

737 Fiskeundersøkelser i Osensjøen 2010 - 2011

Med tidstrender for sik og lagesild

Arne N. Linløkken, Sigurd Rognerud og Odd Terje Sandlund

NINA Rapport



Fiskeundersøkelser i Osensjøen 2010 - 2011

Med tidstrender for sik og lagesild

Arne N. Linløkken
Sigurd Rognerud
Odd Terje Sandlund



Høgskolen i **Hedmark**



Norsk institutt for vannforskning

Norsk institutt for naturforskning

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.

Trondheim og Hamar, juni 2011

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2326-3

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

[Åpen]

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Odd Terje Sandlund

KVALITETSSIKRET AV

Bjørn Mejdell Larsen

ANSVARLIG SIGNATUR

Assisterende forskningssjef Elisabeth Forsgren (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Osensjøen fiskefond

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Nils Myrene

FORSIDEBILDE

Osensjøen fra Sørlistøa, sik og lagesild.

Foto: O. T. Sandlund

NØKKEWORD

sik, lagesild, gjedde, tetthet, vekst, ernæring, gjeddemark

KEY WORDS

whitefish, vendace, pike, density, growth, nutrition, *Triaenophorus robustus*

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00
Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkalgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

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.

Det ble gjennomført ekkoloddregistreringer av fisk og prøvafiske med flytegarn og bunngarn i Osensjøen i 2010 og 2011 for å beregne tetthet, vekst og rekruttering av sik og lagesild. Dette var en oppfølging av en undersøkelse gjort i 2009. Det blir også trukket sammenlikninger til tidligere fiskeundersøkelser i sjøen. Stabile isotoper av karbon og nitrogen hos fisk og næringsdyr ble analysert som grunnlag for en nærmere vurdering av siken og lagesildas habitatbruk og fødeinntak gjennom vekstsesongen. Det ble også merket (Floy-merking) garnfanget gjedde for å vurdere bestandsstørrelse og beskatning av denne arten.

Tettheten av stor fisk i de frie vannmasser (59 -146 pr. ha) har økt sammenliknet med beregninger fra 1980- og 1990-tallet (10 - 58 pr. ha), og det skyldes mest sannsynlig en økning i lagesildbestanden. Bestanden av sik synes å ha gått tilbake. Samtidig har veksten avtatt hos sik og spesielt hos lagesild. Lagesilda som tidligere viste vekststagnasjon i underkant av 30 cm stagnerer nå omkring 25 cm.

Aldersfordelingen i sikmaterialet tyder på at det har vært svak rekruttering siden 1980, men med enkelte sterke årsklasser (1989, 1991 og 2002). Lagesilda hadde sterke årsklasser 1991, 2002, 2003 og 2006. Mens sik har færre sterke årsklasser sammenliknet med det som ble funnet på 1970-tallet, er det motsatte tilfelle for lagesild. For lagesild er det også færre årsklasser til stede enn tidligere, noe som tyder på at dødeligheten hos voksen fisk er høyere. Dette til tross for at dødelighet på grunn av fiske har avtatt snarere enn økt siden 1970-tallet.

De sterke årsklassene av begge arter oppstod i relativt varme somre, og for sik falt det også sammen med relativt høy vannstand og lite tapping fra sjøen til Osa kraftverk i april og mai, dvs. omkring klekking av sik- og lagesildrogn som er gytt på bunnen. Sjøen har en reguleringshøyde på 6,6 m, og gytingen skjer til dels dypere enn dette for begge arter, for lagesild dypere enn 10 m. For sik er det ikke så godt kjent, men det antas å variere fra gyteplass til gyteplass. Det er påvist at sik beiter på lagesildrogn, men det er ikke påvist at lagesild beiter på sikrogn. Hvis sikens beiting på lagesildrogn er av et slikt omfang at det reduserer rekrutteringen av lagesild, vil en reduksjon i sikbestanden kunne gi økt rekruttering av lagesild, slik vi ser i Osensjøen nå. Samtidig har sommertemperaturen økt siden 1960-tallet, men dette vil trolig gagne begge arter.

Infeksjonen av grovhaket gjeddemark er nær 93,5 % i sikbestanden, mens parasitten ikke ble påvist hos sik på 1970-tallet. Infeksjonsgraden var høyere hos sik fanget i flytegarn enn hos sik fanget i bunngarn. En mulig metode for å redusere infeksjonsgraden er å fiske hardt på gjedda. Merkeforsøket med gjedde ga en bestandsstørrelse på ca. 900 individer i nedre del av Nordre Osa, og beskatningsgraden ble funnet å være over 20 %, som ikke er ubetydelig. Det bør være fullt mulig å øke denne i et forsøk på å redusere infeksjonsgraden av gjeddemark i siken. Samtidig kan en redusert gjeddebestand gi bedre overlevelse for ørret som slipper seg ned fra tilløpssvassdragene og ut i Osensjøen.

Analysene av stabile isotoper viser at sik søker næring i bunn- og strandnære områder, men at en del av bestanden går ut i de frie vannmasser og beiter planktonkrepsdyr gjennom sommerperioden. Lagesild er mer knyttet til planktonorganismer i de frie vannmasser gjennom hele sommersesongen. Isotopanalysene tyder også på at det i lagesildas næringsvalg inngår en betydelig andel planktonkrepsdyr som er rovdyr i planktonsamfunnet. Disse resultatene bekreftes av garnfangster og mageprøveanalyser. Sistnevnte viste dessuten at begge fiskeartene beiter fjærmyggklarver i mai, før planktonproduksjonen har kommet skikkelig i gang.

Arne N. Linløkken, Høgskolen i Hedmark, Avd. LUNA, Campus Hamar, Holsetgt. 31, 2318 Hamar Arne.Linlokken@hihm.no,

Sigurd Rognerud, NIVA Østlandsavdelingen, 2312 Ottestad sigurd.rognerud@niva.no

Odd Terje Sandlund, NINA, Postboks 5685, 7485 Trondheim odd.t.sandlund@nina.no

Abstract

Linløkken, A. N., Rognerud, S. & Sandlund, O. T. 2011. Fisheries investigations in Lake Osensjøen 2010 – 2011. – NINA Rapport 737, 26 pp.

Survey fishing with pelagic and benthic gill nets and hydroacoustic recordings were performed in Lake Osensjøen in 2010 and 2011 in order to estimate density, growth and recruitment in the whitefish (*Coregonus lavaretus*) and vendace (*C. albula*) stocks. Results were compared to earlier investigations, from 1976 onwards. Stable isotopes of nitrogen and carbon were also analysed in fish, zooplankton and littoral zoobenthos in order to assess the habitat use and diet of vendace and whitefish during the summer season. Gillnet captured pike (*Esox lucius*) were Floy-tagged in order to estimate population size and the level of exploitation of the species.

The density of large fish in the pelagic zone (59 -146 fish pr. ha) has increased compared to recordings from the 1980s- and 1990s (10 - 58 pr. ha). This is most probably due to an increase in the vendace stock, while the whitefish stock has declined. Growth rates and size at maturity have declined in both species, but more so in vendace, which presently reach only c. 25 cm, compared to nearly 30 cm in the 1970s and 1980s.

Age distribution in the whitefish samples indicated relatively poor recruitment since 1980, but with a few stronger year classes in 1989, 1991, and 2002. Vendace produced relatively strong year classes in 1991, 2002, 2003, and 2006. While whitefish in recent years rarely produce strong year classes compared to the 1970s, the opposite is the situation for vendace. The adult vendace population now also consists of fewer age groups, indicating increased adult mortality in spite of reduced fishing pressure.

The strong year classes in both species emerged in relatively warm summers, and for whitefish the strong year classes also coincided with relatively high spring water levels in the regulated lake. The coregonid eggs which have been deposited on the lake bottom hatch in spring. The lake is regulated 6.6 m for hydropower purposes, and while spawning of both species occurs at greater depths (whitefish at > 5 m, vendace at > 10 m), water levels at hatching may influence survival of, in particular, whitefish fry. Whitefish does prey on vendace eggs during spawning. If this has any impact on vendace recruitment, a reduced whitefish stock may benefit vendace recruitment. Increasing summer temperatures since the 1960s would probably benefit both species.

The prevalence of *Triaenophorus robustus* in whitefish is presently at c. 93.5%, while the parasite was not detected in the 1970s. Prevalence was higher in pelagic than in epibenthic whitefish. A possible measure to reduce *T. robustus* infection would be to reduce pike populations. Mark-recapture experiments on pike resulted in an estimated pike population at 900 individuals in the lower parts and delta of the inlet River Nordre Osa. Present exploitation rates were above 20%. It should be feasible to increase exploitation rates of pike in order to reduce *T. robustus* infection in whitefish, and also to reduce pike predation on juvenile brown trout migrating from the inlet river.

Stable isotope (N- and C-) analysis (SIA) demonstrated that whitefish forage in the littoral and epibenthic habitats, but that a portion of the population performs a habitat shift to exploit the high densities of crustacean zooplankton in late summer. Vendace feeds on zooplankton all through the summer season. SIA also indicates that vendace selects a high proportion of predatory zooplankters, like *Bythotrephes longimanus* and some of the copepod species. This confirms the observations from stomach contents analysis.

Arne N. Linløkken, Høgskolen i Hedmark, Avd. LUNA, Campus Hamar, Holsetgt. 31, 2318 Hamar Arne.Linlokken@hihm.no,

Sigurd Rognerud, NIVA Østlandsavdelingen, 2312 Ottestad sigurd.rognerud@niva.no

Odd Terje Sandlund, NINA, Postboks 5685, 7485 Trondheim odd.t.sandlund@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Forord	6
1 Innledning.....	7
2 Områdebeskrivelse.....	7
3 Metoder	8
4 Resultater	9
4.1 Tetthet og fordeling av sik og lagesild	9
4.2 Vekst og kjønnsmodning hos sik og lagesild.....	13
4.3 Aldersfordeling og rekruttering	13
4.4 Næringsvalg hos sik og lagesild.....	16
4.5 Stabile isotoper	17
4.6 Parasitter.....	20
4.7 Gjedde	20
5 Konklusjon	21
6 Referanser	22

Forord

Osensjøen fiskefond har støttet oppfølgende undersøkelser i Osensjøen med sikte på å overvåke utviklingen med større og større dominans av lagesild over sik, samtidig som lagesilda har blitt mindre og mindre de siste årene. Dette er en negativ utvikling da det trolig fører til enda mindre beskatning og utnyttelse av fisken i innsjøen.

Vi takker Osensjøen fiskefond v/Nils Myrene for økonomisk støtte, og Ketil Rukan, Nils Myrene og Per Arne Holt Seeland for hjelp under ekkoloddregistreringer og garnfiske. En spesiell takk til Stein Erik Pettersen og Roger Stenseth som kombinerte fangst og merking av gjedde i Nordre Osa med sitt eget gjeddefiske våren 2010 og 2011. Norsk skogmuseum takkes for lån av husvære på Sørlistøa. Arbeidet er også delvis finansiert av NINA.

24. juni 2011

Odd Terje Sandlund
Arne Linløkken

1 Innledning

På bakgrunn av en fiskeundersøkelse i Osensjøen i 2009 (Linløkken & Rukan 2010), ble det gjort oppfølgende undersøkelser i 2010 og 2011 for å se nærmere på artssammensetning og rekruttering av fisk i de frie vannmasser. Tidligere fiskeundersøkelser i sjøen har vist at forholdet mellom antall sik og lagesild i de frie vannmasser har vært nær 1:1, med en liten overvekt av lagesild (Sandlund 1979, Linløkken 1993). I 2009 var det imidlertid en betydelig overvekt av lagesild, samtidig som gjennomsnittsstørrelsen av lagesild var mindre enn tidligere. Det synes klart at det har skjedd endringer i perioden 2002-2009 ved at lagesilda er blitt mer tallrik og fått langsommere vekst, og sikbestanden i de frie vannmasser er mer fåtallig enn tidligere. Lagesild er den mest effektive planktonspiseren av de to, og hvis den har god rekruttering kan den spise siken ut av matfatet (Svårdson 1976). Til gjengjeld er sik en mer effektiv bunndyrspiser (Nilsson 1967), og ved høy tetthet av lagesild i de frie vannmasser, vil sik bli presset ut i strandsone og bunnære områder (Pulkkinen mfl. 1999, Bøhn & Amundsen 2001).

