

TILBUD

Fiskebiologiske undersøkelser i Tokkeåi

Utlysning CON-003792

DOKUMENTASJON FOR EVALUERING AV TILDELINGSKRITERIER –
TILBUDSBESVARELSE (LØSNINGSFORSLAG)

KONTAKTINFORMASJON:

Knut Marius Myrvold, knut.myrvold@nina.no, 920 64 963
Jon Museth, jon.museth@nina.no, 413 13 496

Innhold

1 Forslag til løsning av oppdraget.....	3
1.1 Bakgrunn.....	3
1.2 Problemforståelse	3
1.3 Løsningsforslag	4
1.3.1 Studiedesign	4
1.3.2 Oppgave 1: Gytefiskundersøkelser	5
1.3.3 Oppgave 2: Ungfiskundersøkelser	6
1.4 Opsjoner	9
2 Ressurser og kapasitet	10
2.1 Kompetanse og nøkkelpersonell	10
3 Kostnad.....	11
3.1 Grunnprogram	Feil! Bokmerke er ikke definert.
3.2 Opsjon: Stabile isotoper	Feil! Bokmerke er ikke definert.
4 Forbehold og avvik	12
5 Ytre miljø	13
6 Referanser.....	14

1 Forslag til løsning av oppdraget

1.1 Bakgrunn

Etter pålegg fra Fylkesmannen i Vestfold og Telemark skal Statkraft gjennomføre fiskebiologiske undersøkelser i Tokkeåi. Hensikten er å overvåke utviklingen av bestandsstatus for storørret, evaluere effekten av gjennomførte habitatforbedrende tiltak, og å kartlegge andelen av ungfisk av ørret i Tokkeåi som tilhører delbestanden storørret. I konkurransegrunnlaget er det spesifisert at undersøkelsene skal foretas i 2020, 2021 og 2022. Det er spesifisert at basisopplegget skal inneholde 1) en kartlegging av gytegroper eller gytefisk og 2) en kartlegging av ungfisk i Tokkeåi nedenfor Helvetesfossen med «genetiske analyser som viser andel storørretunger», og det er videre åpnet for en opsjon på tilråding av eventuelle avbøtende tiltak som er hjemlet i konsesjonsvilkårene for fisk.

I dette tilbudet svarer vi på punkt 1 (kartlegging av gytegroper) og 2 (kartlegging av ungfisk). Vi har lagt inn en tilråding om effekter av habitatforbedrende tiltak i grunnprogrammet etter Fylkesmannens og oppdragsgivers ønske. Til slutt gir vi en opsjon på bruk av stabile isotoper i undersøkelser av opphavet til plommeseekkyngel, som en ekstra kilde til informasjon om foreldrene til yngelen.

1.2 Problemforståelse

Tokkeåi er gyteelv for storørret som bruker Bandak og Vestvanna som næringslokalitet. Den er også gyteelv for elvestasjonær ørret og mindre ørret som bruker samme næringslokalitet. Konkurransegrunnlaget søker svar på tallfesting og fordeling av voksen gytefisk eller gytegroper som er storørret gjennom gytefiskkartleggingen (oppgave 1) og tetthetsberegning av ungfisk og tallfesting av andelen storørretunger gjennom ungfiskundersøkelsene (oppgave 2). Her diskuterer vi først noen forhold som har betydning for vårt løsningsforslag.

Hovedutfordringen med å skille storørret fra annen ørret er den høye graden av fenotypisk plastisitet i veksten til ørret. Den uttrykte livshistorien til et individ er et resultat av samspillet mellom genetikk, konkurranse og ytre miljø, og kan derfor ta mange ulike former, bl.a. avhengig av foreldrenes livshistorie og av de rådende forholdene under oppveksten. I en bestand kan det derfor være flere ulike livshistorietyper tilstede, som kan skilles basert på størrelse, alder ved kjønnsmodning og habitatbruk. Den relative fordelingen av livshistorietyper er dynamisk, fordi de ulike livshistorietypene har ulik overlevelse og reprodusertiv suksess under ulike forhold (eksempelvis oppvekstforhold i elva, byttedyrtilgang etc.).

Livshistorietypen *storørret* er adfluviale (bruker innsjø som næringslokalitet), fiskespisende individer som på grunn av sin diett oppnår et vekstomslag eller en lang vedvarende vekst (Museth mfl. 2018). Livshistorietypen *elvestasjonær ørret* forblir i elva og lever av insekter og småfisk, og oppnår ikke like rask vekst. I tillegg kommer adfluviale individer som ikke oppnår den samme høye veksten i innsjøen grunnet annen diett.

