

Ørret-tettheter i Moksa

- Overvåking 2023



Moksa, ved stasjon 3. Foto: Thomas Ustvett (2023)

Ine C. Norum, Thomas Ustvett, Thor B. Thorkildsen, Erik F. Lie, Aksel Fiske & Louis C. R. Esdar, Sondre Røragen



**REGULERINGER OG FISK
I INNLANDET**

Innhold

Forord	3
1. Område og metoder	4
2. Ungfiskregistreringer	6
2.1. Økologiskstilstandsklassifisering med fisk som kvalitetselement.....	9
3. Vurdering	10
4. Referanser	12
5. Vedlegg	13

Forord

Denne rapporten er utarbeidet av ansatte i prosjektet «Reguleringer og fisk i Innlandet», tidligere under navnet «Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland». Statsforvalteren er arbeidsgiveren for prosjektets ansatte, men finansieringen kommer fra regulantene: Glommens og Laagens Brukseierforening, Foreningen til Bægnavassdragets Regulering, Foreningen til Randsfjordens Regulering, Oppland Energi AS, Hafslund Eco Vannkraft, VOKKS Kraft AS og Hadeland Kraftproduksjon. Prosjektet er en alternativ organisering og drift av fiskebiologiske etterundersøkelser i regulerte vassdrag. I Moksa er det gjennomført jevnlig undersøkelser av prosjektets ansatte siden 2018. Her overvåkes rekrutteringen til storørreten som kommer opp fra Mjøsa. Dette gjøres for eventuelt å kunne følges opp med tiltak.

Lillehammer 2024.

1. Område og metoder

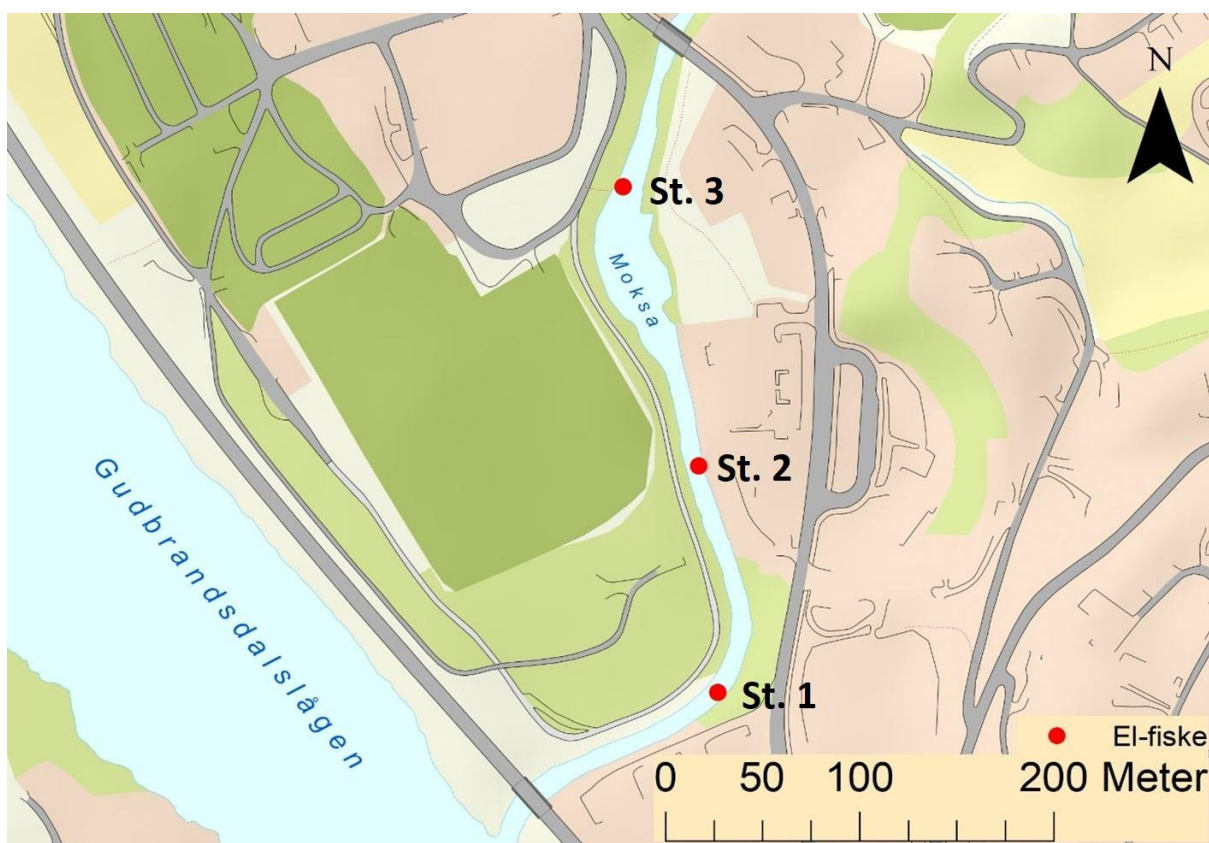
Moksa munner ut i Lågen ved tettstedet Tretten, i Øyer kommune. Elva har et nedbørfelt på ca. 100 km² og en middelvannføring ved utløpet på 1,8 m³/s. Inntaksmagasinet til Moksa kraftverk ligger ca. 4,5 km oppover i elva. Herfra føres vannet i rør ned til kraftverket, og vannet føres tilbake til Moksa 370 m oppstrøms utløpet. Det er ingen krav om minstevannføring fra inntaksdammen, og strekningen herfra og ned til kraftverksutløpet vil derfor i perioder ha ingen eller svært redusert vannføring. Ørret fra Lågen kan vandre opp til kraftverksutløpet. I episoder med tilstrekkelig vannføring på strekningen oppstrøms kraftverksutløpet, kan den gå ytterligere 250 m. Her er det støpt en betongkanal som skal ta unna mye av energien til vannet i flomepisoder. Moksa er kanalisert og forbygd på strekningen videre ned til Lågen.

For å undersøke rekrutteringstilstanden til storørretstammen blir det gjennomført elektrofiske på tre stasjoner i Moksa. Stasjon 1 og 2 ligger nedenfor terskelbassenget, mens stasjon 3 ligger rett ovenfor, altså på strekningen som er fraført vann (figur 1). Ved el-fiske dannes det et strømfelt som bedøver fisk i nærheten, noe som gjør det mulig å fange fisken med håv eller med hendene. El-fiske etter ungfisk gjøres i utvalgte stasjoner langs elvebredden. Stasjonsarealet er normalt ca. 100 m² og blir grundig overfisket fordelt på 1–3 runder, avhengig av hvor mange fisk man får per runde. For å kvantifisere bestandsstørrelsen blir fisken tatt opp og oppbevart i bøtter, før den deretter lengdemåles og telles før gjenutsetting i stasjonen.

Bestandsstørrelsen av ung ørret blir estimert ved bruk Zippins metode, som beskrevet av Zippin (1958) og Bohlin m.fl. (1989). Beregningen bygger på en nedgang i fangsten mellom hver enkelt el-fiskerunde. Siden fangbarheten ofte er lavere for mindre fisk, er tetthetene beregnet adskilt for 0+ (årsyngel) og eldre ungfisk ($\geq 1+$) fisk før de er summert til total tetthet. Ved tre gangers overfiske benyttes likning (11) og (12) i Bohlin m.fl. (1989) til å beregne henholdsvis y (bestandsstørrelse) og p (fangbarhet). Variansen til y beregnes med likning (8). Ved to overfiskerunder benyttes likning (13) og (14). Ved kun én overfiskerunde er det ikke mulig å beregne fangbarheten. Det er da benyttet en antatt fangbarhet på 0,45 (0+) og 0,62 ($\geq 1+$), hentet fra Forseth og Forsgren (2008), for å angi et tetthetsestimert. For andre arter enn ørret er tetthet forsøkt grovt anslått som lav, middels eller høy. Disse kategoriene tilsvarer da omtrent følgende antall/100 m²: <10 (lav), 10-50 (middels), >50 (høy).

Den økologiske tilstanden vurderes ved hjelp av «Veileder for klassifisering av miljøtilstanden i vann» (DV 2018). Her er det utviklet klassegrenser av ørret-tettheter for å vurdere den økologisk tilstand i bekker og små elver i lavlandet (Tabell 6.15 i DV 2018). Klassifiseringen forutsetter kunnskap om bestanden er stasjonær eller anadrom, og om den er sympatrisk eller allopatrisk. Enkelte ørretbestander i innlandet kan på flere måter sammenlignes med livshistorietrekkene til anadrom ørret (Kraabøl m.fl. 2012). Anadrom ørret bruker elver og bekker som gyteområde, der yngelen klekkes, for så å vandre ut i havet på næringsvandring etter 2-3 år i elva. Det samme kan sees i Moksa, der ørreten bruker elva som gyte- og oppvekst

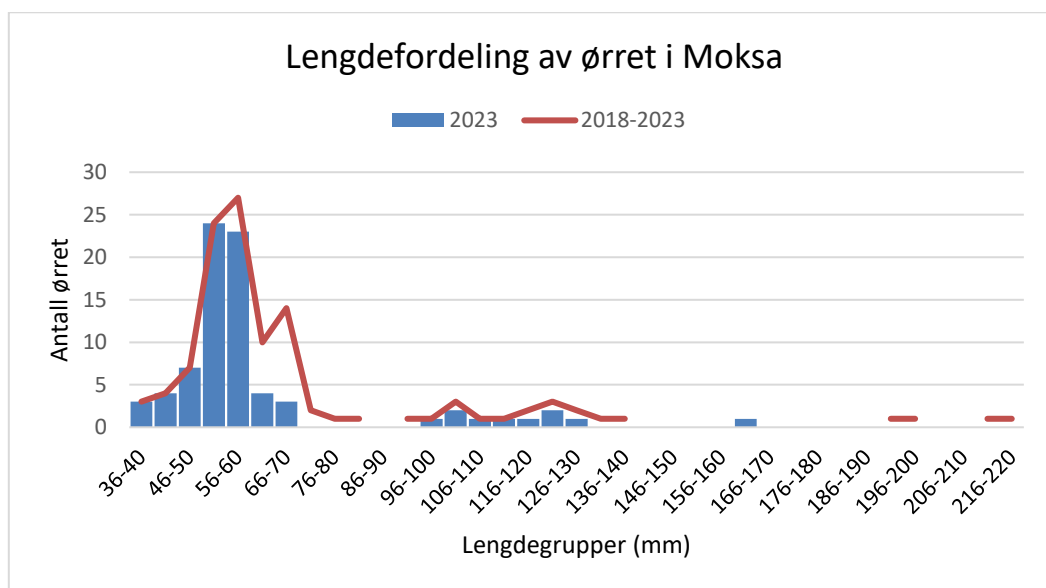
område, før den tar for seg en næringsvandring ut i Mjøsa. Migrering kan ha en positiv effekt på produksjonen av yngel ved at gytefisken får tilgang til nye områder som er mer næringsrike, og vil dermed kunne øke veksten og produsere mer egg (Barneche m.fl. 2018, Brönmark m.fl. 2013). I tillegg fører også migreringen hos eldre ørret til at yngelen som vokser opp i elva får lavere konkurranse med de større individene. På bakgrunn av de samme livshistorietrekkene, bruker vi klassegrensene til anadrome bestander i veilederen (DV 2018). Det er også registrert steinsmett i Moksa, men den blir antatt å ikke være en konkurrent av stor betydning, så ørretbestanden blir kategorisert som sympatrisk.



Figur 1: Kart over Moksa med el-fiskestasjoner i 2023.

2. Ungfiskregistreringer

I 2023 ble de tre stasjonene el-fisket 04. august. Det var lettskyet vær og god sikt. På de tre stasjonene ble det i 2023 totalt fanget 78 ørret: 68 årsyngel (0+) og 10 eldre ($\geq 1+$). Lengden på årsyngelen var 40–69 mm, med en gjennomsnittstørrelse på 55,5 mm (Figur 2). Siden lengden hos årsyngel har vist seg å kunne variere stort, både mellom år og stasjoner (Dønnum 2007), gjøres det en vurdering for årsklassegrensen hvert år. Grensen for årsyngelinndelingen ble satt til ≤ 75 mm i 2023 (Vedlegg 2).



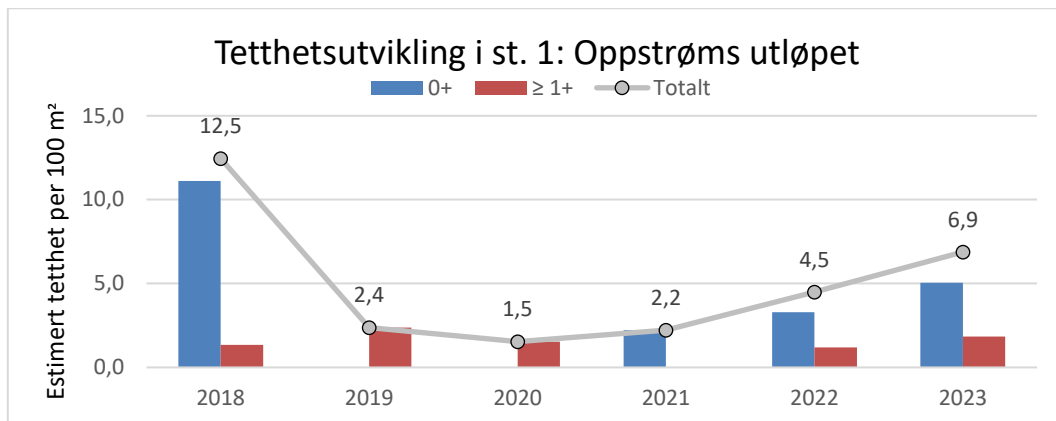
Figur 2: Lengdefordeling av ørret i Moksa. Hvert individ er plassert i en lengdegruppe med et intervall på 5 mm. Blå stolper viser lengdefordelingene i 2023, mens den røde linjen viser lengdefordelingen for årene 2018–2023, som er perioden Moksa har blitt overvåket.

Stasjon 1: Oppstrøms utløpet – UTM 32V 569574 6798660

Det ble elfisket 88 m², med én runde overfiske. 3 individer av ørret ble fanget i lengdene 48 mm, 51 mm og 96 mm (Vedlegg 2). Ingen andre arter ble påvist. Estimert tetthet av ørret pr 100 m² er 6,9 individer (Tabell 1). I forhold til det første undersøkelsesåret, 2018, er det noe lavere tettheter (Figur 3). Siden 2020 er det en svak positiv utvikling fra år til år.

Tabell 1: Resultater fra elektrofiske på stasjon 1 i 2023, med avfisket areal, fangstfordeling (totalt, 0+ og $\geq 1+$) per overfiskingsrunde (R1, R2 og R3) og estimert tetthet per 100 m² (inkl. 2 standardfeil).

Areal (m ²)	Totalfangst			Fangst av 0+			Fangst av $\geq 1+$			Estimert tetthet per 100 m ²					
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	Totalt	2SE	0+	2SE	$\geq 1+$	2SE
88	3	-	-	2	-	-	1	-	-	6,9	-	5,1	-	1,8	-



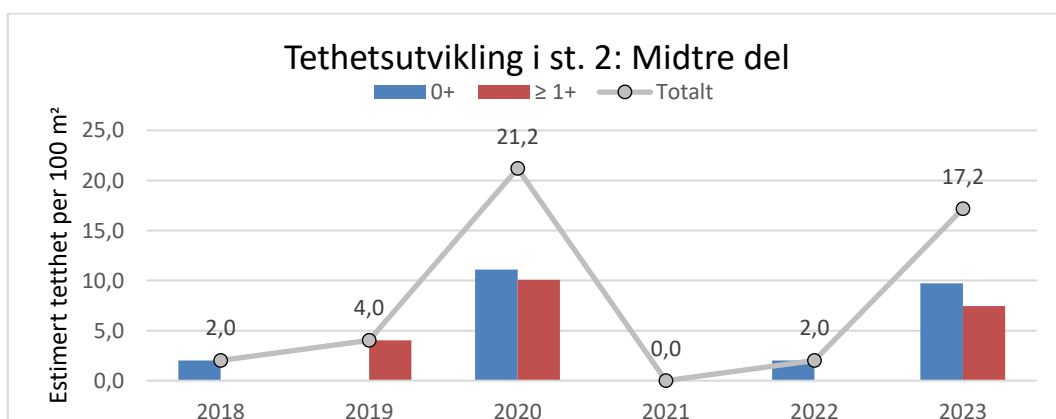
Figur 3: Estimert tetthet av ørret (per 100 m²) for stasjon 1, i perioden 2018–2023. Blå og rød stolpe viser fordelingen av henholdsvis 0+ (årsyngel) og ≥ 1+ (eldre), mens den grå linjen viser totaltettheten (begge aldersgruppene).

Stasjon 2: Midtre del – UTM 32V 569564 6798779

Det ble elfisket 84 m², med to runder overfiske. Totalt ble 14 individer av ørret fanget, i lengdene 40 - 165 mm (Vedlegg 2). 3 steinsmett ble også registrert. Estimert tetthet av ørret pr 100 m² er 17,2 individer (Tabell 2). I forhold til de to foregående undersøkelsesårene, 2021 og 2022, betydelig høyere tettheter (Figur 4). De høyeste tetthetene ble registrert i 2020.

Tabell 2: Resultater fra elektrofiske på stasjon 2 i 2023, med avfisket areal, fangstfordeling (totalt, 0+ og ≥1+) per overfiskingsrunde (R1, R2 og R3) og estimert tetthet per 100 m² (inkl. 2 standardfeil).

Areal (m ²)	Totalfangst			Fangst av 0+			Fangst av ≥ 1+			Estimert tetthet per 100 m ²					
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	Totalt	2SE	0+	2SE	≥1+	2SE
84	12	2	-	7	1	-	5	1	-	17,2	0,5	9,7	0,3	7,4	0,4



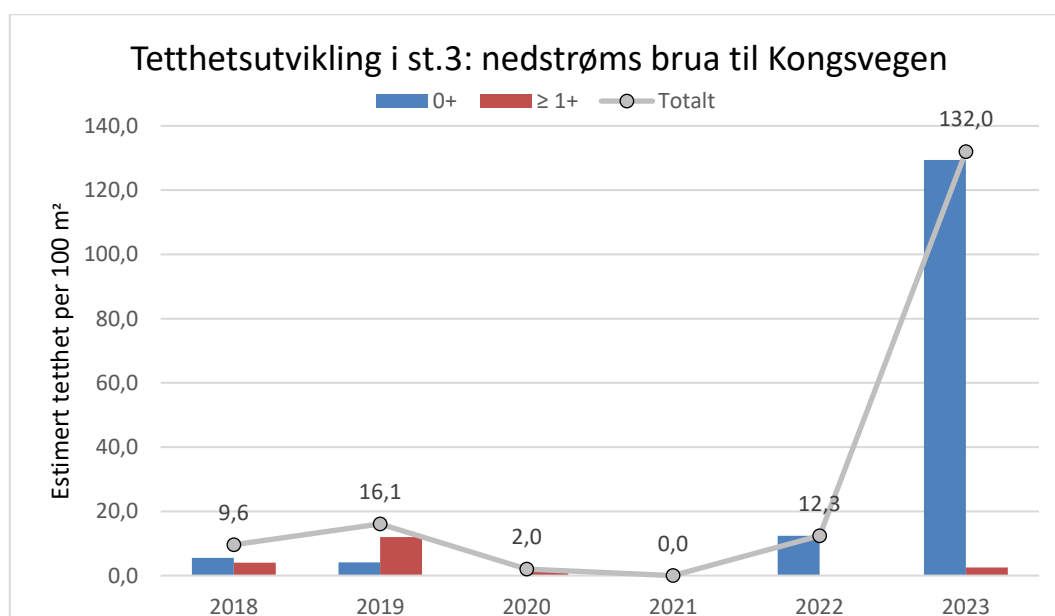
Figur 4: Estimert tetthet av ørret (per 100 m²) for stasjon 1, i perioden 2018–2023. Blå og rød stolpe viser fordelingen av henholdsvis 0+ (årsyngel) og ≥ 1+ (eldre), mens den grå linjen viser totaltettheten (begge aldersgruppene).