Tetthet bestemmes av rekruttering og dødelighet. Dødelighet kan skyldes naturlige årsaker som predasjon, sykdom, sult og høy alder, og det kan skyldes fiske. Fisket etter sik og lagesild i Osensjøen har avtatt snarere enn økt de siste 20 år, og det kan føre til økt tetthet som etter hvert gir dårligere næringstilgang og langsommere individuell vekst. Linløkken (1995) antydte at tapping gjennom tunnelen som har inntak i innsjøbunnen i nordre del av sjøen kan ha påvirket rekrutteringen av sik, og dette blir vurdert nærmere. For mange innsjøgytende fiskearter er temperaturen viktig for vekst og overlevelse første året, og det er vist at høy temperatur etter klekking gir økt rekruttering, så også for sik (Trippel mfl. 1991, Brown mfl. 1993, Sutela mfl. 2002, Museth mfl. 2008, Anneville mfl. 2009) og lagesild (Helminen & Sarvala 1994, Salonen 1998, Marjomäki 2003). Det er flere andre faktorer som også kan spille inn, som bestanden av voksen fisk, både av egen og andre arter (bl.a. Brown mfl. 1993), og predasjon på rogn og larver fra abbor (Valkeajärvi & Marjomäki 2004) og hork (Winfield mfl. 2004). I denne undersøkelsen vil vi se spesielt på temperatur, tetthet av voksen fisk og tapping til kraftverket.

De siste årene er det også funnet høy infeksjonsgrad av grovhaket gjeddemark (*Triaenophorus robustus*) i sik, noe som ikke var tilfelle på 1970-tallet (Sandlund 1979). Grovhaket gjeddemark er en bendelorm som har gjedde som hovedvert, det vil si at bendelormens kjønnsmodne stadium opptrer i gjeddetarmen. Der befruktes eggene før de avgis med avføringen. Eggene klekker og larvene kan bli spist av hoppekreps (et lite planktonkrepsdyr) som igjen blir spist av fisk. Infisert fisk blir spist av rovfisk, og for at livssyklus skal gjennomføres, må parasitten ende opp i gjedde til slutt. Parasitten er ikke veldig skadelig for fisken (ved et moderat antall bendelormer pr. fisk), men den gjør at kjøttet ser uappetittlig ut. Den kan ikke leve i menneske, og er derfor ikke skadelig for oss.

I denne undersøkelsen inngår også et merkeforsøk med gjedde i Valmen ved Osensjøens utløp og i Nordre Osa for å få et inntrykk av tetthet og beskatning av gjedde. Dette brukes for å vurdere mulighetene for å fiske så hardt på bestanden at den tynnes betydelig ut. Dette har vist seg å være den mest effektive metoden for å begrense infeksjonsgraden av gjeddemark i sik (Kristoffersen & Amundsen 1993).

2 Områdebeskrivelse

Osensjøen (normalvannstand 435,8 moh.) ligger i Trysil og Åmot kommuner i Hedmark, og drenerer til Glomma via Søre Osa og Rena elv. Innsjøens areal er ca 45 km², gjennomsnittsdypet er 37 m og største målte dyp er 117 m. Innsjøen er regulert, med maksimum forskjell mellom høyeste og laveste nivå på 6,6 m (LRV 430,9 - HRV 437,5 moh.). De viktigste tilløpselvene er Slemma, Nordre Osa og Tverrena i nordenden av sjøen, Lekninga på østsida og Næringa i sørenden av sjøen. Det er et antall mindre innsjøer i tilløpselvene. I Slemma ligger

Nordre og Søndre Slemsjøen, mens Tverrena og Storena drenerer Nordre og Søndre Ulvsjøen, med Baksjøen og Aursjøen øverst i vassdraget.

Osensjøens nedbørfelt dekker ca 1190 km², og det meste av dette er skogdekt med store myrområder. Nord i nedbørfeltet finnes noe snaufjell opp i ca 1200 moh. Berggrunnen er for det meste næringsfattige bergarter, men det finnes noen mindre felt med mer kalkrik berggrunn, bl.a. i Tverrenas nedbørfelt og i Slemdalen. Osensjøen tilføres mye humus fra nedbørfeltet, og siktedypet i sjøen er derfor forholdsvis lite. I 1978 ble det målt til 6,4 m i mai og 3,4 m i august, mens det i 2010 ble målt siktedyp på henholdsvis 3,0 og 2,5 m. Surhetsgraden (pH) i innsjøen ligger på omkring 6,5, dvs svakt surt. Det er litt surere i sørenden av sjøen, særlig om våren, og det har vært målt pH = 5,1 i Næringa og 5,3 i Grylla (en annen innløpsbekk i sørenden) i 1996 (Linløkken & Sandlund 2003, upubliserte data).

Det er registrert ni fiskearter i Osensjen. Disse er ørret, harr, sik, lagesild, lake, gjedde, abbor, mort og ørekyte (også kalt gørsild). I tilløpsvassdragene er det ørret i bekkene, abbor, mort og gjedde i Slemsjøene og Ulvsjøene. I Slemma er det også harr, i Slemsjøene sik, og i Aursjøen øverst i Enavassdraget er det røye. Abbor finnes i alle de nevnte sjøene.

3 Metoder

Bestanden av fisk i de frie vannmasser er beregnet ved hjelp av ekkolodd av typen Simrad EY-M hvert år i perioden 1986 til 1998 (Linløkken & Sandlund 2003) og i 2009, 2010 og 2011. Registreringene ble gjort i mai, da sik og lagesild i de frie vannmasser stort sett står dypere enn 10 m og er lett å registrere på ekkoloddet (Linløkken 1995).

Det ble gjennomført prøvafiske med flytegarn for å finne artssammensetning, lengde- og aldersfordeling av fisk i de frie vannmasser, det vil si hovedsakelig sik og lagesild. Flytegarna var 6 m dype, av typen oversiktsgarn med 6 m lange seksjoner av maskeviddene 18,5, 22, 25, 29, 34, 38 og 46 mm. Det ble fisket én natt med to serier på hvert av tre dyp (2-8, 12-18 og 22-28 m) nord for Sørlistøa i mai, juni og august 2010 og på to dyp (2-8 og 12-18 m) ved Ørneset i mai 2011.

Det ble fisket med 1,5 x 25 m bunngarn av maskeviddene 24, 29, 35, 40, 45 og 60 mm i Valmen og ved Sørlistøa i 2010 og i Valmen og ved Ørneset i 2011. Bunngarna ble satt for å undersøke om det var sik og lagesild i strandnære områder, og for å undersøke gjeddeforekomstene, spesielt i Valmen. Det ble merket (med Floy-merker) 18 garnfangede gjedder i Valmen, og 26 gjedder i Landsvingen nederst i Nordre Osa i mai 2010.

Fisken er lengdemålt til nærmeste millimeter og veid til nærmeste gram. I 2010 ble det tatt skjell og øresteiner for aldersbestemmelse av sik, lagesild, ørret, harr, gjedde, abbor og mort, og resultatene for sik og lagesild blir presentert i denne rapporten. For å undersøke om sik var parasittert av grovhaket gjeddemark ble det skåret 3 snitt i ryggmusklene, ned til rygggraden, og antall larver i snittene ble talt opp.

Det er analysert stabile karbon- (¹³C/¹²C) og nitrogen- (¹⁵N/¹⁴N) isotoper i muskelprøver fra fisk (se **tabell 1**) samt i en samleprøve av zooplankton og av bunndyr fra strandsona. Hensikten med analysene var i første rekke å få mer kunnskap om forholdet mellom sik og lagesild når det gjelder næringsinntak. På grunn av begrenset tid til rådighet i felt er antall prøver begrenset for alle de andre fiskeartene. På fisk ble muskelprøver tatt ut bak ryggfinnen. Prøvene ble tørket ved 60 °C i to døgn og homogenisert. De videre analysene ble utført ved Institutt for energiteknikk (IFE), Kjeller. For bestemmelse av isotopene ble 1 mg prøvemateriale veid inn og overført til en 5 x 9 mm tinnkapsel som så ble lukket og plassert i en Carlo Erba NCS 2500 elementanalysator.

Tabell 1 Oversikt over antall muskelprøver fra fisk analysert med hensyn på stabile isotoper av nitrogen og karbon, Osensjøen 2010.

Fiskeart	Antall prøver
Lagesild	16
Sik	25
Ørret	2
Harr	1
Abbor	5
Gjedde	2
Mort	1
Lake	2

Prøvene ble forbrent med O₂ og Cr₂O₃ ved 1700 °C og NO_x redusert til N₂ med Cu ved 650 °C. Forbrenningsproduktene ble separert i en poraplot Q kolonne og overført direkte til et Micromass Optima isotop massespektrometer for bestemmelse av δ¹³C og δ¹⁵N. Duplikater ble analysert rutinemessig for hver tiende prøve. Forholdet mellom stabile isotoper av karbon og nitrogen (¹³C/¹²C, ¹⁵N/¹⁴N) rapporteres i promille, og det benyttes betegnelsen δ i henhold til følgende likning: δ¹³C eller δ¹⁵N (‰) = [(Rprøve / Rstandard) - 1] x 1000, der R representerer forholdet mellom tung og lett isotop (¹³C/¹²C eller ¹⁵N/¹⁴N). Alle isotopverdiene refereres til primære standarder. For karbon er dette et marint karbonat, Pee Dee Belemitt (Craig 1953), og for nitrogen atmosfærisk luft (Mariotti 1983). Internasjonale standarder analyseres samtidig med prøvene for hver tiende prøve. δ¹⁵N-resultatene kontrolleres med analyser av IAEA-N-1 og IAEA-N-2 standarder.

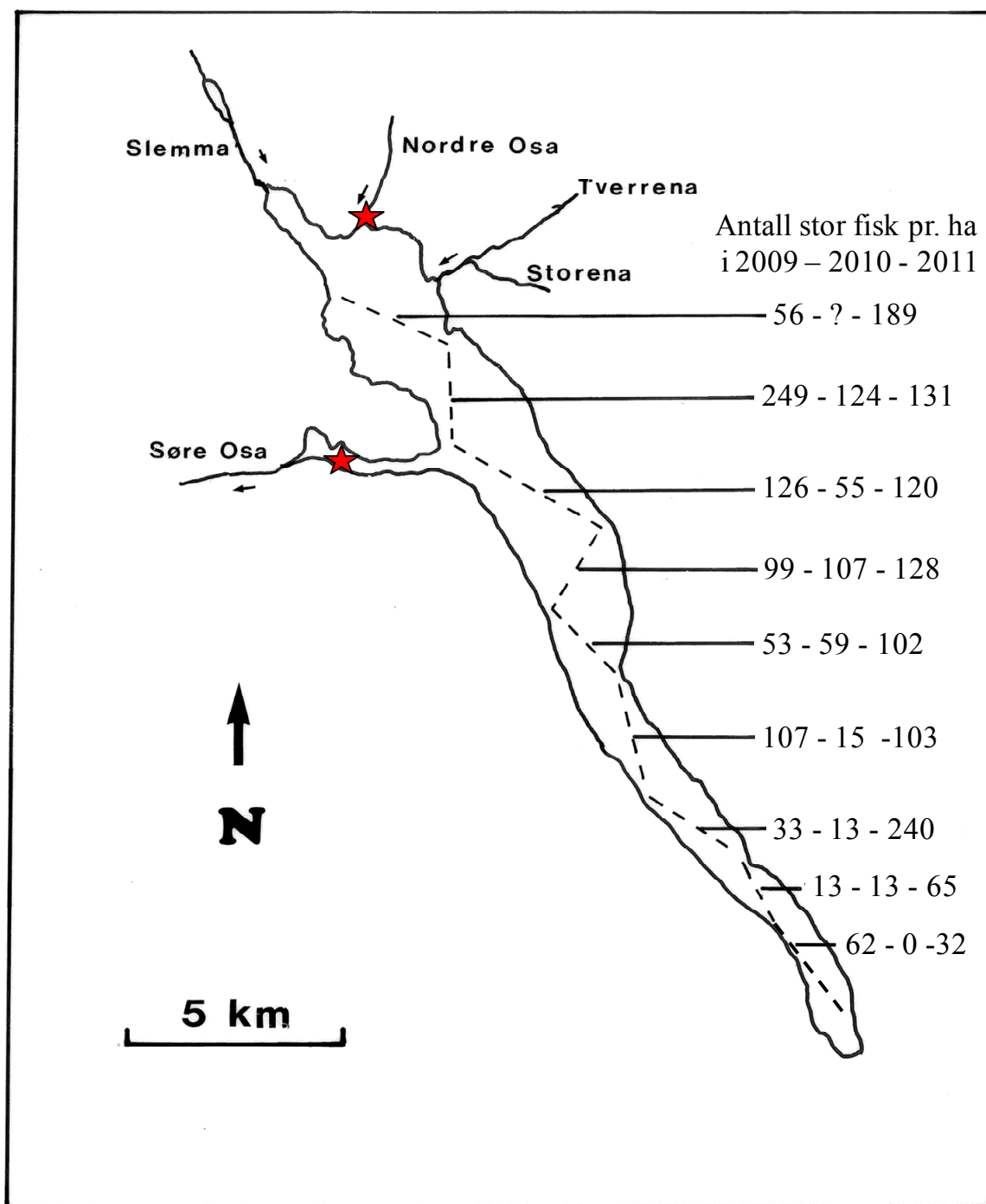
δ¹³C-resultatene kontrolleres med analyser av USGS-24 grafitt standard. IFEs verdier kontrolleres også mot en husstandard av ørretfilet. Ettersom δ¹³C verdiene påvirkes av fettinnholdet må en normalisering foretas før konklusjoner kan trekkes om karbonkildene til næringsdyr og fisk. Denne normaliseringen er gjort i henhold til anbefalinger gitt i Post mfl. (2007). Prøver av zooplankton og bunndyr er behandlet etter samme prosedyre.

