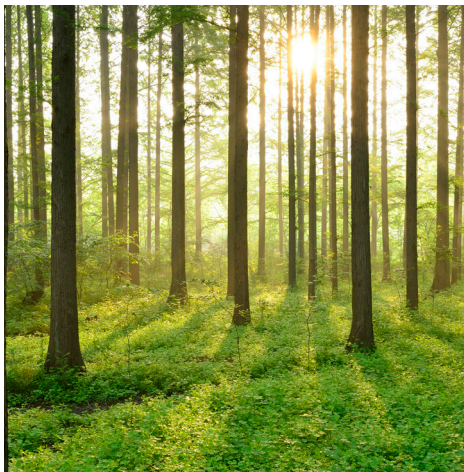


FRAMTIDENS SMOLT UNDER FÖRÄNDERLIGA FÖRHÅLLANDEN

RAPPORT 2021:794



Framtidens smolt under föränderliga förhållanden

En workshopserie i tre delar

ANDERS ALANÄRÄ & LO PERSSON

ISBN 978-91-7673-794-1 | © Energiforsk Aug 2021

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Denna rapport är en sammanfattning av diskussioner som hölls under tre workshops, våren 2021. Målet med workshopserien var att skapa ett forum för erfarenhetsutbyte och dialog kring centrala frågeställningar som berör kompensationsodling i Sverige. Dessa frågeställningar bedömdes avgörande att reda ut för att kunna prioritera rätt frågor inom fortsatt FoU-verksamhet.

Programmets styrgrupp insåg att det var av stor betydelse att säkerställa framtida insatsers förankring inte bara inom kompensationsodlarnas verksamhet utan även i det institutionella ramverket inom vilket deras uppdrag behandlas. Resultat från tidigare programperioder indikerade en mängd möjliga utvecklingsvägar och denna workshopserie föreslogs för att kunna tillgodose ett neutralt forum där dessa kunde diskuteras mellan berörda aktörer.

Workshopserien planerades av Anders Alanärs och Lo Persson, Institutionen för vilt, fisk och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet, i samråd med programansvarig på Energiforsk, Madelene Danielzon Larsson. Serien finansierades av vattenkraftföretagen Vattenfall Vattenkraft, Fortum, Skellefteå Kraft, Statkraft och Sydkraft Hydropower.

Här redovisas resultat och slutsatser från ett projekt inom ett forskningsprogram som drivs av Energiforsk. Det är rapportförfattaren/-författarna som ansvarar för innehållet.

Sammanfattning

I Energiforsks forskningsprogram för kompensationsodling arbetar forskare och yrkesverksamma odlare tillsammans för att främja en god fiskhälsa och en långsiktigt hållbar fiskodling. Programmet har kommit till ett vägskäl där det är avgörande att förtydliga syftet och de långsiktiga målsättningarna med kompensationsodling för att säkerställa att de projekt som inleds besvarar de mest betydande frågorna kopplade till hög kvalitet, god hälsa för fisken, och moderna miljövillkor.

Med bakgrund i detta uppkom idén att arrangera en workshopserie där olika intressenter tillsammans kunde diskutera hur kompensationsodling bör utformas och utvecklas från en mängd olika perspektiv. Under workshopseriens gång diskuterades nuläget och framtida syfte med kompensationsodlingen. I dagsläget ansågs sätta mål vara tydliga, i form av strikta utsättningskrav på antal utsatta fiskar. Däremot ansågs denna målsättning otillräcklig för moderna omständigheter och reflekterar ej den kunskap som workshopens deltagare besitter.

Gemensamt för alla diskussioner var att det saknas tydlighet från Havs- och Vattenmyndigheten vad gäller framtida syfte med kompensationsodling och vilka förutsättningar som kommer att sätta ramarna för verksamheten. Under workshopen diskuterade parterna hur syften skulle kunna definieras för svensk kompensationsodling. De två mest betydande syften som identifierades av gruppen var:

- skadereglering för fisket där ett säkerställande av nyttjandet av fisken som resurs är betydande (både yrkes- och sportfisket)
- bevarandet av unika populationer

Avelsarbetet lyftes som en viktig del för bevarandet av unika populationer men här saknas i stor utsträckning kunskap. Nya riktlinjer behövs för hur avelsarbetet ska bedrivas för att på bästa sätt bidra till bevarande av genetisk diversitet och integritet mellan populationer. Likaså fattas värdefull kunskap om fiskens överlevnad och vandring efter utsättning för att kunna säkerställa nyttan för fisket. Ytterligare underströks att det krävs en systematisk process för uppföljning för att säkerställa att de metoder som används för odling och besiktning av fisken leder till det önskade resultatet. För att åstadkomma detta uttryckte sig workshopens deltagare positiva till en mer flexibel förvaltning och en mer anpassningsbar odlingsverksamhet.

De frågeställningar som identifierats under workshopserien och som bör prioriteras av Energiforsks forskningsprogram var:

- Signifikant ökning av tillväxt i odling: Vad är de bakomliggande orsakerna?
- Klimatförändringar påverkar tillväxt och djurhälsa: Vilka effekter kan vi se redan idag och hur måste verksamheten anpassas inför framtiden?
- Tvåårig lax- och öringsmolt har fördelar över ettårig vad gäller havsöverlevnad, men hög tillväxt i odling leder till ökad andel tidig

könsmognad: Är det möjligt att utveckla och validera existerande teoretisk modell för bromsning av tillväxt?

- Den genetisk variation inom kompensationsodlade populationer har reducerats över tid. Hur bör avelsstrategier nyttjas för att uppnå målsättningar med bevarandet av genetisk variation?
- Adaptiv förvaltning: På vilket sätt behöver metoden anpassas för att ackommodera kompensationsodlingens förutsättningar?

Nyckelord

Kompensationsodling, smolt, tillväxt, tidig könsmognad, genetisk variation, adaptiv förvaltning, moderna miljövillkor

Summary

In Energiforsks research program for compensatory fish farming, researchers and farmers work together to support good fish health and long-term sustainable fish farming methods. The programme has arrived at a crossroads where it becomes necessary to clarify the purpose, goal, and direction for the fish farming sector to be able to safeguard the relevance of future research initiatives.

With this background the idea to arrange a series of workshops came to be where different stakeholders together could discuss from a variety of perspectives what the future for fish farming might look like. During the course of the workshops the current state and future purpose with fish farming was discussed. The aims for today's practices were seen by the workshops participants to be clear, as it is set to achieve a clearly defined and strict number of fish to be farmed and released in the rivers affected by hydropower. This aim was seen by the participants however to be insufficient for modern circumstances and environmental goals and was not seen to reflect the knowledge held by the workshop participants.

Common for all discussions was mention of the lack of clear directions and guidance from the Swedish Agency for Marine and Water Management (HaV) on the aims and purposes of compensatory fish farming. Regardless the different stakeholders discussed how the purpose and aim for Swedish compensatory fish farming could be defined and developed in the future. The two most significant purposes identified by the group were:

- Legal compensation, for loss of available fish for fishing, were the use of the released fish needs to be ensured to a greater extent (both for sports and occupational fishing)
- Preservation of unique populations

The practices for breeding were highlighted as an important part of preservation of unique populations but it is an area where knowledge, applicable within compensatory fish farming, is severely lacking. New guidelines for breeding practices are needed to ensure that genetic diversity and the integrity between populations can be maintained. In addition, valuable knowledge is lacking, regarding farmed fish's survival and migration after release, to be able to ensure the use value of the farmed fish for fishing as well as population preservation. It was further emphasised that a systematic process is needed for follow up of operations, to ensure that the methods used for farming and inspection of fish before release, are conducive towards the desired outcome. To achieve this, the workshop participants expressed positive attitudes towards a more flexible management and more opportunity to adapt operations to changing conditions in an adaptive management approach.

The problem statements that were identified to be of priority within future research initiatives were:

- Significant increase of growth in farms: What are the underlying causes?

- The effects of climate change on growth and animal health: What effects could be seen already today and what adaptation measures are necessary for farming practices?
- Two-year-old salmon and trout smolt display advantages over one-year-old smolt regarding ocean survival, but high growth in farms lead to increased shares of early sexual maturity: Is it possible to develop and validate existing theoretical models for reducing growth rates?
- Genetic variation within compensatory fish populations have been reduced over time: How should breeding strategies be used to preserve genetic variation?
- Adaptive management: In what ways should this management method be adapted to work for compensatory fish farming operations?

Innehåll

1	Framtidens smolt: En workshopserie	9
1.1	Planering och tillvägagångssätt	9
2	Workshop ett – Nuvarande förhållanden och framtida syfte	11
2.1	Annorlunda förutsättningar	11
2.2	Framtida syfte med odlingen	12
2.3	Vem ansvarar för uppföljning och styrning av verksamheten?	12
3	Workshop två - Vilka kriterier och krav på smoltens prestanda krävs för måluppfyllelse?	14
3.1	Storlek och havsöverlevnad	14
3.2	Tidig könsognad	15
3.3	Påverkan på avelsarbetet	17
4	Workshop tre - Hur förverkligas ett långsiktigt samarbete och en kvalitetssäkrad uppföljning?	18
4.1	Genetisk diversitet, uppföljning av workshop två	18
4.2	Förslag för systematisk uppföljning: Referens- och trendälvar	19
4.2.1	Behovet av samordning	21
4.3	Adaptiv förvaltning och en flexibel verksamhet	21
4.3.1	Arbetsgång adaptiv förvaltning	22
4.3.2	Förutsättningar och potentiella hinder för en adaptiv förvaltning	23
5	Sammanfattning och diskussion	25
5.1	Slutsatser	26
5.1.1	Signifikant ökning av tillväxt i odling: Vad är de bakomliggande orsakerna?	27
5.1.2	Klimatförändringar påverkar tillväxt och djurhälsa: Vilka effekter kan vi se redan idag och hur måste verksamheten anpassas inför framtiden?	27
5.1.3	Tvåårig smolt har fördelar över ettårig men ökad tillväxt i odling skulle vara nödvändig: Är det möjligt att utveckla och validera existerande teoretisk modell för bromsning av tillväxt?	27
5.1.4	Tidig könsognad reducerar havsöverlevnad: Kan den framtagna modellen för energiintag faktiskt reducera andelen köns mogna hannar?	27
5.1.5	Reducerad genetisk variation: Hur bör avelsstrategier utnyttjas för att uppnå bevarandemålsättningar?	28
5.1.6	Osäkerheter existerar rörande metoder för uppföljning: Vilken metod bör användas och när?	28
5.1.7	Adaptiv förvaltning: På vilket sätt behöver metoden anpassas för att ackommodera kompensationsodlingens egenskaper?	28
5.2	Fortsatt arbete	28
6	Referenslista	30

1 Framtidens smolt: En workshopserie

I Energiforsks forskningsprogram för kompensationsodling arbetar forskare och yrkesverksamma odlare tillsammans för att främja en god fiskhälsa och en långsiktigt hållbar fiskodling. En viktig funktion är att programmet skapar en arena för dialog mellan myndigheter, akademi och bransch för att främja kunskapsutveckling och samsyn.

Energiforsks program har kommit till ett vägskäl där det är avgörande att förtydliga syftet och de långsiktiga målsättningarna med kompensationsodling för att säkerställa att de projekt som inleds besvarar de mest betydande frågorna kopplade till hög kvalitet, god hälsa för fisken, och moderna miljövillkor. Det har diskuterats hur nya projekt identifieras på bästa sätt och hur det kan säkerställas att projekten adresserar existerande kunskapsluckor relaterat till de behov en modern kompensationsodling behöver uppfylla. I dessa diskussioner uppkom idén om att arrangera en workshopserie där möjlighet skulle ges för olika intressenter att tillsammans diskutera hur en kompensationsodling kan tänkas utformas och utvecklas från en mängd olika perspektiv.

Utöver att identifiera de mest relevanta frågorna för fortsatta forskningsprojekt är behovet att diskutera verksamhetens framtid i relation till nationella planen för omprövningar (NAP) av svensk vattenkraft stor. Oklarheter i huruvida kompensationsodling kommer att tas upp i kommande omprövningar och avsaknaden av en nationell strategi för att hantera detta var en viktig punkt att beröra under workshopseriens gång. I avsaknad av en naturlig samlingspunkt för diskussion av dessa frågor ansågs denna möjlighet som ett gott tillfälle att diskutera just dessa oklarheter och hur de kan tänkas påverka verksamheten.

1.1 PLANERING OCH TILLVÄGAGÅNGSSÄTT

En serie av tre workshops planerades och genomfördes av Anders Alanärä och Lo Persson, SLU, i samråd med Energiforsks programansvarige Madelene Danielzon Larsson. Deltagare från kraftindustrin, Länsstyrelser, Fiskeutredningsgruppen (FUG), och Jordbruksverket närvarade och totalt deltog 18–28 aktörer.

Workshopserien planerades utifrån tre teman:

1. nuvarande förhållanden och framtida syfte
2. kriterier och krav på smoltens prestanda för måluppfyllelse
3. säkerställande av långsiktigt samarbete och kvalitetssäkrad uppföljning.

Varje workshop bestod av en inledande presentation av relevant forskning och nuvarande förhållanden och deltagare delades därefter in i mindre diskussionsgrupper. Resultaten av dessa mindre gruppdiskussioner togs sedan upp gemensamt. För mer information om de frågeställningar som lyftes under varje workshop var god se kommande kapitel.

I planeringsprocessen ställdes frågan till Havs- och Vattenmyndigheten (HaV) hur kompensationsodling kommer att hanteras inom NAP och vilken roll kompensationsodlingen anses bör ha i framtiden. Frågan diskuterades då internt

på HaV och det fanns inför workshopserien inget tydligt svar på vad den nationella strategin för kompensationsodling kommer att vara. Vid tidpunkt för skrivande av denna rapport är det fortsatt oklart om HaV ämnar komma med direktiv kring kompensationsodlingens framtida roll och syfte eller om detta kommer att avgöras från fall till fall vid varje enskild prövning.¹

Då frågan om kompensationsodling var, och fortfarande är, öppen för diskussion välkomnade HaVs resultaten från denna workshopserie. Denna sammanställning, tillsammans med identifierade nyckelfrågor med bäring på HaVs arbete som berör kompensationsodlingen, kommer därför att delges myndigheten med en inbjudan till fortsatt dialog med verksamhetsutövare och tillsynsmyndighet om kompensationsodlingens syfte och roll inom NAP samt om behovet av fortsatta forskningsprojekt.

Workshopserien och denna efterföljande summering har därför betydelse både från ett forskningsperspektiv och på ett övergripande strategiskt plan gällande förvaltning av kompensationsodlad fisk med koppling till omprövningen av vattenkraftens miljövillkor.

En viktig begränsning att ha med i åtanke är att resursens nyttjare, yrkes- och sportfiskare, ej var representerade vid denna workshop samt att ansvarig myndighet ej deltog. För att komma vidare med dessa frågor och säkerställa att verksamheten uppnår ett resultat som är samstämmigt med moderna villkor, förutsättningar och behov krävs fortsatt dialog där även dessa aktörer deltar.

¹ Som kommentar till denna rapport önskar HaV förtydliga att villkor om kompensationsutsättning beslutas av mark- och miljödomstol och att HaV inte har något mandat att ändra på dessa. I vissa fall rörande tillståndsprövningar har särskilda frågor delegerats till tillsynsmyndigheten, i de flesta fall Länsstyrelserna. HaV har ett vägledande ansvar gentemot Länsstyrelserna, men har ingen möjlighet att fatta beslut gentemot verksamhetsutövarna. Länsstyrelserna kan besluta om åtgärder inom ramen för sin tillsyn av kompensationsutsättningarna.

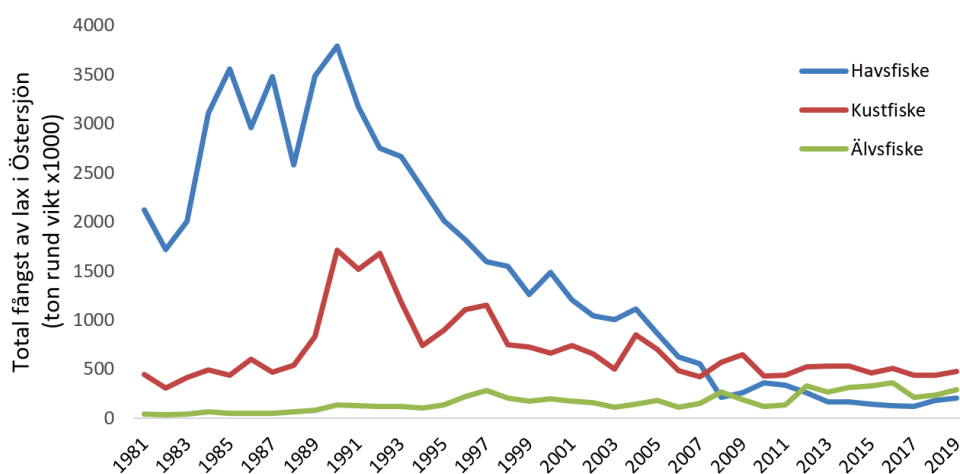
2 Workshop ett – Nuvarande förhållanden och framtida syfte

Denna inledande workshop företogs förutsättningslös där fokus lades på att kartlägga nuläget och gemensamt diskutera tänkbara framtida syften som en modern kompensationsodling kan uppfylla. Denna diskussion reflekterade väl den utveckling som skett inom verksamheten och det omkringliggande institutionella ramverket för dess uppföljning och tillsyn. Diskussionen präglades av den osäkerhet som råder kring hur HaV kommer att ställa sig i frågan kring syftet med kompensationsodlingen då detta kan komma att påverka hur villkor formuleras och vilken vägledning Fiskeutredningsgruppen (FUG) kommer att ha i sin kontrollverksamhet.

Under workshopen lyftes flertalet gånger behovet av ökad kunskap och tydligare vägledning för hur verksamheten och dess uppföljning på bästa sätt bör anpassas för att uppfylla framtida syften.

2.1 ANNORLUNDA FÖRUTSÄTTNINGAR

Vid workshopen diskuterades att nyttjandet av lax och öring har förändrats över tid. Nuvarande domar rörande kompensationsodling av fisk syftar i första hand till att kompensera det yrkesmässiga fisket. Emellertid har det yrkesmässiga fisket drastiskt minskat medan sportfisket har fått viss ökad betydelse (Figur 1). Rapporter från kompensationsodlingarna innehåller samstämmiga uppgifter på att antalet återvändande laxar från havet till älvarna ökar. Dessa nya förutsättningar var en viktig utgångspunkt för workshopens deltagare och de perspektiv som lyftes under dagens diskussioner. Detta ämne kopplades även samman med nyttjande av resursen där flexibilitet mellan nyttjandet av fisken och utsättningsmängderna vore önskvärt.



Figur 1. Källa: ICES WGBAST Rapport 2020.

Likaså bygger dagens utsättningsmängder bland annat på historiska skattningar av vild smoltproduktion innan vattenkraftsutbyggnaden. Detta faktum diskuterades av flertalet aktörer under workshopen som en viktig del att utvärdera för att säkerställa att utsättningsmängder är anpassade efter moderna förhållanden och omständigheter.

2.2 FRAMTIDA SYFTE MED ODLINGEN

Oklarheter rörande om/hur kompensationsodling kommer att hanteras under kommande omprövningar ledde till en osäkerhet hos deltagarna rörande hur de bör förhålla sig till verksamheten och dess tillsyn. Samtliga var dock överens om att förändrade förutsättningarna gör det ursprungliga syftet med och villkoren för kompensationsodlingen omodernt och illa anpassat till nuvarande förhållanden i våra vattendrag.

Olika tänkbara syften diskuterades och gemensamt inom alla diskussionsgrupper var att produktionen av fisk måste fylla en nytta. Som ovan nämnt så diskuterades till stor del nyttan av fisken i relation till fisket. Skillnaden jämfört med nuvarande syfte är att det även finns en nytta att fånga upp för sportfisket. Utöver detta lyftes även bevarandesyftet av fiskstammarna. De vilda stammarna i många av de berörda älvarna är kraftigt decimerade eller helt frånvarande. I dessa fall kan kompensationsodlade populationer komma att utgöra en genetisk resurs för återetablering av vildlekande populationer vid återskapande av konnektivitet och habitat.

Även laxens och öringens roll som toppredatorer i havsekosystemet lyftes fram i diskussionerna och detta är något som inte tagits hänsyn till vid tidigare domar. Det är dock oklart hur den odlade fiskens roll i ekosystemet ser ut.

Diskussionerna kring framtida syften fokuserade således på att uppfylla följande två nyttor:

- skadereglering för fisket
- bevarandet av unika populationer och dess genetiska variation.

För att uppnå dessa syften lyfte flera deltagare frågan om en ökad flexibilitet gällande utsättningsmängder och vilka arter som ska sättas ut (se även diskussion rörande adaptiv förvaltning). För att optimera dessa nyttor underströks att havsöverlevnaden bör vara hög.

2.3 VEM ANSVARAR FÖR UPPFÖLJNING OCH STYRNING AV VERKSAMHETEN?

Under diskussionen framkom en osäkerhet kring vem som ansvarar för att nuvarande domar följs, speciellt med avseende på krav på märkning och uppföljning. Det är tydligt att ansvaret för att möjliggöra uppföljning av verksamheten, till exempel via märkning av fisken, ligger hos verksamhetsutövaren. Däremot är det övergripande ansvaret för uppföljning av t ex havsöverlevnad oklar. Mellan 1960 och 2000 hade Laxforskningsinstitutet (LFI) ansvar för uppföljning av kompensationsodlingen. Sedan LFI lades ned och

Fiskeriverket ombildades uttryckte flera av workshopens deltagare att myndighetsansvaret är otydligt och att det finns brister i kommunikation och styrning av verksamheten.

Däremot fungerar dialogen bra mellan kompensationsodlingarna och FUG rörande smoltbesiktning. Representanter från FUG påtalade att de bidrar med kompetens till HaV men att deras mandat (delegation) är otydligt och det finns brister i kommunikationen. Samverkan mellan FUG och länsstyrelserna kan också förbättras. Idag saknas tydliga kommunikationsvägar och ofta baseras kommunikationen och arbetet i stället på informella relationer.

Det påpekades även att det på länsstyrelsenivå finns svårigheter med att följa upp och ha kännedom om de flertalet äldre domar som finns inom ett avrinningsområde eller för en enskild verksamhet. Dessa domar består ofta av ett omfattande och svårarbetat material vilket bidrar till oklarheter.

Deltagarna lyfte fram de årliga smoltmötena (både regionala och nationella) som bra forum för att utbyta erfarenheter och diskutera gemensamma frågor.

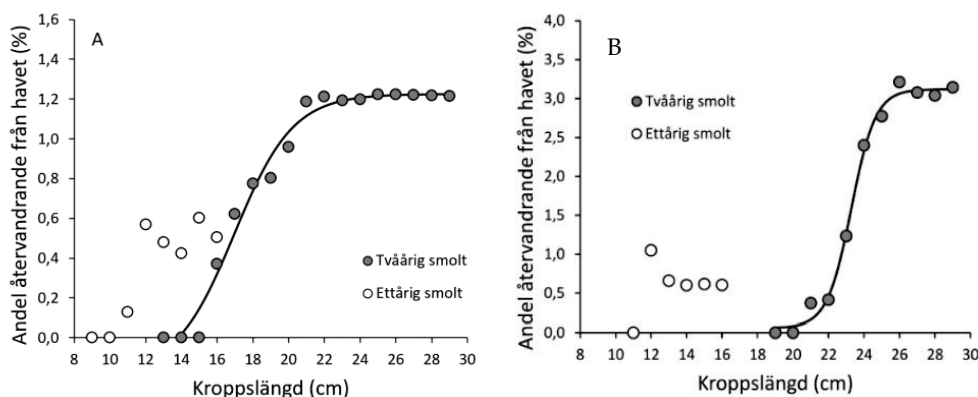
3 Workshop två - Vilka kriterier och krav på smoltens prestanda krävs för måluppfyllelse?

De syften som diskuterades vid workshop ett var nytta för fiske och bevarande. För att kunna uppfylla dessa syften krävs en hög havsöverlevnad. Vid workshop två diskuterades krav för hur fisken som sätts ut bör vara, med avseende till olika kvalitetsaspekter, för att havsöverlevnaden ska vara så hög som möjligt. En kunskapssammanställning om kompensationsodling, som togs fram under hösten 2020, användes som underlag för diskussionen.

En viktig bakgrund till dagens diskussioner är att smoltens storlek har ökat över tid. Från 1950–60 talet till slutet av 1980-talet var storleken relativt oförändrad, men från 1990-talet har tillväxten ökat dramatiskt. Mellan 50- och 80-talet uppmättes en tvåårig smolt till 16–18 cm, men sedan 2000-talet har storleksspannet ökat till 24–26 cm. Den ökade tillväxten har också lett till att merparten av fisken i de flesta odlingar smoltifierar redan efter ett år. Vad denna ökade tillväxt beror på är dock oklart. De huvudsakliga kandidaterna är fodrets energiinnehåll och smältbarhet, modernisering av odlingar, förlängd tillväxtsäsong till följd av klimatförändringar, samt genetisk drift där god tillväxt i odlingen har gynnats av att stor smolt har större sannolikhet att återvända från havet.

3.1 STORLEK OCH HAVSÖVERLEVAD

I kunskapssammanställningen som delades ut i förväg rapporteras ett tydligt positivt samband mellan smoltens storlek vid utsättning och havsöverlevnad. Högsta havsöverlevnad hos lax uppnås vid en smoltstorlek på ca 20 cm och hos öring vid ca 25 cm (Figur 2). Idag är tillväxten så god att en del, eller i vissa fall alla, ettåriga fiskar smoltifierar. I Norrfors når ettåriga smolt en maxstorlek på 15–16 cm vilket då kan öka risken för låg havsöverlevnad. För att nå storleksintervallet för god havsöverlevnad skulle många av de ettåriga fiskarna behöva hållas kvar i odlingen ytterligare ett år. Deltagarna gav uttryck för att ett sådant förfarande skulle påverka verksamheten då tvåårig fisk kräver större utrymme, speciellt med tanke på att tillväxten ökat så pass kraftigt över tid.



Figur 2. Andel återvandrande a) laxar och b) öringar som en effekt av kroppslängd vid utsättning. Modifierat från Figur 13 och 16 i Alanärä och Persson, 2021.

Då havsöverlevnaden inte ökar efter det optimala storleksintervallet skulle tillväxten kunna bromsas för tvåårig fisk. Många deltagare uttryckte oro för ökade fenskadador vid minskad utfodring. Teoretisk kunskap finns om hur en bromsning av tillväxt skulle kunna gå till men praktisk erfarenhet saknas både inom odlingen och hos tillsynsmyndigheter. Den teoretiska modellen om tillväxtstyrning finns i Elforsks (senare Energiforsk) rapport "Funktionella metoder för odling av fysiologiskt naturanpassad smolt" (Alanärä m.fl. 2014). Dock krävs ytterligare teknisk och praktisk erfarenhet för validering av modellen.

Majoriteten av workshopens deltagare var positiva till att jobba mot givna storlekskriterier med syfte att öka havsöverlevnaden. Då det kan vara svårt att sätta definitiva gränser lyftes det från både länsstyrelsens samt odlingens perspektiv att det vore önskvärt att arbeta utifrån ett storleksintervall som implementeras utifrån gemensamma riktlinjer.

Ett förslag som lyftes var att odlingarna kan redovisa sina storleksmål och odlingsstrategier för olika arter till tillsynsmyndigheten och att man utifrån detta kommer överens om vad som anses godkänt och inte.

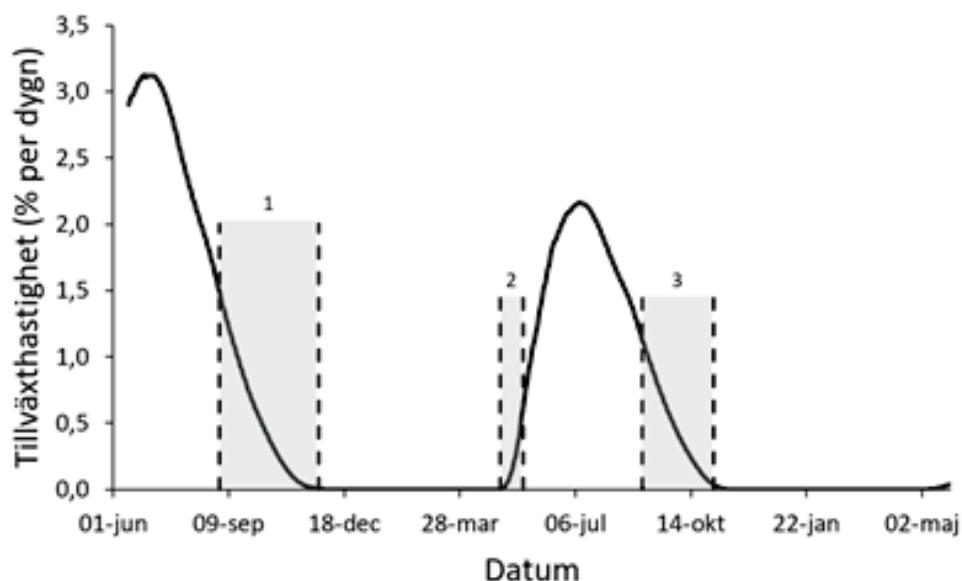
3.2 TIDIG KÖNSMOGNAD

Kunskapssammanställningen visar att den goda tillväxten även leder till att vissa hannar utvecklar könsmognad hösten innan utsättning och att dessa tidigt köns mogna hannar har reducerad havsöverlevnad. Den reducerade havsöverlevnaden skulle kunna bero på att dessa individer stannar i älven efter utsättning och därmed utsätts för hög predationsrisk. Deltagare vid workshopen framförde önskemål om en bättre dialog mellan odlare och FUG, samt tydliga och gemensamma riktlinjer kring hur avräkning av tidigt köns mogna hannar ska ske, då detta har varierat från län till län. Det lyfts att tidig köns mognad även förekommer i naturen och att det behövs tydligare riktlinjer för om dessa fiskar ska räknas av eller sättas ut, och i sådana fall i vilken utsträckning. Om kompensationsodlingen fortsatt ämnar att ersätta en förlust för fisket, ett ändamål som kräver hög havsöverlevnad, är det möjligt att denna fisk ej ska tillgodoräknas

inom den utsättningskvot som domen kräver. Däremot säger detta inget om huruvida denna fisk helt ska kasseras, sättas ut eller användas på annat sätt, till exempel genom att ingå i avelsarbetet för att stötta bevarandet av genetisk variation. Hanteringen av tidigt köns mogna hannar är beroende av hur framtida syfte med kompensationsodling formuleras och diskussionen bör då föras i samband med att syftet specificeras.

Smoltbesiktningen sker normalt relativt nära tiden för utsättning. Merparten av de hannar som varit köns mogna har då återgått till ett mer smoltlikt utseende och är inte längre rinnande och det kan finnas en risk att andelen underskattas. Det diskuterades om besiktningen av köns mognad bör ske tidigare för att få en mer rättvisande bild av hur stor andelen är, exempelvis under föregående höst/vinter. Vid workshopen nämndes även alternativa metoder för att reducera köns mognad i odlingen, till exempel via ljusstyrning som används i norska sättfiskodlingar.

I kunskapssammanställningen redovisas en strategi som syftar till att reducera andelen köns mogna hannar, men denna strategi är ännu inte testad och verifierad (Figur 3). Strategin går ut på att reducera energiintaget under vissa kritiska perioder då köns mognad initieras.



Figur 3. Schematisk bild över en foderstrategi för att minska andelen köns mogna hannar. Heldragen linje anger den tvååriga laxens tillväxthastighet vid olika tider på året. Streckade staplar visar tre tidsperioder för reducerat energiintag.

En hög tillväxt i odlingen och stor storlek hos tvåårig smolt leder till en förhöjd andel fisk som blir köns mogna efter bara ett år i havet. Denna andel, som återvänder som grills efter ett år, är väsentligt större för odlad fisk som satts ut som tvåårig smolt än hos motsvarande vild fisk som i större utsträckning stannar fler år i havet innan de blir köns mogna och återvänder för lek. Antingen beror detta på att köns mognaden redan initierats i odlingen eller att större post-smolt har ett bättre nyttjande av tillgängliga födoresurser i havet och därmed bättre tillväxt som inverkar på köns mognad. Vid workshopen diskuterades huruvida det borde finnas en övre storleksgräns hos tvåårig laxsmolt för att reducera andelen grills då

dessa inte utgör samma resurs för fisket som en fisk som stannar fler än ett år i havet.

3.3 PÅVERKAN PÅ AVELSARBETET

Andra aspekter får bäring på syftet att bevara unika populationer, vilket därmed även oskiljaktigt inkluderar bevarandet av genetisk variation inom kompensationsodlade populationer. Det diskuterades bland annat hur stort antal föräldrafiskar som är rimligt att hantera i odlingen. Den vetenskapliga litteraturen indikerar att antalet föräldrafiskar i en vild laxpopulation bör vara minst 1000 individer för att långsiktigt kunna säkra tillräcklig genetisk variation. Det saknas idag kunskap och vägledning om hur genetisk variation inom kompensationsodlade populationer kan bevaras eller bör hanteras. Detta var en problematik som lyftes inom samtliga gruppdiskussioner. Vidare diskuterades nuläget gällande antal föräldrafiskar och möjligheter till att öka antalet - att kunna hålla 1000 föräldrafiskar i odlingen bedömdes som orealistiskt av samtliga deltagare.

En synpunkt som framfördes var att ytterligare nyttja modern DNA-teknik för att förbättra avelsarbetet, idag förhindras syskonparning och användning av icke-älvseget material med hjälp av denna teknik vid vissa anläggningar. Denna teknik kan vara lämplig att utforska vidare för att stärka avelsstrategier med hänsyn till bevarande av genetisk variation.

Vikten av att välja olika typer av föräldrafiskar diskuterades, till exempel att använda fisk som återvänder från havet vid olika tider och efter olika antal havsvintrar. Detta skulle dock kräva ökad kunskap om vilka individer/åldersklasser som bör användas som avelsfiskar och att man plockar in avelsfisk under hela säsongen. Erfarenheter från att plocka in fisk tidigt i avelsanläggningarna har dock visat på problem med sjukdomar och mortalitet. Det krävs därmed en större ansträngning för att utreda vilken effekt dagens avelsarbete har och hur detta kan förbättras med hjälp av nya strategier.

4 Workshop tre - Hur förverkligas ett långsiktigt samarbete och en kvalitetssäkrad uppföljning?

Nuvarande domar kräver både märkning av fisk och uppföljning av utsättningar. Sedan LFI lades ned, och återrapporteringen av Carlinmärkt fisk minskat, saknas i stor utsträckning fungerande metoder för uppföljning i de flesta älvar. Sedan 2011 sker i Umeälven en systematisk uppföljning av återvandringen från havet med hjälp av PIT-tagmärkt fisk och under de senaste åren har man i Dalälven gjort detsamma.

För att kunna följa upp effekten av förändringar i verksamheten, till exempel effekten av en övergång till ettårig smolt, behöver verksamheten kunna utvärderas. Utvärdering är också viktig för att kunna utveckla och anpassa verksamheten utifrån nya målsättningar. Förutsättningarna för uppföljning skiljer sig åt mellan olika älvar och det är viktigt att klargöra vilka frågeställningar som ska besvaras för att man ska kunna välja lämpliga uppföljningsmetoder. Under den tredje och sista workshopen gavs därför en överblick av de olika metoder som finns tillgängliga för uppföljning och deras för och nackdelar.

Att faktiskt använda den kunskap som erhålls, genom systematisk uppföljning, är såklart en grundläggande förutsättning för en god förvaltning. Genom att utvärdera resultat från uppföljning kan man se till att de insatser som görs får önskad effekt. Uppföljning är också grundläggande för att stötta en ökad flexibilitet inom verksamhetens operativa och strategiska aspekter, inklusive tillsynen, vilket togs upp av flertalet deltagare under alla workshops. Under den tredje workshopen gavs därför utrymme att diskutera möjligheter till en adaptiv förvaltning och mer flexibel produktion av kompensationsodlad fisk som resurs.

4.1 GENETISK DIVERSITET, UPPFÖLJNING AV WORKSHOP TVÅ

Efter den andra workshopen hållits publicerades en vetenskaplig artikel som belyser den påverkan kompensationsutsättningarna har haft på det genetiska materialet hos populationer av östersjölax (Östergren m.fl. 2021). Därför togs ämnet på nytt upp för att informera deltagarna om den nya studien och ge möjlighet att lyfta frågeställningar eller kommentera innehållet.

Det studien visade var bland annat att den genetiska variationen inom populationer av kompensationsodlad lax idag är lägre jämfört med historiska data för populationerna som fanns i älvarna innan vattenkraftsutbyggnaden (skillnaden är dock relativt liten och inte signifikant, för detaljer se Östergren m.fl. 2021).

Vidare menar författarna att de vilda populationerna av östersjölax genetiskt har blivit mer lika varandra över tid; populationerna är mer homogeniserade nu jämfört med hur det såg ut på 1920–1930-talen. Detta kan bero på olika faktorer men enligt författarna har bland annat utsättningar av icke-älvseget material och olika sea ranching projekt i Östersjön bidragit till homogeniseringen av det genetiska materialet hos populationer av östersjölax. Andra studier har visat att

felvandring förekommer hos kompensationsodlad lax och bidrar till genetisk homogenisering hos vilda laxpopulationer (Vasemägi m fl. 2005; Ozerov m fl. 2016). Det är dock okänt om detta beror på ett svagare homing beteende eller att odlad lax som inte kan nå reproduktionsområdena i hemälven i stället vandrar upp i närliggande älvar med vild lax.

Under workshopen lyftes att det är oklart hur dagens avelsarbete, där man eftersträvar ett älvseget material och vissa riktlinjer kring antal föräldrafiskar finns, och kompensationsutsättningar påverkar det genetiska materialet hos vilda populationer av östersjöfax. Klart är dock att det är praktiskt svårt att i odlingen använda det antal föräldrafiskar som krävs för optimalt bevarande av genetisk variation över tid. Här behövs forskning och kunskap för att förstå hur utsättningarna påverkar de vilda populationerna samt för att utveckla avelsarbetet. Flertalet aktörer påpekade behovet av att det måste finnas centraliserad kompetens tillgänglig för att hantera dessa frågor, både för odlingar och tillsynsmyndigheter, för att säkerställa ett långsiktigt hållbart odlingsförfarande.

Då denna fråga ansågs vara av vikt att fortsätta diskutera kommer Energiforsk att söka tillgodose en arena under hösten 2021 för fortsatta diskussioner och kunskapsutbyte.

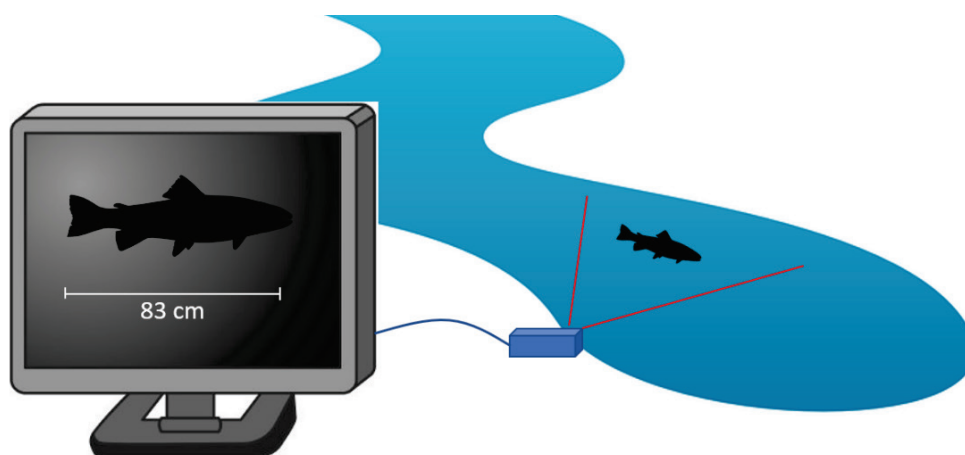
4.2 FÖRSLAG FÖR SYSTEMATISK UPPFÖLJNING: REFERENS- OCH TRENDÄLVAR

Avsaknaden av uppföljning är ett avsteg från nuvarande domar och innebär också att det saknas möjlighet för ansvarig myndighet och verksamhetsutövarna att följa upp verksamheten. Vid workshopen presenterade SLU ett förslag till uppföljning av kompensationsodlad fisk. Modellen bygger på att kompensationsodlingarna med gemensamma resurser samverkar kring uppföljningen.

Förslaget som presenterades går ut på att några odlingar/älvar utses till referensälvar där uppföljningen är mer ambitiös och strävar efter att svara på frågan hur mycket och vilken fisk som återvänder från havet genom till exempel märkningsinsatser. Denna information kan användas för att utvärdera detaljerade frågeställningar kring odlingsverksamheten. Till exempel kan en sådan uppföljning ge klarhet i hur ettårig och tvåårig smolt skiljer sig åt gällande havsöverlevnad. Från ett odlingsperspektiv är det främsta syftet att säkerställa att de insatser som görs uppfyller villkoren i de domar som sätts. Från ett forskningsperspektiv kan dessa data tas tillvara för att stärka kunskapsbasen för både odlingar och tillsynsmyndigheter. Enligt förslaget borde det finnas minst en referensälv i Bottenviken, en i Bottenhavet samt en på västkusten. Deltagarna diskuterade att stöd krävs för att fastställa vilka älvar som lämpar sig som referensälvar och vilka älvar som har så pass säregna förhållanden att de ej lämpar sig för jämförelse med andra. Umeälven, där det i dagsläget sker uppföljning av individmärkt fisk, lyftes fram som ett exempel där specifika sjukdomsförhållanden på senare år gjort att resultaten från uppföljning blir svåra att överföra till andra älvar och odlingar. Detsamma gäller andra varierande förutsättningarna mellan älvarna så som tätheter av skarv och säl, avstånd till havet och så vidare.

För att komma till rätta med dessa variationer i förhållanden mellan älvar diskuterades ett förslag från deltagarna med rullande referensälvar. Dock skulle frågeställningar gällande havöverlevnad för olika typer av fisk eller uppföljning av olika genomförda åtgärder i odlingen inte kunna besvaras om referensälvar ofta skiftas. För mer detaljerad uppföljning krävs individmärkt fisk och en infrastruktur i älven som gör det möjligt att registrera återvandrande fiskar.

Övriga odlingar/älvar utses till trendälvar där huvudsyftet är att följa förändringar i återvandring över tid utan krav på exakt kvantifiering av antal fiskar. I flera älvar bedrivs ett omfattande och i vissa fall reglerat sportfiske. Här lyftes att ett väl-rapporterat sportfiske som inkluderar mått på ansträngning, till exempel antal fisketimmor, skulle kunna nyttjas för trendanalys på återvandrande fisk. Trendskattningarna bör sedan med jämna mellanrum kalibreras mot en metod som kvantifierar den totala återvandringen, till exempel med sim-sonar (se Figur 4). En sådan uppdelning mellan älvar skulle vara ett mer kostnadseffektivt alternativt samt minska den administrativa bördan hos tillsynsmyndigheten jämfört med en fullständig uppföljning i alla älvar.



Figur 4. Schematisk bild över ett sim-sonarsystem.

Val av metodik för att genomföra denna strategi diskuterades även och de faktorer som måste tas hänsyn till. För att kunna välja korrekt metod är det avgörande att det finns en tydlighet i vad som ska följas upp och vilka målsättningar som eftersträvas. Återigen blir här viktigt att ta hänsyn till vilket syfte kompensationsodlingen i Sverige ska fylla. Synpunkter som framfördes var att både verksamhetsutövare och tillsynsmyndighet har ett intresse av att uppföljningen genomförs på ett bra sätt.

Utöver det förslag för uppföljning och de metoder som presenterades av SLU, diskuterade deltagarna även möjligheter till uppföljning via DNA-teknik, fällor i mynningsområdet med olika typer av läsare, artificiell intelligens (AI)/kamera, PIT-tag, samt yrkesfiskets fångstkvoter och statistik.

4.2.1 Behovet av samordning

Som nämnts ovan är det inte alltid så enkelt att avgöra vilken metod som är lämplig för uppföljning. LFI hade kunskap om och ansvar för uppföljning av utsättningar och ett behov som lyftes under workshopen var att återinrätta en central oberoende aktör, lik forna LFI, med syfte att ta ett samlat grepp om uppföljningar och tillgängliggöra centralt samlad kompetens till stöd för både odlingar och tillsynsmyndigheter.

Enligt SLUs förslag skulle uppföljningsstrategin med referens- och trendälvar vara ett kostnadseffektivt tillvägagångssätt. Det är dock tydligt att uppföljning i en referensälv kommer att bli dyrare i jämförelse med trendälvar. Det kan till exempel gälla större märkningsinsatser och byggande av infrastruktur i referensälvar. Att gemensamt samordna uppföljningen skulle underlätta fördelningen av kostnader mellan bolagen som bedriver odling. Dock måste en sådan strategi utformas i samråd med myndighet. Det lyftes däremot inte under workshopen några åsikter om att där finns starka skäl till att inte genomföra en gemensam satsning.

En annan synpunkt som lyftes som argument för behov av tydligare samordning var att det är mer komplicerat att få till en bra dialog och samverkan i områden med flera verksamhetsutövare jämfört med områden där det är färre aktörer och bara en verksamhetsutövare (till exempel Väneren).

För att uppföljningsstrategin ska vara effektiv krävs alltså:

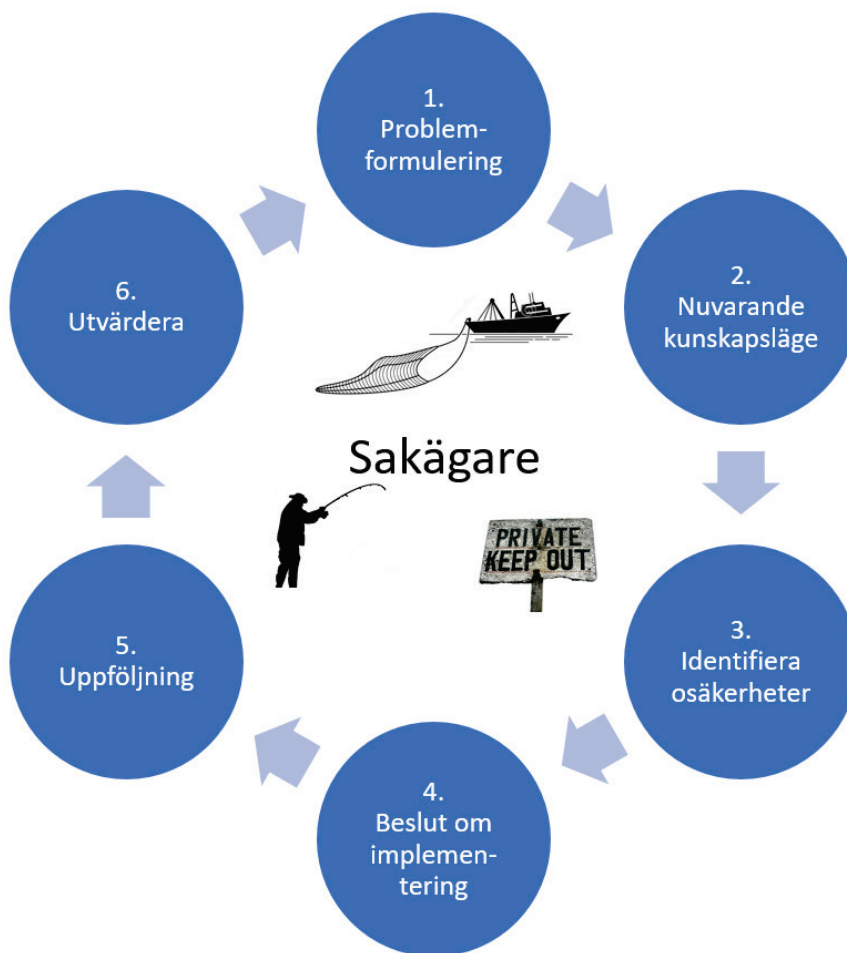
- Stora märkningsinsatser och relativt omfattande infrastruktur i vissa älvar (referensälvar)
- Strukturerad datainsamling i övriga älvar (trendälvar) där data samlas in för att observera förändringar över tid samt att trenden regelbundet kalibreras mot mer noggranna skattningar av återvandrande fisk
- Samordnande aktör (inklusive samordning av kostnader)
- Tillgänglig centraliserad kompetens med möjlighet att överse uppföljningens utförande samt expertisen att analysera det data som inkommer för att bidra med rekommendationer på potentiella åtgärder.

4.3 ADAPTIV FÖRVALTNING OCH EN FLEXIBEL VERKSAMHET

Adaptiv förvaltning innebär att förvaltningen anpassas efter rådande förutsättningar och resultat från uppföljning. Det är ett systematiskt tillvägagångssätt för att kontinuerligt förbättra förvaltning av resursen över tid. En sådan förvaltning kräver att berörda aktörer ges möjlighet att aktivt delta i alla steg av processen och att tydlig ledning tas av ansvarig myndighet.

4.3.1 Arbetsgång adaptiv förvaltning

Förvaltningsnunnan, se Figur 5, startar med en problemformulering, vilket i detta exempel handlar om att identifiera en lämplig utsättningsmängd av fisk i relation till det syfte och uppsatta mål som identifieras för kompensationsodling.



Figur 5. Schematisk beskrivning av adaptiv förvaltning.

I en adaptiv verksamhet, bör antalet odlade fiskar regleras i förhållande till förväntad överlevnad, behovet av föräldrafiskar i avelsarbetet, samt det rådande yrkesmässiga fisket och sportfisket. Vad gäller fisket så kan uttaget av odlad fisk påverkas av utveckling av selektiva redskap och förändrade fiskeregler och kvoter etc.

I steg två undersöks därför det nuvarande kunskapsläget för att samla den kunskap som finns tillgänglig i dagsläget. Det är nödvändigt att ha en god bild av utgångsläget för att kunna identifiera bästa möjliga åtgärd. Till exempel rapporteras idag att ett stort antal odlade fiskar, främst lax, återvänder till hemälven. Ett överskott av vuxen fisk i de nedre delarna av älvarna där lekplatser saknas kan leda till att odlad fisk tar sig till älvar med vilda bestånd för lek. Vetenskapliga studier presenterade vid workshopen visar att så har skett, vilket lyfter frågan om genetiska risker med storskalig utsättning av kompensationsodlad fisk till Östersjön. För att anpassa förvaltningen i förhållande till denna kunskap

skulle uttaget av odlad fisk kunna öka för att minska risken med felvandring till vildlaxälvar. Ett annat sätt att minska antalet odlade fiskar som inte fångas i fisket eller behövs i avelsarbetet och således "blir över", vore att dra ned på antal fiskar som sätts ut.

I steg tre i förvaltningssnurran identifieras potentiella osäkerheter. Det kan vara sjukdomsproblem som kan påverka återvandringen från havet eller osäkerheter i hur mycket fisk som sportfisket tar upp och därmed bli nyttjad. Att justera uttaget av odlad fisk råder det osäkerheter kring då denna möjlighet begränsas av internationella fiskeregler och kvoter. Dessa osäkerheter och potentiella hinder kan då göra att man bör anpassa den initiala utsättningsmängden eller annan tänkt åtgärd.

I steg fyra tas det slutliga beslutet om implementering av åtgärder. Det beslutet fattas förslagsvis av ansvarig myndighet efter samråd med övriga sakägare.

I steg fem sker uppföljning av den åtgärd som beslutats. I detta exempel följer man då upp hur stor mängd utsatt fisk återvandrar från havet, i vilken utsträckning fisken har nyttjats i fisket, och övrig information som man anser kan ge en indikation på om mängden utsatt fisk har lett till ett gott resultat. Här är tidsaspekten viktig att ha i åtanke – från tiden för kramning och befruktning av rom i odling under hösten dröjer det minst 4–5 år innan fisken blir vuxen och förväntas återvandra till hemälven.

I det sjätte, sista steget används denna information för att utvärdera resultatet av förvaltningen och vid behov omformuleras då målsättningar och kunskapsläget förbättras inför nästa förvaltningssnurra. Några deltagare lyfte möjligheten att kompensation genom utsättning av fisk skulle kunna jämkas mot kompensation i andra former som till exempel habitatrestaurering. Deltagare diskuterade att om utsättning visar sig ej uppnå det önskade resultatet skulle en alternativ åtgärd kunna vara minst lika eftertraktansvärd från ett helhetsperspektiv. Här finns en tydlig koppling till den nationella planen för vattenkraftens nya miljövillkor.

4.3.2 Förutsättningar och potentiella hinder för en adaptiv förvaltning

Flera deltagare vid workshopen uttryckte sig positiva till en adaptiv förvaltning och en mer anpassningsbar odlingsverksamhet där det vore önskvärt att till exempel justera mängder utsatt fisk mellan olika år och även fördelning mellan arter som ska sättas ut. Detta ansåg man vara en utveckling som bättre lämpade sig för att uppnå en odling av fisk som i högre grad nyttjas samt anpassas för att vara i samklang med förhållanden i älvarna. Deltagare påpekade att en flexibilitet i utsättningsmängd bör grundas i ett minimikrav på kompensation som tas fram för varje enskilt fall där ny kunskap appliceras. Det lyftes även att nuvarande kompensation även nyttjas inom det internationella havsfisket på lax. Det finns därmed ett behov att se till en större helhet när värdet av kompensationsodlad fisk bedöms som går bortom den enskilda älven. Detta behöver också tas med i beräkningen om flexibiliteten i förvaltningen även innefattar vilken art som sätts ut då det skulle påverka havsfisket på lax om en adaptiv förvaltning skulle indikera att det finns skäl att sätta ut mer havsöring i stället för lax.

Det diskuterades även att förutsättningarna för flexibilitet ser annorlunda ut inom kompensationsodling än vad de gör inom till exempel älgförvaltning. Eftersom produktionscykeln och generationstiden för lax och öring är relativt lång krävs en viss anpassning av förvaltningsnurrar efter just denna verksamhet. Utövarna har ett annat behov av att planera odlingen och verksamheten över en längre period varpå utsättningsmängd inte kan justeras år efter år. Som tidigare nämnts är generationstiden från arbetet med föräldrafiskar på hösten till dess att fisken vandrar tillbaka till sin hemälv minst 4–5 år. I de fall fisk stannar en längre tid i havet (>1 år för tvåårig smolt, >2 år för ettårig smolt) dröjer det ytterligare några år innan en komplett utvärdering av återvandring kan ske. Detta är däremot inget argument för att en adaptiv förvaltning skulle vara sämre lämpad för denna verksamhet utan understryker behovet av dialog mellan samtliga berörda aktörer för att säkerställa en god implementering.

En annan synpunkt som lyftes var att anläggningarnas storlek kan bli en begränsande faktor om produktionen skulle behöva öka under vissa säsonger. För att verksamheten ska kunna arbeta mer adaptivt är det viktigt med en bra samverkan och dialog mellan sakägare, inte bara mellan odlingsverksamheten och FUG utan även med andra aktörer. Dessa andra aktörer kan vara till exempel övriga myndigheter, fiskevårdsområden och andra fiskeorganisationer. Det framfördes i diskussionerna att HaV måste ta en ledande roll i frågan för att adaptiv förvaltning av kompensationsodlad fisk ska vara möjlig.

Nuvarande utformning av domar begränsar möjligheterna för en adaptiv verksamhet då bestämmelserna innefattar specifika utsättningskyldigheter. Under den kommande omprövningsprocessen finns en möjlighet att villkoren för kompensationsodlingarna omformuleras vilket skulle kunna möjliggöra en mer flexibel verksamhet. Det är däremot fortfarande oklart i vilken utsträckning kompensationsodling kommer att tas upp under omprövningar och domstolsprocesser. Återigen efterfrågas vägledning från HaV i denna fråga då det inte finns en enhetlig nationell linje för kompensationsodlingens del i helheten för skadereglering och miljöåtgärder. Detta togs upp av workshopens deltagare då en verksamhet som anpassas till moderna förhållanden och dagens kunskapsläge blir svår att få till i relation till de äldre domarna. En dialog med HaV efterfrågades för att komma vidare i frågan och få tydlighet i vägen framåt.

5 Sammanfattning och diskussion

Under workshopseriens gång diskuterades nuläget och framtida syfte med kompensationsodlingen. I dag ansågs de satta målen för odlingen vara tydliga med utsättningskrav i form av siffror. Däremot ansågs dessa målsättningar otillräckliga för moderna omständigheter och reflekterar ej den kunskap som workshopens deltagare besitter. Deltagarna var överens om att syftet med kompensationsodlingen behöver moderniseras och förtydligas där det underströks att den fisk som odlas måste fylla en funktion. Följande två syften identifierades i samråd med workshopens deltagare:

- skadereglering för fisket där ett säkerställande av nyttjandet av fisken som resurs är betydande (både yrkes- och sportfisket)
- bevarandet av unika populationer

För att optimera dessa underströks att havsöverlevnaden bör vara hög och att nyttjandet av resursen efter utsättning måste tas med i beräkningen i större utsträckning. Ytterligare krävs en systematisk process för uppföljning för att säkerställa att de metoder som används för odling och besiktning av fisken som ska sättas ut uppnår det önskade resultatet. Deltagare uttryckte sig positiva till en mer flexibel förvaltning och en mer anpassningsbar odlingsverksamhet där det vore önskvärt att till exempel kunna justera mängderna fisk som sätts ut mellan olika år och även vilken art som ska sättas ut. Detta för att kunna sätta in rätt åtgärder om de metoder som används ej uppnår önskat resultat eller om förutsättningarna för odling förändras. För att utveckla verksamheten i en riktning som identifierats som önskvärd av flertalet aktörer och som medger en större flexibilitet, behöver villkoren i domarna omformuleras.

Vidare diskuterades vilka kvalitetsaspekter som krävs för att uppnå hög havsöverlevnad och säkerställa bevarandet av fiskstammen. I kunskapsammansättningen som delats ut inför workshopserien redovisas att havsöverlevnaden är storleksberoende. Ettårig öring och lax når inte den smoltstorlek som ger bästa möjliga havsöverlevnad, vilket tvåårig smolt gör utan problem. Majoriteten av workshopens deltagare var positiva till att jobba mot givna storlekskriterier med syfte att öka havsöverlevnaden. Då det troligtvis är olämpligt att sätta definitiva mått lyftes det från både länsstyrelsens och odlingsperspektiv, att det vore önskvärt att arbeta utifrån ett storleksintervall som implementeras utifrån gemensamma riktlinjer. Även tidig könsmognad hos hannar diskuterades och deltagarna efterfrågade gemensamma riktlinjer för hur dessa ska hanteras vad gäller avräkning vid utsättning då variation i hantering förekommer.

Avelsarbetet är viktigt när det gäller bevarandenaspekter men här saknas i stor utsträckning kunskap och riktlinjer. Deltagarna diskuterade att utrymmet i befintliga anläggningar begränsar möjligheten att ta in ett stort antal föräldrafiskar, vilket skulle kunna behövas för att upprätthålla genetisk variation. Likaså kan det i vissa fall vara omöjligt att få tag i en större mängd avelsfiskar om materialet helt enkelt inte finns tillgängligt i älven. Svårigheter med att ta in fisk över en större del av säsongen underströks också. Därmed behövs nya riktlinjer för hur avelsarbetet

ska bedrivas för att på bästa sätt bidra till bevarande av genetisk diversitet och integritet mellan populationer utifrån de förutsättningar som råder eller är möjliga att skapa för kompensationsodlingen. För att ta fram nya riktlinjer krävs mer forskning med inriktning på hur avelsarbetet påverkar det genetiska materialet och hur detta kan utvecklas för att bli bättre.

För att kunna utveckla verksamheten och anpassa den till förändrade förutsättningar är uppföljning viktig. Idag saknas uppföljning på de flesta platser och vid workshop tre, föreslog SLU en modell där verksamhetsutövarna, med gemensamma resurser, ansvarar för uppföljningen. För att öka kostnadseffektiviteten och kvalitén föreslog SLU en systematisk och detaljerad uppföljning i vissa älvar (s.k. referensälvar) och en mindre detaljerad uppföljning i andra älvar för att följa utvecklingen över tid (s.k. trendälvar). Resultatens överförbarhet diskuterades med utgångspunkt i varierande förhållanden mellan älvar/odlingar, samt svårigheter med att välja lämpliga metoder. Då en kvalitetssäkrad uppföljning av kompensationsodling är komplicerad och dessutom innefattar flera olika aktörer, det vill säga flera olika bolag, spridda över Sverige togs behovet av en samordnande part upp av många deltagare. Denna aktör bör vara oberoende och besitta kompetens för att ta ett samlat grepp om uppföljningen.

För att kunna arbeta mer adaptivt krävs en bra och kontinuerlig dialog mellan flera aktörer. De nationella och regionala smoltmöten som anordnas lyftes fram som bra forum för diskussion och utbyte av erfarenhet. Utöver detta uttrycktes dock en brist i vägledning kring de frågor där oklarheter råder och dit FUGs mandat ej sträcker sig.

5.1 SLUTSATSER

Gemensamt för alla diskussioner var att det saknas tydlighet från ansvarig myndighet vad gäller framtida syfte med kompensationsodling och vilka förutsättningar som kommer att sätta ramar för verksamheten. Detta är av stor betydelse att komma till rätta med då det blir svårt att säkerställa att de resurser som läggs ned, inom odlingar och tillsynsmyndigheter, för att upprätthålla verksamheten faktiskt används till rätt åtgärder och att det resultat man önskar se faktiskt uppnås. Stor oklarhet rådde inom gruppen kring hur kompensationsodlingarna kommer hanteras under kommande omprövningar av vattenkraftens miljövillkor och om möjlighet kommer att ges att uppdatera villkoren för verksamheten efter moderna förutsättningar.

Det fanns en stor vilja hos alla deltagande parter att odlingsverksamheten och dess uppföljning ska ske på ett så bra sätt som möjligt och kunna anpassas till en föränderlig framtid. Det saknas dock viktig kunskap om till exempel hur avelsarbetet bör bedrivas för att kompensationsodlingen ska kunna uppfylla en nytta från ett bevarandeperspektiv. Likaså fattas värdefull kunskap om fiskens överlevnad och vandring efter utsättning. Förutsättningarna för adaptivitet är också begränsade i dagsläget, både förvaltningsmässigt och produktionsmässigt vilket begränsar odlingars och tillsynsmyndigheters möjligheter att sätta in nödvändiga åtgärder.

De forskningsbehov som identifierats under workshopens gång för att stötta önskad utveckling behandlas nedan.

5.1.1 Signifikant ökning av tillväxt i odling: Vad är de bakomliggande orsakerna?

En utgångspunkt för diskussionerna i denna workshopserie har varit att fiskens tillväxt i odling har ökat över tid, vilket bland annat lett till en ökande andel ettårig smolt. Den bakomliggande orsaken till ökad tillväxt bör undersökas, speciellt med avseende på genetisk drift och klimatförändringar. Det har sannolikt skett en omedveten selektion för egenskapen god tillväxt i odling, eftersom stor smolt har större sannolikhet att överleva havsfasen och därmed ingå i urvalet av avelsfisk för nästa generation. Viktiga genetiska egenskaper kan därmed ha gått förlorad med fisk som växer långsamt i odling och inte är representerade i aveln. Detta behöver dock undersökas vidare för att kunna få svar på om så har varit fallet.

5.1.2 Klimatförändringar påverkar tillväxt och djurhälsa: Vilka effekter kan vi se redan idag och hur måste verksamheten anpassas inför framtiden?

En förlängd tillväxtsång, till följd av klimatförändringar, har sannolikt bidragit till den ökade tillväxten i odling. En mer allvarlig effekt av klimatförändringen är dock långa perioder under sommaren med temperaturer vid eller över fiskens toleransgränser. Eftersom många kompensationsodlingar ligger nära kusten finns en risk att temperatursituationen i längden blir ohållbar och att det inte går att odla lax och öring i dessa miljöer. Det finns därmed behov att undersöka hur klimatförändringar har påverkat fiskens utveckling i odlingen. Likaså behöver det utredas hur verksamheten kan komma att behöva anpassas för ett varmare klimat och ett förändrat naturligt tillstånd i älven.

5.1.3 Tvåårig lax- och öringsmolt har fördelar över ettårig vad gäller havsöverlevnad, men hög tillväxt i odling leder till ökad andel tidig könsmognad: Är det möjligt att utveckla och validera existerande teoretisk modell för bromsning av tillväxt?

Baserat på havsöverlevnaden hos odlad lax och öring är det tydligt att tvåårig smolt har en fördel efter utsättning jämfört med ettårig smolt. Vid en ökad produktion av tvåårig smolt är det nödvändigt att bromsa tillväxten under den första sommaren i odling i syfte att undvika smoltifiering efter ett år i odlingen (se även könsmognad i nästa stycke). En modell för fiskens energibehov har tagits fram i tidigare projekt av SLU, men det finns problem med att implementera denna praktiskt. Detta beror dels på ett behov av kunskapsutveckling i verksamheten för att kunna använda modellen korrekt och svårigheter att justera existerande utfordringssystem baserat på modellen. Vilka åtgärder behövs för att implementera modellen praktiskt i odlingar? Kan modellen utvecklas genom ytterligare implementering och därmed valideras?

5.1.4 Tidig könsmognad reducerar havsöverlevnad: Kan den framtagna modellen för energiintag faktiskt reducera andelen könsmogna hannar?

Intensiv produktion av lax och öring leder till en förhöjd andel tidig könsmognad i odling. Den vetenskapliga litteraturen visar att fisk som varit könsmogen hösten innan utsättning har klart reducerad havsöverlevnad. Dessutom uppvisar hannar

som påbörjat könsmognad i samband med utsättningen på våren ett svagare havsvandrande beteende jämfört fisk som inte utvecklar könsmognad. Graden av tidig könsmognad går att manipulera i odlingen genom att begränsa energiintaget hos fisk under vissa kritiska perioder under året. Baserat på vetenskapliga studier har SLU tagit fram en konceptuell modell för hur energiintaget kan begränsas för att reducera andelen köns mogna hannar. Modellen behöver dock testas i praktiskt bruk för att verifiera att de kritiska perioderna för initiering av könsmognad faktiskt kan påverkas. Tillväxt och könsmognad är som sagt starkt kopplade till varandra, varför en styrning mot tvåårig smolt och begränsad tidig könsmognad bör genomföras i samma projekt.

5.1.5 Reducerad genetisk variation: Hur bör avelsstrategier utnyttjas för att uppnå bevarandemålsättningar?

Genetisk kompetens finns nationellt men den har inte tillämpats särskilt mycket inom kompensationsodling. Generella principer bör utvecklas för kompensationsodlingens avelsarbete. Underlaget bör innehålla information om minsta antal föräldrafiskar, urval av föräldrafiskar, samt en modell för hur genetisk information kan användas i arbetet.

5.1.6 Osäkerheter existerar rörande metoder för uppföljning: Vilken metod bör användas och när?

Metoder och tekniker för uppföljning av havsöverlevnad finns i stor utsträckning tillgängliga men behöver anpassas till lokala förutsättningar i varje älv. Här behövs ett utredningsarbete för att klargöra vilka metoder som behövs i varje enskilt fall och en bedömning av vilka älvar som är lämpliga för en mer intensiv uppföljning kontra de där det räcker med att följa trender i havsöverlevnad.

5.1.7 Adaptiv förvaltning: På vilket sätt behöver metoden anpassas för att ackommodera kompensationsodlingens egenskaper?

Förslaget om en adaptiv förvaltningsmodell för kompensationsodlad fisk mottogs positivt av deltagarna på workshopen. En mer flexibel strategi för utsättning skulle kunna bidra till att minska riskerna för genetisk interaktion mellan odlade och vilda populationer, samt att öka det samhällliga värdet för det kustnära yrkesfisket och sportfisket. Adaptiva förvaltningsmodeller har anpassats för en rad olika populationer, till exempel älg, men för att fungera för kompensationsodlad fisk behöver modellen utvecklas och anpassas till de unika förutsättningar som råder för lax, öring och andra arter som berörs av vattenkraften. Det kan till exempel handla om anpassning till kontext specifika samverkansprocesser och utredning av hur man hanterar osäkerheter vid beslutsfattning.

5.2 FORTSATT ARBETE

Det är endast vissa aspekter av denna problematik som är möjliga att lösa inom ett forskningsprogram. Ovan listade forskningsinsatser var sådana som identifierats under workshopseriens gång. Dessa förslag kommer att tas med i beaktande under forskningsprogrammets kommande programperiod. Frågeställningar som lyfts av workshopens deltagare som går utanför ramarna för ett forskningsprogram

vidarebefordras till Energiföretagen Sverige och Havs- och Vattenmyndigheten för fortsatt dialog om nödvändiga insatser för att förtydliga och förbättra svensk kompensationsodling i enlighet med moderna miljövillkor.

6 Referenslista

- Alanära, A., Schmitz, M. & Persson, L. (2014). *Funktionella metoder för odling av fysiologiskt naturanpassad laxsmolt*. Elforsk rapport 14:02.
- Alanära, A. & Persson, L. (2021). *Vad vi vet och inte vet om kompensationsodlad fisk*. Energiforsk rapport 2021:767.
- Vasemagi A, Gross R, Paaver T, Koljonen M-L, Nilsson J. (2005). Extensive immigration from compensatory hatchery releases into wild Atlantic salmon population in the Baltic sea: spatiotemporal analysis over 18 years. *Heredity* 95, 76–83. doi:10.1038/sj.hdy.6800693
- Ozerov MY, Gross R, Bruneaux M, Vähä JP, Burimski O, Pukk L, Vasemägi A. (2016). Genomewide introgressive hybridization patterns in wild Atlantic salmon influenced by inadvertent gene flow from hatchery releases. *Molecular Ecology*, 25, 1275–1293. doi:10.1111/mec.13570
- Östergren J, Palm S, Gilbey J, Spong G, Dannewitz J, Königsson H, Persson J, Vasemägi A. (2021). A century of genetic homogenization in Baltic salmon—evidence from archival DNA. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 288: 20203147. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.3147>

FRAMTIDENS SMOLT UNDER FÖRÄNDERLIGA FÖRHÅLLANDEN

Hög kvalitet, god hälsa för fisken och moderna miljövillkor är centrala frågor kring kompensationsodling. Energiforsk har under året arrangerat en workshopserie där olika intressenter tillsammans har diskuterat hur kompensationsodling bör utformas och utvecklas från en mängd olika perspektiv. De viktigaste frågorna som har identifierades är skadereglering för fisket där nyttjandet av fisken som resurs måste säkerställas och bevarandet av unika populationer.

Rapporten tar också upp en rad frågor där mera kunskap behövs. Nya riktlinjer behövs för hur avelsarbetet ska bedrivas för att på bästa sätt bidra till bevarande av genetisk mångfald och integritet mellan populationer. Det saknas också värdefull kunskap om fiskens överlevnad och vandring efter utsättning så att både nyttan för fisket och skydd för genetisk mångfald kan säkerställas.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se