

Etablering af platform for optimering af avlsfrem- gange i dansk akvakultur



Faglig rapport fra Dansk Akvakultur nr. 2014-2

Rapport for projekt avlsarbejde i dansk akvakultur

Dansk Akvakultur


DATABLAD

Serietitel og nummer: Faglig rapport fra Dansk Akvakultur nr. 2014-X

Titel: Etablering af platform for optimering af avlsfremgange i dansk akvakultur

Undertitel: -

Forfattere: Kristian Meier¹, Elise Norberg¹, Anders Christian Sørensen¹, Niels Henrik Henriksen², Brian Thomsen²

Institutioner: ¹Institut for Molekylærbiologi og Genetik, Aarhus Universitet, ²Dansk Akvakultur

Udgiver: Akvakultur Forum

Finansiel støtte: Fødevareministeriet og EU

Projekt: Journal nr. 3744-11-k-0193

Sammenfatning: Der er etableret et netværk for vidensbaseret avlsarbejde i dansk akvakultur. Netværket udgøres af Dansk Akvakultur, MBG Aarhus Universitet samt to virksomheder; AquaSearch ova Aps og Musholm A/S. AquaSearch ova Aps producerer og eksporterer æg til akvakulturbrug i en række lande, og Musholm A/S er en havbrugsvirksomhed, der opdrætter og eksporterer ørreder og rogn. I forhold til de deltagende virksomheders forskellige behov har der været følgende leverancer i avlsprojektet: 1) Typeavlsplaner for havbrugsvirksomheder, 2) Etablering af basepopulation for Musholm A/S, 3) Optimering af avlsplaner for AquaSearch ova Aps og 4) Opbygning af database.

Emneord: Akvakultur, avl, netværk, basepopulation, typeavlsplaner, database

Forsidefoto: Foto fra Musholm A/S, Kristian Meier

ISBN: 978-87-996564-4-8

Internetversion: www.danskakvakultur.dk/images/projektrapporter



INDHOLD

1. BAGGRUND OG FORMÅL	4
2. ORGANISERING	5
3. SAMMENFATNING	5
4. ETABLERING AF AVLSNETVÆRK.....	6
5. TYPEAVLSPLANER FOR HAVBRUGSVIRKSOMHEDER.....	8
5.1. Indirekte selektion for vækst i ferskvand	8
5.2. Direkte selektion for vækst i havet.....	9
5.3. Havregistreringer.....	9
5.4. Sammenligning af typeavlplaner.....	9
6. ETABLERING AF BASEPOPULATION FOR MUSHOLM A/S	10
7. VETERINÆRE ASPEKTER I FORBINDELSE MED DIREKTE SELEKTION I HAVET.....	11
8. OPTIMERING AF AVLSPLANER FOR AQUASEARCH OVA APS	13
8.1. Beregning af arvbarhed og familieavlsværdier for saltvandsegenskab.....	13
8.2. Parringsdesign.....	13
8.3. Optimering af XX hanner	13
8.4. Optimering af avlsplaner og kobling af saltvandsegenskaber	14
9. OPBYGNING AF DATABASE I AVLSNETVÆRKET.....	14
10. VIDENSOPBYGNING OG VIDENSDELING I AVLSNETVÆRKET.....	16
11. REFERENCE LISTE	16
BILAG 1: VEDTÆGTER FOR NETVÆRKET "DANSK FISKEAVL"	17

1. BAGGRUND OG FORMÅL

Værdien af den danske akvakulturproduktion udgjorde i 2012 ca. 1,2 mia. kr. Den samlede produktion var på ca. 44.000 tons, hvoraf 70 – 80 % blev eksporteret, hvilket medvirkede til en eksportindtægt på i størrelsesordenen ca. 1 mia. kr.¹

Der findes ca. 20 avlsdambrug i Danmark, og deres æg er i høj kurs over hele kloden. Det skyldes, at danske æg giver fisk af høj kvalitet, og at avlsbrugene er registreret fri for en række fiskesygdomme.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1.000 stk.	135.037	210.805	265.296	265.699	264.713	291.266	296.035	348.523	361.540
1.000 kr.	5.987	13.488	16.944	19.923	17.685	23.159	22.024	25.677	25.384

Tabel 1: Produktion af øjencæg (kilde: Danmarks Statistik)

Der har siden 2004 været en betydelig vækst i produktionen af øjencæg, og i 2012 udgjorde den samlede værdi ca. 25 mio. kr.

Det danske avlsarbejde på fisk har lange traditioner med afsæt i traditionel familieavl og masseselektion. Det nuværende avlsarbejde bygger på godt håndværk og mange års erfaring. Avlsbrugerne udvælger næste generation af fisk ved at se på størrelse, form, farve eller andre egenskaber, som kan ses med det blotte øje eller måles. Men det sikrer ikke altid maksimal avlsfremgang. Derfor rummer forskningsbaseret avlsarbejde på fisk et stort og uudnyttet potentiale.

Danmark har en stærk og solid platform for forskningsbaseret avl indenfor bl.a. kvæg og svin, og det er oplagt at udnytte disse kompetencer inden for avl på fisk. En sådan udvikling vil give Danmark større kritisk masse inden for avl, og det vil styrke dansk akvakulturs internationale konkurrenceevne.

Forskningsbaseret avlsarbejde udnytter den nyeste viden på området. Udviklingen inden for andre og mere modne brancher - fx svin og fjerkræ - er præget af en meget høj grad af centralisering, hvor avlsarbejdet varetages af ganske få aktører.

Det danske avlsarbejde på fisk er derimod kendetegnet ved at være fragmenteret med mange mindre avlsbrug, og der er kun et meget begrænset samarbejde mellem forskningsinstitutioner og avlsbrug.

Der pågår et intensivt avlsarbejde på fisk i en række af de lande, vi konkurrerer med, og der er derfor behov for et initiativ, der kan styrke det danske avlsarbejde med henblik på sikre branchens internationale konkurrenceevne.

¹ Regnskabsstatistik for akvakultur 2012, Danmarks Statistik

Effekten vil være synlig i en betydelig avlsfremgang indenfor brugernes avlsmål. Avlsprogrammer i Frankrig og Norge viser, at fx tilvækst kan forbedres med 10-15 % pr. generation. Effekter er også forventelige for andre egenskaber, herunder foderforbrug, sygdomsresistens og miljøpåvirkning.

Avlsarbejde på fisk adskiller sig fra andre dyrearter på to væsentlige områder. Hvor kvæg og svin får relativt få afkom, er fisk kendetegnet ved et meget stort antal afkom. Det giver langt større mulighed for stærk selektion og dermed et større avlspotentiale. Omvendt er fisk kendetegnet ved et langt generationsinterval (3 år), og det betyder, at der går længere tid, før fremgangene slår igennem.

Sammenfattende kan det konkluderes, at avlsarbejde kræver langsigtede investeringer, at der vil være store positive og vedvarende effekter, men at disse først slår igennem relativt sent.

Projektets overordnede formål er at etablere en platform for optimering af avlsfremgang inden for akvakultur. Det indebærer fem konkrete opgaver:

1. Opbygge en organisatorisk ramme for forskningsbaseret avlsarbejde.
2. Opstart af en samlet database for avlsbrug og rutiner til indsamling af data.
3. Opstille statistiske modeller til estimering af genetiske parametre og avlsværdiurdering.
4. Designe typeavlplaner, som avlsbrugene kan tage som udgangspunkt.
5. Tilbyde brugerspecifik avlsrådgivning til avlsbrugene.

2. ORGANISERING

Projektet er gennemført i perioden oktober 2011 til februar 2014 med et budget på ca. 2,2 mio. kr., hvortil der er ydet et tilskud på ca. 1,7 mio. kr.

Dansk Akvakultur har gennemført projektet i samarbejde med Institut for Molekylærbiologi og Genetik (MBG), Aarhus Universitet, Musholm A/S, AquaSearch ova Aps, AquaPri A/S og Snaptun Fisk Export A/S.

MBG Aarhus Universitet er ansvarlig for projektets faglige indhold i forhold til avlsarbejde, og Dansk Akvakultur er ansvarlig for projektadministration samt etablering og drift af netværket.

3. SAMMENFATNING

Etableringen af et avlsnetværk i dansk akvakultur er gennemført. Netværket udgøres per maj måned 2014 af Dansk Akvakultur, Aarhus Universitet samt to virksomheder; AquaSearch ova Aps og Musholm A/S.

AquaSearch ova Aps leverer æg til produktion og ejer en række dambrug med hver deres ørredstamme. Musholm A/S er en havbrugsvirksomhed, der leverer havprodukter i form af ørred filletter samt rogn. Firmaet råder over en række dambrug til produktion af havbrugsørreder.

Begge virksomheder deltager i netværket for at styrke deres avlsarbejde. Behovene er af forskellig karakter. AquaSearch ova Aps har en række avlsplaner, hvor de ønsker at optimere de nuværende avlsplaner, mens Musholm A/S ønsker at etablere en ny havbrugsstamme og implementere en avlsplan.

I forhold til de deltagende virksomheders forskellige behov har der været følgende leverancer i avlsprojektet:

- a) Typeavlsplaner for havbrugsvirksomheder
- b) Etablering af basepopulation for Musholm A/S
- c) Optimering af avlsplaner for AquaSearch ova Aps
- d) Opbygning af database i avlsnetværket
- e) Vidensopbygning i avlsnetværket

4. ETABLERING AF AVLSNETVÆRK

Der er betydelige stordriftsfordele i vidensbaseret avlsarbejde. Det skyldes bl.a., at der er behov for specialister inden for fx statistik og genetik, at investeringerne er langsigtede og risikofyldte, at det er meget kapitalkrævende, at der kan opnås lavere priser ved indkøb af udstyr (fx PIT-mærker) og ydelser (fx DNA analyser), og at det kræver betydelige og løbende investeringer i forskning og udvikling. Derfor er avlsarbejdet inden for andre primærproduktioner, herunder fx svin, fjerkræ, kvæg og laks kendetegnet ved at være særdeles koncentreret på internationalt plan.

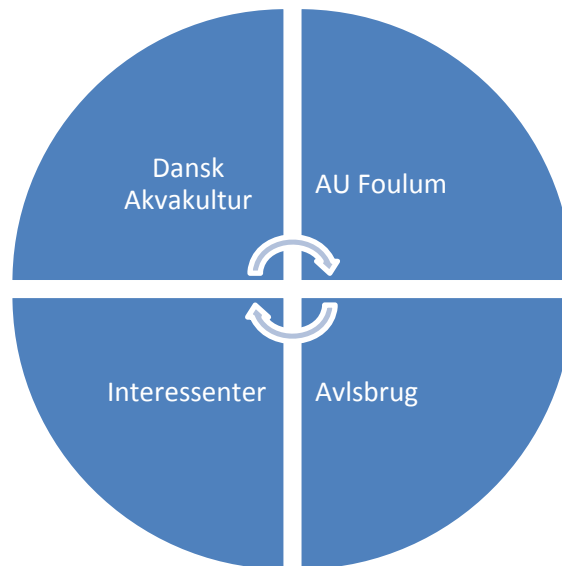
Stordrift kan opnås via fx horisontal integration, hvor eksempelvis mindre avlsbrug fusionerer eller via samarbejde mellem et antal virksomheder. Samarbejdet kan indebære, at der etableres en egentlig selskabsretlig ramme i form af fx et fælles selskab, eller virksomhederne kan indgå i et "konsortium" uden en selskabsretlig ramme, men hvor rettigheder og forpligtelser fastsættes kontraktuelt.

Avlsarbejde kan endvidere organiseres ud fra to fundamentalt forskellige strategiske tilgange. Der kan således anvendes en central model, hvor avlsmålene fastsættes og alt avlsarbejde udføres centralt eller en decentral model, hvor avlsmål fastsættes individuelt i forhold til det enkelte avlsbrugs ønsker og ambitioner.

En indledende forundersøgelse foretaget af Dansk Akvakultur har vist, at den decentrale model passer bedst til danske forhold, og at den skal implementeres i form af et netværk for avlsarbejde, hvor netværket tjener som "konsortium".

Netværkets primære formål er at fremme og styrke avlsarbejdet i dansk akvakultur med henblik på at forbedre sektorens internationale konkurrenceevne

Netværket skal kunne samle de aktører, der har interesse i forskningsbaseret avlsarbejde på fisk. Netværket har et naturligt fokus på avl af regnbueørreder til opdræt i dambrug eller havbrug, men er i øvrigt åben overfor at inddrage andre arter – fx sandart eller skaldyr.



Netværket er tilgængeligt for fire typer af deltagere:

Brancheforeningen Dansk Akvakultur er netværkets sponsor og skal bidrage til, at netværket "hænger" sammen. Dansk Akvakulturs primære opgave er derfor at varetage rammerne omkring netværket dvs. administration, koordinering, møder m.m. Dansk Akvakultur er også ansvarlig for markedsføringen af netværket over for medlemmer og andre interessenter.

MBG Aarhus Universitet er netværkets "vidensleverandør" og deres centrale opgaver er estimering af genetiske parametre, udvikling af værktøjer, design af avlsplaner, avlsværdiurdering og avlsplansopfølgning m.m. MBG Aarhus Universitet bidrager også med praktiske og mere rutineprægede opgaver, herunder fx dataregistrering, dataopbevaring og avlsværdiurdering. MBG Aarhus Universitet har som led i projektet ansat Ph.d. Kristian Meier, der skal varetage den vigtige funktion som avlskonsulent.

Avlsbrug kan være egentlige avlsdambrug, men det kan også være individuelle opdrætsvirksomheder, der gennemfører, eller ønsker at gennemføre, praktisk avlsarbejde.

Interessenter omfatter virksomheder, der har en indirekte interesse i at deltage i netværket. Det kan fx være foderfirmaer, eksportører, forædlingsvirksomheder eller udstyrsleverandører. Disse virksomheder deltager ikke i det egentlige avlsarbejde, men gennem deltagelse får de adgang til den viden og de resultater, der opnås.

Netværket vil arrangere temadage om emner, som medlemmerne finder særligt relevante, og der vil også være mulighed for, at netværket kan udnytte den kritiske masse til at indgå aftaler med eksterne leverandører eller til indkøb af relevant udstyr.

Endelig kan netværket tage initiativ til at iværksætte eller deltage i relevante forsknings- og udviklingsprojekter

Netværket ledes af en mindre styregruppe, der har mandat til at træffe beslutninger på vegne af netværket. Styregruppen forholder sig ikke til de enkelte avlsprogrammer men træffer alene beslutninger, der vedrører hele netværket.

Netværket er delvist egenfinansieret via kontingenter.

Netværket er oprettet under navnet "Dansk Fiskeavl", og vedtægter fremgår af bilag 1.

5. TYPEAVLSPLANER FOR HAVBRUGSVIRKSOMHEDER

Siden opstart af netværket har der været et ønske om at foretage avlsarbejde på havbrugsvirksomhederne. I den forbindelse er tre forskellige typeavlsplaner blevet evalueret ved brug af stokastisk simulering til at vurdere avlsfremgangen og indavlsstigningen i forhold til registreringsindsatsen. Der er en række forskellige avlsplaner, der benyttes i dag. Disse inkluderer traditionel familieavl, hvor familier holdes adskilt, indtil de når en størrelse hvor de kan PIT-mærkes. Denne metode kræver mange faciliteter til at holde familier adskilt og er derfor sjældent en mulighed for de individuelle dambrug, hvor der allerede er etableret en produktion. En alternativ løsning er fænotypisk selektion, hvor man blander flere familier sammen og benytter DNA teknologi til at genetablere slægtskabet blandt de selekterede fisk. Denne løsning har en udgift forbundet med DNA analyserne, men er mulig i forhold til de faciliteter, der er til rådighed på dambrugene. I forhold til sidstnævnte metode har vi udarbejdet tre typeavlsplaner, der tager udgangspunkt i denne metode.

5.1. Indirekte selektion for vækst i ferskvand

Ved indirekte selektion foretages der udelukkende avlsarbejde i ferskvand, og avlsfremgangen er baseret på den positive korrelation, der er mellem egenskaben, man selekterer for i ferskvand, og egenskaben af interesse i saltvand. Denne metode er ikke lige så effektiv sammenlignet med andre metoder, da korrelationer mellem egenskaberne ikke er 1, hvorved avlsfremgangen mindskes. Fordelen ved metoden er, at man har avlsarbejdet samlet et sted, og der er ingen risiko for overførsel af sygdomme.

5.2. Direkte selektion for vækst i havet

Ved direkte selektion udvælges de bedste fisk i havet og benyttes til det videre avlsarbejde i ferskvand. Fordelen ved denne metode er, at man kan udvælge og benytte fisk med den ønskede egenskab (og ikke søskende eller fisk med en anden egenskab som beskrevet i 5.1) Ulempen ved metoden er, at der er en risiko for overførsel af sygdomme fra havet til ferskvand. Det er derfor nødvendigt med en dispensation samt desinfektion for at kunne sende øjencæg videre, når moderfisk fra havet er blevet brugt til strygning.

5.3. Havregistreringer

Ved havregistreringer testes et antal familier i havet, og DNA teknologi benyttes efterfølgende til at genfinde søskende af disse fisk i ferskvand, som så benyttes i det videre avlsarbejde. Denne metode er meget sammenlignelig med traditionelt familie selektion. Dog undgår man "kareffekter" og behov for mange faciliteter, da DNA teknologien muliggør sammenblanding af familier. Dvs. at man kan benytte søskende til fisk med den ønskede egenskab. Man undgår derved risiko for overførsel af sygdomme fra havbrug til ferskvandsbrug. Ulempen ved metoden er, at der skal foretages mange genotypninger, både i saltvand for at få fornuftige familie avlsværdier, samt i ferskvand for at genfinde individer fra de bedste familier. Hertil kommer, at genotypningspriserne sætter en begrænsning på antallet af fisk der kan testes i havet. Dette kan medføre, at metoden ikke er rentabel afhængigt af egenskaben. I forhold til typeavlsplaner for havbrugs-virkomheder er der derfor ikke arbejdet videre på denne typeavlsplan.

5.4. Sammenligning af typeavlsplaner

For at kunne vurdere direkte og indirekte selektion med hinanden er det nødvendigt at foretage stokastiske simuleringer for at vurdere den potentielle avlsfremgang samt indavlsstigning. Der er foretaget simuleringer for de to typeavlsplaner for egenskaben vækst (udtrykt i havet). Der er benyttet genetiske parametre fra Kause *et al.* (2005). Der anvendes optimal bidrags selektion og minimum coancestry mating til at bestemme, hvilke fisk der parres med hvem for at minimere indavlen og optimere avlsfremgangen mest muligt. Derved opnås en langsigtet, bæredygtig avlsplan.

I forhold til typeavlsplanerne, der er betegnet direkte og indirekte selektion, udvælges de bedste fisk i henholdsvis saltvand (for vækst i havet) eller ferskvand (vækst i ferskvand som er positivt korreleret med vækst i saltvand). Der udvælges 200 hunner og 100 XX hanner i hvert scenarie, som derved afspejler 300 genotypninger.

For begge scenarier er avlsfremgangen og indavlsstigningen for vækst i havet blevet vurderet over 10 generationer (30 år) med 50 replikater. Ved at sammenligne disse resultater for de to scenarier ses det, at der opnås større avlsfremgang ved direkte selektion sammenlignet med indirekte selektion baseret på det samme antal genotypninger. I forhold til typeavlsplanen betegnet havregistreringer er denne metode en mellemting mellem de to andre metoder, hvorfor avlsfremgangen formodentligt vil være en mellemting mellem de to samtidigt med, at der skal foretages flere genotypninger. Dog vil man få estimeret familie avlsværdier i modsætning til de to andre scenarier, som udelukkende er baseret på fænotyper.

Det er blevet besluttet at arbejde videre med direkte selektion. Baseret på stokastiske simuleringer og kvantitativ genetisk teori er det forventet, at direkte selektion er mest effektiv. Ligeledes er det forventet, at naturlig selektion vil have en positiv effekt på avlsarbejdet, idet regnbueørrederne vil blive mere robuste med tiden baseret på, at der avles på fisk, der har været udsat for dette saltvandsmiljø.

I henhold til de veterinære aspekter er det muligt at tage fisk ind fra havet, der er dog visse begrænsninger. Det er muligt at tage fisk ind på Asnæs fiskeopdræt, da dette anlæg har et kategori III saltvandsanlæg samt et ferskvands karantæneanlæg. Der skal søges tilladelse om videre transport af øjenæg (fra fisk taget ind fra havet), der er blevet desinficeret. Æggene kan ikke transporteres til IPN og BKD fri yngeldambrug, medmindre der er ønske om, at denne status frafalder, idet IPN og BKD sidder inde i ægget, hvorved desinficering ikke har en effekt (se afsnit 7.).

Baseret på mulighederne for at bruge Asnæs fiskeopdræt udarbejdes der en avlsplan for direkte selektion.

6. ETABLERING AF BASEPOPULATION FOR MUSHOLM A/S

I forhold til at starte avlsarbejde på Musholm, har der været ønske om at etablere en ny basepopulation for at sikre, at der er genetisk variation til at selektere på. Der er en række havbrugsstammer til rådighed i Danmark, og i forhold til at etablere en ny basepopulation har det været vurderet, hvorvidt de enkelte stammer skal sammenlignes genetisk, hvorvidt man skulle krydse de forskellige stammer samt, hvilke veterinære aspekter der gør sig gældende i forbindelse med udveksling af fisk. Da det har været muligt at modtage fisk fra andre havbrugsfirmaer, er det blevet besluttet at krydse disse fisk med Musholms egne fisk for at sikre mest muligt genetisk variation. Dette har også medført, at betydningen af at teste stammerne vil være overflødig, da man ophæver eventuel indavl ved at krydse forskellige stammer. I forhold til de veterinære aspekter har det været muligt at tage fisk ind fra de forskellige stammer på Asnæs fiskeopdræt, som har et karantæneanlæg. Efterfølgende er der givet dispensation til at desinficere øjenæg fra den etablerede basepopulation og sende disse til dambrug godkendt af fødevarer- og veterinærstyrelsen (se afsnit 7).

Status på dette projekt er, at basepopulationen er blevet etableret med 280 familier (se billede 1). Øjenæggen fra disse familier er blevet desinficeret og transporteret til et dambrug i Jylland, hvor avlsarbejdet påbegyndes i forbindelse med fase II af avlsprojektet. Da generationstiden for regnbueørreder er 3 år, gentages arbejdet med basepopulationen de efterfølgende to år. Hunnerne er PIT-mærket og genbruges, mens der tages nye hanner ind hvert år.



Billede 1: Befrugtede æg fra hver familie holdes adskilt i klækkebakker indtil øjenæg stadiet hvor befrugtningssucces af de enkelte familier kan vurderes. Herefter kan de familier med god befrugtningssucces blandes sammen og selektionen kan påbegyndes

Foto: Kristian Meier

7. VETERINÆRE ASPEKTER I FORBINDELSE MED DIREKTE SELEKTION I HAVET

I forhold til at foretage direkte selektion i havet er der en række veterinære forhold, der skal tages i betragtning. Der er for laksefisk i Danmark fem sygdomme (ISA, IHN, VHS, BKD og IPN), som direkte indgår i de gældende dyresundhedsregler. Myndighed på området er fødevarestyrelsen (FVST). Alle danske opdrætsanlæg er for hver af de nævnte sygdomme kategoriseret i fem kategorier, hvor kategori I angiver, at anlægget er fri for den pågældende sygdom, mens kategori V angiver, at anlægget er inficeret af den pågældende sygdom.

Transport af organismer mellem kategorier kan foretages som angivet nedenfor:

Kategori	Må sende akvatiske organismer til:	Må modtage akvatiske organismer fra:
I	Kategori I, II, III; IV og V	Kategori I
II	Kategori III og V	Kategori I
III	Kategori III og V	Kategori I, II og III
IV	Kategori V	Kategori I
V	Kategori V	Kategori I, II, III, IV og V

For andre sygdomme er der ikke en officiel kategorisering, men der bør tages højde for disse, så de ikke spredes til anlæg, der er fri for disse.

Alle overnævnte sygdomme kan overføres vertikalt fra moderfisk til yngel via æg. Der findes dog videnskabelig dokumentation på, at risikoen for overførsel af VHS fra moderfisk til yngel via de befrugtede æg kan elimineres, såfremt æggene på det rette tidspunkt desinficeres med dertil godkendt desinfektionsmiddel.

I forhold til de dambrug, som Musholm A/S råder over, er deres kategori for de fem sygdomme angivet. Herudover kan der være andre sygdomme, som kan have relevans for udvekslingen af fisk. Hvis der er specielle forhold for disse på de enkelte dambrug, så er det ligeledes angivet i skemaet:

Dambrug	Akuakultur nr.	Type	Sygdomme ¹				
			ISA	IHN	VHS	BKD	IPN
Asnæs Fiskeopdræt	40003	Grow out	I	I	III	V	V
Værum Mølle Dambrug	151701	Grow out	I	I	I	V	V
Refsgård Dambrug	106297	Grow out	I	I	I	V	V

¹ Sygdomme, som ligger under fødevarestyrelsens ansvar, og som danske anlæg kategoriseres for

I forhold til at etablere en basepopulation er en løsningsmodel, at bruge Asnæs Fiskeopdræt, som har et saltvandsanlæg samt et ferskvandsanlæg som fungerer som karantæne anlæg. Grundet at der er en kategori III for VHS i havmiljøet, er det muligt at etablere basepopulationen her, hvor fiskene tages ind fra havet og holdes i saltvandsanlægget indtil kønsmodning. Fiskene tages direkte fra saltvand og afstryges. De befrugtede æg overføres til ferskvandsanlægget. Videre transport forudsætter dispensation fra FVST samt desinficering og omhandler **udelukkende** øjenæg. Denne løsningsmodel er diskuteret med og godkendt af FVST.

Transport af øjenæg, efter dispensation samt desinfektion, er muligt til følgende yngeldambrug:

- Refsgård Dambrug

- Værum Mølle Dambrug

Refsgård-, og Værum Mølle Dambrug har faciliteter til at håndtere yngel og kan derfor også modtage øjenæg. Så vidt der søges tilladelse til at overflytte æg til andre dambrug, der er officielt registreret BKD og IPN fri, gives der afkald på denne veterinære status, da desinfektion af æggene ikke kan fjerne risikoen for overførsel af disse sygdomme (kan ikke fjerne sygdommene da smitstofferne findes inde i selv fiskefostrene).

FVST skal informeres om følgende ved alle flytninger af øjenæg fra Asnæs:

- Antal æg
- Dato for desinfektion og overførsel af æg (mulighed for kontrolbesøg)
- Yngeldambrug, der modtager æg. FVST giver dispensation til hvert enkelt modtagerdambrug. Der må ikke overføres æg, inden dispensationerne foreligger.

8. OPTIMERING AF AVLSPLANER FOR AQUASEARCH OVA APS

Inden opstart af avlsnetværket har AquaSearch Ova været involveret i avlsarbejde med forskellige avlslinier. I forhold til deres nuværende avlsarbejde, som involverer indirekte fænotypisk selektion, har behovet været at optimere forskellige aspekter af avlsplanen, som er angivet nedenfor.

8.1. Beregning af arvbarhed og familieavlsværdier for saltvandsegenskab

I forhold til at bestemme hvorvidt en saltvandsegenskab var genetisk betonet testede Aquasearch OVA 51 familier i saltvand, hvor 2088 individer blev PIT-mærket og fik foretaget registreringer for egenskaben af interesse. Ud fra dette data er arvbarheden for egenskaben, samt avlsværdier for de enkelte familier, blevet estimeret. Beregningerne viste stor variation for egenskaben mellem familierne, og der blev estimeret en høj arvbarhed på den underliggende genetiske skala.

Baseret på disse resultater blev avlsværdierne brugt til at bruge de bedste familier til videre avl, og ligeledes indgår egenskaben i de optimerede avlsplaner.

8.2. Parringsdesign

For at vurdere forskellige parringsdesign er der foretaget stokastiske simuleringer. Simuleringerne benytter genetiske parametre fra Kause *et al.* (2005). Med udgangspunkt i vækst i ferskvand er avlsfremgangen og indavlsstigningen over 10 generationer (50 replikater) vurderet for forskellige parringsratioer, hvis der er 50 eller 100 XX hanner til rådighed. Dvs. at der er 50 (1:1 og 2:2), 100 (1:2), 150 (1:3) og 200 (1:4) hunner til rådighed ved 50 hanner. Uanset parringsdesignet produceres der 100.000 stk. yngel. Dvs. at hvor der benyttes flere hunner, leverer hver af disse færre afkom. Der er benyttet fænotypisk selektion med enten tilfældig parring eller minimum coancestry mating.

Ud fra overnævnte simuleringer vurderes det at, indavlen reduceres uafhængigt af parringsmetode ved at øge antal hanner (50->100). Ligeledes, men dog i mindre grad, reduceres indavlsstigningen, hvis parringsrationen øges. Ved et 2 faktorielt parringsdesign øges selektionsintensiteten, da der bruges færre hunner. Der er også en stigning i indavlen, men ved tilfældig parring er betydningen dog mindre sammenlignet med et 1:1 design. Fordelen ved at benytte et 2:2 design er desuden, at betydningen af at en god fisk kan være parret med en dårlig fisk reduceres, da hver fisk får mere end én chance. Dette parringsdesign er efterfølgende blevet implementeret i avlsplanerne.

8.3. Optimering af XX hanner

XX hanner kan etableres ved at tage en portion æg fra alle familier eller ved at benytte separate familier. Valg af metode afhænger af selektions- og parringsmetode. Ved brug af stokastiske simuleringer er brugen af samme eller separate familier blevet sammenlignet for fænotypisk selektion og tilfældig parring samt optimal bidrags selektion og minimum coancestry mating. Ligesom tidligere benyttes genetiske parametre fra

Kause *et al.* (2005) med udgangspunkt i vækst i ferskvand og avlsfremgangen og indavlsstigningen vurderes (10 generationer og 50 replikater).

I forhold til fænotypisk selektion og tilfældig parring undgås parring af helsøskende ved at benytte separate familier, men dette er en kortsigtet løsning. Ved at benytte optimal bidragsselektion er der ingen fordel i at benytte separate familier, medmindre der benyttes lige mange for hvert køn. Derfor anbefales det at udtage æg til XX hanner fra de samme familier, som benyttes til hun produktion.

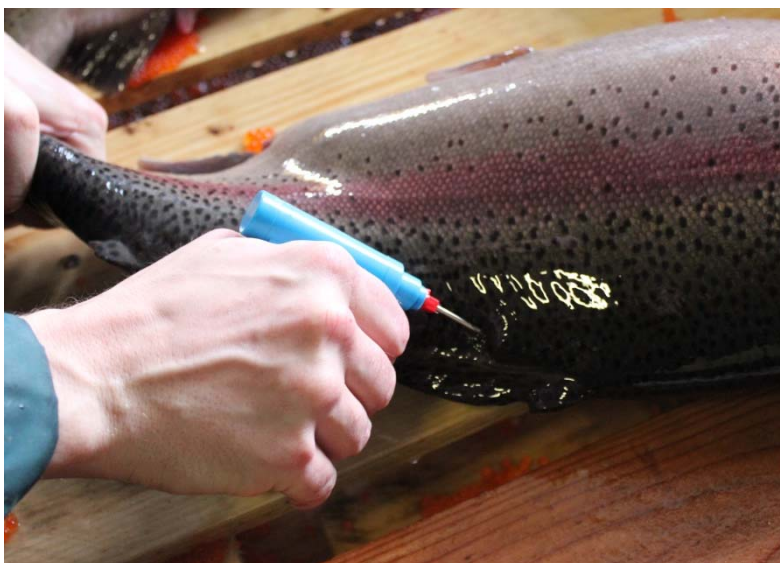
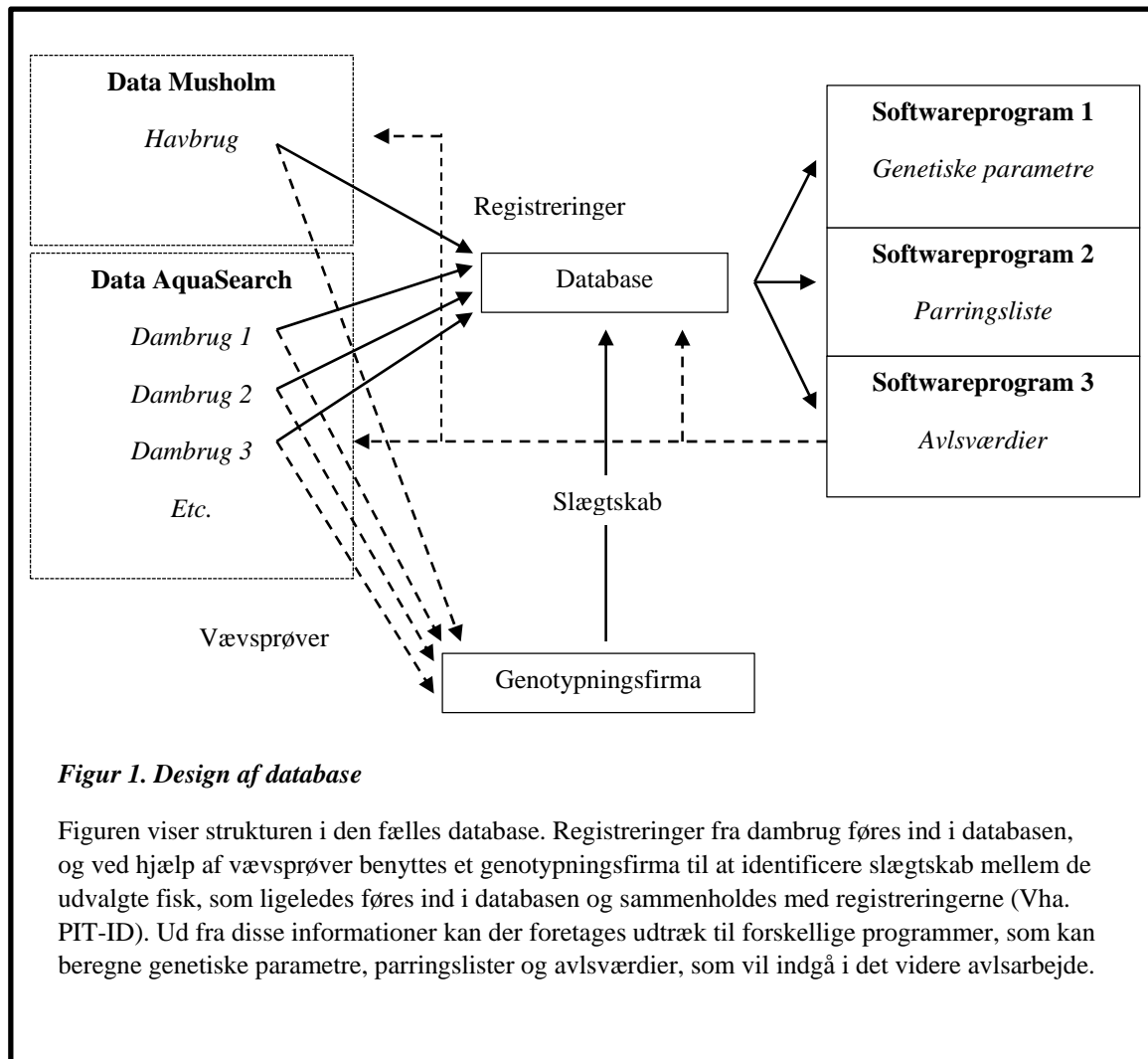
8.4. Optimering af avlsplaner og kobling af saltvandsegenskaber

Baseret på overstående simuleringer er avlsplanerne for AquaSearch ova Aps blevet optimeret, og der er udarbejdet avlsplaner for de forskellige linjer. Disse avlsplaner er efterfølgende ved at blive optimeret i forhold til de enkelte dambrug. I forhold til at estimere arvbarheden for overnævnte saltvandsegenskab så er der opsat en registreringsrutine for denne egenskab som indgår i avlsarbejdet.

9. OPBYGNING AF DATABASE I AVLSNETVÆRKET

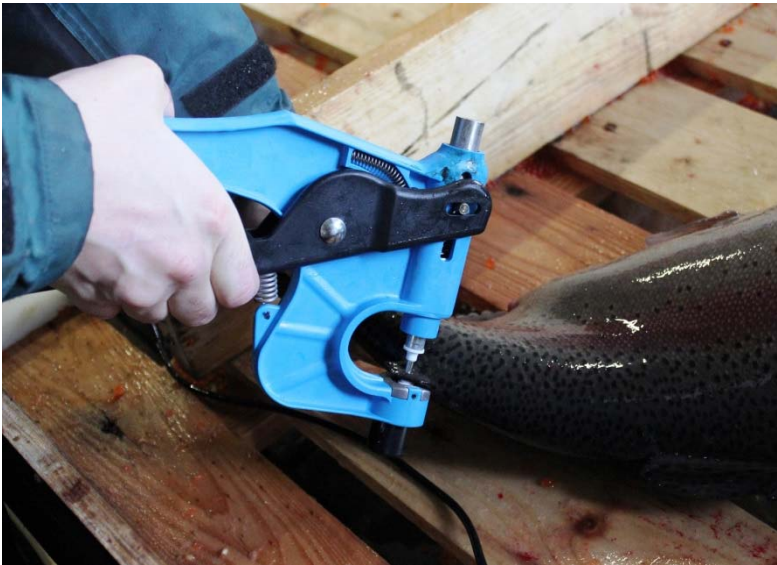
I forbindelse med avlsarbejdet etableres der en fælles database. Data samles fra de forskellige dambrug, og der kan foretages udtræk af information til forskellige programmer for at bestemme parringer, estimere genetiske parametre og beregne avlsværdier (figur 1 illustrerer princippet i databasen). Databasen varetages af Aarhus Universitet, men de enkelte firmaer har rettighederne over deres data.

Registreringer fra de enkelte dambrug føres ind i databasen. Hvis der er flere registreringer fra det samme individ skal disse føres sammen i databasen. Dette gøres muligt ved at PIT-mærke udvalgte individer (PIT = passive integrated transmitter) (billede 2), hvorved de kan genfindes senere, og der kan foretages yderligere registreringer. Ligeledes skal information fra søskende, testet i andre miljøer, kobles til individer i databasen via DNA-rekonstrueret slægtskabsinformation (se billede 3). Endeligt benyttes slægtskabsinformation til at estimere avlsværdier og bestemme parringslister.



Billede 2: PIT-mærkning af avlsfisk. Vha. kanylen indsættes et PIT-mærke som er en passiv transmitter i ryggen på fisken. Når fisken scannes med en PIT-scanner kan PIT-mærkets ID-aflæses og fungerer derved som individ ID.

Foto: Kristian Meier



Billede 3: Udtag af vævsprøve fra fedtfinne til DNA analyse

Foto: Kristian Meier

10. VIDENSOPBYGNING OG VIDENSDELING I AVLSNETVÆRKET

En styrke ved et avlsnetværk er at der opbygges ressourcer i form af viden, som vil være tilgængelig for andre medlemmer af netværket. I forhold til den nuværende struktur med to virksomheder er der opbygget en række ressourcer, som vil være tilgængelige for fremtidige medlemmer. Ligeledes er den opbyggede viden blevet brugt mellem de to virksomheder. Eksempelvis er brug af XX Hanner og hunner fra samme familier, også blevet benyttet i implementeringen af basepopulationen for Musholm A/S (billede 1).

Ligeledes er den indhentede viden om genotypning og PIT-mærke teknologi, som skal benyttes i avlsplanerne for begge virksomheder. Da forholdene på de fleste danske dambrug sætter en naturlig begrænsning i form af traditionelt familie avl, vil information om disse teknologier også være gavnlige for fremtidige medlemmer af netværket, som ønsker at udvikle en avlsplan.

11. REFERENCE LISTE

Kause A, Ritola O, Paananen T, Wahlroos H, Mantysaari EA (2005) Genetic trends in growth, sexual maturity and skeletal deformations, and rate of inbreeding in a breeding programme for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, **247**, 177-187.

BILAG 1: VEDTÆGTER FOR NETVÆRKET "DANSK FISKEAVL"