Resultatene av SIA fremstilles gjerne i et biplott med δ¹³C-signaturen på x-aksen og δ¹⁵N signaturen langs y-aksen. Når det gjelder δ¹³C, er konsumenter i ferskvann (f.eks. fisk) bare marginalt anriket (0,2 ‰ pr. trofisk nivå) i forhold til det de spiser, mens forskjellen i δ¹⁵N er 3,4 ‰ pr. trofisk nivå. Derfor benyttes δ¹³C som en indikasjon på energikilden (type planter) som er det viktigste (indirekte) grunnlaget for fiskeproduksjonen, mens δ¹⁵N indikerer fiskens trofiske posisjon, og er følgelig godt egnet til for eksempel å evaluere andelen av fiskespisere i bestandene.

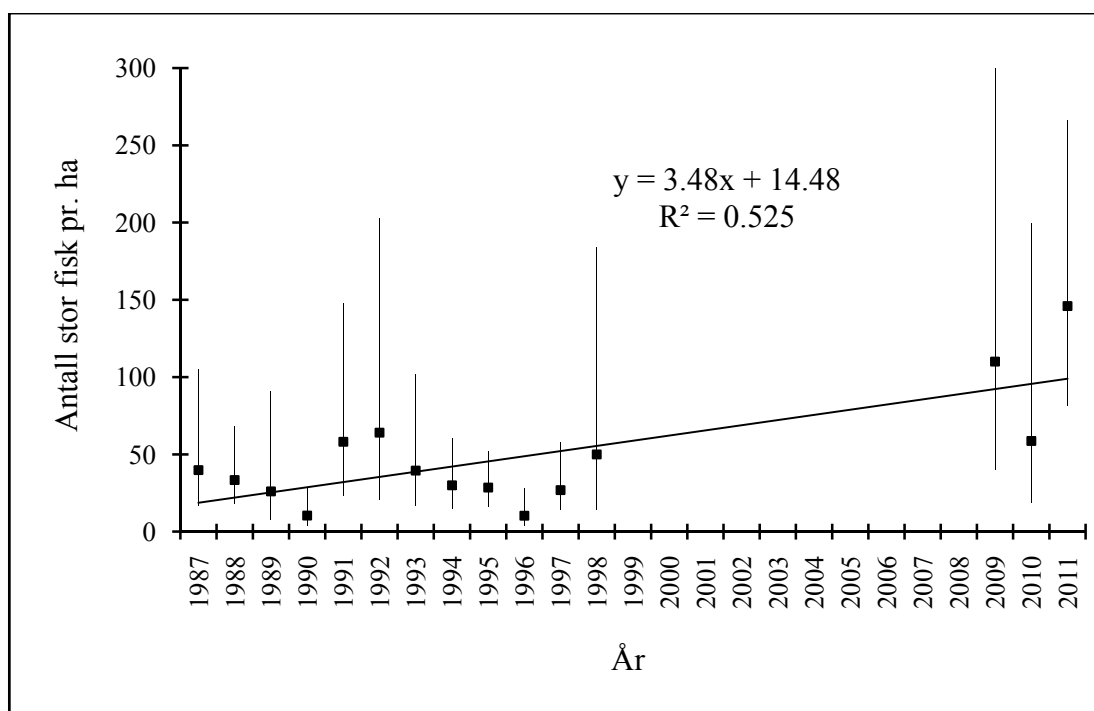
4 Resultater

4.1 Tetthet og fordeling av sik og lagesild

Fordelingen av fisk langs kursene som ble kjørt med ekkolodd (**figur 1**) viser at det i 2009 og 2011 var høyere tetthet sør i sjøen enn i 2010. Undersøkelsen ble gjort en uke senere i 2009 og 2010 enn i 2011. Vi ser at tetthetsberegningene fra ekkoloddregistreringene viser en nedgang fra 2009 til 2010, for så å øke igjen i 2011 (**figur 2**). Tettheter beregnet i perioden 1986 til 2011 viser variasjoner fra år til år. Dette kan delvis skyldes at fiskens fordeling i vannmassene i forhold til ekkoloddets virkeområde har variert mellom år, men tetthetene som ble beregnet i 2009 – 2011 var høyere enn det som ble registrert tidligere. Det synes klart at årsaken til dette er en økning i tettheten av lagesild. Biomasse av stor fisk i de frie vannmasser kan beregnes til 12,3, 9,0 og 12,2 kg/ha i henholdsvis 2009, 2010 og 2011. Gjennomsnittsvekten til fisken i flytegarfangstene var henholdsvis 112, 153 og 79 gram. Variasjonen skyldes varierende innslag av sik som stort sett var over 200 gram, mens de fleste lagesild var under 100 gram.



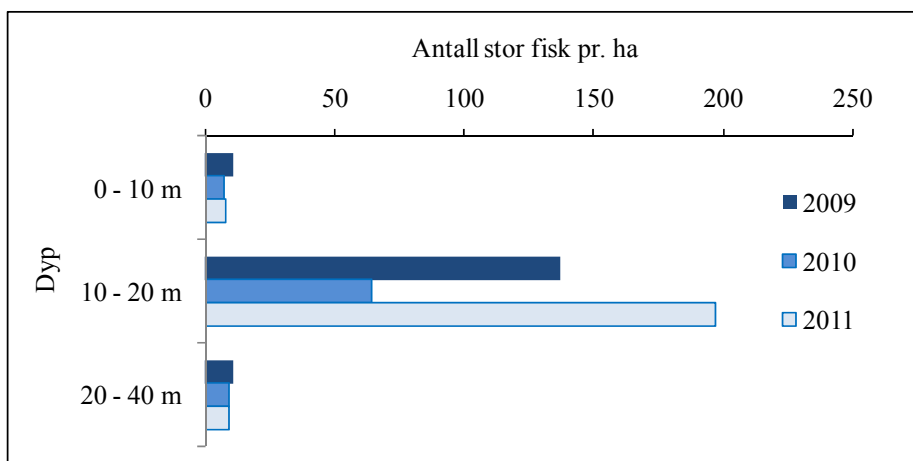
Figur 1. Skisse over Osensjøen med tilløps- og utløpsvassdrag. Kursene som ble kjørt ved ekkoloddregistreringene (— — —) er tegnet inn og beregnede tettheter av stor fisk i årene 2009, 2010 og 2011 er angitt. Stjerner angir lokaliteter for fangst og merking av gjedde mai 2010.



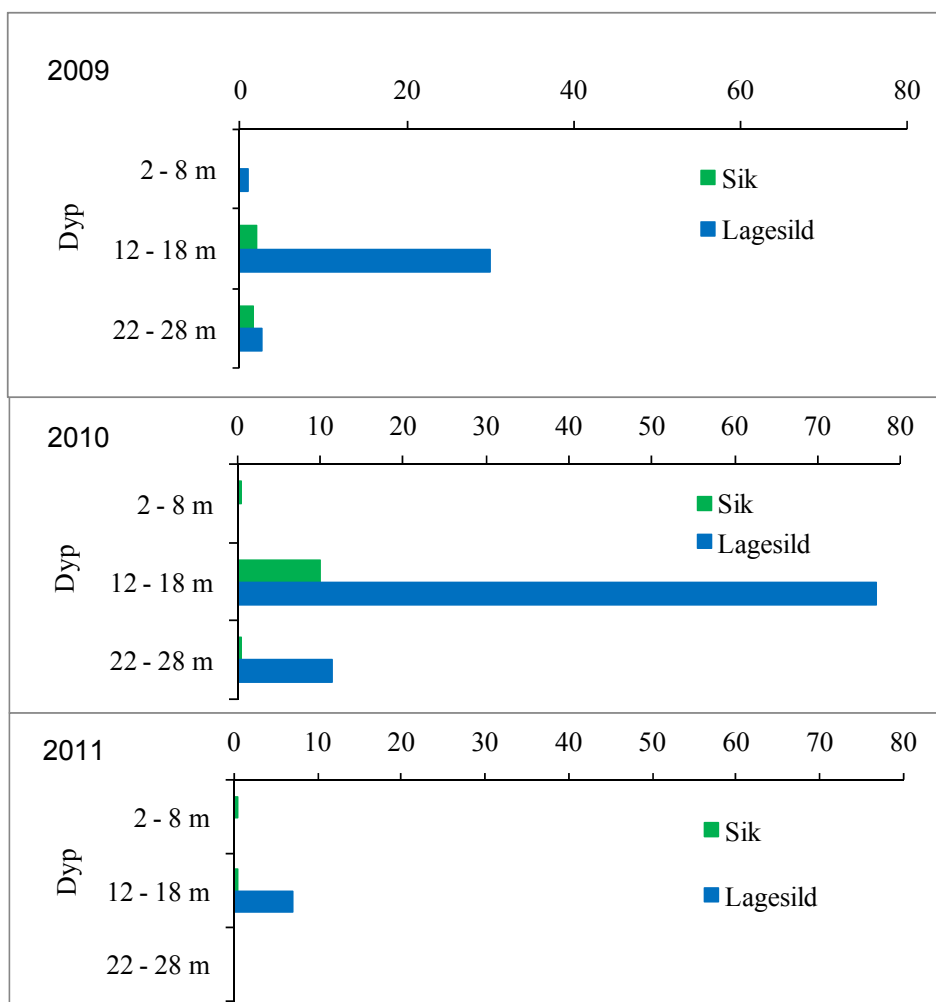
Figur 2. Beregnet tetthet av stor fisk i de frie vannmasser i mai 1987-1998 og i 2009-2011 i Osensjøen. ■ = gjennomsnitt, vertikale linjer viser 95% konfidensintervall.

Det ble registrert lite stor fisk i dybdesjiktet 0 – 10 m alle tre årene (**figur 3**), og flytegarnefangstene på 2 – 8 m dyp var sparsomme både i 2009, 2010 og 2011 (**figur 4**). Dette er gunstig med hensyn til tolkningen av ekkoloddregistreringene. Vi ser at fangst pr. innsats i flytegarne var høyest i 2009 da tetthetsberegningene ga lavest tall, og fangstene var lavest i 2011 da tetthetsberegningene ga høyest tall. Betrakter vi fangst pr. innsats som et uttrykk for aktivitet, ser det ut til at tetthetsberegningene gir høyest tall når fisken er lite aktiv (tidlig i sesongen og kaldt vann). Dette kan skyldes fiskens fordeling i vannmassene og tendens til unnvikelse/flukt fra båten.