Livshistoriemangfoldet opprettholdes over tid ved at alle typene har en viss reprodusertiv suksess og produserer avkom som også har reprodusertiv suksess. Forskjellene mellom livshistoriene kan øke over tid med økende grad av segregering og reprodusertiv isolasjon (for eksempel ved at preferansene for størrelsen på gytesubstrat skiller seg, og det kan oppstå skille i tidspunkt for gyting) og nedfelle seg i det genetiske uttrykket. Denne tendensen kan imidlertid motvirkes av stadig tilbakekrysning mellom individer av ulik livshistorie samt av fenotypisk plastisitet hos avkommet. Derfor vil det ofte være utydelige skillelinjer mellom livshistorietyper som gyter i samme elv; det kan være mer sannsynlig at

avkommet til foreldre med livshistorietype A selv inntar livshistorietype A enn at avkom fra foreldre med livshistorietype B gjør det, men grunnet fenotypisk plastisitet kan avkom fra de respektive livshistorietypene innta en annen livshistorie enn sine foreldre dersom de rådende forholdene tilsier det.

Dersom «storørret kun hadde gitt opphav til storørret», altså en segregering mellom delbestander av ørret basert på livshistorie, ville vi forventet en betydelig genetisk strukturering. Tidligere undersøkelser har imidlertid vist at storørret viser nær genetisk tilhørighet til annen ørret i Tokkeåi og på deltaflaten (Kraabøl mfl. 2015), noe som tyder på at det ikke er en sterk reproduktiv isolasjon. Det kan også tenkes at dette varierer over tid, avhengig av bl.a. bestandsstørrelser med ulike livshistorietyper.

1.3 Løsningsforslag

For å best mulig besvare spørsmålene i konkurransegrunnlaget legger vi opp til en mest mulig datadrevet undersøkelse. Vi foreslår at oppgave 1 (gytefiskundersøkelser) skal gjennomføres med drone og drivtelling av gytegroper, som vil resultere i et kart over med inntegnede gytegroper der de er mulig å påvise. Oppgave 2 (ungfiskundersøkelser) vil bestå av overvåking av tettheter av ungfisk på et etablert stasjonsnett, genetiske analyser og en opsjon på stabile isotoper. Oppgave 3 vil bestå av vurdering av habitatforbedrende tiltak (harving).

Løsningsforslaget vårt vil undersøke genetisk strukturering blant ungfisk langs hele den aktuelle elvestrekningen, inkludert sidevassdraget Daleåi. Vi vil genotype avkom fra både storørret og annen ørret ved å ta utgangspunkt i plommeseekyngel fra gytegroper med kjente foreldre (dvs. enten storørret eller annen ørret). Dersom vi finner en genetisk struktur som kan skille avkom fra storørret og annen ørret vil dette danne et sammenligningsgrunnlag for det representative utvalget av ungfisk samlet inn fra elfiskestasjoner som er etablert uten hensyn til gytegroppfordelingen. Vi vil da kunne beregne andelen avkom av storørret. Etter vår mening er dette den mest vitenskapelig forsvarlige tilnæringsmåten til spørsmålet om genetisk strukturering og bidrag til ungfiskproduksjonen i Tokkeåi.

1.3.1 Studiedesign

For å kartlegge gytegroper vil vi benytte drone over hele Tokkeåi nedenfor Helvetesfossen, Tokkeåi ovenfor Helvetesfossen opp til stasjon 9, og Daleåi opp til stasjon B (figur 1), samt supplere med dykking på områder som ikke dekkes godt av drone (stryk og dype partier). Ungfiskundersøkelsene vil foregå på de etablerte stasjonene fordelt langs elvestrekningen (Saltveit mfl. 2019; figur 1). For å fange opp eventuelle genetiske forskjeller knyttet til Helvetesfossen, vil vi inkludere en stasjon på oversiden av Helvetesfossen (st. 9). Feltarbeidet vil foregå fra høsten 2020 til høsten 2022. Gytegroppundersøkelsene i 2020 vil danne et grunnlag for videre undersøkelser av genetikk (del 2) og stabile isotoper (opsjon).



Figur 1. Kart over Tokkeåi med lokalitetene for ungfiskundersøkelsene. Basert på Saltveit mfl. (2019), med stasjon 9 som tillegg for å inkludere undersøkelser på oversiden av Helvetesfossen.

1.3.2 Oppgave 1: Gytefiskundersøkelser

Det er vanskelig å oppnå en fullstendig telling av antall gytefisk i vassdrag som ikke har noen fangst-innretning. I stedet kommer vi til å kartlegge gytegroper, som gir en god indikasjon på variasjoner over tid i antall gytefisk i elva (Heggenes mfl., 2020). Det er kjent at ørret både kan gyte i flere groper og grave «falske» prøvegroper, og det er derfor ikke nødvendigvis en 1:1 sammenheng mellom antall groper og antall par. Dette er imidlertid en tilfredsstillende metode for overvåking av bestandsutviklingen da en kan følge utviklingen i antall groper over tid.

