



Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi

Ida Moen Frisenberg

Bacheloroppgave

Har ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) en negativ effekt på ørret (*Salmo trutta*) i bekker?

Does eurasian minnow (*Phoxinus phoxinus*) have a
negative effect on brown trout (*Salmo trutta*) in streams?

Utmarksforvaltning

6EV299

2025

Sammendrag

Ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) er en naturlig, men også regionalt fremmed art i Norge. Tidligere studier har vist at introduksjonen av arten i innsjøer og vassdrag kan påvirke ørret (*Salmo trutta*) negativt. Deriblant beiting på ørretegg og -yngel, overlapp i diett- og habitatbruk, samt høy konkurranse både mellom og innad artene, er faktorer som kan redusere rekruttering og vekst hos ørret.

Denne bacheloroppgaven bygger på data fra Råsjøprosjektet (2015–2024), hvor tre bekker ble undersøkt med tre ganger overfiske etter anbefalt standard etter Bohlin et al. (1989), med fokus på ørret 0+ og ørekyte. Målet var å undersøke om ørekyte har en negativ effekt på rekrutterende ørret (0+) i bekker, da det er begrenset med studier om dens effekter i bekker.

Resultatene mine viser at tettheten av ørekyte ikke hadde en påvirkning på tettheten av ørret 0+ i bekker. Prosentandel ørekyte hadde heller ingen påvirkning på gjennomsnittslengde av ørret 0+, men prosentandel ørekyte hadde en effekt på egen gjennomsnittslengde i bekker. Lengdeveksten hos ørret 0+ og ørekyte hadde små forskjeller i gjennomsnittslengden på de ulike stasjonene. Helningsgraden i bekkene hadde en korrelasjon med ørekyte, men helningsgraden hadde ikke en korrelasjon med ørret 0+.

Økologisk tilstand for ørret 0+ ble vurdert i henhold til veileder for klassifisering av økologisk tilstandsklassifiseringen i elver og bekker. I Råsjøbekkene, i et sympatrisk samfunn, ble ørret 0+ vurdert til å ha en «svært god» økologisk tilstand i alle tre bekker, selv med forekomst av ørekyte. Resultatene tilsier at tilstanden også ville vært «svært god» i et allopatrisk fikesamfunn for ørret 0+, uten ørekyte sin forekomst.

Abstract

The european minnow (*Phoxinus phoxinus*) is a regionally non-native species in Norway, previous studies have shown that its introduction to lakes and streams can negatively affect brown trout (*Salmo trutta*). Predation on trout eggs and fry, dietary and habitat overlap, as well as strong intra- and interspecific competition, are factors that may reduce trout recruitment and growth.

This bachelor thesis is based on data from Råsjø project (2015 – 2014), where three streams were examined across three rounds of fish sampling, focusing on age trout 0+ and minnow. The aim was to investigate whether minnows negatively impact trout recruitment (0+) in streams, as previous studies have primarily addressed effects in lakes.

The results indicate that minnow density did not affect the density of age 0+ brown trout in the streams. Likewise, the proportion of minnow had no effect on the mean length of age 0+ trout. However, minnow proportion did influence the species' own mean body length, suggesting intraspecific density-dependent growth. Mean length differences between trout and minnow across stations were minimal. Stream gradient (slope) was correlated with minnow density, but no such correlation was found for trout.

The ecological status of age 0+ brown trout was assessed based on the national classification guidelines for rivers and streams. In Råsjøen tributaries, within a sympatric fish community, age 0+ brown trout were classified as having “very good” ecological status in all three streams, despite the presence of European minnow (*Phoxinus phoxinus*). The results suggest that the status would likely have been classified as equally “very good” in an allopatric community without the presence of minnow.

Forord

Med denne oppgaven avslutter jeg 3 år som bachelorstudent ved Universitetet i Innlandet, avdeling Evenstad. Jeg begynte på Evenstad med bakgrunn av min interesse for fisk- og utmarksforvaltning, og jeg ønsket å øke min kompetanse innenfor dette, noe jeg føler jeg har gjort. Det jeg har lært i løpet av min tid på Evenstad, vil jeg å bruke videre i framtiden både i forbindelse ved videre studier på master og i jobb.

Med god veiledning på prosjektet fra forsker Ruben A. Pettersen (NIBIO) og fagkonsulent Knut Magnus Wold (NJFF), og sammen med Rune Jonsen, lærte jeg mye fra da jeg var med på Råsjøprosjektet i 2024, om blant annet håndtering av levende dyr i dyreforsøk og elfiske. Jeg vil takke for at jeg fikk skrive bacheloroppgaven min fra dette prosjektet, med fokus på interaksjoner mellom ørret og ørekyte som jeg syns er et spennende tema.

Jeg vil gi en stor takk til internveileder, professor Kjartan Østby og eksternveileder, forsker Ruben A. Pettersen, for uvurderlig veiledning, hjelp og engasjement for denne bacheloroppgaven.

Evenstad, 23. mai 2025

Ida Moen Frisenberg

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	7
2 Områdebeskrivelse og bakgrunn for oppgaven	12
3 Materiale og metode	14
3.1 Datainnsamling i felt	14
3.2 Måling av abiotiske faktorer i bekker	16
3.3 Måling av stasjonene og innsamling av høydedata	17
3.4 Behandling av data	17
3.5 Ferdigstilling av data for videre bruk i statistiske analyser	17
3.6 Økologisk tilstandsklassifisering av ørret 0+ i bekker	18
3.7 Datamaterialet	19
3.8 Statistiske analyser	20
4 Resultater	22
4.1 Oversikt over høydegradient i bekker (A – D)	22
4.2 Gjennomsnittslengde ørret 0+ og ørekyte i bekker (A – C)	23
4.3 Antall ørret 0+ og ørekyte i bekker (A -C)	25
4.4 Økologiske tilstand hos ørret 0+ i bekker (A – C)	26
4.5 Habitatbruk og tetthetsavhengig respons hos ørret 0+ og ørekyte i bekker	27
4.5.1 Fordelingen av ørret 0+ og ørekyte på stasjonene i bekker (A – C)	27
4.5.2 Korrelasjonsanalyser mellom tetthet av ørret 0+ og ørekyte, og helningsgrad i prosent	28
4.5.3 Korrelasjonsanalyser for gjennomsnittslengde hos ørret 0+ og ørekyte mot prosentandel ørekyte	31
5.0 Diskusjon	34
5.1 Evaluering av metoder	34
5.2 H1 – Ørekyte og ørret 0+ forekommer i lik frekvens uavhengig av helningsgrad?	35
5.3 H2 – Gjennomsnittslengden av ørekyte er uavhengig av prosentandel ørekyte?	36
5.4 H3 – Gjennomsnittslengden av ørret 0+ er uavhengig av prosentandel ørekyte?	37

5.5 H4 – Tettheten av ørret 0+ er uavhengig av tettheten av ørekyte?	38
5.6 H5 – Økologisk tilstand på ørret 0+ er uavhengig av ørekyte forekomst?.....	39
5.7 Samlet vurdering av interaksjonene mellom ørret 0+ og ørekyte	40
5.8 Forvaltningsforslag	41
6.0 Konklusjon og videre anbefalinger	42
Litteratur	43
Appendix: Skript fra R Studio - Boxplot, stolpediagram og korrelasjonsanalyser	43

1 Innledning

Ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) er en fiskeart i karpefamilien som har en naturlig utbredelse i Norge på Sør-Østlandet (Pethon, 2005). Ørekyta anses å ha kommet til Norge gjennom innvandring fra øst og sør gjennom brakk- og ferskvann, i med en gruppe arter omtalt som Finnmarksfiskene (ørekyte, harr (*Thymallus thymallus*), sik (*Coregonus lavaretus*), lake (*Lota lota*), abbor (*Perca fluviatilis*) og gjedde (*Esox lucius*)) (Huitfeldt Kaas, 1918). Grunnet tidlig innvandringshistorie og miljømessige begrensninger har ørekyte hatt begrenset naturlig spredning (Museth et al., 2007), men regnes i dag som regionalt fremmed art i store deler av landet (Vøllestad, 2024) på grunn av menneskelig spredning av arten (Huitfeldt Kaas, 1918). Spredningen har skjedd både ubevisst og bevisst, gjennom settefisk av ørret (*Salmo trutta*) infisert av ørekyte, agnfiske, og for å øke næringsgrunnlaget for spesielt ørret (Forsgren et al., 2018; Hesthagen & Østborg, 1999). Spredningen av ørekyte begynte trolig allerede på 1800-tallet (Huitfeldt Kaas, 1918), men økte betydelig i omfang etter 1900-tallet (Forsgren et al., 2018). I Artsdatabankens rødliste for arter i Norge er ørekyte vurdert som «svært høy risiko» (SE) (Forsgren et al., 2018). Ørekyte har altså et stort invasjonspotensiale (Holthe et al., 2009), og kan danne store og levedyktige bestander som er gode på tilpasse seg miljøet de lever i (Holthe et al., 2005, 2009; Museth et al., 2007; Thorstad, 2006). Ørekytas atferd – som å svømme i stim for å unngå rovdyr kan ha begrenset ørretens mulighet for predasjon på ørekyte (Forsgren et al., 2018). Arten blir oftest opptil 8-10 cm stor (Pethon, 2005), og lever hovedsakelig i strandsonen i tjern og innsjøer med forekomst av grus- og steinbunn der den lever i overflaten i stim, men finnes også i elver og bekker (Pethon, 2005). Ørekyte blir vanligvis kjønnsmoden i en alder av 1-2 år, mens i høyereliggende vann (lang mørketid og lenger snø-og isdekke) kan den bli kjønnsmoden i 3-4 årsalderen (Pethon, 2005). Ørekyta gyter som oftest i juni-juli i både innsjø og i strømmende vann, der hunnen kan gyte mellom 200 – 1000 egg (Norsk institutt for naturforskning NINA, 2017; Pethon, 2005), men den kan også gyte flere ganger (porsjonsgyter) i denne perioden (Forsgren et al., 2018). Ørekyte lever hovedsakelig av små krepsdyr, insekter og insektslaver, men kan også beite på egg og yngel av ørret (Pethon, 2005).

Fordelingen av antall individer av en fiskeart i ulike miljøer er interessant å undersøke og viktig for forvaltningen. Det meste av slik kunnskap har vi fra feltundersøkelser, og i få tilfeller er det gjort eksperimenter. I et studie i USA ble det brukt en ideal fri fordelingsmodell «IfD With Costs-modellen» (Tyler & Gilliam, 1995), der de undersøkte fordelingen av en ørekyte-art (Minnow, *Rhinichthys*

atratus) i en kunstig elv der mattilgang og vannhastighet ble manipulert. Her fant de ut at fordelingen av fisken var en optimalisering mellom fiskens kostnad av å oppholde seg i strøm og fangstevnen for næring under ulike strømforhold. I forsøket observerte de at fisken trivdes bedre i rolige strømforhold til tross for redusert mattilgang, enn i sterkere strømforhold med høyere mattilgang. Dette fordi det koster mer energi å holde seg i ro under sterkere strømforhold og siden maten forsvinner fortere forbi fisken (Tyler & Gilliam, 1995). Å forstå hvilke faktorer som ligger bak fordelingen av individer av en art, eller av for eksempel to samlevende arter, er viktig for vurderingen av mulig interaksjon mellom dem. Slik kunnskap er viktig før man iverksetter forvaltningstiltak.

Ørekyte kan påvirke andre fiskearter, som ørret dersom den introduseres i nye vann (Borgstrøm et al., 1996). Ørret er en art i laksefamilien, og er utbredt i hele Norge der de kan leve hele livet i rennende vann, eller i elver og i innsjøer der også anadrome sjøørretbestander finnes i deler av Norge (Pethon, 2005). Arten har både en østlig og vestlig innvandring (Hesthagen & Østborg, 1999). Ørret er en av de vanligste fiskeartene i Norge, og trives i kaldt vann (Pethon, 2005) og finnes i flere lavereliggende og kystnære innsjøer, både naturlig og satt ut (Pethon et al., 2024), og er vurdert som «ikke risikovurdert» (NR) av artsdatabanken (Forsgren et al., 2018). Flere vann har fått tilført settefisk av ørret, også vann som har vært naturlig fisketomme (Hesthagen & Østborg, 1999). Ørreten gyter vanligvis i oktober – november i elver med strømmende vann på bunnsstrat av grus (Pethon, 2005). Ørretyngelen lever av plommesekken når de lever i grusen (4-6 uker) (Pethon, 2005). Etter denne perioden må yngre ørret (parr) skaffe næring selv som drivende insekter, insektslarver og små planktoniske krepsdyr (Pethon, 2005; Pethon et al., 2024). Etterhvert som ørreten blir større går de fleste ut i innsjøen, mens noen individer kan bli stående på elva, og etterhvert blir fiskeeter (piskivore) (Pethon, 2005). I bekker trives yngre individer av ørret (<7 cm) i grunne stryk, mens den voksne ørreten foretrekker dypere områder der vannet er sakteflytende, som kulper (Jonsson & Jonsson, 2011a). Ørreten foretrekker steinete elvebunn for skjul mot predatorer og mot strøm som gir lavere energiforbruk (Jonsson & Jonsson, 2011a). Overhengende vegetasjon langs elvekanten, dødt treverk, dypt vann og gravde elvebredder skaper bra skjul, som reduserer stress og lavere tetthet hos ørret, og gir økt overlevelse (Jonsson & Jonsson, 2011a). Ørret viser tetthetsavhengig vekst og dødelighet som forekommer når rekrutteringa er høy med ugunstige habitatforhold og høy konkurranse om mat og skjul (Jonsson & Jonsson, 2011b, 2011a). Dersom rekrutteringen til ørret er lav og konkurransen øker, vil tetthetsavhengig vekst skje først, og deretter økt dødelighet året etter

(Jonsson & Jonsson, 2011b). Ørret er lite tolerant for forurensning, der en pH-verdi under 4,7 kan være dødelig (Pethon, 2005). Det ser ut til at ørekyte tåler forsuring bedre enn ørret basert på feltundersøkelser i Flagstadelva ved Mjøsa (Linløkken, 2024).

Noen tidligere studier har vist at introdusert ørekyte kan ha en negativ effekt på ørretbestander som vist i en spesielt godt undersøkt innsjø, Øvre Heimdalsvatn. Et eldre studie fra denne innsjøen (Lien, 1981) som rapporterte om lav grad av direkte konkurranse mellom ørekyte og ørret, pekte på at konkurranse og predasjon kunne øke dersom ørekytebestanden ble større. De senere årene har Øvre Heimdalsvatn blitt godt undersøkt der man har studert forholdet mellom ørekyte og ørret i mer detalj. Her viste resultatene at introduksjonen av ørekyte førte til halvert størrelse på ørretkohorter, uten endret individuell vekst, sannsynligvis på grunn av kannibalisme av større ørret på mindre ørret og økt næringskonkurranse med ørekyte (Borgstrøm, et al, 1996). Høy ørekytebestand reduserte egen vekst og forsinket kjønnsmodning (4-5 år), samtidig som predasjon fra ørret begrenset bruken av den pelagiske sonen (Museth et al., 2003). Senere studier viste at ørretens rekruttering og vekst ble redusert selv ved lav bestandstetthet av ørret (Museth et al., 2007, 2010). Ørretyngel ble fortrent fra strandsonen, som er et viktig oppvekstområde for ørretyngel, og ble derfor mer utsatt for predasjon og kannibalisme (Museth et al., 2007, 2010). Dette kan tyde på at mat- og habitatkonkurranse i vann med ørekyte tilstede, kan redusere ørretbestandens vekst- og rekrutteringspotensiale (Museth et al., 2007, 2010).

En nylig studie fra 2025 undersøkte økologiske funksjoner som rekrutteringsmuligheter, gytehabitat og tettheter hos ørret i sidebekker i et vann i Telemark i tilstedeværelse av ørekyte (og andre fiskearter) (Buene et al., 2025). Studiet ble utført tidlig på høsten, og alle sidebekkene hadde en høydegradient som varierte i bekkene (Buene et al., 2025). Resultatene viste at flere ørekyte og rekrutterende årsyngel ørret (0+) hadde en lik lengdefordeling (60 – 80 mm) som kan bety potensielt økt interspesifikk konkurranse om mat- og habitatressurser mellom artene og som kan føre til nedgang i ørretens rekruttering (Buene et al., 2025). Midlertidig sier Buene et al. (2025) at el-fiske i elver kan være lite representativt fordi forekomsten av små ørekyte kan være utfordrende å fange. Disse resultatene viser behovet for å utforske hvordan slike interaksjoner mellom ørekyte og ørret utvikler seg i bekkesystemer da dette er relativt lite studert i detalj. Den elvelevende fasen er en viktig del av livshistorien til ørreten, og det er derfor vesentlig at man forstår mulige interaksjoner med ørekyte i elvene også.