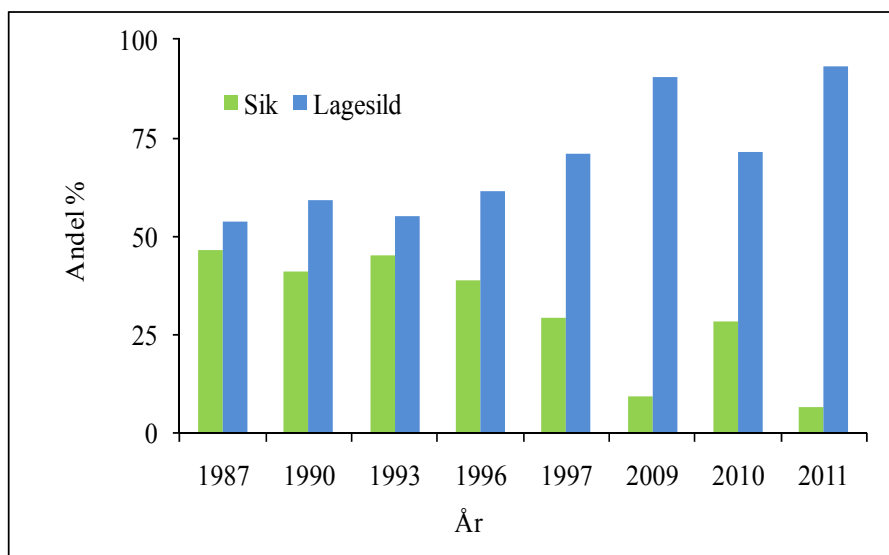
Det var en markert overvekt av lagesild i flytegarnefangstene i 2009-2011, og flytegarnefangstene i mai ble mer og mer dominert av lagesild (**figur 5**). I 2010 ble det også fisket i juni og i august, og det var større innslag av sik i august enn i mai; 51 mot 8 %. Dette er registrert tidligere år også, og viser at prøvefiske på ett tidspunkt ikke må tillegges for stor vekt. Det reflekterer at deler av sikbestanden flytter seg fra bunnære områder til de frie vannmasser når tettheten av krepsdyrplankton øker utover sommeren (Næsje mfl. 1991). På bunngarn ble det tatt 68 sik og bare en lagesild utenom gytetida, det var ved Sørlistøa i august.



Figur 3. Tetthet av fisk på ulike dyp i Osensjøen mai 2009, 2010 og 2011 beregnet med ekko-lodd.



Figur 4. Fangst pr. flytegarmserie av sik og lagesild på ulike dyp i mai 2009, 2010 og 2011.



Figur 5. Andel sik og lagesild i flytegarnefangster fra Osensjøen i mai 1987 – 2011.

4.2 Vekst og kjønnsmodning hos sik og lagesild

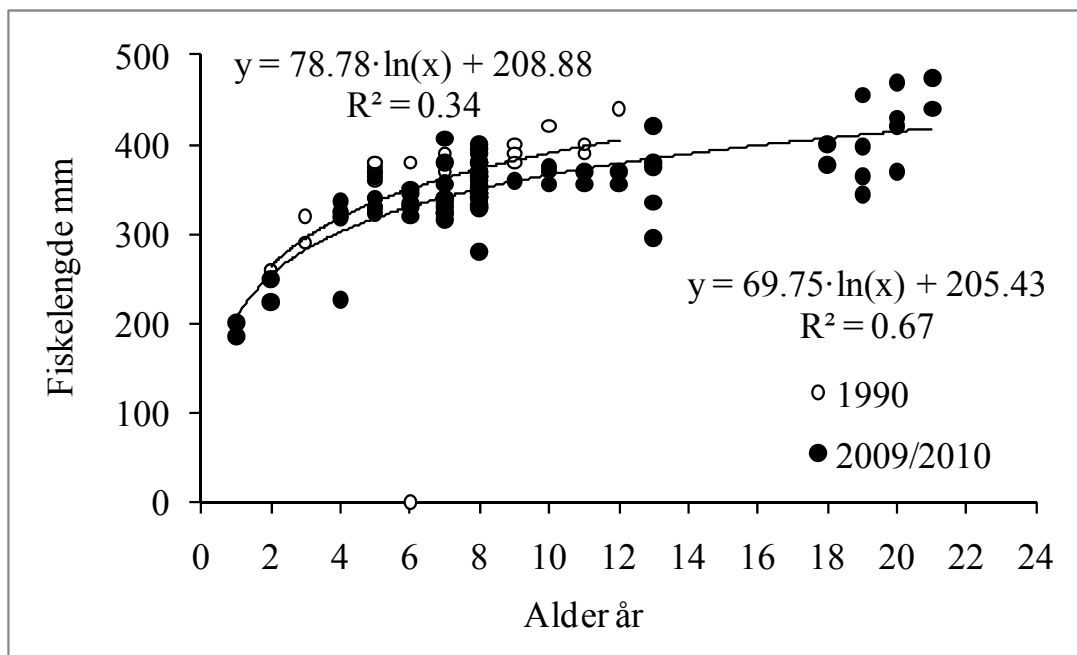
Sikens vekst var litt langsommere i 2010 enn i 1990 (**figur 6**, enveis variansanalyse $F_{1,106}=25,8$, $P<0,001$), mens lagesildas vekst var betydelig redusert over den samme perioden (**figur 7**, $F_{2,170}=170$, $P<0,0001$). Lagesildas vekst stagnerte i underkant av 25 cm i 2010, mens den tidligere ble nærmere 30 cm i gjennomsnitt. Før 1990 var også enkelte individer større enn 30 cm. I mai 2011 ble det bare tatt 25 lagesild på fire oversiktsgarn, og de fleste ble tatt i 18,5 mm garn på 12 – 18 m dyp. Det ble ikke fanget noen lagesild i garn med maskevidde 25 mm eller større. Tidligere var 29 mm garn de mest effektive til fangst av lagesild. Lagesilda i Osensjøen vokser likevel raskere enn sine artsfrender i Mjøsa, som de stammer fra. Der stagnerer lagesilda ved 22 – 23 cm lengde (Sandlund mfl. 1981, Sandlund 1992).

På 1970-tallet ble hanner av sik kjønnsmodne ved 3 – 5 års alder, og hunnene ett år seinere i Osensjøen (Sandlund 1979). På grunn av alderssammensetningen i bestandene i 2010 kan vi ikke fastslå om det har skjedd endringer i kjønnsmodningsalder. Det ble imidlertid tatt noen få to år gamle sik i 2010, og disse var umodne. På 1970-tallet var de fleste hunner og hanner av lagesild kjønnsmodne fra tre års alder, og enkelte individer av begge kjønn var også kjønnsmodne som to-åringer (Sandlund 1979). Vi fanget kun én to-årig lagesild i august 2010 da det var mulig å fastslå om den skulle gyte kommende høst, og denne var umoden. Alle lagesild eldre enn tre år var kjønnsmodne.

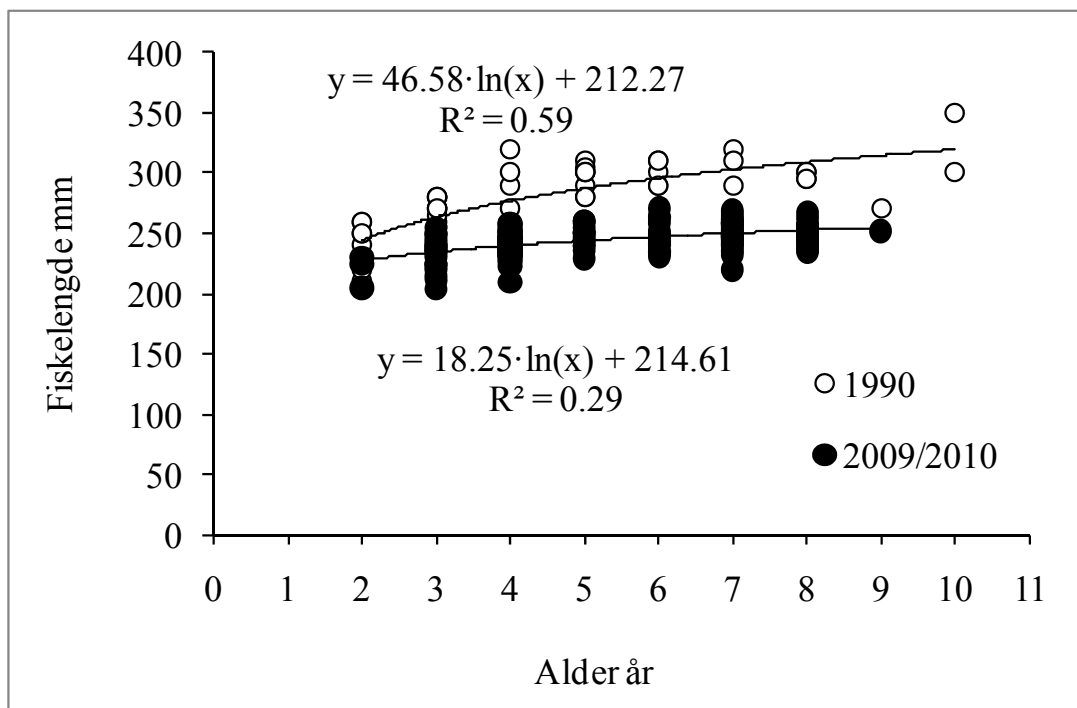
4.3 Aldersfordeling og rekruttering

Aldersfordeling i sikmaterialet fra 1979 fram til 2010 viser at det har blitt lengre mellom sterke årsklasser (**figur 8**). Det oppstod sterke årsklasser flere år på rad i 1973 – 1975, mens det på 1990-tallet kun oppstod en sterk årsklasse, i 1991 (Linløkken 1995). Denne var ikke lenger framtrødende i materialet fra 1998. Det oppstod en ny sterk årsklasse av sik i 2002. De sterke årsklassene har alle oppstått i varme somre, i likhet med det Museth m. fl. (2008) fant i Storsjøen i Rendalen. Men en varm sommer er ikke nødvendigvis ensbetydende med sterke årsklasser (se sommertemperaturer i **vedlegg I**). Svakere rekruttering i sikbestanden de siste 20 årene kan ha bidratt til økende dominans av lagesild. Sandlund (1979) registrerte sik på lagesildas gyteplasser med rogn i magen. Det samme ble registrert i oktober 2010, men det er usikkert om sikens beiting på lagesildas rogn er av et slikt omfang at det kan ha betydning for

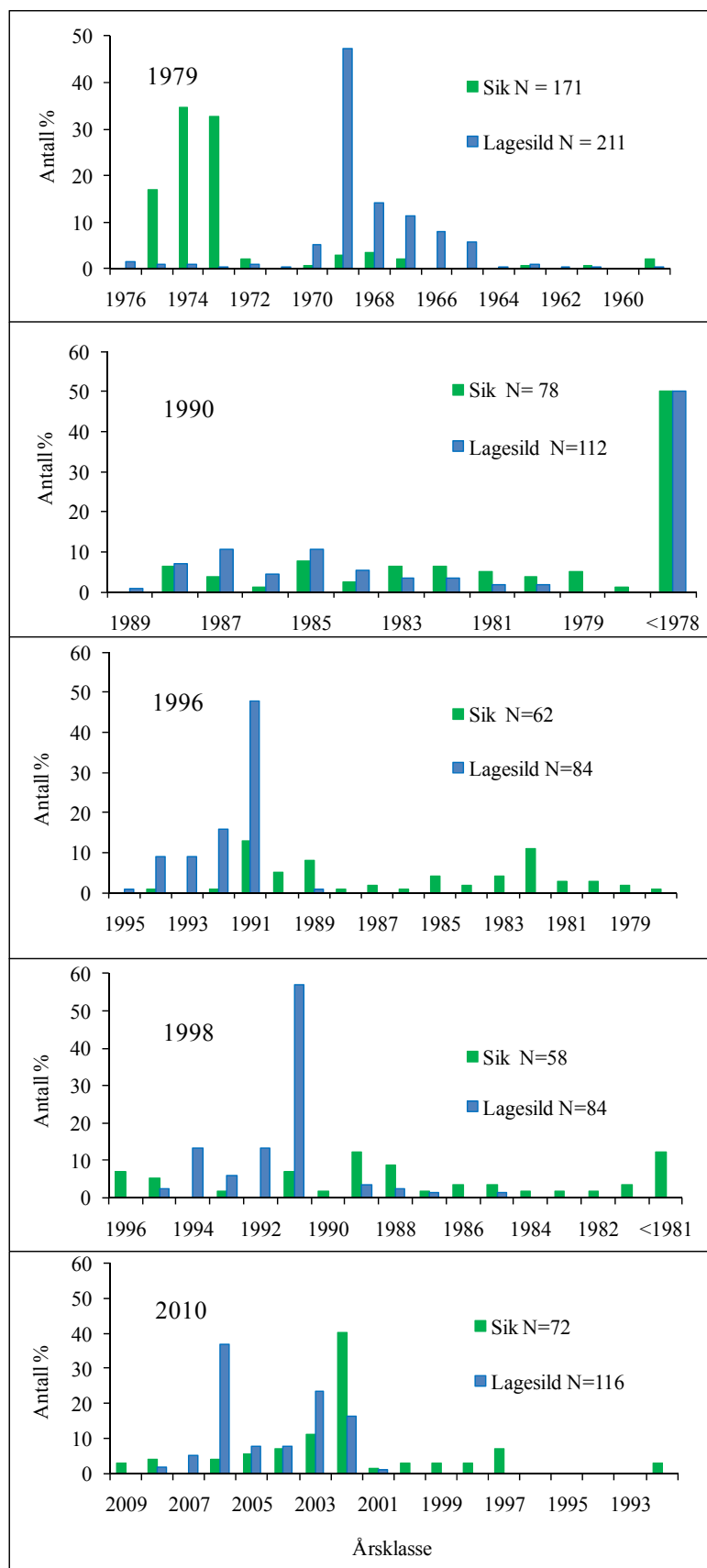
rekrutteringen av lagesild. Det er bare unntaksvis registrert fiskelarver eller yngel i fiskemager, men det kan ikke utelukkes at sik kan bidra til å redusere lagesildas rekruttering slik det er vist at abbor (Valkeajärvi & Marjomäki 2004) og hork kan gjøre (Winfield mfl. 2004). I så fall vil en nedgang i sikbestanden føre til økt rekruttering av lagesild.