For gytegrupundersøkelsene vil vi fly drone over hele Tokkeåi nedenfor Helvetesfossen, Tokkeåi ovenfor Helvetesfossen opp til stasjon 9, og Daleåi opp til stasjon B (figur 1). Med spesielt tilpassede linser og høyoppløselig kamera har dronefilming vist seg å være en velegnet metode for habitatkartlegging og registrering av gytegroper og gytefisk på grunnere elvestrekninger med lite overflate turbulens og klart vann (Myrvold & Dervo, 2019, 2020; Heggenes mfl. 2020). Fordelen med denne typen innsamling av data er at den er ikke-invasiv og at den gir et etterprøvbart materiale som er verdifullt for sammenligning over tid.

Vi legger opp til to runder med dronefilming – den første under hovedgytingen i slutten av oktober og den andre mot slutten av gytingen i midten av november. Slik dekkes hele perioden, dersom det skulle være variasjon i tidspunkt mellom områder (eks. øvre og nedre del) eller livshistorier (eks. storørret og øvrig ørret).

Under den andre runden med filming vil vi også foreta drivtelling med dykkere for å ha et sammenligningsgrunnlag med dronefilmen etter metoder beskrevet i Heggenes mfl. (2020). Direkte observasjon ved dykking vil fange opp gytegroper på dypere og mer turbulent vann. Dette vil også være nyttig for å kalibrere tellinger av enkeltfisk og gytegroper ved de to metodene.

1.3.3 Oppgave 2: Ungfiskundersøkelser

El-fiske for tetthetsberegning

På hver stasjon for ungfiskundersøkelser (figur 1) vil vi gjennomføre håndholdt elektrisk fiske etter prinsipper forklart i Bohlin mfl. (1989), Forseth & Forsgren (2009), og i samsvar med internasjonal standard NS-ISO-14011 og norsk standard NS-9455. Vi kommer til å benytte utfangstmetoden, der vi avfisker det samme arealet tre ganger og fjerner fisk fra elva etter hver omgang. Vi kan da bruke nedgangen i fangst mellom omganger til å beregne antall fisk som sannsynligvis er tilstede i stasjonsarealet (Zippin 1956, Carle & Strub 1978, Bohlin mfl. 1989). I beregningene av tetthet, oppgitt som antall fisk per 100m², blir det skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk basert på lengdefrekvensfordelingen. Strømstyrke blir stilt inn etter rådende forhold på undersøkelsesdagen (ledningsevne og temperatur). El-fisket vil bli gjennomført av personell som anla stasjonene og som dermed er godt kjent.

Innsamling av yngel og ungfisk

Vi kommer til å samle inn yngel og ungfisk til analyser av genetikk (og mikrokjemi; opsjon 1) på to forskjellige måter.

- a) I forbindelse med undersøkelser av tetthet på høsten vil vi på hver elfiskestasjon ta genetikkprøver fra årsunger og ungfisk. I tillegg vil vi samle inn hel ungfisk for aldersbestemmelse da det kan være nødvendig å bruke otolittene. Innsamlingen kommer å gjøres like utenfor hver stasjon for ikke å endre tetthetene unaturlig. Denne innsamlingen vil gi et mest mulig *representativt* datamateriale for elva slik at vi kan si noe om fordelingen av avkom fra de respektive livshistorietypene.
- b) I tilknytning til gytegrøpene identifisert under gytefiskregistreringene på høsten vil vi samle inn plommeseekkyngel i perioden like før oppsvømming fra grusen. Vi vil fokusere denne innsamlingen ved groper med positiv identifikasjon av livshistorietypen til gyteparet, og vil bli gjort på en geografisk stratifisert måte. Det vil si at vi søker å finne gytegroper av både storørret og mindre ørret i hvert avsnitt av elva, slik at eventuell genetisk strukturering mellom livshistorietypene ikke drives av geografisk avstand. Dette materialet vil danne grunnlaget for å vurdere forskjellene i allelfrekvenser mellom livshistorietypene, og vil informere undersøkelsene under punkt a). Innsamlingen vil foregå fra båt i april før oppsvømming fra elvegrusen. Da er det lav vannføring / minstevannføring og forholdene bør være gode. Vi vil bruke en langskaftet bunndyrhåv som settes nedstrøms gytegropa, og bruke en langskaftet rive til å lette på grusen slik at yngelen driver ned i håven.

Ved å kombinere et målrettet utvalg fra gytegrøpene (b) med et representativt utvalg fra hele elva (a) vil vi kunne vurdere om det finnes et genetisk skille mellom storørret og annen ørret, og kvantifisere bidraget fra hver livshistorietype til ungfiskproduksjonen i Tokkeåi. Metodikken for genetiske analyser forklares nedenfor.

Genetikkanalyser

Samplingdesign

Innlandsørret forekommer i flere genetisk adskilte populasjoner (Hindar mfl. 1991, Hindar 1992). Noen av disse blir store ved at de har regulær forekomst av fiskepisende individer (Museth mfl. 2018). I forvaltning av storørret, og som etterspurt i anbudet, er det viktig å kunne identifisere populasjonene som gir opphav til storørret. Den tradisjonelle måten for å undersøke populasjonsstrukturen til en art er å undersøke genetiske forskjeller i stikkprøver fra ulike geografiske områder der fisken gyter. Dette ble gjort av Kraabøl mfl. (2015) for å avdekke hvilke gytepopulasjoner som gav opphav til storørret i

Tokkeåi og Bandakdeltaet. En viktig forutsetning for denne tilnærmingen er at man lykkes med å samle inn representative prøver fra de mulige gytepopulasjonene og at disse er geografisk definert og ikke overlappende. En annen viktig forutsetning er at prøvene av storørret potensielt representerer alle de ulike potensielt tilhørende populasjonene og ikke er et skjevt utvalg på grunn av hvor de er innsamlet. Disse forutsetningene ble også påpekt og diskutert av Kraabøl mfl. (2015).

I dette prosjektet foreslår vi en mer målrettet prøvetaking for å besvare spørsmålet i anbudet: «*Kartlegging av ungfisk i Tokkeåi nedenfor Helvetesfossen, inkludert genetiske analyser som viser andel storørretunger i 2020, 2021 og 2022*». Ved å analysere plommeseekkyngel fra gytegroper fra storørret og fra annen ørret får vi mulighet å gjøre en rettet genetisk sammenlikning uavhengig av en *a priori* definisjon av mulige gytepopulasjoner i tid og rom. Dersom storørreten som gyter i Tokkeåi representerer en egen bestand som er genetisk forskjellig fra annen ørret som også gyter i Tokkeåi vil denne prøvetakingen kunne avdekke dette, og da også kunne brukes til å tilordne representative prøver av ungfisk til storørret og annen ørret. En viktig forutsetning for at denne tilnærmingen skal kunne gi et informert svar er at et tilstrekkelig antall gytegroper blir analysert og at prøvetakingen skjer over hele strekningen slik at plommeseekkyngelen representerer gytebestanden uten å være påvirket av at kun et fåtall familier er representert. Vi vil derfor foreslå at det samles inn relativt få plommeseekkyngel per gytegrep, men fra så mange ulike gytegroper som mulig, og at det innen samme geografiske område samles inn plommeseekkyngel fra både storørret og annen ørret. I all hovedsak vil vi etterstrebe et så presist estimat av genfrekvensen (allelfrekvens) for de ulike gruppene, og ut fra observerte data og simuleringer bør stikkprøven være minst 30 fra gytebestanden (Karlsson & Larsen 2013). Om vi tar utgangspunkt i at det er ett foreldrepar i hver gytegrep bør man derfor undersøke minst 15 gytegroper fra storørret og 15 fra annen ørret, og vi foreslår å ta 10 plommeseekkyngel fra hver gytegrep.

Valg av genetiske markører

Det er tidligere brukt mikrosatelitt-markører for å studere genetisk variasjon og struktur i Tokkeåi (Kraabøl mfl. 2015). I dette prosjektet foreslår vi å benytte SNP-markører. SNP-markører er mer effektive og enklere å analysere, og er enklere å kalibrere mellom ulike analyseplattformer. I tillegg bør det nevnes at NINA har utviklet et assay for å analysere 96 SNP-markører på en Fluidigm SNP-plattform og har per i dag analysert et stort antall sjøørretbestander i forbindelse med et prosjekt for å kartlegge strukturen til sjøørret nasjonalt, samt et antall ferskvannsstasjonære ørretbestander (blant annet Isteren, Storsjøen, Femund, Mistra, Undsetåa og ti bestander ovenfor vandringshinder i anadrome vassdrag). Ved å benytte de samme SNP-markørene som i den store eksisterende databasen legges det til rette for synergieffekter med andre prosjekter.

DNA isolasjon og genotyping

Finneklipp av ungfisk eller hel plommeseekkyngel legges i eppendorfrør med 96% etanol. DNA vil bli isolert ved hjelp av Dneasy Tissue kit fra Qiagen. Genetisk variasjon vil bli analysert for 96 SNP-markører med SNP-genotypingsplattformen (EP1™ 96.96 Dynamic array IFCs genotyping platform, Fluidigm) i NINAs genetikklaboratorium i Trondheim.

Statistiske analyser

Samplingdesignet og analysene som er foreslått her vil kunne gi spesifikt svar om det er noen genetiske forskjeller av betydning mellom storørret og annen ørret i Tokkeåi. Avhengig av om det er noen genetisk forskjell mellom plommeseekkyngel fra gytegroper fra storørret og annen ørret vil vi kunne genetisk gruppere et representativt sample av ungfisk fra elven til å tilhøre storørret og annen ørret, og dermed kunne gi et spesifikt svar på andelen storørretunger i Tokkeåi. Til dette vil vi benytte den genetiske profilen til plommeseekkyngel fra gytegroper som referanse.

Eventuelle genetiske forskjeller mellom plommeseekkyngel innsamlet fra gytegroper etter storørret og etter annen ørret vil bli undersøkt med standard mål og tester for genetisk variasjon (F_{ST} mellom grupper og heterozygositet innen grupper). I den statistiske behandlingen av materialet fra gytegroper vil vi foreta grupperinger både med informasjon om tilhørighet (dvs. en *a priori* gruppering basert på type gytegrope) og uten informasjon om tilhørighet til gytegrope. Grunnen er at en *a priori* gruppering til storørret og vanlig ørret ikke nødvendigvis er riktig, og vi vil derfor også gruppere individene kun ut fra de genetiske dataene med hjelp av programmet STRUCTURE (Pritchard mfl. 2000).

I tillegg vil vi også undersøke slektskap mellom individer for å kunne identifisere antall foreldre som har gitt opphav til de undersøkte plommeseekkynglene fra de ulike gytegroper. Slektskapsestimater vil gjøres i programmet COANCESTRY 1.0.1.8 (Wang 2011) og identifisering av hel- og halvsøsken i programmet COLONY 2.0.2.3 (Jones & Wang 2010). Dette vil kunne gi verdifull kunnskap om parringssystemet i Tokkeåi, som kan ha stor effekt på effektiv bestandsstørrelse i forhold til census bestandsstørrelse.

De genetiske dataene av ungfisk vil også bli brukt til å estimere effektivt antall gytefisk av storørret, vanlig ørret, eller begge deler. Effektivt antall gytefisk vil bli estimert ut fra identifisering av hel- og halvsøsken i henhold til Sibship-metoden (Wang 2010) som er implementert i COLONY 2.0.2.3 (Jones & Wang 2010). Estimatet av effektivt antall gytefisk forutsetter et representativt utvalg av avkom etter én gyteårsklasse. Denne representativiteten vil sannsynligvis bli bedre med eldre ungfisk enn med årssunger, fordi årssunger forventes være mere geografisk fordelte i familiegrupper (og det kan derfor være vanskelig å få et representativt utvalg), mens eldre ungfisk er mer spredd i elven fra deres fødeområde. Eldre ungfisk har imidlertid en mer overlappende lengdefordeling (Saltveit mfl. 2019) og må derfor aldersbestemmes. For å undersøke effekten på estimatet av effektivt antall gytefisk basert på 0+ og eldre ungfisk foreslår vi at det første året (2020) samles inn og analyseres både årssunger og eldre ungfisk som aldersbestemmes og basert på resultater fra disse analysene bestemme neste års innsamling av ungfisk for genetiske analyser. Vi foreslår at det samles inn 10 ungfisk fra de 10 elfiskestasjonene fra hver av de to aldergruppene (årssunger og eldre unger) det første året og fra én aldersgruppe det påfølgende året.

1.3.4 Oppgave 3: Vurdering av habitatforbedrende tiltak

Det ble uttrykt ønske fra Statkrafts side om å utarbeide et opplegg for å vurdere effekten av harving som habitatforbedrende tiltak. Harving ble gjort flere steder i Tokkeåi i 2016, samtidig som det ble foretatt justeringer av enkelte terskler. UNI-Miljø (2018) har vist at skjultilgangen har økt der harving er foretatt. I 2018 ble det foretatt ytterligere åpning og justering av enkelte terskler, samtidig som det ble lagt ut betydelige mengder substrat. Enkelte tiltak ble gjort svært nær eller muligens delvis overlappende med det eksisterende stasjonsnettet for beregning av ungfisk. Det er derfor gjort tre fysiske tiltak etter 2016, ¹⁾ justering av terskler, ²⁾ utlegging av substrat og ³⁾ harving av opprinnelig substrat. Tiltakene kan ha gitt endringer i tetthet av fisk på det etablerte stasjonsnettet, enten fordi de ligger svært nær habitatjusterte områder, eller delvis overlapper med stasjonene. Det er metodisk utfordrende å skille harving fra andre habitattiltak, og stasjoner som ligger tett opp til, eller delvis overlappende med habitatendrete områder, kan heller ikke angis som upåvirka stasjoner. Økt fisketetthet på en stasjon kan være et resultat av forflytning pga habitatpreferanse, og er ikke nødvendigvis et uttrykk for at tettheten av ungfisk har økt totalt sett i Tokkeåi. I tillegg kan fisketetthetene endres som følge av utlegging av substrat, noe som vil være vanskelig å skille fra tiltaket harving.

Som en første tilnærming vil vi anbefale en gjennomgang av beregnet fisketetthet på de stasjonene der det allerede er gjennomført tetthetsberegninger over flere år, spesielt på st. 3, 4, 5, 6 og 7, før og etter 2016 og 2018. Med unntak av st. 5 og 6, er dette stasjoner som ligger tett opp til områder der det er foretatt tiltak. I tillegg legges det inn to nye stasjoner i 2020 på områder som er harvet og som ligger nær opprinnelige stasjoner. På nåværende tidspunkt anbefaler vi:

- undersøkelser på to stasjoner som er harvet. Disse kommer i tillegg til de 10 stasjonene for ungfiskundersøkelsene.
- Klassifisering av tidligere elfiskedata fra det etablerte stasjonsnettet med hensyn til romlig plassering i forhold til tiltakene (oppstrøms, nedstrøms) og tid etter tiltakene.

Klassifiseringen må baseres på informasjon/befaring med Statkraft. Analyser bør inkludere resultater fra elektrofiske i 2020 og rapporteres i 2021.

1.4 Opsjoner

Vi gir i tillegg til grunnprogrammet én opsjon.

Opsjon: Stabile isotoper basert på ulik diett

Stabile isotoper kan brukes til å avdekke diett og trofisk posisjon (Post 2002). Ulike stabile isotoper av samme grunnstoff forekommer i ulike konsentrasjoner i næringskjeden. En fisk som har en diett som primært består av byttedyr på et visst nivå vil kunne vise forhøyede verdier av den stabile isotopen som er mest rådende på dette nivået. For eksempel, en mye brukt metode er å undersøke forholdet mellom nitrogen-isotopene ^{14}N og ^{15}N hos fisk i innsjøer for å avdekke om de hovedsakelig er fiske-spisende (forhøyet verdi av ^{15}N) eller insektspisende (lavere verdi av ^{15}N) relativt til konsentrasjonen i byttedyrene. Slik kan vi bestemme trofisk posisjon og undersøke forskjeller mellom individer for eksempel av forskjellig størrelse.

Noe av dette isotopsignalet vil kunne avsettes i eggene fordi eggene produseres av de ressursene mora innehar (Garcia mfl., 2017). Isotopsignalet vil vedvare fram til plommesekken er brukt opp og yngelen starter eksogent inntak av mat. Deretter vil isotopforholdet gradvis innstille seg mot en insektbasert diett, da dette er hoveddietten til all ungfisk på elv.

Vi ønsker her å undersøke om det finnes en forskjell mellom avkom av primært fiskepisende storørret og altetende annen ørret med hensyn til konsentrasjonen av ^{15}N . Hypotesen er at storørret, fordi de er fiskepisende, har en forhøyet konsentrasjon av den tunge ^{15}N -isotopen som forblir synlig i avkommet.

Vi ønsker å gjøre undersøkelsene av den samme yngelen som også blir undersøkt genetisk, både på den målrettede (fra gytegroper) og den representative innsamlingen (fra elfiskestasjonene). Dette vil komplementere den genetiske analysen og hjelpe til å tallfeste andelen avkom produsert av de ulike livshistorietypene.

2 Ressurser og kapasitet

2.1 Kompetanse og nøkkelpersonell

Vi har satt sammen en prosjektgruppe fra landets ledende fagmiljøer med ekspertise i de relevante disiplinene innenfor fiskeøkologi og -forvaltning. Norsk institutt for naturforskning (NINA) er prosjektleder, med Naturhistorisk Museum og Universitetet i Sørøst-Norge som underleverandører. Prosjektgruppen har kapasitet til å gjennomføre arbeidet. Ved sykdom e.l. vil tilbudt personell bli erstattet av annet personell med tilsvarende kompetanse.

Knut Marius Myrvold (NINA Lillehammer) er prosjektleder. Han har 12 års erfaring med fiskebiologiske undersøkelser i elver gjennom masteroppgave (2005-2006), doktorgradsavhandling (2009-2014), postdoktorarbeid (2014-2017) og prosjektarbeid i NINA (2017-dd.). Under doktorgradsarbeidet og postdoktorstillingen jobbet han med integrert vannressursforvaltning, der problemstillingen var å evaluere effektene av endret vannføring på en truet bestand av steelhead. Han har jobbet med kartlegging av funksjonsområder for storørret og utvikling av metodikk for overvåking med droner.

Sten Karlsson (NINA Trondheim) er seniorforsker og avdelingsleder ved NINAs genetikklaboratorium. Stens forskningsområde er populasjonsgenetikk med bruk av molekylærgenetiske metoder for å estimere slektskap på ulike nivåer. Sten har i de siste 10 årene fokusert mye av sin forskning på å kvantifisere genetisk innkrysning av rømt oppdrettslaks med villaks og effekter av innkrysning på villaksbestander, genetiske effekter av kultivering av villaksbestander. Sten har også vært involvert i mange møter og prosjekter som angår forvaltning av storørret.

Annette Taugbøl (NINA Lillehammer) er forsker på NINA Lillehammer og har siden hun ble ansatt hatt avdelingsansvar for videreutvikling av miljø-DNA som verktøy i forbindelse med kartlegging og overvåking av blant annet amfibier. Annette jobber også med populasjonsgenetikk og har erfaring med analyser av mikrosatellitter og SNPer på blant annet brunørret.

Åge Brabrand er fiskeribiolog utdannet ved UiO og gitt professorkompetanse fra 1. mai 1998. Han har vært ansatt ved Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) ved Naturhistorisk museum, UiO, siden 1978. Hans spesialfelt er vassdragsreguleringer, komplekse fiskesamfunn med vekt på dominans, habitatbruk og respons på menneskelige inngrep. Han har vært med på å utvikle metode for bestandsberegninger av fisk i innsjøer og reguleringsmagasin ved hjelp av ekkolodd. Han har deltatt i flere forskningsrådsfinansierte prosjekter innenfor vassdragsreguleringer, flom (HYDRA) og naturlig rekruttering hos ørret i reguleringsmagasiner. Han har publisert en rekke artikler i internasjonale fagtidsskrift.

Jan Heggnes (Universitetet i Sørøst-Norge) er fiskeribiolog utdannet ved NMBU (1980), dr. philos. fra Universitetet i Oslo (1990), og har vært professor siden 1994 (NMBU, HiT/USN, University of British Columbia). Jan har vært ansatt ved Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) siden 1981, i senere år i bistilling, ved NMBU, HiT/USN, samt i flere perioder i andre stillinger i privat og offentlig sektor. Han har jobbet mye med habitat, genetikk, vassdragsreguleringer, andre menneskelige inngrep og restaureringstiltak, de fleste med fokus på laksefisk. Jan har deltatt i mange forskningsprosjekter særlig innenfor vassdragsreguleringer og publisert en rekke artikler i internasjonale fagtidsskrift.

3 Kostnad

4 Forbehold og avvik

Løsningsforslaget er avhengig av at feltarbeidet lar seg gjennomføre. Dette er premisset for alle feltundersøkelser i elver, og forholdene i Tokkeåi vil ikke være unntatt denne risikoen. Vassdragsfysisk er det særlig flom, vedvarende høy vannføring og vannets siktbarhet som kan gjøre både ungfiskundersøkelser og gytegropperegistreringer utfordrende. Vi er også avhengig av at årsunger og eldre rekrutter finnes i et rimelig antall på eller i nærheten av stasjonene og at gytegroper av storørret og annen ørret finnes i rimelig antall på de valgte elveavsnittene.

Prosjektgruppa har lang erfaring med arbeid under krevende forhold og vil gjøre sitt ytterste for å gjennomføre arbeidet på normert tid. Sikkerhet til feltpersonell, faglig forsvarlig kvalitet på data og hensyn til ytre miljø og ferskvannsorganismer er vår prioritet, og er retningsgivende for hvordan vi kan gjennomføre arbeidet.

Dersom prosjektet krever møte- og administrasjonsvirksomhet utover det budsjetterte vil dette bli tatt separat opp med oppdragsgiver.

Prosjektet skal gå over tre høstsesonger. Dersom ungfiskundersøkelsene og innsamling av prøver til genetiske prøver ikke lar seg gjennomføre ett år av ovennevnte årsaker vil de i stedet bli gjennomført neste år.

5 Ytre miljø

Konsortiet bak dette tilbudet har lang erfaring med å gjennomføre den type feltarbeid som er aktuelt i dette prosjektet og kjenner de lokale forholdene godt gjennom flere års undersøkelser. Ved gjennomføring av dette prosjektet vil NINAs retningslinjer for ivaretagelse av ytre miljø og de spesifikke kravene fra Statkraft være styrende.

NINA er ISO 9001 sertifisert og en beskrivelse av kvalitetssystemet, HMS systemet (inkl. egenerklæring om helse, miljø og sikkerhet) og miljøstyring i NINA er vedlagt tilbudet). NINAs miljøpolicy er forankret i organisasjonens strategiske mål. I NINAs måldokument for 2016-2020 står følgende mål: «NINAs organisasjon og arbeidsform skal være dynamisk, effektiv og miljøvennlig».

NINA er bevisst sitt ansvar for å bidra til å minimere økt press på miljøet ved prosjektgjennomføring. Planlegging og drift NINA følger alle aktuelle lovkrav og retningslinjer. I dette prosjektet vil dette særlig gjelde å innhente nødvendige tillatelser for gjennomføring av bl.a. strandnært elektrisk fiske og at bruk av drone gjennomføres forskriftsmessig.

NINA har dessuten dokumenterte prosesser der risikovurderinger tilknyttet prosjektgjennomføring er en viktig komponent. Aktiviteter for å unngå smittespredning og forsøpling av naturen ved forskning er beskrevet. NINA har også en egen dyrevelferdsenhet for å sikre god dyrevelferd. Dette innebærer at miljøaspekter skal inngå i enhver aktivitet som NINA er ansvarlig for. Relevante aktiviteter og prosedyrer inngår i NINAs kvalitetssystem, og avvikssystemet benyttes for å få oversikt over evt. skade på ytre miljø.

NINA har etablert et elektronisk avvikssystem der ansatte bla. kan rapportere inn evt. avvik som handler om negativ påvirkning på ytre miljø. I det samme systemet kan også forbedringsforslag registreres. NINA har etablert en vakttelefon 24/7 hvor alvorlige uønskede hendelser i felt skal meldes. Dette er primært knyttet opp til sikkerhet for feltpersonalet, men hendelser knyttet til evt. miljøskade kan også meldes her.

Ved gjennomføring av dette aktuelle prosjektet vil NINA sørge for at alle nødvendig tillatelser er i orden. I tillegg vil man i dette prosjektet påse at Statkrafts HMS krav og sikkerhetsregler skal følges, og tilbyder er kjent med at ulykker, nestenulykker og andre HMS relaterte avvik skal rapporteres til Statkrafts representant. Tilbyder vil gjennomføre Sikker Jobb Analyse (SJA) for feltarbeidet, og gjennomgå Statkrafts web-baserte sikkerhetskurs (<http://www.trainingportal.no/mintra/p/statkraftcontractor>) før oppstart av arbeidet.

6 Referanser

- Bohlin, T., S. Hamrin, T. G. Heggberget, G. Rasmussen & S. J. Saltveit. 1989. Electrofishing – Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173:9-43.
- Carle, F.L. & Strub, M.R., 1978. A new method for estimating population size from removal data. *Biometrics* 34:621–630.
- Forseth, T., & Harby, A. (red.) 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. CEDREN – Center for Environmental Design of Renewable Energy. – NINA Temahefte 52, 90 sider.
- Forseth, T. & Forsgren, E. (2009). Elfiskemetodikk. Gamle problemer og nye utfordringer. NINA Rapport 488. Norsk institutt for naturforskning.
- Garcia, A. mfl. 2017. Differentiated stable isotopes signatures between pre- and post-flexion larvae of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) and of its associated tuna species of the Balearic Sea (NW Mediterranean). *Deep-Sea Research Part II* 140:18-24.
- Heggenes, J. Schartum, E., Rolset, K. & Brattestå, K. 2020. Gytegrepregistreringer i Tokkeåi høsten 2019. Universitetet i Sørøst-Norge.
- Hindar, K. 1992, Genetisk diversitet hos storørret (*Salmo trutta* L.). I Taugbøl, T., Skurdal, J. & Nyberg, P. Nordisk seminar om forvaltning av storørret. DN-rapport 1992-4: 24-31.
- Hindar, K., Jonsson, B., Ryman, N. & Ståhl G. 1991. Genetic relationships among landlocked, resident, and anadromous brown trout, *Salmo trutta* L. *Heredity* 66: 83-91.
- Jones, O.R. & Wang, J. 2010. COLONY: a program for parentage and sibship inference from multilocus genotype data. *Molecular Ecology Resources* 10: 551-555.
- Karlsson, S. & Larsen, B.M. (red.) 2013. Genetiske analyser av elvemusling *Margaritifera margaritifera* (L.) – et nødvendig verktøy for riktig forvaltning av arten - NINA Rapport 926. 41 s.
- Kraabøl, M., Brabrand, Å., Bremnes, T., Heggenes, J., Johnsen, S. I, Pavels, H., Saltveit, S. J. 2015. Ferskvannsbio-logiske undersøkelser i Tokkeåi. Sluttrapport for perioden 2010-2013 - NINA Rapport 1050. 99 sider + vedlegg.
- Museth, J., Dervo, B., Brabrand, Å., Heggenes, J., Karlsson, S. & Kraabøl, M. 2018. Storørret i Norge – definisjon, status, påvirkningsfaktorer og kunnskapsbehov. NINA Rapport 1498. Norsk institutt for naturforskning.
- Myrvold, K.M. & Dervo, B.K. 2019. NiN-kartlegging av funksjonsområder for storørret med fokus på gytesubstrat. NINA Rapport 1682. Norsk institutt for naturforskning
- Myrvold KM, & Dervo B.K. 2020. Flight elevation and water clarity affect the utility of unmanned aerial vehicles in mapping stream substratum. *Fisheries Management and Ecology* 27:167–169.
- Post, D.M. 2002. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology* 83:703-718.
- Pritchard, J. K., Stephens, M., and Donnelly, P. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 155: 945–959.
- Saltveit, S.J. Brabrand, Å., Bremnes, T. og Pavels, H. 2019. Overvåkning av fiskebestandene i Tokkeåi, Telemark. Resultater fra undersøkelsen i 2019 med vurdering av tidligere år. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, rapport nr. 85, 17 s.
- Wang, J. 2011. Coancestry: a program for simulating, estimating and analysing relatedness and inbreeding coefficients. *Molecular Ecology Resources* 11: 141-145.
- Wang, J.L. 2009. A new method for estimating effective population sizes from a single sample of multilocus genotypes. *Molecular Ecology* 18: 2148-2164.

Zippin, C. (1956). "An evaluation of the removal method of estimating animal populations." *Biometrics* 12: 163-189.