

Søknad om stamfisktillatelse på 100 tonn MTB for oppdrett av stamfisk av arten *Salmo trutta* med aktivitetsbeskrivelse.

Frya Oppdrett AS
Bakkeveien 6
7340 Oppdal



Innhold

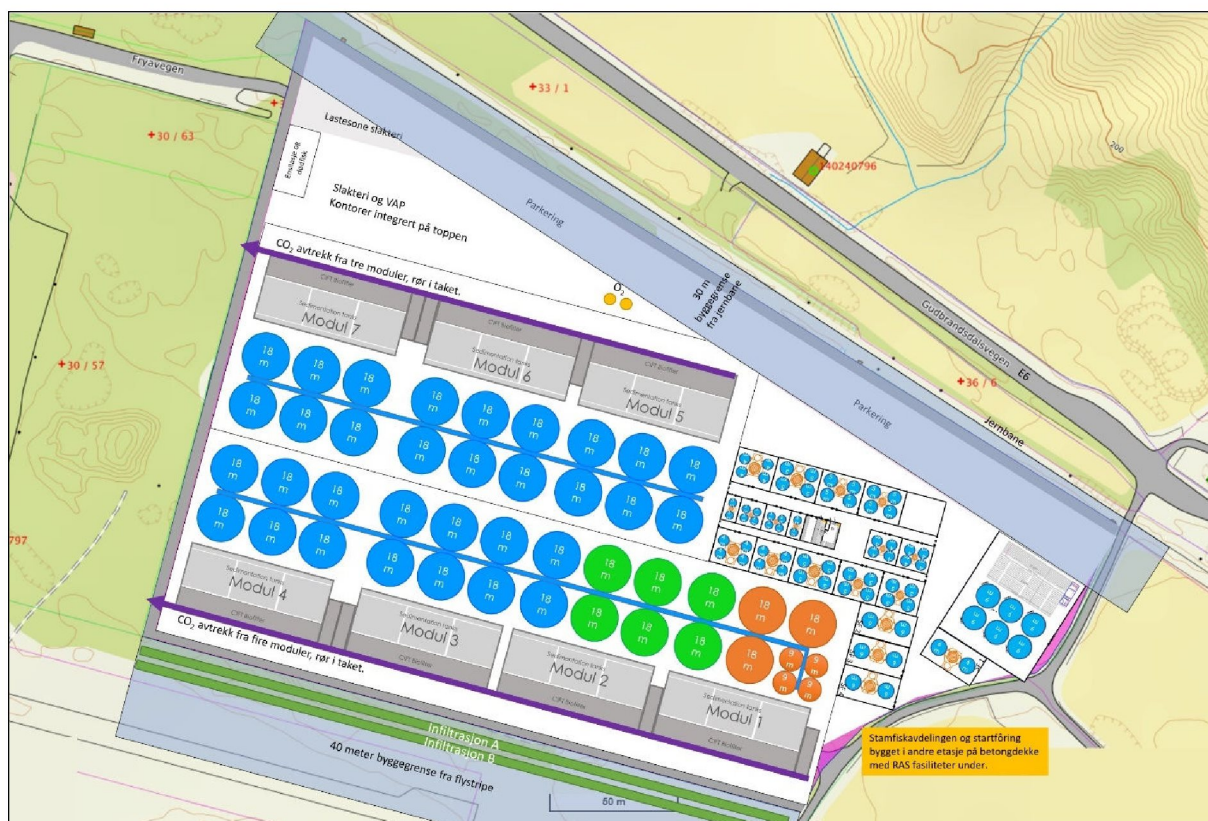
Oppsummering og bakgrunn	2
Nytt avlsprosjekt startet i samarbeid med Nofima	3
Aktivitetsbeskrivelse	5
1.1 Utdyping av hva søknaden gjelder	6
1.1.1 Art.....	6
1.1.2 Type stamfiskvirksomhet.....	6
2.1 Avlsfaglig kompetanse	6
2.2 Genetisk opphav og avlskonsept	6
2.2.1 Basepopulasjoner	6
2017 årsklasse – Skarvatnet, Oppdal.....	7
2017 årsklasse – Storørret Femunden (Snerta).....	7
2018 årsklasse – Storørret Hunderfossen	8
2018 årsklasse – Storørret Tunhovd.....	8
2018 årsklasse – Selbu/Tydal + Jonsvatnet.....	9

2018 årsklasse – Innerdalen, Kvikne.....	9
2019 årsklasse – Storørret Hunderfossen	10
2019 årsklasse – Storørret Tunhovd	10
2019 årsklasse – Selbusjøen	10
2019 årsklasse – Jonsvatnet.....	10
2020 årsklasse – Fossbekk	11
2021 årsklasse – Tunhovd	11
Begrunnelse for oppstart av nytt avlsprogram.....	11
2.2.2 Avlskonsept	11
a. Generelt avlsdesign.....	11
b. Praktisk gjennomføring	12
c. Avlsmål.....	13
d. Resultatmål.....	14
2.3 Fiskehelse	14
2.4 Biomassebehov.....	15
2.5 Geografisk spredning	17
2.6 Tilrettelegging av landlokaliteten.....	18
Strykeavdeling og befruktning	18
2.7 Økonomi.....	20
2.9 Oppsummerende betraktninger	20
Referanser.....	20

Oppsummering og bakgrunn

Frya Oppdrett AS (FOAS) søker med dette om tillatelse til oppdrett av norsk ørret (*Salmo trutta*) for bruk som stamfisk i en smittehygienisk isolert avdeling tilknyttet produksjonsanlegget planlagt bygget ved Frya Næringspark i Ringeby kommune. Genetikken eies av Driva Aquaculture AS (DRIVA) som er ansvarlig for seleksjon av stamfisk til nye generasjoner i deres avlsprogram. DRIVA har i samarbeid med Nofima samlet inn betydelig genetikk fra kjente stammer med tanke på oppstart av et moderne avlsprogram inspirert av eksisterende avlsdesign for atlantisk laks. For stamfiskavdelingen ved FOAS søkes det om totalt 100 tonn MTB, dette inkluderer hele stamfiskproduksjonen med alle årsklasser. Det søkes om tillatelse til avlsrelaterte aktiviteter, dvs. produksjon av selekterte familier til DRIVA sitt avlsprogram, samt produksjon av kommersiell rogn til matfiskanlegget ved FOAS. Videre søkes det om stamfisktillatelse for 50 år frem i tid.

FOAS er et datterselskap startet av DRIVA i samarbeid med lokale aktører i Gudbrandsdalregionen, med hovedvekt rundt Ringeby og Vinstra. FOAS planlegger utbygging av et landbasert resirkulasjonsanlegg ved Frya Næringspark for oppdrett av opptil 12000 tonn norsk ørret (*Salmo trutta*) per år, se Figur 1. Maksimal produksjon er forespeilet 20 år frem i tid, ved oppstart er forventet produksjon rundt 7000 tonn. Anlegget vil bruke moderne teknologi for minimal bruk av vann og strøm, og grunnvannskilden vil være isolert mot eksterne smitekilder. Det vil også bygges et slakteri i tilknytning til produksjonshallen. Prosjektet har veldig mye til felles med prosjektet ved Skoresbruhølen på Oppdal hvor DRIVA har søkt om konsesjoner for stamfisk, settefisk og matfisk for norsk ørret, men prosjektet ved Frya er en oppskalert versjon med betydelig større tilgjengelig areal for bygging av produksjonshallen. En viktig forskjell mellom prosjektene er at Gudbrandsdalslågen ikke er et nasjonalt laksevasdrag.



Figur 1 – Skisse av det planlagte anlegget ved Frya Næringspark. Det planlegges syv store moduler for produksjon av matfisk, med settefisk og stamfiskavdelingene øst for matfiskhallen. Slakteriet plasseres på nordsiden av hallen og sør planlegges to infiltrasjonsgrøfter for alt avløpsvann. Utslipp av næringssalter til lågen gjennom grunnvannet vil være minimalt.

Nytt avlsprosjekt startet i samarbeid med Nofima

Stamfiskproduksjonen ved FOAS vil utvikles i samarbeid med DRIVA og Nofima. Genetikken er eid av DRIVA som vil ha hovedansvaret for avlsprogrammet i sin helhet, men FOAS vil sannsynligvis få en viktig rolle i den praktiske gjennomføringen – denne søknaden beskriver derfor avlsprogrammet i stor detalj. Usikkerheten rundt omfanget av produksjon av avlsfamilier ved FOAS avhenger av hvorvidt det bygges et stamfiskanlegg på Oppdal, dette er ikke avklart ved innsending av denne stamfisksøknaden. Hvis stamfiskanlegget ved Skoresbruhølen på Oppdal bygges vil hovedaktivitetene i avlsprogrammet sannsynligvis konsentreres der, og stamfiskavdelingen ved FOAS vil få en rolle primært som sikringslokalitet for avlskjernen samt leverandør av matfiskrogn til den kommersielle driften ved FOAS (elitelinjer). Hvis anlegget på Oppdal ikke bygges vil FOAS få en rolle som senter for DRIVA sitt avlsprogram. Uansett utfall av prosessen på Oppdal skal FOAS sin søknad om stamfisktillatelse gi rom for produksjon av stamfisk til både avl og kommersiell produksjon.

Nofima har en sentral rolle i avlsarbeidet og stamfisken som hittil er samlet inn holdes ved forskningsstasjonen på Sunndalsøra. Prosjektet startet med innsamling av genetisk materiale fra to kultiveringsanlegg i 2018 og ble utvidet i 2019 med rogn hentet fra fire nye anlegg. Videre ble det hentet genetikk fra fire stammer i 2020, en stamme i 2021 og en stamme i 2022.

Anlegget på Sunndalsøra bruker grunnvann uten temperaturstyring, noe som gir en relativt jevn temperatur gjennom året på 6 – 9 °C. Vi har også kjørt med fullt lys gjennom hele året for å hindre tidlig kjønnsmodning. I 2021 har denne lysstyringen vist seg å være veldig effektiv, faktisk så effektiv at vi ikke har fått noen gyting på stamfisken, selv om den nå er fire år gammel og 2 – 3 kg, med veldig god kondisjonsfaktor. Under naturlige forhold ville man forventet meget høy modning på slik fin fisk. Vi hadde forventet redusert gyting, men ikke i den grad.

Høsten 2021 er første gang det ble forsøkt gjennomført teststryking av stamfisk ved Nofima med målsetning om å produsere familier fra selekterte villfisk, men dette har ikke lyktes slik det var planlagt. De selekterte stamfiskene har ikke modnet enda og ingen familier har blitt produsert i løpet av høsten og vinteren frem til januar 2022, men det er fortsatt mulig at noen fisk vil modnes i løpet av februar eller mars 2022, mye senere enn ønsket. For å kompensere for manglende modning av egne stamfisk samt forventet lav genetisk diversitet i de to populasjonene fra Oppdal og Snerta, har det i januar 2022 blitt tatt inn et stort parti rogn fra Tunhovd stammen med bidrag fra 59 familier.

For å bedre gytingen til høsten 2022 har vi satt opp telt på karene og gir dem nå to måneder vintersignal med 6 timer lys og 18 timer mørke. Vi håper vintersignalet vi gir årets stamfisk vil gi mye bedre gyting til høsten, men det er veldig usikkert hvor mye modning vi får. Mangel på temperaturstyring av vannet er også en utfordring, siden vi ikke får gitt gytefiskene en temperatur dropp ved sluttmodningen, men vi tror det er lysstyringen som har hatt størst innvirkning på modningen.

Det har blitt tydelig for oss at vi sannsynligvis ikke klarer å lage så mange familier som vi ønsker, med de driftstekniske begrensningene vi har ved Sunndalsøra. Vi kan ikke forvente noen betydelig genetisk fremgang ved Sunndalsøra, målet er å bevare den eksisterende genetiske diversiteten og produsere nok stamfisk til å dekke behovet for kommersiell rogn når det første produksjonsanlegget skal bygges. Detaljert planlegging av første anlegg, enten ved Frya Næringspark eller ved Skoresbruhølen på Oppdal, vil tidligst starte høsten 2022 og bygging av stamfiskavdelingen vil ta minst et år. Det vil dermed være tidligst i løpet av 2024 at rogn og stamfisk kan flyttes fra Sunndalsøra til nye fasiliteter. Avlsaktivitetene for 2022, 2023 og kanskje også 2024 vil dermed være begrenset til fasilitetene ved Sunndalsøra med et lavere antall familier og færre individer som genotypes. Det vil heller ikke opprettes elitelinjer ved Sunndalsøra. Vi ønsker å presisere at aktivitetsbeskrivelsen for avlsprogrammet slik den er satt opp her gjelder det fremtidige anlegget ved Frya Næringspark, det er ikke mulig å gjennomføre avlsprogrammet med et slikt omfang ved Sunndalsøra. Ambisjonen ved Sunndalsøra er å genotype omtrent 500 individer per år og produsere opptil 100 familier. Familieproduksjonen ved Sunndalsøra vil være konservativ i den forstand at enkeltindivider brukes maksimalt to ganger.

Yngel og stamfisk ved Nofima blir karakterisert med tanke på tilvekst, overlevelse og kjønnsmodning. Data innsamlet gjennom flere år vil danne en viktig del av grunnlaget for bestemmelse av hvor stort genetisk bidrag hver av de ville stammene skal ha inn i de nye årsklassene som skal produseres i avlsprogrammet de neste årene. Det er ikke satt noen fast dato for avslutning av arbeidet med innsamling av genetisk materiale, vi forventer å hente inn rogn fra villfisk i et par år til - spesielt for å oppnå større genetisk bredde. Hvis enkelte stammer skiller seg positivt ut vil det også være ønsket å hente inn mer genetikk spesifikt fra dem. I avlsarbeidet som er gjort hittil skiller Tunhovd stammen seg positivt ut med god tilvekst og tilsynelatende god genetisk variasjon, genotyping i 2022 vil avklare dette. Utilstrekkelig gyting på stamfisk ved Nofima kan også gi behov for introduksjon av ytterligere rogn fra eksterne kilder.

Samarbeidet med Nofima er formalisert i to avtaler, en som omhandler selve driften av stamfisken ved forskningsstasjonen på Sunndalsøra og en som omhandler avlsfaglige tjenester, se vedlagt avtale. Avtalen om avlsfaglige tjenester strekker seg frem til slutten av 2024 og kan deles inn i tre hovedaktiviteter. For det første skisseres det at Nofima skal utvikle et markørsett for DNA profilering av utvalgte individer fra de ville stammene, med tanke på kartlegging av genetisk variasjon innad i populasjonene. Videre skal Nofima anbefale genetisk bidrag fra hver stamme inn i de fire årsklassene i den sammenslåtte avlskjernen som på sikt skal lukkes for introduksjon av nye gener. Til sist skal det utarbeides en langsiktig avlsplan for det sykliske avlsprogrammet med protokoller for seleksjon, merking, genotyping og testing av nye generasjoner. I samarbeid med Nofima er FOAS nå i dialog med Universitet i Tromsø om genotyping av stamfisk basert på 96 SNP markører. En avtale er forventet å være på plass i løpet av våren 2022 slik at vi har god tid til å analysere vevsprøver før strykesesongen

starter høsten 2022. Rundt 100 SNP markører vil være tilstrekkelig til å kartlegge genetisk diversitet innad i populasjonene og slektskap mellom individer.



Figur 2 – Seks små startfôringskar ved Nofima avd. Sunndalsøra, hallen har også ni 3-meters kar som står bak. Dette er infrastrukturen tilgjengelig til drift av alle årsklassene. Anlegget bruker gjennomstrømning med grunnvann. Oppvarmet grunnvann til 12 °C brukes kun i startfôringen.



Figur 3 – Stamfisk av 2018 årgangen som skal gyte høsten 2022, bilde fra sortering i mai 2021. Gruppen var da rundt 650 gram i snitt, med stor variasjon i størrelse.

Aktivitetsbeskrivelse

Aktivitetsbeskrivelsen er satt opp i henhold til malen hentet fra Fiskeridirektoratet sine nettsider, denne ble sist oppdatert 31.10.2008. Malen er primært utformet med tanke på avlsprogrammer for atlantisk laks og regnbueørret med relativt store volumer stamfisk oppdrettet på sjølokaliteter. Vårt avlsprogram vil følge de samme prinsippene, men det er snakk om betydelig mindre skala, vi har ikke behov for flere hundre tonn MTB. Estimert stående biomasse vil være rundt 50 tonn ved full drift, men vi søker om 100 tonn for å ha rom for utvidelser ved eventuell introduksjon av nye produksjonslinjer og informanter.

1.1 Utdyping av hva søknaden gjelder

1.1.1 Art

Det søkes om avl og produksjon av stamfisk fra norsk ørret, *Salmo trutta*. Under norsk ørret inkluderer vi alle typer ørret, vi deler ikke opp i underarter. Klassifiseringen av underarter er omstridt og mye av variasjonen som observeres skyldes sannsynligvis miljøtilpasninger hos lokale stammer og ikke nødvendigvis et dypereliggende genetisk skille.

1.1.2 Type stamfiskvirksomhet

Som tidligere nevnt er det noe usikkerhet rundt omfanget av stamfiskaktivitetene ved FOAS. Vi søker derfor om tillatelse til alle typer aktivitet, dvs. a, b, c og d i tabellen som er satt opp i aktivitetsbeskrivelsen. Den primære funksjonen til stamfiskavdelingen hos FOAS vil være leveranser av rogn fra elitelinjer og avlskjernen til matfiskproduksjonen ved Frya Næringspark (punkt b). Hvis DRIVA sitt anlegg ved Skoresbruhølen på Oppdal ikke bygges, vil FOAS også bli hovedsenter for DRIVA sitt avlsprogram (punkt a). Hvis avlsprogrammet ikke legges til FOAS vil anlegget fungere som en sikringslokalitet for avlskjernen (punkt c). I starten vil det neppe være aktuelt med separat sikring av elitelinjene siden disse vil være veldig nært knyttet avlskjernen, men vi søker også om denne muligheten ved FOAS (punkt d).

2.1 Avlsfaglig kompetanse

Det er to prosjektledere, Anne Kettunen fra Nofima og Vidar Lund fra Alphasea AS. Anne har Ph.d. fra Universitetet i Tromsø innenfor genetikk (Fiskerihøgskolen) mens Vidar har hovedfag i fysikk fra Universitet i Oslo. Anne er ansvarlig for kvalitetskontroll av de avlsfaglige sidene ved prosjektet mens Vidar er rettet mot det tekniske rundt design av avlsprogrammet og registrering av data. Vidar har jobbet med avlsprogrammer på fisk hos GenoMar og SalMar i 18 år, deriblant med utregning av avlsverdier for MOWI og Raumastammen. Fra teknisk side bidrar Per Brunsvik med kunnskap og driftserfaring ved Nofimas forskningsstasjon på Sunndalsøra. Nofima avd. Sunndalsøra er en av de mest respekterte institusjoner innenfor avl på atlantisk laks og var Norges første forskningsstasjon for akvakultur da stasjonen ble bygget i 1971. Det er signert avtale med Nofima om avlsfaglige tjenester frem til slutten av 2024 med klar intensjon om forlengelse. Det er også en målsetning å ha stamfisk og forsøk hos Nofima i mange år fremover.

2.2 Genetisk opphav og avlskonsept

2.2.1 Basepopulasjoner

På nåværende tidspunkt er det hentet inn øyerogn og yngel fra åtte stammer i Norge. Intensjonen om storskala drift av resirkulasjonsanlegg er gjort kjent for kultiveringsanleggene som har deltatt og responsen har vært positiv. Anleggene har også vært veldig hjelpsomme med tilrettelegging og godkjenning av leveransene i samarbeid med Mattilsynet og Statsforvalteren. Vi bruker benevnelsen årsklasse i den forstand at vi refererer til sesongen rogn ble strøket og befruktet, ikke året yngelen

ble startfôret (vanligvis januar, februar eller mars året etter stryking). Det er hentet inn genetisk materiale fra følgende stammer:

2017 årsklasse – Skarvatnet, Oppdal

Stamfisk hentet fra Skarvatnet rett øst for Gjevillvatnet, nord for Oppdal, ble strøket 10. oktober 2017. Det ble tatt ut 2,5 – 3,0 kg rogn som startet klekking hos Bjørbekken klekkeri 2. april 2018. 7000 startforingsklar yngel ble lagt inn hos Nofima Sunndalsøra 4. juni 2018 med tillatelse fra Mattilsynet. Genetisk variasjon i denne gruppen er ukjent, men vi forventer at et relativt lite utvalg stamfisk har blitt brukt. Rundt 40 % dødelighet på yngelen i starten grunnet sopp på gjellene, dette ble behandlet med formalin. Yngelen responderte bra på behandling og har vokst fint siden. Gruppen ble splittet i to 1-meters kar og gitt god fôring gjennom vinteren. Grunnvann på rundt 8 °C ble benyttet det meste av tiden. 21. februar 2019 ble gruppen sortert og 426 individer ble PIT merket, med en snittvekt på rundt 19 gram. Disse ble overført til et 3-meters kar for videre tilvekst med bruk av grunnvann uten oppvarming. Gruppen ble sortert i september 2020 med 368 gjenværende individer med snittvekt på rundt 500 gram, videre ble 52 individer sortert ut i mai 2021. I september 2021 ble gruppen sortert på nytt hvor det ble tatt vare på 47 hanner med snittvekt på 2,2 kg, og 61 hunnfisk med snittvekt på 1,8 kg. Vevsprøver ble samlet inn og skal genotypes høsten 2022. Fiskene med mest fremtredende kjønnsdrakt ble satt i eget kar med tanke på modning og stryking av rogn og melke til avlsfamilier. Som tidligere nevnt har denne fisken ikke blitt moden i løpet av høsten 2021 slik det var ønsket. Det er fortsatt et håp om at noen fisk vil gyte i februar/mars 2022 og kan inngå i den nye årsklassen sammen med de nye familiene mottatt fra Tunhovd stammen i januar 2022.



Figur 4 – 3,5 kg hannfisk fra Skarvatnet populasjonen, største fisk i 2017 årsklassen. Bilde fra sortering i september 2021.

2017 årsklasse – Storørret Femunden (Snerta)

Stamfisk av storørret fra Femunden ble strøket høsten 2017 og startfôret 2. mai 2018 på kultiveringsanlegget til Engerdal Fjellstyre på Drevsjø rett sør for Femunden. 12. juli 2018 ble 2000 yngel overført til Nofima Sunndalsøra og splittet i to 1-meters kar hvor de ble fôret godt. Grunnvann ble brukt med jevn temperatur på rundt 8 °C. 21. februar ble fisken sortert og 585 individer ble PIT merket med snittvekt på rundt 22 gram, disse ble overført til samme kar som PIT merket fisk fra Skarvatnet i Oppdal. Genetisk variasjon i denne gruppen er ikke kjent, men det antas at et relativt lite antall stamfisk har vært brukt til å produsere gruppen. Gruppen ble sortert i september 2020 med 408 gjenværende individer med snittvekt på rundt 500 gram, videre ble 60 individer sortert ut i mai 2021. I september 2021 ble gruppen sortert på nytt hvor det ble tatt vare på 32 hanner med snittvekt på 2,0 kg, og 75 hunnfisk med snittvekt på 1,6 kg. Vevsprøver ble samlet inn og skal genotypes høsten 2022. Fiskene med mest fremtredende kjønnsdrakt ble satt i eget kar med tanke på modning og stryking av rogn og melke til avlsfamilier, men denne fisken har ikke blitt moden i løpet av høsten 2021 slik det var ønsket. Det er fortsatt et håp om at noen fisk vil gyte i februar/mars 2022 og kan inngå i den nye årsklassen sammen med de nye familiene mottatt fra Tunhovd stammen i januar 2022.



Figur 5 – 2,1 kg hunnfisk fra Snerta (Femunden) populasjonen. Bilde fra sortering i september 2021.

2018 årsklasse – Storørret Hunderfossen

Dette er kanskje Norges mest kjente stamme av innlandsørret. Den gyter i Gudbrandsdalslågen mellom Harpefoss og utløpet til Mjøsa med et stort gytefelt nedfor Hunderfossen. Fisken vandrer ut i Mjøsa og spiser seg feit primært på fiskeslag som finnes der. Hunderfossen kraftverk (Eidsiva Vannkraft) hadde et eget kultiveringsanlegg med stryking av stamfisk og produksjon av settefisk. 17. september 2018 ga Statsforvalteren i Oppland tillatelse for bruk av 10 hanner og 10 hoer til produksjon av rogn for DRIVA. Det ble kun tillatt bruk av fettfinneklippet stamfisk, dvs. fisk som tidligere har blitt satt ut fra settefiskanlegget. Utvalget av stamfisk er relativt lite, men DRIVA fikk også mulighet til å hente mer rogn påfølgende strykesesong. Fra strykesesongen 2018 ble det levert 12000 rognkorn til Nofima Sunndalsøra med klekking og startfôring våren 2019. Etter klekking ble yngelen overført til et 1-meters kar og startfôring gjennomført i vann med jevn temperatur på 12 °C frem til PIT merking. 17. september 2019 ble 445 yngel fra Hunderfossen PIT merket hos Nofima med en snittvekt på 16,7 gram. I mai 2021 ble fisken sortert, og det ble tatt vare på 227 individer med snittvekt på 475 gram. Denne gruppen får nå et vintersignal med mørke for å trigge kjønnsmodning til høsten 2022. Gruppen skal sorteres på nytt til våren med innsamling av vevsprøver for kartlegging av genetisk diversitet og slektskap. Det planlegges genotyping av rundt 100 individer fra denne gruppen. Hunderfoss stammen er den gruppen som har vist lavest tilvekst. Det er grunn til å tro at store individer fanget i Mjøsa er relativt gamle fisk som har hatt mange år på å vokse seg store.



Figur 6 – 540 gram fisk fra Hunderfossen populasjonen. Bilde fra sortering i mai 2021.

2018 årsklasse – Storørret Tunhoved

Tunhovdstammen er en av de mest kjente ørrestammene i Norge og har vært gjenstand for kultivering gjennom mange år. Den har blitt spredt til mange andre vassdrag i Norge gjennom aktiv introduksjon av settefisk. Stammen er kjent for å bli stor og spise mye småfisk, spesielt røye, den har derfor blitt satt ut i mange vann for å tynne ut bestanden av småfisk. Denne praksis var spesielt utbredt før det ble fokus på å ta vare på steds egne stammer. NINAs forskningsstasjon ved Ims i Sandnes sendte 12000 rognkorn til Nofima Sunndalsøra for klekking og startfôring våren 2019. Rogna kom fra totalt 80 hannfisk individkryssset med 80 hunnfisk høsten 2018. Det er ikke kjent i hvilken grad individene som har blitt brukt er i slekt, men vi forventer god genetisk bredde i denne gruppen, større enn i noen av

de andre stammene som er tatt inn. Etter klekking ble yngelen overført til et 1-meters kar og startfôring gjennomført i vann med jevn temperatur på 12 °C frem til PIT merking. 18. september 2019 ble det PIT merket 823 individer fra Tunhovd stammen, med en snittvekt på 21,8 gram. I mai 2021 ble fisken sortert, og det ble tatt vare på 443 individer med snittvekt på 684 gram. Denne gruppen får nå et vintersignal med mørke for å trigge kjønnsmodning til høsten 2022. Gruppen skal sorteres på nytt til våren med innsamling av vevsprøver for kartlegging av genetisk diversitet og slektskap. Det planlegges genotyping av rundt 200 individer fra denne gruppen.



Figur 7 – Fisk fra Tunhovd populasjonen. Bilde fra sortering i mai 2021. Av de stammene som er tatt inn til Nofima er det individer fra Tunhovd stammen som viser klart størst variasjon i fargedrakt og mønster. Tunhovd stammen har også god tilvekst.

2018 årsklasse – Selbu/Tydal + Jonsvatnet

Settefiskanlegget på Lundamo har drevet kultivering på ørret og laks i mange år. Anlegget ble opprettet for å ta vare på lokale fiskebestander truet av kraftverksutbygging. Lundamo sendte 4500 rognkorn fra Selbu og 4500 rognkorn fra Jonsvatnet til Nofima Sunndalsøra for klekking og startfôring våren 2019. Rogna hadde opphav fra relativt få stamfisk, rundt 4 hunnfisk fra hver stamme, og ble slått sammen i et 1-meters kar etter klekking. Startfôring ble gjennomført i vann med jevn temperatur på 12 °C frem til PIT merking. 17. september 2019 ble det PIT merket 494 individer fra Lundamo med en snittvekt på 30,4 gram - dette er gruppen som har vist raskest vekst frem til PIT merking. I mai 2021 ble fisken sortert, og det ble tatt vare på 302 individer med snittvekt på 703 gram. Denne gruppen får nå et vintersignal med mørke for å trigge kjønnsmodning til høsten 2022. Gruppen skal sorteres på nytt til våren med innsamling av vevsprøver for kartlegging av genetisk diversitet og slektskap. Det planlegges genotyping av rundt 150 individer fra denne gruppen.



Figur 8 – 1020 gram fisk fra Lundamo populasjonen. Bilde fra sortering i mai 2021.

2018 årsklasse – Innerdalen, Kvikne

Kvikne klekkeri i Orkdalen, omtrent 30 km øst for Oppdal, sendte 8000 rognkorn strøket fra stamfisk i Innerdalen høsten 2018. Anlegget driver primært med utsett av settefisk på kontrakt fra vannkraftverk i området. Hvor mange hunnfisk og hannfisk som er brukt er uklart, men anlegget er relativt lite og vi forventer lite genetisk variasjon i gruppen. Etter klekking ble yngelen overført til et 1-meters kar og

startfôring gjennomført våren 2019. Videre tilvekst ble gjort i vann med jevn temperatur på 12 °C frem til PIT merking. Siden dette er gruppen med minst forventet genetisk variasjon ble det kun PIT merket 225 individer med en snittvekt på 18,3 gram. I mai 2021 ble fisken sortert, og det ble tatt vare på 118 individer med snittvekt på 653 gram. Denne gruppen får nå et vintersignal med mørke for å trigge kjønnsmodning til høsten 2022. Gruppen skal sorteres på nytt til våren med innsamling av vevsprøver for kartlegging av genetisk diversitet og slektskap. Det planlegges genotyping av rundt 50 individer fra denne gruppen.



Figur 9 – Fisk fra Kvikne populasjonen. Bilde fra sortering i mai 2021. Mange fisk fra denne gruppen hadde en tydelig rødfarget drakt, men det er fortsatt usikkert om dette er knyttet til tidlig modning.

2019 årsklasse – Storørret Hunderfossen

Fra strykesesongen 2019 ble det levert 12000 rognkorn til Nofima Sunndalsøra med klekking og startfôring våren 2020. Igjen har det blitt levert rogn fra 10 familier med opphav i 10 hannfisk og 10 hunnfisk. Det er utelukkende brukt finneklippet stamfisk, dvs. kultivert fisk som har blitt satt ut fra settefiskanlegget som driftes av Eidsiva. Dette var siste året dette settefiskanlegget var i drift. Tilvekst ble gjort i vann med jevn temperatur på 12 °C frem til merking. 21. september 2020 ble de største individene PIT merket, 454 stykk med snittvekt på 12,8 gram.

2019 årsklasse – Storørret Tunhøvd

NINAs forskningsstasjon ved lms i Sandnes sendte 12000 rognkorn til Nofima Sunndalsøra for klekking og startfôring våren 2020. Rogna kommer fra totalt 80 hannfisk som er individkrysset med 80 hunnfisk høsten 2019. Det er ikke kjent i hvilken grad individene som har blitt brukt er i slekt, men vi forventer god genetisk bredde i denne gruppen. Grunnet klekking av noen familier under transport ble yngel fra disse ettersendt til Nofima etter godkjenning fra Mattilsynet. Tilvekst ble gjort i vann med jevn temperatur på 12 °C frem til merking. 21. september 2020 ble de største individene PIT merket, 857 stykk med snittvekt på 27 gram.

2019 årsklasse – Selbusjøen

Settefiskanlegget på Lundamo sendte 2000 øyerogn til Nofima for klekking tidlig i 2020, det er ukjent hvor mange stamfisk som har bidratt, men antagelsen er at det er ganske få. Stammen er interessant å ta inn siden denne fisken viste raskest tilvekst frem til PIT merking i den forrige årsklassen. Tilvekst ble gjort i vann med jevn temperatur på 12 °C frem til merking. 22. september 2020 ble de største individene PIT merket, 388 stykk med snittvekt på 33 gram.

2019 årsklasse – Jonsvatnet

Settefiskanlegget på Lundamo sendte 3000 øyerogn til Nofima for klekking tidlig i 2020, det er ukjent hvor mange stamfisk som har bidratt, men antagelsen er at det er ganske få. Stammen er interessant å ta inn siden denne fisken viste raskest tilvekst frem til PIT merking i den forrige årsklassen sammen med gruppen fra Selbusjøen. Tilvekst ble gjort i vann med jevn temperatur på 12 °C frem til merking. 22. september 2020 ble de største individene PIT merket, 300 stykk med snittvekt på 31,8 gram.

2020 årsklasse – Fossbekk

Fossbekk stammen er regnet som ganske tolerant overfor surt vann og ble derfor satt ut i vassdrag på Sørlandet da sur nedbør fra England og kontinentet var et stort problem. Stammen er derfor ganske utbredt og brukes også i kommersiell drift av Sirdalsørret. Vanntun Settefisk ved Flekkefjord sendte 15700 øyerogn fra 120 hunnfisk og 35 hanner, klekket hos Nofima tidlig 2021. Etter klekking ble yngelen overført til fire 1-meters kar og startfôring gjennomført våren 2021. Videre tilvekst ble gjort i vann med jevn temperatur på 12 °C frem til PIT merking. 30. august 2021 ble yngelen sortert og de største merket, 1967 individer med snittvekt på 27 gram.

2021 årsklasse – Tunhovd

NINA har levert 20000 rognkorn av Tunhovd stammen fra 59 familier i starten av januar 2022. Denne gruppen vil kompensere for manglende gyting av stamfisk fra 2017 årgangen, samt gi et bredere genetisk grunnlag.

Begrunnelse for oppstart av nytt avlsprogram

Tilgang til forutsigbare leveranser av sykdomsfri rogn av god kvalitet er kanskje det viktigste grunnlaget for alt bærekraftig og lønnsomt oppdrett i dag – både nasjonalt og internasjonalt. Lakseoppdrettere har hatt tilgang til kommersiell rogn av høy kvalitet gjennom mange år, men for norsk ørret, *Salmo trutta*, finnes ikke en eneste aktør i Norge, verken privat eller offentlig, som driver målrettet avl med tanke på kommersiell drift. Kultivering av norsk ørret er utbredt i hele Norge og vanligvis organisert av lokale jakt- og fiskerlag, ofte med økonomisk støtte fra vannkraftprodusenter. Målsetningen med driften er å bevare stedegne stammer i sin opprinnelige tilstand, det skal ikke drives målrettet avl. Det er primært tre utfordringer ved bruk av kultiveringsrogn i store oppdrettsanlegg. For det første er kultiveringsanlegg ofte små og ikke dimensjonert til å levere millioner av rognkorn hvert år. Det er heller ikke ønskelig å fange mange modne stamfisker fra vassdrag som sliter med lave bestander for å levere store volumer rogn til kommersielt matfiskoppdrett. For det andre strykes stamfisken i naturlig forløp og rogn klekkes tidlig på våren i løpet av et par måneder, anleggene kan ikke levere rogn utenom vanlig sesong. Til sist er stamfisken ofte hentet direkte fra naturen, den er ikke avlet for kommersiell drift med rask tilvekst, og dette medfører også økt risiko for introduksjon av sykdommer og parasitter. Drift av egen stamfisk hos FOAS er essensielt med tanke på jevn tilgang til sykdomsfri rogn av god kvalitet og med de rette genetiske egenskapene for kommersielt oppdrett i resirkulasjonsanlegg.

2.2.2 Avlskonsept**a. Generelt avlsdesign**

Ved oppstart av anlegget hos FOAS vil driften av stamfisk settes opp som en hybrid hvor stamfisk tiltenkt avl også brukes i vanlig kommersiell produksjon. Seleksjonen av stamfisk for bruk i både avl og produksjon vil basere seg på et avlsprogram organisert av DRIVA i samarbeid med Nofima. Det legges opp til et tradisjonelt oppsett veldig i tråd med etablerte avlsprogrammer på atlantisk laks. I tillegg til avlsprogrammet vil det også være en elitelinje for kommersiell rogn til matfiskproduksjon. Denne vil gyte med seks måneders forskyvning i forhold til avlskjernen og levere halvparten av rogn som kreves til matfiskproduksjonen. Utviklingen av avlsprogrammet kan grovt sett deles i tre faser:

- I. I første fase etableres basepopulasjonene fra et utvalg kjente ville stammer – i DRIVA sitt tilfelle startet denne jobben i 2018 og vil fortsette inn i 2022 og muligvis litt lengre. Det er hittil samlet genetikk fra åtte stammer. Noen stammer inngår i flere årsklasser.
- II. I andre fase testes ytelsen til hver stamme i basepopulasjonene, yngel merkes og genetisk diversitet kartlegges. Det genetiske bidraget for hver stamme inn i den nye avlskjernen avgjøres av avlsforskere hos Nofima før materialet slås sammen i de nye årsklassene. DRIVA innledet testing av innsamlet materiale allerede i 2018, og første strykesesong med innsamlet genetikk skulle gjennomføres høsten 2021. Dessverre har modningen uteblitt sannsynligvis pga. for aggressiv lysstyring for å hindre tidlig kjønnsmodning. Sammenslåing

av genetikken med konsolidering av årsklassene vil fortsette til og med høsten 2025 og kanskje litt lengre hvis nytt genetisk materiale hentes inn. På et senere tidspunkt er det også sannsynlig med miksing av genetikk mellom årsklassene ved bruk av frossen melke.

- III. I tredje fase er avlskjernen etablert – arbeidet med stamfisken følger nå protokollene i en syklisk avlsplan som i teorien kan repeteres gjennom mange generasjoner, men ofte oppdateres avlsplaner jevnlig for å dekke nye behov i den kommersielle produksjonen.

Sortert yngel fra fire årsklasser er hittil merket hos Nofima, totalt 7000 individer. Målsetningen er å lage minst 200 familier i hver årsklasse, slik at det totale antall familier blir 800 for hver generasjon. Programvare for kalkulasjon av optimalt genetisk bidrag vil bli benyttet for å sette avlskvotene for selekterte individer basert på en innavlsøkning på maksimalt 0,5 % ved produksjon av hver ny årsklasse. De beste hannfisk vil bli brukt i flere familier, muligvis opptil 10 familier på de aller best rangerte. Det vil også være en målsetning å splitte gode hunnfisk i flere familier, kanskje opptil 4 familier, men dette vil avhenge av hvor mye rogn hver fisk produserer og hvor mye rogn vi trenger i hver familie. Bruk av individer i flere familier er gunstig for bedre estimering av avlsverdiene, spesielt hvis det benyttes tradisjonelle avlsverdier basert på stamtre (Anne Sonesson et al. 2016).

Hvis det i fremtiden utvikles et nytt SNP mikromarray, noe som har vært diskutert med Nofima og NMBU/CIGENE, vil avlsverdiene på sikt beregnes med genomseleksjon. Det vil da settes opp informantgrupper for hver årsklasse for testing av ytelsen til familiene i et miljø som imiterer kommersiell matfiskproduksjon. Informantgruppene vil fungere som treningssett for algoritmene i genomseleksjonen. Beste løsning er sannsynligvis å bygge ekstra avdelinger i stamfiskhallen hvor informantgruppene produseres mest mulig likt vanlig matfiskproduksjon. En annen mulighet er å PIT merke informantene og sette dem i vanlig matfiskproduksjon, men det vil da være viktig med gode rutiner for å fange opp fisk med PIT merke i slakteriet. Informantgrupper vil naturligvis også være meget nyttige ved utregning av tradisjonelle BLUP avlsverdier basert på fenotyper og stamtre.

Ved produksjon av familiene i de første årsklassene kan vi enkelt unngå direkte innavl ved å krysse individer fra forskjellige stammer mot hverandre, men på litt lengre sikt er det viktig å vite den genetiske variasjonen i hver stamme før de brukes i stort omfang. Genotyping med tanke på kartlegging av genetisk diversitet innad i stammene og bestemmelse av slektskap mellom individer vil være essensielt. Det planlegges genotyping med omtrent 100 SNP markører fra og med høsten 2022. Avlsverdiene vil utregnes med tradisjonelle BLUP algoritmer basert på fenotyper og slektskap. Stamfiskpopulasjonene vil gjennomgå en nøye seleksjon med høy seleksjonsintensitet før de brukes i avl eller produksjon. Denne seleksjonen vil være like viktig som den endelige rangeringen av de selekterte individene.

b. Praktisk gjennomføring

For hver stamfisklinje planlegges startføring av totalt 100000 individer ved oppstart av en ny årsklasse, dette gjelder både for avlskjernen og elitelinjene, se kapittel 2.4 og 2.6 for detaljer rundt sorteringen og infrastrukturen. Det tas vare på storsorteringen hele veien og i senere faser skal det være betydelig overvekt av hunnfisk, med mulighet for bruk av ultralyd til å bestemme kjønn med stor sikkerhet. Etter omtrent to og et halvt år er beholdning tatt ned til 2000 individer med snittvekt på rundt 2,7 kg – disse PIT merkes og det samles inn vevsprøver til genotyping for bestemmelse av slektskap. Avlsverdier beregnes for kandidatene med BLUP metoden, basert på fenotyper og slektskap, ved hjelp av programvarepakker som dekker våre behov, f.eks. PEST, DMU eller ASREML.

Innavl reguleres med algoritmer for optimalt genetisk bidrag f.eks. programmet GENCONT, med en grense på 0,5 % økning for hver årsklasse i avlskjernen. Det produseres 200 familier i hver ny årsklasse, med mulighet til å bruke de beste hannfisk i opptil 10 familier, og de beste hunnfisk i opptil 4 familier. Ved inkubering skal rogn fra familiene splittes i flere inkubatorer for å sikre at vi ikke mister familier hvis en inkubator må destrueres pga. mye sopp. På litt lengre sikt vil det også åpnes for spredning av gener mellom årsklassene, når ytelsen til hver årsklasse er bedre kartlagt. Dette vil gjøres ved bruk av

frossen melke fra spesielt gode hanner. Frossen melke skal også lagres for å sikre genetikken i årsklassene.

I tillegg til avlskjernen vil det også være en elitelinje i hver årsklasse, for kommersiell rogn til matfiskproduksjon. I stamfiskbygget vil avdelinger til elitelinjene utgjøre omtrent halvparten av arealet og ha omtrent samme infrastruktur som avdelingene dedikert til avlskjernen. Elitelinjene vil gyte med seks måneders forskyvning i forhold til avlskjernen og levere omtrent halvparten av rogn som kreves til matfiskproduksjonen. Vi estimerer at det er behov for rundt 700 hunnfisk som gyter årlig fra hver elitelinje for å dekke det kommersielle behovet. Det er ikke planlagt PIT merking eller genotyping av fisk i elitelinjene. For å hindre innavl vil det brukes hannfisk fra året før, altså vil fire år gamle hunnfisk krysses med fem år gamle hannfisk. Tilsvarende vil fem år gammel hunnfisk krysses med fire år gammel hannfisk. Hvor mange individer som brukes fra hver årsklasse avhenger av tilgjengelighet og kvalitet. Stamfiskfasilitetene vil ha egne avdelinger for å ta vare på fem år gammel stamfisk som ikke modnes etter fire år (gjeldfisk). Elitelinjene vil føres videre med seleksjon av omtrent 50 hunnfisk basert på fenotyper, hvor kun de største individene brukes, samt noen få store hannfisk. Igjen vil det brukes individer fra fire og fem år gamle stamfisk for å hindre nær innavl. På sikt vil nye gener introduseres fra avlskjernen til elitelinjene gjennom bruk av frossen melke.

c. Avlsmål

De første årene vil avlsmålet nesten utelukkende være tilvekst. Siden genetikken er hentet direkte fra ville stammer forventer vi stor spredning i tilveksten, samt relativt dårlig tilvekst i forhold til det som observeres i etablerte avlsprogrammer for atlantisk laks og regnbueørret. I populasjonene fra 2018 årsklassen, altså dem som skal gyte høsten 2022, observerer vi en variasjonskoeffisient på rundt 30 – med unntak av stammen fra Hunderfossen som ligger på 25. For å sikre god lønnsomhet i produksjonen vil det være meget viktig å oppnå god og forutsigbar tilvekst raskt, men dog ikke på bekostning av forsvarlig genetisk bredde. I første omgang er det ikke planlagt utstrakt bruk av avlsinformanter, avlsverdiene vil primært baseres direkte på informasjon fra de selekterte individene som er PIT merket. Dette vil sannsynligvis gi for høy estimering av arvegrad for tilvekst, men den kan justeres ut fra kjente studier. Vi forventer en arvegrad for tilvekst på rundt 0,20 – 0,25. På litt lengre sikt vil det være aktuelt å ta inn informanter i avlsprogrammet.

En annen viktig faktor som skal med i avlsmålet er reduksjon av tidlig kjønnsmodning. Heldigvis gir driften ved det landbaserte matfiskanlegget hos FOAS en mye større grad av kontroll over miljøfaktorene enn det som er mulig ved utendørs drift. Spesielt er lysstyring et veldig effektivt verktøy for å hindre kjønnsmodning, men vi observerer også tegn på forskjeller i tidlig kjønnsmodning mellom stammene ved Sunndalsøra. Det er fortsatt for tidlig å si hvor store disse forskjellene faktisk er, men hvis de materialiseres vil det ha betydning for bruken av hver stamme inn i de sammenslåtte årsklassene. Overlevelse er også et viktig avlsmål, men her er det vanskelig å skille stammene siden alle har vist en eksepsjonell høy grad av overlevelse hittil ved forskningsstasjonen på Sunndalsøra. Dette skyldes generelt god røkting hos Nofima samt meget god vannkvalitet praktisk talt uten forurensing eller smittestoffer.

Siden fire millioner rognkorn fra hver av stamfisklinjene er tiltenkt brukt i matfiskproduksjonen, vil det være mulig å genotype spesielt store og flotte individer i slakteriet for å identifisere familier og stammer som gjør det spesielt bra i kommersiell produksjon. I avlskjernen vil det være begrenset hvor mye vi kan spisse genetikken, men i elitelinjene vil slik informasjon fra slakteriet være relevant for seleksjon av individer til nye årsklasser.

d. Resultatmål

Frya Oppdrett AS - økt produksjon fra avl	Basepop	Gen 1	Gen 2	Gen 3	Gen 4	Gen 5
Slakteperiode matfisk	2023 - 2026	2027 - 2030	2031 - 2034	2035 - 2038	2039 - 2042	2043 - 2046
Genetisk fremgang tilvekst		15,0 %	15,0 %	15,0 %	15,0 %	15,0 %
Forbedret fôropptak		4,0 %	4,0 %	4,0 %	4,0 %	4,0 %
Estimert FCR	1,20	1,15	1,11	1,06	1,02	0,98
Vekstperiode, dager	28,0	26,5	25,1	23,6	22,1	21,1
Slakt i periode (rund fisk), tonn	537	546	554	558	563	569
Årlig produksjon (slakt 3,3 kg), tonn	7000	7513	8072	8637	9296	9833
Årlig fôrforbruk, tonn	8400	8655	8927	9170	9475	9621

Figur 10 – Forventet genetisk fremgang som følge av avl.

Tabellen i Figur 10 viser forventet genetisk fremgang i avlsprogrammet drevet av DRIVA. Gjødrem & Rye (2014) har oppsummert resultater fra 44 studier på forskjellige fiskeslag, blant annet atlantisk laks, tilapia, regnbueørret og amerikansk kanalmalle. For tilvekst er gjennomsnittet 14,3 % fremgang per generasjon ved bruk av familiebasert avl. Basert på disse historiske resultatene legger vi til grunn en genetisk fremgang for tilvekst på 15 % per generasjon, et relativt konservativt estimat gitt at vi planlegger bruk av nyeste og mest effektive teknologi og avlsmetoder. Altså vil gjennomsnittlig slaktevekt øke med 15 % for hver generasjon gitt at produksjonstiden er den samme – men i praksis vil den genetiske fremgangen tas ut i kortere produksjonstid og ikke primært større slaktevekt.

Forskning på atlantisk laks, *Salmo salar*, som er veldig nært i slekt med fjellørret, *Salmo trutta*, viser også et forbedret fôropptak på rundt 4 % i hver ny generasjon (Thodesen et al. 1999). Resultatet av avlen blir dermed en stamme som vokser betydelig raskere, men uten tilsvarende økning i fôrforbruket. Matfiskanlegget hos FOAS vil bli dimensjonert for en årlig produksjon på 7000 tonn ved oppstart, men fra stamfisk i femte generasjon forventer vi å produsere rundt 9800 tonn matfisk innenfor samme infrastruktur. Økningen i produksjonen kommer utelukkende som et resultat av raskere tilvekst, noe som resulterer i en kortere produksjonsperiode. I femte generasjon er produksjonsperioden redusert fra 28 til 21 dager, fiskegruppene flyttes dermed betydelig raskere gjennom anlegget og flere fisk kan slaktes i løpet av et år. Slaktestørrelsen forblir den samme og tettheten i hver avdeling er også stort sett uforandret. Det vil dog være en betydelig økning i fôrforbruket som resulterer i større belastning på renseenhetene. Det er derfor viktig at renseenhetene er overdimensjonert fra starten slik at produksjonen kan økes uten behov for vesentlige oppgraderinger av infrastrukturen. Det er naturligvis stor usikkerhet knyttet til disse langsiktige estimatene for effekten av avl, men det er ingen tvil om at effekten for vår ørret vil være meget betydelig siden utgangspunktet for stammen er villfisk.

Rent praktisk så vil alle produksjonsdata registreres i stor detalj fra starten av produksjonen, dette gjelder både produksjon av stamfisk og matfiskproduksjonen. Vi planlegger også å bruke rogn fra avlskjernen direkte i produksjon av matfisk, det blir dermed mulig å genotype individer på slakteriet og knytte dem direkte mot familiene i avlskjernen. Disse meget nære bånd mellom avlskjernen og matfiskproduksjonen vil gjøre det mulig for oss å estimere genetisk fremgang – spesielt for tilvekst, men også for fôrutnyttelsen. Vi burde observere en tydelig effekt av avlen slik det er forventet i tabellen i Figur 10.

2.3 Fiskehelse

Hensikten med oppstarten av det nye avlsprogrammet er todelt. For det første ønsker vi å avle frem en stamme som trives og vokser fort i et resirkulasjonsanlegg og for det andre ønsker vi en totalt lukket matfiskproduksjon som ikke er avhengig av rogn eller yngel fra eksterne kilder utenfor vår kontroll. Stamfiskavdelingen vil være isolert med rensset grunnvann som eneste vannkilde. Det vil ikke være noen kontakt mellom stamfiskavdelingen og matfiskproduksjonen, utover desinfisert øyerogn som

flyttes inn til klekkeriet i settefiskavdelingen. Generell fiskehelse hos stamfisk og matfisk vil til enhver tid overvåkes i henhold til de retningslinjer som settes av Mattilsynet og intensjonsavtale er inngått med Åkerblå for jevnlig kontroll. Protokollene vil inkludere dokumentasjon av dødelighet med innsamling av nødvendige prøver og forsvarlig håndtering av dødfisk og ensilasje. Ved stryking av stamfisk planlegges det besøk av veterinær med inspeksjon av organer hos alle individer som strykes.

2.4 Biomassebehov

	Startfôring				Yngel							
Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Individvekt i gram (perioodeslutt)	0,35	0,98	2,28	4,69	9,18	18	29,44	42,83	60	81,51	109,09	143,65
Overlevelse	98,0 %	98,0 %	98,0 %	98,0 %	98,8 %	98,8 %	98,8 %	98,8 %	98,8 %	98,8 %	98,8 %	98,8 %
Antall fisk (perioodeslutt)	98 000	96 040	94 119	60 000	59 280	58 569	57 866	30 000	29 640	29 284	28 933	15 000
Total biomasse i kg (perioodeslutt)	34	94	215	281	544	1 054	1 704	1 285	1 778	2 387	3 156	2 155
Karvolum m ³	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Antall kar brukt	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4
Biomassetetthet kg/m ³ (periodslutt)	2	5	11	14	7	13	21	16	22	30	39	27

	Tilvekst											
Periode	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Individvekt i gram (perioodeslutt)	182,07	231,88	290,83	359,56	439,03	550	653,69	769,43	902,31	1054,8	1229,4	1428,6
Overlevelse	99,0 %	99,0 %	99,0 %	99,0 %	99,0 %	99,0 %	99,0 %	99,0 %	99,0 %	99,0 %	99,0 %	99,0 %
Antall fisk (perioodeslutt)	14 850	14 702	14 554	14 409	14 265	6 000	5 940	5 881	5 822	5 764	5 706	3 000
Total biomasse i kg (perioodeslutt)	2 704	3 409	4 233	5 181	6 263	3 300	3 883	4 525	5 253	6 080	7 015	4 286
Karvolum m ³	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Antall kar brukt	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Biomassetetthet kg/m ³ (periodslutt)	23	28	35	43	52	28	32	38	44	51	58	36

	PIT tilvekst											
Periode	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Individvekt i gram (perioodeslutt)	1631,2	1824,1	2018,6	2226	2429,3	2641,8	2843	3048,9	3235,6	3421,8	3618,6	3826,8
Overlevelse	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %
Antall fisk (perioodeslutt)	2 976	2 952	2 929	2 905	2 882	2 000	1 984	1 968	1 952	1 937	1 921	1 906
Total biomasse i kg (perioodeslutt)	4 854	5 385	5 912	6 467	7 001	5 284	5 641	6 001	6 317	6 627	6 952	7 294
Karvolum m ³	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Antall kar brukt	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Biomassetetthet kg/m ³ (periodslutt)	40	45	49	54	58	44	47	50	53	55	58	61

	PIT modning og stryking											
Periode	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Individvekt i gram (perioodeslutt)	3880,6	3990,7	4104	4220,5	4340,3	4463,4	4590,1	4720,4	4854,4	4868	4840,8	4813,7
Overlevelse	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %
Antall fisk (perioodeslutt)	1 891	1 876	1 861	1 846	1 831	1 816	1 802	1 787	1 773	1 759	1 745	1 731
Total biomasse i kg (perioodeslutt)	7 337	7 485	7 636	7 789	7 946	8 107	8 270	8 437	8 607	8 562	8 446	8 331
Karvolum m ³	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Antall kar brukt	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Biomassetetthet kg/m ³ (periodslutt)	61	62	64	65	66	68	69	70	72	71	70	69

	PIT gjeldfisk (5 år)											
Periode	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Individvekt i gram (perioodeslutt)	4901,8	5040,9	5184	5331,1	5482,4	5638	5798,1	5962,6	6131,8	6305,9	6376,8	6341,2
Overlevelse	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %	99,2 %
Antall fisk (perioodeslutt)	600	595	590	586	581	576	572	567	563	558	554	549
Total biomasse i kg (perioodeslutt)	2 941	3 000	3 061	3 123	3 185	3 250	3 315	3 382	3 450	3 520	3 531	3 483
Karvolum m ³	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Antall kar brukt	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Biomassetetthet kg/m ³ (periodslutt)	37	38	38	39	40	41	41	42	43	44	44	44

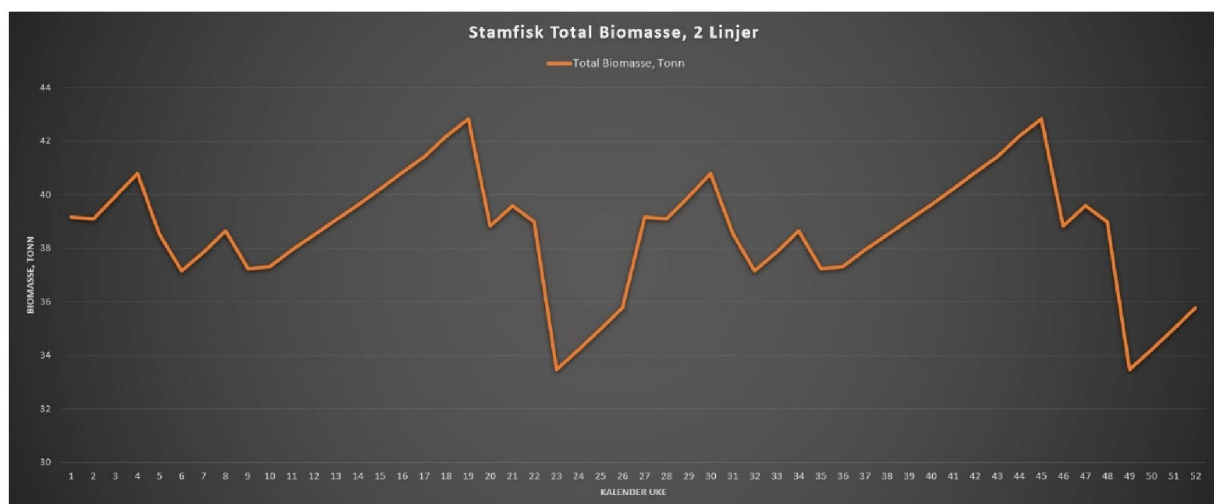
Figur 11 – Produksjonsmodell for stamfisklinje med fem avdelinger, en for hver årsklasse. Sortering er markert med gult.

Som nevnt blir det to stamfisklinjer, en avlskjerne og en elitelinje, som driftes separat i adskilte smittesoner og strykes med seks måneders forskyvning. Produksjonsmodellen i Figur 11 viser forventet tilvekst for en årsklasse av en stamfisklinje og tar utgangspunkt i fôring med jevn vanntemperatur på rundt 12 °C det første året. I praksis vil det sannsynligvis bli brukt både lys og temperatur til å simulere årstidene for å stimulere og synkronisere modning av mye stamfisk etter fire år. Dette vil eventuelt føre til varme perioder med høyere vekst enn modellen, men også kaldere perioder med lavere vekst.

Vekstmodellen for stamfisk er betydelig tonet ned i forhold til vekstmodellen for matfisk, i første omgang ønsker vi en stamfisk på rundt 5 kg ved stryking etter fire år. Vi oppnår da en fin balanse mellom et godt utvalg individer til avlsprogrammet og samtidig stor hunnfisk med betydelige mengder rogn til matfiskproduksjonen.

Hver periode er 28 dager, altså litt kortere enn en vanlig måned. Produksjonsmodellen strekker seg over fem år, men det siste året vil i praksis fungere som en sikring for å sikre tilgang til store hunnfisk med mye rogn til matfiskproduksjonen, hvis modningen av fireårs hunnfisk blir lavere enn ventet. Ved etablering av nye årsklasser i avlskjernen vil det utelukkende brukes stamfisk som modnes etter fire år. Alle nye årsklasser innledes med innlegg av 100000 øyerogn til klekking og startfôring. Etter fire perioder, altså 16 uker, avsluttes startfôringen og småsorteringen destrueres – vi har da igjen 60000 yngel på rundt 5 gram i snitt. Fisken sorteres på nytt etter fire nye perioder hvor de minste destrueres, vi har da 30000 yngel på rundt 45 gram. Etter 12 perioder, altså 48 uker, overføres yngelen til neste avdeling som har litt større karvolum. Fisken flyttes før det har gått et helt år slik at vi har omtrent en måned til vedlikehold av første avdeling før det kommer et nytt innlegg, dette vedlikeholdsmønster gjentas for alle avdelingene. Ved overføring til andre avdeling sorteres beholdningen ned til 15000 individer med snittvekt rundt 150 gram – her skal det helst brukes ultralyd med målsetning om en andel hunnfisk på minst 67 %. Etter 6 perioder i andre avdeling sorteres beholdningen ned til 6000 individer med snittvekt rundt 550 gram, igjen med stor overvekt hunnfisk. Ved denne størrelsen er utsortert stamfisk stor nok til å slaktes og selges som porsjonsfisk. Stamfiskbygget kommer til å ha en egen liten avdeling for hold av utsortert stamfisk før slakt. Dette er nødvendig fordi stamfisken ofte bedøves ved sortering og er nødt til å stå noen dager i rent vann før den kan slaktes og selges. Stamfisk med PIT merke vil også slaktes og selges etter manuell sløying hvor PIT merkene skannes for å sikre at alle er fjernet.

Etter nesten to års drift sorteres årsklassen og 3000 individer med snittvekt på rundt 1500 gram overføres til tredje avdeling – nå ønsker vi opp mot 80 % hunnfisk. Etter 6 perioder i tredje avdeling sorteres fisken nå ned til 2000 individer på rundt 2,7 kg i snitt. For stamfisklinjer fra avlskjernen vil disse 2000 individene PIT merkes og det samles inn vevsprøver for genotyping. For elitelinjene blir det ikke foretatt PIT merking eller samlet inn vevsprøver. Omtrent 1900 individer med snittvekt rundt 3,8 kg overføres til fjerde avdeling hvor fisken forberedes til modning med målsetning å ha minst 600 hunnfisk som oppnår fin modning med god rognkvalitet. Ved slutten av strykesesongen overføres umoden hunnfisk til femte og siste avdeling, her skal det være plass til 600 individer – nesten utelukkende hunnfisk. Disse fiskene vil med stor sannsynlighet modnes det femte året og gi mye god rogn til matfiskproduksjonen. For elitelinjene kan kryssing av fisk fra denne gruppen mot vanlige fireårs gytere hindre nær innavl. Elitelinjene trenger dermed ikke PIT merkes og genotypes.



Figur 12 – Stående biomasse for de to stamfisklinjene.

Figur 12 viser biomassen gjennom et helt år for de to stamfisklinjene, avlskjernen og elitelinjene, gitt at anlegget er i full drift med maksimal belastning og alle årsklasser på plass. Den totale biomassen i stamfiskavdelingen svinger da mellom 32 til 44 tonn, med et snitt rundt 38 tonn. Biomassen har flere markante fall, dette skyldes gjentakende reduksjon i beholdningen av fisk ved sortering og stryking. Med tanke på mulig fremtidig oppskalering av stamfiskavdelingen, med tre stamfisklinjer, egen seksjon for slakteinformanter, større innlegg av rogn og kanskje flere stamfisk i avdelingene for å gi større utvalg, søker vi om en maksimal tillatt biomasse (MTB) på 100 tonn for hele stamfiskproduksjonen ved FOAS. Stamfisk som sorteres ut vil i den grad det er mulig sendes til slakteriet som matfisk, men for de minste størrelser kan det være vanskelig å få solgt utsortert fisk.

Angående seleksjonsintensitet vil det alltid bli tatt vare på storsorteringen. Ved små størrelser blir fisken sortert maskinelt, men når fisken oppnår en størrelse på 150 gram vil den sorteres for hånd og helst med ultralyd. Omtrent 700 individer av de 100000 øyerogn som blir lagt inn til klekking og startfôring vil bli brukt i endelig produksjon av rogn til matfiskproduksjon, for avlskjernen er det en ytterligere seleksjon hvor rundt 100 individer vil bli brukt i avl. Algoritmer for optimalt genetisk bidrag vil bli brukt til å oppnå maksimal genetisk fremgang innenfor den gitte innavlsgrensen. Denne kraftige seleksjonen vil gi relativt god genetisk fremgang, gitt at arvegraden for tilvekst er 0,25 og spredningen i tilvekst har en variasjonskoeffisient på 30 slik vi har observert. Men i praksis vil det naturligvis ikke være en perfekt sortering – spesielt ikke ved de minste størrelser.

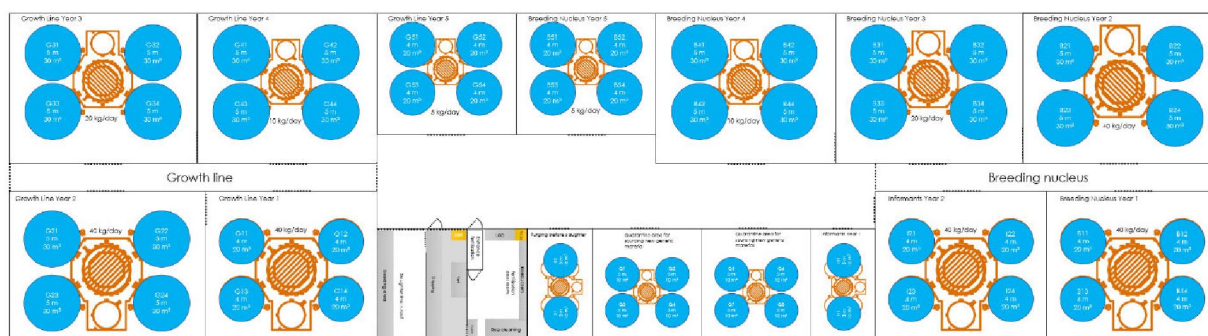
2.5 Geografisk spredning

Ambisjonen er å ha stamfisk i avlskjernen stående hos Nofima på Sunndalsøra i mange år frem i tid. Denne beholdningen vil gi god sikringen av avlskjernen, men ikke være tilstrekkelig til å sikre behovet for kommersiell rogn til matfisk. I utgangspunktet er det ikke planlagt å ha en ekstra sikringslokalitet utenfor stamfiskanlegget som planlegges hos FOAS, med mindre det bygges et tilsvarende anlegg på Oppdal slik DRIVA har søkt tillatelse til. Oppdal vil da fungere som hovedsenter for avlsprogrammet og FOAS vil få status som sikringslokalitet og produsent av kommersiell rogn. Hvis anlegget på Oppdal ikke bygges, vil mangel på sikring av rogn til matfiskproduksjonen naturligvis være en svakhet vi ønsker å utbedre på sikt, men utfordringen er å finansiere selvstendig drift av stamfisk ved en sikringslokalitet på et relativt stramt budsjett. Det er derfor viktig å bygge ut tilstrekkelig kapasitet ved stamfiskanlegget hos FOAS slik at vi har alternative kilder til rogn.

Vi har delt opp stamfiskanlegget hos FOAS i to smittesoner, med separate stamfisklinjer i hver sone, en for avlskjernen og en for elitelinjene, se Figur 13. Vi trenger betydelige mengder produksjonsrogn, rundt 8 millioner brutto per år. Hver sjettede måned strykes en av linjene, primært fra fjerde avdeling, men femte avdeling kan også levere stor fin fisk. Det strykes 4 millioner rognkorn fra hver linje hvert år. Hvis vi får sykdom i en eller flere avdelinger har vi følgende muligheter for å kompensere tapet av kommersiell rogn:

- 1) I en av linjene har vi mistet hovedleveransen fra fjerde avdeling, all produksjonsrogn må hentes fra femte avdeling. Viktig at femte avdeling har nok moden hunnfisk til å produsere 4 millioner rognkorn. Det planlegges beholdning på 600 hunnfisk i femte avdeling, noe som burde være tilstrekkelig siden vi venter veldig høy modningsgrad her.
- 2) Vi har mistet en hel stamfisklinje. En mulig løsning kan være å stryke 8 millioner rognkorn fra den andre linja slik at vi får et 0+ og 1+ settefiskopplegg kjent fra lakseproduksjon, men det krever at vi har plass til mye ekstra yngel som skal stå på lav temperatur i settefiskanlegget.
- 3) Vi har mistet for mye stamfisk eller kvaliteten er for dårlig, det er umulig å finne nok moden hunnfisk fra noen av linjene. Vi kjøper regnbueørret rogn eksternt inntil problemene med vår egen stamfisk er løst. Vi må da ta høyde for en løsning lik den i det forrige punktet, hvor vi får en stor leveranse og må splitte yngelproduksjonen i et 0+ og 1+ mønster. Rent praktisk vil det være relativt enkelt å skifte matfiskproduksjonen fra norsk ørret til regnbueørret.

2.6 Tilrettelegging av landlokaliteten



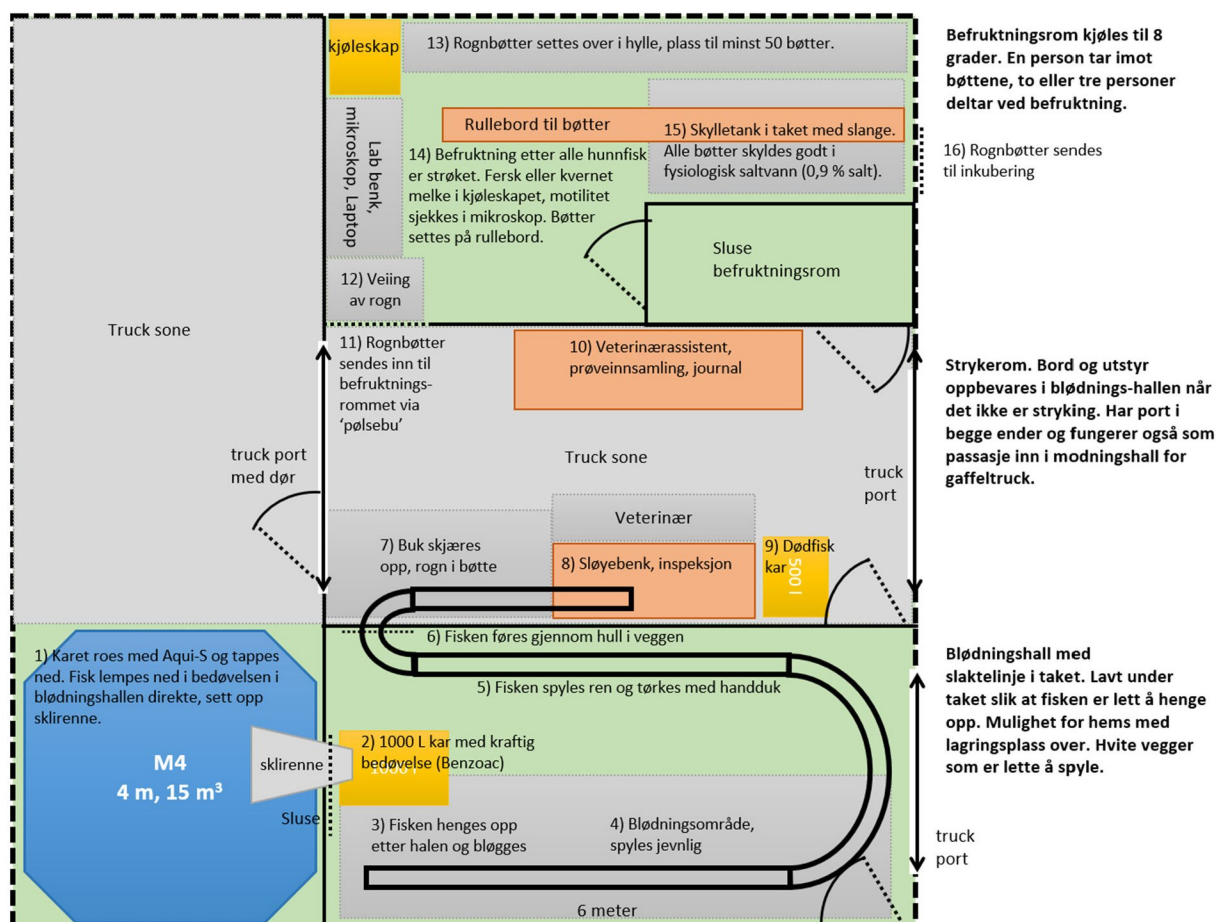
Figur 13 – Skisse av stamfiskanlegget. Elitelinje for tilvekst til venstre og avlskjernen til høyre.

Figur 13 viser en skisse av stamfiskanlegget, se vedlegg «FOAS Stamfiskanlegg (engelsk).pdf». Layout i Figur 13 avviker fra layout for stamfiskavdelingen i Figur 1, men avdelingene er nøyaktig de samme. Det er to seksjoner i bygget, en for avlskjernen og en for elitelinjen med økt tilvekst. Hver seksjon er delt inn i fem avdelinger, en for hver årsklasse. Den femte avdelingen er tiltenkt hunnfisk som ikke gyter etter fire år, såkalt gjeldfisk, denne kan bli stor og produsere mye rogn det femte året. Disse fiskene vil fungere som en sikring for den kommersielle rognproduksjonen i tilfelle den vanlige fireårs fisken ikke modnes så godt som ønsket eller det oppstår problemer med sykdom rett før stryking. Det er også satt av plass til produksjon av informantgrupper, karanteneavdeling for ny genetikk og en liten avdeling for utsortert stamfisk som skal slaktes.

Det er ikke utarbeidet et endelig design av stamfiskhallen, skissen er kun ment som et konsept for å vise hvilke avdelinger som er tiltenkt og hvordan stamfisken kan flyttes rundt i anlegget. Bygget er delt inn i smittehygienisk adskilte soner, primært for avlskjernen og elitelinjen, men hver årsklasse skal også isoleres i den grad det er hensiktsmessig. Hver avdeling er bygget opp med fire kar koblet på et tårn i midten. Tårnet er omtrent seks meter høyt og inneholder blant annet komponenter for CO₂ lufting og rensing med biofilter – resirkulasjon av vann er dermed lukket innenfor avdelingen. Rensekapasiteten til tårnene dimensjoneres etter forventet føring i hver avdeling, med størst kapasitet de to første årene. Etter hvert som stamfisken blir stor trenger den mye plass, men føringen går ned og belastningen på renseenhetene reduseres. Sonene og avdelingene er utstyrt med sluser for personell, men det vil være en utfordring å unngå at gaffeltrucker og tyngre utstyr på anlegget, som f.eks. transportkar og sorteringsmaskiner ikke drar med seg smitte mellom avdelingene. Det er neppe realistisk at avlskjernen og elitelinjene kommer til å ha helt adskilt tyngre utstyr, så det vil være viktig med god sykdomsovervåking og gode prosedyrer for desinfisering dersom utstyr deles. En annen utfordringen er naturligvis at årsklassene flyttes til nye avdelinger hvert år, med fare for å dra med seg smitte som kan etableres i en ny avdeling.

Stamfiskproduksjonen skiller seg vesentlig fra vanlig matfiskproduksjon i den forstand at vi holder biomassen nede ved å kjøre hard seleksjon hele veien og destruere eller slakte småsorteringen. Som det kommer frem av skissen er det ikke noen vesentlig økning i karvolum etter hvert som fisken blir større. I motsetning har anlegget for matfiskproduksjonen, hvor vi ønsker å ta opp flest mulig fisk til slaktestørrelse, en enorm økning i karvolum etter hvert som fisken vokser fra 0,14 gram til 3 kg. En annen forskjell er at stamfisken står nesten et år i hver avdeling før den flyttes videre, i vanlig produksjon står fisken kun fire måneder eller mindre før den flyttes videre til en større avdeling.

Strykeavdeling og befruktning



Figur 14 – Skisse av strykeavdelingen med tre rom, et for bløgging, et for stryking og et for befruktning.

Det er to stamfisklinjer som modnes med seks måneders forskyvning, vi får altså to strykesesonger hvert år. I gyteperiodene vil det gjennomføres modningskontroll hver uke og moden hunnfisk sorteres ut i egne kar internt i sine avdelinger eller de plasseres i et felles eksternt kar slik skissen viser. Skissen i Figur 14 har med 16 punkter som viser arbeidsflyten i en vanlig strykedag, det er en ren kopi av det som er vanlig ved stryking av laks. Merk at det endelige layout kan avvike betydelig fra skissen, men arbeidsflyten vil stort sett være den samme.

Før stryking lammes fisken med kraftig bedøvelse i et 1000 liters kar (punkt 2), bløgges og henges opp på et slaktebånd (punkt 3-5). Det vil være et eget rom for blødning og vasking av fisk. Det vil være relativt få hunnfisk som henges opp på en strykedag, maksimalt 100. De føres gjennom en sluse (punkt 6) til selve strykerommet hvor rogn tas ut i individuelle bøtter eller en plastikkbakke (punkt 7). All fisk inspiseres av veterinær etter stryking, også hannfisk, med mulighet for prøvetaking (punkt 8-10).

Bøttene sendes inn i befruktningsrommet (punkt 11) hvor relevante data registreres (punkt 12). De lagres i et hyllesystem (punkt 13) inntil strykingen av all hunnfisk er gjennomført. Befruktningsrommet er nedkjølt med aircondition, helst under 10 °C. Befruktningsrommet har også et kjøleskap med melke fra hanner som er strøket tidligere. Dette kan være fersk melke strøket samme dag eller melke fra gonader som er kvernet. Mikroskop benyttes for å bedømme motilitet til all melke før den brukes (punkt 14), dette er viktig for å sikre god befruktning. Hvis det er nok tilgjengelig mannskap, er det naturligvis mulig å starte befruktning av rogn før all hunnfisk er strøket.

Alle rognbøtter skylles godt med fysiologisk saltvann (0,9 % salt), minst tre ganger, før de sendes videre til inkubering i rognavdelingen (punkt 15-16). Desinfisering med jod produktet Ovdine gjøres på rognavdelingen før innlegg til inkubering.

2.7 Økonomi

Drift av stamfisk ved Nofima har vært finansiert med støtte fra DistriktForsk hos Trøndelag Fylkeskommune i 2018, RFF Trøndelag i 2019 og SkatteFUNN, samt private midler fra gründere i selskapet. Våren 2021 ble DRIVA tilført rundt 5 millioner kroner i en emisjon, disse midlene skal brukes til drift av stamfisken ved forskningsstasjonen på Sunndalsøra samt utvikling av prosjektene på Oppdal og ved Frya Næringspark. Finansiering av FOAS sine planlagte anlegg på Frya med matfiskproduksjon, settefisk og stamfisk er på nåværende tidspunkt ikke sikret – innvilgelse av nødvendige konsesjoner og tillatelser vil være en forutsetning.

2.9 Oppsummerende betraktninger

FOAS i samarbeid med DRIVA og Nofima, ønsker å løfte satsingen på fjellørret, *Salmo trutta*, opp på nasjonalt nivå og starte et moderne avlsprogram i tråd med avlen som gjøres på atlantisk laks. Fjellørret er veldig utbredt i Norge og ansett som en av de beste matfisk i landet, men omfanget av oppdrett har vært minimalt i forhold til atlantisk laks og regnbueørret. Dette gjelder også globalt hvor FAO har registrert årlige oppdrettsvolumer på kun 4000 tonn av denne arten de siste årene – tilsvarende tall for atlantisk laks er rundt 2,5 millioner tonn oppdrett per år. Atlantisk laks har vist seg veldig godt egnet til merdbasert oppdrett langs kysten av Norge, men for landbasert oppdrett er det ikke gitt at dette er den best egnede arten – spesielt med tanke på bruk av saltvann som tærer på infrastrukturen. FOAS planlegger landbasert oppdrett av stor fjellørret i Norge med slaktevekt på minst 3 kg. Nofima bidrar allerede med avlseksperter samt erfaring og fasiliteter ved sin forskningsstasjon på Sunndalsøra, men dette samarbeidet ønskes betydelig utvidet gjennom opprettelsen av et nytt stamfiskanlegg hos FOAS.

Prosjektet anses å ha nasjonal verdi i den forstand at målsetningen er å avle frem en stor fjellørret som kan oppdrettes i mye større omfang enn tilfellet er i dag. FOAS og DRIVA er tydelige på at vi ikke ønsker monopol, øverog skal stilles tilgjengelig for andre kommersielle aktører som ønsker å starte opp produksjon i Norge. Helt konkret er det to faktorer ved vårt avlsprosjekt som umiddelbart vil ha veldig stor betydning for vekstpotensialet for norsk oppdrett basert på fjellørret, *Salmo trutta*.

1. Som tidligere nevnt vil kommersiell avl med tilhørende stamfiskanlegg som kan produsere millioner av rognkorn hvert år, være en forutsetning for bygging av store matfiskanlegg med effektiv drift. Estimer gjort av DRIVA indikerer at matfiskanlegg bør ha en årlig produksjon på minst 3000 tonn for å være lønnsomme. Uten et nasjonalt avlsprogram vil all nåværende og fremtidig produksjon begrenses til små anlegg basert på rogn fra kultivering – noe som i praksis vil gjøre det umulig å bygge en betydelig nasjonal industri.
2. Avlsprogrammet vil være rettet mot produksjon av stor fjellørret på minst 3 kg. Dette åpner mange nye markeder for produktet, f.eks. salg av koteletter, loins og fileter. Fisken som produseres i dag er rundt 800 gram og selges utelukkende som hel porsjonsfisk – men denne produkttypen utgjør kun en veldig liten andel av verdensmarkedet for laksefisk. Vi tror en stor fjellørret vil bli godt mottatt hos forbrukerne og mangedoble potensialet for oppdrett av fjellørret i Norge, spesielt hvis vi tilbyr et produkt som egner seg godt til sushi og andre typer tilberedning som er vanlig for laks.

Referanser

Sonesson and Ødegård. Genet Sel Evol (2016) 48:46 DOI 10.1186/s12711-016-0224-y

Gjedrem, T. and Rye, M. (2014) Selection Response in Fish and Shellfish: A Review. DOI 10.1111/raq.12154

Jørn Thodesen, Barbara Grisdale-Helland, Ståle J Helland, Bjarne Gjerde, 1999. Feed intake, growth and feed utilization of offspring from wild and selected Atlantic salmon (*Salmo salar*), Aquaculture, Volume 180, 1999, DOI 10.1016/S0044-8486(99)00204-5