Forvaltningens vurdering av ørret i elver og innsjøer i Norge, baseres på klassifiseringssystemet for økologisk tilstand i vassdrag som er utviklet i tråd med vannforskriften (FOR-2006-12-15-1446) og EUs vanndirektiv (Direktoratgruppen vanndirektivet, 2018). Her er det fem ulike grenseverdier som brukes for å vurdere den økologiske tilstanden for tettheten av rekrutterende ørret, som benyttes som indikator for rekruttering (Direktoratgruppen vanndirektivet, 2018). Som et eksempel, studerte Linløkken (2024) ørretens rekruttering og tetthet sammen med ørekyte og steinulke, og fant resultater som viste konkurranse om mat og habitat sammen med ørret 0+. I det studiet tydet resultatene på en god rekruttering av ørret til tross for høy forekomst av ørekyte, noe som antydte at den økologiske tilstanden i vassdraget var «svært god» selv i en sympatrisk bestand.

Problemstilling

Basert på tidligere studier er det relativt godt dokumentert at ørekyte kan redusere rekruttering og vekst hos ørret i innsjøer, men kunnskapen om slike mulige negative effekter i bekkesystemer er veldig begrenset. Det er også uklart hvordan ulike miljøfaktorer som bekkenes helning og vannkjemi, påvirker ørekyte og ørretens fordelinger og interaksjoner. I min bacheloroppgave undersøker jeg derfor hvordan tettheten av ørekyte potensielt kan påvirke rekrutterende ørret negativt i tre ulike bekker som drenerer til en innsjø, med fokus på ørretens rekruttering og lengdevekst. I tillegg undersøker jeg hvordan ørekyte og ørret fordeler seg når det gjelder utvalgte fysiske miljøforhold som helningsgrad- og pH-verdi i bekkene. Mer spesifikt undersøker jeg hvordan forekomsten (antall per stasjon) av ørekyte og ørret (alder 0+) varierer i forhold til helningsgraden oppstrøms i tre utvalgte bekker, og hvordan tetthetsfordelingen av artene fordelt over fem stasjoner innad i hver av de tre bekkene varierer. Videre undersøker jeg hvordan gjennomsnittslengden av ørret 0+ og ørekyte i de fem stasjonene innad i de tre bekkene varierer. Basert på problemstillingen er målet med min bacheloroppgave å undersøke om ørekyta har negativ effekt på ørreten i disse gytebekkene (rekruttering, fordeling og vekst), som er viktig informasjon for generell kunnskap og for forvaltning.

Hypoteser

Basert på den dokumenterte negative effekten av ørekyte på ørret 0+ som finnes i litteraturen fremsetter jeg fem hypoteser for å teste hvorvidt en slik negativ effekt også forekommer i bekkene:

H1 Ørekyte og ørret forekommer i lik frekvens uavhengig av helningsgrad.

H2 Gjennomsnittslengden av ørekyte er uavhengig av prosentandel ørekyte.

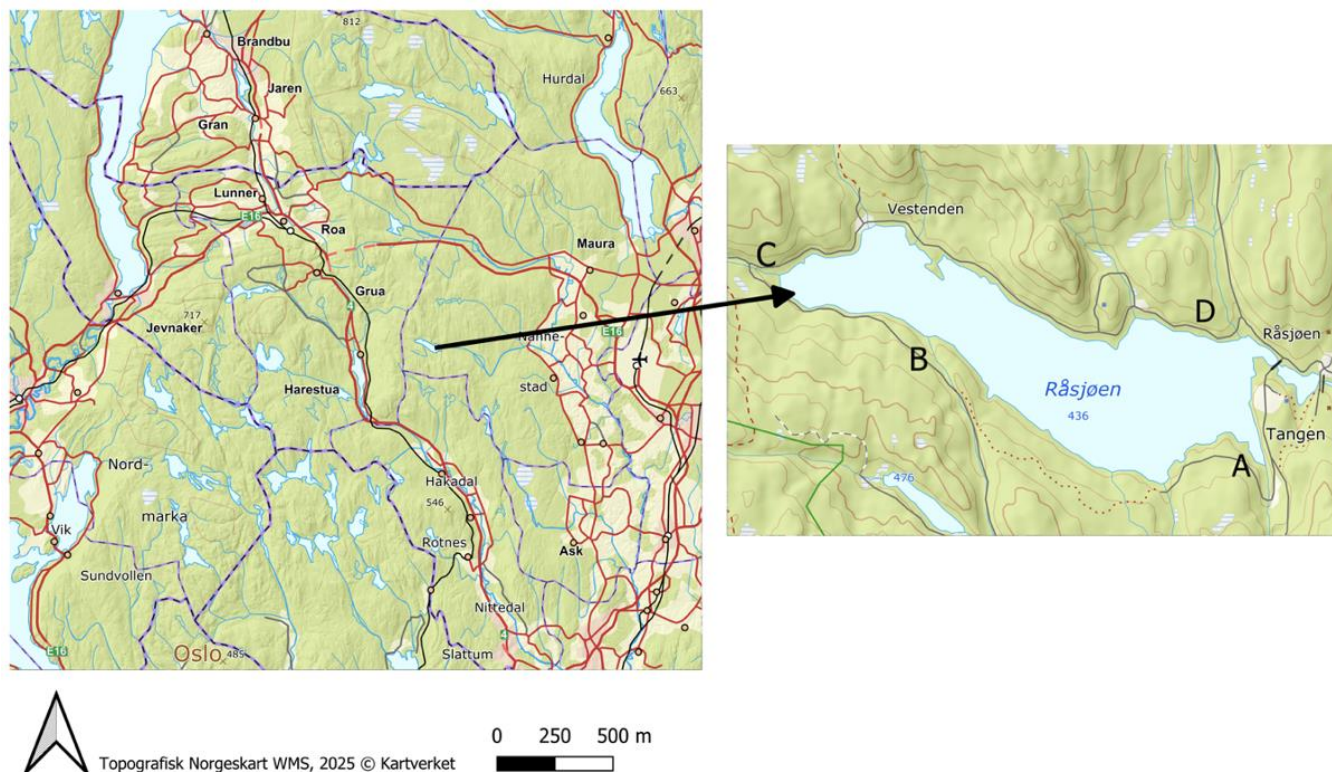
H3 Gjennomsnittslengden av ørret er uavhengig av prosentandel ørekyte.

H4 Tettheten av ørret er uavhengig av tettheten av ørekyte.

H5 Økologisk tilstand på ørret 0+ er uavhengig av ørekyte forekomst.

2 Områdebeskrivelse og bakgrunn for oppgaven

Råsjøen ligger på Romeriksåsen i Nannestad kommune, Akershus fylke, 436 moh. (Figur 1). Området har en historikk med sur nedbør og forsuring, som har gitt negativ innvirkning på vannkvalitet og fiskebestander (Jørgensen, 2021; Wold, 2020). For å motvirke dette har det blitt gjennomført kalking i flere av bekkene. I den forbindelse har det foregått et langsiktig forskningsprosjekt i Råsjøen som ble satt i gang av R. A. Pettersen (NIBIO) der målet har vært «å overvåke ørretbestandene for å se om reduksjon av tiltaket kalking har ønsket effekt på ørretpopulasjonene» (Pettersen & Wold, 2019). Dette prosjektet har pågått fra 2015 til 2024, altså i 10 år, der man har vurdert hvorvidt den ulike graden av påvirkning av kalking har hatt effekt på ørretbestandene. I Elsjøbekken (A) kalkes det fortsatt, og i Storrsjøbekken (B) kalkes deler av nedbørsfeltet, men Botnetjernsbekken (C) og Trasletjernsbekken (D) er kalking avsluttet (Pettersen & Wold, 2019). Bekk A, B og C er vurdert å ha god økologisk tilstand, men bekk C avsluttet kalking i 2011, og bekk D har dårlig økologisk tilstand og avsluttet kalking i 2004 (Pettersen & Wold, 2019). Introduksjonen av ørekyte i Råsjøen skjedde etter 1988 (Pettersen & Wold, 2019), og det har blitt utført et omfattende uttak av mange kilo ørekyte per år i Råsjøen av lokale (Jonsen R., personlig kommunikasjon). Det ble ikke observert ungfisk av ørret under prøvefiske i Råsjøen i 1988, som trolig var på grunn av forsuring av bekkene som renner ut i Råsjøen (Pettersen & Wold, 2019). Med bakgrunn av dette ble det utført tiltak for å bygge opp ørretstammen i Råsjøen, og kalking av bekkene (Pettersen & Wold, 2019), der ørret gyter i alle fire bekkene. I selve Råsjøen finnes fiskearter som abbor (*Perca fluviatilis*), ørret, ørekyte og røye (*Salvelinus alpinus*). Det er ikke registrert at abbor og røye benytter bekkene som gyteområder eller at de foretar korter næringsvandring inn i bekkene deler av året.



Figur 1: Oversiktskart over Råsjøen, og med de fire bekkene som renner inn i Råsjøen: (A) Elsjøbekken, (B) Storrsjøbekken, (C) Botnetjernsbekken, (D) Traslebekken.

Naturtyper vedliggende bekkene består av myrområder nær de nederste stasjonene, mens vegetasjonen gradvis endres til dominans av blåbærlyng, mose og tett granskog lenger opp i bekkene. Med høyden så blir vegetasjonen tettere. Bekkene har varierende bunnsstrat, og i takt med økende helningsgrad i bekken øker størrelsen på steinene. I øvre del av Traslebekken (bekk D), finnes et hogstfelt som kan påvirke vegetasjonsdekket og vannkvalitet lokalt. Geologisk består området primært av syenitt, og spesielt i Traslebekken er det biotittførende, porfyrisk syenitt, mens deler av bekken består av alkalifeltspatgranitt (Norges geologiske undersøkelse, 2025). Det finnes lite informasjon om hvordan disse bergartene påvirker vannkvaliteten, men dette kan potensielt ha betydning i kombinasjon med vannkjemiske forhold og kalking.

3 Materiale og metode

3.1 Datainnsamling i felt

Jeg var med på innsamling av data til prosjektet og mitt eget bachelorgradsprosjekt høsten 2024. I tillegg har jeg fått tilgang til datamateriale for de 10 studieårene (Tabell 2) av ørret 0+ og ørekyte i alle bekkene, som jeg bruker for mine statistiske analyser for å teste hypotesene mine. I Råsjøprosjektet defineres ørret under 80 mm som årsyngel (0+), både fordi dette samsvarer med forventet lengde for denne aldersgruppen, og fordi ørret under 80 mm har økt dødelighet ved PIT-merking (Wold, 2020).

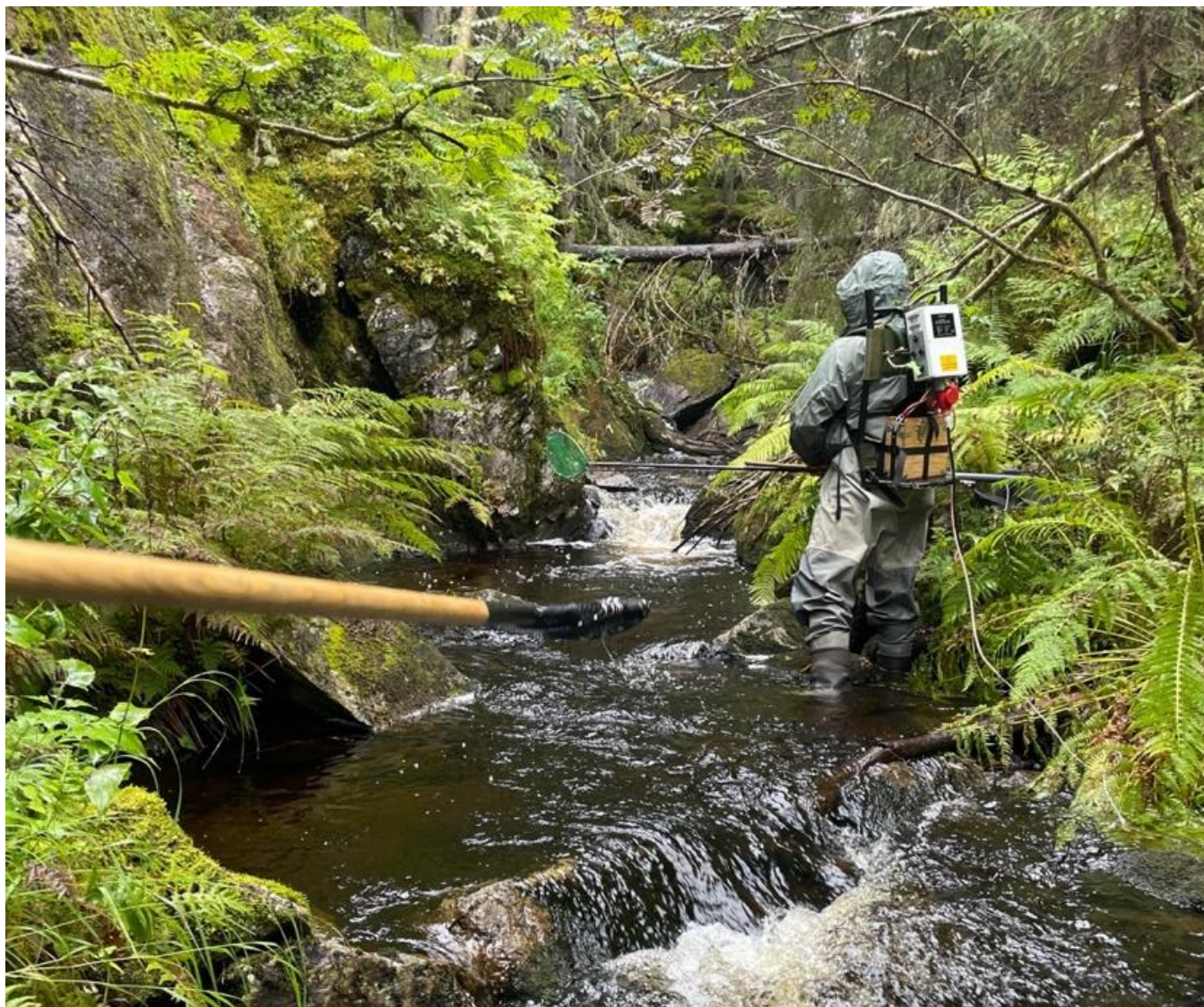
I min bacheloroppgave ekskluderes Traslebekken (bekk D) fra hovedanalysene, fordi den ikke regnes som representativ, sammenlignet med de andre tre bekkene (A – C). Traslebekken har et vandringshinder som begrenser vandring av ørekyte oppstrøms, i tillegg til lav pH-verdi i bekken, noe som gjør at artssammensetningen med ørret 0+ og ørekyte ikke er sammenlignbare med de de andre lokalitetene. Året 2017 blir også ekskludert fra oppgaven på grunn av manglende registreringer av ørekyte, dette fordi tillatelse for fiske kom sent det året, med sent utført feltundersøkelser, og siden ørekyte ikke oppholdt seg i bekken på den tiden av året (slutten av november).

De siste 10 årene har datainnsamlingen fra bekkene (A – C) av ørret 0+ og ørekyte blitt utført til samme tid hvert år (med unntak av 2017), som er de to siste ukene i august, og etter samme metode gjennom tillatelse for fiske av Fylkesmannen i Oslo og Viken (2023/8597). Alle bekkene (A – C) er delt opp i fem stasjoner, som dekker et område på ca. 100 m² hver (Tabell 2) som følger norsk standard for el-fiske etter Bohlin et al. (1989) for de stasjonene er nummerert fra 1 – 5. Stasjon 1 ligger nærmest utløpet til Råsjøen, mens stasjon 5 er den øverste stasjonen. Metoden for el-fisket er at hver stasjon skal overfiskes tre ganger, med 30 minutters pause mellom hver runde – som anbefalt av Bohlin et al. (1989). Fiskene som tas ut, oppbevares i bøtter etter hver runde, slik at stasjonen fiskes så godt som tom ved overfiske. Pausene mellom hver runde som fiskes, sikrer at fisken får normal oppførsel for hver elfiskerunde. Selv om fisk kan ha vandret inn eller ut av stasjonen i mellomtiden og er denne metoden for å estimere tetthet av ørret anerkjent og antatt å være et representativt utvalg.

Før el-fiske gjennomføres så innstilling av strømstyrken på el-fiskeapparatet for ørret 0+ og ørekyte (små fisk), fordi mindre fisk tåler strøm bedre enn større fisk som gjør at høyere strømstyrke vil være nødvendig. På tommelen som anodestanga blir holdt i brukes kontaktlapp som styrer strømmen – «på» og «av» – slik at strømmen kan kuttes raskt dersom man faller i vannet, eller strømmer for lenge. Dette er både for sikkerhet og for å kontrollere strømstyrken. I tillegg klargjøres en bøtte med bedøvelsesmiddel (benzokain) med blandingsforholdet: 8 L vann / 1,5-2,5 mL benzokain, med tillatelse fra Mattilsynet for å utøve anestesi hos fisk (FOTS ID 23989) .

