



Fiskeundersøkelser i Osensjøen 2023-2024

Thor Bjørn Thorkildsen



Osensjøen 09.10.24



Reguleringer og fisk i Innlandet

Reguleringer og fisk i Innlandet RAPPORT 2025	Rapportnr.: 4/2025
Forfatter: Thor Bjørn Thorkildsen	Dato: 26.03.2025
Prosjektansvarlig: Ine Norum	Enhet: Vannforvaltning og forurensning
Finansiering: Reguleringer og fisk i Innlandet	Antall sider: 21
Emneord: fiskeressurser, vassdragsregulering, ørret, fiskebiologiske etterundersøkelser, overvåking, Osensjøen, prøvefiske	ISBN-nummer: 978-82-8410-061-6
Sammendrag: Rapporten inneholder en sammenfatning av prøvefiske gjennomført i 2024. Bakgrunnen for rapporten er etterundersøkelse av reguleringen i Osensjøen, med oppfølging av fiskebestandene.	
Referanse: Thorkildsen, T.B. Fiskeundersøkelser i Osensjøen 2023-2024. Statsforvalteren i Innlandet, rapport nr. 4/2025.	
Bilder: Alle bilder er tatt av prosjektets ansatte, med mindre annet er oppgitt.	

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 Kraft, VOKKS Kraft AS og Hadeland Kraftproduksjon. Feltarbeidet under prøvefiske og labarbeidet i etterkant er gjennomført av Thor Bjørn Thorkildsen og Thomas Ustvett. Dataanalyse og rapportskrivning er gjennomført av Thor Bjørn Thorkildsen. En spesiell takk til Nils Myrene for frivillig utlån av båt og tilrettelegging under prøvefiske. Nils Myrene har også bistått med viktig lokalkunnskap.

Lillehammer 2025

Innholdsfortegnelse

1. Sammendrag	1
2. Innledning	2
3. Metode	4
3.1 Prøvefiske	4
3.2 Analyse av alder og vekst	4
3.3 Norsk endringsindeks for fisk	5
3.4 Kvantitative analyser	5
4. Resultater	6
4.1 Fangster ved prøvefiske	6
4.2 Dybdefordeling	9
4.3 Norsk endringsindeks for fisk	9
4.4 Bestandsstruktur hos lagesild	11
5. Regulering, isløsning og sommertemperatur	12
5.1 Fyllingskurve	12
5.2 Isløsning	12
5.3 Sommertemperatur	13
6. Diskusjon	14
6.1 Utvikling i lagesildbestanden	14
6.2 Utvikling i fiskesamfunnet	16
6.3 Klassifisering av økologisk tilstand	17
6.4 Anbefaling	17
7. Referanser	18

1. Sammendrag

Målsetningen med denne undersøkelsen var å få en oppdatering av fiskesamfunnet og bestandsstruktur hos lagesild i Osensjøen, som ligger i Trysil og Åmot kommune (VannforekomstID: 002-162-L). I Osensjøen har fisket vært en viktig ressurs for lokalbefolkningen i lang tid. Etter utsetninger av lagesild og sik i innsjøen på slutten av 1800-tallet, har disse artene vært dominerende i fiskesamfunnet, og skapt et grunnlag for et betydelig næringsfiske gjennom 1900-tallet. Siken har vært av god kvalitet, og lagesilda har vært usedvanlig storvokst. Fiskeundersøkelsene fra slutten av 1900-tallet og etter 2000-tallet viser at antall lagesild har økt, men at størrelsen hos lagesilda har blitt betydelig mindre. Samtidig har andel sik i de pelagiske vannmassene blitt stadig mindre. Her gjør vi en oppdatert vurdering av fiskesamfunnet og lagesildbestanden, fra prøvefiske gjennomført i 2023 og 2024.

Prøvefiskefangstene indikerer en sterk økning av mort i strandsonen til Osensjøen. I flytegarmsfangstene var lagesild fortsatt den dominerende fiskearten, men tetthetene av lagesild kan likevel anses som svært lave, og siken var nå totalt fraværende i flytegarma. Lagesilda har igjen blitt enda mindre i størrelse, nå med en gjennomsnittslengde på 150.8 mm og vekt på 22.8 g. I tillegg var nesten samtlige lagesild kjønnsmodne, som indikerer en tidligere alder for kjønnsmodning.

Hva som er årsaken til endringer i fiskesamfunnet er usikkert, men endringer i klima har trolig hatt en påvirkning. Etter 2000-tallet har årlig lufttemperatur om sommeren blitt gjennomsnittlig én hel grad varmere. I andre innsjøer er det vist at rekrutteringen hos varmekjære arter responderer positivt på økte temperaturer. Trolig er det abbor og mort som vil reagere mest positivt på temperaturøkningen, men innsjøen er også regulert, og artene vil trolig være avhengig av tidspunkt for oppfylling av magasinet. Morten gyter ved et noe seinere tidspunkt enn abberen, som kan gjøre at gytetidspunktet for morten inntreffer ved en høyere vannstand. Dette kan muligens ha ført til at morten har fått mest utnytte av temperaturøkningene.

Endret livshistorietrekk hos lagesild kan også være et resultat av økte sommertemperaturer, der lagesild som kjønnsmodnes tidligere har blitt favorisert. En tidligere kjønnsmodning vil igjen kunne påvirke vekstmønsteret og størrelsen hos lagesilda. Men tilgang til næring vil også kunne være en forklaring på dårligere vekst. Muligens har økningen i lagesildbestanden ført til at dyreplanktonet har blitt så sterkt nedbeitet, at siken har blitt utkonkurrert fra de pelagiske vannmassene, og til slutt også ført at lagesildbestanden har fått seg en knekk.

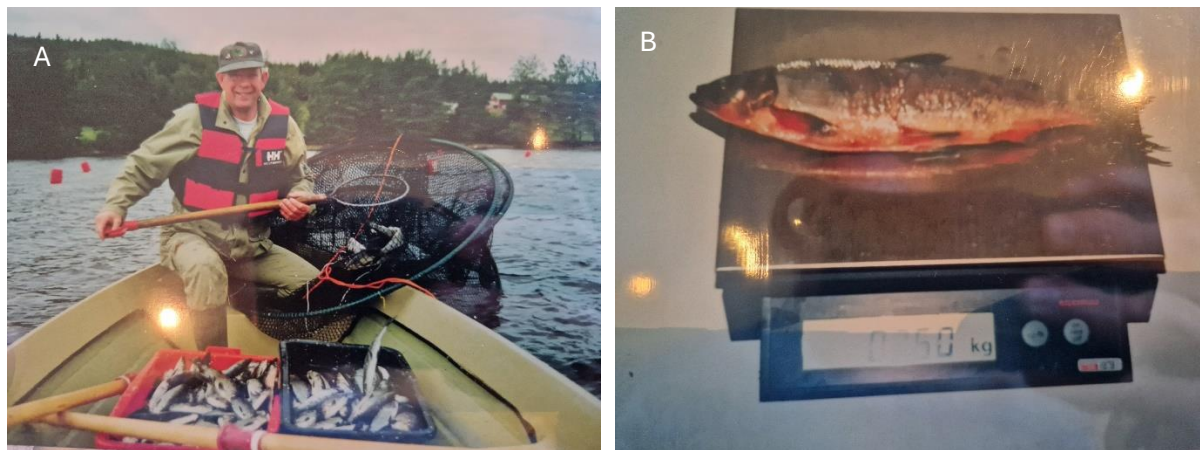
I en undersøkelse på fiskesamfunnet i Osensjøen fra 2013, vurderes den økologiske tilstanden i Osensjøen som «moderat» til «dårlig». Dette med bakgrunn i dominansforhold mellom artene i strandsonen, der arter som var sårbare for reguleringen var lite representert (ørret, harr, abbor, mort, gjedde og ørekyte). Mort er betydelig mer representert i fangstene ved prøvefiske i 2023 og 2024, og abbor er noe mer representert. Ørret og harr fanges fortsatt i et like lavt antall. Osensjøen kan kategoriseres som en sterk modifisert vannforekomst (SMVF), og miljømålet som skal brukes her er «godt økologisk potensial». Et «godt økologisk potensial» oppnås først når alle realistiske tiltak er gjennomført. Siden 2013 er det ikke gjennomført tiltak for å bedre situasjonen.

2. Innledning

Osensjøen (innsjønr. 162) er en stor regulert innsjø i Trysil og Åmot kommune, hvor utløpselva drenerer naturlig ut til Rena via Søndre Osa (Figur 2). Innsjøen blir beskrevet som kalkfattig, humøs og dyp i forhold til Vanddirektivets tilstandsklasser (Vann-nett 2024¹). Glommen og Lågen Brukseierforening (GLB) fikk konsesjon til regulering på 6.6 m i 1928, med fornyet konsesjon i 1999. Dammen til Osensjøen ligger ved Valmneset, men inntakspunktet ligger ved Gørrvika som leder vannet gjennom en 14-km lang kraftverkstunnel, ned til Osa kraftverk ved Rena elv (Figur 2).

Osensjøen har tidligere blitt beskrevet som «uvanlig rik på fisk», og antageligvis var fisket viktig for bosetningen i området (Hagen 1946, Bratlie m.fl. 2017). Hagen (1946) nevner røye som en viktig art i fisket på 1700-tallet. Etter introduksjon av sik (*Coregonus lavaretus*) og lagesild (*Coregonus albula*) på 1800-tallet (Vuorinen m.fl. 1991, Sandlund 1992), har derimot røya vært fraværende i fangstene. Utsettingene av sik og lagesild førte til etablerte bestander, som også vokste raskt og dannet grunnlag for et betydelig næringsfiske. På 1980-tallet ble det beregnet et uttak av fisk på 7 tonn pr år, hvor sik utgjorde bortimot 5 tonn og lagesild ca 0.5 tonn (Linløkken 1990).

Lagesilda ble svært storvokst i Osensjøen, og i perioden 1976-1990 var gjennomsnittlig størrelse hos gytefisk på 27-28 cm og 180 g (Sandlund m.fl. 1991). Undersøkelser etter 1998 viser at veksten hos lagesilda avtok kraftig (Linløkken & Rukan 2009, Linløkken m.fl. 2011, Sandlund mfl. 2014, Sandlund m.fl. 2020). Vekststagnasjonen ble målt til 25 cm i 2008 (Linløkken & Rukan 2009), 21 cm i 2013 (Sandlund mfl. 2014), og i siste undersøkelse fra 2019 var den gjennomsnittlige størrelsen hos gytefisk på 17.3 cm og 35 g (Sandlund m.fl. 2020).



