

Noregs miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgåve 2018 60 stp

Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning (MINA)

Sjørøya (*Salvelinus alpinus*) i Linnévassdraget, Svalbard – livshistorietrekk og populasjonsstruktur ti år etter innføring av kvotebasert fangst

Anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in the
Linné watercourse, Svalbard – life history traits and
population structure ten years after the introduction
of quota-based harvest

Vegard Årthun Bergane

Naturforvaltning

Føreord

Dette er masteroppgåva mi i naturforvaltning ved Fakultet for miljøvitskap og naturforvaltning (MINA), Noregs miljø- og biovitskaplege universitet (NMBU). Eg vil gje ein stor takk til min rettleiar professor emeritus Reidar Borgstrøm for god hjelp med skrivinga og labarbeidet. Eg vil også takke min eksterne rettleiar, seniorforskar Martin-A. Svenning ved Norsk institutt for naturforskning (NINA-Tromsø), for uvurderleg hjelp både i felt og i skriveprosessen. Professor Thrond Haugen har vore formell rettleiar ved NMBU, og skal ha takk for verdifulle kommentarar i avslutningsfasa av oppgåva.

Mirjam Artmark Aanensen og Julia Cuypers fortener også ein stor takk for dyrebar hjelp og godt selskap i felt. Det vart mange flotte naturopplevingar. Eg vil også takke Longyearbyen jeger- og fiskerforening (v/ Anders Magne Lindseth) for lån av hytta ved Russekeila, samt transport av ved og proviant.

I tillegg skal Sysselmannen ha stor takk for transport av personell og utstyr. Ein spesiell takk går til Bjarte Benberg (hos Sysselmannen) for organisering av helikopter- og båttransportane, samt praktisk hjelp under det intense garnfisket i september.

Vidare skal Svalbards Miljøvernfond ha ein stor takk for finansiering og utrustning av feltopphaldet.

Til slutt vil eg takke alle som har bidratt til å gjere dei fem åra mine ved NMBU svært lærerike og minneverdige.

Noregs miljø- og biovitskaplege universitet
Mai 2018

Vegard Årthun Bergane

Samandrag

Populasjonsstruktur, vandringsmønster og diett hos anadrom røye (*Salvelinus alpinus*) i Linnévassdraget på Vest-Spitsbergen, Svalbard, vart undersøkt sommar/haust 2017. Linnévatnet dekker 4,6 km², og er eit av dei lettast tilgjengelege sjørøyevassdraga på Svalbard. Utlaupselva har vassføring i om lag tre månadar i året, noko som mogleggjer årlege sjøvandringar for røya. Etter ein periode med svært lite sjørøye grunna hard beskatning, vart vassdraget freda for garnfiske i 1993. I 2008 vart det på ny opna for garnfiske, med 52 mm som minste tillatne maskevidde, og ei totalkvote på 40 røyer (>25 cm). Ei undersøking same året viste at sjørøyebestanden hadde tatt seg kraftig opp att etter garnfiskeforbodet i 1993, og på bakgrunn av dette vart årskvota i vassdraget auka til 100 røyer. Formålet med min studie var å undersøke moglege endringar i livshistorietrekk og populasjonsstruktur hos sjørøyebestanden i Linnévassdraget, ti år etter at kvotesystemet vart innført. Eg ville også undersøke forholdet mellom sjørøye- og stasjonærbestanden i vassdraget med omsyn til framtidig forvalting.

Det vart montert ei oppgangsfelle i utlaupselva som fanga all oppvandrande sjørøye i perioden 25. juli til 29. august 2017. Totalt vart det fanga 1743 sjørøyer i fella. Oppvandringa føregjekk gjennom heile fangstperioden, og den største og kjønnsmogne fisken returnerte til ferskvatn først. All fisk vart merka, målt og vege, og eit representativt utval (79 sjørøyer) vart avliva og prøvetatt. Det vart også fiska med garn i Linnévatn i perioden 19-20. september der det vart fanga 291 røyer, der 273 vart prøvetatt. Av desse vart 18 fisk karakterisert som sjørøyer, 251 som stasjonære og 4 som usikre.

Sjørøyene som vart fanga i utlaupselva og i innsjøen var frå 19 til 67 cm. Dei prøvetatte sjørøyene (n=95) var i alderen fem til femten år, men over 90 % var i aldersgruppa sju til ti år. I denne gruppa vart momentan dødsrate (Z) berekna til 0,46 og årleg gjennomsnittleg dødsrate (A) til 0,37, dvs. ein årleg mortalitet på 37 %. Sjørøyebestanden hadde uventa nok ikkje auka sidan 2008. Vidare hadde mengd sjørøyer over 50 cm blitt halvert sidan 2008, og det vart estimert at berre 3 % av sjørøyene var eldre enn ti år. Mest sannsynleg skuldast fråværet av stor og gammal fisk eit betydeleg garnfiske i Linnévatnet eller i dei nærliggande sjøområda.

Gjennomsnittleg årleg tilvekst for sjørøya i aldersintervallet 6-10 år var 5,5 cm, noko som er tilnærma likt som i 2008. Dette kan indikere at aukande sjøtemperaturar i Isfjorden dei siste åra ikkje har påverka veksten hos røya. Eitt nytt næringsdyr, marine hoppekreps i slekta *Calanus*, vart påvist i dietten. Likevel var diettsamansettinga stort sett uendra frå 2008, med dominans av krill (*Thysanoessa* spp.) hos fisk under 40 cm og små ulker (fam. Cottidae) hos fisk over 40 cm. Sjørøyene såg ut til å ta til seg lite eller inga næring etter oppvandring til innsjøen, men somme individ beita i elva på veg opp. Sjørøya hadde låg infeksjonsgrad av fiskandmark (*Diphyllbothrium ditremum*), medan stasjonærøya var kraftig infisert. Dette kan forklarast utifrå den høge førekomsten av parasitten sin mellomvert, hoppekreps (Copepoda), i dietten. Også fjørmygg (Chironomidae) og vårfluger (Trichoptera) var viktige næringsdyr for stasjonærøya, medan kannibalisme var utbreidd blant individ over 15 cm. Desse store individa var også kraftig infisert med fiskandmakk, truleg på grunn av reinfisering frå byttefisk.

Sjørøya auka kraftig i vekst etter første sjøvandring, medan majoriteten av stasjonærrøyene stagnerte i vekst ved ein lengde på 10-15 cm. Det var signifikant betre vekst hos sjørøya enn stasjonærrøya i alle dei fem første leveåra, noko som støtta opp under hypotesa om at rask vekst i ungfiskstadiet fører til anadromi. Gjennomsnittleg storleik for kjønnsmogne sjørøyer var 49 cm for hofisk og 43 cm for hannfisk. Kjønnfordelinga i sjørøyebestanden var jamn (54 % hofisk, 46 % hannfisk), medan det i stasjonærbestanden vart fanga signifikant fleire hannfisk (n=181) enn hofisk (n=66). Likevel, sidan garnfisket føregjekk i gytetida, vart truleg stasjonær hannfisk kraftig overrepresentert i garnfangsten.

Sjørøyebestanden i Linnévassdraget er sårbar for beskatning, og årleg fiskeuttak må følgjast nøye opp i framtida. For å spare den store og kjønnsmogne delen av bestanden bør det vurderast å avgrense garnfisket i vassdraget.

Abstract

The population structure, migratory behaviour, and diet of the anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in the Linné watercourse on western Spitsbergen, Svalbard, were studied during summer/autumn 2017. Lake Linnévatn covers 4.6 km² and is one of the watercourses containing Arctic charr that is most easily accessible to the public of Svalbard. The outlet river of the lake Linnévatn has water flow around three months each year, which makes annual sea runs possible for the Arctic charr. Following a period of heavy exploitation, gillnetting was prohibited in 1993. In 2008, gillnetting, with minimum 52 mm mesh size, was again allowed, with a maximum quota at 40 Arctic charr (<25 cm). A study performed that year indicated that the anadromous Arctic charr population had recovered as a consequence of the ban. Based on these findings, the annual maximum quota was increased to 100 Arctic charr (>25 cm). The purpose of my study was to examine possible changes in life-history traits and population structure in the anadromous Arctic charr population of the Linné watercourse, ten years after the quota was introduced. I have also investigated the relationship between the anadromous and the resident population in the watercourse, with regards to future management.

A fish trap was placed in the outlet river, to catch all ascending anadromous Arctic charr during the period 25th July to 29th August. In total, 1743 anadromous Arctic charr were captured in the trap. The ascendance took place throughout the entire trapping period, and the large, sexually mature individuals returned to the river first. All fish were marked and measured, and a representative selection (79 fish) was killed for sampling. Gillnet fishing was also performed in lake Linnévatn during the period 19th to 20th September, and 291 Arctic charr were captured, which 273 were sampled. Of these, 18 fish were classified as anadromous, 251 as resident and 4 as unknown.

The anadromous Arctic charr captured in the outlet river and the lake were between 19 and 67 cm. Of sampled fish (n=95), age-classes between five and fifteen years were recorded, but more than 90 % were in the age group seven to ten years. In this group, the instantaneous rate of mortality (Z) was estimated to 0.46 and the total mortality rate (A) to 0.37, which implies that the annual mortality is 37 %. Contrary to expectations, the anadromous Arctic charr population had not increased since 2008. On the contrary, there were only half as many individuals above 50 cm as in the study from 2008, and the amount of fish older than ten years was estimated to only 3 %. A considerable gillnetting in lake Linnévatn or in the nearest fjord area is likely the main reason for this absence of large and old individuals.

The average annual growth rate for individuals from six to ten years of age in the anadromous population was 5.5 cm, which is approximately identical to the results from 2008. This indicates that the growth of the Arctic charr has not been affected by the increasing seawater temperatures in Isfjorden. One new prey item, marine copepods in the genus *Calanus*, was found in some of the stomach samples. However, the diet composition was mostly unchanged compared to 2008, with krill (*Thysanoessa* spp.) dominating among individuals below 40 cm, and small sculpins (fam. Cottidae) dominating among larger individuals. Anadromous Arctic charr appeared to feed little or nothing in the lake, but some individuals had been feeding in

the outlet river during the ascendance. The anadromous Arctic charr had low infection rates of the tapeworm *Diphyllbothrium ditremum*, while the resident charr were highly infected. This may be explained by the high proportion of copepods (Copepoda) in the diet of the resident charr, because copepods are the intermediate hosts of this parasite. Chironomidae and caddisflies (Trichoptera) were also important prey species among the small resident Arctic charr, while cannibalism was common among individuals above 15 cm. The resident Arctic charr above 15 cm in length were also highly infected with *D. ditremum*, probably caused by reinfection from prey fish.

The growth of the anadromous Arctic charr increased dramatically after their first sea run, while the majority of the resident individuals stagnated in growth at 10 -15 cm. Anadromous Arctic charr had a significantly higher growth rate than resident fish in their first five years of life. This may support the hypothesis that high juvenile growth rates lead to anadromy. The average length of sexually mature females was 49 cm, while the average length of the males was 43 cm. The sex ratio of the anadromous Arctic charr was approximately equal (54% females and 46 % males). In the resident population, significantly more males (n=181) than females (n=66) were captured. However, since the gillnetting in lake Linnévatn took place in the spawning season, the males were likely heavily overrepresented in the catch.

The anadromous Arctic charr population in Linnévassdraget is vulnerable to exploitation, and the annual catch should be monitored closely. In order to protect large and sexually mature individuals, limitations in the use of gillnets may be considered.

Innholdsliste

1. Innleiing	1
2. Metode	5
2.1 Områdeskildring	5
2.1.1 Fiske i Linnéassdraget	7
2.2 Registrering og innsamling av fisk	8
2.2.1 Linnéelva	8
2.2.2. Linnévatnet	10
2.3 Tilverking av innsamla materiale i laboratorium	13
2.3.1 Definisjonar	13
2.3.2 Aldersbestemming og tilbakerekning av vekst	13
2.3.3 Dødelegheit	15
2.3.4 Kondisjonsfaktor	15
2.3.5 Diett	15
2.3.6 Samanlikning med tidlegare undersøkingar	17
2.3.7 Statistikk	17
3. Resultat	18
3.1 Oppvandringstidspunkt og storleik hos sjørøye i Linnéelva	18
3.2 Garnfisket i Linnévatnet	20
3.3 Alder og vekst	21
3.4 Dødelegheit	24
3.6 Tilvekst i ungfiskstadiet	25
3.5 Kjønnfordeling og kjønnsmogning	25
3.7 Diett hos oppvandrande sjørøye fanga i Linnéelva	29
3.8 Kondisjon på sjørøya	30
3.9 Diett hos stasjonær og anadrom røye fanga i Linnévatn	31
3.10 Parasittar og skadar	32
4. Diskusjon	34
4.1 Oppvandring og bestandsutvikling hos sjørøye	34
4.2 Tilvekst og diett i sjøfasen	38
4.3 Vekst hos anadrom og stasjonær røye	40
4.4 Kjønnfordeling og kjønnsmogning	41
4.5 Diett i Linnévatnet	42
4.6 Hausting og forvalting	44
5. Konklusjon	47
6. Litteratur	48

1. Innleiing

Røya (*Salvelinus alpinus*) har ei sirkumpolar utbreiing, og er den einaste ferskvassfisken som førekjem i høgarktiske områder (Hammar, 1989). På øygruppa Svalbard er røya truleg den einaste etablerte fisken i ferskvatn (Hammar, 1982; Svenning, 2000b), sjølv om trepigga stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) er påvist i to vassdrag (Svenning et al., 2015). Mange av innsjøsystema her er brepåverka, og blant dei minst produktive i verda (Lund, 1983). Dei fleste innsjøane har isdekke i om lag ni månadar i året (Svenning et al., 2007). Likevel kan røya i desse områda oppnå ein storleik på fleire kilo. Arten viser høg fenotypisk plastisitet, og kan opptre i fleire former med ulike livshistoriestrategiar (Hammar, 1989; Svenning & Gullestad, 2002). På Svalbard opptrer arten i to hovudformer; stasjonær (resident) røye, som lever heile livet i ferskvatn, og sjørøye (anadrom røye), som vandrar mellom ferskvatn og saltvatn (Svenning, 1992). Det er truleg 100-150 bestandar med stasjonær røye, og om lag 20 vassdrag med betydelege bestandar av sjørøye på øygruppa (Svenning, 2010).

Ei viktig årsak til anadromi hos laksefisk er truleg at mattilgangen i havet er høgare enn i ferskvatn (Gross, 1987). I Noreg finst anadrom røye berre nord for 65°N (Nordeng, 1983), og ein kan forvente høgare grad av anadromi med aukande breiddegrad (Baker, 1978; Gross et al., 1988). Farvatna rundt Svalbard er som følgje av Golfstraumen relativt varme og næringsrike (Svenning & Gullestad, 2002). Sjøvandring gir god tilgang på byttedyr som småfisk, krill (*Euphausiaces* sp.), amfipoder og andre marine evertebratar (Dahl, 1926; Skogstad & Skogstad, 2006; Ebne, 2009), og i løpet av sjøopphaldet kan røya doble vekta (Svenning & Gullestad, 2002). Som følgje av eit varmare klima har primærproduksjonen i havområda rundt Svalbard auka (Arrigo et al., 2008) og det marine økosystemet har endra seg (Wassmann et al., 2011). Til dømes vart det i 2013 for første gong påvist makrell (*Scomber scombrus*) i Isfjorden (Berge et al., 2015). Frå Canada er det vist at periodar med høge sjøtemperaturar har gjeve raskare vekst hos røya (Dempson et al., 2008; Michaud et al., 2010), og det kan difor forventast ein slik respons også hos Svalbardrøya.

Sjørøya på Svalbard viser stor variasjon i alder ved første sjøvandring, til dømes er dei fleste førstegongsvandrarane i Vårfluesjøen (79.73°N, 14.41°Ø) seks år, medan dei i Arkvatnet (80.42°N, 22.91°Ø) vanlegvis er ti år eller eldre (Svenning, 2001). Varigheita på sjøopphaldet er i gjennomsnitt ca. 35 dagar (Gulseth & Nilssen, 2000), og fleire studiar viser at stor og kjønnsmoden røye vandrar opp først, truleg for å sikre seg mot uttørking av elva utover hausten (Svenning & Gullestad, 2002; Skogstad & Skogstad, 2006; Ebne, 2009). Overlevinga

er høgast hjå stor fisk, og ein studie frå Svalbard viser at i gjennomsnitt kjem litt over halvparten av utvandrande individ tilbake (Gulseth & Nilssen, 2000), noko som er høgare enn i studiar frå til dømes Finnmark (Jensen et al., 2017). Dette kan skuldast at det er færre predatorar i farvatna rundt Svalbard (Gulseth & Nilssen, 2000).

I røyebestandar med både anadrom og stasjonær fisk er den anadrome delen ofte dominert av hofisk, medan stasjonærbestanden har ein tilsvarande overvekt av hannfisk (Johnson, 1980; Nordeng, 1983). Dette heng truleg saman med at gytesuksess hos hofisk er meir storleiksavhengig enn hos hannfisk, noko som gjer det ekstra gunstig med sjøvandring (Fleming, 1996). Dette ser likevel ut til å vere mindre utprega på Svalbard, til dømes viser studiar frå både Linnévassdraget (Ebne, 2009), Diesetvassdraget (Gulseth & Nilssen, 2001) og Vårfluesjøen (Svenning, 1993) ei tilnærma lik kjønnsfordeling i sjørøyebestanden. Sjørøya på Svalbard viser likevel skilnadar mellom kjønna i kjønnsmogningssalder, til dømes gyt hannfisk og hofisk i Diesetvassdraget i gjennomsnitt etter respektive 3,6 og 4,4 sjøvandringar, og ved ein gjennomsnittleg lengde på 41,7 og 46,5 cm (Gulseth & Nilssen, 2001). Å kjenne forholdet mellom lengde og kjønnsmogningsstatus er essensielt ved forvaltning av fiskebestandar (Halvorsen et al., 1999), særleg ved fastsetjing av maskeviddebestemmingar.

Det kan vere store skilnadar i livshistoriestrategi mellom røyemorfar i same vassdrag. Ved overgang til eit anadromt eller kannibalistisk levesett vil veksten auke kraftig og gje ei sigmoid vekstkurve (Hammar, 1989; Hammar, 2000; Svenning, 2000b). Fleire studiar viser at overgangen til anadromi på individnivå skuldast rask vekst i ungfiskstadiet, og at sakteveksande ungfisk blir stasjonære (Svenning et al., 1992; Kristoffersen et al., 1994; Rikardsen et al., 1997; Rikardsen & Elliott, 2000). På Svalbard kjønnsognar sjørøya ofte 3-4 år seinare enn den stasjonære dvergøya, og sistnemnde blir sjeldan lengre enn 15-20 cm (Svenning, 1993; Gulseth & Nilssen, 2001; Svenning et al., 2007). Stasjonær røye som slår over på fiskediett mognar derimot seinare, og samstundes kan den bli eldre enn 30 år og lengre enn 50 cm (Svenning, 1993; Svenning & Borgstrøm, 1995). Kannibalisme er eit fenomen som opptrer hyppigare ved aukande breiddegrad (Griffiths, 1994; Pereira et al., 2017), og er truleg ein svært viktig bestandsregulerande faktor i arktiske røyebestandar (Svenning, 1993; Svenning & Borgstrøm, 1995; Klemetsen et al., 2003). Hardt fiske på éin røyemorf kan endre gi varige endringar i bestandsstruktur, særleg dersom morfane er genetisk differensierte (Svenning, 2000a).

Stasjonær røye i innsjøar på Svalbard, og særleg store kannibalarøyer, er ofte kraftig infisert av fiskandmakk (*Diphyllbothrium ditremum*) (Hammar, 2000; Svenning, 2001). Smålom

(*Gavia stellata*) er truleg einaste hovudvert på Svalbard, medan røye er ein av mellomvertane. Røya vert infisert når den beiter på infiserte hoppekreps. Larvene vandrar gjennom magesekkeveggen, og blir innkapsla utanpå magesekken i kvite cyster (Halvorsen, 2000). Når kannibalrøyene et allereie infisert smårøye, skjer ei reinfisering, og dei største kannibalrøyene kan difor ha fleire hundre cyster på magesekken (Hammar, 2000). Sjørøya er derimot sjeldan infisert av parasitten (Svenning, 2001). Dette kan tyde på at næringsinntaket etter oppvandring til ferskvatn er lågt, noko studiar frå både Nord-Noreg (Rikardsen et al., 2003) og Canada (Dutil, 1986; Boivin & Power, 1990) indikerer. Ei forklaring på dette kan vere at høgt energiforbruk ved beiting, kombinert med lite tilgjengeleg næring i ferskvatn, gjer at å halde seg i ro er den beste strategien for å oppretthalde mest mogleg kondisjon gjennom vinteren (Rikardsen et al., 2003). Stor stasjonær røye kan difor ofte skiljast frå sjørøye på grunn av vesentleg høgare infeksjon av fiskandmakk (Kristoffersen et al., 1994; Svenning, 2001).

Svalbardrøya har i lang tid vorte utnytta som matressurs, og i dei siste tiåra også til fritidsfiske (Nilssen, 2006). Det er vist at sjørøya på Svalbard har særdeles høg fangbarheit på garn (Ebne, 2009; Borgstrøm et al., 2010). Tidlegare var minste tillatne maskevidde på Svalbard 40 mm, noko om gjorde at mykje kjønnsmoden fisk truleg vart tekne ut frå bestandane (Svenning, 1992). Til dømes førte hardt fiske i perioden 1988-1990 til at stor og kjønnsmoden sjørøye nærmast forsvann frå Vårfluesjøen (Svenning, 1992). På bakgrunn av dette vart fleire vassdrag på Svalbard freda for garnfiske i 1993, deriblant Vårfluesjøen og Linnévatnet (Skogstad & Skogstad, 2006; Ebne, 2009). Bestanden i Vårfluesjøen tok seg kraftig opp etter garnfiskeforbodet, og bestod i 2005 av godt over 3000 sjørøyer, med somme individ større enn 70 cm (Skogstad & Skogstad, 2006). I dag er Svalbardrøya i utgangspunktet freda, men det er det opna for eit kvotebasert fiske i totalt 24 vassdrag. Garnfiske er tillate for fastbuande i nokre av innsjøsystema, og minimum lovleg maskevidde er 52 mm (Forskrift om fiske etter røye på Svalbard, 2018).

Linnévassdraget er eit av dei lettast tilgjengelege sjørøyevassdraga på Svalbard, og det er beretningar om store sjørøyefangstar herifrå (Bengtssen, 1904; Nilssen, 2006). Undersøkingar frå tidleg 90-talet viste derimot at den anadrome delen av bestanden var tilnærma ikkje-eksisterande, truleg som følge av hard beskatning (Nilssen, 2006; Svenning et al., 2007). Etter garnfiskeforbodet i 1993 var det likevel indikasjonar på at bestanden tok seg gradvis opp att, og i 2005 vart det registrert 775 oppvandrande sjørøyer i Linnéelva (Nilssen, 2005). Ein oppfølgande studie tre år seinare viste at sjørøyebestanden hadde auka ytterlegare, og vart

estimert til å bestå av nesten 2500 individ (Ebne, 2009). I 2008 vart det på ny opna for garnfiske i Linnévatn med ein totalkvote på 40 røyer. Denne vart etter kvart auka til 100 fisk (Forskrift om fiske etter røye på Svalbard, 2018), blant anna på bakgrunn av Ebne (2009) sine funn. Til tross for denne kvoteauka er det venta at bestanden har tatt seg ytterlegare opp, då den nye kvota truleg utgjer under 5 % av den estimerte totalbestanden av sjørøye i 2008, medan eit årleg uttak på opp til 10 % er rekna som berekraftig for sjørøyebestandar (Johnson, 1980).

Formålet med denne studien er å undersøke korleis storleik, populasjonsstruktur og oppvandringsmønster hos sjørøyebestanden i Linnévassdraget har blitt påverka etter at det vart opna for garnfiske i 2008, samt å undersøke forholdet mellom sjørøye- og stasjonærrøyebestanden i vassdraget. Utifrå desse resultata vil eg diskutere korleis fiskeregimet dei siste åra kan ha påverka bestanden, og komme med anbefalingar til tiltak som kan bidra til å forbetre røyeforvaltinga i dette vassdraget og på Svalbard generelt. På bakgrunn av dette har eg følgande forventningar:

- Sjørøyebestanden i Linnévassdraget har auka ytterlegare sidan 2008, og består av fleire storvaksne og eldre individ.
- Dietten i sjøfasen har endra seg sidan 2008, og sjørøyene si tilvekst har auka.
- Det er jamn kjønnsfordeling i både sjørøye- og stasjonærbestanden.
- Sjørøyene har betre vekst i ungfiskstadiet enn stasjonære røyer.
- Sjørøyene tek til seg lite eller inga næring i innsjøen etter oppvandring.