Når man el-fiske starter man nederst i bekken og jobber seg oppover til der stasjonen slutter - for å jage fisken oppstrøms i stedet for at den flykter nedover mot innsjøen. Fisken strømmes ut fra steiner og skjulesteder langs kantene i bekken. Under el-fiske er det hjelpere bak med håv for å samle mest mulig fisk som flyter opp, før den flyter videre ned i bekken (Figur 2). Større individer er mer sårbare for strøm, da de kan lammes eller dø kjappere enn yngre på grunn av at de har et større overflateareal som kan strømmes. Dette kan være utfordrende da det ofte er større ørret i dypere partier, som kulper, og da er det som regel høyere vannføring i kulpen som gir bedre effekt av el-apparatet. Når fisken flyter opp etter at den har blitt strømmet, håves fisken inn og legges i en bøtte som står klar før det el-fiskes. Hver stasjon har egne bøtter for fangsten som fylles med vann, slik at vi senere kan vite hvilken fisk som ble fanget i hvilken stasjon. For å sikre god oksygentilførsel, tilføres oksygen i vannet ved bruk av en luftpumpe som pumper luft gjennom en boblestein i bøttene der fiskene oppholder seg. Dersom været er varmt, eller om fisken skal oppbevares over lengre tid, bruker vi også kjølebeholdere med luftpumper.

Etter endt el-fiske registreres ørret 0+ og ørekyte fra den stasjonen de ble fisket i, og totallengden (mm) ble målt. Under håndtering av fisk, er alltid hendene vætet for å skåne fisken. Måling av fisken skjedde så fort som mulig, da den ofte ikke er i anestesi som gjør at den tålte dårligere å være over vann i en lengre periode. Dersom fisken var utfordrende å måle, ble fisken lagt i bedøvelsesmiddel i ca. 3 minutter til fisken var i anestesi, men har gjellebevegelse. Dette er i tråd med Dyrevelferdsloven § 13, 3. ledd, som gir adgang til lokal bedøvelse for biologisk arbeid (*Lov om dyrevelferd - Lovdata*, 2025). Etter registrering av all ørret 0+ og ørekyte for stasjonen de er fisket i, avlives fanget ørekyte i tråd med dyrevelferdsloven (*Lov om dyrevelferd - Lovdata*, 2025). Grunnlaget for dette er antakelsen om at ørekyte påvirker ørretrekruttering negativt. Fanget ørret 0+ ble sluppet tilbake i den samme stasjonen i bekken den ble fanget.



Figur 2: Bruk av el-fiske-apparat i Botnetjernsbekken som renner inn i Råsjøen, sammen med hjelpere med hâv bak. Foto Ida M. Frisenberg

3.2 Måling av abiotiske faktorer i bekker

Som et representativt mål på pH verdien gjennom året i de ulike bekkene, siden pH varierer med vannføring, ble det satt ut HOB0-loggere i forbindelse med Råsjøprosjektet, som logger pH-verdi med et intervann på 30 minutter året rundt. Jeg kan kun tatt med året 2023, da det er representativt for et normalt år. Oversikten over pH-verdi i alle bekkene (A – D) er fra tidsperioden 1. august til 1. oktober (2023). Gjennomsnittet er tatt av H^+ konsentrasjonen og regnet tilbake til pH. pH-verdiene for de ulike bekkene er Elsjøbekken (A) 6,5 (7,3 – 5,6), Storrsjøbekken (B) 4 (7,2 – 5,3), Botnetjernsbekken (C) 6,2 (6,8 – 5,2) og Trasletjernsbekken (D) 4,8 (6,2 – 4,2), med stor variasjon i pH-verdien fra bekk A til D.

3.3 Måling av stasjonene og innsamling av høydedata

For å analysere helningsgraden i prosent (%) av bekkene og få en oversikt over terrengprofilen (meter over havet) som mulige faktorer for artenes fordeling, hentet jeg inn høydedata fra hoydedata.no (Kartverket, 2025), som er en offentlig kartbase med detaljerte terrengdata. Hensikten med terrengprofilen er å teste hypotesen (H1). Som en del av prosjektet har alle stasjonene i alle bekkene blitt målt opp med tre meters mellomrom langs bekkeløpet. Denne målemetoden brukte jeg også til min innsamling av høydedata, der jeg målte hver tredje meter langs med bekken i hoydedata.no (Kartverket, 2025), helt fra start til stasjonen sluttet, som jeg gjorde i alle fire bekkene (A – D).

3.4 Behandling av data

Databehandling ble gjennomført i Microsoft Excel (Versjon 16.76), som ble brukt for strukturering av data og beregning av helningsgrad i prosent, tetthet og gjennomsnittslengde for ørret 0+ og ørekyte, inkludert prosentandel av ørekyte. Flere statistiske analyser og figurer ble senere gjort (se avsnitt 3.2) i R Studio (Versjon 2024.12.1) ved bruk av data som ble beregnet og strukturert i Excel. I appendix er det vedlagt grunnlagsinformasjon for skriptet fra R studio, som ble brukt for statistiske analyser, og for å beregne tetthet, elvenes helningsgrad, antall fisk per stasjon, prosentandel (ørekyte), gjennomsnittslengde for ørret 0+ og ørekyte for alle bekkene. Skriptet danner grunnlaget og oversikt for figurene og analysene som blir presentert i resultatdelen.

3.5 Ferdigstilling av data for videre bruk i statistiske analyser

Datamaterialet sorterte jeg for å lage egne datasett for hver analyse for å besvare hypotesene mine (H1-H5). Datamaterialet bestod av ørret 0+ (< 80 mm), ørret > 80 mm og ørekyte. Her filtrerte jeg bort ørret > 80 mm og året 2017 for videre bruk i statistiske analyser. Datamaterialet er fra perioden (2015-2024), og består av ørret (antall) 0+ per stasjon, ørekyte (antall) per stasjon, stasjoner (1-5) for alle bekkene (A-C), tidligere beregnet ørret 0+ for hver stasjon (antall/areal) og - tetthet av ørret 0+ per stasjon (estimert etter metode etter Bohlin et al. (1989). Mine beregninger av helningsgrad i prosent, andel ørekyte i prosent og innsamlede høydegradientdata (moh) per stasjon for alle bekker (A – C), som er viktige faktorer for analysene i denne bacheloroppgaven (Kartverket, 2025). Før datasettene ble importert i analyseprogrammet, ble filene konvertert fra Excel-fil til en CSV-fil (Comma Separated Values), som hjelper analyseprogrammet å lese og kjøre datasettene.

For beregning av prosentandel ørekyte per stasjon ble beregnet som $(\text{antall ørekyte} / (\text{antall ørekyte} + \text{antall ørret}) \times 100$. Tettheten for både ørret 0+ og ørekyte ble beregnet som antall individer per kvadratmeter for hver stasjon, hvert år (ni år) for statistiske analyser. I tillegg ble det benyttet en ferdig utregnet (fra prosjektet) tetthetsestimering for ørret 0+, basert på metodikken til Bohlin et al. (1989), for å vurdere og klassifisere økologisk tilstand på hver stasjon i tre bekker. I tillegg ble mine målinger av terrengprofilen over bekkene ble ført inn i Excel der jeg beregnet helningsgrad i prosent % per stasjon, per bekk, med følgende formel:

(Maksimum høydekurve i meter – minimum høydekurve i meter) = helningsvinkel

(helningsvinkel/lengde på stasjon) $\times$ 100

3.6 Økologisk tilstandsklassifisering av ørret 0+ i bekker

For å vurdere den økologiske tilstanden i bekker eller i små elver med hensyn på tetthet av 0+ og eldre årsklasser, brukes det Tabell 1 (Direktoratgruppen vanndirektivet, 2018) med beregning etter Bohlin et al. (1989). I min beregning inkluderes bare ørret 0+, ikke eldre årsklasser, for å vurdere rekrutteringen av ørret isolert. Tabell x (Tabell 6.15, (Direktoratgruppen vanndirektivet, 2018) viser de nasjonale klassifiseringsgrensene for å bedømme tilstanden i vassdrag, dersom ørret 0+ er eneste fiskeart i bekken (allopatrisk) eller lever sammen med andre fiskearter, som ørekyte (sympatrisk). Som et eksempel, stasjoner der det er 67 ørret individer per 100 m² i allopatriske artssamfunn, har like god økologisk tilstand som sympatriske artssamfunn med 14 ørret individer som oppnår lik vurdering, gitt at de er stasjonære (stasjonære). Klassifiseringen fungerer som et faglig referansegrunnlag for å vurdere hvorvidt tilstedeværelsen av blant annet ørekyte påvirker tettheten og rekrutteringen hos ørret. Tabellen brukes i min bacheloroppgave for å sammenligne tilstanden med egne beregninger fra fangstdata, innsamlet fra mitt studieområde.

Tabell 1: Økologisk tilstand klassifisering for stasjonær allopatrisk, habitatklasse 3 og stasjonær sympatrisk, habitatklasse 3 for ørret 0+ og eldre årsklasser (Direktoratgruppen vanndirektivet, 2018; Sandlund, 2013). Tabellen (sammen med tabell-tekst, er hentet fra Direktoratgruppen vanndirektivet (Direktoratgruppen vanndirektivet, 2018).

Tabell 6.15 Klassegrenser for økologisk tilstand i bekker og små elver i lavlandet med laksefisk. Verdiene (antall ungfisk per 100 m²) etter «habitat ikke beskrevet» gjelder der habitatdata ikke er registrert. Habitatklasse 1 er «lite egnet», habitatklasse 2 er «egnet», habitatklasse 3 er «velegnet». Nærvær av flere aldersgrupper (både 0+ og ≤+ og voksenfisk) støtter en konklusjon om at bestanden er i god eller svært god tilstand. Fravær av en årsklasse man forventer å finne medfører nedklassifisering ett trinn dersom vurderingen ellers tilsier at dette skyldes menneskeskapte påvirkninger. Der forventete tettheter er svært lave bør verdiene bare brukes til å skille mellom god og moderat. Etter Sandlund m.fl. 2013.

Artssamfunn	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Stasjonær allopatrisk, habitatklasse 3	>67	67-50	50-34	33-17	<17
Stasjonær sympatrisk, habitatklasse 3	<14	14-11	10-7	6-4	<4

3.7 Datamaterialet

En oversikt over antall registrerte for ørret 0+ og ørekyte, og deres gjennomsnittslengde, som er brukt for statistiske analyser, er beskrevet i Tabell 2. Datamaterialet er summert over ni år for de tre bekkene (A – C). Totallengden på ørret 0+ og ørekyte ble målt (mm) fra snute til halespiss. Stasjonene bekkene er fordelt under er målt på forhånd med et areal på ca. 100 m².

Tabell 2: Oversikt over materiale med fordeling av ørekyte og ørret 0+ i antall fra el-fiske fra 2015 – 2024 ÷ 2017, inkludert lengde og areal per stasjon, helningsgrad og gjennomsnittslengde (mm) for ørret 0+ og ørekyte. I siste rad er det oppgitt totalt antall ørekyte og ørret 0+.

Område				Antall		Gjennomsnittslengde (mm)	
Bekk	Stasjon	Lengde per stasjon (m)	Helningsgrad i prosent (%)	Ørekyte	Ørret 0+	Ørekyte	Ørret 0+
A	A1	95,6	1,67	241	834	68,9	47,6
	A2	86	2,41	73	374	71,4	50
	A3	96,9	4	94	527	69,9	50,2
	A4	102,3	6,08	5	615	80,4	48,4
	A5	152,9	11,23	15	484	71,6	49,3
B	B1	126,6	3,89	56	606	74,8	49
	B2	137,9	7,5	37	276	74,3	52,8
	B3	150,6	8	4	258	75,2	53,5
	B4	106,2	6,25	0	86	0	53,8
	B5	171,1	4,13	194	70	45,6	54
C	C1	123,8	3,92	85	592	70,5	46,1
	C2	73,9	2,5	47	342	71,8	45,7
	C3	108,6	11,56	18	208	70,6	50,3
	C4	96,5	2,86	7	269	78	47,2
	C5	146,7	3,65	8	242	76,5	49,1
SUM	-	-	-	884	5783	-	-

3.8 Statistiske analyser

Jeg brukte R Studio for statistiske analyser, der ørret 0+ ble vurdert ut fra gjennomsnittslengde og gjennomsnittlig tetthet, som ble analysert opp mot andel og tetthet av ørekyte, samt helningsgrad i bekkene A – C og høyde per stasjon i bekkene A – D.

For å teste hypotesen H1, ble det gjennomført en kjikvadrat-test (Pearson's Chi-squared test) med formål om å undersøke om det finnes forskjeller i fordelingen av ørret 0+ og ørekyte mellom stasjonene innen hver bekk. Testen viser om artene har lik forekomst i alle bekkene (A – C), og avvik fra dette forekommer når artene ikke er lik forekomst, som vil gi statistisk signifikant verdi (Gardener, 2017). For pålitelige resultater, er det en forutsetning at det er minst 5 registreringer av artene for hver stasjon. I tillegg forutsetter testen bruk av kategoriske variabler, som jeg brukte i denne analysen med artsforekomst (ørekyte, ørret 0+) og stasjon (1-5). En kjikvadrat-test gir frihetsgrader, som viser hvor mange uavhengige verdier som inngår, og en p-verdi som viser om forskjellen mellom forventet og observert er statistisk signifikant ($p < 0,05$).

Det ble også laget boxplot-figurer i R studio for å fremstille høydegradienten for hver bekk (A – D) og gjennomsnittslengden av ørret 0+ og ørekyte per stasjon (1-5) i bekk A – D. Traslebekken (bekk D) ble inkludert i høydeplottet for å vise variasjonen mellom alle fire bekkene (A – D). Boxplot viser median, kvartiler og uteliggere, og gir et visuelt bilde av høydefordelingen per stasjon, slik at man kan se variasjoner som følge av brå høydeendringer, kulper eller inngrep som kulvert og vei. I tillegg ble det lagd stolpediagram i R studio for å fremstille antall ørret 0+ og ørekyte i de ulike stasjonene innad i de tre ulike bekkene (A – C). Hensikten var å få et tydelig bilde av forskjeller i antall ørekyte og ørret 0+, samt hvordan artene fordeler seg både innad og mellom bekkene.

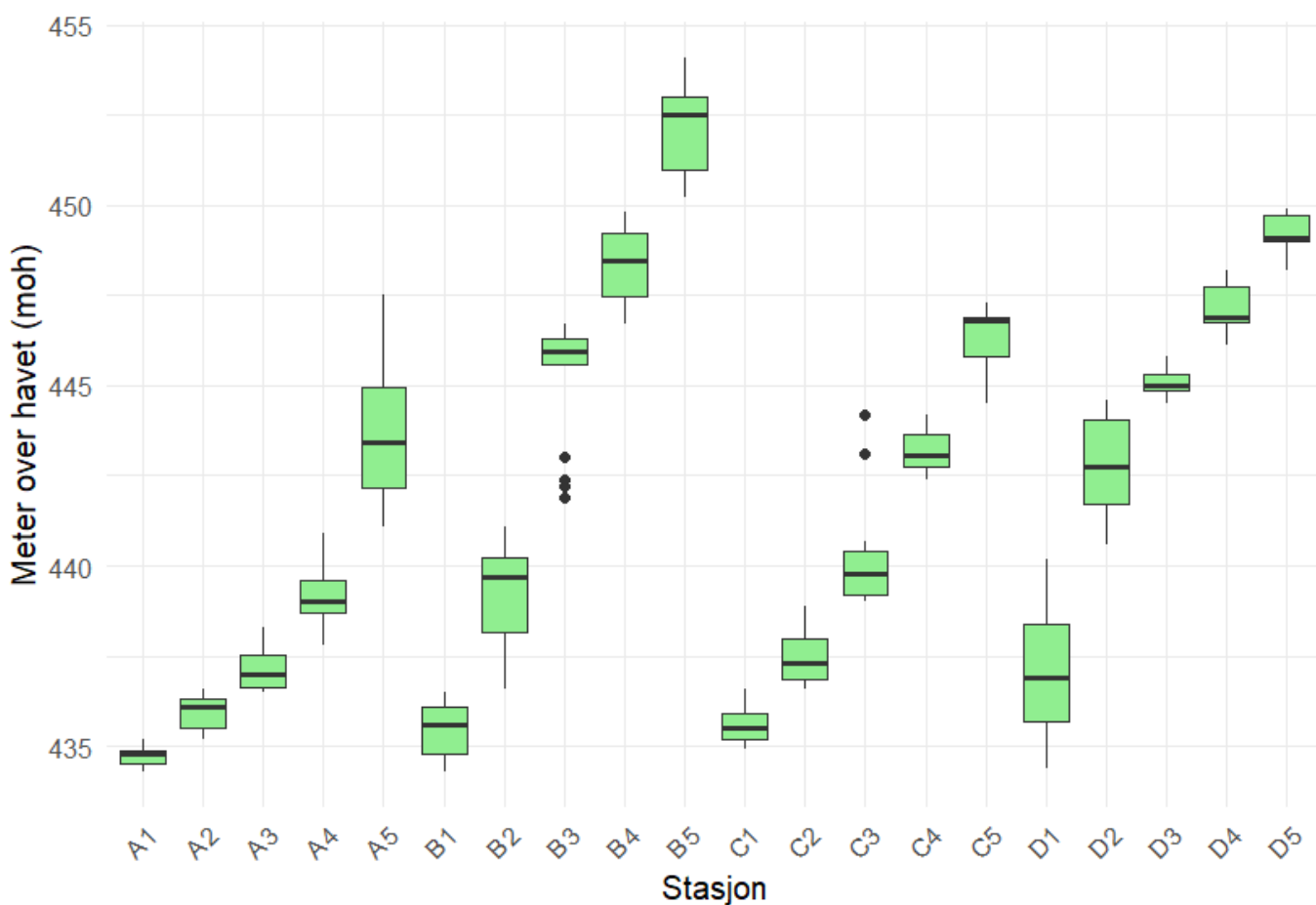
Videre ble det gjort fem korrelasjonsanalyser (Pearson's Products moment) i R studio for å undersøke sammenhengen mellom ørret 0+ og ørekyte, for å teste hypotesene mine H1 til H4. Analysene brukte variabler som prosentandel ørekyte, gjennomsnittlig tetthet, gjennomsnittslengde og helningsgrad per stasjon i bekk A – C. Stasjon B4 ble automatisk ekskludert fra ørekyte-analysene fordi det ikke ble registrert ørekyte. En lineær regresjon med konfidensintervall ble lagt til i figuren for å vise trender og usikkerhet. P-verdier under 0,05 ble brukt for å vurdere om korrelasjonen er statistisk signifikant.