Figur 6. Fiskelengde plottet mot alder for sik fanget i 1990 og i 2009/2010 i Osensjøen.



Figur 7. Fiskelengde plottet mot alder for lagesild fanget i 1990 og i 2009/2010 i Osensjøen.



Figur 8. Sik- og lagesildmaterialets fordeling på årsklasser fra Osensjøen 1979, 1990, 1996, 1998 og 2010.

Aldersfordelingen i lagesildmaterialet (**figur 8**) viser en annen tendens. På 1970-tallet var lagesildbestanden dominert av én sterk årsklasse som var klekt i 1969. På 1980-tallet oppstod relativt sterke årsklasser i 1980 og 1982 (**figur 8**, se også Linløkken & Sandlund 2003). På 1990-tallet var 1991-årsklassen relativt sterk, mens det siden 2000 har oppstått sterke årsklasser både i, 2002, 2003 og 2006. Et påfallende trekk er at antall årsklasser representert i fangstene av lagesild har gått ned fra 18 i 1979 (fisk klekt mellom 1959 og 1976), til 11 i 1998 (1985-1995) og til åtte i 2010 (2001-2008). Dette tyder på at dødeligheten har økt hos voksen lagesild.

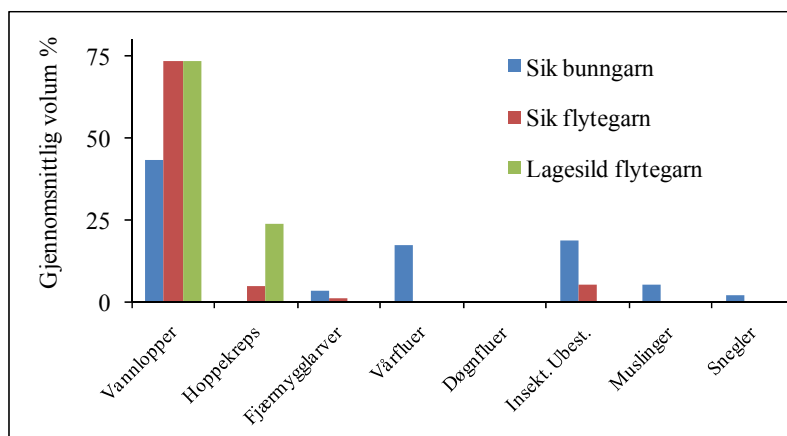
Vi har analysert vannstand i Osensjøen og tapping til Osa kraftverk i årene 1990 – 2009 (se **vedlegg II og III**), og sammenholdt dette med lufttemperaturer om sommeren (**vedlegg I**). Av spesiell interesse er årene 1991 (varm sommer - sterk årsklasse av begge arter), 1997 (varm sommer – ikke sterke årsklasser), 2002 (varm sommer - sterk årsklasse av begge arter) og 2006 (varm sommer – sterk årsklasse av lagesild). I årene med sterke årsklasser av sik (1991 og 2002) ble det tappet lite i april-mai og vannstanden i sjøen økte til 433 moh. i slutten av april og begynnelsen av mai. Dette var tidligere oppfylld enn gjennomsnittet for perioden. Dette var ikke tilfelle i 1997 og 2006. Dette kan tyde på at det er gunstig for rekrutteringen til sikbestanden at vannstanden i innsjøen øker til over 433 moh. tidlig om våren. Lagesildas gyteplasser ligger trolig på større dyp og vil eventuelt være mindre påvirket av vannstanden i tiden rundt klekking. Det er neppe tørrlegging av gyteplassen som skjer, men eksponering for bølgeslag og mulige predatorer vil ha større effekt på grunt vann. Vi har imidlertid få observasjoner, og det kan ikke trekkes bastante slutninger om forholdet mellom magasininfylling og fiskerekretering.

4.4 Næringsvalg hos sik og lagesild

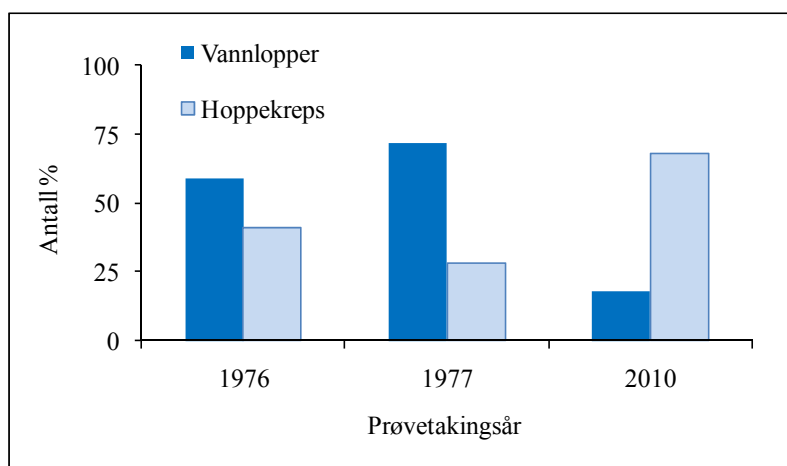
Sik som ble fanget på flytegarn i mai hadde spist insekter, mest fjærmygglarver, men også enkelte overflateinsekter. I august hadde sik fanget i flytegarn spist mest plankton, og vannlopper (artene *Daphnia cristata*, *D. galeata* og *Bosmina longispina*) dominerte i mageprøvene (**figur 9**). Sik fanget på bunngarn hadde spist vannlopper (Chydorider) som lever i strandsona, vannlevende insektlarver (vårfluelarver, vannkalvlarver m.m.), muslinger og snegler.

Lagesild tatt på flytegarn i mai hadde ikke mye mageinnhold; med en fyllingsgrad på 0 – 2. Mageinnholdet var imidlertid bare fjærmygglarver (Chironomidae), noe som betyr at den må ha beitet på eller nær bunnen, til tross for at de ble tatt på flytegarn på 12 – 18 m dyp. I august var det bare plankton i lagesildmagene (**figur 9**), og de samme artene av vannlopper dominerte som hos sik. Begge fiskeartene synes å foretrekke disse framfor hoppekreps. I lagesildmagene var det imidlertid også stor forekomst av vannloppa *Bythotrephes longimanus* som er en rovform. Den er karakteristisk med lang haletråd og stort øye som gjør den enklere for fisken å oppdage og fange. Men siden den er en rovform er andelen av denne arten ikke så stor i planktonet. Den er sjelden å finne i håvtrekk, både fordi den vanligvis ikke er så tallrik og fordi den har en evne til å unnsnippe planktonhåven. Det var noe hoppekreps, for det meste *Cyclops scutifer* og *Heterocope appendiculata* i fiskemagene. Den siste er en relativt stor art, og begge artene er rovformer.

En skal merke seg at hoppekreps dominerte i antall i håvtrekk fra august 2010, mens Sandlund (1979) fant antallmessig dominans av vannlopper i august 1976 og 1977 (**figur 10**). Planktonsamfunnet i 2010 synes å være endret i forhold til 1970-tallet, og en sannsynlig årsak til dette er hardere beiting fra en økt lagesildbestand. Økt beitetrykk rammer vannloppene som er de foretrukne av både sik og lagesild, og hoppekrepsen har dermed blitt antallmessig dominerende i vannmassene.



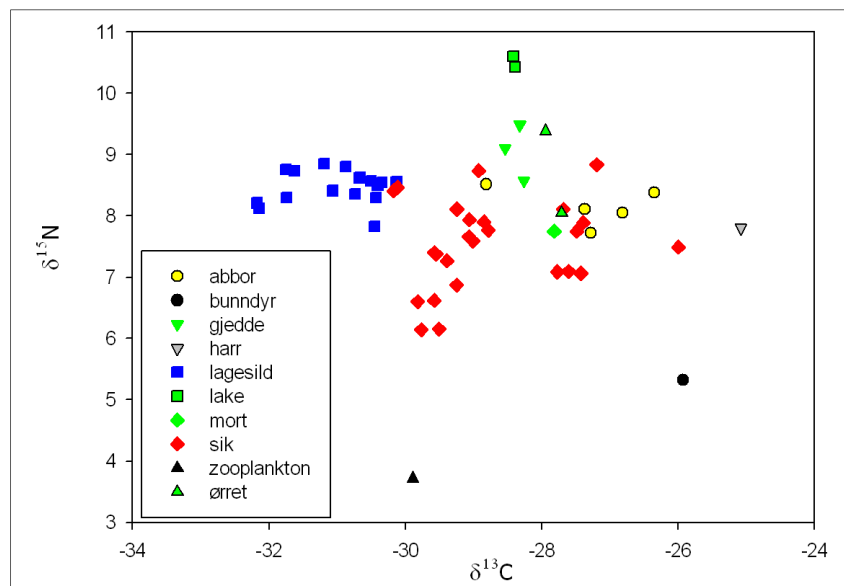
Figur 9. Gjennomsnittlig volumprosent av ulike grupper av næringsdyr funnet i mageprøver av sik ($N = 20$) og lagesild ($N = 15$) tatt i Osensjøen i august 2010.



Figur 10. Prosentfordeling mellom gruppene vannlopper og hoppekreps av planktonkrepsdyr i håvtrekk fra Osensjøen i august 1976, 1977 (etter Sandlund 1979) og 2010.

4.5 Stabile isotoper

Resultatene av analysene av stabile isotoper (SIA) er vist i **figur 11**. Nesten alle lagesildene hadde en langt lettere $\delta^{13}\text{C}$ signatur enn de andre fiskeartene. Det var bare to sik som hadde like lave $\delta^{13}\text{C}$ signaturer som den ene lagesilda med høyest $\delta^{13}\text{C}$ signatur. Verdier fra $-32,2$ til $-30,1$ ‰ (gjennomsnitt \pm SD = $-31,0 \pm 0,7$ ‰) indikerer at zooplankton ($-29,9$ ‰) er den helt dominerende matkilden for lagesild. Sik har større variasjon i $\delta^{13}\text{C}$ signatur enn lagesilda, fra $-30,2$ til $-26,0$ ‰ (gjennomsnitt \pm SD = $-28,7 \pm 0,9$ ‰), noe som reflekterer at sik spiser både bunndyr og zooplankton. Hos abbor var $\delta^{13}\text{C}$ signaturen i gjennomsnitt $-27,3 \pm 0,9$ ‰, noe som viser abborens plass som bunndyr- og fiskespiser i strandsona. Hos de andre artene er antall prøver for lite til en nærmere vurdering, men $\delta^{13}\text{C}$ signaturen til alle enkeltindividene av gjedde, lake, ørret, mort og harr antyder at de vesentlig henter sin føde langs bunnen.



Figur 11. Diagram (biplott) for stabile karbon- ($\delta^{13}\text{C}$) og nitrogen-isotoper i fisk og næringsdyr i Osensjøen 2010.

Den trofiske posisjonen (plassen i næringskjeden, vist ved $\delta^{15}\text{N}$ signatur) til lagesild og sik skiller seg også slik at lagesilda varierer mindre enn siken (**figur 11**). Mens lagesildas $\delta^{15}\text{N}$ signatur varierte mellom 7,8 og 8,9 ‰ (gjennomsnitt \pm SD = $8,5 \pm 0,2$ ‰) varierte siken langt mer, fra 6,1 til 8,8 ‰ (gjennomsnitt \pm SD = $7,5 \pm 0,1$ ‰). Lagesildas $\delta^{15}\text{N}$ signatur var dermed i gjennomsnitt 4,8 ‰ høyere enn zooplanktonet, det vil si mer enn ett trofisk nivå (som er ca 3,4 ‰). Dette tyder på at zooplanktondietten til lagesilda inneholder ganske mye av de ulike rovformene av plankton, slik som vannloppa *Bythotrephes* og hoppekrepsene *Cyclops* og *Heterocope*. I **figur 11** er isotopsignaturen for henholdsvis zooplankton og bunndyr basert på analyse av samleprøver, der det ikke er skilt på rovformer og planteetere. Den store spredningen i $\delta^{15}\text{N}$ signaturen hos sik kan tyde på at det er individuelle forskjeller når det gjelder hvilke næringsdyr fisken velger.

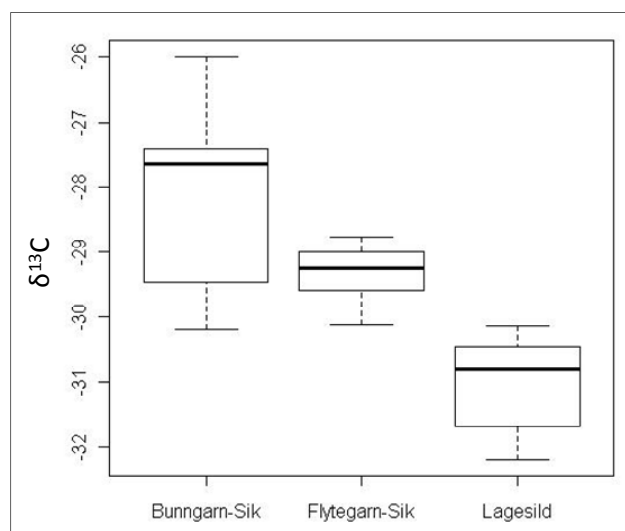
Verken sik eller lagesild i vårt materiale endret trofisk posisjon ($\delta^{15}\text{N}$ signatur) med økende størrelse. Det må tas forbehold om at vi ikke har analysert sik mindre enn 185 mm og lagesild mindre enn 205 mm, og at mindre fisk av begge artene kan tenkes å ha en annen diett.

De eneste rovfiskene i vårt materiale som skiller seg ut ved en høy $\delta^{15}\text{N}$ signatur er de to lake-ene, som i gjennomsnittlig verdi ligger ca 2 – 3 ‰ høyere enn de potensielle byttefiskene (**figur 11**). Dette tilsvarer i underkant av ett trofisk nivå, noe som tyder på at lake i denne størrelsen (453 – 512 mm) nesten bare spiser fisk. For de få individene vi har analysert av gjedde og ørret kan vi ikke utelukke at de også spiser en del bunndyr.

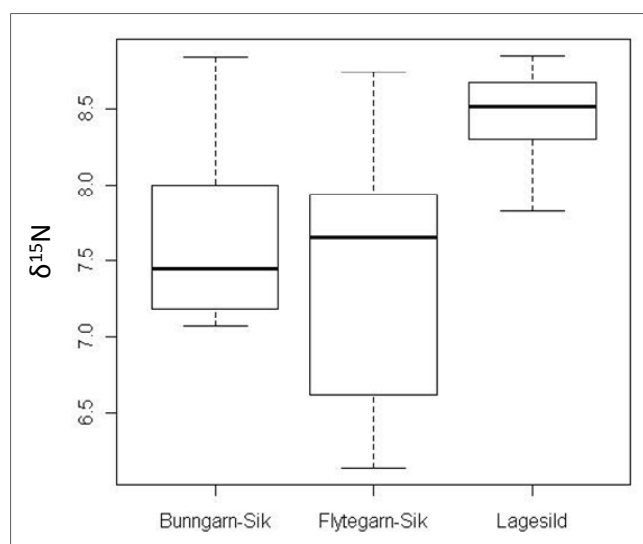
For å bedømme forholdet mellom sik og lagesild nærmere kan vi se på hvordan lagesild og henholdsvis flyte- og bunngarnfanget sik fordeler seg i forhold til $\delta^{13}\text{C}$ og $\delta^{15}\text{N}$ signatur. $\delta^{13}\text{C}$ signaturen, som indikerer hvor fisken finner føde, reflekterer at sik i bunngarn har funnet maten nær land, sik i flytegarn spiser både bunndyr og plankton, og lagesild er ensidig planktonspiser (**figur 12**). Sik i bunngarn hadde signifikant lavere $\delta^{13}\text{C}$ signatur enn sik fanget i flytegarn (t-test, $t=3,265$, 23 d.f., $p=0,003$). Samtidig hadde flytegarnfanget sik signifikant lavere $\delta^{13}\text{C}$ signatur enn lagesild (t-test, $t=7,958$, 27 d.f., $p<0,001$). Dette tyder på at den siken som går ut i de frie vannmasser endrer habitat for en lengre periode (sannsynligvis noen uker), og dermed skifter fra bunndyr til zooplankton i dietten. Dette er likevel ikke nok til at den flytegarnfangete siken blir lik lagesilda, den beholder sporene av bunndyrdietten. Dette bekrefter det inntrykket mer omfattende prøvefiske gir, at en del av sikbestanden flytter seg ut i vannmassene når zoo-

planktonmengden øker utover sommeren (Sandlund 1979, Næsje mfl. 1991). Analysene av mageinnhold kan imidlertid ikke vise om den flytegarnfangete fisken er individer som oppholder seg ute i vannmassene over tid, eller om individene flytter seg att og fram mellom bunnære områder og den pelagiske sona. Analysene av stabile isotoper gir oss derfor ny kunnskap om at det er en del av sikbestanden som skifter habitat og som oppholder seg i det nye habitatet over tid.

Også sik og abbor skiller seg signifikant i gjennomsnittlig $\delta^{13}\text{C}$ signatur (t-test, $t=-2,686$, 28 d.f., $p=0,012$), men dersom vi sammenligner abbor med den siken som er fanget i samme habitat, dvs nær bunnen, er $\delta^{13}\text{C}$ signaturene like (t-test, $t=1,244$, 15 d.f., $p=0,233$). Dette støtter påstanden om at den siken som ble fanget i bunn garn sammen med abboren, har oppholdt seg i det samme habitatet lenge.



Figur 12. Modalverdier (tykk strek = gjennomsnitt) av $\delta^{13}\text{C}$ signatur for sik fanget i henholdsvis bunngarn og flytegarn, og lagesild i Osensjøen, august 2010. Boksene viser 25 (nedre kant) og 75 % (øvre kant) prosentiler og viskerne viser minimum og maksimumverdier.



Figur 13. Modalverdier (tykk strek = gjennomsnitt) av $\delta^{15}\text{N}$ signatur for sik fanget i henholdsvis bunngarn og flytegarn, og lagesild i Osensjøen, august 2010. Boksene viser 25 (nedre kant) og 75 % (øvre kant) prosentiler og viskerne viser minimum og maksimumverdier.

Når det gjelder $\delta^{15}\text{N}$ signatur (**figur 13**), det vil si den trofiske posisjonen, har flyte- og bunn-garnfanget sik nesten identisk lik trofisk posisjon (t-test, $t=0,753$, 23 d.f., $p=0,459$), mens lagesilda har signifikant høyere $\delta^{15}\text{N}$ signatur enn både siken samlet og siken fanget i flytegarn (Mann-Whitney rank sum test, henholdsvis $U=46,00$ og $U=23,00$, $p<0,001$). Dette bekrefter inntrykket fra mageprøvene om at lagesilda trolig spiser mer rovformer av plankton enn det siken gjør (det vil si rovformer av hoppekreps og vannloppa *Bythotrephes*).

4.6 Parasitter

Grovhaket gjeddemark ble funnet i kjøttet på 43 av 46 sik som ble undersøkt ved å skjære tre snitt med kniv fra ryggen og ned til ryggraden. Dette gir en andel infiserte sik på 93,5 %. Museseth mfl. (2008) fant til sammenlikning 36,4 % i sik fra Storsjøen i Rendalen. Sik tatt på bunn-garn hadde i gjennomsnitt 2,03 (SD=1,38) mark, som var signifikant lavere (enveis variansanalyse $F_{1,45} = 9,47$, $P < 0,01$) enn det som i gjennomsnitt ($N=3,42$; SD=1.24) ble funnet i sik fra flytegarnfangstene. Det var ikke signifikant forskjell mellom fangstene fra mai og august. På 1970-tallet ble ikke grovhaket gjeddemark funnet i sik i Osensjøen (Sandlund 1979). Den ble heller ikke nå funnet i vårt materiale av lagesild, men den forekommer i enkelte individer også av denne arten (Nils Myrene, pers. medd.). I Finland er det gjort grundige undersøkelser på den grovhakede gjeddemarken, blant annet med kunstig infisering både i hoppekreps og videre til sik og lagesild (Pulkkinen mfl. 1999). Det viste en viss variasjon i mottakelighet mellom ulike arter av hoppekreps (*Cyclops scutifer* var ikke blant de undersøkte), og det var stor forskjell mellom sik og lagesild. Parasitten hadde vanskelig for å etablere seg i lagesild. I tillegg er lagesilda mer knyttet til de frie vannmasser, mens parasittens egg kommer fra gjedda som lever langs land. Eggene kommer ut i løpet av en begrenset periode om våren, og hoppekrepsen som bærer parasitten videre til fisk, lever ikke lenge. Overføringen av parasitten til sik foregår derfor i løpet av en kort periode, sannsynligvis i mai, men vi fant ingen hoppekreps i de sikmagegene vi undersøkte. Hoppekrepsen går i dvale om vinteren, og noen av disse slipper seg ned på bunnen på grunt vann etter først å ha svømt nær land. Om våren kommer de opp fra sedimentet og svømmer ut i de frie vannmasser igjen. Arter med slik adferd vil med "riktig" timing kunne bringe parasitten fra gjedda i strandområdene og ut til planktonspisende fisk i de frie vannmasser. Amundsen & Kristoffersen (1990) fant høyere infeksjonsgrad hos planktonsik sammenlignet med bunnsik, noe som tyder på at siken infiseres i de frie vannmasser. Gjedde-markegg som avgis fra gjedde i nedre del av Nordre Osa vil kunne spres med strømmen fra innløpet, spesielt med stor vassføring om våren. Parasittoverføringen er derfor ikke nødvendigvis avhengig av at sik oppholder seg på samme sted som gjedda for å bli infisert.

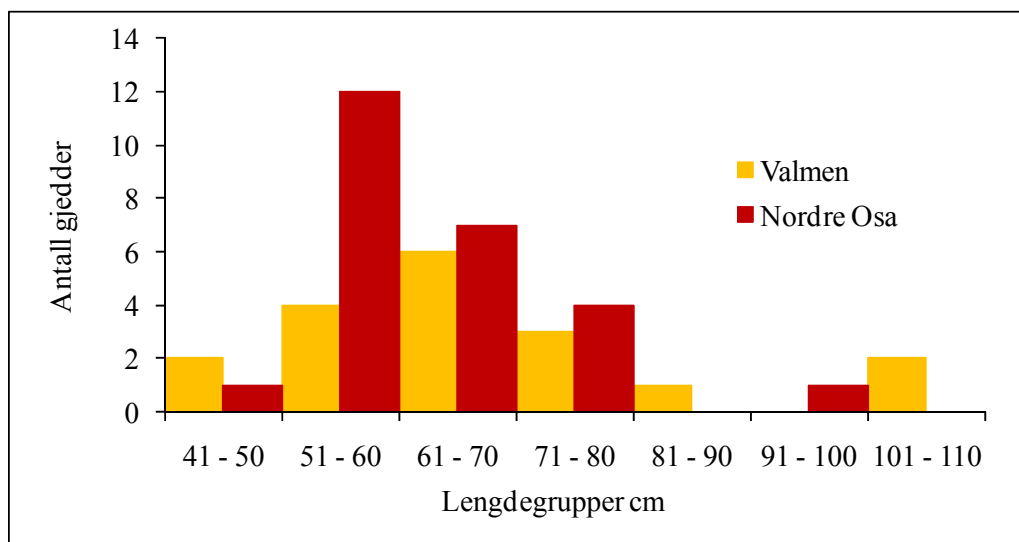
Fiskeandmark (*Diphyllbothrium ditremum*) er en annen bendelorm som går på fisk, og finnes som små cyster på fiskens magesekk. Vi antar at det var denne som ble funnet på praktisk talt alle voksne lagesild, og på enkelte sik. Det tilsvarer det som ble registrert på 1970-tallet (Sandlund 1979).

