



Bestandsgjenoppbygging av og bærekraftig fiske på laks i Tana

Rapport fra overvåknings- og forskningsgruppen for Tana

1/2022

Bestandsgjenoppbygging av og bærekraftig fiske på laks i Tana

Rapport fra overvåknings- og forskningsgruppen for Tana

RAPPORTEN SITERES SOM:

Anon. 2022. Bestandsgjenoppbygging av og bærekraftig fiske på laks i Tana. Rapport fra overvåknings- og forskningsgruppen for Tana nr 1/2022.

Tromsø/Trondheim/Oulu, november 2022

ISSN: 2535-4701

ISBN: 978-82-93716-11-2

RETTIGHETSHAVER

© Overvåknings- og forskningsgruppen for Tana

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

FOR- OG BAKSIDEBILDE

© Panu Orell

NØKKEORD

exploitable surplus, exploitation, fisheries management, management target, monitoring, overexploitation, pre-fishery abundance, Salmo salar, spawning target, status assessment, status evaluation, stock recovery, stock status

Rapporten publiseres også som:

På engelsk: ISSN 2535-4701, ISBN 978-82-93716-10-5

Kontakt:

Rapport fra overvåknings- og forskningsgruppen for Tana

Morten Falkegård, NINA, morten.falkegard@nina.no

Jaakko Erkinaro, Luke, jaakko.erkinaro@luke.fi

Oppsummering

Anon. 2022. Bestandsgjenoppbygging av og bærekraftig fiske på laks i Tana. Rapport fra overvåknings- og forskningsgruppen for Tana nr 1/2022.

Siden begynnelsen av 2000-tallet har hele laksebestandskomplekset i Tanavassdraget hatt en negativ utvikling som nylig kulminerte i en situasjon hvor laksefisket var fullstendig stengt i 2021 og 2022 på grunn av manglende fiskbart overskudd. Denne negative utviklingen står i kontrast til mange nabovassdrag i Finnmark som i samme tidsrom har hatt motsatt trend, hvor de, etter en prekær bestandssituasjon på 1990-tallet, har bygget seg opp til at de nå det siste tiåret har kunnet kombinere høye fangster samtidig som de har nådd sine respektive forvaltningsmål.

Det ble forsøkt å starte en gjenoppbygging av laksebestandene i Tana med den nye avtalen i 2017. Denne avtalen lyktes med å redusere den totale beskatningen av laks, men parallelt med den nye avtalen kom også en lengre periode med dårlig sjøoverlevelse fra 2019 og utover. Resultater fra videoovervåkingen i Utsjoki indikerer at returraten for smålaks (1SW laks) i 2019-2021 var 18-40 % av gjennomsnittet fra årene før. Reduksjonen i fisketrykk fra 2017-avtalen var derfor ikke tilstrekkelig stor til å gi økte gytebestander. Stengningen av fiske i 2021 ga en klar effekt på gytebestandsstørrelsene over hele Tanavassdraget, en økning som også forventes å bli funnet i 2022.

Samtlige vurderte laksebestander i Tana er nå funnet å være på et nivå som indikerer behov for en bestandsgjenoppbygging. Flere sentrale element må være på plass for å få en vellykket gjenoppbygging. For det første må det etableres et entydig sett med kriterier for forholdet mellom beskatning og statusvurdering. Det bør etableres en grenseverdi for når formell gjenoppbygging må igangsettes, for eksempel når bestandsstatus går fra gul til oransje kategori. En slik negativ utvikling må følges av redusert beskatning for å motvirke det som i praksis er en alvorlig utarmet laksestatus. De fire største laksebestandene i Tanavassdraget (hovedelva, Anárjohka, Kárásjohka, lešjohka) er imidlertid nå i en enda mer prekær situasjon etter å ha falt fra oransje til rød statuskategori. Rød kategori er forbeholdt en situasjon der en bestand har vært uten utnyttbart overskudd i minst to av de siste fire årene. Dette er en kritisk situasjon og intet fiske bør da tillates.

Den negative bestandsutviklingen i Tana skyldes at for mange gytefisk har blitt fisket bort over for lang tid. Presset fra en kronisk høy akkumulert beskatning har konsekvent, år etter år, presset laksebestandene i retning en situasjon med lav fisketetthet. De siste årene har fiskeribiologer generelt blitt stadig mer oppmerksomme på farene ved å presse fiskebestandene ned til svært lave tettheter ettersom bestandene da i økende grad blir mer sårbare for naturlige dødelighetsfaktorer. Dette fenomenet kalles Allee-effekter eller depensasjon. Med Allee-effekter vil vekstraten til en bestand av fisk avta ved lave bestandstettheter, i enkelte tilfeller avta til det punktet at bestandsveksten blir negativ (noe som betyr at flere individer dør enn det som erstattes av rekruttering, noe som effektivt fører til en bestandskollaps). På grunn av Allee-effekter kan det være vanskelig å få en gjenoppbyggingsprosess til å starte effektivt, og for å motvirke eksistensen av Allee-effekter, bør en tilstrebe å redusere beskatningen så mye som mulig i løpet av den første generasjonen av en gjenoppbyggingsprosess.

For å bidra til å finne en robust gjenoppbyggingssprosess og etablere kriterier for gjenåpning av laksefisket etter to år uten fiske, fikk overvåknings- og forskningsgruppen for Tana (OFG) i oppdrag å svare på en rekke spørsmål som oppsummeres nedenfor.

Det første spørsmålet gjaldt kriterier for sikker gjenåpning av laksefisket i vassdraget, herunder hvor stort det utnyttbare overskuddet burde være. Det viktigste her er at laksebestander plassert i rød statuskategori befinner seg i en kritisk situasjon og ikke bør utsettes for noen beskatning av noen grunn. Dette gjelder særlig beskatning fra et fiske på blandete bestander. En sjøoverlevelse som

returnerer til mer normale nivåer vil resultere i økt tilbakevandring av voksen laks og vil gjøre det mulig for de mest kritiske bestandene å komme tilbake til en situasjon med i det minste et visst beskattbart overskudd. Dette kan gi rom for et begrenset fiskeri, men man bør være forsiktig med å 1) bruke prognoser for å etablere en kvote som trygt kan beskattes innenfor vilkårene i gjenoppbyggingsprosessen, og 2) etablere en forskrift som åpner for streng håndheving for å unngå overutnyttelse av kvoten. Vi skisserer et konkret system for å oppnå dette i rapporten.

Det andre spørsmålet gjaldt presisjonen i overvåkingen som blir brukt til å beregne det beskattbare overskuddet, og hvilke sikkerhetsmarginer som ville være nødvendige for å motvirke usikkerhet i beregningene. Den eksisterende overvåkingen vil sannsynligvis fortsette å være et effektivt verktøy for å spore bestandsstatus og utvikling i størrelsen på innsiget av laks. Vi trenger imidlertid et sannsynlighetsrammeverk for å forbedre vår vurdering av gjenoppbyggingsprosessen gjennom sannsynlighetsprognoser for en vellykket gjenoppbygging. Disse behovene kan møtes med en Bayesiansk bestandsmodell, for eksempel basert på at bestandsmodellen for Østersjølaks blir tilpasset Tanavassdragets behov.

Det tredje spørsmålet gjaldt gjenoppbyggingstid. Her er det først viktig å være klar over at en gjenoppbygging av en laksebestand vil følge en trappeform, der bestanden øker trinnvis opp til det overordnede gjenoppbyggingsmålet. Lengden på disse trappetrinnene (hvor lang tid det tar å gå fra et nivå til det neste) er bestemt av laksebestandens generasjonslengde. Dette skyldes at effekten av en reduksjon i beskatning i år 1 ikke vil bli observert i antallet tilbakevandrende voksne laks før 7-8 år senere (7-8 år er tiden laksen trenger for å klekkes fra egg, leve som yngel, smoltifisere og deretter vokse i sjøen før den kommer tilbake på gytevandring). Dermed vil den kortest mulige gjenoppbyggingstiden da være én laksegenerasjon, og den neste mulige gjenoppbyggingstiden vil være to generasjoner (omtrent 15 år).

Det fjerde spørsmålet gjaldt ulike strategier for å kombinere gjenoppbygging med et bærekraftig fiskeri, og vi gir i rapporten en detaljert diskusjon av tre forskjellige tilnærminger til dette. Den første tilnærmingen eller strategien innebærer å bruke sonartellingene av laks i hovedelva til å justere fisket dynamisk i løpet av fiskesesongen. Tellingene kan enten brukes til å gi et gjenåpningskriterium (lukket fiske i starten, deretter en begrenset gjenåpning senere på sommeren hvis tellingen overskrider en forhåndsavtalt grenseverdi) eller et kriterium for lukking (hvis tellingen viser en svakere enn forventet oppvandring av laks). Det er vanskeligheter med begge disse alternativene. Det sistnevnte alternativet er sannsynligvis ikke et bærekraftig verktøy under gjenoppbyggingen, men kan muligens brukes som et verktøy for å øke sannsynligheten for å holde en bestand på eller rundt gytebestandsmålet etter gjennomført gjenoppbygging. Det førstnevnte alternativet kan fungere underveis i en gjenoppbygging, men med forbehold om at alternativet kanskje ikke klarer å beskytte sent-vandrende bestander som laks fra hovedelva og Anárjohka. I praksis vil telling med sonar i hovedelva fungere best som et tilleggskriterium for andre kvote-/prognosebaserte tilnærminger.

Den andre tilnærmingen gikk på muligheten for å bruke prognoser til å etablere en totalkvote for en fiskesesong. Det er en sterk sammenheng mellom antall smålaks (1SW) ett år, antall mellomlaks (2SW) året etter og antall storlaks (3SW) to år etter. Vi viser i rapporten at denne korrelasjonen kan gi en ganske nøyaktig prognose for innsiget av laks i år med normal sjøoverlevelse. Prognosene undervurderte imidlertid størrelsen på innsiget i år med høyere overlevelse enn normalt, men en slik undervurdering vil ikke ha noen negative effekter på gjenoppbyggingen. Mer alvorlig er det at prognosene overvurderte størrelsen på innsiget betydelig i år med lav sjøoverlevelse, en slik overvurdering vil medføre problemer og ytterligere kriterier bør derfor brukes for å unngå dette. Et tilleggskriterium for å kompensere kan være å bruke sonartellingene i hovedelva.

Den tredje tilnærmingen gjaldt bruk av generelle kvoter i ulike former. Vår vurdering her er at generelle og ikke-dynamiske daglige og sesongmessige kvoter neppe vil beskytte mot overbeskatning underveis i gjenoppbyggingsprosessen. Denne typen tiltak forventes å være mer formålstjenlig etter fullført gjenoppbygging for å holde bestandene på eller rundt gytebestandsmålet.

Det siste spørsmålet gjaldt mulige effekter av overlevelse, predasjon, klimaendringer og pukkellaks på gjenoppbyggingsprosessen. Samlet sett fremstår sjøoverlevelse som en nøkkelfaktor. Med dagens lave sjøoverlevelse vil en lavere enn forventet andel av laksen returnere og mulighetene for beskatning i kombinasjon med gjenoppbygging vil være sterkt begrenset. En forbedret sjøoverlevelse vil øke potensialet for gjenåpning av fisket. Predasjon vil i betydelig grad påvirke gjenoppbyggingen av laksebestandene når bestandene er nede på de mest alvorlige statuskategoriene. Forsøk på predator kontroll i denne situasjonen er imidlertid sannsynligvis vanskelig og med usikker effekt, hvorav noen effekter til og med kan være negative for laks. Predator kontroll er derfor ikke tilrådelig, og å begrense dødeligheten gjennom beskatning vil sannsynligvis være en betydelig mer effektiv tilnærming. Klimaendringene vil påvirke laksen i Tana fremover både i negativ og positiv retning. Det er fortsatt svært lite kunnskap om mulige effekter av pukkellaks. Det som imidlertid er sikkert, er at betydelige forsøk på å eliminere pukkellaksen vil ha negative effekter på laksen og utsiktene til å lykkes med å gjenoppbygge laksebestandene, noe som ytterligere vil begrense mulighetene for fiske, særlig i oddetallsår underveis i gjenoppbyggingsprosessen.

Jaakko Erkinaro, Naturressursinstituttet i Finland (Luke), Paavo Havaksen tie 3, 90570 Oulu, Finland
(jaakko.erkinaro@luke.fi)

Panu Orell, Naturressursinstituttet i Finland (Luke), Paavo Havaksen tie 3, 90570 Oulu, Finland
(panu.orell@luke.fi)

Morten Falkegård, Norsk Institutt for Naturforskning (NINA), Framsenteret, 9296 Tromsø, Norge
(morten.falkegard@nina.no)

Anders Foldvik, Norsk Institutt for Naturforskning (NINA), Postboks 5685 Torgard, 7485 Trondheim, Norge
(anders.foldvik@nina.no)

Innhold

Oppsummering	3
Innhold	6
Overvåkings- og forskningsgruppen for Tana.....	7
1 Introduksjon.....	8
2 Beskatning og bestandsgjenoppbygging	10
3 Presisjon i overvåkningen og sikkerhetsmarginer	14
4 Gjenoppbyggingstid.....	16
5 Alternative strategier for gjenoppbygging and fiske.....	21
5.1 Fisketelling i løpet av sesongen og fiske.....	21
5.2 Prognoser basert på antall oppvandrende smålaks i foregående år	21
5.3 Kvotebaserte fiskeri.....	22
5.3.1 Total tillatt fangst.....	22
5.3.2 Tilgjengelig antall fiskedager	22
5.3.3 Generelle og faste personlige kvoter, døgn og sesong	23
6 Andre faktorer av betydning	24
6.1 Sjøoverlevelse.....	24
6.2 Predasjon og predator kontroll	25
6.3 Klimaendringer og habitateffekter.....	26
6.4 Pukkellaks	27
7 Anbefalt gjenoppbyggingstilnærming som kombinerer prognoser og risiko.....	28
8 Et anbefalt overvåkings- og forskningsrammeverk for bestandsgjenoppbyggingsprosessen i Tana.....	31
9 Referanser.....	32

Overvåknings- og forskningsgruppen for Tana

Den nye overvåknings- og forskningsgruppen for Tanavassdraget (forskergruppen eller OFG) ble formelt oppnevnt i 2017 basert en samarbeidsavtale («memorandum of understanding», MoU) signert av Norge og Finland i desember 2017. Gruppens mandat er:

- 1) Levere årlige rapporter (innenfor gitte tidsfrister) om status og trender i bestandsutvikling
- 2) Evaluere bestandsforvaltningen i lys av relevante retningslinjer fra NASCO
- 3) Innlemme lokal og tradisjonell kunnskap om bestandene i evalueringene
- 4) Identifisere mangler i kunnskapsgrunnlaget og gi råd om relevant overvåkning og forskning
- 5) Gi vitenskapelige råd om spesifikke spørsmål fra forvaltningsmyndighetene

Samarbeidsavtalen er basert på avtalen mellom Norge og Finland om fiske i Tanavassdraget av 30. september 2016. Denne avtalen gir rammene for et mål- og kunnskapsbasert forvaltningsregime av laksefisket i Tana.

