



Noregs miljø- og biovitenskaplege universitet
Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning

2022

ISSN 2535-2806

MINA fagrapport 75

Stor fisk i tette aurebestandar: ikkje eit paradoks. Øvre Heimdalsvatn 1958-1971 og 2015-2021

Reidar Borgstrøm



Borgstrøm, R. 2022. **Stor fisk i tette aurebestandar: ikkje eit paradoks. Øvre Heimdalsvatn 1958-1971 og 2015-2021.** – MINA fagrapport 75. 37 s.

Ås, mars 2022

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

OPPDRAKSGJEVAR

Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning, NMBU

FRAMSIDEBILDE

Øvre Heimdalsvatn, sett frå vestenden. Foto: Reidar Borgstrøm, NMBU

NØKKEWORD

Aure, Stor bestandstettleik, Gamal fisk, Høg overleving, Låg årleg rekruttering, Fiskeeting

KEY WORDS

Brown trout, High population density, Old fish, High annual survival, Low annual recruitment, Piscivory

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

Samandrag

1. I 1958 hadde aurebestanden i det subalpine vatnet, Øvre Heimdalsvatn (0,78 km²) høg tettleik (19,5 kg/ha), og individa stagnerte i lengdevekst før dei var 30 cm. I perioden frå 1958 til 1966 vart biomassen av aure redusert om lag år for år gjennom hardt garnfiske. Det førte til at det vart få eldre fisk i bestanden. Årleg individuell vekstrate auka betydeleg, og vekstraten kunne best beskrivast med ein regresjon der junitemperaturen og bestandstettleiken var dei uavhengige variablane. Arbeidet er publisert av Jensen (1977; 1986).
2. I undersøkelsen til Jensen vart det også brukt ein 'pilotgarnserie' bestående av maskeviddene 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36 og 38 mm, der fangst per innsats av kvar aldersklasse frå og med 4 vintrar gamal fisk vart registrert ved fiske i august-september (i hovudsak). Samanhengen mellom fangst per innsatseining (CPUE) med denne serien og bestandsstorleiken kan dermed brukast til estimering av tal fisk ved tilsvarande fiske i seinare år.
3. I 1969 vart det for fyrste gong observert ørekyt i vatnet, og bestanden av ørekyt auka sterkt i dei neste tiåra.
4. I 1993 starta Institutt for naturforvaltning, NLH (seinare Institutt for økologi og naturforvaltning, NMBU) bestandsestimeringar av aurebestanden ved merking og attfangst, og gjennomførte dette i fleire år fram til og med 2009. Desse estimeringane antyda at rekrutteringen til bestanden målt som talet på fireåringar var gått sterkt ned frå perioden 1959-1966, noko som vart knytta til etableringen av ein stor ørekytbestand, der auren vart fiskeetar og kannibal.
5. Etter 2010 har det nesten ikkje vore fiska i vatnet, og for å klarleggja effektane av låg beskatning på antall fisk i kvar aldersklasse, på bestandens biomasse, og på individuell årleg vekst, har vi i åra 2015-2021 gjennomført eit 'pilotgarnfiske' tilsvarande det som vart gjennomført på sekstitalet. Denne garnserien har hatt fylgjande samansetjing: 24, 26, 29 x 2, 32, 35 x 2 og 39 mm, med tilnærma same garnselektivitet som Jensen's garnserie. Aldersbestemmelsen av aure er gjort ved bruk av otolittar og skjell.
6. Fangst per innsatseining med 'pilotgarnserien' antyder at årleg rekruttering av fireåringar i gjennomsnitt også har vore lågare i perioden 2015-2021 enn i perioden 1959-1966. Det har mao. vore færre unge fisk i bestanden, men CPUE viser samstundes at det har eit betydeleg høgare tal eldre fisk i bestanden enn på

sekstitalet. Medan det i åra på sekstitalet nesten ikkje var eldre fisk enn niåringar, har estimert talt på fisk i aldersklassane ≥ 9 vintrar vore høgt i alle åra 2015 - 2021. Sidan vektene på fisk i desse aldersklassane har vore frå 400-500 gram og oppover til over eitt kilo, har vekta til eldre fisk utgjort ein stor del av samla bestandsbiomasse. Det har resultert i ein bestandstettleik på 19.3 – 26,8 kg/ha i åra 2015 – 2021, dvs. ein tettleik som er større enn i dei fyrste åra av tynningsfisket til KW Jensen (i 1958-1959).

7. Trass i at tettleiken har vore så høg, og langt høgare enn under utfiskinga på sekstitalet, er årleg individuell vekst minst like god som då bestanden var på det lågaste (8.2 kg/ha) på sekstitalet. Dette var høgst uventa. Mest sannsynleg har den gode veksten samanheng med at tettleiken av dei yngre aurealdersklassane er låg, og at den større fisken truleg utnyttar næringsressursar på djupare vatn, i liten konkurranse med yngre og mindre fisk. I tillegg predaterer større fisk på både ørekyt og aureungar. Høge sommartemperaturar kan også ha bidrege positivt til den årlege individuelle tilveksten.
8. Konklusjonen vert dermed at låg årleg rekruttering, kombinert med låg årleg beskatning, og etablering av ørekyt kan ha lagt grunnlaget for denne uventa bestandsdynamikken, med relativt god individuell vekst trass i høg biomasse. Det ser med andre ord ikkje ut til å vera eit paradoks å ha stor aure og høg bestandstettleik i eit fiskesamfunn med samlevande ørekyt, så lenge årleg er beskatning er låg.

Summary

1. In 1958, the brown trout population of the subalpine lake Øvre Heimdalsvatn (1088 m a. s. l., with surface area 0.78 km²) was dense (19.5 kg/ha) with fish stagnating in growth below 30 cm length. During the period from 1958 to 1966, the biomass of brown trout was reduced almost year by year by intensive gillnet fishery. This resulted in a population structure with few old fish. Annual individual growth rate increased substantially, and the growth rate was described by a regression in which the June air temperature (at Vågåmo) and population density were independent variables. The study was published by Jensen (1977; 1986).
2. Jensen used a 'pilot gillnet fleet' consisting of gillnets with mesh sizes 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36 og 38 mm (measured from knot to knot). This fishery was carried out

mainly in August-September. The catch per effort of each age-class ≥ 4 winters was recorded, and the regression models describing the relationship between catch per effort by the 'pilot gillnet fleet' and number of fish in each age-class may therefore be used for subsequent, corresponding estimation of fish numbers.

3. In 1969, European minnow was observed for the first time in the lake, and the population increased considerably during the following decades.
4. In later years, the Department of Biology and Nature Conservation (at the Agricultural University of Norway) (from 2003 Department of Ecology and Natural Resource Management, Norwegian University of Life Sciences) has estimated the brown trout population in Øvre Heimdalsvatn several times by mark-recapture during the period 1993 - 2009. These estimates indicated that recruitment of four winter old brown trout had decreased markedly from the period 1959 – 1966, and this decline was suggested to be the result of the minnow establishment in the lake, which may have induced piscivory and cannibalism in older brown trout.
5. In the years after 2010, the annual exploitation of brown trout in Øvre Heimdalsvatn has been negligible, and to study the effects of the low exploitation on number of brown trout, population biomass, and individual annual growth, a 'pilot gillnet fleet', consisting of gillnets with mesh sizes 24, 26, 29 x2, 32, 35 x2, and 39 mm (measured knot to knot), was used in August-September each year during the period 2015 - 2021. Otoliths and scales were used for age determination of the brown trout.
6. Catch per unit effort (CPUE) by the 'pilot gillnet fleet' indicated that the mean annual recruitment of four winter old trout has also been lower during the period 2015 – 2021, compared to the period 1959-1966. This has resulted in a continued lower number of young brown trout in the population compared with the 1960s. CPUE also indicated a considerably higher number of old fish (≥ 9 winters) than during the 1960s. With average individual weights from 400-500 gram, and with some fish having weights >1 kg, these older fish contribute a high portion of the total population biomass, resulting in a population density in the range 19,3 – 26,8 kg/ha during the years 2015 – 2021, i.e., even higher than in 1958 (the year Jensen's population reduction commenced).
7. Despite the high estimated population biomass during the years 2015 – 2021, the annual individual growth is at the same level as in the 1960s. This was highly

unexpected. An explanation for this paradox may be the low number of young brown trout, and larger fish probably exploit food resources in deeper waters, in low competition with young fish, as well as feeding on minnows and young brown trout. High summer temperatures during the last period may also have contributed to a high annual individual growth.

8. In conclusion, the unexpected population dynamics may be explained by a low annual recruitment, in combination with low annual fishing mortality, establishment of European minnow and cannibalism/piscivory. In other words, the presence of large brown trout and high population biomass in a fish community with co-existing European minnow, is not a paradox, as long as annual exploitation is low.

Innleiing

Årleg rekruttering og dødelegheit vil definera aldersstruktur og storleik av ein fiskebestand. Er det stor årleg rekruttering og låg dødelegheit, vil til dømes ein bestand ofte bestå av mange små, eldre og seintveksande individ (Dahl 1917; Huitfeldt-Kaas 1927; Jensen 1977; Langeland & Jonsson 1990; Klemetsen et al. 1995). Alt for over hundre år sidan vart det vist at tynningsfiske i ein aurebestand kunne bidra til å auka årleg lengdevekst betydeleg, slik Dahl (1917) demonstrerte ved sine utfiskingar i Rødlivatna i Os frå 1912 til 1916. Ugedal et al. (2007) gav eit oversyn over effektar av tynningsfiske i bestandar av både aure, røye og sik, og samstundes identifiserte dei fleire årsaker til at tynningsfiske kunne feila. Eit velkjent, positivt døme på effektar av tynningsfiske er frå Øvre Heimdalsvatn i Øystre Slidre der Kjell W. Jensen starta sin omfattande studie av aurebestanden i 1958 (Jensen 1977). Det store arbeidet hans frå dette vatnet resulterte i eit doktorgradsarbeid om bestandsdynamikk og effektar av beskatning (Jensen 1977). Årleg rekruttering til aurebestanden i Øvre Heimdalsvatn i åra 1958 – 1970 var høg, med eit gjennomsnittleg estimert tal fireåringar på 3539. Høg årleg beskatning frå 1958 til 1963 førte til at den samla vekta (biomassen) av aure med alder ≥ 4 vintrar i juni månad gjekk ned frå 1510 kg til 636 kg, tilsvarande ein nedgang i tettleik frå 19,5 til 8,2 kg/ha (Jensen 1977). Rekrutteringa vart ikkje påverka, men individuell vekst auka om lag år for år frå 1958 til 1966 som fylgje av bestandsnedgangen. Bestandens biomasse og junitemperaturen var dei beste estimatorane for årleg individuell vekst hos auren i Øvre Heimdalsvatn (Jensen 1977). Etter nokre års utfisking utgjorde eldre fisk ein svært

liten del av bestandens samla biomasse, og få fisk i bestanden oppnådde ein alder på ni vintrar.

Aure var høgst sannsynleg einaste fiskeart i Øvre Heimdalsvatn i dei første åra Jensen heldt på med sine studier i vatnet, men i 1969 vart det oppdaga ørekyt der (Lien 1978), og ørekytbestanden auka mykje dei neste tiåra (Lien 1981; Museth et al. 2002). Dette fekk truleg stor negativ betydning for mange viktige næringsdyr for auren (Næstad & Brittain 2010, Borgstrøm et al. 2010). Det førte òg til store endringar i førekomst av fleire parasittartar hos aure (Borgstrøm et al. 2021). Dessutan vart det påvist lågare årleg rekruttering til bestanden i åra 1993-2009 (Borgstrøm et al. 1996; Borgstrøm et al. 2010).