Jeg sammenlignet mine data med veilederen for økologisk tilstand (Direktoratgruppen vanndirektivet, 2018) (Tabell 1), ved å lage en tabell som viser tilstanden for ørret 0+ i bekkene A – C for å teste hypotese H5. Beregningen er basert på antall fisk per 100m² for ørret 0+, som er beregnet etter Bohlin et al. (1989) per stasjon per år (9 år). Jeg tok gjennomsnittet av verdiene for vurdering av den økologiske tilstanden for ørret 0+ per stasjon, men når gjennomsnittet ikke viser antall fisk per 100m², bruker jeg minimum- og maksimumsverdiene per stasjon.

4 Resultater

4.1 Oversikt over høydegradient i bekker (A – D)

Det var forskjeller i høyde over havet på de ulike stasjonene innen hver av de fire undersøkte bekkene A-D (Figur 3). I bekk A øker høyden jevnt fra A1 (ca. 435 moh) til A5 (ca. 447 moh), med små variasjoner innen stasjonene. Bekk B har større variasjon, der B4 og B5 ligger høyest (rundt 449-453 moh). B3 og C3 skilte seg ut der de viste flere uteliggere, som var på grunn av målinger over kulvert/renne. Mønsteret var likt i bekk A og C, der det var en lik gradvis høydeforskjell, mens B og D er noe høyere enn A og C. I Traslebekken (bekk D) fantes det et vandringshinder for små fisk mellom stasjon D1 og D2.

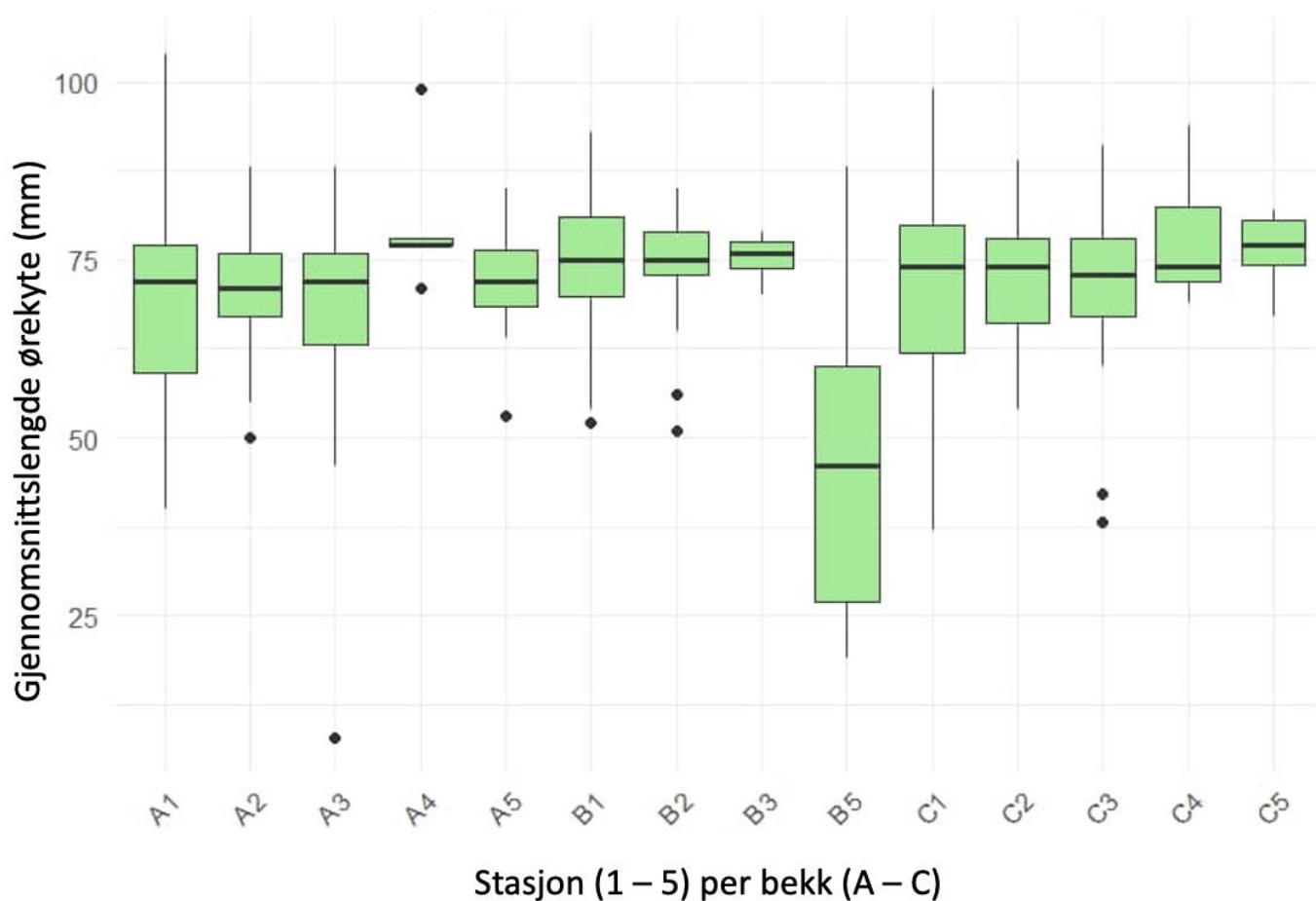


Figur 3: Boxplot over stasjonene innad i bekkene (A-D) og høyde over havet i meter (moh.). Hver boks representerer en stasjon. Den svarte streken i boksen er medianen som er den midterste verdien i datasettet for stasjonen. Selve boksen representerer der de fleste verdiene ligger fra 25 til 75 prosent (%), også kalt interkvartilavstand. Strekene utenfor boksen viser minimum og

maksimum av verdiene som ligger utenfor interkvartilavstand. Uteliggerne (svarte prikker) er målinger som ligger mye høyere eller lavere som skiller seg ut fra resten av målingene.

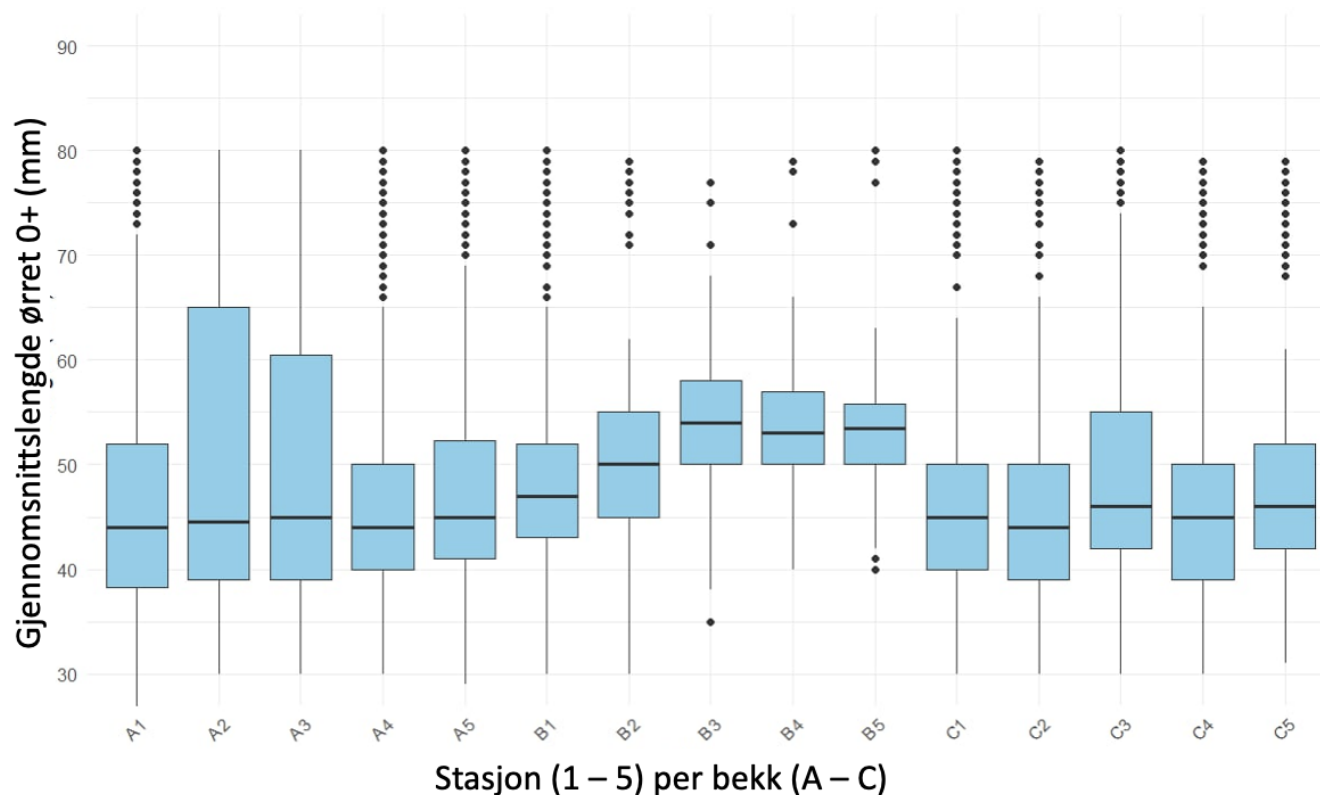
4.2 Gjennomsnittslengde ørret 0+ og ørekyte i bekker (A – C)

Gjennomsnittslengden (mm) hos ørekyte sammenlignet med stasjonene innad i de tre undersøkte bekkene (A – C), og var relativt like lange i alle stasjonene. Medianverdien på gjennomsnittslengden (mm) ligger på mellom 70 og 80 mm. B5 skilte seg ut med både lavere median og større spredning på gjennomsnittslengden. A1 og C1 har lik og større spredning i gjennomsnittslengden, sammenlignet med de andre stasjonene.



Figur 4: Lengdefordeling av ørekyte for hver stasjon og bekk. Hver boks representerer en stasjon. Den svarte streken i boksen er medianen som er den midterste verdien i datasettet for stasjonen. Selve boksen representerer der de fleste verdiene ligger fra 25 til 75 prosent (%), også kalt interkvartilavstand. Strekene utenfor boksen viser minimum og maksimum av verdiene som ligger utenfor interkvartilavstand. Uteliggerne (svarte prikker) er målinger som ligger mye høyere eller lavere som skiller seg ut fra resten av målingene.

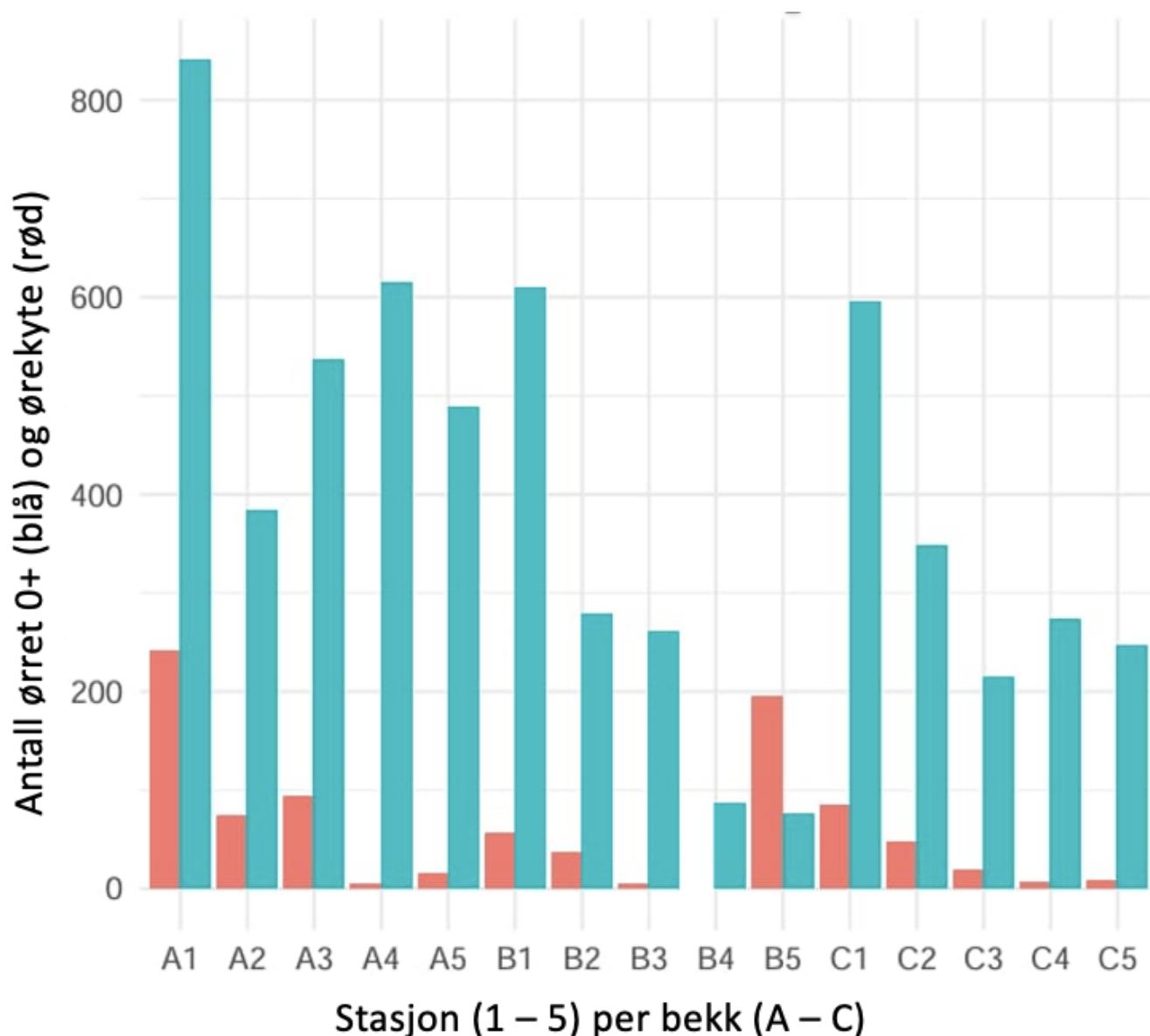
Det var små til moderate forskjeller i gjennomsnittslengden (mm) hos ørret 0+ på de ulike stasjonene innad i de tre bekkene som ble undersøkt (A – C). Her var gjennomsnittslengden til ørret 0+ rundt 45 mm i både bekk A og C, mens bekk B har en høyere gjennomsnittslengde som går fra ca. 47 mm til nesten 55 mm.



Figur 5: Fordeling av fiskelengden (mm) for ørret 0+ per stasjon i de tre bekkene A, B og C. Hver boks representerer en stasjon. Den svarte streken i boksen er medianen som er den midterste verdien i datasettet for stasjonen. Selve boksen representerer der de fleste verdiene ligger fra 25 til 75 prosent (%), også kalt interkvartilavstand. Strekene utenfor boksen viser minimum og maksimum av verdiene som ligger utenfor interkvartilavstand. Uteliggerne (svarte prikker) er målinger som ligger mye høyere eller lavere som skiller seg ut fra resten av målingene.

