werner. Blackwell Science.

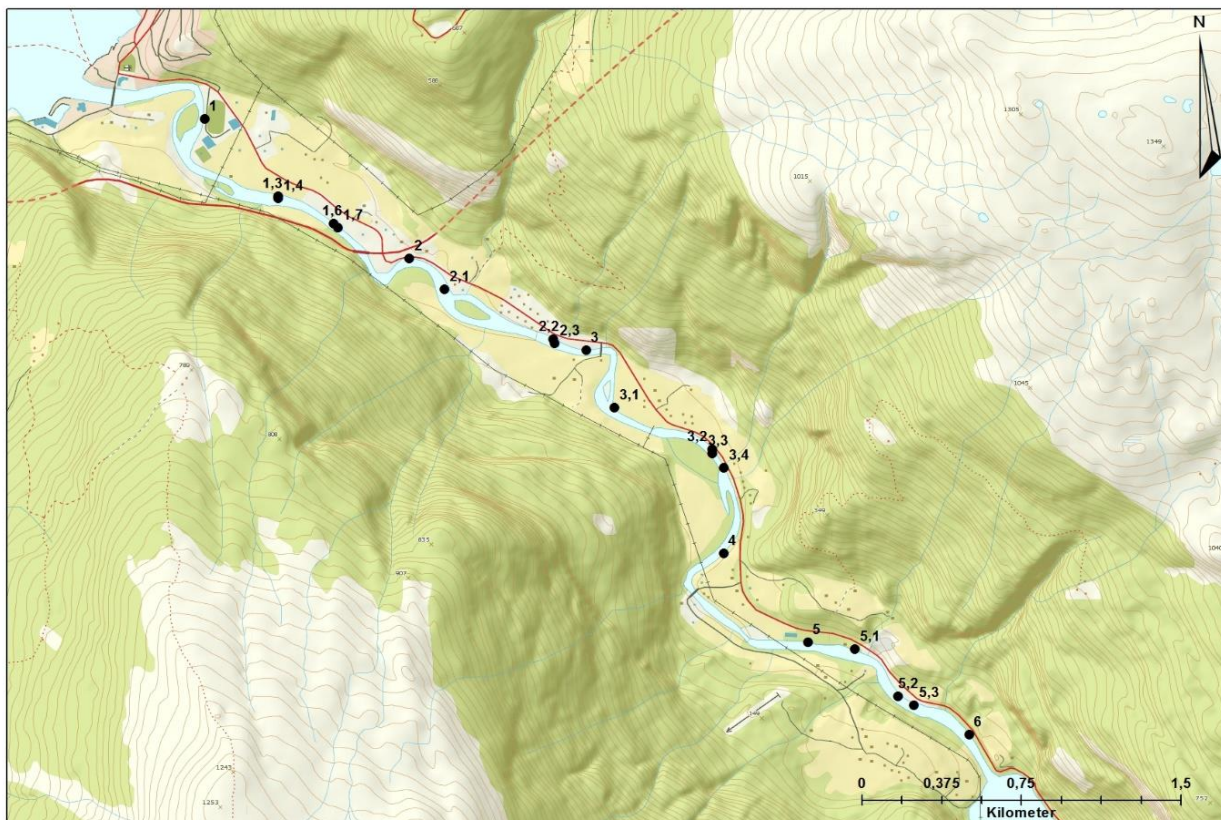


- Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Møkkelgjerd, P.I. 1993. Sjøaure og laks i Aurlandsvassdraget 1911-92. NINA Forskningsrapport 48, 31 s. Norsk institutt for naturforskning.
- Johnsen, G.H., B.A. Hellen, & H. Sægvog 2013. Flytekai i Flåm, Aurland kommune. Konsekvensutredning for laks og sjøaure. Rådgivende Biologer AS, rapport 1815.
- Johnsen, I.A. & Karlsen, Ø. 2021. Estimert dødelighet for utvandrende postsmolt av laks 2012-2020. Rapport fra Havforskningen 2021-5. 19 s.
- Johnsen, I.A. & Karlsen 2021. Estimert dødelighet for utvandrende postsmolt av laks 2012-2021. Rapport til Mattilsynet OK-program 56827 – Lakselusovervåking. Rapport fra Havforskningen 2021-53.
- Johnsen, I.A., Harvey, A., Sævik, P.N., Ugedal, O., Ådlandsvik, B., Wennevik, V., Glover, K. & Karlsen, Ø. 2020. Salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infestation pressure on Atlantic salmon (*Salmo salar*) during post-smolt migration in Norway. ICES Journal of Marine Science 78:142-154.
- Johnsen, I.A., Sandvik, A.D. & Albretsen, J. 2021. Estimated salmon lice induced mortality of Atlantic salmon. <https://doi.org/10.21335/NMDC-1336748445>.
- Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Møkkelgjerd, P.I. 1993. Sjøaure og laks i Aurlandsvassdraget 1911-92. NINA Forskningsrapport 48. 31 s. Norsk institutt for naturforskning.
- Karlsen, Ø., Dalvin, S.T., Sandvik, A.D. & Serra-Llinares, R.M. 2023. Lakselus – risikovurdering og kunnskapsstatus 2023. Rapport fra havforskningen 2023-4. Havforskningsinstituttet, Bergen. 196 s.
- Lennox, R.J., Cooke, S.J., Davis, C.R., Gargan, P., Hawkins, L.A., Havn, T.B., Johansen, M.R., Kennedy, R.J., Richard, A., Svenning, M.-A., Uglem, I., Webb, J., Whoriskey, F.G. & Thorstad, E.B. 2017. Pan-Holarctic assessment of post-release mortality of angled Atlantic salmon *Salmo salar*. Biological Conservation 209: 150-158.
- Myers, R. 1998. When do environment - recruitment correlations work? Review Fish Biology and Fisheries 8: 285-305.
- Møkkelgjerd, P.I., Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. 1993. Merkinger av sjøaure i Aurlandsvassdraget 1949-70. NINA Forskningsrapport 43. 15 s. Norsk institutt for naturforskning.
- Nilsen, R., Serra-Llinares, R.M., Sandvik, A.D., Karlsen, Ø., Uglem, I., Tonstad, A., Ambjørndalen, V., Lehmann, B.B. & Skår, B. 2023. Lakselusinfestasjon på vill laksefisk våren 2023. Rapport fra havforskningen 2023-28: 29 s.
- Pulg, U., Barlaup, B.T., Skoglund, H., Wiers, T., Gabrielsen, S.-E., & Normann, E.S. 2013. Gyteplasser og sideløp i Aurlandsvassdraget. LFI, UNI Miljø Rapport Nr. 221. 77 s.
- Pulg, U., Barlaup, B.T., Skoglund, H., Velle, G., Gabrielsen, S.-E., Stranzl, S., Olsen, E.E., Lehmann, B.G., Wiers, T., Skår, B., Normann, E.S., Fjeldstad, H.-P. & Kroglund, F. 2018. Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø. God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. Uni Research Miljø LFI rapport 296.
- Pulg, U., Stranzl, S., Espedal, E.O. & Postler, C. 2020. Vanndekt areal, habitatkvalitet og vannføring i Vassbygdelva. NORCE LFI rapport 379. NORCE LFI, Bergen. 21 s.
- Pulg, U., Hauer, C., Flödl, P., Postler C., Stranzl, S., Espedal, E.O, Bodin, C.L. & Velle, G. 2022. Flom og miljø i et endret klima - innovative metoder for restaurering og bedre miljøtilstand. NORCE LFI rapport 458. Norwegian Research Center LFI, Bergen.
- Pulg, U., Stranzl, S. Espedal, E. O. & Postler, C. 2023. Habitat og tiltak i Aurlandsvassdraget. Statusrapport 2022. NORCE LFI Rapport nr. 501.

- Sandlund, O.T., Berger, H.M., Bremset, G., Diserud, O., Saksgård, L., Ugedal, O. & Ulvan, E. 2011. Elektrisk fiske - effekter av ledningsevne på fangbarhet av ungfisk. NINA Rapport 668. 43 s. Norsk institutt for naturforskning.
- Skoglund, H. 2011. Seasonal timing of emergence from nests: effects of temperature and competition on offspring performance in salmonid fishes. Dr. Scient Thesis, University of Bergen.
- Skoglund, H., Vollset, K.W., Barlaup, B. & Lennox, R. 2019. Gytefisktelling av laks og sjøaure på Vestlandet – status og utvikling i perioden 2004-2018. NORCE-LFI rapport nr. 335. 44 s.
- Skår, B., Gabrielsen, S.-E. & Skoglund, H. 2022. Ungfiskundersøkelser og gytefisktelling i Nærøydalselva 2021. NORCE-LFI Rapport 435.
- Sommerset, I., Bang Jensen, B., Bornø, B., Haukaas, A. & Brun, E. (red.) 2021. Fiskehelserapporten 2020. Veterinærinstituttets rapportserie 41a – 2021.
- Sortland, L.K., Lennox, R.J., Velle, G., Vollset, K.W. & Kambestad, M. 2023. Impacts of predation by Eurasian otters on Atlantic salmon in two Norwegian rivers. *Freshwater Biology* 68: 1176-1193.
- Sægrov, H., Hellen, B.A. & Kålås, S. 1997. Fiskeundersøkingar i Aurland i 1996. Rådgivende Biologer AS, Rapport 284. 27 s.
- Sægrov, H., Hellen, B.A., Jensen, A.J., Barlaup, B.T. & Johnsen, G.H. 2000. Fiskebiologiske undersøkelser i Aurlandsvassdraget 1989-1999. Oppsummering av resultater og evaluering av tiltak. Rådgivende Biologer AS, Rapport 450. 73 s.
- Sægrov, H., Hellen, B.A., Kålås, S., Urdal, K. & Johnsen, G.H. 2007. Endra manøvrering i Aurland 2003-2006. Sluttrapport - fisk. Rådgivende Biologer AS, Rapport 1000. 103 s.
- Sættem, L.M. 1995. Gytebestander av laks og sjøaure. En sammenstilling av registreringer fra ti vassdrag i Sogn og Fjordane fra 1960-94. DN-utredning 1995-7. 107 s.
- Tvede, A. 1991. Vanntemperatur i Aurlandselva 1965-89. I: Faugli, P.E. (red.). Etterundersøkelser i Aurlandsvassdraget. Status 01.11.1991. Norges Vassdrags- og Energiverk. Notat nr. 5, 1991. s. 50-57.
- Tvede A.M. 1994. Discharge, water temperature and glaciers in the Aurland river basin. *Norsk Geografisk Tidsskrift* 48.
- Uglem, I., Foldvik, A., Solem, Ø, Thorstad, E.B., Johansen, M.R. & Havn, T.B. 2015. Gjenfangst av gjenutsatt laks i Otra, Osen Vestre Hyen, Orkla, Gaula, Verdalselva, Ranaelva og Lakselva i 2012-2014. NINA Minirapport 537. Norsk institutt for naturforskning.
- Vollset, K. W. & Barlaup, B.T. 2014. First report of winter epizootic of salmon lice on sea trout in Norway. *Aquaculture Environment Interactions* 5: 249-253.
- VRL 2015. Status for norske laksebestander i 2015. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 8. 300 s.
- VRL 2019. Klassifisering av tilstanden til 430 norske sjørretbestander. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 7. 150 s.
- VRL 2022. Klassifisering av tilstanden til sjørret i 1279 vassdrag. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 9. 170 s.
- VRL 2023a. Status for norske laksebestander i 2023. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 18. 124 s.
- VRL 2023b. Trusselvurdering for sjørret. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 12. 37 s.

## 7 Vedlegg

**Vedlegg 1a.** *Beliggenhet til stasjoner for elektrisk fiske i Aurlandselva. Fire stasjonspar (1,3 og 1,4; 1,6 og 1,7; 2,2 og 2,3; 3,2 og 3,3) ligger nært hverandre hvor den ene har avgrensning mot land mens den andre ligger ute i elva. Resten av stasjonene har alle avgrensning mot land. Stasjonene 1, 2, 3, 4, 5 og 6 har blitt undersøkt i hele perioden 1989-2022.*







**Vedlegg 2.** Beregnede fangbarheter ( $\pm 95\%$  konfidensintervall) for laks- og aureunger ved el-fiskeundersøkelser i Aurlandsvassdraget i 2009-2022 og fangbarheter benyttet til å estimere fiskekettheter i vassdraget. \* på grunn av lave fangster var det ikke mulig å beregne en pålitelig fangbarhet. Bare estimater basert på en samlet fangst av minst 25 individer er tatt med.

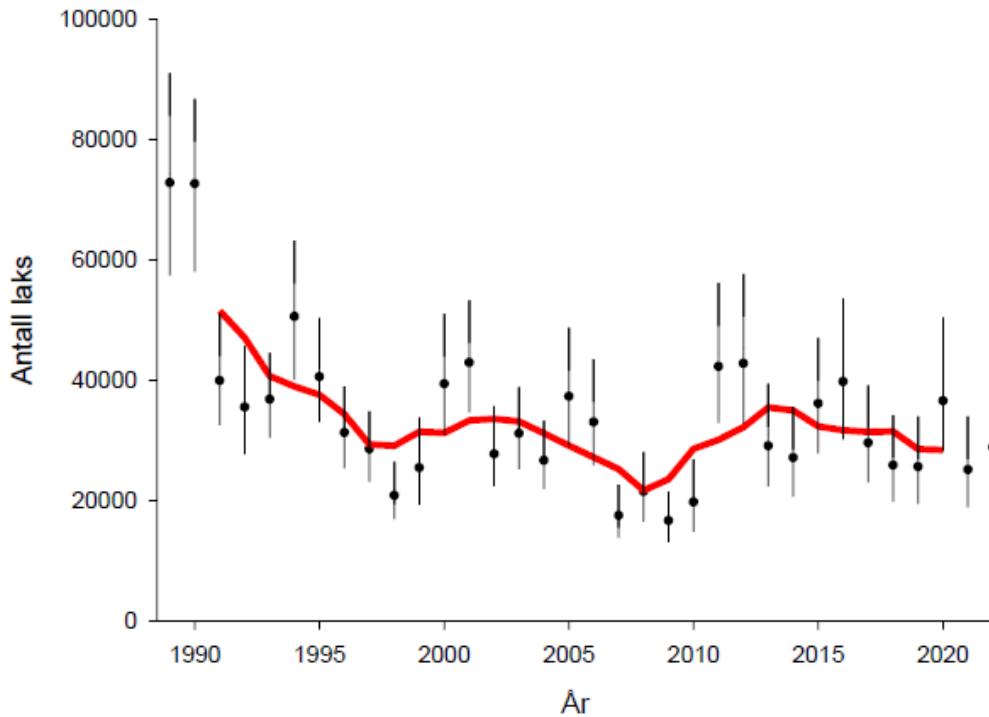
Elv	År	St.	Aure 0+	Aure 1+	Aure 2+	Aure-PS
Aurlandselva	2009	5	0,45 ( $\pm 0,18$ )	0,43 ( $\pm 0,13$ )	0,69 ( $\pm 0,11$ )	0,75 ( $\pm 0,10$ )
Vassbygdelva	2009	6	0,45 ( $\pm 0,12$ )	0,61 ( $\pm 0,09$ )	0,56 ( $\pm 0,14$ )	0,62 ( $\pm 0,12$ )
<b>Totalt</b>	2009	11	0,45 ( $\pm 0,09$ )	0,54 ( $\pm 0,08$ )	0,63 ( $\pm 0,08$ )	0,68 ( $\pm 0,08$ )
Aurlandselva	2010	6	0,46 ( $\pm 0,13$ )	0,46 ( $\pm 0,12$ )	0,66 ( $\pm 0,12$ )	0,67 ( $\pm 0,11$ )
Vassbygdelva	2010	6	0,52 ( $\pm 0,13$ )	0,55 ( $\pm 0,13$ )	0,51 ( $\pm 0,15$ )	0,57 ( $\pm 0,15$ )
<b>Totalt</b>	2010	12	0,49 ( $\pm 0,09$ )	0,50 ( $\pm 0,09$ )	0,59 ( $\pm 0,15$ )	0,63 ( $\pm 0,11$ )
<b>Totalt</b>	2011	4	0,50 ( $\pm 0,10$ )	0,62 ( $\pm 0,11$ )	0,84 ( $\pm 0,13$ )	0,75 ( $\pm 0,12$ )
<b>Totalt</b>	2012	6	0,52 ( $\pm 0,08$ )	0,55 ( $\pm 0,09$ )	0,72 ( $\pm 0,12$ )	0,70 ( $\pm 0,11$ )
<b>Totalt</b>	2013	5	0,41 ( $\pm 0,24$ )	0,57 ( $\pm 0,10$ )	0,85 ( $\pm 0,11$ )	0,78 ( $\pm 0,11$ )
<b>Totalt</b>	2014	6	0,46 ( $\pm 0,07$ )	0,57 ( $\pm 0,08$ )	0,65 ( $\pm 0,12$ )	0,67 ( $\pm 0,10$ )
<b>Totalt</b>	2015	4	0,38 ( $\pm 0,10$ )	0,55 ( $\pm 0,12$ )	0,64 ( $\pm 0,18$ )	0,60 ( $\pm 0,16$ )
<b>Totalt</b>	2016	4	0,42 ( $\pm 0,13$ )	0,60 ( $\pm 0,10$ )	0,72 ( $\pm 0,13$ )	0,69 ( $\pm 0,13$ )
<b>Totalt</b>	2017	5	0,44 ( $\pm 0,09$ )	0,48 ( $\pm 0,11$ )	0,67 ( $\pm 0,14$ )	0,67 ( $\pm 0,15$ )
<b>Totalt</b>	2018	2	0,45 ( $\pm 0,11$ )	0,46 ( $\pm 0,26$ )	*	*
<b>Totalt</b>	2019	5	0,52 ( $\pm 0,01$ )	0,67 ( $\pm 0,02$ )	0,76 ( $\pm 0,05$ )	0,76 ( $\pm 0,05$ )
<b>Totalt</b>	2020	6	0,56 ( $\pm 0,02$ )	0,52 ( $\pm 0,03$ )	0,66 ( $\pm 0,05$ )	0,70 ( $\pm 0,04$ )
<b>Totalt</b>	2021	3	0,58 ( $\pm 0,03$ )	0,52 ( $\pm 0,03$ )	0,80 ( $\pm 0,06$ )	0,70 ( $\pm 0,06$ )
<b>Totalt</b>	2022	3	0,32 ( $\pm 0,07$ )	0,41 ( $\pm 0,06$ )	0,71 ( $\pm 0,05$ )	0,64 ( $\pm 0,05$ )
<b>Benyttet</b>			<b>0,45</b>	<b>0,55</b>	<b>0,70</b>	<b>0,70</b>

Elv	År	St.	Laks 0+	Laks 1+	Laks 2+	Laks-PS
<b>Totalt</b>	2009	11	*	0,46 ( $\pm 0,08$ )	0,53 ( $\pm 0,16$ )	0,66 ( $\pm 0,18$ )
<b>Totalt</b>	2010	12	*	0,34 ( $\pm 0,09$ )	0,58 ( $\pm 0,14$ )	0,56 ( $\pm 0,14$ )
<b>Totalt</b>	2011	4	*	*	*	*
<b>Totalt</b>	2012	6	*	*	*	*
<b>Totalt</b>	2013	5	0,31 ( $\pm 0,24$ )	0,47 ( $\pm 0,10$ )	*	*
<b>Totalt</b>	2014	6	0,25 ( $\pm 0,07$ )	0,30 ( $\pm 0,08$ )	0,83 ( $\pm 0,12$ )	0,82 ( $\pm 0,12$ )
<b>Totalt</b>	2015	4	0,22 ( $\pm 0,10$ )	0,55 ( $\pm 0,12$ )	*	*
<b>Totalt</b>	2016	4	0,26 ( $\pm 0,13$ )	0,35 ( $\pm 0,10$ )	0,61 ( $\pm 0,13$ )	0,63 ( $\pm 0,25$ )
<b>Totalt</b>	2017	5	*	*	0,53 ( $\pm 0,14$ )	*
<b>Totalt</b>	2018	2	*	*	*	*
<b>Totalt</b>	2019	5	0,41 ( $\pm 0,07$ )	0,70 ( $\pm 0,05$ )	0,72 ( $\pm 0,08$ )	0,72 ( $\pm 0,08$ )
<b>Totalt</b>	2020	6	0,27 ( $\pm 0,32$ )	0,54 ( $\pm 0,08$ )	0,77 ( $\pm 0,04$ )	0,76 ( $\pm 0,05$ )
<b>Totalt</b>	2021	3	*	*	*	*
<b>Totalt</b>	2022	3	*	*	*	*
<b>Benyttet</b>			<b>0,30</b>	<b>0,40</b>	<b>0,62</b>	<b>0,67</b>

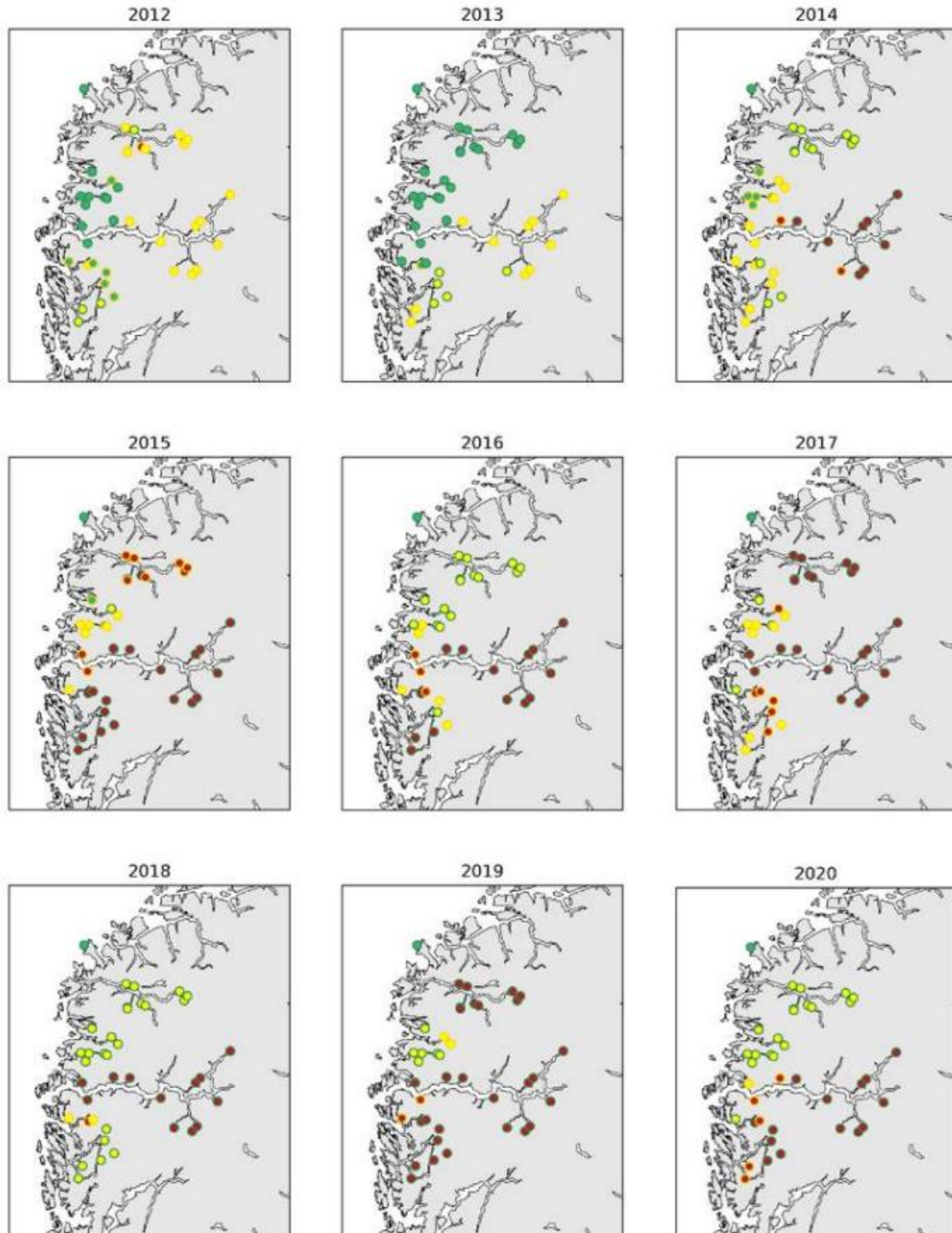
**Vedlegg 3.** Tidspunkt, vannføring og vanntemperatur ved elektrisk fiske i Aurlandsvassdraget i 2009-2022. Vannføringen er døgnmiddelverdier målt ved NVE sin stasjon i Aurlandselva og E-CO sin stasjon i Vassbygdelva. Vanntemperatur er også døgnmiddelverdier målt ved NVE sine to stasjoner i vassdraget. I Vassbygdelva har vanntemperaturen gjennomgående vært lavere enn de oppgitte, spesielt i midtre og øvre deler av elva, og spesielt etter kjølige netter.

År	Dato	Aurlandselva		Vassbygdelva	
		Vannf. (m <sup>3</sup> /s)	Temp (°C)	Vannf. (m <sup>3</sup> /s)	Temp (°C)
2009	12.-15. oktober	3,3-3,4	5,9-6,6	1,5	4,9
2010	11.-14. oktober	3,9-4,2	~ 8	2,2	5,6
2011	17.-19. oktober	3,5-3,6	7,1-7,4	2,0	6,0
2012	08.-10. oktober	3,4-3,6	5,8-6,2	2,4	5,3
2013	04.-06. oktober	3,7	8,2-8,4	0,9	7,0
2014	16.-17. oktober	3,6-3,8	7,3-7,4	1,2	5,8
2015	13.-14. oktober	3,7-3,9	6,1-6,4	0,6	6,5
2016	17.-19. oktober	3,5	6,7-6,9	0,6	6,0
2017	09.-11. oktober	4,3	6,9-7,1	2,2	5,4
2018	19.-20. oktober	4,0-4,3	7,3	2,8	6,6
2019	18.-20. oktober	4,1	7,6-7,8	1,1	6,6
2020	06.-07. oktober	3,9	7,7-7,8	3,2	8,5
2021	22.-23. oktober	4,1-4,4	4,7	4,2	4,6
2022	19.-20. oktober	3,9-4,1	6,9-7,0	2,1	4,5

**Vedlegg 4.** Beregnet innsig av alle størrelsesgrupper av laks til kysten av Vest-Norge (fra og med Hordaland til Stad i Sogn og Fjordane) i perioden 1989-2022. Punktene angir medianverdiene, mens de loddrette strekene angir spennet mellom minste og største verdi fra simuleringer. Den røde linjen er bevegelig gjennomsnitt basert på fem år. Figuren er sakset fra VRL (2023a).

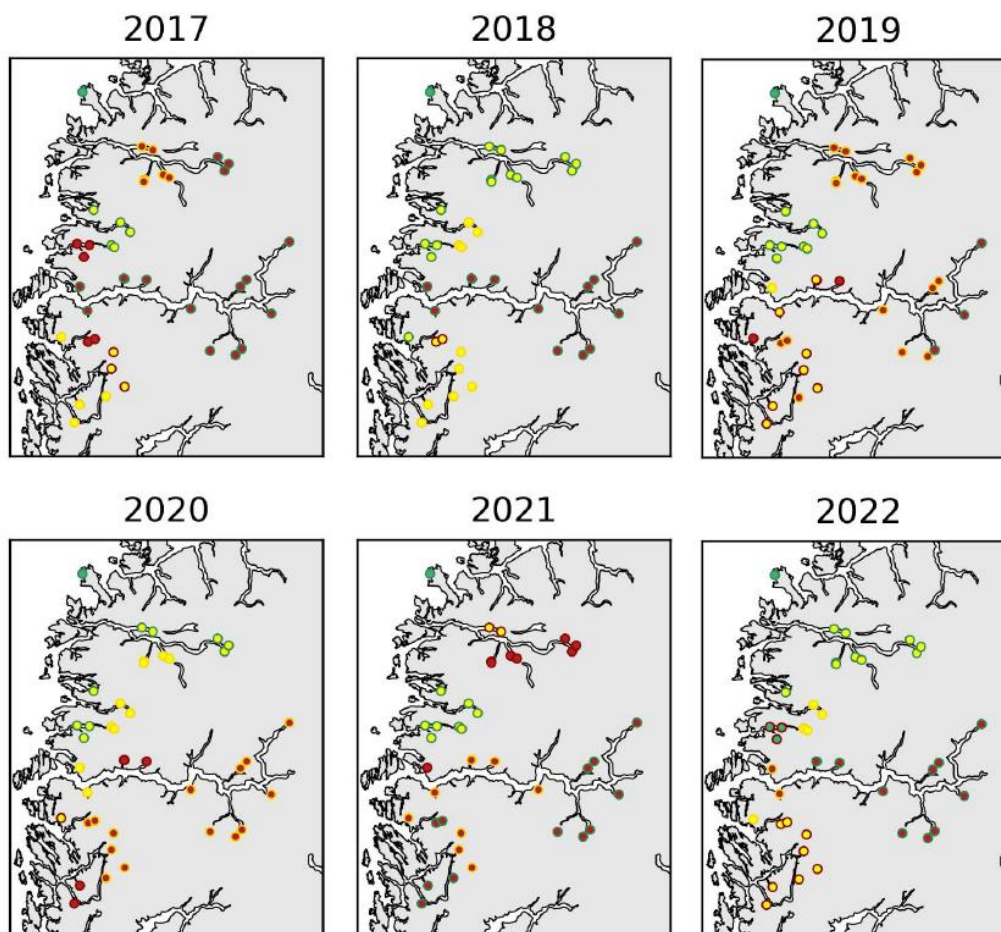


**Vedlegg 5a.** Estimert luseindusert smoltdødelighet for elver i Produksjonsområde 4 (Nordhordaland-Stadt) i perioden 2012-2020. Grønn sirkel indikerer < 10 %, gul sirkel 10-20 % og rød sirkel > 30 % estimert dødelighet for smolt utvandret på normal tid. Kantfargen indikerer om 10 dager tidligere eller senere utvandring endrer kategoriseringen, grønn ingen endring, gul én kategori og rød to kategorier. Figuren er hentet fra Johnsen & Karlsen (2021).

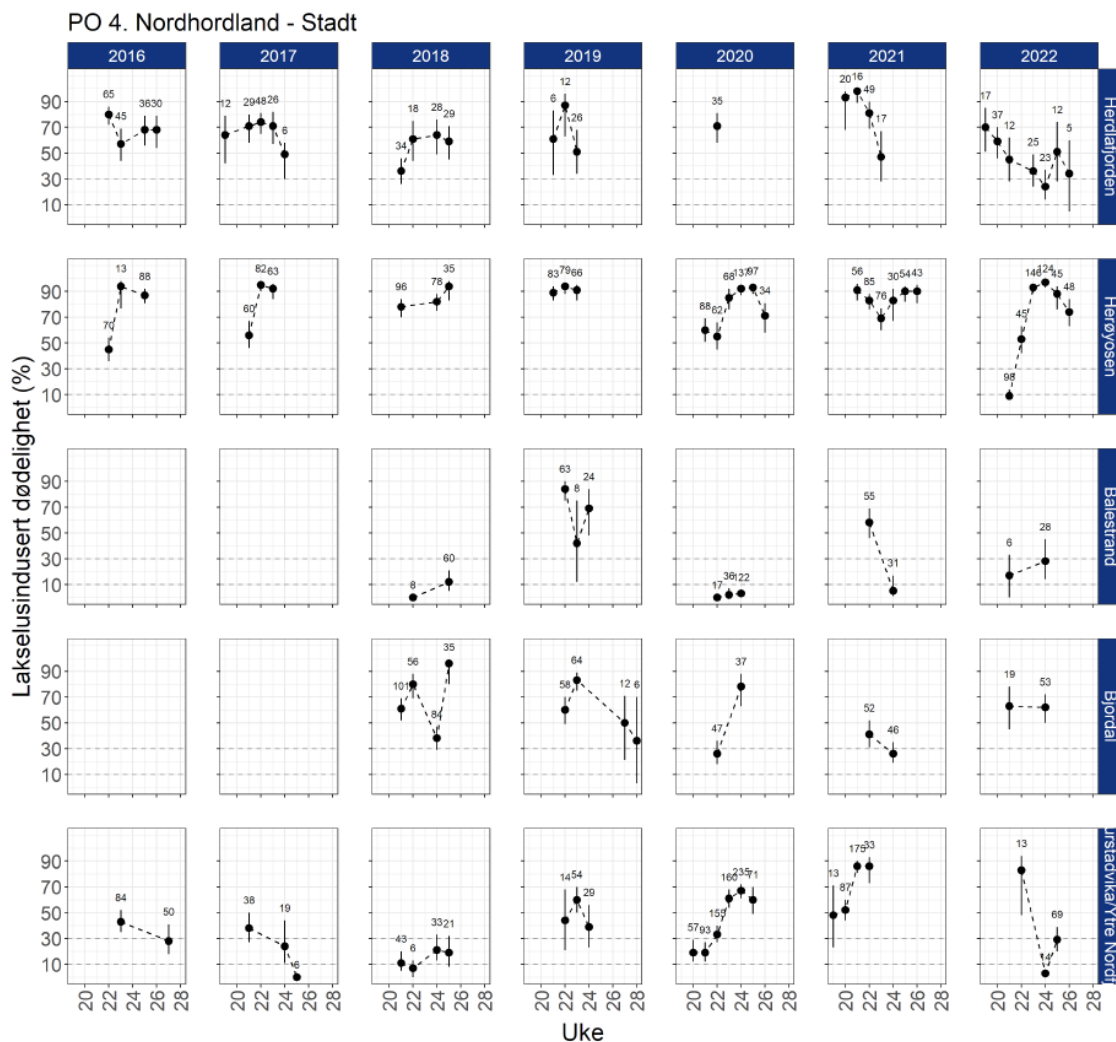




**Vedlegg 5b.** Estimert luseindusert dødelighet for laksesmolt fra elvene i 2017-2022 i produksjonsområde 4 (Nordhordaland-Stadt) ved antatt «normal» utvandringstid og «mest sannsynlig toleranse for lus» (grønn; < 10 %, gul; 10-30 % og rød; > 30 %). Kantfargen indikerer om 10 dager tidligere eller senere utvandring, eller høyere eller lavere toleranse for lakselus endrer kategoriseringen av dødelighet. Grønn kantfarge viser ingen endring, gul viser endret kategori i ett tilfelle og rød kantfarge viser endret kategori i to, eller flere, tilfeller. Figuren er hentet fra Karlsen mfl. (2023).



**Vedlegg 6.** Estimert lakselusindusert dødelighet (%) med konfidensintervaller på alle rusestasjonene som er undersøkt i produksjonsområde 4 i perioden 2016-2022. Beregningene inkluderer all fisk fanget. Antall sjøaure undersøkt hver uke er angitt i figuren. Stasjonene Bjordal og Balestrand ligger i hhv. ytre og midtre deler av Sognefjorden. Figuren er hentet fra Karlsen mfl. (2023).



**Vedlegg 7.** Illustrasjonskart fra lakselusmodellen til Havforskningsinstituttet. Kartet viser en sommersituasjon (29. juni 2019). Tettheter av lusecopepoditter (jo mørkere farge jo høyere tetthet) er høyere i ytre og midtre deler av Sognefjorden enn ved kysten (<https://www.hi.no/forskning/marine-data-forskningsdata/lakseluskart/html/lakseluskart.html>).







*Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.*

*NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.*

*NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.*

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-5111-2

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger