

Hanne Elise Gjelsten Sørvik

Konkurransen om gyteområder mellom stedegen laks (*Salmo salar*) og den invaderende arten pukellaks (*Onchoronchys gorbuscha*) i Kongsfjordelva



University of South-Eastern Norway
Faculty of Faculty of Technology, Natural Sciences and Maritime Sciences
Department of Natural Sciences and Environmental Health
PO Box 235
NO-3603 Kongsberg, Norway

<http://www.usn.no>

© 2022 <Hanne Elise Gjelsten Sørvik>

This thesis is worth 60 study points

SAMMENDRAG

Mengden laks (*Salmo salar*) som returnerer til norskekysten er mer enn halvert de siste 30 årene, og flere av bestandene i Norge er sterkt truet. Laksen som art er vurdert til å være nært truet og er nå å finne på rødlista for truede arter. Invasjon av fremmede arter er en av verdens største trusler mot naturmangfoldet, og de siste årene har det foregått en stor invasjon av fremmedarten pukkellaks (*Onchorynchus gorbuscha*) til norske elver. Fra 1957 og til 2001 ble det satt ut pukkellaks til elvene i den russiske delen av Barentshavet. Formålet var å etablere kommersielt laksefiske basert på pukkellaks, med gyting i nordlige russiske elver som ikke hadde pukkellaks naturlig. Dette har gitt varierende, men generelt lave forekomster av pukkellaks i norske elver frem til 2017. Etter en større invasjon i 2017 ser det nå ut til at pukkellaks har utvidet sitt kjerneområde, og er vurdert til å ha høyt invasjonspotensiale til norske elver. I 2019 og i 2021 ble det registrert store mengder pukkellaks i norske elver, der Øst-Finnmark var mest påvirket. Pukkellaks ble fra 2021 av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) inkludert i trusselbildet for laks. Til tross for dette vet vi generelt lite om påvirkningen den invaderende arten har på naturlig laksefisk og økosystem, og det er behov for mer forskning for å forstå konsekvensene av invasjonen av pukkellaks.

Denne studien har brukt data fra drivtelling, uttak av pukkellaks, undersøkelse av gytegroper og andre observasjoner for å undersøke mulige effekter av pukkellaks i norske elver, med vekt på gyteprosessen som er en sentral del av laksens livssyklus. Studien har undersøkt om det er konkurranse – i tid og rom – om og på gyteplassen mellom laks og pukkellaks, med Kongsfjordelva i Berlevåg, Øst Finnmark som modellområde. Funn i denne studien viser at laks og pukkellaks har tilstrekkelig sammenfallende krav til gyteområder til at det kan oppstå en romlig konkurranse mellom artene. Det er derimot funnet at de fleste pukkellaksene var døde, eller fjernet, før laks startet å gyte. Det er dermed funnet liten til ingen konkurranse på gytetidspunkt. Det utelukkes ikke at dette kan overlape på et senere tidspunkt, siden pukkellaks er under etablering og tilpasning til miljøet i Kongsfjordelva. Det ble likevel funnet at pukkellaks rett før, under og etter gytingen, sannsynligvis har en negativ påvirkning på laks ved at høye tettheter av aggressiv pukkellaks jaget bort laksen fra naturlige standplasser i elva.

SUMMARY

The number of salmon (*Salmo salar*) returning to the Norwegian coast is more than halved in the last 30-years, and several of the stocks in Norway are threatened. The salmon species is endangered and is listed on the Norwegian list of endangered species. Invasion of alien species is one of the worlds greatest threats to biodiversity, and in recent years it has been a major invasion of the alien species pink salmon (*Onchorynchus gorbuscha*) into Norwegian rivers. From 1957 to 2001 pink salmon were released into Russian rivers in the Barents Sea. The purpose was to establish a commercial salmon fishing based on pink salmon, with spawning in northern Russian rivers that naturally did not have pink salmon. This has resulted in varying, but low, numbers of pink salmon caught in Norwegian rivers, until 2017. After a major invasion in 2017, pink salmon appears to have extended their main area, and the species is considered to have a high invasion potential to Norwegian rivers. In 2019 and 2021, large amounts of pink salmon were caught in Norwegian rivers, where Eastern Finnmark was most effected. From 2021, pink salmon is included in the list of threats to Atlantic salmon by the Scientific Council for Salmon Management (VRL). Despite this, we don't know much about the impact of the invasive species to the natural salmonids and ecosystem, and more research is needed to understand the consequences of the invasion of pink salmon.

This study used data from drift count, fishing for pink salmon, surveys in the spawning ground and other observations to investigate the possible effects of pink salmon in Norwegian rivers, with emphasis on the spawning which is an important part of the salmon's life cycle. The study has investigated whether there is a competition – in time and space – about and on the spawning ground between pink salmon and Atlantic salmon, with Kongsfjord river in Berlevåg, Eastern Finnmark as the model area. Findings in this study show that salmon and pink salmon have sufficient overlapping requirements for spawning areas, and a spatial competition occurs between the species. On the other hand, it has been found that most of the pink salmon already were dead, or removed, before Atlantic salmon started their spawning period. Thus, little to no competition has been found regarding the timing for spawning. But it might occur a competition later, since pink salmon now is establishing and adjusting to the environment in Kongsfjord river. It was found that pink salmon before, during and after spawning, probably

had a negative impact on Atlantic salmon because high numbers of aggressive pink salmon chased the Atlantic salmon from natural standing pools in the river.

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG	3
FORORD	7
1. Introduksjon.....	8
2. Biologisk bakgrunn.....	10
2.1. Laks	10
2.2. Pukkellaks.....	12
3. Materiale.....	15
3.1. Områdebeskrivelse	15
3.2. Kartlagte gyteområder for pukkellaks i 2017 og 2019.....	19
3.3. Kartlagte gyteområder for laks	20
4. Metode.....	21
4.1. Drivtelling.....	21
4.2. Uttak av pukkellaks	22
4.3. Undersøkelse av gytegroper	24
4.4. Bearbeiding av data	25
5. Resultat	26
5.1. Oppvandring på videotelling og fangst i sportsfiske	26
5.2. Drivtelling.....	28
5.3. Uttak av pukkellaks	34
5.4. Undersøkelse av gytegroper	36
6. Diskusjon	40
7. Konklusjon.....	49
8. Litteratur	50

FORORD

Jeg har alltid vært mye ute i naturen, og har mange barndomsminner fra fjellet på fisketur etter kree (småørret). Dette har nok ført til min store interesse for naturforvaltning, og spesielt fiskeforvaltning. Etter to somre som fiskeoppsyn i Kongsfjordelva lærte jeg meg folka, elva og laksen å kjenne. Det var derfor naturlig at jeg skulle skrive om det som opptok, og satte en støkk i alle forvaltningslag, sportsfiskere og forskere sommeren 2021 – den store invasjonen av pukkellaks.

Jeg må rette en stor takk til min hovedveileder Jan Heggnes, som har gitt meg stor frihet, raske og gode tilbakemeldinger og for samarbeidet vårt under feltarbeidet i 2021. Jeg vil også takke Eva B. Thorstad for veiledning og motivasjon, og for gode tilbakemeldinger på oppgava. Ingebjørg Fredriksen har hjulpet meg over all forventning med rettskriving, oppbygging og til å få på plass siste detaljer. Takk til Sigurd Hytterød som også har lest over og kommentert siste utkast.

Jeg vil takke Berlevåg Jeger og Fiskeforening for at jeg fikk delta, og utvide alt arbeidet med pukkellaksen i 2021. En stor takk rettes til Håvard Vistnes som har levert mye data fra 2017 og 2019, og som hadde hovedansvar for overvåkning og uttak av pukkellaks også i 2021. Jeg må også takke alle som har bidratt i feltarbeidet, her er det mange navn, ingen nevnt ingen glemt. Datainnsamlingen hadde aldri blitt så bra uten dere. Til slutt – all ære til min samboer Jonas, som nå har diskutert pukkellaks med meg i et helt år.

Jeg håper denne masteroppgaven er nyttig for forvaltningslag og forskere. Både i arbeidet med å skaffe mer kunnskap om pukkellaksens påvirkning på naturlig laksefisk og økosystem, og i kampen for å bekjempe pukkellaks i norske elver.

Lykke til!

Tunhovd, 16.05.2022

Hanne Elise Gjelsten Sørvik

1. Introduksjon

Invasjoner av fremmede arter er en av verdens største trusler mot naturlig biodiversitet (Early et al., 2016; Mack et al., 2000; Sala et al., 2000). Slike invasjoner kan endre interaksjoner, struktur og dynamikk i de naturlige økosystemene, og kan føre til tap av naturlig biodiversitet (Mack et al., 2000). Fremmede arter kan spres raskt og eskalere fra et lokalt til regionalt problem (Mack et al., 2000). I lakvatiske økosystemer har fremmede fiskearter ofte blitt overført direkte til nye elver og innsjøer, fordi de har en verdi i sportsfiske, som matkilde eller som byttedyr for eksisterende arter (Dunlop, Wipfli, Muladal & Wierzbinski, 2021; Perrin, Bærum, Helland & Finstad, 2021). Av forskjellige årsaker dukker det også opp fremmede arter i norsk natur (Miljødirektoratet, 2021a). Disse fremmede artene er en av de største truslene mot norsk natur og arter, og 8 % av fremmede artene i Norge er direkte satt ut i naturen for jakt- og fiskeformål. Hvor stor risiko en fremmed art representerer for naturlig biodiversitet vurderes ut ifra hvor stor negativ påvirkning den har eller kan få på stedegne arter, og hvor raskt den sprer seg (Miljødirektoratet, 2021a). I Norge har Artsdatabanken en egen fremmedartliste som viser den økologiske risikoen for forskjellige arter (Artsdatabanken, 2018a). En art med høyt invasjonspotensiale til elvene i Norge, spesielt i nord er den fremmede stillehavslaksen pukkellaks (*Onchoryncus gorbuscha*) (Artsdatabanken, 2018a).

Fra 1956-1957 og til 2001 ble det satt ut pukkellaks i elvene til den russiske delen av Barentshavet (Kola Peninsula) (Mo et al., 2018; Niemelä et al., 2016; Sandlund et al., 2018). Formålet for russerne var å etablere et kommersielt laksefiske basert på pukkellaks, med gyting i nordlige russiske elver som drenerer til Barentshavet og Kvitsjøen, og som ikke hadde pukkellaks naturlig (Mo et al., 2018; Niemelä et al., 2016; Sandlund et al., 2018). Utsettingene i Russland førte til varierende invasjoner til elver i Norge (Sandlund et al., 2018). Den første invasjonen til norske elver var i 1960, som et resultat av tilbakevendende pukkellaks fra utsettinger i Russland høsten 1959. Fangstene av pukkellaks i norske elver i 1960 viste at det var betydelig 'feilvandring' (straying) av pukkellaks, noe som er en vesentlig faktor for hvor fort en invaderende art sprer seg.

Etter en lengre periode med varierende, men generelt lave forekomster av pukkellaks i norske elver, kom i 2017 det første store invasjonsåret for pukkellaks i norske elver. Totalt ble det

registrert fanget 6390 pukkellaks i Norge i 2017 (Berntsen et al., 2018). I tillegg ble 5428 observert ved hjelp av drivtelling og kameraregistrering, til sammen 11 818 individer (Berntsen et al., 2018). Det var stor variasjon i antall pukkellaks funnet i ulike norske elver (Berntsen et al., 2018), og det synes hovedsakelig avhengig av nærhet til utsettingsområdene i Russland. Finnmark var det fylket i Norge det ble observert mest pukkellaks i 2017. Av det total antallet i Norge ble 78 % fanget eller observert i Finnmark, og 83 % i Troms og Finnmark i 2017 (Berntsen et al., 2018).

Siden invasjonen i 2017 har antall pukkellaks i hele Norge økt raskt, og de ser også ut til å utvide kjerneområde sitt (Berntsen, Diserud, Hanssen & Sandlund, 2021). Mange populasjoner av pukkellaks synes å være under etablering i norske (og russiske) elver, og arten er inne i en fase med rask ekspansjon. Totalt ble 20 025 pukkellaks registrert fanget i Norge i 2019, og 632 registrert ved drivtelling og kameraovervåkning, til sammen 20 657 individer (Berntsen, 2020). Det ble observert pukkellaks i færre vassdrag i 2019 enn i 2017, men i større mengder i de elvene der den ble observert (Berntsen, 2020). I 2019 var 96 % av all pukkellaks i Norge rapportert i Troms og Finnmark (Berntsen, 2020). Det var en stor økning i antall pukkellaks i elvene i Øst-Finnmark, og en kraftig økning i elvene i Vest-Finnmark og Troms. Mønsteret med færre pukkellaks i elvene fra Nordland og sørover i forhold til Troms og Finnmark holder seg, men antall pukkellaks totalt i Norge øker. Denne økende trenden fortsatte også i 2021, da ble det totalt fanget 150 507 pukkellaks i Norge (Statistisk Sentralbyrå, 2022a, 2022b).

Invasjonsmønsteret viser at det først har vært en lang og treg invasjon (1960-2016), for så å utvikle seg til en rask ekspansjon fra 2017–2021. Det er vanlig å dele inn en invasjon i flere steg (Davis, 2009): ankomst, etablering og spredning. Likevel kan en art fortsette å spre og etablere seg, selv om den har vært gjennom stegene tidligere. Pukkellaksen i Norge er nå under etablering.

Til tross for flere invasjoner tilbake til 1960, var det først etter den større invasjonen i 2017 at pukkellaks ble vurdert til å ha et stort invasjonspotensiale i norske elver, med stor økologisk effekt (Artsdatabanken, 2018a), basert på generell kunnskap om pukkellaksens biologi. Denne vurderingen ble gjort med data fra invasjonen i 2017, og i de senere år har invasjonene (2019 og 2021) blitt større (Berntsen, 2020). I tillegg til å bli vurdert av Artsdatabanken har

Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM) vurdert pukkellaks ut fra effekter på biologisk mangfold og akvakultur (Hindar et al., 2020). Det ble vurdert, basert på fangst i 2017, at pukkellaks gyter tidligere enn laks og at det dermed ikke er en direkte konkurranse på gyteplassen mellom laks og pukkellaks (Hindar et al., 2020b). Selv om pukkellaksen gyter tidligere, kan det likevel skje samspill mellom pukkellaks og stedeodne laksefisk (Hindar et al., 2020a). Det har imidlertid til nå vært svært lite forskning på de mulige effektene av pukkellaks i norske vassdrag, og det finnes derfor lite spesifikk kunnskap om dette. Vurderingene fra Artsdatabanken (Artsdatabanken, 2018b) og VKM (Hindar et al., 2020) er kvalitative ekspertvurderinger med bakgrunn i eksisterende litteratur.

Målet med denne masteroppgava er derfor å frembringe mer kunnskap om mulige effekter av pukkellaks i norske elver, med vekt på den sentrale gyteprosessen. Mer spesifikt var målet å undersøke om det er konkurranse - i tid og rom - om og på gyteplasser mellom laks og pukkellaks, med Kongsfjordelva i Øst-Finnmark som modell. Dette gjelder både oppvandringsfasen før gyting, selve gytefasen, og fasen rett etter gyting.

Basert på generell biologisk kunnskap om artene, var hypotesen at laks og pukkellaks i forbindelse med gytingen først og fremst konkurrerer i rom, det vil si om gyteplasser. Det var forventet at pukkellaksen som normalt gyter og dør på ettersommeren og tidlig høst, ikke vil være til stede på gyteområdene når laks starter sin gyting, og dermed ingen eller liten konkurranse i tid. Det forventes derimot at pukkellaks kan påvirke laks når laks er på vei til gyteplassen, ved at store mengder pukkellaks kan forstyrre og stresse laks.

2. Biologisk bakgrunn

2.1. Laks

Laks finnes naturlig i elver på begge sider over store deler av det nordlige Atlanterhavet (Rikardsen et al., 2021). Hovedutbredelsen til laks er knyttet til Norge (og Kola Peninsula) i henhold til antall høstet og antall populasjoner (Miljødirektoratet, 2021c). I Norge finnes det omtrent 450 elver med en naturlig bestand av laks (Miljødirektoratet, 2021c).

Laks lever både i elvene og i havet, med gyting i elv og næringsvandring i hav (anadrom) (Miljødirektoratet, 2021c). Om sommeren og høsten kommer kjønnsmodne laks tilbake fra havet (Havforskningsinstituttet, 2021). Laksen har en mekanisme som kalles hjemvandring – de vender i stor grad tilbake til samme elv og samme sted i elva som de selv vokste opp i (Havforskningsinstituttet, 2021). I løpet av livssyklusen har laks forskjellige miljøkrav (Pulg et al., 2018). De forskjellige livsstadier trenger passende gyte-, oppvekst-, nærings- og vinterhabitater i forskjellige deler av vassdraget. Mangler man et habitat for et stadium i syklusen, kan hele bestanden reduseres eller forsvinne (Pulg et al., 2018). Laks trenger strømmende vann med grus- og steinbunn (Pulg et al., 2018).

Etter at laksen har vandret opp i elva velger hunnlaksen ut et velegnet område i elva basert på bunnssubstrat og strøm (Fleming, 1996; Jones & Ball, 1954). Louhi, Mäki-Petäys og Erkinaro (2008) har gått gjennom publiserte artikler for å kartlegge kriteriene laks har til gyteområdet. Basert på deres gjennomgang av eksisterende litteratur gyter laks generelt i relativt dyp og varierende strøm, med dybde fra 20-50cm og i 3,5-6,4m³/s. Den foretrukne størrelsen på bunnssubstratet er 16-64mm. (Louhi et al., 2008). Dette gir et generelt bilde, og det vil være variasjoner fra bestand til bestand. Likevel vil det dekke det viktigste område når det gjelder habitatbruk av laks (Louhi et al., 2008). Gibson (1993) beskriver at laks gyter i nokså hurtiggående vann ved enden av en kulp, men oppstrøms brekket (hvor kulp går over til stryk). Ideelt gyter laks på en dybde på 25cm, vannføring på 3,0–4,5m³/s og bunnssubstrat bestående av stein og grus (Gibson, 1993). I fire elver i Maine ble det funnet at laks laget gytegropp i en gjennomsnittsdypde på 38cm og ved en vannføring på 5,3m³/s (Beland, Jordan & Meister, 1982).

Hannlaksene deltar ikke i forberedelsene og utvalg av gyteområder, men konkurrerer mot andre hanner for å vinne hunnene (Fleming, 1996). Både hunner og hanner endrer farge til gytetiden, og det skjer også andre endringer i fysiologiske trekk og anatomi (Fleming, 1996). Spesielt endres fargen fra sølvblank til en rødlig-brunfarge med tydelige prikker. I tillegg endres hodeskallen hos begge kjønn, og hannlaksene utvikler den karakteristiske kroken på underkjeven (Fleming, 1996). I tillegg til at hunnlaksen velger ut gyteområde basert på fysiske faktorer, vil hun også unngå områder andre hunnlaks er i gang å forberede gyting, fordi det kan oppstå aggresjon med biting og skremming (Fleming, 1996; Jones & Ball, 1954).

Etter vellykket gyting ligger de befrukta eggene i grusen frem til neste vår, da klekkes eggene og etter plommesekken er spist opp kommer yngelen opp fra grusen for å beite (Havforskningsinstituttet, 2021). Etter 2-5 år i elva er yngelen ca. 11-12cm og starter smoltifiseringsprosessen. Denne gjør yngelen rustet for saltvann, og de starter nedvandringa fra elva og ut i havet (smolt). Avhengig av hvor lenge de beiter i havet, vender de enten tilbake som smålaks (<3kg), mellomlaks (3–7kg) eller storlaks (>7kg) når de er kjønnsmodne (Havforskningsinstituttet, 2021).

Mengden laks som returnerer til norskekysten har gått tilbake fra 1 200 000 laks i 1980-årene, til 553 000 laks i 2020 (Miljødirektoratet, 2021c). Nedgangen har ført til at laks er vurdert som nært truet, og er på rødlista for truede arter fra 2021 (Hesthagen et al., 2021). Mange av bestandene i Norge er sterkt truet, og bare 1 av 5 laksebestander vurderes av VRL til å være i god eller svært god tilstand (Miljødirektoratet, 2021c; Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2021).

Til tross for at det har vært en halvering i antall tilbakevendende laks til norskekysten, har det likevel vært nok gytefisk i elvene. Grunnen til dette er at sterke innstramminger i laksefiske har kompensert for nedgangen av laks som skyldes andre trusler (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2021). I 2021 ble oppdrettsnæringa vurdert til å være den største trusselen mot laks, særlig via rømt oppdrettslaks som blander seg med naturlig gytende laks, og lakselus som tar livet av utvandrende smolt (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2021). I 2021 ble for første gang den invaderende arten pukkellaks inkludert i trusselbildet til laks (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2021). Dette er vurdert med lite kunnskap og stor usikkerhet, likevel er pukkellaks er vurdert til å ha en påvirkning og risiko for skade på norske laksebestander (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2021).

2.2. Pukkellaks

Pukkellaks er den mest tallrike arten av alle stillehavsartene (Gjelland & Sandlund, 2012; Heard, 1991; Niemelä et al., 2016; Quinn, 2018; State of Alaska Department of Fish and Game, 1985). Pukkellaks har naturlig utbredelse og gyteelver på begge sider av det nordlige Stillehavet, og er mest tallrike i den sentrale delen av utbredelsesområdet (Gjelland & Sandlund, 2012; Heard,

1991; Quinn, 2018; Scott & Crossman, 1973; State of Alaska Department of Fish and Game, 1985)

Pukkellaks (*Onchoryncus gorbuscha*) er en av de seks stillehavslaks artene (Hindar et al., 2020). Som laksen er også pukkellaksen en anadrom laksefisk, men likevel med en noe annerledes livssyklus (Heard, 1991; Scott & Crossman, 1973). Et hovedtrekk er at all stillehavslaks dør etter gyting. De har derfor alltid en to-årig livssyklus, og dette gjør at de har to forskjellige 'linjer' eller del-populasjoner i et vassdrag: partall og oddetall linjer. Typisk vil populasjonen være sterk annethvert år, slik at pukkellaks i en elv er typisk tallrik enten i oddetall eller partall år. Ettersom pukkellaks lever i bare to år, blir den heller ikke stor i størrelse, som regel 1,0-2,5kg. Navnet skriver seg fra en tydelig pukkellaks på ryggen til hannen ved gyting (Heard, 1991; Scott & Crossman, 1973).

Voksne individer vandrer tilbake til ferskvann fra midt på sommeren til utpå høsten, fra juni til september, men nøyaktig tidspunkt varierer fra elv til elv (Scott & Crossman, 1973). Sammenlignet med de andre stillehavslaksene vandrer ikke pukkellaks så langt opp i elva, og man vil derfor ofte finne gyteplassene til pukkellaks i de nedre delene av elva. Det betyr derimot ikke at de kan vandre langt opp i enkelte elver (Heard, 1991). Pukkellaks som er på vei til gyteområdene kan bli stoppet av vannstrømmen dersom den er over 2,1m/s (State of Alaska Department of Fish and Game, 1985). Pukkellaks har stor variasjon på preferanser når det gjelder gytesubstrat både på størrelse og sammensetning. Voksne velger som regel områder med lav gradient kombinert med gytegrus bestående av små til medium grus, mellom 1,3-10cm i diameter (State of Alaska Department of Fish and Game, 1985). Gytegroppa kan være så lang som 91cm og 45cm dyp, men varierer fra 30-70cm dybde (Scott & Crossman, 1973; State of Alaska Department of Fish and Game, 1985). Hastighet på vannet på gyteområder har variert fra 0,1-1,32m/s, men det foretrukne er mellom 0,35-0,75m/s (State of Alaska Department of Fish and Game, 1985).

Gyting foregår mellom midten av juli og seint i oktober (Scott & Crossman, 1973; State of Alaska Department of Fish and Game, 1985). I ukene før gyting går pukkellaks gjennom flere morfologiske forandringer frem til de er helt klar for gyting (Heard, 1991). Begge kjønn får tykkere skinn, absorpsjon av skallene, nedbryting av muskler og fordøyelsesorgan og tydelige

endringer i farge. Nygått pukkellaks er sølvfarget og litt gråaktig på ryggen og sidene, men når gytetiden nærmer seg får begge kjønn flekkvise mørke flekker på ryggen, siden og på finnene. Det kan også oppstå rød/lilla farger på sidene. I tillegg utvikler hannlaksen den karakteristiske pukkelen på ryggen, større hode, større tenner og en krok i underkjeven (Heard, 1991). Det er hunnlaksen som finner et egnet gyteområde, og de bruker sporden til å grave gytegroper og det resulterer i en nokså dyp, gjennomgående forhøyning nedstrøms. En hunn legger mellom 1200-1900 egg, og det kan være flere hanner som gyter sammen med en hunn i en gytegrep (Heard, 1991; Scott & Crossman, 1973). En hunn kan også lage flere gytegroper (Scott & Crossman, 1973). Under gyting havner de befruktede eggene langs hele gytegrep-forhøyningen, og hunnlaksen dekker så til eggene ved å grave oppstrøms gytegroper. Etter gyting vokter hunnlaksen gytegroper inntil hun dør i løpet av noen dager/uker. Hannlaksene dør også i løpet av noen dager/uker. De befruktede eggene i elvegrusen klekker og blir til plommesekk yngel i løpet av vinteren og tidlig vår (desember til februar). I mars-mai kommer yngelen opp fra grusen etter at plommesekken er spist opp, omtrent 30-45mm lang. Allerede nå tåler yngelen saltvann (Gallagher, Bystriansky, Farrell & Brauner, 2013), og den starter nesten umiddelbart vandringen nedstrøms mot havet (Scott & Crossman, 1973).

De første utsettingene av pukkellaks til den russiske delen av Barentshavet (Kola Peninsula) begynte i 1956-1957 (Mo et al., 2018; Niemelä et al., 2016; Sandlund et al., 2018). De første forsøkene var ikke så vellykket. Men etter det ble satt ut yngel fra oddetalls generasjoner fra elva Ola, som presumptivt er bedre tilpasset det kaldere klima i elvene i Nord-vest Russland, ble utsettingene en suksess og har ført til selv-reproduserende bestander av pukkellaks (Mo et al., 2018; Niemelä et al., 2016; Sandlund et al., 2018). All fangst etter 2001 stammer fra selv-reproduserende bestander (Niemelä et al., 2016). Det er imidlertid definitivt oddetallsbestandene som dominerer de nå etablerte, selv-reproduserende bestandene (Mo et al., 2018).

3. Materiale

3.1. Områdebeskrivelse

Kongsfjordelva er lokalisert i Øst-Finnmark i Berlevåg kommune (Figur 1). Kongsfjordelva er et nasjonalt laksevasdrag og munner ut i en nasjonal laksefjord (Miljødirektoratet, 2021b). Dette innebærer at bestanden av laks i Kongsfjordelva regnes som en av Norges viktigste bestander, og har særlig beskyttelse mot inngrep og aktiviteter i vassdraget (Miljødirektoratet, 2021b).



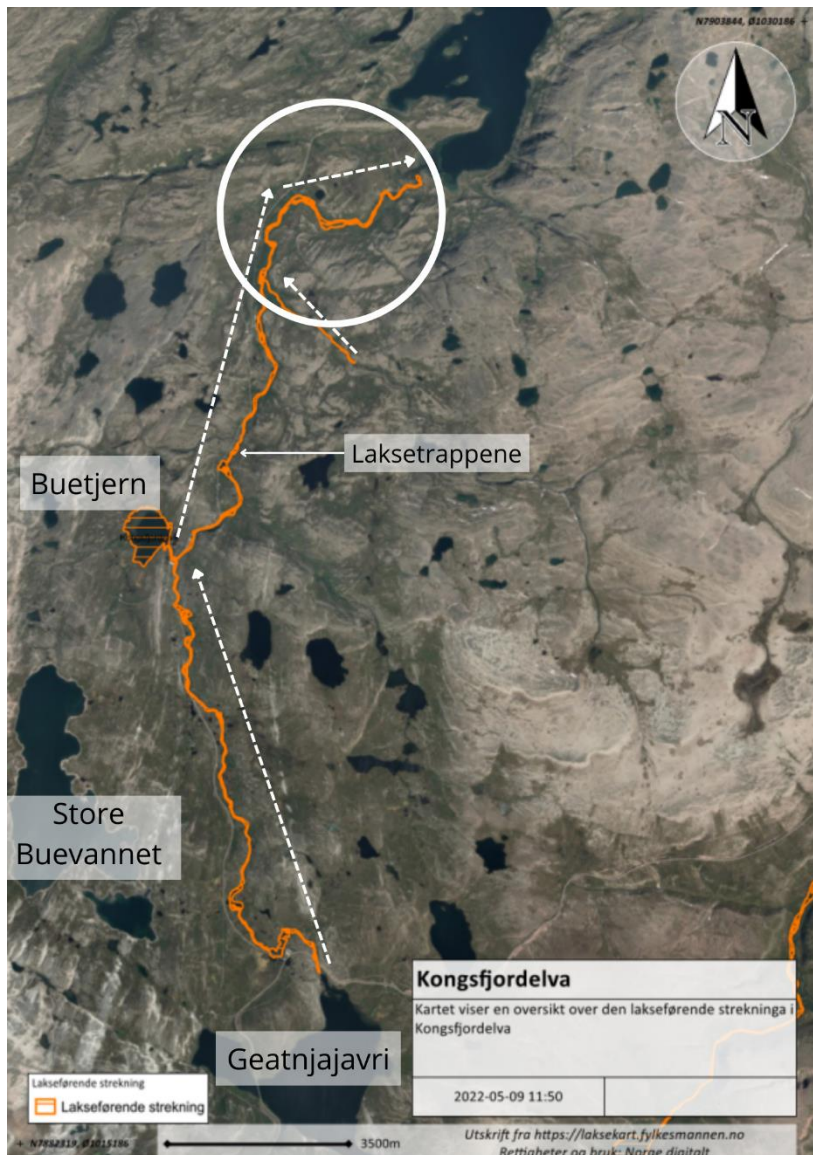
Figur 1 Lokasjon av Kongsfjordelva i Norge og på Varangerhalvøya.

I vassdraget er det tre større innsjøer Geatnajavri (Gednje), Store Buevann og Buetjern (Figur 2) (Gabrielsen et al., 2020). Det er Berlevåg Jeger og Fiskerforening (BJFF) som forpakter forvaltningen av bestanden og fisket i elva på vegne av Finnmarkseiendommen (Gabrielsen et al., 2020).

Den lakseførende strekninga er 12km og laksebestanden har et gytebestandsmål på 1102kg hunnlaks (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2021). Laksebestanden har god gytebestandsoppnåelse og høstingspotensiale, men den genetiske integriteten er regnet som dårlig. Det betyr at det har vært/er innblanding av gener fra rømt oppdrettslaks (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2021). Andre påvirkningsfaktorer er påvirkning fra vannkraftverk og pukkellaks (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2021). I tillegg til laks er det fire naturlige fiskearter i vassdraget: ørret (*Salmo trutta*), røye (*Salvelinus alpinus*), tre-pigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) og nipigget stingsild (*Pungitius pungitius*) (Gabrielsen et al., 2020). Det er to fisketrapper i elva ca.8 km fra utløpet i sjø (Gabrielsen et al., 2020).

I 2011 startet BJFF med videotelling. Videotellingssystemet er en opptaker modell HSC8011F-D Webcate-Petna Brid HD som tar 20 bilder i sekundet, og tar opptak hele døgnet. Kameraet er en modell fra Tronitech med 720 TV-linjers oppløsning. Opptaket blir gjennomgått hvert døgn i ettertid, og det tar i gjennomsnitt 2 timer å telle oppvandrende fisk for et døgn (16-gangers hastighet) (Vistnes, 2020).

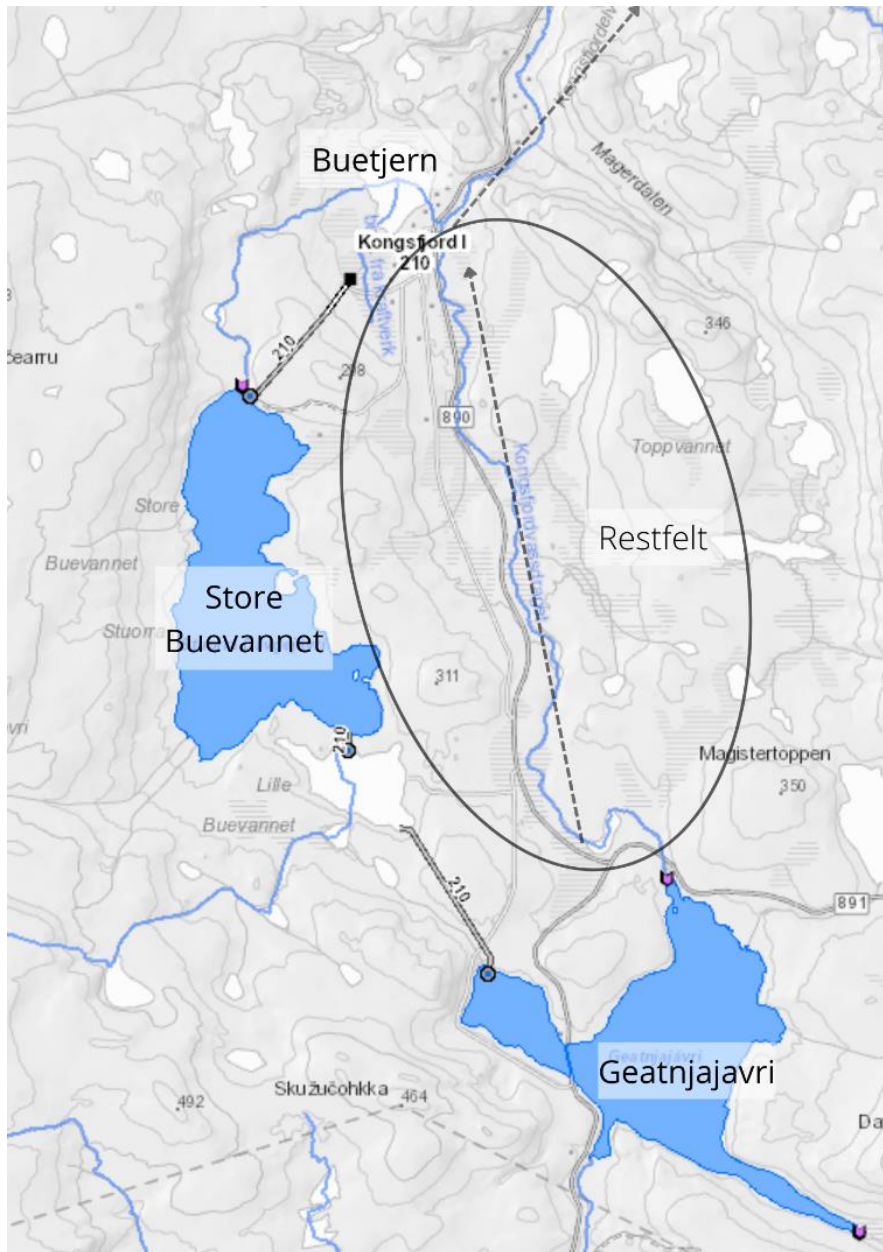
Gjennomsnittlig antall oppvandrende laks fra 2011 til og med 2019 var 2270 laks (Vistnes, 2019). Det er registrert noen individer av sjørøye i elva, men det er svært få, derfor har sjørøye vært totalfredet siden 2008 (Vistnes, 2019). VRL vurderer bestanden av sjørøye i elva til å være «sårbar» der vannkraftreguleringa har hatt avgjørende effekt på bestanden (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2021). Det har vært observert svært få sjørørret i elva, og VRL har vurdert sjørørret bestanden til «ingen bestand» (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2021). I 2017 ble det registrert og fanget langt flere pukkellaks enn i tidligere år, noe som gjenspeiler økningen i resten av Øst-Finnmark (Vistnes, 2019). Antall pukkellaks registrert i Kongsfjordelva i 2017 var 263 individer, under drivtelling. På grunn av dårlig siktforhold under drivtellingen, antas det at det var et høyere antall i elva. Allerede i 2017 ble det observert at pukkellaksen i elva samler seg i de nederste 4km, og dette området refereres til som «nedstrøms Steinholla» (Figur 2). Det ble tatt ut 191 pukkellaks i 2017, alle fanget med not helt nederst der elva løper ut i havet. I 2019 vandret det opp 333 individer på videoovervåkninga, og 232 ble tatt ut.



Figur 2 Oversiktsbilde over Kongsfjordvassdraget med nærliggende store innsjøer (navn i hvit firkant). Den nederste delen av Kongsfjordelva, som er hovedstudieområde i denne masteroppgava, er markert med en hvit ring og kalles «Nedstrøms Steinholla». Strømretning for elva er vist ved hvite stiplede piler. Laksetrappene er markert, og er skillet på øvre og nedre del av elva i denne masteroppgava.

Vannføringen i Kongsfjordelva er sterkt regulert. Pasvik kraft AS bygde i 1939 en dam ved utløpet av Geatnajavri. Vannet er ledet i rør fra Geatnajavri til Store Buevannet, og derfra i rør til kraftstasjon ved Buetjern (Figur 3). Her renner vannet ut i Buetjern, også renner vannet fra Buetjern og ut i Kongsfjordelva. Dette fører til et restfelt i øvre del av Kongsfjordelva (også kalt restfelt eller Geatnja). Før rant det vann fra Getnajavri og ned i Kongsfjordvassdraget, men nå er det demmet opp og lagt i rør. Strekingen fra demningen ved Geatnajavri og der vannet

renner fra Buetjern og ut i Kongsfjordelva er blitt et felt med fraført vanntilførsel, og er et restfelt. Det er foreløpig ingen krav om minstevannføring i dette restfeltet.



Figur 3 Oversikt over vasskraftregulering i Kongsfjordvassdraget. Den øvre delen av elva «restfeltet» er sterkt påvirket av vasskraftreguleringen. Restfeltet er markert i kartet med svart sirkel. De lilla punktene i karter viser demninger. Grå punkter med blått i midten markerer inntakspunkt for kraftsverktunellene (markert med grå linjer). Den sorte firkanten viser vannkraftverket. Strømretningen er angitt med svart stiplede piler. (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2022a)

3.2. Kartlagte gyteområder for pukkellaks i 2017 og 2019

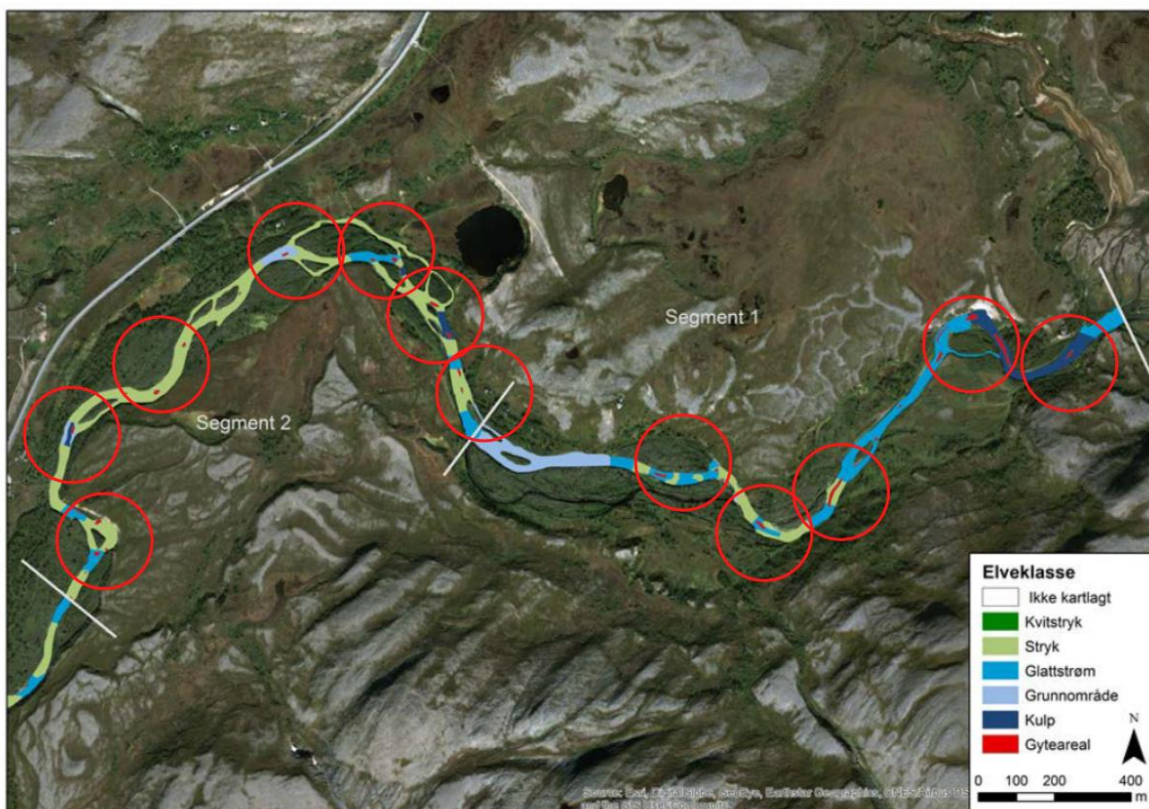
I 2017 og 2019 ble pukkellaks undersøkt og overvåket av Berlevåg Jeger og Fiskeforening, med leder for fiskeutvalget Håvard Vistnes (Vistnes, 2019). Gyteaktiviteten i Kongsfjordelva i 2017 økte utover august og pukkellaksen samlet seg på gyteområdene (Vistnes, 2019). I Vistnes (2019) blir det beskrevet at pukkellaksen samlet seg på stilleflytende strekninger, nært land og med bunnsstrat av fin grus og sand. Det ble observert at nygått og oppvandrende laks trakk seg bort fra disse områdene under pukkellaksens gyting (Vistnes, 2019). Det ble observert at hannene hos pukkellaks vandret mellom gytegrupene, mens hunnene holdt seg ved gytegruppa (Vistnes, 2019). I 2019 samlet pukkellaksen seg også på gyteområdene fra starten av august, og gyteperioden er beskrevet fra starten på august og ut i tidlig september. Den siste observerte hunnfisken som ikke var gytt ferdig var 4 september. I 2017 og 2019 ble det registrert åtte sikre gyteområder for pukkellaks av Vistnes (2019) (Figur 4). I 2019 var det registrert to nye gyteområder i forhold til 2017, mens to av gyteområdene i 2017 ikke ble gytt på av pukkellaks i 2019. Nytt i 2019 var at noen gytte i sterkere strøm og på dypere partier (Vistnes, 2019).



Figur 4 Oversikt over kartlagte gyteområder for pukkellaks i 2017 (rød x) og 2019 (blå O). Tallene i rødt er nummerering på gytegrupene, som er brukt i den opprinnelige rapporten, og kan sees bort ifra i denne masteroppgaven. Kartutsnittet er fra hovedstudieområde i denne oppgava, nedstrøms Steinholla. Undersøkelser utført av Vistnes (2019).

3.3. Kartlagte gyteområder for laks

I perioden 2014-2018 ble det gjennomført undersøkelser av tetthet og ungfisk av laks, gytefisk av laks og kartlegging av det fysiske habitatet for laks i Kongsfjordelva av NORCE (Gabrielsen et al., 2020). Det ble registrert store forskjeller i produksjonen av yngel i ulike områder. I hovedløpet nedstrøms Buetjern var produksjonen høy med gode gyteområder og ungfiskområder (Gabrielsen et al., 2020). Det er de nederste 4 km av elva (Nedstrøms Steinholla) som blir undersøkt i denne oppgava, fordi det var her pukkellaks i hovedsak forekom i Kongsfjordelva i 2017 og 2019 (Vistnes, 2019). Ifølge Gabrielsen et al. (2020) er det mange små spredte områder som er definert som et egnet gyteareal for laks i dette område i Kongsfjordelva (Figur 5). Laks i Kongsfjordelva gyter fra midten av september og utover oktober måned (Vistnes, 2019). På gytetellinger siden 2007 har det vært observert noen enkeltindivider av laks som har vært ferdig gytt før 15.september (Vistnes, 2019).



Figur 5 Oversikt over gyteareal for atlantisk laks i Kongsfjordelva kartlagt av Gabrielsen et al. (2020). Røde områder i elva er gyteareal, og det er laget ekstra røde ringer rundt for å gjøre de mer tydelig. Kartutsnittet er i hovedstudieområde for denne oppgaven, nedstrøms Steinholla.

Undersøkelsene i Gabrielsen et al. (2020) viser at det også er flere gyteområder for laks ovenfor Steinholla. Flere områder ovenfor laksetrappa har høyt potensiale for lakseproduksjon. Her er det et større område nedstrøms Buetjern, og flere større områder oppstrøms Buetjern i restfeltet. I restfeltet beskrives det at flere gyteområder stod ubrukt, på grunn av at laks foreløpig ikke kunne vandre opp på grunn av lav vannføring (Gabrielsen et al., 2020).

4. Metode

Hovedstudieområdet i denne oppgava omtales som «nedstrøms Steinholla». Nedre deler av Kongsfjordelva i denne oppgava betegnes som området nedstrøms laksetrappa. Øvre deler av Kongsfjordelva i denne oppgava betegnes som området oppstrøms laksetrappa. Området øvre deler av Kongsfjordelva inkluderer restfeltet fra Buetjern og til demningen ved Geatnjajavri. Sesong i denne oppgava menes fra 22.juni og til 31.august. Oppvandringsfase er når fisken er blank, og er på vandring til gyteområdene. Gytefasen er når fisken har fått gytedrakt, har tydelig gyteatferd og er samlet på gyteområdene. Etter gytefasen er når fisken er ferdig gytt, og for pukkellaks når de også starter å råtne/dø.

4.1. Drivtelling

Drivtelling foregikk ved at elva ble delt inn i tre omtrent like lange områder, og en eller flere dykkere snorklet systematisk nedover disse områdene i elva. Typisk drivtelling av hele elva foregikk med to til tre team som jobbet parallelt, hvert team bestående av to dykkere i elva og en landmann som noterte telling (vedlegg 1), og sørget for sikkerhet. Teamene tok hvert sitt område suksessivt nedover elva. Det var alltid to dykkere i bredden, bortsett fra i for smale områder. Dykker klassifiserte all observert fisk til hhv.: små-, mellom- og storlaks, eller pukkellaks. Andre fiskearter enn laks og pukkellaks ble notert dersom observert, hovedsakelig sjørøye og sjørørret. Pukkellaks er lett å skille fra laks på fargetegninger (vedlegg 2). Drivtelling nedstrøms Steinholla foregikk med samme metode som for hele elva, men kun med ett team.

Antall observert på drivtellingene er delt inn etter lokasjon, da det er dette som er interessant for masteroppgaven. Noen lengre strykpartier ble slått sammen, og derfor kan man se enkelte lokasjoner med høyt antall laks, men som er spredt utover større avstand og er typiske

strykpartier og etappepartier. Disse er merket med «stryk». Resten av lokasjonene er tellet i hver enkelt kulp. Steinholla er den øverste kulpen, og Slusa er den siste kulpen.

For å si noe om hvordan laks har fordelt seg utover sesongen, og på hver drivtelling, ble det regnet ut hvor stor andel laks som oppholder seg oppstrøms og nedstrøms Steinholla. Ved å legge sammen totalt oppvandret på videotelling før hver drivtelling, og trekke fra hvor mange som er tatt i sportsfisket før hver drivtelling, får man det teoretiske tallet på antall laks på elva for hver dato. Siden vi har drivtelling nedstrøms Steinholla på alle 5 datoer kan vi si noe om fordelingen oppstrøms og nedstrøms Steinholla på disse fem datoene.

4.2. Uttak av pukkellaks

Forskjellige metoder og områder av elva ble brukt for å ta ut pukkellaks. Før hvert uttak ble området drivtelt for å lokalisere hvor pukkellaksen oppholdt seg, og hvor stort antall. Dette var også viktig for å forsikre oss om at pukkellaksene ikke ble skremt vekk fra gyteområdet av metodene vi brukte for å ta de ut. I tillegg måtte det undersøkes om det sto mye laks sammen med pukkellaksen for å unngå at laks gikk i garnet. Den mest effektive metoden for uttak av pukkellaks var å sperre av nedre del av en kulp med garn eller not, for så å starte øverst i kulpen med garn og presse pukkellaksen inn i et av garnene. Som regel var det to til tre personer med dykkerutstyr til å holde bunntelna nede og sikre at ingen laks gikk i garnet/nota. Vi måtte legge på ekstra vekt på bunntelna for at den skulle ligge helt inntil bunnen, slik at pukkellaks ikke kom seg under bunntelna. For å ta ut enkeltindivider i områder med få pukkellaks, ble det brukt harpun. Man prioriterte å ta ut pukkellaks hunner som ikke hadde gytt. I de fleste uttakene ble det også kartlagt hvor stor andel av pukkellaksen som var hunnlaks, og hvor mange som var ferdig utgytte. Dette ble sjekket ved å stryke et utvalg av hunnlaks i hver fangst, og dermed anslå hvor mange som var utgytt i uttaket

Data fra uttakene gir et bilde på hvilke områder i elva pukkellaks oppholder seg i utover sesongen. Det er derimot viktig å tolke dataene riktig, og sammen med drivtelling og observasjoner, kan de brukes til å si noe om hvor pukkellaksen oppholder seg utover sesongen. Harpun (Figur 6) og rettet garn- og notfiske (Figur 7) ble brukt som metode for uttak.



Figur 6 Bilde fra uttak av pukkellaks. I enkelte områder det sto få gyteklar pukkellaks, ble det brukt harpun for å ta ut enkeltindivider. Dette var en mindre effektiv metode, men kunne brukes dersom pukkellaks og laks stod blandet.



Figur 7 Bilde fra uttak av pukkellaks. Her ble det satt et garn som stengte for at pukkellaks kunne svømme nedstrøms. Oppstrøms dette «stengelsgarnet» kom det et team med dykkere + folk i

vadere som presset pukkellaks med en ny not enten inn i dette «stengeselsgarnet» eller nota som ble flyttet nedstrøms.

I tillegg til å kartlegge hvor det ble tatt ut mest pukkellaks, er det også viktig å se på når det ble tatt ut pukkellaks. Dette for å se på om pukkellaksen som ble tatt ut sto på gyteområdet (gytefarger) eller om de var på vandring til gyteområdene (blank farge).

4.3. Undersøkelse av gytegroper

Basert på uttak av pukkellaks kunne vi i tidlig sesong ikke nødvendigvis konkludere noe rundt hvilke områder som ble brukt til gyting, da pukkellaks er i oppvandringsfasen og ikke nødvendigvis oppholder seg der de gyter. Utover sesongen, når pukkellaks fikk gytedrakt, kunne vi etter hvert anta at pukkellaks gyter i de område vi fanget mye gyteklar pukkellaks.

Gyteområde menes fra start på første gytegrop til slutt på siste gytegrop i et sammenhengende felt. For å få en bekreftelse på at områdene vi antok var brukt til gyting av pukkellaks, ble det brukt ca. 100 timer på å grave opp gytegroper. Dette ble også gjort for å hindre suksessfull gyting. For å ikke bruke unødvendig tid på å grave opp gytegroper, ble det vurdert hvilke områder som skulle prioriteres. Her ble de områdene prioritert etter 1) mye gyteklar pukkellaks ble tatt ut på området, og 2) om det ble observert gyteaktivitet ved drivtelling (gyteatferd og gytedrakt).

Totalt ble sju områder grundig gravd opp. Områder som ble gravd opp var Djupholla, Øvre Sukkertoppen, bakre Sukkertoppen, utløpet til Langholla, Stilla, vakthytta og området nedfor slusa (Figur 8). Det ble brukt jernriver og andre graveredskaper. Vi startet å grave nederst i gytefeltet og gravde motstrøms. Etter å ha fått bekreftelse på at dette var et gyteområde ble et data skjema utfylt (Vedlegg 3). Av de gyteområdene som ble bekreftet, ble følgende områder undersøkt angående bunnsstrat, dybde, meter fra land og bredde: Djupholla, Bakre sukkertoppen, Øvre sukkertoppen, Stilla og nedfor slusa (Figur 8). To områder (Utløp Langholla og vakthytta) kunne ikke måles inn av sikkerhetsmessige årsaker knyttet til strøm, men særlig større dyp. Substratet i disse områdene synes å ha vært på den mer finpartikulære siden, sammenlignet med de øvrige områdene som ble målt inn. I området nedenfor slusa og Djupholla, ble det målt inn flere ganger fordi gytegroperne var spredt på flere områder.



Figur 8 Oversikt over navngitte kulper og områder nedstrøms Steinholla. I noen gyteområder ble bunnsubstrat, dybde, bredde og meter fra land undersøkt, og disse er merket med rød ring i figuren.

Det ble tatt minst 3 målinger per gyteområde, midt i tverrsnittet av gytegroppa, i starten (oppstrøms), midten og slutten (nedstrøms) av området. For hver måling ble koordinat bestemt (Garmin Astro 320), dybde (cm), avstand fra nærmeste elvebredd (m) og bredde på gyteområde (cm). Innenfor et areal på 2m² midt i tverrsnittet ble % substrat partikkel størrelse (mm) visuelt klassifisert (vedlegg 3). For å si noe om vanlig bredde på elva, ble det gjort enkle beregninger i Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) Atlas. For hver 100 meter fra utløpet og til Steinholla ble bredden på elva regnet ut. Vannføringen i Kongsfjordelva blir målt av NVE, og det er regnet ut gjennomsnittet fra 31.juli–31.august med total 745 målinger (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2022b).

4.4. Bearbeiding av data

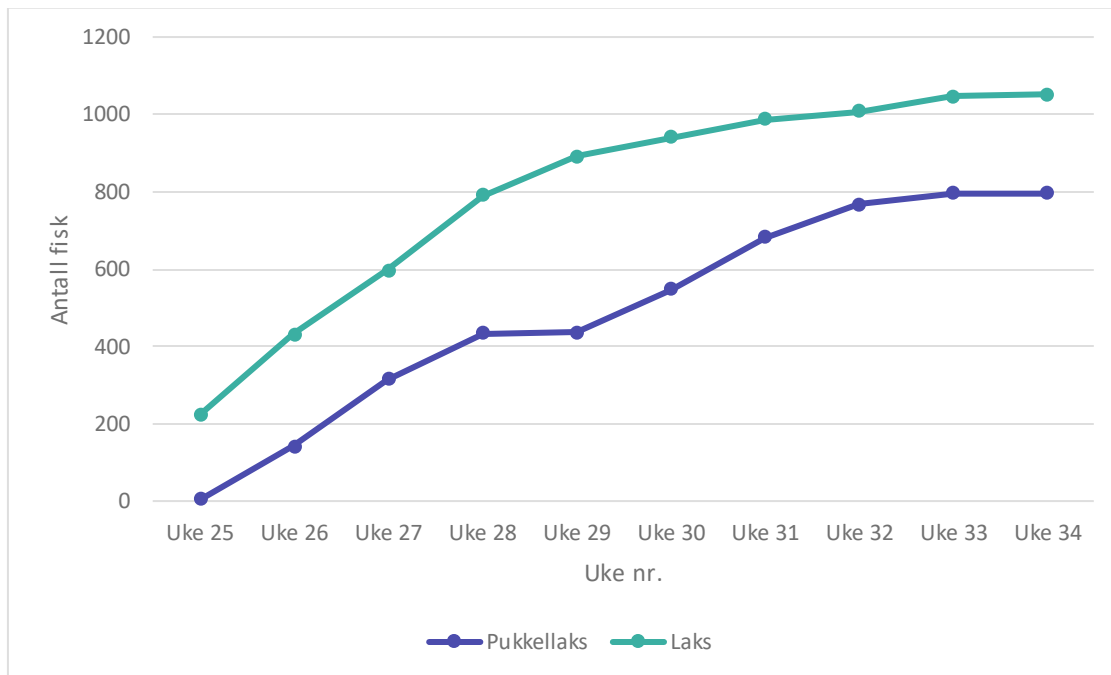
All data er samlet, ordnet og sortert i Excel for å utarbeide valide og representative figurer. Resultater fra drivtelling og uttak ble utforsket i Excel (Microsoft Corporation, 2022) for forskjellige figurer. Stolpediagram og linjediagram er brukt. All data det skulle utregnes

gjennomsnitt (SD, min-maks, n) ble overført til R v.4.0.3 (R Core Team, 2022) for statistisk sammendrag med 95% konfidensintervall. Data fra undersøkelser på gyteområdet ble overført til R for statistisk sammendrag og for å lage boxplot. Beregninger for areal og bredde på elva ble gjort i kartfunksjonen til NVE (Norges vassdrags- og energidirektorat, 2022a).

