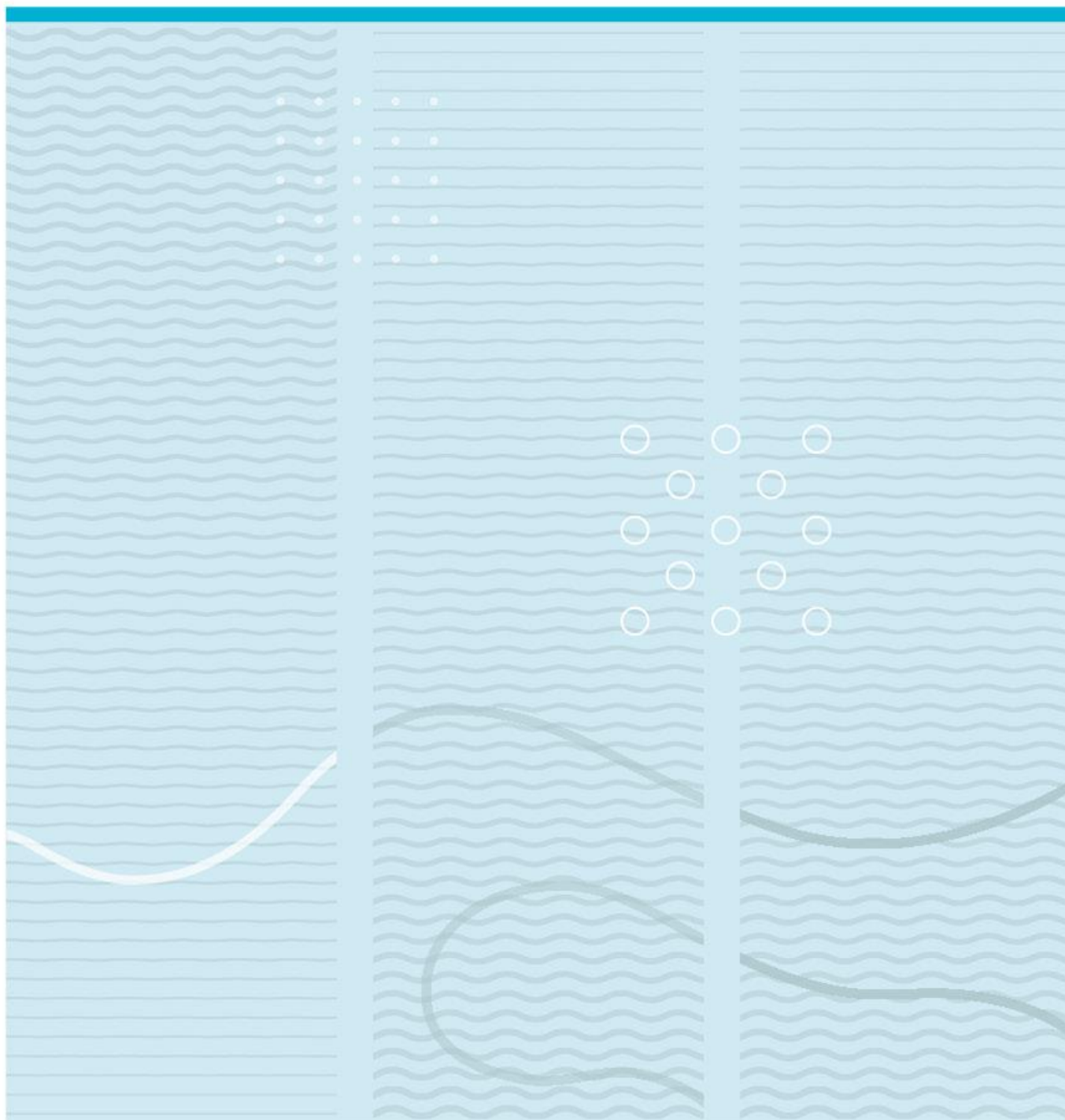


Tom Kristian Omland

Gytevandring til Atlantisk laks (*Salmo salar*) og sjørørret (*Salmo trutta*): en sammenlignende radiotelemetristudie fra Skiensvassdraget



Universitetet i Sørøst-Norge
Fakultet for teknologi, naturvitenskap og maritime fag
Institutt for natur, helse og miljø
Postboks 235
3603 Kongsberg

<http://www.usn.no>

© 2020 Tom Kristian Omland

Denne avhandlingen representerer 60 studiepoeng

Sammendrag

SkienSVassdraget er et godt eksempel på et typisk norsk vassdrag hvor Atlantisk laks *Salmo salar* L. og sjøørret *Salmo trutta* L. lever i sympatriske bestander. I tillegg er vassdraget i likhet med mange andre norske laks og sjøørret-vassdrag påvirket av vannkraftutbygging, noe som gjør SkienSVassdraget til et godt egnet studieområde for sammenligning av gytevandringen til disse to artene.

Sommeren 2019 ble 62 laks og 38 sjøørret radiomerket ved Klosterfoss i Skien sentrum, og ved manuell radiopeiling ble vandringene deres fulgt til gytetiden var over. Fiskene vandret til ulike deler av vassdraget og begge arter var relativt godt representert i de forskjellige delvassdragene, bortsett fra områdene oppstrøms laksetrappa ved Skotfoss som var overrepresentert av laks (23%) i forhold til sjøørret (8%). Skotfoss ble identifisert som et vandringshinder i vassdraget da laks og sjøørret som vandret opp til områdene oppstrøms Skotfoss i gjennomsnitt brukte hhv. 22,8 og 24 dager ved Skotfoss før de passerte laksetrappa. Avstanden fra elvemunningen til området fiskene befant seg i gytetiden var lengre for laks enn for sjøørret, men forskjellen var ikke signifikant. Gytevandringen kunne i likhet med tidligere telemetriundersøkelser fra andre vassdrag deles opp i tre ulike faser: 1) en oppvandringsfase med målrettet oppvandring oppstrøms i vassdraget, 2) en søkefase med repeterende oppstrøms og nedstrøms forflytninger, 3) en stansfase hvor det ikke ble observert forflytning fram mot gytetiden. Det var ingen signifikante forskjeller mellom laks og sjøørret i verken forflytningslengde eller antall dager brukt på de ulike fasene, men sjøørreten hadde et mindre aktivt vandringsmønster enn laks. Forflytning gjennom døgnet ble undersøkt for et utvalg av laks (n=9) og sjøørret (=9) i gyteperioden. Det ble ikke funnet noen forskjeller i vandringsaktivitet i ulike perioder av døgnet for laks. Sjøørreten vandret mer på kvelden og mindre på natten, men grunnet store individuelle variasjoner ble det ikke funnet noen signifikante forskjeller i forflytning for de ulike døgnerperiodene.

Flere av de undersøkte delene av gytevandringen viste at det var mer individuell variasjon blant sjøørretene enn hos laks, selv om også laks til tider viste store individuelle variasjoner.

Abstract

SkienSVassdraget is an example of a typical Norwegian watercourse where both Atlantic salmon *Salmo salar* L. and sea trout *Salmo trutta* L. coexists in sympatric populations. In similarity with many others Norwegian salmon and seatrout-rivers, SkienSVassdraget is also affected by hydropower which make it well suited as a study area for a comparison of the spawning migration of these two species. The summer of 2019, 62 salmon and 38 seatrout were tagged using radio-telemetry, at Klosterfoss in the city of Skien. These fish were all followed using manual radio tracking, until the end of the spawning period. The different fish migrated to different parts of the river and both species were well represented in all the different parts of the watercourse, except the areas above Skotfoss which were overrepresented by salmon (23%) compared to sea trout (8%). Skotfoss were identified as a migration barrier in the watercourse. The salmon and sea trout that migrated above Skotfoss spent in average respectively 22.8 and 24 days below the dam at Skotfoss before passing the fish ladder.

Distance from the river mouth to the area the fish were located during spawning time was longer for salmon than for sea trout, but the difference was not significant. In similarity with previous telemetry projects, 3 different migration phases were identified for both sea trout and salmon: 1) a migration phase consisting mainly of an upstream river movement, 2) a search phase with repeated up and downstream movements, 3) a holding phase where no movement were observed in the period before spawning. No significant difference between salmon and seatrout in distance of the movements or number of days spent on the different migration phases were found, but sea trout showed a less active migration pattern than salmon. Movement throughout the day in the spawning period were surveyed for a subsample of salmon (n=9) and seatrout (n=9). No difference was found in movement throughout the day for salmon. The sea trout's had larger movement in the evening and lesser movement at the night but because of large individual differences, no significant difference in movement throughout the day were found.

Several aspects of the spawning migration showed more individual variation among the sea trout's than for salmon, but large individual variation was also found for salmon in parts of the migration.

Innholdsfortegnelse

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Innledning | 8 |
| 2 | Metode | 13 |
| | 2.1 Områdebeskrivelse | 13 |
| | 2.1.1 Delvassdragene | 16 |
| | 2.1.1.1 Bøelva | 16 |
| | 2.1.1.2 Heddøla og Tinnelva | 16 |
| | 2.1.1.3 Bliva og Falkumelva | 17 |
| | 2.1.1.4 Skienselva og Farelva | 17 |
| | 2.1.1.5 Eidselva | 19 |
| | 2.2 Fangst og merking | 20 |
| | 2.3 Registrering av radiomerket laks og sjøørret | 22 |
| | 2.3.1 Automatiske dataloggere | 22 |
| | 2.3.2 Manuell peiling | 23 |
| | 2.4 Intensiv peiling | 24 |
| | 2.5 Påvisning av gyteområder | 25 |
| | 2.6 Vannføring og vanntemperatur | 26 |
| | 2.7 Bearbeiding av data | 27 |
| 3 | Resultater | 28 |
| | 3.1 Fordeling av fisk i vassdraget | 28 |
| | 3.2 Vandringsmønster | 33 |
| | 3.2.1 Oppvandringsfasen | 33 |
| | 3.2.2 Søkefase | 34 |
| | 3.2.3 Stansfase | 35 |
| | 3.3 Vandringshindre | 37 |
| | 3.5 Forflytning gjennom døgnet i gytetiden | 40 |
| 4 | Diskusjon | 42 |
| | 4.1 Fordeling av laks og sjøørret i vassdraget | 42 |
| | 4.2 Vandringsmønster | 44 |
| | 4.3 Vandringshindre | 47 |
| | 4.4 Forflytning gjennom døgnet i gytetiden | 48 |
| 5 | Konklusjon | 49 |

| | |
|--------------------------------|-----------|
| 6 Referanser..... | 50 |
| 6.1 Internett-referanser | 55 |
| 7 Vedlegg | 56 |

Forord

Denne mastergradsavhandlingen avslutter min mastergrad ved Institutt for Natur, helse og miljø på Universitetet i Sørøst-Norge, avd. Bø. Bakgrunnen for avhandlingen er at Skotfoss og Eidet-kraftverkene er innkalt til konsesjonsbehandling for at vandringsveiene til fisk forbi kraftverkene skal ivaretas. Som et ledd i denne prosessen ble det satt i gang et radiotelemetriprosjekt for å kartlegge vandringen til anadrom fisk i vassdraget. Disse undersøkelsene er et samarbeidsprosjekt mellom Universitetet i Sørøst-Norge, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Akershus Energi, Skagerak Kraft, Fylkesmannen i Vestfold og Telemark og Grenland sportsfiskere.

Jeg vil gjerne få rette en stor takk til veileder og professor Jan Heggenes ved USN for at jeg fikk være med på et så spennende prosjekt som dette, og for god veiledning gjennom hele prosessen. En stor takk går også til Finn Økland og Torgeir Havn ved NINA for radiomerking og veiledning rundt de tekniske delene av feltarbeidet. Alle de frivillige fra Grenland sportsfiskere fortjener også en stor takk for fangst av fisk som skulle merkes, og for et godt samarbeid under selve radiomerkingen. En takk går også til Akershus Energi og folkene ved båthavna på Myren for tillatelse til å sette ut og laste ned data fra stasjonære dataloggere.

Sist men ikke minst må jeg få takke Sheryl Schwert og Eivind Schartum for et godt samarbeid under hele feltarbeidet.

Bø i Telemark, 15.05.2020

Tom Kristian Omland

1 Innledning

Laksefisk har store variasjoner i livshistorie og reproduksjonsstrategier både mellom og innenfor populasjoner (Fleming&Reynolds 2004). Kostnader knyttet til reproduksjon er den viktigste livshistorie avveiningen for alle individer (Stearns 1989). Dette dreier seg i hovedsak om avveininger mellom fordeler i form av antall produserte avkom, og kostnader knyttet til overlevelse og reproduksjon senere i livet (Williams 1966). Både Atlanterhavslaks *Salmo Salar L* og ørret *Salmo trutta L* kan forekomme som stasjonære og anadrome bestander, men stasjonære bestander av laks forekommer mer i sjeldnere tilfeller (Klemetsen et al. 2003). Ørret har store variasjoner i livshistorie da den finnes i mange ulike leveområder og forekommer hyppig både som ferskvannstasjonære og anadrome bestander (Jonsson&Jonsson 2006b). For anadrom fisk er valg av livshistoriestrategi en viktig avveining mellom vekst for å øke antall avkom og overlevelse da sjøvandring har store kostnader (Jonsson&Jonsson 2006a).

Atlanterhavslaks er naturlig utbredt langs øst og vest-kysten av Nord-Atlanterhavet (Klemetsen et al. 2003). Ungfisk av laks lever som regel 1-5 år i elva før de når smoltstadiet og vandrer ut i sjøen. Etter 1-4 år i sjøen kommer de tilbake til sine fødeelver for å gyte (Forseth et al. 2017). Det finnes over 2000 genetisk unike laksepopulasjoner (King et al. 2007) i vassdrag som renner ut i Atlanterhavet. Laks har blitt høstet så lenge den har sameksistert med mennesker, og 10 000 år gamle helleristninger vitner om at laks og mennesker kom til Skandinavia sammen (Hindar et al. 2011). Bestandene av laks er sterkt reduserte de tre siste tiårene (Hindar et al. 2011), og innsiget til norskekysten er mer enn halvert siden 1980-tallet. Denne nedgangen i laksebestandene skyldes både menneskelig påvirkning og lavere overlevelse i sjøen (Anon 2017).

Laksebestandene i våre elver blir utsatt for mange ulike påvirkningsfaktorer som varierer fra vassdrag til vassdrag, men felles for mange er at de blir eller har blitt negativt påvirket av vannkraftregulering eller andre fysiske inngrep, ulike problemer knyttet til fiskeoppdrett, sur nedbør eller *Gyrodactylus salaris*. Dette har ført til at kun 20% av 448 vurderte laksevassdrag ble vurdert til god eller svært god tilstand av vitenskapsrådet for lakseforvaltning i siste tilstandsklassifisering av norske lakseelver (Anon 2018).

Det har lenge vært rettet et fokus på laks og bestandsstatus i de ulike elvene, og store forskjeller mellom bestandene både på genetisk og morfologisk nivå gjør at de ulike

vassdragene blir forvaltet på bestandsnivå (Anon 2009; Simon&Larkin 1972). Dette har gjort at man har relativt god kunnskap om de ulike lokale påvirkningsfaktorene hvert vassdrag blir utsatt for, i tillegg til at man har stort sett har god oversikt over fangststatistikk og gytebestander.

I kombinasjon med et stort fokus på laks i forskningen har man derfor god kunnskap og gode verktøy for å kunne drive en riktig lokalbasert lakseforvaltning basert på sannsynlighet for oppnåelse av gytebestandsmål i de fleste elvene (Anon 2019).

I likhet med laks har også ørret vært en svært populær fisk blant sportsfiskere i Europa gjennom århundrer. Dette har gjort at den etter hvert har blitt introdusert til flere land utenfor Europa og den finnes nå i hele verden (Klemetsen et al. 2003). Ørret finnes i mange ulike leveområder og forekommer i et kontinuum av ulike livshistorier, både innenfor ferskvannsstasjonære og anadrome bestander (Cucherousset et al.2005; Jonsson&Jonsson 2006b).

Anadrom ørret er ikke så geografisk utbredt som innlandsørret, men finnes i Vest-Europa fra 42°N, og forekommer i alle land med elver som har sitt utspring i Kvitsjøen, Bottenhavet og Østersjøen, den engelske kanal, Irskesjøen og i Atlanterhavet sør til Biscayabukta (Jonsson&Finstad 1995).

I anadrome bestander har noen eller alle individene fødevandringer til sjøen, og mange har flere sjøvandring gjennom livet. Innenfor bestander er det små eller ingen genetiske forskjeller mellom sjøvandrende og ferskvannsstasjonære individer, og det forekommer ofte kryssing mellom disse (Jonsson&Jonsson 2006b). Vandring har likevel en genetisk påvirkning, og utvandring til sjøen ser ut til å være påvirket av både miljø og gener (Ferguson 2006).

I Norge er det registrert 1127 vassdrag med sjøørret og av 430 klassifiserte vassdrag ble 48% vurdert til å være i dårlig eller svært dårlig tilstand (Anon 2015; Anon 2019). Disse varierer fra små kystnære vassdrag med små og sårbare bestander av sjøørret, til store vassdrag hvor laks og sjøørret lever i sympatriske bestander (Anon 2015).

Denne store variasjonen i vassdrag i kombinasjon med mange ulike negative påvirkningsfaktorer som lakselus, landbruksaktivitet, vannkraftreguleringer, samferdsel, overbeskatning, ulike arealinngrep og sur nedbør gjør forvaltningen ulik fra vassdrag til vassdrag (Anon 2019). Mens de fleste norske laksevassdrag vurderes opp mot et satt

gytebestandsmål, er kunnskapen om de ulike bestandene for sjøørret i dag for dårlig, og det er få bestander som i dag kan klassifiseres basert på lokale bestandsdata (Anon 2019). På bakgrunn av dette kan man si at sjøørretforvaltningen er avhengig av et større lokalt kunnskapsgrunnlag om de ulike bestandene enn hva som finnes i dag.

Tidligere studier av laksens gytevandring i naturlige vassdrag uten store vanndringshindre er tradisjonelt sett beskrevet til å bestå av en oppvandringsfase med en direkte eller stegvis oppvandring til gyteområdet, etterfulgt av en lang stansfase hvor laksen står i ro fram til gyting (Heggberget et al. 1988; Laughton 1989; Heggberget et al. 1996; Økland et al. 2001; Finstad et al. 2005). Et slikt vandringmønster støtter opp om teorien at laksen vandrer til oppvekstområdet sitt i elva (Thorstad et al. 2008). Det har også blitt observert en tredje søkefase med hyppige opp og nedstrøms vandringer i enkelte studier. Denne atferden kan være viktig for valg av gyteplass, finne potensielle partnere, finne et sted å oppholde seg fram til gyting eller som et ledd i «homing» prosessen som hjelper laksen å finne tilbake til området den vokste opp i (Økland et al. 2001; Jokikokko 2002; Finstad et al. 2005; Thorstad et al. 2008).

I vassdrag sterket preget av vannkraft eller andre vandringshindere har det blitt observert avvik fra dette typiske vandringmønsteret for eksempel ved lange stopp nedstrøms vandringshindere eller lengre nedstrøms vandringer (Thorstad et al. 2004; Thorstad et al. 2008). Effekter av vannkraftsreguleringer på vandringmønsteret til gytevandrende sjøørret i forhold til laks er lite kjent.

Vandringmønsteret til gytevandrende sjøørret er lite studert i forhold til laks, men en sammenlignende studie av oppvandringen til laks og sjøørret i Lærdalselva fant at også oppvandringen til sjøørret kunne deles inn i en oppvandringsfase, en søkefase og en stansfase. Halvparten av sjøørretene avvek derimot fra vandringmønsteret til laks, da de hadde en lengre søkefase både i tid rom, noe som gjorde at de ankom gyte plassene senere (Finstad et al. 2005). Det ble også funnet større individuelle forskjeller blant sjøørreten enn hva som ble funnet for laks, noe som kan henge sammen med de store livshistorievariasjonene som karakteriserer ørreten, og som man kan finne også innenfor de samme bestandene (Cucherousset et al. 2005; Thorstad et al. 2014). I svenske elver har det for sjøørret blitt observert en noe mindre retningsbestemt

oppvandring med flere oppstrøms og nedstrøms vandringer i forhold til laks (Östergren 2006). I en del vassdrag skiller gyteområdene til laks og sjøørret seg ved at laks som regel gyter i hovedelva, mens sjøørreten ofte gyter i mindre sideelver (Louhi et al. 2008; Gauld et al. 2016).

Ser man på sjøørret og laks sine sjøvandringer skiller de seg betydelig fra hverandre. Laks har ofte lange fødevandringer til ulike deler av Norskehavet og nord-østlige deler av Atlanterhavet (Holm et al. 2003). Sjøørretens sjøvandringer begrenser seg til kystområdene, og de foretar sjelden lange vandringer til åpne havområder (Eldøy et al. 2015; Thorstad et al. 2016). Sjøørret kan ofte også ha små lokale repeterende vandringer mellom ferksvann og sjøen, også utenfor gytetiden (Pratten&Shearer 1983; Koksvik&Steinnes 2005). Gjenfangst av sjøørret fra ei elv i Nord-Norge viste at 53% ble fanget innen 3km fra elvemunningen, og kun 0,3% lenger enn 80 km fra elvemunningen (Berg&Berg 1987; Berg 1989). Også sjøfasen kan være preget av individuelle forskjeller og i en undersøkelse ble sjøørret gjenfanget mellom 1 og 190 km fra elvemunningen (Sundal 1991). Legger man de foretrekkende vandringsmønstrene fra sjøfasen til grunn, er lange vandringer for laks og korte vandringer for sjøørret noe man kan argumentere for at man vil se også under oppstrøms gytevandring.

Homing er fundamentalt for anadrome arter som laks og sjøørret (Keefer&Caudill 2014). Mens det for laks stort sett er enighet om at den vandrer tilbake til et område i elva den kjenner (Thorpe 1988; Hansen&Jonsson 1994), er ikke resultater fra sjøørretens homing entydige (Jonsson&Finstad 1995). Enkelte studier har hevdet at sjøørreten ikke har like stor grad av homing som laks (Banks 1969), mens andre studier har motbevist dette (Sambrook 1983; Le Cren 1985). Nyere undersøkelser har vist at grad av homing for sjøørret varierer mellom individer, men også mellom vassdrag (Östergren et al. 2012). En lavere grad av evne til å finne fram til området man er oppvokst kan muligens forklare en lengre søkefase for sjøørret enn for laks som vist i (Finstad et al. 2005).

Sportsfiske etter laks har stor interesse blant folk og beregninger har vist at rundt 100.000 laksefiskere la igjen ca. 1 milliard kroner i norske elvedaler årlig på starten av 2000-tallet (Stensland et al. 2015). Dette har medført til at forskningen og forvaltningen lenge har hatt et ensrettet fokus på laks, og sjøørreten har historisk sett havnet i skyggen av laksen og fått lite oppmerksomhet (Harris&Milner 2008). I forhold til laks er sjøørret godt undersøkt bare i enkelte vassdrag (Thorstad et al. 2014). Spesielt dårlig er kunnskapen om i hvilken grad laks og sjøørret sine gytevandringene skiller seg fra hverandre i samme elvesystem. Det er bare gjort et fåtalls undersøkelser av begge arter i samme vassdrag og kun en studie (Finstad et al. 2005) har vært en rent sammenligningsstudie. Antakelser om forskjeller rundt gytevandringen mellom artene har derfor stort sett basert seg på en mer generell sammenfatning av ulike studier i ulike elvesystemer. Laks og sjøørret blir i flere av norske anadrome vassdrag forvaltet under samme premisser, men siden det finnes få sammenligningsstudier på laks og sjøørret i samme vassdrag har man egentlig ikke noe grunnlag for å si noe om disse artene kan forvaltes tilnærmet likt.

Ved å studere laks og sjøørrets gytevandring ved radiotelemetri i samme vassdrag under like fysiske forhold kan man si noe om hvor like disse to artene er, og om de kan forvaltes tilnærmet likt. Selv om enkelte norske elver har bestander av stor sjøørret som miljøforvaltningen har rettet fokus mot, er ikke det tilfelle for de fleste vassdrag med både laks og sjøørret.

Denne masteroppgaven setter søkelys på dette og sammenligner oppvandringen av laks og sjøørret i Skiensvassdraget ved fire ulike delmål:

- Fordeling av laks og sjøørret i vassdraget
- Vandringmønsteret til laks og sjøørret i vassdraget
- Sammenligne oppgang og respons hos laks og sjøørret ved kraftstasjon/kraftverksdemning/ laksetrapp på Skotfoss
- Forflytning i døgnet under gyteperioden

2 Metode

2.1 Områdebeskrivelse

Skien vassdraget (også kalt Telemark vassdraget) er Sør-Norges tredje største vassdrag (Kraabøl 2018a) med et samlet nedbørsfelt på 10381 km² ved Norsjø's utløp (**fig 2.1**), og 10815 km² ved Skienselvas utløp i Frierfjorden **fig 2.1** (Pettersen 2001).

Nedbørsfeltet strekker seg fra Hardangervidda i nord til Frierfjorden i sør. Telemark vassdraget dreneres av fire hovedgrener, hvor Tinn vassdraget er det største med et nedslagsfelt på 4119 km². De resterende nedbørsfeltene er Tokke-Vinje vassdraget (3640 km²), Bø og Seljord vassdraget (1056 km²) og Hjartrdals- og Tuddals vassdraget (1000 km²) (Kraabøl 2018a). I alle disse nedslagsfeltene foregår det kraftvirksomhet som har innflytelse på anadrom strekning i vassdraget ved at vannet har utløp i Norsjø, enten direkte eller via Heddalsvatnet.

Med en samlet årlig produksjon på 10,2 TWh i områdene oppstrøms Norsjø og en samlet årlig produksjon på ca. 250 GWh nedstrøms, ansees reguleringsgraden i vassdraget som høy i nasjonal målestokk (Kraabøl, 2018a).

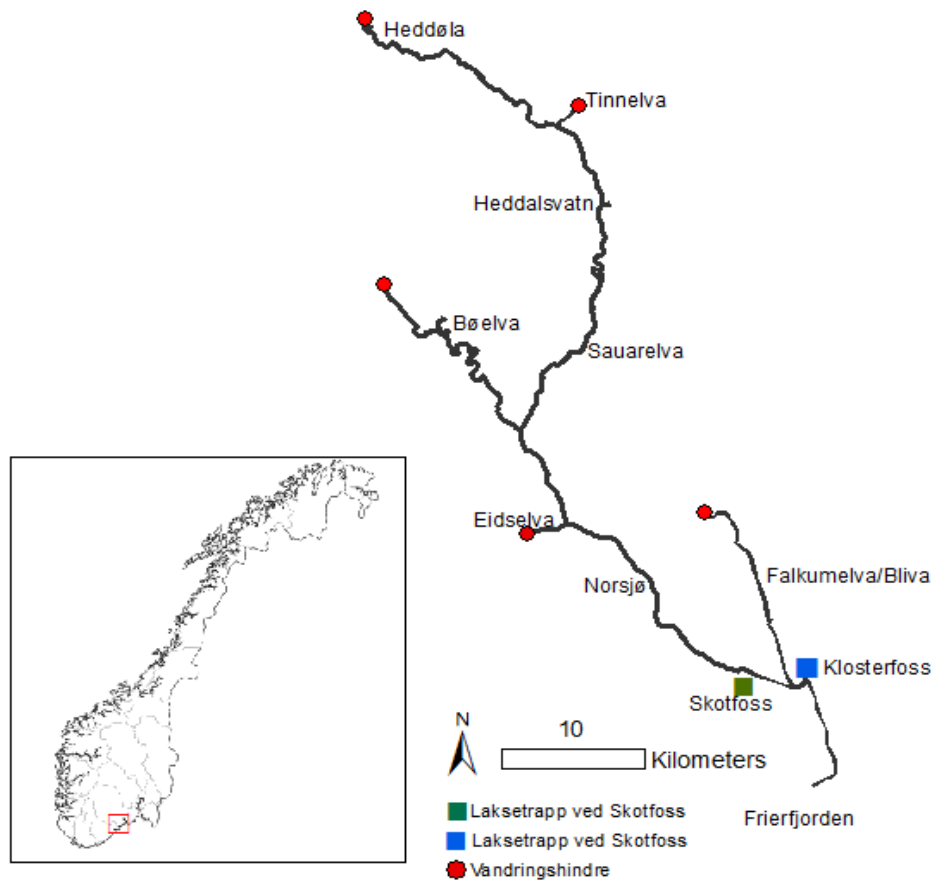
Den anadrome strekningen i vassdraget består av et samlet areal på nærmere 150 km **fig 2.1** (Kraabøl 2018a). Fiskefaunaen på denne strekningen består av ørret (både anadrom og stasjonær), laks, røye, gjedde, sik, abbor, krøkle, karuss, elveninøye, bekkeniøye, havniøye, trepigget stingsild, ørekyte og ål (Kraabøl 2018a). De endelige vandringshindrene for laks og sjøørret i vassdraget er Svartufs i Bliva, Ulefoss i Eidselva, Oterholtfossen i Bøelva, Tinfos i Tinnelva og Omnesfossen i Heddøla.

Påvirkningsgraden vannkraftregulering har på anadrom fisk i vassdraget vurderes til moderat for laks (Anon 2018) og stor for sjøørret (Anon 2019). De negative effektene av reguleringen knyttet til anadrom fisk er hovedsakelig problematikk vedrørende oppvandring for gytevandrende fisk, og nedvandring for smolt og utgytt fisk forbi kraftverksdammene ved Klosterfoss og Skotfoss (Kraabøl 2018b).

Laks var historisk sett viktig for befolkningen langs Skiensvassdraget og laksefisket var betydelig (Carm&Langkaas 1993). Som følger av industrialisering og vannkraftutbygginger i vassdraget på slutten av 1800-tallet ble den anadrome strekningen dramatisk forkortet og laksen uteble fra de fra de viktige gyteområdene, oppstrøms Norsjø (Solhøi 1992). Det ble bygget laksetrapp ved Klosterfoss (**fig 2.1** og **fig 2.2**) i 1886 (Carm&Langkaas 1993,) men det er ikke kjent i hvilken grad denne fungerte. Ny trapp ble bygget ved Klosterfoss i 1962 (Kraabøl 2018a), og da fikk laks og sjøørret med sikkerhet tilgang til gyte og oppvekstområdene i Bliva/Falkumelva, men den anadrome strekningen var fortsatt dramatisk redusert fra ca. 150 til ca. 30 km. Strekningen mellom Skien og Skotfoss bidro neppe til smoltproduksjon i noe særlig grad og Bliva var trolig det eneste stedet som opprettholdt laksestammen i vassdraget (Carm&Langkaas 1993). Det ble etter hvert bygget laksetrapp også ved Skotfoss (**fig 2.1** og **fig 2.3**), men tross en rekke ombygginger vandret det trolig ikke noe særlig laks opp til Norsjø før utover 80-tallet (Solhøi 1992). Dette henger sannsynligvis sammen med at det fra 1980 har blitt satt ut laks og sjøørret i tilløpselvene til Norsjø, Bøelva og Heddøla, for å reetablere bestandene i de øvre områdene av vassdraget (Heggenes og Dokk 1996).

Vassdrags-regulantene ble fra 1988-1998 pålagt årlig utsetting av ca.200 000 lakseyngel og ca. 70 000 ørretyngel. Dette ble endret i 1998 til 10 000 en-somrig settefisk av både ørret og laks i Heddøla, 75 000 lakseyngel i Bøelva og 20 000 ørret i Norsjø. Fra 2016 ble utsettingen i Bøelva endret til 10 000 en-somrig laks (Heggenes 2019). Rekrutteringen er derfor basert på både naturlig gyting og utsetting av yngel og settefisk (Hvidsten, 2010).

Elvene oppstrøms Norsjø (Heddøla, Tinnelva og Bøelva) sammen med Bliva, sideelv som drenerer til Skienselva mellom Klosterfoss og Skotfoss, er de områdene som er antatt å gi størst produksjon av ungfisk (Hvidsten 2010). Det er også her vi finner vassdragets beste gyteområder.



Figur 2.1. Oversiktskart over den totale lakseførende strekningen av Skiensvassdraget med inntegnet vandringshindre i de ulike delvassdragene og posisjonering av laksetrappene i Skienselva. Området oppstrøms Skotfoss var utilgjengelig for laks og sjøørret i tilnærmet 100 år. Hele den anadrome delen har vært studieområde for oppgaven.

2.1.1 Delvassdragene

2.1.1.1 Bøelva

Bøelva springer ut fra Seljordsvatnet i vest, renner gjennom Bø og Gvarv og munner ut i Norsjø. Elvas anadrome strekning er 18,2 km fra Norsjø opp til Oterholtfossen **fig 2.1**.

Elva består hovedsakelig av store deler flate, grunne partier med homogen grus og steinmasser, men det finnes også brattere hvor elva er striere (Hvidsten, 2010).

Menneskelig aktivitet har påvirket vassdraget ved elementer som kanalisering, fjerning av store steiner, bekkelukkinger og grustak. Det er godt egnede gyteområder i store deler av vassdraget, men nedre del av elva har en bunn dekket av mudder og løsmasser og er derfor dårlig egnet som gyteområde for laks og ørret (Solhøi, 1992).

Gjennomsnittlig årlig vannføring i Bøelva er 19,8 m³/s (Kraabøl 2018a).

2.1.1.2 Heddøla og Tinnelva

Heddøla starter hvor Hjartdøla og Skogsåi møtes, og springer ut i Heddalsvatnet. Elva har en lakseførende strekning på 17,9 km fra Heddalsvatnet til Omnesfossen **fig 2.1**. Elva er relativt stilleflytende, og bunnsubstratet består hovedsakelig av småfallen stein og grusmasser (Hvidsten 2010). Store deler av elva har verdi som gyteområde (Bendixby 2015). Heddøla ble tidligere brukt til tømmerfløting, og elva ble da tilpasset dette ved fjerning av store steiner og utjevning av elvebunnen. I tillegg er det bygget steinsettinger og forbygninger langs deler av elva for å beskytte jordbruksareal mot flomskader. Dette ble ofte gjort med masse fra elvene og ører og bunnsbunnsstrat ble gravd ut til fyllinger (Solhøi 1992). Gjennomsnittlig årlig vannføring i Heddøla er 26 m³/s (Forseth et al. 2013).

Tinnelva/Tinnåa har sitt utspring fra Hardangervidda, via Møsvatn, Rjukanfossen og Tinnsjøen. Elva er lakseførende 1,6 km fra innløpet ved Heddalsvatnet og opp til Tinnfossen (Heggenes 2019) **fig 2.1**. Tinnelva er rasktflytende med gode oppvekstmuligheter for laks og ørret (Hvidsten 2010).

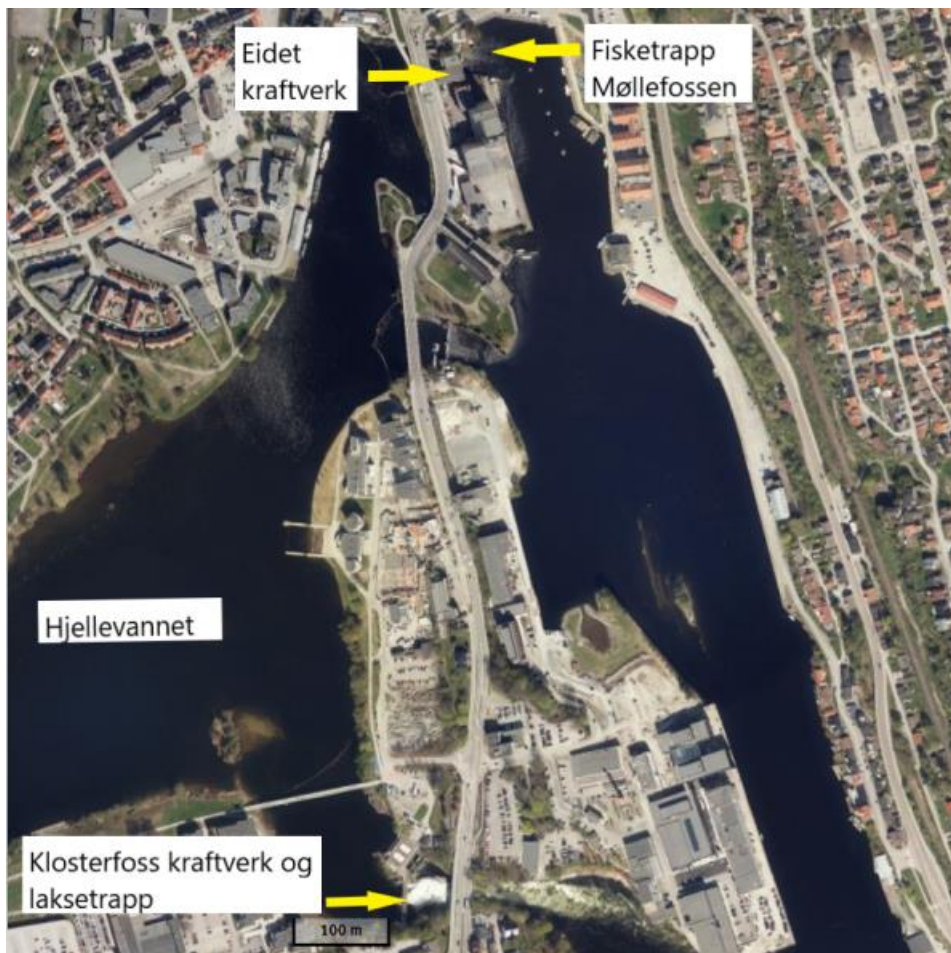
2.1.1.3 Bliva og Falkumelva

Bliva/Falkumelva er lakseførende ca. 16 km fra Hjellevannet i Skien sentrum til Svartufsfoss rett ovenfor Røyevannet **fig 2.1**. Fra Hjellevannet til Fossum kalles dette vassdraget Falkumelva, mens det fra Fossum og oppover til Svartufs kalles Bliva. Bliva har gode skjulmuligheter for ungfisk, da den hovedsakelig domineres av stein, sand og grus. Bliva ble vist å være det området i Skiensvassdraget med høyest tetthet av eldre laksunger under el-fiskeundersøkelser i 2009 (Hvidsten 2010).

2.1.1.4 Skienselva og Farelva

Hovedelva fra Frierfjorden til Hjellevannet kalles Skienselva. Det foregår trolig ikke gyting på denne strekningen, da bunnforholdene er gjennomgående uegnet for gyting (Heggenes et al.2006). Ved overgangen mellom Skienselva og Hjellevannet (Skiensfallene) er Klosterfoss kraftverk og Eidet kraftverk (**fig 2.2**) etablert med dammer som fungerer som oppgangshindere for laks og sjøørret. For å kompensere for dette er det her bygget 2 laksetrapp, en ved Klosterfoss og en ved Møllefossen. Laksetrappa ved Klosterfoss ble bygget i 1886, men denne har blitt erstattet 2 ganger og den eksisterende laksetrappen ble bygget i 1976. Det ble da bygget ny dam med kraftstasjon i fossen, og trappa ble da plassert mellom kraftverket og flomløpet som en deniltrapp (motstrømstrapp). Trappa er den største motstrømstrappa i Norge (Grande 2002).

Det er også etablert en fisketrapp i Møllefossen. Denne ble bygget i 1977, men ble i 2018 erstattet med en ny vertikalspaltet trapp som antas å ha god funksjonalitet også for strømsvake arter (Kraabøl 2018a). Total oppgang av laks og sjøørret i Klosterfossen har de siste 10 årene variert fra 593 til 2710, med et gjennomsnitt på 1966 fisk/år (± 676 SD). Oppgangen i 2019 var på 1961 individer (Grenland sportsfiskere 2019). For Møllefossen var den totale oppgangen i perioden 2006-2016 i gjennomsnitt på 156 individer (Heggenes 2019). Oppgangen ved Møllefossen i 2019 var på 1746 fisk, fordelt på 1142 sjøørret og 604 laks, noe som er en betydelig økning siden før ombyggingen (Grenland sportsfiskere 2019).



Figur 2.2. Kart over Hjellevannet og klosterøya med kraftverkene Klosterfoss/Eidet med laksetrapp.

Elvestrekningen oppstrøms Hjellevannet til Skotfoss kalles elva Farelva. Dette er en strekning på omkring 3 km hvor elva stort sett er bred og stilleflytende, men den har en rasktflytende strekning helt øverst mot Skotfoss. Det er tidligere blitt lokalisert noen få gyteområder i Farelva oppstrøms Elstrøm bro og opp til Skotfoss (Heggenes&Dokk 1996) **fig 3.3.** Årlig gjennomsnittlig vannføring ved Skotfoss er 263 m³/s (Kraabøl 2018a).

I Skotfossen er det også etablert dam med tilhørende kraftverk plassert noen hundre meter nedstrøms **fig 2.3.** Allerede i 1884 ble det vedtatt å bygge laksetrapp forbi Skotfoss, men trappa ble ikke bygget før i 1939 (Carm&Langkaas 1993). Denne ble etter hvert revet da ny dam ble bygget i 1953, og ny trapp ble bygget med innhopp rett under dammen. Trappa ble i 1977 utbedret med et innhopp like ved turbinutløpet, som i 2014 ble justert ved å bli trukket litt bort fra selve turbinutløpet. Dette har ikke bedret funksjonaliteten til trappa og det gamle innhoppet like ved dammen er det som hovedsakelig brukes i dag (Kraabøl 2018b). Total oppgang for laks og sjøørret ved Skotfoss de

siste 10 årene har variert mellom 132 og 1244, og med et gjennomsnitt på 748 fisk ($\pm 400SD$). Oppgangen i 2019 var på 1094 fisk (Grenland sportsfiskere 2019).



Figur 2.3. Oversikt over Skotfoss med kraftverk/damanlegg og laksetrapp med de ulike innhoppene.

2.1.1.5 Eidselva

I Ulefoss er det to kraftverk som utnytter et 10 meters høyt fall. Ved Ulefoss er det også sluse for båttrafikk (Bævre&Øydvinn 2006).

Eidselva er lakseførende fra innløp til Norsjø opp til Ulefoss, en strekning på ca. 0,5 km **fig 2.1**. Det er uvisst i hvilken grad det produseres laks og sjørret fra denne sideelven.

2.2 Fangst og merking

Sommeren 2019 ble 62 laks (33 hanner og 29 hunner) og 38 sjøørret (10 hanner, 28 hunner) ble fanget og merket med ATS radiosendere ved Klosterfoss kraftverk i Skien sentrum i tre ulike perioder: juli, august og september **tabell 2.1**. Ved å fordele merkingen systematisk over hele oppvandrings sesongen, får man speilet oppgangen i vassdraget på en bedre måte. Fiskene ble hovedsakelig fanget ved at laksetrappa i Klosterfoss ble stengt i dagene før merking slik at fisk som ble stående i trappa kunne tas opp med håv. Disse ble plassert i kar med kontinuerlig vanngjennomstrømning inntil merkingen fant sted. I perioder hvor oppgangen var lav, ble enkelte laks fanget ved fiske med sportsfiskeredskap. Dette ble utført på samme sted som merkingen ble gjort for å ikke utsette fiskene for unødvendig stress.

Tabell 2.1 Oversikt over når og hvor mange fisk som ble merket i Klosterfoss og satt ut like oppstrøms laksetrappa.

| Dato | 05.07 | 08.07 | 08.08 | 09.08 | 13.08 | 16.08 | 25.08 | 10.09 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| merket | | | | | | | | |
| Antall laks | 9 | 4 | 7 | 3 | 13 | 3 | 13 | 12 |
| Antall sjøørret | 14 | 14 | 4 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 |
| Total laks | 62 | | | | | | | |
| Total sjøørret | 38 | | | | | | | |

Radiosenderne (F1800 fra Advanced Telemetry Systems, ATS, USA) ble operert inn i bukhulen (**fig 2.4**) på alle de 100 fiskene som ble merket. Vekt på senderne blir fra produsenten oppgitt å være 8 gram, lengde 36 mm og estimert batteritid 254 dager (www.atstrack.com). Radiosignalene fra senderne var i frekvensområdet 142.242-142.442. Før selve merkingen tok sted ble fisken bedøvet ved å bli plassert i et vannbad med ca. 50-100 mg/L Benzokain. Bedøvelsesprosessen varierte fra 01:50 til 05:00 min. Etter at fisken var bedøvet ble lengde og kjønn registrert, og fisken ble fotografert.

Denne prosessen ble gjort så fort som overhodet mulig for å minimere eksponeringstiden for luft.

Etter dette ble fisken lagt på et V-formet operasjonsbord. Radiosenderen ble operert inn gjennom et ca. 2,5 cm langt snitt på høyre side av buken bak brystfinnene, ca. et par cm fra midten. Antennen ble trukket gjennom en hul nål som er spiss i den ene enden, fra bukhulen og ut gjennom skinnet på siden av fisken. Snittet ble sydd sammen med 2 separate sting med silketråd. Friskt vann ble hele tiden ført over gjellene for å holde en viss gassutveksling i gang. Etter selve operasjonen ble fisken plassert i et kar med kontinuerlig vanngjennomstrømning for at den skulle våkne etter bedøvelsen **fig 2.4**.

Her ble fisken til den kunne svømme normalt (00:40-04:30 min), for deretter å bli senket i et bære-nett ned til elva hvor den ble sluppet ut igjen.



Figur 2.4. Etter bedøvelsen ble fisken lagt på et V-formet operasjonsbord hvor radiosenderen ble operert inn i bukhulen og sydd igjen (øverst). Deretter ble den plassert i et vannkar for oppvåkning etter bedøvelsen (nederst).

2.3 Registrering av radiomerket laks og sjøørret

2.3.1 Automatiske dataloggere

Etter merkingen, ble radiosignalene fra de merkede fiskene registrert på to måter: ved automatiske loggestasjoner (modell R4500C, ATS), og ved manuell peiling langs elvebredden. Loggestasjonene logget kontinuerlig gjennom hele undersøkelsesperioden (05.07-18.12). Det ble utplassert 4 loggestasjoner i elva oppstrøms utslippsstedet **fig 2.5**. Den første loggeren (Logger 1 Falkumelva) ble satt ut ved utløpet til sideelven Falkumelva/Bliva for å kunne detektere fisk som vandrer forbi og videre oppover hovedelva. I tillegg ble stasjonen utstyrt slik at den registrerer fisk ned mot utslipps-stedet **fig.2.6**. Den andre loggeren (Logger 2 Falkumelva) ble satt ut omtrent 10-200 opp fra logger nr.1 for å kunne registrere fisk som med sikkerhet vandret videre opp i Falkumelva. Den tredje loggeren (Logger 1 Skotfoss) ble plassert ved turbinutløpet nedstrøms Skotfoss **fig 2.3** og **fig 2.5**. Her var det 1 antenne som kunne registrere fisk som stoppet opp i et område utenfor turbinene. Ca. 200 meter oppstrøms, ved inngangen til laksetrappa under damfoten, ble den fjerde loggeren (Logger 2 Skotfoss) satt ut. Loggeren ble utstyrt med 2 antenner slik at man her kunne finne ut av hvilke fisk som: 1) beveger seg i nærheten av laksetrappa, 2) hvilke fisk som går inn i trappa og 3) hvilke fisk som går inn i trappa, fullfører og faktisk går opp. Den ene antennen ble derfor satt ut like over inngangen til trappa, mens den andre ble plassert som en undervanns-antenne helt øverst i laksetrappa.

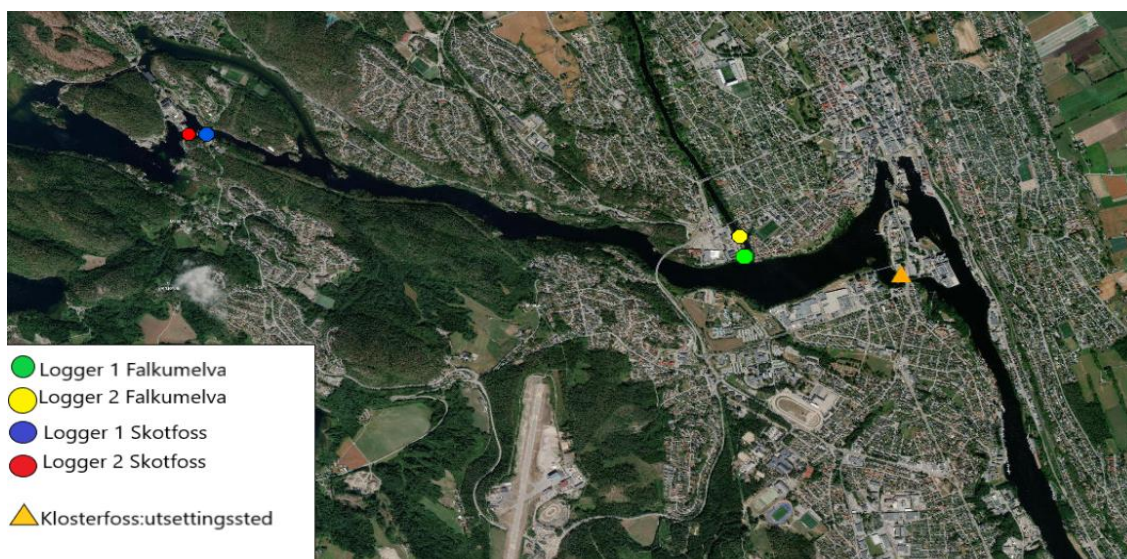


Fig 2.5. Oversikt over alle de utsatte loggestasjonene og Klosterfoss-hvor alle fiskene ble merket og sluppet ut.



Fig 2.6. Antenne og datalogger 2, utplassert ved utløpet til Falkumelva. Denne tok inn signaler fra fisk nedstrøms mot Hjellevannet og oppover mot Farelva, i tillegg til å dekke nedre del av Falkumelva.

2.3.2 Manuell peiling

De manuelle peilingene danner i hovedsak datagrunnlaget for denne oppgavens resultater. Resultatene som undersøker oppgangen ved Skotfoss har også brukt data fra de automatiske loggestasjonene ved laksetrappa for å bekrefte antatt oppgang. Peilingen ble gjennomført med en radiomottaker av typen ATS R4500C koblet til en Yagi-antenne eller en dipol antenne med magnetfeste tilpasset bruk på bil (142 MHz, Laird Technologies, Missouri, USA). Det ble peilet regelmessig annenhver dag fra 07.07 til 18.12. Hele den lakseførende strekningen fra Klosterfoss og oppover i vassdraget ble undersøkt hver peilerunde **fig 2.1**. I praksis ble all merket fisk fulgt og peilet kontinuerlig. Det ble gjort noen peileforsøk nedover mot sjøen, men rekkevidden for radiosendere i brakkevann og saltvann er så dårlig at signalene fra merket fisk i praksis bare kan registreres når fisken oppholder seg i ferskvann (Thorstad et al. 2011). Peilingen foregikk ved kjøring langs elva med bil, og til fots langs elvebredden med bruk av den håndholdte

Yagi-antennen for mer nøyaktig posisjonering av fiskene. Individuelle fisk kunne kjennes igjen ved at hver fisk hadde en unik kombinasjon av frekvens og kode.

2.4 Intensiv peiling

I perioden 19.10-18.11 ble det gjort intensive peilinger 1 dag hver uke med manuell peiling av utvalgte fisk på utvalgte studieområder, 4 ganger daglig. Dette ble gjort for å finne ut av om det var enkelte perioder i døgnet under gytetiden hvor fisk beveget seg mer enn andre. For å sammenlikne dette mellom laks og sjøørret, ble Falkumelva/Bliva valgt som studieområde (**fig 2.1**), da det her oppholdt seg et høyt nok antall individer av hver art til at dette lot seg gjennomføre. Da en del fisk vandret ut og inn av elva i løpet av undersøkelsesperioden ble det valgt et tall på individene som ikke skulle være for høyt (9 av hver art). Likevel var det noen av de valgte laksene som gikk ut av elva mellom dagene slik at disse måtte byttes ut underveis. Det medførte at det samlede antall fisk som ble undersøkt med intensive peilinger var 13 laks og 9 sjøørret.

Peilingene ble utført med Yagi-antenne hvor fiskene ble nøyaktig lokalisert ved krysspeiling og ved justering av sensitiviteten på radiomottakeren. Nøyaktigheten på posisjoneringene var for alle godt innenfor <50 meter, men de fleste posisjoneringene var atskillig mer nøyaktig enn dette. Dessuten er hele det undersøkte elvestrekket relativt smalt <10m, noe som gjør det vesentlig enklere å få nøyaktig posisjonering. De intensive peilingene ble gjort 4 ganger i døgnet med ca. 6 timers mellomrom (06:00-12:00, 12:00-18:00, 18:00-00:00, 00:00-06:00). Dataene ble kategorisert i 4 ulike grupper: Morgen, ettermiddag, kveld og natt. Det ble så beregnet elveavstand mellom posisjonene for hver peiling som ble brukt videre i de statistiske analysene.

2.5 Påvisning av gyteområder

For å være sikker på at fiskene som ble peilet under gytetiden faktisk var på/eller i nærheten av et egnet gyteområde ble aktuelle deler av vassdraget undersøkt for fisk og gytegroper i perioden 06.11-30.11. Laks og sjøørret har til en viss grad overlappende gyteområder og begge arter foretrekker å gyte i overgangssoner mellom høl og stryk (Louhi et al. 2008). Optimal vanddybde, substratstørrelse og vannhastigheter for sjøørret synes å være hhv. 15-45 cm, 16-64 mm og 20-55 cm/s, mens laks foretrekker litt dypere og mer rasktflytende vann (Heggenes et al. 2010) Fisk som ble peilet i områder totalt uegnet for gyting ble antatt til ikke å være aktive gytere.

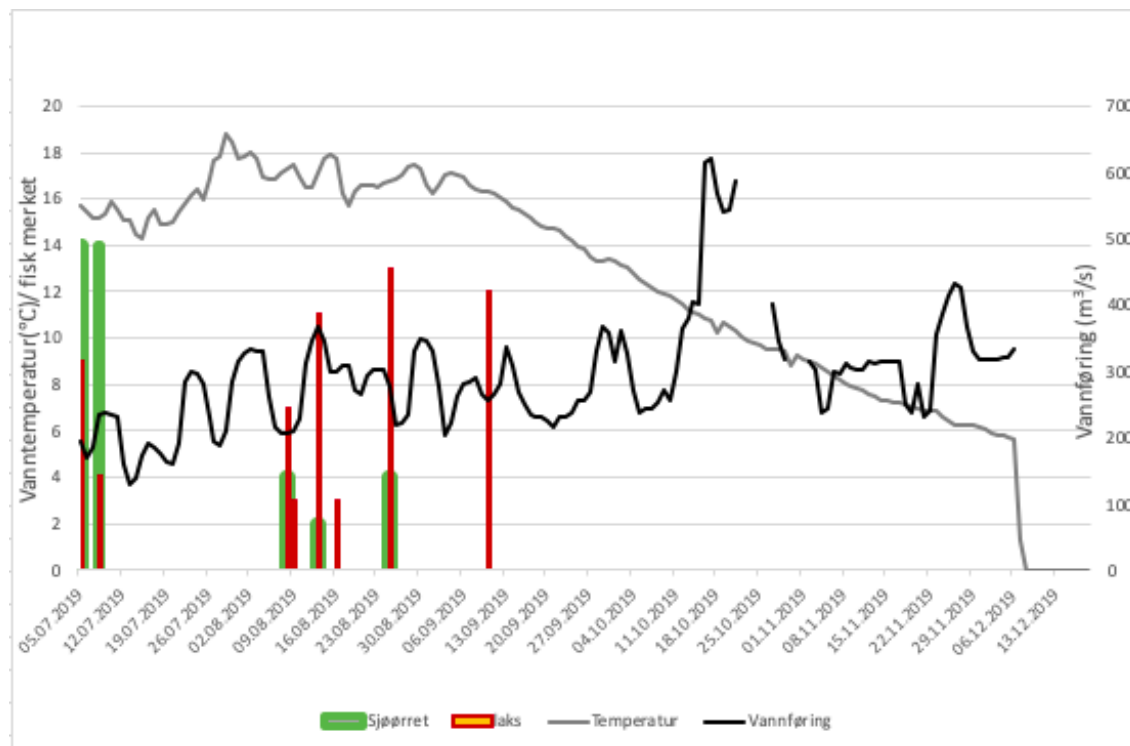
Steder hvor det foregår/har foregått gyting kan som regel sees som områder med lysere felter med omrørt grus **fig 2.8** (Skår et al. 2017). Slike områder (ofte i kombinasjon med observert fisk) ble funnet flere steder hvor de radiomerkede fiskene oppholdt seg i Falkumelva/Bliva (**fig 3.2**) og i de øvre delene av vassdraget, og bekreftet dermed at fisk oppholdt seg på et egnet gytsted. Fisk som oppholdt seg i Farelva ble bekreftet å være på egnete gytsted ut ifra undersøkelser gjort i 1995 **fig.3.3** (Heggenes & Dokk.1996)



Figur 2.8. Gytefelt kan sees som lysere områder i den omrørte grusen. Bildet er fra Falkumelva/Bliva.

2.6 Vannføring og vanntemperatur

Vannførings og temperaturdata er hentet fra en av NVEs målestasjoner i Skienselva (Farelva) **fig 2.9**. Vannføringen ved målestasjonen i Farelva i undersøkelsesperioden (05.07-18.12) varierte mellom 129 og 621 m³/s og hadde en gjennomsnittsverdi 293, mens vanntemperaturen varierte mellom 0 og 18,8 °C. Gjennomsnittstemperaturen var på 12,3 °C.



Figur 2.9. Vannføring og vanntemperatur fra NVEs målestasjon Farelva ndf. Skotfoss Nr:16.497.0, under feltarbeid-perioden (05.07-18.12). De grønne og røde søylene viser antall radiomerket laks(rød) og sjørørret (grønn) ved de ulike datoene i forhold til vannføring og temperatur i Skiensvassdraget (Farelva) litt oppstrøms fangst og merkested. Avbrudd i vannføringsgraf (svart graf) skyldes feil/mangler i vannføringsdataene. Dette gjelder perioden 22-26.10, 30.11-01.11 og 07.12-18.12.

2.7 Bearbeiding av data

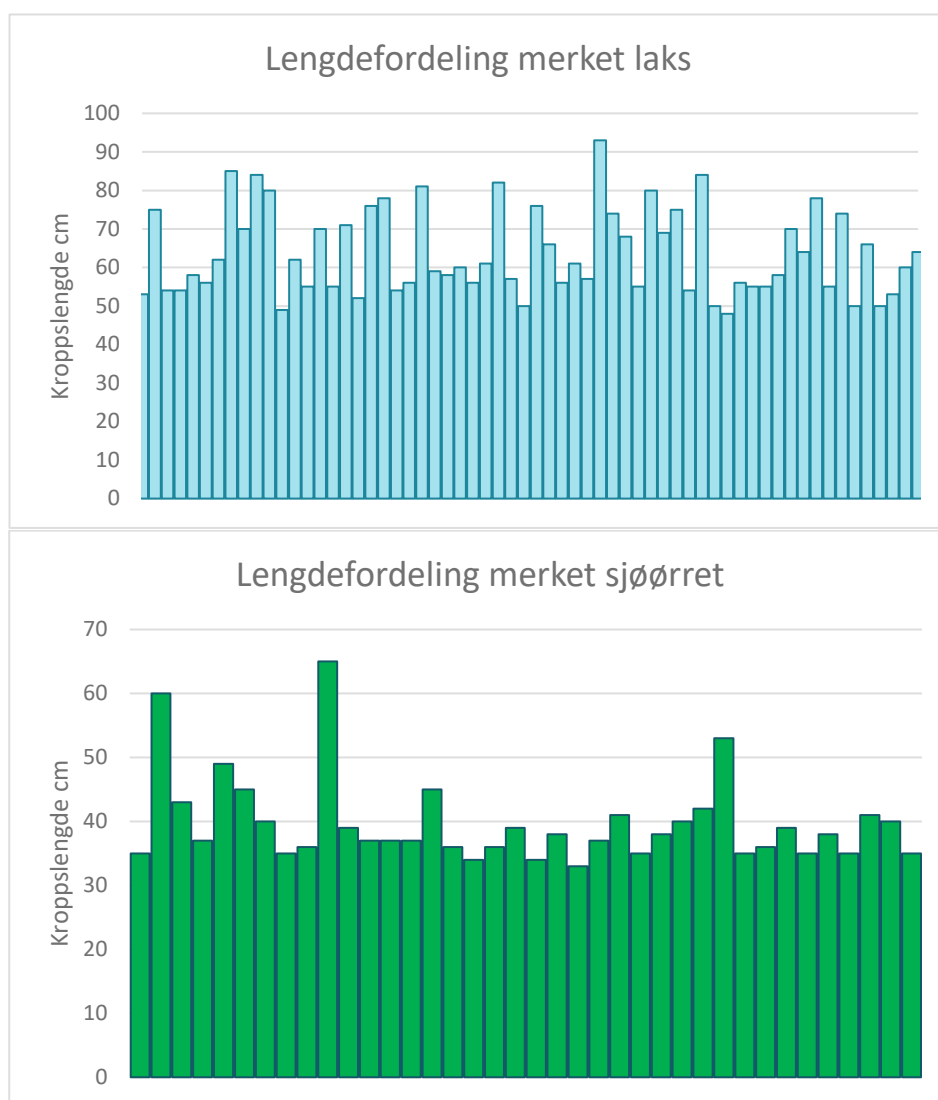
Alle de merkede fiskenes vandringslengde ble målt som avstand oppstrøms fra elvemunningen langs vassdragets midtlinje. Midtlinjen ble hentet ut fra databasen NVE Elvenett. Avstandsberegningene ble gjort i programvaren Google Earth Pro.

Alle data ble ordnet og sortert i Excel og klargjort for statistiske analyser. Alle statistiske tester ble gjort i R v.3.6.3 (R Core Team 2020). Normalfordeling ble sjekket med Q-Q plots. Forskjeller mellom laks og sjøørret iht. lengde og fordeling i vassdraget ble funnet ved Wilcoxon rank sum test (= Mann Whitney), Fischers exact test for kategoriske data og Kruskal Wallis test. I analysene av fiskenes oppvandring (faser) og oppvandring ved Skotfoss ble Wilcoxon rank sum test (=Mann Whitney), Fischers exact test og lineær regresjonsanalyse brukt. I analysene av intensiv peiling ble det brukt Kruskal Wallis test, Fischers exact test og Wilcoxon rank sum test (=Mann Whitney).

3 Resultater

3.1 Fordeling av fisk i vassdraget

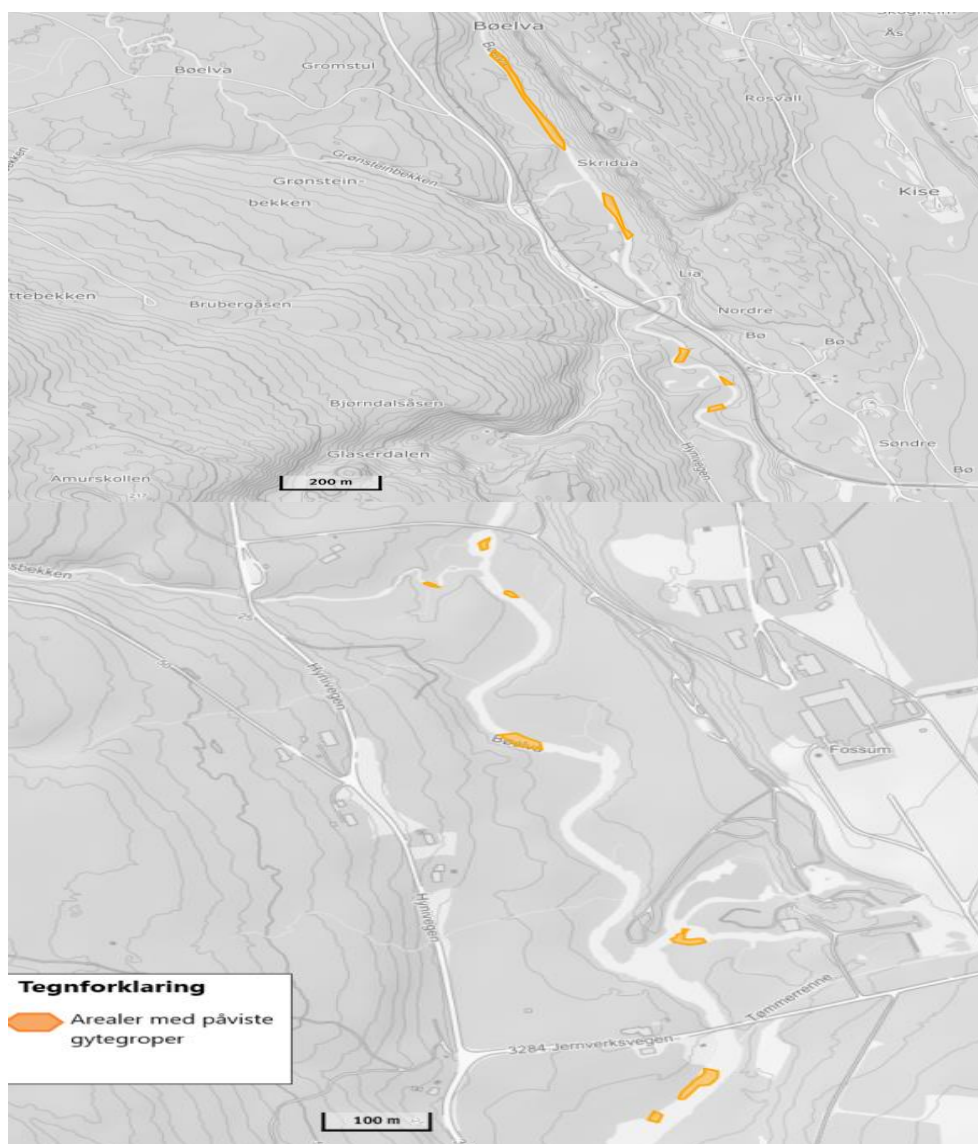
Av de 100 merkede individene hvor 62 (62 %) var laks og 38 (38 %) sjøørret, var 33 (53%) av laksene hanner mens 29(47%) laks var hunner. Mellom sjøørreten var fordelingen 10 (26%) hanner og 28 (74%) hunner. Gjennomsnittlig kroppslengde for laks var 63,6 cm ($11,21 \pm SD$), mens gjennomsnittlig kroppslengde for sjøørret var 39,7 cm ($\pm 6,89SD$) **fig 3.1**. Det ble funnet en statistisk signifikant forskjell i lengde mellom artene (Wilcoxon rank sum test, W-verdi 2277,5, p-verdi $5,756e-15$).



Figur 3.1. Lengdefordeling for alle merkede laks (øverst) og sjøørret (nederst).

De fleste fiskene fordelte seg relativt raskt utover de ulike delvassdragene, og etter hvert til forskjellige gyteområdene i de ulike delene av vassdraget. Fjorten av de 62 merkede laksene (23%) vandret opp i Falkumelva/Bliva, og ble peilet her i gyteperioden (fra 15.10, sjekket opp mot fisk observert på gyteplassene), mens 14 av 38 sjøørreter (37%) gikk opp her og befant seg i nærheten av påviste gyteområder i gyteperioden **fig 3.2**.