Ifølge samarbeidsavtalen skal overvåknings- og forskningsgruppen bestå av fire forskere, to oppnevnt av departementet for jord- og skogbruk i Finland og to av klima- og miljødepartementet i Norge. De oppnevnte medlemmene er:

- Jaakko Erkinaro (Finland, forsker ved det finske Naturressursinstituttet (Luke) i Oulu)
- Panu Orell (Finland, forsker ved Luke i Oulu)
- Morten Falkegård (Norge, forsker ved Norsk institutt for naturforskning (NINA) i Tromsø)
- Anders Foldvik (Norge, forsker ved NINA i Trondheim)

1 Introduksjon

Fiskebestander er en viktig del av verdens matsystem. I løpet av 1970- og 1980-tallet syntes de fleste fiskebestandene over hele verden å være avtagende, hovedsakelig som følge av sammenhengende overfiske (for eksempel Ludwig *mfl.* 1993). Mennesket har en lang historie med ikke-bærekraftige fiskerier. I arkeologiske utgravinger i Kongo er det funnet 90000 år gamle beinbarn, som ble brukt til fiske, sammen med rikelige rester av den viktigste fangsten, en inntil 2 m lang ferskvannsmalle som ble utryddet av fisket og dermed tvang fiskerne til å gå videre til andre fiskearter (Yellen *mfl.* 1995). Et slikt mønster av fiskerier som etterhvert utryddet fiskebestanden de opprinnelig baserte seg på for så å gå videre til andre arter, har fortsatt siden (Cushing 1988).

Mønstrene av kollapsende fiskebestander på 1980-tallet førte til en rekke tiltak for å reversere nedgangen og gjenoppbygge bestandene (Sissenwine *mfl.* 2014). En fersk analyse (Hilborn *mfl.* 2020) viser at bestander som er vitenskapelig overvåket og forvaltet i et adaptivt målbasert regime, i gjennomsnitt gjør det dobbelt så bra (når det gjelder referansepunkttoppnåelse og å unngå overutnyttelse) som bestander som er mindre godt vurdert og forvaltet. Et spesielt nært eksempel er fiskebestandene i Nordøst-Atlanteren som de siste årene har hatt et generelt mønster av økende biomasse etter implementering av en vitenskapsbasert forvaltning og tilstrekkelige reguleringstiltak som har redusert fiskedødeligheten betydelig (Zimmermann & Werner 2019).

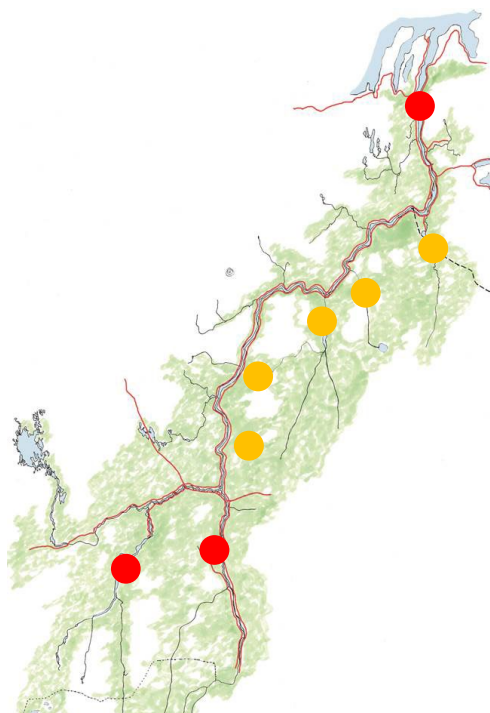
Erfaringene med vellykket forvaltning og gjenoppbygging av marine fiskebestander er direkte relevante for dagens retningslinjer for forvaltning av laksebestander, slik de er anbefalt av NASCO. Med fallende laksebestander på begge sider av Atlanterhavet, ble NASCO-partene enige om å vedta og anvende en føre-var-tilnærming til forvaltningen av laks. I føre-var-tilnærmingen bør bestandene opprettholdes på nivå over bestandsspesifikke bevaringsgrenser ved hjelp av forvaltningsmål, trusselfaktorer bør identifiseres, risikovurderinger bør innarbeides på alle nivåer, forhåndsavtalte forvaltningstiltak bør utformes i form av framgangsmåter som skal anvendes over en rekke bestandsforhold, effektiviteten av forvaltningstiltak bør vurderes og bestandsgjenoppbyggingsprogram bør implementeres for bestander som ligger under bevaringsgrensene sine.

De grunnleggende prinsippene i NASCOs føre-var-tilnærming ble til en viss grad implementert i Tana med den nye avtalen mellom Norge og Finland i 2017. Denne avtalen legger vekt på bruk av forvaltningsmål som et primært verktøy ved vurdering av bestandsstatus, og etablering av forhåndsavtalte forvaltningstiltak som kan utløses når bestandsstatus faller under en angitt grense. Med denne forvaltningsprosedyren blir lakseforvaltningen i Tana omgjort til et gjennomslutlig og forutsigbart adaptivt kunnskapsbasert regime, i tråd med de styringssystemene som har vist seg mest effektive for marine fiskebestander.

Et grunnleggende premiss for føre-var-tilnærmingen er en reversering av bevisbyrden. Tradisjonelt har restriksjoner i fiskeriene vært etablert på bakgrunn av behov identifisert fra forsknings- og overvåkingsinformasjon. Med føre-var-tilnærmingen blir denne prosedyren snudd på hodet, og et fiskeri bør bare åpnes når forsknings- og overvåkingsinformasjon viser at fiskeriet ikke vil gi uakseptable effekter på ressursen. Dette kan gjøres ved å overvåke fiskemengden, for eksempel etablere biologiske referansepunkter (gytebestandsmål) som er mengden laks som bør overleve fiskesesongen hvert år for å sikre et bærekraftig rekrutteringsnivå. Lakseforvaltningen bør da balansere utnyttelsesgraden for å sikre at bestandene holdes over referansepunktene og samtidig møte de lokale samfunnsøkonomiske behovene.

Den generelle laksebestandssituasjonen i Tana har blitt stadig mer prekær de siste to tiårene. Det beregnede totale innsiget av laks har gått ned, og den siste statusrapporten fra overvåkings- og

forskningsgruppen for Tana (OFG) (Anon. 2021a) anslo at Tana samlet sett ikke hadde noe utnyttbart overskudd av laks verken i 2020 eller 2021. Områdene øverst i vassdraget var mest negativt påvirket (Figur 1). Som følge av mangelen på et utnyttbart overskudd ble alle laksefiskerier i vassdraget stengt i 2021, og sjølaksefisket på blandete bestander som i betydelig grad fangster Tana-laks ble også sterkt begrenset. Denne prekære situasjonen har vedvart, og Tana-vassdraget ble derfor stengt for laksefiske også i 2022.



Figur 1. Kartsammendrag av bestandsstatus i årene 2018-2021 for de vurderte delene av Tana-vassdraget. Symbolfarge angir bestandsstatus de siste fire årene. Mulige farger er: **Mørkegrønn** = samlet sannsynlighet for å nå gytebestandsmål høyere enn 75 %, samlet måloppnåelse over 140 %. **Lysegrønn** = samlet sannsynlighet for å nå gytebestandsmålet høyere enn 75 %. **Gult** = samlet sannsynlighet for å nå gytebestandsmålet mellom 40 og 74 %, samlet måloppnåelse over 75 %. **Oransje** = samlet sannsynlighet for å nå gytebestandsmålet under 40 %, bestanden har hatt et utnyttbart overskudd i minst 3 av de siste 4 årene. **Rød** = bestanden hadde et utnyttbart overskudd i mindre enn 3 av de siste 4 årene. Figuren er fra siste statusrapport fra OFG (Anon. 2021a).

Den samlede nedgangen i innsig i 2020 og 2021 ble også observert i andre Finnmarkselver, noe som indikerer at nordlige laksebestander for tiden påvirkes av storskala ugunstige forhold som har påvirket sjøoverlevelsen negativt. Den lave sjøoverlevelsen gjør at færre laks kommer tilbake fra sjøen, noe som reduserer potensialet for å øke rekrutteringen gjennom tiltak for bestandsgjenoppbygging og begrenser derfor også mulighetene for å fiske underveis i gjenoppbyggingen.

Den alvorlig nedfiskede bestandssituasjonen i Tana i kombinasjon med ugunstige miljøforhold gjør at det er viktig å etablere en robust bestandsgjenoppbyggingsprosess der eventuelle fiskeridødelighetsnivåer er nøye regulert for å sikre at gjenoppbyggingen opprettholdes. For å hjelpe til med beslutningen om hvordan man kan kombinere gjenoppbygging og fiskeri, ble OFG bedt om å svare på en rekke spørsmål. Kapittel 2-6 i denne rapporten er strukturert rundt disse spørsmålene. I tillegg skisserer vi en konkret utvinningsstrategi basert på prognoser som et verktøy for å etablere et mulig omfang for laksefisket foran hver sesong i kapittel 7 og skisserer en anbefalt overvåkningsstrategi for å holde oversikt over fremdriften i gjenoppbyggingen i kapittel 8.

2 Beskatning og bestandsgjenoppbygging

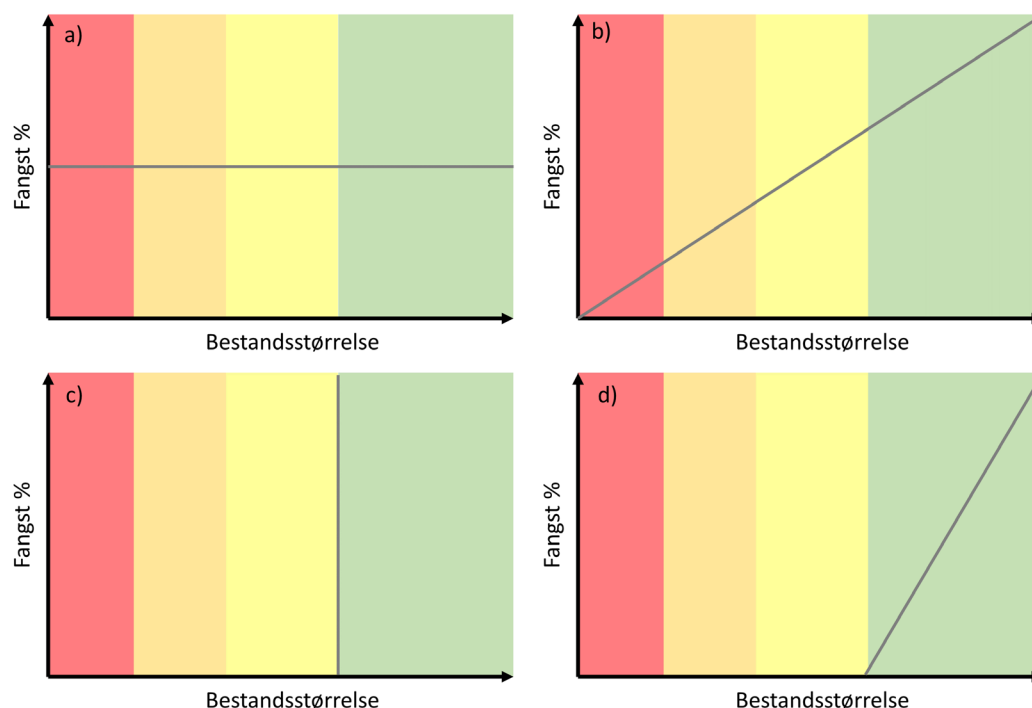
Spørsmål 1: Hvor stor bør det bærekraftige overskuddet være før det er trygt å åpne for fiske? Hvilke kriterier bør være møtt før fisket gjenåpnes?

De første spørsmålene som ble reist gjelder for det meste muligheter for fiske under en gjenoppbyggingsprosess, noe som er spesielt relevant i dagens situasjon med generelt dårlig gytebestandsmåloppnåelse i kombinasjon med dårlig sjøoverlevelse som resulterer i at det ikke er et bærekraftig overskudd tilgjengelig for laksefiskerne.

I bunn og grunn handler en gjenoppbygging av en laksebestand om å øke antall laks. For å få til dette må rekrutteringen økes og dødeligheten reduseres. En strategi for bestandsgjenoppbygging må derfor utarbeides, hvor detaljene i strategien avhenger av hvilke mål som er satt for gjenoppbyggingsprosessen. Hvis målet utelukkende er å forbedre bestandsstatus, vil den åpenbare strategien være å fjerne all dødelighet fra fiske til målet for bestandsstatus er oppfylt. I vassdrag med habitatforringelse eller andre menneskeskapte forstyrrelser (vannkraft, vannkvalitet), kan forvaltningsalternativene omfatte for eksempel habitatjusteringer for å øke overlevelsen fra egg til smolt. Dette er ikke et alternativ i Tana ettersom de menneskeskapte påvirkningene på elvehabitatet er marginale. Å fjerne all dødelighet fra fiske inntil gytebestandsmålet er nådd, vil også være den strategien som gir størst sjanse for at bestandene tar seg opp igjen og minst sjanse for at bestandene blir utryddet (Lande *mfl.* 2003).

Laksebestandene svinger tilfeldig med både miljømessige og demografiske komponenter. Høy miljømessig varians og variabilitet i individuell overlevelse og reproduksjon kan føre til at bestander med dårlig status (i forhold til bæreevne/gytebestandsmål) havner i en situasjon som kan føre til utryddelse (Lande *mfl.* 2003). Gitt de observerte endringene i sjøoverlevelse de siste årene, bør man ta på alvor den reelle muligheten for at selv et komplett fiskemotorium over flere år kanskje ikke er nok til å sikre rask gjenoppbygging i Tana.

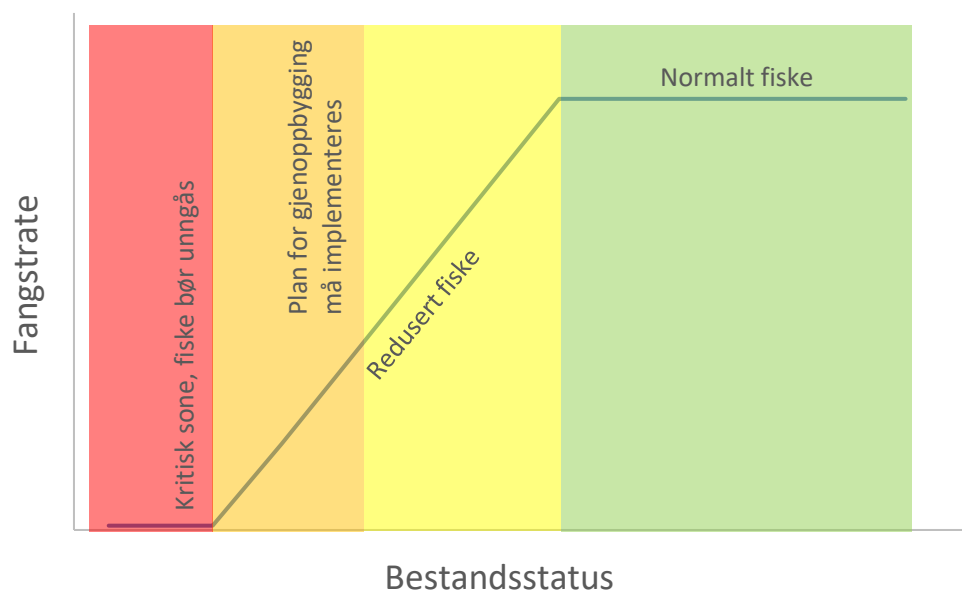
Valg av høstingsstrategi vil ha stor betydning for sannsynlig utfall av bestandenes oppbygging og langsiktige status. De ulike høstingsstrategiene vist i Figur 2 vil ha ulik effekt både på forventet gjennomsnittlig bestandsstørrelse og avkastning, og også ha forskjeller i årlige variasjoner i fangst. Det er vist at terskelstrategier vil gi høyest avkastning over tid og gi høyest gjennomsnittlig bestandsstørrelse gitt at terskelen settes på nivå med bestandens bæreevne. Denne strategien gir også lavest risiko for bestandskollaps og utryddelse. Terskelstrategier kan imidlertid gi stor varians i årlig avkastning, med mange år uten fangst. Denne variasjonen og antall år uten fangst kan reduseres ved å begrense kapasiteten til å utnytte overskuddet eller ved å benytte proporsjonal terskelhøsting (Lande *mfl.* 2003).



Figur 2. Fire grunnleggende høstingsstrategier med ulike sammenhenger mellom høstingsandel (fangst %) og bestandsstørrelse (modifisert fra Lande mfl. 2003). Med en konstant høstingsrate (a) høstes samme prosentandel av bestanden uavhengig av bestandsstørrelse. Med proporsjonal høstingsrate (b) øker andelen av bestandene som høstes med bestandsstørrelsen. Ved terskelhøsting (c) skjer ingen høsting under terskelen, mens alt overskudd kan høstes over terskelen. Med proporsjonal terskelhøsting (d) skjer ingen høsting under terskelen og proporsjonal høsting ovenfor.

Vellykket implementering av alle høstingsstrategiene vil avhenge av flere faktorer som blir diskutert nedenfor, inkludert presisjonen av estimert innsig før fiskeri, forvalternes evne til å fastsette fiskeregler nøyaktig for å oppnå de ønskede fangstratene og/eller ha kontrollsystemer som overvåker fangstene i løpet av fiskesesongen.

Den adaptive målbaserte forvaltningsprosedyren som vanligvis benyttes i fiskeriforvaltningen er konseptuelt vist i Figur 3 og representerer en kombinasjon av strategier fra Figur 2. Fargekodingen i figuren tilsvarer kodingen av de oppsummerende statuskartene i de årlige statusrapportene til OFG (Figur 1). En bestand med forvaltningsmål innenfor grønn sone til høyre i Figur 3 er fullrekruttert og kan derfor opprettholde den høyeste graden av høsting. Når bestanden faller under forvaltningsmålet (den gule sonen i Figur 3), bør fisketrykket ideelt sett justeres ned for å ta hensyn til at bestanden ikke når sitt produksjonspotensial. Med ytterligere nedgang til det oransje området har bestandssituasjonen blitt mer presserende, det utnyttbare overskuddet er blitt ytterligere redusert og en formell bestandsgjenoppbyggingsplan bør implementeres for å øke sannsynligheten for en vellykket gjenoppbygging. Enda lenger til venstre, i rød sone, har bestanden gått inn i et kritisk område uten utnyttbart overskudd. Nedfisking til dette nivået er kritisk og bør unngås for enhver pris. I denne situasjonen bør all fiskeridødelighet elimineres, spesielt fra fiske på blandete bestander.



Figur 3. Konseptuell sammenheng mellom fangstrate og bestandsstatus (gitt som ulik grad av måloppnåelse) i bestandsforvaltningen i Tana-vassdraget. Fargekodingen tilsvare fargene som brukes i de årlige statusrapportene til OFG.

Spørsmålet om hvor stort det utnyttbare overskuddet bør være før det er trygt å åpne fisket, avhenger av:

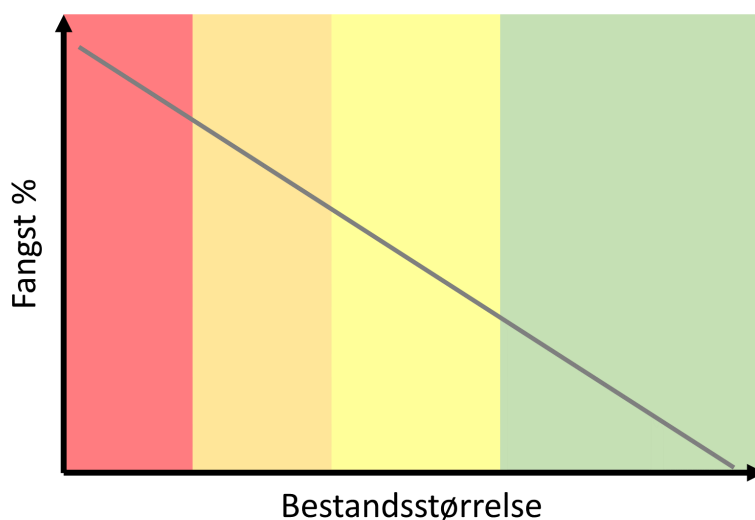
1. Hvilke mål ønsker man å prioritere?
2. Hvilken risiko er man villig til å ta?
3. Hvilke reguleringstiltak er man villig til å gjennomføre?

Dersom strategien som velges inkluderer et mål om å fiske også i år uten overskudd, vil oppbyggingen enten skje over en lengre tidsperiode eller ikke i det hele tatt. Det er her viktig å være klar over at kostnaden og risikoen forbundet med å pådra seg dødelighet hos voksen laks gjennom fiske ikke er lineær, men vil øke raskt etter hvert som bestandsstatus faller ned mot den kritiske røde sonen i Figur 3. Når man skal bestemme seg for en reguleringsstrategi, er det også viktig å forstå hvordan ulike reguleringer kan påvirke det samlede fisketrykket. For eksempel kan det generelle nivået på deltakelse i fisket og fiskeinnsatsen til den individuelle fisker avvike vesentlig mellom en begrenset situasjon med begrensede fiskemuligheter tilgjengelig og en mer åpen situasjon med et større antall tilgjengelige alternativer.

Måten fisket til nå har vært regulert på i Tanavassdraget er gjennom en kombinasjon av regulering av sesonglengde, antall dager fiske kan foregå med ulike fiskeredskaper, og maksimalt antall sportsfiskekort for turister. Gitt at høstingsandelen etter den nye avtalen var i størrelsesorden 40-70 % for ulike laksebestander i Tana, må størrelsen på innsiget være rundt 1,8-3,0 ganger gytebestandsmålet før et åpent fiske på nivå med 2017-avtalen kan resultere i at gytebestandsmålet blir nådd. Under gjenoppbyggingsprosessen må det tas ytterligere hensyn, avhengig av behovet for sikkerhetsmarginer, ønsket oppbyggingstid og utviklingen i andre faktorer som forårsaker laksedødelighet. Et praktisk eksempel på hvordan dette kan gjøres er gitt i kapittel 7.

Mange lakselver har reguleringer i form av enten person- eller totalfangstkvoter. Effekten av å fastsette fiskeregler i form av kvoter vil avhenge sterkt av hvordan kvotereglene gjennomføres og hvilken informasjon som brukes ved fastsettelse av kvotenivå. Fastsettelse av en total elvekvote eller

personkvoter, uten at kvotene justeres for årlig bestandsstørrelse, vil gi en høstingsandel som er høyest for de laveste bestandsstørrelsene (Figur 4). Justering av kvoter i forhold til årlige variasjoner i bestandsstørrelse krever enten prognoser og/eller bestandsvurdering i sesong. Effektiviteten av personlige kvoter vil avhenge av graden av etterlevelse fra fiskerne, og effektiviteten av totale elvekvoter vil avhenge av om man har et fungerende fangstrapporteringssystem som gjør det mulig å vurdere om og når kvoten er nådd.



Figur 4. Eksempel på sammenheng mellom høstingsandel (fangst %) og bestandsstørrelse gitt en fast kvote.

Til slutt må det klart understrekes at **før** et fiske kan finne sted underveis i en gjenoppbyggingsprosess, må det utvikles en skikkelig bestandsspesifikk gjenoppbyggingsplan for alle bestander under gjenoppbygging. Dette er et grunnleggende vilkår som er tydelig angitt i NASCO-retningslinjene, og er et vilkår som er spesielt viktig i løpet av den første generasjonen av en gjenoppbyggingsprosess. Dette siste er fordi gytebestanden er på sitt laveste i den første generasjonen, noe som gir marginalt utnyttbart overskudd og høyest naturlig dødelighet. Enhver utnyttelse i denne fasen, uansett hvor begrenset omfanget er, representerer en uforholdsmessig stor risiko for å innføre for høy dødelighet og dermed avspore gjenoppbyggingen. Gjenoppbyggingsplanen må ta hensyn til mulige negative utfall og gi beredskap som kan implementeres for å motvirke en ytterligere negativ bestandsutvikling. Vi understreker videre at denne avgjørende forutsetningen fortsatt mangler i de pågående forhandlingene mellom Norge og Finland om en begrenset gjenåpning i 2023.

3 Presisjon i overvåkingen og sikkerhetsmarginer

Spørsmål 2: Hvor presist kan/bør vi beregne et bærekraftig overskudd i de 15 bestandene som er nevnt i statusrapportene? Hvilke sikkerhetsmarginer bør integreres i bestandsberegningene?

Overvåkingen av laksebestandene i Tanavassdraget utføres med flere metoder, avhengig av bestanden (sideelv/del av vassdraget), og kvaliteten på overvåkingsdataene varierer tilsvarende. Den mest presise informasjonen om gytebestand kommer fra snorkletellinger der – i ett tilfelle – hele gytebestanden av laks i en sideelv telles. Informasjon av laveste kvalitet for enkelte sideelver er de som mangler sideelvspeifikke tellinger og fangstdata, og hvor beregningen er sterkt avhengig av genetisk bestandsidentifikasjon (GSI) som identifiserer opprinnelsesbestand i fangstprøver fra fisket på blandede bestander i selve Tanaelva. De fleste bestandsvurderingene faller mellom disse to ytterpunktene og resulterer i kombinasjoner av flere informasjonskilder som tellinger av laks som kommer inn i en sideelv (sonar, video), sideelvspeifikke fangstdata, GSI fra fangster i hovedelva, fangststatistikk fra hovedelva og så videre. Samlet sett er overvåkingsprogrammet i Tana et av de mest omfattende som brukes i elver med laks.

Maksimal bærekraftig utnyttelse, definert som antall laks som kan fiskes hvert år og samtidig sikre at gytebestandsmålet nås, tilsvarer produksjonsoverskuddet i løpet av et år. Det bærekraftige overskuddet for hver overvåket bestand beregnes dermed ved å estimere antall laks av det totale innsiget som overstiger gytebestandsmålet før laksefisket starter, eller etterpå etter gytessesongen. Begge beregningene ved en bestandsspeifikk oppløsning kan fullføres først etter hver fiske-/gytessesong, og implikasjonene av resultatet kan bare brukes for fremtidig fiskesong. Tidligere har fokuset i bestandsstatusvurdering og vitenskapelige råd vært på gytebestandens størrelse og oppnåelse av gytebestandsmålet, mens det de siste årene med rekordlav lakseforekomst i økende grad også har vært innsig, og om bestanden hadde noe overskudd også i sjø før et eventuelt laksefiske.

Spørsmålet om presisjon på ulike stadier i overvåkingen og om det er rom for forbedring er komplisert. Et enkelt svar og tiltak vil inkludere å legge til mer intensive overvåkingssteder for bestander som for tiden har data av lavere kvalitet for bestandsstatusvurdering. Dette vil naturligvis kreve nye ressurser til overvåking. En annen mulighet kan være å forbedre kvaliteten på dagens beregninger. Tellinger av oppvandrende eller gytende laks har trolig begrensede forbedringsmuligheter, mens spørsmålet om kvaliteten på sonartellingene i hovedelva har vært reist de siste årene. Den største bekymringen er i oddetallsår da pukkellaks kommer til Tana i, som det ser ut, raskt økende antall. Å beregne det artsspeifikke antallet pukkellaks og en-sjø-vinter laks, som er av samme størrelse, er utfordrende i sonardata. Ytterligere informasjon fra fangster i nedre deler av Tana og fra tilstøtende videoopptak er brukt for å skille artene. I 2021, et år med rekordstor forekomst av pukkellaks, ble laksefiske stengt i Tana, noe som gjorde det vanskeligere å beregne forekomsten av de to artene. Et forskningsprosjekt er startet av Luke med sikte på å utvikle Bayesiansk modellering for å analysere sonardataene og forbedre artsbestemmelsen. Modelleringen lærer fra ulike datakilder – for eksempel videostøttede sonardata fra øvre sideelver, informasjon om kjøretidspunkt, fangstinformasjon fra tidligere år og så videre – og kombinerer disse med de faktiske sonardataene i en sannsynlighetsbasert ramme.

Bayesiansk bestandsmodellering kan også brukes til å forbedre presisjonen av bestandsestimater i de sideelvene som mangler fisketelling og fangstdata. Denne tilnærmingen vil tillate bruk av data fra datarike, godt overvåkede elvene og bruke denne informasjonen til å produsere bedre estimater for de datafattige sideelvene. Denne strategien bør ha gode muligheter i fremtiden da bestandssvingninger og utvikling i laksebestander i ulike deler av Tanavassdraget ser ut til å følge nokså korrelerte tidsmønstre.

Når det gjelder sikkerhetsmarginenes rolle som en del av vurderingene, avhenger svaret i stor grad av hvor vi er i gjenoppbyggingsprosessen og hva vurderingene skal brukes til. Dersom hovedbruken er en retrospektiv vurdering kun for å vurdere gytebestandsstørrelser i en situasjon der det ikke vil foregå noe fiske før måloppnåelsen over fire år er tilstrekkelig god, er dagens beregninger ok uten nye sikkerhetsmarginer. Men hvis vurderingen skal brukes med nye typer forskrifter som bruker prognoser og/eller beregninger i løpet av fiskesesongen for å tillate en viss grad av utnyttelse i gjenoppbyggingsperioden, blir sikkerhetsmarginene mye mer relevante og viktige. Marginenes hovedrolle vil være å minimere risikoen for overutnyttelse av en begrenset kvote. Sikkerhetsmarginen vil måtte ta hensyn til ulike problemer, for eksempel hvis prognosen overestimerer innsiget før fisket eller hvis en kvote ikke håndheves tilstrekkelig. Et eksempel på en beregning som kan brukes til å beregne en sikkerhetsmargin er gitt i prognosemodellen i kapittel 7.

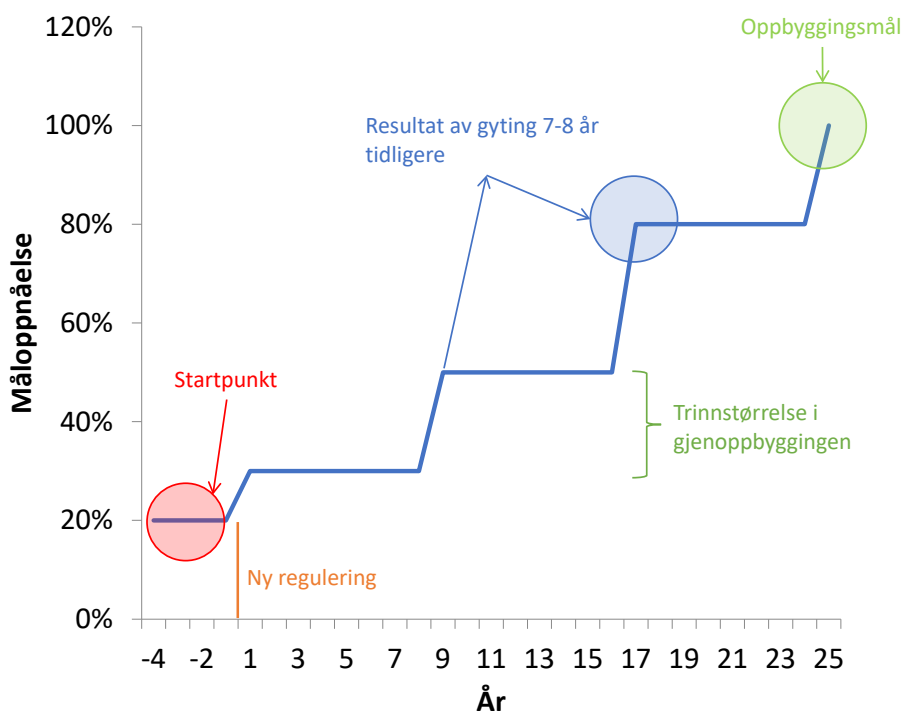
4 Gjenoppbyggingstid

Spørsmål 3: Tidsrom for gjenoppbygging. Den opprinnelige planen i henhold til 2017-avtalen var full gjenoppbygging av bestandene innen to laksegenerasjoner/15 år. Er det argumenter for å velge andre alternativer for gjenoppbyggingstid? Hvilke argumenter og hvor lang tid?

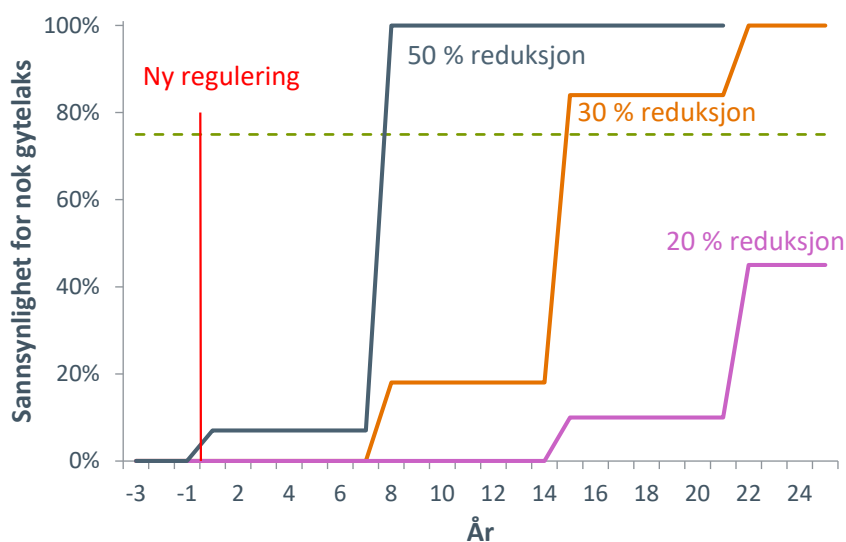
Det grunnleggende målet med en bestandsoppbygging er å øke gytebestandsstørrelsen fra en utarmet tilstand til en størrelse som tilsvarer et forhåndsdefinert referansepunkt. Dette må gjøres gjennom oppbyggingstiltak som enten reduserer dødeligheten eller øker produksjonen. På grunn av laksens livssyklus vil det være en forsinkelse fra tiltak iverksettes til effekter kan observeres i størrelsen på det årlige lakseinnsiget. Tidslengden på denne forsinkelsen varierer mellom bestandene avhengig av to bestandsparametere: dominerende smoltalder og hunnalder. Smoltalderen forteller oss hvor mange år laksungene oppholder seg i ferskvann før de gjennomfører smoltvandringen, mens hunnalderen forteller oss hvor lang tid hunnene oppholder seg i havet før de returnerer på gytevandring. Til sammen vil smoltalderen pluss sjøalderen pluss én tilsvare generasjonslengden.

Hvis smoltalderen er 3 år og hunnalderen 1 år, vil generasjonslengden være 5 år. En smoltalder på 5 år og sjøalder på 3 år vil oversettes til en generasjonslengde på 9 år. I praksis vil man, både i smoltutvandringen og gyteoppvandringen, finne en blanding av ulike aldre. Vanligvis er smolten i Tana 3-5 år, mens de fleste hunnene oppholder seg 2-3 år i sjøen. Effekter på mengden tilbakevandrende laks av et reguleringstiltak for å redusere dødeligheten vil være spredt over flere år, hovedsakelig fra 6-9 år, med den største effekten observert 7-8 år etter gyting. For enkelhets skyld kan derfor en generasjonslengde på 7-8 år brukes som en tommelfingerregel når man etablerer en bestandsgjenoppbyggingsplan og en gjenoppbyggingsbane.

Gitt det ovenstående vil en gjenoppbyggingsbane være trappeformet med trinnlengde definert av generasjonslengden (illustrert ved den horisontale lengden på trinnene i Figur 5) og trappens bratthet (økningen fra trinn til trinn) som er definert av graden av redusert dødelighet som kan oppnås. For det første vil den samlede oppbyggingsperioden, illustrert ved tiden gjenvinningstrappen i Figur 5 bruker på sin vei fra startpunktet opp til et fullrekruttert oppbyggingsmål, avhenge av nivået på fiskerireduksjonene som oppnås. Og for det andre må tiden som trengs for oppbygging telles i generasjoner. Valget av gjenoppbyggingstid blir da i utgangspunktet et valg mellom én, to eller kanskje tre laksegenerasjoner, der det korteste tidsrommet trenger de høyeste fiskerireduksjonene, mens det lengste tidsrommet krever mindre strenge reduksjoner (Figur 6).



Figur 5. Konseptualisert bestandsgjenoppbyggingsbane som illustrerer en nedfisket nåværende bestandstilstand (startpunktet), start for gjenoppbygging (ny regulering), generasjonslengde, oppbyggingsbratthet (trinnstørrelse) og gjenoppbyggingens slutt punkt (gjenoppbyggingsmålet, som er en fullt rekruttert bestand).



Figur 6. Generalisert illustrasjon av alternative bestandsgjenoppbyggingsbaner basert på ulike reduksjoner i dødelighetsnivå.

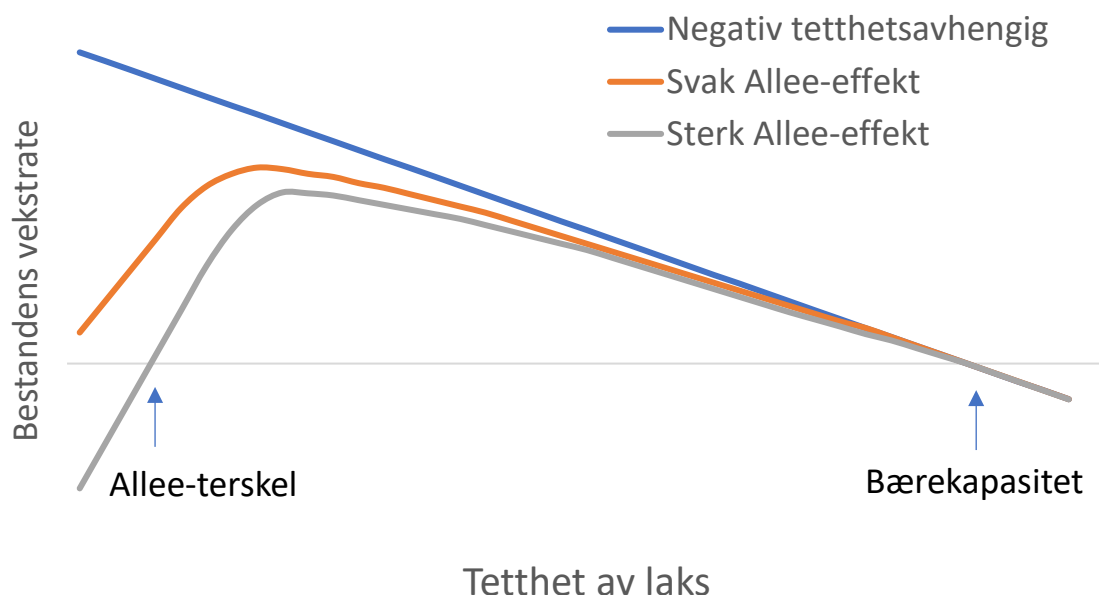
De tre alternative bestandsgjenoppbyggingsbanene i Figur 6 er alle basert på en relativt enkel antagelse om bestandsrekruttering, nemlig at individer gjør det bedre når fisketettheten synker. Færre fisk betyr mindre konkurranse, noe som for eksempel kan bety mer mat tilgjengelig og bedre territorier med gode gjemmesteder tilgjengelig for hver fisk. En høyere andel av rekruttene til hver gyter

forventes derfor å overleve etter hvert som fisketettheten blir lavere. En høyere andel som overlever betyr at vekstraten i bestanden øker, illustrert som en økende vekstrate mot lave tettheter i Figur 7. Dette fenomenet kalles negativ tetthetsavhengighet og har vært en kjerneforutsetning i den klassiske fiskeribiologien.

Den horisontale linjen i Figur 7 representerer null vekst i bestanden. Når vi er nedenfor linjen har vi negativ vekst, som betyr at flere laks dør enn det som produseres gjennom rekruttering, noe som fører til en fallende bestand. Punkter over streken betyr positiv bestandsvekst med flere individer som overlever enn dør, noe som fører til en økende bestand.

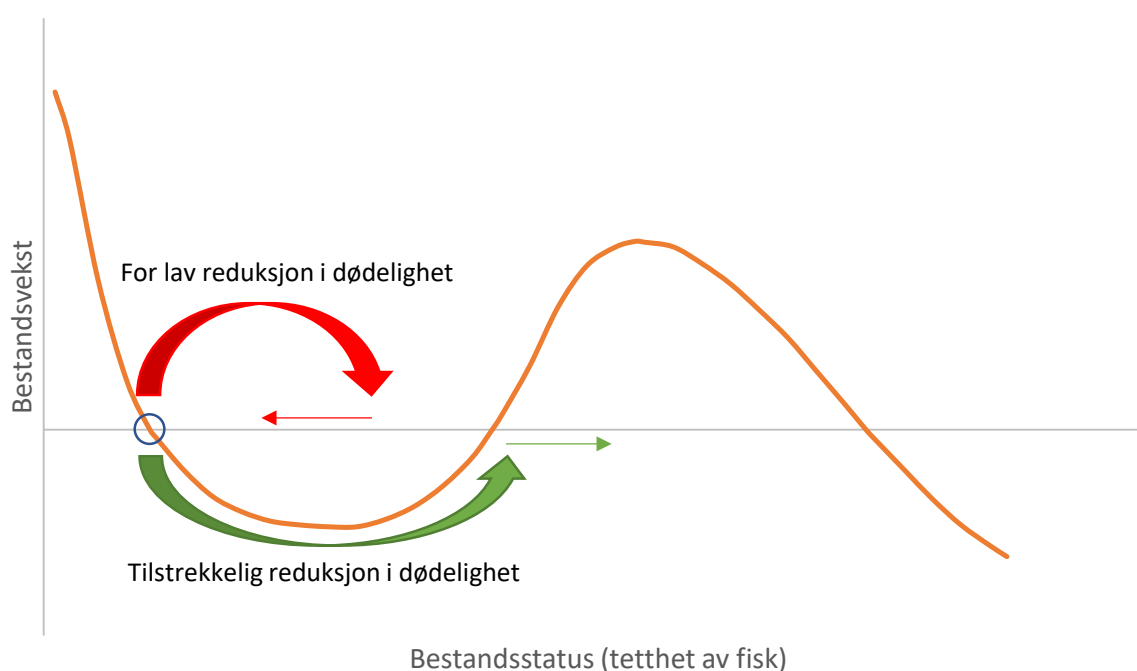
Med klassisk negativ tetthetsavhengighet vil bestanden ha et stabilt likevektspunkt ved en relativt høy bestandsstørrelse, merket bæreevnen til høyre i Figur 7. På grunn av hvordan dagens gytebestandsmål defineres, er likevektspunktet i praksis lik bestandens gytebestandsmål. Ved likevektspunktet er rekruttering og dødelighet balansert. Hvis fisketettheten skulle øke, ville konkurransen bli hardere og færre rekrutter ville overleve, slik at bestandsstørrelsen vil dras til venstre mot likevektspunktet. Hvis fisketettheten skulle synke litt, ville konkurransen bli mindre hard og flere rekrutter ville overleve, slik at bestandsstørrelsen øker i retning likevektspunktet. Resultatet er en relativt stabil natursituasjon som dessverre ofte blir destabilisert gjennom effekter av menneskeskapte forstyrrelser, for eksempel fiske.

De siste årene har det samlet seg mye bevis som viser at synkende fisketetthet medfører negative konsekvenser. Ved synkende tettheter vil en bestand i økende grad bli mer sårbar for naturlige dødelighetsfaktorer (for eksempel predasjon) og andre faktorer som reduserer rekruttering (for eksempel at gyting blir vanskeligere når færre laks deltar). Dette fenomenet kalles Allee-effekter eller depensasjon. Med Allee-effekter vil vekstraten til en bestand av fisk avta ved lave bestandstettheter, og dersom effekten er sterk vil vekstraten til og med være negativ (Figur 7). Det vil si at flere individer dør enn det som erstattes av rekruttering, noe som fører til en bestandskollaps.



Figur 7. Bestandsstatus (med økende antall gytefisk mot høyre) plottet mot bestandens vekstrate. Vekstrate over null betyr at antall gytefisk medfører en økning i bestandsstørrelse, mens vekstrate under null betyr høy dødelighet og reduksjon i bestandsstørrelse. Bæreevnen til høyre er et stabilt likevektspunkt der bestanden er fullt rekruttert (gytebestandsmål fullt oppnådd).

Ovenfor diskuterte vi eksistensen av bestandens bæreevne, et øvre stabilt likevektspunkt som en upåvirket laksebestand ville konvergere mot. En uheldig konsekvens av Allee-effekter er at det i tillegg kan være et stabilt likevektspunkt ved svært lav bestandsstatus. Hvis dette lave likevektspunktet er på det nedre punktet i et bestandsstørrelsesområde med negativ bestandsvekstrate (krysningspunktet til venstre i Figur 8), har vi det som ofte kalles en predasjonsgrøp. Dette er viktig fordi eksistensen av en predasjonsgrøp (bestandsstatusområdet i Figur 8 med negativ bestandsvekst) utgjør et hinder for bestandsgjenoppbygging. Dersom en ikke lykkes å redusere dødeligheten i tilstrekkelig grad vil situasjonen bli som beskrevet med rød pil i Figur 8, med redusert dødelighet som riktig nok medfører økt antall gytefisk, men siden bestanden fortsatt er i predasjonsgrøpen vil mengden fisk igjen synke mot det lave likevektspunktet. Den eneste måten å unnsnippe predasjonsgrøpen på ville være å starte gjenoppbyggingen med en tilstrekkelig høy dødelighetsreduksjon, slik at antall gytefisk øker fram til statusområdet til høyre for predasjonsgrøpen. Da har bestanden nådd en tetthet som gjør bestandsvekstraten positiv og gjenoppbyggingen vil bli styrket i retning det øvre likevektspunktet.



Figur 8. Bestandsgjenoppbygging i en situasjon med en predasjonsgrøp og et lavt likevektspunkt (krysningspunkt ved lav bestandsstatus merket med en sirkel). Utilstrekkelig dødelighetsreduksjon (rød pil) fører til gytebestandsstørrelser som fortsatt er innenfor området med negativ bestandsvekst og vil føre til at bestanden synker mot det lave likevektspunktet. Tilstrekkelig dødelighetsreduksjon fører til at en bestand kommer seg forbi området med negativ vekst, noe som fører til et løft i gjenoppbyggingen i retning det øvre likevektspunktet (krysningspunktet ved høy bestandsstatus).

Det er ingen åpenbare rette eller gale svar knyttet til beslutningen om hvor lang tid som skal brukes til gjenoppbygging. Det er imidlertid et par problemstillinger som må vurderes. For det første vil en lengre gjenoppbyggingstid (2-3 generasjoner) gi rom for det mest ekspansive fisket underveis i gjenoppbyggingsperioden. Selv om dette ved første øyekast kan være et pluss, er det også en strategi som medfører risiko. Det viktigste er at det å faktisk sette i gang en bestandsoppbygging kan trenge en større reduksjon i fiskeridødelighet enn først anslått. Årsaken til dette er den sannsynlige eksistensen av Allee-effekter (depensasjon) når bestandene er nedfisket til svært lave nivåer. Med Allee-effekter må fisketrykket holdes på et svært lavt nivå i løpet av den første generasjonen av oppbyggingen og

fisketrykket kan, hvis bestandene følger sine gjenoppbyggingsbaner, ikke økes før i den andre generasjonen.

For det andre vil behovet for å gjøre betydelige ofre i form av sterke reduksjoner i fiskedødelighet virke mindre presserende dersom en sikter mot relativt lang gjenoppbyggingstid. Dette vil øke presset i retning et mer ekspansivt fiskeri og dermed også øke risikoen for en mislykket bestandsgjenoppbyggingsprosess.

Oppsummert øker risikoen for en mislykket bestandsgjenoppbygging med valg av lengre oppbyggingstidsrom. Denne økte risikoen er et resultat av at lengre tidsperioder ledsages av høyere fiskedødelighet, noe som kan bety at reduksjoner i dødelighet blir utilstrekkelige for bestandsgjenoppbyggingsformål. Høyere fiskedødelighet betyr også at bufferen mot miljøvariasjoner blir mer begrenset. Vi er for tiden inne i en periode med lav sjøoverlevelse, og en konsekvens av dette har vært en mislykket igangsetting av bestandsgjenoppbyggingen siden 2017. Dersom en hadde valgt strengere restriksjoner i 2017 kunne det ha sørget for at en viss bedring hadde funnet sted til tross for de ugunstige forholdene.

5 Alternative strategier for gjenoppbygging and fiske

Spørsmål 4: Alternative strategier for oppbygging og et bærekraftig fiskeri:

a) En strategi basert på antall tidligvandrende/flersjøvinterlaks (antall telt i gitte lokaliteter)? For eksempel ved å tillate et vanlig fiske fra 1. juli, etter at et visst antall individer har vandret opp?

b) En strategi basert på antall oppvandrende 1 SW laks/diddi året før?

c) Kan en totalkvote for fiskedødelighet brukes som utgangspunkt for regulering av fiskeriene? Hva er fordeler og ulemper med å bruke en fiskedødelighetskvote eller en sesongmessig fangstkvote som forvaltningsverktøy?

5.1 Fisketelling i løpet av sesongen og fiske

Sonartellingen i Polmak kan potensielt brukes som en indikator på innsiget og dermed tillate løpende forvaltning av laksefisket i løpet av sesongen. For eksempel dersom tellingen viser at antall laks ligger over visse forhåndsavtalte nivåer i slutten av juni, kan det muliggjøre oppstart av regulerte laksefiskerier i siste del av sesongen (for eksempel juli-august). Omvendt, hvis forhåndsavtalte nivåer ikke blir nådd, ville fiskeriene ikke bli åpnet. Et sjekkpunkt i slutten av juni vil tillate beregning av status for flersjøvinterlaks (MSW) og bør også gi et grovt estimat av innsiget av smålaks (1SW).

Dersom en slik strategi legges til grunn vil det innebære at utnyttelsesgraden av den mest verdifulle flersjøvinterlaksen blir mye lavere sammenlignet med dagens (2017) fiskeregler, og fiskeriene vil generelt bli rettet mer mot mindre ensjøvinterlaks og de bestandene som vandrer sent opp. En detaljert fiskeriregulering for de mulige fiskeriene i juli-august vil imidlertid være nødvendig for å sikre oppnåelse av gytebestandsmål i hele Tana-systemet og for både tidlig- og senvandrende bestandskomponenter. Disse detaljerte forskriftene er utenfor omfanget av denne rapporten.

I hvilken grad denne sonartilnærmingen lar seg bruke praktisk vil i stor grad være knyttet til miljøforhold. Hvis det oppstår perioder med høy vannstand og/eller flytende is i løpet av telleperioden, vil påliteligheten til sonarantallet være dårligere, noe som gjør at for eksempel midtsesong-evalueringen blir mindre funksjonell. Slike problemer er relativt vanlige og har de siste årene forekommet med en hyppighet på ett av tre år.

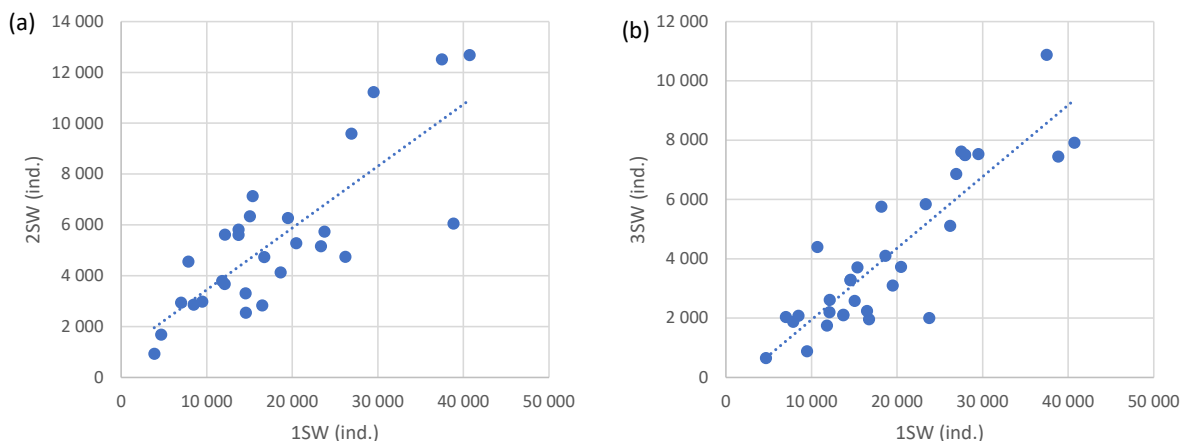
I praksis bør analysen av sonardataene utføres nesten i sanntid for å muliggjøre evaluering midt i sesongen. Det vil derfor være behov for ekstra ressurser for å analysere sonardataene også i helgene (= kostbart arbeid) og for å bearbeide dataene for midtsesongevalueringen. For det andre vil store pukkelaksvandringer i oddetallsår redusere påliteligheten til beregningene av mengden ensjøvinterlaks og dermed påvirke beslutningsprosessen i sesongen.

Optimalt vil sonartellingen gi noen muligheter for begrensede fiskerier i tilfeller der beregningene før sesongen ser dårlige ut, mens de faktiske tellingene indikerer bedre enn forventet bestandssituasjon.

5.2 Prognoser basert på antall oppvandrende smålaks i foregående år

Laksefangst- og skjellldata fra 1993 til 2020 viser at det er en sterk sammenheng mellom antallet 1SW laks fanget ett år, antall 2SW laks fanget året etter og antall 3SW laks fanget to år etter (Figur 9). Begge sammenhengene er sterkt signifikante ($p \ll 0,001$) og forklarer høye andeler av variasjonen ($R^2 = 0,65$ for 2SW og 0,81 for 3SW).

Følgelig kan antall oppvandrende smålaks brukes som et pålitelig verktøy når man skal forutsi antall 2SW og 3SW laks i de kommende årene.



Figur 9. (a) Sammenheng mellom antall smålaks (1SW) og antall 2SW laks året etter, og (b) forholdet mellom antall smålaks (1SW) og antall 3SW laks to år etter. Begge diagrammene viser data fra årene 1993-2020. Analysen er basert på fangstdata fra Tana der total laksefangst og skjelldata danner grunnlag for å beregne sjøaldersfordelingen.

5.3 Kvotebaserte fiskeri

Kvotebaserte fiskerier anbefales ofte i diskusjonene rundt fiskereglene i Tana. Kvoter kan settes på flere måter, hver med sine egne egenskaper og styrker og svakheter. Vi diskuterer tre hovedtilnærminger separat nedenfor.

5.3.1 Total tillatt fangst

Denne typen kvote kan defineres enten som en andel av det totale lakseinnsiget eller som et totalt antall laks som tillates fanget. For å være nyttig som verktøy må det beregnes en totalkvote før hver fiskesesong, ideelt sett basert på et prognoseverktøy, for eksempel prognosene beskrevet i kapittel 5.2. Selve beregningen vil måtte avhenge av hvilke valg som tas om en nedre grense for når et laksefiske kan foregå i Tana (omtalt i kapittel 2) og hvilken gjenoppbyggingstidslengde en sikter mot (kapittel 4), valg som til syvende og sist gir grunnlag for hvor stor gytebestandsstørrelse som bør prioriteres.

I tillegg til å etablere en protokoll for prognoser og beregning av en total fangstkvote, må det etableres to separate sett med kriterier for 1) hvordan kvoten skal fordeles på ulike fiskergrupper, og 2) hvordan kvoten fordeles på bestander innenfor bestandskomplekset i Tana. Det siste er viktig da ulike bestander innenfor Tana har ulik gytebestandsmåloppnåelse, der noen bestander har mer overskudd tilgjengelig enn andre bestander.

Hovedargumentene mot en totalfangstkvote handler om evnen til å håndheve kvoten og usikkerheten som følger av dette. En fangstkvote gir et insentiv til å holde fangsten skjult og ikke rapportere utenfor et begrenset antall fisk. Omfanget av dette vil være svært vanskelig å beregne og vil gjøre det vanskelig å evaluere bestandsoppbyggingen på riktig måte.

5.3.2 Tilgjengelig antall fiskedager

Det kan også fastsettes kvoter i form av fiskedager. Tradisjonell lakseforvaltning med en definert start og slutt på fiskesesongen kan ses på som en variant av dette, som i realiteten gir fiskerne et gitt antall tilgjengelige fiskedager. En fiskedagskvote kan også tilpasses og begrenses ytterligere, noe som gir hver fisker en kvote av dager som er tilgjengelige for fiske innenfor den ordinære fiskesesongen. Ideelt sett vil en slik fordeling av maksimalt antall fiskedager være dynamisk fra år til år, og skaleres opp eller ned

basert på en prognose for forventet innsig. Så langt har imidlertid ikke den slags fleksibilitet vært mulig på grunn av måten fiskereglene tradisjonelt har vært strukturert på.

I praksis er en fiskedagskvote lettere å håndheve enn en fangstkvote, for eksempel ved at fiskerne må registrere en fiskedag som aktiv før de setter fiskeredskapene ut i elva.

5.3.3 Generelle og faste personlige kvoter, døgn og sesong

En tredje kvotevariant er mer generelt spesifiserte personkvoter, enten i form av en maksimal daglig eller sesongmessig fangst. Slike kvoter har blitt brukt i mange andre norske lakseelver de siste 10-15 årene, med blandede erfaringer. Valideringer av effektiviteten av kvoter har vist at slike daglige eller sesongmessige kvoter generelt blir satt for høyt. Slike kvoter ender dermed opp med å bidra svært lite til å spare laks i år med lite fisk, men de sparer mer effektivt laks i år med høyt innsig. Personlige kvoter gir med andre ord minst hjelp til laksebestandene i de årene bestandene trenger mest hjelp, og minst hjelp for de mest nedfiskede bestandene.

Et annet problem med personlige kvoter er at de introduserer usikkerhet rundt påvirkningen fra fiskeriene og selve fangsten. Kvoter gir for eksempel enkeltpersoner et incentiv til atferd som sikrer at de kan fortsette å fiske, for eksempel ved å holde fangsten skjult og ikke rapportere fangst. Muligheten til å håndheve en kvote er derfor en nøkkelfaktor når man vurderer gjennomførbarheten av personlige kvoter som styringsverktøy.

Dette er alle alvorlige problemer, som peker i retning av at personlige kvoter er dårlig egnet som reguleringsverktøy under oppbyggingen av en sterkt nedfisket laksebestand. Erfaringer andre steder har vist at personlige kvoter er mer nyttige for å holde en bestand oppe på sitt fullrekrutterte nivå.

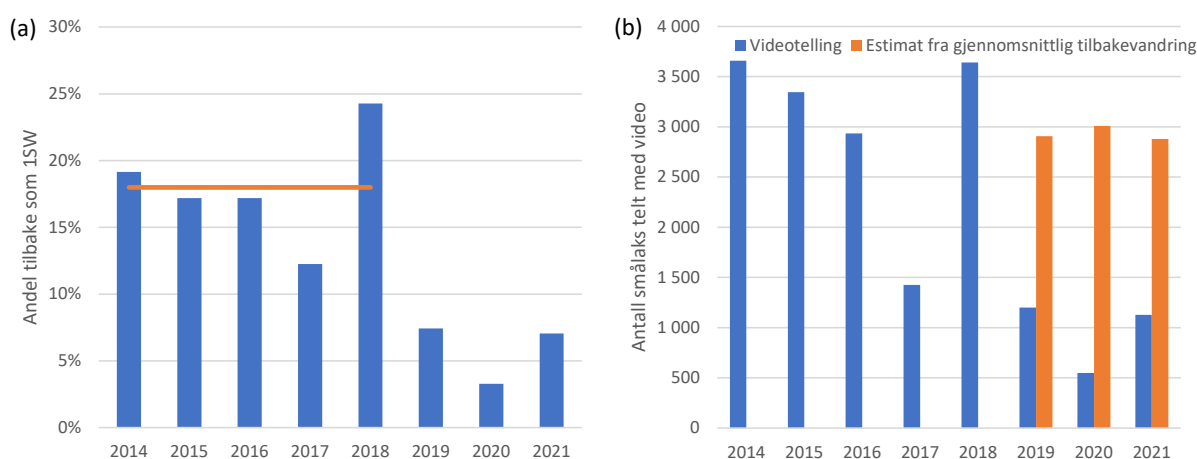
6 Andre faktorer av betydning

Spørsmål 5: Hvordan påvirker faktorer som sjøoverlevelse, predasjon, klima- og habitatendringer og pukkellaks utsiktene for bestandsgjenoppbygging?

6.1 Sjøoverlevelse

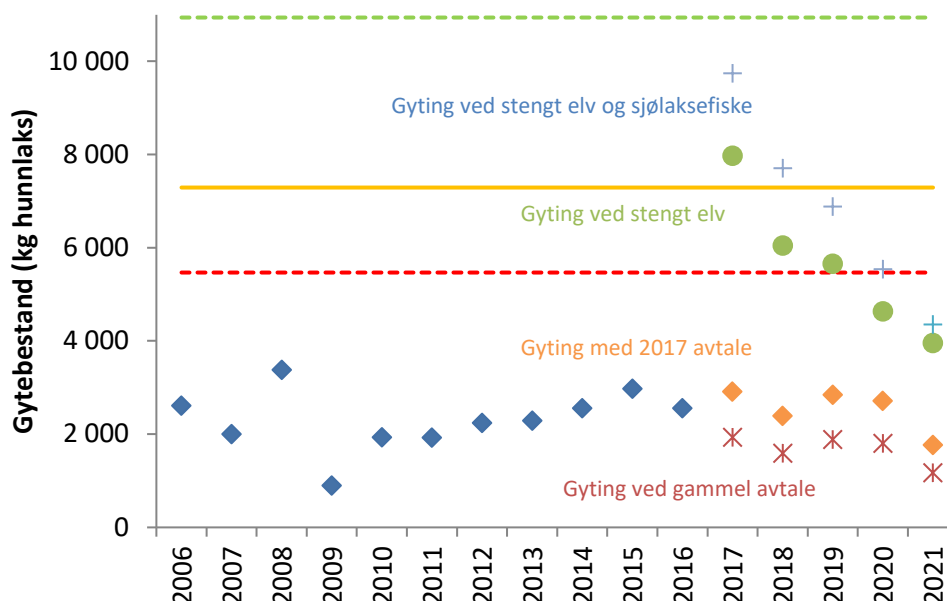
Laksens overlevelse i sjø, det vil si andelen av smoltvandringen som kommer tilbake senere som voksen laks, er en nøkkelfaktor under bestandsgjenoppbyggingen. For eksempel vil en økning i sjøoverlevelse øke det fremtidige produksjonsutbyttet av en gitt gytebestand, og dermed styrke gjenoppbyggingen eller gi et større overskudd for høsting underveis i gjenoppbyggingen. Redusert sjøoverlevelse vil derimot redusere returraten og kan, avhengig av omfanget av de ugunstige forholdene i sjøen, helt stoppe gjenoppbyggingen dersom den lave sjøoverlevelsen reduserer størrelsen på innsiget ned til nivåer som gjør at man ikke lenger får tilstrekkelig gevinst av å redusere høstingen.

Det er observert lav sjøoverlevelse for Tanalaks i årene fra og med 2019, noe som fremgår av tilbakevandringsraten av smålaks i 2019-2021 i Utsjoki-overvåkingen (Figur 10a). Resultatene tyder på at oppvandringen av smålaks (1SW) i 2019-2021 bare var 18-40 % av hva det ville vært dersom tilbakevandringen hadde holdt seg på gjennomsnittsnivået fra 2014-2018 (Figur 10b).



Figur 10. (a) Andelen av smoltutvandringen som returnerte som smålaks året etter i Utsjoki i 2014-2021. Den horisontale oransje linjen representerer gjennomsnittlig andel tilbake som smålaks i 2014-2018. (b) Oppvandringen av smålaks (1SW) fra videotellingen i Utsjoki i 2014-2021 (blå søyler) og et estimat på hva mengden smålaks ville vært i 2019-2021 dersom andelen tilbake i disse årene hadde tilsvart gjennomsnittsnivået fra de fem foregående årene (2014-2018) (oransje søyler).

Som en konsekvens av den dårlige sjøoverlevelsen de siste årene har færre laks enn forventet returnert til Tanavassdraget. Gytebestandsstørrelsene fortsatte derfor å være på et lavt nivå til tross for at 2017-avtalen ga en betydelig reduksjon i det samlede fisketrykket (Figur 11). Avtalen fra 2017 hadde en positiv effekt på gytebestandsstørrelsene i den forstand at gytebestandsstørrelsene i 2017 og fremover endte opp med å bli høyere enn de ville vært dersom den gamle avtalen fortsatt hadde vært på plass (røde vs. oransje symboler i Figur 11). Avtalen fra 2017 ga imidlertid ikke en tilstrekkelig høy dødelighetsreduksjon til å motvirke den reduserte sjøoverlevelsen, og det var først ved stengningen av elvefisket i 2021 at vi kunne observere en betydelig økt gytebestand (grønt symbol i 2021 i Figur 11).



Figur 11. Beregnede gytebestander fra Kárášjohka fra årene 2006-2021. Fire ulike scenarier presenteres fra og med 2017: Røde symboler er beregnede gytebestander gitt at den gamle avtalen fra 1989 hadde blitt videreført. Oransje symboler er gytebestandene slik ble med 2017-avtalen, inkludert en estimert gytebestand i 2021 dersom fiskeriene fremdeles hadde vært åpne. Grønne symboler viser beregnede gytebestander dersom elvefisket hadde vært helt stengt i 2017-2021. Og lyseblå viser beregnede gytebestander dersom både sjølakse- og elvefisket hadde vært stengt.

Vi vet foreløpig ikke hva som har ført til at laksens overlevelse har vært så lav de siste årene, noe som dessverre gjør det vanskelig å forutsi når forholdene i sjø kan bli bedre. Å holde oversikt over endringer i sjøoverlevelse er imidlertid viktig for gjenoppbyggingsformål, spesielt i den kritiske første laksegenerasjonen i en gjenoppbyggingsperiode. Dårlig overlevelse i havet gir lav avkastning av voksen laks og dermed et høyere behov for restriksjoner for å sikre at gytebestandene holdes på de nivåene som kreves av gjenoppbyggingsbanen. I sin tur kan høyere sjøoverlevelse resultere i et høyere innsig av voksen laks som gir mulighet for et begrenset høstingsnivå.

6.2 Predasjon og predator kontroll

Predasjon er en sentral økologisk mekanisme i alle økosystemer, inkludert Tanavassdraget. En full diskusjon av predasjon er utenfor rammen av denne rapporten, men en grundig diskusjon av forholdet mellom predasjon og gjenoppbygging av en laksebestand som er svært relevant for problemstillingen vi forsøker å løse i Tana, finnes i en fersk rapport fra vitenskapsrådet for lakseforvaltning i Norge (Anon. 2022).

Et av hovedresultatene fra Anon. (2022) er at en fullrekruttert laksebestand er godt tilpasset til å leve med stedege predatorer, men etter hvert som laksebestanden blir utarmet, øker den relative effekten av predasjon, og når en bestand er sterkt utarmet, kan predasjonsdødeligheten være et betydelig hinder for bestandsgjenoppbygging.

Det kan være mulig, gjennom systematisk og samordnet innsats, å i det minste midlertidig redusere antall predatorer i et område av vassdraget. Det er imidlertid en betydelig sannsynlighet for at kontrollinnsatsen ikke vil gi den samlede reduksjonen i laksedødelighet som forventes og ønskes. For eksempel vil en kontrollinnsats ha økosystemeffekter utenfor samspillet mellom predator og laks. Å

redusere predasjonsraten på laks vil påvirke samspillet mellom predatoren og andre fiskearter, og dette kan ha uforutsigbare og muligens negative konsekvenser for laksens overlevelse.

Selve predatorkontrollinnsatsen vil også kunne påvirke antall laks direkte dersom laksen ved et uhell fanges som bifangst. Omfanget av en bifangst vil avhenge av omfanget og størrelsen på kontrollinnsatsen. I vurderingen av hvordan en bifangst påvirker laksen, spesielt utviklingen i gjenoppbyggingsprosessen, er det viktig å ta høyde for at én død voksen laks langt overgår betydningen av én død yngel eller én død smolt. I kost-nytte-termer vil bifangsten ha en defintiv negativ effekt, mens den langsiktige nytten av kontrollinnsatsen kan være ubetydelig.

Et annet potensielt problem som ofte overses gjelder økosystemproduktiviteten. Økosystemet i Tana har gjennom årtusener blitt tilpasset en betydelig årlig tilførsel av marine næringsstoffer. Denne tilførselen har sannsynligvis vært en betydelig driver for økosystemproduktiviteten. Vi har forstyrret denne dynamikken gjennom høyt uttak av laks, noe som i stor grad har redusert den årlige tilførselen av marine næringsstoffer, og dermed redusert produksjonskapasiteten i vassdraget. Historisk sett kan noen (eller alle) av disse tapene ha blitt kompensert av næringsstoffer fra menneskeskapte kilder (for eksempel landbruksavrenning, kloakk), men omfanget av denne kompensasjonen har også blitt betydelig redusert de siste par tiårene. Fjerning av predatorer og andre arter vil alltid føre til en ytterligere utarming av mengden næringsstoffer i vassdraget. Predatorer spiller også en viktig rolle i resirkulering av næringsstoffer, en mekanisme som vil bli forstyrret gjennom predatorkontroll. Aktiviteter som reduserer økosystemproduktiviteten vil ikke favorisere det samlede produksjonspotensialet for laks i vassdraget. Behovene til en oppbygging av laksebestandene går i motsatt retning, det vil si i retning å øke den samlede produktiviteten, og det er sannsynlig at den samlede gjenoppbyggingen av laks kan forbedres betydelig gjennom tiltak som øker økosystemproduktiviteten i stedet for kontrolltiltak som kan redusere produktiviteten.

Basert på ovennevnte betraktninger og de mer detaljerte drøftingene i Anon. (2022) er predatorkontroll ikke en anbefalt løsning for å komme videre i gjenoppbyggingen av laksebestandene i Tana.

6.3 Klimaendringer og habitateffekter

En diskusjon av dagens klimatrender og forventede endringer som påvirker nordlige elver og deres relevans for laks er nylig skrevet av Norges vitenskapelige råd for lakseforvaltning (Anon. 2021b). Vi vil derfor i dette avsnittet bare kort peke på noen konkrete mønstre for Tana og deres prospektive relevans for lakseforvaltningen.

Økende ferskvannstemperaturer kan påvirke fangst av flersjøvinterlaks og overlevelsen til støinger. Datoen for isgang i løpet av våren har endret seg i løpet av det siste århundret, og skjer omtrent to uker tidligere nå enn det gjorde for femti år siden (Niemelä mfl. 2009). Tidlig isgang er korrelert med økt drivgarnfangst og også økt fangst av flersjøvinterlaks (Niemelä mfl. 2009). Tidligere isgang er også korrelert med tidligere vanntemperaturøkninger, noe som fører til at støingene blir aktive tidligere og dermed øker deres sårbarhet for å bli fanget i drivgarn. Økte temperaturer betyr også mindre sannsynlighet for at støinger overlever etter at de har blitt fanget og gjenutsatt. På den annen side har mindre voldsom isgang sannsynligvis også redusert støingenes dødelighet i løpet av isgangen.

For smolten kan tidligere isgang og tidligere temperaturøkninger føre til tidligere vandringstid, en generell trend vist i hele utbredelsesområdet til laks (Otero mfl. 2014). Dette kan potensielt være problematisk. Smoltvandringen er over flere årtusener tilpasset å komme ut i Tanafjorden i en tid der mattilgang og overlevelse er på sitt beste. Tidligere migrasjon kan derfor bety å ankomme saltvann på et suboptimalt tidspunkt, noe som vil redusere vekst og overlevelse.

Lokalbefolkningen har pekt på mindre alvorlig isgang som en faktor som driver habitatendringer i Tanaelva. Mindre voldsom isgang betyr mindre skuring av elvebunnen, oppbygging av sand og forringelse av habitatkvaliteten i potensielle gyteområder. Videre arbeid er nødvendig for å kvantifisere omfanget av slike habitatendringer, men en ti år gammel omfattende habitatkartlegging i hele hovedelva kan være et verdifult og historisk referansepunkt som kan brukes til å kvantifisere endringer i dag og i de kommende årene.

6.4 Pukkellaks

Den siste tidens økning i utbredelsen og forekomsten av pukkellaks i Nord-Atlanteren har vært spesielt markant i de nordligste områdene i Finnmark, inkludert Tanavassdraget. Bekymringer har blitt reist om hva slags virkning den plutselige økningen i mengden av denne fremmede arten har på de stedegne laksefiskene, og da spesielt på laks. Det foreligger imidlertid lite informasjon om observerte endringer i laksebestandene som direkte kan tilskrives økt forekomst av pukkellaks. Slike situasjoner bør finnes spesielt nordvest i Russland, på Kola-halvøya og rundt Kvitsjøen, områder hvor pukkellaks har vært til stede i lakseelver i flere tiår, men svært lite bevis, om noen, for negative effekter på laks er tilgjengelig. Den nylige risikovurderingen rundt konsekvensene av en økning av pukkellaks i Norge (VKM 2020) listet imidlertid opp flere potensielle direkte og indirekte faktorer som den nye situasjonen med forekomst av pukkellaks potensielt kan føre med seg og hvilke problemer som kan skapes for stedegne elveøkosystemer og deres fiskearter.

I Nord-Norge har det siden 2017 vært arrangert effektivt uttaksfiske på pukkellaks i flere elver, og diskusjoner og planer om å starte massefjerningsfiske i Tana er i gang. Det skal bemerkes at enhver betydelig innsats for å redusere antall migrerende pukkellaks også vil påvirke laksen negativt. For eksempel vil noe laks bli fanget i et uttaksfiske, for eksempel med det foreslåtte uttaksfisket med kystfiskeredskaper. Fiskefeller og vandringsbarrierer har også potensielle effekter for all innfødt vandrende fisk. Det finnes erfaringer fra ulike land og områder (personlig kommunikasjon og upubliserte data fra for eksempel Danmark, Skottland, Finland (baltisk laks)) som indikerer potensielle negative effekter av å fange laksen mens den vandrer tidlig i sesongen i lavere deler av elver. Det kan føre til endringer i vandringsatferd, forsinkelser i å fortsette oppstrøms, eller til og med fallbacks, det vil si fisk som svinger nedstrøms med enten forsinket retur eller ingen retur i det hele tatt med mulig forvilling til andre elver.

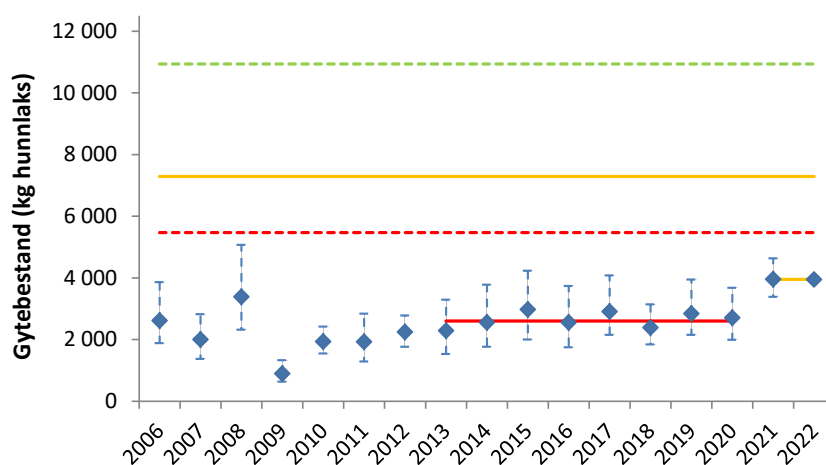
Det er derfor svært sannsynlig at massefjerning av pukkellaks vil føre til i det minste en viss dødelighet for laks og derfor få konsekvenser for laksebestandene i Tana og utsiktene til en begrenset gjenåpning av fiskeriene under gjenoppbyggingen. De sannsynlige negative effektene vil redusere antall voksne laks som er tilgjengelig for gyting i oddetallsår, og dermed også redusere mulighetene for fiske. Det siste vil særlig være tilfelle i perioder med lav sjøoverlevelse.

7 Anbefalt gjenoppbyggingstilnærming som kombinerer prognoser og risiko

Som diskutert i tidligere kapitler, for å få en vellykket bestandsgjenoppbygging, må gytebestandsstørrelsene i årene som kommer holdes på et høyere nivå enn gytebestandene i de årene som nå er passert. Dette er spesielt viktig for det første trinnet eller første generasjonen av gjenoppbyggingen på grunn av de sterkt utarmede nivåene på de viktigste laksebestandene i Tana. Her er den første risikoen som må redegjøres for: *En utilstrekkelig reduksjon i dødelighet vil føre til en mislykket gjenoppbygging.*

Et praktisk eksempel på denne risikoen kan ses i Figur 12. Avtalen fra 2017 hadde som mål å redusere fisketrykket med 30 % slik at en gjenoppbygging kunne starte. Men som det fremgår av Figur 12, var den årlige gytebestandsstørrelsen likevel relativt lik i årene før og etter 2017-avtalen. Reduksjonen i fisketrykk på 30 % var derfor ikke tilstrekkelig til å møte en situasjon med sterkt redusert sjøoverlevelse. Hovedlærdommen er da at en gjenoppbyggingsplan basert på en generell reduksjon i fiskeriene ikke er robust nok til å takle en situasjon med økt dødelighet fra andre kilder. Det er derfor helt klart behov for en mer robust tilnærming.

Gytebestandssituasjonen endret seg i 2021 etter at elvefisket ble helt stengt og kystfisket betydelig redusert. Den relativt stabile lave gjennomsnittlige gytebestanden før 2021 er illustrert med en horisontal rød linje som dekker 2013-2020 i Figur 12. Gytebestanden i 2021 representerte en betydelig økning fra basisnivået i 2013-2020, og med videreføringen av fiskeforbudet forventes gytebestanden i 2022 å være relativt lik 2021 eller kanskje enda litt høyere. Økningen fra rød til oransje linje i Figur 12 er i hovedsak den beste som kan oppnås i en situasjon med lav sjøoverlevelse de siste tre årene.



Figur 12. Den beregnede gytebestanden i Kárásjohka i 2006-2021 og en prognose for gytebestanden i 2022. Den horisontale røde heltrukne linjen viser gjennomsnittlig gytebestand fra 2013-2020. Den oransje heltrukne linjen er gjennomsnittet for 2021-2022 og representerer de to første årene av et første generasjons trinn i en gjenoppbyggingsbane for Kárásjohka. Det neste økende trinnet i banen, som vil være basert på 2021-økningen i gyting, kan forventes etter én laksegenerasjon (7-8 år som definert i kapittel 4), det vil si i 2028-2029.

Gytebestandsøkningen i 2021-2022 kan sees på som de to første årene av et første generasjons trinn i gjenoppbyggingsbanen til Kárásjohka. Gytebestandsnivået illustrert ved horisontal linje gjennom 2021-2022 i Figur 12 kan da tjene som et minimumsmål for gytebestanden i de resterende 5-6 årene av denne første gjenoppbyggingsgenerasjonen. Dette innebærer at et eventuelt fiske de kommende

årene ikke skal redusere gytebestanden under det nivået som er angitt av den oransje linjen i Figur 12. Eventuelle diskusjoner om fiske i de kommende årene må derfor behandle gytebestanden 2021-2022 som en minimumsgrense, og eventuelle muligheter for laksefiske i de kommende årene bør bare skje hvis det forventes et overskudd over den oransje linjen. Derfor må, for et gitt år, innsiget av en bestand være høyere enn denne grunnleggende gytebestandsstørrelsen, og forskjellen mellom innsig og minimumsgrensen for gytebestand vil representere overskuddet som kan være tilgjengelig for fiskeri. Igjen er det en risiko involvert: *Etter hvert som fiskeriene blir mer og mer åpnet, øker risikoen for å fange for mange laks.* Stengt eller minimalt fiske representerer lavest risiko, mens økende omfang av fiskeriene gradvis vil øke risiko. Denne balansen er illustrert i Figur 13.



Stengt laksefiske

- Gytebestander maksimert
- Raskest gjenoppbygging
- Størst sikkerhetsmargin
- Lavest risiko for å mislykkes

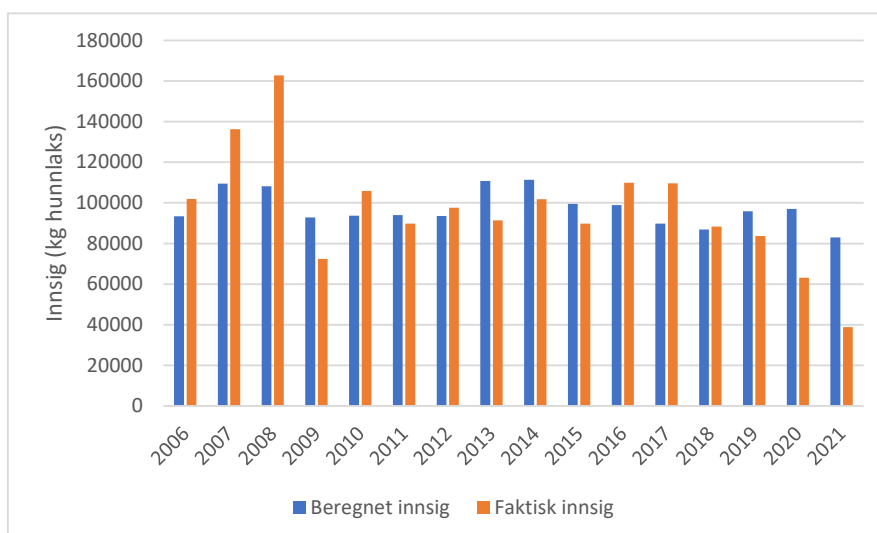
Kvoter utnyttet helt

- Reduserte gytebestander
- Lengre gjenoppbygging
- Ingen sikkerhetsmargin
- Høyest risiko for å mislykkes

Figur 13. Konseptuell visualisering av risiko- og gjenoppbyggingskonsekvensene av å bevege seg fra stengt laksefiske til økende utnyttelse av fangstkvoter. Stengt laksefiske representerer situasjonen med minst risiko og raskest gjenoppbygging, mens det å gi mulighet for økt høsting, til det punktet hvor kvoter utnyttes fullt ut, vil øke risikoen for å mislykkes og forlenge gjenoppbyggingstiden.

Som vist i kapittel 5.2 kan antall smålaks i de to foregående årene brukes til å gi en prognose for flersjøvinterlaks i et påfølgende år. Det er derfor mulig å ha bestandsspesifikke anslag på innsig inkludert i den årlige statusrapporten. Differansen mellom innsigsanslag og den ønskede gytebestandstørrelsen for første gjenoppbyggingsgenerasjon som er illustrert i 2021 og 2022 i Figur 12 vil da kunne fungere som en bestandsspesifikk totalkvote for kommende år. For å illustrere spesifikt er gjennomsnittlig gytebestand i 2021-2022 i Kárášjohka i Figur 12 3 900 kg. Dersom prognosen for 2023 hadde tilsagt en innsigsbiomasse for hunnlaks på 5 000 kg, vil en kvote på maksimalt 1 100 kg kunne være tilgjengelig for fiskeriene. I praksis er det flere risikofaktorer knyttet til dette kvoteanslaget. For det første må ytelsen til en prediktiv modell vurderes for å evaluere omfanget av avvik mellom den predikerte kvoten og det faktiske innsiget. For det andre må det også gjøres en risikovurdering av muligheten for at et begrenset fiskeri kan overutnytte kvoten. Både overestimering av kvoten og underestimering av utnyttelsen kan føre til betydelige negative konsekvenser for bestandsgjenbyggingsprosessen.

Hvor godt den prediktive tilnærmingen gjør det kan evalueres med reelle data (skjellavlesning og fangststatistikk) fra bestandsvurderingen til OFG i 2006-2021. I Figur 14 er en enkel modell, basert på beregnet antall smålaks i ett år og antall to- og tresjøvinterlaks i foregående år, brukt til å forutsi innsiget av hunnlaks (blå søyler). Denne prognosen kan deretter sammenlignes med det faktiske innsiget beregnet fra den årlige overvåkingen (oransje søyler). Samlet sett fungerer modellen bemerkelsesverdig bra i gjennomsnittsårene. Modellen gjør det imidlertid dårligere i årene som avviker fra gjennomsnittet, for eksempel år med sjøoverlevelse som var bedre eller dårligere enn gjennomsnittlig sjøoverlevelse. Modellen undervurderer innsiget i år med høyere enn gjennomsnittlig sjøoverlevelse, særlig 2007 og 2008. For bestandsgjenbyggingsformål er det ikke et problem, da for lavt fiske ikke påvirker sannsynligheten for en vellykket bestandsgjenoppbygging. Det betydelige problemet oppstår i årene med lavere sjøoverlevelse enn gjennomsnittet, for eksempel 2019-2021. Her overestimerer modellen innsiget betydelig, noe som da vil føre til en fangstkvote som vil redusere gytebestandene betydelig under nivået som ønskes i henhold til gjenoppbyggingsplanen.



Figur 14. En prognose for innsig av hunnlaks basert på størrelsen på innsiget av smålaks i foregående år (blå søyler) og det faktiske beregnede innsiget basert på overvåkingsdata (oransje søyler).

Oppsummert fungerer modellen godt i de fleste år, men gir ikke ønsket beskyttelse i årene med den mest sårbare bestandssituasjonen. Det er mulig å bøte på dette, for eksempel ved å inkludere en faktor som kan brukes til å justere modellparametere i perioder med forventet lavere sjøoverlevelse enn gjennomsnittet. For eksempel bør observasjon av dårlig sjøoverlevelse ett år resultere i en redusert prognose for det kommende året. Vi vil fortsatt stå overfor faren for ettårig overbeskatning på grunn av plutselig innsettende dårlig sjøoverlevelse (til tross for mye forskning som går på faktorer som påvirker laksens overlevelse, er vi fortsatt ikke i nærheten av å kunne forutsi når perioder med dårlig sjøoverlevelse kan oppstå), men denne faren kan i det minste delvis avhjelpes ved bruk av overvåkingsdata underveis i sesongen, for eksempel fra sonartellingen i Polmak.

Det er flere spørsmål som må løses etter etablering av grunnleggende bestandsspesifikke kvoter bestående av et overskudd hunnlaks tilgjengelig for høsting. For det første er spørsmålet om når og hvor en slik kvote skal fanges opp. Igjen må det gjøres en risikovurdering, særlig når det gjelder spørsmålet om i hvilken grad kvoten skal tas i fiske på blandete bestander langs kysten og i hovedelva. Det er betydelig høyere risiko knyttet til et fiske på blandete bestander sammenlignet med for eksempel et sideelvs spesifikt fiske på enkeltbestander. Hjemelva til laks fanget i fiske på blandete bestander er stort sett ukjent, med risiko for at noen bestander kan unngå beskatning mens andre blir overbeskattet.

For det andre, hvor godt prognosebaserte kvoter fungerer som styringsverktøy i en bestandsgjenoppbyggingsprosess avhenger av i hvilken grad landene er i stand til å håndheve kvotene. Betydningen av denne håndhevingen, for å sikre at kvotene ikke overfiskes, vil være spesielt kritisk i første generasjon av gjenoppbyggingsprosessen når bestandene er mest utarmet. I løpet av andre generasjon vil måloppnåelsen for gytebestandene være høyere, bestandene vil være mindre påvirket av Allee-effekter og vil kunne tåle et høyere beskatningsnivå. Imidlertid vil det fortsatt være behov for en forsiktig tilnærming, ved å behandle andre gjenoppbyggingsgenerasjons mål for gytebestand som en minimumslinje og dynamisk endre fiskeriene gjennom den ovennevnte prognosebaserte tilnærmingen hvis for eksempel nye perioder med senket sjøoverlevelse skulle oppstå.

8 Et anbefalt overvåkings- og forskningsrammeverk for bestandsgjenoppbyggingsprosessen i Tana

De grunnleggende årlige overvåkingsbehovene i en bestandsgjenoppbyggingsfase i Tana vil være relativt godt dekket gjennom videreføring av dagens fungerende romlige fisketellingsmetoder. Kombinasjonen av telling i hovedelva og telling av sideelver gir grunnlagsdata for å gjøre beregning av gytebestander og innsig for ulike deler av Tanavassdraget.

Det er imidlertid forbedringer som kan gjøres på den analytiske siden som i betydelig grad vil forbedre hvordan vi håndterer gjenoppbyggingsfasen. Vi anbefaler å prioritere etableringen av en ny modelleringsmetode, som effektivt kombinerer dagens statusevalueringstilnærming med den bayesianske tilnærmingen til den baltiske bestandsvurderingen.

En forutsetning for denne modelleringsmetoden er etablering av en oppdatert genetisk basislinje basert på et omfattende sett med SNP-markører. Den tidligere brukte genetiske basislinjen for identifisering av opprinnelsespopulasjon i fisket på blandete bestander dateres tilbake til midten av 2000-tallet og tidlig på 2010-tallet og brukte et begrenset sett med mikrosatellittmarkører. Selv om denne metoden var funksjonell på sin tid, har mikrosatellitttilnærmingen i stor grad blitt forlatt og erstattet av SNP-er, en metodikk som tillater et høyere antall markører som øker den statistiske styrken til bestandsidentifisering. Den nye SNP-basislinjen er for det meste fullført, men det er fortsatt behov for noen ressurser for å fullføre basislinjen (hovedsakelig for å sikre tilstrekkelig romlig dekning) og vurdere ytelsen til basislinjen.

En annen viktig del av dataene som går inn i den nye modellen er de individuelle skjelldataene fra fisket på blandete bestander i selve Tanaelva fra årene etter 2017, det vil si årene etter den betydelige endringen i fiskeriforvaltningen etter Tanaavtalen fra 2017. Individuell bestandsidentifikasjon, livshistorieinformasjon fra skjellavlesning, fangststed og tid og redskaper, fiskestørrelse og kjønn vil alle være viktig informasjon inn i modelleringsdatasettet.

En bayesiansk populasjonsmodell bør deretter utvikles for å evaluere bestandsstatus, gjenoppbyggingsbaner og hvordan sannsynligheten for gjenoppbyggingssuksess påvirkes av ulike beskatningsnivåer. Dette vil forbedre evalueringen av alle deler av vassdraget, spesielt de bestandene som har svært begrensede overvåkingsdata. Den nåværende bestandsstatusevalueringen mangler verktøy for prognoser, og en full livssyklusmodell (etter eksemplene fra for eksempel vurdering av baltiske laksebestander) vil gi et robust kvantitativt alternativ for prediksjoner og evalueringer av alternative fremtidsscenarioer.

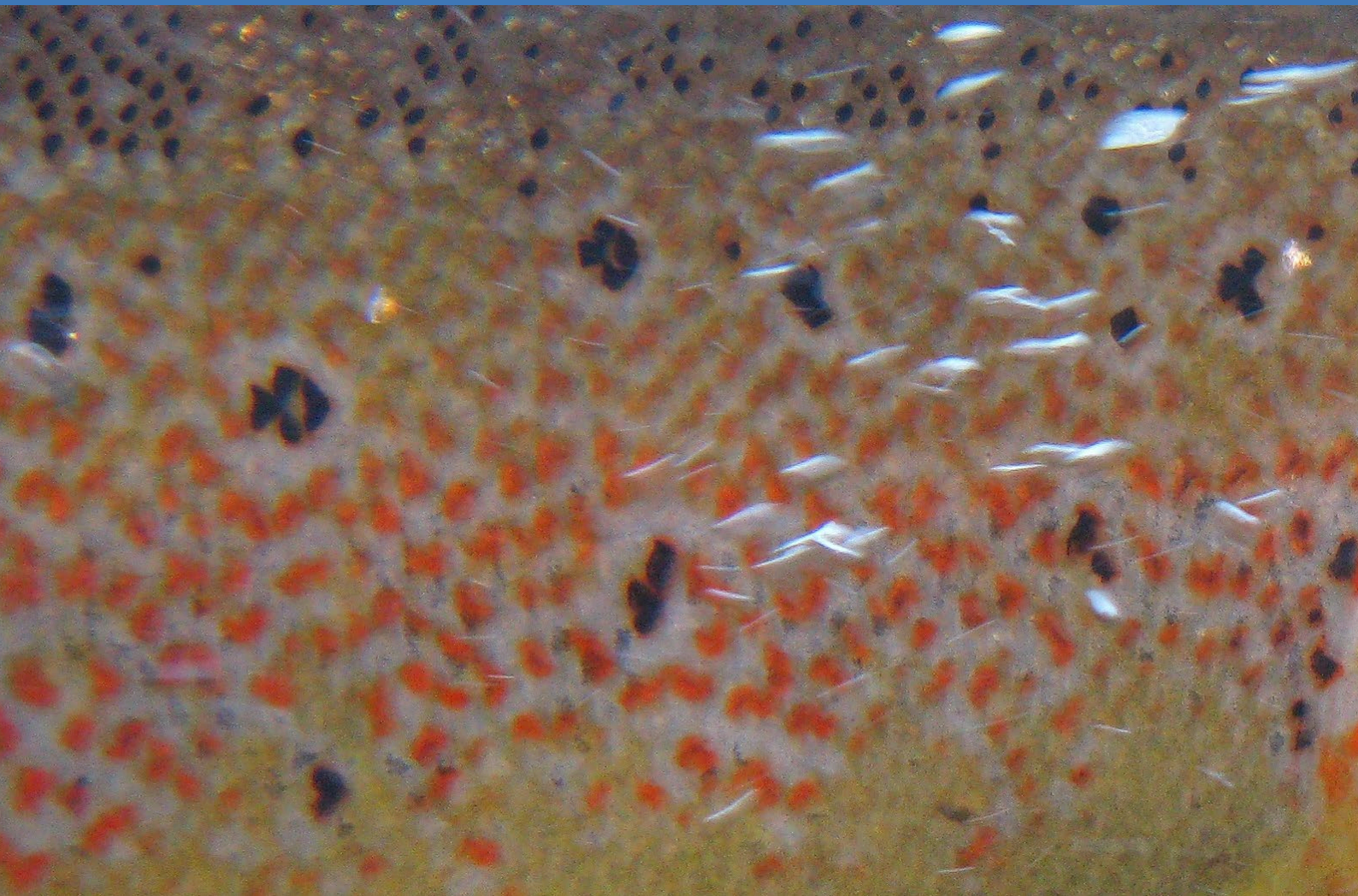
Bayesianske metoder kan også brukes for mer pålitelig beregning av smolt til voksenoverlevelse, hovedsakelig basert på videodata fra Utsjoki. Det er allerede utviklet beregning av enkelte usikkerheter i smolttellingene (Pulkkinen mfl. 2020), og de ulike beregningene og datasettene bør kombineres til et probabilistisk modelleringsrammeverk for bedre overlevelsesestimater. Marin overlevelse er i dag en av de viktigste parameterne som påvirker gjenoppbyggingspotensialet til Tana-laksen (se kapittel 6.1).

En viktig styrke ved ovennevnte modelleringstilnærming er å skaffe et sannsynlighetsbasert verktøy som fleksibelt kan ha kunnskap fra ulike kilder som input, og til gjengjeld gi sannsynligheten for gjenoppbyggingssuksess basert på ulike scenarier. For eksempel sannsynligheten for vellykket oppbygging ved ulike nivåer av beskatning opp mot en rekke forhold til sjøs. Vi bør også kunne parametrisere modellen på en måte som gjør det mulig å beregne hvordan ulike fiskeregler vil påvirke beskatningstrykket på bestandsspesifikt grunnlag.

9 Referanser

- Anon. 2021a. Status for laksebestandene i Tanavassdraget i 2021. Rapport fra overvåknings- og forskningsgruppen for Tana 1/2021.
- Anon. 2021b. Status for norske laksebestander i 2021. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, rapport 16.
- Anon. 2022. Effekter av predasjon på laks. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, temarapport 8, 92 s.
- Cushing, D. H. 1988. *The Provident Sea*. Cambridge University Press.
- Hilborn, R., Amoroso, R. O., Anderson, C. M., Baum, J. K., Branch, T. A., Costello, C., de Moor, C. L. *et al.* 2020. Effective fisheries management instrumental in improving fish stock status. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117: 2218-2224.
- Lande, R., Engen, S. & Sæther, B.E. 2003. *Stochastic population dynamics in ecology and conservation*. Oxford University Press.
- Ludwig, D., Hilborn, R. & Walters, C. 1993. Uncertainty, resource exploitation, and conservation: lessons from history. *Science* 240: 17-36.
- Niemelä, E., Hassinen, E., Haantie, J., Länsman, M., Johansen, M., Brørs, S., Sandring, S. & Muladal, R. 2009. Variasjoner i sammensetning av laksefangst innen fiskesesong og mellom år samt tidspunkt for når fangster blir tatt på ulike redskaper. Fylkesmannen i Finnmark, Miljøvernavdelingen, Rapport 7- 2009.
- Otero, J. mfl. 2014. Basin-scale phenology and effects of climate variability on global timing of initial seaward migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Global Change Biology* 20: 61–75.
- Pulkinen, H., Orell, P., Erkinaro, J. & Mäntyniemi, S. 2020. Bayesian arrival model for passage counts powered by environmental covariates and expert knowledge. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 77: 462–474.
- Sissenwine, M. M., Mace, P. M. & Lassen, H. J. 2014. Preventing overfishing: evolving approaches and emerging challenges. *ICES Journal of Marine Science* 71:153-156.
- VKM 2020. Assessment of the risk to Norwegian biodiversity and aquaculture from pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). Norwegian Scientific Committee for Food and Environment (VKM), Scientific Opinion of the Panel on Alien Organisms and Trade in Endangered Species (CITES). VKM report 2020:01.
- Yellen, J. E., Brooks, A. S., Cornelissen, E., Mehlman, M. J. & Stewart, K. 1995. A middle Stone Age worked bone industry from Katanda, upper Semliki Valley, Zaire. *Science* 268: 553-556.
- Zimmermann, F. & Wener, K. M. 2019. Improved management is the main driver behind recovery of Northeast Atlantic fish stocks. *Frontiers in Ecology and the Environment* 17: 93-99.

Overvåknings- og forskningsgruppen for Tana



Kontakt:

Rapport fra overvåknings- og forskningsgruppen for Tana

Morten Falkegård, NINA, morten.falkegard@nina.no

Jaakko Erkinaro, Luke, jaakko.erkinaro@luke.fi

ISSN: 2535-4701

ISBN: 978-82-93716-11-2