4.3 Antall ørret 0+ og ørekyte i bekker (A -C)

Det var stor forskjell i antall registrerte individer av ørret 0+ og ørekyte i de tre bekkene (A – C) samlet for ni år (Figur 6). Ørret 0+ dominerer i alle stasjonene, men unntak av stasjon B5 i bekk B. Det var ingen funn av ørekyte i stasjon B4 i bekk B. Ørekyte hadde høyere forekomst i de nederste stasjonene, og reduserte i takt med stasjonene oppover i bekken, som i bekk A og C. Dette var ikke tilfellet i bekk B, som hadde høyest andel ørekyte den i øverste stasjonen B5 i bekk B.



Figur 6: Antall registrerte individer av ørekyte og ørret 0+ over ni år, for alle stasjonene innad i de tre bekkene som er undersøkt A, B og C., der alle bekkene har 5 stasjoner. Røde stolper er ørekyte, blå stolper er ørret 0+.

4.4 Økologiske tilstand hos ørret 0+ i bekker (A – C)

Den økologiske tilstandsklassifiseringen hos ørret 0+ da jeg sammenlignet mine resultater med Tabell 1 i de tre bekkene (A – C), viste å ha en «svært god» økologisk tilstand i alle bekkene (Tabell 4). Bekk B hadde noe dårligere klassifisering, sammenlignet med bekk A og C, med økologisk tilstand i B4 «Moderat» og B5 «Dårlig». Tettheten av ørret 0+ var i gjennomsnitt var mye lavere i stasjon B4 og B5, enn de andre stasjonene i bekkene. Klassifiseringen deles inn i kategorier som svært god (blå), god (grønn), moderat (gul), dårlig (oransje) og svært dårlig (rød).

Tabell 4: Økologiske tilstandsklassifiseringen for de tre bekkene (A-C) de fem bekkestasjonene. Jeg har tatt i utgangspunkt for den stasjonær sympatrisk, habitatklasse 3, fordi ørekyte er den andre fiskearten i bekkene sammen med ørret 0+. I tabellen er det estimater av gjennomsnittet av antall ørret 0+/m² per stasjon for alle ni åra samla, basert på Bohlin et al. (1989). Tallene i parentes viser minimum og maksimum verdien for antall ørret 0+/m² per stasjon for alle ni åra samla. Klassifisering går fra «svært god» til «svært dårlig» økologisk tilstandsklassifisering som er et mål på hvor god tilstanden i bekkene er.

Bekk	Stasjon	Tilstand (Antall ørret 0+ / m ²)	Økologisk tilstand
A	A1	1,23 (2,14 – 0,70)	Svært god
	A2	0,60 (0,94 – 0,27)	Svært god
	A3	0,75 (1,24 – 0,27)	Svært god
	A4	0,88 (1,24 – 0,71)	Svært god
	A5	0,50 (0,81 – 0,22)	Svært god
B	B1	0,72 (1,12 – 0,35)	Svært god
	B2	0,32 (0,64 – 0,12)	Svært god
	B3	0,32 (1,11 – 0,01)	Svært god
	B4	0,10 (0,18 – 0,03)	Moderat
	B5	0,05 (0,11 – 0,02)	Dårlig

C	C1	0,63 (0,96 – 0,02)	Svært god
	C2	0,73 (1,73 – 0,00)	Svært god
	C3	0,28 (0,62 – 0,00)	Svært god
	C4	0,35 (0,97 – 0,00)	Svært god
	C5	0,23 (0,69 – 0,00)	Svært god

4.5 Habitatbruk og tetthetsavhengig respons hos ørret 0+ og ørekyte i bekker

4.5.1 Fordelingen av ørret 0+ og ørekyte på stasjonene i bekker (A – C)

Når jeg testet fordelingen av ørret 0+ og ørekyte i de tre bekkene (A – C) som er undersøkt, viste resultatene signifikante forskjeller mellom stasjonene innad i de tre bekkene (Tabell 5). Antall ørekyte synker med økende stasjon oppover i bekk A og C, men ikke i bekk B. Ørret 0+ har størst antall i bekk A, lavere antall i bekk C, og færrest antall ørret 0+ i bekk B. Kjikvadrat-testen viser at bekk B har de største forskjellene i fordelingen mellom antall ørret 0+ og ørekyte. Midlertidig er det usikkerhet til dette resultatet, ettersom ikke alle stasjoner i bekk B hadde mer enn fem registrerte ørekyter. I bekk A og C er fordelingen mellom artene mer lik, med mindre tydelige forskjeller, spesielt bekk C.

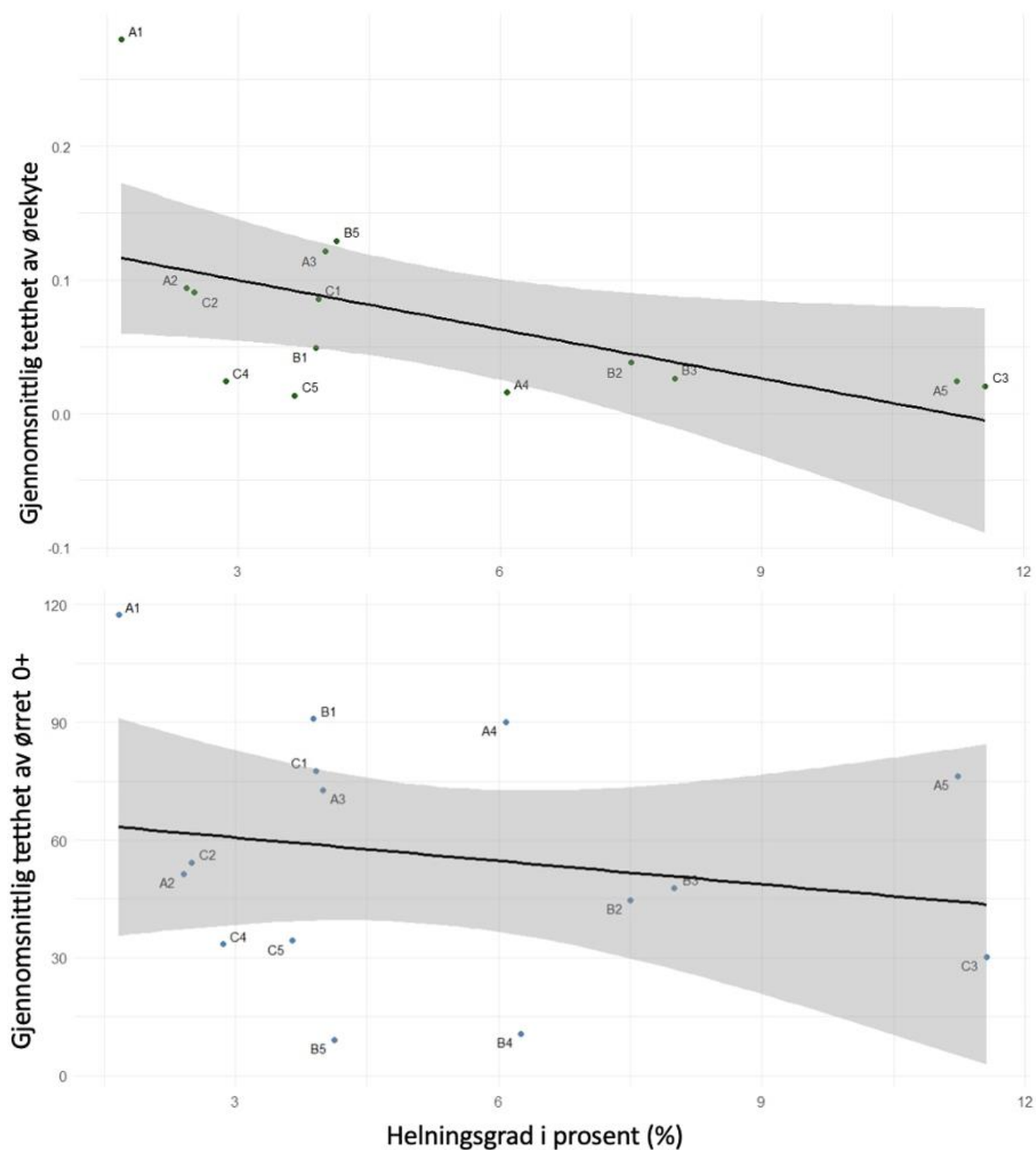
Tabell 5: Resultatene fra kjikvadrat-testen for sammenligning mellom antall ørret 0+ og ørekyte i bekkstasjonene i de tre bekkene (A – C).

Bekk	Kji-verdi χ^2	Frihetsgrader (df)	P-verdi	Tolkning
A	214,48	4	<0,0001	Signifikant
B	647,95	4	<0,0001	Signifikant
C	39,92	4	= 0,0045	Signifikant

4.5.2 Korrelasjonsanalyser mellom tetthet av ørret 0+ og ørekyte, og helningsgrad i prosent

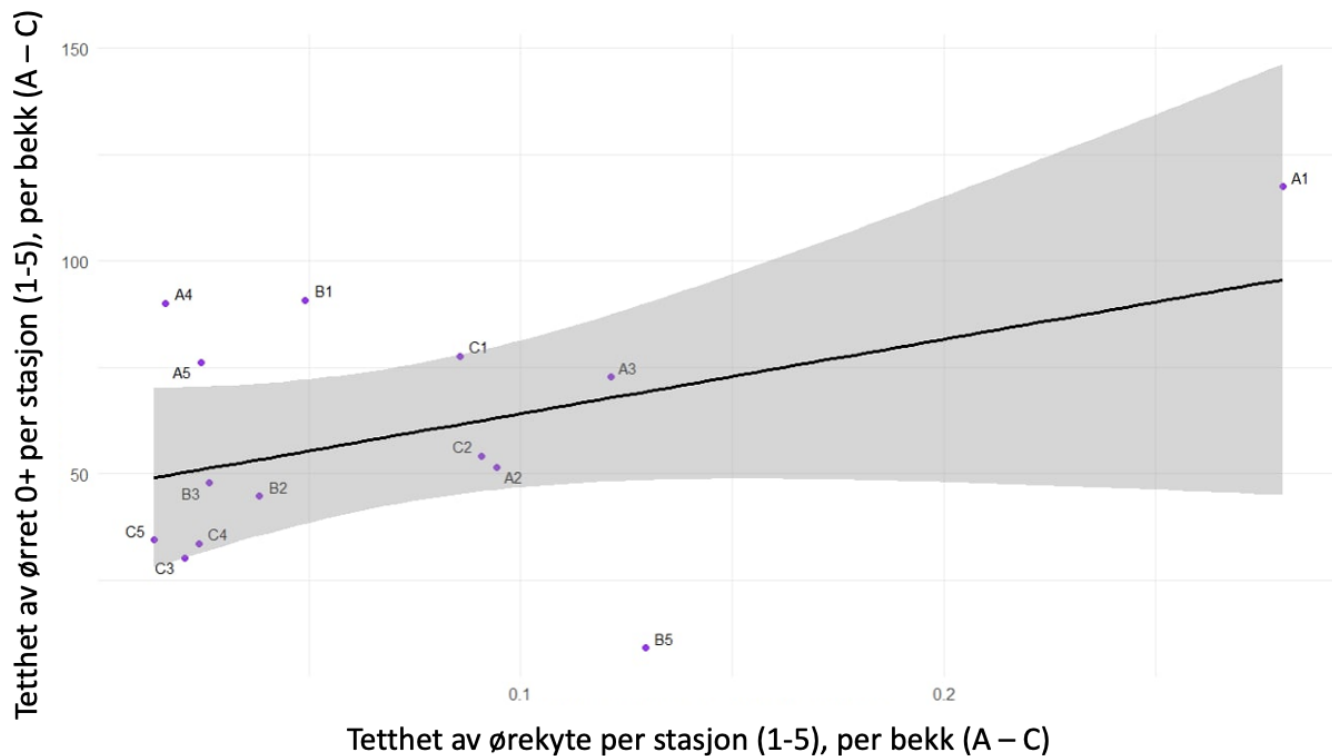
Når jeg testet om det var noen sammenheng mellom tetthet av ørekyte og helningsgrad på hver stasjon over de tre bekkene samlet, så viste resultatene en signifikant korrelasjon ($N=14$, $r=0,295$, $P=0,045$), der gjennomsnittlig tetthet av ørekyte sank med økende helningsgrad (Figur 7, øverste panel).

Når jeg tester om der var noen sammenheng mellom tetthet av ørret 0+ og helningsgrad på hver stasjon over de tre elvene samlet, så viste resultatene en ikke-signifikant korrelasjon ($N=15$, $r=0,039$, $P=0,480$), altså at det ikke var noen statistisk sammenheng (Figur 7, nederste panel)



Figur 7: Gjennomsnittlig tetthet av ørekyte samlet over alle år, og beregnet for hver stasjon. Helningsgrad i prosent er også beregnet for hver stasjon basert på meter over havet og lengde på stasjonene. To scatter plot med en svart linje, regresjonslinje. Grå sone viser konfidensintervall (usikkerheten) for linjen

Når jeg undersøkte om det var noen sammenheng mellom tetthet av ørret 0+ og tetthet av ørekyte, så viste testene en ikke-signifikant korrelasjon ($N=14$, $r=0,184$, $P=0,126$) (Figur 8). Det var altså ingen signifikant sammenheng mellom tetthet av ørekyte og tetthet av ørret 0+.



Figur 8: Sammenhengen mellom tetthet av ørekyte per stasjon og tetthet av ørret 0+ per stasjon. Helningsgrad i prosent er også beregnet for hver stasjon basert på meter over havet og lengde på stasjonene. To scatter plot med en svart linje, regresjonslinje. Grå sone viser konfidensintervall (usikkerheten) for linjen

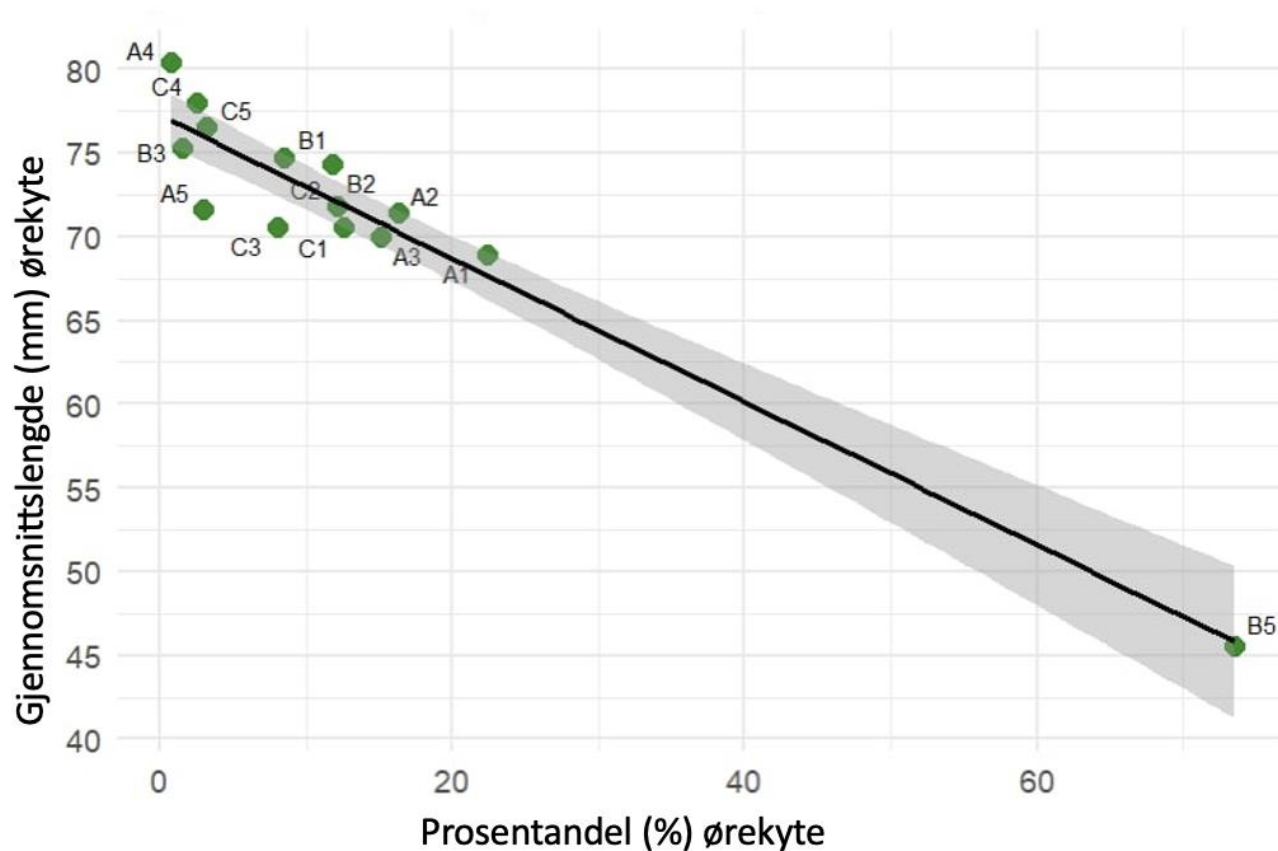
4.5.3 Korrelasjonsanalyser for gjennomsnittslengde hos ørret 0+ og ørekyte mot prosentandel ørekyte

Når jeg undersøkte om det var noen sammenheng mellom prosentandel ørekyte og gjennomsnittslengden til ørekyte, viste testen at det er en signifikant korrelasjon ($N=14$, $r=-0,91$, $P=<0,0001$) (Tabell 6). Det var altså en statistisk signifikant sammenheng mellom gjennomsnittslengde for ørekyte og prosentandel ørekyte (Figur 9). Gjennomsnittslengden sank med økende prosentandel ørekyte.

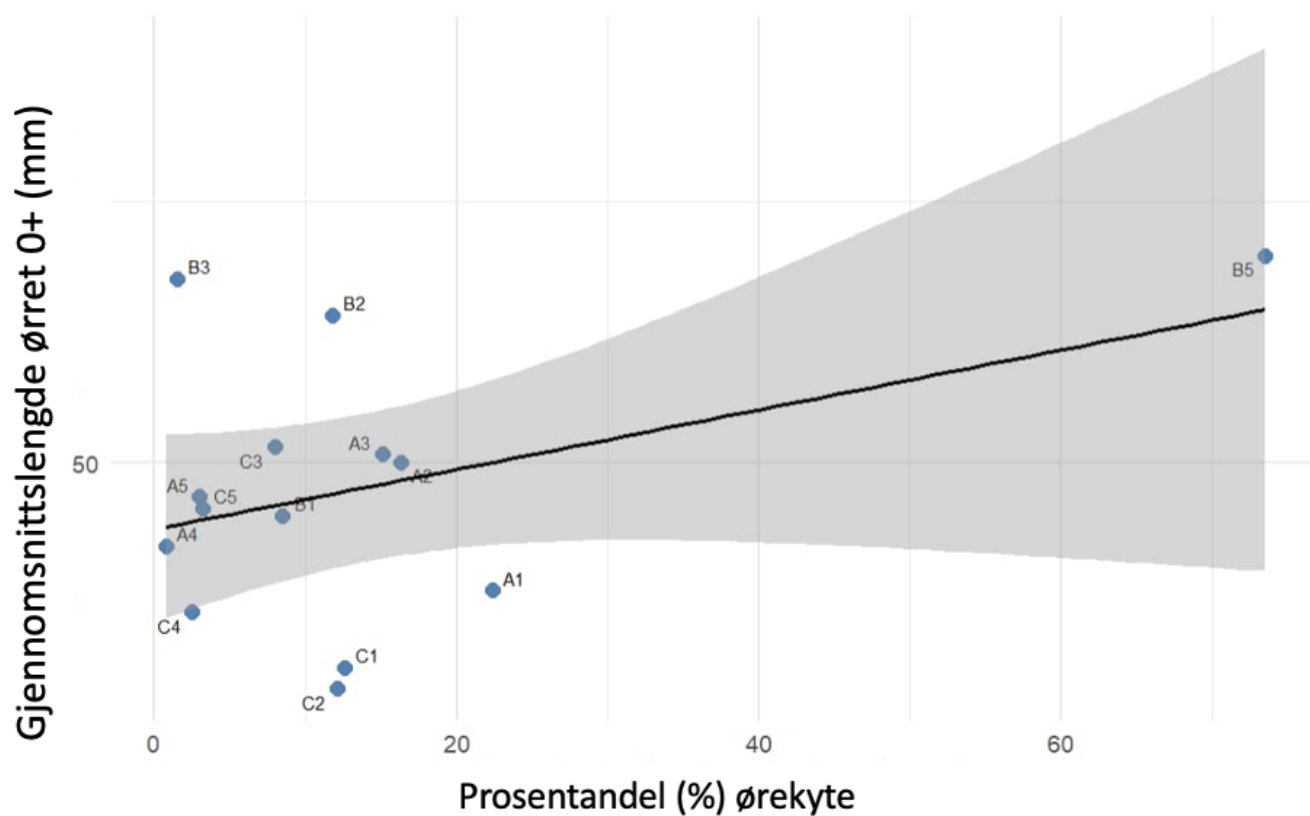
Når jeg undersøkte om det var noen sammenheng mellom prosentandel ørekyte og gjennomsnittslengde til ørret 0+, viste testen ingen statistisk korrelasjon ($N=15$, $r=0,38$, $P=0,179$) (Tabell 6). Altså så er det ingen statistisk signifikant sammenheng mellom prosentandel ørekyte og gjennomsnittslengde til ørret 0+ (Figur 10).

Tabell 6: Oversikt over korrelasjonsverdiene mellom prosentandel (%) ørekyte og gjennomsnittslengde (mm) for ørret 0+ og ørekyte. Korrelasjonskoeffisienten (r) forteller retningen og styrken i sammenhengen mellom variablene, som går fra -1 til +1. Her er -1 negativ sammenheng, 0 ingen sammenheng og +1 positiv sammenheng. P verdien sier noe om den statistiske signifikansen, som er vurdert statistisk signifikant dersom p-verdien er under 0,05.

Analyse	Korrelasjonskoeffisient (r)	P-verdi	N	Signifikans
Ørekyte gjennomsnittslengde (mm) mot % ørekyte	-0,91	< 0,0001	14	Svært signifikant
Ørret 0+ gjennomsnittslengde (mm) mot % ørekyte	0,38	= 0,179	15	Ikke signifikant



Figur 9: Sammenheng mellom gjennomsnittslengde hos ørekyte og prosentandel ørekyte per stasjon innad i hver av de tre bekkene (A – C). Helningsgrad i prosent er også beregnet for hver stasjon basert på meter over havet og lengde på stasjonene. To scatter plot med en svart linje, regresjonslinje. Grå sone viser konfidensintervall (usikkerheten) for linjen.



Figur 10: Sammenheng mellom gjennomsnittslengde hos ørret 0+ og prosentandel ørekyte per stasjon innad i hver av de tre bekkene (A – C). Helningsgrad i prosent er også beregnet for hver stasjon basert på meter over havet og lengde på stasjonene. To scatter plot med en svart linje, regresjonslinje. Grå sone viser konfidensintervall (usikkerheten) for linjen

5.0 Diskusjon

I min bacheloroppgave ønsket jeg å undersøke om ørekyte har en påvirkning på ørret 0+ i bekker (A – C), der resultatene fra analysene mine viser at ørekyte ikke har en negativ effekt på ørret 0+. Videre viser resultatene mine at en høyere prosentandel ørekyte korrelerte med lavere lengdevekst på ørekyte, mens en høyere prosentandel ørekyte ikke påvirket lengdevekst hos ørret 0+. Ørekyte hadde en korrelasjon med helningsgraden i bekkene, og forekommer oftere i stasjoner med lavere helningsgrad. Når jeg sammenlignet min beregning av antall/areal etter Bohlin et al. (1989) av ørret 0+ mot den nasjonale veilederen for karakterisering av økologisk tilstand, så viste det seg at alle tre bekkene hadde ”svært god” økologisk tilstand for ørret 0+.

5.1 Evaluering av metoder

Datamaterialet som er brukt i de statistiske analysene i bacheloroppgaven min er basert på de siste ni årene fra 2015 – 2024 (÷ 2017) fra Råsjøbekkene, som jeg mener gir et godt grunnlag for resultatene mine. Traslebekken er utelatt fra de statistiske analyser grunnet lav forekomst av ørret 0+ og ørekyte. Feltarbeidet er utført de samme to ukene i august, alle ni årene, som gir et representativt bilde av ørret 0+ og ørekytas mulige interaksjoner på denne tiden av året. Ulempen med dette designet, er at de to ukene kanskje bare gir et øyeblikksbilde, og ikke er representativt for hele året. Fangsten ble gjennomført med el-fiske med tre ganger overfiske, som er anbefalt standard av Bohlin et al. (1989). Denne metoden kan være mindre egnet for arter som ørekyte, fordi de er ofte veldig små og utfordrende å fange. Buene et al. (2025) påpeker at el-fiske kan underestimere forekomst av ørekyta på grunn av dens størrelse. Altså så kan jeg ha underestimert antall ørekyte i bekkene ved bruk av denne metoden. Dersom ørekyte oppholdt seg i stim i bekker, kan teiner være et annet alternativ for el-fiske, men dette vil ikke være representativt sammenlignet med fiskemetoden av ørret 0+ som gjøres med elfiske-apparat.

Værforholdene i 2024 var preget av mye regn som medførte høy vannføring, noe som kan ha påvirket fangbarheten negativt, og kan ha ført til underestimering av faktisk antall ørekyte og ørret 0+. Oppmålingen av høydedata i bekkene kan inneholde feilmålinger, fordi kartverket (Kartverket, 2025) ikke tar hensyn til veg, kulverter eller kulper, som kan gi uteliggere og kan over- eller underestimere høyden i bekken. Ulikt personell i felt over tid kan gi en variasjon i metoden, der erfaring og teknikk kan påvirke totalfangsten. Dette er en faktor som kan påvirke resultatene, og bør tas i betraktning.

De statistiske metodene som er brukt, kjikvadrat-test (Pearson's Chi-squared test) og Pearson's korrelasjonstest, passer godt for å teste hypotesene mine H1 – H5, fordi datamaterialet samsvarer i stor grad med analysenes forutsetninger. Ved å benytte flere analyser og sammenligning mellom artene og ulike faktorer, gir det et godt grunnlag for konklusjon av mine hypoteser. Likevel bør det tas med i betraktning mulige påvirkningsfaktorer som ikke er med i mine statistiske analyser, men som kan være med på å påvirkes ørekytas og ørretens interaksjoner. Det kan være ørret > 80 mm med forekomst i bekkene som kan påvirke mine resultater. Stasjon B4 ble fjernet i de statistiske analyser som omhandlet ørekyte på grunn av manglende registreringer av ørekyte på denne stasjonen. Dette sier noe om ulempen med kjikvadrat-testen, at færre enn fem observasjoner gir usikkerhet i dataene. Derfor kan en annen type kjikvadrat-test som er bedre egnet for et mindre utvalg, anbefales. I tillegg har ikke tetthet for ørekyte blitt beregnet før, og er dermed ikke en utprøvd metode, men for en god sammenligning mellom artene forutsetter det at tettheten av ørekyte beregnes på lik måte som for ørret (altså som antall/areal).

De tidligere studiene jeg bruker for sammenligningsgrunnlag med mine resultater, baserer seg i stor grad på undersøkelser fra innsjøen, Øvre Heimdalsvatn (Lien, 1981; Museth et al., 2003, 2007, 2010). Dette fordi interaksjoner mellom artene er lite studert i bekker, men bruk av eksisterende studier vann der de ser på interaksjoner mellom ørret og ørekyte er et nyttig sammenligningsgrunnlag for tolkning av mine resultater – selv om miljøforholdene er ulike.

5.2 H1 – Ørekyte og ørret 0+ forekommer i lik frekvens uavhengig av helningsgrad?

Mine resultater basert på kjikvadrat-testen, viser at fordelingen av antall ørekyte og ørret 0+ ikke forekommer i lik frekvens i de fem stasjonene i alle tre bekkene (A – C) (Tabell 5). I bekk B var det størst forskjeller mellom fordelingen av artene mellom stasjonene, med høyere forekomst av en art i en av stasjonene, og få til ingen forekomst av en art i annen en stasjon i bekken (bekk B). Sammenlignet med stolpediagrammet (Figur 6) over antall art (ørret 0+, ørekyte) mot stasjoner, ser man at B4 ikke har forekomst av ørekyte, mens B5 har en veldig høy forekomst av ørekyte. Dette kan indikere at miljøforholdene i stasjonen uten ørekyte, ikke favoriseres av ørekyte – eller utgjør en barriere for arten. Dette kan samsvare med studiet til Tyler & Gilliam (1995), som undersøkte i en kunstig elv der vannhastighet og mattilgang ble manipulert, som resulterte at ørekyte trivdes bedre i roligere strøm til tross for redusert mattilgang, enn i sterkere strøm med økt mattilgang. Dette fordi det koster mer energi for ørekyta å stå i ro i høy vannhastighet. Videre viser andre studier at ørret (<7

cm) har en preferanse for grunne stryk (Jonsson & Jonsson, 2011a), noe som kan tyde på at ørret 0+ er bedre tilpasset høyere vannhastighet enn ørekyte i bekker. Dette kan man se i stolpediagrammet der antall ørret 0+ hadde en høyere forekomst i de øvre stasjonene, enn ørekyte, i spesielt bekk A og C. Likevel har ørret 0+ en generell høyere forekomst i antall enn ørekyte i alle bekkene (A – C), fordi ørret tyder å være den dominerende fiskearten i bekkene.

For å bygge videre på resultatene fra kjiqvadrat-testen, ble det gjort korrelasjonsanalyser for å se på tettheten av ørret 0+ og tettheten av ørekyte, mot helningsgraden i bekkene (Figur 7). Resultatene viste at forekomsten av ørekyte ser ut til å avta med økende helningsgrad, som i stasjon B4. Den svært lave tettheten i stasjon B3 kan skyldes et vandringshinder, som en kulp eller kulvert før stasjonen, som kan hindre spredning av ørekyte oppstrøms til B4. Derimot er det høy forekomst av ørekyte i B5 som kan komme av at det er ørekyte i vannet ovenfor bekken, og da kunne det vært naturlig at ørekyte vandret nedstrøms til stasjon B4. Stasjon B5 har en lavere helningsgrad med roligere vannføring, som kan tyde på at ørekyta trives bedre i et slikt habitat.

Bekk A og C har ikke en like tydelig forskjell i fordeling av forekomsten av ørret 0+ og ørekyte, som bekk B har, men det kan tyde på at artene påvirkes av økende helningsgrad i bekkene. Bekk B tyder et annet mønster, enn bekk A og C, der artene sannsynligvis reduseres i takt med helningsgraden, altså fra høy til lavere forekomst når de kommer høyere opp i bekken. Bekk C viser enda svakere forskjeller i fordelingen av artene, som kan tyde på at habitatet er mer homogent (uten store variasjoner), som man kan sammenligne i stolpediagrammet der artene har forekomst i takt med den økende helningsgraden, spesielt for ørekyte. Dette går igjen i bekk A, men der er det større forskjeller i sammensetningen av både ørret 0+ og ørekyte. Basert på resultatene mine kan det tyde på habitatsegresjon, særlig hos ørekyte, som forekommer oftere i bekker med lav helningsgrad, som kan være på grunn av lavere vannhastighet.

Med bakgrunn av tolkningen av mine resultater, forkastes hypotese H1 «ørekyte og ørret 0+ forekommer i lik frekvens uavhengig av helningsgrad», fordi ørekyte og ørret 0+ ikke forekommer i lik frekvens uavhengig av helningsgrad.

5.3 H2 – Gjennomsnittslengden av ørekyte er uavhengig av prosentandel ørekyte?

I resultatene fra korrelasjonsanalysen med gjennomsnittslengde av ørekyte mot prosentandel ørekyte, var det en klar sammenheng mellom høyere andel ørekyte og redusert vekst hos ørekyte.

Det var en lavere gjennomsnittslengde av ørekyte i takt med økende prosentandel ørekyte (Tabell 6 og Figur 9). Dette kan antyde at ørekytebestanden preges av mange små individer, slik man kan se under tett rekruttering og lite predasjon (Museth et al., 2003). Sammenlignet med de andre stasjonene i de tre bekkene, er det stasjon B5 som skiller seg ut med lavest lengdevekst hos ørekyte. Dette kan sammenlignes med funn fra Museth et al. (2003) fra Øvre Heimdalsvatn, der høy tetthet av ørekyte i littoralsonen reduserte sin egen vekst. Dette kan begrunnes som følge av intraspesifikk konkurranse, med økt konkurranse om habitat og næring. Ifølge Pethon (2005), er normal størrelsen på ørekyte ca. 8 – 10 cm, men sammenlignet med stasjon B5 er lengdeveksten nesten halvert fra normalstørrelsen. Dette kan også ha noe med når på året ørekyte er fanget i forhold til forventet lengdevekst, og hvor gammel ørekyta er. Stasjon B5 var den som skilte seg mest ut av alle stasjonene, som kan bety andel ørekyte påvirker lengdevekst hos ørekyte. Dette fordi konfidensintervallet er lavt, som vil si at det ikke er en stor usikkerhet i analysen når stasjonene har en lineær nedgang. Likevel kan det være at stasjon B5 er et godt habitat for ørekyte, der også yngre individer trives, noe som kan bidra med å dra ned gjennomsnittslengden på ørekyta.

Basert på tolkningen av resultatene mine, der prosentandel av ørekyte påvirker gjennomsnittslengden av ørekyte, kan derfor, hypotesen H2 «gjennomsnittslengden av ørekyte er uavhengig av prosentandel ørekyte» forkastes.

5.4 H3 – Gjennomsnittslengden av ørret 0+ er uavhengig av prosentandel ørekyte?

I min korrelasjonsanalyse over prosentandel ørekyte mot gjennomsnittslengden av ørret 0+, ble det funnet en svak, men ikke signifikant korrelasjon i bekkene (A – C) (Tabell 6 og Figur 10). Dette kan tolkes som at ørret 0+ har god overlevelse og lengdevekst i bekker med forekomst av ørekyte, og ikke påvirkes nevneverdig av høy forekomst av ørekyte. Imidlertid viste Museth et al. (2007, 2010) resultater fra Øvre Heimdalsvatn i at forekomst av ørekyte i littoralsonen kan gi en negativ effekt på ørretbestanden ved reduksjon av vekst og rekrutteringspotensiale på grunn av mat- og habitatkonkurranse. Dette antydes ikke å være tilfellet basert på mine resultater fra de små bekkesystemene i Råsjøen.

I bekk B har ørret 0+ en generelt høyere gjennomsnittslengde (Figur 5), som kan bety lavere intraspesifikk konkurranse for habitat og næring på grunn av den reduserte tettheten av ørret 0+, til tross for økende andel ørekyte i stasjon B5. Midlertidig viser Borgstrøm et al. (1996) til i sine

resultater fra Øvre Heimdalsvatn at ørekyte i littoralsonen hadde en innvirkning på redusert størrelse på ørretkohorter, men en individuell vekst hos ørret som ikke endret seg. Borgstrøm et al. (1996) tydet at det skyldes kannibalisme hos større ørret på mindre individer av ørret, som følge av næringskonkurranse. Dette kan være et tilfelle i bekk B, som med årsak av lav forekomst av ørret 0+, men det kan være tvilsomt da stasjonene innenfor bekk B, har lav til manglende forekomst av ørekyte, utenom stasjon B5. Midlertidig viser Jonsson & Jonsson (2011a, 2011b) til at situasjoner med lav rekruttering og økende konkurranse hos ørret, kan at det forekomme tetthetsavhengig vekst først, deretter økt dødelighet året etter. Dette ser ikke ut for å gjelde for ørret 0+ i bekkene A – C, med lite tegn til høy konkurranse når ørret 0+ har en relativt lik lengdevest for alle stasjonene i alle bekkene (Figur 5).

Dermed kan hypotesen H3 «gjennomsnittslengden av ørret 0+ er uavhengig av prosentandel ørekyte» ikke forkastes, da det tyder på at prosentandel ørekyte ikke påvirker lengdevest hos ørret 0+.

5.5 H4 – Tettheten av ørret 0+ er uavhengig av tettheten av ørekyte?

Resultatene fra min korrelasjonsanalyse viste at det ikke var noen sammenheng mellom tettheten av ørret 0+ mot tetthet av ørekyte i bekkene (A – C) (Figur 8). Dette kan tyde på at det er lav konkurranse om næring og habitat, da ørekyte tilsynelatende ikke påvirker ørretens rekruttering. Lien (1981) påviste i sin studie en lav grad av direkte konkurranse mellom artene, der han undersøkte næringsvalg og populasjonsdynamikk hos ørret på bakgrunn av introduksjonen av ørekyte og dens påvirkning på ørret. Studiet ble gjort i Øvre Heimdalsvatn, og antydnet at en potensiell effekt av økning i ørekytebestanden kunne påvirke artssammensetningen negativt (Lien, 1981). Basert på mine resultater, kan ikke dette være tilfellet i bekkene (A – C), da stasjoner med høy ørekyte-tetthet henholdsvis ikke har gitt en effekt på tettheten av ørret 0+. Det kan likevel være lokale effekter, som i stasjon B5, der høy tetthet av ørekyte og lav tetthet av ørret 0+ kan henge sammen. Dette gjelder derimot ikke for andre stasjoner, som stasjon 1, hvor begge artene forekommer i høye tettheter (Figur 6)

Resultatene viser at tettheten av ørekyte ikke påvirker tettheten av ørret 0+, som kan med årsak være at tettheten av ørekyte har vært kunstig holdt nede, da fanget ørekyte blir avlivet under feltarbeidet hvert år. Det kan redusere ørekytas rekrutteringspotensiale, og kan gi et mindre representativt bilde

på hvordan tettheten av ørekyte hadde vært dersom den ikke ble avlivet hvert år. Et omfattende uttak av ørekyte har også blitt gjennomført i Råsjøen av lokalt engasjerte personer (Jonsen R., personlig kommunikasjon). Dersom dette uttaket hadde hatt en effekt på bekkene, ville man forvente lavere forekomst av ørekyte i de nedre stasjonene (stasjon 1), hvor forholdene er gunstige med klare og strømmende partier (Pethon, 2005). Forekomsten av ørekyte i de nedre stasjonene tyder på at tettheten i bestanden ikke er redusert. Det ble ikke registrert ørekyte fra november 2017, som kan tyde på at ørekyta forekommer i bekker i en henholdsvis kort periode og ikke er stedbunden til bekker. Dersom dette er tilfellet, kan potensiell predasjon og konkurranse om habitat og mat være begrenset fordi effekten av ørekyte på ørret 0+ vil være midlertidig i bekkene, når sameksistensen av artene da kun skje i deler av sesongen.

Basert på min tolkning av resultatene mine, forkastes derfor ikke hypotesen H4 «tettheten av ørret 0+ er uavhengig av tettheten av ørekyte», fordi det ikke antydes at tettheten av ørekyte korrelerer med tettheten av ørret 0+.

5.6 H5 – Økologisk tilstand på ørret 0+ er uavhengig av ørekyte forekomst?

Jeg beregnet den økologiske tilstanden for ørret 0+ for stasjonær sympatrisk, habitatklasse 3, i tre bekker (A – C) (Tabell 4), ved bruk av veilederen for økologisk tilstandsklassifisering (Tabell 1). I utgangspunktet skal også eldre årsklasser inkluderes i denne beregningen, men fordi jeg ønsker å undersøke rekrutteringen av ørret 0+, ekskluderes eldre årsklasser av ørret. Ved å gjøre dette kan man risikere å underestimere den økologiske tilstanden i enkelte stasjoner. Dette kan medføre at enkelte områder vurderes som svakere enn de i utgangspunktet hadde vært, fordi det vil være et lavere antall individer som inkluderes i beregningen, enn om de eldre årsklassene ble inkludert. Ørret 0+ sin økologiske tilstand i de tre bekkene, viste «svært god» økologisk tilstand i 13 av 15 stasjoner for ørret 0+, til tross for ørekytas tilstedeværelse i bekkene. Dette kan antyde at forekomsten av ørekyte henholdsvis ikke påvirker rekrutteringen av ørret negativt, som tidligere er antatt i Øvre Heimdalsvatn (Museth et al. (2003, 2007, 2010). Midlertidig samsvarer resultatene mine med studien til Linløkken (2024) som undersøkte i Flagstadelva ved Mjøsa, med fokus på ørretens rekruttering og artssammensetning inkludert registreringer av ørekyte og steinulke. Linløkken (2024) viser til en «svært god» økologisk tilstandsklassifisering av ørret i vassdraget som ble undersøkt. Dette kan tyde på at den økologiske tilstandsklassifiseringen for bekker og små elver henholdsvis ikke er like representativ for alle lokaliteter og artssammensetninger. Den økologiske

tilstandsklassifiseringen for ørret 0+, både i sympatriske og i allopatriske bekker og små elver, kan oppnå «svært god» tilstand for ørret 0+, selv med forekomst av ørekyte.

Likevel kan miljøfaktorer, som vannkjemiske forhold, påvirke økologisk tilstand. I forbindelse med Råsjøprosjektet er det et kalkningsprogram, som har med mål om å motvirke forsuring i bekkene for å bevare ørretpopulasjonen (Pettersen & Wold, 2019). Vannkjemiske forhold, som pH, er en viktig faktor for overlevelse og rekruttering hos ørret og ørekyte. Ørret er mer følsom for forsuring enn ørekyte (Linløkken, 2024; Pethon, 2005), noe som kan være med på å forklare lav forekomst av ørret 0+ og ørekyte i Traslebekken (bekk D), som er den første bekken der kalking ble avsluttet (Pettersen & Wold, 2019). Likevel fant jeg ingen vesentlig forskjell i forekomsten av artene i bekkene (A – C), men pH varierte i stor grad. Bekk B hadde lavest gjennomsnittlig, samt lav tetthet av både ørret 0+ og ørekyte. Variasjonen i pH-verdiene gjør det likevel vanskelig å konkludere med at pH alene forklarer den reduserte økologiske tilstanden i stasjon B4 og B5. Det er mer sannsynlig at både vannkemi og andre lokale forhold påvirker forekomsten av artene.

Basert på min tolkning av resultatene forkastes derfor ikke hypotesen H5 «økologisk tilstand på ørret 0+ er uavhengig av forekomst av ørekyte», når den økologiske tilstanden på ørret 0+ ikke påvirkes av ørekyte i bekker. Dersom Råsjøen hadde hatt en bekk uten ørekyte hadde det vært ideelt og brukt den for sammenligning av økologisk tilstand med resultatene fra bekken som har forekomst av ørekyte.

5.7 Samlet vurdering av interaksjonene mellom ørret 0+ og ørekyte

Resultatene mine viser at forekomst ørekyte har en negativ effekt på rekruttering og lengdevekst av ørret 0+ i de undersøkte bekkene. Resultatene viser at ørret 0+ har en relativt jevn vekst for alle stasjonene, og ha «svært god» økologisk tilstand for ørret 0+ i alle bekkene, selv i områder med høyere forekomst av ørekyte, som i de nedre stasjonene i bekkene. Det ble ikke funnet en sammenheng mellom tettheten av ørekyte og tettheten av ørret 0+, noe som svekker teorien om direkte konkurranse om habitat og næring. Likevel var det en korrelasjon mellom prosentandel ørekyte mot gjennomsnittslengde av ørekyte, som kan sannsynliggjøre tetthetsavhengig vekst av ørekyte når dens tetthet er høy (Museth et al., 2003). Det ble også vist en korrelasjon mellom helningsgrad i bekkene mot tetthet av ørekyte, som viser at økende helningsgrad medførte lavere

tetthet av ørekyte, som samsvarer med studiet til Tyler & Gilliam (1995) om at ørekyte trives i elv med lavere vannhastighet.

Den økologiske tilstandsklassifiseringen for ørret 0+ ble vurdert som «svært god» i en sympatrisk bestand med forekomst av ørekyte i bekkene i Råsjøen, som utfordrer veilederen for klassifisering av økologisk tilstand (Direktoratgruppen vanndirektivet, 2018) om at forekomst av ørekyte medfører en negativ effekt på ørret. Avvikende resultater slik som lav tetthet av begge arter, som i stasjon B4, kan være med årsak at helningsgrad kan i dette tilfellet være mer begrensende, enn høy konkurranse mellom artene. Dermed så tyder resultatene på at ørekyte og ørret 0+ kan sameksistere i bekker.

5.8 Forvaltningsforslag

Dagens forvaltning bygger i stor grad på at ørekyte har en negativ effekt på rekrutteringen av ørret, basert på studier fra Øvre Heimdalsvatn (Lien, 1981; Museth et al., 2003, 2007, 2010). Disse tidligere detaljerte studiene ble gjennomført ved å undersøke mulige negative interaksjoner mellom ørekyte og ørret i innsjøen over flere år. Resultatene mine utfordrer påstanden om at ørekyte har negativ effekt på ørret, når jeg ikke har funn på at ørekyte påvirker tetthet eller lengdevekst hos ørret 0+ i bekker. Min studie bidrar til å dekke hull i kunnskapsgrunnlaget. Man bør se hele livssyklusen til ørekyte og ørret i sin helhet for å kunne vurdere den potensielle livslange negative effekten ørekyte kan ha på ørret. Mine resultater og tolkninger, indikerer at det kan være behov for økt kunnskap om interaksjoner mellom ørekyte og ørret i både bekker, elver og innsjøer, ved å studere dem igjennom året for en best mulig forvaltningsstrategi.

Datagrunnlaget som ligger til grunn for mine analyser er relativt robuste med ni års kontinuerlige registreringer (÷ 2017). Samtidig er det viktig å merke seg at datainnsamlingen er begrenset til en to-ukers periode i august hvert år, som sannsynligvis gir et pålitelig øyeblikksbilde, men fanger ikke opp dynamikken gjennom sesongen. For å bygge videre på funnene mine, foreslår jeg å utføre feltundersøkelser flere ganger i året over en lengere periode, over flere år. Dette for å få bedre innsikt med hensyn på når artene oppholder seg sammen i bekkene. Fraværet av ørekyte i enkelte deler av året, som antydte i 2017, kan tyde på at arten bare bruker bekkene i deler av sin livssyklus. Derfor bør videre feltundersøkelser undersøke om ørret 0+ endrer habitatbruk eller oppholds mønster i bekker der ørekyte er fraværende, sammenlignet med områder der artene lever sympatrisk. Dette kan gi innsikt i om tilstedeværelsen av ørekyte påvirker ørretens habitat- og ressursbruk.

Tatt i betraktning at ørekyte har en negativ effekt på ørret, som vist fra tidligere studier (Museth et al., 2007, 2010), anbefaler jeg derfor å kartlegge ørekytas og ørretens ressursbruk i bekker hele året, inkludert bunndyrtetthet og matpreferanse i interspesifikk konkurranse, samt å undersøke potensialet for predasjon på egg til ørret. Denne kartleggingen, vil kunne gi økt kunnskap om interaksjonene mellom artene og i hvilken grad de konkurrerer om de samme nisjene. Videre anbefales det å undersøke om ørekyteuttak i bekkene og i Råsjøen har hatt effekt på å redusere bestanden, og om dette har bidratt til økt rekruttering av ørretbestanden. Dette kan gjennomføres ved at ørekyte blir sluppet ut igjen i et kontrollert område i bekken, i motsetning til tidligere praksis ved avling av ørekytefangst, samt å redusere/avslutte utfisking av ørekyte i Råsjøen. Et annet forsøk kan være å ha innhegninger i bekkestasjoner og i strandsonen i innsjøen der man plasserer ut ørekyte og ørret sammen i ulike proporsjoner, for å undersøke veksten.

6.0 Konklusjon og videre anbefalinger

I denne bacheloroppgaven undersøkte jeg om ørekyte kan ha en negativ effekt på ørret 0+ i tre bekker (A – C), og brukte statistiske analyser for å teste hypotesene mine (H1 – H5). Basert på resultatene mine, har ikke ørekyte en negativ effekt på ørret 0+ i de undersøkte bekkene, da ørret 0+ sin tetthet og lengdevekst over tid er relativt normal. Samtidig indikerer det at økt tetthet av ørekyte kan begrense sin egen lengdevekst, noe som kan tyde på intraspesifikk konkurranse. Min tolkning basert på resultatene mine, utfordrer studiene som viser til at ørekyte har en negativ effekt på rekrutterende ørret, og som har preget senere forvaltningsstrategier på ørekyte mot ørret. For å sikre en bedre forvaltning av ørret 0+ og ørekyte, bør det legges til rette for en lokaltilpasset forvaltning basert på artssammensetningen og miljøforhold i hver enkelt innsjø og vassdrag. Dette innebærer å gjennomføre feltundersøkelser for å kartlegge interaksjoner mellom artene, med fokus på blant annet rekruttering, habitatbruk og tetthet hos ørret i både sympatriske og allopatriske bestander.

Det bør også undersøkes hvordan uttak av ørekyte i Råsjøen og i bekkene påvirker ørekytebestanden og rekrutteringen av ørret i bekkene A – C. Slike feltundersøkelser kan gi viktig kunnskap for å utvikle bedre forvaltningsstrategier som støtter både naturlig rekruttering og forekomst av ørret 0+ og ørekyte med lav interspesifikk konkurranse.

Litteratur

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T. G., Rasmussen, G. H., & Saltveit, S. J. (1989). *Electrofishing—Theory and Practice with Special Emphasis on Salmonids*.

https://www.researchgate.net/publication/227323982_Electrofishing-Theory_and_Practice_with_Special_Emphasis_on_Salmonids

Borgstrøm, R., Brittain, J. E., Hasle, K., Skjølås, S., & Dokk, J. G. (1996). *Reduced Recruitment in Brown trout Salmo trutta, the Role of Interactions with the Minnow Phoxinus phoxinus*.

ResearchGate.

https://www.researchgate.net/publication/259262834_Reduced_Recruitment_in_Brown_trout_Salmo_trutta_the_Role_of_Interactions_with_the_Minnow_Phoxinus_phoxinus

Buene, E., Bolle, F. A. H., & Heggenes, J. (2025). *Naturlig rekruttering av ørret i små sidebekker til Norsjø i Skiensvassdraget*. Universitetet i Sørøst-Norge. https://openarchive.usn.no/usn-xmlui/bitstream/handle/11250/3185522/Skriftserie_164_Buene_Bolle_Heggenes.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Direktoratgruppen vanndirektivet. (2018). *Klassifisering av miljøtilstand i vann*.

<https://www.statsforvalteren.no/siteassets/fm-agder/dokument-agder/miljo-og-klima/mudring-utfylling-og-dumping/2018---02-veileder-klassifisering-av-miljotilstand-i-vann-27.10.20-1.pdf>

Forsgren, E., Hesthagen, T., Finstad, A., Wienerroither, R., Nedreaas, K., & Bjelland, O. (2018, juni 5). *Phoxinus phoxinus, vurdering av økologisk risiko. Fremmedartslista 2018*. Artsdatabanken.

<https://artsdatabanken.no/Fab2018/N/2795>

Gardener, M. (2017). *Statistics for Ecologists Using R and Excel: Data collection, exploration, analysis and presentation*.

Hesthagen, T., & Østborg, G. (1999). *Kartlegging av naturlige fiskesamfunn i innsjøer på Østlandet*.

<https://nina.no/archive/nina/PppBasePdf/oppdragsmelding/604.pdf>

Holthe, E., Lund, E., Finstad, B., & Thorstad, E. B. (2009). *Swimming performance of the European minnow*. Boreal Environment Research.

https://www.researchgate.net/publication/286912139_Swimming_performance_of_the_European_minnow

Holthe, E., Lund, E., Finstad, B., Thorstad, E. B., & McKinley, R. S. (2005). A fish selective obstacle to prevent dispersion of an unwanted fish species, based on leaping capabilities. *Fisheries Management and Ecology*, 12(2), 143–147. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2004.00436.x>

Huitfeldt Kaas, H. (1918). *Ferskvandsfiskenes utbredelse og indvandring i Norge: med et tillæg om krebsen* [Notfiction]. Centraltrykkeriet.

<https://www.nb.no/items/259088192ed16acfd94f632f3d9c1612?page=21&searchText=%C3%B8rkyte>

Jonsson, B., & Jonsson, N. (2011a). Chapter 3 Habitat Use. I *Ecology og Atlantic Salmon and Brown Trout. Habitat as a Template for Life Histories* (Bd. 33).

https://www.researchgate.net/publication/230560018_Ecology_of_Atlantic_salmon_and_Brown_Trout_Habitat_as_A_Template_For_Life_Histories

Jonsson, B., & Jonsson, N. (2011b). Chapter 8 Recruitmaent, Mortality and Longevity. I *Ecology og Atlantic Salmon and Brown Trout. Habitat as a Template for Life Histories* (Bd. 33).

https://www.researchgate.net/publication/230560018_Ecology_of_Atlantic_salmon_and_Brown_Trout_Habitat_as_A_Template_For_Life_Histories

Jørgensen, M. (2021). *Hvordan påvirker vannkvaliteten i fire bekker livshistoriestrategien til ørret (Salmo trutta) i bekker*. <https://rfa.no/wp-content/uploads/2021/11/J%C3%B8rgensen2021.pdf>

Kartverket, S. (2025, februar 15). *Høydedata*. <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>

Lien, L. (1981). *Biology of the minnow Phoxinus phoxinus and its interactions with brown trout Salmo trutta in Øvre Heimdalsvatn, Norway*. <https://www.jstor.org/stable/3682539>

Linløkken, A. N. (2024). *Ørreten (Salmo trutta) i Flagstadelva—Viktige rekrutter til storørretbestanden i Mjøsa* *Ørreten (Salmo trutta) i Flagstadelva—Viktige rekrutter til storørretbestanden i Mjøsa*.

https://www.researchgate.net/publication/386466087_Orreten_Salmo_trutta_i_Flagstadelva_-_viktige_rekrutter_til_stororretbestanden_i_Mjosa

Lov om dyrevelferd—Lovdata. (2025, mai 13). <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-97>

Museth, J., Borgstrøm, R., & Brittain, J. E. (2010). Diet overlap between introduced European minnow (*Phoxinus phoxinus*) and young brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, Øvre Heimdalsvatn: A result of abundant resources or forced niche overlap? *Hydrobiologia*, 642(1), 93–100.
<https://doi.org/10.1007/s10750-010-0162-6>

Museth, J., Borgstrøm, R., Hame, T., & Holen, L. Å. (2003). Predation by brown trout: A major mortality factor for sexually mature European minnows. *Journal of Fish Biology*, 62(3), 692–705.
<https://doi.org/10.1046/j.1095-8649.2003.00059.x>

Museth, J., Hesthagen, T., Sandlund, O. T., Thorstad, E. B., & Ugedal, O. (2007). The history of the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) in Norway: From harmless species to pest. *Journal of Fish Biology*, 71(sd), 184–195. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01673.x>

Norges geologiske undersøkelse. (2025, mai 11). *Berggrunn—Nasjonal berggrunndatabase.*
https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/

Norsk institutt for naturforskning NINA. (2017). *Spredning av ørekyt ødelegger aurevann.*
[file:///Users/idamoenfrisberg/Downloads/2017_3%20\(1\).pdf](file:///Users/idamoenfrisberg/Downloads/2017_3%20(1).pdf)

Pethon, P. (2005). *Aschehougs store fiskebok: Norges fisker i farger.* Aschehoug.
<https://www.nb.no/items/1f3aae091358b7a61fd3fc56ff777bee?page=39&searchText=Phoxinus%20phoxinus>

Pethon, P., Kirkemo, O., & Vøllestad, L. A. (2024). Ørret. I *Store norske leksikon.*
<https://snl.no/%C3%B8rret>

Pettersen, R. A., & Wold, K. M. (2019). *Overvåking av ørretbekker til Råsjøen (upubliserte data).* Norsk Institutt for Bioøkonomi

Sandlund, O. T. (2013). *Tiltaksrettet overvåking av spredning og introduksjon av ferskvannsfisk.*
<https://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2013/908.pdf>

Thorstad, E. B. (2006). Ørekyt i Namsenvassdraget. *NINA Rapport 155.*
https://www.feltbio.no/rapporter/NINArapport155_Orekyt_Namsen.pdf

Tyler, J. A., & Gilliam, J. F. (1995). *Ideal Free Distribution of Stream Fish: A Model and Test with Minnows, Rhinichthys Atratus*.

https://www.researchgate.net/publication/255022247_Ideal_Free_Distributions_of_Stream_Fish_A_Model_and_Test_with_Minnows_Rhinichthys_Atratus

Vøllestad, L. A. (2024). Ørekyt. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/%C3%B8rekyt>

Wold, K. M. (2020). *Effects of reduced liming on brown trout (Salmo trutta L.) in four small tributaries in eastern Norway*. https://rfa.no/wp-content/uploads/2021/11/2020_06_02_Master-Thesis_Knut-Magnus-Wold.pdf

Appendix: Skript fra R Studio - Boxplot, stolpediagram og korrelasjonsanalyser

Boksplot – gjennomsnittslengde ørret 0+ og ørekyte mot stasjoner:

#Boxplot for Phoxinus phoxinus (ørekyte) lengde mot antall i ulike stasjoner

```
lengde_antallN %>% filter(Species == "Phoxinus phoxinus") %>% ggplot(aes(x = Station, y = Length
(mm))) + geom_boxplot(fill = "lightgreen") + labs(title = "Lengdevariasjon (mm) for Phoxinus phoxinus per
stasjon", x = "Stasjon", y = "Lengde (mm)") + theme_minimal() + theme(axis.text.x = element_text(angle
= 45, hjust = 1))
```

#Boxplot for Salmo trutta (ørret 0+) lengde mot antall i ulike stasjoner

```
ggplot(lengde_antallN %>% filter(Species == "Salmo trutta"), aes(x = Station, y = Length (L) (mm))) +
geom_boxplot(fill = "skyblue") + coord_cartesian(ylim = c(30, 90)) + scale_y_continuous(breaks =
seq(30, 90, by = 10)) + labs(title = "Lengdevariasjon (mm) for Salmo trutta 0+ per stasjon", x = "Stasjon",
y = "Lengde (mm)") + theme_minimal() + theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1))
```

Boxplot – Høyde over havet i meter mot stasjoner:

Lager boxplot per stasjon

```
p <- ggplot(Hoyde_alle_2, aes(x = Stasjon, y = Moh)) +
```

```
geom_boxplot(fill = "lightgreen") +
```

```
labs(title = "Hoyde (moh) per stasjon",
```

```
x = "Stasjon",
```

```
y = "Meter over havet (moh)") +
```

```
theme_minimal() +
```

```
theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1))
```

Stolpediagram/barplot for antall ørret 0+ og ørekyte mot stasjon

```
library(tidyverse)
```

```
# Lager barplot av antall per art og stasjon
```

```
ggplot(data_filtered, aes(x = Stasjon, fill = Art)) + geom_bar(position = "dodge") + labs
```

```
(title = "Antall Salmo trutta og Phoxinus phoxinus stasjon", x = "Stasjon", y = "Salmo trutta, Phoxinus  
phoxinus (antall)") + theme_minimal()
```

Korrelasjonsanalyse for gjennomsnittslengde for ørret 0+ og ørekyte mot prosentandel ørekyte:

```
#Klargjøring av datasett
```

```
Library(Tidyverse) – nedlastning av pakke
```

```
# Gjør data bredt – én rad per stasjon
```

```
wide_data <- lenge_antall2 %>%
```

```
select(Stasjon, Art, Gjennomsnittslengde, Prosent) %>%
```

```
pivot_wider(names_from = Art, values_from = Gjennomsnittslengde) %>%
```

```
distinct()
```

```
# Gir enklere kolonnenavn
```

```
colnames(wide_data) <- c("Stasjon", "Prosent_andel", "Lengde_orekyte", "Lengde_orret")
```

```
# Fjerner rader med manglende verdier
```

```
wide_data <- na.omit(wide_data)
```

```
# KORRELASJON: Prosentandel ørekyte vs. gjennomsnittslengde ørret
```

```
kor1 <- cor.test(wide_data$Prosent_andel, wide_data$Lengde_orret)
```

```
# KORRELASJON: Prosentandel ørekyte vs. gjennomsnittslengde ørekyte
```

```
kor2 <- cor.test(wide_data$Prosent_andel, wide_data$Lengde_orekyte)
```

```
# Resultater
```

```
cat(" Korrelasjon: % ørekyte vs ørret-lengde:\n")
```

```
print(kor1)
```

```
cat("\n Korrelasjon: % ørekyte vs ørekyte-lengde:\n")
```

```
print(kor2)
```

```
# Gjør data bredt – én rad per stasjon
```

```
wide_data <- lenge_antall2 %>%
```

```
select(Stasjon, Art, Gjennomsnittslengde, Prosent) %>%
```

```
pivot_wider(names_from = Art, values_from = Gjennomsnittslengde) %>% distinct()
```

Lage figur av funksjonen ggplot av korrelasjonsverdiene for gjennomsnittslengde for ørret 0+ og ørekyte mot prosentandel ørekyte.

```
# Enklere navn
```

```
colnames(wide_data) <- c("Stasjon", "Prosent_andel", "Lengde_orekyte", "Lengde_orret")
```

```
# Fjerner rader med NA
```

```
wide_data <- na.omit(wide_data)
```

```
# Plot 1: % ørekyte vs lengde ørret
```

```
ggplot(wide_data, aes(x = Prosent_andel, y = Lengde_orret)) +
```

```
geom_point(color = "steelblue", size = 3) +
```

```
geom_text(aes(label = Stasjon), vjust = -1, size = 3) + # Legger til navn
```

```
geom_smooth(method = "lm", se = TRUE, color = "black") +
```

```
labs(title = "Prosentandel Phoxinus phoxinus mot gjennomsnittslengde (mm) Salmo trutta",
```

```

x = "Prosentandel Phoxinus phoxinus i totalfangst pr. stasjon",

y = "Gjennomsnittslengde(mm) Salmo trutta") +

theme_minimal()

# Plot 2: % ørekyte vs lengde ørekyte

ggplot(wide_data, aes(x = Prosent_andel, y = Lengde_orekyte)) +

geom_point(color = "darkgreen", size = 3) +

geom_text(aes(label = Stasjon), vjust = -1, size = 3) + # Stasjonsnavn

geom_smooth(method = "lm", se = TRUE, color = "black") +

labs(title = "Prosentandel Phoxinus phoxinus vs gjennomsnittslengde (mm) Phoxinus phoxinus",

x = "Prosentandel Phoxinus phoxinus i totalfangst pr. stasjon",

y = "Gjennomsnittslengde (mm) Phoxinus phoxinus") +

theme_minimal()

library(ggrepel)

ggplot(lengde_antall %>% filter (Species == "Salmo trutta"), aes(x = Station, y = Length (L) (mm))) +
geom_boxplot(fill = "skyblue") + coord_cartesian(ylim = c(30, 90)) + scale_y_continuous(breaks =
seq(30, 90, by = 10)) + labs(title = "Lengdevariasjon (mm) for Salmo trutta 0+ per stasjon", x = "Stasjon",
y = "Lengde (mm)") + theme_minimal() + theme(axis.text.x = element_text(angle = 45, hjust = 1))

```

Kjikkvadrat-test for alle stasjonene mot ørret 0+ og ørekyte

CHISQ.TEST:

Lage en kontingenstabell for hver bekk

```
tabell_A <- table(antall[antall$Bekk == "A", c("Stasjon", "Art")])
```

```
tabell_B <- table(antall[antall$Bekk == "B", c("Stasjon", "Art")])
```

```
tabell_C <- table(antall[antall$Bekk == "C", c("Stasjon", "Art")])
```

```
# Chi-kvadrat-test for Bekk A
```

```
resultat_A <- chisq.test(tabell_A)
```

```
print(resultat_A)
```

```
# Chi-kvadrat-test for Bekk B
```

```
resultat_B <- chisq.test(tabell_B)
```

```
print(resultat_B)
```

```
# Chi-kvadrat-test for Bekk C
```

```
resultat_C <- chisq.test(tabell_C)
```

```
print(resultat_C)
```

Korrelasjon for gjennomsnittlig tetthet av ørret 0+ og ørekyte mot helningsgrad

```
# Plot 1: Phoxinus phoxinus - Tetthet mot helning
```

```
phox <- aartetthet_helning %>% filter(Species == "Phoxinus phoxinus")
```

```
trutta <- aartetthet_helning %>% filter(Species == "Salmo trutta")
```

```
ggplot(phox, aes(x = Helning, y = `Gjennomsnittlig tetthet`)) +
```

```
geom_point(color = "darkgreen") +
```

```
geom_text_repel(aes(label = Stasjon), size = 3) +
```

```
geom_smooth(method = "lm", se = TRUE, color = "black") +
```

```
labs(title = "Tetthet av Phoxinus phoxinus mot Helningsgrad i prosent",
```

```
x = "Helningsgrad i prosent (%)",
```

```

y = "Gjennomsnittlig tetthet av Phoxinus phoxinus") +

theme_minimal()

ggplot(trutta, aes(x = Helning, y = `Gjennomsnittlig tetthet`)) +

geom_point(color = "steelblue") +

geom_text_repel(aes(label = Stasjon), size = 3) +

geom_smooth(method = "lm", se = TRUE, color = "black") +

labs(title = "Tetthet av Salmo trutta mot Helningsgrad prosent",

x = "Helningsgrad i prosent (%)",

y = "Gjennomsnittlig tetthet av Salmo trutta") +

theme_minimal()

```

Korrelasjon for tetthet ørret 0+ mot tetthet ørekyte

```

# Plot 3: Phoxinus mot Trutta - Tetthet mot hverandre

combined <- phox %>%

select(Stasjon, phox_tetthet = `Gjennomsnittlig tetthet`) %>%

inner_join(trutta %>% select(Stasjon, trutta_tetthet = `Gjennomsnittlig tetthet`), by = "Stasjon")

ggplot(combined, aes(x = phox_tetthet, y = trutta_tetthet)) +

geom_point(color = "purple") +

geom_text_repel(aes(label = Stasjon), size = 3) +

geom_smooth(method = "lm", se = TRUE, color = "black") +

labs(title = "Phoxinus phoxinus mot Salmo trutta – Tetthet per stasjon",

```

```
x = "Phoxinus phoxinus – tetthet per stasjon",  
y = "Salmo trutta – tetthet per stasjon") +  
theme_minimal()  
  
# For å se regresjonsresultater:  
  
summary(lm(` Gjennomsnittlig tetthet` ~ Helning, data = phox))  
  
summary(lm(` Gjennomsnittlig tetthet` ~ Helning, data = trutta))  
  
summary(lm(trutta_tetthet ~ phox_tetthet, data = combined))
```