2. Metode

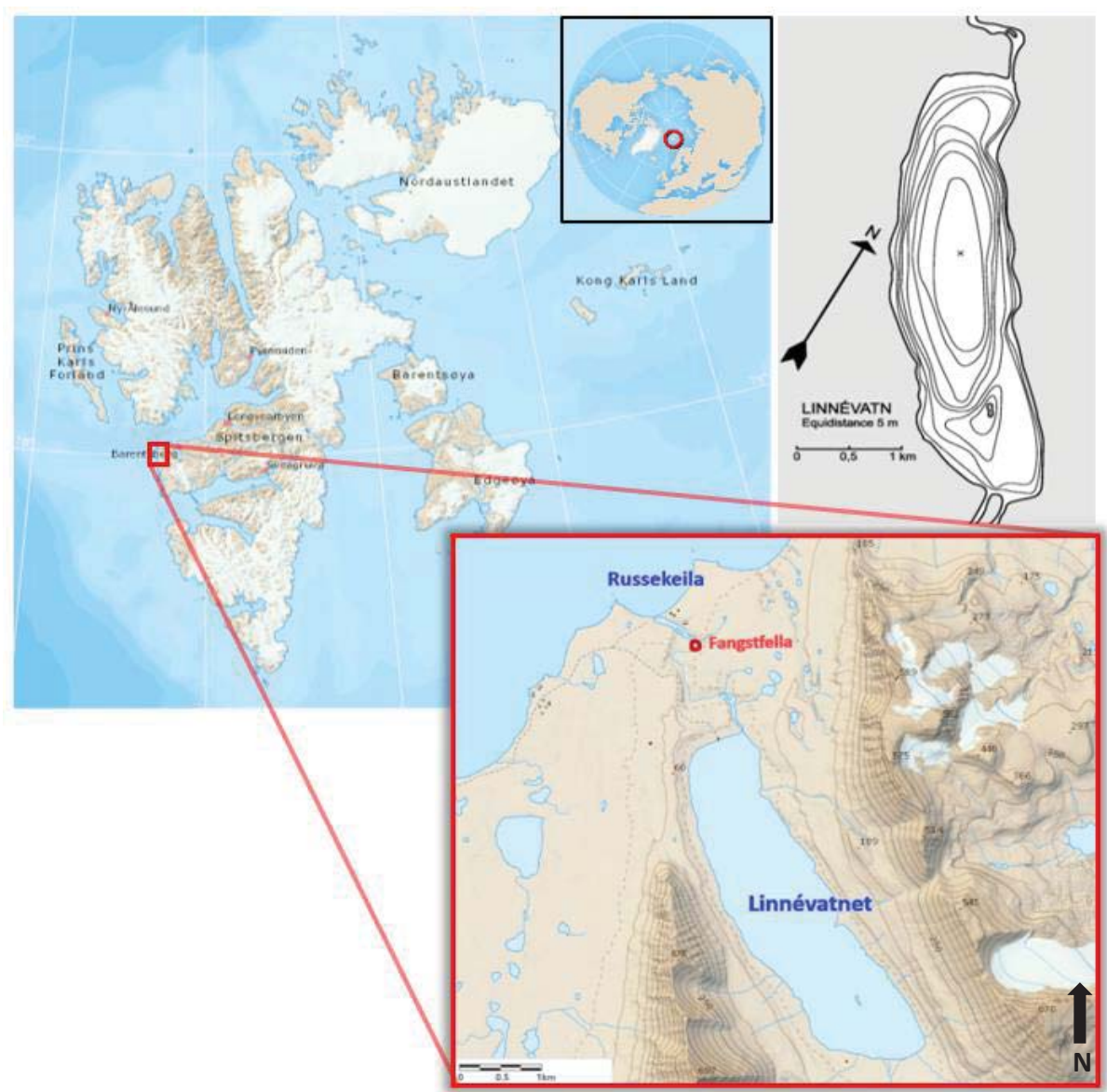
2.1 Områdeskildring

Svalbard er ei norsk øygruppe som ligg nord for fastlands-Noreg, i posisjonen 74° til 81° N og 10° til 35° Ø (figur 1). På vestsida av Spitsbergen, som er den største av øyene på Svalbard, ligg Linnévassdraget (78°3'N og 13°50'Ø). Nedbørsfeltet til vassdraget er 55 km², og består mellom anna av bratte fjell og isbrear (Bøyum & Kjensmo, 1978). Fleire elvar drenerer til innsjøen, og fire av desse har avrenning frå brear. Linnébreen er med sitt areal på ca. 1,7 km² den største breen i nedbørsfeltet (Schiff, 2009). Kalkrike bergartar dominerer berggrunnen i området, og der Linnévatnet ligg, består berggrunnen av sandstein og skifer (Bøyum & Kjensmo, 1978). Det siste hundreåret har lufttemperaturen på Svalbard i gjennomsnitt auka med 2,6 °C (Nordli et al., 2014). På Isfjord Radio målestasjon, som ligg ca. 4 km frå Linnévatnet, var årleg gjennomsnittstemperatur -5,1 °C i perioden 1961-1990 (Meteorologisk institutt, 2018). I august 2017 låg gjennomsnittstemperaturen på 5,5 °C, noko som er 1,3 °C over månadsnormalen (Kristiansen et al., 2017). Til tross for at gjennomsnittleg årsnedbøren berre er 480 mm, er dette blant dei meir nedbørrike områda på Svalbard (Meteorologisk institutt, 2018).

Linnévatn har eit areal på 4,6 km², og er med det den nest største innsjøen med røye på Spitsbergen (figur 1 og 6). Gjennomsnittleg djupne er 18,6 meter, og maksdjupet er 37 meter (Bøyum & Kjensmo, 1978) (figur 1). Vatnet ligg 10 meter over havet, og drenerer nordover til Isfjorden gjennom Linnéelva. Linnévatn er ein kald, monomiktisk innsjø, med éin årleg sirkulasjon i vassmassane (Bøyum & Kjensmo, 1978). Innsjøen er vanlegvis islagt frå seint september/tidleg oktober til seint juli/tidleg august (Svenning et al., 2007), men i 2017 gjekk isen så tidleg som den 6. juli (Martin Svenning, pers. medd.). Ved tidlegare studiar har isen vore 1,5 til 2 meter, og tjukkast i mai (Svenning et al., 2007). Vasstemperaturen stig til eit maksimum i slutten av august, og er tilnærma lik i heile vassøyla (Svenning, 2015). I siste halvdel av august 2017 var temperaturen i heile vassøyla rundt 5,5 °C, og siktedjupna var 210 cm. Siktedjupna i vatnet kan variere mellom 30 og 300 cm, avhengig av intensiteten på bresmeltinga i nedbørsfeltet (Bøyum & Kjensmo, 1978; Svenning et al., 2007). Samanlikna med mange andre vassdrag på Svalbard kan Linnévatn karakteriserast som ein moderat brepåverka innsjø (Lund, 1983).

Linnéelva er om lag to km lang, og er forholdsvis brei og sakteflytande heilt til den renn ut i Isfjorden. Fleire små dammar på sletta aust for vassdraget har bekker som drenerer ned til

elva. Det er vanlegvis stabil vassføring frå forsommar til månadsskiftet september/oktober, noko som gjer at sjørøya kan foreta årlege vandringar til sjøen. Ved utlaupet er det ei langsmal lagune der saltvatn trengjer inn ved flo. Gjennom feltsesongen varierte vasstemperaturen i Linnéelva frå 4,4 til 7,3 °C, med eit gjennomsnitt på 5,7 °C.



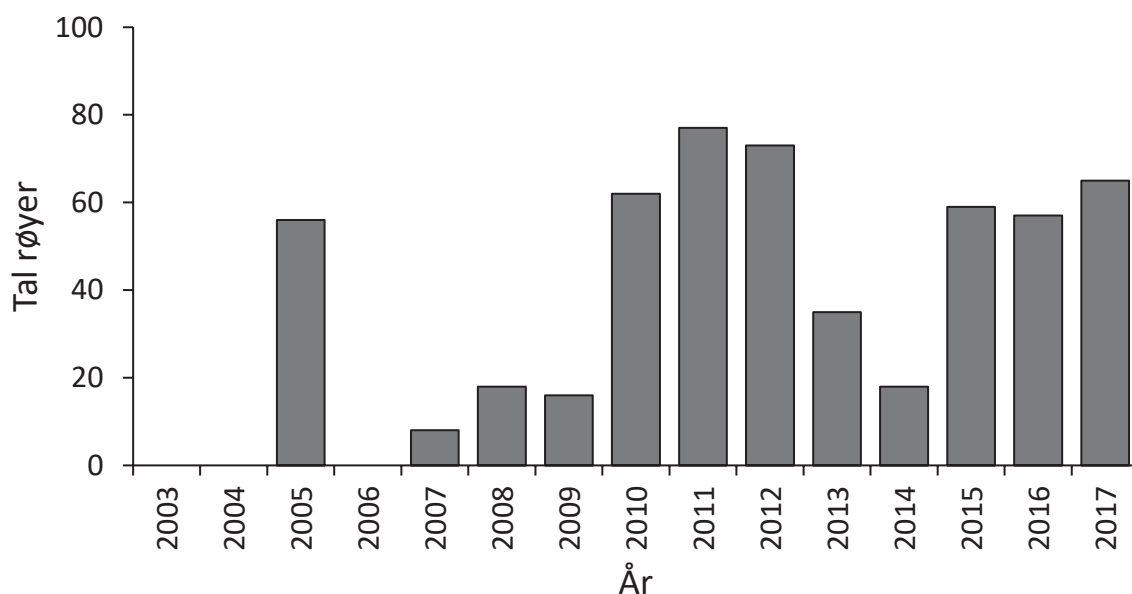
Figur 1: Oversiktskart over Svalbard med detaljert kartutsnitt av studieområdet (henta frå www.npolar.no) samt djupnekart over Linnévatnet (Bøyum & Kjensmo, 1978).

Forutan sjørøye er det tidlegare fanga eitt individ av trepigga stingsild i Linnévatn (august 2001) (Svenning et al., 2015). I tillegg er det regelmessige observasjonar av pukcellaks (*Oncorhynchus gorbuscha*) i vassdraget, og under feltarbeidet sommaren 2017 vart det i oppgangsfella fanga åtte individ av arten, medan det i 2008 vart fanga fire (Ebne 2009). Det

vart gjort regelmessige observasjonar av steinkobbe (*Phoca vitulina*) inne i laguna under feltarbeidet i 2017, og ved eitt høve vart den observert heilt oppe ved fella. På det meste var det tre individ i laguna samtidig. Av fugleliv var det mykje polarmåse (*Larus hyperboreus*), krykkje (*Rissa tridactyla*), kvitkinngås (*Branta leucopsis*), tjuvjo (*Stercorarius parasiticus*), smålom og raudnebbterne (*Sterna paradisaea*) i området.

2.1.1 Fiske i Linnévassdraget

Linnévassdraget ligg forholdsvis nært busetjingane på Svalbard, i luftlinje ca. fem mil frå Longyearbyen, éi mil frå Barentsburg, og berre ein times gange frå hotellet på Isfjord Radio. Dette gjer det til eit av dei mest tilgjengelege røyevassdraga på øygruppa for fiske. Sjørøye frå Linnévassdraget blir også fiska i Isfjorden. Figur 2 viser tal på avliva røyer frå 2003 til 2017, basert på Sysselmannen sine mottekne fangstrapportar. Datagrunnlaget frå før 2008 er av ymse kvalitet (Bjarte Benberg, pers. medd.). Tidlegare har manglande rapportering vore eit problem i røyeforvaltinga (Syse, 2010), og det framstilte fiskeuttaket kan dermed vere eit underestimat. Rapportane seier ingenting om lengde, om røyene er anadrome eller stasjonære, eller om type fangstreiskap. Fangstrapportane antyd at fisket varierer sterkt frå år til år, men rapportert fangst har aldri overskride noverande totalkvote på 100 fisk (figur 2).



Figur 2: Årleg tal sjørøyer tatt på garn eller handreiskap i Linnévassdraget i perioden 2003-2017. Tala er basert på fangstrapportar frå Sysselmannen, og omfattar all røye både over og under 25 cm.

2.2 Registrering og innsamling av fisk

2.2.1 Linnéelva

Ei fangstfelle vart sett opp i eit breitt og sakteflytande parti av Linnéelva, om lag 600 m frå sjøen og ca. 350 meter ovanfor laguna (78.07667 °N, 13.75260 °Ø) (figur 3). Fella bestod av ledegjerde og fangstkammer. Ledegjerdet som var laga av minkburnetting (lysopning 21x21 mm), vart sett opp på tvers over elva, og festa til armeringsjern med strips. Stein vart lagt inntil nettingen på botn langs begge sidene, for å unngå at fisken kom seg under.

Fangstkammeret vart installert eit par meter frå land på vestsida av elva. Kammeret var òg av minkburnetting og i dimensjon 1x1x2 m, og med same lysopning som ledegjerdet. Sidan nettingen var lagt dobbelt i store deler av buret var den effektive lysopning i fangstburet ca. 15x15 mm. Inngongen var 40 cm høg, og klypt opp slik at nettingen vendte innover med opning på ca. 10 cm. På kvar av desse var det festa eit plenrivehovud vendt på skrått innover mot buret, med tennene vendt frå kvarandre, slik at glipa mellom de to plenrivehovuda vart 3-5 cm. Slik vart fisken leidd inn gjennom opninga, samtidig som det var svært vanskeleg for fisken å svømme ut att. Fangstkammer og ledegjerde vart kontrollert minst to gongar kvar dag for eventuelle skadar og opningar mot elvebotnen.



Figur 3: Ledegjerdet og fangstfella i Linnéelva sommaren 2017 (foto: Vegard Å. Bergane).

Fella vart røkta morgon og kveld i tidsrommet 25. juli til og med 29. august 2017.

Vasstemperatur og vasstand ved fangstkammeret vart målt i samband med røktinga. Fisken vart teke ut frå fangstkammeret med hâv, og overført til eit kar med utblanda bedøvingsmiddel (benzocain utblanda i etanol, med 5 gram per 1 liter 96 % etanol), og 15 ml

av dette per 10 liter vatn. Tal på fisk plassert i karet samtidig varierte frå to til ti, alt etter storleik. Verknaden av bedøvinga var noko avhengig av vassstemperatur og blandingsforhold, men vanlegvis var fisken tilstrekkeleg bedøvd innan fire minutt. Vatnet i karet vart skifta regelmessig for å unngå mangel på oksygen. Det vart målt gaffellengde (mm) og vekt (gram) på fisken. Grunna tekniske problem med vektene vart 53 av sjørøyene ikkje vege. Feittfinna til røyene vart klypt av for å kunne registrere gjenfangstar i Linnévatnet i september, samt å kunne estimere dødelegheit i eventuelle seinare oppvandringsstudiar. I tillegg vart fisken kontrollert for tidlegare merkingar, særleg med tanke på studien frå 2008. Tal på lus og merke etter lus vart notert, og eventuelle skadar vart registrert og tatt bilete av. Til sist vart fisken lagt i ein stamp med friskt vatn for restitusjon. Etter 10-20 minutt vart han sett ut nokre meter ovanfor fella. Til liks med i 2008 vart berre røye over 18 cm kategorisert som anadrome, då det kan vere vanskeleg å skilje dei aller minste sjørøyene frå eventuelle elvelevande individ (Damsgård, 1991; Ebne, 2009).

Eit tilfeldig utval fisk frå ulike lengdeklassar vart avliva for prøvetaking (tabell 1).

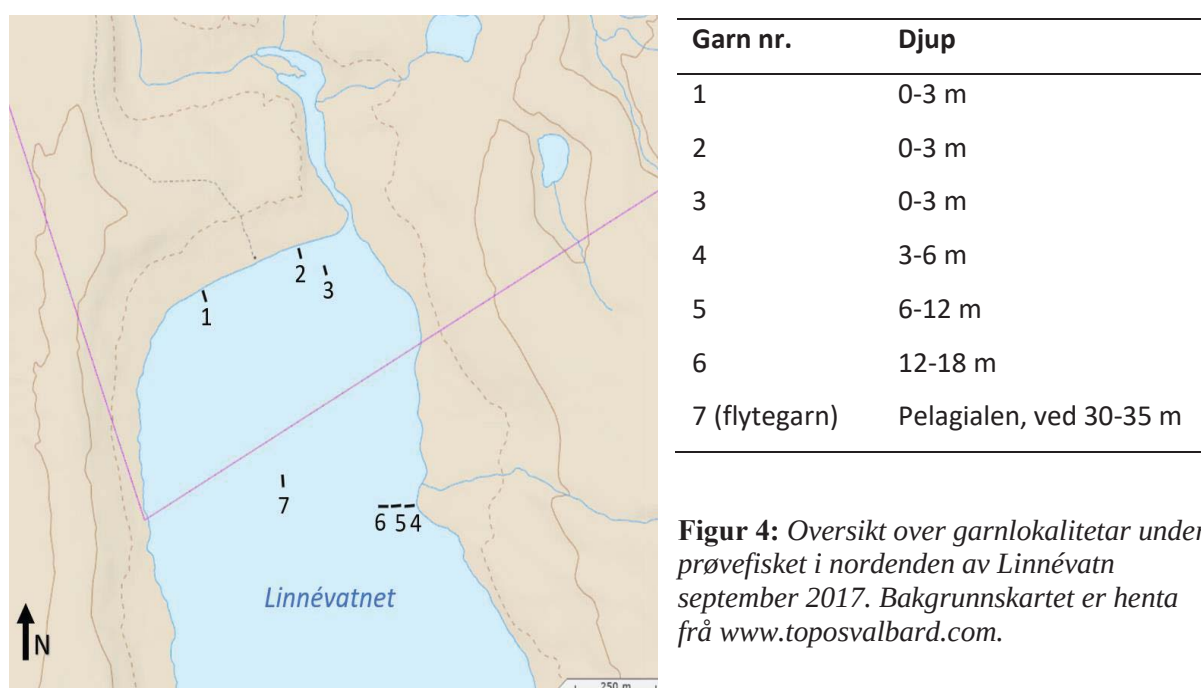
Sysselmannen hadde på førehand gitt løyve til å ta ut inntil 100 sjørøyer. Det vart teke sikte på å ta ut 10-15 fisk i kvar 5 cm lengdeklasse, og til saman vart det teke prøver av 79 sjørøyer. Begge otolittane frå både røyer og pukkellaks vart teke ut og lagra på små glas med 96 % etanol. Tilsvarende vart gjort med feittfinna, sjølv om dette materialet ikkje vart brukt i min studie. Røyene vart kjønnsbestemt og kategorisert etter mogningsgrad på ein skala frå éin til sju (Dahl, 1917), der kategori éin til tre er umogen fisk og fire til sju er kjønnsmoden fisk (Nordeng, 1961). I tillegg vart kjøttfarge kategorisert som enten raud, rosa eller kvit. Tal kveis (*Anisakis* sp.) (marin nematode som har fisk som sluttvert) på levera vart notert, i tillegg til tal cyster av bendelmakken fiskandmakk på matrøyr, magesekk og elles i bukhol. Fyllingsgrad i magesekken vart vurdert til næraste tiande prosent. Innhaldet i magesekk og matrøyr vart lagt på glas med 96 % etanol for vidare handsaming i laboratorium.

Tabell 1: Tal avliva sjørøyer for prøvetaking, fordelt på lengdeklasse, fanga i oppgangsfella i Linnéelva sommaren 2017.

Lengdeklasse	Tal sjørøyer
< 249 mm	12
250 - 299 mm	10
300 - 349 mm	12
350 - 399 mm	12
400 - 449 mm	14
450 - 499 mm	10
> 500 mm	9
Totalt	79

2.2.2. Linnévatnet

Det vart utført eit prøvefiske med garn i Linnévatnet i tidsperioden 19.-20. september 2017. Seks botngarn og eitt flytegarn av type nordiske oversiktsgarn vart nytta (figur 4). Garna var 30 meter lange, og var samansett av tolv tilfeldig plasserte segment med ulike maskevidder (5- 6,25- 8- 10- 12,5- 15,5- 19,5- 24- 29- 35- 43 og 55 mm). Botngarna var 1,5 meter djupe, medan flytegarnet var 6 meter djupt.



Garna vart sett frå båt i den nordre delen av innsjøen, og eit breitt spekter av ulike djup vart dekkja (figur 4). Djupnemålar vart nytta for å få oversikt over setjedjupa. Flytegarnet vart sett i pelagialen der innsjøen var 30-35 meter djup, om lag 300 meter frå land. Alle garna vart sett på ettermiddagen den 19. september, og vart trekt etter ca. 17 timar. Totalt 291 røyer vart fanga, og av desse vart 273 målt og prøvetekne (tabell 2). Det vart teke prøvar av fisken på same vis som i Linnéelva (kapittel 2.2.1) (figur 5). Gaffellengde (mm) og vekt (g) vart målt. Otolittar, feittfinne og magesekk vart lagt på små glas med 96 % etanol. Kjønn, stadium, kjøttfarge, magefylling i prosent, og tal på kveis og fiskandmakkcyster vart notert.

Røyene vart klassifisert som enten stasjonære, anadrome eller usikre (tabell 2). Eventuell merking frå fangsten i Linnéelva, raud eller rosa kjøttfarge, forekomst av kveis eller marint mageinnhald gav automatisk status som sjørøye. Dette resulterte i 14 «sikre» sjørøyer. Ei heilskapleg vurdering basert på lengde ved alder og fargedrakt (sjørøye har olivengrøn rygg

og er ofte noko blankare enn stasjonær røye) gjorde at ytterlegare fire røyer vart bestemt til å vere sjørøye. Fire røyer vart i tillegg vurdert som usikre, og er dermed utelate frå nokre av analysane.

Grunna tidsavgrensingar vart berre 48 av røyene frå garnfisket prøvetatt i felt. Dei 225 resterande røyene vart frose, og seinare tina i porsjonar for prøvetaking på laboratorium. Sidan lengda kan forandre seg noko ved frysing vart eit utval på 20 fisk i ulike lengdeklassar målt før og etter frysing. Den prosentvise gjennomsnittsendringa av desse (-1,95 %) vart brukt for å korrigere lengda på all nedfrosen fisk. Elles var framgangsmåten for prøvetaking lik som i felt.



Figur 5: Stasjonær kjønnsmoden hannrøye frå Linnévatnet (foto: Vegard Å. Bergane).

Tabell 2: Oversikt over tal anadrome, stasjonære og «usikre» røyer fanga i Linnévassdraget 2017, fordelt på fangstmetode og djupne (ved garnfiske).

Fangstmetode	Tal røyer totalt				Tal røyer prøvetatt			
	Anadrom	Stasjonær	Usikker	Totalt	Anadrom	Stasjonær	Usikker	Totalt
Oppgangsfelle, Linnéelva	1741	0	0	1741	79	0	0	79
Garn, Linnévatn totalt	18*	251	22	291	18	251	4	273
- 0-3 m djup	6	64	2	72	6	64	2	72
- 3-6 m djup	6	108	2	116	6	108	2	116
- 6-12 m djup	3	64	0	67	3	64	0	67
- 12-18 m djup	2	15	18	35	2	15	0	17
Totalt	1759*	251	22	2032	97	251	4	352

*= 10 av dei anadrome røyene fanga i Linnévatnet var gjenfangstar (klippa feittfinne)



Figur 6: Linnévatnet 22. august 2017, sett frå nord (foto: Vegard Å. Bergane)

2.3 Tilverking av innsamla materiale i laboratorium

2.3.1 Definisjonar

Alle røyer som ikkje har gjennomført sjøvandringar vert omtala som «stasjonære» så lenge ikkje noko nærmare er spesifisert. I nokre av analysane i resultatdelen er det likevel behov for å skilje mellom «sikker» stasjonær røye og «ungfisk», som potensielt både kan bli anadrom eller stasjonær. Tidlegare undersøkingar frå Linnévassdraget indikerer at dei fleste førstegongsvandrarane er fem til sju år (Ebne, 2009). Ungfisk er difor definert som umogen røye <7 år, som ikkje har vore i sjøen. Stasjonær røye er definert som røye som ikkje har vore i sjøen og som enten er kjønnsmoden, eller er ≥ 7 år.