Stasjon 3: UTM 32V 569525 6798926

Det ble elfisket 120 m², med tre runder overfiske. Totalt ble 61 individer av ørret fanget, i lengdene 45 - 130 mm (Vedlegg 2). Ingen andre arter ble registrert. Estimert tetthet av ørret pr 100 m² er 132 individer (Tabell 3). I forhold til de tidligere undersøkelsesårene, er dette ekstremt mye høyere tettheter (Figur 5).

Tabell 3: Resultater fra elektrofiske på stasjon 3 i 2023, med avfisket areal, fangstfordeling (totalt, 0+ og ≥1+) per overfiskingsrunde (R1, R2 og R3) og estimert tetthet per 100 m² (inkl. 2 standardfeil).

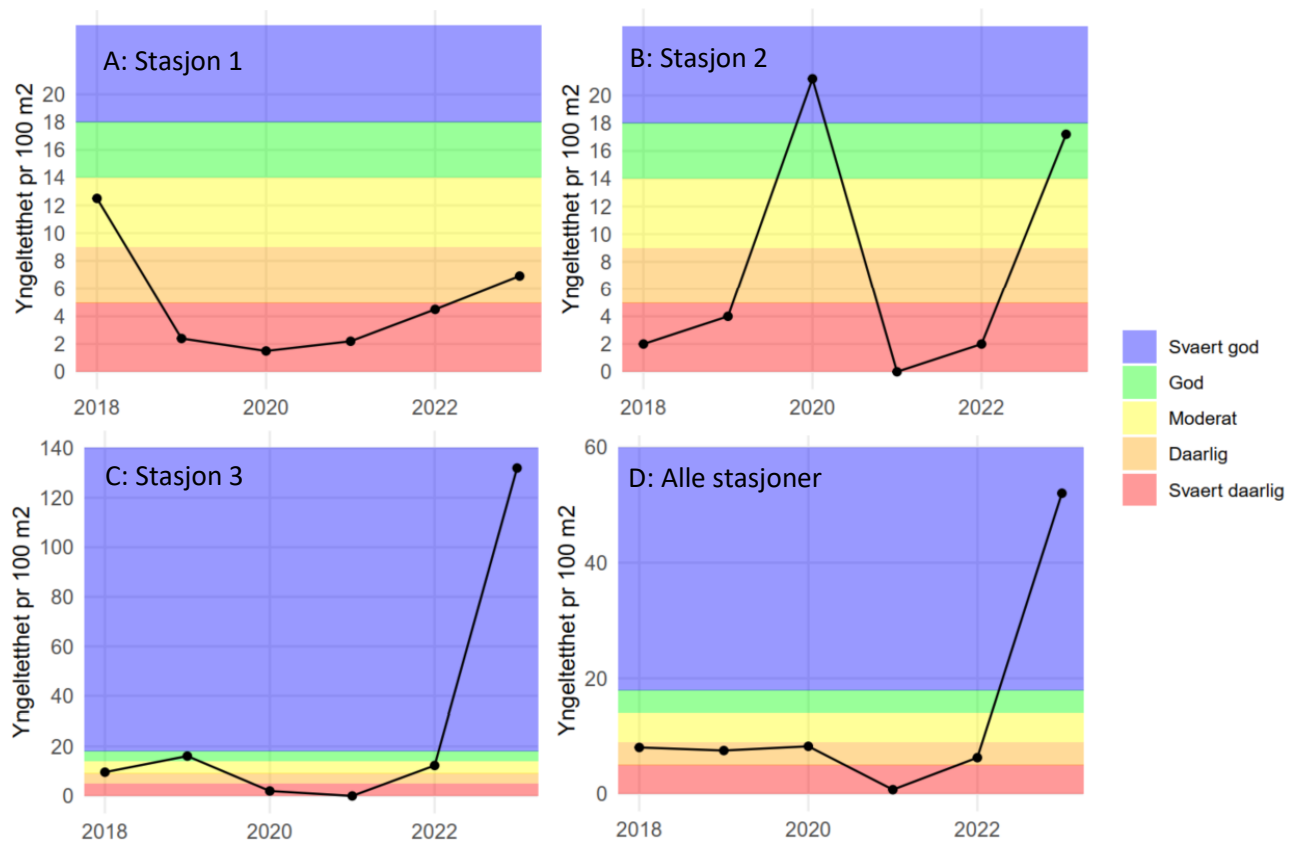
Areal (m ²)	Totalfangst			Fangst av 0+			Fangst av ≥ 1+			Estimert tetthet per 100 m ²					
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	Totalt	2SE	0+	2SE	≥1+	2SE
120	17	25	19	16	25	17	1	0	2	132,0	212,6	129,5	212,6	2,6	0,6



Figur 5: Estimert tetthet av ørret (per 100 m²) for stasjon 3, i perioden 2018–2023. Blå og rød stolpe viser fordelingen av henholdsvis 0+ (årsyngel) og ≥ 1+ (eldre), mens den grå linjen viser totaltettheten (begge aldersgruppene).

2.1. Økologisk tilstandsklassifisering med fisk som kvalitetselement

Ved bruk av klassegrenser for tettheter av ørret i klassifiseringsveilederen «Klassifisering av miljøtilstand i vann 2018», tilsvarte resultatene for stasjon 1 «dårlig» tilstand i 2023 (Figur 6 A). Dette er noe bedre enn de fire foregående årene, 2019-2022, men dårligere enn det første undersøkelsesåret. Stasjon 2 har svinget mellom «svært dårlig» og «svært god», med tilstanden «god» i 2023 (Figur 6 B). Stasjon 3 har også svinget mye, og i 2023 tilsvarte tilstanden «svært god» (Figur 6 C). Gjennomsnittlig total yngeltetthet for alle stasjonene ble i 2023 estimert til 52 individer pr 100 m², som tilsvarer «svært god» tilstand (Figur 6 D). Tidligere år har det variert mellom «Svært dårlig» og «dårlig».



Figur 6: Økologisk tilstand, kategorisert etter klassegrensene til «Klassifisering av miljøtilstand i vann 2018» for stasjon 1 (A), 2 (B), 3 (C) og gjennomsnitt for alle stasjonene (D), i perioden 2018 til 2023. Tillagt estimert totaltetthet av yngel (Svarte punkter).

3. Vurdering

Ungfiskregistreringene som har blitt utført i 2018–2023, har vist lave tettheter på de tre stasjonene i Moksa, med unntak av i 2023. I 2023 ble det påvist en økning i samtlige stasjoner, der stasjon 3 kan vise til en svært stor oppgang. Estimert totaltetthet ble på 132 ørreter per 100 m², som i all hovedsak bestod av en meget sterk årsklasse med 0+, med en estimert tetthet på 129,5 ørreter per 100 m². Med fisk som kvalitetselement, har den økologiske tilstanden variert mellom «dårlig» til «svært dårlig» i perioden 2018 til 2022. I 2023 tilsvarte tettheten derimot «svært god» tilstand.

I 2016 og 2017 gjennomførte Gudbrandsdal Sportsfiskeforening el-fiske i Moksa. Tetthetene som da ble funnet, var på nivå med våre undersøkelser fra 2018–2020. I 2021 var tetthetene i de tre stasjonene svært lave. Den 7. september 2021, kl. 09.30, oppdaget Statsforvalteren at deler av elva Moksa var tørrlagt. Det viste seg at det ikke kom driftsvann fra Moksa kraftverk, og det var heller ingen vannføring i elven oppstrøms kraftverket. Dette førte til at strekningen fra kraftverket til utløpet Lågen var uten vannføring, og det var kun små partier i elveleiet som hadde vannspeil. Fem putter ble derfor el-fisket denne dagen, før vannet kom tilbake ca. 17.00. I kulpene hadde det derfor samlet seg en del fisk, noe som resulterte i «kunstige», svært høye tettheter. De tre faste stasjonene ble derfor el-fisket på nytt dagen etter (08.09.2021). Det var bare i stasjon 1 (like oppstrøms utløpet) det ble fanget fisk – en ørret på 67 mm. Estimert tetthet ble dermed på 2,2 individer per 100 m² for alle stasjonene samlet. Selv om det ikke ble observert død fisk under undersøkelsene i 2021, er det sannsynlig at manglende driftsvann kan ha bidratt til stranding og fiskedød. I 2022 hadde den samlede totaltettheten økt til 18,9 individer per 100 m², som i all hovedsak var årsyngel, med unntak av ett eldre individ i stasjon 1. Det kan derfor tenkes at tørrlegging og fiskedød i 2021 kan ha bidratt til en sterkere årsklasse av 0+ i 2022. Dette kan forklares med en reduksjon i konkurransen fra eldre og større individer. I 2023 ble det registrert en enda kraftigere økning, men det var særlig stasjon 3 hvor økningen er kraftigst. Det er derfor nærliggende å tro at det er forhold på denne enkeltstasjonen som har ført til at egg lagt høsten 2022 har hatt stor overlevelse. Stasjonen ligger i strekningen hvor det ikke er pålagt minstevannføring, men kan muligens bli påvirket av vannstanden i terskelbassenget rett nedenfor stasjonen, ved kraftverksutløpet. Dette er derimot noe usikkert.

Moksa er en elv preget av inngrep i form av utretting, kanalisering og forbygninger. Det er sannsynlig at dette er en medvirkende årsak til de lave tetthetene som er registrert i perioden 2018 til 2022. Ideelt sett burde det vært en bredere elveprofil, slik at elva ved hjelp av sin egendynamikk kan skape varierte habitater. Samtidig har kraftutbyggingen ført til hydrologiske utfordringer for ørreten. Blant annet fungerer ikke omløpsventilen i Moksa kraftverk. Ved kraftverksutfall vil dermed vannføringen raskt reduseres nedstrøms kraftverket, noe som medfører en risiko for tørrlegging, slik det ble observert i 2021.