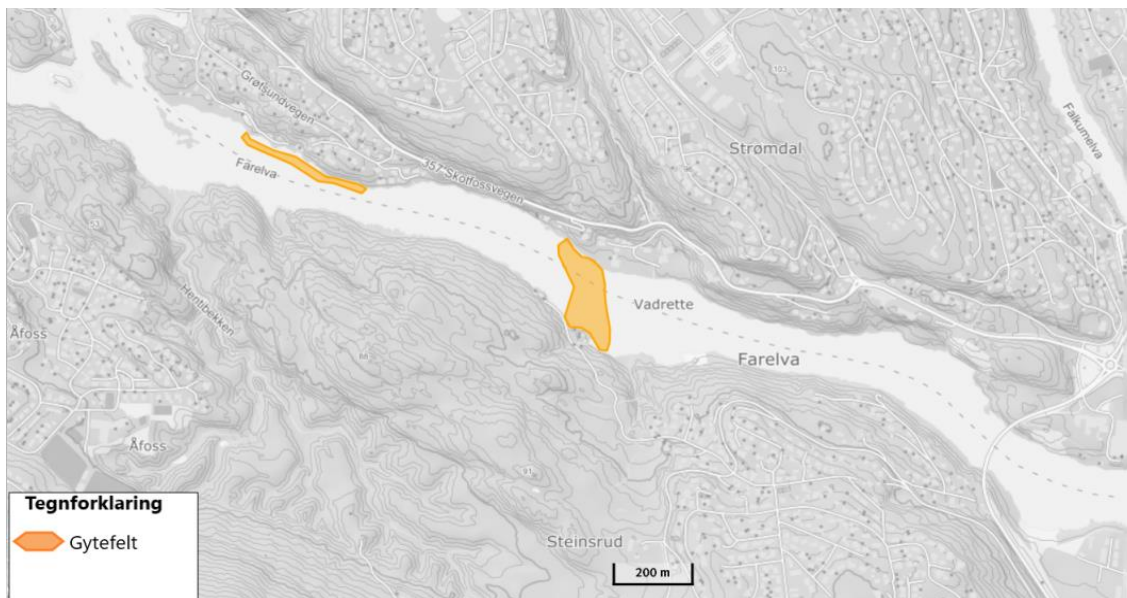
Forskjellene på tilstedeværelse i Falkumelva/Bliva mellom artene var ikke signifikant (Fischers exact test, p-verdi 0,1685).



Figur 3.2. Oversikt over påviste arealer med påviste gytegroper i Falkumelva/Bliva i november 2019. Dette er områder som alle har egnet gytesubstrat i motsetning til en del av det omkringliggende arealet som domineres av sand og mudder. Fisk som ble peilet i disse delene av Bliva i gytetiden antas derfor å ha tilknytning til disse gyteområdene.

Det var 19 laks (31%) og 11 sjøørreter (29%) som vandret til hovedelva nedstrøms Skotfoss (Farelva) og som befant seg på eller i nærheten av påviste gyteområder under gyteperioden **fig 3.3**.

Det var 14 laks (23%) som passerte laksetrappa ved Skotfoss hvorav 9 (15%) av disse ble peilet i gyteelvene oppstrøms Skotfoss under gyteperioden. Av de 5 resterende ble 2 fanget og avlivet i hhv. Bøelva og Sauarelva, mens 3 aldri ble funnet oppstrøms etter at de ble registrert av de stasjonære loggerne i laksetrappa. Tre sjøørreter (8%) passerte trappa ved Skotfoss, men kun 1 (3%) ble registrert ved peiling i elvene ovenfor Skotfoss (Sauarelva). Det var ingen signifikant forskjell mellom antall laks og antall sjøørret som oppholdt seg i elvene oppstrøms Skotfoss i gyteperioden (Fishers exact test, p-verdi 0,08427).



Figur 3.3. Oversikt over de klart avgrensede gytearealer som finnes i Farelva. Fisk som ble peilet på eller i nærhet til disse gytefeltene i gytetiden, antas å ha vært tilknyttet disse. Datagrunnlag til kartet er hentet fra undersøkelser gjort i 1995 (Heggenes og Dokk 1996).

Tre laks (5%) og 4 (11%) sjøørret ble ikke peilet i vassdraget under eller i god tid før gyteperioden, etter at de senest ble peilet i området rundt Klosterfoss. De må derfor antas å ha forlatt elva før gytetiden. Det ble ikke funnet signifikant forskjell i antall fisk som forlot elva mellom laks og sjøørret (Fischers exact test, p-verdi 0,4218).

7 laks (11%) og 4 sjøørret (11%) ble peilet i Hjellevannet under gyteperioden. En laks (2%) ble funnet død ved Klosterfoss i god tid før gyting (august). Det var 3 laks (5%) og 1

sjøørret (3%) som av ukjent grunn ikke ble funnet i vassdraget under peiling i tiden før eller under gyting.

Totalt ble det fanget 4 laks og 1 sjøørret av sportsfiskere i vassdraget hvorav 1 laks ble satt ut igjen (C&R). Av disse ble 3 laks ble fanget i elvene oppstrøms Skotfoss, mens 1 laks og 1 sjøørret ble fanget i Skienselva. Dette gir en total fangstrate for laks og sjøørret på hhv. 6 og 3 %. Alle disse ble fanget i god tid før gytetiden, og er ikke inkludert i de forrige avsnittene om fordelingen av fisk i vassdraget.

Fordelingen av fisk i de ulike delvassdragene sett opp mot kroppslengde viste at lengden på laks som befant seg i Farelva under gytetiden varierte fra 50 til 84 cm (gjennomsnittslengde $62,6 \pm 10,31$ SD cm n=19) **tabell 3.1**. For sjøørret varierte kroppslengden fra 35-60 cm (gjennomsnittslengde $42,3 \pm 7,72$ SD cm n=11).

For Falkumelva/Bliva varierte størrelsen på laks mellom 49 og 93 cm (gjennomsnittslengde $70 \pm 14,7$ SD cm n=14). Sjøørretens lengde varierte her mellom 33 og 65 cm (gjennomsnittslengde $38,9 \pm 8,2$ SD cm n=14).

Laks som passerte laksetrappa ved Skotfoss hadde en varierende kroppslengde fra 54-74 (gjennomsnittslengde $64,1 \pm 7,1$ SD cm n=14). For sjøørret som vandret opp Skotfoss varierte lengden fra 35-36 cm (gjennomsnittslengde $35,7 \pm 0,58$ SD cm n=3).

Av laks som antas å ha forlatt elva før gyting varierte kroppslengden fra 48-56 cm (gjennomsnittslengde $53 \pm 4,4$ SD cm n=3), mens den for sjøørret varierte fra 36-40 cm (gjennomsnittslengde $38,2 \pm 2,1$ SD cm n=4).

Tabell 3.1. Oversikt over hvor de merkede fiskenes vandret og befant seg under gyteperioden med gjennomsnittlig kroppslengde for de ulike områdene (\pm standardavvik).

| | Laks Farelva | Sjøørret Farelva | Laks Falkumelva | Sjøørret Falkumelva | Laks som vandret opp Skotfoss | Sjøørret som vandret opp Skotfoss |
|--------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|--|---|
| Antall | 19 | 11 | 14 | 14 | 14 | 3 |
| Lengde | 62,6cm ($\pm 10,31$ SD) | 42,3cm ($\pm 7,72$ SD) | 70cm ($\pm 14,7$ SD) | 38,9cm ($\pm 8,2$ SD) | 64,1cm ($\pm 7,1$ SD) | 35,7cm ($\pm 0,58$ SD) |

Det var ingen statistisk signifikant forskjell mellom noen av de ulike delvassdragene (elver oppstrøms Skotfoss, Falkumelva, Farelva) i kroppslengde på sjøørret som vandret opp og befant seg der i gyteperioden (Kruskal Wallis test, H-verdi 5,2209, p-verdi 0,0735 n=28).

Blant laksene ble det heller ikke funnet noen signifikant forskjell i kroppslengde på fisk som vandret til de ulike delvassdragene og som befant seg der i gyteperioden (Kruskal Wallis test, H-verdi 2,3196, p-verdi 0,3136 n=45). Med andre ord var det ingen signifikant seleksjon for spesifikke kroppslengder i noen av delvassdragene, verken for laks eller sjøørret.

3.2 Vandringsmønster

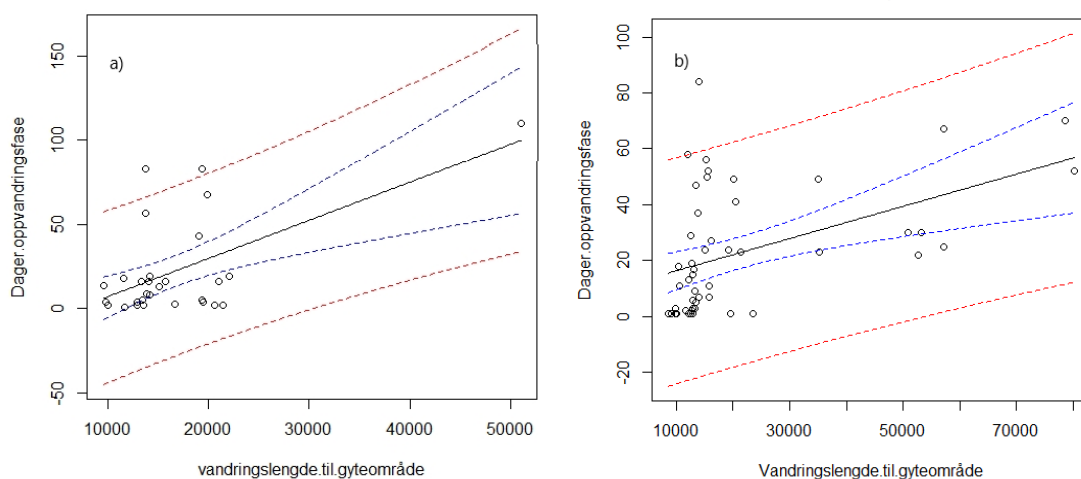
Av fisk som oppholdt seg i vassdraget i gyteperioden (fra 15.10) ble laks peilet fra 8,5-80,3 km (gjennomsnitt $20,7 \pm 16,33$ SD km, $n=45$) i avstand oppstrøms fra elvemunningen, mens avstanden for sjøørret var fra 9,6-51 km (gjennomsnitt $16,5 \pm 7,6$ SD km $n=28$). Det ble ikke funnet noen signifikant forskjell mellom laks og sjøørret i avstand fra elvemunningen til området fiskene ble peilet i gyteperioden (Wilcoxon rank sum test, W-verdi 585, p-verdi 0,6158).

For detaljert vandringsmønster til alle merkede individer, se vedlegg 1 og 2.

3.2.1 Oppvandringsfasen

Oppvandringsfasen består av laksens vandring fra elvemunning til den er i nærheten av sitt gyteområde, og videre vandring oppstrøms i vassdraget er vanligvis begrenset. Fordi merkingen foregikk 8,8 km (Klosterfoss) foreligger det ikke målinger av hele oppvandringsfasen, men oppvandringen fra Frierfjorden til Klosterfoss er neppe preget av lange hvilestopp og nedstrøms vandringer da Klosterfoss er første oppvandringshinder i tillegg til at det er få/ingen gyteområder på denne strekningen. Fisk som fortsatte oppvandringsfasen fra Klosterfoss hadde en varierende oppvandring fra en direkte oppstrøms vandring til eller i nærheten av gyteområdet, til en stegvis oppvandring bestående av hvileperioder og korte vandringer nedstrøms. Den gjennomsnittlige oppvandringsfasen i tid for laks var 23,52 døgn ($\pm 21,39$ SD, variasjonsbredde 1-84), mens den for sjøørret var 22,21 ($\pm 29,28$ SD variasjonsbredde 1-110). Det var ingen signifikant forskjell i antall døgn brukt på oppvandringsfasen mellom laks og sjøørret (Wilcoxon rank sum test, W-verdi 806,5, p-verdi 0,505).

For sjøørret ble det funnet en signifikant positiv sammenheng mellom antall dager brukt på oppvandringsfasen og hvor langt opp i vassdraget fisken oppholdt seg under gyteperioden (**fig 3.4**) (lineær regresjonsanalyse, p-verdi 0,001225, R^2 0,336, $n=29$). Det var også en signifikant positiv sammenheng mellom antall dager brukt på oppvandringsfasen og hvor langt opp i vassdraget laks oppholdt seg under gyteperioden (lineær regresjonsanalyse, p-verdi 0,0008045, R^2 0,2145, $n=49$) **fig 3.4**.



Figur 3.4. Antall dager oppvandringsfasen varte sammenlignet med vandringslengde til gyteområde (avstand fra elvemunning i meter) for a) sjøørret og b) laks. For begge arter vises en signifikant positiv sammenheng mellom dager (n) brukt på oppvandringsfasen og vandringslengde til gyteområde. Figuren viser også konfidensintervall (95%) ved blå hjelpelinjer og prediksjonsintervall ved røde hjelpelinjer.

3.2.2 Søkefase

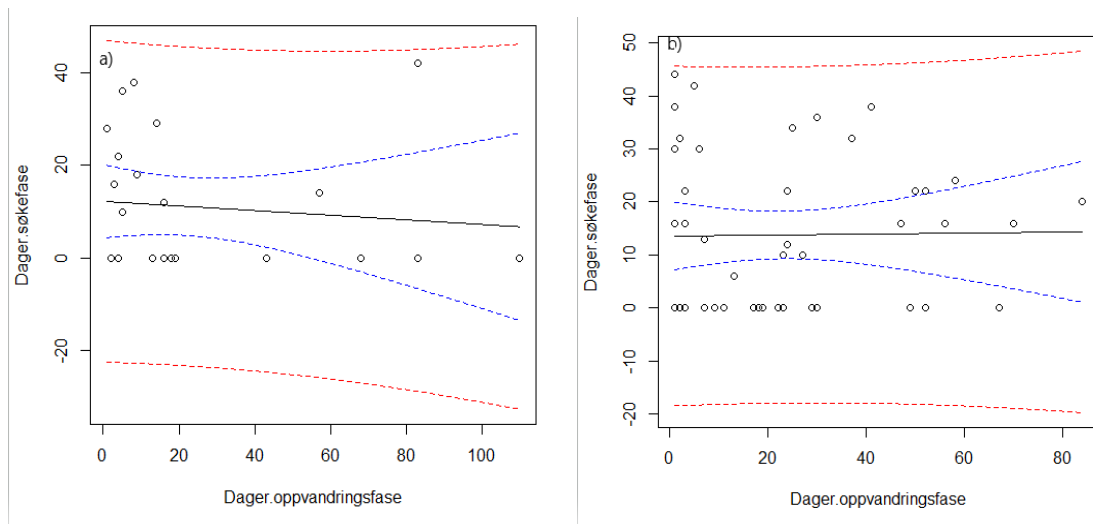
Etter oppvandringsfasen ble det funnet en søkefase med hyppige oppstrøms og nedstrøms vandringer i nærheten gyteområdet hos 55% ($n=27$) for laks og 41% ($n=12$) hos sjøørret. Det var ingen signifikant forskjell i tilstedeværelsen av søkefase mellom artene (Fishers exact test, p -verdi 0,348).

Det ble funnet en gjennomsnittslengde for søkefasen på 25 døgn ($\pm 12,23$ SD, variasjonsbredde 6-56) for laks, og en gjennomsnittslengde for søkefasen på 26,9 døgn ($\pm 14,47$ SD, variasjonsbredde 10-58) for sjøørret.

Det var ingen signifikant forskjell mellom laks og sjøørret på antall dager søkefasen varte (Wilcoxon rank sum test, W -verdi 155, p -verdi 0,8427).

Laks hadde en gjennomsnittlig total søkelengde på 9,4 km ($\pm 8,5$ SD, variasjonsbredde 0,85-34,4 km), mens den for sjøørret var 7,9 km ($\pm 6,9$ SD, variasjonsbredde 1,6-26,6 km).

Det var ikke signifikant forskjell i søkelengde mellom artene (Wilcoxon rank sum test, W -verdi 163, p -verdi 0,988). Tid brukt på oppvandringsfasen hadde ingen signifikant påvirkning på hvor lang tid som ble brukt på søkefasen for hverken laks eller sjøørret **fig 3.5** (lineær regresjonsanalyse, p -verdi 0,9257, R^2 0,000187, $n=49$ (laks), p -verdi 0,6426, R^2 0,008091, $n=29$ (sjøørret)).



Figur 3.5. Antall dager brukt oppvandringsfasen sammenliknet med antall dager brukt på søkefasen for sjøørret (a) og laks (b). Det var ingen signifikant sammenheng mellom varighet på oppvandringsfasen og varighet på søkefasen for hverken laks eller sjøørret. Figuren viser også konfidensintervall (95%) ved blå hjelpelinjer og prediksjonsintervall ved røde hjelpelinjer.

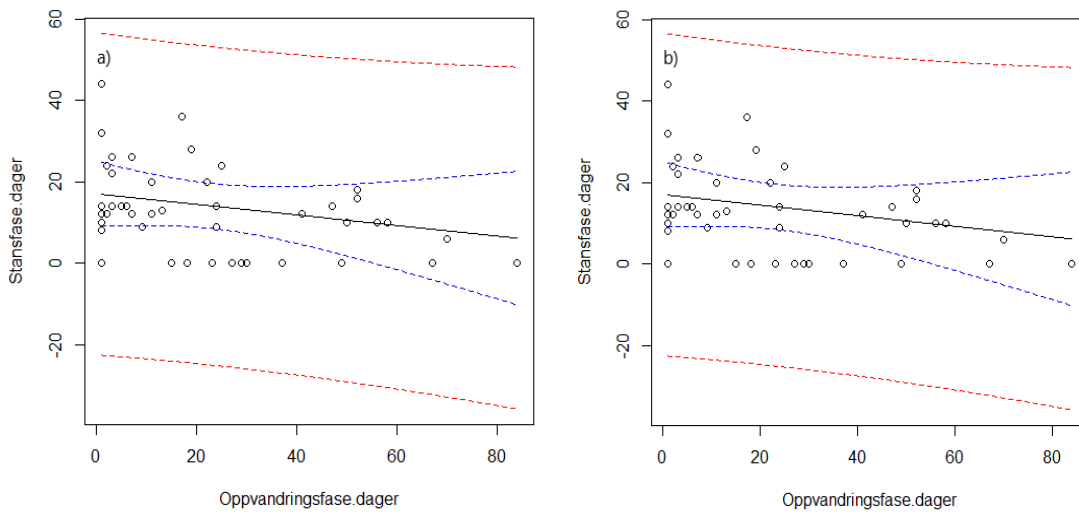
3.2.3 Stansfase

For 69% (n=34) laks og 72% (n=21) sjøørret ble det funnet en stansperiode i tiden forut gyting hvor det ikke ble observert vandring. Det var ingen signifikant forskjell på tilstedeværelsen av en stansfase mellom artene (Fishers Exact Test, p-verdi 1).

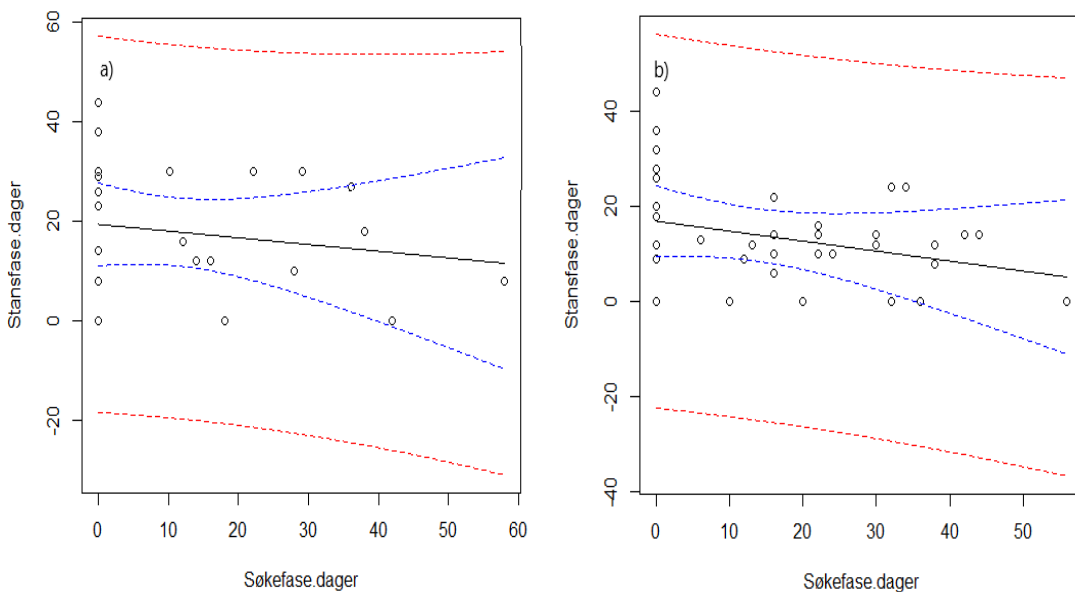
Varigheten av stansfasen var gjennomsnittlig 20,26 døgn ($\pm 20,26$ SD, variasjonsbredde 6-124) for laks, og 24,71 døgn ($\pm 16,37$ SD, variasjonsbredde 8-80) for sjøørret. Det var ingen signifikant forskjell mellom artene i antall døgn stansfasen varte (Wilcoxon rank sum test, W-verdi 266, p-verdi 0,1158).

Varigheten av oppvandringsfasen hadde ingen signifikant påvirkning for varigheten på stansfasen for laks **fig 3.6** (lineær regresjon, p-verdi 0,308, R^2 0,0221, n=49). Det ble heller ikke funnet noen sammenheng mellom varigheten på oppvandringsfasen og varigheten på stansfasen for sjøørret **fig 3.6** (lineær regresjon, p-verdi 0,4024, R^2 0,1468, n=29).

Antall dager brukt på søkefasen hadde ingen signifikant påvirkning på antall dager brukt på stansfasen for laks **fig 3.7** (lineær regresjon, p-verdi 0,2486, R^2 0,02822, n=49). Det ble heller ikke funnet noen signifikant sammenheng mellom lengde på søkefase og lengde på stansfase for sjøørret **fig 3.7** (lineær regresjon, p-verdi 0,5248, R^2 0,01514, n=29).



Figur 3.6. Antall dager brukt på oppvandringsfasen sammenliknet med varighet på stansfasen for a) sjøørret og b) laks. Det var ingen signifikant sammenheng mellom varighet på oppvandringsfasen og varighet på stansfasen for laks eller sjøørret. Figuren viser også konfidensintervall (95%) ved blå hjelpelinjer og prediksjonsintervall ved røde hjelpelinjer.



Figur 3.7. Antall dager brukt på søkefase sammenliknet med varighet på stansfase for a) sjøørret og b) laks. Det var ingen signifikant sammenheng mellom de to variablene for laks eller sjøørret. Figuren viser også konfidensintervall (95%) ved blå hjelpelinjer og prediksjonsintervall ved røde hjelpelinjer.

3.3 Vandringshindre

Kraftverksdammene ved Skotfoss og Klosterfoss fungerer som oppgangshindre for laks og sjøørret i Skiensvassdraget, og for å kompensere for dette er det her bygget laksetrapp. Det ble ikke påvist andre steder i vassdraget som forsinket oppgangen nevneverdig, og det er heller ingen andre steder i vassdraget med utpregede hydrofysiske forhold som skulle tilsi redusert oppvandring. Siden de radiomerkede fiskene ble sluppet ut oppstrøms Klosterfoss var det ikke mulig å si noe om hvordan kraftverket/demning/laksetrappa her påvirket fiskenes vandring.

Det var 36 (58%) laks og 14 (37%) sjøørret som ble registrert ved Skotfoss (mellom laksetrapp/demning og turbinutløp) under manuell peiling i peileperioden. Det ble ikke funnet noen signifikant forskjell i antall laks og sjøørret som ble funnet ved Skotfoss under manuell peiling (Fishers exact test, p-verdi 0,06305). Ved Skotfoss var det 14 (23%) laks og 3 (8%) sjøørret som vandret opp laksetrappa. Det var ingen signifikant forskjell mellom antall laks og sjøørret som gikk opp trappa (Fishers exact test, p-verdi 0,09763). Det var 22 (35%) laks og 11 (29%) sjøørret som vandret opp til Skotfoss men som ikke passerte trappa. Det ble ikke funnet noen signifikant forskjell i antall fisk som vandret til Skotfoss men som ikke vandret opp laksetrappa mellom artene (Fishers exact test, p-verdi 0,5212).

Laks som vandret opp til Skotfoss og som også gikk opp laksetrappa brukte i gjennomsnitt 22,8 dager ($\pm 15,3$ SD, variasjonsbredde 6-68 dager) på Skotfoss før den vandret opp. Sjøørret som vandret opp brukte i gjennomsnitt 24 døgn ($\pm 24,3$ SD, variasjonsbredde 8-52 dager). Det var ingen signifikant forskjell på antall dager laks og sjøørret brukte på Skotfoss før de vandret opp laksetrappa (Wilcoxon rank sum test, W-verdi 25,5, p-verdi 0,611).

Laks som vandret opp til Skotfoss men som ikke vandret videre opp laksetrappa, oppholdt seg derimot i kortere tid under trappa og var på Skotfoss i gjennomsnitt 16,5 dager ($\pm 19,3$ SD, variasjonsbredde 1-84 dager). Det var likevel ikke en signifikant forskjell i antall dager brukt på Skotfoss for laks som vandret opp trappa og laks som ikke vandret opp, noe som trolig kan tilskrives den store individuelle variasjonen i tidsbruk (Wilcoxon rank sum test, w-verdi 99,5, p-verdi 0,07866). Sjøørret som vandret opp til Skotfoss, men

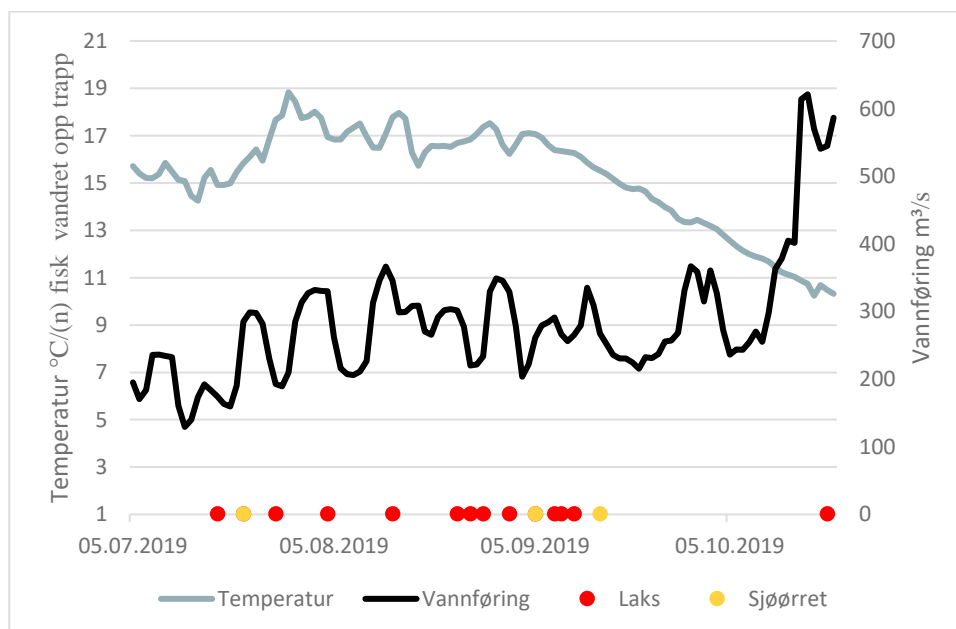
som ikke vandret opp trappa var der i gjennomsnitt 25,9 dager ($\pm 30,6$ SD, variasjonsbredde 1-82 dager). Det var dermed ingen signifikant forskjell i tid brukt på Skotfoss for sjøørret som vandret opp trappa og sjøørret som ikke vandret opp (Wilcoxon rank sum test, w-verdi 14, p-verdi 0,7539).

For fisk som ikke vandret opp trappa ble det heller ikke funnet noen signifikant forskjell mellom laks og sjøørret i antall dager brukt på Skotfoss (Wilcoxon rank sum test, w-verdi 106, p-verdi 0,5785).

Gjennomsnittsvannføringen når laks vandret opp trappa var på $288,56 \text{ m}^3/\text{s}$ ($\pm 89,50$ SD, variasjonsbredde 174,24-544,71). For sjøørret som vandret opp var gjennomsnittsvannføringen $271,35 \text{ m}^3/\text{s}$ ($\pm 12,18$ SD, variasjonsbredde 267,65-284,96) **fig 3.8**.

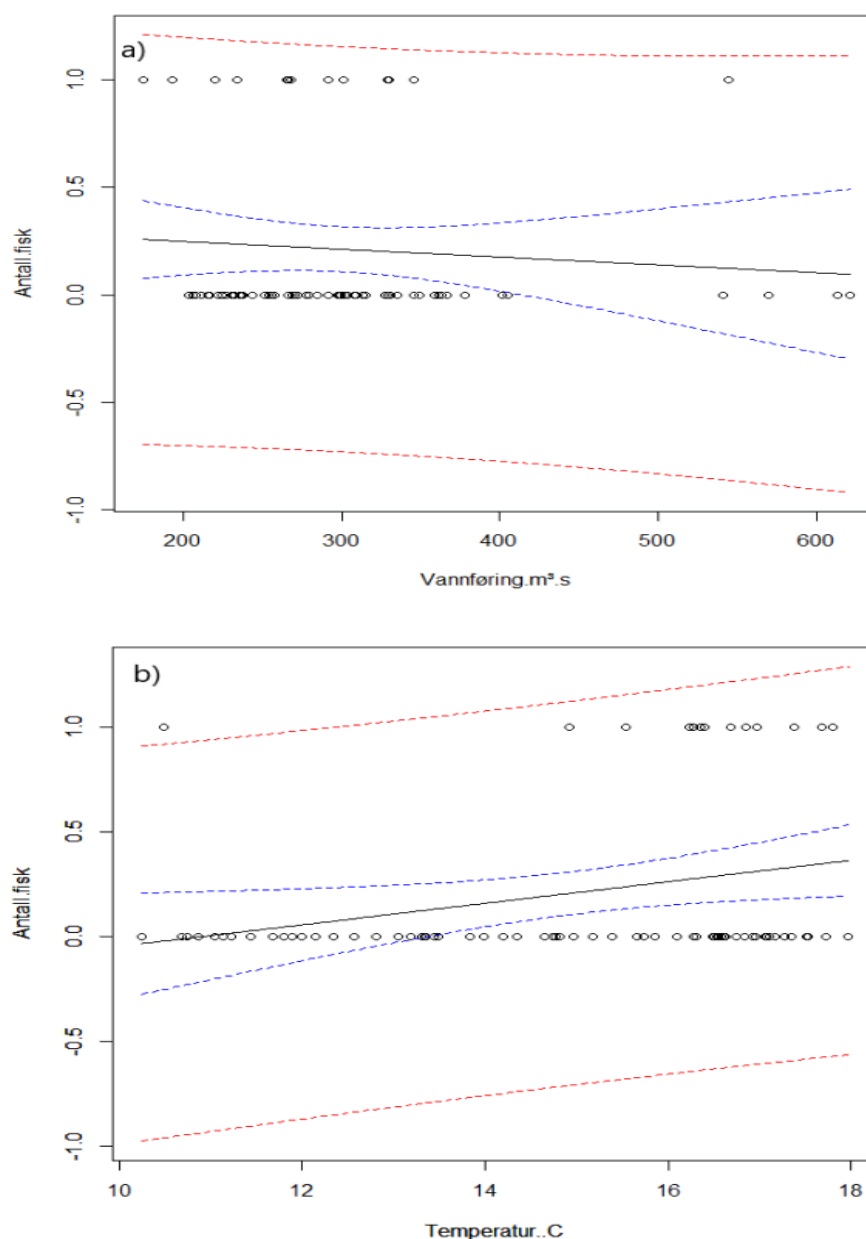
Det ble ikke funnet noen signifikant forskjell i vannføring ved oppgang for laks og sjøørret (Wilcoxon rank sum test, w-verdi 23, p-verdi 0,8499).

Gjennomsnittstemperaturen når laks vandret opp trappa var på $16,3 \text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 1,8$ SD, variasjonsbredde $10,4\text{-}17,8 \text{ }^\circ\text{C}$). For sjøørret var den $16,1 \text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 0,8$ SD, variasjonsbredde $15,5\text{-}17,1 \text{ }^\circ\text{C}$). Det var ingen signifikant forskjell i temperatur ved oppgang for laks og sjøørret (Wilcoxon rank sum test, w-verdi 28, p-verdi 0,412).



Figur 3.8. Vannføring (m^3/s), sett opp mot temperatur ($^\circ\text{C}$) og oppgang i laksetrapp ved Skotfoss for laks og sjøørret. Vannføring og temperaturdata er hentet fra NVE.

Det ble funnet en positiv signifikant sammenheng mellom oppgang av fisk i laksetrappa og økende temperatur i perioden det ble påvist oppgang (18.07-20.10) **fig 3.9 b** (Lineær regresjonsanalyse, p-verdi 0,02903, R^2 0,05964, $n=80$). Det ble ikke funnet noen signifikant sammenheng mellom oppgang av fisk og vannføring i perioden med påvist oppgang **fig 3.9a** (Lineær regresjonsanalyse, p-verdi 0,5428, R^2 0,004767, $n=80$).



Figur 3.9. Vannføring (a) og temperatur (b) vist i sammenheng med oppgang av fisk ved laksetrapp på Skotfoss. Det var en økende oppgang av fisk ved økende temperatur ($^{\circ}\text{C}$), mens det ikke ble funnet noen signifikant sammenheng mellom økende eller synkende vannføring og oppgang av fisk. Figuren viser også konfidensintervall (95%) ved blå hjelpelinjer og prediksjonsintervall ved røde hjelpelinjer.

3.5 Forflytning gjennom døgnet i gytetiden

I perioden 19.10-18.11 ble 9 laks og 9 sjøørret i Falkumelva/Bliva intensivt peilet 4 ganger daglig med ca. 6 timers mellomrom, hver sjettede dag hver uke. Dette ble gjort for å finne ut av om det var visse perioder i døgnet hvor fisk forflyttet seg mer enn andre perioder i gytetiden. Peilingene ble kategorisert i 4 grupper: Morgen, ettermiddag, kveld og natt. Fordi 4 laks forflyttet seg ut og inn av Falkumelva/Bliva i løpet av perioden de intensive peilingene ble gjort, måtte disse byttes ut med andre laks mellom peiledagene. Sjøørretene var de samme gjennom hele perioden. Gjennomsnittslengden på de utvalgte laksene var 68,8 cm ($\pm 14,6$ SD, variasjonsbredde 50-93 cm n=13). For sjøørret var gjennomsnittslengden 39,7 cm ($\pm 10,2$ SD, variasjonsbredde 34-65 cm n=9). Det var 7 hunner og 2 hanner blant sjøørretene, og 8 hunner og 5 hanner blant laksene.

Det var relativt liten forskjell i vandringsaktivitet over døgnet for laks. De undersøkte laksene forflyttet seg i gjennomsnitt 91,5 meter ($\pm 148,5$ SD, variasjonsbredde 0-843) på morgenen (06:00-12:00), 88,28 meter ($\pm 133,9$ SD, variasjonsbredde 0-713) på ettermiddagen (12:00-18:00), 90,9 meter ($\pm 104,7$ SD, variasjonsbredde 0-419) på kvelden (18:00-00:00) og 114,3 ($\pm 226,7$, variasjonsbredde 0-679) meter på natten (00:00-06:00). Dette var annerledes for sjøørreten som beveget seg mer på kvelden og mindre på natten. De undersøkte sjøørretene hadde en gjennomsnittlig forflytning på 80,1 meter ($\pm 100,2$ SD, variasjonsbredde 0-403) om morgenen, 91,6 meter ($\pm 136,4$ SD, variasjonsbredde 0-669) på ettermiddagen, 352,9 meter ($\pm 1272,7$ SD, variasjonsbredde 0-7590) på kvelden, 52,9 meter ($\pm 102,3$ SD, variasjonsbredde 0-442) på natten.

Den store individuelle variasjonen og relativt få individer gjorde likevel at det ikke ble funnet noen signifikant forskjell i forflytning mellom de ulike periodene verken for laks (Kruskal-Wallis test, H-verdi 1,6904, p-verdi 0,6391) eller for sjøørret (Kruskal Wallis test, H-verdi 5,5611, p-verdi 0,135) **fig 3.10**.

Det var ingen signifikant forskjell mellom laks og sjøørret i forflytning på morgenen (Wilcoxon rank sum test, w-verdi 1357, p-verdi 0,7688). Heller ikke på ettermiddagen ble det funnet noen signifikant forskjell mellom laks og sjøørret i forflytning (Wilcoxon rank sum test, w-verdi 1305,5, p-verdi 0,436). Laks og sjøørret hadde heller ingen signifikant forskjell i forflytning på kvelden (Wilcoxon rank sum test, w-verdi 588, p-verdi

0,631). Det ble heller ikke funnet noen signifikant forskjell mellom artene i forflytning på natten (Wilcoxon rank sum test, w-verdi 188,5, p-verdi 0,6048).

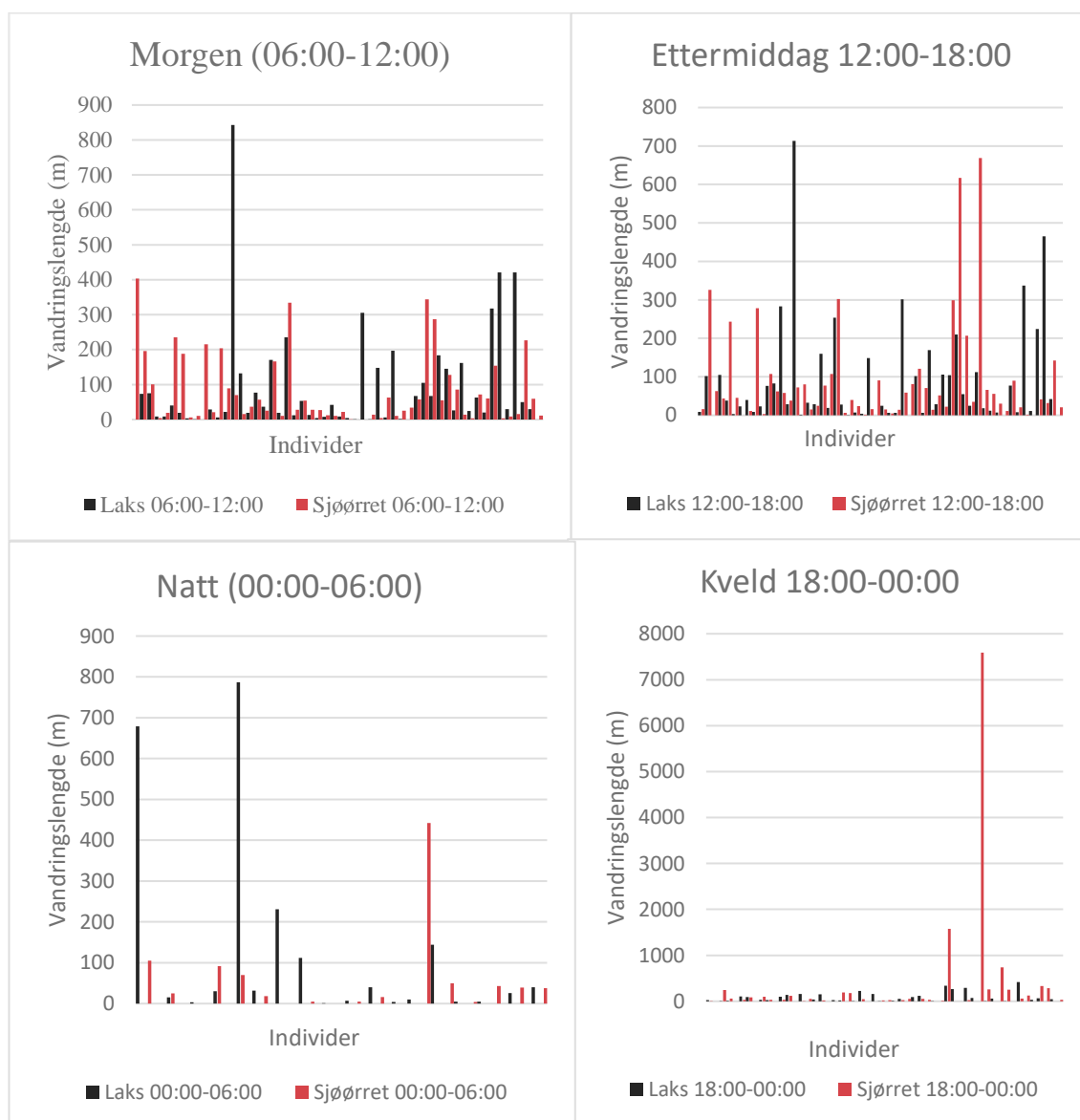


Fig 3.10. Over vises alle observerte vandringslengder i de ulike delene av døgnet for både laks (svart) og sjørørret (rød). Alle dataene ble samlet inn i perioden 19.10-19.11.

4 Diskusjon

4.1 Fordeling av laks og sjøørret i vassdraget

23 % laks og 37 % sjøørret vandret opp i Bliva/Falkumelva og var her i i gytetiden. Forskjellen var ikke signifikant, men fordelingen mellom de to artene viser likevel en trend mot at flere sjøørreter enn laks (i forhold til antall av hver art som vandrer opp i vassdraget) søker opp i dette sidevassdraget. Det er relativt vanlig at mens laksen ofte gyter i hovedelvene og de større delene av vassdraget, så foretrekker ørreten å gyte i sideelver som Bliva (Louhi et al. 2008). Ifølge lokal kunnskap antas Bliva med sidebekker å være det viktigste gyte og oppvekstområdet i vassdraget nedstrøms Skotfoss (Skiens-elva elveeierlag 2020). Ungfiskundersøkelser gjort i vassdraget i 2009, viste at Bliva hadde god tetthet av eldre laksunger, mens større ørretunger var nærmest fraværende. Dette ble antatt å ha sammenheng med den tette bestanden av laksunger som kan utkonkurrere ørreten (Hvidsten 2010). Både laks og sjøørret som vandret opp til Bliva/Falkumelva hadde større variasjon i kroppslengde mellom individene enn det laks og sjøørret på noen av de andre gyteområdene hadde. Det er ikke utenkelig at denne store variasjonen i størrelse på fisk kan ha en sammenheng med den store variasjonen i substratstørrelse som finnes i vassdraget. Valg av gytehabitat for laksefisk er tidligere vist å ha en sammenheng med kroppslengde (Crisp&Carling 1989).

31% laks og 29% sjøørret vandret opp til Farelva og befant seg her i gyteperioden. De fleste av disse oppholdt seg på gyteområdene beskrevet av Heggenes og Dokk i (Heggenes og Dokk 1996).

Laks som vandret til Farelva og oppholdt seg her under gytetiden hadde lavere kroppslengde (gjennomsnitt 62,6 cm) enn fisk som oppholdt seg i noen av de andre delene av vassdraget. Sjøørret i Farelva var den gruppen som hadde størst kroppslengde (gjennomsnitt 42,3 cm) av sjøørretene som vandret til ulike deler av vassdraget og som oppholdt seg der under gytetiden. Verken for laks eller sjøørret var forskjellene på kroppslengde i forhold til fisk i de andre delvassdragene signifikant, men p-verdien for forskjell mellom sjøørretene var forholdsvis lav, noe som kan indikere en trend på at større sjøørret velger å gyte i større elver enn hva mindre sjøørret foretrekker.

Det var 15% laks og 3% sjøørret som med sikkerhet oppholdt seg i elvene oppstrøms Skotfoss (Bøelva, Sauarelva, Heddøla, og Eidselva) under gyteperioden. I tillegg var det 8 % laks og 5 % sjøørret som passerte laksetrappa ved Skotfoss, men som ikke ble funnet i noen av tilløpselvene til Norsjø under manuell peiling. Ørret blir ofte beskrevet som en art med store individuelle variasjoner i vandringsmønster både hos stasjonære og sjøvandrende fisk (Jonsson&Jonsson 1993). Dette bekreftes ved ulike telemetriundersøkelser som har vist at sjøørret i noen elver har en lavere vandringslengde enn laks og bruker de lavereliggende områdene av elva, mens den i andre elver vandrer lenger og høyere opp i vassdraget enn hva laks gjør (Pouchard 2006). Undersøkelser gjort i Lærdalselva fant ingen forskjell i vandringsavstand fra elvemunningen mellom laks og sjøørret (Finstad et al. 2005).

En lavere andel av sjøørret enn laks i øvre deler av Skiensvassdraget kan skyldes at sjøørreten her foretrekker å gyte i lavereliggende områder, eller/og vanskeligheter med å passere laksetrappen ved Skotfoss. Dette er diskutert nærmere i delkapittelet om vandringshindere.

5% laks og 11 % sjøørret ble sist peilet ved eller nedstrøms Klosterfoss i god tid før gyteperioden startet, og disse antas derfor å ha forlatt vassdraget. Ingen av disse vandret noe særlig oppstrøms fra merkestedet (Klosterfoss). Saltholdigheten er forholdsvis høy nedover i Skienselva (nedstrøms Klosterfoss) noe som gjør det umulig å følge fisk noe særlig lengre utover mot sjøen enn rett nedstrøms Klosterfoss, da rekkevidden av radiosignaler i saltvann og brakkvann er meget begrenset (Thorstad et al. 2011). På grunn av dette er det mulig at fisk har vandret nedover i Skienselva, men ikke dratt ut av elva. Dette er likevel lite trolig da det finnes få/ingen gyteområder på denne strekningen (Heggenes et al.2006). En annen teoretisk mulig årsak til at fisk forsvinner kan være feil med radiosenderne, men dette skjer erfaringsmessig sjeldent (Thorstad et al. 2010). En tredje mulig årsak kan være at disse har blitt fisket av sportsfiskere og ikke blitt rapportert inn. Dette er nok også lite trolig da det ble gitt god informasjon om radiomerkingsprosjektet til sportsfiskerne i området. Tidligere telemetristudier har vist at både laks og sjøørret kan forlate vassdraget før gytetiden, og særlig er dette observert for sjøørret (Gauld et al. 2016).

4.2 Vandringsmønster

Vandringslengden fra elvemunningen til området fiskene oppholdt seg i gytetiden var ikke signifikant forskjellig mellom artene, men gjennomsnittslengden var betydelig lengre for laks (20,7 km) enn hva som ble funnet for sjøørret (16,5 km). Dette skyldes i hovedsak at flere laks enn sjøørret vandret opp laksetrappa ved Skotfoss.

Vandringslengden til gyteområdene nedstrøms Norsjø var like mellom artene.

Da all fisk ble merket 8,8 km oppstrøms fra elvemunningen er det ikke mulig å si noe om hele gytevandringen i vassdraget slik det er vist i det eneste studiet som sammenligner migrasjonsfasene til laks og sjøørret (Finstad et al. 2005), hvor laks og sjøørret ble sluppet ut fra elvemunningen i Lærdalselva. Likevel er oppvandringen fra Frierfjorden til Klosterfoss neppe preget av noe særlig annet enn en rettet oppstrøms vandring da det finnes ingen vandringshindere eller potensielle gyteområder på denne strekningen.

I undersøkelsen fra Lærdalselva ble fiskene sluppet ut ved elvemunningen samtidig. På denne måten blir all fisk utsatt for de samme miljøvariablene og man kan finne det biologisk foretrukne vandringsmønsteret. Tilsvarende ble ikke gjort i dette studiet, da man merket fisk gjennom ulike deler av oppvandrings sesongen og antall laks og sjøørret som ble merket hver gang var avhengig av hvor mye som hadde gått opp i laksetrappa ved Klosterfoss og hentet ut der. I tillegg skiller Lærdalselva seg ut ved å være et vassdrag uten store vandringshindere i motsetning til Skiensvassdraget som har 2 store vandringshindere i form av vannkraft/demning/laksetrapp. I likhet med andre studier som har sett på faser av gyteoppvandringen (Finstad et al. 2005; Økland et al. 2001), ble det også i Skiensvassdraget funnet 3 tydelig ulike faser både for laks og sjøørret, men med større variasjon i tilstedeværelsen av fasene og en lengre varighet for samtlige faser.

Første fase av gytevandringen (oppvandringsfasen) bestod for både laks og sjøørret hovedsakelig av en rettet vandring oppover i vassdraget, men flere individer hadde både hvilestopp og korte nedstrøms vandringer underveis. Det ble for noen få individer også funnet en del korte vandring mellom Skotfoss/Farelva og Falkumelva/Bliva knyttet til selve oppvandringsfasen. Lange hvilestopp på Skotfoss ble også observert for begge artene. Dette var stopp som ikke kan knyttes til stansfasen da de ofte inntraff tidlig i oppvandringen og ofte gjaldt fisk som senere så ut til å gyte på områder med lang

avstand fra Skotfoss. Slik vandringsatferd er ikke vanlig for fisk i elver uten store vandringshindre der oppvandringen stort sett består kun av oppstrøms forflytning (Økland et al. 2001), men en relativ lik atferd har tidligere også blitt funnet i tilknytning til vandringshindere i Numedalslågen (Thorstad et al. 2004).

Varigheten på oppvandringsfasen var tilnærmet identisk mellom laks (gjennomsnitt 23,52 døgn) og sjøørret (22,21 døgn) i antall dager brukt på oppvandringen før fiskene ankom eller var i nærheten av gyteområdet og vandringen oppstrøms i vassdraget avtok. Dette skiller seg fra gytevandringen observert i Lærdalselva (Finstad et al. 2005) hvor sjøørret brukte signifikant lenger tid på oppvandringsfasen enn hva laks gjorde. Antall døgn brukt på oppvandringsfasen skiller seg også fra Lærdalselva der begge arter brukte kortere tid på denne fasen i forhold til hva som ble observert i Skiensvassdraget. Årsaken til dette er nok sammensatt, men det er sannsynlig at det kan ha en sammenheng med forsinket oppvandring grunnet vandringshindre og andre vannkraftpåvirkninger (Thorstad et al. 2008). Det er heller ikke utenkelig at det kan være en sammenheng med oppvandringsfasens varighet og elvenes morfologi og hvor lang anadrom strekning er. Selv om Skiensvassdraget har en betydelig lengre lakseførende strekning (140 km) enn Lærdalselva (24 km), er dette trolig ikke en stor årsak til en lengre oppvandringsfase i Skiensvassdraget, da gjennomsnittlig vandringslengde fra elvemunningen til gyteområdet var relativt lik i begge vassdrag.

Det ble også funnet en sammenheng mellom lengde på oppvandringsfasen og vandringslengde til gyteområdet for både laks og sjøørret, ved at oppvandringsfasens lengde økte med økende avstand til gyteplassen. Dette er også blitt observert i andre telemetriundersøkelser for laks (Finstad et al. 2005; Økland et al. 2001).

Etter at oppvandringsfasen var fullført og fiskene befant seg i nærheten av gyteområdene ble det observert en søkefase med hyppige opp og nedstrøms vandringer (et minimum av to nedstrøms vandringer) hos 55% laks og 41% sjøørret.

Denne vandringsatferden kan være viktig for valg av gyteplass, å finne potensielle partnere eller finne et sted å oppholde seg fram til gyting (Økland et al. 2001).

Sammenliknet med andre studier som har observert en søkefase, er en forekomst av fasen på 55% for laks ikke ulikt hva som er funnet i Lærdalselva (60%) (Finstad et al. 2005)

og Tanaelva (67%) (Økland et al. 2001). En lavere forekomst av søkefase for sjøørret enn for laks kan henge sammen med den store livshistorievariasjonen og den variable bruken av habitat i ferskvann som ofte er funnet hos ørret (Klemetsen et al.2003).

Varigheten for søkefasen var tilnærmet identisk mellom laks og sjøørret i Skiensvassdraget. Dette skiller seg ut fra Lærdalselva hvor søkefasen hadde en signifikant lengre varighet for sjøørret enn for laks (Finstad et al. 2005).

Lengden av elvestrekningen som ble brukt under søkefasen i Skiensvassdraget var kortere for sjøørret enn for laks, men forskjellen var ikke signifikant. I Lærdalselva var den signifikant høyere for sjøørret enn for laks (Finstad et al.2005). Oppsummerer vi hele søkefasen for sjøørret i de to vassdragene finner vi en trend mot en lavere aktivitet for sjøørret i Skiensvassdraget enn hva som ble observert i Lærdalselva. Disse forskjellene kan igjen skyldes den variable livshistoriestrategien man finner hos arten (Klemetsen et al. 2003). Det er heller ikke utenkelig at det muligens kan henge sammen med størrelsen på fiskene merket i de to vassdragene, da gjennomsnittlig kroppslengde var kortere for merket sjøørret i Skiensvassdraget (39,7 cm) enn for Lærdalselva (54 cm).

Tilstedeværelse av en stansfase i tiden fram til gyting hvor det ikke ble observert vandring var omtrentlig lik for laks (69%) og sjøørret (72%) i Skiensvassdraget. Dette skiller seg litt fra telemetriundersøkelsene gjort i Lærdalselva som viste at laks hadde en 15 % høyere tilstedeværelse av en stansfase enn hva som ble funnet for sjøørret (Finstad et al.2005). At laks og sjøørret har tilnærmet lik tilstedeværelse av stansfase i Skiensvassdraget følger trenden som er vist for både oppvandringsfasen og søkefasen. Nemlig at sjøørreten ser ut til å være mindre aktiv i alle faser av oppvandringen i forhold til laks. Dette er motsatt av hva som ble vist i (Finstad et al. 2005) hvor sjøørret hadde et «mer aktivt» vandringsmønster. Samtidig ble det i likhet med Lærdalselva også funnet større variasjon i vandringsmønsteret for sjøørret enn hva som var tilfelle for laks.

4.3 Vandringshindre

Det er kun kraftverksdammene ved Skotfoss og Klosterfoss som kan defineres som oppvandringshindere på anadrom strekning ut ifra hydro-fysiske forhold. Dette ble bekreftet ved telemetriundersøkelsene. Av 36 laks og 14 sjøørret som vandret helt opp til Skotfoss, var det kun 14 laks og 3 sjøørret som faktisk gikk opp trappa. Dette kan skyldes at fisk ikke finner trappas inngang, noe som regnes som det viktigste for laksetrappers funksjonalitet (Landmark 1884; Grande 2010). En annen faktor som kan påvirke oppgang i laksetrapper negativt er vann fra turbinutløp i nærheten av trappa (Fjeldstad 2012). Det kan også diskuteres om all fisk som tidvis oppholdt seg ved Skotfoss faktisk var fisk som skulle til områder oppstrøms trappa, eller om enkelte var tilknyttet gyteområdene nedstrøms og vandringsen opp til Skotfoss derfor kan knyttes til en søkefase som ble påvist hos enkelte fisk. Oppvandringen ved Skotfoss skilte seg mellom laks og sjøørret ved at laks som vandret opp trappa brukte lengre tid på Skotfoss enn laks som ikke gikk opp. Det var ikke noen signifikant forskjell, noe som trolig skyldes stor individuell variasjon i tidsbruk hos laks som ikke vandret opp. Sjøørret brukte like lang tid ved Skotfoss uavhengig om de vandret opp trappa eller ikke. En mulig teori som forklarer dette kan være at laks lettere gir opp oppvandring ved vandringshindere enn sjøørret, og dermed søker etter andre vandringsmuligheter.

Det ble ikke påvist noen sammenheng med en økende vannføring og antall fisk som passerte laksetrappa, men økt temperatur førte til økt oppgang av både laks og sjøørret. Økt oppgang ved stigende temperatur samsvarer med tidligere funn som sier at laksetrapper fungerer dårlig ved temperaturer under 8-10 °C (Fjeldstad et al. 2018).

4.4 Forflytning gjennom døgnet i gytetiden

Intensiv manuell peiling i gyteperioden viste at det var store individuelle variasjoner for både laks og sjøørret når det gjaldt forflytning gjennom døgnet. For laks var det en relativ lik forflytningsgrad gjennom hele døgnet. Sjøørret hadde en betydelig høyere forflytning på kvelden enn resten av døgnet, men her var det store individuelle variasjoner. Dette i kombinasjon med få individer gjorde at det ikke ble funnet noen signifikant forskjell i vandring gjennom døgnet for sjøørret.

Den individuelle variasjonen i forflytningene var høyere for sjøørret enn for laks, noe som igjen bekrefter de store variasjonene i livshistoriestrategi, også innenfor de samme bestandene, som finnes hos ørret (Klemetsen et al. 2003; Cucherousset et al. 2005).

Grunnet få individer av sjøørret i studieområdet, var det en skjev kjønnsfordeling blant de undersøkte fiskene (78% hunner). Dette henger også sammen med hvilke fisker som ble merket, da hunner var i overvekt blant de merkede sjøørretene, noe som igjen kan forklares av en naturlig overvekt av hunner blant sjøvandrende ørreter (Jonsson 1985). Den skjeve kjønnsfordelingen kan ha påvirket de lengre vandringslengdene som ble funnet for sjøørret på natten da de individene som hadde lengre forflytning på kvelden var hunner, og tidligere studier har vist at hanner opptrer lengre på gyte plassene enn hunner, noe som kan tilsa at de lange enkeltvandringene kan være tilknyttet fisk som er ferdig med gyting og forlater gyte plassen (Järvi&Petersson 1997).

5. Konklusjon

Laks og sjøørret er på mange måter to like arter med flere likhetstrekk, noe den observerte gytevandringen i Skiensvassdraget bekreftet. Begge artene vandret hovedsakelig til de samme områdene og det virket å være relativt stor grad av overlapping i gyteområder mellom artene (Louhi et al. 2008), selv om flere laks enn sjøørret vandret til de øvre delene av vassdraget. Samtidig ble det også observert forskjeller mellom de to artene. Vandringsmønsteret varierte relativt lite, men sjøørretene vandret mindre og viste et mindre aktivt vandringsmønster enn laksene. Dette viser at de to artenes vandring i sjøen til dels også kan gjenspeile gytevandringen i elvene, da laks i sjøen foretar store havvandringer mens sjøørret sjelden forlater elvas fjordsystem (Berg&Berg 1987; Berg 1989; Eldøy et al. 2015). Samtidig viste sjøørret betydelig større vandring i enkelte tider av døgnet enn hva som ble funnet for laks. Dette bekrefter at ørret er en meget dynamisk art med store variasjoner i atferd. I tillegg ble det funnet store individuelle forskjeller for begge arter men særlig var dette utpreget for sjøørret, noe som også støtter opp teorien om ørret som en dynamisk art med store variasjoner i individuell atferd og livshistoriestrategier (Klemetsen et al. 2003; Cucherousset et al. 2005).

Det eneste kjente studiet som tidligere har sett på forskjeller i vandringsmønster mellom laks og sjøørret (Finstad et al. 2005) avvek fra hva som ble observert i Skiensvassdraget på enkelte områder, men størst forskjell var at det der ble vist et mer aktivt vandringsmønster for sjøørret enn for laks. Forskjeller mellom ulike vassdrag som det som her er observert bekrefter igjen ørretens variable atferd og livshistorievalg, og viser viktigheten av lokal forvaltning og kunnskap om de ulike bestandene (Anon 2015; Anon 2019). Dette er viktig også for laks, men trolig enda viktigere for forvaltningen av sjøørret tatt dens variable atferd i betraktning.

Om laks og sjøørret kan forvaltes under de samme premissene må derfor også være lokalt betinget, da det trolig er mindre forskjeller mellom artene i noen vassdrag enn i andre vassdrag som kan ha større forskjeller.

6 Referanser

- Anon. 2018. Klassifisering av tilstand i norske laksebestander 2010-2014. Temarapport nr 6, 75 s.
- Anon. 2019. Klassifisering av tilstanden til 430 norske sjøørretbestander. Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 7, 150 s.
- Anon. 2015. Råd om beskatning av laks og sjøørret for perioden 2016 til 2018. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 7, 138 s.
- Anon. 2017. Status for norske laksebestander i 2017. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 10, 152 s.
- Anon. 2019. Status for norske laksebestander i 2019. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 12, 126 s.
- Banks, J. 1969. A review of the literature on the upstream migration of adult salmonids. *Journal of Fish Biology* **1**:85-136.
- Bendixby, L. 2015. Fiskefaglige vurderinger i Heddøla i forbindelse med Sauland kraftverk. Norconsult.
- Berg, O., and M. Berg. 1987. Migrations of sea trout, *Salmo trutta* L., from the Vardnes river in northern Norway. *Journal of Fish Biology* **31**:113-121.
- Berg, O. 1989. Migratory pattern of anadromous Atlantic salmon, brown trout and Arctic charr from the Vardnes river in northern Norway. *in* Proceedings of the Salmonid Migration and Distribution Symposium, 1989. University of Washington.
- Bævre, I., Øydvin, E.K., 2006 Flomsonekart, Delprosjekt Ulefoss. Rapport nr 14/2006. NVE.
- Carm, K., and O. Langkaas. 1993. Laks i Skiensvassdraget 1992-Telemark Laksestyres virksomhet 1967-1992. Fylkesmannen i Telemark, Skien.
- Crisp, D., and P. Carling. 1989. Observations on siting, dimensions and structure of salmonid redds. *Journal of Fish Biology* **34**:119-134.
- Cucherousset, J., D. Ombredane, K. Charles, F. Marchand, and J.-L. Baglinière. 2005. A continuum of life history tactics in a brown trout (*Salmo trutta*) population. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **62**:1600-1610.
- Eldøy, S. H., J. G. Davidsen, E. B. Thorstad, F. Whoriskey, K. Aarestrup, T. F. Næsje, L.Rønning, A. D. Sjørnsen, A. H. Rikardsen, and J. V. Arnekleiv. 2015. Marine migration and habitat use of anadromous brown trout (*Salmo trutta*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **72**:1366-1378.

- Ferguson, A. 2006. Genetics of sea trout, with particular reference to Britain and Ireland. *Sea trout: biology, conservation and management*:157-182.
- Finstad, A., F. Økland, E. Thorstad, and T. Heggberget. 2005. Comparing upriver spawning migration of Atlantic salmon *Salmo salar* and sea trout *Salmo trutta*. *Journal of Fish Biology* **67**:919-930.
- Fjeldstad, H.-P. 2012. Atlantic salmon migration past barriers.
- Fjeldstad, H.-P., T. Forseth, and A. T. Silva. 2018. Utforming av opp-og nedvandingsanlegg for laks og ørret i Rafoss i Kvina. SINTEF Rapport.
- Fleming, I. A., and J. D. Reynolds. 2004. Salmonid breeding systems. *Evolution illuminated: salmon and their relatives*:264-294.
- Forseth, T., B. T. Barlaup, B. Finstad, P. Fiske, H. Gjøsæter, M. Falkegård, A. Hindar, T. A. Mo, A. H. Rikardsen, and E. B. Thorstad. 2017. The major threats to Atlantic salmon in Norway. *ICES Journal of Marine Science* **74**:1496-1513.
- Forseth, T., E. Kvingedal, and S.-E. Gabrielsen. 2013. Skisse for reetableringsstrategi for laks i Kragerøvassdraget.
- Gauld, N., R. Campbell, and M. Lucas. 2016. Salmon and sea trout spawning migration in the River Tweed: telemetry-derived insights for management. *Hydrobiologia* **767**:111-123.
- Grande, R. 2002 Fisketrapper i Norge
Notat 2002-3.
Direktoratet for naturforvaltning.
- Grande, R. 2010. Håndbok for fisketrapper. Tapir akademisk.
- Hansen, L. P., and B. Jonsson. 1994. Homing of Atlantic salmon: Effects of juvenile learning on transplanted post-spawners. *Animal Behaviour*.
- Harris, G., and N. Milner. 2008. *Sea trout: biology, conservation and management*. John Wiley & Sons.
- Heggberget, T., F. Økland, and O. Ugedal. 1996. Prespawning migratory behaviour of wild and farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L, in a north Norwegian river. *Aquaculture Research* **27**:313-322.
- Heggberget, T. G., L. P. Hansen, and T. F. Næsje. 1988. Within-river spawning migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **45**:1691-1698.

- Heggenes, J. 2019. Undersøkelser av ungfisk til ørret og laks i Tinnelva ved Tinfos, Telemark, høst 2018.
- Heggenes, J., G. Bremset, and A. Brabrand. 2010. Groundwater, critical habitats, and behaviour of Atlantic salmon, brown trout and Arctic char in streams. Norwegian Institute of Nature Research Report **654**:28.
- Heggenes, J., Dokk, J.G., 1996. Undersøkelser av gyteplasser og gytebestander til Storørret og Laks i Telemark
- Heggenes, J., Saltveit, S.J., Pavels, H., 2006. Mulige gyteområder for laks i Skienselva. Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske. Rapportnr.246-2006 ISSN 03 33-1 61 x.
- Hindar, K., J. A. Hutchings, O. H. Diserud, and P. Fiske. 2011. Stock, recruitment and exploitation. *Atlantic salmon ecology*:299-332.
- Holm, M., J. Holst, L. Hansen, J. Jacobsen, N. O'Maoiléidigh, and A. Moore. 2003. Migration and distribution of Atlantic salmon post-smolts in the North Sea and North-East Atlantic. *Salmon at the Edge*:7-23.
- Hvidsten, N. A. 2010. Smolt-og ungfiskundersøkelser i Skiensvassdraget. Smoltutvandring i Skotfoss og ungfisk i Bøelva, Heddøla, Tinnåa og Bliva. NINA rapport.
- Jokikokko, E. 2002. Migration of wild and reared Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the river Simojoki, northern Finland. *Fisheries Research* **58**:15-23.
- Jonsson, B. 1985. Life history patterns of freshwater resident and sea-run migrant brown trout in Norway. *Transactions of the American Fisheries Society* **114**:182-194.
- Jonsson, B., and N. Jonsson. 1993. Partial migration: niche shift versus sexual maturation in fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **3**:348-365.
- Jonsson, B., and N. Jonsson. 2006a. Life-history effects of migratory costs in anadromous brown trout. *Journal of Fish Biology* **69**:860-869.
- Jonsson, B., and N. Jonsson. 2006b. Life history of the anadromous trout *Salmo trutta*. Wiley Online Library.
- Jonsson, N., and B. Finstad. 1995. Sjøørret: økologi, fysiologi og atferd. NINA.
- Järvi, T., and E. Petersson. 1997. Reproductive behaviour of sea trout (*Salmo trutta*)-the consequences of sea-ranching. *Behaviour* **134**:1-22.

- Keefer, M. L., and C. C. Caudill. 2014. Homing and straying by anadromous salmonids: a review of mechanisms and rates. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **24**:333-368.
- King, T. L., E. Verspoor, A. Spidle, R. Gross, R. Phillips, M. Koljonen, J. Sanchez, and C. Morrison. 2007. Biodiversity and population structure. *The Atlantic Salmon: Genetics, Conservation and Management* **117**:66.
- Klemetsen, A., P. A. Amundsen, J. Dempson, B. Jonsson, N. Jonsson, M. O'connell, and E. Mortensen. 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**:1-59.
- Koksvik, J. I., and E. Steinnes. 2005. Strontium content of scales as a marker for distinguishing between sea trout and brown trout. *Hydrobiologia* **544**:51-54.
- Kraabøl, M. 2018a. Fiskevandring i nedre del av Skiensvassdraget. Kunnskapsinnhenting og vurdering av tiltak og undersøkelsesprogram i forbindelse med konsesjonssøknad for Skotfoss kraftverk og Eidet-kraftverkene. Skien kraftproduksjon AS. Mulitconsult.
- Kraabøl, M. 2018b. Kunnskapsgrunnlag vedrørende fiskevandring og konsesjonsbehandling for Skotfoss kraftverk og Eidet-kraftverkene-et forprosjekt. Miljødirektoratet. Multiconsult
- Landmark, A. 1884. Om laxetrapper. Kria.
- Laughton, R. 1989. The movements of adult salmon within the River Spey. Department of Agriculture and Fisheries for Scotland.
- Le Cren, E. D. 1985. The Biology of the Sea Trout: Summary of a Symposium Held at Plas Menai, 24-26 October 1984. Atlantic Salmon Trust.
- Louhi, P., A. Mäki-Petäys, and J. Erkinaro. 2008. Spawning habitat of Atlantic salmon and brown trout: general criteria and intragravel factors. *River research and applications* **24**:330-339.
- Petterson, L.E. 2001. Flomberegning for Skienselva (016.Z). Flomsonekartprosjektet Dokument nr 16. NVE
- Pouchard, C. 2006. Havsöringens (*Salmo trutta*) och laxens (*Salmo salar*) lekområden och lekvandring i Vindelälven och Piteälven.
- Pratten, D., and W. Shearer. 1983. The migrations of North Esk sea trout. *Aquaculture Research* **14**:99-113.
- Sambrook, H. 1983. Homing of sea trout in the River Fowey catchment, Cornwall. Pages 30-40 *in Proc. 3rd Br. Freshw. Fish. Conf.*

- Simon, R.C. & P.A. Larkin (red.) 1972. The stock concept of Pacific salmon. H.R. MacMillan Lectures in Fisheries, University of British Columbia, Vancouver, B. C.
- Skår, B., S. E. Gabrielsen, and S. Stranzl. 2017. Habitatkartlegging av Lærdalselva fra Voll bru til sjø.
- Solhøi, H. 1992. Tettheten av laks og ørret i Bøelva og Heddøla 12-1992 ISSN-nr0802-4545. Fylkesmannen i Telemark, Miljøvernavdelinga.
- Stearns, S. C. 1989. Trade-offs in life-history evolution. *Functional ecology* **3**:259-268.
- Stensland, S., K. Fossgard, O. Andersen, and Ø. Aas. 2015. Laksefiske i endring: en spørreundersøkelse blant sportsfiskere som drev elvefiske etter laks, sjøørret og sjørøye i Norge 2012-2014.
- Sundal, K. 1991. Sjøvandring hos sjøørret. Hovedfagsoppgave i zoologi, Universitetet i Trondheim, Trondheim.
- Thorpe, J. E. 1988. Salmon migration. *Science Progress (1933-)*:345-370.
- Thorstad, E. B., P. Fiske, F. Staldvik, and F. Økland. 2011. Beskatning og bestandsstørrelse av laks i Namsenvassdraget. NINA rapport.
- Thorstad, E. B., A. Foldvik, T. Bjørnå, H. Lo, and J. H. Stensli. 2010. Tåler sjøørret fra Vefсна håndtering i forbindelse med bevaringstiltak? Undersøkelse av vandring og overlevelse ved bruk av radiotelemetri. NINA rapport.
- Thorstad, E. B., T. Forseth, F. Økland, I. Aasestad, and B. O. Johnsen. 2004. Oppvandring av radiomerket laks i Numedalslågen i 2003. NINA Oppdragsmelding **835**:1-37.
- Thorstad, E. B., C. D. Todd, P. A. Bjørn, P. G. Gargan, K. W. Vollset, E. Halttunen, S. Kålås, I. Uglem, M. Berg, and B. Finstad. 2014. Effekter av lakselus på sjøørret-en litteraturoppsummering.
- Thorstad, E. B., C. D. Todd, I. Uglem, P. A. Bjørn, P. G. Gargan, K. W. Vollset, E. Halttunen, S. Kålås, M. Berg, and B. Finstad. 2016. Marine life of the sea trout. *Marine Biology* **163**:47.
- Thorstad, E. B., F. Økland, K. Aarestrup, and T. G. Heggberget. 2008. Factors affecting the within-river spawning migration of Atlantic salmon, with emphasis on human impacts. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **18**:345-371.
- Williams, G. C. 1966. Natural selection, the costs of reproduction, and a refinement of Lack's principle. *The American Naturalist* **100**:687-690.

- Økland, F., J. Erkinaro, K. Moen, E. Niemelä, P. Fiske, R. McKinley, and E. Thorstab. 2001. Return migration of Atlantic salmon in the River Tana: phases of migratory behaviour. *Journal of Fish Biology* **59**:862-874.
- Östergren, J. 2006. Migration and genetic structure of *Salmo salar* and *Salmo trutta* in northern Swedish rivers.
- Östergren, J., J. Nilsson, and H. Lundqvist. 2012. Linking genetic assignment tests with telemetry enhances understanding of spawning migration and homing in sea trout *Salmo trutta* L. *Hydrobiologia* **691**:123-134.

6.1 Internett-referanser

Skienselva elveeierlag 2020 Gyte og oppvekstområder.

Hentet 01.02.2020

fra: <http://www.skienselva.no/index.php/om-vassdraget/gyte-og-oppvekstomrader>

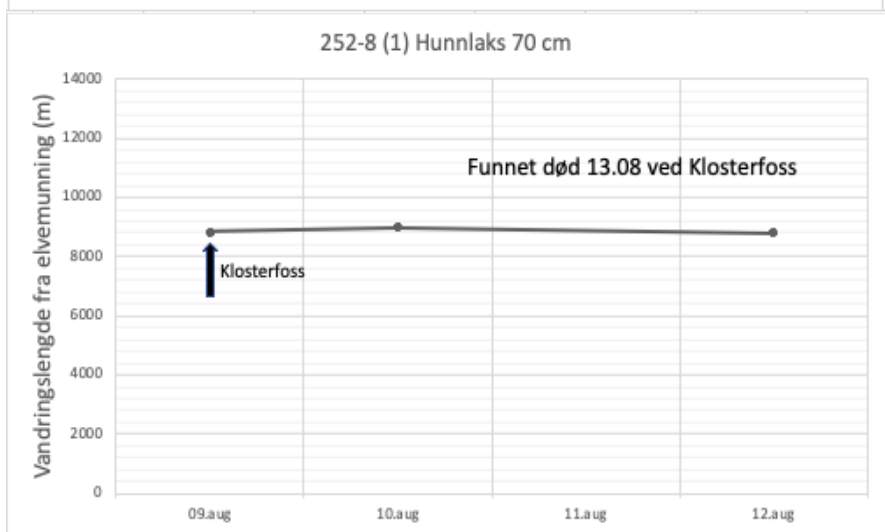
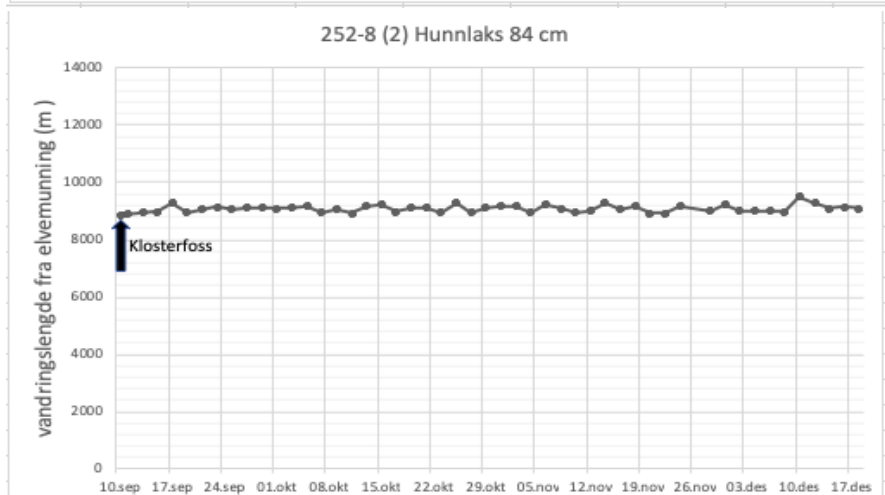
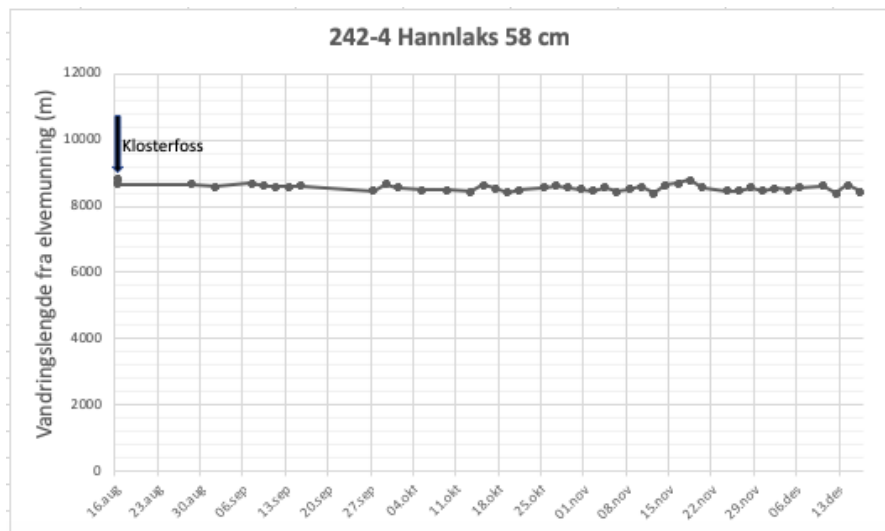
Grenland sportsfiskere 2019. Fangst og oppgang

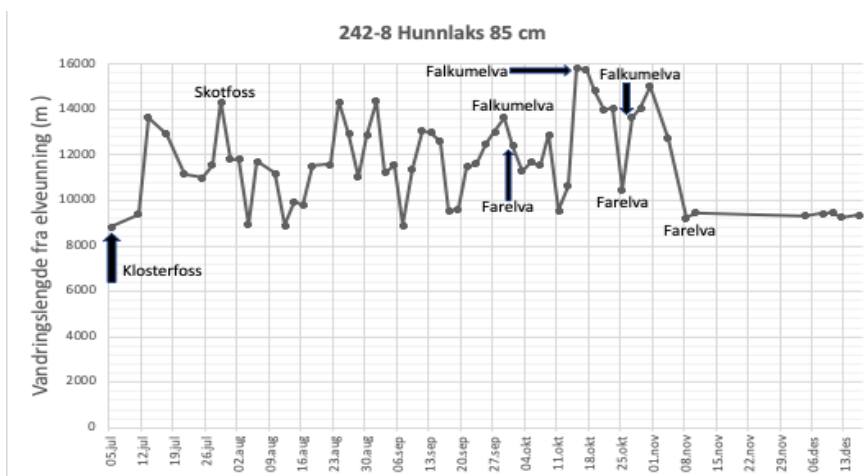
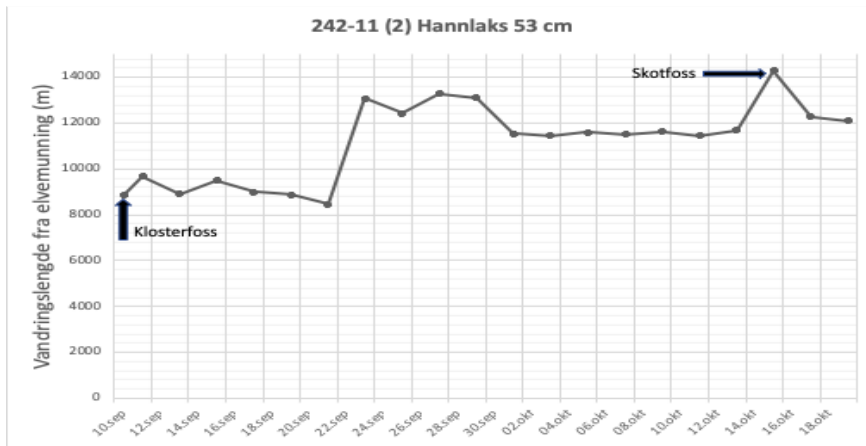
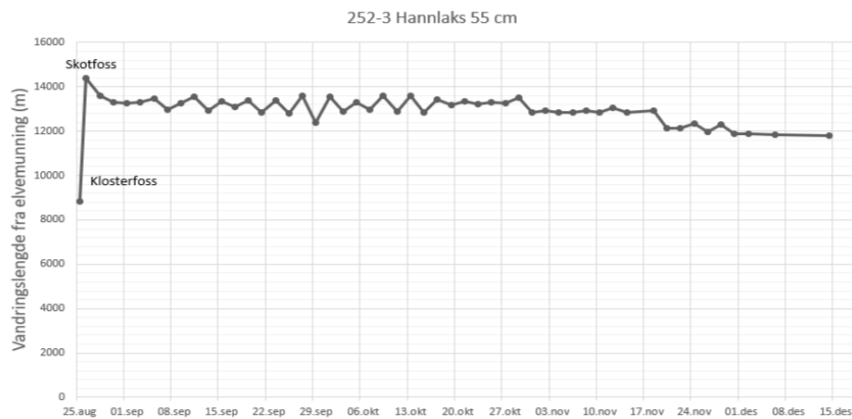
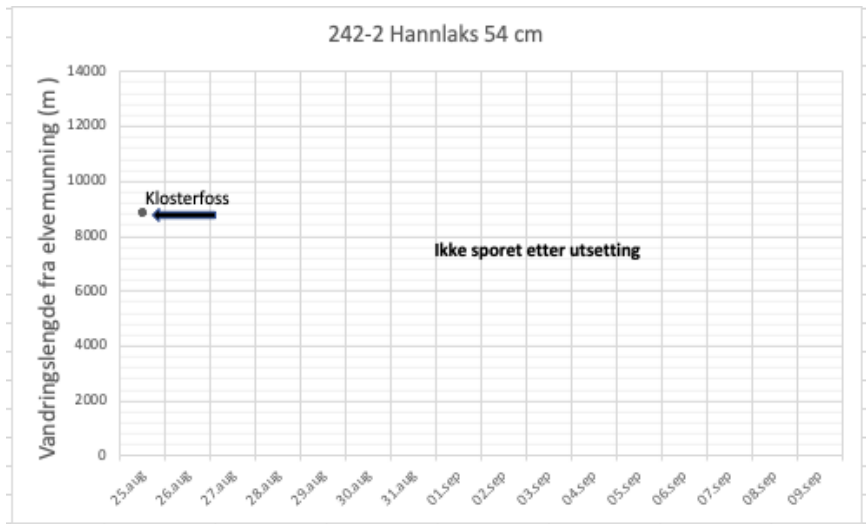
Hentet:16.03.2020

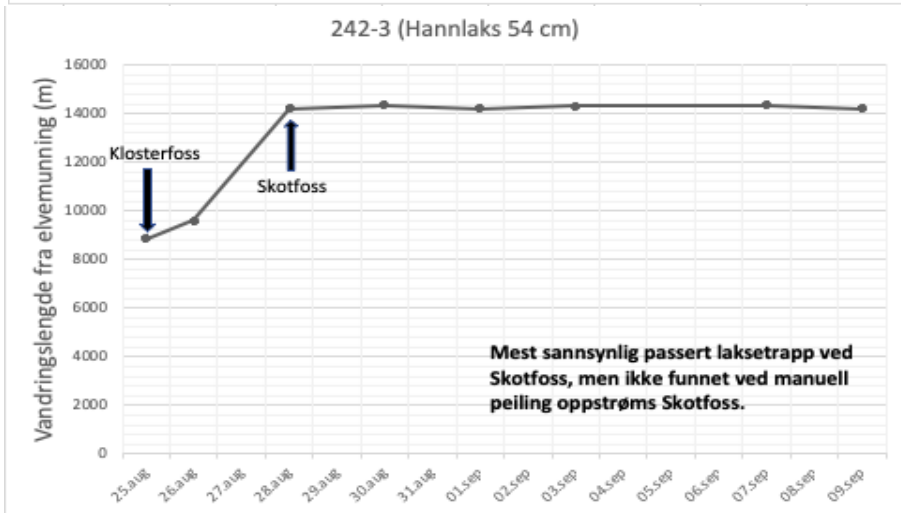
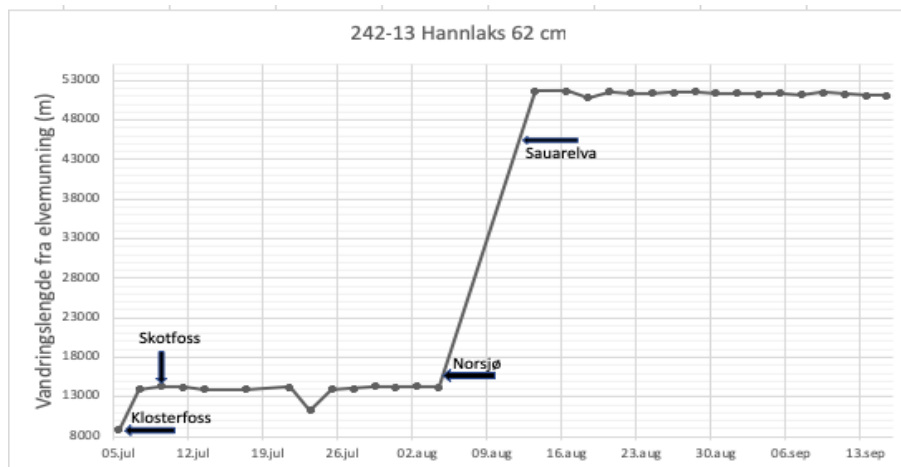
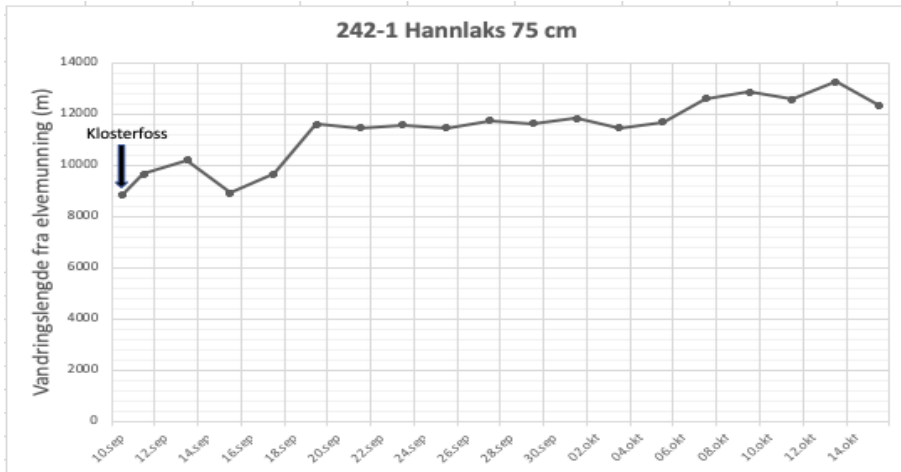
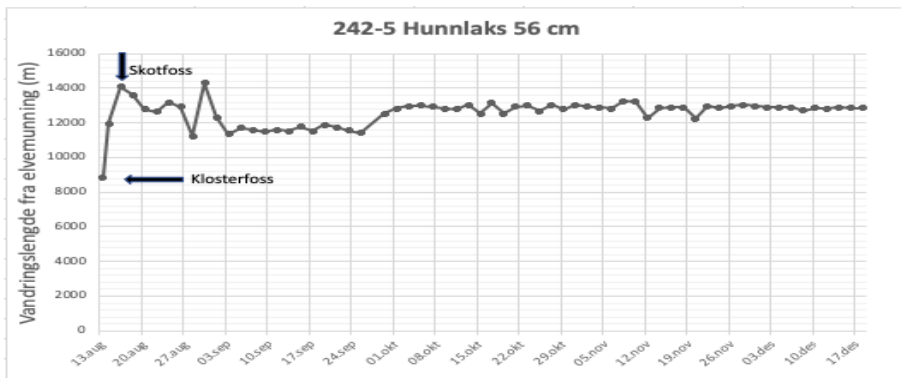
fra: <https://www.grenland-sportsfiskere.no/laks-sj%C3%B8rret.php>

7 Vedlegg

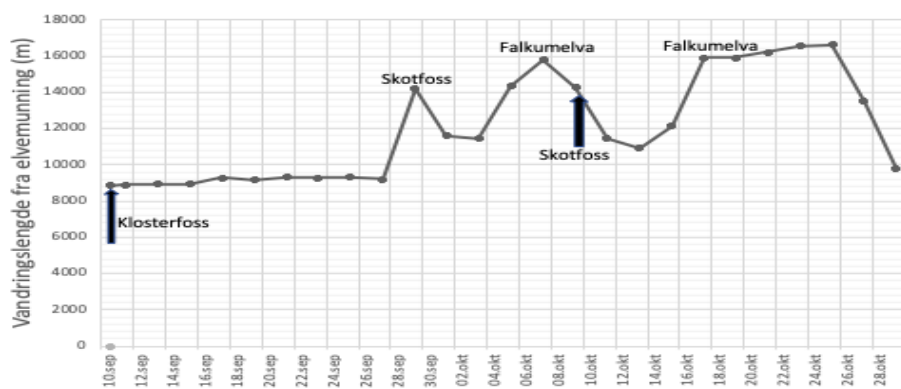
Vedlegg 1: Enkeltfigurer av vandringmønsteret til hvert individ av de merkede laksene.



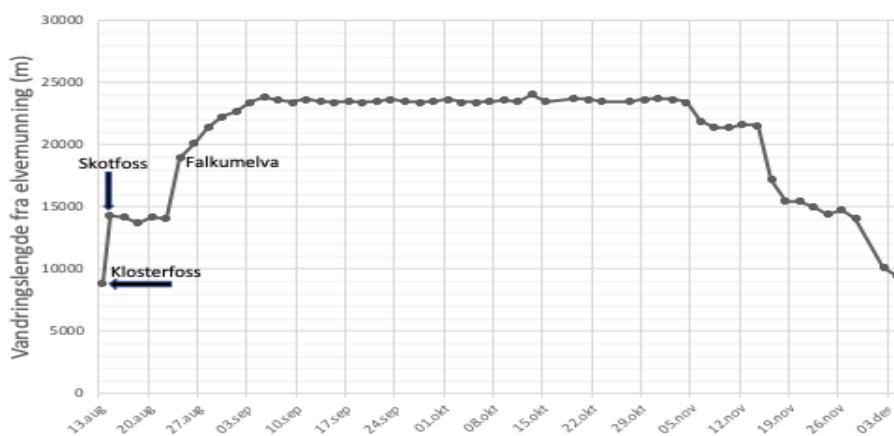




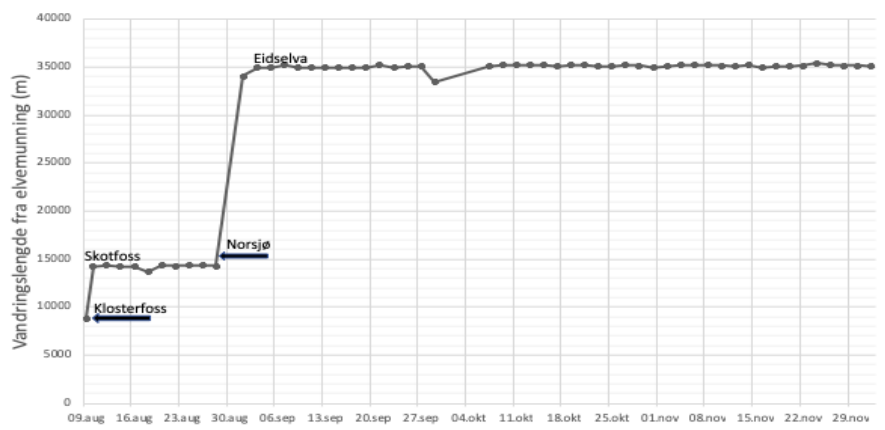
252-1 Hunnlaks 80 cm



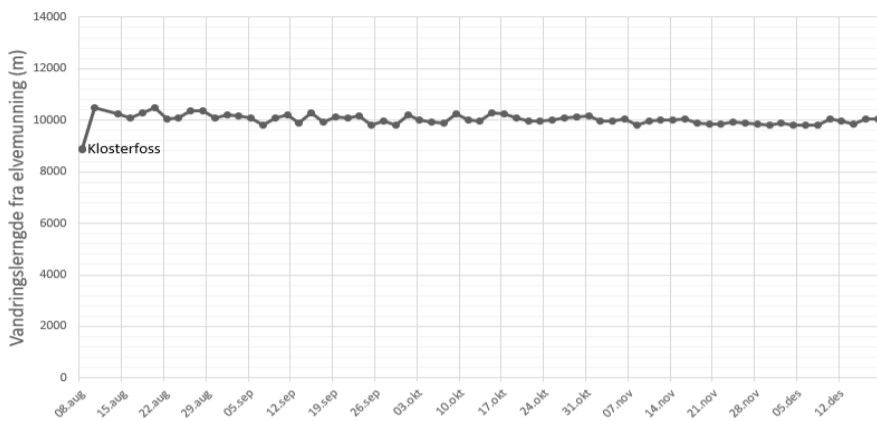
252-5 Hannlaks 49 cm

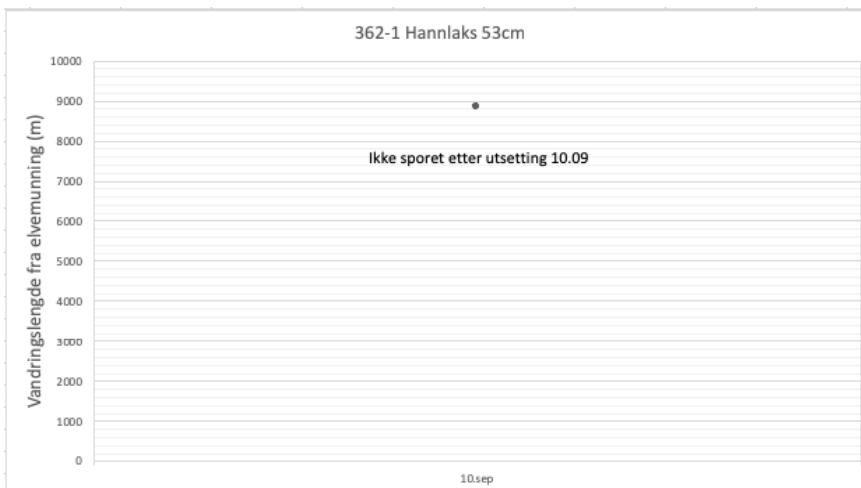
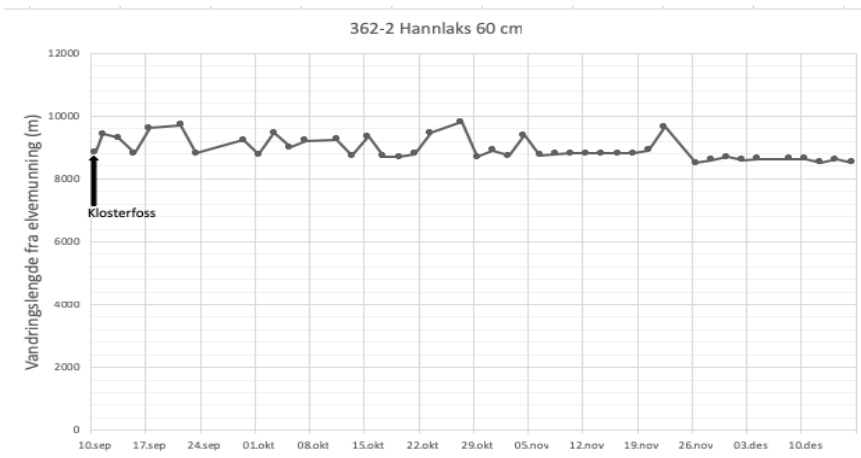
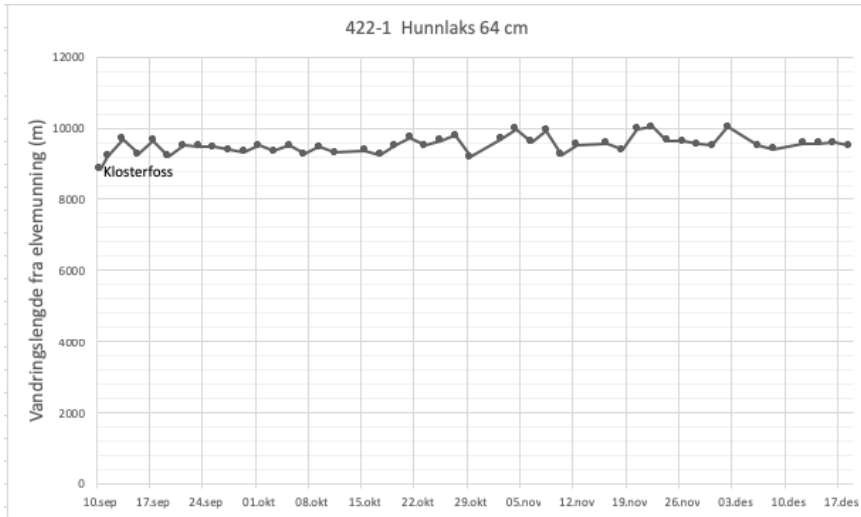
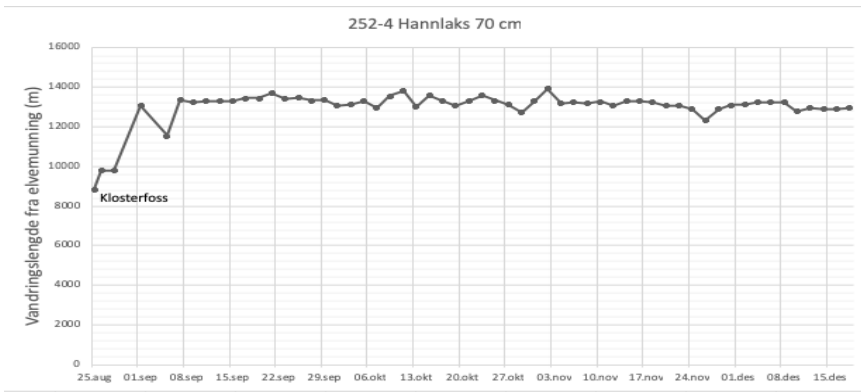


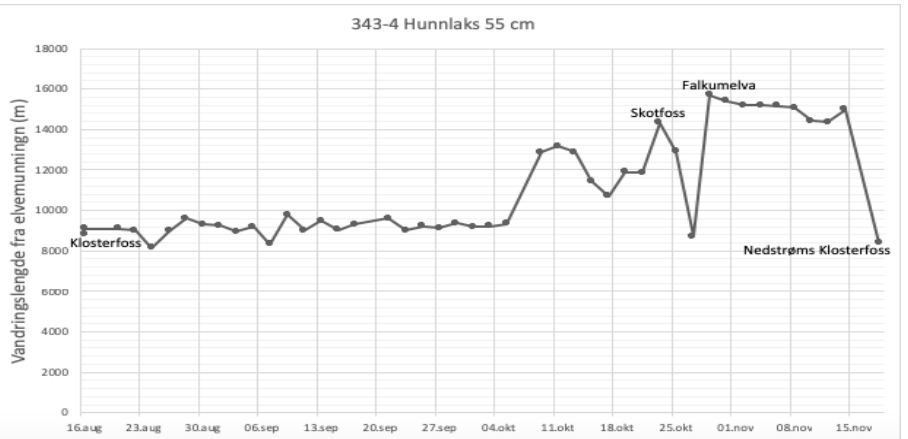
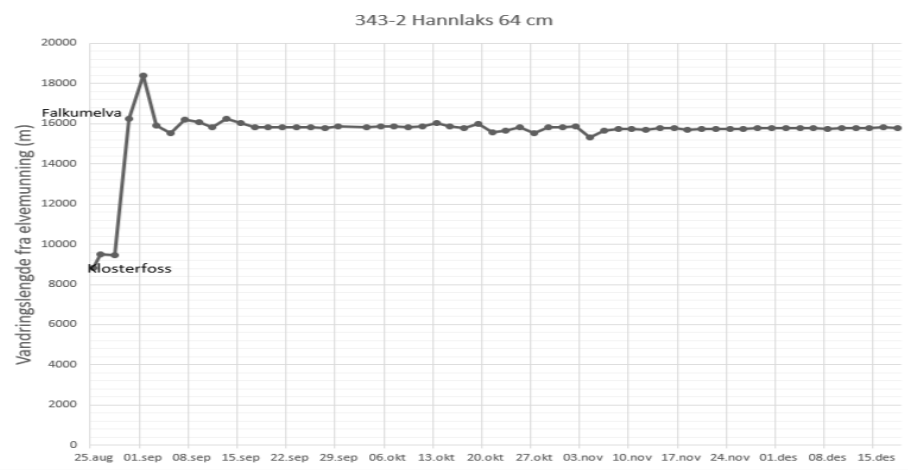
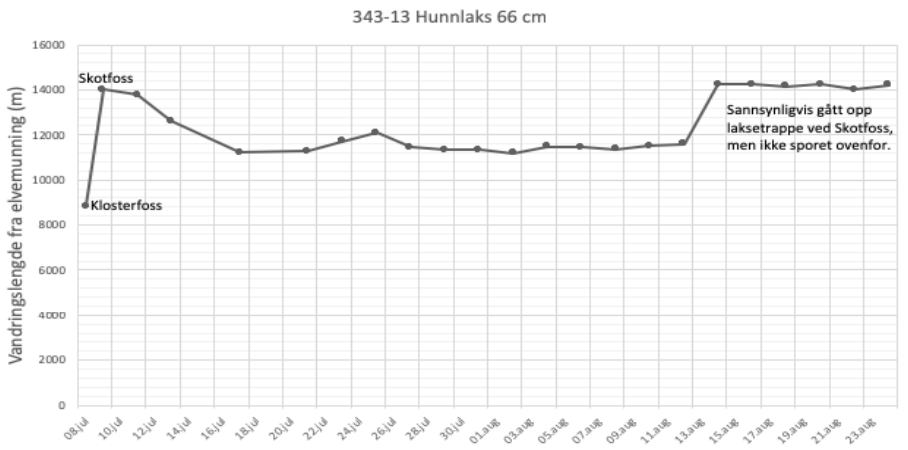
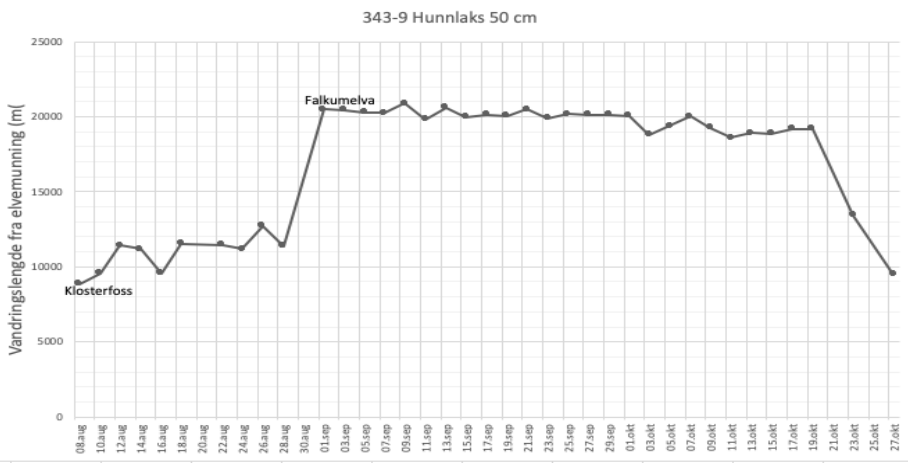
252-13 Hannlaks 62 cm

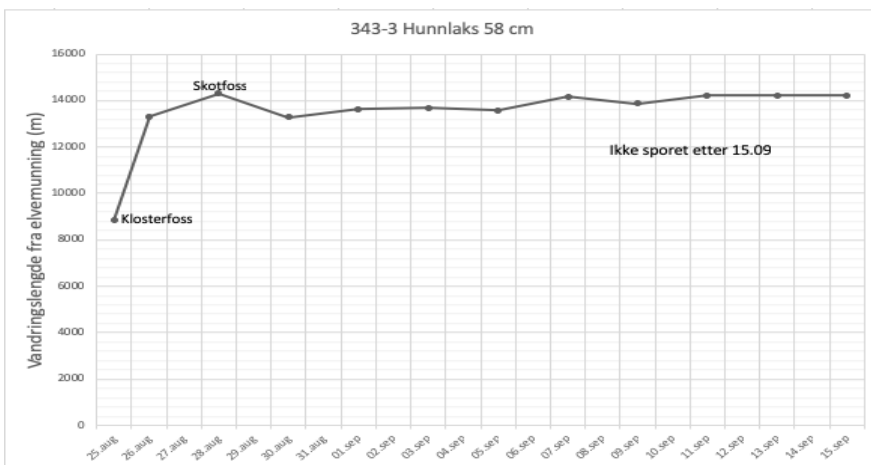
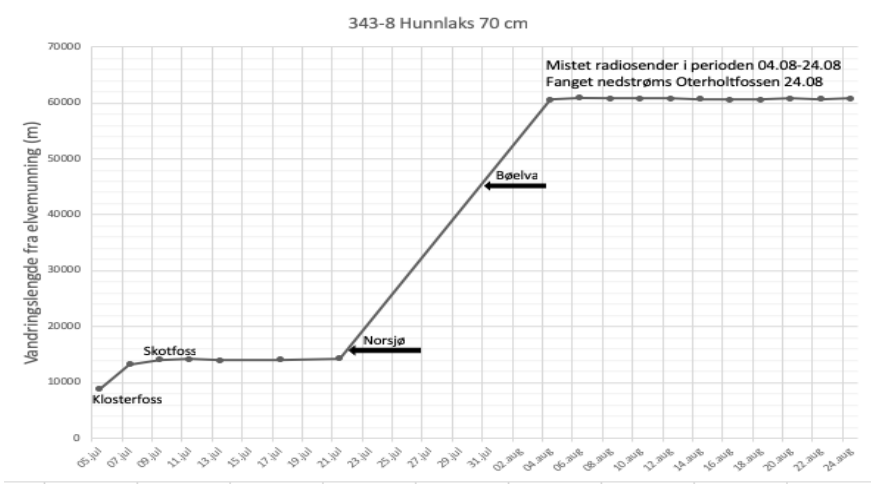
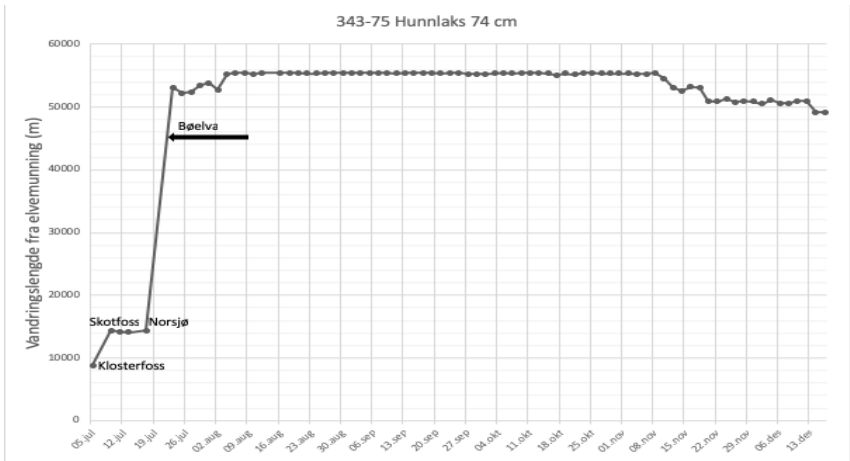
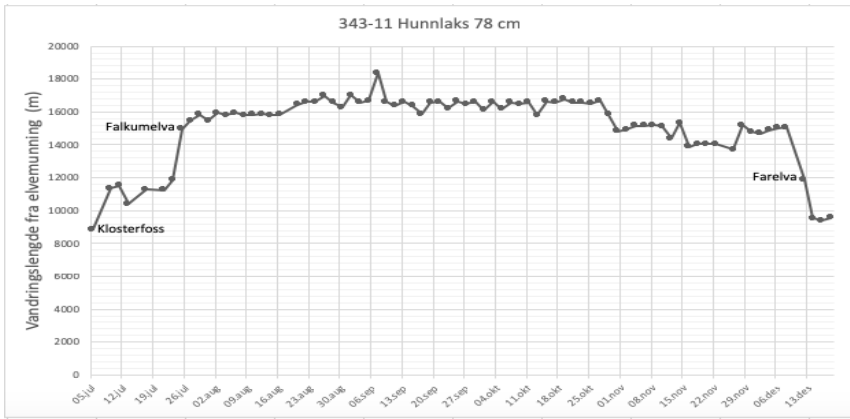


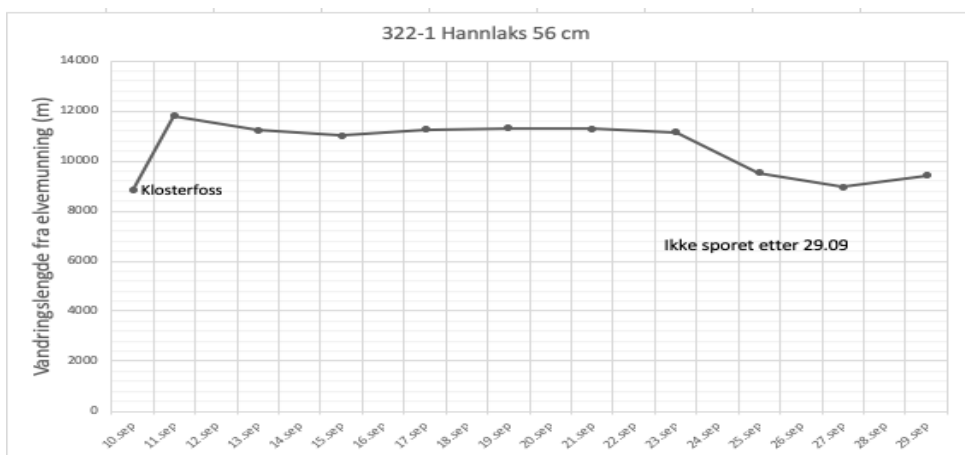
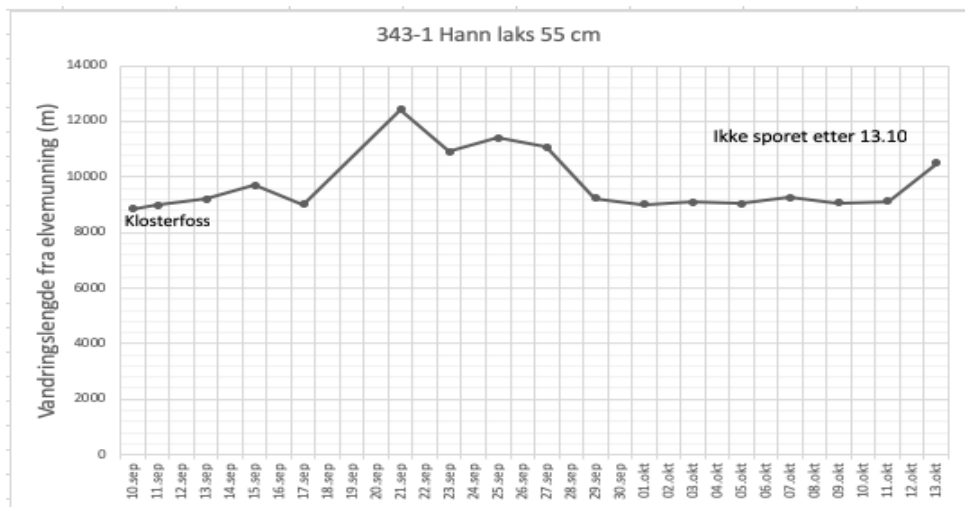
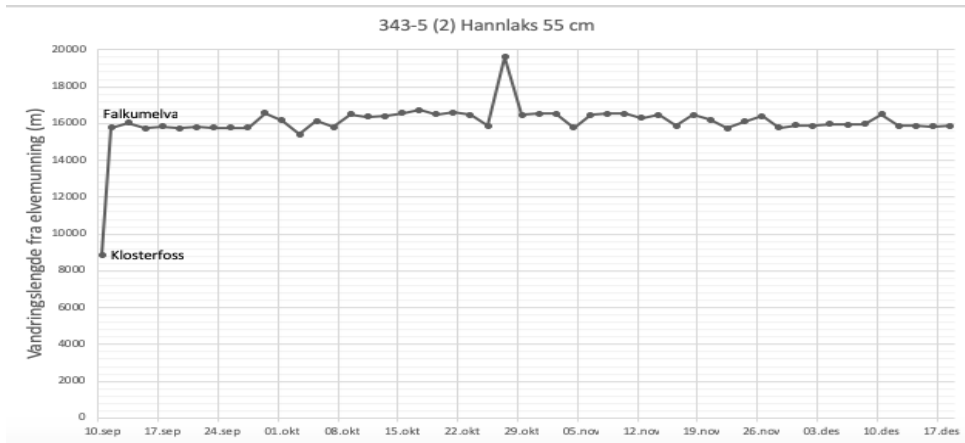
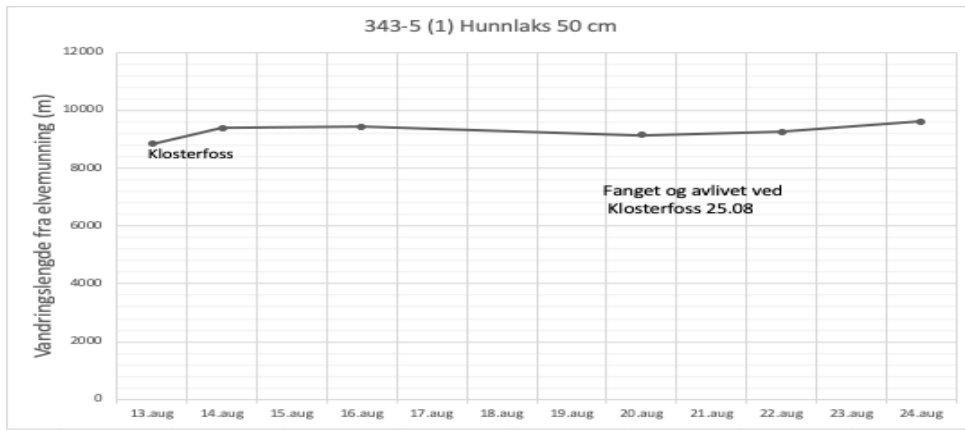
252-75 Hannlaks 55 cm

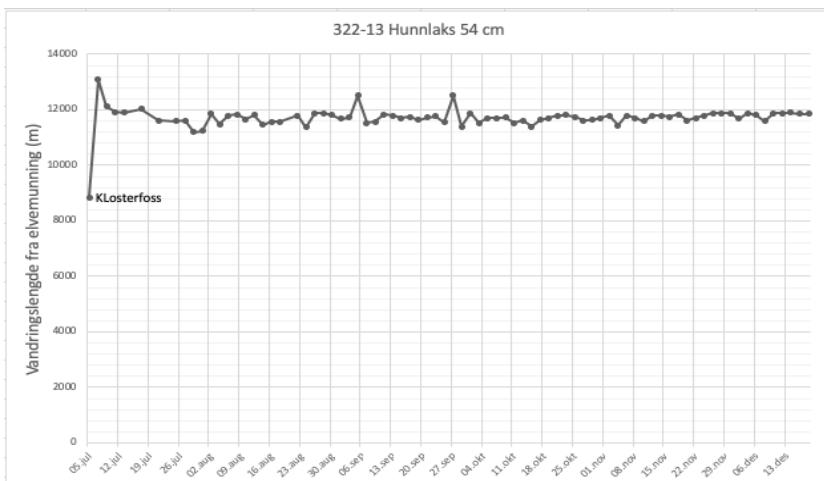
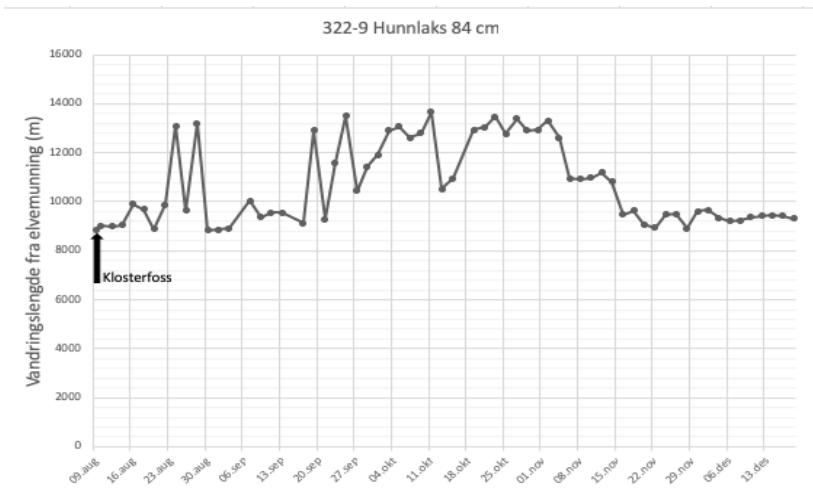
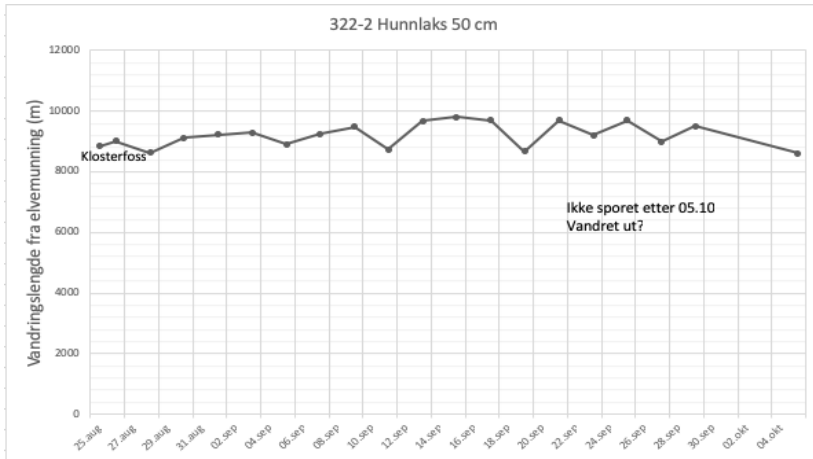
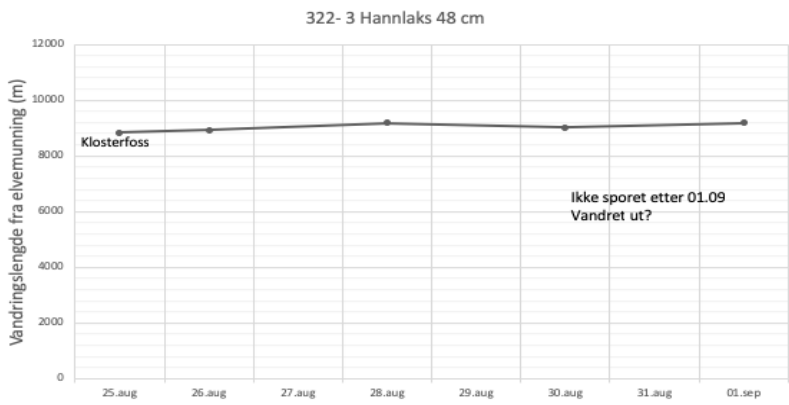


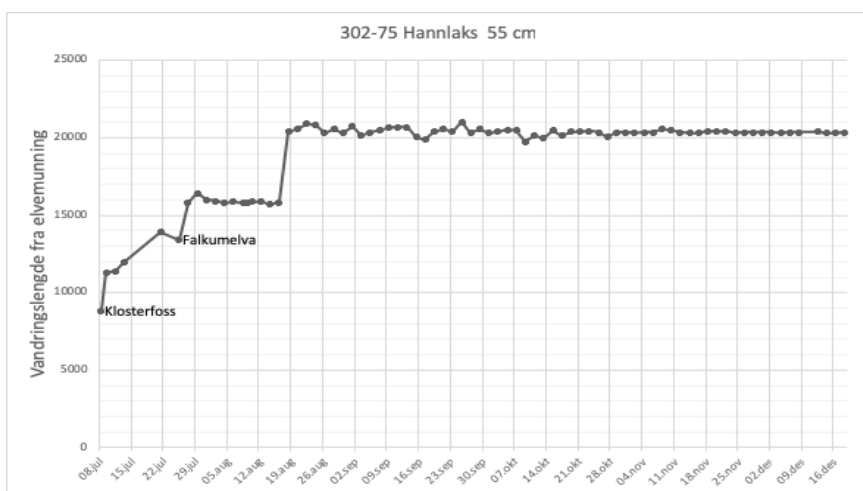
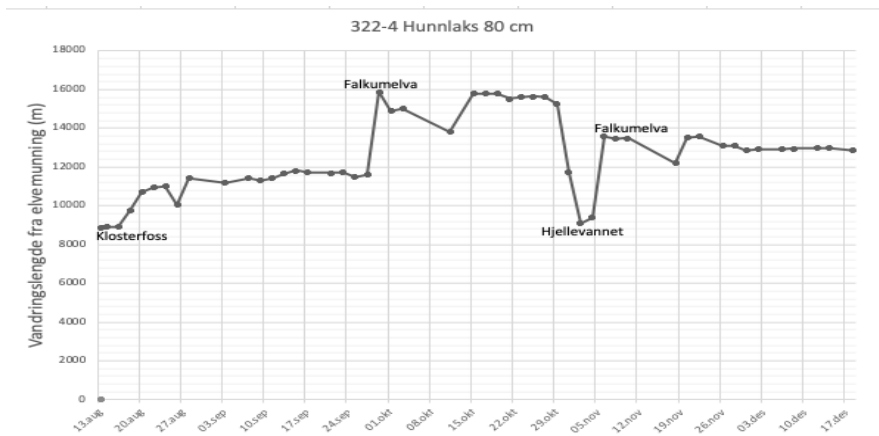
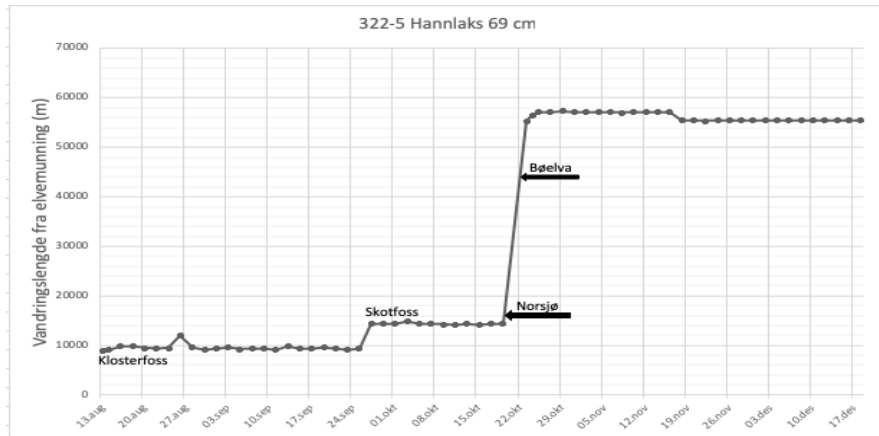
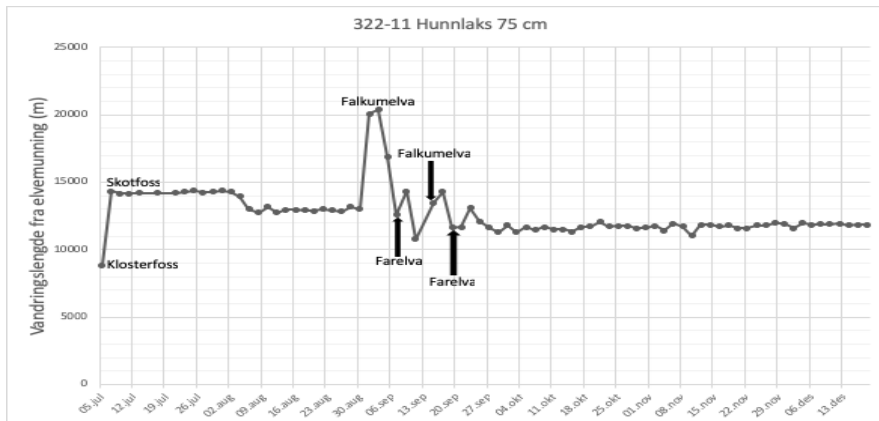


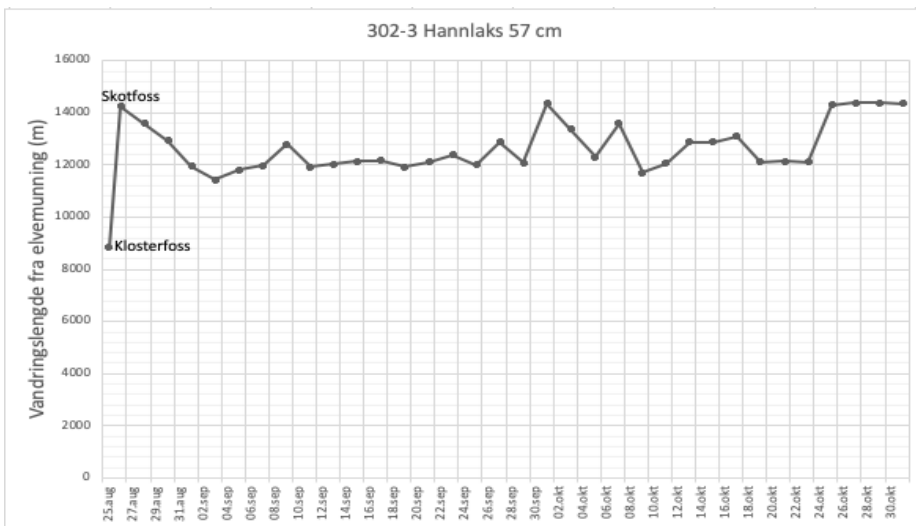
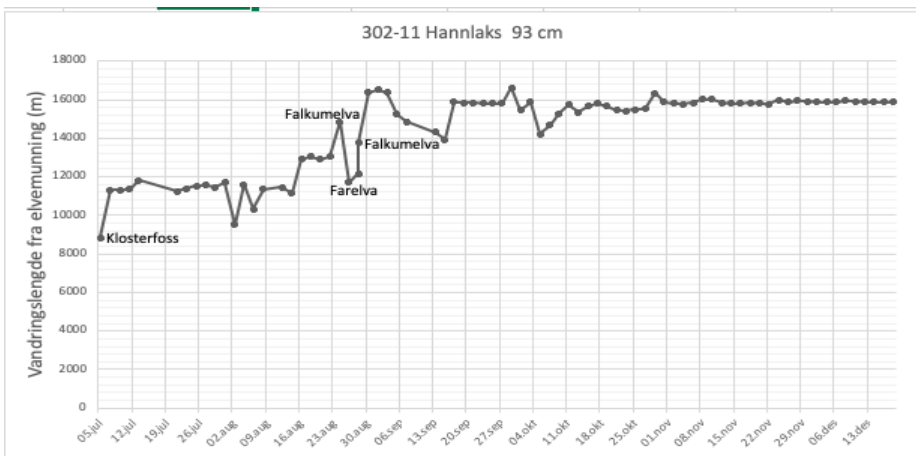
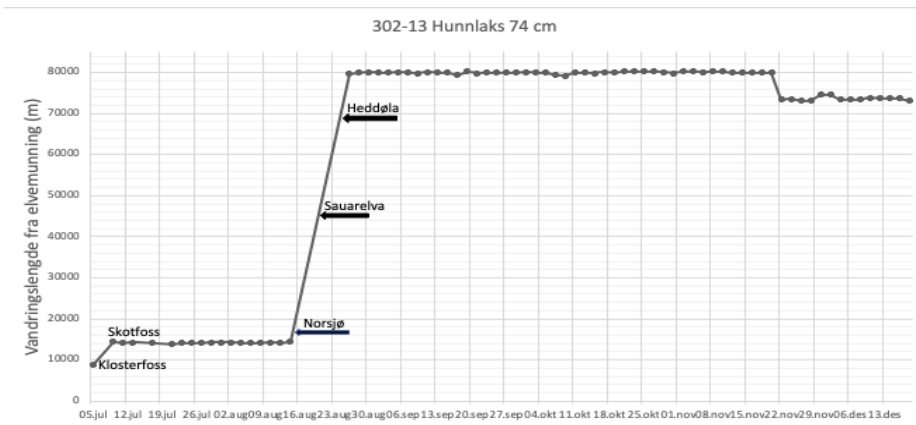
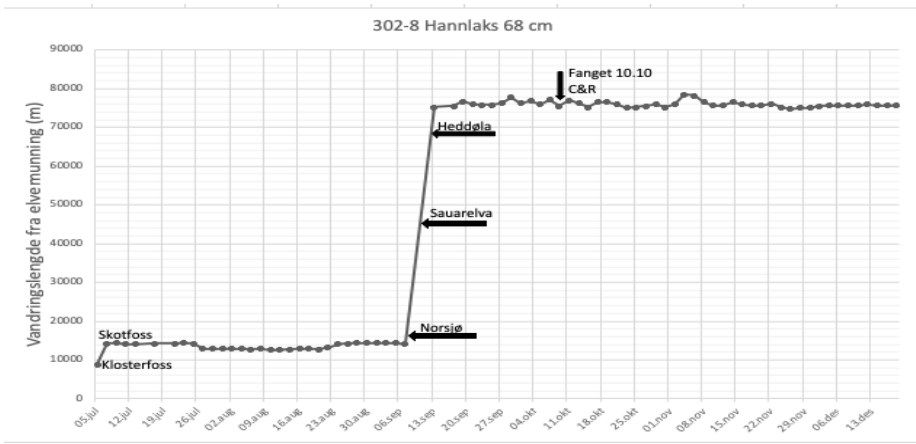


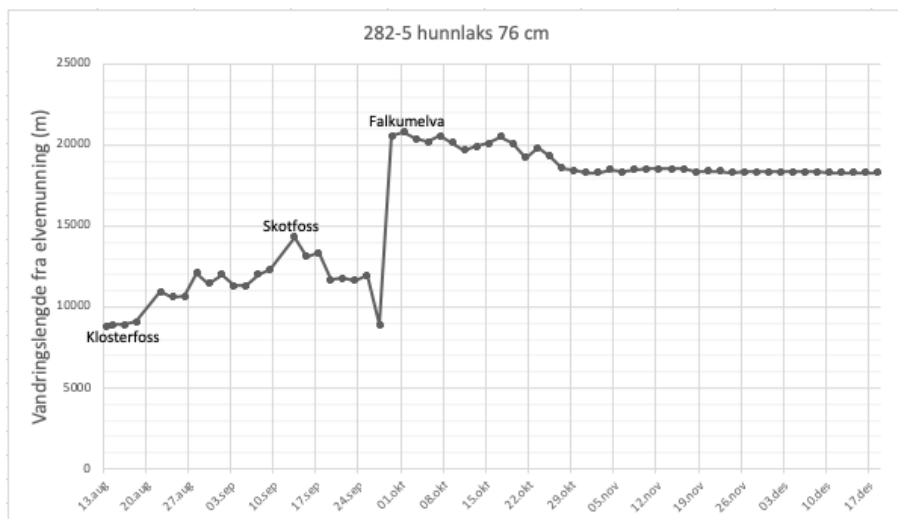
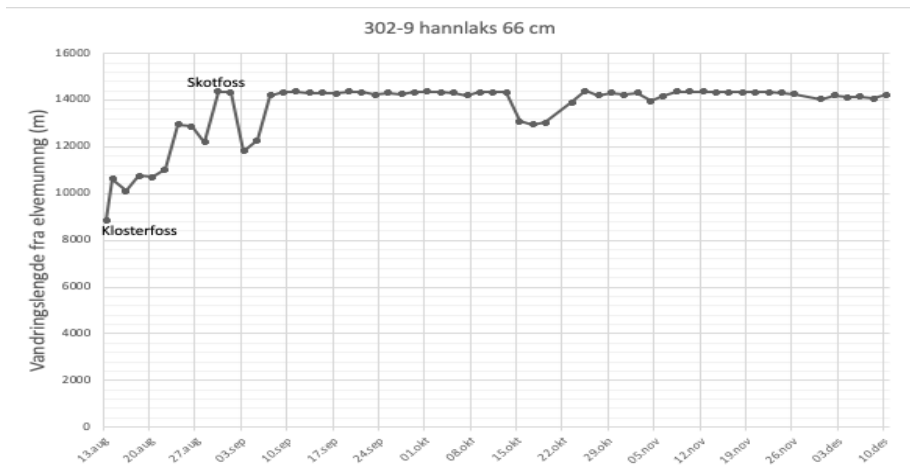
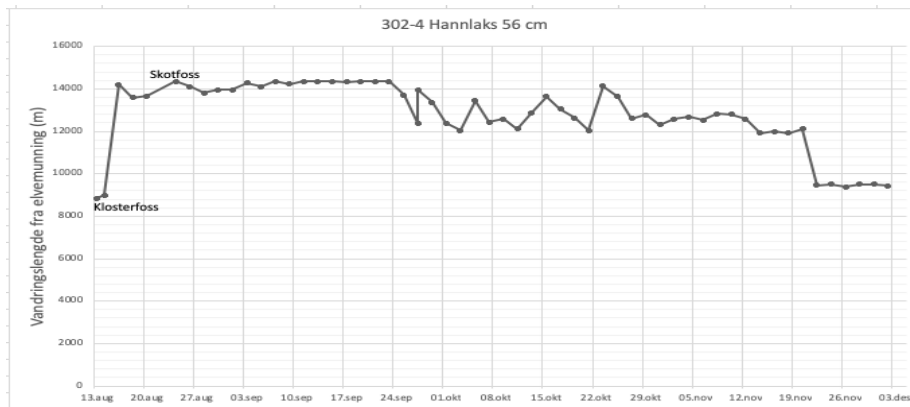
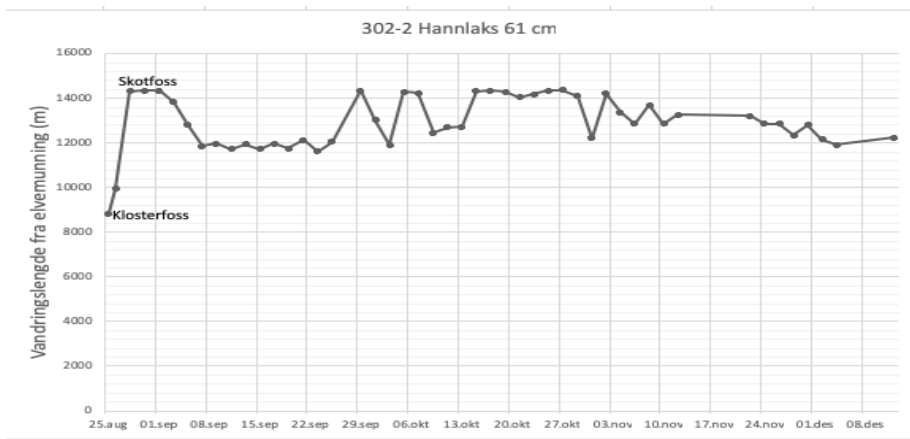


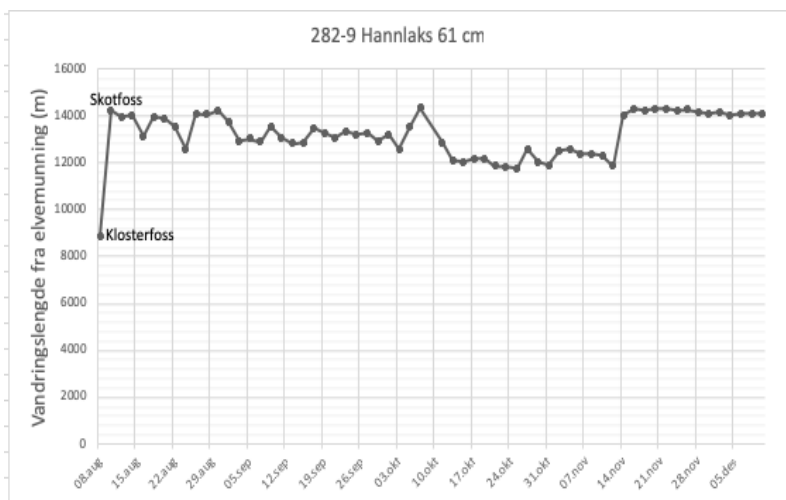
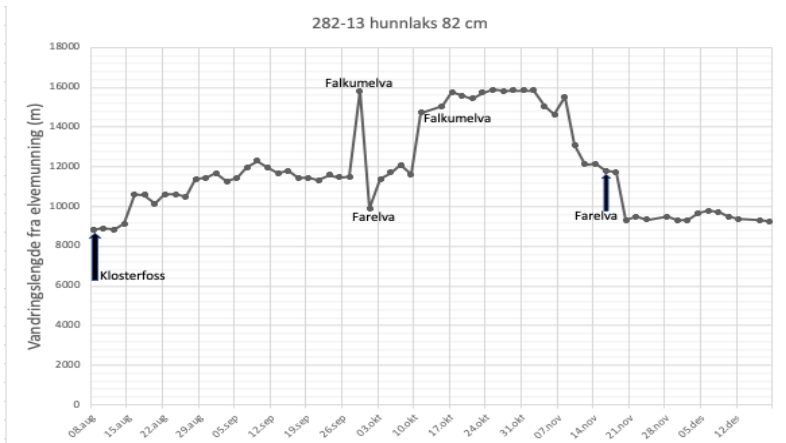
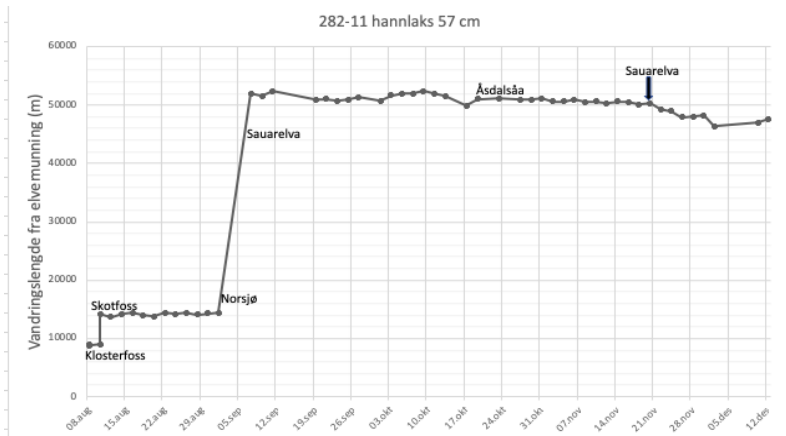
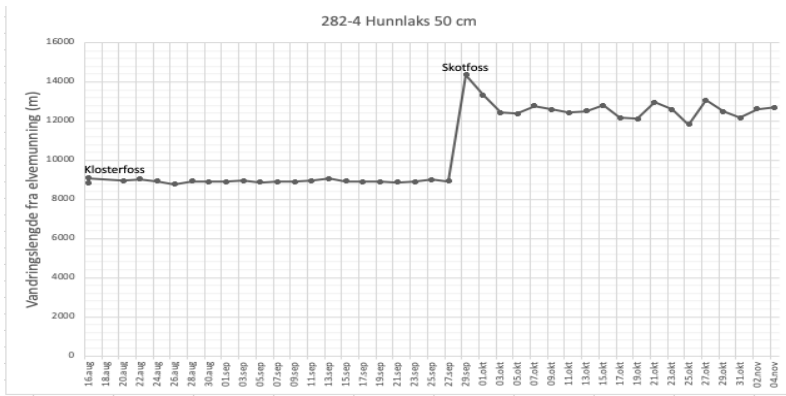




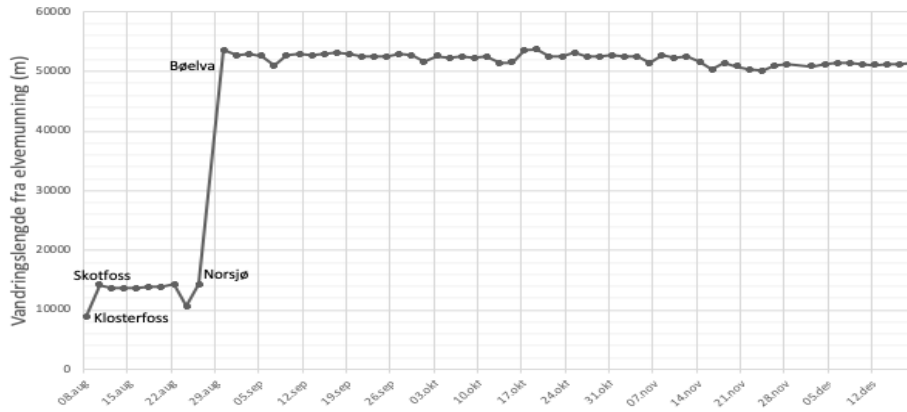








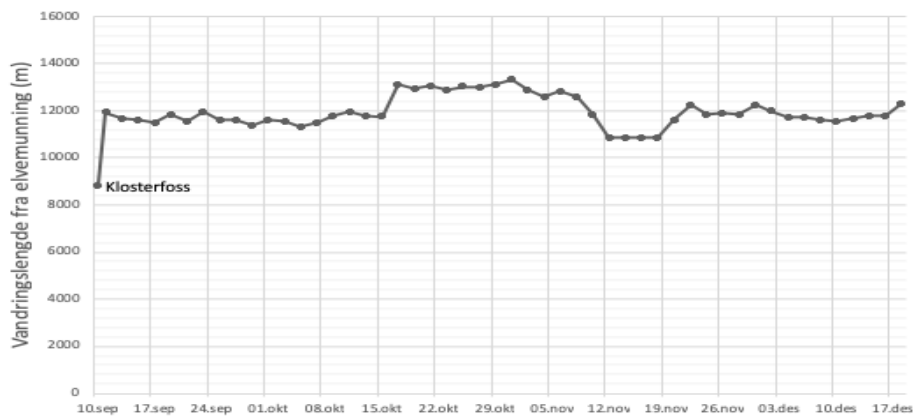
282-75 Hunnlaks 56 cm



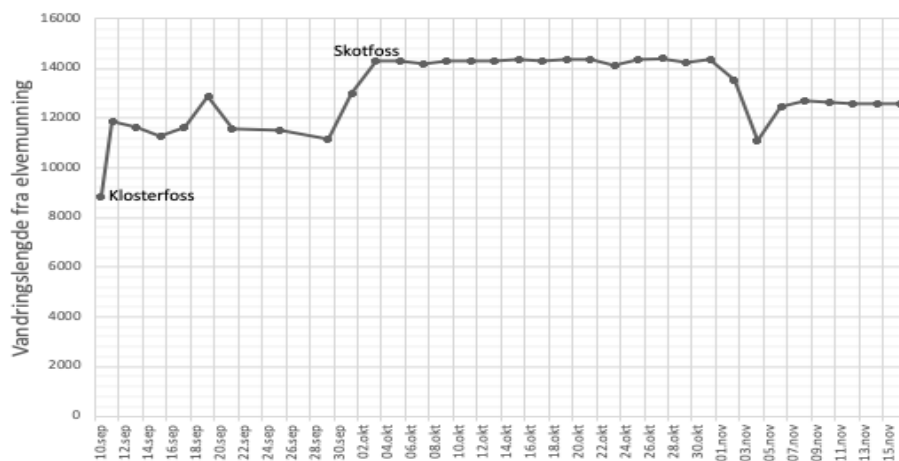
282-3 hannlaks 60 cm

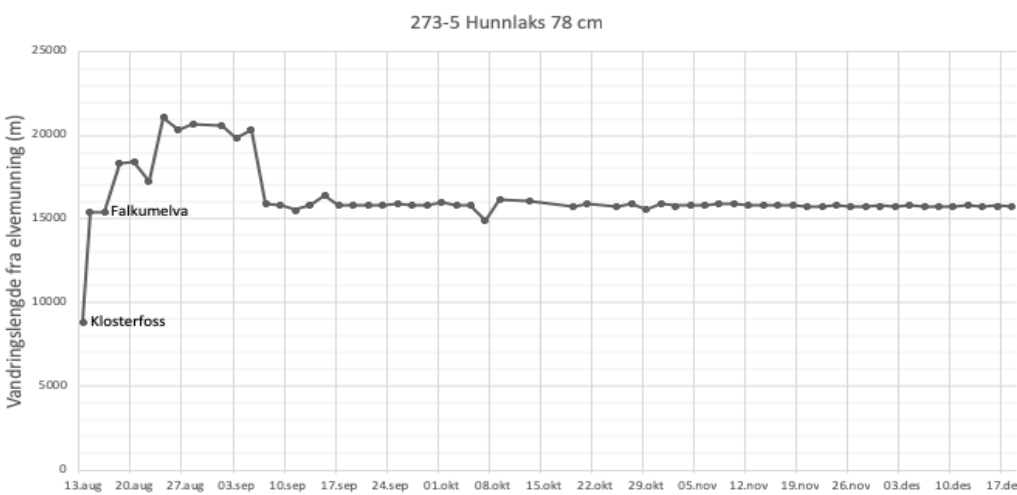
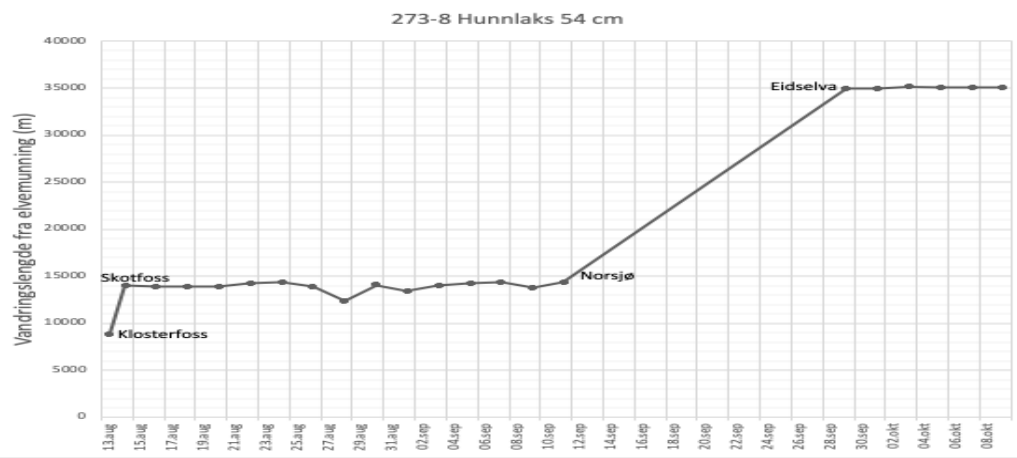
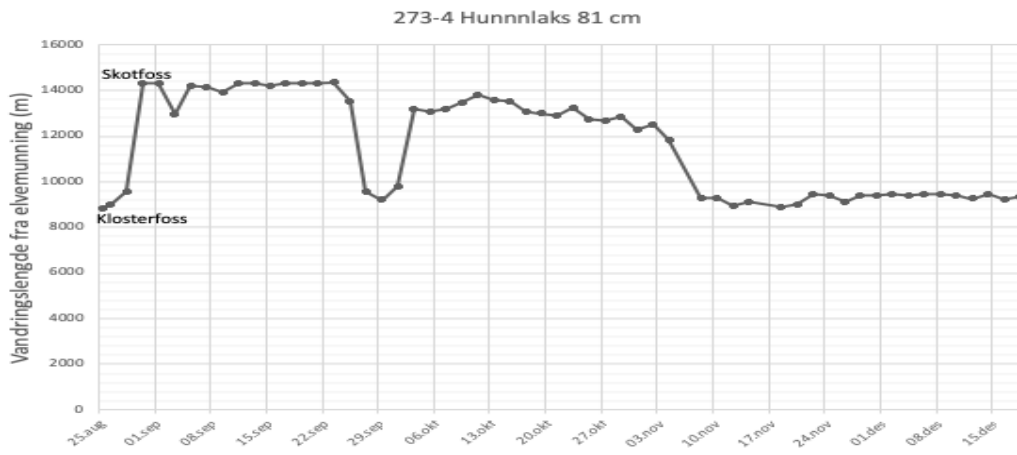


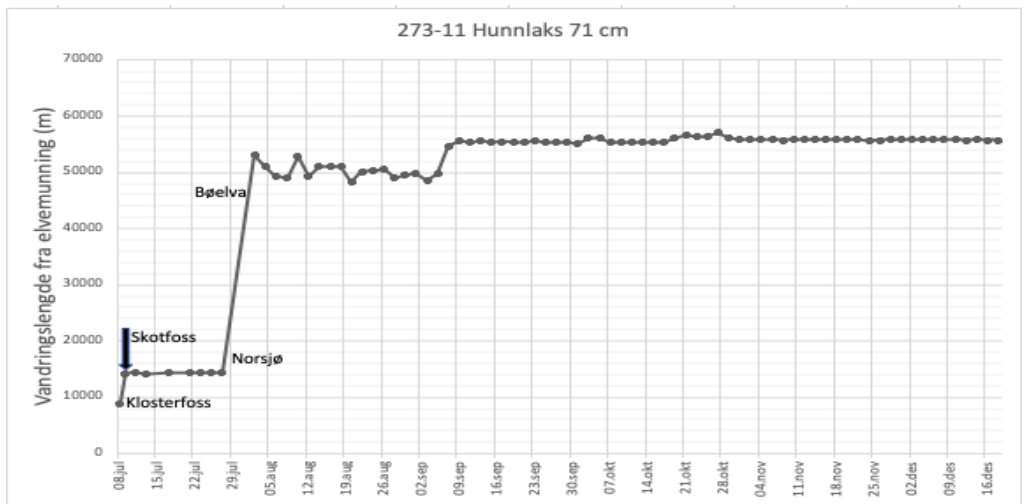
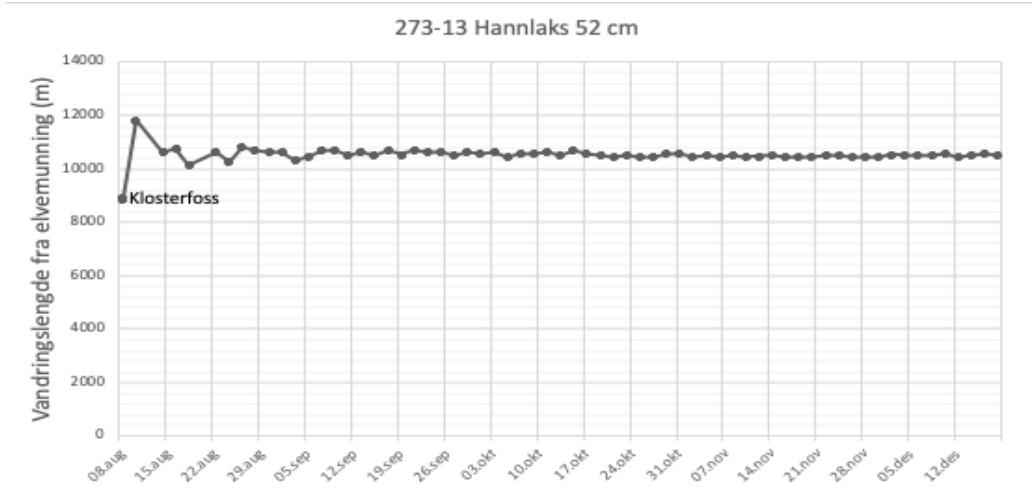
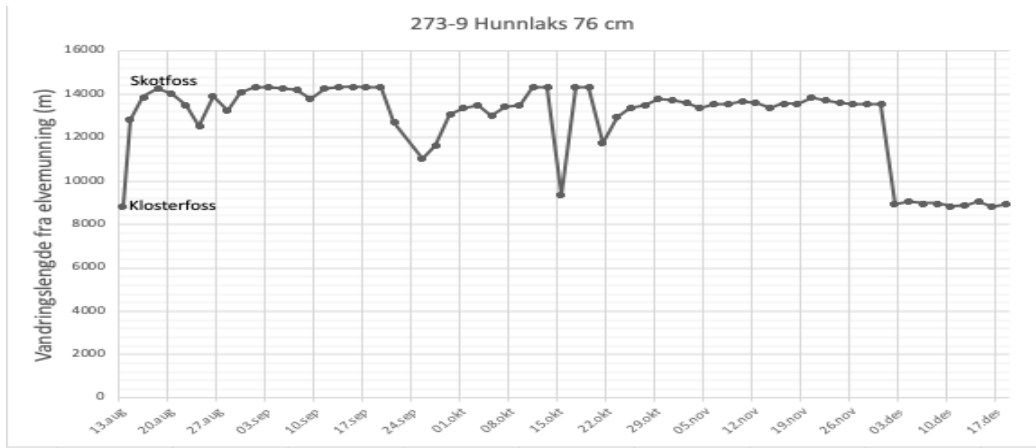
282-1 hannlaks 58 cm



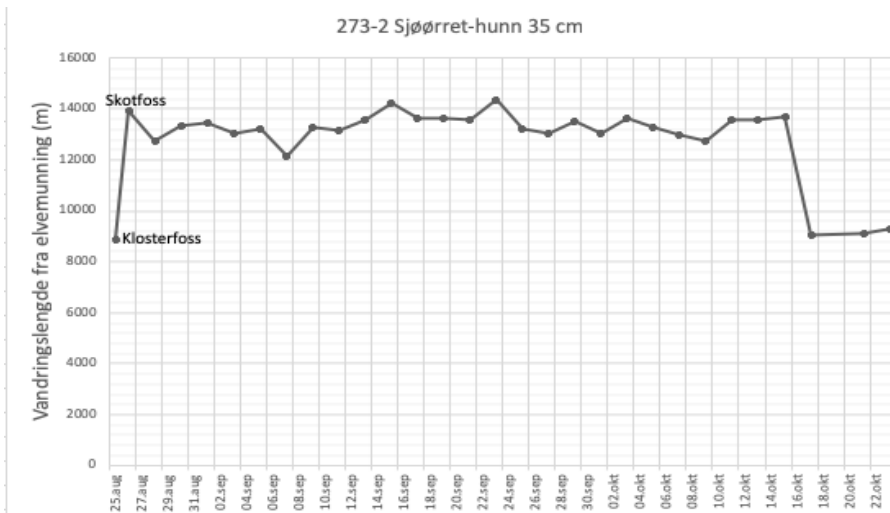
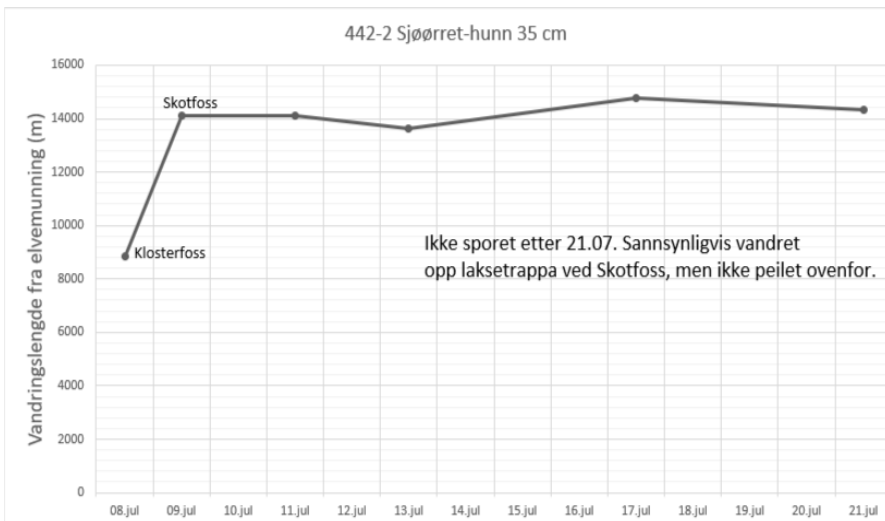
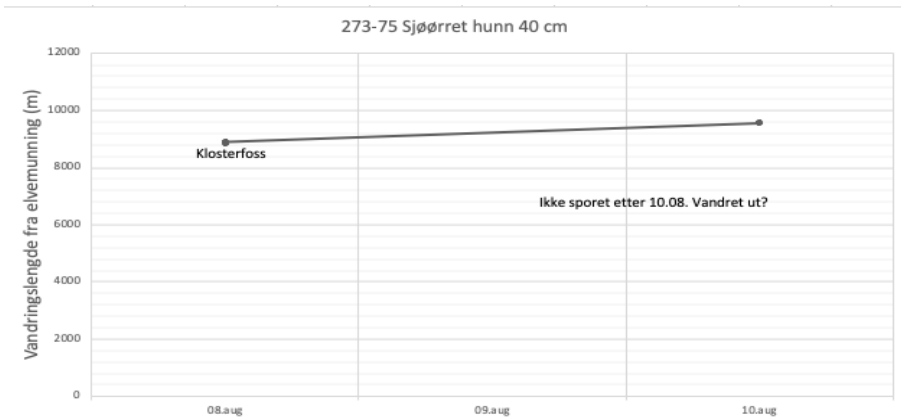
273-1 Hannlaks 59 cm

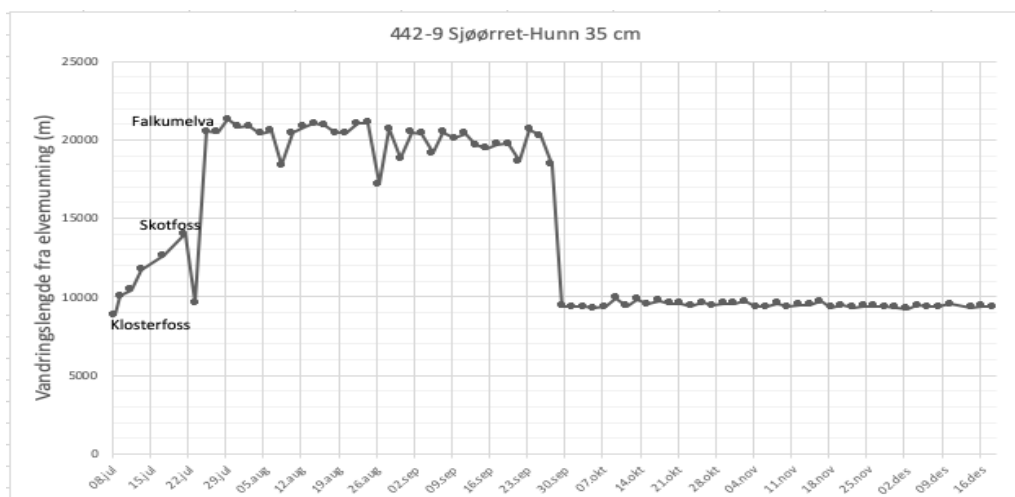
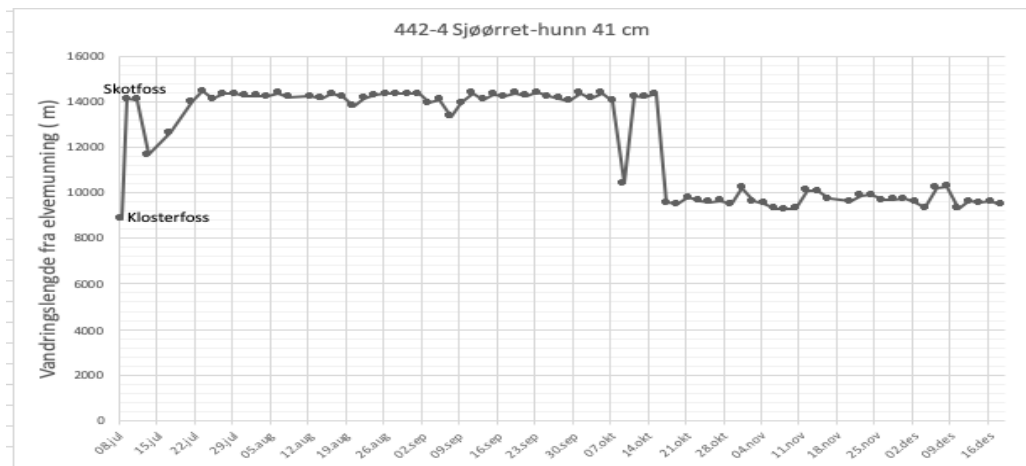
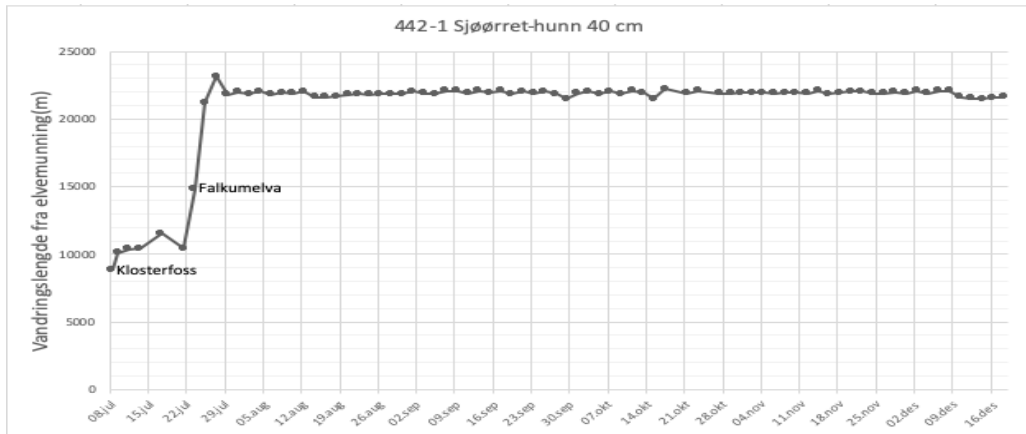
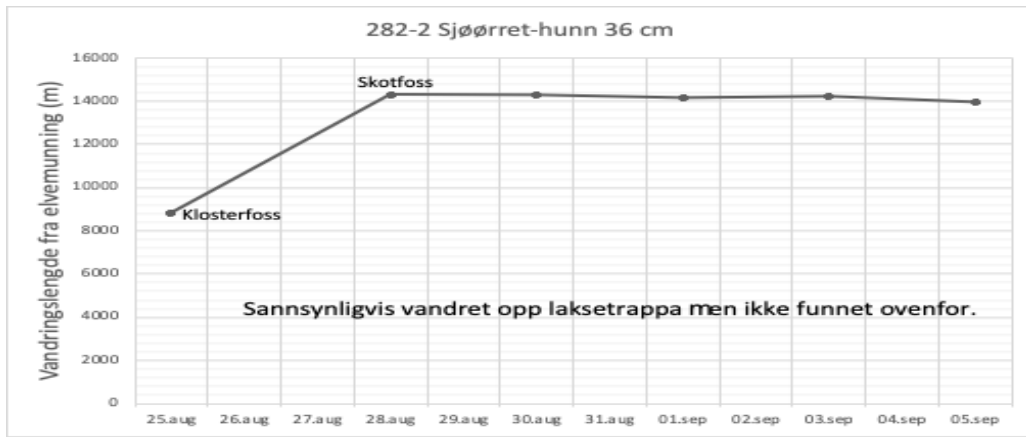


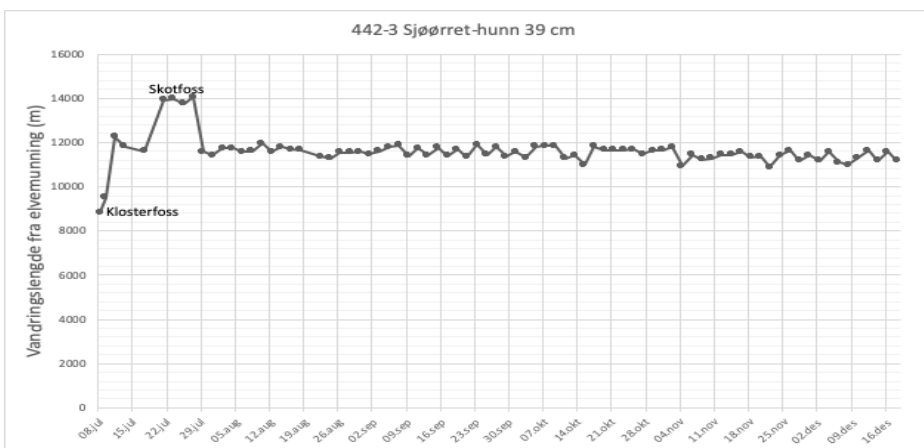
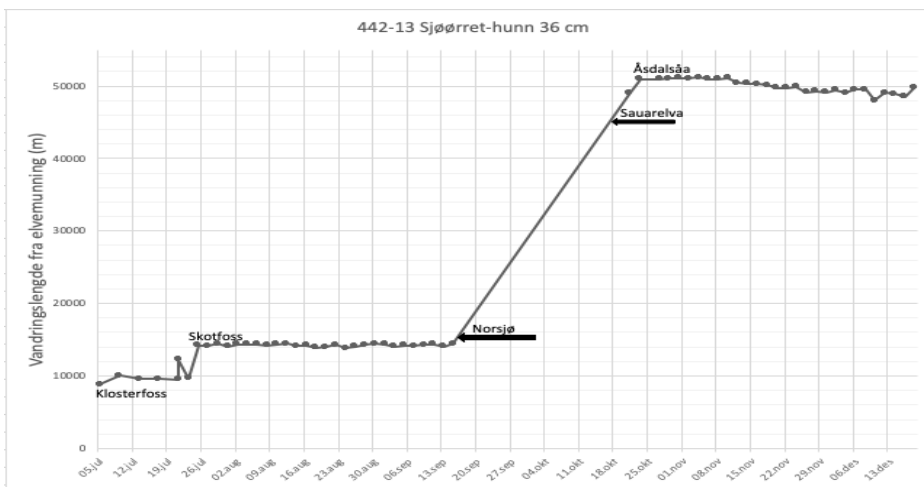
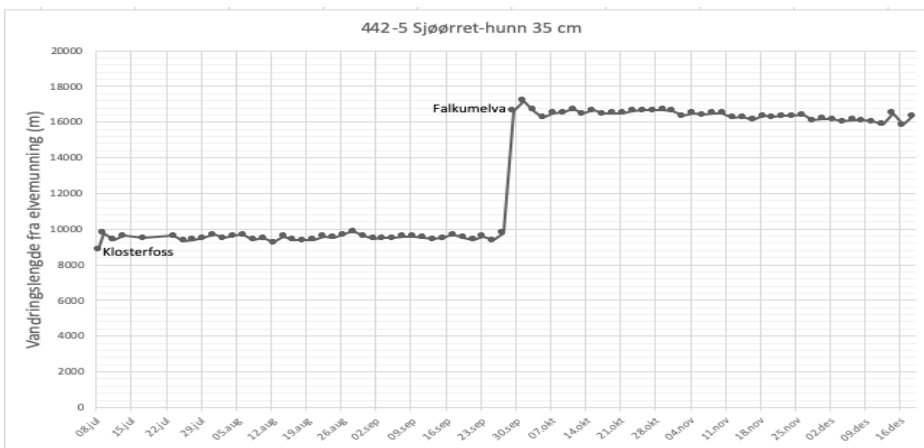
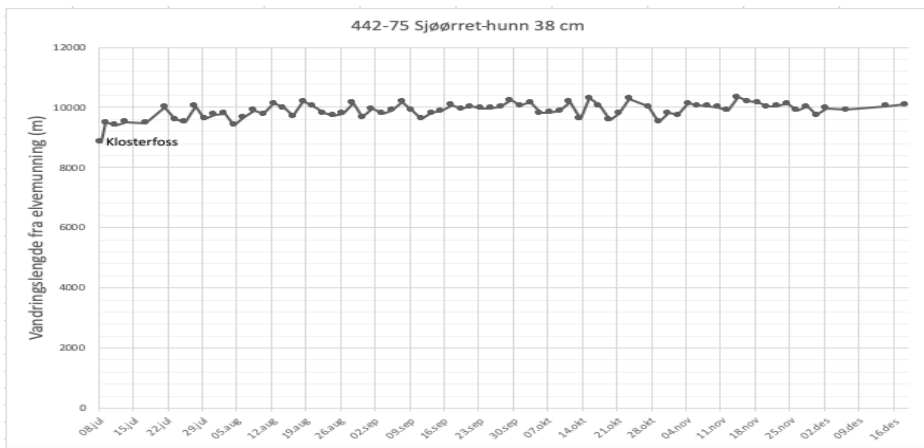


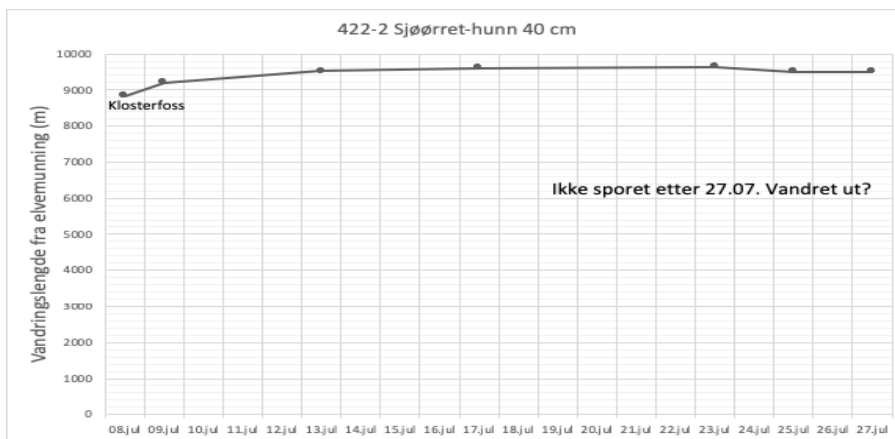
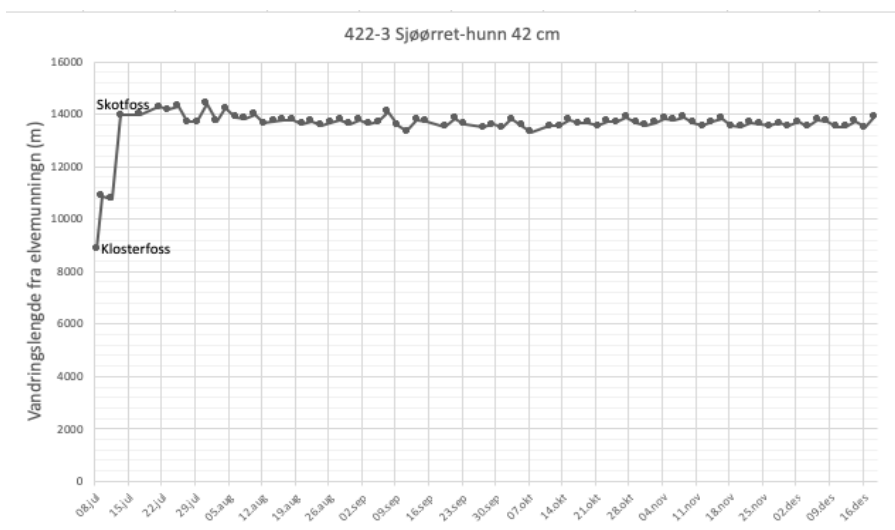
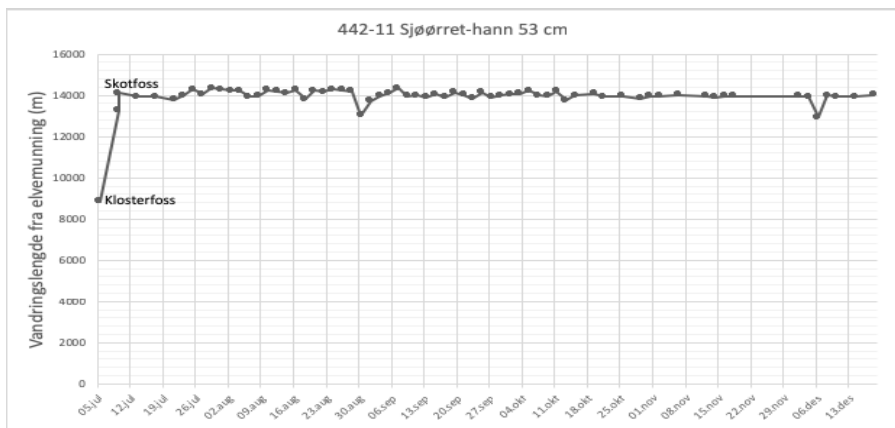
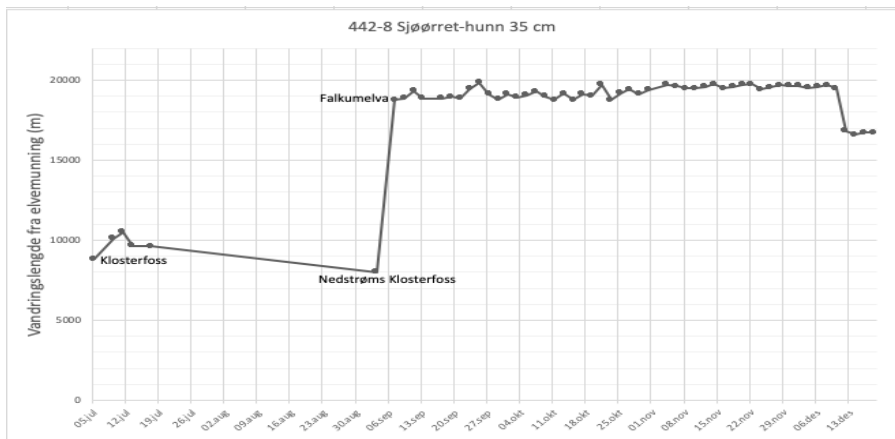


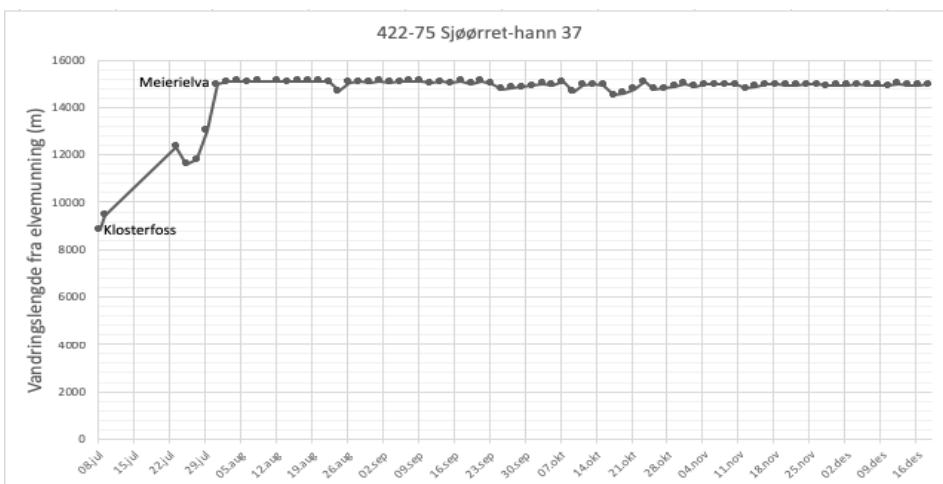
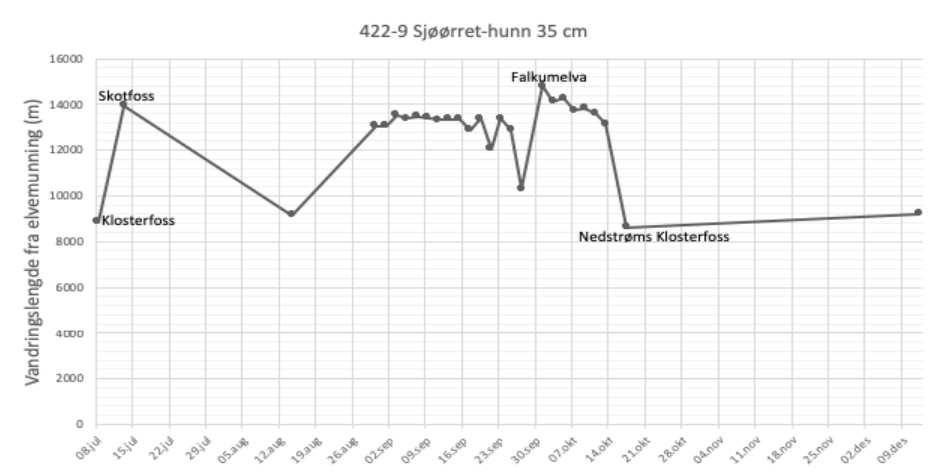
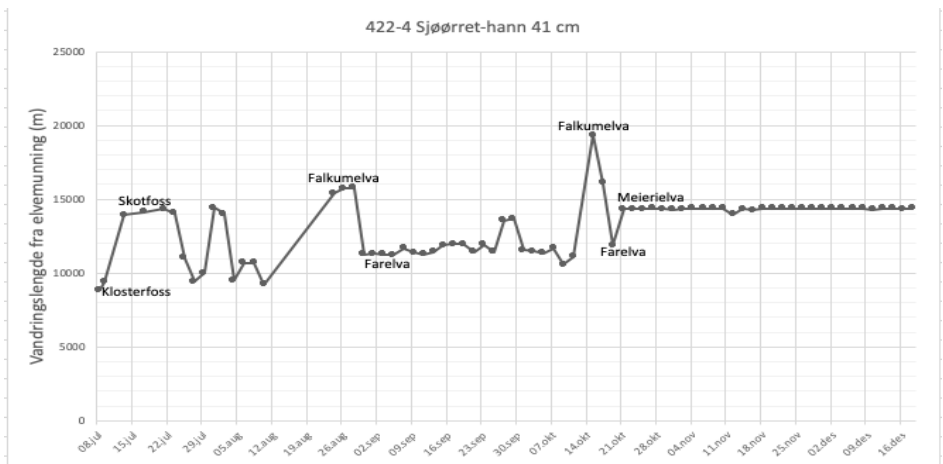
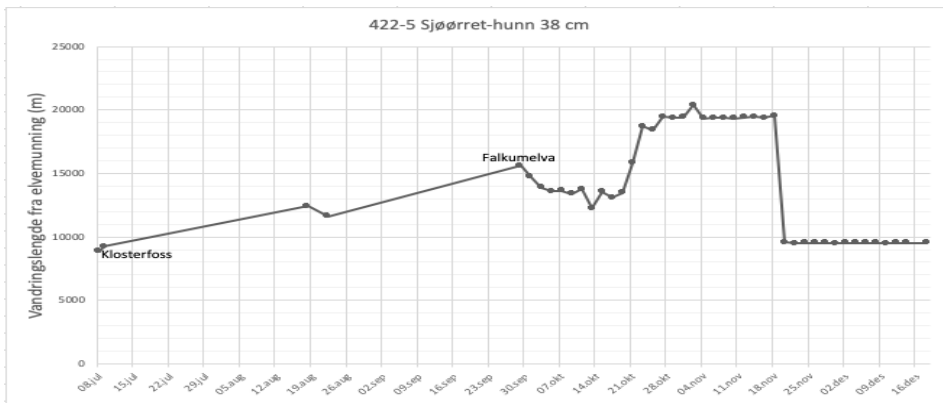
Vedlegg 2: Enkeltfigurer av vandringmønsteret til hvert individ av de merkede sjøørretene.

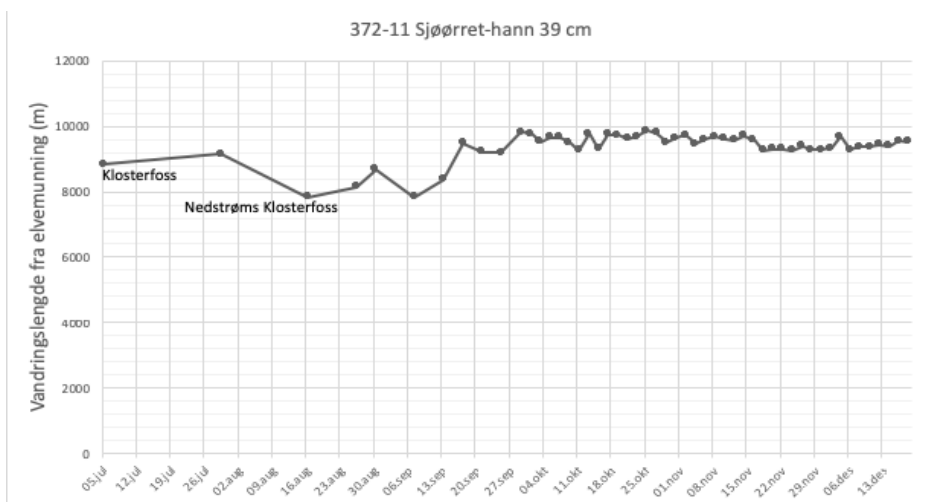
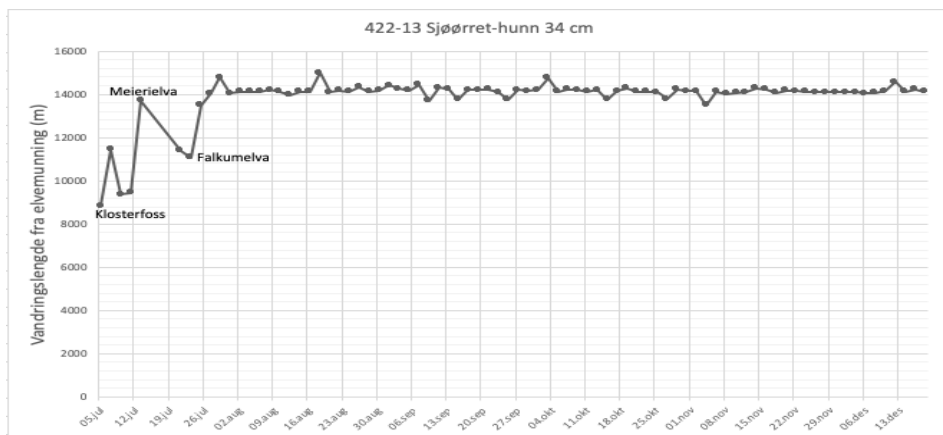
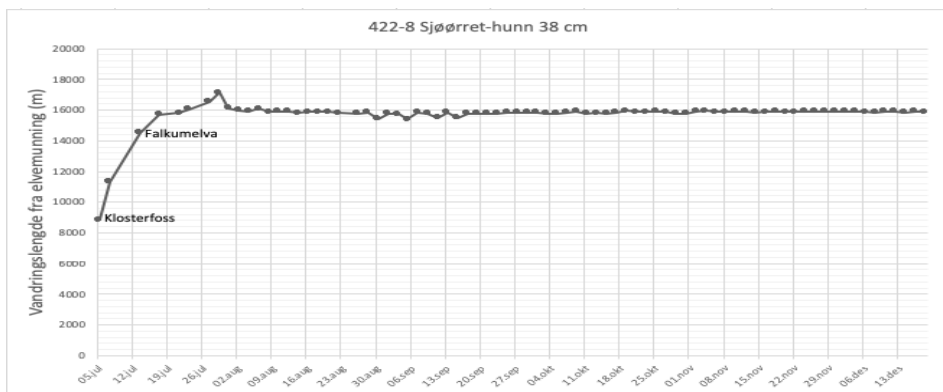
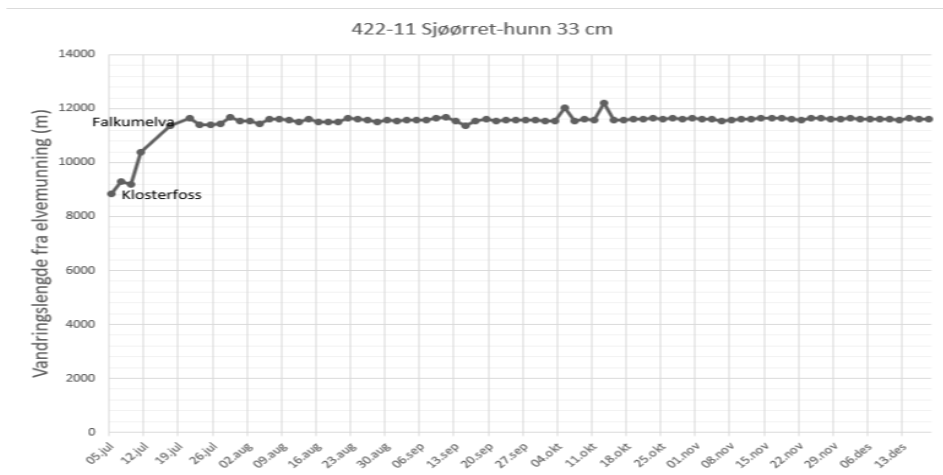


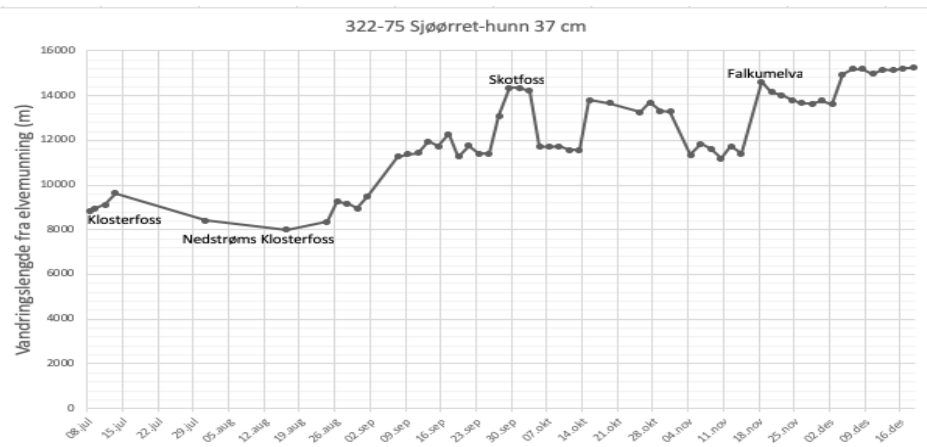
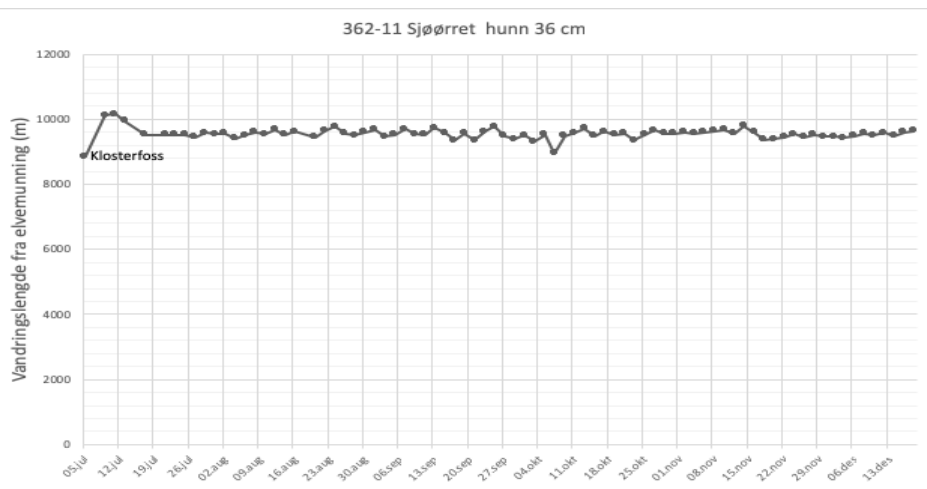
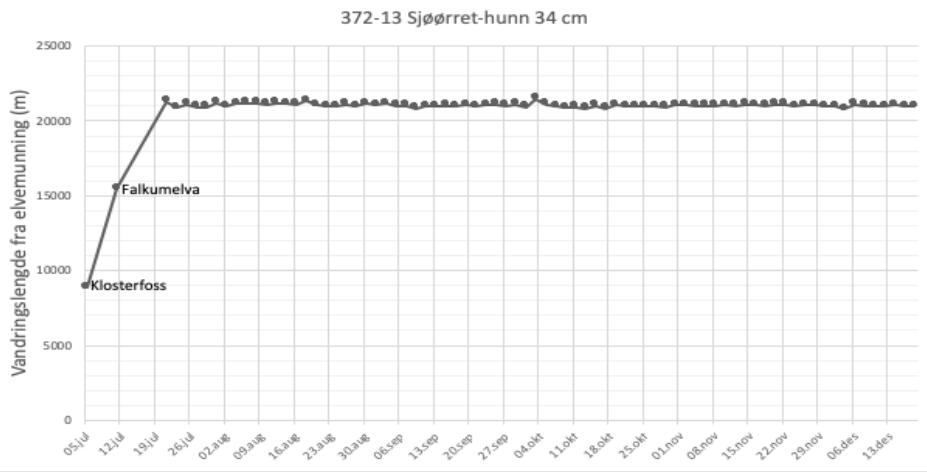
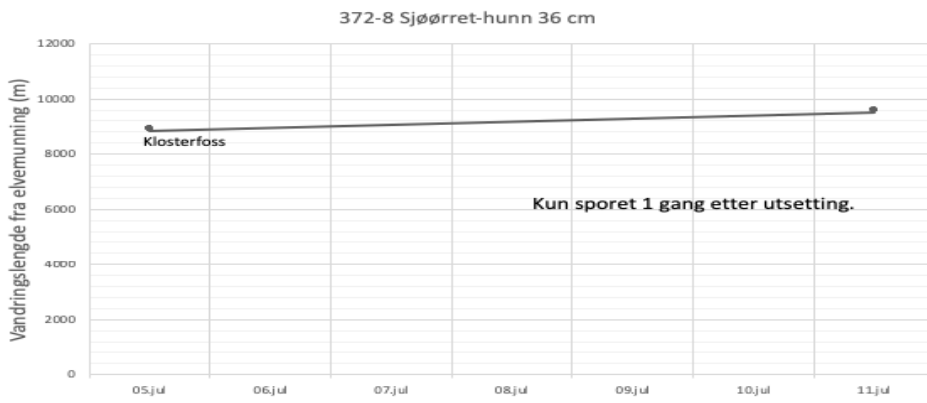


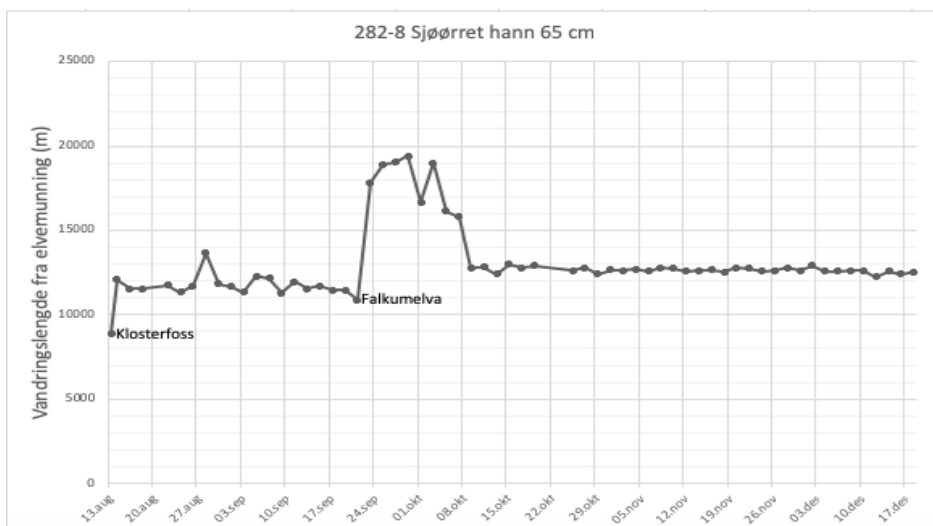
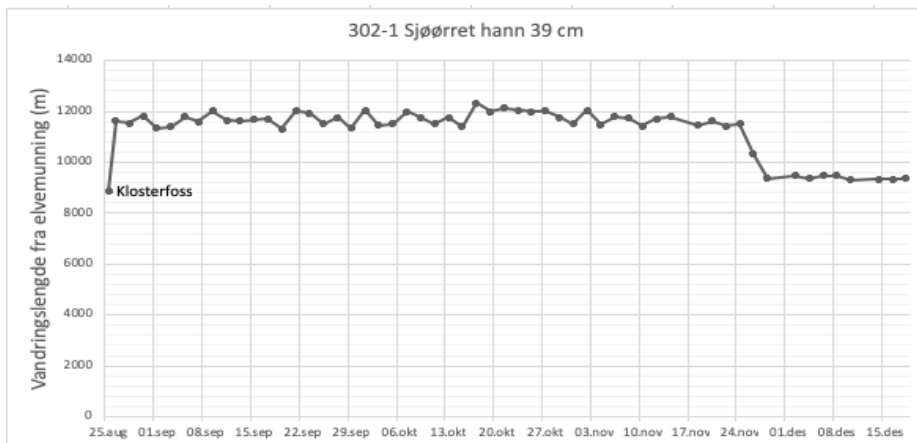
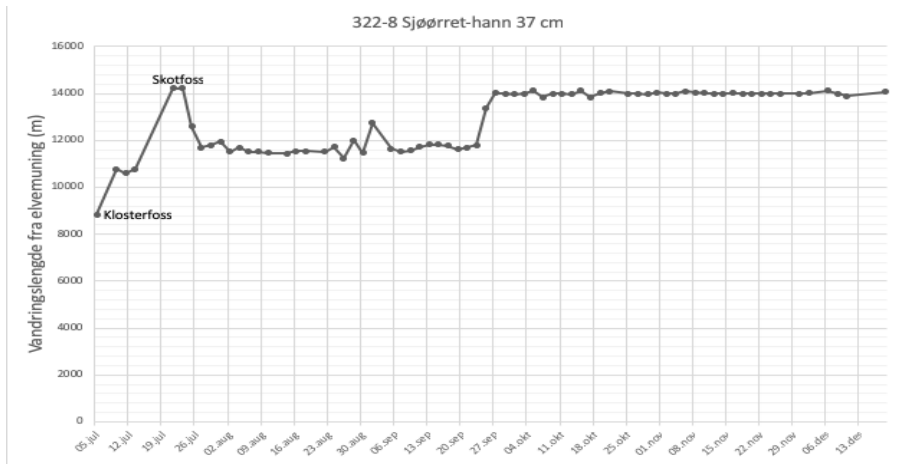


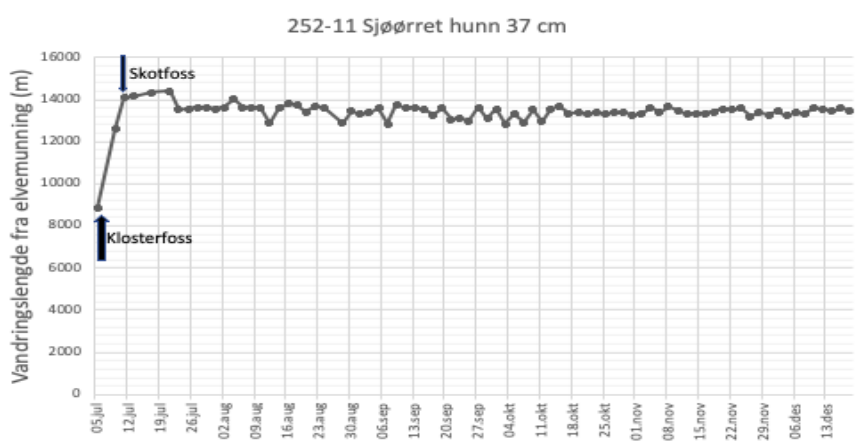
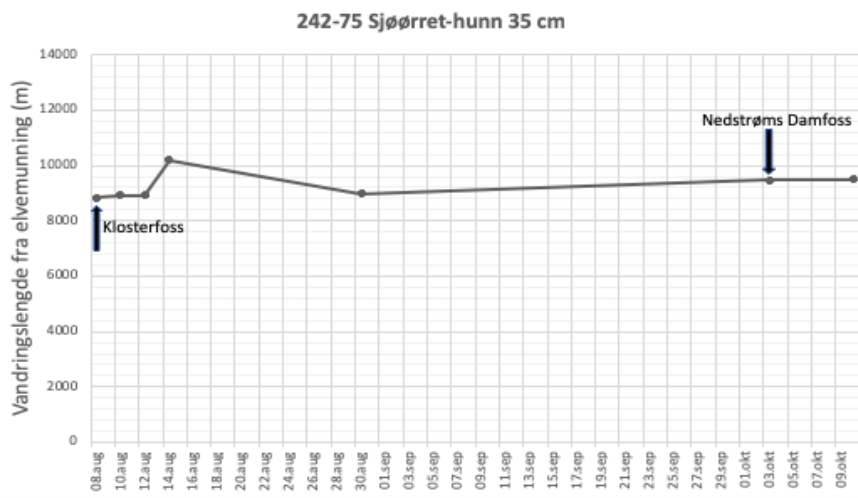
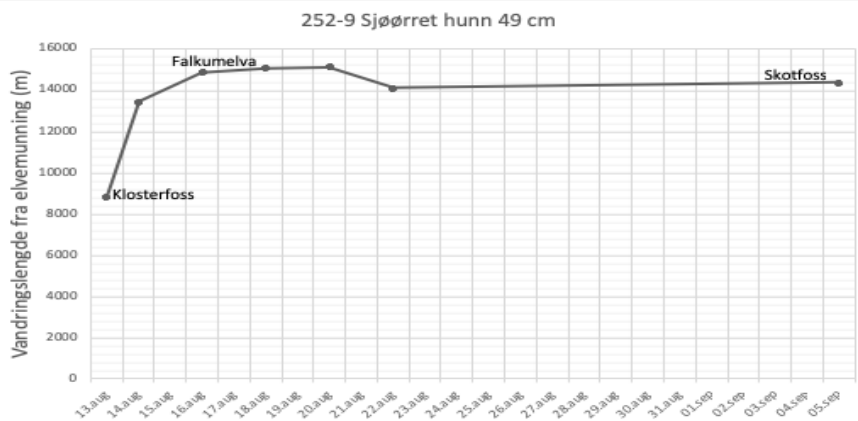
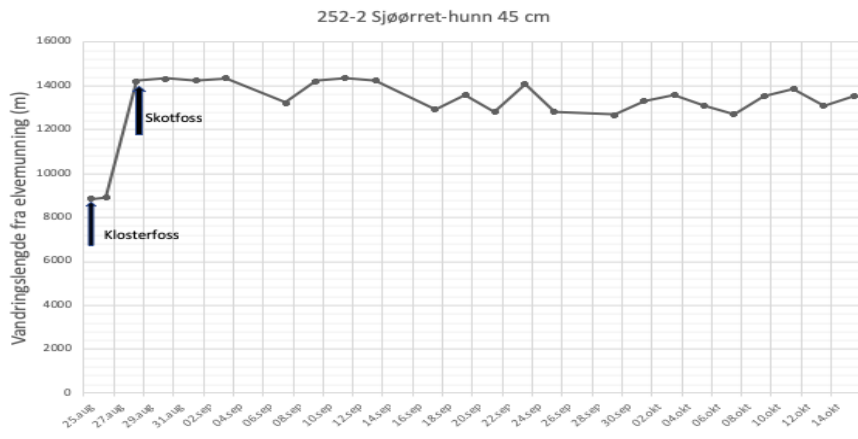




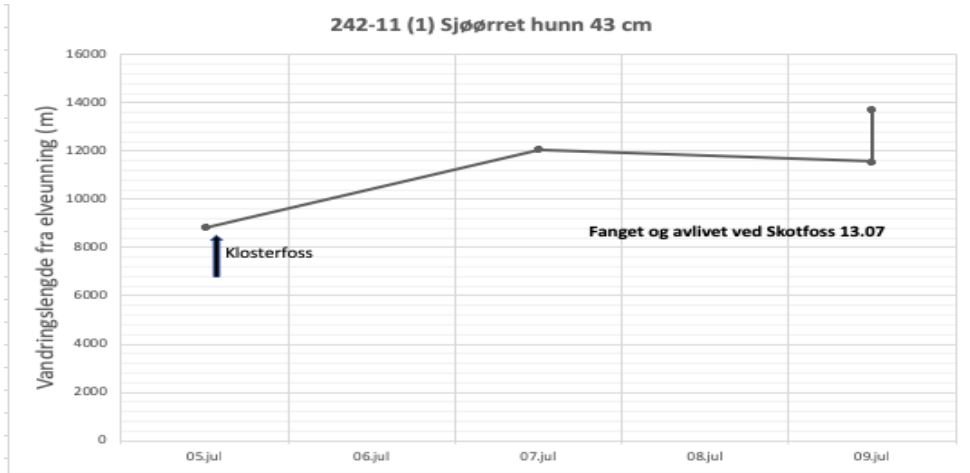




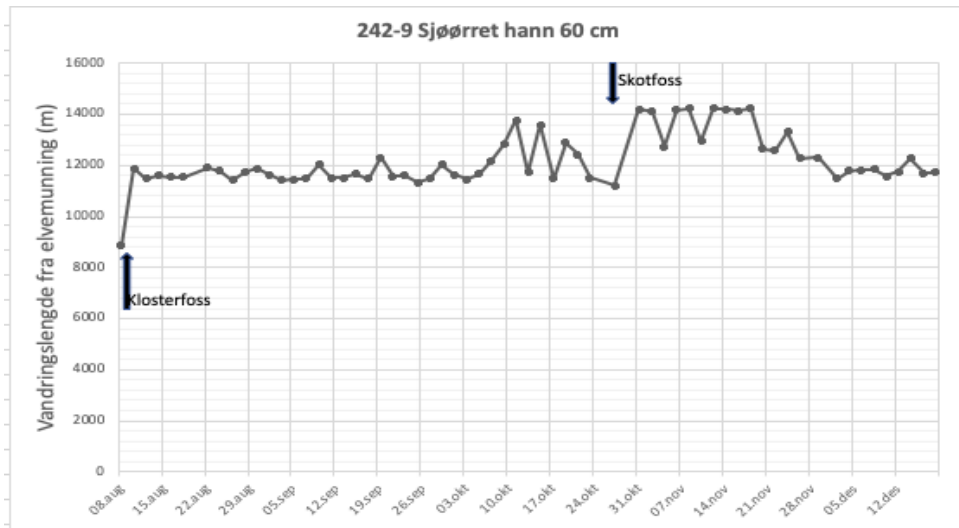




242-11 (1) Sjørørret hunn 43 cm



242-9 Sjørørret hann 60 cm



362-8 Sjørørret-hunn 45 cm