2.3.2 Aldersbestemming og tilbakerekning av vekst

For aldersbestemming av røye blir otolittavlesing rekna som den sikraste metoden (Nordeng, 1961). Alle røyene, 79 frå Linnéelva og 273 frå Linnévatnet, vart difor aldersbestemt ved hjelp av otolittar. Ved avlesing av alder vart otolittane lagt i ei svart skål med glyserol, og studert under eit Leica MS5 mikroskop med påfallande lys og tilpassa lysstyrke. Mikroskopet var kopla til datamaskin, og alle otolittar vart tekne bilete av i Adobe Photoshop, der lysstyrke, kontrast og fargemetning vart justert ved behov. Tal på mørke soner (vintersoner) vart talt for å bestemme alder (figur 7). I hovudsak vart otolitten si konvekse side brukt til avlesing, men somme gonger var det lettare å bestemme dei ytste sonene ved å bruke den konkave sida. Otolittane vart kategorisert til 1-3 etter lesbarheit, der 1 er uleseleg og 3 er lettelseleg. Totalt vart 70 % av otolittane sett til kategori 3 og 29 % til kategori 2. To røyer frå elva og to frå vatnet vart kategorisert som uleselege, og er dermed utelatne frå analysar der alder inngår. Eit lite utval av otolittane vart også lest av rettleiarane Martin Svenning og Reidar Borgstrøm for kontroll, og dei fann inga avvik frå mine lesingar.

For å tilbakeberekne vekst vart radius og avstand mellom årssonene målt på bileta av alle otolittar i lesbarheitskategoriane 2 og 3 (figur 7). Dataprogrammet Image Pro Express vart brukt til denne analysen, og det vart teke bilete av målingane. Sentrum av otolitten vart forsøkt bestemt så nøyaktig som mogleg. Deretter vart ei linje trekt til ytterkanten av otolitten, og vintersonene vart markert i punktet der mørk sone går over i lys sone (sommarsone). Avstandane vart målt til den avrunda spissen som peiker motsett veg av rostrum, heretter kalla R1 (figur 7) (Jonsson & Stenseth, 1977). Sjølv om ofte rostrum har blitt brukt til

tilbakerekning i tidlegare studiar av røyeotolittar (Svenning et al., 1992; Bjørvik, 2009), er det store skilnader på otolittutsjånad frå vassdrag til vassdrag, og i denne studien vart sonene vurdert til å vera mest leseleg langs R1. I tillegg hadde mange otolittar frå eldre røyer ein til dels krumma rostrum, noko som kan gjere målingane meir unøyaktige (Martin Svenning, pers. medd.). Ein annan fordel med å bruka R1 er at rostrum ofte er skjør og har lett for å brette (Nordeng & Jonsson, 1978), noko som òg var tilfelle på fleire av otolittane i mitt materiale.

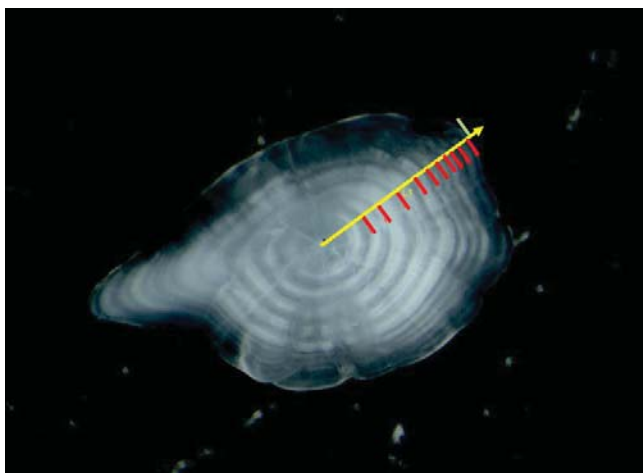
Målingane vart gjort om frå pixlar til millimeter ved formelen:

$$L = \frac{P}{R * Z_{Lupe} * Z_{kamera}}$$

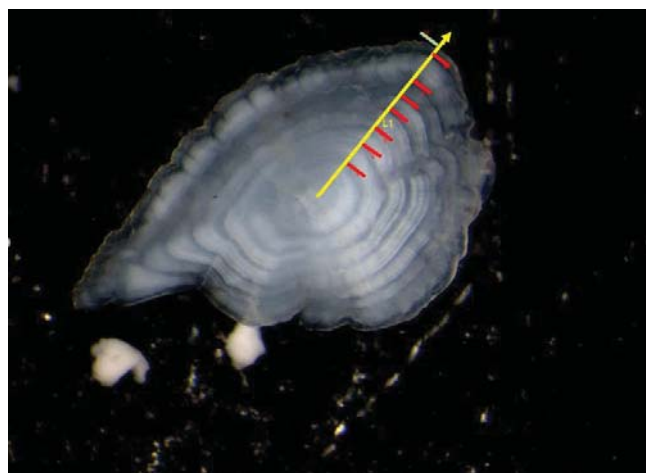
Der L er otolittradius i mm, P er otolittradius i tal pixlar på ei innsett radiusline (figur 7), R er bilete si oppløysning (tal pixlar/mm), Z_{Lupe} er forstørringa (zoom) på lupa og Z_{kamera} er forstørringa på kameraet.

Då materialet mitt bestod av svært få røyer i dei minste aldersklassane (0+ - 3+), vart otolittmålingane vurdert til å vere dårleg eigna til å finne korrelasjon mellom otolittradius og fiskelengde. Sidan gode samanhengar mellom otolittradius og fiskelengde hos ung røye (0-6 år) tidlegare har blitt funne både i Linnévassdraget (Hegseth, 2007) og i andre vassdrag på Svalbard (Svenning, 1993; Hegseth, 2007), vart det kun brukt otolitttilvekst (mm) i samanlikningane. Årleg otolitttilvekst hos sjørøye vart samanlikna med «sikre» stasjonære røyer (all røye ≥ 7 år, og kjønnsmoden røye < 7 år).

a)



b)



Figur 7: Framgangsmåte for måling av vintersoner med plassering av målelinje og målepunkt (vintersone og ytterkant) for: a) Otolitten til ei ti år gammal stasjonær røye frå Linnévatnet b) Otolitten til ei sju år gammal sjørøye frå Linneelva (foto: Vegard Å. Bergane).

2.3.3 Dødelegheit

For å estimera dødelegheit vart først total aldersfordeling estimert. Dette vart gjort ved å dele all lengdemålt sjørøye inn i lengdeklassar (<299 mm, 300-399 mm, 400-499 mm og >500 mm), og deretter bruke denne formelen:

$$\frac{\text{Tal aldersbestemt fisk i aldersklasse } i \text{ og lengdeklasse } j}{\text{Tal aldersbestemte fisk i lengdeklasse } j} * \text{totalt tal fisk i lengdeklasse } j$$

Estimata for dei ulike lengdeklassane med same alder vart lagt saman for å få total aldersfordeling. Momentan dødsrate (Z) vart definert som stigningstalet til regresjonslinja når $\ln$ til tal fisk i ulike aldersklassar vart plotta. Årleg gjennomsnittleg dødsrate (A) er gitt ved $A = 1 - e^{-Zt}$ (Ricker, 1975). Ein føresetnad for berekning av dødelegheit basert på eitt års observasjon er at alle årsklassar som inngår i analysen har vore like talrike ved alder n som den yngste årsklassen var no, ved alder n (Ricker, 1975).

2.3.4 Kondisjonsfaktor

Kondisjon (K) hos sjørøyene vart rekna ut etter Fultons formel:

$$K = \frac{\text{vekt (gram)}}{\text{lengde}^3 \text{ (cm)}} * 100$$

Røyer med kondisjonsfaktor over 1,0 blir rekna for å vere i god kondisjon, dersom gaffellengde blir nytta (Svenning & Christensen, 1996). Tre røyer vart ekstreme uteliggjarar, og er truleg blitt feilmålt. Desse er tatt vekk frå alle analysar der lengde eller vekt inngår.

2.3.5 Diett

Alle mageprøvane frå Linnéelva ($n=65$), samt eit representativt utval frå ulike lengdegrupper frå Linnévatnet ($n=78$) vart analysert på laboratorium. Mageinnhaldet vart sortert i ei petriskål, og volumandel av dei ulike byttedyrgrupper vart anslått. Dersom eit byttedyr var til stades i svært små konsentrasjonar vart delen sett til 1 %. Materiale som var for nedbrote til å klassifiserast vart registrert som «ubestemt».

Byttedyra frå elva vart delt inn i kategoriane ulkeyngel (Cottidae), annan marin fisk, krill (Euphausiacea), gammarider (Gammaridae), *Hyperiidae*, mangebørstemark (Polychaeta), hoppekreps (Copepoda), larver og pupper av fjørmygg (Chironomidae), skjoldkreps (*Lepidurus arcticus*), vaksne/nymfer av ubestemte tovingar (Diptera) og rundormar (Nematoda).

For fisk fanga i Linnévatn var kategoriane fjørmyggelarver, røye, hoppekreps, muslingkreps (Ostracoda), vårflugelarver- og pupper (Trichoptera), rogn, skjoldkreps, vaksne tovingar og rundormar. I tillegg vart eventuell mengde av mineralkorn og plantemateriale i magane anslått for alle fisk. Førekost av ikter i magesekk vart også registrert, og kategorisert til ein av tre kategoriar etter mengde (<10 ikter, 10-100 ikter eller >100 ikter).

For diettanalyse vart sjørøyene delt inn i fire lengdegrupper; <299 mm, 300-399 mm, 400-499 mm og >500 mm. Stasjonær fisk vart delt inn i to lengdegrupper; over 15 cm og under 15 cm. Svenning et al. (2007) brukte i diettanalysen frå Linnévatnet også denne inndelinga for å skilje mellom stor og lita stasjonær røye. Spesifikk volumprosent P_i (prey-specific abundance) vart rekna ut for kvar av byttedyrgruppe etter denne formelen:

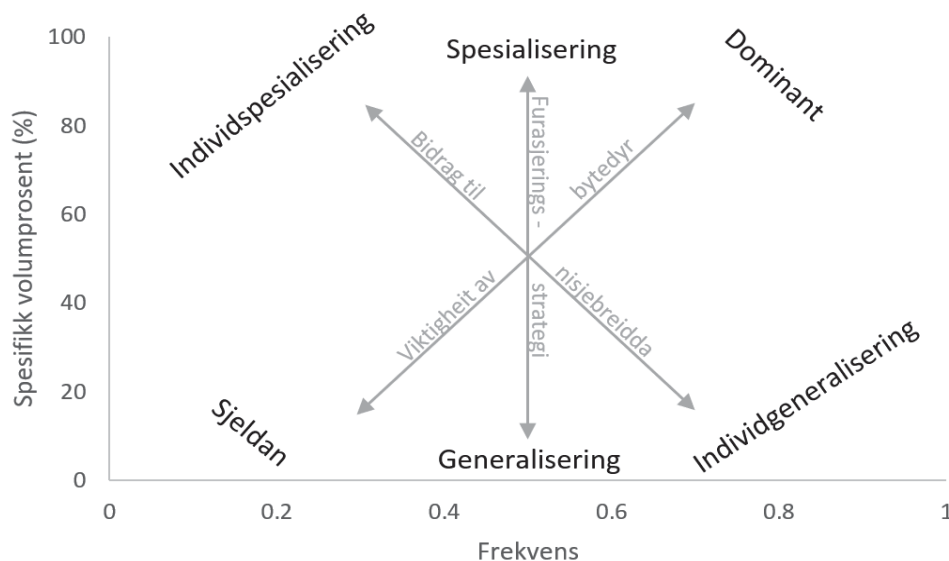
$$P_i = \left(\frac{\sum S_i}{\sum S_{ti}} \right) * 100$$

Der S_i er magefyllingsgrad av byttedyrgruppe i , medan S_{ti} er total magefylling av dei mageprøvane der byttedyrgruppa i førekjem (Amundsen et al., 1996).

Frekvens (F) vart definert som

$$F = \frac{N_i}{N}$$

Der N_i er tal på fisk med byttedyrgruppe i i magesekk og N er totalt tal på fisk med mat i magen. Ved å plote spesifikk volumprosent (P_i) mot frekvens (F) kan ein visualisere grad av individuell spesialisering eller generalisering av dei ulike byttedyrgruppene (figur 8) (Amundsen et al., 1996).



Figur 8: Diagram for tolking av diettanalyse, basert på Amundsen et.al. (1996).

2.3.6 Samanlikning med tidlegare undersøkingar

Lengdefordeling for all oppvandrande sjørøye vart samanlikna med resultata frå studien i 2005 (Nilssen, 2005) og 2008 (Ebne, 2009). I tillegg vart aldersfordeling og gjennomsnittleg lengde ved alder hjå avliva sjørøyer samanlikna med undersøkinga frå 2008 (Ebne, 2009).

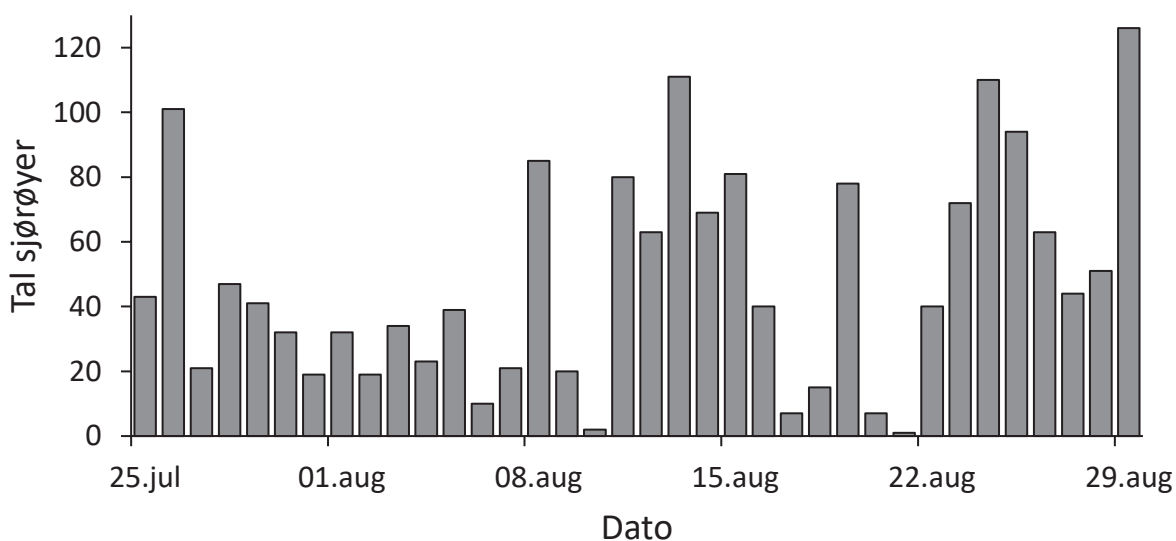
2.3.7 Statistikk

Dei statistiske analysane vart utført i R (R Core Team, 2017), og figurane vart laga anten i R eller Microsoft Excel 2016. Ved normalfordeling vart det nytta t-test, og for data som ikkje var normalfordelte eller med heterogen varians vart det nytta Mann-Whitney-Wilcoxon test og Kruskal-Wallis one-way analysis of variance test. Kjikkvadrattest vart nytta for å teste for skilnader i kjønnsfordeling mellom morfane. Dei statistiske analysane vart sett på som signifikante ved $p\text{-verdi} < 0,05$.

3. Resultat

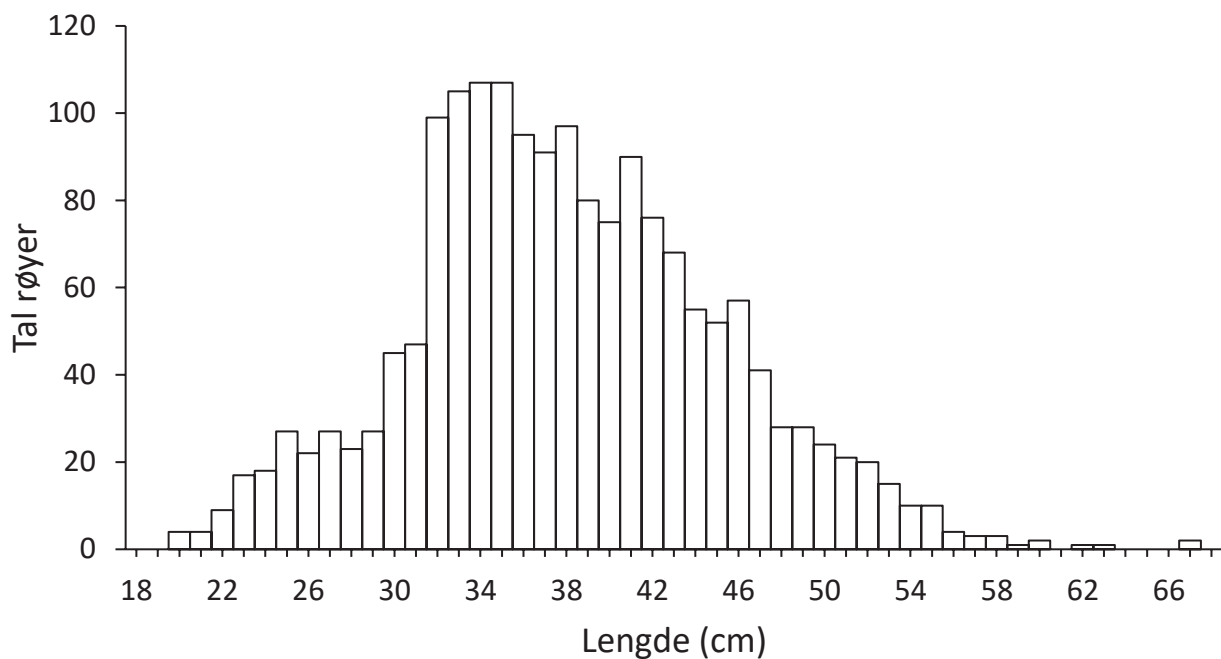
3.1 Oppvandringstidspunkt og storleik hos sjørøye i Linnéelva

I tidsrommet frå 25.juli til 29.august vart det fanga 1741 sjørøyer og åtte pukkellaks i fangstfella. Ingen av røyene vart klassifisert som stasjonære. I gjennomsnitt vandra det opp 48 fisk til dagen, men det var stor variasjon i mengd oppvandrande sjørøye frå dag til dag, med ein svak aukande trend utover i sesongen (figur 9). Den siste dagen fella var operativ vart det fanga 126 sjørøyer.

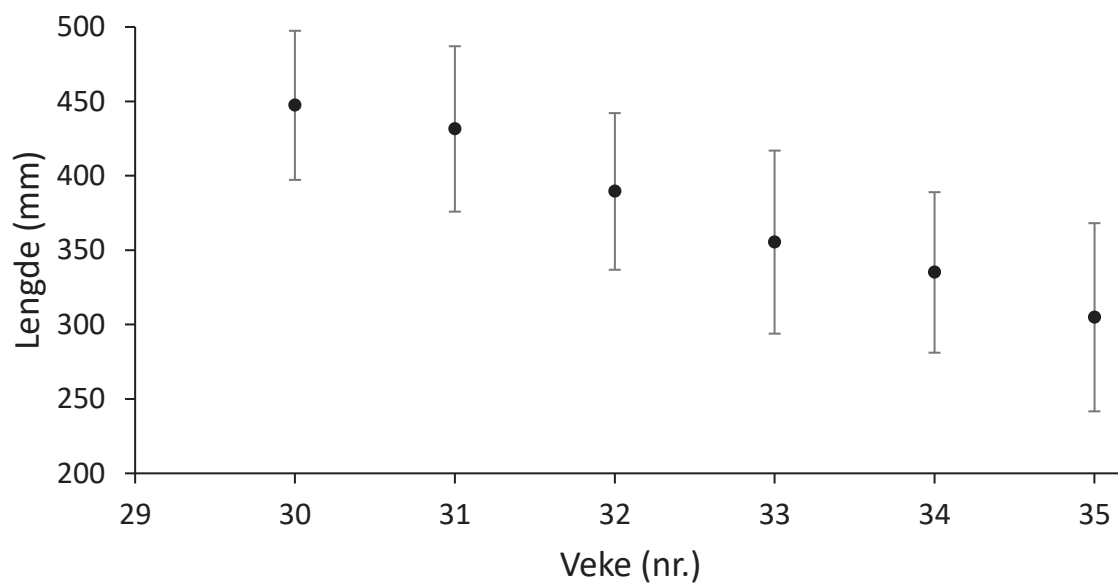


Figur 9: Tal oppvandrande sjørøyer fanga i oppgangsfella i Linnéelva per dag frå 25.juli til 29.august 2017.

Totalt var 220 røyer (13 %) under 300 mm, 892 (51 %) mellom 300 og 399 mm, 531 (30,5 %) mellom 400 og 499 mm og 95 (5,5 %) røyer var over 500 mm (Figur 10). Den minste røya var 192 mm og 73 gram, medan den største var 665 mm og 3516 gram. Gjennomsnittslengda per veke avtok signifikant frå 447 mm i veke 30 til 305 mm i veke 35 (Kruskal-Wallis chi-squared = 13,72, df=5, $p < 0,001$) (figur 11).

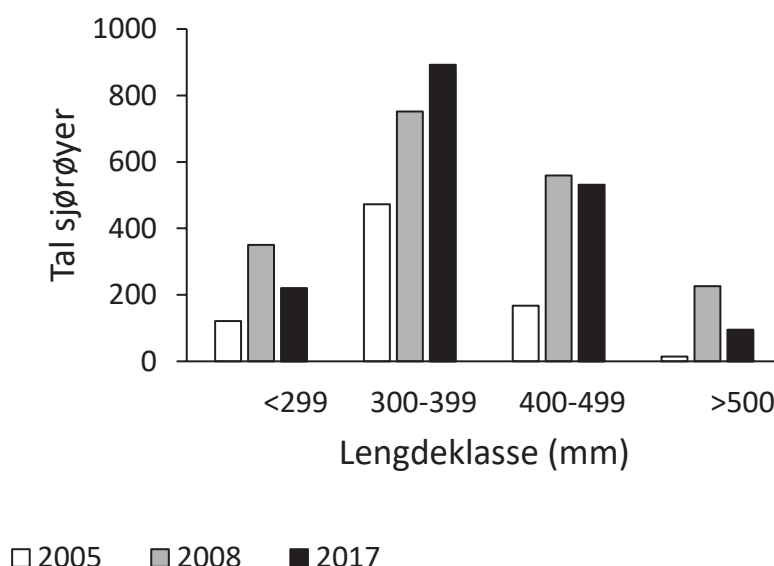


Figur 10: Lengdefordeling av sjørøye fanga i oppgangsfella i Linnéelva perioden 25.juli – 29.august 2017 (n=1738).



Figur 11: Gjennomsnittleg lengde for sjørøyer fanga i oppgangsfella i Linnéelva i veke 30 til 35 (25.juli til 29.august) 2017. Standardavvik er innteikna.

I 2005 og 2008 vart det registrert høvesvis 775 og 1908 oppvandrande sjørøyer i Linnéelva (figur 12) (Nilssen, 2005; Ebne, 2009). I 2005 dominerte sjørøye i lengdegruppa 300-399 mm, og berre nokre få individ var lengre enn 50 cm. I 2008 vandra det opp meir stor sjørøye, og fisk over 50 cm utgjorde då om lag 12 % av den registrerte bestanden (figur 12).

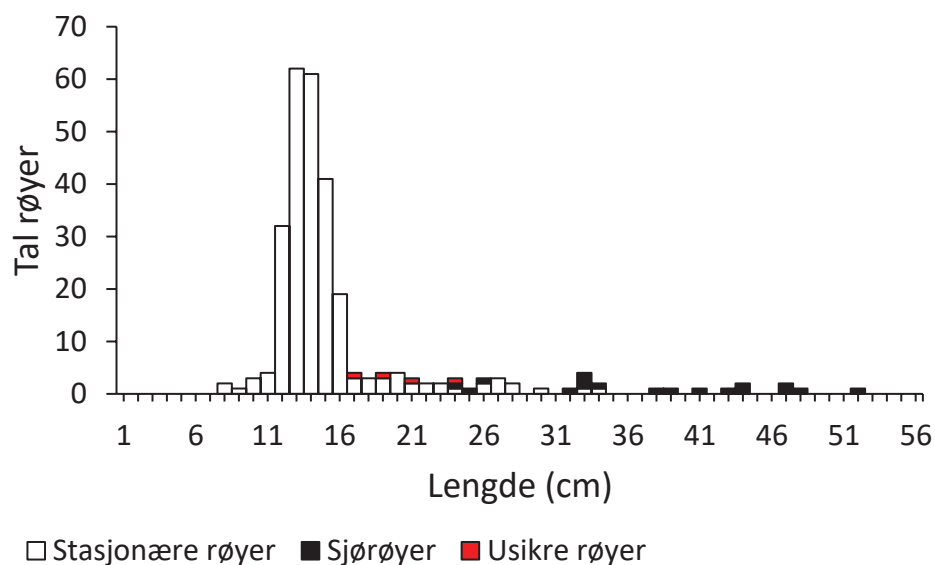


Figur 12: Tal sjørøyer fanga i Linnéelva i 2005 (n=775) (Nilssen 2005), 2008 (n=1908)(Ebne 2009) og 2017 (n=1738) fordelt på lengdeklassar.

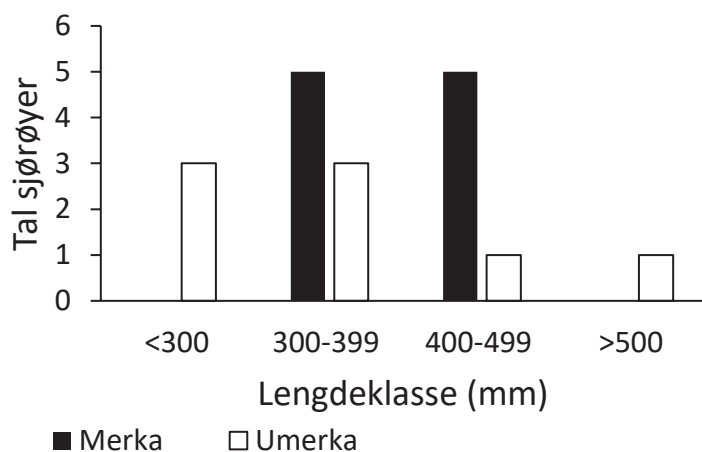
3.2 Garnfisket i Linnévatnet

Av dei 273 undersøkte røyene fanga på garn i Linnévatnet 19.-20. september 2017, vart 18 røyer (6,6 %) klassifisert som anadrome, 251 røyer (91,9 %) som stasjonære/ungfisk, og fire røyer (1,5 %) som usikre (tabell 2). Av sjørøyene hadde ti (56 %) blitt merka i juli/august. Det vart fanga sjørøye på alle botngarna, frå 0 til 18 m djup, samt på flytegarn.

Lengda på stasjonær fisk varierte frå 6 til 33 cm, medan lengda på sjørøyene var mellom 23 og 51 cm (figur 13). For den stasjonære fisken var ti (4 %) mindre enn 10 cm, 215 (86 %) mellom 10 og 15 cm og 26 (10 %) var over 15 cm. Alle merka (gjenfanga) sjørøyer var mellom 30 og 50 cm (figur 14).



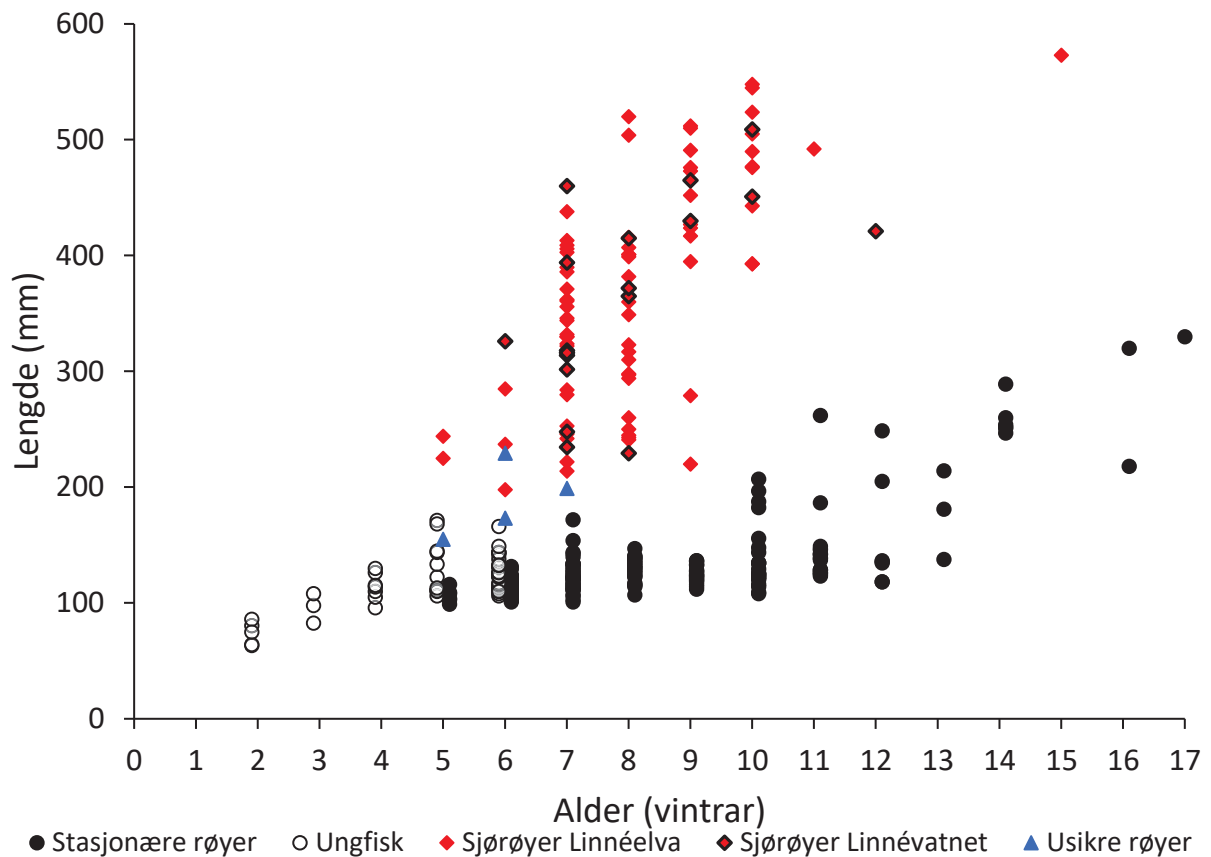
Figur 13: Lengdefordeling for røyer fanga på garn i Linnévatnet hausten 2017, klassifisert som stasjonære røyer (inkludert ungfisk) ($n=251$), sjørøyer ($n=18$) og usikre røyer ($n=4$).



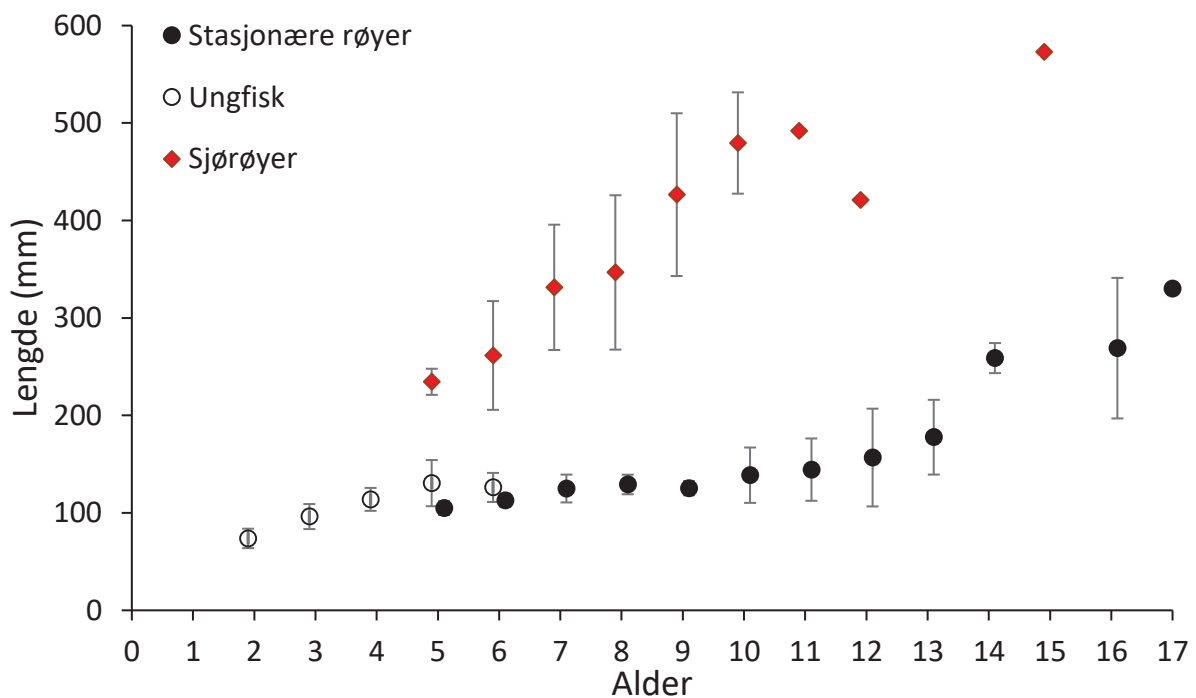
Figur 14: Merka ($n=10$) og umerka ($n=8$) sjørøye fanga på garn i Linnévatnet 19.-20. september fordelt på lengdeklasse.

3.3 Alder og vekst

Av dei totalt 95 sjørøyene som vart aldersbestemt, var den yngste fem år og den eldste femten år gamal. Det var stor spreing i lengde i dei ulike årsklassane (figur 15 og 16). Til dømes var den minste åtteåringen 23 cm, medan den største var 52 cm.



Figur 15: Lengde og alder for stasjonær røye (all røye ≥ 7 år, og kjønnsmoden røye < 7 år) ($n=195$), ungfisk (umoden røye < 7 år) ($n=54$), sjørøye ($n=95$) og usikker røyetype ($n=4$) fanga i Linnévassdraget sommar/haust 2017.

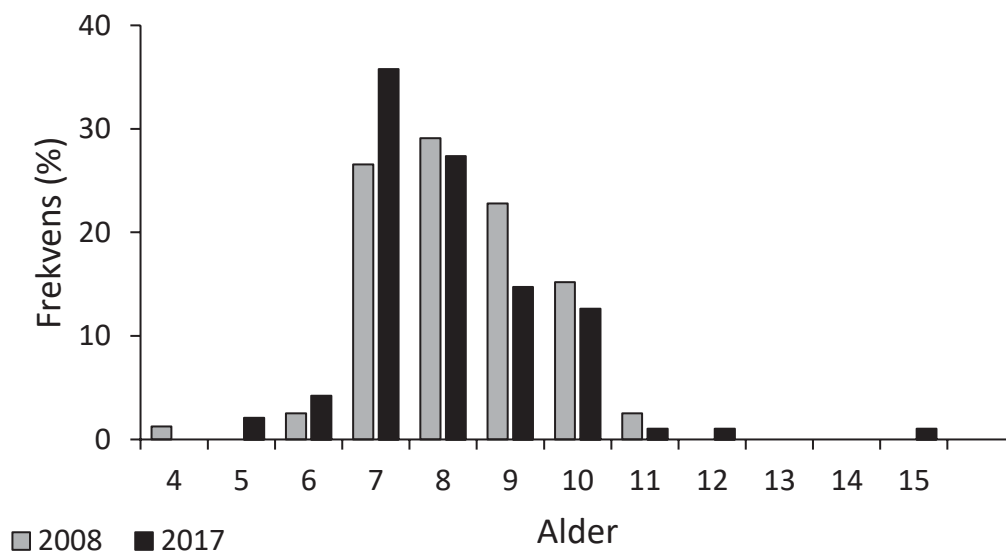


Figur 16: Gjennomsnittleg lengde ved alder for sjørøye ($n=95$), stasjonær røye (all røye ≥ 7 år, og kjønnsmoden røye < 7 år) ($n=195$) og ungfisk (umoden røye < 7 år) ($n=54$) fanga i Linnévatnet i september 2017. Standardavvik er innteikna.

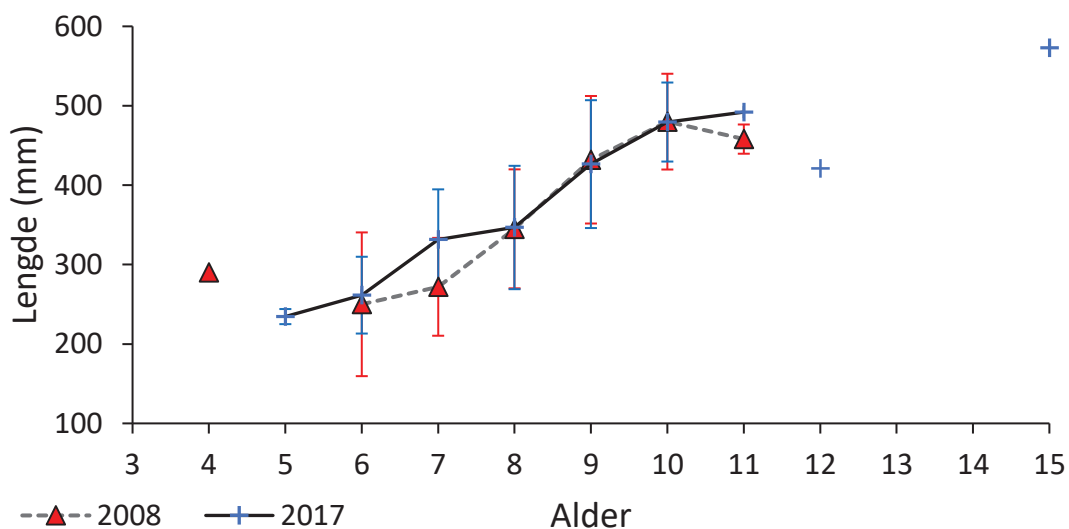
I 2008 vart det fanga sjørøyer frå fire til elleve år (figur 17) (Ebne, 2009). Gjennomsnittleg alder (8,2 år) var ikkje signifikant høgare enn i 2017 (8,0 år) (Mann-Whitney-Wilcoxon, $W=4241$, $p=0,13$). I 2017 var det ein stor andel sjuåringar, medan det i 2008 var prosentvis fleire niåringar. Begge åra var over 90 % av dei aldersbestemte sjørøyerne i alderen sju til ti år.

Gjennomsnittleg lengde var tilnærma lik i dei fleste aldersklassane i 2008 og 2017, bortsett frå sjuårsklassen (figur 18). Sjuåringane var i gjennomsnitt fire cm lengre i 2017 enn i 2008.

Gjennomsnittleg årleg lengdeauke frå alder seks til ti år var likevel nesten identisk mellom dei to åra, med 5,8 cm i 2008 og 5,5 cm i 2017 (figur 18).



Figur 17: Prosentvis aldersfordeling av sjørøyer frå Linnévassdraget sommar 2008 ($n=79$) (Ebne, 2009) og sommar/haust 2017 ($n=95$).



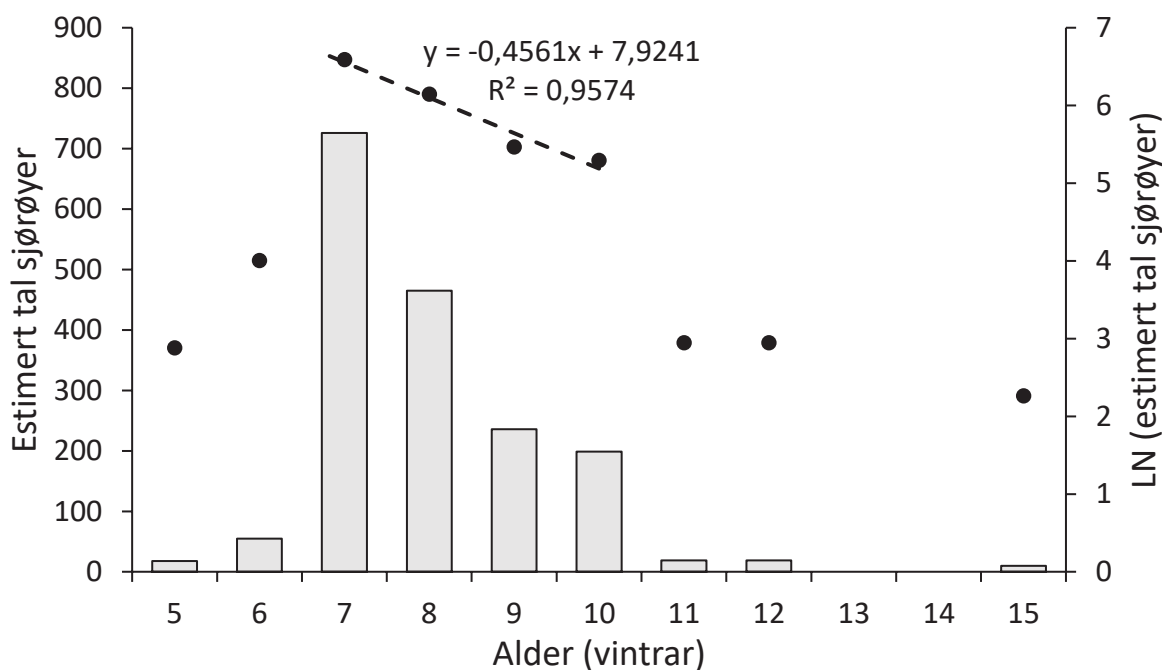
Figur 18: Gjennomsnittleg lengde ved alder for sjørøye fanga i Linnévassdraget sommaren 2017 ($n=95$) og i oppgangsfelle i Linnéelva sommaren 2008 ($n=79$) (Ebne 2009). Standardavvik er innteikna.

Sett under eitt viste røyebestanden i Linnévassdraget i 2017 ein todelt lengde- og aldersstruktur, der sjørøyene hadde ein større lengde ved gitt alder enn dei stasjonære røyene (figur 15 og 16).

I Linnévatnet vart det fanga stasjonær røye og ungfisk i alle aldersgrupper frå 2 til 17 år, bortsett frå i 15-årsklassen (figur 16). Gjennomsnittleg lengde steig jamt frå to til fem årsalderen, men flata deretter ut. Etter niårsalderen gjekk gjennomsnittslengda opp att, og størstedelen av fisk eldre enn elleve år var over 15 cm. Ungfisk (umogne) hadde signifikant større gjennomsnittslengde enn «sikre» stasjonær røye (kjønnsmogne) hos både femåringane (t-test, $t=-3,37$, $df=12,6$, $p=0,005$) og seksåringane (t-test, $t=-4,26$, $df=34$, $p<0,001$) (figur 16).

3.4 Dødelegheit

Estimert alderssamansetting i sjørøyebestanden viser at 93 % av fisken var i aldersintervallet 7-10 år (figur 19). Her vart gjennomsnittleg momentan dødsrate (Z) berekna til 0,46 ($r^2=0,96$) (figur 19). Årleg gjennomsnittleg dødsrate (A) blir dermed 0,37. Andel sjørøyer estimert til å vere over 10 år utgjorde under 3 % av totalbestanden (figur 19).



Figur 19: Estimert tal sjørøyer i kvar aldersklasse (søylar), samt gjennomsnittleg årleg momentan dødsrate (Z)(linje) estimert for sjørøye fanga i Linnévassdraget sommar/haust 2017 for aldersklasse 7-10 år ($Z=0,46$).

3.6 Tilvekst i ungfiskstadiet

Sjørøya hadde hatt signifikant høgare gjennomsnittleg tilbakeberekna årleg tilvekst enn «sikker» stasjonærrøye (røye ≥ 7 år, og kjønnsmoden røye < 7 år) i alle dei første fem leveåra (tabell 3).

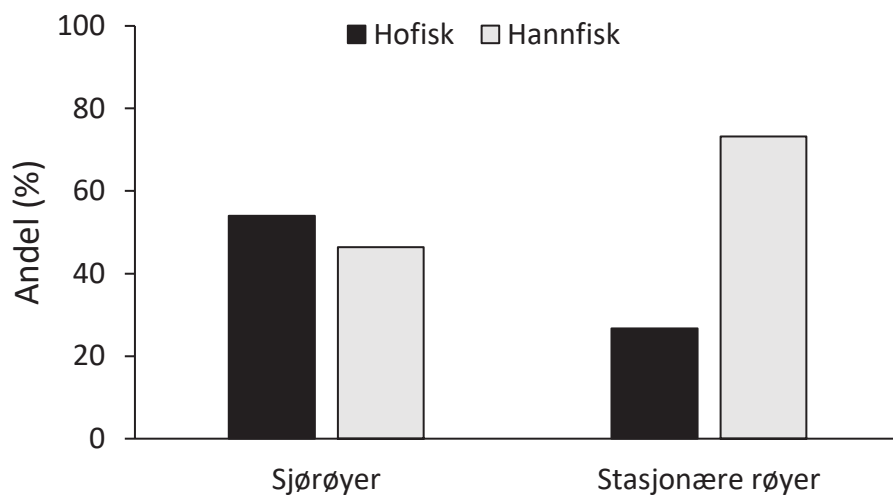
Tabell 3: Otolittvekst (mm) dei fem første leveåra hos sjørøye og stasjonær røye (røye ≥ 7 år, og kjønnsmoden røye < 7 år), fanga i Linnéassdraget sommar/haust 2017. W1 er avstand frå sentrum til første vintersone, W2 er avstand mellom første og andre vintersone osv. SD = standardavvik.

	Anadrom			Stasjonær			Samanlikning
	N	Gjennomsnittleg otolitt-tilvekst (mm)	SD	N	Gjennomsnittleg otolitt-tilvekst (mm)	SD	P-verdi (T-test)
W1	94	0,333	0,042	177	0,323	0,034	0,045
W2	94	0,159	0,029	177	0,150	0,026	0,022
W3	94	0,140	0,031	177	0,129	0,022	0,004
W4	94	0,137	0,029	177	0,119	0,023	$< 0,001$
W5	94	0,122	0,036	177	0,110	0,025	0,006

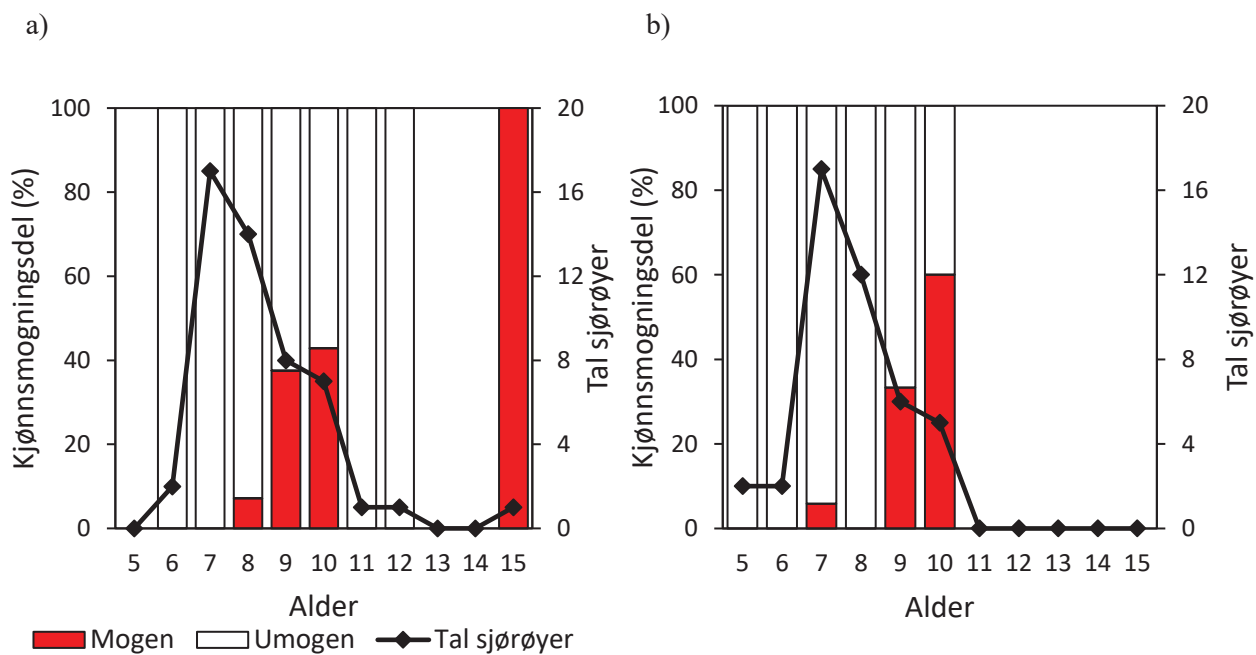
3.5 Kjønnfordeling og kjønnsmodning

Hos undersøkte, elvefanga sjørøye var kjønnfordelinga jamn, med 40 hoer og 39 hannar. Av sjørøyene fanga i vatnet var det tolv hoer og seks hannar. Totalt gjev dette ei kjønnfordeling på 54 % hofisk og 46 % hannfisk, og ingen signifikant skilnad mellom kjønna (χ^2 -test, $p=0,48$) (figur 20). Totalt var 16 (16,5 %) av dei undersøkte sjørøyene kjønnsmodne, og av desse var sju hannar (44 %). Av sjørøyene fanga i vatnet var tre individ kjønnsmodne. To av desse var umerka. Mesteparten av dei kjønnsmodne sjørøyene fanga i elva vandra opp i løpet av juli, og alle var oppvandra innan den 7. august. Dei fleste kjønnsmodne individa var ni- og tiåringar, og i desse aldersklassane var kjønnsmodningsandelen totalt 42 % (figur 21). To av dei kjønnsmodne individa vart ikkje aldersbestemt på grunn av uleseleg otolitt.