Det ble tidligere antatt at det var dårlig med gytegrus i Moksa, og at det dermed var få gyteplasser. Den 27. juni 2019 ble det derfor lagt ut gytegrus, samt grovere substrat, på

oversiden av terskelen i bassenget som driftsvannet føres ut i. Det ble i tillegg lagt ut stor stein i grupper fra terskelen og oppover langs vestsiden, primært tiltenkt til å bidra med skjul. Ved elektrofisket i 2020 ble det registrert en svak økning i tettheten av årsyngel, samt i den totale tettheten av ørret ved de tre stasjonene i Moksa. Dette kan like gjerne skyldes tilfeldigheter, og nødvendigvis ikke som et resultat av utlagt gytegrus. Tørrleggingen i 2021 ga en god oversikt over bunnforholdene i elva. Nedstrøms terskelbassenget består bunnen av grovt substrat, og det ble funnet svært lite gytegrus.

Den lave ungfisktettheten registrert i perioden 2018 til 2022, samt dårlig egnet habitat for ørret, understreker derfor viktigheten av en videre ungfiskovervåking i Moksa. Overvåking over tid vil dermed bidra til å fange opp både negative og positive bestandsendringer, slik som tørrleggingen i 2021, samt virkningene av eventuelle biotiltak, som eksempelvis ble gjennomført i 2019. Det er også interessant å følge med på om den ekstreme økningen på stasjon 3 vedvarer de påfølgende år.

4. Referanser

Barneche, D.R., Robertson, D.R., White, C.R. & Marshall, D.J. 2018. *Fish reproductive-energy output increases disproportionately with body size.* Science, Vol 360, utgave 6389. S. 642-645.

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T. G., Rasmussen, G. & Saltveit, S. J. 1989. *Electrofishing – Theory and practice with special emphasis on salmonids.* Hydrobiologia 173: 9-43.

Brönmark, C., Hulthén, K., Nilsson, P.A., Skov, C., Hansson, L.-A., Brodersen, J. & Chapman, B.B. 2013. There and back again: migration in freshwater fishes. Volume 92, utgave 6. <https://doi.org/10.1139/cjz-2012-0277>.

DV [Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften] 2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.* Veileder 02:2018.

Forseth, T. & Forsgren, E. (red.) 2008. *El-fiskemetodikk. Gamle problemer og nye utfordringer.* NINA Rapport 488. 74 s.

Kraabøl, M., Johnsen, S.I., Forseth, T., Museth, J. & Skurdal, J. 2012. *Hva om Hunderørret var laks?* Vann. Årgang 47, Utgave 3.

Zippin, C. 1958. *The removal method and population estimation.* Journal of wildlife management 22: 82-90.

5. Vedlegg

Vedlegg 1: Resultater fra alle år

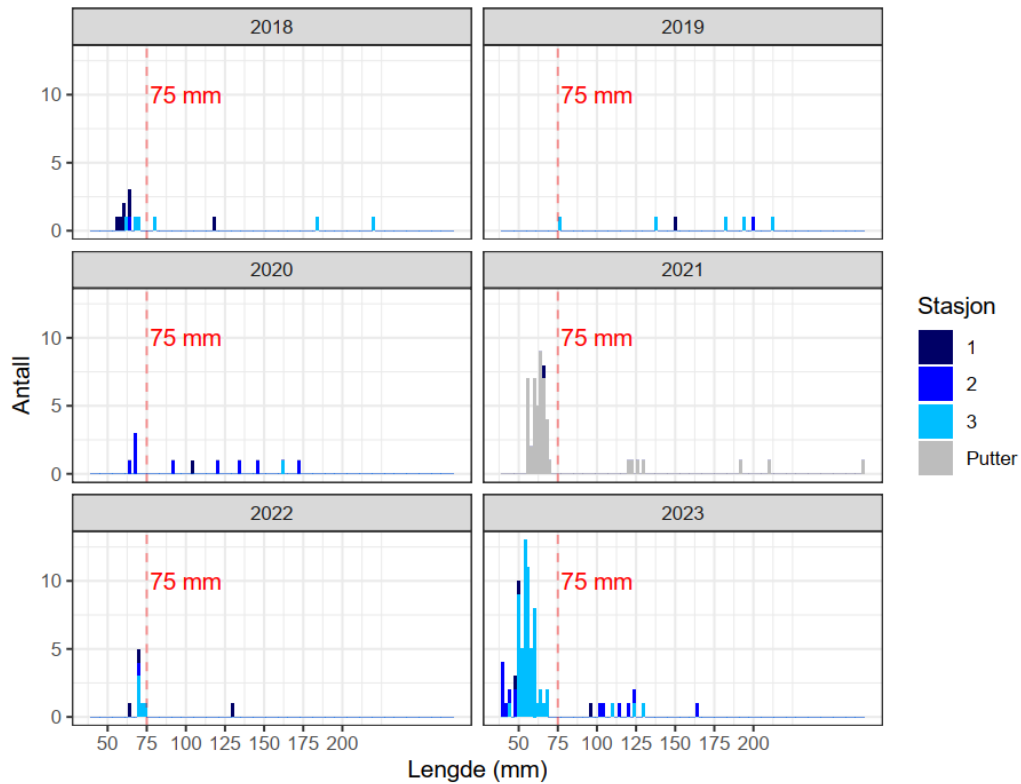
Tabell V1: Resultater fra elektrofiske etter ørret i Moxa 2018-2023. R1, R2 og R3 angir fangst ved henholdsvis første, andre og tredje gangs el-fiskerunde. Estimerte tettheter (se metodekapittel) oppgis med omtrent 95 % konfidensintervall ($\pm 2SE$) der to eller tre el-fiskerunder er foretatt. I 2021 ble det også el-fisket i noen putter grunnet tørrlegging av elva.

El-fiskedato	Stasjon				Fangst per runde									Estimert tetthet per 100 m ²					
	Nr.	Koordinater (UTM 32V)		Areal (m ²)	Totalt			0+			≥ 1+			Totalt	2SE	0+	2SE	≥ 1+	2SE
		X	Y		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3						
04.08.2023	1	569574	6798660	88	3	-	-	2	-	-	1	-	-	6,9	-	5,1	-	1,8	-
04.08.2023	2	569564	6798779	84	12	2	-	7	1	-	5	1	-	17,2	0,5	9,7	0,3	7,4	0,4
04.08.2023	3	569525	6798926	120	17	25	19	16	25	17	1	0	2	132,0	212,6	129,5	212,6	2,6	0,6
09.09.2022	1	569574	6798660	135	3	-	-	2	-	-	1	-	-	4,5	-	3,3	-	1,2	-
09.09.2022	2	569564	6798779	110	1	-	-	1	-	-	0	-	-	2,0	-	2,0	-	0,0	-
09.09.2022	3	569525	6798926	90	5	-	-	5	-	-	0	-	-	12,3	-	12,3	-	0,0	-
08.09.2021	1	569574	6798660	100	1	-	-	1	-	-	0	-	-	2,2	-	2,2	-	0,0	-
08.09.2021	2	569564	6798779	80	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
08.09.2021	3	569525	6798926	80	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
07.09.2021	Putt 1			35	17	-	-	16	-	-	1	-	-	106,2	-	101,6	-	4,6	-
07.09.2021	Putt 2			10	19	-	-	15	-	-	4	-	-	397,8	-	333,3	-	64,5	-
07.09.2021	Putt 3			6	8	-	-	6	-	-	2	-	-	276,0	-	222,2	-	53,8	-
07.09.2021	Putt 4			2	3	-	-	3	-	-	0	-	-	333,3	-	333,3	-	0,0	-
07.09.2021	Putt 5			2	2	-	-	2	-	-	0	-	-	222,2	-	222,2	-	0,0	-

El-fiskedato	Stasjon				Fangst per runde									Estimert tetthet per 100 m ²					
	Nr.	Koordinater (UTM 32V)		Areal (m ²)	Totalt			0+			≥ 1+			Totalt	2SE	0+	2SE	≥ 1+	2SE
		X	Y		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3						
31.08.2020	1	569574	6798660	105	1	-	-	0	-	-	1	-	-	1,5	-	0,0	-	1,5	-
31.08.2020	2	569564	6798779	80	9	-	-	4	-	-	5	-	-	21,2	-	11,1	-	10,1	-
31.08.2020	3	569525	6798926	80	1	-	-	0	-	-	1	-	-	2,0	-	0,0	-	2,0	-
02.10.2019	1	569574	6798660	68	1	-	-	0	-	-	0	-	-	2,4	-	0,0	-	2,4	-
02.10.2019	2	569564	6798779	40	1	-	-	0	-	-	0	-	-	4,0	-	0,0	-	4,0	-
02.10.2019	3	569525	6798926	54	5	-	-	1	-	-	4	-	-	16,1	-	4,1	-	11,9	-
30.09.2018	1	569574	6798660	120	7	-	-	6	-	-	1	-	-	12,5	-	11,1	-	1,3	-
30.09.2018	2	569564	6798779	110	1	-	-	1	-	-	0	-	-	2,0	-	2,0	-	0,0	-
30.09.2018	3	569525	6798926	120	6	-	-	3	-	-	3	-	-	9,6	-	5,6	-	4,0	-

Vedlegg 2:

Figur 7 viser lengdefordeling alle årene elfisket, farget etter stasjonene. I 2021 ble det ikke elfiske på stasjoner, siden elva var nært helt tørrlagt. Det var bare noen små putter med det gjenværende vannet, som yngelen hadde blitt konsentrert i.



Figur 7: Lengdefordeling hos ørret fanget under elfiske i Moksa, gjennom alle undersøkelsesårene for de faste stasjonene 1 (mørkeblå), 2 (blå) og 3 (lyseblå). I 2021 var elva nærmest tørrlagt, og det ble derfor elfisket bare i små gjenværende putter (grå).