Øvre Heimdalsvatn og areala rundt var statseigedom fram til 1983 då Øystre Slidre kommune fekk overført eigedomen som statsallmenning. Sjølv om vatnet var utpeikt som forsøksvatn, vart det gjort ein avtale om at fjellstyret kunne selja fiskekort for sportsfiske (Brittain & Borgstrøm 2010). I åra rundt 1993-95 vart det opna for utleige av hytte med tilhøyrande garnfiske, men dette vart kortvarig, og Universitetet i Oslo nyttar no alle buene i austenden av Øvre Heimdalsvatn på heilårsbasis. Frå 1993 til 2009 hadde Institutt for naturforvaltning ved Norges landbrukshøgskole (seinare Noregs miljø- og biovitenskaplege universitet) eit stort tal masterstudentar på ulike prosjekt knytta til aure- og ørekytbestanden i Øvre Heimdalsvatn. I fleire av desse åra vart det teke ut eit relativt stort tal fisk. Til dømes i 2005 vart det teke ut 1646 aure i samband med eit merke-attfangstprosjekt (Bilstad & Bilstad 2006). Sjølv om Øystre Slidre fjellstyre sel fiskekort for stangfiske, tyder mykje på at sportsfisket har eit svært beskjedent omfang (Strand 2017). I 2015 – 2021 har det i tillegg vore eit ubetydeleg garnfiske, og totalt årleg uttak har neppe vore meir enn 300 - 400 fisk. Både lom og fiskender brukar Øvre Heimdalsvatn jamleg, og silender hekkar dessutan ved vatnet i dag, medan det i perioden 1968-1972 var svært få observasjonar av desse artane (Lien & Nydal 1973). Aure og ørekyt inngår truleg i dietten til desse fugleartane.

Låg årleg fangstdødelegheit vil kunna føra til mykje gamal fisk i bestanden, med resultat at det vert tidleg vekststagnasjon, tilsvarande tilstanden bestanden var i då Jensen starta undersøkingane sine i 1958 (Jensen 1977; Jensen 1986). Med ein generell auke i sommartemperatur (Hansen-Bauer et al. 2017), ein stor ørekytbestand, kombinert med låg beskatning, er sluttresultatet med omsyn til årleg individuell vekst, fiskestorleik og aldersklassestruktur i aurebestanden likevel høgst usikker. I denne studien er bestandsdata for perioden 2015 – 2021 samanlikna med data frå perioden 1959 – 1971 då bestanden vart redusert til ein låg tettleik gjennom eit betydeleg tynningsfiske.

Material og metode

Den subalpine innsjøen Øvre Heimdalsvatn (1088 m o. h.) vart valt ut som hovudlokalitet for dei ferskvassbiologiske studia i Noreg i samband med den store internasjonale forskningsinnsatsen i 'International Biological Programme' (IBP) som gjekk føre seg i åra 1968-72 (Vik 1978). Ein av hovudgrunnane for valet av denne lokaliteten var at det alt hadde pågått omfattande studiar av aurebestanden i dette vatnet frå 1958 (Jensen 1977). Ein kort beskrivelse av Øvre Heimdalsvatn og forskningsaktiviteten som har pågått der er gitt av Brittain og Borgstrøm (2010). Naturhistorisk museum ved Universitetet i Oslo har framleis omfattande forskningsaktivitet i og rundt Øvre Heimdalsvatn (sjå til dømes Brittain et al. 2019), og det er kun denne institusjonen som har båtar der, noko som begrensar ulovleg garnfiske.

Eit sentralt forskningstema i vatnet frå 1958 og utover på sekstitalet var studiet av dei dynamiske endringane i aurebestanden etter hardt tynningsfiske (Jensen 1977). I denne undersøkelsen vart det mellom anna brukt ein 'pilotgarnserie' beståande av platil settegarn med fylgjande maskevidder: 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38 mm (Jensen 1977). I tillegg gjennomførte Jensen bestandsestimeringar basert på ein biostatistisk metode der samla antall fisk fanga frå dei ulike årsklassane vart registrert, frå individa i ein årsklasse fyrst kom inn i fangsten til årsklassen ikkje lenger bidrog til fangsten. Han estimerte den årlege, momentane dødsraten, og kunne dermed byggja opp samansetjinga av aldersklassar (og årsklassar) i bestanden frå og med 1958 og utover på sekstitalet (Jensen 1977). Ut frå hans bestands- og fangstdata kan det lagast regresjonsmodellar for samanheng mellom fangst per innsats med pilotgarnserien og talet på fisk i kvar aldersklasse i enkeltår (Fig. 1).

Fleire av garna i den såkalla pilotgarnserien Jensen brukte, er ikkje i ordinært sal i dag, og ved bestandsestimeringa i åra 2015-2021 har vi brukt ein tilnærma serie sett saman av åtte garn med fylgjande maskevidder: 24, 26, 29 x 2, 31, 35 x 2, og 39 mm. Det framgår av Fig. 2 at dei to garnseriane ikkje har heilt den same teoretiske fangsteffektiviteten, men fisk i lengdeklassane 20 – 24 cm blir fanga med same relative effektivitet på dei to seriane. Det betyr at fireåringar og til dels femåringar skulle ha om lag same fangstsannsynlegheit på begge garnseriane. Lengdeklasse 26 og 28 cm får ein noko høgare fangsteffektivitet på serien brukt i 2015-2021, medan lengdeklasse 30 og 32 cm har same fangsteffektivitet på dei to seriane. Med serien brukt i 2015-2021 har fisk ≥ 34 cm noko lågare fangsteffektivitet relativt til fisk i lengdeklasse 30 – 32 cm, og i så fall vil den større (og eldre) fisken bli undervudert basert på fangstane og ved bruk av regresjonane i Fig. 1.

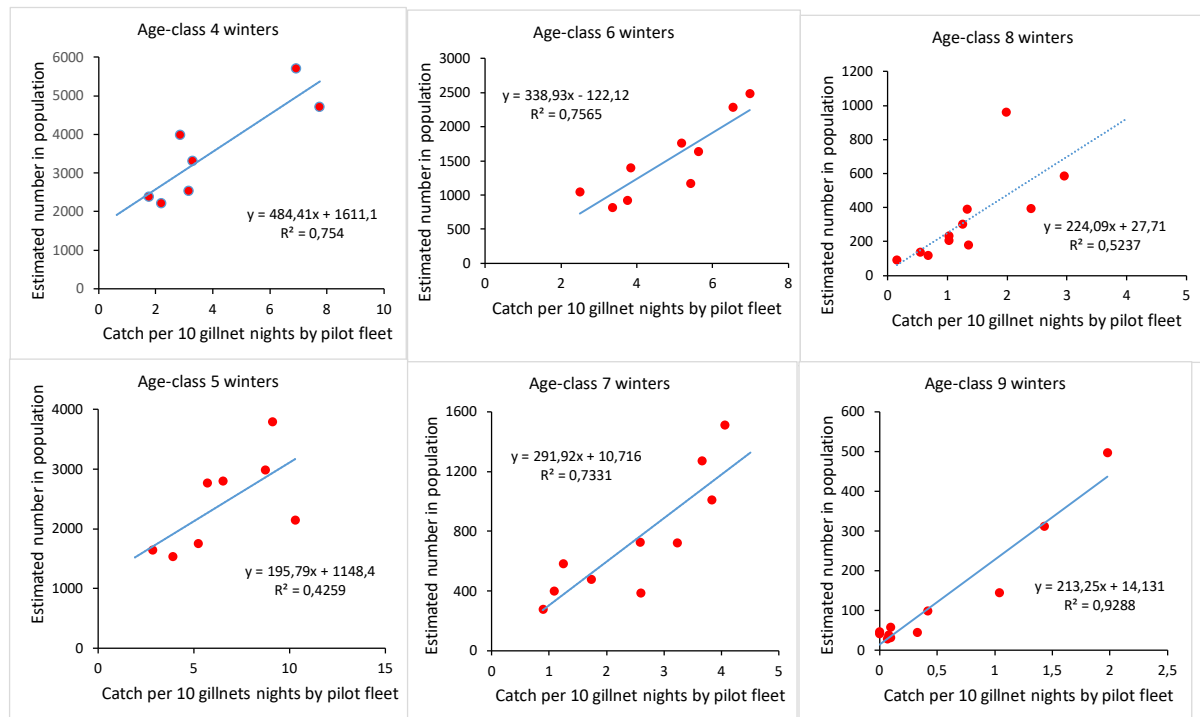


Fig. 1. Fangst per innsatseining på Jensens pilotgarnserie plotta mot estimert tal fisk i aldersklassane 4-9 år i bestanden, med tilhørande regresjonsmodellar for samanheng mellom fangst og tal fisk i aldersklassane 4 – 9 år, i åra 1960 – 1970 (alle data etter Jensen 1977).

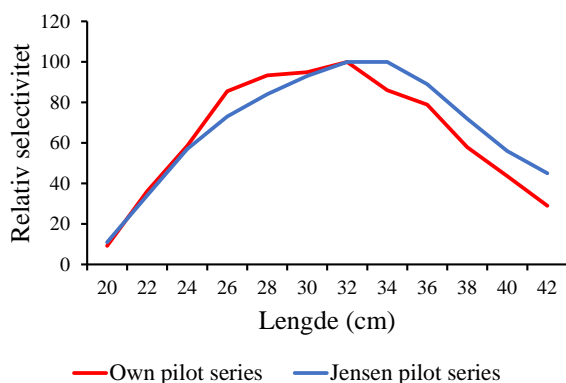


Fig. 2 Selektivitetskurve for garnserien brukt i Øvre Heimdalsvatn i 2015-2021 basert på data frå Jensen (1972), og tilsvarende selektivitetskurve for pilotserien brukt på seksstilet basert på data frå Jensen (1977)

Jensen (1977) gjennomførte sitt pilotgarnfiske i august-september, og vårt fiske er difor gjennomført i same tidsrom, dvs. i overgangen august-september i alle åra, 2015-2021, for å få mest mogeleg like fangsttilhøve mht. nattemørke osv. Når fangst per innsatseining skal nyttast som bestandsestimator, er det avgjerande at fisket kvar gong vert gjennomført under tilnærma like tilhøve med omsyn til nattemørke og vêrtilhøve. I 2021 var det blikkstilte netter og måne frå om lag kl 24 kvar natt. Dette kan ha påverka fangstresultatet, og dermed gjeve eit underestimert av bestandstala samanlikna med dei andre åra. Samla tal garnnetter i dei sju åra er vist i Tabell 1. For å få tilfeldig fangst, vart vatnet delt i tre seksjonar i aust-vestretning, og garna sett ut tilfeldig innan kvar seksjon med minst 50 meters mellomrom,

både på nord- og sørsida kvar natta. Materialet frå 2015 og 2016 er samla inn i samarbeid med Strand (2017).

Tabell 1. Antal garnnetter brukt i samband med bestandsestimeringa i Øvre Heimdalsvatn i overgangen august-september i åra 2015 – 2021.

Maskevidde	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
24	8	7	7	8	9	9	9
26	8	7	7	8	9	9	9
29	8	7	8	8	13	12	12
31	12	12	14	8	12	15	15
35	10	12	14	16	16	19	21
39	7	7	7	8	12	10	12

Gjennomsnittleg fangst av kvar aldersklasse på kvar maskevidde er brukt for å få samla fangst av kvar aldersklasse teke på heile ‘pilotgarnserien’ beståande av 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 fisk i kvar aldersklasse er deretter gjennomført ved å bruka regresjonane vist i Fig. 1.

Aldersbestemminga av auren er gjort ved hjelp av øyresteinar (otolittar), etter fylgjande prosedyre: otolitten vert fyrst knekt gjennom sentrum ved hjelp av eit skalpellblad. Deretter vert ein halvdel om gongen lagt på ein spatel og brent over ein spritflamme. Etter kort tids brenning kjem då vintersonene fram som smale, brune soner (sjå Christensen 1964; Power 1978). Aldersbestemminga blir så gjennomført ved å plassera otolitten på høgkant i ein plastilinabit senka ned i propandiol slik at den brende snittflata kan studerast under stereomikroskop, som vist i Fig. 3. I nokre få tilfelle har begge otolittar frå same fisken vore hyaline, dvs. ufullstendig danna, og då er skjell benytta til



Fig. 3. Delt og brent øyrestein (otolitt) av sju vintrar (til venstre) og 15 vintrar gamal aure (til høgre) frå Øvre Heimdalsvatn. Vintersonene kjem fram som mørkt brune, smale ringar.

aldersbestemminga. For fisk frå Øvre Heimdalsvatn med otolittalder opp til minst 8-9 vintrar viser skjella same alder som otolittane. Også enkelte eldre aure kan ha same otolitt- og skjellalder, men skjell frå eldre fisk er som hovudregel vanskelege eller umogelege å aldersbestemma pga. liten eller tilnærma ingen årleg tilvekst frå alder rundt ni-ti år.

Jensen (1977) tilbakerekna lengden av aure som var fanga i august-september, til vekststart i juni, og han oppgav både bestandsstorleik og samla bestandsvekt (biomasse) til 1. juni. For å få ei samanlikning av bestandens biomasse i åra 2015-2021 med biomassen i åra 1958-1970 (Jensen 1977), er lengden på fisk i aldersklassane 5 – 9 år fanga i august-september desse åra tilbakerekna til lengden ved vekststart (i juni). Fireåringar fanga i august er neppe representative for fireåringane i bestanden, fordi det mest sannsynleg i hovudsak er dei største fiskane i aldersklassen som er blitt fanga når minste maskevidder er 24 og 26 mm. Difor er tilbakerekna lengde til vekststart for fireåringar i år t gjort ut frå tilbakerekning for femåringar i år t+1. For fireåringar i 2021 er gjennomsnittet av tilbakerekna lengde i åra 2015-2020 benytta. For fisk med alder 10 – 12, og ≥ 13 vintrar er tilbakerekning av lengde til vekststart gjort ut frå differansen mellom tilbakerekna lengde for niåringar og lengde ved fangst for dei eldre aldersklassane, dividert med talet på vekstsesongar mellom niåringar ved vekststart i juni og aldersklasse 10+ og eldre i august-september.

Då Jensen (1977) skulle analysa samanhengen mellom aurens lengdevekst i Øvre Heimdalsvatn og temperatur/bestandstettleik, brukte han multippel regresjon med vekstraten (G) som avhengig variabel og junitemperatur på Vågåmo (T_6) og bestandstettleik (D) som uavhengige variablar. Han hadde ikkje data på vasstemperaturen. Likevel fann han at både lufttemperaturen (på Vågåmo) i juni og bestandstettleiken var dei beste prediktorane for vekstkoefisientane i regresjonslikninga. Regresjonsmodellen han endte opp med har den generelle forma:

$$G_n = a + b_{y1.2} * T_6 + b_{y2.1} * T_6 * D$$

Den meteorologiske stasjonen på Vågåmo som Jensen brukte temperaturdata frå, vart lagt ned i november 2004. Det føreligg temperaturmålingar frå utlaupet av Øvre Heimdalsvatnet for juni månad i nesten alle år mellom 1985 og 2021 (sildre.nve.no). Gjennomsnittleg vassstemperatur i juni for åra 1985-2009 har vore 6,9 °C, medan det har vore ein klar temperaturauke til gjennomsnittleg 8,1 °C i juni i åra 2010-2021 (Fig. 4). Junitemperaturen i desse åra var på det høgaste i 2018 (12,9 °C). Men det er stor variasjon i junitemperatur mellom år, noko som i fyrste rekke har samheng med istilhøva på vatnet og

snømengda i terrenget i denne månaden (Kvambekk og Melvold 2010). Det har vore nær samanheng mellom lufttemperaturen på Vågåmo og i Skjåk i dei åra det har vore registreringar begge stader samtidig (Fig. 5). Difor kan temperaturen i Skjåk nyttast som ein estimator for lufttemperaturen på Vågåmo, ut frå regresjonen $T_{Vågå} = 0.9241 * T_{Skjåk} + 2,6226$ (Fig. 5). Dermed kan vi analysa samanhengen mellom junitemperaturen på Vågåmo og aurens tilvekst i Øvre Heimdalsvatn heilt fram til 2021, slik Jensen (1977) gjorde med sitt materiale i perioden 1959 - 1970.

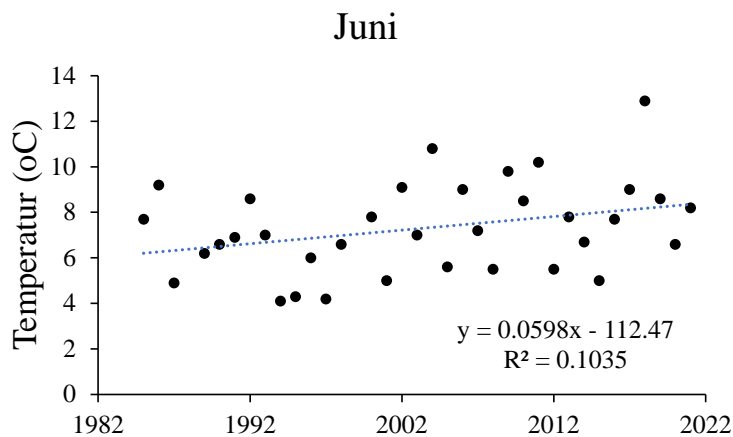


Fig. 4. Gjennomsnittleg junitemperatur i Hinøgla, utlaupselva frå Øvre Heimdalsvatn, i åra 1985 – 2021 (Data frå Sildre.nve.no)

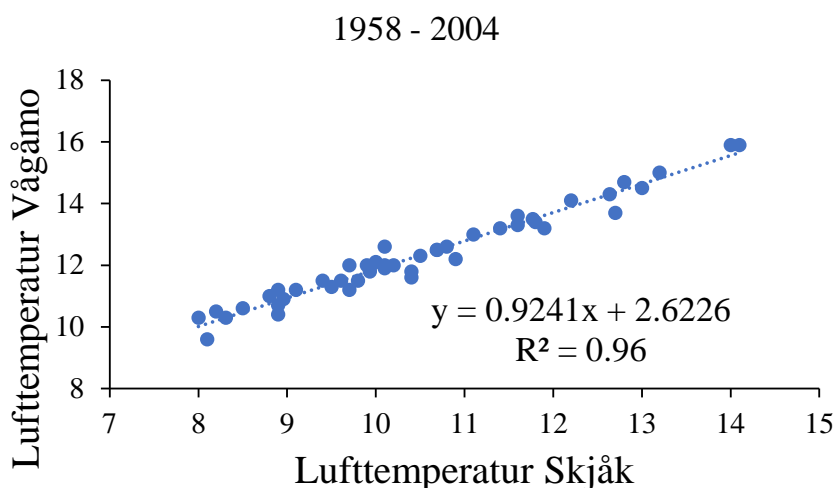


Fig. 5. Gjennomsnittleg junitemperatur i Skjåk plotta mot gjennomsnittleg junitemperatur på Vågåmo i åra 1958 – 2004 (data frå seklima.no)

Resultat og Diskusjon

Fangst per innsats

Samla har garnserien brukt i åra 2015 – 2021 fanga aure frå 14 til 49 cm (Fig. 6). Dei enkelte maskeviddene i garnserien fangar fisk innan relativt breie lengdeintervall, men fangsttoppen i kvar maskevidde ligg i eit smalare intervall (Fig. 6). Fangsttoppen flyttar seg mot høgre med aukande maskevidde, samstundes er det ein nedgang i fangst per garnnatt frå dei to minste til dei større maskeviddene (Fig. 6).

I 2018 vart fangst per innsats av fisk i aldersklasse 4 vintrar (årsklasse 2014) uvanleg høg, fullt på høgda med fangstane i fleire av åra på sekstitalet (Tabell 2). Denne årsklassen kjem òg ut med svært høg fangst per innsats som femåringar i 2019, som

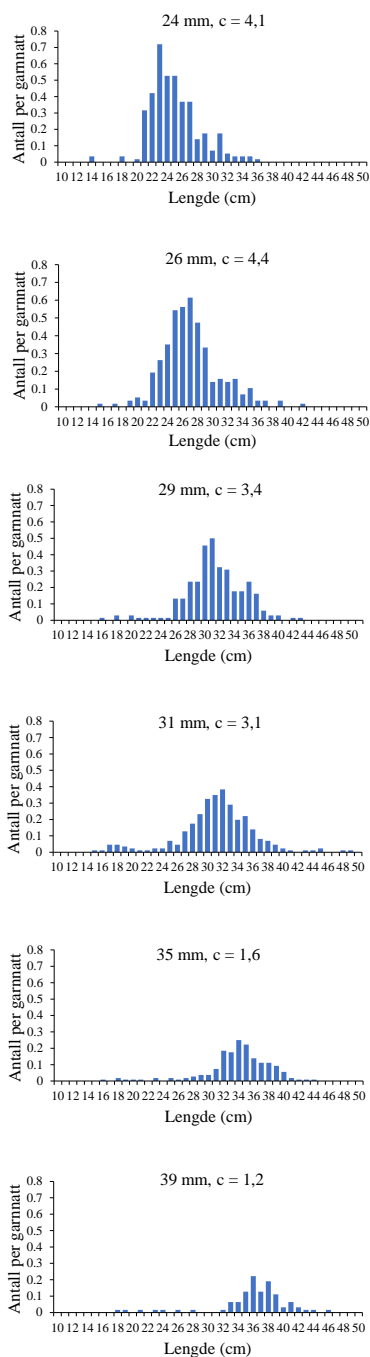


Fig. 6. Gjennomsnittleg fangst per garnnatt på maskeviddene 24, 26, 29, 31, 35 og 39 mm i Øvre Heimdalsvatn 2015 – 2021. c =Gjennomsnittleg fangst per garnnatt

seksåringar i 2020 og som sjuåringar i 2021. Jensen (1977) gav ikkje opp fangstdata for fisk eldre enn 9 vintrar, men det er eit langt større tal i aldersklassane 7 – 9 vintrar fanga i den siste perioden enn i dei fleste åra i perioden 1960 – 1966. I åra 1964 – 1966 vart det nesten ikkje teke fisk i aldersklasse 9 vintrar, i motsetnad til i åra 2015 – 2021, då det vart teke eit høgt tal niåringar per garnserienatt, og endå fleir av alderklassane ≥ 10 vintrar (Tabell 2).

Tabell 2. Gjennomsnittleg fangst av aure per 10 ‘pilot’-garnnetter (med garnserien med maskeviddene 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38 mm) ved fisket i Øvre Heimdalsvatn i overgangen august-september i åra 1960 – 1966 (data frå Jensen 1977), og gjennomsnittleg fangst av aure per 10 ‘pilot’-garnnetter (med garnserien med maskeviddene 24, 26, 29 x 2, 32, 35 x 2, 39 mm), ved fisket i Øvre Heimdalsvatn i overgangen august-september i åra 2015-2021.

År	Alders- klasse						
	4+	5+	6+	7+	8+	9+	$\geq 10+$
1960	1.77	5,73	6,98	4,06	1,98	1,98	No data
1961	3.30	2.86	5,18	3,66	2,95	1,43	«
1962	2.19	10,30	3,75	3,23	2,40	1,04	«
1963	7.75	3,92	5,42	1,08	1,33	0,42	«
1964	6.92	8,75	3,37	2,60	0,67	0,10	«
1965	2.86	9,11	3,84	0,89	0,54	0	«
1966	3.16	6,54	6,54	1,25	0,15	0,07	«
Mean	3.99	6.74	5.01	2.40	1.43	0.72	«
2015	0,63	2,07	4,99	5,70	2,56	0,63	6,96
2016	0,89	3,17	3,99	5,22	3,62	1,83	5,92
2017	1,88	3,79	4,46	3,53	4,46	1,38	6,71
2018	6,41	6,88	6,41	4,69	2,66	3,91	4,22
2019	3,20	10,67	7,40	5,81	3,78	3,32	5,36
2020	2,51	6,28	10,18	4,91	3,69	1,15	4,81
2021	0,88	1,94	5,57	5,89	3,71	1,44	3,68
Mean	2.34	4.97	6.14	5.11	3.50	1.95	5.38

Bestandsestimat

Basert på fangst per innsatseining av kvar aldersklasse (Tabell 2) og bruk av regresjonsmodellane i Fig. 1, får vi estimata for kvar av aldersklassane i åra 2015-2021 (Tabell 3). I gjennomsnitt blir estimatet i denne perioden på 2745 fireåringar ifylgje regresjonsmodellen. Dette er lågare enn tal fireåringar i perioden 1959 – 1966, då det i gjennomsnitt var 3584 i aldersklasse 4 vintrar. Etter sterk bestandsreduksjon frå 1959, var det

berre gjennomsnittleg 176 individ i aldersklassane ≥ 8 vintrar i dei tre åra, 1964 – 1966, medan det var gjennomsnittleg 2537 aure ≥ 8 vintrar i åra 2015 – 2021 (Tabell 3).

Forskjellen i bestandsstruktur mellom åra 1964-66 og 2015-21 er oppsummert i Tabell 4.

Tabell 3. Estimert aldersklassestyrke i aurebestanden i Øvre Heimdalsvatn i åra 1959-1966 ifylgje Jensen (1977) og basert på pilotgarnfisket gjennomført i åra 2015 – 2021

Alder (vintrar)												
År	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	$\geq 15+$
1959	3857	3596	2418	1768	1174	639	267	28	1	1		
1960	2387	2775	2486	1511	959	496	286	108	7			
1961	3304	1649	1765	1271	585	312	155	103	14	4		
1962	2207	2149	928	724	394	145	70	29	36	6	3	
1963	4702	1540	1168	401	189	98	36	10	8	9		
1964	5698	2985	823	389	119	58	16	1	1	2	1	
1965	3983	3792	1401	279	138	41	8	2			1	
1966	2536	2806	2288	584	90	28	20	2				
Snitt	3584	2662	1660	866	456	227	107	35	11	4		
År	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+	$\geq 15+$
2015	1914	1554	1569	1674	852	147	709	285	159	185	59	214
2016	2044	1769	1230	1535	838	405	392	338	103	316	74	153
2017	2519	1891	1391	1040	1028	309	490	204	366	109	224	170
2018	4714	2494	2049	1379	623	847	314	181	81	48	147	229
2019	3160	3238	2385	1708	875	723	508	300	103	103	47	194
2020	2829	2379	3328	1446	855	258	390	266	159	60	85	179
2021	2038	1528	1573	1732	858	320	342	139	137	119	57	88
Snitt	2745	2122	1932	1502	847	430	449	245	158	134	99	175

Det var vesentleg fleire fire-årige rekruttar i perioden 1964 - 1966, men årleg overleving var langt mindre enn i 2015 - 2021, og frå og med seksåringane var det fleire fisk i bestanden i den siste perioden. Denne forskjellen blir endå meir markert for eldre fisk, fordi årleg avgang av yngre fisk er langt større i fyrste periode. Dermed blir eldre fisk nesten borte utover på sekstitalet slik det er vist i Tabell 4, medan det i gjennomsnitt er eit stort tal eldre fisk i bestanden i tidsromet 2015 – 2021 (Tabell 4).

Tabell 4. Gjennomsnittleg estimert tal fisk i aldersklassane 4+ - $\geq 15+$ i åra 1964 – 1966 (Etter Jensen 1977) og i åra 2015 – 2021.

Aldersklasse (vintrar)												
Periode	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14	$\geq 15+$
1964-66	4072	3194	1504	417	116	42	15	2	1	2	1	0
2015-21	2745	2122	1932	1502	847	430	449	245	158	134	99	175

Tal garnnetter per år i Øvre Heimdalsvatn i perioden 1959 – 1966 låg mellom 1056 og 1550 (Jensen 1977). Dette fisket inkluderte garna i pilotgarnserien og andre garn som var nytta i vatnet i desse åra. Til samanlikning har vår fiskeinnsats variert mellom 52 og 78 garnnetter i åra 2015 – 2021, dvs. ein svært liten innsats og dermed eit lite uttak frå bestanden samanlikna med innsats og fangst på sekstitalet.

Bestandens biomasse og tettleik

Ut frå bestandsestimata, tilbakerekna lengde til juni, og gjennomsnittleg kondisjon hos individa i kvar aldersklasse blir biomasseestimata som vist i Tabell 5. Variasjonen i årleg biomasse tilsvarar ein variasjon tettleik mellom 19.3 kg i 2021 til maksimum 26.8 kg i 2020. Bortsett frå det siste året (2021) er tettleiken av bestanden større enn tettleiken bestanden hadde før utfiskinga starta i 1958 (19.5 kg/ha) (Jensen 1977). Den låge estimerte tettleiken i 2021 kan skuldast at fangbarheita var lågare i denne fiskesesongen enn i dei andre åra, for det var blick stille, klårvêr og måneskin kvar natt.

Få år etter at utfiskinga kom i gang i 1958, kom tettleiken i bestanden ned på 8.2 – 11.0 kg/ha (i åra 1962-1969). Det var med andre ord ein heilt annan tettleik utover på sekstitalet enn i tidsromet 2015-21. Den store forskjellen ligg i at det i siste perioden er betydeleg høgare tal fisk i eldre aldersklassar, og dermed langt større biomassar av eldre fisk, trass i at årleg rekruttering i gjennomsnitt er lågare enn på sekstitalet. I til dømes 1963, det året biomassen var på eit minimum på sekstitalet, var samla vekt av fisk frå og med alder 10 vintrar på 26.5 kg ifylgje Jensen (1977). I åra 2015-2021 er gjennomsnittleg årleg biomasse av desse eldre aldersklassane på 560 kg (Tabell 5), og ved vårt svært avgrensa garnfiske har vi i desse åra teke ut fisk med alder 10 år og eldre med årleg samla vekt frå 13.7 kg (i 2018) til 23.4 kg (i 2017), dvs. ein fangst som er av same storleiksorden som den totale biomassen av desse aldersklassane i bestanden på sekstitalet.

Dersom estimata for talet på fisk i overgangen august-september er så nokolunde korrekte, vil dei estimerte biomassane for juni månad bli underestimert, fordi det er ein viss avgang av fisk frå vekststart i juni til slutten av august.

Tabell 5. Samla biomasse (kg) av aldersklassane 4 til ≥ 13 vintrar og tettleik (kg/ha) av bestanden i Øvre Heimdalsvatn i åra 2015-2021, basert på bestandsestimata i august-september, Fultons kondisjonsfaktor, og gjennomsnittleg tilbakerekna lengde til juni måned for kvar aldersklasse frå og med 4-åringar.

År	4	5	6	7	8	9	10	11	12	≥ 13	Biomasse	Tettleik (kg/ha)
2015	66.4	91	181.4	302.9	239.1	46.8	254.5	121.5	71.8	208.7	1584.1	20.3
2016	60.4	116.4	131.4	301.8	181.2	137.6	158.9	159.6	45.4	275.6	1568.3	20.1
2017	85.8	117.5	180.8	221.5	336.9	120.7	213.7	93.7	180.8	274.1	1825.5	23.4
2018	195.5	211	259.7	309.7	192.7	335.9	135.1	85.5	34.3	240.1	1999.5	25.6
2019	143.1	215.3	441.7	295.1	262.1	88.5	148.1	126.2	65.9	158.7	1944.7	24.9
2020	147.5	261.6	519.7	314.6	237.5	118.2	139.3	106.1	77.4	168.3	2090.2	26.8
2021	71.8	115.5	221.4	404.6	217.2	104.7	128.6	58.0	51.2	129.1	1502.1	19.3

Lengde-vektforholdet

Det har vore ein negativ utvikling i lengde-vektforholdet (Fultons kondisjonsfaktor) hos auren i Øvre Heimdalsvatn i dei aller siste åra (Fig. 7). I 2015 – 2018 var det ein stigande trend i K-faktor frå ung til gamal fisk, medan trenden dei siste tre åra har snudd, med større

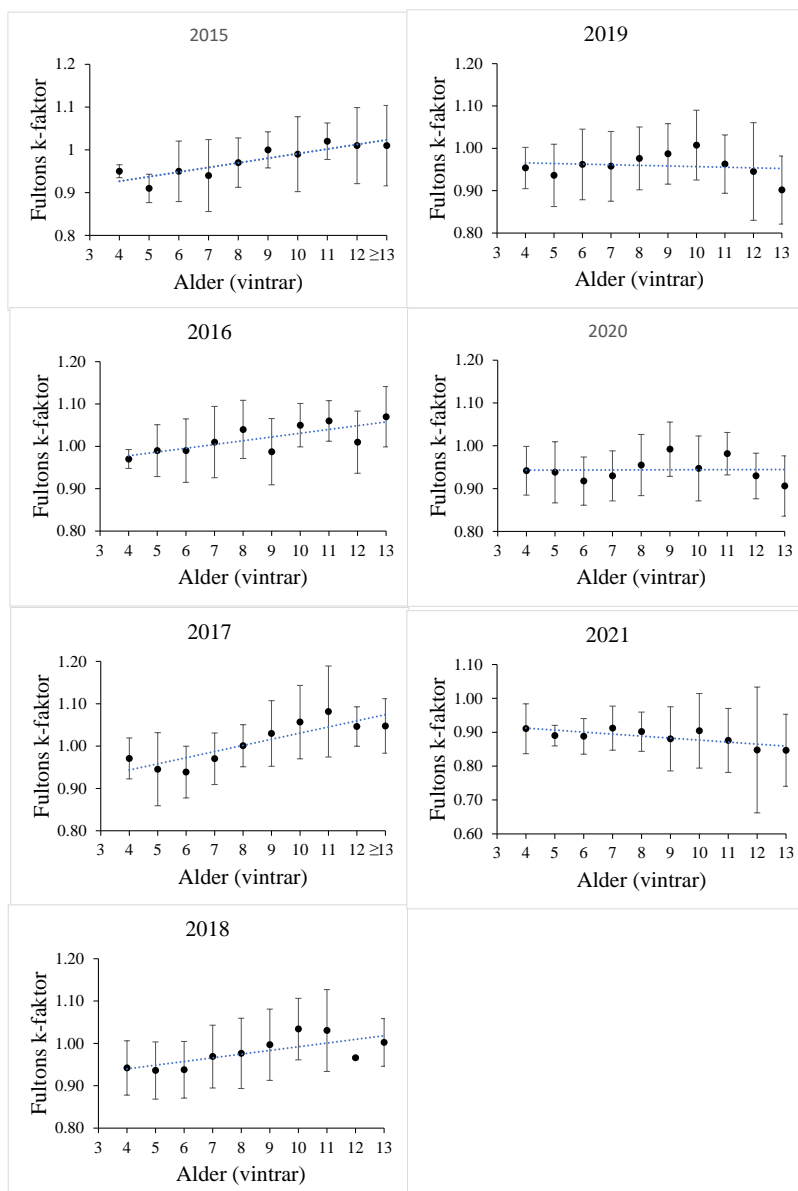


Fig. 7. Lengde-vektforholdet hos aure frå Øvre Heimdalsvatn fanga i overgangen august-september 2015-2021, uttrykt som Fultons kondisjonsfaktor (K-faktor). Vertikale line viser standardavviket for gjennomsnittsverdiane innan kvar aldersklasse. NB! Skalaen på Y-aksen for året 2021 avvik frå dei andre åra pga. låge k-verdiar

innslag av mager fisk og fallande K-faktor for eldre fisk. Årsklasse 2014 ser ut til å ha vore særleg tallrik som fireåringar i 2018, og denne årsklassen var også tallrik i dei etterfylgjande åra, og utgjorde 520 kg som seksåringar i 2020 (Tabell 5). Den betydelege biomassen av denne eine årsklassen kan ha ført til eit skifte i veksttilhøva, og i så fall vil dette kunna få fylgjer også for dei neste åra, om beskatninga framleis blir halden låg.

Alder, lengde og vekt

I åra 2015 – 2021 har det vore ein markert lengdeauke for auren i Øvre Heimdalsvatn fram til ein alder rundt 10-12 vintrar (Fig. 8), men det ser likevel ut til eit fleirtal av eldre aure i Øvre Heimdalsvatn stagnerer i lengdevekst før dei har blitt 40 cm, men kvart år opptreer relativt unge enkeltindivid som har hatt ein langt betre vekst enn resten av individa innan same aldersklassen, og desse oppnår lengder opp mot 40 cm eller meir. 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. Nokre fisk oppnår lengder på opp mot 50 cm (Fig. 8). Desse fiskane og nokre til skil seg med andre ord markert ut frå dei andre innan dei same aldersklassane.

Seksåringane i dei enkelte åra, 2015 – 2021, har gjennomsnittslengder ved fangst frå 25,3 cm (i 2015) til 28,1 cm (i 2020), med eit gjennomsnitt for alle åra på 27,1 cm. Tilsvarande har tiåringane gjennomsnittslengder frå 32,9 cm (i 2020) til 35,9 cm (i 2021), med eit totalt gjennomsnitt på 34,8 cm. Tolvåringane har gjennomsnittslengder frå 35,6 cm (i 2018) til 37,6 cm (i 2020), med eit totalt gjennomsnitt på 36,4 cm. Det er med andre ord liten lengdeauke frå tiåringar til tolvåringar, og eldre fisk (Fig.8).

Fiskane med rask vekst innan ein gitt årsklasse vil generelt koma tidleg opp i fangbar storleik, og får dermed auka risiko for å bli teke ut ved lågare alder enn seintveksande fisk i den same årsklassen (Lee 1912). Ved høg beskatning vil eldre fisk i fyrste rekke tilhøyra den seintveksande delen av ein årsklasse, fordi dei rasktveksande individa vert teke ut tidleg dersom det er eit omfattande garnfiske. Sidan det har vore låg årleg beskatning av bestanden i åra 2015 - 2021, vil både rasktveksande og seintveksande individ få auka sjanse til overleving fram til høg alder, noko som også kjem fram i Fig. 8, med til dels stor spreing i lengde for fisk med høg alder.

Jensen (1977) presenterte ikkje gjennomsnittsvekter for dei ulike aldersklassane, men han oppgav samla vekt av kvar aldersklasse for juni månad i dei enkelte åra, og dessutan tal fisk i kvar aldersklasse i dei same åra. Dermed kan gjennomsnittsvektene reknast ut. I Fig. 9

er vist gjennomsnittsvektene for aldersklassane 5 – 13 vintrar for perioden 1962-1966, dvs. etter at årleg tettleik av bestanden var redusert til 8,6 – 11,0 kg/ha. I same figur er også vist gjennomsnittsvektene ved fangst i overgangen august-september for aldersklassane 5 – 18 vintrar for åra 2015-2021. Sidan vektene for ein aldersklasse t i august-september nesten representerer vektene for aldersklasse $t+1$ i juni, kan vektene for aldersklasse t i august-september 2015-2021 samanliknast med vektene for aldersklasse $t + 1$ i 1962-1966.

Gjennomsnittsvektene for kvar aldersklasse for heile perioden 2015-2021 aukar nesten år for år fram til alder 15 vintrar. I 1962-1966 aukar vektene frå femåringar til tiåringar også år for år, men gjennomsnittsvektene for 11- og 12åringar viser betydeleg nedgang.

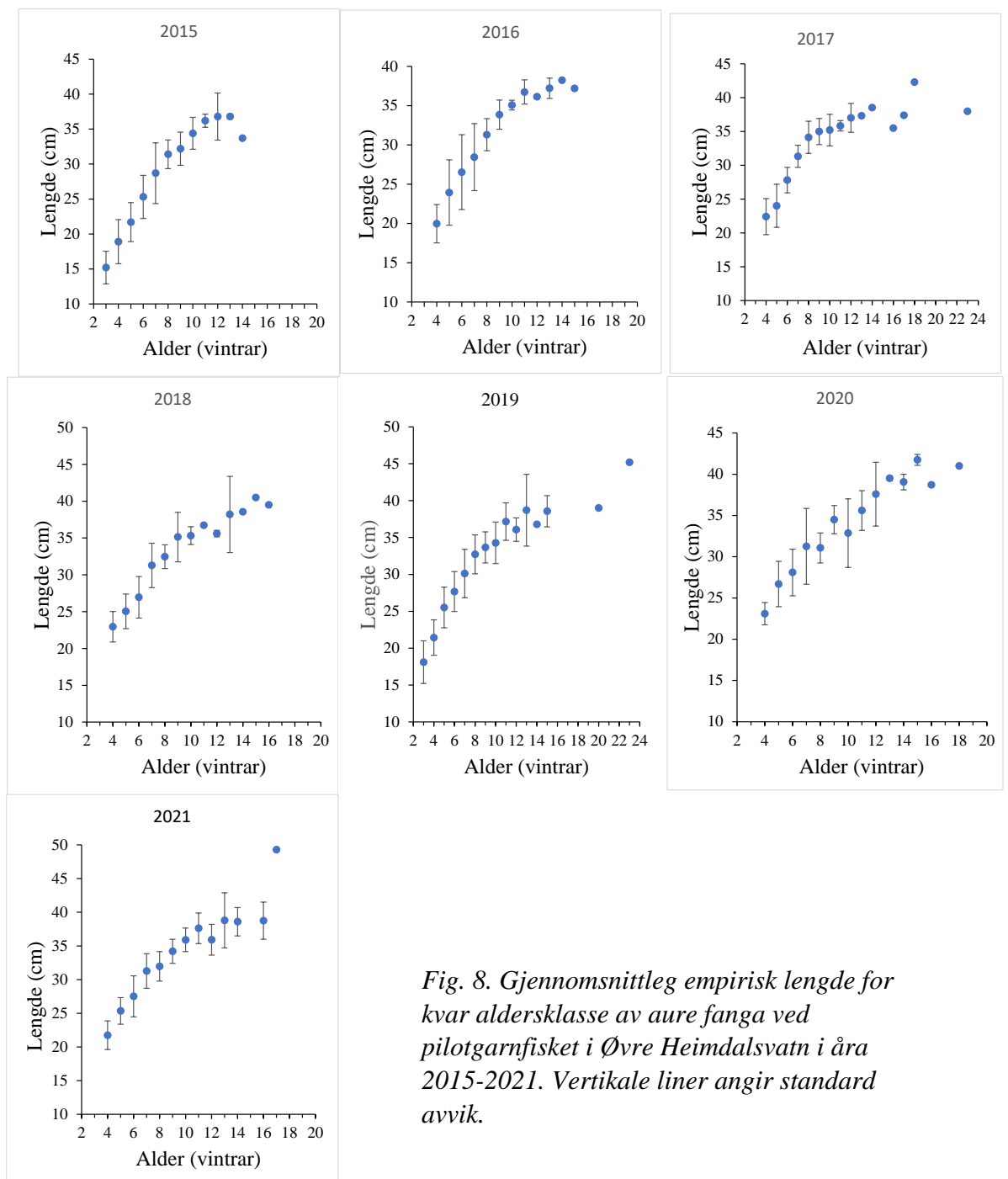


Fig. 8. Gjennomsnittleg empirisk lengde for kvar aldersklasse av aure fanga ved pilotgarnfisket i Øvre Heimdalsvatn i åra 2015-2021. Vertikale liner angir standard avvik.

Estimert samla tal fisk med alder 14 år var berre fem for heile tidsromet 1962-1966, medan gjennomsnittsvektene for 14åringar i 2015-2021 er basert på 15 fanga fisk. Eldre fisk enn 14 år er ikkje oppgjeve i Jensen (1977), medan det totalt vart fanga 28 individ i aldersklassane 15-18 vintrar i 2015-2021, og det vart også fanga nokre få fisk over 20 vintrar (sjå Appendix II). Standardavvika for gjennomsnittsvektene i 2015-2021 viser at det er relativt stor vektspreiing innan kvar aldersklasse, men data frå dei to tidsperiodane antyder at vektene for kvar aldersklasse er like høge eller høgare i perioden 2015-2021 enn i perioden 1962-1966.

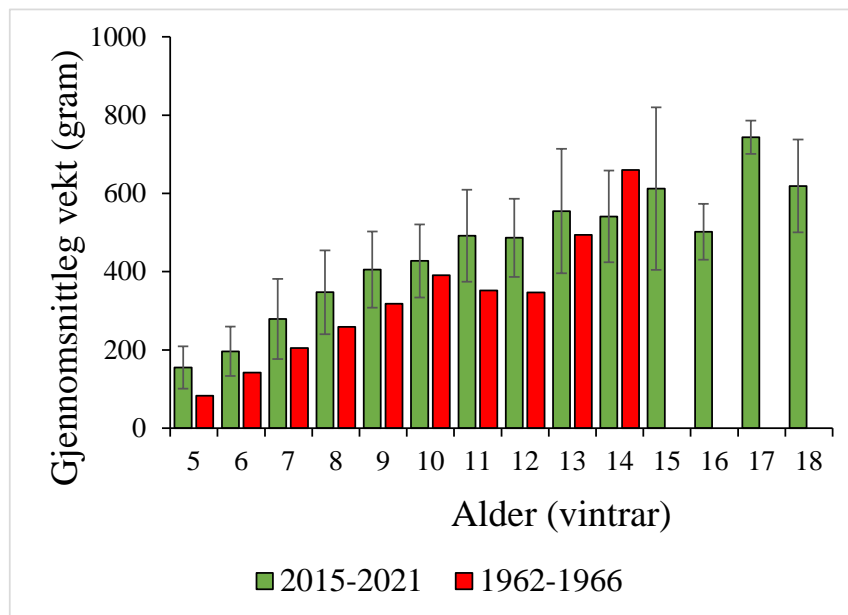


Fig. 9. Gjennomsnittsvекter for aldersklassane 5 – 18 vintrar fanga i overgangen august-september 2015-2021, og gjennomsnittsvекter for aldersklassane 5 – 14 vintrar 1. juni i åra 1962 – 1966 basert på data frå Jensen (1977) over samla estimert tal fisk og samla vekt av kvar aldersklasse i desse åra. Standard avvik for gjennomsnittsvекtene i 2015-2021 er vist som vertikale liner.

Årleg lengdevekst og temperatur

Jensen (1977) fann at junitemperaturen (på Vågåmo) og bestandstettleiken var om lag like viktige i prediksjonen av vekstkoeffisientane i regresjonsmodellen for årleg vekstrate. Den positive samanhengen mellom junitemperaturen på Vågåmo og årleg vekst hos auren i Øvre Heimdalsvatn som Jensen (1977) fann, gjer seg også gjeldande når heile materialet frå 1958 til 2021 vert brukt (Fig. 10). Det er også ein signifikant positiv samanheng mellom junitemperaturen i Hinøgla (utlaupselva frå Øvre Heimdalsvatn) i åra 1992 – 2020 og

årstilveksten for seksåringar i Øvre Heimdalsvatn i desse åra (Lineær regresjon, $df = 15$, $F = 14.02$, $P < 0.05$)(Fig. 10). Her er seksåringane valgt ut, fordi dei aller fleste i denne aldersklassen har hatt tilhald i vatnet som seksåringar, og dessutan er dei enno ikkje påverka av vekststagnasjon.

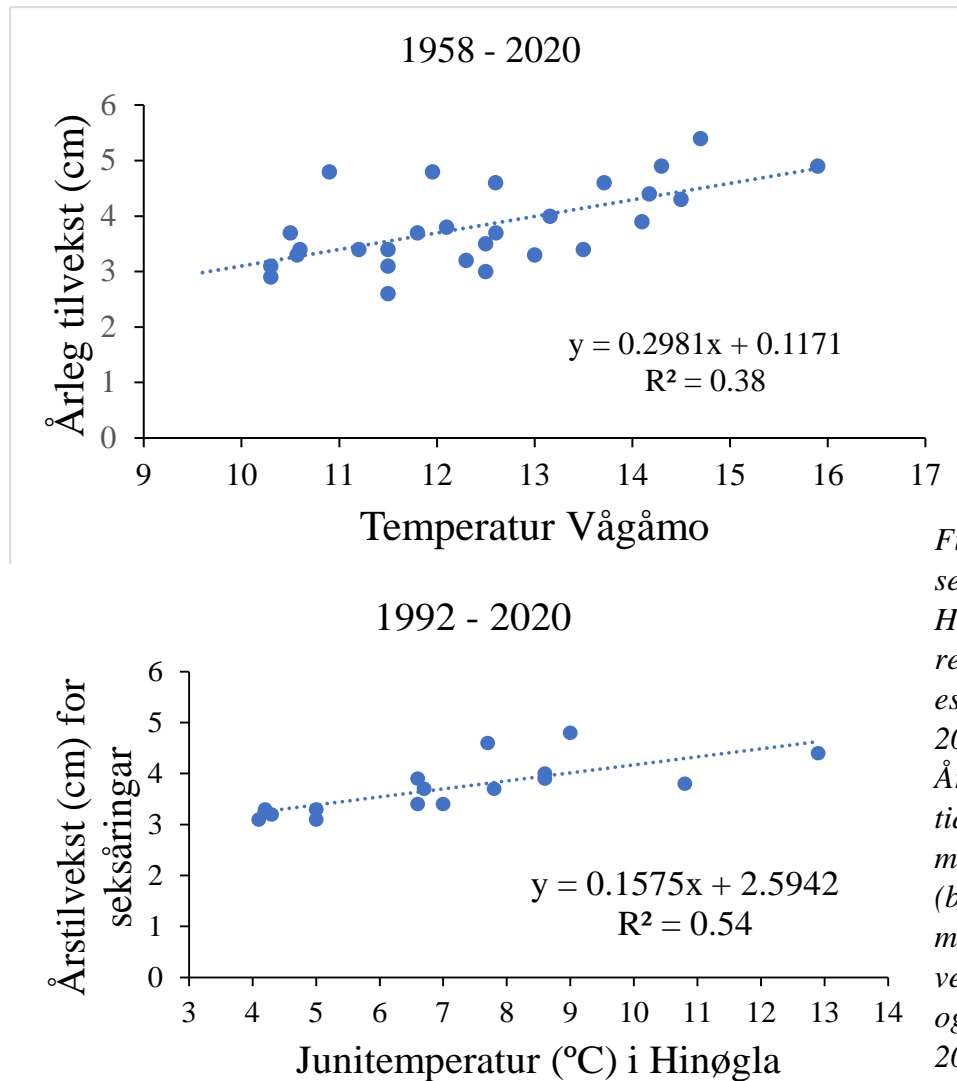


Fig. 10 Øvst: Årleg tilvekst hos seksåringar i Øvre Heimdalsvatn plotta mot registrert (1958-2004) og estimert junitemperatur (2005-2020) på Vågamo. Nedst: Årleg tilvekst hos seksåringar i tidsrommet 1992 – 2020 plotta mot junitemperatur i Hinøgla (basert på data frå masteroppgåver 1993-2010 ved Inst. for Naturforvaltning, og data samla inn i perioden 2015-2021).

Veksten i åra 2015-2021 har vore like god som på sekstitalet (sjå Appendiks I). Tilbakerekna lengde til vekststart i juni er vist i Fig. 11 for i) åra 1958-61, dvs. då bestanden framleis hadde høg biomasse, ii) i åra 1962-1971, då bestanden var kraftig redusert, og iii) i åra 2015-2021, då bestanden har hatt langt høgare estimert biomasse enn på sekstitalet. Gjennomsnittleg, tilbakerekna lengde ved alder er nærast identisk i dei to tidsroma 1962-71 og 2015-2021, trass i at bestanden har svært forskjellig tettheit (kg/ha). Veksten i desse to periodane er

samstundes markert betre enn i perioden 1958-61 då tettleiken var høg, men likevel vesentleg lågare tettleik enn gjennomsnittet for perioden 2015-21.

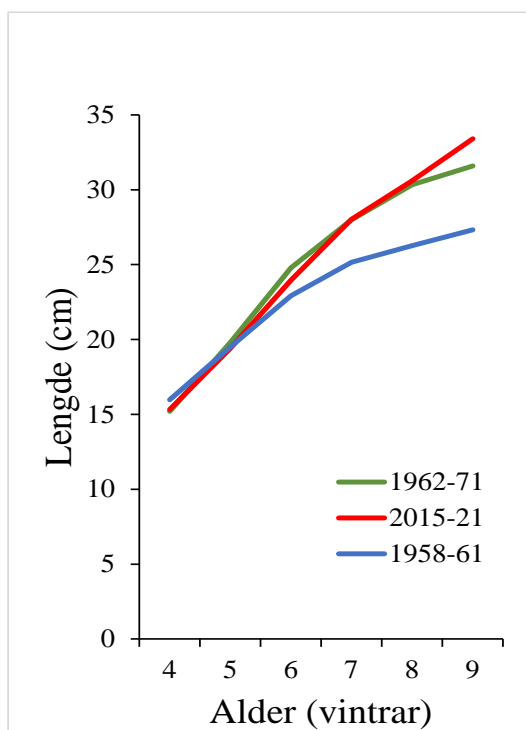


Fig. 11. Gjennomsnittleg tilbakerekna lengde til vekststart for aldersklassane 4 – 9 år i Øvre Heimdalsvatn for åra 1958-61 og 1962-71 (Data etter Jensen 1977) og for åra 2015-21 etter pilotgarnfisket i Øvre Heimdalsvatn i august-september

Asymptotisk lengde og bestandstettleik

Jensen estimerte den asymptotiske lengden (L_{∞}) for auren i Øvre Heimdalsvatn for åra 1958-1970 der han benytta seg av Walford plot (Walford 1946, Ricker 1975), der L_{t+1} blir plotta mot L_t , og L_{t+1} og L_t er tilbakerekna lengde for dei to siste annuli (årssonene i skjellet) for aldersklasse n . Tilsvarande er gjort for materialet samla inn i åra 2015-21, der kun aldersklassane 5 til 9 år er benytta, fordi det er høgst usikkert å estimera tilbakerekna lengde til alder n og $n-1$ for eldre fisk der årleg tilvekst er svært liten slik at det blir vanskeleg å skilja annuli, og yngre fisk (3-4-åringar) kun er representert med eit mindre antall der størrelsesselektiv fangst også slår sterkt ut, dvs. det er mest sannsynleg i hovudsak dei største individa i desse aldersgruppene som er representert i fangstane. Jensen (1977) gir ikkje opp kva aldersklassar han benytta for sine Walford plot, men i Tabell 6 er det for åra 1958-1970 kun brukt dei same aldersklassane som i perioden 2015-21. Som venta var asymptotisk lengde (L_{∞}) minst i dei fyrste åra frå og med 1958, då bestanden hadde stor tettleik. L_{∞} var høg i åra frå og med 1963, då bestanden hadde låg tettleik, med ein nedgang i L_{∞} i 1967 som eit unntak (Tabell 6). I perioden 2015-21 er det i alle åra bestandstettleikar som er større eller

på høgd med tettleiken i 1958. Likevel ligg L_{∞} på same nivå som i åra med låg bestandstettleik på sekstialet.

Tabell 6. Bestandstettleik (kg/ha) og asymptotisk lengde (L_{∞} i cm) for auren i Øvre Heimdalsvatn estimert ved hjelp av Walford plot for aldersklassane 5 – 9 år i 1958-1970 og 2015-2021.

År	Data etter Jensen (1977)		År	Data frå 2015-2021	
	Tettleik (kg/ha)	L_{∞} (cm)		Tettleik (kg/ha)	L_{∞} (cm)
1958	19.5	31.8	2015	20.5	37.6
1959	16.8	35.9	2016	20.3	44.9
1960	15	36.8	2017	23.3	47.9
1961	11.7	37	2018	25.7	47.3
1962	8.6	35.3	2019	24.8	48.3
1963	8.2	45.9	2020	26.7	43.6
1964	10	50.5	2021	19.2	44.3
1965	11	47			
1966	10.4	52.7			
1967	9.2	39.7			
1968	8	45			
1969	9.3	44.9			
1970	14.6	49.2			

Det er overraskande at det er så mykje stor fisk i bestanden i dag, og med om lag like god individuell vekst som på sekstialet, trass i den store tettleiken bestanden har hatt i åra 2015-2021.

Årleg overleving

Ved bruk av merke-attfangst og den biostatistiske metoden fann Jensen (1977) at årleg overlevingsrate for åra 1961 – 1966 låg på høvesvis $S=0,350$ og $S=0,334$. Årleg momentan naturleg dødelegheit vart estimert til $M = 0,31$, tilsvarande ein årleg naturleg dødsrate på $A = 0,266$ (26,6 %). I utgangspunktet var det berre Jensen som fiska i vatnet på den tida, og han rekna med at den naturlege dødsrata skuldast nettopp naturlege årsaker, men ifylgje leiar for IBP-prosjektet i Heimdalen, Rolf Vik (pers. medd.), forekom det eit visst ulovleg garnfiske i vatnet på den tida.

Gjennomsnittleg estimert tal fisk i dei ulike aldersklassane i Øvre Heimdalsvatn i 1964-1966 (etter Jensen 1977), dvs. etter at utfiskinga hadde halde på i fleire år, og estimata frå 2015-2021, gjev ei årleg overleving på 38,1 % (momentan dødsrate, $Z = 0,9648$) i den fyrste perioden og 69,9 % ($Z = 0,3585$) i den siste (Fig. 12).

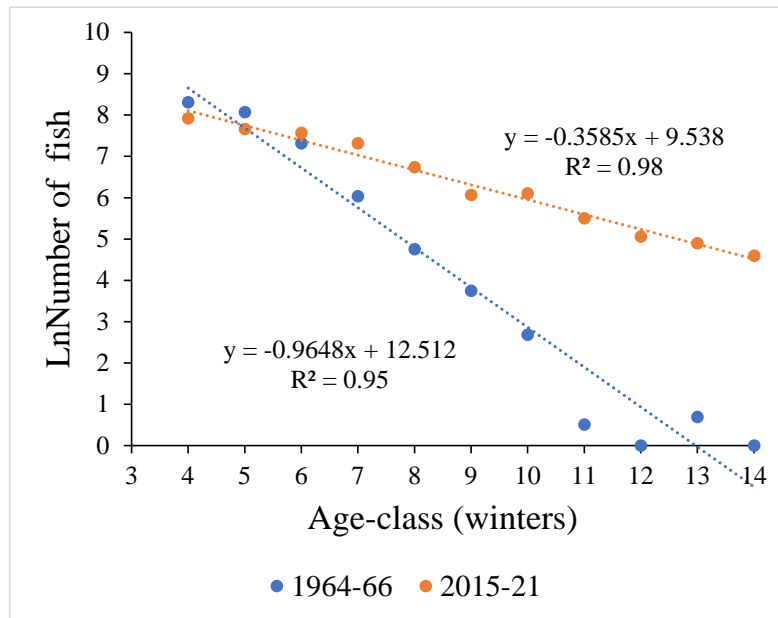


Fig. 12. Gjennomsnittleg estimert tal aure i aldersklassane 4 – 14 vintrar i Øvre Heimdalsvatn i åra 1964-1966 (etter Jensen 1977) og 2015-2021 plotta etter alder. Regresjonslinjene er vist med tilhøyrande regresjonsmodell og R^2 .

Med andre ord har estimert overleving vore langt større i dei seinare åra enn då Jensen (1977) dreiv med sin målretta bestandsreduksjon. Jensen (1977) hadde ein årleg fangst på mellom 981 (i 1969) og 2934 fisk (i 1961), medan årleg uttak ved garnfisket i perioden 2015 – 2021 har lege på under 300 aure. Den estimerte, gjennomsnittlege overlevingsraten ($S = 0,699$) basert på bestandstala for perioden 2015-2021, gir ein årleg samla dødsrate på $A = 0,301$, dvs. ikkje mykje høgare enn den naturlege dødsrata Jensen (1977) estimerte for bestanden på sekstialet ($A = 0,266$).

Fiskediett og kannibalisme

Fisk vart ikkje funne som del av dietten til auren i åra 1969-1972 trass i ei omfattande undersøking av aurens næring gjennom heile året (Lien 1978). I åra frå og med 1993 har både ørekyt og aure vore del av aurens diett i vatnet (Borgstrøm et al. 2010). Denne fiskedietten kan delvis kompensera for tapet av andre næringsdyr for auren som fylgje av ørekytens næringskonkurransen (Museth et al. 2010; Næstad & Brittain 2010), og kanskje til og med

vera positiv for årleg tilvekst. Fiskeeting kan difor vera ein delforklaring på at enkeltindivid har ein svært rask vekst i Øvre Heimdalsvatn, trass i at bestanden har hatt ein tilsynelatande langt større tettleik dei siste åra enn den hadde på sekstitalet (Jensen 1977).

Så lenge kondisjonsfaktoren ikkje går ned med aukande alder, betyr det at individa opprettheld vekta, og om dei i tillegg har ein årleg lengdevekst vil dei òg kunna få auka vekt. Det er nettopp dette vi ser i Øvre Heimdalsvatn. Aldersklassar frå og med ni vintrar har i gjennomsnitt veker på over 400 gram i dei fleste åra (Appendix 2). Frå alder 11 vintrar er gjennomsnittsvektene i dei enkelte åra stort sett over 500 gram (Appendix 2). Enkeltindivid har veker opp i over eitt kg (Fig. 13).



Fig. 13. Øvst, ein 15 år gamal med vekt 1198 gram fanga i 2018, og nedst, ein 17 år gamal aure med vekt 1052 gram fanga i 2021. Begge fiskane er tekne under pilotgarnfisket i august-september. Den øvste hadde eit lemen i magesekken, og i tillegg rester av ei markmus og ei fjellmarkmus (Sjå Borgstrøm 2019)

Oppsummerandre diskusjon

Når det i meir eller mindre ubeskatta arktiske innsjøar vert fiska med seriar av garn med ulike maskevidder, vil fangstane ofte ha ein svært stor andel av stor (og gamal) fisk i forhold til mellomstor fisk (Johnson 1976). Power (1978) peika nettopp på denne opphopinga av stor fisk innan eit gitt lengdeintervall i fangstar frå slike bestandar, og forklarte det med sein eller stagnerande vekst hos gamal fisk, kombinert med låg årleg dødelegheit hos den eldre fisken (Fig. 14). Ricker (1975) presenterte ein tilsvarande bestandsstruktur når årleg mortalitet er låg (sjå Fig. 2.11 i Ricker 1975). Liknande strukturar er funne hos røye på Svalbard (Arresjøen)

og hos aure på Hardangervidda (Skavatn)(Borgstrøm et al. 2015). Også i desse bestandane var det ein opphopning av større og eldre fisk i garnfangstene, slik det skulle ventast når årleg dødelegheit er låg.

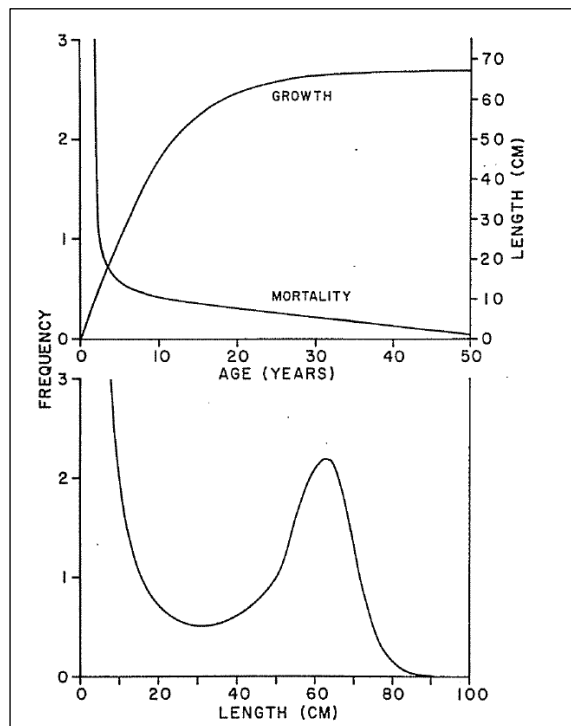


Fig. 14. Model av lite beskatta fiskepopulasjonar i arktiske innsjøar. Øvre figur viser forma på vekstkurva og mortalitetsendring med fiskealderen. Nedre figur viser lengdefrekvensfordelinga med ein opphopning av fisk frå mange aldersklassar i lengdeintervallet rundt 60 cm (Etter Power 1978)

Då Jensen (1977) starta sine studier av aurebestanden i Øvre Heimdalsvatn i 1958, var det som nemnt ein bestand der individuell vekst stagnerte ved liten fiskestorleik, og ytterst få fisk oppnådde lengder over 30 cm. Jensen nytta kun skjell ved aldersbestemmelsen, og eldste fisk i 1958 vart bestemt til berre 12 vintrar, og han oppgir ingen fisk eldre enn 14 år for heile studieperioden, 1958 - 1970. Sidan auren i Øvre Heimdalsvatn oppnår alder på over 20 vintrar ifylgje otolittar (Sjå Appendix II), har Jensen høgst sannsynleg underestimert førekomsten av eldre fisk i dei fyrste åra, fordi dei fleste fiskane då stagnerte tidleg i vekst. Jensen beskatta bestanden hardt i dei fylgjande åra, og individuell vekst auka betydeleg. Etter få år fekk han fisk på opp i minst 1,3 kg (Jensen 1986). Men den harde beskatningen gjorde samstundes at det vart få fisk med alder over åtte år i bestanden. Dermed bidrog dei få større og eldre individa lite til bestandens samla biomasse. I 1966 utgjorde fisk med alder ≥ 9 vintrar kun 24,9 kg av den samla biomassen på 802,9 kg det året. I til dømes 2020 var estimatet for samla biomasse av aldersklassar ≥ 9 vintrar på 605 kg, og total biomasse dette året var 2085 kg. Vårt uttak av fisk med alder ≥ 9 vintrar i 2020 utgjorde berre 19,8 kg, men dette var likevel nesten like mykje som den samla biomassen av desse aldersklassane i

bestanden i 1966. Garninnsatsen i 2020 tilsvarte under 1 garnnatt per ha. Ifylgje Jensen (1986) ville ein fangstinnsats på 5 garnnetter/ha gitt ein fangstdødelegheit på 21 %. Ein innsats på 1 garnnatt/ha skulle dermed tilnærma ta ut 4 % av bestanden, eller kanskje noko meir. I så fall skulle det bety at vårt uttak av aldersklassane ≥ 9 vintrar ville blitt 24.2 kg om total vekt av desse aldersklassane var 605 kg. Uttaket var på 19.8 kg, dvs. relativt likt det vi skulle forventa om biomassen av gamal fisk låg på det estimerte nivået.

Estimatet for talet på fisk ≥ 10 vintrar i åra 2015 – 2021 er markert høgare enn i perioden 1962-1966. Likevel er gjennomsnittsvektene for aldersklassane 10 – 14 vintrar i august-september jamt over høgare i åra 2015-2021 enn for dei same aldersklassane i juni 1962-1966 (Sjå Jensen 1977, og Appendix II), med nokre få unntak som i hovudsak er basert på svært få observasjonar på sekstitalet. Sidan vektene frå 2015-2021 er basert på fisk fanga i slutten av august-byrjinga av september, dvs. etter at mesteparten av vekstperioden for sommaren er gjennomført, vil dei naturleg nok vera høgare enn for dei same aldersklassane i juni, så lenge fisken ikkje har stagnert i vekst. Men det forklarar likevel ikkje den markerte forskjellen mellom dei to tidsperiodane, særleg ikkje for eldre fisk. Dette har skjedd trass i at bestandsestimata for perioden 2015-2021 antyder at det er langt meir eldre fisk i vatnet desse åra enn på sekstitalet. Dette slår ut i ein mykje større biomasse enn det bestanden hadde sjølv før utfiskinga byrja i 1958.

I dei siste åra har det vore svært liten beskatning av aurebestanden i Øvre Heimdalsvatn, og bestanden har dermed fått eit stort innslag av eldre fisk. Når auren i Øvre Heimdalsvatn oppnår vektor på over 400-500 gram under dagens tilhøve, vil vektbidraget som eldre fisk står for bli formidabelt sjølv om rekrutteringa til bestanden har gått vesentleg ned frå sekstitalet.

Den uthaldande lengdeveksten som auren i Øvre Heimdalsvatn har hatt etter 2015 er vanskeleg å forklara ut frå bestands- og biomassetala frå slutten av femtitalet og inn på sekstitalet. Etter etableringa av ørekyt i vatnet har det vore vanleg å finna aureungar i mageinnhaldet hos større aure (Borgstrøm et al. 2010), og denne predasjonen kan forklara den reduserte rekrutteringa til aurebestanden samanlikna med perioden før ørekyt kom inn i vatnet. Den reduserte rekrutteringa til bestanden i dei seinare tiåra kan dermed vera *ein* nøkkelfaktor for den uthaldande veksten auren har hatt i dei seinare åra. Den mindre auren utnyttar truleg i hovudsak matressursar på grunnare vatn enn det større fisk gjer (sjå til dømes Haraldstad & Jonsson 1983). Med lågare tettleik av ung fisk på grunt vatn kan dette ha gjeve relativt god årleg lengde- og vekttauke for ungfisken, meir eller mindre uavhengig av kor mykje eldre fisk det er i bestanden. I tillegg kan dei høgare temperaturane i vatnet dei seinare

åra ha vore ekstra gunstig for den årlege tilveksten hos alle aldersklassar. Mange fisk kan ha kome opp i ein storleik der dei kan bli fiskeetarar og utnytta ørekyt og aureungar som næring, slik vi har sett det i åra frå 1993 til i dag (Borgstrøm et al. 2010). Ørekyt er ein konkurrent til aure (Borgstrøm et al. 1985; Museth et al. 2010), men diett-tilskotet i form av fisk, og særleg av ørekyt, kan likevel ha kompensert for tapet av andre næringsdyr til den større auren.

Lien (1978) gjennomførte ein omfattande studie av auredietten i Øvre Heimdalsvatn i åra 1969 – 72, men han fann ikkje fisk i mageprøvene. I alt inngjekk 1594 aurar i denne undersøkelsen. Lien oppgir ikkje storleik, men han hadde delt materialet inn i 100-gramsgrupper opp til > 500 gram, så stor fisk har også blitt undersøkt. Når han likevel ikkje fann fisk eller fiskerestar i mageinnhaldet, må det skuldast at auren enno ikkje hadde begynt å predatera på ørekyt, fordi ørekytbestanden var liten.

Konklusjon

Dagens garnfiske i Øvre Heimdalsvatnet har eit lite omfang, og når det heller ikkje ser ut til å vera særleg omfattande sportsfiske i vatnet er det naturleg at overlevinga for auren har auka mykje. Sjølv om ørekyt kan ha mange negative effektar på ein aurebestand, kan undersøkelsane i Øvre Heimdalsvatn tyda på at førekomsten av ørekyt har ført til predasjon på aureungar og dermed lågare rekruttering til aurebestanden. Dette kan i sin tur ha gjeve ein høgst uventa effekt på bestandsstrukturen. Redusert årleg rekruttering, men kombnert med høg årleg overleving, og dessutan fiskeeting hos eldre individ kan ha ført til at mange fisk har kome opp i ein storleik på 400-500 gram eller meir. Låg årleg dødelegheit har dessutan ført til akkumulering av store, gamle fisk. Det tilsynelatande paradokset med at det kan bli eit betydeleg innslag av stor fisk i ein bestand med høg bestandstettleik, kan kanskje forklarast på bakgrunn av den låge årlege rekrutteringa og god årleg lengdevekst hos ungfisken, slik at mange fisk kan ha kome opp i fiskeetande storleik samstundes som det er låg beskatning av eldre fisk. Også auka sommartemperaturar i seinare år kan ha vore gunstig, og gitt ein ekstra auke i individuell vekst hos auren, trass i den høge bestandstettleiken.

Takk

Ein stor takk vert retta til Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, for både husvære og lån av båt under feltarbeidet i Øvre Heimdalsvatn i alle åra vi har hatt prosjekt der. Det vert og retta ein takk til tidlegare masterstudentar som har hatt oppgåver på aure og ørekyt i

vatnet, og ein stor takk til Finn Gunleik Smedstad for assistanse under feltarbeiet i åra 2017-2021, og takk til John E. Brittain for oppretting av engelsken i summary.

Referansar

- Bilstad A og Bilstad B. 2006. Population dynamics in brown trout (*Salmo trutta*) in the lake Øvre Heimdalsvatn 36 years after establishment of European minnow (*Phoxinus phoxinus*). MSc-thesis. Norwegian University of Life Sciences.
- Borgstrøm R. 2019. Smågnagarar kan vera viktig aurenæring. *Naturen* 2019 (2): 70 – 74.
- Borgstrøm R, Brittain JE, Hasle K, Skjølås S og Dokk JG. 1996. Reduced recruitment in brown trout *Salmo trutta*, the role of interactions with the minnow, *Phoxinus phoxinus*. - *Nordic J. Freshw. Res.* 72: 30-38.
- Borgstrøm R, Garnås E og Saltveit SJ. 1985. Interactions between brown trout, *Salmo trutta* L., and minnow, *Phoxinus phoxinus* (L.) for their common prey, *Lepidurus arcticus* (Pallas). - *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22: 2548-2552.
- Borgstrøm R, Hatleli Mestrand Ø, Brittain JE og Lien L. 2001. The helminth fauna of brown trout (*Salmo trutta*) from a sub-alpine lake revisited after 40 years with introduced European minnow (*Phoxinus phoxinus*). *Fauna norvegica* 41: 15 – 26.
- Borgstrøm R, Haugen M, Madsen KE og Svenning M-A. 2015. Recorded bimodal length frequency distributions of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), and brown trout, *Salmo trutta* L.: an effect of both population structure and sampling bias. *Polar Biology* 38: 895–903.
- Borgstrøm R, Museth J og Brittain JE. 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 JE og Borgstrøm R. 2010. Introduction. *Hydrobiologia* 642: 5 – 12.
- Brittain JE, Borgstrøm R, Bremnes T, Haaland S, Mjelde M, Nilssen JP og Skjelbred B. 2019. Øvre Heimdalsvatn – økologisk langtidsovervåking. Naturhistorisk museum UiO Rapport 84. ISBN 978-82-7970-108-8
- Christensen JM. 1964. Burning of otoliths, a technique for age determination of soles and other fish. *Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer* 29: 73 -81.
- Dahl K. 1917. Studier og forsøk over ørret og ørretvand. 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.
- Haraldstad Ø & Jonsson B. 1983. Age and sex segregation in habitat utilization by brown trout in a Norwegian lake. *Transactions of the American Fisheries Society* 112: 27 – 37.
- Huitfeldt-Kaas H. 1927. Studier over aldersforholde og veksttyper hos norske ferskvannsfisker. Oslo, Nationaltrykkeriet.
- Jensen KW. 1972. Drift av fiskevann. *Fisk og Fiskestell* 5: 1 – 61.

- Jensen KW. 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 KW. 1986. Fiskestell. S. 352-373 i: Frislid, R. og Rom, K. (red.) Jakt Fiske Friluftsliv Bd. 4. Tiden Norsk Forlag, Oslo.
- Johnson L. 1976. Ecology of arctic populations of lake trout, *Salvelinus namaycush*, lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*, Arctic char, *S. alpinus*, and associated species in unexploited lakes of the Canadian Northwest Territories. Journal of Fisheries Research Board of Canada 33: 2459-2488.
- Klemetsen A, Grotnes P, Amundsen P-A og Svenning M. 1995. Tette røyebestander kan forbedres. S. 190 – 197 i: Borgstrøm R, Jonsson B og L'Abée-Lund JH. (red.). ferskvannsfisk. Økologi, kultivering og utnytting. Norges forskningsråd, Oslo.
- 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
- Langeland A og Jonsson B. 1990. Management of stunted populations of Arctic char (*Salvelinus alpinus*) and brown trout (*Salmo trutta*). S. 396 – 405 i: Densen WLT van, Steinmetz B og Hughes RH (red.). Management of freshwater fisheries. Proceedings of a symposium organized by the European Inland Fisheries Advisory Commission. Pudoc, Wageningen.
- Lee RM. 1912. An investigation into the methods of growth determination in fishes. Cons. Int. Explor. Mer. Publ. Circ. 66.
- 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.
- Lien L og Nydal J. 1973. Fuglefaunaen i Øvre Heimdalsvatn, Øystre Slidre og Vågå 1968–1972. Fauna 26: 31–37.
- Museth J, Borgstrøm R og Brittain JE. 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 JE, 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.
- Næstad F og Brittain JE. 2010. Long-term changes in the littoral benthos of a Norwegian subalpine lake following the introduction of the European minnow (*Phoxinus phoxinus*). Hydrobiologia 642: 71–79
- Power G. 1978. Fish population structure in Arctic lakes. Journal of Fisheries Research Board of Canada 35: 78–111.
- Ricker WE. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fisheries Research Board of Canada. Bulletin 191.
- Ugedal O, Dervo BK og Museth J. 2007. Erfaringer med tynningsfiske i innsjøbestander i Norge. NINA Rapport 282.

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

Walford, LA. 1946. A new graphic method of describing the growth in animals. *Biol. Bull* 90: 141 – 147.

Appendix I. Tilbakerekna lengde til vekststart (i juni) for aldersklassane 5-9 vintrar frå Øvre Heimdalsvatn i åra 1958-1971 (Etter Jensen 1977) og i åra 2015-2021.

5 Years				6 Years				
Year	N	L ₄	L ₅	Year	N	L ₄	L ₅	L ₆
1958	5	14.2	18.4	1958	18	16.6	20.1	23.3
1959	49	16.7	20.3	1959	87	16.3	19.9	22.8
1960	116	16.1	20.1	1960	191	15.9	19.4	23
1961	82	15.7	20.2	1961	175	15.1	18.6	22.6
1962	200	16.3	21.3	1962	116	15	19.1	23.3
1963	104	16.7	20.2	1963	158	15	19.4	22.7
1964	244	15.6	21.1	1964	108	15	18.7	24.1
1965	252	16.1	22.1	1965	192	15.6	20.3	26.1
1966	204	16.5	21.2	1966	291	15.2	20.6	25
1967	120	15.6	20.6	1967	201	15.5	19.7	25
1968	142	15.7	19.9	1968	170	14.9	19.4	23.3
1969	206	15.9	21.7	1969	268	15.1	18.8	24.5
1970	101	16.3	22.8	1970	197	15.2	20.2	26
1971	184	16.9	23.4	1971	268	15.6	21.9	27.9
2015	13	17.4	21.8	2015	31	14.9	18.5	23.0
2016	17	15.4	19.7	2016	23	15.2	18.6	22.1
2017	21	14.5	19.5	2017	27	15.4	18.8	24.0
2018	44	16.2	20.8	2018	31	14.5	18.7	23.8
2019	75	16.4	21.2	2019	49	15.2	19.4	24.0
2020	44	17.4	22.7	2020	70	16.1	20.7	25.7
2021	14	17.7	22.1	2021	39	15.9	21.1	25.1

Appendix I, framhald sjuáringar

Year	N	7 Years			
		L ₄	L ₅	L ₆	L ₇
1958	50	16	19.4	22.2	24.6
1959	120	16.4	19.9	22.9	25.5
1960	166	15.6	19	21.9	24.9
1961	165	15.6	18.7	22.2	25.6
1962	130	14.8	18.2	22.3	25.8
1963	54	14.6	18.9	23.4	26.3
1964	66	14.9	19.2	22.6	27.5
1965	52	15.9	20	24.2	29
1966	94	15	19.6	24.7	28.4
1967	173	14.2	18.7	22.7	27
1968	204	14.7	18.6	23.2	26.6
1969	149	15	19	22.9	27.5
1970	169	15.2	18.7	24.5	29.9
1971	145	15.3	20.7	27	31.9
2015	34	15.1	19.1	23.1	26.8
2016	21	15.9	19.6	23.4	26.9
2017	23	15.2	19.2	23.3	28.0
2018	22	14.9	19.0	23.8	28.6
2019	40	14.2	18.5	23.3	27.8
2020	35	15.5	19.6	24.6	28.6
2021	46	15.4	19.9	25.3	29.5

Appendix I, framhald átteáringar

Year	N	8 Years				
		L ₄	L ₅	L ₆	L ₇	L ₈
1958	70	15.2	18.1	20.8	23.1	25.1
1959	132	15.2	18.7	21.8	24.3	26.5
1960	109	15	18.2	21.4	24.2	26.6
1961	99	15.1	18.6	21.3	24.2	26.9
1962	77	15.1	18.1	21.4	24.7	27.4
1963	40	15.2	18.6	22.1	25.7	28.2
1964	17	13.8	17.8	22.1	25.6	30.1
1965	31	15.3	19.3	22.9	27.1	31.4
1966	13	17.1	21.8	26.6	30.3	33.5
1967	66	13.2	17.6	22.2	25.7	29.2
1968	99	13.4	17.7	21.4	25.8	28.6
1969	94	14.8	18.3	22.7	25.9	29.7
1970	106	14.7	18.6	22.4	27.3	31.8
1971	104	14.6	18.5	23.8	29.4	33.4
2015	16	15.6	20.2	24.7	28.1	30.7
2016	17	15.1	18.4	21.5	24.8	27.5
2017	24.0	15.9	19.8	24.5	28.6	32.0
2018	13.0	15.3	19.7	24.0	28.8	31.6
2019	24.0	14.1	17.6	22.5	28.0	31.4
2020	27.0	14.4	18.7	23.3	27.8	30.7
2021	26.0	14.7	18.6	23.3	27.5	30.3

Appendix I, framhald niáringar

Year	N	9 Years					
		L ₄	L ₅	L ₆	L ₇	L ₈	L ₉
1958	48	14.6	17.5	20.2	22.6	24.5	26.2
1959	68	14.5	17.5	20.4	22.9	25.1	27
1960	70	14.6	17.9	20.8	23.4	25.7	27.9
1961	49	15	18.1	21	23.5	25.9	28.2
1962	32	14.7	18.1	21	24	26.6	28.9
1963	21	15.1	18.5	22	25.3	28	30.1
1964	16	13.6	16.9	20.3	24.4	27.3	30.6
1965	5	14.4	18.6	22.6	25.8	29.2	32.4
1966	6	15.6	19.2	23.2	27.3	30.3	33
1967	12	12.3	15.8	20	24.5	27.5	29.7
1968	18	13.3	17.2	21.1	24.6	27.7	30
1969	23	13.7	17.3	21.4	25.4	28.6	32
1970	31	14.4	18.3	23	26.7	30.7	34.3
1971	31	15	19	23.3	27.8	31.7	34.8
2015	5	15.7	19.7	24.8	28.2	30.5	31.7
2016	9	15.2	19.0	23.1	27.0	30.5	32.5
2017	11	15.4	19.7	24.3	28.0	31.4	33.6
2018	20	15.4	19.2	23.8	27.9	31.7	34.1
2019	23	14.2	17.4	21.1	25.7	30.1	32.6
2020	9	14.4	18.7	23.3	27.8	30.7	35.9
2021	12	13.5	17.3	22.4	27.8	31.6	33.5

Appendix II. Gjennomsnittleg vekt (gram) innan kvar aldersklasse av aure fanga i Øvre Heimdalsvatn i overgangen august-september i åra 2015 - 2021

Alder (vintrar)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
3	35				57		
4	67	79	114	115	98	109	96
5	101	141	135	150	162	171	147
6	157	185	208	187	210	223	194
7	229	235	308	304	271	259	285
8	318	318	403	345	348	323	295
9	328	417	444	443	381	471	356
10	407	447	466	458	387	381	421
11	488	518	505	534	501	420	470
12	506	555	537	438	440	511	396
13	520	536	572	508	544	327	561
14	346	536	609	600	518	610	478
15	603	584		699	487	647	
16	489	535		608		543	461
17		617		620			
18	473					620	
19							
20					519		
21							
22							
23					907		

Appendix III. Estimert tal aure i årsklassane 2006 – 2017 til stades i Øvre Heimdalsvatn i åra 2015 – 2021. Fireåringane er markert med raude siffer

Årsklasse	År						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2017							2038
2016						2829	1528
2015					3160	2379	1573
2014				4714	3238	3328	1732
2013			2519	2494	2385	1446	858
2012		2044	1891	2049	1708	855	320
2011	1914	1769	1391	1379	875	258	342
2010	1554	1230	1040	623	723	390	139
2009	1569	1535	1028	847	508	266	137
2008	1674	838	309	314	300	159	119
2007	852	405	490	181	103	60	57
2006	147	392	204	81	103	85	0