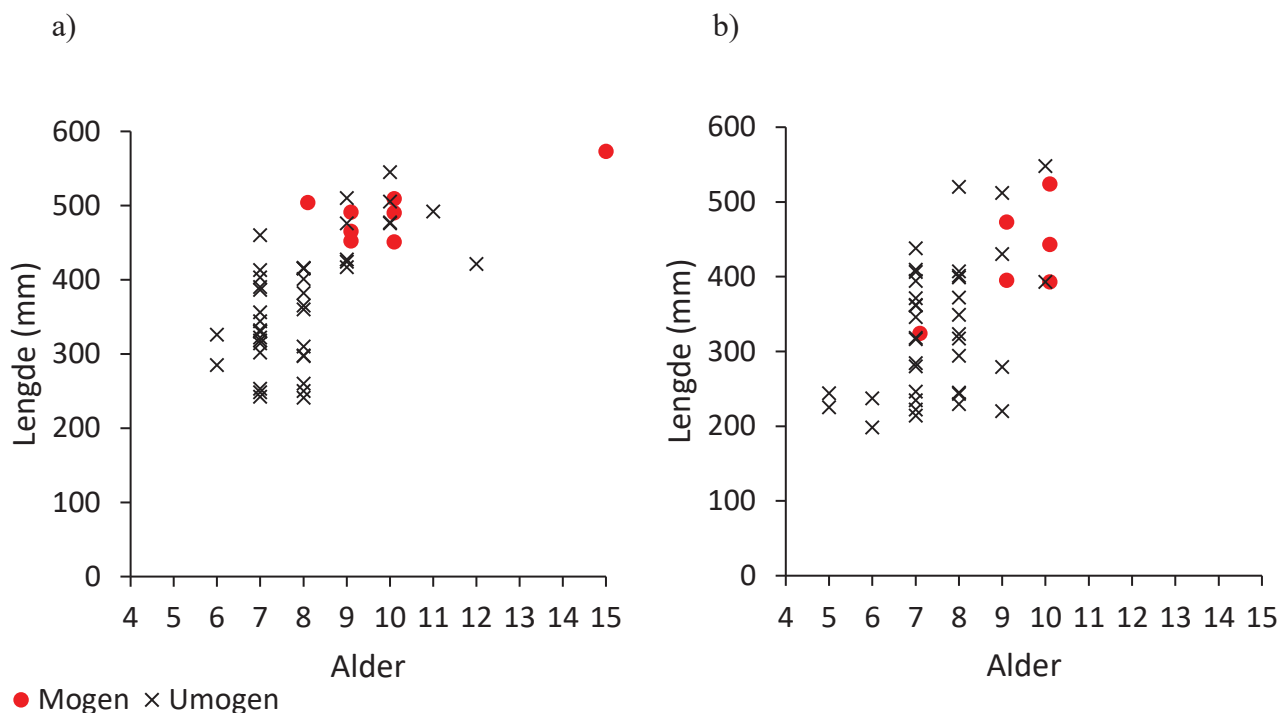
Lengdeintervallet for kjønnsmodne hann- og hofisk var høvesvis 324 - 524 mm og 451 - 573 mm (figur 22). Det var ingen signifikant lengdeskilnad mellom kjønnsmodne hannfisk ($\bar{L}=433$ mm, SD= 67) og kjønnsmodne hofisk ($\bar{L}=488$ mm, SD= 39) (Mann-Whitney-Wilcoxon, $W=16$, $p=0,11$).



Figur 20: Kjønnsfordeling for anadrom ($n=97$) og stasjonær røye (inkl. ungfisk) ($n=247$) fanga i Linnévassdraget sommar/haust 2017.



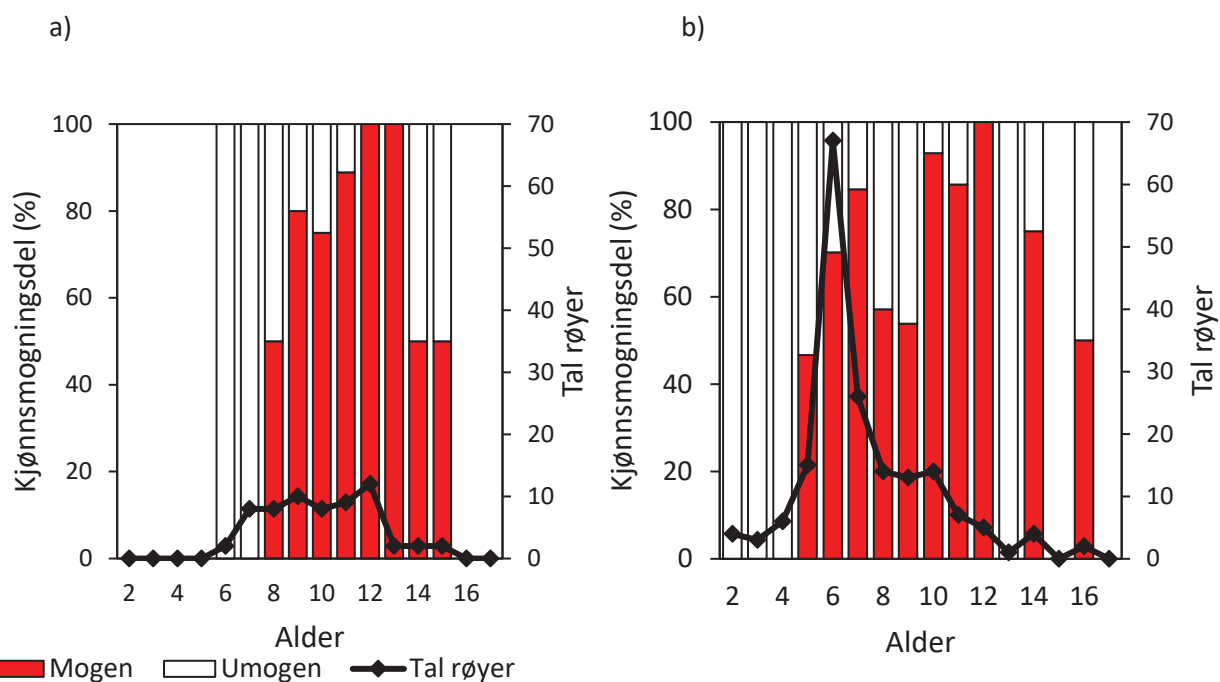
Figur 21: Andel mogle og umogle sjørøyer fanga i Linnévassdraget sommar/haust 2017 fordelt på alder hos a) hofisk ($n=51$) og b) hannfisk ($n=44$).



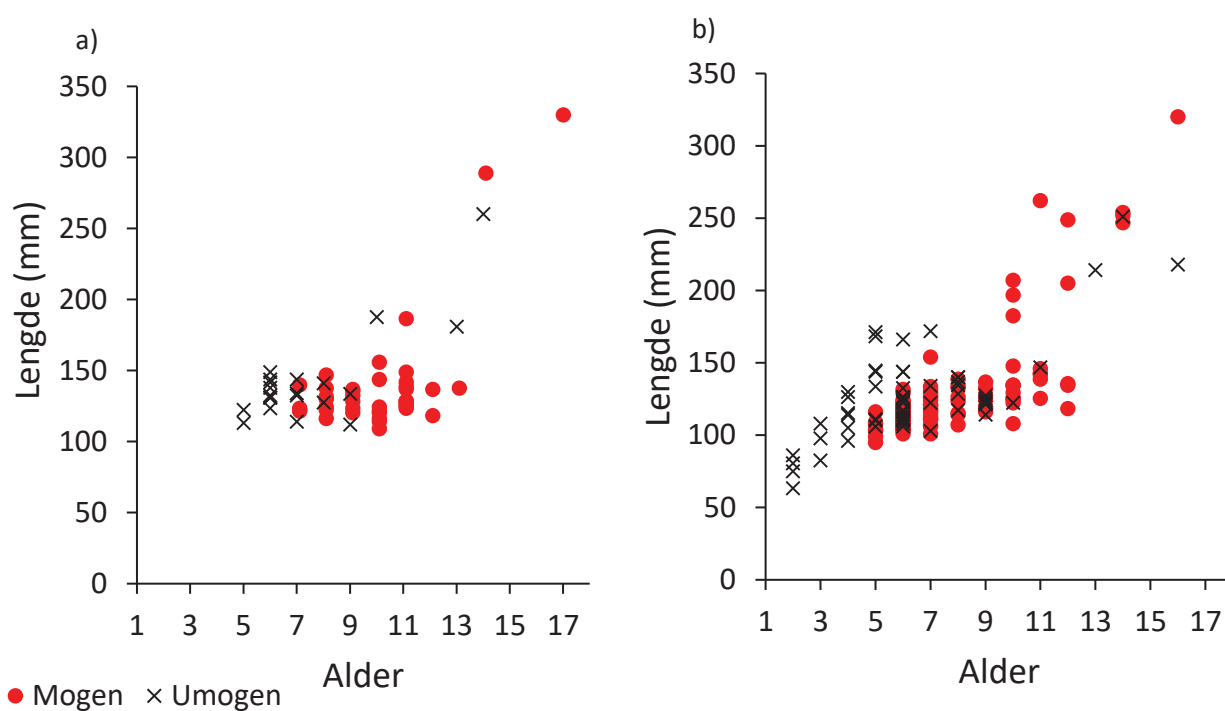
Figur 22: Lengde og alder for kjønnsmogne og ikkje kjønnsmogne individ hos sjørøye fanga i Linnévassdraget sommar/haust 2017. A) er hofisk (n=51) og b) er hannfisk (n=44).

I den stasjonære bestanden var det signifikant fleire hannfisk (n=181) enn hofisk (n=66) (χ^2 -test, $p < 0,001$) (figur 20). Fire individ var ikkje mogleg å kjønnsbestemme, og er utelate frå analysane. Av hofisken var 67 % kjønnsmogne, medan hannfisken hadde 66 % kjønnsmogne individ. Yngste kjønnsmogne hann- og hofisk var høvesvis fem og sju år (figur 23).

Gjennomsnittleg alder for dei kjønnsmogne individa var signifikant høgare hos hoene (9,9 år) enn hos hannane (7,7 år) (Mann-Whitney-Wilcoxon, $W=1052,5$, $p < 0,001$). Dei kjønnsmogne hannfiskane var mellom 95 og 320 mm, og dei kjønnsmogne hofiskane var mellom 109 og 330 mm (figur 24). Kjønnsmogne hannfisk ($\bar{L}=129$ mm, $SD=37$) var i gjennomsnitt signifikant kortare enn dei kjønnsmogne hofiskane ($\bar{L}=139$ mm, $SD=40$) (Mann-Whitney-Wilcoxon, $W=1465$, $p < 0,001$).



Figur 23: Andel mogle og umogle stasjonære røyer (inkludert ungfisk) fanga i Linnévatnet september 2017 fordelt på alder hos a) hofisk (n=64) og b) hannfisk (n=181).



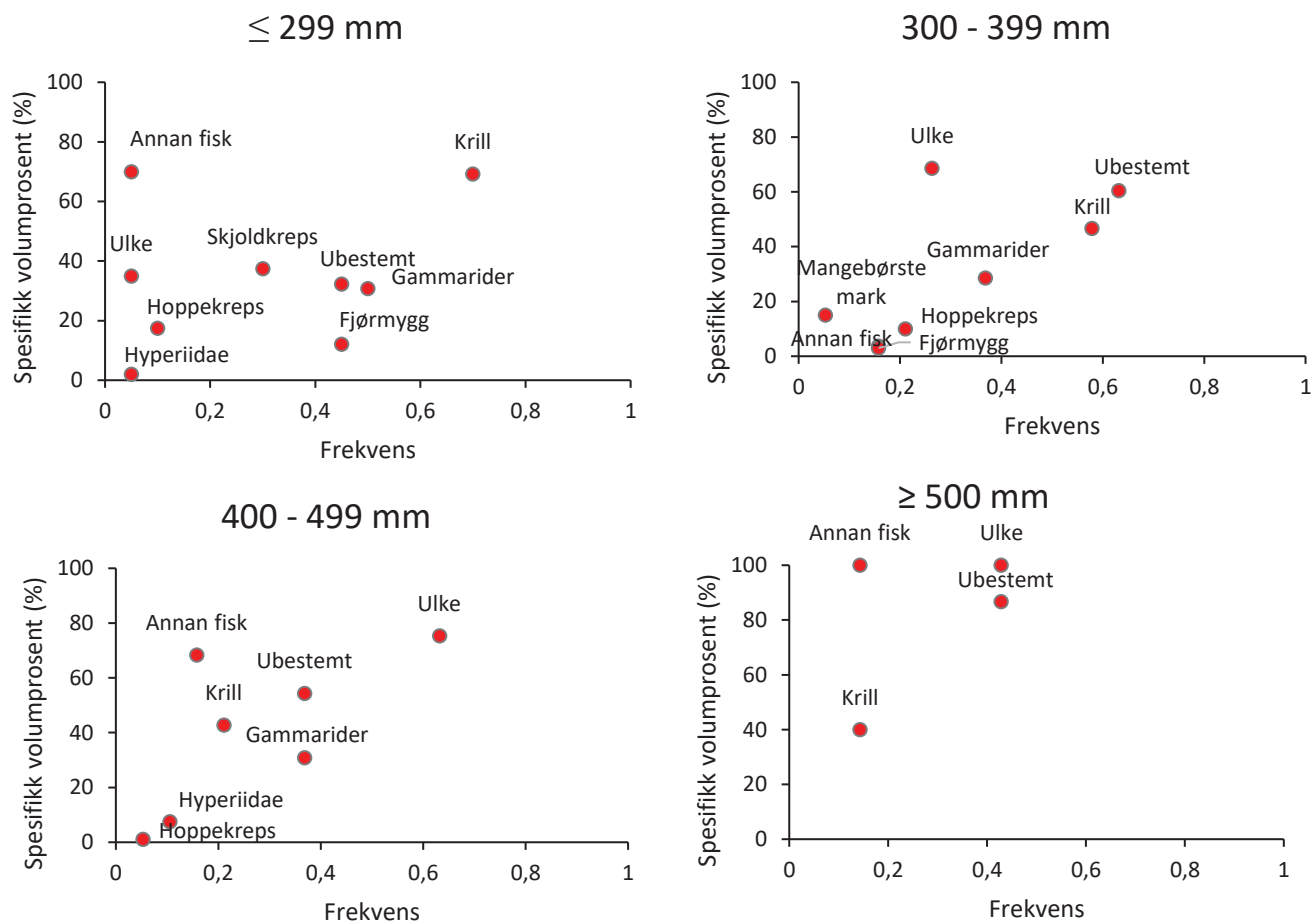
Figur 24: Lengde og alder for kjønnsmogle og ikkje kjønnsmogle individ hos stasjonære røye (inkludert ungfisk) fanga i Linnévatnet september 2017. A) er hofisk (n=64) og b) er hannfisk (n=181).

3.7 Diett hos oppvandrande sjørøye fanga i Linnéelva

Totalt 65 av 79 undersøkte sjørøyer (82 %) frå Linnéelva hadde næringsdyr i mage- og matrøyr, og gjennomsnittleg fyllingsgrad var 34 %.

Mageinnhaldet til røyene bestod av krill (i slekta *Thysanoessa*), marin fisk (i hovudsak ulkeyngel), gammarider, Hyperiidæ, fjørmyggclarver, skjoldkreps, hoppekreps (i slekta *Calanus*), mangelørstemark og tovingar (figur 25). I tillegg vart det funne nematodar, samt mineralkorn og plantemateriale i nokre av prøvane.

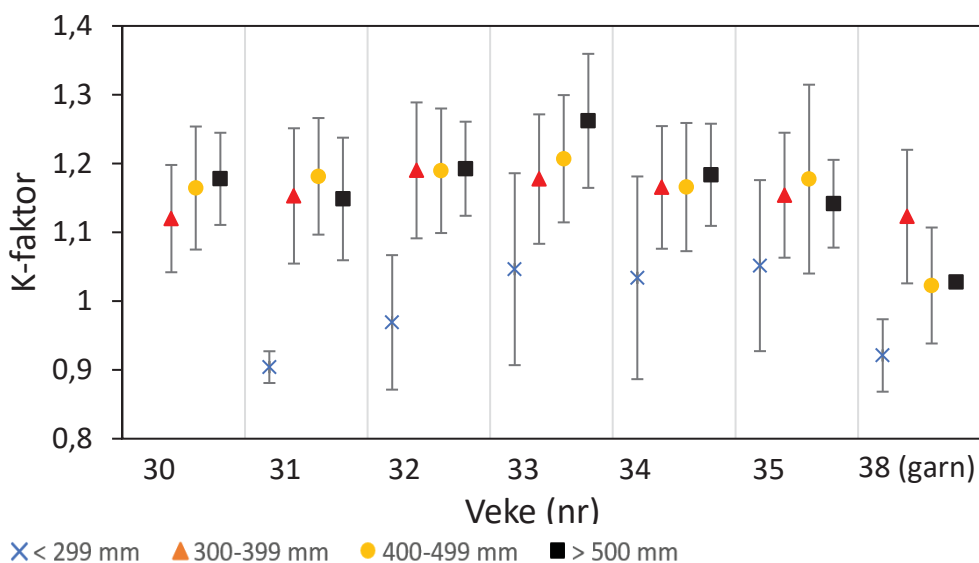
Krill dominerte i mageinnhaldet hos røye i den minste lengdeklassen, medan ulker og annan fisk vart viktigare ved aukande fiskelengde (figur 25). Amfipodar var også viktig i alle lengdeklassar, bortsett frå i gruppa >500 mm. Limniske næringsdyr (fjørmyggclarver og skjoldkreps) var til stades i 13 av mageprøvane (20 %), men berre hos fisk under 35 cm. Berre éi sjørøye (L=298 mm) hadde utelukkande limnisk innhald i magesekken. Særleg dei største røyene hadde mykje uidentifiserbart materiale i magesekken, og i fleire av desse prøvane vart det funne ikter.



Figur 25: Frekvens og spesifikk volumprosent for dei ulike byttedyrgruppene i mageprøvar frå sjørøye fanga i Linnéelva sommaren 2017 for a) lengdeklasse ≤ 299 mm ($n=20$), b) lengdeklasse 300-399 mm ($n=19$), c) lengdeklasse 400-499 mm ($n=19$) og d) lengdeklasse ≥ 500 mm ($n=7$).

3.8 Kondisjon på sjørøya

Gjennomsnittleg k-faktor for sjørøye fanga i Linnéelva ($n=79$) var 1,04 for fisk under 300 mm, 1,17 i lengdeklassen 300-399 mm og 1,18 i lengdeklassane 400-499 mm og >500 mm. Gjennomsnittleg k-faktor var høgast i veke 32 eller 33 for alle dei tre største lengdegruppene (figur 26). Sjørøye fanga i oppgangsfella i juli/august hadde signifikant høgare gjennomsnittleg k-faktor enn sjørøye tatt på garn i Linnévatnet i september i lengdegruppa 400-499 mm (Mann-Whitney-Wilcoxon Test, $W=2825$, $p<0,001$). I dei andre lengdegruppene var det ingen signifikant skilnad.



Figur 26: Gjennomsnittleg *k*-faktor per veke for ulike lengdegrupper av sjørøye tatt i fangstfelle i Linnéelva veke 30-35, samt tatt på garn i Linnévatnet veke 38, sommar/haust 2017. Standardavvik er innteikna.

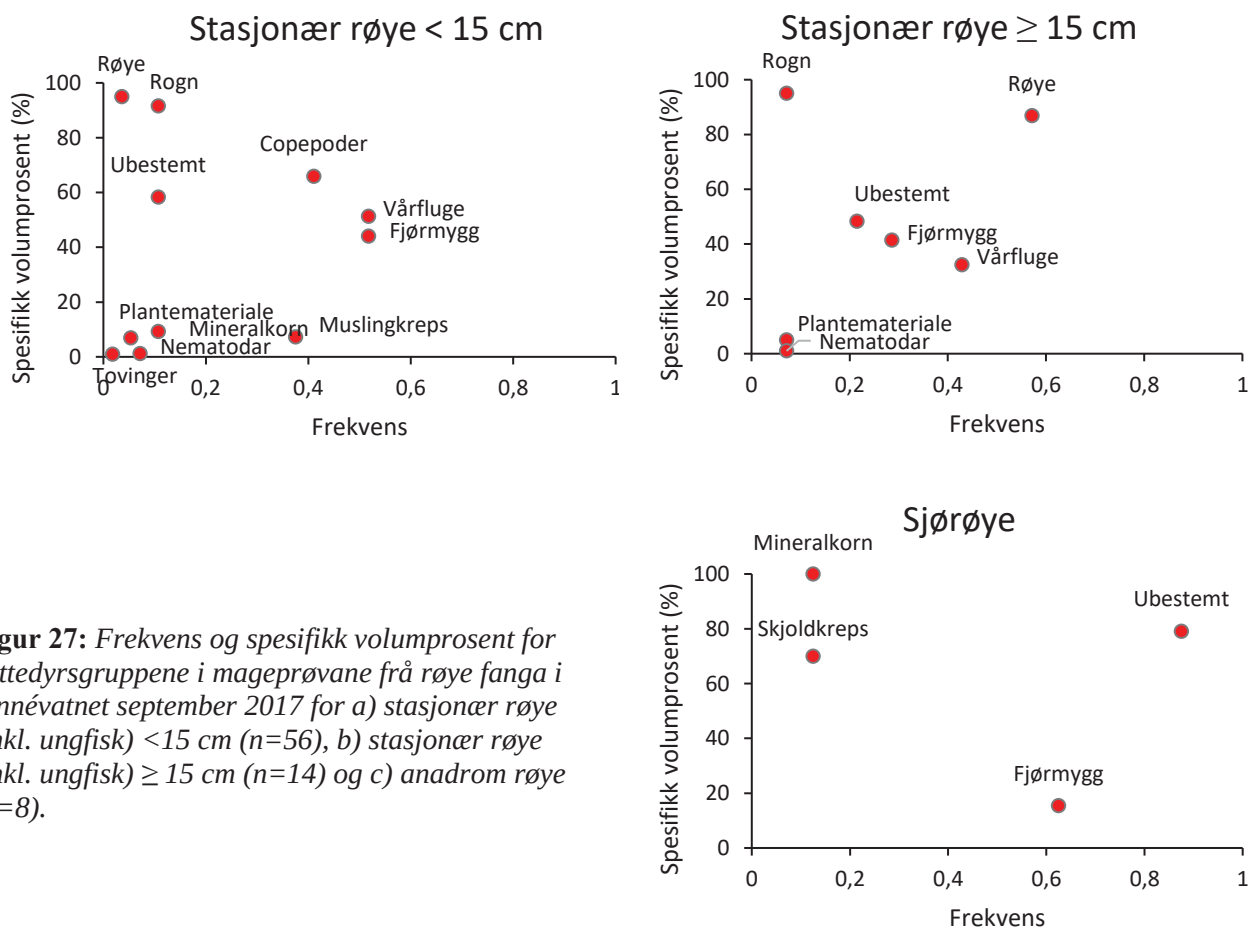
3.9 Diett hos stasjonær og anadrom røye fanga i Linnévatn

Totalt 192 stasjonære røyer (inkludert ungfisk) (76 %) hadde næringsdyr i mage/matrøyr, og gjennomsnittleg fyllingsgrad var 23 %. Av desse vart mageprøvane frå 78 fisk, fordelt på eit representativt utval av lengdegrupper, analysert.

Av sjørøyene fanga i Linnévatnet var åtte av mageprøvane (44 %) med innhald, og berre i fem av dei var det identifiserbare næringsdyr. Gjennomsnittleg fyllingsgrad var 7 %, og signifikant lågare enn hos stasjonærrøya (Mann-Whitney-Wilcoxon test, $W=1323$, $p=0,003$). Éi røye (230 mm, 8 år) hadde nedbrotn restar etter skjoldkreps i magen, resten av prøvane bestod av eit fåtal fjørmygglarver (figur 27). Det vart ikkje påvist marine næringsdyr i nokon av prøvane.

Dietten til stasjonærrøyene i Linnévatnet bestod av fjørmygglarver, hoppekreps, vårflugelarver av arten *Apatania zonella*, muslingkreps, røye og røyerogn (figur 27). I tillegg vart det påvist nokre få individ av ein uidentifisert art av vannlopper i éin mageprøve, rester etter vaksne tovingar i eit par av prøvane, to individ av stankelbeinlarver (Tipulidae) i ein prøve, samt nematodar i fleire prøvar. Det var også mindre mengder av plantemateriale og mineralkorn i mange av prøvane.

Det vart påvist røye i ti av mageprøvane. Minste kannibal var 130 mm og fire år, og hadde to byttefisk (begge 1+) i magen. Resten av kannibalane var mellom 143 og 320 mm og i aldersklassen 5 til 16 år. Byttefisken varierte frå ca. 30 til 100 mm, og eldste aldersbestemte byttefisk var seks år.

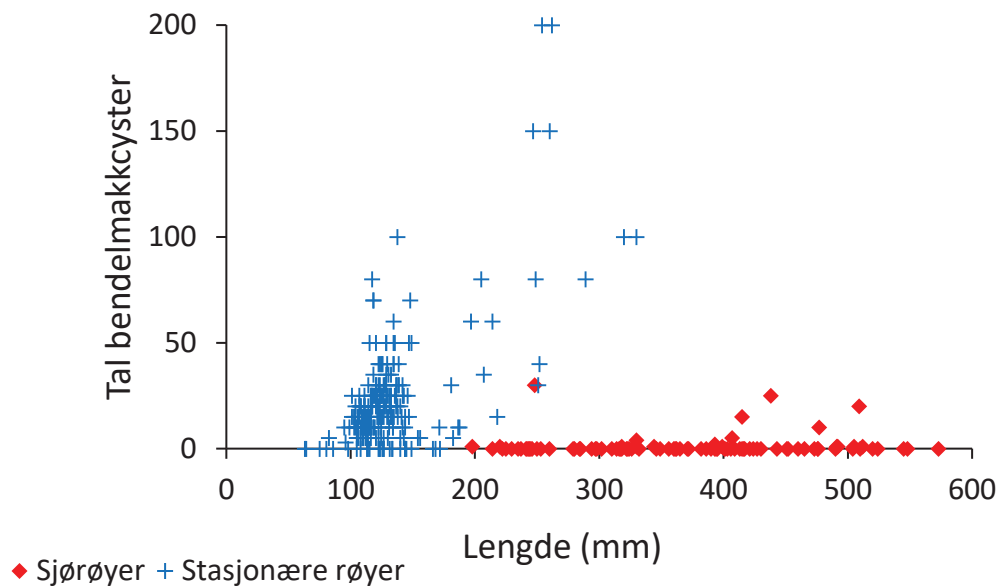


Figur 27: Frekvens og spesifikk volumprosent for byttedyrsgroppene i mageprøvane frå røye fanga i Linnévatnet september 2017 for a) stasjonær røye (inkl. ungfisk) <15 cm (n=56), b) stasjonær røye (inkl. ungfisk) ≥ 15 cm (n=14) og c) anadrom røye (n=8).

3.10 Parasittar og skadar

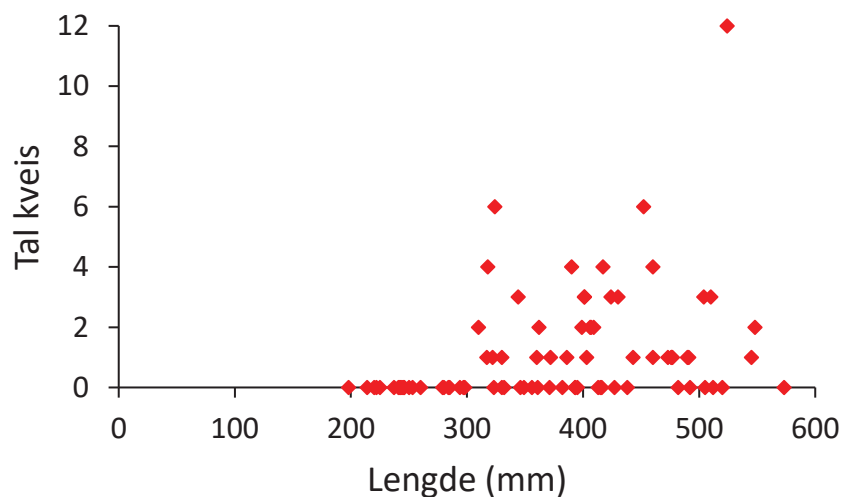
Totalt 77 av sjørøye (79 %) fanga i elva og innsjøen hadde ingen fiskandmakkcyster på mage og tarm. Høgaste tal cyster var 30, medan gjennomsnittleg tal cyster per fisk var 1,7.

Stasjonær røye (inkl. ungfisk) hadde signifikant høgare tal fiskandmakkcyster per fisk enn sjørøye (Mann-Whitney-Wilcoxon, $W=2897$, $p<0,001$) (figur 28). Her var 219 røyer (87 %) infisert, med 22 cyster i gjennomsnitt per fisk. Maksimum tal cyster var 200. Tal cyster auka signifikant med lengde (lm, $r^2=0,4046$, $p<0,001$) (figur 28). For stasjonær røye under 15 cm var gjennomsnittleg tal cyster 19, medan fisk over 15 cm hadde i snitt 56 cyster.



Figur 28: Mengd fiskandmakkcyster fordelt etter lengde hos sjørøye ($n=95$) og stasjonær røye (inkl. ungfisk) ($n=249$) fanga i Linnévassdraget sommar/haust 2017.

Av avliva sjørøyer var 37 av 97 stk. (38%) infisert med kveis. Ingen fisk under 30 cm var infisert med kveis, medan 62 % av fisk over 30 cm var infisert (figur 29). I tillegg vart totalt 16 oppvandrande sjørøyer (0,9 %) registrert med selskadar, i hovudsak i form av eit sirkulært bitemerke i hovud eller kropp.



Figur 29: Tal kveis fordelt etter lengde hos sjørøye ($n=97$) fanga i Linnévassdraget sommar/haust 2017.

4. Diskusjon

4.1 Oppvandring og bestandsutvikling hos sjørøye

Oppvandringa av sjørøyer i Linnéelva føregjekk gjennom heile fangstperioden, frå 25. juli til 29. august 2017. Høg oppvandring på denne tida av året samsvarer med Ebne (2009) sine funn i Linneelva i 2008, samt undersøkinga i utlaupselva frå Vårfluesjøen i 2005 (Skogstad & Skogstad, 2006). Studiar frå Diesetvassdraget i 1971-1977 (Svenning & Gullestad, 2002) og 1991-1993 (Gulseth & Nilssen, 2000), viser at oppvandringsperioden varte frå midten av juli til elva vart delvis tørrlagt og uframkommeleg i første halvdel av september. Tilstrekkeleg vassføring i utlaupselva er truleg den viktigaste føresetnaden for stabile sjørøyepopulasjonar på Svalbard (Svenning, 2001; Svenning & Gullestad, 2002; Svenning, 2015), og år med ugunstige klimatiske forhold vil kunne gi stor dødelegheit i bestanden grunna hindra oppvandring om hausten (Svenning & Gullestad, 2002). Til dømes er røya i Arkvatnet, som truleg er verdas nordlegaste sjørøyevasdrag, ekstremt fleksibel på livshistoriestrategi og kan veksle mellom anadromi og residens etter forholda, då utlaupselva truleg ikkje er open kvart år (Svenning, 2000b; Svenning, 2001). Linnévassdraget har derimot ei av dei meir stabile utlaupselvene når det gjeld vassføring, grunna stort nedbørsfelt og innsjøvolum, og føresetjingane for årlege sjøvandringar er difor gode.

Gjennomsnittleg lengde på oppvandrande sjørøye gjekk signifikant ned utover sommaren. Dette er i samsvar med dei tidlegare undersøkingane frå Linnévassdraget (Nilssen, 2005; Ebne, 2009) samt andre studiar frå Arktis (Gullestad, 1970; Johnson, 1980; Dempson & Green, 1985; Gulseth & Nilssen, 2000; Svenning & Gullestad, 2002; Skogstad & Skogstad, 2006). For stor kjønnsmoden fisk kan tidleg oppvandring vere ein strategi for å sikre tilbakevandring til innsjøen før elva tørkar ut (Svenning & Gullestad, 2002). Det er i tillegg vist at veksten i sjøopphaldet avtek utover sesongen, og det kan hende fisken migrerer tidleg tilbake på grunn av redusert potensiale til å oppretthalde den høge vekstrata (Rikardsen et al., 2000). Sjøopphaldet til Svalbardrøya varar difor truleg berre 30-35 dagar i snitt (Gulseth & Nilssen, 2000) til tross for at røya fysiologisk er tilpassa eit lengre opphald (Arnesen et al., 1994; Nilssen et al., 1997).

Den totale sjørøyebestanden i Linnévassdraget vart i 2008 estimert til å bestå av minst 2438 individ, basert på gjenfangstar av merka fisk i innsjøen (Ebne, 2009). I 2017 var berre ti av atten sjørøyer tatt på garn i Linnévatn gjenfangstar. Dette er eit for lite grunnlag til å estimere totalbestanden frå, men indikerer at det også i denne studien har vandra opp ei betydeleg

mengd sjørøyer utanom fangstperioden. Undersøkinga frå Linnéelva sommaren 2005 viste at storvaksne sjørøyer byrja å vandra opp allereie frå 15. juli (Nilssen, 2005), og bestandsestimatet frå 2008 tilseier at minst 530 sjørøyer over 34 cm må ha vandra opp før fella vart montert den 28. juli (Ebne, 2009). Også mine funn viser at det har vandra opp sjørøyer i juli før fella var operativ, då to av dei umerka sjørøyene fanga i Linnévatnet var store og kjønnsmogne, og det vart ikkje registrert kjønsmogen fisk i fangstfella etter 7. august. Eit viktig spørsmål er dermed om det kan reknast med at ein like stor andel av sjørøyene vandra opp før fella var operativ som i 2008. I 2017 vart Linnévatnet isfritt 5-7 dagar tidlegare enn i 2008 (Martin Svenning, pers. medd.). Dette kan tyde på at også isen på elva gjekk tidlegare i 2017, sjølv om eksakt dato for dette er umogleg å anslå. Gulseth og Nilssen (2000) konkluderte med at halvparten av sjørøyebestanden i Diesetvassdraget vandra ut umiddelbart etter at elveisen gjekk opp. Dermed kan 2017 ha vore eit tidlegare utvandringsår for sjørøya i Linnévassdraget enn det 2008 var, noko som igjen kan ha ført til tidlegare oppvandring. Likevel, fangstfella vart i 2017 sett opp fem dagar tidlegare enn i 2008, noko som kan tenkjast å vege opp mot denne eventuelle forskyvinga i oppvandringssesongen. På bakgrunn av dette kan det reknast med at ein nokolunde lik andel av dei store og kjønnsmogne sjørøyene vandra opp før fella var operativ begge åra, og at lengdefordelingane dermed er samanliknbare.

Det er også svært sannsynleg at det vandra opp sjørøyer etter at fella vart tatt ned den 29. august. Berre den siste dagen fella var operativ vart det fanga 126 røyer, og ved prøvefisket i Linnévatnet 20. september var det framleis tilstrekkeleg vassføring i elva for oppvandring. I tillegg var fleire av dei umerka sjørøyene fanga i vatnet under 30 cm, noko som tyder på at dei vandra opp seint. Også i 2008 vandra det opp mykje fisk siste del av fangsperioden, og det vart rekna med at oppvandringa heldt fram utover hausten (Ebne, 2009).

Totalt var mengd registrerte sjørøyer i Linnéelva sommaren 2017 ($n=1741$) noko mindre enn i 2008 ($n=1908$) (Ebne, 2009), trass i at fangsperioden varte to dagar lengre. Maskevidda i fella kan ha hatt betydning her, sidan fangstfella i 2008 hadde notgarn (10*10 mm) i staden for minkburnetting (21*21 mm), og det vart fanga elvelevande røye heilt ned mot 13 cm (Ebne, 2009). Minste røye i 2017 var 19 cm, og det vart ved fleire høve observert små røyer som satt fast i, eller var delvis igjennom nettingen i fella. Desse var hovudsakleg under 25 cm. Det er difor sannsynleg at fleire små individ har passert gjennom fella, og at lengdegruppa 18-25 cm vart underestimert i 2017. Sidan tal røyer over 30 cm er tilnærma likt mellom dei to åra, og

det er umogleg å fastslå kor mange små røyer som eventuelt har passert gjennom fella, er det ikkje grunnlag for å konkludere med at sjørøyebestanden har minka.

Sjølvsagt om det kan sjå ut til at mengd oppvandrande røyer ikkje har endra seg sidan 2008, er tal fisk over 50 cm blitt halvert. Dette kan skuldast at stor fisk vandra opp tidlegare i 2017 enn i 2008, eller at det i dei seinare åra har vore relativt høgare dødelegheit for stor fisk, noko som vert støtta av det nærmast totale fråværet av sjørøyer eldre enn ti år. Også i 2008 vart det registrert få individ over ti år (Ebne, 2009), men då vart berre eit fåtal av dei 226 oppvandrande sjørøylene over 50 cm avleva. Sidan lengde ved alder hos ni- og tiåringane er nokolunde lik begge åra, er det sannsynleg at bestanden hadde fleire individ frå elleve år og oppover i 2008. Dutil (1986) viste at sjørøya si evne til restituering etter gyting minka med aukande kroppsstorleik. Kombinert med den samla risikoen ved fleire sjøvandringar kan dette bidra til å forklare høg dødelegheit hos stor og kjønnsmoden fisk. I Vårfluesjøen blir sjørøya likevel både eldre og større enn i Linnévatnet, og det vart i 2005 fanga mange røyer i alderen 15-20 år (Skogstad & Skogstad, 2006). Dette er truleg eit resultat av fleire års freding av bestanden (Skogstad & Skogstad, 2006) etter hardt fiske på 80-90-talet (Svenning, 1992). Også i Diesetvassdraget vart sjørøylene eldre enn i Linnévassdraget (Gulseth & Nilssen, 2001), og ein studie frå Fraserelva i Canada viste at 21 % av sjørøylene var eldre enn ti år (Dempson & Green, 1985). Andre studiar frå Canada viser derimot at andel store og gamle sjørøyer minkar raskt ved auke i fiskeintensitet, både ved bruk av garn og handreiskap (Coady & Best, 1976; Kristofferson & Sopuck, 1983). Dette tyder på at beskatninga i Linnévassdraget eller i sjøområda rundt er høg.

Jensen (1986) si likning for modallengde ved garnfangst på laksefisk, viser at garn med 52 mm maskevidde fangar best på fisk som er 50 cm når k-faktoren er på 1,0, og 46,5 cm ved k-faktor på 1,2. Ebne (2009) sine resultat frå Linnévatnet støttar også opp under dette, då gjennomsnittslengda på sjørøye tatt med 52 mm maskevidde var 49 cm. Dette bekreftar at sjørøyer frå ti år og oppover i Linnévassdraget er svært sårbare for garnfiske når maskevidda er 52 mm. Dersom dødelegheita for sjørøyer eldre enn ti år hadde vore lik den estimerte dødelegheita for sjørøye mellom 7-10 år ($A=0,37$), skulle det til dømes ha vore 110-120 fisk i 11-årsklassen. Mine estimat viser at det berre er rundt 20 fisk i denne årsklassen. Dersom årsklassestyrke og naturleg dødelegheit har halde seg stabil frå år til år, kan det difor tyde på at 90-100 sjørøyer vart fjerna frå bestanden ved tiårsalderen. I tillegg vil fisk frå fleire andre aldersklassar bli råka, då garn med 52 mm maskevidde fangar røye heilt ned mot 40 cm (Borgstrøm et al., 2010). Dette medfører i så fall eit totalt fiskeuttak som er godt over

totalkvota på 100 fisk. Denne prediksjonen er svært forenkla, men indikerer likevel at fråværet av store og gamle sjørøyer i Linnévassdraget truleg skuldast garnfiske i sjølve vassdraget eller i Isfjorden.

Predasjon i sjøfasen er ein annan faktor som påverkar bestandsstruktur hos anadrom fisk (Klemetsen et al., 2003). For sjørøye i Diesetvassdraget på Svalbard er det funne ein gjennomsnittleg tilbakevandringsprosent på ca. 50 % (Gulseth & Nilssen, 2000).

Tilbakevandringa var høgast for stor fisk, og i den minste lengdegruppa returnerte berre ein tredjedel av sjørøyene, medan tre fjerdedelar av den største fisken kom tilbake (Gulseth & Nilssen, 2001). Predasjonsrisiko er sterkt storleiksavhengig (Sogard, 1997), og studiar frå Midt-Noreg viser at smolt av laksefisk er svært utsett for predasjon ved utvandring, særleg av torsk (*Gadus morhua*) (Hvidsten & Møkkelgjerd, 1987; Hvidsten & Lund, 1988). Det er føreslått at det er færre predatorar i havområda rundt Svalbard i forhold til lengre sør (Gulseth & Nilssen, 2000). Den utbreidde polartorsken (*Boreogadus saida*) er relativt småvaksen (Renaud et al., 2012), og dermed truleg ein ubetydeleg predator på sjørøye. Dei siste åra har det likevel blitt meir torsk og hyse (*Melanogrammus aeglefinus*) i farvatna rundt Spitsbergen (Renaud et al., 2012; Svenning & Ozerov, 2018), noko som truleg skuldast aukande sjøtemperaturar (Renaud et al., 2012). Også ringsel (*Pusa hispida*), som er mest utbreidd av selartane på Svalbard (Weslawski, 1994), er kjent for å kunne predatere på sjørøya (Lydersen, 1998). Til dømes hadde om lag to prosent av oppvandrande sjørøye i Diesetvassdraget bitemerker etter sel (Gulseth & Nilssen, 2000). Selbitta som vart funne hos fleire av sjørøyene i denne studien kan truleg tilskrivast steinkobbe, sidan eit eller fleire individ av denne arten vart observert i laguna nesten dagleg. Ein studie frå Skagerrak viser at steinkobba dagleg konsumerer om lag 4700 kcal (Härkönen & Heide-Jørgensen, 1991), noko som ved ein rein røylediett tilsvarar 3-4 kg fisk (Finstad et al., 2003). I teorien kan dermed tre steinkobber i utlaupsområdet kunne ta ut ein fjerdedel av den registrerte bestanden i Linnévassdraget i løpet av éin månad. Steinkobbebestanden på Svalbard reagerer truleg positivt på eit varmare klima (Hamilton et al., 2014). På bakgrunn av dette vil Svalbardrøya truleg vere meir utsett for predasjon i sjøen i framtida. Likevel kan ikkje den høge dødelegheita blant stor og gammal sjørøye i Linnévassdraget forklarast ut ifrå predasjon, då dette i hovudsak skulle ha påverka dødelegheita i dei mindre lengdegruppene. Uansett bør det i framtida gjennomførast ein studie på omfanget av sjørøypredasjon hjå sel og marine fisk.

4.2 Tilvekst og diett i sjøfasen

Den store variasjonen i lengde ved alder hos sjørøyene er i samsvar med andre studiar frå Svalbard (Gullestad, 1970; Svenning, 1992; Gulseth & Nilssen, 2001; Skogstad & Skogstad, 2006; Ebne, 2009), og tyder på at alder ved førstegongsvandring varierer. Alder ved førstegongsvandring er vanlegvis 4-6 år i Nord-Noreg (Svenning et al., 1992; Rikardsen, 2000), 5-7 år i vassdrag på Spitsbergen (Gullestad, 1970; Gulseth & Nilssen, 2001; Svenning, 2001; Svenning & Gullestad, 2002; Skogstad & Skogstad, 2006), og over 10 år i Arkvatnet på Nordaustlandet (Svenning, 2001). I Diesetvassdraget var gjennomsnittleg lengde for oppvandrande førstegongsvandrarar 24,2 cm (SD=3,6) (Gulseth & Nilssen, 2001). Dersom majoriteten av sjørøyer under 25 cm i Linnévassdraget var førstegongsvandrarar, var desse representert i alle aldersklassane frå fem til ni år i 2017. Likevel var dei fleste sjørøyene frå sju år og oppover godt over 30 cm, og har dermed truleg vore i sjøen før. Dette indikerer at dei fleste av sjørøyene fanga i 2017 hadde vandra ut som fem- eller seksåringar.

Gjennomsnittleg lengde var svært lik som i 2008 i alle aldersklassar, bortsett frå hos sjuåringane, som i snitt var 4 cm lengre i 2017. Dette kan tyde på at mange individ i denne gruppa hadde vandra ut tidlegare enn i 2008. Dette kan igjen vere eit resultat av høgare overleving blant dei førstegongsvandrande fem- og seksåringane åra før.

Det er vist at miljømessige variasjonar kan ha mykje å seie for årleg vekst i sjøen, til dømes fann Mathisen og Berg (1968) signifikante skilnader i vekstrate frå år til år i Vardneselva i Nord-Noreg. I Canada gav ein periode med låge sjøtemperaturar på 90-talet signifikant dårlegare vekst hos sjørøya, truleg som følgje av både fysiologiske forhold og ein markant endring i tilgangen på byttedyr (Dempson et al., 2008; Michaud et al., 2010). I denne studien var årleg gjennomsnittleg tilvekst 5,5 cm i aldersspennet 6-10 år, noko som er tilnærma identisk med i 2008 (Ebne, 2009). Dette er også i tråd med andre studiar frå Svalbard, til dømes var gjennomsnittleg årleg tilvekst for seks- til tiåringane i Diesetvassdraget omlag 5,3 cm (Gulseth & Nilssen, 2001) og i Revvatnet nokolunde det same (Gullestad, 1970). Dersom den observerte lengdeskilnaden mellom sjuåringane i Linnévassdraget berre er eit resultat av årlege variasjonar i utvandringstidspunkt, er det dermed ingenting som tyder på at vekstforholda for sjørøya har endra seg på permanent basis, til tross for betydelege endringar i det marine økosystemet grunna eit varmare klima (Wassmann et al., 2011).

Dietten til sjørøyene rett før oppvandring til ferskvatn samsvarte godt med undersøkinga i 2008 (Ebne, 2009), og bestod av artar som er vanlege i farvatna rundt Svalbard (Gulliksen et

al., 1999). Krill var viktigaste byttedyr for røyer under 40 cm, medan ulkeyngel og annan småfisk dominerte blant større individ. Eldre undersøkingar frå Spitsbergen viser at gammaridar, mysidar og ulkeyngel dominerte i sjørøyedietten (Dahl, 1926), noko som samsvarar med nyare studiar frå Vårfluesjøen (Skogstad & Skogstad, 2006). Denne store variasjonen i næringsdyr underbyggjer oppfatninga om at sjørøya er opportunistisk i næringssøket (Dempson et al., 2002). Marine hoppekreps (i slekta *Calanus*) var den einaste «nye» påviste næringsdyrgruppa i forhold til undersøkinga i 2008 (Ebne, 2009). Ein viktig art i denne slekta, raudåte (*Calanus finmarchius*), vart funne i store mengder i sjørøyedietten i Finnmark (Rikardsen et al., 2000), og det er venta at arten blir vanlegare i farvatna rundt Svalbard med eit varmare klima (Falk-Petersen et al., 2007). Innslaget av marine hoppekreps i dietten til sjørøylene frå Linnévassdraget kan difor vera ein indikasjon på at varmare vatn allereie kan ha påverka fødetilbod og diett hos sjørøya i Isfjorden. På den andre sida er det ikkje tidlegare gjennomført diettanalyser gjennom ein heil sesong på Svalbard, og det kan tenkjast at dietten varierer i løpet av tida fisken er i sjøen, så det er for tidleg å konkludera med at marine hoppekreps er eit nytt innslag i dietten.

Limniske næringsdyr var ein del av dietten til dei minste sjørøylene fanga i utlaupselva, akkurat som i 2008 (Ebne, 2009). Skjoldkreps vart derimot funne hos seks røyer i til dels store mengder i 2017, medan arten berre vart påvist i éin røyemage i 2008 (Ebne, 2009). Under heilårsfisket i Linnévatnet i 1995/1996 vart arten ikkje påvist (Svenning et al., 2007), og den er heller ikkje funne i andre innsjøar med røye på Svalbard. Skjoldkrepsen blir raskt nedbeita i lågproduktive røyeassdrag, då røya også beitar på arten sine planktoniske stadium (Borgstrøm, 1997), og studiar frå nord-aust Grønland viser at arten hovudsakleg finst i fisketomme innsjøar (Jeppesen et al., 2001). Difor er det sannsynleg at skjoldkrepsen i Linnévassdraget kjem frå mindre dammar på austsida av utlaupselva (Ebne, 2009). Dette vil seie at restane av skjoldkreps som vart funne i ei av sjørøylene som vart tatt på garn i Linnévatn i september sannsynlegvis stammar frå utlaupselva, og vart innteke under oppvandring. Dette samsvarar også med funn ifrå Straumsjøen, der skjoldkreps var ein viktig del av dietten i utlaupselva utan å vere påvist i sjølve innsjøen, men funne både i små sidevassdrag så vel som i hovudelva (Aas, 2006; Borgstrøm et al., 2018).

4.3 Vekst hos anadrom og stasjonær røye

Individ frå den anadrome og den stasjonære fraksjonen av røyebestanden i Linnévassdraget hadde ulik årleg tilvekst. Den kraftige vekstauken hos anadrom røye etter første sjøvandring i fem- til sjuårsalderen, er som forventet, då produktiviteten i Arktis er generelt mykje høgare i sjøen enn i ferskvatn (Gross et al., 1988), samt at dei marine næringsdyra som oftast er meir næringsrike enn dei limniske (Rikardsen, 2000). Stasjonær røye stagnerte i vekst i fem-seksårsalderen ved ein lengde på 10-15 cm, noko som er typisk for bestandar av «dvergrøye» på Svalbard (Svenning, 1992; Gulseth & Nilssen, 2001; Borgstrøm et al., 2015). Til tross for at garnfisket i Linnévatnet 2017 er basert på kun éi natts prøvefiske, stemmer lengde- og aldersfordelinga blant stasjonærrøya godt med resultatet frå heilårsfisket i Linnévatnet i 1995/1996 (Svenning et al., 2007). Etter tiårsalderen gjekk gjennomsnittleg lengde opp, noko som sannsynlegvis har samanheng med at somme individ går over på fiskediett. Likevel vart det fanga relativt få store stasjonære røyer, og det var ingen tydeleg bimodal storleiksfordeling i stasjonærbestanden. Til samanlikning har røyebestanden i Diesetvassdraget to distinkte storleiksgupper av stasjonær røye, i tillegg til sjørøya, der majoriteten av dei store stasjonære røyene er over 15 år og 30 cm (Gulseth & Nilssen, 2001). Bestandsstrukturen i Linnévatnet liknar meir på det som er kjend frå Vårfluesjøen, der det er ein stor bestand av både storvaksen anadrom røye og dvergrøye, men relativt få kannibalar (Svenning, 2001; Skogstad & Skogstad, 2006).

Sjørøya i Linnévassdraget hadde signifikant betre otolittvekst enn stasjonærrøya i alle dei fem første leveåra. Dette samsvarar med tidlegare studiar som konkluderer med at anadromi hos røye er knytt til rask vekst i ungfiskstadiet, og at sakte vekst fører til residens eller utsett smoltifisering (Svenning, 1993; Kristoffersen et al., 1994; Strand & Heggberget, 1994; Rikardsen et al., 1997). Til dømes viser ein studie frå Nord-Noreg at røyer med rask vekst i slutten av ungfiskstadiet migrerte som fireåringar, røyer med medium vekst migrerte året etter, medan røyene med dårleg vekst vart verande stasjonære (Rikardsen & Elliott, 2000). Dette kan skuldast at ungfisk med rask vekst har høgare metabolsk rate enn sakteveksande fisk (Forseth et al., 1999), noko som betyr endå høgare energitap gjennom vinteren (Rikardsen et al., 1997; Amundsen & Knudsen, 2009). Dermed vil fisk med tilstrekkeleg lengde, men med lite energioverskot om våren smoltifisere, medan kortare fisk med høgare energioverskot vil kjønnsmogne og bli verande i innsjøen (Rikardsen et al., 1997). Dette står derimot i kontrast til Nordeng (1983) sine funn hos ungfisk av potensiell sjørøye frå

Salangenvassdraget i Troms, der rask vekst, grunna høg føring på laboratorium, resulterte i ein stor andel tidleg kjønnsmogninge individ. Undersøkingar hos laks (*Salmo salar*) (Thorpe, 1987) og aure (*Salmo trutta*) (Jonsson, 1989) støttar dette, og konkluderer med at det er middelvekst som fører til anadromi, medan rask vekst gir tidleg kjønnsmogning og vekststagnasjon. Denne hypotesa kan likevel gjelde for røypopulasjonar på Svalbard dersom ein går ut frå at rask vekst her tilsvarar middels vekst i sørlegare bestandar.

Ein svakheit med metoden brukt i denne studien er at stasjonære røyer blir samanlikna med oppvandrande sjørøyer, som dermed har overlevd minst eitt sjøopphold. Sidan dødelegheita i sjøen er høgare for liten fisk (Jensen et al., 2017), er det sannsynleg at stor og rasktveksande fisk er overrepresentert blant oppvandrande sjørøye. Difor ville ei samanlikning av stasjonær røye og utvandrande smolt ha gitt eit betre utgangspunkt for å påvise eventuelle skilnader i ungfiskvekst.

4.4 Kjønnsfordeling og kjønnsmogning

Til liks med i 2008 var kjønnsfordelinga hos sjørøya forholdsvis jamn (Ebne, 2009). Dette står i kontrast til ein del undersøkingar frå andre vassdrag, som viser ei utprega skeiv kjønnsfordeling hos anadrom røye med dominans av hofisk (Johnson, 1980; Svenning et al., 1992; Rikardsen et al., 1997; Bjørnhaug & Kjæreng, 2004; Skogstad & Skogstad, 2006). Éi forklaring til dette kan vere at dødelegheita i sjøen er høgare hos hannfisk (Rikardsen et al., 1997). Likevel er det i laksefiskbestandar ofte ei overvekt av hofisk også blant utvandrande individ (Jonsson & Jonsson, 1993). Difor er hovudårsaka til ei slik skeiv kjønnsfordeling truleg at gytesuksess hos hannfisk er mindre storleiksavhengig enn hos hofisk, og det kostar meir å produsere rogn enn mjølke (Fleming, 1996). I tillegg har hannane moglegheit til, i staden for å basere seg på risikofylte sjøvandringar, å heller satse på «snikparingar» (Sørum et al., 2011). Difor er det i populasjonar med ei overvekt av hofisk i den anadrome delen, ofte ein tilsvarande overvekt av hannfisk i den stasjonære delen (Nordeng, 1983). Ei slik skeiv kjønnsfordeling indikerer at anadrom og stasjonær fisk er éin homogen bestand, utan genetisk differensiering mellom seg (Nordeng, 1983). Resultata mine viser ein stor overvekt av hannfisk i stasjonærbestanden. Likevel var det berre i dei tre djupaste garna, som vart sett i same område (figur 4), at hannfisk var i stort fleirtal. Dette var truleg ein gyteplass då mange av røyene tatt her var gyteklare eller delvis utgytte, og fleire individ hadde rognkorn i magesekken. Det er vist hos laks at hannfisken er meir aktiv og aggressiv under gytinga, samt

at dei bruker meir tid på gyteplassen enn hofisken (Fleming, 1996). Også hos stasjonær røye i Sør-Noreg er det vist at hannane har høg aktivitet og aggressiv åtferd på gyteplassen, og kan utgjere 65-70 % av ein garnfangst midt i gytetida (Aass, 1984). Det er difor sannsynleg at hannfisken i Linnévatnet hadde høgare fangbarheit under prøvefisket, og vart kraftig overrepresentert i garnfangsten. Ved å ta omsyn til dette ser det ut til at sjørøye- og stasjonærbestanden i Linnévatnet har nokolunde lik kjønnsfordeling, til liks med Diesetvassdraget (Gulseth & Nilssen, 2001). Vidare kan det ikkje utelukkast at det er genetiske skilnadar mellom den anadrome og den stasjonære bestanden i Linnévassdraget. Ei slik genetisk differensiering er blant anna kjent frå Storvatn og Oksfjordvatn i Nord-Noreg (Svenning et al., 2013).

Å kjenne forholdet mellom storleik og kjønnsmodningsstatus er eit minstekrav for å kunne forvalte ein fiskebestand (Halvorsen et al., 1999). Gjennomsnittleg lengd for kjønnsmodne sjørøyer var for hofisk og hannfisk høvesvis 49 og 43 cm, noko som samsvarar med resultat frå Diesetvassdraget (Gulseth & Nilssen, 2001) og Vårfluesjøen (Svenning, 1993).

Lengdeskilnaden mellom kjønnsmoden hofisk og hannfisk var ikkje signifikant, men dette kan skuldast låg utvalsstorleik, då det berre vart tatt ut 16 kjønnsmodne sjørøyer totalt. Dei fleste kjønnsmodne sjørøyene var ni- og tiåringar, noko som indikerer at sjørøyene føreteik fleire sjøvandringar før dei blir kjønnsmodne. I Diesetvassdraget hadde hannfisk og hofisk i gjennomsnitt respektive 3,6 og 4,4 sjøvandringar bak seg ved første gyting (Gulseth & Nilssen, 2001), medan i Revvatnet gytt dei fleste etter to eller tre sjøvandringar (Gullestad, 1970). I denne studien utgjorde dei kjønnsmodne sjørøyene ca. 17 % av den anadrome bestanden, noko som gir ein total gytebestand på ca. 300 individ, forutsett at uttaket av fisk for prøvetaking var representativt for bestanden. Sidan majoriteten av kjønnsmodne sjørøyer var over 45 cm, må gytebestanden i 2008 ha vore vesentleg større enn dette.

Den signifikante skilnaden mellom kjønna hos stasjonærøya, med omsyn til alder ved kjønnsmodning, samsvarar med andre studiar (Dempson & Green, 1985; Damsgård et al., 1999; Gulseth & Nilssen, 2001; Aas, 2006), og er vidare i tråd med hypotesa om at gytesuksess er meir storleiksavhengig hos hofisk enn hos hannfisk (Fleming, 1996).

4.5 Diett i Linnévatnet

Til tross for at det berre vart fiska éi natt, samsvarte diettsamansetninga godt med det som vart funne seinsommar og haust under heilårsfisket i Linnévatnet i 1995/1996 (Svenning et al.,

2007). Også då vart det funne store mengder fjørmygglarver- og pupper, vårflugelarver og hoppekreps (av arten *Cyclops abyssorum*). Fjørmygg er vist å vere eit sentralt byttedyr for røya på Svalbard (Hammar, 1982; Svenning, 1993; Aas, 2006; Svenning et al., 2007; Borgstrøm et al., 2015). I Linnévatn er det frå botnprøvar tidlegare berre påvist to artar av fjørmygg (Svenning et al., 2007). I Diesetvassdraget er det derimot funne 27 artar (Hansen, 1983), noko som illustrerer at næringstilbodet i Linnévatn er sparsamt. Larver av vårflugearten *A. zonella* var òg til stades i ein stor del av mageprøvane, men det såg ikkje ut til at einskilte individ spesialiserte seg på denne arten slik som det er antyda tidlegare (Svenning et al., 2007). Vårflugelarver kan likevel fort bli overrepresentert i diettanalysar, sidan mineralkorna i vårflugehuset tek lang tid å bryte ned. Dominansen av fisk i dietten hos røye over 15 cm er i tråd med prøvefisket i Linnévatnet i 1995/1996 (Svenning et al., 2007) samt andre undersøkingar frå Svalbard (Svenning, 1992; Hammar, 2000).

Det sparsame innslaget av næringsdyr i dietten til sjørøylene fanga i Linnévatnet i september, med signifikant mindre magefyllingsgrad enn stasjonær røye, er i tråd med tidlegare studiar som indikerer at sjørøya tek til seg lite eller ingen næring etter fullført oppvandring (Dutil, 1986; Boivin & Power, 1990). Dette vart og påvist for sjørøylene i Vårfluesjøen (Skogstad & Skogstad, 2006). Rikardsen et al. (2003) viste derimot at førstegongsvandrarane i Storvatn, Finnmark, heldt fram med å ete og vekse etter oppvandring, medan dei større røylene ikkje gjorde det. Ei mogleg forklaring på dette er at netto energitap for stor røye er større ved beiting enn ved å stå i ro (Rikardsen et al., 2003). Den signifikante skilnaden i kondisjonsfaktor mellom elvefanga og innsjøfanga sjørøye i lengdegruppa 400-499 mm i Linnévassdraget kan byggje opp under dette. Sjølv om garnfisket føregjekk over kun éi natt midt i gytetida, i tillegg til at det vart fanga få sjørøyer i innsjøen, er den låge kondisjonsfaktoren ein indikasjon på vektnedgang hos sjørøylene. Gyteåtfærd kan imidlertid også ha underestimert næringsinntaket, då det er vist at røya tek til seg mindre næring i gytetida enn elles (Pálsson et al., 1992).

Den låge infeksjonsgraden av fiskandmakk hos sjørøya samsvarte med Ebne (2009) sine resultat. Ein føresetnad for førekomsten av fiskandmakk er at det finst hoppekreps i vassdraget, då dette fungerer som mellomvert for parasitten (Henricson, 1978; Bérubé & Curtis, 1986; Hammar, 2000). Denne studien, samt undersøkinga i 1995/1996 (Svenning et al., 2007), viser at hoppekreps utgjer ein stor del av dietten til stasjonær røye i Linnévatnet om hausten. Den låge førekomsten av fiskandmakk hos sjørøya støtter dermed indikasjonen om at sjørøya tek til seg lite eller inga næring om hausten etter oppvandring. Parasitten ser ut til å

tole eit sjøopphald bra (Due & Curtis, 1995), og kan difor brukast som ein markør for om sjørøyene har konsumert infiserte hoppekreps eller infiserte smårøyer. Stasjonær fisk i Linnévatnet var kraftig infisert, noko som også er tilfelle i andre vassdrag på Svalbard (Hammar, 2000; Borgstrøm et al., 2015). I Vårfluesjøen har stasjonær røye derimot lågare infeksjon av fiskandmakk (Svenning, 1992; Skogstad & Skogstad, 2006), og i Straumsjøen vart parasitten ikkje påvist (Aas, 2006). Dette er som forventa då dei same studiane fann svært lite hoppekreps i røyedietten i Vårfluesjøen og ingenting i Straumsjøen. Den auka mengda fiskandmakkcyster hos større og eldre stasjonær fisk i Linnévatnet er sannsynlegvis eit resultat av eit kannibalistisk levesett, der parasittane frå byttefiskten gir reinfisering og blir akkumulert i fiskekroppen (Bérubé & Curtis, 1986; Hammar, 2000; Borgstrøm et al., 2015).

4.6 Hausting og forvalting

Sjørøya i Linnévassdraget har truleg vorte utnytta sidan 1700-talet, då russiske fangstmenn etablerte seg i området (Prestvold, 2003). Dei første skriftlege kjeldene som dokumenterer røyefiske i området er frå tidleg 1900-talet, blant anna fortel fangstmann Bengtssen (1904) om store fangstar av røye: «*Vi drev nu vekselvis jagt og fiske (...), og fisket paa efter-sommeren i Russekjeilen ca 1500 kilogram lax (Spitsbergenlaks; eit eldre namn på røye (Svenning, 1992)), med smaatoskegarn, som vi satte ude i kjeilen og langs stranden utenfor*». Til samanlikning var den samla vekta av oppvandrande sjørøye sommaren 2017 under 1200 kg. Dette tyder på at bestanden i Linnévassdraget var langt større ved førre hundreårskifte, sjølv om det ovanfor nemnte fisket må ha redusert bestanden betrakteleg. Garna som vart brukt i 1904, «småtoskegarn», hadde vanlegvis ei maskevidde på åtte omfar, (78,3 mm) og fanga best fisk på 65 – 70 cm, sidan bomull trekk seg noko saman i vatn (Nilssen, 2006). Dette indikerer at dåtidas bestand bestod av mange fleire storvaksne individ enn i dag.

Sjørøyebestanden i Linnévassdraget vart òg hardt beskatta frå slutten av 1960-talet og utover, truleg som følgje av auka båtbruk, overgang frå bomullsgarn til monofilamentgarn og at Svalbard vart generelt meir tilgjengeleg (Nilssen, 2006). Minste tillatne maskevidde var på denne tida 40 mm, noko som gjorde det mogleg å ta ut store mengder kjønnsmoden fisk frå bestandane (Svenning, 1992). Eit prøvafiske hausten 1991, samt heilårsfisket i 1995/1996, resulterte i fangst av respektive éi og tre anadrome røyer i Linnévatnet (Nilssen, 2006; Svenning et al., 2007). Dette indikerer at sjørøyebestanden var tilnærma ikkje-eksisterande på

denne tida. Etter garnfiskeforbudet i 1993 har bestanden likevel bygd seg opp jamt og trutt fram til undersøkingane tolv og femten år seinare (Nilssen, 2005; Ebne, 2009).

Borgstrøm et al. (2010) viste at sjørøya i Linnévatnet hadde svært høg fangbarheit, og at heile dåverande kvote på 40 fisk kunne bli teke ut i løpet av seks timar ved bruk av fem garn med 52 mm maskevidde. Også mine resultat bekreftar dette, då ca. berre ein fjerdedel av maskeviddesegmenta som vart brukt i dei sju garna var store nok for å fange sjørøye, og det vart likevel fanga heile 18 stk. på ei natts fiske. Denne høge fangbarheita skuldast mest sannsynleg høg svømmeaktivitet, særleg blant stor fisk (Rudstam et al., 1984), og at garna er lite synlege på grunn av låg siktedjupne (Borgstrøm et al., 2010).

Eit selektivt garnfiske i ferskvatn retta mot stor sjørøye vil også kunne ramme eventuelle store kannibalrøyer i vatnet. Grunna låg tilvekst og naturleg dødelegheit er desse svært sårbare for beskatning, og fleire årsklassar med mange års produksjon kan forsvinne sjølv ved ein relativt liten fangsinnssats (Svenning, 2000b). Dette kan føre til høgare overleving hos dverggrøya, og dermed ein tettare og meir småvaksen røyebestand (Svenning, 1992; Svenning, 2000b; Svenning, 2008). Langeland et al. (1995) hevda til dømes at garnfiske er den viktigaste årsaken til at det er mange tette og småvaksne røyebestandar rundt omkring i Noreg. Det same hevda Svårdson (1976) med referanse til effektar av fiske på fiskeetande fisk i skandinaviske røye- og aurevatn. Redusert vekst i ungfiskstadiet kan vidare føre til at færre individ blir anadrome (Svenning, 2000b). Til dømes førte eit intensivt tynningsfiske på ungfisk i Møkkelandsvassdraget i Troms til at andel anadrome røyer auka kraftig (Svenning, 2000a). Vidare, dersom det er vesentleg genetisk differensiering mellom morfane er det kanskje ekstra viktig å unngå overbeskatning av sjørøye, då det kan føre til irreversible endringar i bestandsstruktur og favorisering av stasjonærøye (Svenning, 2000a). På bakgrunn av dette bør det gjennomførast ei undersøking av den genetiske strukturen hos røye i Linnévatn så vel som i andre sjørøyevassdrag på Svalbard, for å klarlegge om det er ei slik genetisk differensiering med omsyn til anadromi.

I Sylvia-Grinnell vassdraget i Canada vart optimalt berekraftig uttak estimert til om lag 10 % av sjørøyebestanden (Johnson, 1980). I Linnévassdraget vil eit uttak på 100 anadrome røye tilsvare maksimum 6 % av dagens sjørøyebestand. Totalkvota for vassdraget kan såleis vera på den konservative sida. Dersom dette uttaket i hovudsak består av store og kjønnsmogne individ over 45 cm, vil likevel eit uttak på 100 fisk kunne føre til bestandsnedgong. Vedtaket om bruk av minst 52 mm maskevidde bør difor oppretthaldast, då dette i alle fall vil spare dei minste kjønnsmogne sjørøyene. Vidare bør det vurderast å avgrense garnfisket, og heller la

ein del av kvota vere reservert handreiskap. Ein fordel med dette er at det då kan innførast eit maksimumsmål på fisk som kan takast ut, for å hindre eit for stort uttak av stor og kjønnsmoden sjørøye eller kannibalrøye. Dersom halvparten av kvota på 100 røyer er reservert handreiskap, med eit størstemål på 45 cm, vil det kunne vege noko opp for dei negative effektane av garnfisket. I Canada er det vanleg med dagkvoter («bag-limits») for sportsfiske etter røye, til dømes er kvota i Labrador to sjørøyer per dag (Fisheries and Oceans Canada, 2017). Dette kan også vurderast på Svalbard dersom aukande turisme vil gje meir sportsfiske på øygruppa. I tillegg kan det oppfordrast til fang- og slepp, noko som er vanleg praksis i til dømes fisketurisme i røyevassdrag på Grønland (Visit Greenland, 2017). Effektane av fang- og slepp er lite studert hos anadrom røye, men for laks viser dei fleste studiar, med einskilte unntak, at dødelegheita etter slepp er forholdsvis låg dersom fiskarane praktiserer gode handteringsrutinar (Olsen et al., 2010).

Det er også viktig å ta omsyn til fiskedødelegheit i sjøen. Blant anna fann Morris og Green (2012) ein fiskedødelegheit på 30-40 % i sjøområda utanfor sørlege Labrador, etter merking av sjørøyer med soniske sendarar. Farvatnet utanfor Linnévassdraget er relativt vêrhardt, og garnfiske kan vere utfordrande (Martin Svenning pers.medd.). Frå Nord-Noreg er det likevel vist at røya kan vandre 40-60 km bort frå utlaupselva (Finstad & Heggberget, 1993), og sjørøya frå Linnévassdraget kan difor vere tilgjengeleg nær dei befolka områda i Isfjorden. For garnfiske i sjø etter laksefisk gjeld same reglar for reiskapsbruk som i ferskvatn, men det er ingen kvotar (Forskrift om fiske etter røye på Svalbard, 2018). Ei avgrensing i garnfisket i sjøen fram til starten av august kan vere eit tiltak for å sikre at mest mogleg stor og kjønnsmoden sjørøya får vandre opp i elvane. Likevel er omfanget av røyefisket i sjøen truleg avgrensa, til dømes vart det i 2016 berre rapportert om 79 røyer fanga i saltvatn på Svalbard (Sysselmannen, 2017). Dersom desse tala er korrekt er det ingen grunn til å sette ytterlegare avgrensingar i dette fisket.

All fangst av Svalbardrøye skal rapporterast til Sysselmannen, og for fisk over 25 cm skal hovudet leverast inn (Forskrift om fiske etter røye på Svalbard, 2018). Rapporteringa har tidlegare vist seg å vere dårleg eller mangelfull, noko som kan skuldast at ordninga med innlevering av fiskehovud er upraktisk, at det er manglande tillit til røyeforvaltinga eller at det er lite informasjon om bakgrunnen for dei strenge fiskereglane (Syse, 2010). I 2014 vart det innført eit elektronisk system for innrapportering, noko som har ført til at fleire fiskarar innrapporterer fangst (Sysselmannen, 2017). Den observerte bestandsstrukturen, med få store og gamle sjørøyer, og faktumet at sjørøyebestanden ikkje har auka til tross for eit relativt

beskjedent innrapportert uttak, tyder på at reelt uttak i Linnévassdraget er betydeleg høgare enn det fangstrapportane tilseier. Til dømes vart det i 2012 avdekka tilfelle av ulovleg fiske i vassdraget (Sysselmannen, 2013). Det bør difor vurderast å auke grad av oppsyn, både ved Linnévassdraget og ved andre viktige sjørøyelokalitetar på øygruppa. I tillegg bør informasjonen frå forvaltinga til fiskarane betrast, slik at grunngevinga for dei fastsette fiskereglane blir tydeleggjort. Samtidig er det viktig at fiskarane sine erfaringar og synspunkt blir vektlagt i røyeforvaltinga, då det forutan å vere tillitsskapande kan bidra til verdifull kunnskap om Svalbardrøya sin økologi. Vidare bør det om nokre år gjennomførast ei oppfølgande kartlegging av sjørøyebestanden i Linnévassdraget.

5. Konklusjon

Mengd oppvandrande sjørøyer i Linnévassdraget synest ikkje å ha auka sidan undersøkinga i 2008. Tvert i mot har det truleg blitt markant færre sjørøyer over 50 cm, og det er høg dødelegheit blant individ over ti år. Hardt fiske, fortrinnsvis med garn, er truleg hovudårsaka til denne nedgangen.

Tilvekst og diett i sjøfasen er stort sett uendra sidan 2008. Sjørøyene tek til seg lite næring etter oppvandring til ferskvatn, og er i motsetnad til stasjonærrøyene lite infisert av fiskandmark. Bestanden syner ein tydeleg ulik vekst mellom den anadrome og den stasjonære fraksjonen frå fem- til sjuårsalderen, og sjørøya synest også å ha betre vekst i ungfiskstadiet enn stasjonærrøya. Kjønnssfordelinga er jamn i den anadrome delen av bestanden, og sannsynlegvis også i stasjonærbestanden. Det er difor ein moglegheit for at dei to røyeformene i vassdraget er segregert økologisk, og kanskje til og med også genetisk differensiert. Majoriteten av dei kjønnsmogne sjørøyene er over 45 cm, og er dermed sårbare for garnfiske med bruk av 52 mm maskevidde.

