



Noregs miljø- og biovitenskaplege universitet
Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning

2021

ISSN 2535-2806

MINA fagrapport 69

Auren i Øvre Heimdalsvatn 2020

Reidar Borgstrøm



Borgstrøm, R. 2021. **Auren i Øvre Heimdalsvatn 2020.** – MINA fagrapport 69. 23 s.

Ås, januar 2021

ISSN: 2535-2806

RETTSHAVAR

© Noregs miljø- og biovitenskaplege universitet (NMBU)

Publikasjonen kan siterast fritt med referanse til kjelde

TILGJENGE

Open

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRA AV

Forskningsutvalet, MINA, NMBU

FRAMSIDEBILDE

Garn til tørk i Øvre Heimdalsvatn september 2020. Foto: Reidar Borgstrøm

NØKKEWORD

Bestandsestimering, subalpint vatn, pilotgarnserie, aure, årleg rekruttering, årleg tilvekst, vassstemperatur

KEY WORDS

Population estimation, sub-alpine lake, pilot gillnet fleet, brown trout, annual recruitment, annual growth, water temperature

Reidar Borgstrøm (reidar.borgstrom@nmbu.no): Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning, Noregs miljø- og biovitenskaplege universitet, Ås.

Innhald

Forord	4
Samandrag	5
Summary	6
1 Innleiing	8
2 Metode og materiale	9
3 Resultat og diskusjon	13
3.1. Fangst per innsatseining og årleg rekruttering.....	13
3.2. Veksttilhøva for aure.....	16
3.3 Bestands- og vekstendringar frå 1960-talet.....	19
4 Oppsummerande diskusjon	20
5 Takk	21
6 Referansar	21

Forord

Sidan 1993 har det vore gjennomført eit stort tal prosjekt på fisk i Øvre Heimdalsvatnet, i hovudsak av masterstudentar frå Institutt for naturforvaltning (dagens Fakultet for Miljøvitskap og Naturforvaltning). I tillegg kjem all annan omfattande vitskapeleg aktivitet der med i fyrste rekke fuglestudier og evertebratstudier gjennomført av Naturhistorisk museum ved Universitetet i Oslo. Fiskestudiane i Øvre Heimdalsvatnet starta i 1957 då Kjell W. Jensen ved Fiskeforskningen starta opp med eit større arbeid på aurebestanden som enda opp med ein doktorgrad (Jensen 1977). Den norske delen av Internasjonalt Biologisk Program (IBP) la sin hovudlokalitet i ferskvatn til Øvre Heimdalsvatn nettopp fordi Jensen hadde lagt eit viktig grunnlag for vidare studier der. IBP gjennomførte heilårlege undersøkersar i vatnet frå 1968 til 1972 (Vik 1978). Dei tidlegare arbeida på fisk i vatnet (Jensen 1977, Lien 1978) la også grunnlaget for Institutt for naturforvaltning si satsing i vatnet, og dette har til no resultert i at minst 24 studentar har fått cand. agric. grad eller mastergrad med arbeid knytt til fisk i Øvre Heimdalsvatn med underteikna som rettleiar. Dessutan har ein fått PhD-grad der arbeid på aure og ørekyt frå Øvre Heimdalsvatn inngår (Museth 2002). I dei seinare åra er dei bestandsdynamiske studiane på aure i hovudsak gjennomført av underteikna, med hjelp av ein masterstudent i eit par av åra. Den lange tidsserien på aure som strekker seg over ein periode på over 60 år, rett nok ikkje med årlege studiar, kan gje viktig informasjon om langsiktige endringar knytta til mellom anna miljø- og klimaendringar, og er såleis viktig å oppretthalda.

Ås 2. februar 2021

Reidar Borgstrøm

Samandrag

Som ein lekk i å oppretthalda den lange tidsserien med innsamling av bestandsdynamiske data på aure i det subalpine Øvre Heimdalsvatn, i Øystre Slidre, har det kvart år i dei siste seks åra, inkludert 2020, vore gjennomført eit garnfiske med ein såkalla pilotserie av settegarn med maskeviddene 24, 26, 2 x 29, 31, 2 x 35, og 39 mm. Denne serien er tilnærma same pilotserien som vart brukt ved bestandsstudiane på sekstitalet, der også data på fangst per innsats og estimert storleik på kvar aldersklasse inngjekk. Desse data kunne difor brukast til å estimera antal fisk i kvar av aldersklassane 4 – 8 vintrar, og ≥ 9 vintrar, basert på fangst per pilotserienatt i åra 2015 – 2020. Aldersbestemminga av auren er gjort med bruk av otolittar som før avlesing vert knekt gjennom sentrum og brende. Otolittane frå aure i Øvre Heimdalsvatnet ser ut til å gje svært presis aldersbestemming. Det er dessutan fullt samsvar mellom skjellalder og otolittalder fram til auren stagnerer i vekst. Det er ein klar årleg auke i lengdevekst til auren er minst 8-9 vintrar. Nokre fisk har ekstra god årleg tilvekst, og det kan vera eit resultat av fiskeeting, men dette er ikkje førebels avklart.

Rekrutteringa til bestanden, målt som talet på fireåringar, har halde seg låg i dei siste seks åra, på same måte som i åra 1993 – 2009, bortsett frå 2018 då rekrutteringa ser ut til å ha skote i veret. Talet på eldre fisk har gått ned i løpet av dei siste fem åra, medan yngre fisk (aldersklassane 4 – 6 vintrar) har gått litt opp.

Regresjonen mellom årstilveksten for seksåringar i ein rekke år i perioden 1992 – 2019 og junteperaturen i Hinøgla er signifikant (Lineær regresjon, $p < 0.01$), slik det også vart funne under studiane på sekstitalet, sjølv om det den gongen vart nytta lufttemperatur på Vågåmo som forklaringsparameter. Det vart då funne at temperaturen i juni og bestandstettleik kvar for seg forklarte om lag 50 % av variasjonen i årleg individuell vekst. Førebels er ikkje samanhengen mellom bestandsstorleik, temperatur og årleg tilvekst testa for perioden etter 1993.

Trass i ein mykje større biomasse av eldre fisk i dei siste åra samanlikna med på sekstitalet, er veksten tilsynelatande bortimot den same som for rundt 50 år sidan då bestanden var utsett for eit langt hardare fiske enn i dag. Dette har mest sannsynleg samanheng med den reduserte rekrutteringa til bestanden.

Det er noe sportsfiske i Øvre Heimdalsvatn, men det er dokumentert at dette har lite omfang. Auka beskatning ville høgst sannsynleg gje ein endå meir attraktiv bestand å fiska på.

Summary

With the aim to continue the long time series regarding the population dynamics of brown trout, *Salmo trutta*, in the subalpine lake, Øvre Heimdalsvatn, a gillnet fishery with a pilot fleet consisting of gillnets with the following mesh sizes: 24, 26, 2 x 29, 31, 2 x 35, og 39 mm, has been conducted annually since 2015. This pilot gillnet fleet is approximately the same as used in the extensive brown trout studies in the lake during the 1960ies, which also included data on catch per unit effort and estimated number of each age-class. These data have been used as a basis in the present study to estimate the number of fish in the age-classes 4 -8 winters, as well as age-class ≥ 9 winters, by catch per pilot fleet per night in end of August – beginning of September during the years 2015 - 2020. Otoliths have been used for age determination of the whole catch, with the following procedure: The otoliths were cut through the center, and one or both halves were burnt before reading the age under a stereo microscope. This is a method which seems to give precise age of brown trout from this lake. There is a distinct annual growth in length until at least the age 8 – 9 winters for most fish. Both scales and otoliths give the same age until stagnation in annual growth takes place. Some trout have an exceptional fast growth which may be connected to piscivory, although this has not yet been studied.

The recruitment to the brown trout population in Øvre Heimdalsvatn, estimated as the number of four winter old fish, seems to have been reduced by around 50 % from the 1960ies to the period 1993 – 2009. This decline seems to have continued in the years 2015 – 2020, except in one year, 2018. The number of fish ≥ 10 winters seems to have declined during the period 2015 – 2020, but at the same time the number of fish in age-classes 4 – 6 winters has increased.

The linear regression between the annual length increment of six winter old fish and the mean June temperature in the outlet, Hinøgla, within the time lag 1960 – 2019, was significant (Linear regression, $p < 0.01$). This is comparable to the results obtained by the studies in the 1960ies, although at that time the air temperature at Vågåmo was used as an explanatory parameter, and June temperature and population density each explained about 50 % of the variation in annual individual growth. Preliminary, the interconnection between population density, water temperature and annual growth has not been modeled, but this will be performed when the annual data series is extended.

Despite a much larger biomass of older fish today compared to the biomass in the 1960ies, the annual growth and size of older fish are nearly the same as around 50 years ago

when the population was heavily exploited. Most probably, this is connected to the reduced annual recruitment to the population.

Øvre Heimdalsvatn is open for recreational fishery, however, the sport fishery has a documented low effort. Increased exploitation will probably give a population with increased quality of individual fish, and thus a more attractive fishery.

1 Innleiing

Det er no gått 63 år sidan Jensen (1977) starta sine studier og forsøk med aurebestanden i Øvre Heimdalsvatnet, i Øystre Slidre. Bestanden i vatnet har gått gjennom fleire fasar i desse åra fram til i dag. I perioden frå 1957 og framover mot byrjinga av 1970-talet endra bestanden seg mykje. Frå å vera ein overfolka bestand i 1957-58, med få fisk større enn 25 cm, førte utfiskinga i dei neste åra til at biomassen vart meir enn halvert, og mykje av den eldre fisken forsvann. I 1958 var nær 25 % av individa i bestanden 7 år eller eldre, medan det i 1965 var under 4 % (Jensen 1986). Gjennomsnittslengda av ein tiåring auka frå 25 cm i 1958 til 40 cm i 1966 (Jensen 1977). Det er ein formidabel endring, med ei firedobling av vekta på tiåringar, frå 150 gram til 600 gram. I denne fyrste perioden var gjennomsnittleg årleg rekruttering av fireåringar på om lag 3500 fisk (Jensen 1977). Ørekyt (*Phoxinus phoxinus*) vart oppdaga i 1969 (Lien 1978), men frå å vera eit liten bestand i dei fyrste åra auka den etter kvart mykje (Lien 1981; Museth et al. 2002). Samstundes tyder våre estimat på at rekrutteringa til aurebestanden vart meir enn halvert på nittitalet og framover på 2000-talet (Borgstrøm et al. 2010).

Etter at Øvre Heimdalsvatn og terrenget rundt vart overført frå Landbruksdepartementet til Øystre Slidre kommune, har det vore opna for vanleg sportsfiske i vatnet, men det ser ikkje ut til at dette fisket har fått noko omfang (Knutsdatter Strand 2017). Frå og med 2015 har vi estimert aurebestanden etter ein av metodane som Jensen (1977) brukte i sine studier; han nytta fangst per innsats ved fiske med ein såkalla pilotserie, bestående av settegarn med maskeviddene 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36 og 38 mm, for å estimera talet på fisk i kvar aldersklasse. Bortsett frå eit par av desse maskeviddene (24 og 26 mm) er dei andre ikkje lenger i vanleg salg. Vi har difor nytta maskeviddene 24, 26, 29, 31, 35 og 39 mm, og sett saman til ein ny 'pilotserie' på fylgjande måte: 24, 26, 2 x 29, 31, 2 x 35, og 39 mm. Denne serien består òg av åtte garn, der 2 x 29 mm tilnærma vil representere 28 og 30 mm, og 2 x 35 mm representerer 34 og 36 mm. Det blir ikkje heilt den same fangsteffektiviteten på denne serien som på pilotserien til Jensen, men forskjellen blir høgst sannsynleg beskjeden. Den vil i alle fall i liten grad påverka fangsten av fire- og femåringar, sidan desse i hovudsak vert fanga med maskeviddene 24 og 26 mm, som også var del av Jensen sin 'pilotgarnserie'.

Ørekytårsklassane 2012 og 2015 kan ha vore svake (Sætre Liberg 2017), samstundes som vi har sett lite ørekyt i strandsona i dei siste åra. Dette kan antyda at ørekytbestanden er blitt noe redusert. I 2018 auka fangsten av fire år gamle aure sterkt, og estimatet vart på over

4500 (Borgstrøm 2018), dvs. om lag ein dobling frå dei føregåande åra (Borgstrøm et al. 2010; Borgstrøm 2018). Om denne sterke auken var eit resultat av ein reell auke i bestanden, og dermed eit varsel om eit komande omslag i rekruttering, ville det kunna føra bestanden tilbake i overbefolka tilstand sidan fisket i dag ser ut til å ha lite omfang. Årlege bestandsestimeringar vil evt. avsløra endringar både i rekruttering og bestandsstorleik, som fylgje av miljø- og klimaendringar, og dette er bakgrunnen for bestandsestimeringane som er blitt gjennomført fram til og med i 2020, og inngår som del av langtidsovervakinga i Heimdalen (Brittain et al. 2019).

2 Metodar og materiale

Bestandsestimeringa ved bruk av fangst per innsatseining med setjegarn med maskeviddene 24, 26, 29, 31, 35 og 39 mm er gjennomført frå 28. august til 31. august 2020, på samme måte som i dei føregåande åra. Det vart i alt fiska med 74 garnnetter (Tabell 1).

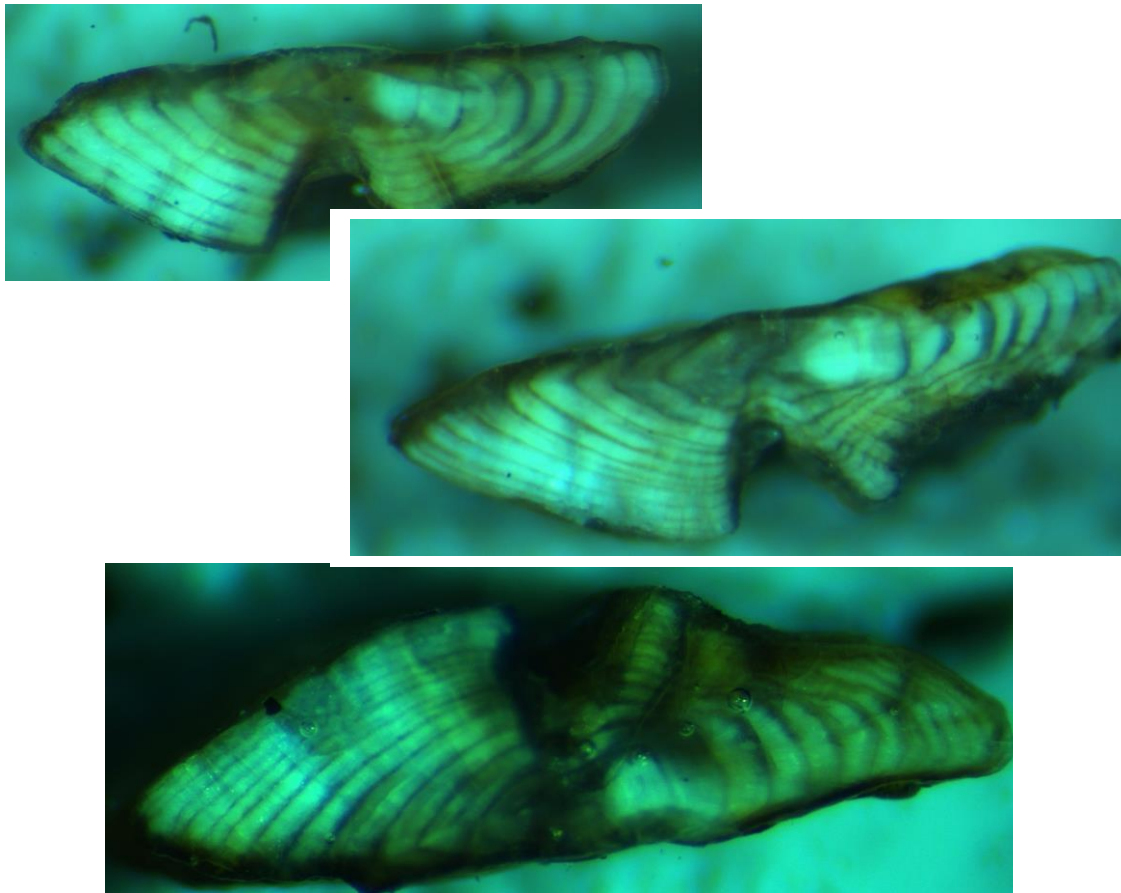
Gjennomsnittleg fangst av kvar aldersklasse på kvar maskevidde vart brukt for å få samla fangst av kvar aldersklasse teke på heile ‘pilotgarnserien’ 24, 26, 2 x 29, 31, 2 x 35 og 39 mm. Deretter er fangst av kvar aldersklasse per 10 pilotseriegarn rekna ut, slik Jensen (1977) gjorde. Estimering av tal i kvar aldersklasse kunne så gjennomførast ved å bruka regresjonsdata frå Jensen (1977). Metoden er vist i Borgstrøm (2018). Ved pilotgarnfisket er vatnet delt i tre seksjonar frå vest til aust, og garna vart sett ut tilfeldig med om lag 50-100 meters mellomrom på begge sider av vatnet innan kvar seksjon. Garna har stått ute i om lag 12 timar kvar natt. Det har vore same prosedyre i alle åra.

Tabell 1. Garninnsats i 2015-2020 i samband med bestandsestimeringa i slutten av august – byrjinga av september ved bruk av fangst per innsatseining.

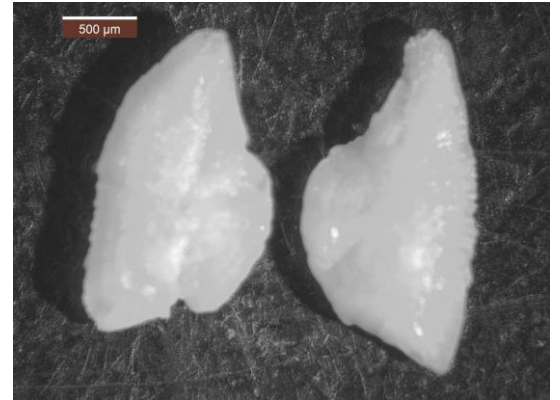
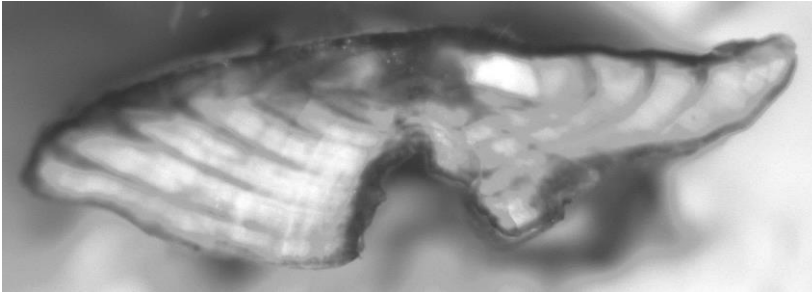
Maskevidde	2015	2016	2017	2018	2019	2020
24	8	7	7	8	9	9
26	8	7	7	8	9	9
29	8	7	8	8	13	12
31	12	12	14	8	12	15
35	10	12	14	16	16	19
39	7	7	7	8	12	10

Aldersbestemminga av auren er som i tidlegare år, gjort på grunnlag av øyresteinar (otolittar), etter fylgjande prosedyre: otolitten vert fyrst knekt gjennom sentrum ved hjelp av eit

skalpellblad. Deretter vert ein halvdel lagt på ein spatel og brent over ein spritflamme. Etter kort tid kjem då vintersonene fram som smale, brune soner. Otolitten vert så plassert på høgkant i ein plastilinabit senka ned i propandiol, og den brende snittflata kan studerast under stereomikroskop, som vist i Figur 1. Enkelte otolittar viser overraskande låg alder ut frå fiskestorleiken, og teoretisk kunne det skuldast samanblanding av otolittar, eller feilskriving av fiskelengden på konvoluttane, men som vist i Figur 2 var otolitten med alder fem vintrar frå ein fisk med lengde 39 cm like stor som otolitt frå ein annan fisk med same lengde med alder åtte vintrar.



Figur 1. Delte og brente øyresteinar (otolittar) av aure frå Øvre Heimdalsvatn. Vintersonene kjem fram som mørkt brune, smale ringar. Åtte, ni og tolv vintersoner kan identifiserast på kvar side av sentrum i snittflata på desse otolittane.



Figur 2. Knekt og brend otolitt av fem vintrar gamal aure med lengde 39,2 cm (til venstre), teke under fisket i 2020! Otolitten var like stor som hos andre aure med same lengde (sjå foto til høgre, med otolitt frå 5-åringen til venstre og frå ein åtteåring til høgre, med same lengde). Det er med andre ord ikkje tvil om at otolitten bestemt til alder fem vintrar tilhøyrer fisken med lengde 39 cm.

Tilbakerekning av årstilvekst hos seks vintrar gamal aure er gjort frå skjell for fisk med alder sju vintrar, og med bruk av Lea-Dahl sin metode (Dahl 1910; Lea 1910). Det fullt samsvar med alder sju år frå skjell og otolittar frå same fisk i Øvre Heimdalsvatnet. Figur 3 viser eit skjell avfotografert for mikrofилmskjermer som viser sju vintrar.

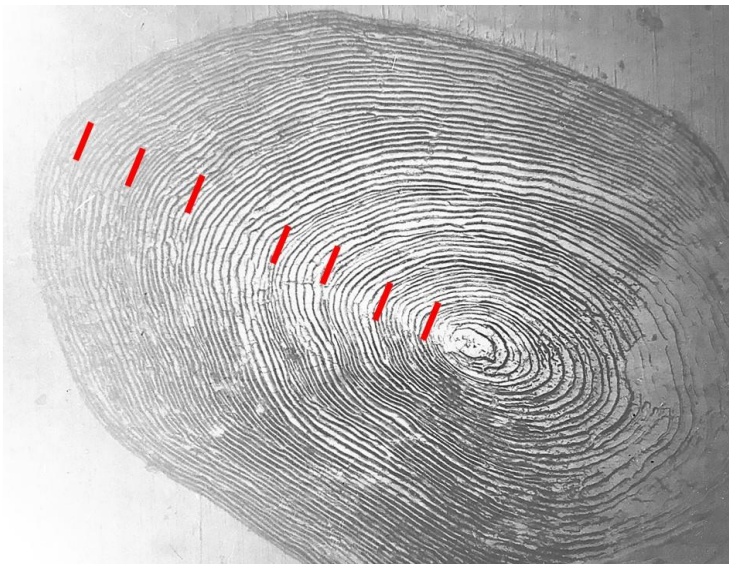
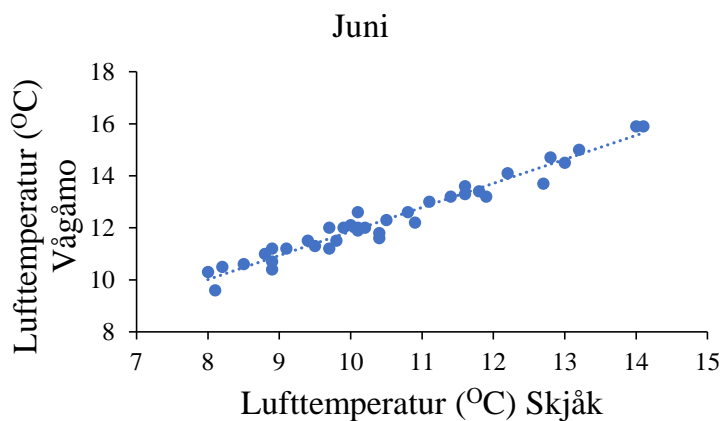


Fig. 3. Eit skjell av sju vintrar gamal aure frå Øvre Heimdalsvatn. Raude strekar markerer avslutning av vintersone. Skjell og otolittar frå aure i dette vatnet har fullt ut samsvarande alder, i alle fall opp til alder rundt åtte vintrar

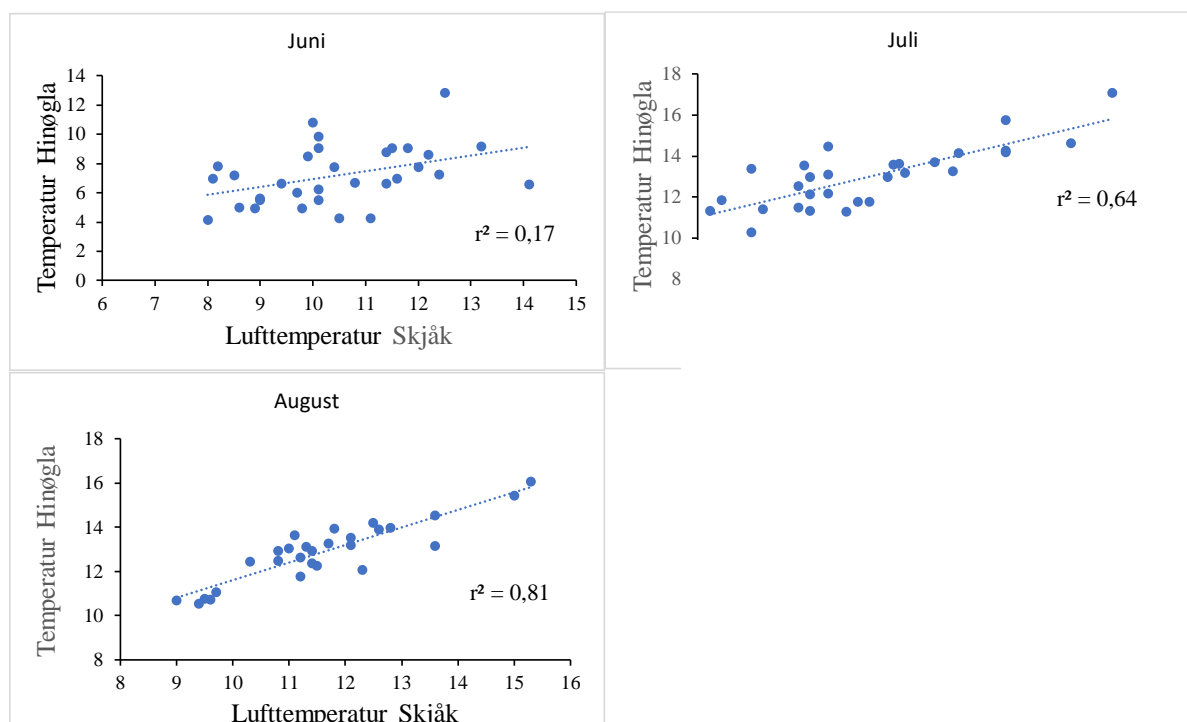
Aureveksten i Øvre Heimdalsvatn ser ut til å vera sterkt påverka av sommartemperaturen, noko Jensen (1977) peika på, men Jensen målte ikkje vasstemperaturen i Øvre Heimdalsvatn. Han brukte lufttemperaturen på Vågåmo (371 m o. h.) som ein indeks for temperaturen i Heimdalen. Han fann at det var junitemperaturen som best kunne forklara dei årlege variasjonane i vekst, saman med bestandstettleiken. Stasjonen på Vågåmo er for lengst

nedlagd (i 2004), men ein annan stasjon er kome til, i Skjåk, frå og med 1966. I dei åra det har vore overlappende registreringar av lufttemperaturen på dei to stasjonane, har det vore eit svært godt samsvar mellom temperaturane i juni, med ein korrelasjonskoeffisient på $r^2 = 0,96$. Samanhengen mellom temperaturen på Vågamo og i Skjåk er høgst signifikant (Figur 4). Dette betyr at temperaturen i Skjåk kan estimerast for



Figur 4. Lufttemperaturen i juni i Skjåk og på Vågamo fylgjer kvarande særdeles godt (Lineær regresjon; $df = 37$, $F = 819,87$, $p < 0,001$) (Data frå Met. Inst, eKlima)

åra frå 1958 til og med 1965 ut frå temperaturen på Vågamo i dei same åra. Dermed kan ein òg samanlikna aurevekst og temperatur frå perioden på sekstitalet med aurevekst og temperatur for åra frå og med 1992 til i dag (dvs. den perioden Institutt for naturforvaltning har data for årleg vekst hos aure i Øvre Heimdalsvatn). Kvannbekk og Melvold (2010) fann godt samsvar mellom lufttemperaturen på Skåbu (Storslåen) i juli og august og vasstemperaturen i Hinøgla for perioden 1984 – 2008, med $r^2 = 0,62$ og $0,86$ for dei to månadane, men berre $r^2 = 0,02$ for juni. Stasjonen i Skåbu vart diverre lagt ned i 2010. Brukar vi temperaturane i Skjåk (Bråta-Slettom 664 m o. h.) i staden, får vi $r^2 = 0,17$, $0,64$, og $0,81$ for korrelasjonskoeffisientane mellom lufttemperaturen i Skjåk (ujustert med omsyn til høgdeforskjell) og temperaturen i Hinøgla for åra 1986 – 2020 (Figur 5). Det vil sei ein langt betre samanheng med temperaturane for juni månad med denne stasjonen enn med stasjonen i Skåbu. Den lågare verdien for korrelasjonskoeffisienten i juni samanlikna med månadane juli og august skuldast truleg i fyrste rekke at i mange år er det mykje snø i nedbørfeltet til Øvre Heimdalsvatn i juni, og dessutan kan isen liggja på vatnet til langt ut i månaden, og dermed vil det bli langt svakare samanheng mellom lufttemperatur og vasstemperatur.



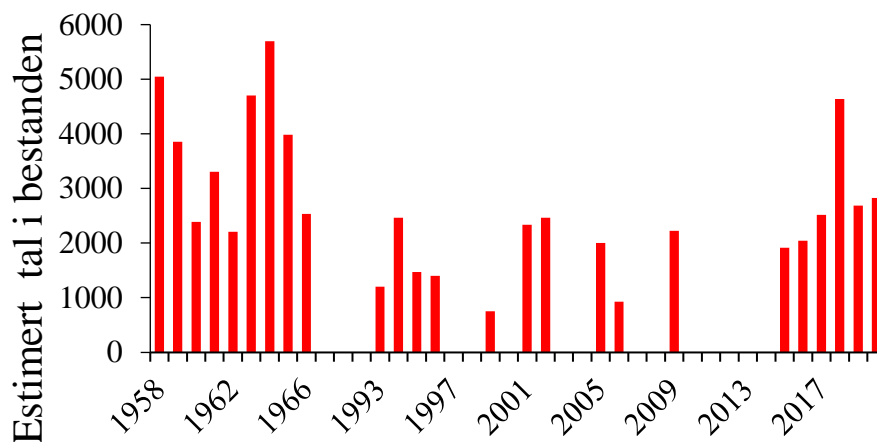
Figur 5. Gjennomsnittleg månedstemperatur i juni, juli og august i Skjåk plotta mot vasstemperaturen i Hinøgla (utløp frå Øvre Heimdalsvatn) i dei same månedane i åra 1986 – 2020 (nokre år manglar på grunn av ufullstendige temperaturdata (Temp.data frå eKlima, vasstemp. frå Sildre.nve.no)

3 Resultat og diskusjon

3.1 Fangst per innsatseining og årleg rekruttering

I åra 1958 – 1966 var estimatet for antal fireåringar i Øvre Heimdalsvatn i gjennomsnitt på 3747, med ein årleg variasjon mellom 2207 og 5698 (Jensen 1977) (Figur 6). Basert på merke og gjenfangst i fleire år mellom 1993 og 2009 vart gjennomsnittleg antal fireåringar estimert til 1724, med ein årleg variasjon mellom 750 og 2467 (Borgstrøm et al. 2010) (Figur 6). I åra 2015 – 2020 er estimata basert på fangst med ein ‘pilotgarnserie’ og ein regresjonsmodel mellom fangst og estimert tal innan kvar aldersklasse (Tabell 2 og Tabell 3). Ifylgje desse estimata har talet på fireåringar variert mellom 1914 og 4639 i denne perioden, med eit gjennomsnitt på 2772. Året 2018 peikar seg ut med ekstra stort tal fireåringar, med heile 4639. Med desse samla estimeringane som utgangspunkt kan det tyda på at rekrutteringa framleis ligg under tala for perioden 1958 – 1966, dvs. før ørekyt hadde etablert bestand i vatnet, men at det år om anna etter 1993 også kan koma stor årleg rekruttering (som i 2018).

Fireåringar i Øvre Heimdalsvatn, 1958-66 og 1993-2020



Figur 6. Estimert tal fire år gamle aureunger i Øvre Heimdalsvatn i perioden 1958-1966 og i perioden 1993-2020 Data frå perioden 1958-1966 er frå Jensen (1977). NB! Skalaen på x-aksen er ikkje kontinuerleg

Tabell 2. Fangst av aure per 10 'pilot'-garnnetter (med garnserien bestående av åtte garn med maskeviddene 24, 26, 29 (x 2), 31, 35 (x 2), 39 mm) i Øvre Heimdalsvatn i overgangen august-september i åra 2015-2020.

År	Aldersklasse						
	4+	5+	6+	7+	8+	9+	≥10+
2015	0,63	1,92	5,15	4,34	3,54	0,63	6,65
2016	0,89	4,09	3,89	4,50	3,97	1,93	6,31
2017	1,88	3,64	3,80	3,66	3,80	2,30	8,60
2018	6,25	6,72	6,88	4,06	3,28	3,91	4,22
2019	2,82	8,87	6,0	3,91	3,67	2,66	4,27
2020	2,51	6,83	9,69	4,51	3,99	1,35	4,57

Bestandsestimata dei siste seks åra er basert på fangst per innsats med pilotserien, men skal tala kunna samanliknast strikt mellom år, krevst det at fangbarheita under garnfisket har vore konstant i alle desse åra. Det er lite sannsynleg at det har vore tilfelle, ikkje minst fordi vêrtilhøve og månefase under fisket har variert, og noen årsklassar har enkelte år fått auka estimert antal frå eit år til det neste. Det framgår likevel av Tabell 4 at estimerte tal for

den enkelte årsklassen over tid viser ein klar nedadgåande trend, slik det burde forventast når vi tek omsyn til årleg dødsrate.

Tabell 3. Estimert tal aure i kvar aldersklasse i Øvre Heimdalsvatn i åra 2015 – 2020 basert på fangst per innsats og regresjonsdata frå Jensen (1977)

År	Aldersklasse						
	4+	5+	6+	7+	8+	9+	≥10+
2015	1914	1524	1622	1279	822	147	1432
2016	2044	1949	1196	1325	917	424	1360
2017	2519	1891	1270	1210	1048	385	1585
2018	4639	2433	2208	1197	763	847	914
2019	2689	2885	1911	1152	850	581	925
2020	2829	2485	3189	1277	939	225	799

Tabell 4. Estimert tal aure i årsklassane 2006 – 2016 til stades i Øvre Heimdalsvatn i åra 2015 - 2020

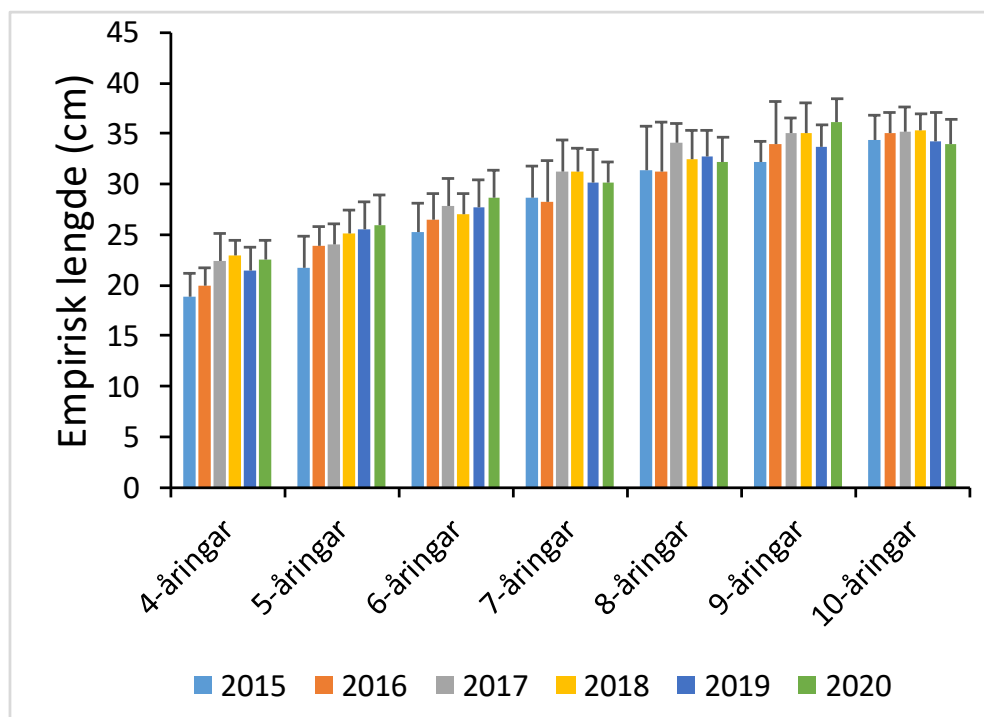
Årsklasse	År					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2016						2829
2015					2689	2485
2014				4639	2885	3189
2013			2519	2433	1911	1277
2012		2044	1891	2208	1152	939
2011	1914	1949	1270	1197	850	225
2010	1524	1196	1210	763	581	390
2009	1622	1325	1048	847	409	266
2008	1279	917	385	314	243	115
2007	822	424	547	181	67	60
2006	147	468	243	81	100	85

Vi har tidlegare knytta nedgangen i rekruttering til etablering av ørekyt i vatnet, ved at ein stor ørekytbestand samtidig kan ha ført til auka predasjon på aureungar (Borgstrøm et al. 2010). Dersom dette har vore tilfelle, vil ein nedgang i ørekytbestanden kanskje kunna føra til auka overleving av ung aure, og dermed auka rekruttering. Vi har i dag liten informasjon om ørekytbestanden, men årsklassane 2012 og 2015 kan ha vore svake (Sætre Liberg 2017). og

det ville vore svært interessant å få sett i gang nye bestandsestimeringar av ørekyt i vatnet, slik det vart gjort av Museth et al. (2002).

3.2 Veksttilhøva for auren i Øvre Heimdalsvatn

Lengde ved alder for auren i Øvre Heimdalsvatn har endra seg lite for eldre fisk dei siste åra, men det har vore ein tendens til at gjennomsnittleg lengde i slutten av august har auka for aldersklassane 4-6 vintrar (Figur 7). Det er ein klar tendens til at lengdeveksten stagnerer når fisken oppnår ein alder på rundt ni vintrar og ein lengde rundt 34-36 cm, men det er store variasjonar i storleik innan same aldersklassar (Figur 8). Tolv vintrar gamal aure i 2019 var kortare enn elleve-åringane, og i 2020 ser vi at 13-åringane er kortare enn tolvåringane, dvs. fisk i årsklasse 2007 i desse to åra kan faktisk ha hatt ein lågare gjennomsnittslengde enn årsklassane før og etter 2007, ved tilsvarande alder.

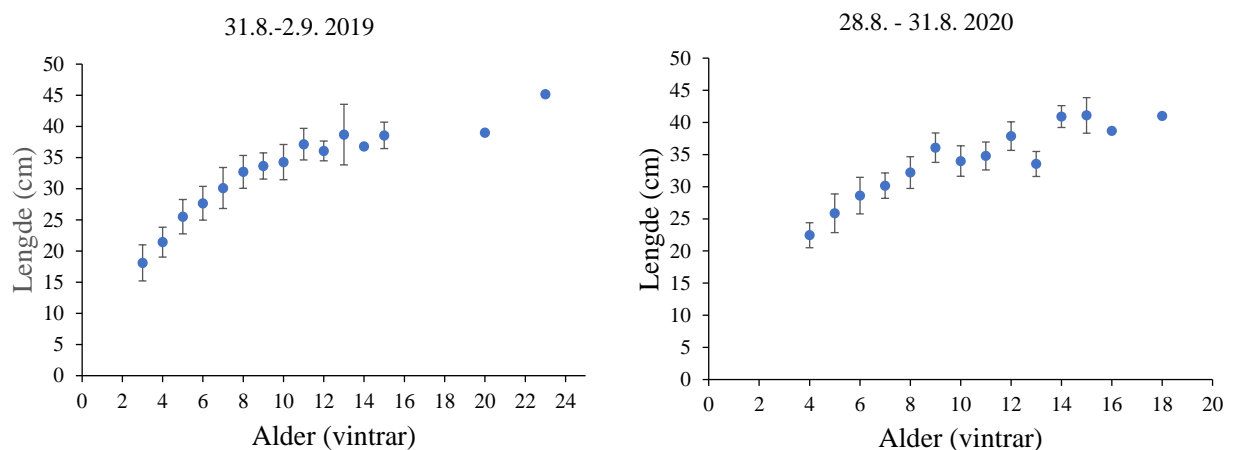


Figur 7. Gjennomsnittleg empirisk lengde for aldersklassane 4 – 10 vintrar teke under pilotgarnfisket i Øvre Heimdalsvatn 2015 – 2020 (vertikale liner viser øvre verdi for standardavvik)

Sjølv om det kan sjå ut som fleirtalet stagnerer ved lengder rundt 34-36 cm, er det stor spreing i lengde innan same aldersklasse, og det opptrer kvart år relativt unge enkeltindivid som har hatt ein langt betre vekst enn resten av individa i same aldersklasse (Figur 8). Nokre

fisk blir over 40-45 cm. I 2020 vart det teke ein fem-åring som var 39,2 cm, og i 2019 vart det teke ein sju-åring med lengde 41 cm. Desse fiskane og nokre til skil seg med andre ord markert ut frå dei andre innan dei same aldersklassane. Solhaug et al. (2010) fann at $\delta^{15}\text{N}$ varierte mellom ca. 4,3 og 7,9 (‰). I akvatiske næringskjedar er forskjellen i $\delta^{15}\text{N}$ om lag 3,4 ‰ for kvart trofisk nivå (Vander Zanden og Rasmussen 2001), og $\delta^{15}\text{N}$ gir eit kontinuerleg mål på organismar sin trofiske posisjon (Rognerud et al. 2003). Fiskeetande fisk får dermed ein høg $\delta^{15}\text{N}$, og det kunne og tenkjast at fiskeetande fisk får ein betre vekst. Analyser av stabile isotopar ($\delta^{15}\text{N}$ og $\delta^{13}\text{C}$) i kjøttprøver kunne kanskje ha avslørt om fiskane med raskast vekst har hatt ein annan diett enn dei andre, for eks. om $\delta^{15}\text{N}$ -forholdet ville ha avslørt om desse fiskane er plassert høgare opp i næringskjeden, ved at dei kan ha hatt eit større innslag av fisk på menyen.

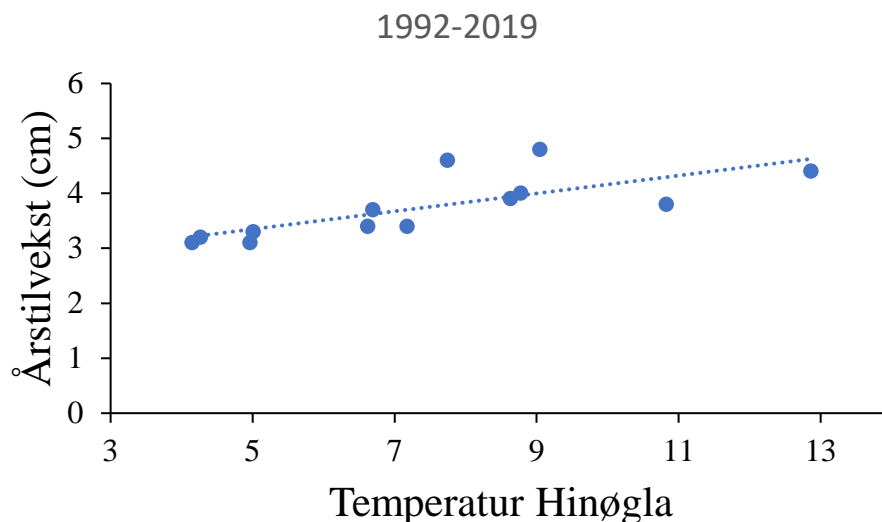
Fiskane med hurtig vekst kjem tidleg opp i fangbar storleik og kan dermed tidleg bli fanga (Lee 1912). Sjølv om garnfisket i Øvre Heimdalsvatn i dag er av beskjedent omfang, vil likevel ung, rasktveksande fisk ha mindre sjanse for å bli gamle. Det betyr òg at lengden ved alder for gamal fisk gir eit feil bilete av veksttilhøva i vatnet, sidan dei mest rasktveksande fiskane generelt vert teke ut tidlegare enn seintveksande individ i same årsklasse.



Figur 8. Empirisk gjennomsnittslengde (med standard avvik) for kvar aldersklasse i pilotgarnfangstane frå Øvre Heimdalsvatn 31.8.-2.9.2019 og 28.8. – 1.9.2020.

Regresjonen mellom årstilveksten berekna etter tilbakerekning frå skjell (etter Lea-Dahls metode) for seksåringar i ei rekke år i perioden 1992 – 2019 og junitemperaturen i Hinøgla er signifikant (Figur 9). Dette er heilt i tråd med det Jensen (1977) fann då han brukte

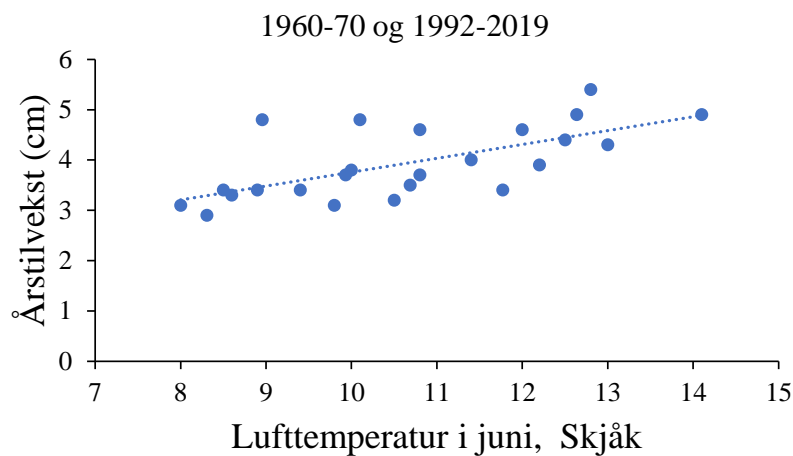
lufttemperaturen i juni på Vågåmo (371 m o. h.). Det er kun testa for årstilveksten hos seksåringar, og brukt denne veksten som ein indeks, fordi dei fleste seksåringar vil ha stått i vatnet heile sesongen ved den alderen, og dei har framleis ein relativt stor årleg tilvekst, medan eldre fisk stagnerer i vekst, og i alle fall vil mange byrja å stagnera alt frå alder 8-9 år. Eldre fisk er mao. ikkje mogeleg å testa med omsyn til temperatur og årstilvekst tilbakerekna frå skjell. Jensen (1977) fann i sin modell at temperatur og bestandens biomasse stod for om lag like stor påverknad av årstilveksten. Bestandens biomasse skal i neste omgang difor også leggjast inn som eigen parameter, slik Jensen gjorde, men dette er ikkje gjort i denne omgangen.



Figur 9. Gjennomsnittleg årstilvekst for seksåringar i den sjette vekstsesongen basert på tilbakerekning av skjellvekst frå sju år gamle fisk fanga i Øvre Heimdalsvatn i perioden 1993 - 2020 (data frå 13 år) og gjennomsnittleg temperatur i Hinøgla i juni i dei same åra (Lineær regresjon: $R^2=0,54$, $df = 12$, $F = 13,09$, $p < 0,01$)

Den meteorologiske stasjonen på Vågamo er blitt nedlagt, men det er signifikant samanheng mellom lufttemperatur i Skjåk i juni månad og årstilveksten for seksåringane, samla for heile materialet frå 1960-70 (etter Jensen 1977) og materialet som masterstudentar ved Institutt for naturforvaltning og underteikna har samla inn for åra 1992-2019 (Figur 10), trass i at snø- og istilhøve i juni spelar sterkt inn på vasstemperaturen uavhengig av lufttemperaturen. Sjølv om årsgjennomsnittet for lufttemperatur i Noreg har auka (Hanssen-Bauer et al. 2017), har det ikkje vore nokon signifikant endring i gjennomsnittleg junitemperatur på stasjonen i Skjåk frå 1960 til 2020 (lineær regresjon $F = 0,002$, $p > 0,96$). Gjennomsnittleg junitemperatur i perioden 1960 – 1970 var $11,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, medan gjennomsnittleg temperatur i perioden 2010-2020

var 10,9 °C, og for heile perioden 1960 – 2020 var gjennomsnittleg junitemperatur 10,6 °C, med andre ord små forskjellar, sjølv om perioden 1960 – 1970 var nokre tidels grad varmare enn i seinare år. Trass i at det er ein signifikant positiv samanheng mellom lufttemperaturen i Skjåk og årleg tilvekst hos aure i Øvre Heimdalsvatn (Fig. 10), kan det på bakgrunn av dei små endringane i temperatur, ikkje vera denne faktoren som vore bestemmende når det gjeld eventuelle endringar i årleg tilvekst over tid for auren i vatnet.



Figur 10. Lufttemperatur i juni i Skjåk og årstilvekst for seksåringar i Øvre Heimdalsvatn basert på data frå Jensen (1977) for åra 1960-70 og egne data for åra 1992-2019 (lineær regresjon: $R^2=0,43$, $df = 23$, $F = 16,86$, $p < 0,001$)

3.3. Bestands- og vekstendringar frå 1960-talet

Etter at Jensen (1977) hadde redusert bestandstettleiken i Øvre Heimdalsvatn frå 19,5 kg i 1958 til 8,2 kg i 1963, auka fiskeveksten svært mykje. Ein tiåring i 1958 hadde ein gjennomsnittslengde på 25,5 cm, medan ein tiåring i 1966 var i gjennomsnitt 39,8 cm (basert kun på seks individ), med andre ord ein dramatisk auke, ikkje minst i vekt, frå om lag 150 gram til om lag 600 gram. Men i dei andre åra, frå 1962 til 1971 varierte gjennomsnittslengda på tiåringane mellom 29,4 og 37,9 cm. Hausten 2020 var tiåringane 34,0 cm \pm SD 2,4 og 392 gram i gjennomsnitt, dvs. vesentleg lågare vekt enn i 1966, men lengda ligg innafør lengdeintervallet for tiåringane i dei andre åra. Den tyngste tiåringen i 2020 vog 649 gram, så også i dag er det enkelte eldre fisk som har hatt god vekst fullt på høgde med fiskeveksten i

dei beste åra på sekstitalet. Gjennomsnittsvakta for ni-åringane i 2020 var 471 gram, eller nesten hundre gram tyngre enn tiåringane, og dei var også lengre, med eit gjennomsnitt på 36,1 cm. Største tilbakerekna gjennomsnittslengde for ni-åringar i perioden 1962 – 1971 var 34,8 cm, dvs. noko mindre enn lengda for ni-åringane hausten 2020. I 1966 var estimert tal fisk ≥ 10 vintrar kun 22 individ (Jensen 1977), medan talet i 2020 var 799.

4 Oppsummerande diskusjon

Bestandsestimering ved bruk av fangst per innsatseining er ein usikker metode, mellom anna fordi fangbarheita er sterkt avhengig av vêrforhold og fiskens symjeaktivitet. Som påpeikt av til dømes Jensen (1972) kan fangsten frå ei natt til den neste variera svært mykje nettopp på grunn av skiftande vêrforhold. Det er difor viktig å fiska over fleire netter, og tilnærma til same tid kvart år for å redusera usikkerheita. Vårt fiske har vore relativt avgrensa, med garnsetting 3-4 netter kvart år, med ein samla garninnsats på 52 – 74 garnnetter i dei enkelte åra. Likevel antyder resultatata at den enkelte årsklassen stort sett viser ein årleg nedgang i talet på fisk, med nokre unntak som nettopp kan skuldast variasjonar i fangbarheit frå eitt år til det neste.

Trass i ein mykje større biomasse av eldre fisk i dei siste åra samanlikna med på sekstitalet, er veksten tilsynelatande bortimot den same som for rundt 50 år sidan då bestanden var utsett for eit langt hardare fiske enn i dag. Dette har skjedd trass i at det er ørekyt i vatnet som òg kan påverka aureveksten, sidan desse to artane har overlappende diett (Museth et al. 2010). Sidan temperaturen ikkje har auka, kan det heller ikkje vera denne faktoren som har ført til at veksten er relativt god trass i stor fiskebiomasse.

Med dagens samla fiske i Øvre Heimdalsvatn, med eit beskjedent pilotgarnfiske samt noe sportsfiske, blir samla beskatning relativt låg. Grunnen til at veksttilhøva i bestanden likevel er såpass bra no, må skuldast at årleg rekruttering av fireåringar er om lag halvert frå perioden før 1969. Det kan også tenkjast at predasjon på ørekyt og aureungar har kompensert for ein del av næringstapet som skuldast ørekyt.

Sidan enkelte fisk har ein særdeles god vekst, burde det vore undersøkt om desse over tid har hatt eit større inntak av fisk enn dei andre fiskane. Dette kunne avklarast om det vart teke kjøtprøver av alle større fisk, og så analysert med omsyn til stabile isotopar av C og N, etter at alderen er bestemt. Det vil vera forventa at dei med høgt fiskeinntak har ein høgare

$\delta^{15}\text{N}$ -profil enn dei som ikkje har fisk inkludert i dietten, og kanskje kan dette knytast til raskare årleg tilvekst.

Det ligg godt til rette for sportsfiske i Øvre Heimdalsvatn, men det ser ut til at dette i dag er av eit lite omfang (Knutsdatter Strand 2017). Øvre Heimdalsvatn er lett tilgjengeleg, med kort avstand frå bilvegen over Valdresflya, og det burde difor liggja vel til rette for eit omfattande sportsfiske. Fjellstyret kan kanskje gjera noko for å få fleire til å fiska i vatnet? Med auka fiskeinnsats ville også storleik og kvalitet på fisken blitt endå betre enn i dag.

Med den lange tidsserien på aure vi har frå Øvre Heimdalsvatn, har vi fått vist at rekruttering til bestanden over tid har gått ned, kanskje som fygje av fiskeeting og kannibalisme, etter at ørekyt vart etablering i vatnet. Det er i tillegg vist at individuell vekst er sterkt påverka av sommartemperaturen (junitemperaturen). Sjølv om sommartemperaturane i Heimdalen så langt ikkje har vist nokon stigande tendens dei siste seksti åra, er det årlege variasjonar, og når det er ein varm sommar (juni) slår dette ut i betre tilvekst for auren i vatnet. Det betyr også at om det skulle bli ein framtidig temperaturauke, kan dette føra til betre vekst og større fisk i vatnet, så lenge rekrutteringa ikkje blir større enn i dag. Skulle rekrutteringa også auka, og leda til bestandsauke, kan dette slå sterkt negativt ut for individuell vekst hos auren i vatnet, noko som vart vist tydeleg på slutten av femtitalet. Langtidsstudiene på fiskesamfunnet i Øvre Heimdalsvatn, saman med dei andre langtidsstudiene som foregår der og i Heimdalen elles, får ekstra stor verdi fordi dataseriane også kan brukast som indeks for tilstand og utvikling i andre høgfjellsvassdrag i landet. Det burde tilsei at Øvre Heimdalsvatn fekk status som langtidsovervaka innsjø.

5 Takk

Ein stor takk til Finn Gunleik Smedstad som har assistert under fisket dei fire siste åra, 2017-2020. Også ein stor takk til Naturhistorisk museum, med i fyrste rekke Arild Johnsen og John E. Brittain, for bruken av forskningsstasjonen i Heimdalen, og sameleis stor takk til alle masterstudentar som har bidrege med data brukt i denne rapporten.

6 Referansar

Borgstrøm, R. 2018. Aurebestanden i Øvre Heimdalsvatn. Årsrapport for 2018. Fakultet for biovitenskap og naturforvaltning, NMBU, Ås.

- Borgstrøm, R., Museth, J. og Brittain, J. B. 2010. The brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, Øvre Heimdalsvatn: long-term changes in population dynamics due to exploitation and the invasive species, European minnow (*Phoxinus phoxinus*). *Hydrobiologia* 642: 81 – 91.
- Brittain, J. E., Borgstrøm, R., Bremnes, T., Haaland, S., Mjelde, M., Nilssen, J. P. og Skjelbred, B. 2019. Øvre Heimdalsvatn – økologisk langtidsovervåking. Naturhistorisk museum UiO Rapport 84. ISBN 978-82-7970-108-8
- Dahl, K. 1910. Alder og vekst hos laks og ørret belyst ved studiet av deres skjæl. Centraltrykkeriet, Kristiania.
- Hanssen-Bauer I, Førland EJ, Haddeland I, Hisdal H, Mayer S, Nesje A, Nilsen JEØ, Sandven S, Sandø AB, Sorteberg A, Ådlandsvik B. et al. 2017. Climate in Norway 2100 – a knowledge base for climate adaptation. The Norwegian Centre for Climate Services (NCCS) Report 1/2017.
- Jensen, K. W. 1972. Drift av fiskevann. *Fisk og Fiskestell* 5: 1 – 61.
- Jensen, K. W. 1977. On the dynamics and exploitation of the population of brown trout, *Salmo trutta* L., in Lake Øvre Heimdalsvatn, Southern Norway. Report Institute of Freshwater Research Drottningholm 56: 18 - 69.
- Jensen, K. W. 1986. Fiskestell. S. 352-373 i: Frislid, R. og Rom, K. (red.) Jakt Fiske Friluftsliv Bd. 4. Tiden Norsk Forlag, Oslo.
- Knutsdatter Strand, M. 2017. Angler impact on the brown trout *Salmo trutta* population size and structure in the lake, Øvre Heimdalsvatn. MSc-oppgåve, Inst. for naturforvaltning, NMBU, Ås.
- Kvambekk, Å. og Melvold, K. 2010. Long-term trends in water temperature and ice cover in the subalpine lake, Øvre Heimdalsvatn, and nearby lakes and rivers. *Hydrobiologia* 642: 47-60. DOI: 10.1007/s10750-010-0158-2
- Lea, E. 1910. On the methods used in herring investigations. *Publ. Circonst. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.* 53: 7 – 174.
- Lien, L. 1978. The energy budget of the brown trout population of Øvre Heimdalsvatn. *Holarctic Ecology* 1: 279 – 300.
- Lien, L. 1981. Biology of the minnow *Phoxinus phoxinus* and its interactions with brown trout *Salmo trutta* in Øvre Heimdalsvatn, Norway. *Holarctic Ecology* 4: 191 - 200.
- Museth, J. 2002. Dynamics in European minnow *Phoxinus phoxinus* and brown trout *Salmo trutta* populations in mountain habitats: effects of climate and inter- and intraspecific interactions. PhD-avhandling: Norges landbrukshøgskole (ISBN 8257505129)

Museth, J., Borgstrøm, R. og Brittain, J. E. 2010. Diet overlap between introduced European minnow (*Phoxinus phoxinus*) and young brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, Øvre Heimdalsvatn: a result of abundant resources or forced niche overlap? *Hydrobiologia* 642: 93 – 100.

Museth, J., Borgstrøm, R., Brittain, J. E., Herberg, I. og Naalsund, C. 2002. Introduction of the European minnow into a subalpine lake: habitat use and long-term changes in population dynamics. *Journal of Fish Biology* 60: 1308 – 1321.

Solhaug Jensen, M. T., Borgstrøm, R., Salbu, B. og Rosseland, B. O. 2010. The importance of size and growth rate in determining mercury concentrations in European minnow (*Phoxinus phoxinus*) and brown trout (*Salmo trutta*) in the subalpine lake, Øvre Heimdalsvatn. *Hydrobiologia* 642:115–126. DOI 10.1007/s10750-010-0156-4

Sætre Liberg, M. 2017. Ørekyt (*Phoxinus phoxinus*) i Øvre Heimdalsvatn: Bestandsdynamikk og habitatbruk etter om lag femti års sameksistens med ørret (*Salmo trutta*). Masteroppgave, Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning.

Vik, R. 1978. The lake Øvre Heimdalsvatn – a subalpine freshwater ecosystem: Introduction. *Holarctic Ecology* 1: 84 – 88.

Vander Zanden, M. J. og Rasmussen, J. B. 1999. Primary consumers $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ and the trophic position of aquatic consumers. *Ecology* 80: 1395 – 1404.



*Klar for garnsetting i
Øvre Heimdalsvatn, 30.
august 2020*

*Ved Osbue, Øvre
Heimdalsvatn, 31.
august 2020*