Figur 1: Bilde av Nils Myrene (A) under næringsfiske med storruse i Osensjøen 2000. Bilde av en lagesild (B) tatt under næringsfiske i 2000, på over 200 g.

Lagesild og sik utgjorde omtrent 50 % hver i flytegarmsfangstene fram til slutten av 1990-tallet (Linløkken & Sandlund 2003), men etter 90-tallet har andelen sik gått gradvis ned (Linløkken & Rukan 2009). I prøvefisket fra 2009 og 2013 utgjorde andelen sik i flytegarma bare 10-30 % (Linløkken & Rukan 2009, Sandlund m.fl. 2014). Undersøkelser gjort med ekkolodd i perioden 1986-2009 viser jevne svingninger i forholdet mellom artene, men at det i 2009 var en betydelig økning av antall lagesild (Linløkken & Rukan 2009). Antall sik som ble registrert på

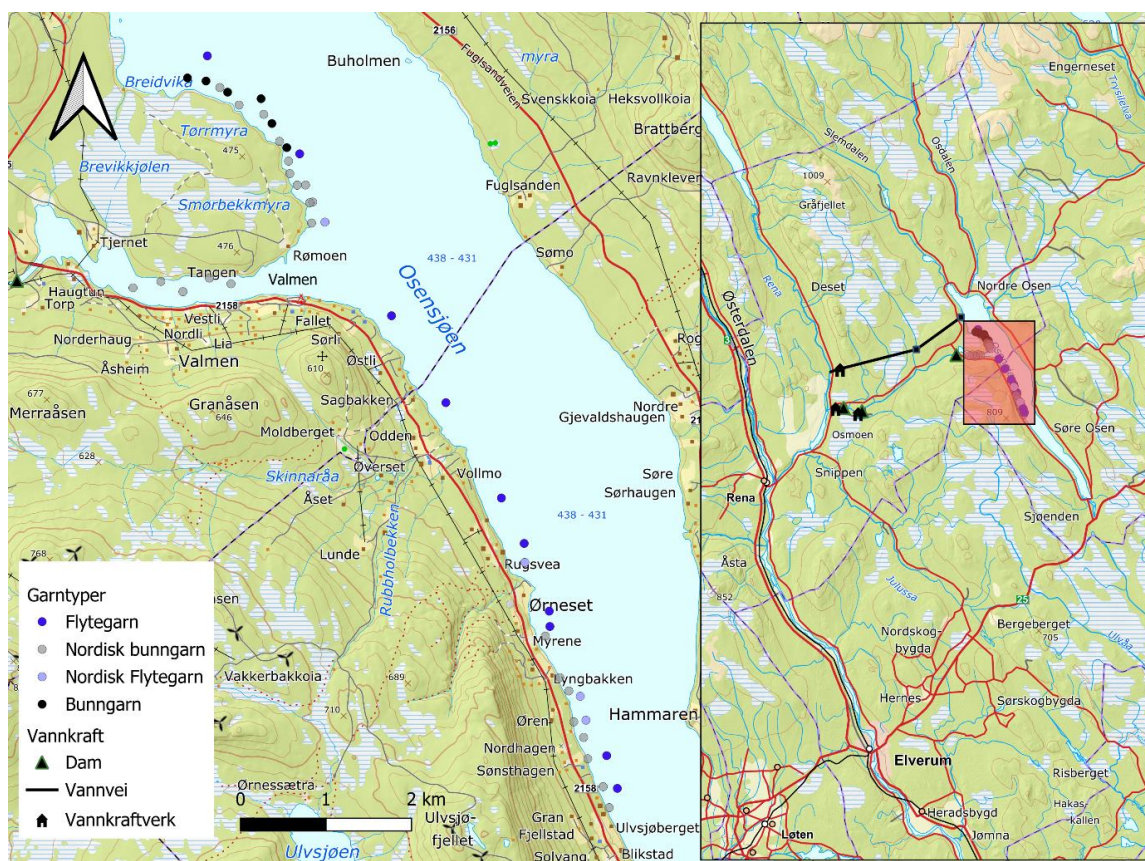
ekkolodd var ikke så dårlig som flytegarna skulle tilsi, men Sandlund m.fl. (2014) antok likevel at nedgang i sikbestanden var reell. Linløkken & Sandlund (2015) fant en positiv sammenheng med temperatur og rekruttering for både lagesild og sik. I tillegg var siken positiv korrelert med økt vannstand etter klekking, og sen isløsning (Linløkken & Sandlund 2015).

I Osensjøen er det også registrert ørret, harr, lake, gjedde, abbor, mort og ørekyte. Ørret var under prøvefiske i 1987 dominerende i bunngarnsfangstene, og harr var også godt representert (Linløkken 1990). Det ble fanget et lavt antall av sik, lagesild, gjedde, lake og abbor. Etter årtusenskiftet har sik og lagesild dominert i bunngarnsfangstene, mens ørret og harr har vært fåtallige (Linløkken & Rukan 2009, Linløkken 2011, Sandlund mfl. 2014). Mort har kommet mer inn i fangstene ved de siste undersøkelsene. I 1987 og 2009 ble det ikke fanget en eneste mort (Linløkken 1990, Linløkken & Rukan 2009). Under prøvefiske i august 2013 ble det fanget en andel på 17 % (Sandlund m.fl. 2014), og ved prøvefiske i Valmen i 2021 ble det fanget hele 222 (60 %) mort (Grimsgaard 2022).

3. Metode

3.1 Prøvefiske

Natt til 27. september 2023 ble det satt seks jensenserier (16, 19.5, 22.5, 26, 29, 35 og 39 mm), og én flytegarserie (16, 19.5, 22.5, 26, 29, 35, 39 og 45 mm) i dybde 0-6 m. Fire av seriene ble satt i lenker, bestående av fire garn med lik maskevidde, i dybder fra 0 til 17 meter. To serier ble satt enkeltvis, i dybder 0 til 5 meter. Et nytt prøvefiske ble gjennomført natt til 27. august 2024. Her ble det satt åtte nordiske bunngarn (5-55mm maskevidde) på nordsiden av Valmen, fordelt på fire garn grunnere enn syv meter og fire garn dypere enn syv meter. Det ble også satt to serier med flytegar på 6-12 m og 12-18 m dyp. Natt til 28. august ble det satt åtte nordiske bunngarn sør for Ørneset (figur 2), to nordiske flytegar på 8-14 m og 12-18 m dyp, og én flytegarserie på 12-18 m dyp. Ny runde med prøvefiske ble gjennomført 09. oktober, med åtte nordiske bunngarn, to nordiske flytegar på 0-6 og 6-12 m dyp, seks bunngarn (10 og 13 mm) og to serier flytegar (10, 13, 16, 19 mm) på 8-14 m og 8-9.5 m dyp (Figur 2).



Figur 2: Kart over Osensjøen i Trøndelag og Åmot kommune, med posisjoner for flytegar i lenker (mørkeblå), nordiske flytegar (lyseblå), nordiske bunngarn (grå) og enkelte bunngarn (svarte) satt under prøvefiske i 2024. Kilde: Kartverket og NVE.

3.2 Analyse av alder og vekst

For aldersbestemmelse ble øresteinene brent og delt på tvers, og antall vintersoner ble telt opp. Skjell ble brukt for tilbakeberegning av vekst og tilvekst. Lengdevekst per år er tilbakeberegnet fra skjellradiene, basert på direkte proporsjonalitet mellom fiskelengde og skjellradius (Lea 1910).

3.3 NEFI – Norske endringsindeks for fisk

For klassifisering av økologisk tilstand ble det brukt norsk endringsindeks for fisk (NEFI) som hjelpemiddel (Veileder 2018). NEFI gjør det mulig å sammenligne dagens fiskesamfunn med naturtilstanden/referansetilstanden, altså hvordan fiskesamfunnet var sammensatt før 1900-tallet. Eventuelt kan NEFI også brukes til å sammenligne to prøvefiskerunder (DV 2018). Sandlund m.fl. (2014) skriver at de ikke fant god nok dokumentasjon på hvordan referansetilstanden i Osensjøen var før reguleringen. Det blir derfor brukt dataene fra 2013 (Sandlund m.fl. 2014) som et sammenligningsgrunnlag istedenfor. For å et likest mulig sammenligningsgrunnlag, ble det brukt relativt likt oppsett i garnsammensetning og fiskeområde. I 2013 ble det derimot utført et målrettet fiske etter sik på gyteområdet i gytetiden (Sandlund m.fl. 2014), som ikke ble gjentatt i 2024. Disse dataene fra 2013 er derfor utelukket i sammenstillingsgrunnlaget, og det er bare brukt data fra garnfiske i mai og august fra prøvefiske 2013.

I et fiskesamfunn med flere enn fem arter, anbefaler veilederen (2018) at referansetilstanden regnes ut på grunnlag av fem arter. Det burde velges ut de artene som er mest tallrike, og de som er sensitive overfor den eller de aktuelle påvirkningene (Veileder 2018). Her brukes sik og lagesild, ettersom de historisk har vært mest tallrike i innsjøen etter 1900-tallet (Sandlund m.fl. 1991, Linløkken & Sandlund 2003, Linløkken & Rukan 2009). Mort og abbor tas med siden de i stor grad er knyttet til strandsonen, og kan bli sterkt påvirket av reguleringen (Matt m.fl. 2021). Mort anses også som en viktig art å overvåke, ettersom økningen i bestanden har vist seg å kunne øke interngjødsling (Horppila m.fl. 1992, Haugen m.fl. 2019). Ørret er en populær sportsfiskeart, som det er også knyttet ulike tiltak til, blant annet gjennom tidligere utsettinger og habitatforbedringer i Søndre Osa (Linløkken 1990, Nashoug 2003).

3.4 Kvantitative analyser

Behandling og sortering av data ble gjort i Microsoft Excel Office 365 (Microsoft 2018). For visualisering av data ble det brukt pakken *ggplot2* (Wickham 2016) i Rstudio versjon 4.4.0. (Rstudio Team 2024). Kart er lagd i Qgis (QGIS utviklingsteam 2020).