5. Resultat

5.1. Oppvandring på videotelling og fangst i sportsfiske

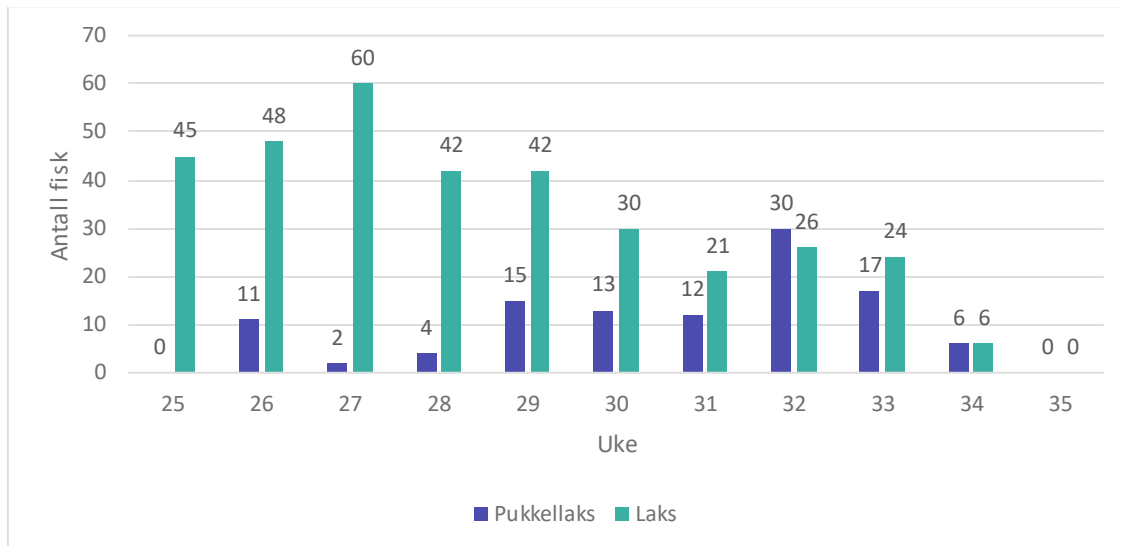
For 2021 var totalt antall pukkellaks registrert på videotelling 795 stk., og for laks var det 1052 stk. (Figur 9). Oppvandringsfasen til pukkellaks starter i månedsskifte juni/juli og til midten av august.



Figur 9 Kumulativ linjediagram som viser oppvandring av pukkellaks og laks registrert ved videotelling hver uke i 2021. Diagrammet er delt inn i pukkellaks (blå) og laks (grønn).

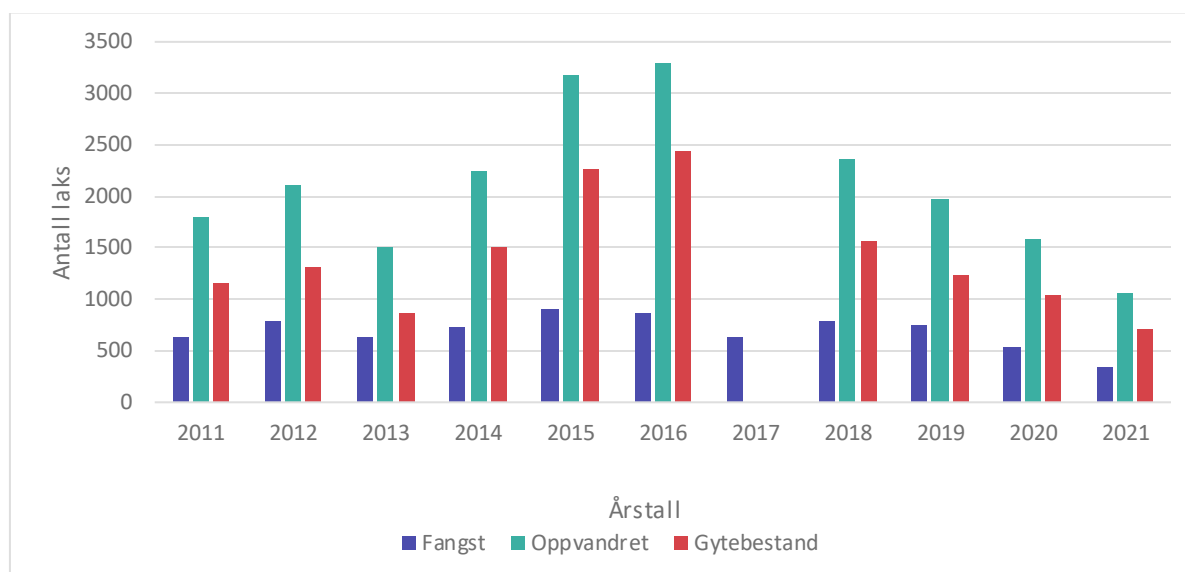
Det var i uke 25 kameraet og slusa for videotelling ble montert (Figur 9). For å få et anslag på hvor mange laks som allerede hadde vandret opp, ble det derfor gjennomført drivtelling 25.juni. Antall fisk for uke 25 (Figur 9) er derfor både fra drivtelling og oppvandret fisk registrert ved videotelling, etter drivtellingen.

I sportsfiske fra 22.juni til 31.august ble det totalt fanget 110 pukkellaks, og 345 laks (Figur 10). Gjennomsnittsvekt på hunner av pukkellaks fanget i sportsfisket var 1,4kg (n=27) og hanner i sportsfisket var 2,1kg (n=68).



Figur 10 Avlivet fisk i sportsfiske. Figuren viser stolpediagram hver uke og antall fisk for hver av artene, pukkellaks (blå), laks (grønn) som er tatt i sportsfisket i sesongen 2021.

Det ble registrert 1052 oppvandrende laks på videotelling, og det ble avlivet totalt 345 laks i sportsfisket (Figur 11), og gjenutsatt 572. Det gir en total fangst på 917, dvs. en fangstandel på 38 %. Det teoretiske antall laks som står igjen i elva er da på 707 laks. Gjennomsnittsvekt på fangsten var på 3,09kg (Statistisk Sentralbyrå, 2022a), og dersom en antar at halvparten er hunnlaks, gir det 1094kg hunnlaks. Gytebestandsmålet i elva er på 1102kg hunnlaks.

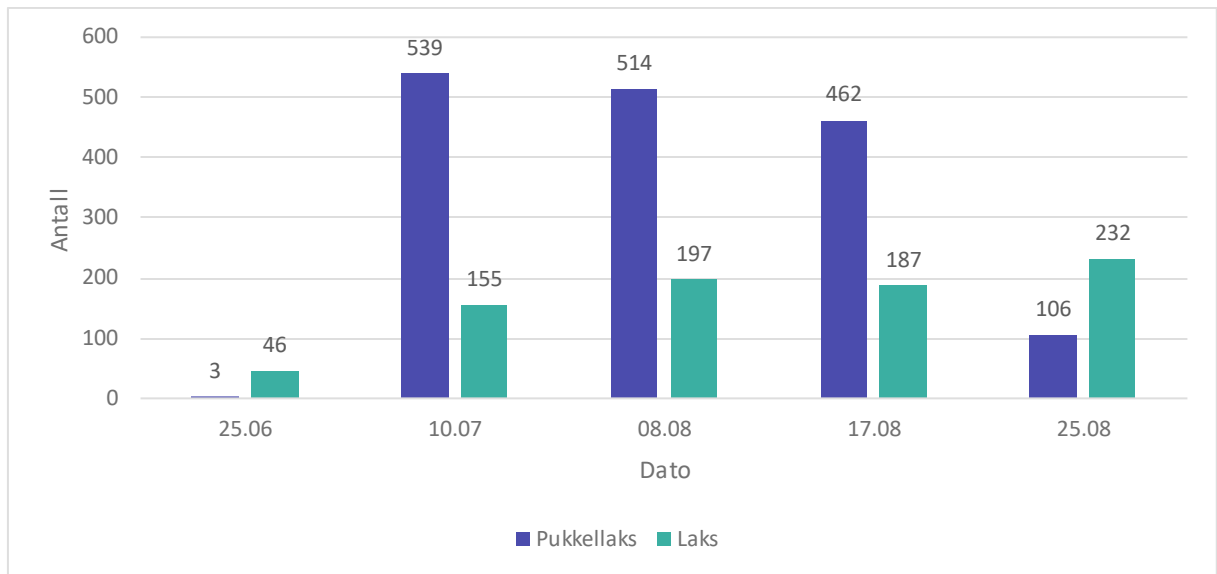


Figur 11 Stolpediagram som gir en oversikt over fangst (blå), oppvandret fisk på videotelling (grønn), og den teoretiske gytebestanden (rød) etter å ha trukket fangst fra oppvandret fisk. Stolpediagrammet er delt inn i årstall og antall laks. I 2017 var det ikke videotelling, men fangsten er lagt inn for å forsikre om at det ikke var et stort avvik fra tidligere år.

Resultat fra videotelling for 2021 viser at 89 % av all laks er registrert før uke 31 (ca. 1.august). Gjennomsnittprosent på antall som har vandret opp før 1.august fra 2011-2021 (unntatt 2017) ligger på 90 % (SD = 3 %, min 82 % - maks 94 %, n=10). Dette betyr at mesteparten av laks er registrert på videotelling før 1.august, og det har vært den samme trenden de siste 10 år.

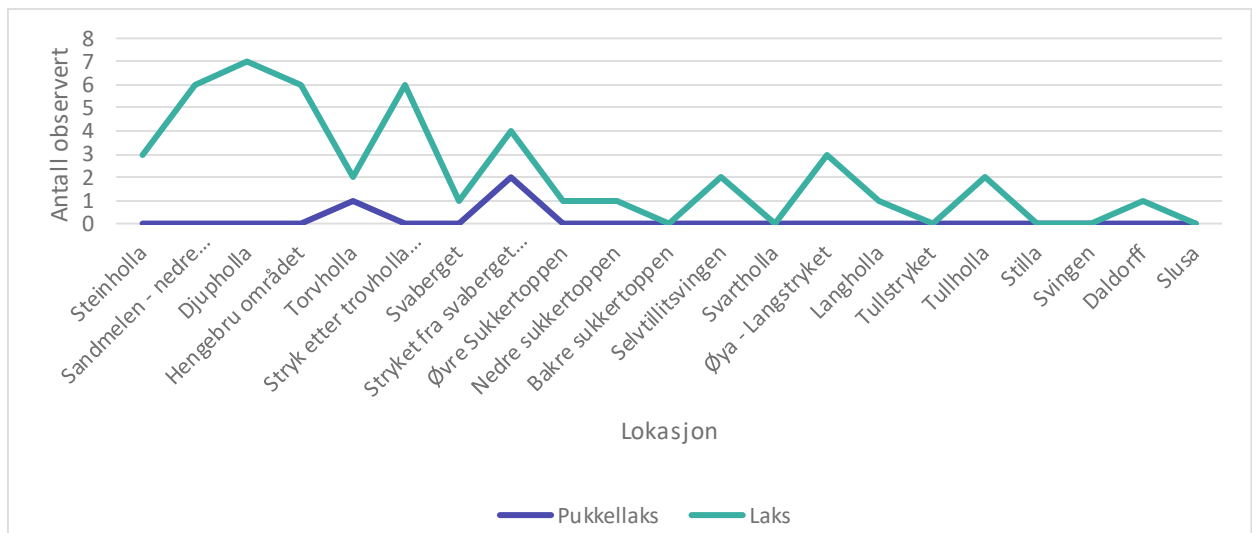
5.2. Drivtelling

Det ble utført tre drivtelling av hele elva i 2021: 25.juni (fra Buetjern), 8.august (fra Buetjern) og 25.august (fra dammen Gednje) (Figur 12). I tillegg ble to drivtelling fra Steinholla til utløp gjennomført den 10.juli og 17.august (Figur 12). En viktig bemerkning er at det mellom hver drivtelling ble utført aktivt uttak av pukkellaks i flere områder. Samtlige tellinger viste at mesteparten av pukkellaksen også i 2021 holdt til i de nederste 4km av Kongsfjordelva, nedstrøms Steinholla.



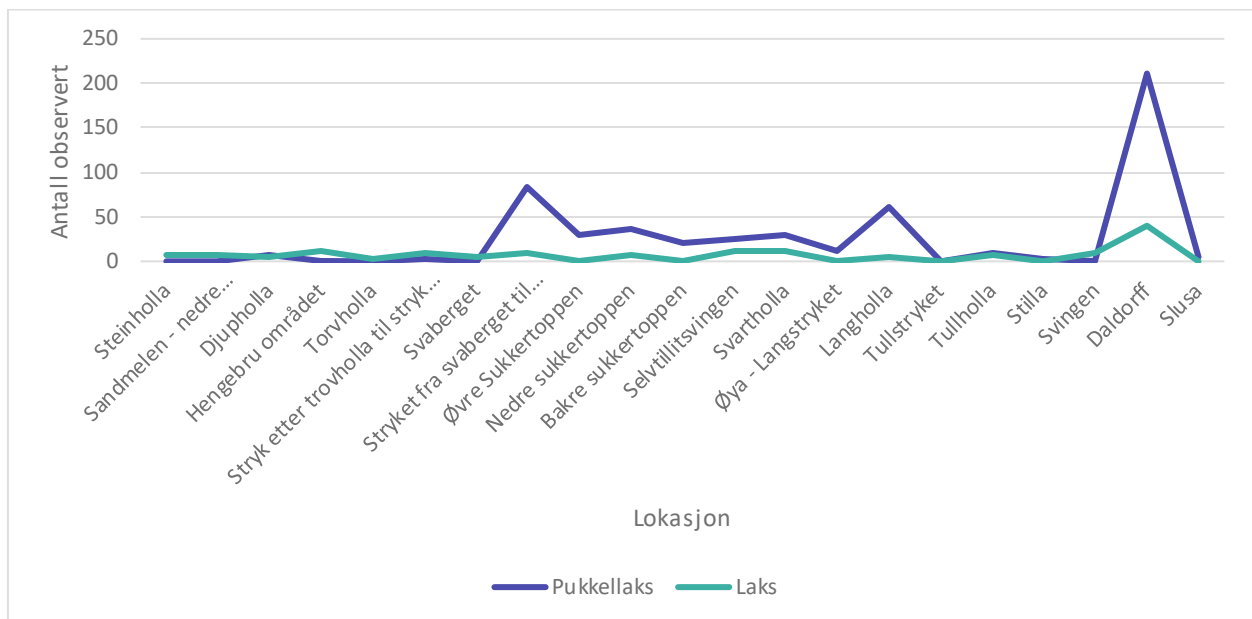
Figur 12 Figuren viser stolpediagram over antall pukkellaks (blå) og laks (grønn) som er observert nedstrøms Steinholla for hver drivtelling sortert på dato.

På drivtelling 25.juni ble det observert 3 pukkellaks og 46 laks. Det ble det observert 80 laks oppstrøms Steinholla, opp til Buetjern. Laksen var noe fordelt utover elvestrekningen, men flest laks stod i øverste del av denne elvestrekninga 25.juni (Figur 13). De tre pukkellaksene stod i strykpartier og Torvholla. De tre pukkellaksene var blanke.



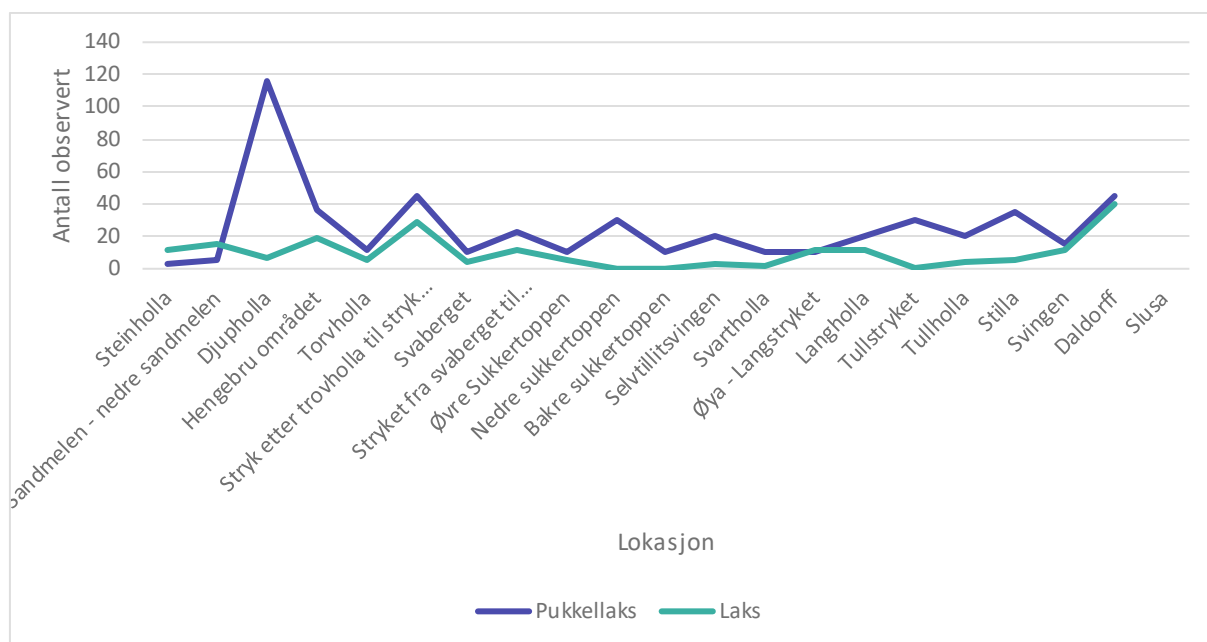
Figur 13 Drivtelling 25.juni. Denne figuren viser et linjediagram over observert pukkellaks (blå) og laks (grønn), for hver lokasjon og registrert i antall observert.

På drivtelling 10.juli ble det observert 539 pukkellaks og 155 laks (Figur 14). Laksen er godt fordelt over hele elvestrekningen 10.juli, bortsett fra et større antall laks i Daldorff (40 stk.). Dette er den første kulpen i elva laksen stopper i etter å ha vandret opp fra havet. Pukkellaks stod fra midten av elvestrekningen og til utløpet. En stor del stod i strykpartier (84 stk.), en del i Langholla (60 stk.) og i Daldorff (211 stk.). Mesteparten av pukkellaksen var fortsatt blanke under denne drivtellingen, men noen hadde så vidt begynt å få noe mørke flekker.



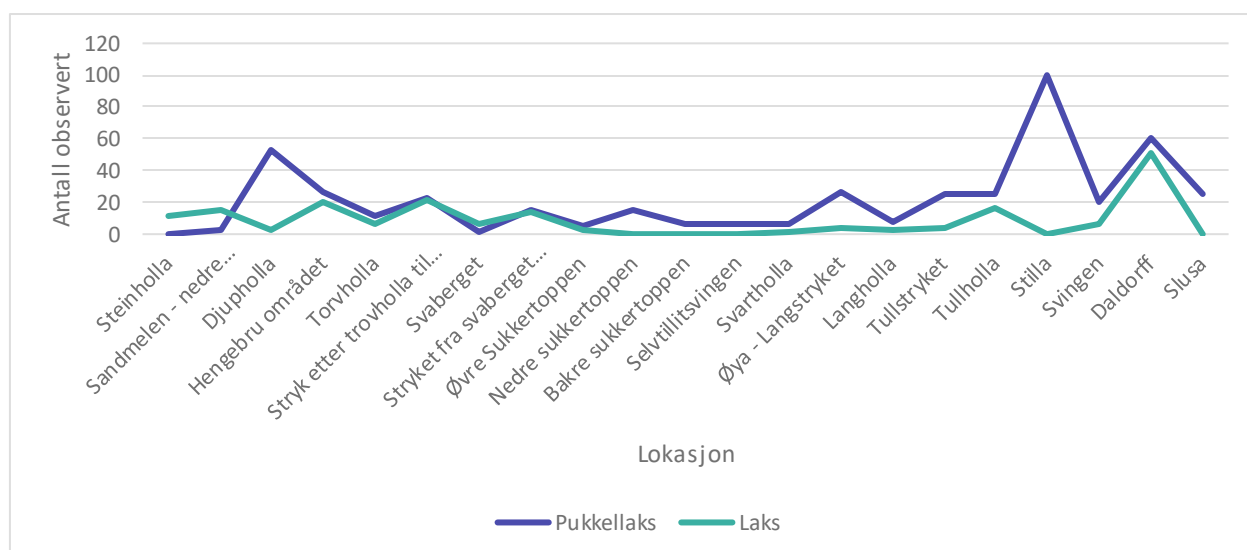
Figur 14 Drivtelling 10.juli. Denne figuren viser et linjediagram over observert pukkellaks (blå) og laks (grønn), for hver lokasjon og registrert i antall

På drivtellinga 8. august ble det observert 514 pukkellaks og 197 laks (Figur 15). Det ble også observert 11 pukkellaks ovenfor Steinholla på drivtelling. Det er de eneste pukkellaksene som er registrert ovenfor Steinholla på de tre drivtellingene av hele elva, men aldri observert ovenfor laksetrappa. Det ble observert 178 laks oppstrøms Steinholla og til Buetjern på drivtelling. Laksen stod fortsatt godt fordelt utover hele elvestrekningen, men i størst antall i Daldorff (40 stk.) (Figur 15). Pukkellaks samlet seg ved Djupholla (116 stk.), en del stod i strykpartier (68 stk. totalt), en del stod i området ved sukkertoppen (50 stk.), og i nedre deler fra Langholla til Slusa (165 stk. totalt). 45 av disse stod sammen med laks i Daldorff. Mesteparten av pukkellaks var i full gytedrakt, samtidig som nygått pukkellaks var blanke.



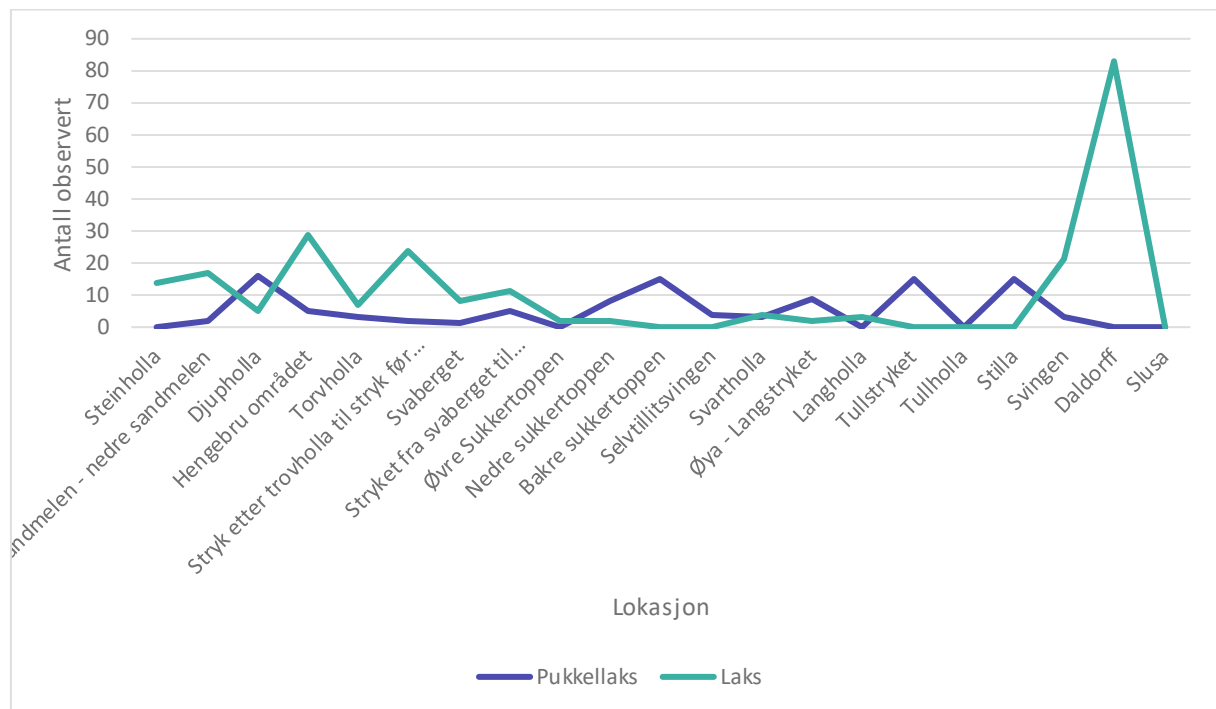
Figur 15 Drivtelling 8.august. Denne figuren viser et linjediagram over observert pukkellaks (blå) og laks (grønn), for hver lokasjon og registrert i antall

På drivtelling 17.august stod laksen fordelt utover elva, men en større del stod i Daldorff (51 stk.) og i strykpartier (38 stk.) (Figur 16). Pukkellaks hadde i stor grad samlet seg ved Djupholla (53 stk.), i Stilla (100 stk.) og i Daldorff (60 stk.). Pukkellaks var da i stor grad i full gytedrakt, og noen var også begynt å råtne. Samtidig var noen få nygått pukkellaks blanke.



Figur 16 Drivtelling 17.august. Denne figuren viser et linjediagram over observert pukkellaks (blå) og laks (grønn), for hver lokasjon og registrert i antall.

Det ble observert 106 pukkellaks og 232 laks på drivtelling 25.august (Figur 17). Det ble observert 405 laks oppstrøms Steinholla på drivtelling 25.august. På drivtelling 25.august stod laksen mer samlet på denne tellingen, enn på tidligere tellinger. Største delen oppholdt seg i Daldorff (83 stk.), noen stod i Hengebru området (29 stk.) og en del i strykpartiene (35 stk.). Få laks stod i Stilla og Djupholla, hvor det på tidligere tellinger var observert store mengder pukkellaks.



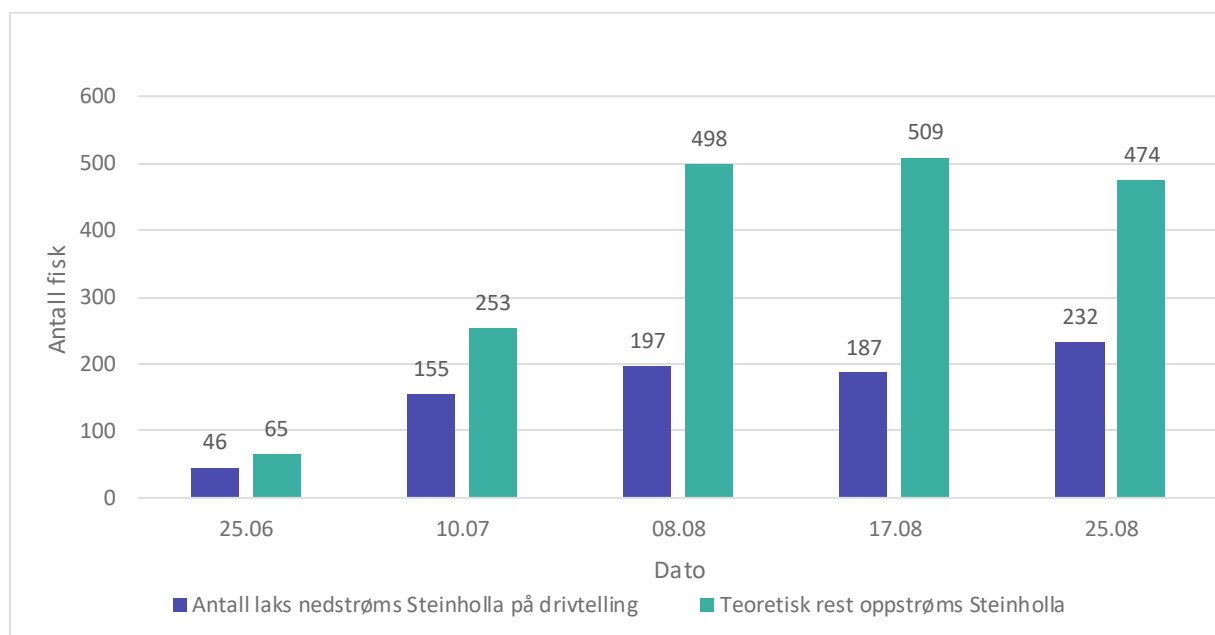
Figur 17 Drivtelling 25.august. Denne figuren viser et linjediagram over observert pukkellaks (blå) og laks (grønn), for hver lokasjon og registrert i antall.

På drivtelling 10.juni på lokasjoner fra Svaberget og til Langholla, og i Daldorff stod laks og pukkellaks sammen i kulpene (Figur 14). Dette er typiske områder vi observert blank pukkellaks på vandring. Her ser vi på drivtellinga at det også ble telt laks sammen med pukkellaks, spesielt i Daldorff (første kulpen fra havet). Det ser også ut til at det står noe laks sammen med pukkellaks utover sesongen, og inn i august måned. På drivtelling 8.august står en del pukkellaks og laks sammen i Daldorff og i noen strykparter. Ved Djupholla 8.august er det langt flere pukkellaks samlet på gyteområder, og vært få laks (Figur 15). Det kan tyde på at dersom pukkellaks i et område overskrider et visst antall (100 stk.), kan det se ut til at laks unngår å oppholde seg i disse kulpene. Dette ser vi spesielt 8.august ved Hengebrua (Figur 15)

og 17.august i Stilla (Figur 16). I disse områdene er det også interessant at laks fortsatt ikke har returnert til disse områdene på drivtelling 25.august (Figur 17).

Drivtelling 17.august viser at det står en del pukkellaks i Stilla, Svingen og Daldorff (Figur 16). I perioden 17–25.august blir det fjernet 111 pukkellaks i dette området. Tall fra drivtelling 25.august viser mer laks i dette området enn det var før pukkellaksen ble fjernet (Figur 17). Etter 17.august vandret det opp 42 laks på videoovervåkning, det vil si at halvparten av laks som ble observert på drivtelling 25.august har blitt stående etter pukkellaksen ble fjernet, og halvparten er «ny laks» på elva.

På drivtellingene har det blitt telt hvor mange som stod nedstrøms Steinholla. Det gir et resultat på ca. 200 laks som stod nedstrøms Steinholla i august (Figur 18). Det er tydelig at størst andel av laks står i de ovenfor Steinholla.



Figur 18 Antall laks som oppholder seg nedstrøms (blå) og oppstrøms (grønn) Steinholla på hver drivtelling.

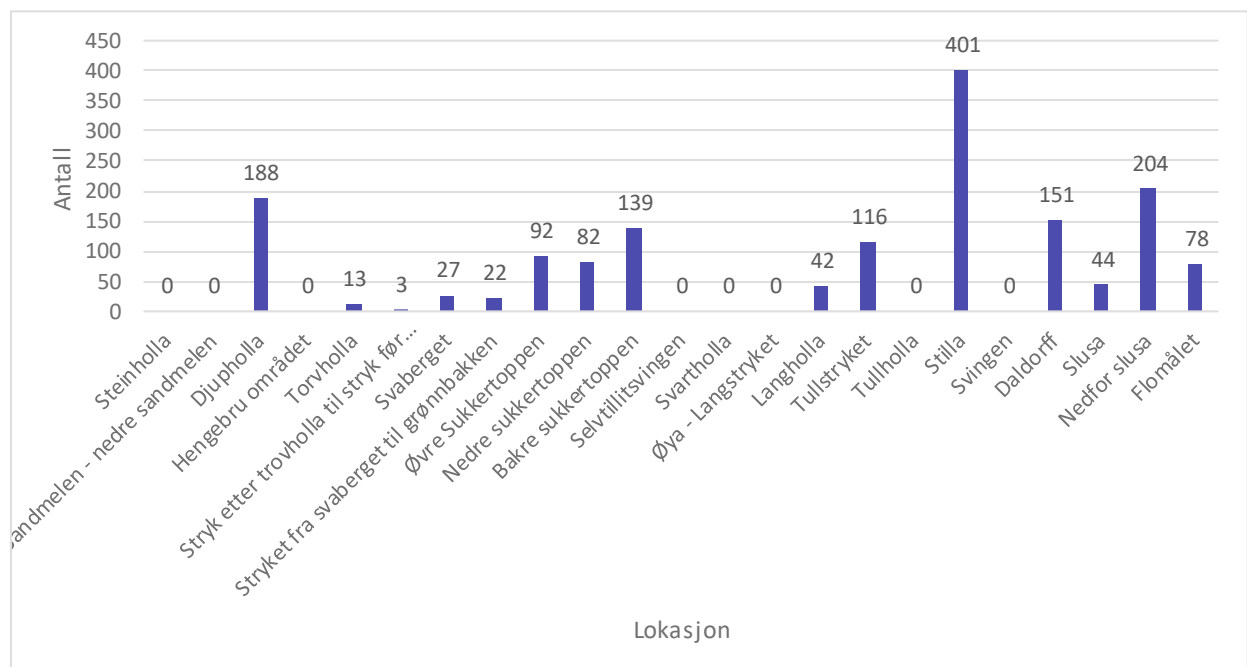
25.juni er 41 % av all laks i elva nedstrøms Steinholla (46 stk.), 10.juli er 38 % (155 stk.), 8.august er 28 % (197 stk.), 17.august er 27 % (187 stk.) og 25.august er 33 % (232 stk.).

Andre observasjoner fra drivtelling

Det ble observert at pukkellaksen ble mer aggressiv nærmere gytefasen, enn de var i oppvandringsfasen. Flere observasjoner fra flere dykkere var at pukkellaks ikke var aggressiv i oppvandringsfasen i tidlig sesong, og det ble da ofte observert pukkellaks og laks sammen i kulpene. Utover sesongen, når pukkellaksen fikk gytedrakt og gyteatferd økte også aggressiviteten. Under harpunering av pukkellaks, ble det observert at andre pukkellaks angrep den som var skutt før dykkeren fikk fjernet fisken fra harpunen. Det var da gyteklare hunner av pukkellaks som angrep. Denne aggressive atferden fra pukkellaks mot laks, og andre pukkellaks, ble innmeldt fra flere dykkere. Det ble observert få laks sammen med pukkellaks når de fikk denne aggressive atferden, og det ble observert at laks stod i områder de ellers ikke oppholder seg, sammenlignet med drivtelling på samme tidspunkter tidligere år.

5.3. Uttak av pukkellaks

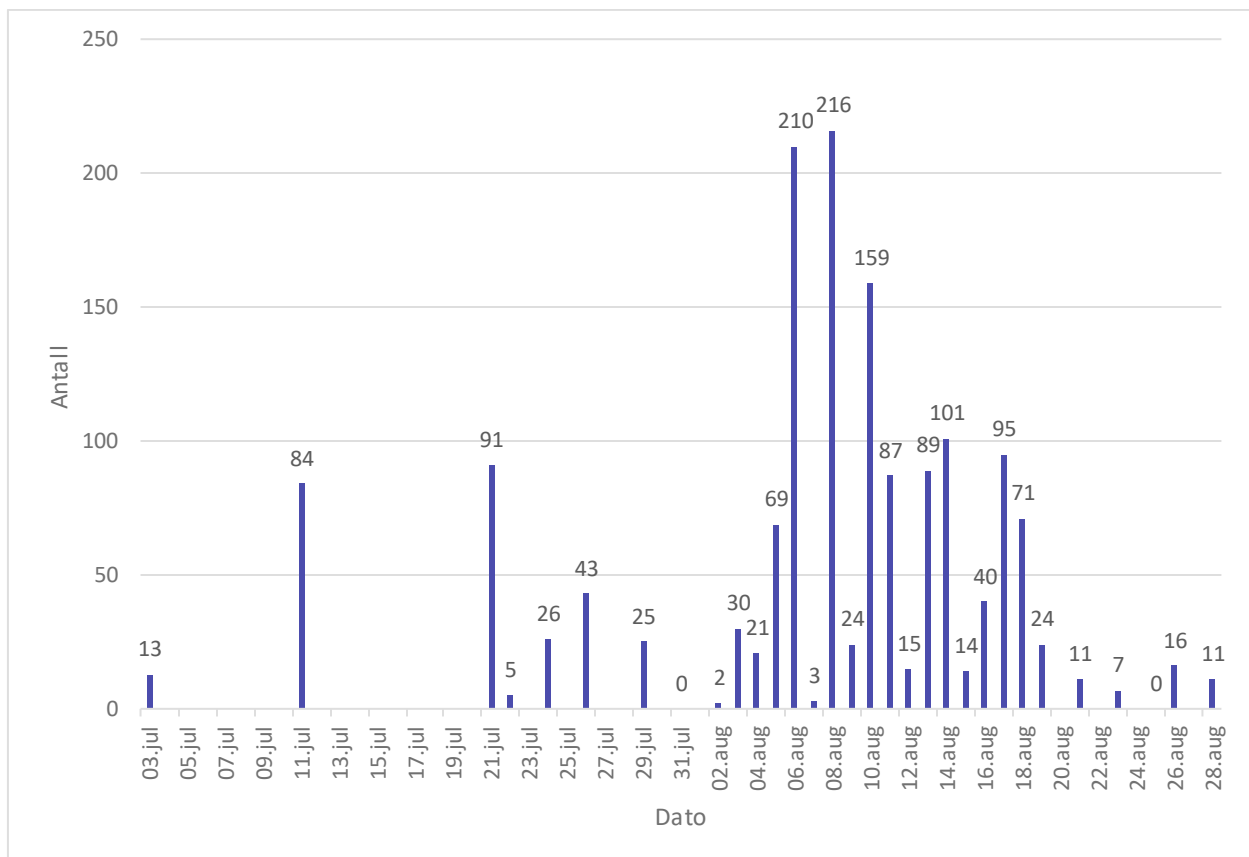
Det ble tatt ut til sammen 4 pukkellaks (med harpun) oppstrøms Steinholla i hele perioden. Nedstrøms Steinholla ble det tatt ut til sammen 1602 pukkellaks, hovedsakelig ved rettet notfiske. Totalt uttak for hele elva er dermed 1606 pukkellaks.



Figur 19 Oversikt over antall av pukkellaks som ble tatt ut på hver lokasjon ved uttak av pukkellaks i Kongsfjordelva 2021.

De områdene det ble tatt ut mer enn 100 pukkellaks var i Djupholla, Bakre sukkertoppen, Tullstryket, Stilla, Daldorff og nedenfor slusa. På videotelling ble det registrert kun 795 pukkellaks i elva. Grunnen til det store spriket mellom oppvandret pukkellaks og tatt ut pukkellaks er flere grunner. 1) ca.300 ble tatt ut nedenfor videotellingsapparatet, 2) flere pukkellaks kom seg gjennom gjerdet som sluser de inn til kameraet 3) en del satt seg også fast i gjerdet og døde.

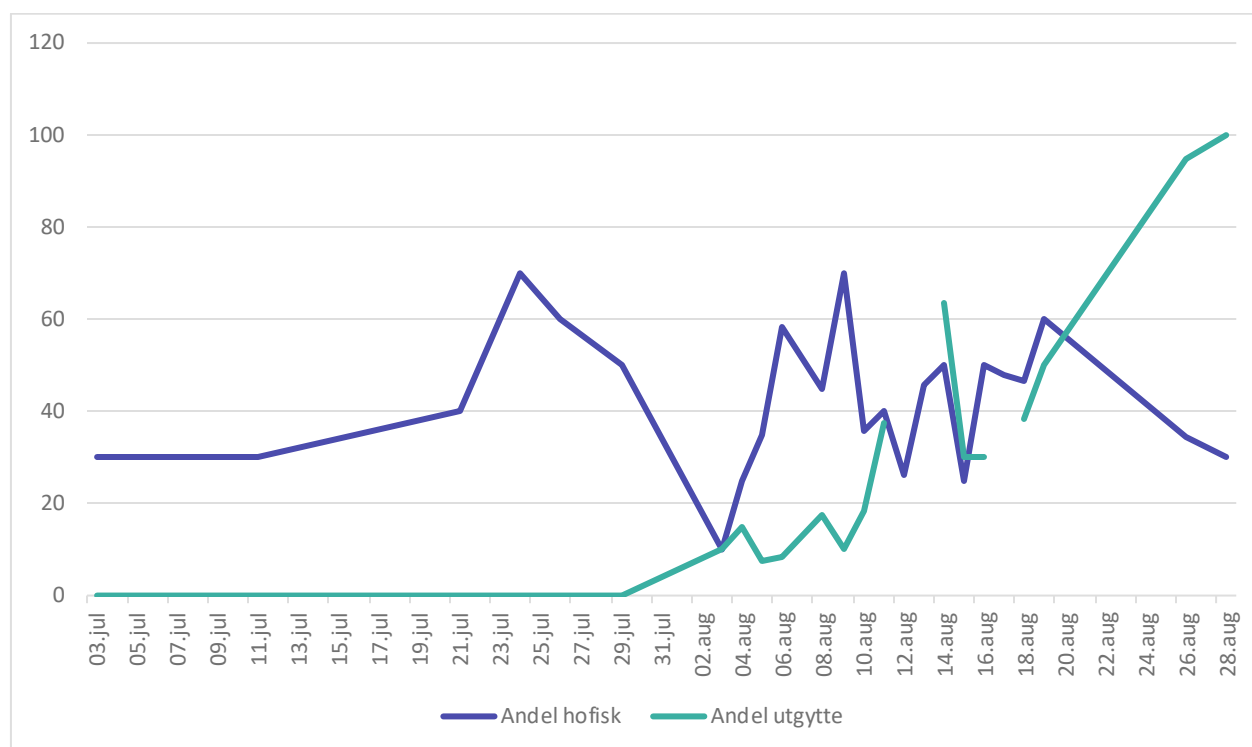
Det ble tatt ut mest pukkellaks fra 04.august og til 18.august, hvor 6.august og 8.august var de dagene det ble tatt ut over 200 pukkellaks. Basert på tidspunkt for uttakene antas det at hovedgyteperiode for pukkellaks er i august.



Figur 20 Oversikt over antall pukkellaks (y-akse) som ble tatt ut på datoer (x-akse).

For å kunne bruke dataene fra uttakene ble det sett på gytefarge og om de var utgytte i hvert uttak. På denne måten kunne vi anta hvilke områder de brukte til gyting (gytefarger og modne egg/melke), og hvilke områder som var vandreetapper (blank og ikke modne). Basert på stryking av en andel pukkellaks i hvert uttak ga det et resultat som indikerte at den ytre rammen for gytetiden til pukkellaks er fra månedsskifte juli/august og til månedsskifte

august/september (Figur 21). Hovedgyteperioden ser ut til å være fra 04.august til 24.august basert på undersøkelser i uttakene. Det var gjennomsnittlig på 42 % hunnlaks i uttakene (Figur 21).

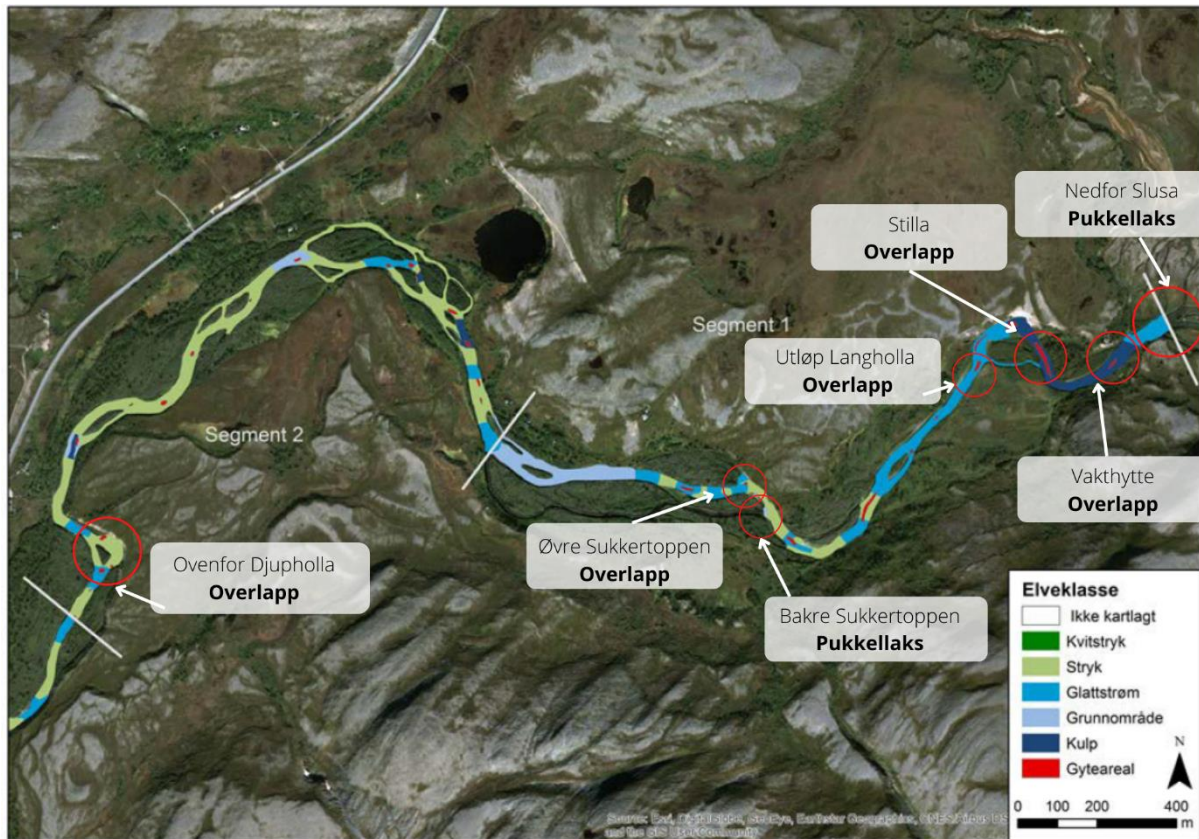


Figur 21 Oversikt over hvor anslag i prosent på andel hofisk i hvert uttak, og anslag på hvor stor andel var utgytt i uttakene

5.4. Undersøkelse av gytegroper

Sju områder ble gravd opp av de antatte områdene pukkellaks benyttet til gyting (basert på drivtelling og uttak), og ble det ble funnet mye egg i alle sju. Vi var sikre på at dette var pukkellaks-egg, da laks gyter på et senere tidspunkt. I tillegg var laks i område fortsatt var blank, og viste ellers ingen tegn til gyteatferd. Oppgraving av gytegroper ga en bekreftelse på at de områdene vi antok var viktige gyteområder for pukkellaks, faktisk var det. Etter kort tid graving i disse områdene kom det tusenvis av egg opp fra elvebunnen i de områdene det sto mye gytefarget pukkellaks, og det tatt ut mye gytefarget pukkellaks (Figur 22). Som regel var det enkelt å lokalisere hvor i elvebunnen eggene lå, fordi vi så tydelige hauger med lyse stein, eller lange «rygger» langs strømkanten. Vi gravde gjennom flere lag av egg nedover etter hvert som vi gravde dypere. Enkelte områder, spesielt «Stilla», som vanligvis har flat og fin elvebunn hadde

nå en høy tetthet av slike gytegrep-hauger. I gyteområde ovenfor Djupholla observerte vi heller lange «rygger» av gytegroper, og ikke slike «hauger» som i Stilla.



Figur 22 Oversikt over gyteområder pukkellaksen benyttet i 2021, inkludert hvilke områder som overlapper med laks. Røde områder på kartet er gyteareal for laks, undersøkt i (Gabrielsen et al., 2020). Røde ringer er områder det er dokumentert gyting av pukkellaks i denne oppgava. Det står beskrevet hvor det er overlapp med «overlapp», og hvor kun pukkellaks gyter med «pukkellaks».

I tillegg til disse større områdene ble det observert enkelte «single» gytegroper i store deler fra Steinholla til utløpet. Her så man enslige pukkellaks stående direkte over gytegroper. Det ble observert anslagsvis 10-15 slike single gytegroper. Alle ble observert i elvekanten med mye vegetasjon rundt og ved en haug av fin grus.

I områder det ble bekreftet at pukkellaks benyttet til gyting ble bunnssubstrat, dybde, meter fra land og bredde på gyteområdet kartlagt. De større gyteområdene ble prioritert, og de mindre enkeltgroperne var antatt å være mindre representative. Resultatene fra undersøkelsene viser at det er fin grus som er det dominerende bunnssubstratet i gyteområdene for pukkellaksen i

Kongsfjordelva. Ved å slå sammen alle fem undersøkte gyteområdene var fin grus gjennomsnittlig 34,5 % av bunnsubstratet på undersøkte områder, etterfulgt av grus, grov grus, stein, sand og grov stein (tabell 3).

Tabell 1 Resultat fra undersøkelser av bunnsubstrat på pukkellaksens gyteområder i Kongsfjordelva. Gjennomsnittet er beregnet ut fra gjennomsnittet i hvert gyteområde som hadde minst 3 målinger. Tabellen viser derfor bunnsubstrat for det gjennomsnittlige gyteområdet i Kongsfjordelva.

Bunnsubstrat (mm)	Gjennomsnitt (%)	SD	Min	Max	N
Sand, < 2	7,3	1,0	5,8	8,3	5
Fin grus, 2-32	34,5	7,7	23,2	47,5	5
Grus, 32-64	24,9	5,7	17,5	35,0	5
Grov grus, 64 – 128	17,8	5,1	8,3	23,3	5
Stein, 128 – 256	9,9	2,2	7,5	13,9	5
Grov stein, 256 – 384	5,6	4,1	1,1	11,7	5

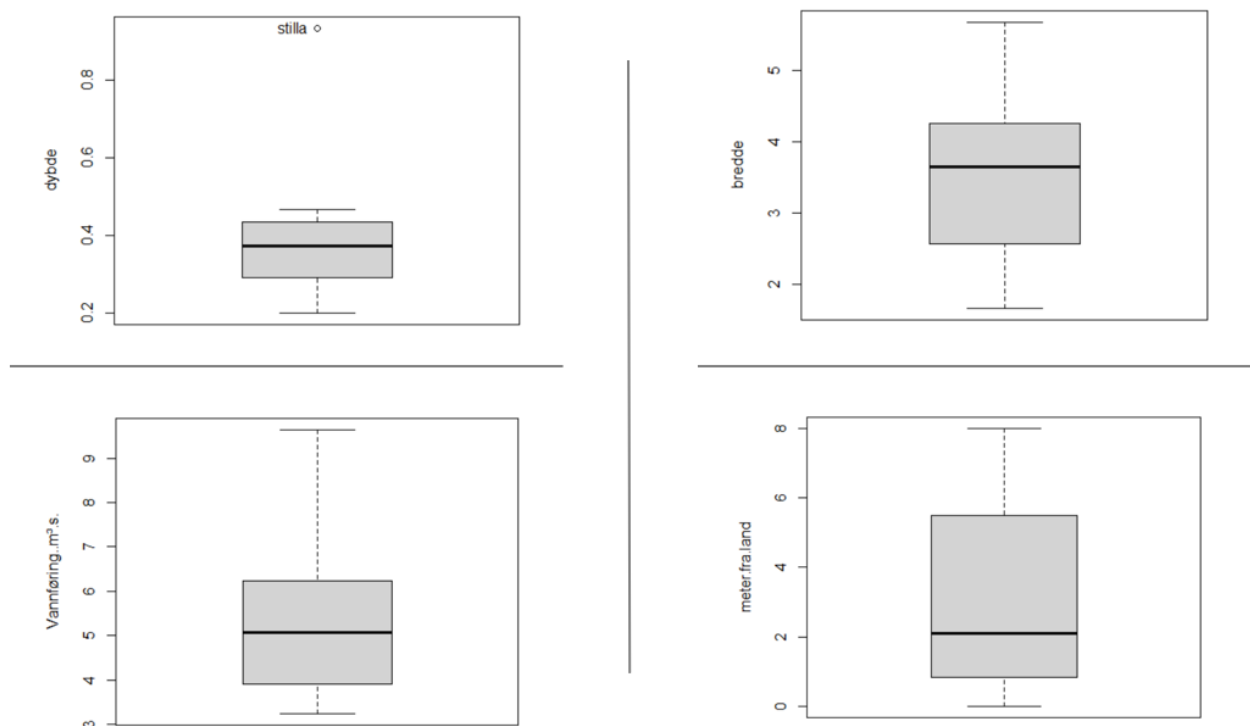
I tillegg til å undersøke bunnsubstrat ble også bredde, dybde og meter fra land undersøkt. Resultatene viser at gjennomsnittsbredden på et gyteområde for pukkellaks er 3,6 meter, dybden på et gyteområde var gjennomsnittlig 0,5m, gjennomsnittlig avstand fra nærmeste elvebredd var 3,3m og gjennomsnittvannføring i perioden med gyting var 4,58m³/s (Tabell 2).

Tabell 2 Resultat fra undersøkelser av bredde, dybde og meter fra land på pukkellaksens gyteområder i Kongsfjordelva. Gjennomsnittet er beregnet ut fra gjennomsnittet i hvert gyteområde som hadde minst 3 målinger. Tabellen viser bredde, dybde, meter fra land og vannføring for det gjennomsnittlige gyteområdet i Kongsfjordelva. Vannføring utregnet i ettertid med data fra NVE.

	Gjennomsnitt	SD	Min	Maks	N
Bredde (m)	3,6	0,6	2,8	4,3	5
Dybde (m)	0,5	0,2	0,3	0,9	5

Meter fra land (m)	3,3	2,5	0,7	8,0	8
Vannføring(m ³ /s) (i august)	4,58	1,50	3,26	9,09	745

Området «Stilla» er en outlier, hvor man fant gytegrøp og egg på en dybde på 0,93m (Figur 23). Av de tre punktene i Stilla som ble undersøkt, ble den dypeste gropa i dette området faktisk funnet på hele 1,2m. Hvis vi trekker fra Stilla i beregningene gir det en gjennomsnittdybde på 0,4m (SD 0,1m, min 0,3m – maks 0,5m, n=4).



Figur 23 Boxplot som viser dybde, bredde og meter på land på gyteområder for pukkellaks i Kongsfjordelva, og vannføring i august under pukkellaksens gytetid. Den mørke horisontale linjen midt i boksen viser median, vingene viser største og minste verdi og selve boksen viser den interkvartile lengden (spennet til de midterste 50 % av datene).

Gjennomsnittsbredde på Kongsfjordelva (fra Steinholla og til utløpet) er på 36m (SD=12,9m, min 12m – maks 70m, n=45). Det er stor variasjon i bredde på elva i denne strekningen. Likevel viser gjennomsnittet at bredden på gyteområdet for pukkellaks er en relativ liten del av elva

(gjennomsnittlig), og at det ligger nokså nærme elvebredden. Ved Stilla og Djupholla var gytegrøpene nesten tvers over hele elvebredden.

Vannføring i Kongsfjordelva i august var gjennomsnittlig 4,58 m³/s. Dette er målt under pukkellaksens gytetid i 2021. Under gytetid for laks (september og oktober) i 2021 var vannføringa gjennomsnittlig 7,7m³/s.

6. Diskusjon

Fremmede arter er en av de største truslene mot biodiversitet (Early et al., 2016) og kan endre strukturen og sammensetninger av økosystemer (Fritts & Rodda, 1998). Nå foregår det en storskala invasjon av pukkellaks til norske elver. Med dagens datagrunnlag er det ikke mulig å fastslå i hvilke elver og hvilke regioner arten vil etablere seg i dersom økningen fortsetter, eller om pukkellaks får selvreproduserende bestander i norske elver (Berntsen et al., 2021). Hva som har forårsaket den plutselige økningen av pukkellaks i Norge er usikkert, men noen forskere peker mot at foretrukne forhold for pukkellaks i havet kan være grunnen til økning (Kaev & Irvine, 2016; Lehne, 2021). Det er sannsynlig at det er kompliserte og sammensatte årsaker til hvorfor pukkellaks akkurat nå har økt i antall og ekspandert utbredelse. Det vil være svært viktig i tiden fremover å samle så mye kunnskap som mulig om hvilken konsekvens denne ekspansjonen av pukkellaks kan få for stedegne laksefisk og økosystemet.

Denne studien har undersøkt om det er konkurranse i rom og tid, om og på gyteplassen mellom pukkellaks og laks i Kongsfjordelva. Det er tydelig, basert på resultatene, at pukkellaksen oppholder seg i de nederste delene av Kongsfjordelva (nedstrøms «Steinholla»). Laks og pukkellaks har like nok krav til gyteområder i Kongsfjordelva, og det ble funnet en potensiell konkurranse om rom. De bruker flere av de samme områdene til gyting i Kongsfjordelva. Mesteparten av pukkellaksen var derimot død (eller fjernet) før laks startet å gyte. Dermed kan det, basert på disse undersøkelsene, konkluderes med at det foreløpig ikke er konkurranse på gyteplassen i forhold til tidspunkt. Det utelukkes ikke at dette kan overlappes på et senere tidspunkt, spesielt siden pukkellaks er under etablering og tilpasning til miljøet i Kongsfjordelva. Funn i studien indikerer likevel at pukkellaks har en negativ påvirkning på laks tett før, under og

etter pukkellaksens gyting ved at et stort antall aggressive pukkellaks kan jage laks bort fra naturlige standplasser.

Konkurranse om gyteplasser i Kongsfjordelva (romlig skala)

Definerte områder pukkellaks brukte i Kongsfjordelva i 2021 er ut fra høyt uttak av gytefarget pukkellaks, høyt antall observert på drivtelling, gyteaktivitet observert på drivtelling og undersøkelser av gytegroper med synlige egg i elvebunnen. Av sju bekreftete gyteområder for pukkellaks i denne studien, benytter laks fem av disse ifølge Gabrielsen et al. (2020). Laks i Kongsfjordelva hadde flere gyteområder enn det som ble undersøkt her, spesielt i øvre deler av Kongsfjordelva (Gabrielsen et al., 2020). Basert på drivtelling i denne oppgava var det ikke funnet overlapping på gyteområdene oppstrøms Steinholla.

Gyteområdene som er undersøkt i denne oppgava viser at pukkellaks foretrekker finere bunnsstrat og grunnere områder enn laks. Likevel har artene like nok krav til gyteområdet til at de benytter noen av de samme områdene til gyting, og det oppstår dermed en konkurranse på romlig skala. I Kongsfjordelva kan gyteområdene for pukkellaks beskrives som nærme elvebredden, i 40cm dyp og i fin grus (2-32mm). Denne studien underbygger tidligere undersøkelser i Tana og Russland. I Tana ble gytegroper lokalisert nærme elvebredden og på grunne områder med 20-50cm dybde (Erkinaro, 2021). I Russland fant de at pukkellaks foretrekker å gyte i 50cm dybde og i fin grus og små stein (1-5cm) (Alekseev, Tkachenko, Zubchenko, Shkatelov & Nikolaev, 2019). Funnene stemmer også med beskrivelse av gytegroper fra Stillehavet (Heard, 1991; Scott & Crossman, 1973).

Vannføring i perioden 31.juli-31.august (hovedgyteperiode for pukkellaks) viser en gjennomsnittlig vannføring på $4,58\text{m}^3/\text{s}$ i 2021. Denne er lavere enn vannføringen i gyteperioden for laks som var på $7,7\text{m}^3/\text{s}$ i 2021. Dette kan indikere at pukkellaksen gyter på en lavere vannføring enn laks. En feilkilde her er at vannføring i Kongsfjordelva måles ved utløpet til Buetjern. Derfor er det ikke tilstrekkelig data til å kunne konkludere hvilke preferanser pukkellaks har for vannføring i Kongsfjordelva.

Gytegroper til pukkellaks var enkle å finne i elvebunnen, da substratet i elvebunnen som regel var nokså mørkt på grunn av alger/sediment, og etter hunner av pukkellaks har gravd og laget

gytegroperne hadde vendt steinene og de ble lysere. At gytegroperne ble lokalisert på denne måten støtter lik fremgangsmåte i resultater fra tre elver i Russland; Varzuga, Ponoj og Umba (Alekseev et al., 2019). I Kongsfjordelva ble det observert at gytegroperne var som store hauger i «Stilla». Denne delen av elva er et av de bredeste partiene i elva, og har roligere hastighet enn f.eks. «Djupholla». Ved Djupholla var gytegroperne mer som lange rygger langs strømkanten. Dette støtter også resultatene beskrevet i Alekseev et al. (2019), som kartlegger hvor gytegroperne ligger i forhold til strømkant.

Under oppgraving av gytegroper ble det funnet at eggene lå lagvis nedover elvebunnen. Siden det ble fjernet pukellaks under gytetiden, kan man anta at det skyldes at «nye» pukellaks har gravd opp og gytt over gytegroper andre pukellaks har benyttet, men som ble fysisk fjernet fra elva. En annen mulighet kan være at de graver over hverandres gytegroper ved for høy tetthet av gyteklar pukellaks i et område. Dette fant de i Russland, der det beskrives at ved for høye tettheter av pukellaks på gyteområdet, kunne de grave og lage nye groper på eksisterende gytegroper (Alekseev et al., 2019). Undersøkelser viste at egg også ble funnet under store steiner, opptil 25x40cm. Mest sannsynlig har pukkel-hunnlaksen gravd groper oppstrøms og under disse store steinene, og eggene havnet under disse steinene uten at pukellaksen fysisk har flyttet på dem.

I en rapport om pukellaksen i Kongsfjordelva blir det beskrevet at det i 2019 ble funnet to nye gyteområder for pukellaks i forhold til i 2017 (Vistnes, 2019). To av gyteområdene fra 2017 ble ikke benyttet i 2019. Det var like mange områder pukellaks benyttet for gyting i 2017 og 2019, men på forskjellige steder. Dette kan tyde på at pukellaksen er under etablering og tilpasning til miljøet i Kongsfjordelva, for å tilpasse seg hvilke områder som er mest egnet for gyting. I forhold til 2017 og 2019 er antall pukellaks i Kongsfjordelva femdoblet. I 2021 ble det bekreftet gyting av pukellaks på sju områder (ved oppgraving av gytegroper), og det ble observert gyting på flere små områder i elva. Det ble observert gyting på alle de områdene det ble gytt på i 2017 og i 2019. Til tross for denne femdoblingen ble det ikke observert gyting ovenfor Djupholla, verken i 2019 eller 2021. Pukellaks gyter som regel i de nederste kilometerne av elva i dens naturlige utbredelsesområde (Heard, 1991). Men i noen elver pukellaks nå er introdusert til, har man observert gyting så langt som 235km fra utløpet i Sukhaya, en sideelv til Ponoj (Alekseev et al., 2019). I Tana ble det funnet gyting 250-300km

fra utløpet i 1977, og 40km oppstrøms utløpet i 2012-2015 (Niemelä et al., 2016). Dette reiser spørsmålet om pukkellaks i Kongsfjordelva etter hvert kan forflytte seg til de øvre delene av vassdraget dersom det blir for høye tettheter på kjente gyteområder i de nederste kilometerne av elva. En laksetrapp ca. 8km fra utløpet, kan kanskje være en stor nok hindring for pukkellaks til at de ikke kommer seg videre oppover, på grunn av dens utforming og vannhastighet i trappa. Det er foreløpig kun meldt om ett mulig tilfelle av pukkellaks ovenfor denne laksetrappa.

Et fremtids-scenario kan derfor være at pukkellaks dominerer de nedre delene av Kongsfjordelva, mens laks dominerer de øvre delene. Det er dokumentert flere områder i de øvre delene som har høyt potensiale for lakseproduksjon (Gabrielsen et al., 2020). Det anses som viktig for laksen i vassdraget å kunne utnytte dette område til gyting, men et stort område i øvre del (restfeltet) er sterkt påvirket av vasskraftregulering. For å motvirke reduksjonen i fiskeproduksjonen vil det å sikre tilstrekkelig vannføring og oppvandring til restfeltet være avgjørende (Gabrielsen et al., 2020). Dette vil nå være enda viktigere at laksen kan benytte gyteområdene i øvre del, fordi pukkellaksen kanskje ikke kommer til. I denne sammenheng vil minstevannføring og hensyn til laksen bli enda viktigere nå som den også er negativt påvirket av en invaderende art som pukkellaks.

Basert på funn i denne studien og eksisterende kunnskap beskrives gyteområdene til pukkellaks som nærme elvebredden, i 40cm dyp, i fin grus og i de nederste 4km av Kongsfjordelva. Det ble bekreftet sju større områder pukkellaksen benytter til gyting, der fem av disse overlapper med kjente gyteområder for laks. Det er derfor funnet en potensiell konkurranse i rom mellom laks og pukkellaks. Basert på resultater i studier fra andre elver kan det ikke utelukkes at pukkellaks kan forflytte seg lengre opp i Kongsfjordelva for å gyte, spesielt dersom den raske økningen i antall fortsetter og tettheten blir for høy i nedre del. Da vil potensielt konkurransen om rom øke ytterligere.

Konkurranse på gytetidspunkt i Kongsfjordelva

Funnene i denne studien viser at pukkellaks og laks ikke bruker gyteområdene samtidig, og det er liten til ingen konkurranse på tid. Pukkellaksen startet hovedsakelig å gyte i månedsskifte juli/august og var ferdige i månedsskifte august/september. Laksen i Kongsfjordelva gyter fra

midten av september og ut oktober (Vistnes, 2020). Det vil si at gyteområdene i Kongsfjordelva står ledig for laks etter at pukkellaks har gytt og dødd (eller blitt fjernet).

I Skottland etter 2017 invasjonen (totalt 139 pukkellaks) beskrives det at gytinga til pukkellaks kanskje ikke vil skje samtidig som gyting til stedegen laksefisk (Armstrong, Bean & Wells, 2018). Gyting ble først observert i elva Spey, Ness og Aberdeenshire mellom 11-14.august (Armstrong et al., 2018). En andre periode ble så observert 2.september (Armstrong et al., 2018). I Tana startet pukkellaks gytinga i 2021 sent i juli, og fortsatte til midten av september (Erkinaro, 2021). På Færøyene ble det i 2019 rapportert inn 6 pukkellaks, den første tatt 22.juli og den siste ble funnet flytende (utgytt og døende) 20.september (Eliassen & Johannesen, 2021). I 2017 i Irland ble det tatt 36 pukkellaks i 11 elver i perioden 26.juni til 26.september, der 3 av disse ble funnet død i september (Millane, Walsh, Roche & Gargan, 2019). I 2019 i Grønland ble det meldt inn 83 pukkellaks på 22 forskjellige lokasjoner (Nielsen, Rosing -Asvid, Meire & Nygaard, 2020). Her ble det meldt inn at to hunnlaks og tre hannlaks var gyteklare fra midten av august til midten av september (Nielsen et al., 2020). I Tana og Neiden, gyter laks fra midten av september og til slutten av oktober, og det konkluderes med at denne forskjellen i gytetid gjør at det ikke er konkurranse samtidig på gyteplassen (Niemelä et al., 2016). Det nevnes også her at man ikke vet om laks unngår områder pukkellaks har benyttet til gyting (Niemelä et al., 2016). Det har vært varierende metoder for innhenting av data på pukkellaks invasjonen. Det som går igjen, er at forskere har oppfordret fiskere og befolkning til å melde inn fangst og bilder av pukkellaks. I Grønland oppfordret de befolkningen til å sende inn observasjoner og brukte sosiale medier til å innhente informasjon, i Irland og Færøyene ble sportsfiskere oppfordret til å melde inn fangst. I Norge frem til 2019 trengte man ikke å melde inn pukkellaks, men nå skal man melde fangsten inn i de samme systemene som for laks, sjøørret og sjørøye. Dermed har det fra 2019 vært en del av statistikken til SSB(Statistisk Sentralbyrå, 2022a).

Det har vært utfordrende å innhente data i flere andre land for 2021, men litt informasjon kom frem på et seminar i oktober 2021, men det nevnes generelt lite om tidspunkt for gyting i andre land i 2021 (Bean, 2021; Eliassen, 2021; Millane & Gargan, 2021). Det blir konkludert på seminaret at det ikke er dokumentert noen overlapp på gyteplassen mellom laks og pukkellaks i Norge (Hindar, 2021). Det samme blir vurdert i (Hindar et al., 2020). I referatet fra seminaret

kommer det frem at gytetidspunktet for pukkellaks og laks på Kola Peninsula nå overlapper (Hindar, 2021). Det foreligger ingen artikler som kan støtte opp om denne påstanden.

Funnene i denne studien støtter mistanken fra Armstrong et al. (2018) og vurderingene fra Hindar et al. (2020), og underbygger konklusjonen i Niemelä et al. (2016) om at gytingen til pukkellaksen foreløpig har ingen til liten overlapping med laks. Basert på funn i denne studien og eksisterende kunnskap er det foreløpig grunnlag til å konkludere at det ikke er en tydelig overlapp på gytetidspunkt mellom laks og pukkellaks, og dermed ingen konkurranse på tid. Men siden pukkellaks nå har ekspandert sine områder og er under etablering og tilpasning til miljøet i nye områder, kan det ikke utelukkes at det kan oppstå en overlapp på gytetidspunktet senere.

Påvirkning før, under og etter gyting

Resultatene viser at pukkellaks og laks konkurrerer i rom, men gyter til forskjellig tidspunkt. Spørsmålet videre er om gytingen til pukkellaks likevel kan ha påvirkning på laks. For å undersøke om pukkellaks har noen påvirkning på laks før, under og etter gyting (pukkellaks gyting) brukes resultater fra drivtelling, uttak av pukkellaks og observasjoner fra dykkere til å vurdere graden av påvirkning. Funnene viser at pukkellaks har en negativ påvirkning på laks rett før, under og etter gyting.

Drivtellingene viser at pukkellaks og laks til en viss grad står sammen i kulpene. Det kan se ut som de deler kulpene når pukkellaks er i oppvandringsfasen. I 2017 og 2019 ble det observert at pukkellaks i Kongsfjordelva gytt på kjente gyteområder for laks (Vistnes, 2019). I tillegg beskrives det at laks unngikk områder med pukkellaks, i gyteperioden til pukkellaks (Vistnes, 2019). Resultatene fra drivtelling kan vise noe av de samme tendensene som det beskrives i 2017 og i 2019. Resultatene fra denne studien antyder også at jo nærmere gytetid pukkellaksen kommer, jo mer unngår laks områder med store mengder pukkellaks. Når pukkellaksen så er fjernet/død vender laks tilbake til disse områdene. Her er det viktig å nevne den største feilkilden i metoden. Mye pukkellaks har blitt fjernet mellom hver drivtelling, og dermed er det ikke de samme pukkellaksene som blir observert på hver drivtelling. Dette har ført til at det har vært vanskelig å sammenligne resultater fra drivtellingene. Det har derimot fungert ved å samtidig se på resultater fra uttak, observasjoner fra dykkere (gyteatferd og gytedrakt) og stryking av fisk i uttakene.

I tillegg til resultater fra drivtelling var det en del uventede observasjoner fra dykkere. En observasjon var at pukkellaks angrep andre pukkellaks. Det ble også observert at pukkellaksene «voktet» gytegrøpa ved å stille seg tydelig over, og å jage bort andre fisk som nærmet seg. Pukkellaksen var mye mer eksplosiv i svømmestilen og aggressiv mot laks og sine artsfrender i gytefasen enn i oppvandringsfasen. Med bakgrunn i observasjoner gjort av dykkere, antas det at pukkellaks er mer aggressive rett før, under og etter gyting enn i oppvandringsfasen. Det antas at denne aggressiviteten kan være årsaken til at laks unngår områder med høy tetthet av pukkellaks rundt gytetiden. Funnene bekrefter vurderinger fra Armstrong et al. (2018), som vurderer at perioden det kan være en konkurranse mot stedegne laksefisk i Skottland er i perioden pukkellaks skal lage og forsvare gytegrøpene. Armstrong et al. (2018) skriver videre at pukkellaks er svært aggressive i denne perioden og kan ekskludere fisk fra områder av elva eller påvirke oppvandring. Dette sammenfaller med funn i denne oppgava. Sandlund et al. (2018) vurderer at det kan oppstå et samspill på gyteområdet mellom pukkellaks og laks, siden de foretrekker lignende områder. Sandlund et al. (2018) henviser videre til en russisk artikkel (Kaliuzin, 2003) når det beskrives at pukkellaks er aggressive på gyteområdene, noe som kan føre til negative konsekvenser for laks. Det er dokumentert at grupper av pukkellaks angriper laks som oppholder seg på gyteområde når pukkellaks forbereder gyting. Det kan føre til at laks flytter seg til andre områder i elva som er mindre egnet til gyting (Kaliuzin, 2003; Sandlund et al., 2018). Dette samspillet er også nå dokumentert i Kongsfjordelva, og kan støtte opp vurderingene gjort av Sandlund et al. (2018).

Basert på funn i denne studien antas det at pukkellaks påvirker laks i forbindelse med gyting, ved at høye tettheter av pukkellaks med aggressiv atferd jager laks fra områder. Spørsmålet videre er å vurdere hvor stor påvirkning det har på bestanden i Kongsfjordelva. Laks i Kongsfjordelva har mesteparten av sine større gyteområder oppstrøms Steinholla (Gabrielsen et al., 2020). Resultatene anslår at det er ca. 200 laks som oppholder seg i nedre deler av Kongsfjordelva under pukkellaksens gytetid, eller er på vandring til gyteområder i de øvre delene av Kongsfjordelva, og som kan bli negativt påvirket av pukkellaks under dens gytetid. Dette indikerer også at selv om pukkellaksen er aggressiv og antakeligvis jager laks, oppholder noe laks seg likevel i de nedre delene av elva, men antakeligvis på mer uegnede steder på grunn av aggressiv atferd fra pukkellaks. Om dette resulterer i at laks ikke returnerer tilbake til områdene pukkellaksen har «jaget» de vekk ifra, kan det ikke konkluderes rundt basert på data

i denne oppgava. Man kan forsiktig anta at det tar litt tid før laks returnerer til disse områdene, basert på drivtellingen 25.august, hvor laks ikke returnerte til Djupholla og Stilla etter at store mengder pukkellaks var fjernet.

Det nevnes tidligere i diskusjonen at det ikke kan utelukkes en overlapp på gytetidspunkt ved at pukkellaks gyter senere, basert på at arten er under etablering og tilpasning til miljøet i Kongsfjordelva. På samme måte kan man vurdere om arten kan endre oppvandringtidspunktet, til en tidligere oppvandring og dermed tidligere gyting. Et slikt skifte, der man får aggressive pukkellaks midt i hovedoppgangen til laks kan også ha en negativ påvirkning på bestanden av laks. Dette ved at en stor biomasse aggressiv pukkellaks i nedre deler av Kongsfjordelva potensielt kan hindre oppgang av laks.

Basert på funn i denne studien og kunnskap fra andre artikler antas det at pukkellaks påvirker laks negativt rett før gyting, under gyting og rett etter gyting før de dør. Det antydes at ved store mengder pukkellaks blir laks jaget vekk fra områder de vanligvis oppholder seg i, og kanskje må trekke til striere stryk og mindre egnet standplasser. Dette skjer spesielt rundt gytetiden for pukkellaks da aggressiviteten øker. Men om denne påvirkningen resulterer i at laks ikke bruker disse områdene til gyting på et senere tidspunkt kan verken bekreftes eller avkreftes. Det diskuteres også hvorvidt et skifte i oppvandrings- og gytetidspunkt kan påvirke bestanden av laks i Kongsfjordelva, både ved tidlig og senere oppvandring og gyting.

Andre samspill og observasjoner

Under feltarbeidet ble det gjort noen anekdotiske observasjoner. Spesielt nederst i elva ble det observert flere havørner (*Haliaeetus albicilla*) enn vanlig, noe som kunne indikerte at de spiste godt av pukkellaks kadaver. Ved utfisking av pukkellaks samlet det seg flere fugler rundt fangsten, spesielt fjelljo (*Stercorarius longicaudus*) var ofte å se i områdene det ble tatt ut pukkellaks. Det ble også fanget noen individer av stasjonær ørret som hadde magesekken full av pukkellaks-egg. Det ble observert yngel som spiste av pukkellaks eggene, og øyerogn av pukkellaks med bevegelse 1.september (vedlegg 4). Flere av disse anekdotiske observasjonene mine samsvarer med observasjoner i Canada og Vesterelva i Øst-Finnmark (Dunlop et al., 2020; Dunlop et al., 2021; Walters, Reynolds & Ydenberg, 2021). Fremmede arter kan endre strukturen og dynamikken i naturlige økosystemer (Mack et al., 2000), og derfor antydes det

her at pukkellaks kan ha en påvirkning på både økosystem i elv, men også på det nærliggende terrestriske økosystemet. Dette kan føre til en endring av artssammensetningen, både økning i antall for hver art og økning i antall arter. For å få en bedre forståelse for hvordan den invaderende arten påvirker økosystemet, trengs det ytterligere forskning på dette området. Flere artikler og rapporter peker på at man vet for lite om påvirkningen den invaderende pukkellaks-arten har på naturlig laksefisk og økosystem, og at det er nødvendig med mer forskning (Artsdatabanken, 2018b; Dunlop et al., 2020; Dunlop et al., 2021; Hindar, 2021; Lehne, 2021; Mo et al., 2018; Sandlund et al., 2018; Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, 2021).

Resultat i forhold målsetting og hypoteser

De fleste hypotesene og forventningene stemte. Det er konkurranse i rom og ikke tid, og pukkellaks påvirker laks rett før, under og etter gyting. Det som var litt uventet var at pukkellaks og laks sto så blandet i oppvandringsfasen til pukkellaksen som de gjorde. Før pukkellaksen fikk gytedrakt og nærmet seg gytetid, var det en god blanding av pukkellaks og laks i de fleste kulpene, uten at det så ut til å ha noe særlig påvirkning på laks. Jo nærmere gytetid pukkellaks kom, jo mer ble laks jaget av mer og mer aggressive pukkellaks. Det var ikke forventet at det skulle være et så tydelig skille på aggressiviteten til pukkellaks som det var. Det var ikke forventet at pukkellaks ville påvirke laks så mye under gyteperioden til pukkellaks, ved at den ble såpass aggressiv.

Hva resultatene betyr for forvaltning

Resultatene i denne oppgava peker på forskjellige utfordringer for forvaltning av laksebestanden i Kongsfjordelva. Slik oppvandringstidspunktet og gytetidspunktet er i dag vil det største problemet være dersom store mengder pukkellaks samler seg i høye tettheter i nederste 4 kilometerne av elva for å gyte. Da kan de høye tetthetene av aggressive pukkellaks hindre oppvandring av laks til de øvre gyteområdene. Kongsfjordelva er blant 15 elver i Finnmark som er prioritert i handlingsplan for bekjempelse av pukkellaks (Mo et al., 2021). Det anses at flyteristfelle nær flomålet i elva er den beste løsningen for de fleste elvene (Mo et al., 2021). Dette vil være viktig for Kongsfjordelva, slik at de kan sortere og fjerne pukkellaks, og samtidig gi laks «klar bane» for oppvandring. Dette er spesielt viktig da det er nedgående trend

på oppvandrende laks i elva, og bestanden med svært små marginer nådde gytebestandsmålet i 2021. På bakgrunn av dette bør Kongsfjordelva fortsatt være prioritet for flyteristfelle.

I Kongsfjordelva vil videre overvåkning på oppvandringstidspunkt og gytetidspunktet til pukkellaks og laks være viktig, og videotelling blir et viktig tiltak å fortsette med. Dette også for å være forberedt dersom det skulle skje et skifte i oppvandrings- og gytetidspunkt, og konsekvensene det medfølger. Den viktigste oppgaven for å hindre stor negativ påvirkning på laks, er å sørge for at store mengder pukkellaks i nedre del ikke blokkerer oppvandringen for laks til gyteområdene dens i øvre deler. I tillegg til å forpakte Kongsfjordelva, forpakter også BJFF Storelva i Berlevåg (Berlevåg Jeger og Fiskerforening, 2022). I Storelva har det siden 2021 foregått et prosjekt i samarbeid med Huawei og AI-lab. Målet er å bruke ny teknologi til å stanse pukkellaksinvasjonen, og utvikle verktøy for overvåkning og bestandsregistrering i lakseelvene. Neste steg i dette prosjektet er nå å utvikle en utsorteringsmodul som slipper laks og sjørøye opp i vassdraget, men stenger for rømt oppdrettslaks og pukkellaks. Denne utsorteringsmodulen skal nå testes ut for sesongen 2022 (Berlevåg Jeger og Fiskerforening, 2022). Dette prosjektet vil sannsynligvis ha stor betydning på fremtidig forvaltning av ikke bare Kongsfjordelva, men også lakseelvene i Norge i en fremtid der pukkellaks ser ut til å bli en tilstedeværende art i norske elver.

7. Konklusjon

Invasjon av fremmede arter er en av de største truslene mot naturmangfold, og kan endre dynamikken i naturlige økosystemer. Pukkellaks ble satt ut til nordgående russiske elver i perioden 1957-2001, med kommersielt laksefiske som formål. Siden 2017 har antall pukkellaks i norske elver økt dramatisk i oddetallsår. Det er pr. i dag lite dokumentert kunnskap og kompetanse om effektene fremmedarten pukkellaks har på naturlig laksefisk og økosystem.

Denne studien er en av de første som dokumenterer samspillet mellom laks og pukkellaks i Norge, og som tar for seg mulige effekter pukkellaks kan ha på laks. Det ble funnet en potensiell konkurranse mellom laks og pukkellaks på en romlig skala, da de benytter flere av de samme gyteområdene i de nederste 4 km av Kongsfjordelva. Det ble ikke funnet konkurranse på gytetidspunkt, da de fleste pukkellaks var døde eller fjernet før laks startet å gyte. Det kan

likevel ikke utelukkes at det kan oppstå en overlapp på et senere tidspunkt, da pukkellaks er under etablering og tilpasning til miljøet i elva. Det er funnet et samspill mellom artene, der pukkellaks sannsynligvis har en negativ påvirkning på laks. Dette ved at høye tettheter av aggressive pukkellaks jager bort laks fra dens naturlige standplasser i elva. Det kan i denne studien ikke bekreftes eller avkreftes om laks gyter på de områdene pukkellaks allerede har benyttet til gyting.

Mengden laks som returnerer til norskekysten er mer enn halvert de siste 30 årene, og laks står ovenfor flere trusler enn noen gang. Mange av bestandene i Norge er sterkt truet, og siden 2021 ble pukkellaks inkludert i trusselbildet til laks. Det er viktig for naturmangfoldet at det blir forsket på pukkellaks, og ikke minst hvordan man kan bekjempe denne uønskede invasjonen pukkellaks. En viktig oppgave for forvaltere og forskere i fremtiden vil være å redusere konsekvensen invasjonen av pukkellaks får på stede egne arter og naturlig økosystem. Funnet i denne studien har gitt mer kunnskap om samspillet mellom artene, med vekt på den sentrale gyteprosessen. For å fortsette dette arbeidet bør en fremtidig studie undersøke mer detaljert effekten av den aggressive atferden til pukkellaks i gyteperioden.

8. Litteratur

- Alekseev, M. Y., Tkachenko, A. V., Zubchenko, A. V., Shkatelov, A. P. & Nikolaev, A. M. (2019). Distribution, Spawning and the Possibility of Fishery of Introduced Pink Salmon (*Oncorhynchus gorbusha* Walbaum) in Rivers of Murmansk Oblast. *Russian journal of biological invasions*, 10(2), 109-117. <https://doi.org/10.1134/S2075111719020024>
- Armstrong, J. D., Bean, C. W. & Wells, A. (2018). The Scottish invasion of pink salmon in 2017. *Journal of Fish Biology*, 93(1), 8-11. <https://doi.org/10.1111/jfb.13680>
- Artsdatabanken. (2018a). Fremmedartslista 2018. Hentet 11.03.2022 fra <https://www.artsdatabanken.no/fremmedartslista2018>
- Artsdatabanken. (2018b). *Onchoryncus gorbusha* pukkellaks. Artsdatabanken. Hentet fra <https://artsdatabanken.no/fremmedarter/2018/N/29>
- Bean, C. (2021). *A perspective on pink salmon in Scotland* (International seminar on pink salmon in The Barents Region and in Northern Europe 2021). County Governor of Troms and Finnmark.
- Beland, K. F., Jordan, R. M. & Meister, A. L. (1982). Water Depth and Velocity Preferences of Spawning Atlantic Salmon in Maine Rivers. *North American Journal of Fisheries Management*, 2(1), 11-13. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1982\)2<11:WDAVPO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1982)2<11:WDAVPO>2.0.CO;2)

- Berlevåg Jeger og Fiskerforening. (2022, 25.01.2022). Løsning på pukkellaks- problemet...? Hentet 03.05 2022 fra <https://lakseelver.no/nb/news/2022/01/losning-pa-pukkellaks-problemet>
- Berntsen, H. H. (2020). Pukkellaks i Norge, 2019. *NINA Rapport 1821*. Hentet fra <https://hdl.handle.net/11250/2651741>
- Berntsen, H. H., Diserud, O. H., Hanssen, F. & Sandlund, O. T. (2021). Pukkellaks i Norge: kan vi forutse hvor den etablerer seg i fremtiden? Nåværende og mulig fremtidig utbredelse. *NINA Rapport 2004*. Hentet fra <https://hdl.handle.net/11250/2755582>
- Berntsen, H. H., Sandlund, O. T., Ugedal, O., Thorstad, E. B., Fiske, P., Urdal, K., ... Uglem, I. (2018). Pukkellaks i Norge, 2017. *NINA Rapport 1571*. Hentet fra <http://hdl.handle.net/11250/2575646>
- Davis, M. A. (2009). *Invasion biology*. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Dunlop, K. M., Eloranta, A., Schoen, E., Wipfli, M., Jensen, J. L. A., Muladal, R. & Christensen, G. N. (2020). Evidence of energy and nutrient transfer from invasive pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) spawners to juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in northern Norway. *Ecology of Freshwater Fish*, 30(2), 270-283. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/eff.12582>
- Dunlop, K. M., Wipfli, M., Muladal, R. & Wierzbinski, G. (2021). Terrestrial and semi-aquatic scavengers on invasive Pacific pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) carcasses in a riparian ecosystem in northern Norway. *Biological invasions*, 23(4), 973-979. <https://doi.org/10.1007/s10530-020-02419-x>
- Early, R., Bradley, B. A., Dukes, J. S., Lawler, J. J., Olden, J. D., Blumenthal, D. M., ... Tatem, A. J. (2016). Global threats from invasive alien species in the twenty-first century and national response capacities. *Nat Commun*, 7(1), 12485-12485. <https://doi.org/10.1038/ncomms12485>
- Eliassen, K. (2021). *Pink Salmon in Farao Island* (International seminar on pink salmon in The Barents Region and in Northern Europe 2021). County Governor of Troms and Finnmark.
- Eliassen, K. & Johannesen, U. V. (2021). The increased occurrence of *oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792) in the faroe islands. *Bioinvasions records*, 10(2), 390-395. <https://doi.org/10.3391/bir.2021.10.2.17>
- Erkinaro, J. (2021). *Pink salmon- the case of the border river Tana* (International seminar on pink salmon in The Barents Region and in Northern Europe 2021). County Governor of Troms and Finnmark.
- Fleming, I. A. (1996). Reproductive strategies of Atlantic salmon: Ecology and evolution. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 6(4), 379-416. <https://doi.org/10.1007/BF00164323>
- Gabrielsen, S.-E., Wiers, T., Normann, E., Pulg, U., Stranzl, S. F., Espedal, E. O. & Skår, B. (2020). Kongsfjord Habitatkartlegging og fiskebiologiske undersøkelser i perioden 2014-2018. *LFI rapportserie*. Hentet fra <https://hdl.handle.net/11250/2726121>
- Gallagher, Z. S., Bystriansky, J. S., Farrell, A. P. & Brauner, C. J. (2013). A novel pattern of smoltification in the most anadromous salmonid: Pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 70(3), 349-357. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2012-0390>
- Gibson, R. J. (1993). The Atlantic salmon in fresh water: spawning, rearing and production. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 3(1), 39-73. <https://doi.org/10.1007/BF00043297>

- Gjelland, K. Ø. & Sandlund, O. T. (2012). Pukkellaks. Hentet 28.01 2022 fra <http://www2.artsdatabanken.no/faktaark/Faktaark283.pdf%C2%A0>
- Havforskningsinstituttet. (2021). Tema: Laks. Hentet 09.01 2022 fra <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/laks>
- Heard, W. R. (1991). Life History of Pink Salmon. I C. Groot, Margolis, L. (Red.), *Pacific Salmon Life Histories* (s. 121-123). Vancouver: UBC Press.
- Hesthagen, T., Wienerroither, R., Bjelland, O., Byrkjedal, I., Fiske, P., Lynghammar, A., ... Straube, N. (2021). Fisker: Vurdering av laks *Salmo salar* for Norge. Hentet 11.05 2022
- Hindar, K. (2021). *Pink salmon risk assessment report. What do we know today about ecological effects?* (International seminar on pink salmon in The Barents Region and in Northern Europe 2021). County Governor of Troms and Finnmark.
- Hindar, K., Hole, L. R., Kausrud, K. L., Malmstrøm, M., Rimstad, E., Robertson, L., ... Velle, G. (2020). Assessment of the risk to Norwegian biodiversity and aquaculture from pink salmon (*Oncorhynchus gorbusha*). Scientific Opinion of the Panel on Alien Organisms and Trade in Endangered Species of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment. *VKM report 2020:01*. Hentet fra <https://vkm.no/risikovurderinger/alle vurderinger/pukkellaksrisikoforbiologiskmangfoldogakvakultur.4.303041af169501216097605d.html>
- Jones, J. W. & Ball, J. N. (1954). The spawning behaviour of brown trout and salmon. *British journal of animal behaviour*, 2(3), 103-114. [https://doi.org/10.1016/S0950-5601\(54\)80046-3](https://doi.org/10.1016/S0950-5601(54)80046-3)
- Kaliuzin, S. (2003). Atlantic salmon of the White Sea: problems of reproduction and operation. *Petro-Press, Petrozavodsk (In Russian)*.
- Lehne, C. K. (2021). *International seminar on pink salmon in The Barents Region and in Northern Europe 2021* (International seminar on pink salmon in The Barents Region and in Northern Europe 2021).
- Louhi, P., Mäki-Petäys, A. & Erkinaro, J. (2008). Spawning habitat of Atlantic salmon and brown trout: general criteria and intragravel factors. *River Res. Applic*, 24,17(6,3), 330-339. <https://doi.org/10.1002/rra.1072>
- Mack, R. N., Simberloff, D., Mark Lonsdale, W., Evans, H., Clout, M. & Bazzaz, F. A. (2000). BIOTIC INVASIONS: CAUSES, EPIDEMIOLOGY, GLOBAL CONSEQUENCES, AND CONTROL. *Ecological Applications*, 10(3), 689-710. [https://doi.org/https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[0689:BICEGC\]2.0.CO;2](https://doi.org/https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[0689:BICEGC]2.0.CO;2)
- Microsoft Corporation. (2022). Microsoft Excel.
- Miljødirektoratet. (2021a, 28.04.2021). Fremmede arter. Hentet 11.03 2022 fra <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/fremmede-arter>
- Miljødirektoratet. (2021b, 04.05.2021). Nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. Hentet 27.01 2022 fra <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/ferskvann/laks/nasjonale-laksevassdrag-og-laksefjorder/>
- Miljødirektoratet. (2021c). Temaside: Laks. Hentet 09.01 2022 fra <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/ferskvann/laks/>
- Millane, M. & Gargan, P. (2021). *Pink salmon – status in Ireland* (International seminar on pink salmon in The Barents Region and in Northern Europe 2021). County Governor of Troms and Finnmark.
- Millane, M., Walsh, L., Roche, W. K. & Gargan, P. G. (2019). Unprecedented widespread occurrence of Pink Salmon *Oncorhynchus gorbusha* in Ireland in 2017. *Journal of Fish Biology*, 95(2), 651-654. <https://doi.org/10.1111/jfb.13994>

- Mo, T. A., Berntsen, H. H., Frøiland, E., Thorstad, E. B., Hindar, K. & Sandlund, O. T. (2021). *Forslag til handlingsplan mot pukkellaks (M-2003)*. NINA og Statsforvalteren i Troms og Finnmark.
- Mo, T. A., Thorstad, E. B., Sandlund, O. T., Berntsen, H. H., Fiske, P. & Uglem, I. (2018). The pink salmon invasion: a Norwegian perspective. *Journal of Fish Biology*, 93(1), 5-7. <https://doi.org/10.1111/jfb.13682>
- Nielsen, J., Rosing-Asvid, A., Meire, L. & Nygaard, R. (2020). Widespread occurrence of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) throughout Greenland coastal waters. *Journal of Fish Biology*, 96(6), 1505-1507. <https://doi.org/10.1111/jfb.14318>
- Niemelä, E., Johansen, N., Zubchenko, A. V., Dempson, J. B., Veselov, A., Ieshko, E. P., ... Kalske, T. H. (2016). *Pink salmon in the Barents region With special attention to the status in the transboundary rivers Tana and Neiden, rivers in North West Russia and in East Canada* (Report no. 3-2016). Hentet fra https://www.suomenkalakirjasto.fi/wp-content/uploads/2016/04/Pink-salmon_19.08.2016.compressed.pdf
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2022a). Atlas. Hentet fra <https://atlas.nve.no/html5Viewer/?viewer=nveatlas>
- Norges vassdrags- og energidirektorat. (2022b). Kongsfjordelv. Hentet fra <https://sildre.nve.no/station/236.8.0>
- Perrin, S., Bærum, K. M., Helland, I. P. & Finstad, A. G. (2021). Forecasting the future establishment of invasive alien freshwater fish species. *Journal of Applied Ecology*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1365-2664.13993>
- Quinn, T. P. (2018). *The behaviour and ecology of Pacific Salmon and Trout* Vancouver B.C.: University of Washington Press.
- R Core Team. (2022). R version 4.0.3 (2020-10-10) -- "Bunny-Wunnies Freak Out".
- Sala, O. E., Chapin Iii, F. S., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., ... Wall, D. H. (2000). Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science*, 287(5459), 1770-1774. <https://doi.org/10.1126/science.287.5459.1770>
- Sandlund, O. T., Berntsen, H. H., Fiske, P., Kuusela, J., Muladal, R., Niemelä, E., ... Zubchenko, A. V. (2018). Pink salmon in Norway: the reluctant invader. *Biological invasions*, 21(4), 1033-1054. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10530-018-1904->
- Scott, W. B. & Crossman, E. J. (1973). Pink Salmon. I *Freshwater fishes of Canada* (s. 149-152). Ottawa: Fisheries Research Board of Canada.
- State of Alaska Department of Fish and Game. (1985). *Pink Salmon, Oncorhynchus gorbuscha* (bd. Volume 1). Juneau Alaska: Alaska Department of Fish and Game.
- Statistisk Sentralbyrå. (2022a). Elvefiske. Hentet 03.02.2022 fra <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/fiske-og-fangst/statistikk/elvefiske>
- Statistisk Sentralbyrå. (2022b). Sjøfiske etter laks og sjøaure. Hentet 03.02.2022 fra <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/fiske-og-fangst/statistikk/sjofiske-etter-laks-og-sjoaure>
- Vistnes, H. (2019). *Kongsfjordelva og Storelva pukkellaks 2019* (Pukkellaks). Upublisert.
- Vistnes, H. (2020). *Laksen i Kongsfjordelva 2020* (Laksen i Kongsfjordelva). Upublisert.
- Vitenskapelig råd for lakseforvaltning. (2021). *Status for norske laksebestander i 2021* (Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 1891-442X 978-82-93038-32-0). Vitenskapelig råd for lakseforvaltning. Hentet fra <https://hdl.handle.net/11250/2830680>

Walters, K. E., Reynolds, J. D. & Ydenberg, R. C. (2021). Ideal free eagles: Bald Eagle availability on four spawning rivers. *Canadian journal of zoology*, 99(9), 792. <https://doi.org/10.1139/cjz-2020-0191>