4.7 Gjedde

Det ble merket 26 gjedder i Nordre Osa og 18 gjedder i Valmen i mai 2010. De fleste gjeddene som ble merka var mellom 50 og 80 cm lange (**figur 14**), som tilsvarer en vekt på 1,2 – 2,6 kg. I Valmen ble det i 2011 fisket en uke for seint i forhold til gjeddas gyteperiode, og det ble ikke tatt noen gjedder i garn. Våren kom uvanlig tidlig i 2011, og gytetida var over i første uka av mai, mens det i 2010 ble tatt gjedde i garn i tredje uka av mai. Garnfiske både i Nordre Osa og i Valmen i slutten av mai og i juni 2010 ga ingen gjeddefangst, og viste at garnfangst av gjedde må gjøres i gytetida.

Det ble gjenfanget tre merkede gjedder i Nordre Osa og en i Valmen i mai 2010, og i Nordre Osa ble det gjenfanget seks merkede gjedder blant totalt 200 gjedder i mai 2011. Dette gir en beskatningsgrad på minst 23 % (siden ikke alle gjeddene som ble merket i 2010 kan antas å

være i live året etter), og det gir en bestandsstørrelse på 904 gjedder (95 % konfidensintervall: 487 – 1320) i området hvor det ble fisket i Nordre Osa. Det er usikkert hvor stort område denne gjeddebestanden bruker, men et uttak på 200 gjedder på en gyteplass i løpet av en sesong er en ikke ubetydelig beskatning. Gjennomsnittsvekten av disse garnfangede gjeddene var ca. 2,5 kg (Stein Erik Pettersen, pers. medd.). Merkematerialet i 2010 fra Nordre Osa var valgt tilfeldig blant de mindre gjeddene i garnfangstene, og gjenspeiler ikke lengdefordelingen i bestanden.



Figur 14. Lengdefordeling i gjeddematerialet som ble merket i Valmen og i Nordre Osa i 2010.

5 Konklusjon

Tendensen som ble observert i 2009 til økt bestand av lagesild og redusert bestand av sik i de frie vannmasser i Osensjøen synes å være forsterket. Lagesildas vekst og kjønnsmoden størrelse avtar og selv maskevidde 25 mm synes nå å være for stor for et effektivt fiske. Siken er mindre tallrik enn før, men beholder sin størrelse ved kjønnsmodning selv om veksten for sik også har avtatt noe. Nedgangen i lagesildas størrelse skyldes sannsynligvis økt bestandsstørrelse som fører til økt intern konkurranse om føden og dermed dårligere vekst. Konkurranse mellom sik og lagesild kan også spille en rolle her. Både sik og lagesild spiser fjærmygglarver i mai, og har trolig et gjensidig konkurranseforhold om denne føden. Det samme gjelder beiting på vannlopper i august, selv om lagesild er mer effektiv til å ta krepsdyrplankton, og en del av sikbestanden unngår konkurranse fra lagesild ved å beite i strandsona og på bunnen der insektlarver, små muslinger og snegler er viktige næringsorganismer. Forholdet mellom vannlopper og hoppekreps i krepsdyrplanktonet har endret seg mot dominans av hoppekreps, noe som støtter antakelsen om sterkere beitetrykk fra lagesilda.

Det er usikkert hva som er årsaken til denne utviklingen, der balansen i fiskesamfunnet forskyves til fordel for lagesilda. Årsakene til slike endringer i dominansforholdet mellom arter skyldes gjerne menneskeskapte endringer, slik som for eksempel endret fisketrykk på en eller flere arter, eller skade på gyteområdene til en av artene. I Sølensjøen, der sik og røye er de to artene som konkurrerer med hverandre, ble det vist at et kraftig økt fiske etter sik førte til et bedre fiske etter røya (Museth mfl. 2007). I Osensjøen er fisketrykket sannsynligvis ganske likt eller eventuelt noe lavere i dag enn for noen tiår siden. Det er ingen grunn til å tro at disse endringene skulle føre til endringer i forholdet mellom lagesild og sik.

Oppstarten av Osa kraftverk førte til visse endringer i Osensjøen. Inntaket til kraftverket ligger i et område av sjøen der kjentfolk mente det var viktige gyteplasser for sik. En eventuell effekt

av dette er imidlertid vanskelig å spore. Eventuelle endringer i manøvreringsmønsteret for kraftmagasinet Osensjøen kan derimot tenkes å ha en effekt på alle sikens gyteplasser. I motsetning til lagesilda gyter siken på relativt grunt vann i Osensjøen. Vannstanden om høsten ved gyting, om vinteren og tidspunktet for oppfylling av magasinet om våren kan derfor tenkes å påvirke rekrutteringen til sikbestanden. Dette vil i så fall minne om forholdet mellom ørret og røye i reguleringsmagasiner. Man antar at årsaken til at ørret ofte taper for røya i reguleringsmagasiner skyldes at røyas gyteplasser og næringskilder i magasinet skades mindre av reguleringen enn ørretens (Borgstrøm & Aass 2000). Vi har foreløpig for få år til å vurdere reguleringen og manøvreringens effekt på siken i Osensjøen med noen sikkerhet, selv om klekking av relativt sterke årsklasser av sik kan synes å falle sammen med tidlig oppfylling av magasinet. Her er det imidlertid behov for ytterligere analyser.

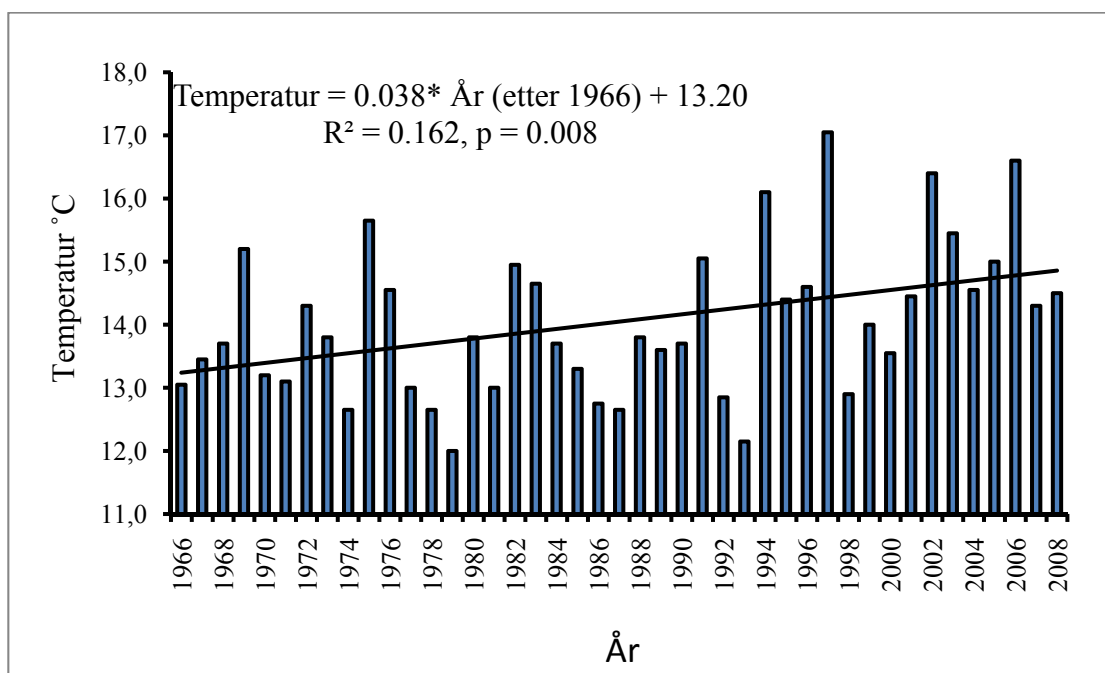
Analysene av stabile isotoper bekrefter inntrykket fra tidligere garnfiske om at en del av sikbestanden vandrer ut i de frie vannmassene etter hvert som tettheten av krepsdyrplankton øker utover sommeren. Dataene vi presenterer her bekrefter at den siken som går ut i de frie vannmassene for å beite zooplankton oppholder seg der over en lengre periode, trolig mange uker.

Parasitteringsgraden av grovhaket gjeddemark på sik er 93,5 %. Dette er mer enn dobbelt så høyt som i sik fra Storsjøen i Rendalen. Antall parasitter var høyere i sik tatt i flytegarn enn sik tatt i bunngarn. Parasitteringsgraden er høy, spesielt med tanke på at det i 1970-årene ikke ble funnet gjeddemark på den siken som ble undersøkt (Sandlund 1979). Forekomsten av gjeddemark kan reduseres ved å fiske hardt på gjedda. Den beregnede bestanden på ca. 900 gjedder er ikke avskrekkende stor med tanke på et utfiskingsprosjekt. Det bør være mulig å redusere bestanden betydelig. Det er likevel litt usikkert hvilke følger det får for gjeddebestanden fordi gjedda er territoriehevdende og kannibal. En reduksjon av bestanden av voksen gjedde vil medføre økt rekruttering og sannsynligvis en mer tallrik bestand av ung gjedde. Det vil imidlertid trolig gi redusert parasitteringsgrad av grovhaket gjeddemark i sik og er vel verdt et forsøk. Bestanden av gjedde gjør også betydelige innhugg i bestandene av ørret som slipper seg ned fra elvene.

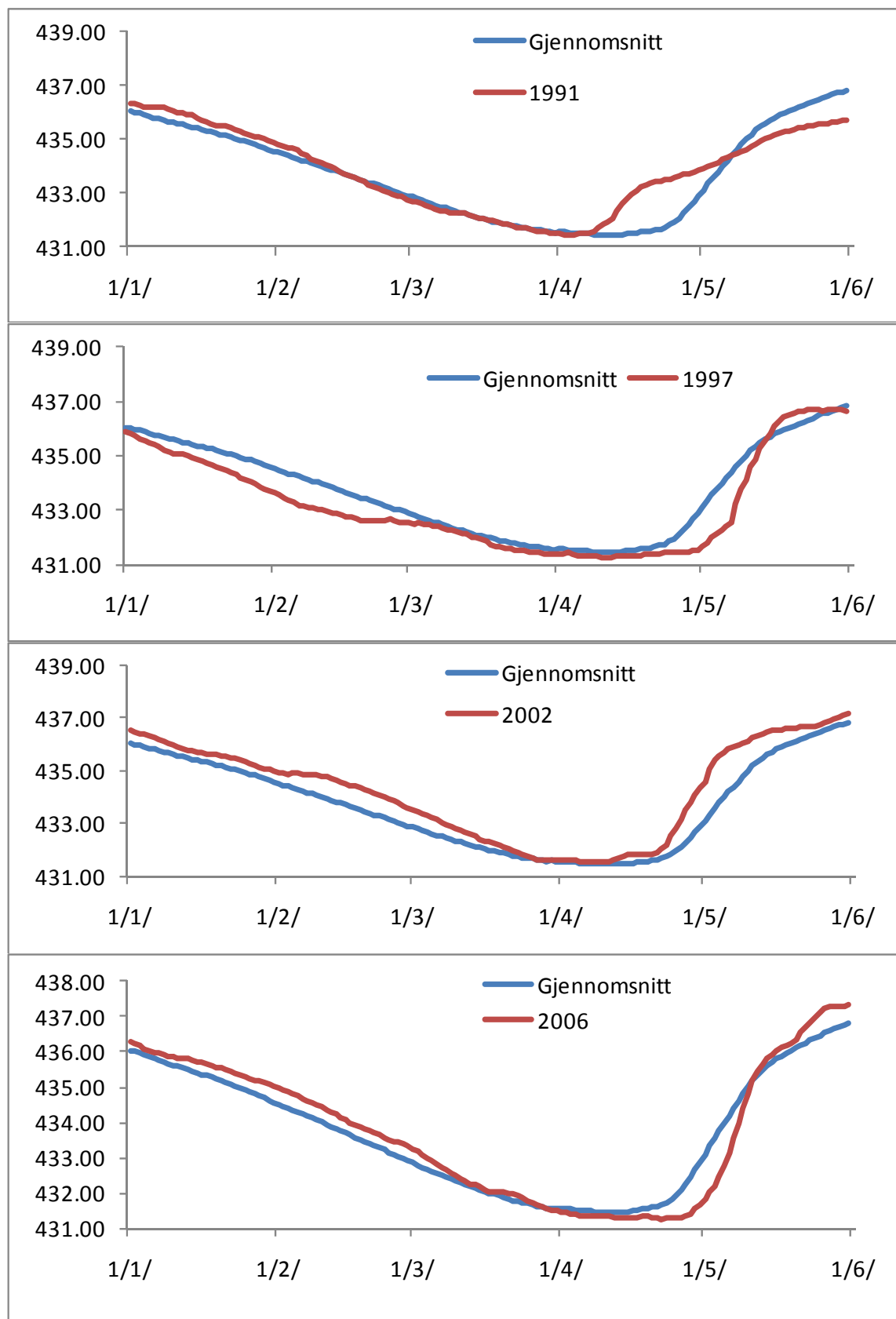
6 Referanser

- Anneville, O., Soussi, S., Molinero, J. C. & Gerdeaux, D. 2009. Influences of human activity and climate on the stock-recruitment dynamics of whitefish, *Coregonus lavaretus*, in Lake Geneva. *Fisheries Management and Ecology* 16: 492-500.
- Borgstrøm, R. & Aass, P. 2000. Vassdragsreguleringer. S. 216-229 i: R. Borgstrøm & L.P. Hansen (red.) Fisk i ferskvann. Landbruksforlaget, Oslo.
- Brown, R. W., Taylor, W. W. & Assel, R. A. 1993. Factors Affecting the Recruitment of Lake Whitefish in Two Areas of Northern Lake Michigan. *Journal of Great Lakes Research* 19: 418-428.
- Bøhn, T., & Amundsen, P. A. 2001. The competitive edge of an invading specialist. *Ecology* 82: 2150-2163.
- Craig, H. 1953. The geochemistry of stable isotopes. *Geochim. Cosmochim. Acta*. 3.: 53-93.
- Helminen, H. & Sarvala, J. 1994. population regulation of vendace (*Coregonus albula*) in Lake Pyhäjärvi, southwest Finland. *Journal of Fish Biology* 45: 387-400.
- Amundsen, P.-A. & Kristoffersen, R. 1990. Infection of whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) by *Triaenophorus crassus* Forel (Cestoda: Pseudophyllidea): A case study in parasite control. *Canadian Journal of Zoology* 68: 1187-1192.
- Linløkken, A. 1993. Ekkoloddregistreringer og prøvefiske i Osensjøen, Åmot og Trysil kommuner 1986-1993. Rapport nr. 12. Glommaprosjektet. Fylkesmannens miljøvernavdeling og Hedmark Energi AS. 10 s.
- Linløkken, A. 1995. Monitoring pelagic whitefish and vendace in a hydroelectrical reservoir by hydroacoustics. *Regulated Rivers: Research and Management* 10: 315-328.

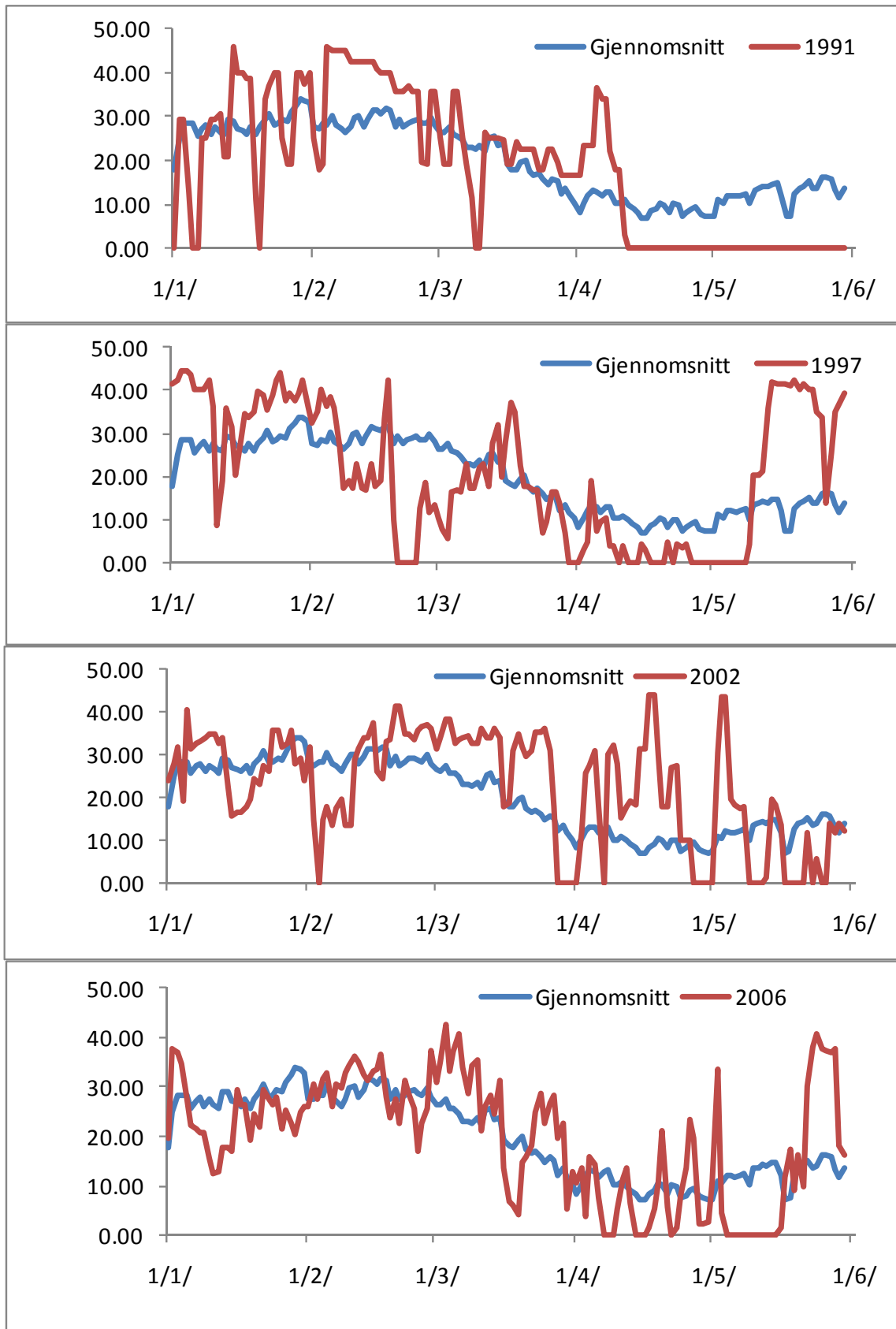
- Linløyken, A. & Rukan, K. 2009. Prøvefiske og ekkoloddregistreringer i Osensjøen 2009. Rapport / Høgskolen i Hedmark nr 16, 31 s.
- Linløyken, A. & Sandlund, O.T. 2003. Fisk og fiskerier i Osensjøen – et sammendrag av 25 års undersøkelser. NINA Oppdragsmelding 794: 1-18.
- Mariotti, A. 1983. Atmospheric nitrogen is a reliable standard for natural abundance ^{15}N measurements. *Nature* 303: 685-687.
- Marjomäki, T. 2003. Recruitment variability in vendace, *Coregonus albula* (L.), and its consequences for vendace harvesting. Ph D. thesis. University of Jyväskylä, Finland. 66 pp.
- Museth, J., Sandlund, O.T. & Borgstrøm, R. 2007. Coexistence between introduced whitefish (*Coregonus lavaretus*) and native Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) depends on heavy whitefish exploitation. In: Jankun, M., Brzuzan, P., Hliwa, P., Luczynski, M. (Eds.) *Biology and Management of Coregonid Fishes 2005. Advances in Limnology* 60: 343-350.
- Museth, J., Sandlund, O. T., Johnsen, S. I., Rognerud, S. & Saksgård, R. 2008. Fiskesamfunnet i Storsjøen i Åmot og Rendalen kommuner. Betydningen av reguleringsinngrep, endret beskatning og avbøtende tiltak. NINA Rapport 388, 63 s.
- Nilsson, N.-A. 1967. Interactive segregation between fish species. Pp. 296-313 in: *The biological basis of freshwater fish production*. Ed. S.D. Gerking. Blackwell's, Oxford.
- Næsje, T.F., Jonsson, B., Sandlund, O.T. & Kjellberg, G. 1991. Habitat switch and niche overlap in coregonid fishes: effects of zooplankton abundance. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48: 2307-2315.
- Post, D.M., Layman, C.A., Arrington, D.A., Takimoto, G., Quattrochi, J. & Montana, C.G. 2007. Getting to the fat of the matter: models, methods and assumptions for dealing with lipids in stable isotope analyses. *Oecologia* 152: 179-189.
- Pulkkinen, K., Valtonen, E.T., Niemi, A. & Poikola, K. 1999. The influence of food competition and host specificity on the transmission of *Triaenophorus crassus* (Cestoda) and *Cystidicola farionis* (Nematoda) to *Coregonus lavaretus* and *Coregonus albula* (Pisces:Coregonidae) in Finland. *International Journal for Parasitology* 11: 1753-1763.
- Salonen, E. 1998. The vendace stock and fisheries in Lake Inari. *Boreal Environmental Research* 3: 307-319.
- Sandlund, O.T. 1979. Sik og lågåsild i Osensjøen. Fiskeribiologiske undersøkelser i Osenområdet. Rapport nr. 6: 57 s.
- Sandlund, O.T. 1992. Differences in the ecology of two vendace, *Coregonus albula*, populations separated in 1895. *Nordic J. Freshw. Res.* 67: 52-60.
- Sandlund, O. T., Næsje, T., Hagen, H. & Klyve, L. 1981. Lagesilda i Mjøsa. Alderssammensetning, vekst og ernæring. Mjøsundersøkelsen Rapport 3. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. 58 s.
- Sutela, T., Munetia, A. & Salonen, E. 2002. Relationship between annual variation in reservoir conditions and year-class strength of peled (*Coregonus peled*) and whitefish (*Coregonus lavaretus*). *Hydrobiologia* 485: 213-221.
- Svärdson, G. 1976, Interspecific population dominance in fish communities of Scandinavian lakes. *Report. Institute of Freshwater Research, Drottningholm* 55: 144-171.
- Trippel, E. A., Eckmann, R. & Hartmann, J. 1991. Potential effects of global warming on whitefish in Lake Constance, Germany. *Ambio* 20: 226.
- Valkeajärvi, P. & Marjomäki, T. J. 2004. Perch (*Perca fluviatilis*) as a factor in recruitment variations of vendace (*Coregonus albula*) in Lake Konnevesi, Finland. *Annales Zoologici Fennici* 41: 329-338.
- Winfield, I. J., Fletcher, J. M. & James J. B. 2004. Conservation ecology of vendace (*Coregonus albula*) in Bassenthwaite Lake and Derwent Water, U. K. *Annales Zoologici Fennici* 41: 155-164.

Vedlegg I. Lufttemperaturmålinger i Haugedalen, Åmot. Gjennomsnitt for juli – august.

Vedlegg II. Vannstand i Osensjøen i perioden 1/1 til 1/6 i 1991, 1997, 2002 og 2006 sammenliknet med gjennomsnittet for perioden. Laveste og høyeste regulerte vannstand er henholdsvis 430,9 og 437,5 m o.h.



Vedlegg III. Tapping fra Osensjøen til Osa kraftverk i perioden 1/1 til 1/6 i 1991, 1997, 2002 og 2006 sammenliknet med gjennomsnittet for perioden.





Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.

NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.

Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-2326-3

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger