

Ørreten (*Salmo trutta*) i Flagstadelva – viktige rekrutter til storørretbestanden i Mjøsa

Av Arne N. Linløkken

Arne N. Linløkken (Ph.D) er førsteamanuensis emeritus ved Universitetet i Innlandet, Campus Evenstad.

Summary

The brown trout (Salmo trutta) in River Flagstadelva – valuable recruits to the large-sized brown trout populations in Lake Mjøsa. Fish stocks and water chemistry in the Flagstadelva, a tributary to Mjøsa, were investigated in the period 1993 to 2022. Upper parts of the watercourse have long been acidified, and trout (*Salmo trutta*) have not been able to reproduce naturally for several decades. In 1993, pH values close to 5.0 were measured in the spring in Bjørgedalen in the lower part of the watercourse, but the brown trout reproduced naturally. Higher up in the watercourse, no trout spawning was recorded until a lime dozer was put into operation at the top of the watercourse. A temporary end to liming in 2014 led to a failure of recruitment in the first few years, but from 2018 trout spawning was again recorded in the upper part of the watercourse, but no trout spawning was recorded above the Tørbustilfallet migration barrier. An annual production of approx. 6000 pcs. 2+ trout on the rapids. This natural trout recruitment constitutes an important contribution to the large-sized and fast-growing trout populations in Lake Mjøsa. Trout density per 100 m² of water-covered area gives the category Moderate (28-40) and Poor (14-27) according to the Water Directive's classification, which means that restoration measures must be considered.

Sammendrag

Fiskebestand og vannkjemi i Flagstadelva, et tilførsvassdrag til Mjøsa, ble undersøkt i perioden 1993 til 2022. Øvre deler av vassdraget har lenge vært forsuret, og ørret (*Salmo trutta*) har ikke kunnet reprodusere naturlig på flere tiår. I 1993 ble det målt pH verdier nær 5.0 om våren i Bjørgedalen i nedre del av vassdraget, men ørret reproduserte likevel på naturlig måte. Høyere oppe i vassdraget ble det ikke registrert ørretyngel før en kalkdoserer ble satt i drift øverst i vassdraget. En midlertidig avslutning av kalkingen i 2014 førte til rekrutteringssvikt de første årene, men fra 2018 ble det igjen registrert ørretyngel i øvre del av vassdraget, men det ble ikke registrert ørretyngel ovenfor vandringshinderet Tørbustilfallet. Det ble beregnet en årlig produksjon på ca. 6000 stk. 2+ ørret på strykstrekningene, noe som utgjør et viktig bidrag til Mjøsas storørretbestand. Ørrettetthet pr. 100 m² vanddekt areal gir kategorien *Moderat* (28-40) og *Dårlig* (14-27) etter Vanddirektivets klassifisering, som betyr at restaurerings tiltak skal vurderes.

Innledning

Mjøsa er kjent for storørret (Huitfeldt-Kaas 1917, Museth et al. 2018), og den mest storvokste stammen gyter i Lågen, blant annet ved Hunderfossen med gytefisk på 8 - 10 kg og mer

(Taugbøl 1995, Kraabøl et al. 2012, Moe et al. 2020). Etter noen år i gyte- og oppvekstområdet vandrer ørreten ut i Mjøsa og starter beitingen på 8 – 12 cm lang krøkle (*Osmerus eperanus*). Dette fører til vekstomslag (akselerasjon), og den kan etter hvert den gå over på større byttefisk som lagesild (*Coregonus albula*) og sik (*Coregonus lavaretus*) (bl.a. Aass et al. 2017). Mjøsørret gyter i mange mindre tilløpselver (Taugbøl 1995), og de ulike bestandene er genetisk forskjellige (Wollebæk et al. 2011, Linløkken et al. 2014). Storørret betraktes av mange som en verneverdig form av brunørret (Kraabøl et al. 2009, Museth et al. 2018), men har ikke fått særskilt vern i lov eller forskrift.

Miljøutfordringer

Forsuring av vassdrag har vært et alvorlig miljøproblem i mer enn femti år, men det er usikkert når forsuringen begynte å gjøre seg gjeldende. Massedød av laks i Frafjordelva i Rogaland allerede på 1920-tallet ble forklart med at et tidlig snøfall måtte ha inneholdt mye syre og forårsaket fiskedøden (Huitfeldt-Kaas 1922, 1923). Forsuringens omfang og virkninger ble først kartlagt gjennom prosjektet *Sur Nedbørs virkning på Skog og Fisk* (SNSF) på 1970-tallet (Leivestad et al. 1980, Rosseland et al. 1980, Hesthagen et al. 1999). Mottiltak ble utviklet,

blant annet i Kalkingsprosjektet (Rosseland og Matzow 1981), og kalking ble iverksatt i vassdrag der fiskebestander hadde vist sterk tilbakegang eller var utdødd (Matzow 2018, Tjøstheim og Lium 2022). SNSF prosjektet viste at forsureffektene var størst på Sør- og Sør-Vestlandet. Dette fordi nedbøren der var surest, årlige nedbørmengder er store og harde og kalkfattige bergarter med liten evne til å nøytralisere surt vann dominerer i nedbørfeltene (Hornung et al. 1990). Effekten var mest dramatisk for laksebestandene. Forsuringseffekter ble også registrert på Østlandet, og i tidligere Oppland og Hedmark fylker ble røye- og ørretbestander redusert i flere områder (Halleraker og Hesthagen 1994, Hindar 1999, Tjøstheim og Lium 2022).

Bevaring

Det drives et aktivt fiske på ørret i Mjøsa (Qvenild and Nashoug 1987, Kraabøl et al. 2009), og rekruttering fra gyteelver som Flagstadelva har fått økt betydning etter opphevelsen av et pålegg om årlig utsetting av 15000 to-årig settefisk av Hunderstammen. Dette er i tråd med Naturmangfoldloven (2009), bl.a. § 5 (forvaltningsmål arter) og § 23 (prioriterte arter) om bevaring av naturlig forekommende arters genetiske egenart og mangfold. Dette



Figur 1. Mjøsørret rekrutt, 15 cm lang etter to vintre og tre somre (Foto: A. N. Linløkken).



Figur 2. Kart over undersøkelsesområdet, inntegnet stasjoner hvor det ble el-fisket. Kalksteingrus ble lagt ut på en strekning fra Svartdalsbekken til litt nedenfor Svensksletta sommeren 2021.

ivaretas best ved naturlig reproduksjon, hvis denne er tilstrekkelig for å opprettholde både levedyktig og høstbar bestand.

Virkningene av forurening avtok utover på 1990-tallet i takt med at utslippene av forurende komponenter til atmosfæren ble redusert, og

Tabell 1. Noen målinger av vannkvaliteten på ulike lokaliteter i Flagstadelva før kalking (1993) og etter kalkingsslutt (2018).

Flagstadelva, lokalitet ved	pH	Kond. mS/m.	Alk µekv./l	Farge mg Pt/l	Ca mg/l	R-Al µg/l	II-Al µg/l	L-Al µg/l	Dato
Nybusjø inn	4.57	1.94	0	119	1.0	88	66	22	29.04.1993
Nybusjø inn	4.98	1.26	0	125	1.1	44	40	4	28.05.1993
Nybusjø inn	5.89	1.27	14	128	1.5	49	33	16	30.06.1993
Nybusjø inn	5.59	1.5	70	115	-	-	-	-	20.06.2018
Tørbustilen	5.32	1.28	4	98	1.3	44	40	4	28.04.1993
Tørbustilen	5.98	2.39	28	78	2.0	21	25	-4	30.06.1993
Tørbustilen	6.43	1.7	160	105	-	-	-	-	20.06.2018
Svartdalsbekken	6.30	1.65	41	60	2,7	97	62	35	30.08.2022
Svenskesletta	6.70	1.86	63	100	2.8	71	44	27	30.08.2022
Brennsæter	4.95	1.72	1	113	1.5	110	94	16	29.04.1993
Brennsæter	5.56	1.76	17	63	1.8	43	39	4	28.05.1993
Brennsæter	6.35	2.15	148	49	2.0	24	28	-4	30.06.1993
Brennsæter	6.57	2.0	120	85	-	-	-	-	20.06.2018
Brennsæter	6.80	1.96	80	98	2.7	62	39	23	30.08.2022
Bjørgedalen	5.04	1.65	7	118	1.8	110	102	8	29.04.1993
Bjørgedalen	6.75	4.79	223	48	7.7	23	20	3	28.05.1993
Bjørgedalen	7.15	4.73	278	26	9.0	18	16	2	30.06.1993
Bjørgedalen	7.05	3.12	175	70	-	-	-	-	20.06.2018
Bjørgedalen	6.30	4.25	263	78	6.3	42	25	17	30.08.2022
Arnkvern	6.76	6.96	443	35	12.0	20	19	1	28.05.1993

budsjettet til statlig finansiering av kalking avtok fra mer enn 100 millioner kroner årlig i årene 1996 til 2001 til i underkant av 80 millioner kroner årlig fra 2021 (Tjøstheim og Lium 2022). En stor del brukes til kalking av laksevassdrag, med kontinuerlig kalking (doserer) i rennende vann. Kalking med doserer i Flagstadelva i Hamar kommune startet i 1994, avsluttet i 2014 (Olstad et al. 2020), og gjenopptatt i 2021 (Tabell 1). En begrunnelse for gjenopptakelse av kalkingen var at Flagstadelva er gyte- og oppvekstområde for en stamme av Mjøsørret. Samtidig som kalkdosereren ble tatt i bruk igjen ble det lagt ut kalkgrus på en elvestrekning.

Hensikten med denne undersøkelsen har vært å kartlegge hvor ørreten reproducerer naturlig i Flagstadelva, bestemme tettheten av ørretunger (Figur 1) på utvalgte strekninger, og å vurdere kalkingens betydning for reproduksjonen. I tillegg er det gjennomført en beregning av Flagstadelvas kvantitative bidrag til den samlede bestanden av Mjøsørret.

Materiale og metode

Områdebeskrivelse

Flagstadelva drenerer skog og myrområder i Vangsåsen og Furnesåsen på østsida av Mjøsa i Hamar og Ringsaker kommuner. Elva er

tilgjengelig for ørret fra Mjøsa opp til Tørbustilfallet, ca. 16 km fra Flagstadelva utløp i Åkersvika (Figur 2). De nederste to km fra Åkersvika og opp til Arnkværn bru er relativt stilleflytende (gradient $\approx 0.7\%$), mens det videre oppover er strømhastighet og substrat som gjør elva godt egnet som gyte- og oppvekstområde for ørret (gradient $> 2\%$).

Elvas nedbørfelt dekker 170 km² i høyde 123 til 800 m over havet. Middelvassføring i elva er 2,5 m³/s, men vassføringen kan variere fra mindre enn 0,3 m³/s i tørre perioder til over 20 m³/s ved flom. Nedbørfeltet kan deles i to ut fra geologiske forhold. Lavere enn 300 m o.h. er det bergarter fra kambrosilur med forekomster av silt og kalkholdige jordarter, spesielt i områder lavere enn 220 m (Sollid og Kristiansen 1983). Høyereliggende områder domineres av sparagmitt og morener dekket av barskog og myrer, og er sårbart for sur nedbør. Lag av kalkholdig skifer finnes i grunnen og bidrar til å heve pH og alkalitet i avrenningen i perioder når denne er liten. Det er normalt betydelige snømengder i Vangsåsen og snøsmelting i myrområdene gir sur avrenning om våren.

Høydeforskjellene i nedbørfeltet gir en tydelig variasjon i vannkvalitet i tid og rom. pH er

jevnlige lavere enn 5.0 i flomperioder øverst i vassdraget, spesielt om våren (Olstad et al. 2020) (Tabell 1, Figur 3), alkaliteten er i perioder null, og kalsiumkonsentrasjonen er lavere enn 1.5 mg/l. Vannet er sterkt farget av humus, tilsvarende mer enn 100 mg Pt/l. pH nederst i vassdraget er vanligvis over 6.0, alkalinitet over 150 $\mu\text{ekv/l}$, og kalsium over 6.0 mg/l. Effekter av kalkgrus (Figur 4) utlagt på strekningen mellom Brennseter (Figur 5) og Tørbustilfallet ble forsøkt målt med prøvetaking ved Svensksletta (nedstrøms) og Svartdalsbekken (oppstrøms) ved liten vassføring i august 2022. Det ble funnet en økning på 0.1 mg/l kalsium mens syrenøytraliseringskapasiteten (ANC) økte fra 181 til 182 $\mu\text{ekv/l}$, det vil si knapt målbart. ANC var 327 $\mu\text{ekv/l}$ i Bjørgedalen og 172 $\mu\text{ekv/l}$ ved Brennseter. Analysene ble utført ved SGS Analytics Norway AS, Hamar.

Gytemoden ørret vandrer opp fra Mjøsa i august og september. Ut over ørret finnes i tillegg ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) og steinulke (*Cottus poecilopus*). Harr (*Thymallus thymallus*) gyter nederst i elva. Abbor (*Perca fluviatilis*), gjedde (*Esox lucius*), lake (*Lota lota*) og fem karpefiskearter (*Cyprinidae*) finnes i Mjøsa og Åkersvika, og er predatorer og/eller nærings-



Figur 3. Snøsmelting i Vangsåsen kan føre til at pH-verdien i Kveåa kryper under 4,7. (Foto: A. N. Linløkken)



Figur 4. Kalksteingrus (lyse steiner) i Flagstadelva ved Svartdalsbekken (Foto: A. N. Linløkken).

konkurrenter til ørret i innsjøen og på stilleflytende elvestrekninger nær Åkersvika.

Historikk

Huitfeldt-Kaas (1931) skriver i et særtrykk at «Mjosørreten går opp til «Hamar vanninntag», som tilsvarer det som seinere ble kalt «Bassin» mellom Arnkvern og Bjørgedalen, en dam som var bygd for vanninntak til Hamar kommune. Det ble seinere bygd en fiskepassasje rundt demningen i Bassin, og passasjen fungerte fram til demningen ble fjernet ved årsskifte 2012-2013. Demningen i Nybusjøen ble fjernet vinteren 2022/23.

Huitfeldt-Kaas skriver også at ørreten ble tatt i «fiskebygninger», sløer og med draggarn, og at bestanden hadde gått sterkt tilbake de senere år (dvs. på 1920-30 tallet) på grunn av overbeskatning og forurensning. Huitfeldt-Kaas skriver ikke noe om hva slags forurensning det er, og han nevner ikke forsuring som problem i dette området.

Hamar og Omegn Sportsfiskere drev fra høsten 1945 fiskestell i Nybusjøen med tilløpssvassdrag, og Hamar Arbeiderblad (HA) refererte jevnlig fra foreningens årsmøter med omtale av



Figur 5. Flagstadelva ved Brennseter Sag ved sommervassføring. Dette er fine oppvekstforhold for ørret. (Foto: A. N. Linløkken).

foreningens aktivitet, slik at denne kan i grove trekk følges ved hjelp av HA sitt arkiv. Dette gir indikasjoner på en forsurningsutvikling i vassdraget. Det rapporteres om utsetting av ørret-yngel, blant annet i 1950 og 1951 (HA 11.11.1950 og 23.11.1951). I 1950 nevnes det at klekkeriet på Gåsbu hadde stor dødelighet på rogn. Gåsbugbekken er et tilløp til Lageråkvisla som renner sørover til Svartelva som ender i sørøstre del av Åkersvika. Øvre deler av Lageråa har lenge vært sur og fisketom, og hvis dette var vannkilden til det omtalte klekkeriet så skyldtes dødeligheten mest sannsynlig surt vann. Yngel ble også satt i fiskedammer for overvintring, bant annet på garden Kallerud ved Lageråa i Øvre Vang. I 1952 (HA 16.05.1952) fortelles det om gode ørretfangster i Nybusjøen med fisk opp til kiloen, men det rapporteres samme år (HA 30.10.1952) om stor dødelighet i fiskedammene, også en indikasjon på forsuring. Det var ikke søkelys på forsuring på denne tida, og pH-måling var ikke vanlig. Fra foreningens 10 års-jubileum gis en oppsummering av aktivitetene, med årlige utsetninger av 2000 - 4000 ørret-yngel i Nybusjøen og dens tilløp (HA 18.06.1955). Foreningen hadde til jubileumsåret bygd en fiskehytte ved sjøen. I 1957 er det mer pessimistiske rapporter, og det etterlyses resultater fra fiskeutsettingene. Ørekyte nevnes som et problem sammen med ustabil vannstand i Nybusjøen, som er magasin for det kommunale vannverket (HA 22.10.1957).

Året etter meldes det om mangel på både settefisk og stamfisk (det nevnes ikke hvor stamfisk ble fanget) (HA 15.11.1958). I 1960 (HA 21.05.1960) beskrives fisket i Nybusjøen og Kveådammen som svært dårlig, og to år seinere annonserer Vang Jakt- og Fiskeforening fiskeforbud i Nybusjøen (HA 10.07.1962). I 1965 rapporteres det at fisket i 1964 var bra, men at det var stor dødelighet i fiskedammene (HA 24.03.1965). I 1974 meldes det at forsuring er problemet, og at vannkvaliteten i Nybusjøen og Kveådammen er dårlig egnet for fisk (HA 11.10.1974).

Vang Jakt- og Fiskeforening har satt ut ett og to år gammel ørret i Nybusjøen og i tilløps-

bekker til Nybusjøen tilnærmet årlig fra 1980 til 1992, i 1994 og i årene etter 2000, for å ha en ørretbestand å fiske på. Det ble startet kalking i vassdraget med en kalkdoserer plassert 500 m oppstrøms Nybusjøen i 1994.

Innsamling

Feltarbeidet ble startet sommeren 1993, og det ble valgt fem stasjoner fra Arnkvern til innløpet til Nybusjøen, og i to tilløpsbekker til Kveådammen (Figur 2). Undersøkelser ble gjort årlig i perioden 1993 til 2000, videre i 2002, 2006, 2007, 2014, 2018, 2020, 2021 og 2022 på de samme stasjonene. I 1993 til 1995 ble undersøkelsene gjort som prosjektoppgaver av miljøteknologistudenter ved Hedmark Distrikthøgskoles avdeling for landbruks og naturfag på Blæstad (Kirste og Aasen 1994, Engelhardt og Moen 1995, Egner et al. 1997). Direktoratet for Naturforvaltning/NIVA overvåket effekten av kalkingen (Hindar 1999, 2003). Tre stasjoner (Arnkvern og to tilløp til Kveådammen) ble undersøkt bare i enkelte år. I 2022 ble det lagt inn to nye stasjoner, ved Langholmen og ved Svartdalsbekken, mellom Brennseter og Tørbustilfallet for å dekke strekningen hvor det ble lagt ut kalkgrus.

Et materiale av oppvandrende ørret fanget i fella i Bassin i 2006 i forbindelse med Vang Jakt- og Fiskeforenings registreringsarbeid i Flagstad-elva er også inkludert, og det er tatt med et materiale på fire ørret fanget med håv i strandsona under krøklefiske i Furnesfjorden mellom Hamar og Brumunddal i mai 2020 og 2021.

Det ble tatt otolitter for aldersbestemmelse (Jonsson 1976) og skjell for tilbakeberegning av lengder (Jonsson and Stenseth 1976) fra materialet tatt i Bjørgedalen i 2021.

Analyser og beregninger

Ørret, ørekyte og steinulke ble fanget med en til tre gangers avfisking med elektrisk fiskeapparat i hele elvas bredde på sju 55 til 70 m lange strekninger. Bredden av vanddekket areal på den enkelte stasjonen vil variere med i vassføring, og bestandstetthet framstilles både som antall ørret pr. 100 m elvestrekning og som antall ørret pr. 100 m² vanddekt areal.

Bestandsstørrelse (N) av ørret med konfidensintervall ble estimert i henhold til Bohlin et al. (1989). Aldersbasert fangstkurve ble brukt for å beregne øyeblikkelig (instant) dødelighet Z og årlig (kondisjonalt) overlevelse $S = e^{-Z}$ (Ricker 1975a), som brukes til å beregne årlig produksjon i antall ørret, det vil si årlig rekruttering til bestanden $R = N \cdot A$, der $A = 1 - S$ er kondisjonalt årlig dødelighet (Ricker 1975b). Det forutsettes at bestanden er tilnærmet stabil fra år til år.

Resultater og diskusjon

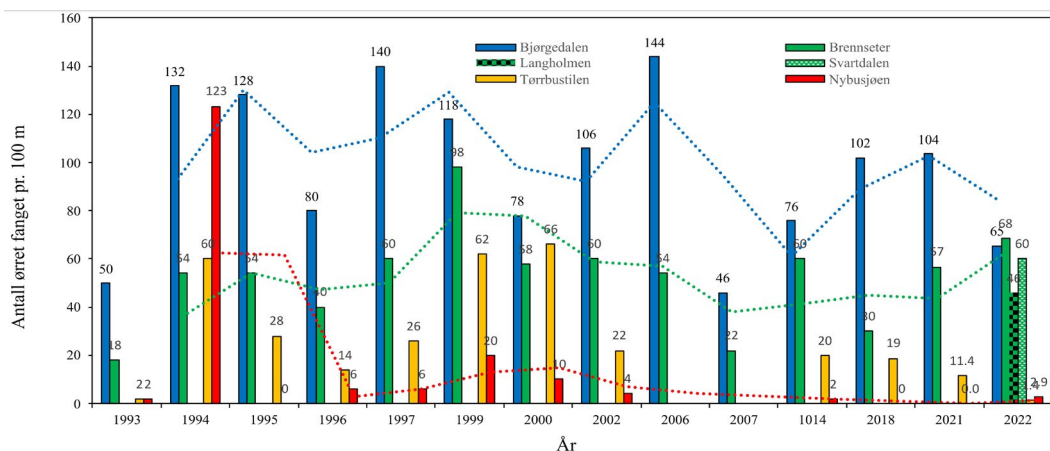
Ørret-tetthet

Antall ørret fanget pr. 100 m elvestrekning ved en gangs avfisking på seks strekninger i Flagstadelva i perioden 1993 til 2022 (Figur 6) viser hvordan tetthet av ørretunger avtar oppover i vassdraget fra Bjørgedalen, og antyder at kalking fra 1994 hadde en positiv effekt på alle strekninger. I Bjørgedalen ble det fanget 50 ørret pr. 100 m elv i 1993, og det økte til 132 i 1994. Ved Brennseter var ørretfangstene om lag halvparten av dette, i gjennomsnitt 52 ørret pr. 100 m. På de to stasjonene, ved Langholmen og ved Svartdalen som bare ble undersøkt i 2022, var fangst pr. 100 m relativt lik den ved Brennseter. Ved Tørbustilen og Nybusjøen ble det i gjennomsnitt fanget bare 28 og 15 ørret pr. 100 m. I tilløpene til Kveådammen ble det ikke fanget ørret, men kun noen få ørekyter.

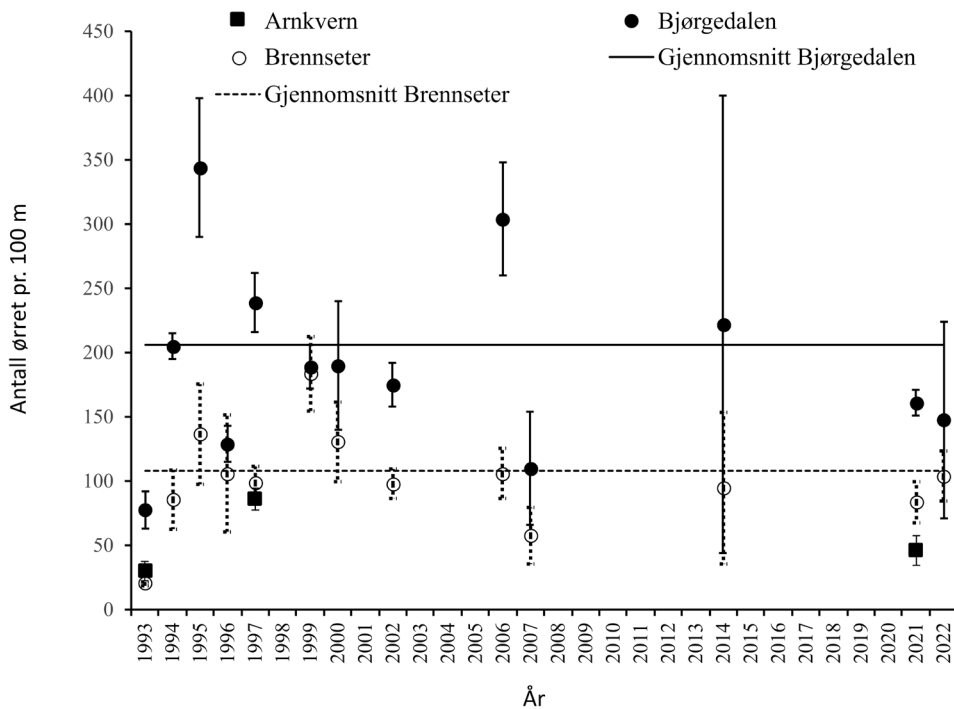
Estimert ørrettetthet ved to til tre avfiskinger ved Arnkvern, i Bjørgedalen og ved Brennseter (Figur 7) viser lavest tetthet ved Arnkvern med 46 ørret pr. 100 m. For Bjørgedalen og Brennseter var det samme tendens som etter en gangs fiske (Figur 6), antall ørret pr. 100 m var omtrent dobbelt så stor i Bjørgedalen, 206 mot 113 ørret i gjennomsnitt etter kalking. Antall ørret pr 100 m² (Figur 8), var henholdsvis 35 (11-51) og 24 (10-36). De laveste verdiene ble registrert før kalking.

Ørrettettheten i Bjørgedalen og ved Brennseter kan sammenliknes med tettheter som ble estimert i Letjenna, et tilløpssvassdrag til Glomma i Elverum kommune, i forbindelse med et biotopforbedringstiltak. Letjenna har den samme artssammensetningen, men har litt mindre middelvassføring (1.5 m³/s), og det ble der estimert 18 – 66 ørret pr. 100 m, og 2.6 – 9.4 ørret pr. 100 m² (Linløkken 1997). Tettheten pr. areal i Bjørgedalen og ved Brennseter er til sammenlikning tre til mer enn ti ganger så høy.

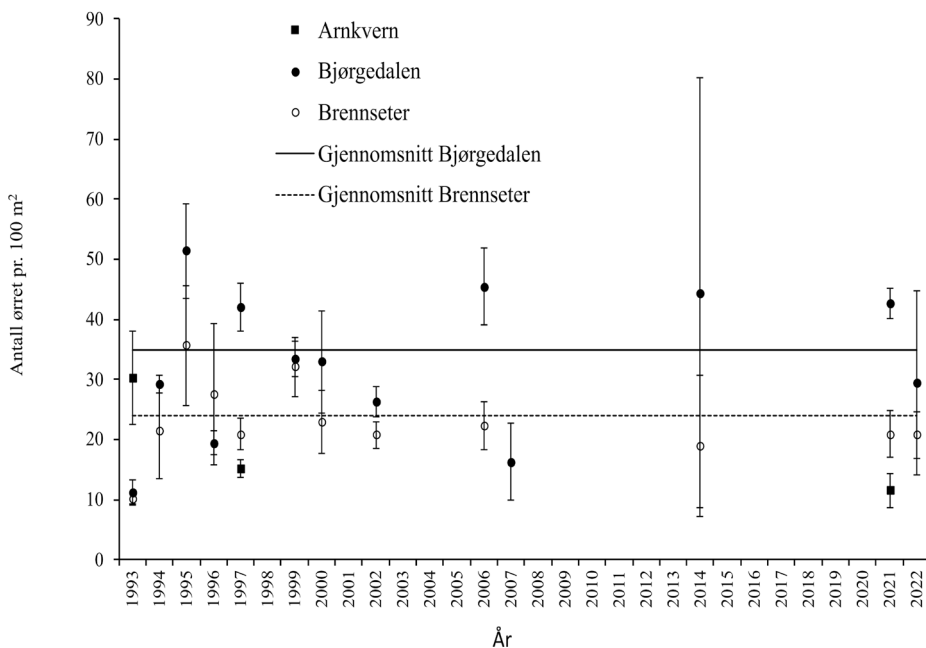
Etter Vanddirektivets klassifisering tilsvarer tettheter i intervallet 25 – 40 ørret pr. 100 m² den økologiske tilstanden *Moderat*, hvis habitatet vurderes som klasse 2 (= *Moderate gytemuligheter og noe skjul til stede*), og at ørretbestanden betraktes som allopatrisk. Restaureringstiltak (som kalking) bør derfor vurderes, ifølge Vanddirektivet. Med steinulke og ørekyte til stede,



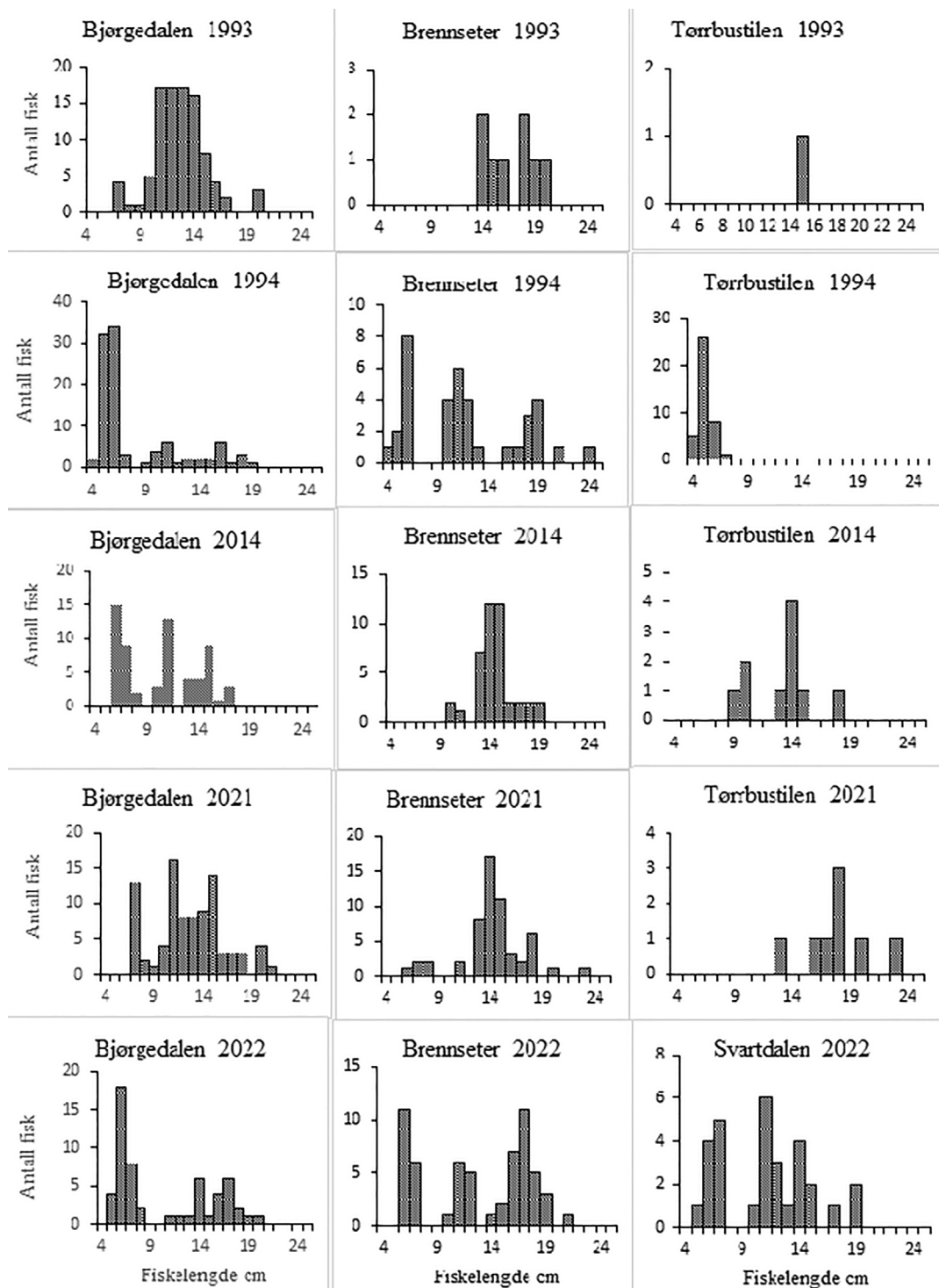
Figur 6. Antall ørret fanget pr. 100 m elvestrekning ved en gangs fiske på seks strekninger i Flagstadelva i perioden 1993 til 2022 (prikkede linjer viser glidende gjennomsnitt).



Figur 7. Antall ørret pr. 100 m elvestrekning estimert på fire strekninger i Flagstadelva i perioden 1993-2021. Vertikale linjer viser 95 % konfidensintervall. Horisontale linjer viser gjennomsnitt for hhv. Bjørgedalen og Brennseter.



Figur 8. Antall ørret pr. 100 m² vanddekt areal estimert på fire strekninger i Flagstadelva i perioden 1993-2021. Vertikale linjer viser 95 % konfidensintervall. Horisontale linjer viser gjennomsnitt for hhv. Bjørgedalen og Brennseter.



Figur 9. Lengdefordeling av ørret fanget med elektrisk fiskeapparat på fire ulike stasjoner i Flagstadelva i august-september i 1993, 1994, 2014, 2021 og 2022.

riktignok med lave tettheter i strykpartiene, er ikke ørretbestanden allopatrisk. Hvis bestanden betraktes som sympatrisk, så blir karakteristikken *Svært god* (>10 ørret) (Veileder-02:2018 2018). En terskel på 10 ørret pr. 100 m² som grense for karakteristikken *Svært god* virker lav, og klassifiseringen synes ikke å passe så godt for denne typen vassdrag, det vil si der ørret lever i sameksistens med steinulke og ørekyte.

Lengdefordelinger

Lengdefordelinger i fangstene av elvelevende ørret viste få individer større enn 20 cm (Figur 9). Gytefisk fra Mjøsa som ble registrert ved el-fiske om høsten i Bjørgedalen og enkelte ganger ved Brennseter ble tallet, men ikke fanget og målt. Det var ørret mindre enn 8 cm, det vil si yngel, i alle fangster fra Bjørgedalen. Ved Brennseter ble det ikke fanga yngel før kalking, men hvert år det ble undersøkt fra 1994 fram til kalkingen ble stoppet i 2014. Det ble ikke fanga yngel ved Brennseter i 2014, men derimot i 2018, 2020 (Olstad et al. 2020), og i 2021 før kalking ble gjenopptatt, og som forventet i 2022. Da ble det også fanga yngel på de nye stasjonene ved Langholmen og ved Svartdalen.

Lengdefordelingen i fangstene fra de to nye stasjonene skilte seg lite fra fangstene ved Brennseter. Ved Tørbustilen ble det fanga yngel

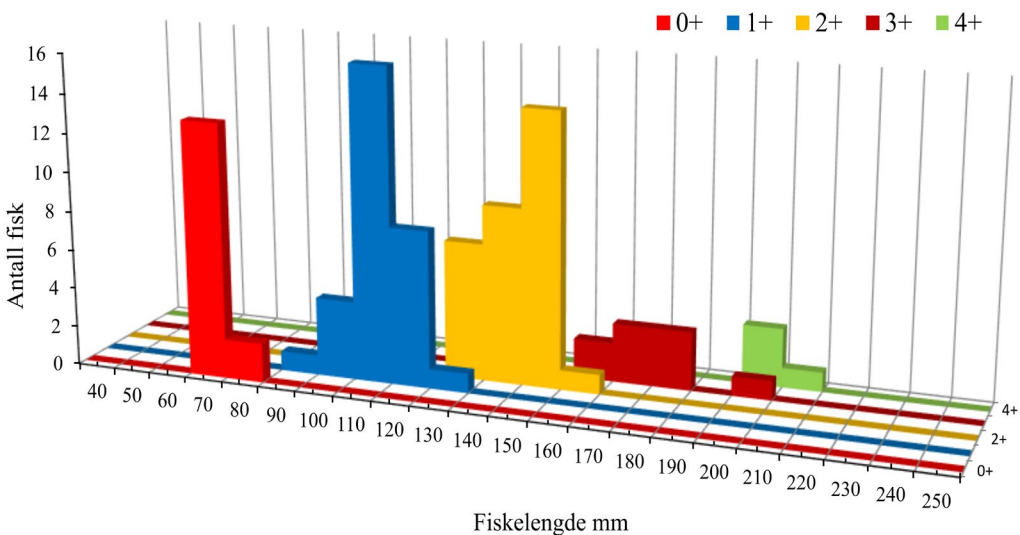
bare i 1994, mens det i 2022 bare ble fanga en ørret (17 cm). I tilløpet til Nybusjøen ble det aldri fanga yngel, men i 1922 ble det observert to gytefisk, mellom 30 og 40 cm lange, og disse var mest sannsynlig settefisk.

Alder og vekst

Lengdefordeling for aldersgrupper i fangsten fra Bjørgedalen høsten 2021 viser at 0+ ørret var mindre enn 8 cm, 1+ ørret var 9 til 13 cm, 2+ var fra 12 til 16 cm og ørret større enn 20 cm var 4+ (Figur 10). Aldersgruppene 1+ og 2+ dominerte i antall (69 %). Aldersgruppene 0+ og 1+ er underrepresentert fordi de har lavere fangbarhet enn større fisk. Aldersfordelingen indikerer at utvandringen til Mjøsa skjer i størst utstrekning ved alder 2+ til 3+ og lengde 15 – 20 cm. Lengde plottet mot alder for ørret fanga i Bjørgedalen viser at veksten er 6 – 7 cm i løpet av første sommer, og avtar til 3 cm i hhv. tredje og fjerde sommer (Figur 11).

Ørretproduksjon og -utvandring

Tilbakeregnete lengder for gyteørret fanga i fella i Bassin i 2006, viser at vekstomslag har skjedd ved alder 4+ for noen og ved 5+ for andre, fra lengder mellom 15 til 20 cm. Det tilsvarer utvandring til Mjøsa ved den alder og lengde som indikeres i Figur 10.

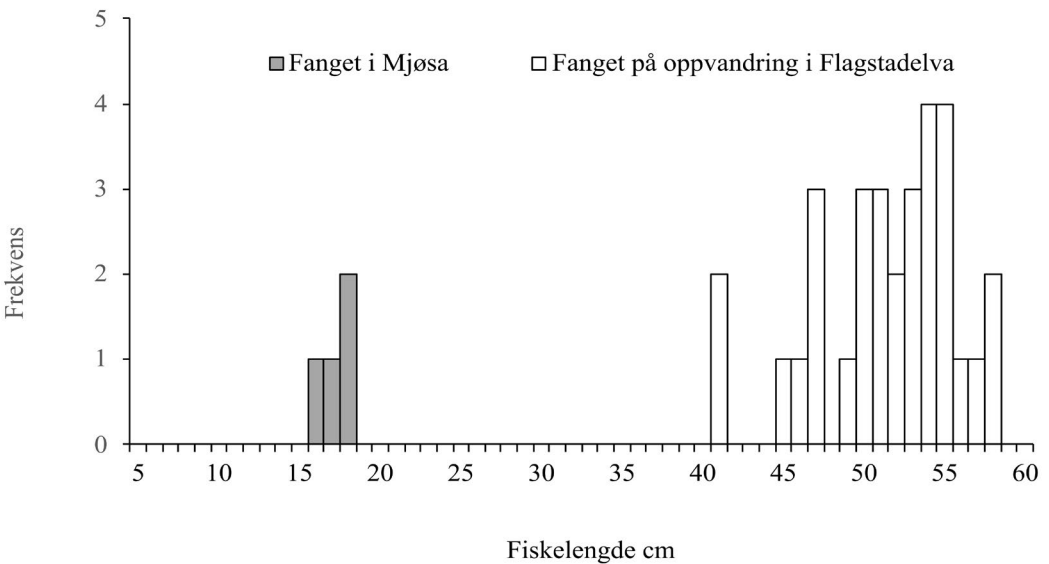
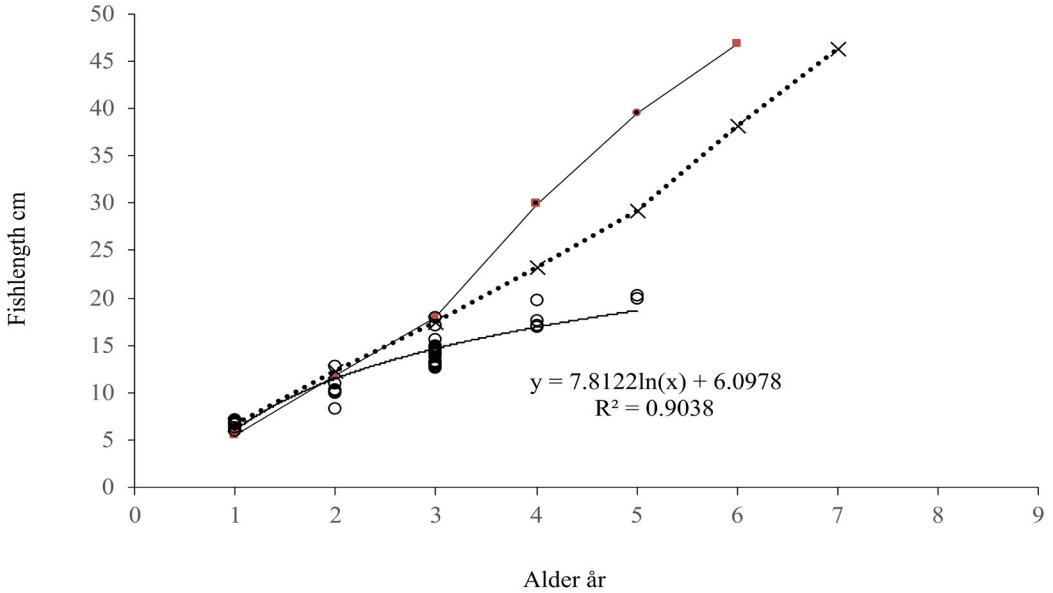


Figur 10. Lengdefordeling av de fem aldersgruppene som var representert i fangstene fra Bjørgedalen i 2021.

Fangbarheten for 2+, 3+ og 4+ antas å være relativt lik, og antallet av disse tre aldersgruppene kan brukes til å beregne årlig overlevelse S med en fangstkurve med $\ln(n_{\text{alder}})$ plottet mot alder. Det gir følgende regresjonslikning:

$$\ln(n_{\text{alder}}) = -1.024 \cdot \text{alder} + 5.411, r^2 = 0.9858, d.f. = 1, p = 0.08$$

Da er øyeblikkelig dødsrate $Z = 1.024$, kondisjonal årlig overlevelse $S = e^{-Z} = 0.36$ og kondisjonal dødelighet $A = 1 - S = 0.64$. Det vil si at 64 % av ørretbestanden dør eller utvandrer i løpet av et år. Hvis bestandsstørrelsen er konstant, så betyr det at 64 % av bestanden



Figur 11. Tilbakeregnete lengder for ørret som har utvandret ved ulike aldre, og fanga i fiskefella på gytevandring (øverst) og lengdefordeling av ørret fanget i Mjøsa ($n = 4$) og i fiskefella ved «Bassin» i Flagstadelva i 2006 ($n = 31$) (nederst).

«skiftes ut», eller rekrutteres/produseres, årlig. Antatt 54 ørret pr. 100 m ved Arnkvern, 206 i Bjørgedalen og 107 ved Brennseter, betyr en produksjon på henholdsvis 35, 132 og 69 ørret pr. 100 m elv. Hvis 35 % av disse er 2+, så produseres det henholdsvis 12.5 og 24 stk. to-åringer årlig pr. 100 m på disse strekningene. Antatt at tettheten ved Arnkvern gjelder for de nederste 2 km med stryk i elva, tettheten for Bjørgedalen gjelder for de neste 5 km, og tettheten ved Brennseter gjelder for de neste 7 km så blir det totalt $245 + 4060 + 1690 \approx 6000$ to-årig ørret, som er et betydelig bidrag i forhold til reduksjonen av antall settefisk av Hunderørret (15000 stk smolt) som tidligere ble satt ut årlig i Gudbrandsdalslågen og Mjøsa. Det bør nevnes at årlige utsettinger av 10000 smolt av Hunderørretstammen i søre deler av Mjøsa også er avsluttet. Optimalisering av den naturlige reproduksjonen av mjøsørretunger i Flagstadelva vil derfor være viktig for både opprettholdelse av storørretfiske i Mjøsa, i tillegg til at bestanden i Flagstadelva med stor sannsynlighet kan klassifiseres både som levedyktig og høstbar. Dette er et overordnet forvaltningsmål.

Det inngår bare tre aldersgrupper i regresjonen. Det gir en frihetsgrad, og bidrar til at regresjonen ikke er signifikant på 5 % nivå, men på 8 % nivå. Estimater av S er derfor usikkert, men S for aldergruppe 2+ kan beregnes ved forholdet $n_3/n_2 = 9/31 = 0.29$, som gir $A = 1 - S = 0.71$, og en litt større beregnet rekruttering $R = N \cdot A$.

Artsfordeling

Det ble fanga lite ørekyte (mindre enn 5% av fangstene) på stasjonene Arnkvern, Bjørgedalen og Brennseter. Ørekyte utgjorde derimot 50 - 65 % av fangstene ved Tørbustilen, og i tilløpet til Nybusjøen ble det i enkelte år bare fanga ørekyte. Steinulke utgjorde ca. 30 % av fangstene ved Arnkvern og 6 - 10 % i Bjørgedalen og ved Brennseter etter kalking. Det ble ikke fanga steinulke ved Brennseter før kalking, og det ble ikke fanga steinulke ved Langholmen og ved Svartdalsbekken i 2022. Oppstrøms Tørbustilfallet har det sannsynligvis aldri vært steinulke,

fordi dette fallet regnes som oppgangshindrende. Både ørekyte og steinulke er funnet å være følsomme for forsurening (Herrmann et al. 1993, Larsen et al. 2007), men det ble fanga ørekyte i de sure tilløpene til Kveådammen, der det ikke ble fanga ørret i 1993 eller seinere. Bestanden av ørekyte i dette vassdraget synes derfor å være mer tolerant for forsurening enn ørret.

Det vil være interessant å følge utviklingen i ørretbestanden oppstrøms Tørbustilfallet for å se om ørreten klarer å reproducere med eller eventuelt uten kalking. Det samme gjelder tilløpene til Kveådammen som kommer rett ut fra myrområder. Det ble satt ut ørret regelmessig i dette området fra midt på 1940-talet, men det er ingen dokumentasjon på at ørret har reproduisert i disse bekkene. Det er derfor vanskelig å si hva som kan betraktes som naturtilstanden her.

Referanser

- Bohlin, T., S. Hamrin, T. G. Heggberget, G. Rasmussen, and S. J. Saltveit. 1989. Electrofishing - theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173:9-43.
- Egner, A., J. Juliussen, E., and K. Olstad. 1997. Flagstadelva etter to år med kalking. Høgskolen i Hedmark, Hamar, Norway.
- Engelhardt, E., and S. Moen. 1995. En limnologisk undersøkelse i Flagstadelva etter kalking. Høgskolen i Hedmark, Hamar, Norge.
- Halleraker, J. H., and T. Hesthagen. 1994. Kategorisering av innviandsfisksystemer i deler av Glommavassdraget. 402, Norsk Institutt for Naturforskning, Trondheim, Norge.
- Herrmann, J., E. Degerman, A. Gerhardt, C. Johansson, P. E. Lingdell, and I. P. Muniz. 1993. Acid-stress effects on stream biology. *Ambio* 22:298-307.
- Hesthagen, T., I. H. Sevaldrud, and H. M. Berger. 1999. Assessment of damage to fish population in Norwegian lakes due to acidification. *Ambio* 28:112-117.
- Hindar, A. 1999. Kalking av vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter., Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.
- Hindar, A. 2003. Kalking av vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter. 2003-3, Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.

- Hornung, M., S. Le-Grice, N. Brown, and D. Norris. 1990. The role of geology and soils in controlling surface water acidity in Wales. Pages 55-66 in R. W. Edwards, A. S. Gee, and J. H. Stoner, editors. *Acid Waters in Wales*. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1917. Mjøsens fisker og fiskerier. Det Kgl. norske videnskabers selskab, Oslo. Huitfeldt-Kaas, H. 1922. Om aarsaken til massedød av laks og ørret i Frafjordelven, Helleelven og Dirdalselven i Ryfylke høsten 1920. *Norges Jeger & Fiskerforbunds tidsskrift* 1-2:1-8.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1923. Atter laksedød i en Ryfylkeelv. *Norges Jeger & Fiskerforbunds tidsskrift* 2:1-4.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1931. Ferskvannsfiskeriet på Hedmark. Norsk Skoletidendes Boktrykkeri, Hamar.
- Jonsson, B. 1976. Comparison of scales and otoliths for age determination in brown trout, *Salmo trutta* L. *Norwegian Journal of Zoology* 24:295-301.
- Jonsson, B., and N. C. Stenseth. 1976. Regression of body length on scale size of brown trout, *Salmo trutta* L. *Norwegian Journal of Zoology* 24:331-340.
- Kirste, O. K., and O. J. Aasen. 1994. En limnologisk undersøkelse av Flagstadelva i Hamar kommune med henblikk på forsuring. Høgskolen i Hedmark, Hamar, Norway.
- Kraabøl, M., S. I. Johnsen, T. Forseth, J. Museth, and J. Skurdal. 2012. Hva om Hunderørret var laks? *VANN* 03:340-356.
- Kraabøl, M., J. Museth, and S. O. Johnsen. 2009. Fangst-historikk og bestandsvurderinger av Mjøsørret med hovedvekt på kultivering av Hunderørret. Norsk Institutt for Naturforskning.
- Larsen, B. M., O. T. Sandlund, H. M. Berger, and T. Hesthagen. 2007. Invasives, Introductions and Acidification: The Dynamics of a Stressed River Fish Community. Pages 285-291 in P. Brimblecombe, H. Hara, D. Houle, and M. Novak, editors. *Acid Rain - Deposition to Recovery*. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Leivestad, H., I. P. Muniz, and B. O. Rosseland. 1980. Acid stress in trout from a dilute mountain stream. Pages 318-319 in *Ecological Impact of Acid Precipitation*, SNSF-Project, Oslo-Ås.
- Linløkken, A. 1997. Effects of instream habitat enhancement on fish populations of a small Norwegian stream *Nordic Journal of Freshwater Research* 73:50-59.
- Linløkken, A. N., W. Johansen, and R. Wilson. 2014. Genetic structure of brown trout, *Salmo trutta*, populations from differently sized tributaries of Lake Mjøsa in south-east Norway. *Fisheries Management and Ecology* 21:515-525.
- Matzow, D. 2018. Nytt liv i surt vann, historien om sur nedbør og kalkingen av vassdrag i Norge. Gaveca, Arendal.
- Moe, S. J., C. R. Nater, A. Rustadbakken, L. A. Vøllestad, E. Lund, T. Qvenild, O. Hegge, and P. Aass. 2020. Long-term mark-recapture and growth data for large-sized migratory brown trout (*Salmo trutta*) from Lake Mjøsa, Norway. *Biodiversity Data Journal* 8.
- Museth, J., B. Dervo, Å. Brabrand, J. Heggnes, S. Karlsson, and M. Kraabøl. 2018. Storørret i Norge. Definisjon, status, påvirkningsfaktorer og kunnskapsbehov. Norwegian Institute of Nature Research, Lillehammer, Norway.
- Olstad, K., Ø. Garmo, K. Austnes, Ø. Kaste, A. N. Linløkken, R. Høgberget, and S. Johnsen, I. 2020. Utredning av mulig kalkingsbehov for å ivareta storørretbestanden i Flagstadelva. NINA Rapport 1915, Norsk Institutt for Naturforskning.
- Qvenild, T., and O. Nashoug. 1987. Ørretfisket i Mjøsa. Fylkesmannens Miljøvernnavdeling, Hamar, Norway.
- Ricker, W. E. 1975a. Estimation of Survival Rate and Mortality from Age Composition. Pages 29-73 in W. E. Ricker, editor. *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations*. The Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, Can.
- Ricker, W. E. 1975b. Introduction. Pages 1-27 in W. E. Ricker, editor. *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations*. The Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, Can.
- Rosseland, B. O., and D. Matzow. 1981. Kalkingsprosjektet. Forsøks- og forskningsprogram omkring kjemiske tiltak for å begrense forsuring av vann og vassdrag. *VANN* 16:103-108.
- Rosseland, B. O., I. H. Sevaldrud, D. Svalastog, and I. P. Muniz. 1980. Studies on freshwater fish population - effects of acidification on reproduction, population structure, growth and food selection. Pages 336-337 in *Ecological Impact of Acid Precipitation*, SNSF-Project, Oslo-Ås.
- Sollid, J., and K. Kristiansen. 1983. Hedmark fylke. Kvartærgeologi og geomorfologi. Rapport T-543, Miljøverndepartementet. Avd. for naturvern og friluftsliv. Rapport T-543. 101 s., Oslo, Norway.

Taugbøl, T. 1995. Operasjon mjøsørret., Østlandsforskning.

Tjøstheim, H., and A. Lium. 2022. Plan for kalking av vassdrag i Norge. Handlingsplan for perioden 2022 - 2026. M 2197, Miljødirektoratet, Trondheim.

Veileder-02:2018. 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.

Wollebæk, J., K. H. Røed, and J. Heggenes. 2011. Genetisk struktur hos ørret i Mjøsa. Høgskolen i Hedmark.

Aass, P., A. Rustadbakken, J. Moe, E. Lund, and T. Qvenild. 2017. Life-history data on Hunder brown trout (*Salmo trutta*) from Lake Mjøsa, Norway. *Freshwater Metadata Journal*:1-11.

FORSKNING

Aquateam COWI AS er et forskningsselskap innen vann- og miljøsektoren. Vi driver uavhengig anvendt forskning med støtte fra COWIfonden i tillegg til oppdragsforskning og utviklingsarbeid, og samarbeider med ledende universitetsmiljøer og andre forskningsinstitusjoner.

KONTAKT Daglig leder
Hanne Bonge-Hansen

ADDRESS Karvesvingen 2,
0579 Oslo

PHONE +47 977 32 342

EMAIL htbo@aquateam.no

WWW aquateamcowi.no