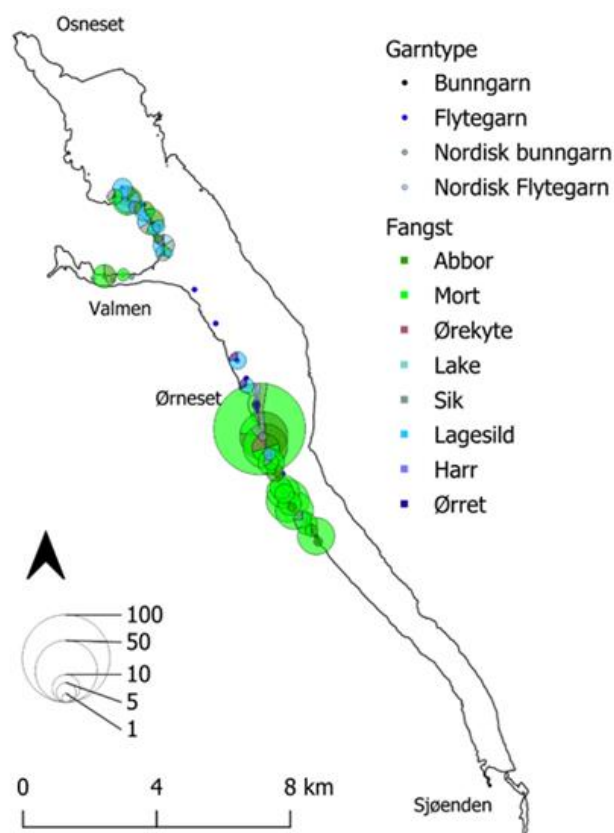
4. Resultater

4.1 Fangster ved prøvefisket

Under prøvefiske i Osensjøen 2023 og 2024 ble det total fanget 256 mort (69.9 %, 10158 g), 42 abbor (11.5 %, 3662 g), 34 lagesild (9.2 %, 777 g), 20 sik (5.5 %, 2672 g), 4 lake (1 %, 2994 g), 3 harr (0.8 %, 342 g) og 3 ørret (0.8 %, 823 g). All mort (NPUE = 9.5), abbor (NPUE = 1.56), sik (NPUE = 0.7), lake (NPUE = 0.15), harr (NPUE = 0.11) og ørekyte (NPUE = 0.15) ble fanget i bunngarn. Ørretene ble fanget i flytegarna (NPUE = 0.02). 21 individer av lagesild ble (NPUE = 0.78) fanget i bunngarn, mens 13 individer (NPUE = 0.1) ble fanget i flytegarn (Tabell 1, Figur 3, 5 & 6).

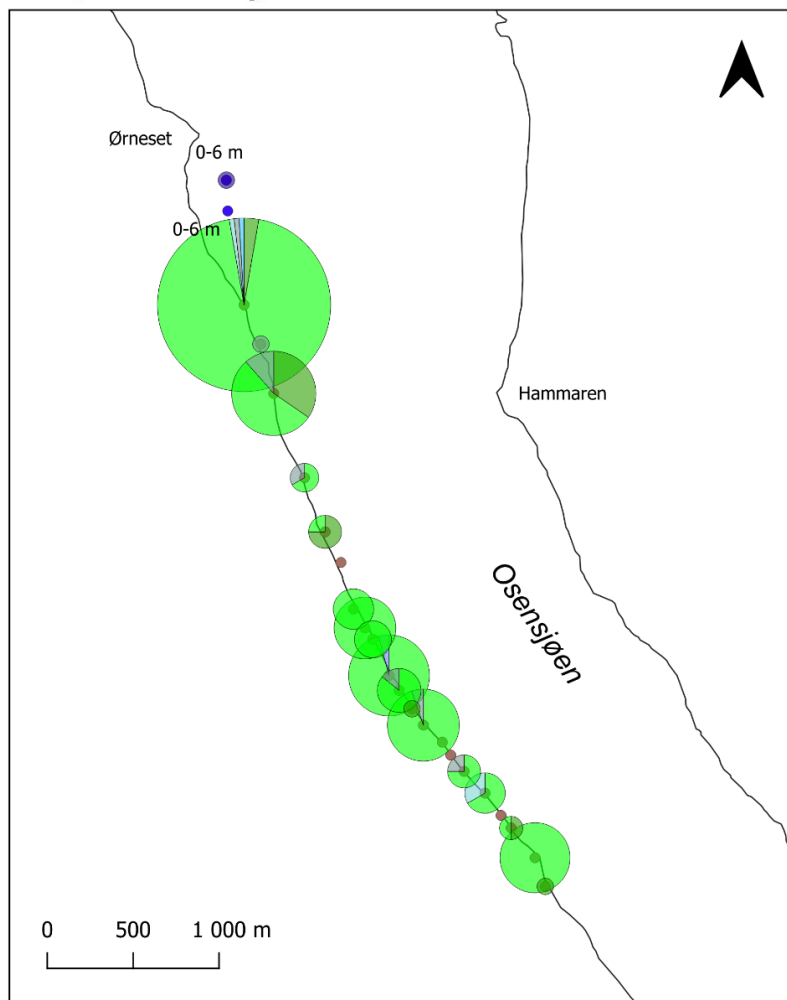
Tabell 1: Fangstfordeling (N) under prøvefiske i Osensjøen 2023 & 2024, fordelt på bunngarn og flytegarn. NPUE = antall fangst per innsatsenhet (100m² /12 timer).

Fangstresultater fra prøvefiske Osensjøen 2023 & 2024					
Art	Bunngarn		Flytegarn		Totalt
	N	NPUE	N	NPUE	
Mort	256	9.5	0	0	69.9 %
Abbor	42	1.56	0	0	11.5 %
Sik	20	0.7	0	0	5.5 %
Lagesild	21	0.78	13	0.1	9.3 %
Lake	4	0.15	0	0	1.1 %
Harr	3	0.11	0	0	0.8 %
Ørret	0	0	3	0.02	0.8 %
Ørekyte	4	0.15	0	0	1.1 %
Sum	350	12.95	16	0.12	

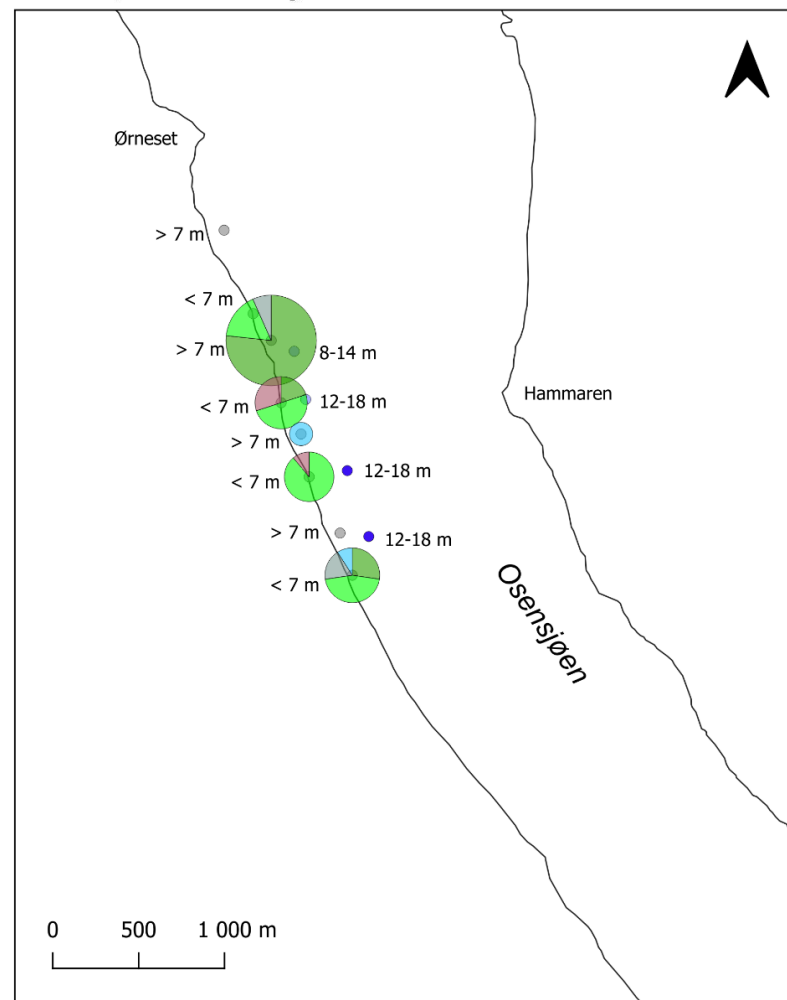


Figur 3: Prøvefiske gjennomført i vestenden av Osensjøen i 2023 og 2024, med fordeling av fangstene for hvert garn.

A: Prøvefiske Osensjøen 27.09.2023



B: Prøvefiske Osensjøen 28.08.2024



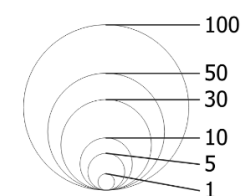
Garntype

- Flytegarn
- Nordisk Flytegarn
- Nordisk bunngarn
- Bunngarn

Fangst

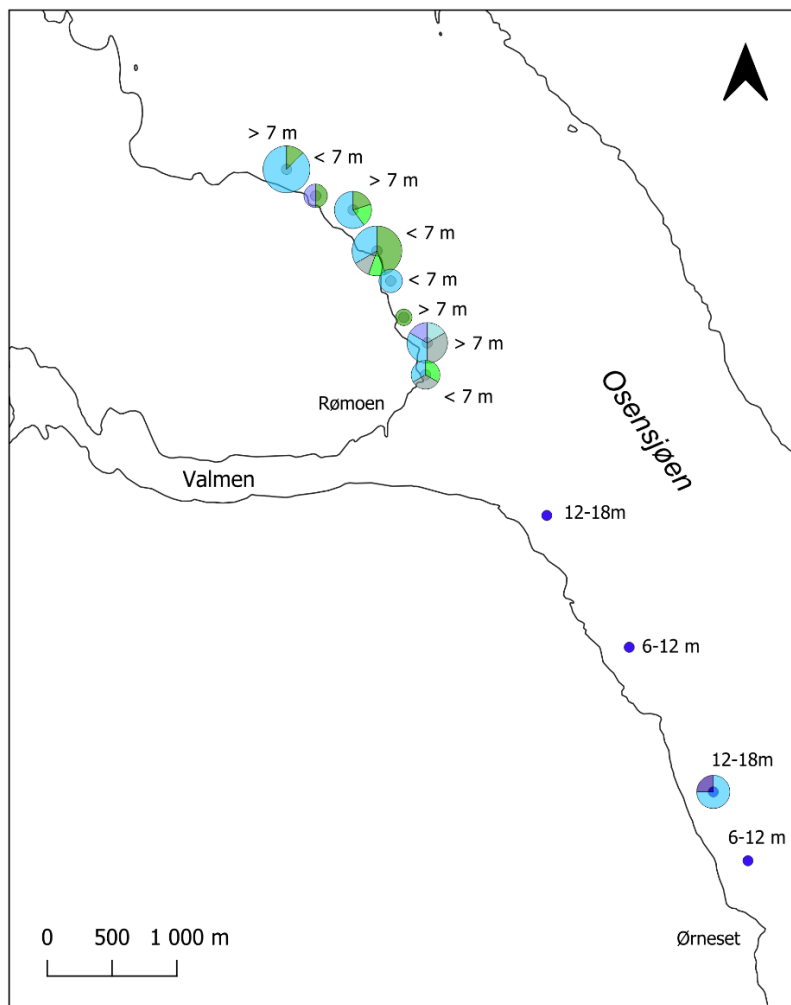
- Abbor
- Mort
- Ørekyte
- Lake
- Sik
- Lagesild
- Harr
- Ørret

Antall

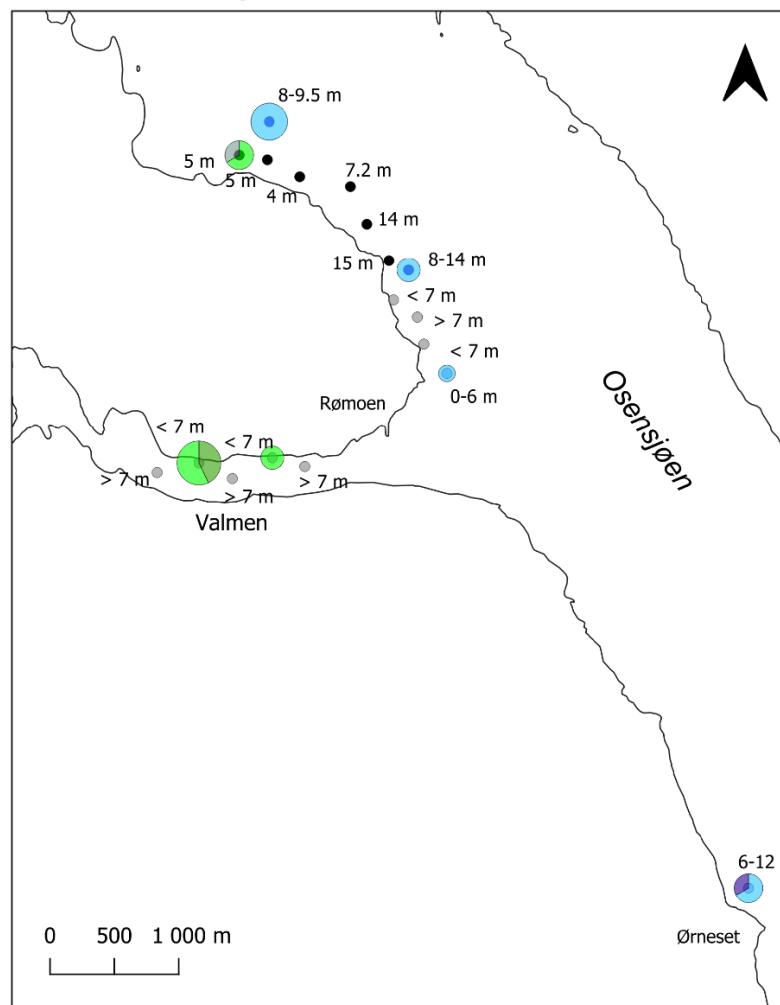


Figur 5: Garnposisjoner med fangstfordeling Sør for Ørneset i Osensjøen, under prøvefiske 27.09.2023 (A) og 28.08.2024 (B).

A: Prøvefiske Osensjøen 27.08.2024



B: Prøvefiske Osensjøen 09.10.2024



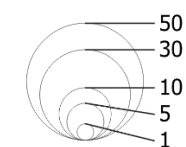
Garntype

- Flytegarn
- Nordisk Flytegarn
- Nordisk bunngarn
- Bunngarn

Fangst

- Abbor
- Mort
- Ørekyte
- Lake
- Sik
- Lagesild
- Harr
- Ørret

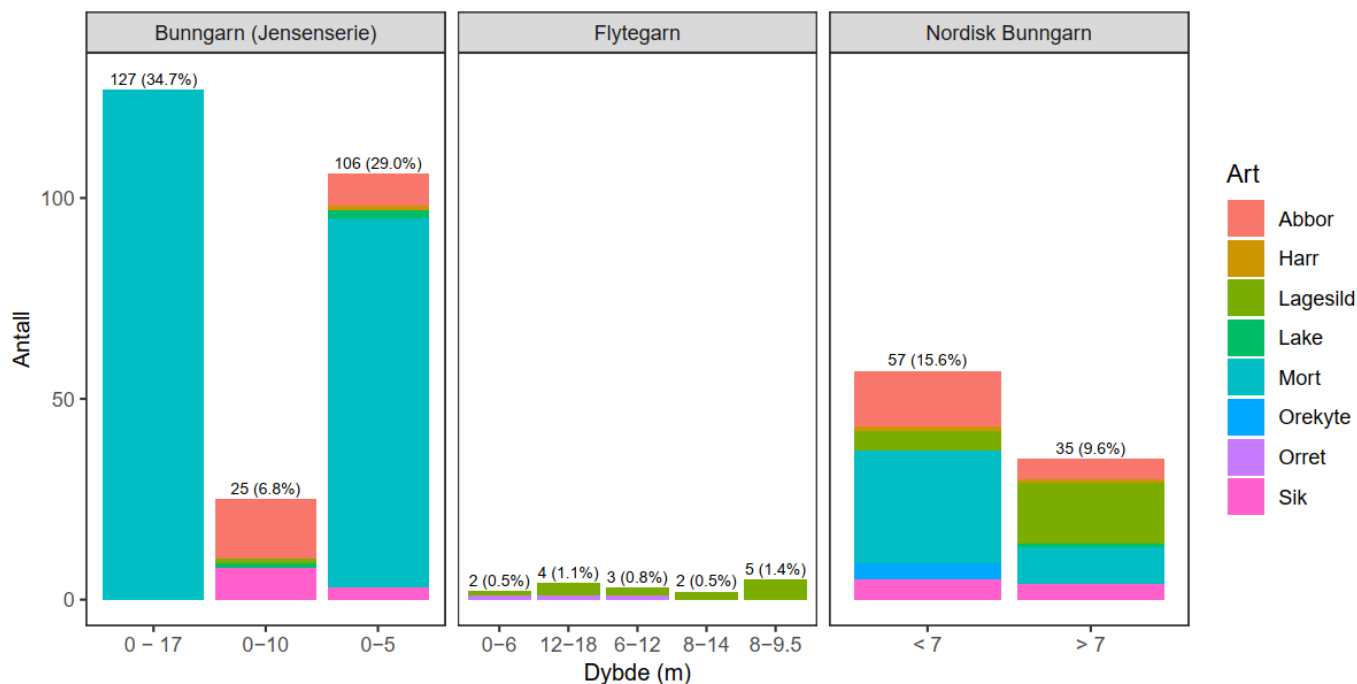
Antall



Figur 6: Garnposisjoner med fangstfordeling i Osensjøen ved Valmen og Rømoen, under prøvefiske 27.08.2024 (A) og 09.10.2024 (B).

4.2 Dybdefordeling

Størst andel av fangstene ($n = 127$, 34.7 %) var i bunngarnslenkene satt sør for Ørneset på 0-17 m dyp (Figur 4 & 5). Dette var utelukkende mort. Fangstene i enkeltgarna, satt på 0-5 m dyp, utgjorde en andel på 29 % av total fangst (Figur 4). Fangster i nordiske bunngarn satt grunneren enn 7 m utgjorde 15.6 %, mens 9.6 % ble fanget i nordiske bunngarn satt dypere enn 7 m (Figur 4). Bare 4.3 % av total fangst ble tatt i flytegarn. Det var ingen betydelig forskjell mellom de ulike dybdene flytegarna ble satt i (Figur 4).



Figur 4: Fangst i de ulike dybdene under prøvefiske i Osensjøen i 2023 og 2024, fordelt på jensenserien, nordiske bunngarn og flytegarn.

4.3 NEFI – Norsk endringsindeks for fisk

Fra prøvefiske gjennomført av Sandlund m.fl. (2014) i mai og august 2013, blir lagesild og sik klassifisert som dominant etter veilederen (DV 2018). Mort, abbor, lake, ørret og gjedde blir klassifisert som vanlige, og harr og ørekyte blir klassifisert som sjeldne (Tabell 2). Dette tilsvarer en referansetilstand (RT) på 4.25 (Tabell 3).

For prøvefiskefangstene i 2023 og 2024, blir sik og lagesild nedjustert til vanlige (Tabell 1). Andelen mort gjør derimot at denne arten blir klassifisert som dominant. Abbor blir fortsatt klassifisert som vanlig, mens andelen ørret gjør at arten blir nedklassifisert fra vanlig til sjelden. Dette tilsvarer en endringsgrad (EG) på 1.3 (Tabell 3). NEFI ((RT-EG)/RT) tilsvarer 0.694 (Tabell 3).

Tabell 2: Resultater fra prøvefiske i Osensjøen mai og august 2013 (A) og prøvefiske 2023/2024 (B), med antall, prosentfordeling og dominansklassifisering etter veilederen «Klassifisering av miljøtilstand i vann» (DV 2018, Sandlund m.fl. 2014).

A: Dominansforhold fra prøvefiske 2013			
Art	N	%	Dominans-klassifisering
Mort	8	4.9 %	Vanlig (V)
Abbor	11	6.75 %	Vanlig (V)
Sik	68	41.7 %	Dominant (D)
Lagesild	87	53.37 %	Dominant (D)
Lake	8	4.9 %	Vanlig (V)
Harr	1	0.6 %	Sjelden (S)
Ørret	3	1.84 %	Vanlig (V)
Ørekyte	0	0 %	Sjelden (S)
Gjedde	4	2.45 %	Vanlig (V)
Totalt	163	100 %	

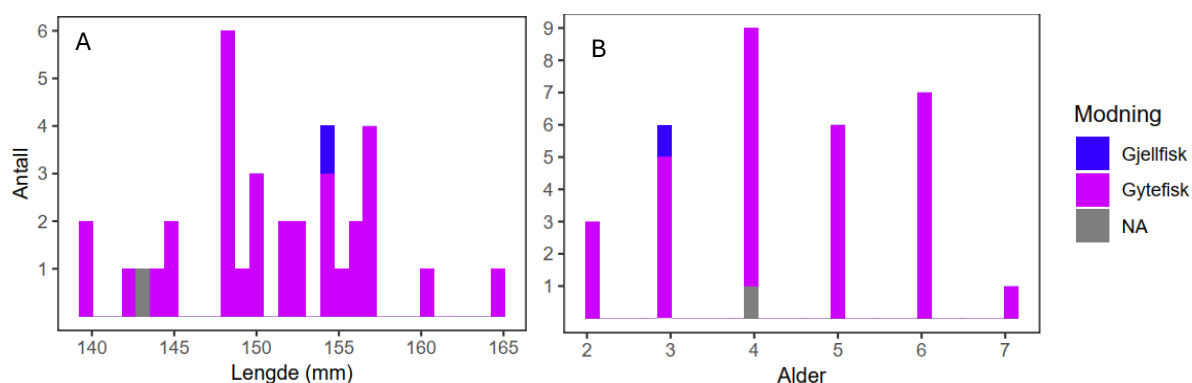
B: Dominansforhold fra prøvefiske 2023/2024			
Art	N	%	Dominans-klassifisering
Mort	256	69.9 %	Dominant (D)
Abbor	42	11.5 %	Vanlig (V)
Sik	20	5.5 %	Vanlig (V)
Lagesild	21	9.3 %	Vanlig (V)
Lake	4	1.1 %	Vanlig (V)
Harr	3	0.8 %	Sjelden (S)
Ørret	0	0.8 %	Sjelden (S)
Ørekyte	4	1.1 %	Vanlig (V)
Gjedde	0	0.0 %	Sjelden (S)
Totalt	350	100 %	

Tabell 3: Beregning av norsk endringsgrad for fisk (NEFI) for Osensjøen, med referansetilstand (RT) og endringsgrad (EG). RT baser seg på data fra 2013 (Sandlund m.fl. 2014), med et utvalg av fem arter (sik, lagesild, abbor, mort og ørret). EG baser seg på endring i dominansforhold hos de ulike artene fra 2013 til 2023/2024.

Endring			
RT=	$ND \times WD + NV \times WV + NS \times WS =$	$= (2 \times 1) + (3 \times 0.75)$	4.25
EG=At+Ar=	$[ND \times WD + NV \times WV + NS \times WS] + [NDV \times WrDV + NVS \times WrVS + NDS \times WrDS] =$	$= [(0 \times 1) + (0 \times 0.75) + (0 \times 0.5)] + [2 \times 0.4 + 1 \times 0.5]$	1.3
NEFI=	$(RT - EG) / RT =$	$(4.25 - 1.3) / 4.25$	0.694

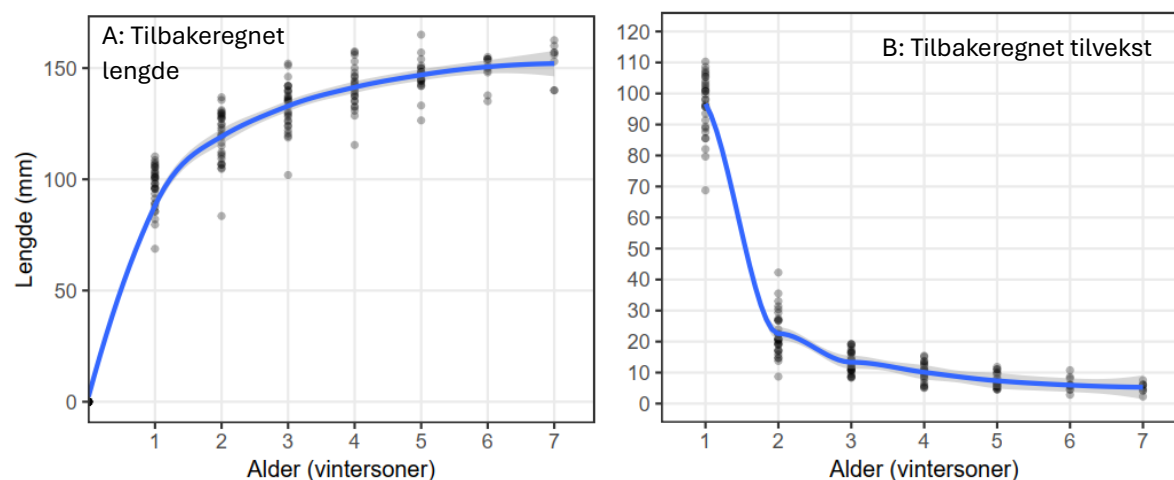
4.4 Bestandsstruktur hos Lagesild

Lagesilda ble fanget i garn med maskevidde 8 mm ($n = 3$, 9 %), 12 mm ($n = 14$, 42 %) og 16 mm ($n = 16$, 48 %). Lengden hos lagesilda varierte mellom 140 mm og 165 mm (Figur 7 A), og vekta varierte mellom 16 g og 31 g. Tre individer ble aldersbestemt til å være to år gamle, og ett individ ble aldersbestemt til å være syv år gammel (figur 7 B). Fordelingen av lagesild i alder tre til seks år var relativt jevnt, men med en svak overvekt av fireåringer (Figur 7 B). 32 av 33 individer (97 %) ble vurdert som kjønnsmodne (gytefisk). Gjennomsnittlig lengde for kjønnsmoden lagesild var på 150.8 mm ($SD \pm 5.7$ mm), og gjennomsnittlig vekt var på 22.8 g ($SD \pm 3.5$ g).



Figur 7: Fordeling av lengde (A) og alder (B) for lagesild fanget under prøvefiske i 2023 og 2024. Lagesilda ble vurdert som kjønnsmoden/gytefisk (lyseblå) eller ikke kjønnsmoden /gjellfisk (mørkeblå). Én lagesild, som ble fanget i 2023, ble ikke vurdert for kjønnsmodning (grå/NA).

Tilbakeregnet førsteårsvekst hos lagesild var på 96.6 mm ($n = 31$, $SD \pm 9.6$ mm) (Figur 8 A & B). Ved den andre vekstsesong avtar veksten kraftig, med en gjennomsnittlig tilvekst på 22.6 mm ($SD \pm 7$ mm) og lengde på 119 mm ($SD \pm 11.54$ mm) (Figur 8 B). Tilveksten synker herfra gradvis, og ved seks års alder er gjennomsnittlig tilvekst på 5.1 mm ($n = 8$, $SD \pm 1.96$ mm).

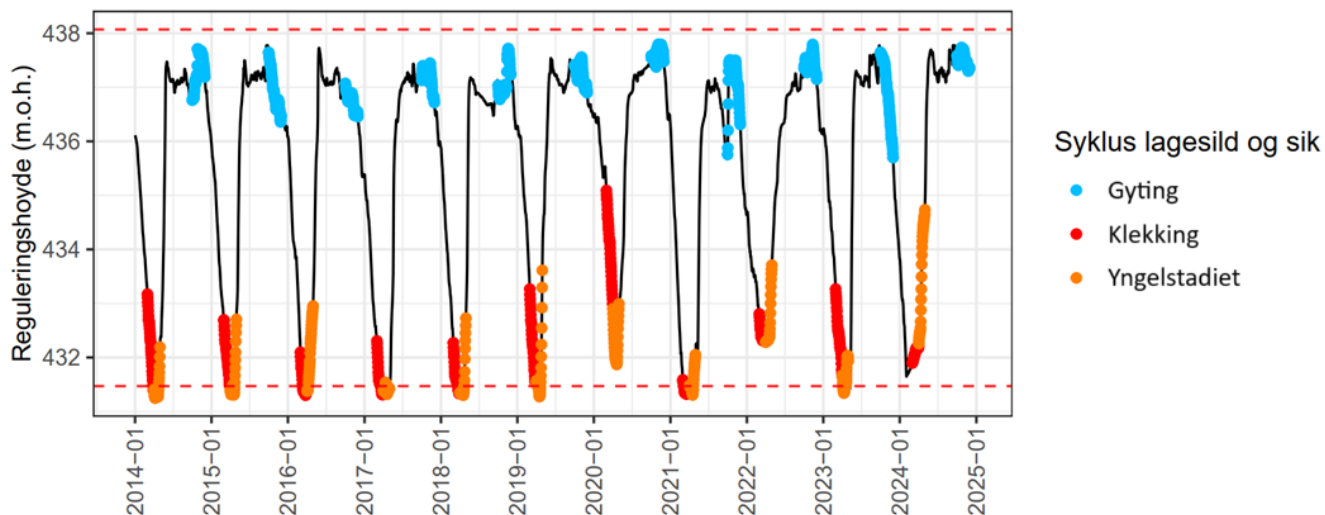


Figur 8: Tilbakeregnet vekst (A) og tilvekst (B) for hvert individ av lagesild (svarte punkter) fanget under prøvefiske 2024. Tillagt er trendlinje (blå linje) for vekst og tilvekst, med 95 % konfidensintervall (grått område).

5. Regulering, isløsning og sommertemperatur

5.1 Fyllingskurve og syklus hos lagesild og sik

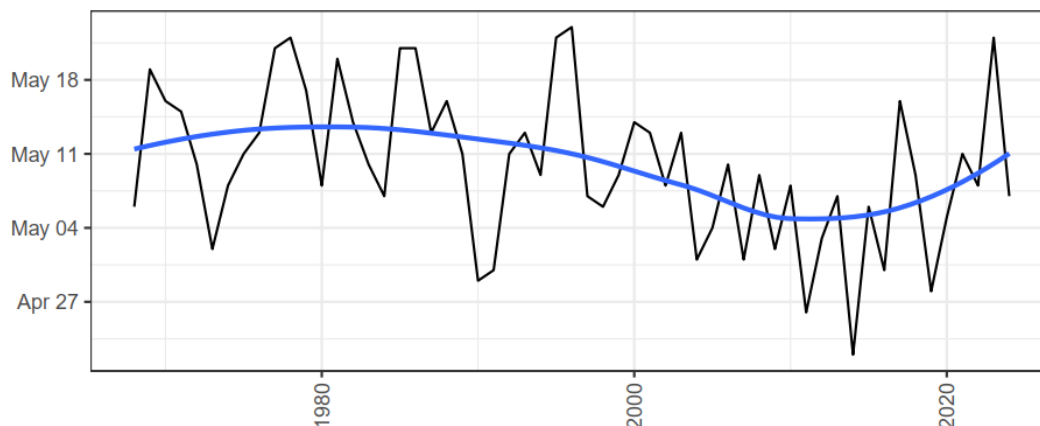
Figur 14 viser fyllingskurven til Osensjøen fra 2024 og tilbake til 2014, med laveste regulerte vannstand (LRV) på 431.07 moh. og høyeste regulerte vannstand (HRV) på 438.07 moh. Tillagt antatt tidspunkt for gyting, klekking og yngelstadiet hos sik og lagesild. Gyting er antatt å være i månedene oktober og november, mens klekking er antatt å være i mars, og yngelstadiet i april. I årene fra og med 2014 til og med 2023, er tidspunkt for enten klekking eller yngelstadiet, i tidspunktet for når Osensjøen har blitt tappet til den laveste årlige vannstanden (Figur 9).



Figur 9: Fyllingskurve i Osensjøen, perioden 01.01.2014 til 01.12.2024. Laveste regulerte vannstand er 431.07 moh. og høyeste regulerte vannstand er 438.07 moh. Tillagt er antatt tidspunkt for gyting (blå), klekking (rød) og larvestadiet (oransje) hos lagesild og sik.

5.2 Isløsning

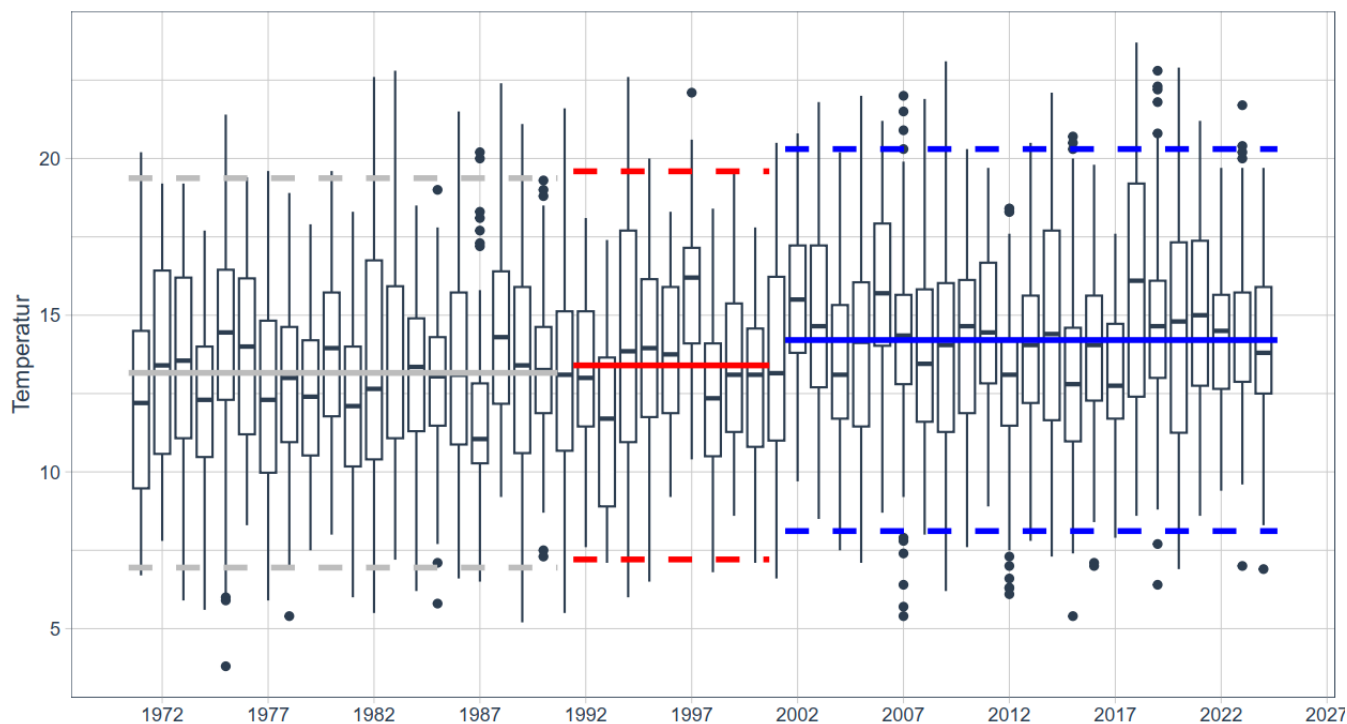
I perioden 1967 og fram til 2000-tallet varierte tidspunkt for isløsning i Osensjøen mye fra år til år (Figur 10). Etter 2000-tallet og fram til 2017 var det en trend med tidligere og tidligere isløsning. Den seneste isløsningen i Osensjøen ble observert 22. mai 1995, mens i 2014 gikk isen en hel måned tidligere, den 22. april (Figur 10).



Figur 10: Dato (svart linje) for isløsning i Osensjøen for alle årene fra 2024 og tilbake til 1967. Tillagt regresjonslinje (blå linje). Data hentet fra NVE.

5.3 Sommertemperatur

Gjennomsnittlig sommertemperatur (juni, juli og august) ved målestasjon på Rena flyplass har variert årlig fra 11.86 °C i 1987 til 15.75 °C i 2018 (Figur 11). I perioden fra 70- tallet og ut 90- tallet var gjennomsnittlig sommertemperatur på 13.1 °C, mens etter 2000-tallet var den på 14.2 °C.



Figur 11: Boxplot for årlig sommertemperatur (juni, juli og august) ved målestasjon på Rena flyplass fra 1970 til 2024. Tillagt er gjennomsnittstemperatur (heltrukken linje) med 95%-konfidensintervall (stiplet linje) for perioden 1970-1990 (grå), perioden 1991-2000 (rød) og perioden 2001-2024 (blå). Data fra Meteorologisk institutt.

6. Diskusjon

Resultatene fra prøvefiske 2023 og 2024 indikerer en dominans av mort (70 %) i strandsonen til Osensjøen. Etter klassifiseringsveilederen (DV 2018) kan abbor, lagesild, sik, lake og ørekyte også her kategoriseres som vanlige. I flytgarnfangstene dominerte lagesild (81 %), men tetthetene av lagesild kan likevel anses som lave (NPUE = 0.1). Sammen med et lavt antall ørret ($n = 3$), utgjorde fangstene i flytegarna bare 4.3 % av total fangst. Lagesilda har igjen blitt enda mindre i størrelse, nå med en gjennomsnittslengde på 150.8 mm ($SD \pm 5.7$ mm), og vekt på 22.8 g ($SD \pm 3.5$ g). I tillegg var nesten samtlige lagesild også kjønnsmodne (97 %), i en alder fra 2 til 7 år.

6.1. Utvikling i lagesildbestanden

På 1980-tallet ble lagesilda fisket med maskevidder på 26 og 29 mm (Sandlund m.fl. 1991), men effektiviteten av disse maskeviddene har gradvis gått ned. I 2013 var det mest effektivt med maskevidder på 16 og 19 mm, og en god del lagesild ble fanget i 22.5 mm (Sandlund m.fl. 2014). Under prøvefiske i 2024 ble det ikke fanget et eneste individ av lagesild i maskevidder over 16 mm. Dette har sannsynligvis sammenheng med at lagesilda har blitt gjennomsnittlig mindre, og går gjennom maskeviddene. I perioden 1976-1990 var den gjennomsnittlige størrelse hos kjønnsmoden lagesild på 27-28 cm og 180 gram (Sandlund m.fl. 1991), mens den i 2019 var henholdsvis 17.6 mm og 35 gram (Sandlund m.fl. 2020). I 2024 var gjennomsnittsmålene enda lavere med 15.0 mm og 22.8 gram. Dette forklarer hvorfor maskevidder større enn 19 mm ikke lenger fanger lagesild effektivt.

Ved hjelp av Von Bertalanfys vekstmodell viser Sandlund m.fl. (2020) til at veksten de to første leveårene har blitt dårligere i perioden fra 1987 til 2019. Men Sandlund m.fl. (2014) gjør også en sammenligning av gjennomsnittslengde hos lagesild for de ulike undersøkelsestidspunktene, som viser en svært lik gjennomsnittslengde for årsyngel (Sandlund m.fl. 2014). En noe dårligere gjennomsnittslengde registrerte Sandlund m.fl. (2014) ved ettårig lagesild (etter andre vekstsesong), men det var særlig hos toårig lagesild (etter tredje vekstsesong) forskjellene var store (Sandlund m.fl. 2014). For lagesild fanget i 2024, er tilbakeregnet vekst ved første vekstsesong svært lik den gjennomsnittslengden som ble registrert hos årsyngel fanget i 1977 og i 2013. Tilbakeregnet lengde ved andre vekstsesong for lagesild fanget i 2024, ser igjen ut til å være betydelig dårligere enn den lengden som har blitt målt av ettårig lagesild (Sandlund m.fl. 2020).

Veksten hos fisk er påvirket av en rekke faktorer, blant annet gjennom tilgang til næring (byttedyr), miljøpåvirkninger som f.eks. temperatur (Brett 1979), og investeringer i reproduksjon (Saborido-Rey & Kjesbu 2005). Ettersom lagesilda er en svært spesialisert dyreplanktonspiser (Hamrin 1983, Bøhn & Amundsen 1998), vil den være helt avhengig av biomassen og artssammensetningen av dyreplankton. Undersøkelser på 1970- og 80-tallet viste et høyt artsmangfold av dyreplankton i Osensjøen, med 10 ulike slekter av hjuldyr og 16 krepsdyrarter (Løvik & Kjellberg 1982). Dominansen var av relativt små arter, men *Bythotrephes longimanus*, som er en stor rovform av vannlopper, utgjorde en betydelig andel. Den totale biomassen av dyreplankton var også stigende fra mai og fram til slutten av

september, og var på det høyeste 2.6 mg/l. En ny undersøkelse av planktonsamfunnet i 2022 viste også at biomassen av dyreplankton var relativt høy i juli og september, på omtrent 0.05 og 0.25 mg/l, men svært lav i august (Stabell m.fl. 2023). Biomassen bestod også da utelukkende av små vannlopper, av artene *Daphnia cristata* og *Bosmina longispina*. Beitekontroll, som er forholdstallet mellom dyreplankton og planteplankton, tilsvarte også en svært dårlig tilstand i august (Stabell m.fl. 2023).

Flytegarnefangster sammenstilt med ekkoloddregistreringer har vist et dynamisk forhold mellom sik og lagesild på 1980-tallet (Linløkken 2009, Linløkken m.fl. 2011). Registreringene etter 1996 indikerer derimot en svært sterk økning i tettheten av lagesild (Linløkken 2009). Sandlund m.fl. (2014) antok at økte tettheter av lagesild var et resultat av økt rekruttering. Det ble også antatt at økningen i bestandstettheten økte beitepresset på dyreplanktonressursene, som igjen har hindret videre vekst hos lagesilda (Sandlund m.fl. 2014). Biomassen og sammensetning av dyreplanktonarter som ble registrert i august 2022, støtter teorien om et hardere beitepress. Liknende situasjon har blant annet blitt registrert i Storsjøen, da krøklebestanden vokste svært raskt etter introduksjon, og førte til at planktonsamfunnet ble sterkt nedbeitet (Museth m.fl. 2016). Tetthetene av lagesild fanget i flytegarne i 2023 og 2024 (NPUE = 0.1) er derimot mye lavere enn det som ble registrert i Osensjøen i 2013 (Sandlund m.fl. 2014). En mulig forklaring på svært lave tettheter nå, er en sterk «top-down» og «boom-bust» effekt (Doebeli m.fl. 2021, Jeppesen m.fl. 2003, Braun m.fl. 2021, McQueen m.fl. 1986). Altså, at lagesildbestanden har blitt for stor i forhold til bæreevnen til ressursene (dyreplankton-samfunnet), som kan ha ført til en bestandsknekk.

I tillegg til en dårligere vekst, ser det ut til at alderen for kjønnsmodning hos lagesilda inntreffer ved en stadig tidligere alder. På 80-tallet inntraff kjønnsmodning ved en alder på tre og fire år (Sandlund 1992). For lagesild fanget i 2013 var også alle toåringene umodne (Sandlund m.fl. 2014). I 2019 ble en stor andel ettåringer vurdert som modne (Sandlund m.fl. 2020), men flere lagesild i alder tre, fire og fem år ble vurdert som umodne (Sandlund m.fl. 2020). Av lagesildene som ble fanget i 2024, var nærmest samtlige vurdert til å være kjønnsmodne (97 %), fra og med en alder på to år. En tidligere kjønnsmodning kan påvirke veksten negativt, ved at fisken bruker energien på utvikling av gonader, framfor somatisk vekst (Saborido-Rey & Kjesbu 2005).

Endringer i alder og lengde ved kjønnsmodning hos fisk kan være knyttet til fenotypisk plastisitet (individets evne til å tilpasse seg miljøet) eller genetiske endringer (seleksjon over generasjoner) (Saborido-Rey & Kjesbu 2005). Det er blant annet vist en plastisk tilpasning hos stør (Scaphirhynchus albus) og krøkle (Osmerus eperlanus), med tidligere kjønnsmodning i et miljø med bedre vekstforhold de første leveårene (Hamel m.fl. 2020, Arula m.fl. 2017). I en studie på laks, er det også funnet en sterk plastisk tilpasning i alder ved kjønnsmodning, i respons til temperaturforskjeller (Åsheim m.fl. 2023). I samme studie var det også en spesifikk genotype som var knyttet til tidligere alder for kjønnsmodning (Åsheim m.fl. 2023). I en undersøkelse på slutten av 1980-tallet samlet Sandlund (1992) inn lagesild fra Osensjøen og Mjøsa, og gjorde en sammenligning av vekst og alder for kjønnsmodning. Han viste at veksten de første leveårene var svært lik, men at alder for kjønnsmodning varierte fra to år i Mjøsa til tre og fire år i Osensjøen (Sandlund 1992). Vourinen (1991) viste også på daværende tidspunkt at det hadde skjedd genetiske endringer i populasjonen i Osensjøen, 92 år etter at lagesilda

fra Mjøsa ble satt ut i Osensjøen. I undersøkelser på lagesild i Pasvikvassdraget har det blitt observert store forskjeller i livshistorietrekk mellom veletablerte populasjoner og populasjoner som har kolonisert nye områder (Amundsen m.fl. 2012). Lagesildpopulasjonene som koloniserte nye områder var både mindre i størrelse og kjønnsmodnet tidligere, enn det som var tilfellet hos de veletablerte populasjonene (Amundsen m.fl. 2012). Dette ble forklart med en «pioner-strategi», der energiressursene blir fordelt til tidlig reproduksjon og fruktbarhet, i avveining mot vekst og overlevelse (Amundsen m.fl. 2012, Davis 2005, Burton m.fl. 2010). I Osensjøen ble lagesilda satt ut på slutten av 1800-tallet (Vuorinen m.fl. 1991, Sandlund 1992), og har hatt over hundre år med tilpasning. Spørsmålet er da om miljøforholdene i Osensjøen har endret seg så mye, at de har skapt «nye» forhold for lagesildbestanden, der lagesild med tidligere kjønnsmodning har gitt en større reproduktiv suksess enn lagesild med sein kjønnsmodning.

Linløkken & Sandlund (2015) fant blant annet en sterk positiv sammenheng mellom temperaturendringer og rekruttering for både lagesild og sik. Ved å sammenligne sommerlig lufttemperatur fra 1970-tallet og fram til 2024, har lufttemperaturen blitt én hel grad varmere etter årtusenskiftet (Figur 11). Hos siken fant også Linløkken & Sandlund (2015) en positiv korrelasjon med økt vannstand og sen isløsning. Fra 1990 og fram til 2014 ser det ut til at det har vært en trend med tidligere og tidligere isløsning. De siste ti årene ser det imidlertid ut til at denne trenden har snudd til senere isløsninger (Figur 10). Korrelasjonen med økt vannstand og sen isløsning ble derimot ikke funnet hos lagesild (Linløkken & Sandlund 2015).

6.2. Utvikling i fiskesamfunnet

Økt temperatur kan også favorisere varmekjære arter (Lehtonen 1996). Dette kan muligens forklare en sterk økning av mort og en svak økning av abbor i littoralsonen i Osensjøen (Tabell 1 & 2). Optimal vekst er vist å ligge på rundt 23 °C for abbor (Fiogbé & Kestemont 2003), og rundt 27 °C for mort (Hardewig & Dijk 2003). Undersøkelser gjennomført i andre innsjøer har funnet en positiv sammenheng mellom lufttemperatur om sommeren og rekruttering av abbor (Linløkken 2023). Denne sammenheng ser ikke ut til å være like sterk hos mort der abbor også er til stedet, trolig fordi økt rekruttering av abbor også vil kunne øke predasjonspresset på mort (Linløkken 2023, Mehner 1996). Dette er imidlertid resultater fra uregulerte innsjøer, og vannstandsregulering kan påvirke rekrutteringen hos begge artene negativt (Kahl m.fl. 2008, Matt m.fl. 2021). Ettersom gyting hos mort kan være opptil én måned seinere enn hos abbor (Gillet & Dubois 1995), kan de potensielt påvirkes ulikt av reguleringen. Det er derfor noe usikkert hvordan dynamikken med regulering, økte temperaturer og predasjon vil utspille seg. Hvis abboen blir sterkere påvirket av reguleringen, kan muligens morten påvirkes mer positiv av økte temperaturer.

6.3 Økologisk tilstandsklassifisering

Med fisk som kvalitetselement vurderte Sandlund m.fl. (2014) tilstanden i Osensjøen som «moderat» til «dårlig». Det ble påpekt at det er lite kunnskap om hvordan fiskesamfunnet var før reguleringen, men artene som er sårbare i forhold til reguleringen (ørret, harr, abbor, mort, gjedde og ørekyte), var lite representert i fangstene (Sandlund m.fl. 2014). Sandlund m.fl. (2014) sammenlignet også situasjonen i Osensjøen med Sølensjøen, som er en uregulert innsjø. Der ble det funnet en dominans av harr og abbor, noe trolig kunne forventes i Osensjøen ved en naturlig tilstand (Sandlund m.fl. 2014).

Ved prøvefiske i 2023 og 2024 var det fortsatt svært lave fangster av ørret, harr, gjedde og ørekyte. Abbor var noe mer representert, og andelen mort hadde økt betraktelig, og var nå den dominante arten i strandsonen. Trolig har dette en sammenheng med klimaendringer og økte temperaturer (Lehtonen 1996, Linløkken 2023). Ørret, harr, gjedde og ørekyte er fortsatt lite representert i fangstene, og det antas derfor at påvirkningene fra reguleringen er den samme som i 2013. Ved bruk av støtteparameten reguleringshøyde i veilederen (DV 2018), tilsvarer tilstanden «moderat». Tatt i betraktning innsjøens siktedyp, tilsvarer tilstanden «svært dårlig» (DV 2018).

Osensjøen kan kategoriseres som en sterk modifisert vannforekomst (SMVF) (DV 2014). I henhold til § 5 i «Forskrift om rammer for vannforvaltningen», innebærer definisjonen at vannforekomstene ikke kan oppnå «god økologisk» tilstand uten vesentlige negative innvirkninger på samfunnsformålet, eksempelvis vannkraft, eller miljøet generelt (Lovdata 2023). I SMVF-tilfeller brukes miljømålet «godt økologisk potensial» istedenfor «god økologisk tilstand». Miljømålet godt økologisk potensial er den tilstanden som oppnås når alle realistiske tiltak er gjennomført. Om et tiltak er realistisk eller ikke skal bygge på en kost-nytte-vurdering.

Av tiltak er det gjennomført habitatforbedringer i utløpselva søndre Osa (Nashoug 2003). Dette ble gjort for å bedre forholdene for ørret i elva, men også for å potensielt øke produksjonen av ørret til Osensjøen. I prøvefiskeresultatene kan det derimot ikke sees noen økning i tetthetene av ørret. I 2023 ble det gjort en omfattende kartlegging av tilløpselvene til Osensjøen (Ustvett & Jørgensen 2024). Her ble det gjort tiltaksvurdering og det antatt et potensiale for å øke den naturlige rekrutteringen.

6.4. Anbefaling

- Det skjer store endringer i fiskesamfunnet i Osensjøen. Dette burde følges opp med mer hyppigere overvåkningsdata. Dette vil lettere å vurdere den økologiske tilstanden og gjøre periodisk sammenligning.
- For å den naturlige rekruttering av ørret, burde det følges opp tiltaksvurderingene gjort i kartlegging av tilløpsbekkene.
- Det kan også gjennomføres kartlegging av gyteområder for harr, lagesild og sik, og eventuelt tiltaksvurdering.

7. Referanser

- Amundsen, P.A., Salonen, E., Niva, T., Gjelland, K.Ø., Præbel, K., Sandlund, O.T., Knudsen, R. & Bøhn, T. 2012. *Invader population speeds up life history during colonization*. Biol. Invasions 14, 1501–1513. <https://doi.org/10.1007/s10530-012-0175-3>.
- Arula, T, Shpilev, H., Raid, T., Vetemaa, M. & Alber, A. 2017. *Maturation at a young age and small size of European smelt (Osmerus eperlanus): A consequence of population overexploitation or climate change?* Helgol Mar Res 71, 7. <https://doi.org/10.1186/s10152-017-0487-x>.
- Bratlie, F. H., K. Skare, P. Å. Persson, E. U. Wammer og T. Winther 2017. *Osensjøen på vippen? Rapport fra arkeologiske forundersøkelser 2016 knyttet til sektoravgiften*. Upublisert rapport utarbeidet av Hedmark fylkeskommune, Kulturhistorisk museum og Norsk maritimt museum.
- Braun, L.M., Brucet, S. & Mehner, T. 2021. *Top-down and bottom-up effects on zooplankton size distribution in a deep stratified lake*. Aquat Ecol 55, 527–543. <https://doi.org/10.1007/s10452-021-09843-8>.
- Brett J.R. 1979. *Environmental factors and growth*. In: Fish Physiology. Volume 8. Bioenergetics and Growth. Hoar WS, Randall DJ & Brett JR (eds). pp. 599-675. New York, USA: Academic Press.
- Burton, O.J., Phillips, B.L., Travis, J.M.J. 2010. *Trade-offs and the evolution of life-histories during range expansion*. Ecol. Lett 13:1210–1220.
- Bøhn, T. & Amundsen, P.-A. 1998. *Effects of invading vendace (Coregonus albula L.) on species composition and body size in two zooplankton communities of the Pasvik River System, northern Norway*. J. Plankton Res. 20: 243-256.
- Davis, H.G 2005. *r-Selected Traits in an Invasive Population*. Evol. Ecol. 19, 255–274. <https://doi.org/10.1007/s10682-005-0912-5>.
- de Roos, A.M., Boukal, D.S., Persson L 2006. *Evolutionary regime shifts in age and size at maturation of exploited fish stocks*. Proc Biol Sci. 273. doi: 10.1098/rspb.2006.3518.
- Doebeli, M., Jaque, E.C. & Ispolatov, Y. 2021. *Boom-bust population dynamics increase diversity in evolving competitive communities*. Communications Biology. 4. 10.1038/s42003-021-02021-4.
- 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.
- DV [Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften] 2014. *Sterkt modifiserte vannforekomster. Utpeking, fastsetting av miljømål og bruk av unntak*. Veileder 01:2014.
- Fiogbé, E.D. & Kestemont, P. 2003. *Optimum daily ration for Eurasian perch Perca fluviatilis L. reared at its optimum growing temperature*. Aquaculture, Volume 216, Issues 1–4, Pages 243-252, ISSN 0044-8486, [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00409-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00409-X).

Gillet, C. & Dubois, J.P. 1995. *A survey of the spawning of perch (Perca fluviatilis), pike (Esox lucius), and roach (Rutilus rutilus), using artificial spawning substrates in lakes.* Hydrobiologia 300, 409–415. <https://doi.org/10.1007/BF00024482>.

Hagen, A. 1946. *Viking - Tidsskrift for norrøn arkeologi.* Bind 10. Norsk Arkeologisk Selskap.

Hamel, M.J., Spurgeon, J.J. & Steffensen, K.D. 2020. *Uncovering unique plasticity in life history of an endangered centenarian fish.* Sci Rep 10, 12866. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69911-1>

Hamrin, S. F. 1983. *The food preference of vendace (Coregonus albula) in South Swedish Forest lakes including the predation effect on zooplankton populations.* Hydrobiologia. 101: 121-128.

Hardewig, I., Van Dijk, P.L.M. 2003. *Is digestive capacity limiting growth at low temperatures in roach?* J. Fish Biol. 62, 358–374.

Haugen, T.O., Riise, G., Rohrlack, T., Schneider, S., Kristiansen, J. & Haaland, S. 2019. *Interne tilførsler og omsetning av næringsstoffer i Østensjøvann, Ås kommune, 2017. - MINA fagrapport 59.* 96 s.

Horppila, J. & Kairesalo, T. 1992. *Impacts of bleak (Alburnus alburnus) and roach (Rutilus rutilus) on water quality, sedimentation and internal nutrient loading.* Hydrobiologia 243, 323–331. <https://doi.org/10.1007/BF00007048>.

Iles 1974. *The Tactics and Strategy of Growth in Fishes.* Chapter 16. E.R. Harden-Jones (ed.). Sea Fisheries Research. Elek Science, London. S. 331-345.

Jeppesen, E., Jensen, J., Jensen, C., Faafeng, B., Hessen, D.O., Søndergaard, M., Lauridsen, T., Brettum, P. & Christoffersen, K. 2003. *The Impact of Nutrient State and Lake Depth on Top-down Control in the Pelagic Zone of Lakes: A Study of 466 Lakes from the Temperate Zone to the Arctic.* Ecosystems 6, 313–325. <https://doi.org/10.1007/PL00021503>.

Kahl, U., S. Huelsmann, R. J. Radke & J. Benndorf, 2008. *The impact of water level fluctuations on the year class strength of roach: implications for fish stock management.* Limnologica 38: 258–268.

Lehtonen, H. 1996. *Potential effects of global warming on northern European freshwater fish and fisheries.* Fisheries management and Ecology, s. 59 – 71. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.1996.tb00130.x>.

Linløkken, A. 1990. *Fisk og fiskemuligheter i Osensjøområdet.* Universitetet i Innlandet, Rapport nr. 42.

Linløkken, A. & O.T. Sandlund 2003. *Fisk og fiske i Osensjøen. Sammendrag av 25 års undersøkelser.* NINA Oppdragsmelding 794: 18 pp.

Linløkken, A. & Rukan, K. 2009. *Prøvefiske og ekkoloddregistreringer i Osensjøen 2009.* Høgskolen i Hedmark, rapport nr. 16. ISBN: 978-82-7671-608-5.

Linløkken, A. N., Rognerud, S. & Sandlund, O. T. 2011. *Fiskeundersøkelser i Osensjøen 2010 – 2011. Med tidstrender for sik og lagesild.* – NINA Rapport 737. 26 s.

Linløkken, A. & Sandlund, O. 2015. *Recruitment of sympatric vendace (Coregonus albula) and whitefish (C. lavaretus) is affected by different environmental factors.* Ecology of Freshwater Fish. 25. 10.1111/eff.12243.

Linløkken, A.N. 2023. *Temperature Effects on Recruitment and Individual Growth of Two Antagonistic Fish Species, Perch Perca fluviatilis and Roach Rutilus rutilus, from a Climate Change Perspective.* Fishes, 8, 295. <https://doi.org/10.3390/fishes8060295>.

Lovdata 2023

Løvik, J.E. & Kjellberg, G. 1982. *Glåma i Hedmark - Delrapport om dyreplankton - Undersøkelser i tidsrommet 1978-80.* NIVA, rapport.nr. 0-78045. ISBN 82-577-0500-4.

Matt, K.J., Welsh, S.A., Smith, D.M. 2021. *Spawning Characteristics of Yellow Perch During Periods of Water Level Fluctuations in a Hydropower Reservoir.* Fish & Fisheries Series, vol 41. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80678-1_1.

McQueen, D. j., R. Post, and E. L. Mills. 1986. *Trophic relationships in freshwater pelagic ecosystems.* Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 1571 -1581.

Mehner, T.; Schultz, H.; Bauer, D.; Herbst, R.; Voigt, H.; Benndorf, J. *Intraguild predation and cannibalism in age-0 perch (Perca fluviatilis) and age-0 zander (Stizostedion lucioperca): Interactions with zooplankton succession, prey fish availability and temperature.* Ann. Zool. Fenn. 1996, 33, 353–361.

Museth, J., Johnsen, S. I., Eloranta, A., Sandlund, O.T., Linløkken, A., Bærum, K. M. og Dokk, J. G. 2017. *Fiskesamfunnet i Storsjøen i 2016. Effekten av reguleringsinngrep, fiske og introdusert krøkle.* NINA Rapport 1374. 43 s.

Nashoug, O. 2003. *Status for gjennomførte biotopiltak i Søndre Osa.* Fiskerikonsulent.

Nusslé, S., Bornand C.N., Wedekind C. 2008. *Fishery-induced selection on an Alpine whitefish: Quantifying genetic and environmental effects on individual growth rate.* Evolutionary Applications. 2. 200 - 208. 10.1111/j.1752-4571.2008.00054.x.

Kahl, U., Hülsmann, S., Radke, R.J., Benndorf, J. 2008. *The impact of water level fluctuations on the year class strength of roach: Implications for fish stock management.* Limnologica, Vol. 38, Issues 3–4, S. 258-268. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2008.06.006>.

Saborido-Rey, F. & Kjesbu, O. 2005. *Growth and maturation dynamics.* Fisheriesinduced Adaptive Changes. 501-516.

Sharpe, D.M.T. & Hendry, P.H. 2009. *SYNTHESIS: Life history change in commercially exploited fish stocks: an analysis of trends across studies.* Evolutionary Applications. 2. 260 - 275. 10.1111/j.1752-4571.2009.00080.x.

Sandlund, O.T., Linløkken, A.N., Gjelland, K.Ø., Johnsen, S.I., Rognerud, S., Museth, J., Dokk, J.G., Garmo, Ø. & Walseng, B. 2014. *Fiskesamfunnet i Osensjøen, Trysil og Åmot kommuner, Hedmark. Status i 2013 og endringer siden 1970-åra. - NINA Rapport 1046. 54 s.+vedlegg.*

Sandlund, O.T., Johnsen, S.I. & Myrvold, K.M. 2020. *Fortsatt nedgang i gytemoden størrelse hos lagesilda i Osensjøen*. Prøvefiske i 2019. NINA Rapport 1773. Norsk institutt for naturforskning.

Sandlund, Odd. 1992. *Differences in the ecology of two vendace, *Coregonus albula*, populations separated in 1895*. Nordic Journal of Freshwater Research. 67. 52-60.

Sandlund, O.T., Jonsson, B., Næsje, T.F. & Aass, P. 1991. *Year-class fluctuations in vendace, *Coregonus albula* (Linnaeus): Who's got the upper hand in intraspecific competition?* J. Fish Biol. 38: 873-885.

Stabell, T., Nielsen, L., Karlsson, T., Vingerhagen, R. 2023. *Overvåking av innsjøer i Innlandet fylke, 2022*. Statsforvalteren i Innlandet, rapport nr. 6. ISBN: 978-82-8410-038-8.

Väänänen, T., Marjomäki, T. J., Ranta, T., & Karjalainen, J. 2024. *The effect of water level changes on the density of newly hatched European whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) larvae in unregulated and regulated lakes*. International Journal of Limnology, 60, Article 23. <https://doi.org/10.1051/limn/2024019>.

Vuorinen, J., Næsje, T. F. & Sandlund, O.T. 1991. *Genetic changes in a vendace *Coregonus Albula* (L.) population, 92 years after introduction*. Journal of Fish Biology. Vol 39.

Åsheim, E.R., Debes, P.V., House, A. Liljestrom, Niemela, P.T., Siren, J.P., Erkinaro, J. & Primmer, C.R. 2023. *Atlantic salmon (*Salmo salar*) age at maturity is strongly affected by temperature, population and age-at-maturity genotype*. Conservation Physiology, Vol. 11, Issue 1, 2023, coac086, <https://doi.org/10.1093/conphys/coac086>.