Linnévassdraget har gode føresetnadar for å huse ein stor sjørøyebestand. Bestanden er likevel sårbar for overbeskatning, og det bør iverksetjast tiltak for å spare meir stor og kjønnsmogen fisk. Totalkvota på 100 fisk kan oppretthaldast, men ein del av kvota bør vere reservert fiske med handreiskap. Det bør gjennomførast hyppigare kontrollar av fiske enn i dag, og det bør dessutan gjennomførast ei oppfølgande undersøking av sjørøyebestanden om nokre år for å få fastslått korleis fiskereglar og fiske har slått ut på bestandsstrukturen, og om det kan vera grunnlag for endringar i fangstkotane.

6. Litteratur

- Aas, M. (2006). *Population dynamics and habitat use in anadromous and resident Arctic charr (Salvelinus alpinus) in Straumstjøen; a shallow lake on Svalbard*. Masteroppgave. Ås: Universitetet for miljø- og biovitenskap.
- Aass, P. (1984). Røye, I.; Jensen, K. W. (red.) *Sportsfiskerens leksikon*, s. 564-570: Kunnskapsforlaget.
- Amundsen, P.-A. & Knudsen, R. (2009). Winter ecology of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) and brown trout (*Salmo trutta*) in a subarctic lake, Norway. *Aquatic Ecology*, 43 (3): 765-775.
- Amundsen, P. A., Gabler, H. M. & Staldvik, F. (1996). A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data—modification of the Costello (1990) method. *Journal of fish biology*, 48 (4): 607-614.
- Arnesen, A., Jørgensen, E. & Jobling, M. (1994). Feed-growth relationships of Arctic charr transferred from freshwater to saltwater at different seasons. *Aquaculture International*, 2 (2): 114-122.
- Arrigo, K. R., van Dijken, G. & Pabi, S. (2008). Impact of a shrinking Arctic ice cover on marine primary production. *Geophysical Research Letters*, 35 (19).
- Baker, R. (1978). *Evolutionary ecology of animal migration*: Holmes & Meier Publishers.
- Bengtssen, K. J. (1904). *Tredive år rundt Svalbard*. Norsk polarinstituts bibliotek.
- Berge, J., Heggland, K., Lønne, O. J., Cottier, F., Hop, H., Gabrielsen, G. W., Nøttestad, L. & Misund, O. A. (2015). First records of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) from the Svalbard archipelago, Norway, with possible explanations for the extensions of its distribution. *Arctic*: 54-61.
- Bérubé, M. & Curtis, M. A. (1986). Transmission of *Diphyllbothrium ditremum* to Arctic char (*Salvelinus alpinus*) in two subarctic Quebec lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 43 (8): 1626-1634.
- Bjørnhaug, M. & Kjæreng, E. (2004). *Sjørøya (Salvelinus alpinus (L.)) i Møkkelandsvassdraget – forhold som påvirker anadromi, vandringsstidspunkt, og overlevelse i sjøen*. Masteroppgave. Ås: Norges Landbrukshøgskole.
- Bjørvik, E. T. (2009). *Betydningen av lufttemperatur og snømengde for årlig tilvekst hos røye (Salvelinus alpinus (L.)) på Svalbard*. Masteroppgave. Tromsø: Universitetet i Tromsø.
- Boivin, T. G. & Power, G. (1990). Winter condition and proximate composition of anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in eastern Ungava Bay, Quebec. *Canadian Journal of Zoology*, 68 (11): 2284-2289.
- Borgstrøm, R. (1997). Skjoldkreps—et arktisk dyr i norske innsjøer. *Fagnytt naturforvaltning*, 9.
- Borgstrøm, R., Aas, M., Hegseth, H., Dempson, J. B. & Svenning, M.-A. (2018). *Lepidurus arcticus* (Crustacea : Notostraca); an unexpected prey of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in a High Arctic river. *Boreal. Env. Res.*, 23: 149–157.
- Borgstrøm, R., Ebne, I. & Svenning, M.-A. (2010). High lacustrine gillnet catchability of anadromous Arctic charr. *Hydrobiologia*, 650 (1): 203-212.
- Borgstrøm, R., Isdahl, T. & Svenning, M.-A. (2015). Population structure, biomass, and diet of landlocked Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in a small, shallow High Arctic lake. *Polar Biology*, 38 (3): 309-317.
- Bøyum, A. & Kjensmo, J. (1978). Physiography of Lake Linnévatn, Western Spitsbergen. *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen*, 20: 609-614.
- Coady, L. & Best, C. (1976). *Biological and management investigations of the Arctic char fishery at Nain, Labrador*. St. John's, Newfoundland: Department of the Environment Fisheries and Marine Service Research and Development Directorate.
- Dahl, K. (1917). *Studier og forsøk over ørret og ørretvand*. Centraltrykkeriet, Kristiania.
- Dahl, K. (1926). Contributions to the biology of the Spitsbergen char. I: Hoel, A. (red.) *Resultater av de norske statsunderstøttede Spitsbergenekspeditioner*, s. 2-12. Oslo: Det norske videnskaps-akademi i Oslo.

- Damsgård, B. (1991). Smolting characters in anadromous and resident Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *Journal of Fish Biology*, 39 (5): 765-774.
- Damsgård, B., Arnesen, A. M. & Jobling, M. (1999). Seasonal patterns of feed intake and growth of Hammerfest and Svalbard Arctic charr maturing at different ages. *Aquaculture*, 171 (1-2): 149-160.
- Dempson, J. & Green, J. (1985). Life history of anadromous Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, in the Fraser River, northern Labrador. *Canadian Journal of Zoology*, 63 (2): 315-324.
- Dempson, J. B., Shears, M. & Bloom, M. (2002). Spatial and temporal variability in the diet of anadromous Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, in northern Labrador. I: *Ecology, behaviour and conservation of the charrs, genus Salvelinus*, s. 49-62: Springer.
- Dempson, J. B., Shears, M., Furey, G. & Bloom, M. (2008). Resilience and stability of north Labrador Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, subject to exploitation and environmental variability. *Environmental Biology of Fishes*, 83 (1): 57-67.
- Due, T. T. & Curtis, M. (1995). Parasites of freshwater resident and anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Greenland. *Journal of Fish Biology*, 46 (4): 578-592.
- Dutil, J.-D. (1986). Energetic constraints and spawning interval in the anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Copeia*: 945-955.
- Ebne, I. (2009). *Anadrom røye (Salvelinus alpinus) i Linnéassdrøget, Svalbard; Diett, oppvandring, bestandssammensetning og fangbarhet*. Masteroppgåve. Ås: Universitetet for miljø- og biovitenskap.
- Falk-Petersen, S., Pavlov, V., Timofeev, S. & Sargent, J. R. (2007). Climate variability and possible effects on arctic food chains: the role of *Calanus*. *Arctic alpine ecosystems and people in a changing environment*, s. 147-166.
- Finstad, A., Berg, O. & Lohrmann, A. (2003). Seasonal variation in body composition of Arctic char, *Salvelinus alpinus*, from an ultraoligotrophic alpine lake. *Ecology of Freshwater Fish*, 12 (3): 228-235.
- Finstad, B. & Heggberget, T. (1993). Migration, growth and survival of wild and hatchery-reared anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Finnmark, Northern Norway. *Journal of Fish Biology*, 43 (2): 303-312.
- Fisheries and Oceans Canada. (2017). *Newfoundland and Labrador. Angler's guide 2017-2018*. St. John's.
- Fleming, I. A. (1996). Reproductive strategies of Atlantic salmon: ecology and evolution. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 6 (4): 379-416.
- Forseth, T., Nesje, T. F., Jonsson, B. & Hårsaker, K. (1999). Juvenile migration in brown trout: a consequence of energetic state. *Journal of Animal Ecology*, 68 (4): 783-793.
- Forskrift om fiske etter røye på Svalbard. (2018). *Forskrift om fiske etter røye på Svalbard i 2018*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-12-06-1939> (lest 15.2.2018).
- Griffiths, D. (1994). The size structure of lacustrine Arctic charr (Pisces: Salmonidae) populations. *Biological Journal of the Linnean Society*, 51 (3): 337-357.
- Gross, M. R. (1987). Evolution of diadromy in fishes. *American fisheries society symposium*, 1: 14-25.
- Gross, M. R., Coleman, R. M. & McDowall, R. M. (1988). Aquatic productivity and the evolution of diadromous fish migration. *Science*, 239 (4845): 1291-1293.
- Gullestad, N. E. (1970). *Om biologien til sjørøye og stasjonær røye, Salvelinus alpinus (L.), i Revvatnet, Svalbard*. Hovedoppgave i spesiell Zoolog. Oslo: Universitetet i Oslo. .
- Gulliksen, B., Palerud, R., Brattegard, T. & Sneli, J. (1999). *Distribution of marine benthic macro-organisms at Svalbard (including Bear Island) and Jan Mayen*. Research Report for DN 1999-4. Trondheim: Direktoratet for naturforvaltning. 148 s.
- Gulseth, O. A. & Nilssen, K. J. (2000). The brief period of spring migration, short marine residence, and high return rate of a northern Svalbard population of Arctic char. *Transactions of the American Fisheries Society*, 129 (3): 782-796.
- Gulseth, O. A. & Nilssen, K. J. (2001). Life-History Traits of Charr, *Salvelinus alpinus*, from a High Arctic Watercourse on Svalbard. *Arctic*: 1-11.

- Halvorsen, M., Hanssen, Ø. K. & Svenning, M.-A. (1999). *Kartlegging av fiskebestandene i potensielle sjørøyevassdrag i Nordland*. Norsk institutt for naturforskning, Trondheim, Norway.
- Halvorsen, O. (2000). Parasitter hos ferskvannsfisk. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) b. 2. utgave *Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning*, s. 154-171: Landbruksforlaget.
- Hamilton, C. D., Lydersen, C., Ims, R. A. & Kovacs, K. M. (2014). Haul-out behaviour of the world's northernmost population of harbour seals (*Phoca vitulina*) throughout the year. *PloS one*, 9 (1): e86055.
- Hammar, J. (1982). Röding i Arktis. *Fauna och Flora*, 77: 85-92.
- Hammar, J. (1989). Freshwater ecosystems of polar regions: vulnerable resources. *Ambio (Sweden)*, 18: 6-22.
- Hammar, J. (2000). Cannibals and parasites: conflicting regulators of bimodality in high latitude Arctic char, *Salvelinus alpinus*. *Oikos*, 88 (1): 33-47.
- Hansen, T. (1983). *Bunnfaunastudier i et vassdrag på Svalbard*. Upubl. hovedfagsoppgave. Oslo: Universitet i Oslo.
- Hegseth, H. (2007). *Lengde, vekst og diett hos røyparr (Salvelinus alpinus) på elv og i innsjø i tre vassdrag på Svalbard*. Masteroppgåve. Ås: Universitetet for Miljø- og Biovitenskap.
- Henricson, J. (1978). The dynamics of infection of *Diphyllbothrium dendriticum* (Nitzsch) and *D. ditremum* (Creplin) in the char *Salvelinus alpinus* (L.) in Sweden. *Journal of Fish Biology*, 13 (1): 51-71.
- Hvidsten, N. & Lund, R. (1988). Predation on hatchery-reared and wild smolts of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the estuary of River Orkla, Norway. *Journal of Fish Biology*, 33 (1): 121-126.
- Hvidsten, N. & Møkkelgjerd, P. (1987). Predation on salmon smolts, *Salmo salar* L., in the estuary of the River Surna, Norway. *Journal of Fish Biology*, 30 (3): 273-280.
- Härkönen, T. & Heide-Jørgensen, M.-P. (1991). The harbour seal *Phoca vitulina* as a predator in the Skagerrak. *Ophelia*, 34 (3): 191-207.
- Jensen, A. J., Finstad, B., Fiske, P., Forseth, T., Rikardsen, A. H. & Ugedal, O. (2017). Relationship between marine growth and sea survival of two anadromous salmonid fish species. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* (999): 1-8.
- Jensen, J. (1986). Gillnet selectivity and the efficiency of alternative combinations of mesh sizes for some freshwater fish. *Journal of Fish Biology*, 28 (5): 637-646.
- Jeppesen, E., Christoffersen, K., Landkildehus, F., Lauridsen, T., Amsinck, S. L., Riget, F. & Søndergaard, M. (2001). Fish and crustaceans in northeast Greenland lakes with special emphasis on interactions between Arctic charr (*Salvelinus alpinus*), *Lepidurus arcticus* and benthic chydorids. *Hydrobiologia*, 442 (1-3): 329-337.
- Johnson, L. (1980). The arctic charr, *Salvelinus alpinus*. I: Balon, E. K. (red.) *Charrs, Salmonid fishes of the genus. Salvelinus*, s. 15-98: The Hague: Junk.
- Jonsson, B. (1989). Life history and habitat use of Norwegian brown trout (*Salmo trutta*). *Freshwater Biology*, 21 (1): 71-86.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. (1993). Partial migration: niche shift versus sexual maturation in fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 3 (4): 348-365.
- Jonsson, B. & Stenseth, N. (1977). A method for estimating fish length from otolith size. *Rep Inst Freshw Res Drottningholm*, 56: 81-86.
- Klemetsen, A., Amundsen, P. A., Dempson, J., Jonsson, B., Jonsson, N., O'connell, M. & Mortensen, E. (2003). Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of freshwater fish*, 12 (1): 1-59.
- Kristiansen, S., Mamen, J. & Szewczyk-Bartnicka, H. (2017). *Været i Norge, Klimatologisk månedsoversikt august 2017*. Meteorologisk institutt, Oslo.
- Kristoffersen, K., Halvorsen, M. & Jørgensen, L. (1994). Influence of parr growth, lake morphology, and freshwater parasites on the degree of anadromy in different populations of Arctic char (*Salvelinus alpinus*) in northern Norway. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 51 (6): 1229-1246.

- Kristofferson, A. & Sopuck, R. (1983). *The effects of exploitation on the Arctic charr population of the Sylvia Grinnell River, Northwest Territories*. Canadian manuscript report of fisheries & aquatic sciences. No. 1721: Government of Canada, Fisheries and Oceans.
- Langeland, A., L'Abée-Lund, J. & Jonsson, B. (1995). Ørret og røyesamfunn-habitatbruk og konkurranse. I: R. Borgstrøm, B. Jonsson & L'Abée-Lund (ed.) *Ferskvannsfisk. Økologi, kultivering og utnytting*. Norges Forskningsråd, Oslo: 35-43.
- Lund, T. (1983). *Hydrografi og fytoplanktonproduksjon i et brepåvirket vassdrag på Svalbard*. Candidatus realium thesis. Oslo, Norway: University of Oslo.
- Lydersen, C. (1998). Status and biology of ringed seals (*Phoca hispida*) in Svalbard. *NAMMCO Scientific Publication*, 1: 46-62.
- Mathisen, O. A. & Berg, M. (1968). Growth rates of the char, *Salvelinus alpinus* (L.) in the Vardnes River, Troms, northern Norway. 48: 177-186.
- Meteorologisk institutt. (2018). *Normaler 1961 - 1990 for Isfjord radio*. Eklima.net. Tilgjengelig fra: www.eklima.net (lest 11.2.2018).
- Michaud, W. K., Dempson, J. B. & Power, M. (2010). Changes in growth patterns of wild Arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.)) in response to fluctuating environmental conditions. *Hydrobiologia*, 650 (1): 179-191.
- Morris, C. & Green, J. M. (2012). Migrations and harvest rates of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in a marine protected area. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 22 (6): 743-750.
- Nilssen, K. (2005). *Sjørøye i Linnévassdraget. Registrering av bestanden i 2005*. Biokompetanse a/s og Zoologisk institutt. Fakultet for Kjemi og Biologi. NTNU.
- Nilssen, K. (2006). *Røya på Svalbard - Biologi, forvaltning og framtid*: Bio Kompetanse AS og NTNU Trondheim.
- Nilssen, K., Gulseth, O., Iversen, M. & Kjøl, R. (1997). Summer osmoregulatory capacity of the world's northernmost living salmonid. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 272 (3): R743-R749.
- Nordeng, H. (1961). On the biology of char (*Salmo alpinus* L.) in Salangen, North Norway. *Nytt Magasin for Zoologi*, 10: 67-123.
- Nordeng, H. (1983). Solution to the "char problem" based on Arctic char (*Salvelinus alpinus*) in Norway. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40 (9): 1372-1387.
- Nordeng, H. & Jonsson, B. (1978). Skjell, øresteiner og gjellelokk til aldersbestemmelse av fisk. *Fauna*, 31: 184-194.
- Nordli, Ø., Przybylak, R., Ogilvie, A. E. & Isaksen, K. (2014). Long-term temperature trends and variability on Spitsbergen: the extended Svalbard Airport temperature series, 1898–2012. *Polar Research*, 33 (1): 21349.
- Olsen, R. E., Næsje, T. F., Poppe, T., Sneddon, L. & Webb, J. (2010). *Risk assessment of catch and release*. Norwegian Scientific Committee for Food Safety.
- Pálsson, J., Jobling, M. & Jørgensen, E. (1992). Temporal changes in daily food intake of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L., of different sizes monitored by radiography. *Aquaculture*, 106 (1): 51-61.
- Pereira, L. S., Agostinho, A. A. & Winemiller, K. O. (2017). Revisiting cannibalism in fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 27 (3): 499-513.
- Prestvold, K. (2003). *Isfjorden. En reise gjennom Svalbards natur- og kulturhistorie*. Sysselmannen på Svalbard.
- R Core Team. (2017). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2016. Tilgjengelig fra: <http://www.R-project.org/>.
- Renaud, P. E., Berge, J., Varpe, Ø., Lønne, O. J., Nahrgang, J., Ottesen, C. & Hallanger, I. (2012). Is the poleward expansion by Atlantic cod and haddock threatening native polar cod, *Boreogadus saida*? *Polar Biology*, 35 (3): 401-412.
- Ricker, W. E. (1975). *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations*. Bull. Fish. Res. Board Can., b. 191.

- Rikardsen, A. (2000). *The relationships between individual growth and anadromy of Arctic charr, Salvelinus alpinus (L.)*. Dr.scient. dissertation. Tromsø, Norway.: Norwegian College of Fishery Science University of Tromsø, Norway & NINA, Department of Arctic Ecology.
- Rikardsen, A., Amundsen, P. A., Bjørn, P. & Johansen, M. (2000). Comparison of growth, diet and food consumption of sea-run and lake-dwelling Arctic charr. *Journal of Fish Biology*, 57 (5): 1172-1188.
- Rikardsen, A., Amundsen, P. A. & Bodin, P. (2003). Growth and diet of anadromous Arctic charr after their return to freshwater. *Ecology of freshwater fish*, 12 (1): 74-80.
- Rikardsen, A. & Elliott, J. (2000). Variations in juvenile growth, energy allocation and life-history strategies of two populations of Arctic charr in North Norway. *Journal of Fish Biology*, 56 (2): 328-346.
- Rikardsen, A., Svenning, M. A. & Klemetsen, A. (1997). The relationships between anadromy, sex ratio and parr growth of Arctic charr in a lake in North Norway. *Journal of Fish Biology*, 51 (3): 447-461.
- Rudstam, L. G., Magnuson, J. J. & Tonn, W. M. (1984). Size selectivity of passive fishing gear: a correction for encounter probability applied to gill nets. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 41 (8): 1252-1255.
- Schiff, C. (2009). *Unsustainable glacier ablation at 78° N latitude, Linnébreen, Svalbard*. Unpublished B.A. Thesis.: Indiana University.
- Skogstad, O. C. & Skogstad, Ø. (2006). *Dynamikk og ressursbruk hos anadrom og resident røye (Salvelinus alpinus) i Vårfluesjøen på Svalbard etter flere års fredning av bestanden*. Masteroppgave. Ås: Universitetet for miljø- og biovitenskap, Institutt for naturforvaltning.
- Sogard, S. M. (1997). Size-selective mortality in the juvenile stage of teleost fishes: a review. *Bulletin of marine science*, 60 (3): 1129-1157.
- Strand, R. & Heggberget, T. G. (1994). Growth and sex distribution in an anadromous population of Arctic char in Northern Norway. *Transactions of the American Fisheries Society*, 123 (3): 377-384.
- Svenning, M.-A. (1992). *Fiskeribiologiske undersøkelser i røyevassdrag på Svalbard 1987-90*. Norges fiskerihøgskole. Universitetet i Tromsø: 66 s.
- Svenning, M.-A. (1993). *Life history variations and polymorphism in Arctic charr, Salvelinus alpinus (L.), on Svalbard and in northern Norway*. Dr. Scient. Thesis. Tromsø, Norway: University of Tromsø. 122s.
- Svenning, M.-A. (2000a). Anadrome fiskearter. Sjørøye. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) b. 2. utgave *Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning*, s. 60-65: Landbruksforlaget, Oslo.
- Svenning, M.-A. (2000b). Fisk i innsjøer. Fiskesamfunn i Arktiske innsjøer. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) b. 2. utgave *Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning*, s. 102-108: Landbruksforlaget, Oslo.
- Svenning, M.-A. (2001). Røyeotolitten (ørestein) som ferdskriver hos Svalbardrøye. *Samspill i arktisk natur*, 5: 25-33.
- Svenning, M.-A. (2008). Kannibalrøya i Arresjøen, Svalbard. *NINA minirapport nr 242*.
- Svenning, M.-A. (2010). Metodikk for prøvefiske etter røye på Svalbard. *NINA Rapport 645*.
- Svenning, M.-A. (2015). Miljøvariable i innsjøer på Svalbard; vanntemperatur, lys- og isforhold. *NINA Minirapport 575*.
- Svenning, M.-A., Aas, M. & Borgstrøm, R. (2015). First records of three-spined stickleback *Gasterosteus aculeatus* in Svalbard freshwaters: An effect of climate change? *Polar Biology*, 38 (11): 1937-1940.
- Svenning, M.-A. & Borgstrøm, R. (1995). Population structure in landlocked Spitsbergen arctic charr. Sustained by cannibalism? *Nordic Journal of Freshwater Research (Sweden)*, 71: 424-431.
- Svenning, M.-A. & Christensen, G. N. (1996). Fiskeribiologiske undersøkelser og utsetninger av røye i Bardumagasinet. *NINA oppdragsmelding*.

- Svenning, M.-A. & Gullestad, N. (2002). Adaptations to stochastic environmental variations: the effects of seasonal temperatures on the migratory window of Svalbard Arctic charr. I: *Ecology, behaviour and conservation of the charrs, genus Salvelinus*, s. 165-174: Springer.
- Svenning, M.-A., Klemetsen, A. & Olsen, T. (2007). Habitat and food choice of Arctic charr in Linnévatn on Spitsbergen, Svalbard: the first year-round investigation in a High Arctic lake. *Ecology of Freshwater Fish*, 16 (1): 70-77.
- Svenning, M.-A. & Ozerov, M. (2018). *Atlantisk laks i Adventfjorden, Svalbard. Hvor kommer den egentlig fra? Sluttrapport for Svalbards miljøvernfond (2011-2016)*. I: 582, N. M. (red.). NINA Rapport 1496. Norsk institutt for naturforskning.
- Svenning, M.-A., Præbel, K., Kanstad Hanssen, Ø. & Falkegård, M. (2013). Sjørøye-økologisk og/eller genetisk segregering? *NINA rapport 957*. 19s.
- Svenning, M.-A., Smith-Nilsen, A. & Jobling, M. (1992). Sea water migration of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) - correlation between freshwater growth and seaward migration, based on back-calculation from otoliths. *Nordic Journal of Freshwater Research, Drottningholm*, 67: 18-26.
- Svärdson, G. (1976). Interspecific population dominance in fish communities of Scandinavian lakes. *Report Institute of Freshwater Research, Drottningholm*, 55: 144-171.
- Syse, K. V. L. (2010). *Svalbardrøye som utgangspunkt for å forstå miljøforvaltningskonflikter på Svalbard. Et pilotprosjekt. Sluttrapport*. Svalbards miljøvernfond
- Sysselmannen. (2013). *Årsrapport for Sysselmannen på Svalbard 2012*.
- Sysselmannen. (2017). *Årsrapport for Sysselmannen på Svalbard 2016*.
- Sørum, V., Figenschou, L., Rudolfsen, G. & Folstad, I. (2011). Spawning behaviour of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*): risk of sperm competition and timing of milt release for sneaker and dominant males. *Behaviour*, 148 (9-10): 1157-1172.
- Thorpe, J. (1987). Smolting versus residency: developmental conflict in salmonids. *Amer. Fish. Soc. Symp.*, 1: 244-252.
- Visit Greenland. (2017). *River fishing in Greenland*. Tilgjengelig fra: <https://visitgreenland.com/things-to-do/flyfishing/> (lest 3.4.2018).
- Wassmann, P., Duarte, C. M., Agusti, S. & Sejr, M. K. (2011). Footprints of climate change in the Arctic marine ecosystem. *Global change biology*, 17 (2): 1235-1249.
- Weslawski, J. M. (1994). Diet of ringed seals (*Phoca hispida*) in a fjord of West Svalbard. *Arctic*, 47 (2): 109.



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway