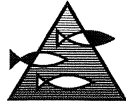


# **Har langvarig fiskeutsetjing påverka auren i Halne og Bjornesfjorden?**

Åsmund Tysse, Øystein Skaala og Rolf Y. Jenssen

# PROSJEKTRAPPORT



## HAVFORSKINGSINSTITUTTET

Miljø – Ressurs – Havbruk – Kystsone

Nordnesgaten 50, Postboks 1870 Nordnes, 5817 BERGEN  
Tlf.: 55 23 85 00 Faks: 55 23 85 31 [www.imr.no](http://www.imr.no)

Havforskningsinstituttet,  
Flødevigen  
4817 HIS  
Tlf.: 37 05 90 00  
Faks: 37 05 90 01

Havforskningsinstituttet,  
Austevoll  
5392 STOREBØ  
Tlf.: 55 23 85 00  
Faks: 56 18 22 22

Havforskningsinstituttet,  
Matre  
5984 MATREDAL  
Tlf.: 55 23 85 00  
Faks: 56 36 75 85

**Distribusjon:**

**HI-prosjektnr.:**

**Oppdragsgjevar(ar):**

**Oppdragsgjevars referanse:**

Statkraft

**Dato:**

22.4.2004

**Senter:**

**Seksjon:**

Populasjonsgenetikk

**Tal sider totalt:**

**Rapport:**

FISKEN OG HAVET

**Nr.**

7 - 2004

**Tittel (norsk/engelsk):**

Har langvarig fiskeutsetting påverka auren i Halne og Bjornesfjorden?

**Forfatar(ar):**

Åsmund Tysse, Øystein Skaala, Rolf Y. Jenssen

**Samandrag:**

I Halne og Bjornesfjorden på Hardangervidda er det sett ut aure i over 30 år. For å undersøkje effekten på ville bestandar vart det samla inn prøvar av aure. Fisken vart klassifisert som setjefisk eller villfisk på grunnlag av merkekodar, ytre karakterar og skjelanalyse, og genotypa for 10 protein-kodande gen. I Bjornesfjorden var setjefisk og villfisk genetisk ulike. I Halne var skilnadane små. Setjefisken i Bjornesfjorden, som etter pålegget skal vera Bjornesstamme, hadde ei markert og uventa endring i allelfrekvensar i alle undersøkte gen i retning av tunhovdaure, truleg på grunn av innkryssing av tunhovdaure i klekkeriet. Tunhovdaure veks raskare enn halneaure. Hybridfamiliar vaks nesten like godt som tunhovdfamiliar.

**Summary:**

In lake Halne and Bjornesfjord, brown trout has been stocked intensively for 30 years. To investigate the effects on wild gene pools, samples of trout were collected, and individuals classified as stocked, or wild naturally recruited trout. Individuals were genotyped at 10 protein coding loci. In lake Bjornesfjord, there were significant genetic differences between wild and released trout. In lake Halne, only minor differences were found. The hatchery strain, supposed to be bjornestrout, was similar to tunhovdtrout at all studied loci, indicating crossbreeding in the hatchery. Tunhovdtrout grew significantly faster than halnetrout, already from the fry stage.

**Emneord:**

1. Vill og utsett aure
2. Genetisk påverknad
3. *Salmo trutta* L.

**Subject heading:**

1. Wild and released trout
2. Genetic impact
3. *Salmo trutta* L.

  
.....  
prosjektleder

  
.....  
seksjonsleder

# Har langvarig fiskeutsetjing påverka auren i Halne og Bjornesfjorden?

Åsmund Tysse<sup>1</sup>, Øystein Skaala<sup>2</sup> og Rolf Y. Jenssen<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Vallefaret 7, 0663 Oslo; <sup>2</sup>Havforskningsinstituttet, Boks 1870-Nordnes, 5817 Bergen; <sup>3</sup>Statkraft Eidfjord



## FORORD

I 1990 starta Direktoratet for naturforvaltning arbeidet med fylkesvise kultiveringsplanar. I kultiveringsplanane var stadeigne stammer, kor setjefisken kom frå, kva stammer som vart nytta og bruk av vill stamfisk viktige tema. Som oppfølging tok Statkraft Eidfjord kontakt med fleire forskingsmiljø, mellom anna Havforskingsinstituttet, for å forbetre og kvalitets sikre setjefiskproduksjonen.

Havforskingsinstituttet dreiv populasjonsgenetisk forskning på konsekvensar av rømt oppdrettsfisk, ei problemstilling som er analog til spørsmåla om eventuelle genetiske effektar av fiskeutsetjing.

Vi ønskte også å undersøke om utsetjingshistorie – basert på utsetjingspålegg og leveranse frå setjefiskanlegga – stemte overeins med genetiske karkteristika i Halne og Bjornesfjorden. Både regulant og setjefiskanlegg la fram dokumentasjon om stamfisk, stammer og utsetjing så langt dei kunne.

Samstundes reiste Arne Erlandsen (ENFO/EBL) spørsmålet: Fins det stadeigne aurestammer i regulerte vatn med utsetjingspålegg? Regulantane ønskte kunnskap om stammer og ein betre dokumentasjon på tilstanden. Dersom stammene var ”utrydda” i regulerte vassdrag, ville det verke inn på både prioritering og ressursbruk.

Det innleiande samarbeidet gjennom undersøkingane av aure i Halne og Bjornesfjorden førte i 1999 til det brukarstyrte prosjektet *Identifisering av familie- og populasjonstilhørighet hos sjøaure ved hjelp av mikrosatellitt DNA* under EFFEKT-programmet i NFR, der også University of Stirling (Scotland) deltok med veiledning av ein felles stipendiat. Dette samarbeidet førte direkte til NFR-prosjektet *Molekylargenetikk for laks* i 2000, og ei vesentleg oppgradering av det populasjonsgenetiske analyseverktøyet ved Havforskingsinstituttet. Prosjektsamarbeidet på Hardangervidda var viktig for oppbygging av populasjonsgenetisk kompetanse og utstyr ved Havforskingsinstituttet.

Takk til Statkraft og EBL (ENFO) for finansiering og godt prosjektsamarbeid med Sjur Gammelsrud og Arne Erlandsen. Takk til Statkraft Eidfjord for initiativ til samarbeid og disposisjon av anlegget til forsøket med familiegruppene. Takk til fiskarane i Bjornesfjorden og Halne. Anders og Tor André Vaksdal på Halne Fjellstova vert særleg takka for god innsats både som båtførarar og fiskarar.

## SAMANDRAG

I Halne og Bjornesfjorden på Hardangervidda er det sett ut aure i over 30 år. Ifølgje pålegget skal det berre nyttast stadeigen stamme i Bjornesfjorden. I Halne er det sett ut ulike stammer. Korleis har desse utsetjingane verka inn på dei naturlege aurebestandane i innsjøane? For å undersøke dette vart det samla inn prøvar av aure ved garnfiske i begge sjøane. Fisken vart klassifisert som setjefisk eller villfisk på grunnlag av merkekodar, ytre karakterar og skjelanalyse. Deretter vart dei genotypa for 10 proteinkodande gen. Aure frå Skaupsjøen – der det ikkje var sett ut fisk – vart inkludert som referanse for villfisk frå Hardangervidda. Det vart også samla inn aure frå Tunhovdfjorden, fordi denne stamma er mykje brukt som setjefisk.

I Bjornesfjorden var dei to prøvefraksjonane – setjefisk og villfisk – genetisk ulike. Det var uventa sidan det er pålegg om bjornesstamme i produksjon av setjefisk. Villfisken i Bjornesfjorden var mest lik aure frå Skaupsjøen, medan setjefisken var ulik skaupsjøauren. I Halne var det derimot ingen skilnad på setjefisk og villfisk. Det tyder på sterk innkryssing i villfisken i Halne. Auren i Halne var mest lik aure frå Tunhovd og mest ulik villfisk frå Bjornesfjorden og Skaupsjøen.

Setjefisken i Bjornesfjorden, som etter pålegget skal vere bjornesstamme, hadde ei markert og uventa endring i allelfrekvensar i alle undersøkte gen i retning tunhovdstamme. Det blir konkludert med at setjefisken i Bjornesfjorden er erstatta av, eller hybridisert med, tunhovdstamme. Det estimerte genetiske bidraget frå tunhovdstamma var 71 % respektivt 75 % basert på markørgena *AAT-1,2\** og *LDH-5\**. Den genetiske påverknaden frå setjefisken er ulik i Bjornesfjorden og Halne. I Bjornesfjorden er villfisken lite påverka etter 30 års utsetjing.

Avkastinga i Bjornesfjorden – om det er eit godt mål for bestanden – har variert frå 300 til 1400 fisk/år i perioden 1960–2000 for eit av fiskeria. Senking av utløpet i 1959, utsetjing med varierende tilslag og vekslande årsklassestyrke hos villfisk er årsak til bestandssvingingane. Den sterke 1992-årsklassen sto for heile 60 % av villfiskfangsten i åra 1997–2000, medan 1991-årsklassen berre sto for 19 %. 1993-årsklassen verkar endå svakare.

I ein sterk årsklasse, anten det er villfisk, 1-somrig eller 2-somrig setjefisk, kjem den raskast veksande del av populasjonen først inn i fangsten, deretter fraksjonar med seinare vekst. Ein sterk årsklasse villfisk som er i fase med ei vellukka utsetjing gjev god avkasting. Svake villfiskårsklassar og dårleg tilslag hos setjefisken gjev lita avkasting. Det forklarar mykje av dei store fangstvariasjonane, med same innsats, i Bjornesfjorden gjennom 40 år.

For å studere vekstmønsteret hos ulike aurestammer vart det gjennomført vekststudiar med halne- og tunhovdstamma i anlegget til Statkraft Eidfjord. Studiane viser at tunhovdstamma veks raskare enn halnestamma. Hybridfamiliar, dvs. familiar med mødrer av halnestamme og fedrar av tunhovdstamme, vaks nesten like godt som reine Tunhovd-familiar i 1997-årsklassen. Desse skilnadane var synlege alt første sommar i setjefiskanlegget, då fisken var 5–10 gram. Ved utsetjing sommaren 1998 var tre av dei fire halvsøskengruppene dobbelt så tunge som dei reine Halne-familiane med same mødrer.

Også i 1998-årsklassen vaks tunhovdstamma dobbelt så rask som halnestamma, men hybridfamiliane – med mødrer av halnestamme og fedrar av tunhovdstamme – hadde eit vekstmønster meir likt halnestamma.

## SUMMARY

Samples of brown trout (*Salmo trutta* L.) were collected by gillnetting from Lake Halne and Lake Bjornesfjord, Hardangervidda mountain plateau, Norway. Both lakes have been stocked with hatchery trout for about 30 years. Individuals were classified to released or wild sample fractions according to finclip codes and other external features, and genotyped for 10 protein coding loci. Lake Skaupsjø on Hardangervidda was included as a wild reference population. Subsequent sampling was carried out from a suspected donor population, Lake Tunhovdfjord. In Lake Bjornesfjord, the two sample fractions were genetically distinct and the wild fraction clustered with a wild reference population Lake Skaupsjø, while the hatchery fraction did not. In Lake Halne however, there was little difference between the two sample fractions, indicating strong genetic impact from the hatchery plantings. In the alledged Bjornesfjord hatchery strain, there was an unexpected shift in allelic frequencies at all loci towards frequencies found in another trout stock, Lake Tunhovdfjord trout, a population commonly used for hatchery releases. It is concluded that the Bjornesfjord hatchery strain has been accidentally replaced or hybridised by the Tunhovd strain, and that the populations in Lake Bjornesfjord and Lake Halne have been genetically affected to different degrees by the hatchery releases. The genetic contribution from the Tunhovd strain to the Bjornesfjord hatchery strain was estimated at 71.4 % and 75.1 % based on *AAT-1,2\** and *LDH-5\** respectively.

## INNHALD

INNLEIING	6
MATERIALE OG METODE	7
Lokalitetane	7
Innsamling av prøvar	9
Genetisk karakterisering	10
Tilvekst hos halne- og tunhovdstamma	10
RESULTAT OG DISKUSJON	12
Fiskebestanden i Bjornesfjorden	12
Genetisk karakterisering og analyse	17
Tilvekst hos halne- og tunhovdstamma	22
REFERANSAR	25

Appendix 1. Utsetjingshistorie for Bjornesfjorden og Halne 1960/1967 til 2000

Appendix 2. Lengde/vekt og K-faktor for villfisk og setjefisk i Bjornesfjorden i 1996–2000

Appendix 3. Tilbakerekna vekst for aure i Bjornesfjorden i 1996–2000

Appendix 4. Lengdefordeling av familiegruppene av 1997-årsklassen

Appendix 5. Lengdefordeling av familiegruppene av 1998-årsklassen

## INNLEIING

Mange av dei store sjøane på Hardangervidda er regulerte. Dei fleste har dam på utløpet. Andre er indirekte påverka med endra vassføring og delvis tørrlagde elvestrekningar. Ei tredje gruppe er sjøane som vart senka og kanalisert i 1959 for å skaffe meir vatn til Nore-verka. Det er pålegg om fiskeutsetjing i alle dei regulerte sjøane, sjølv om enkelte pålegg mellombels er oppheva. Til denne granskinga valde vi sjøar med utsetjingspålegg i nedbørfeltet til Numedalslågen, og som referanse den uregulerte Skaupsjøen der det ikkje var sett ut fisk fram til år 2000.

Mange av utsetjingspålegga i desse fjellsjøane vart reviderte i åra 1990–95. I same periode vart det utarbeida fylkesvise Kultiveringsplanar. Eit sentralt punkt i planane er å ta vare på stadeigne stammer. For å få dette til, må utsetjing utanfor sitt naturlege leveområde reduserast. Målsettinga om å bruke 1. generasjon vill stamfisk i produksjonen var også prioritert. Overgang frå 1- til 2-somrig setjefisk er også gjennomført i mange magasin på Hardangervidda. Det fins mykje kunnskap om tilslaget av utsett aure (Hesthagen et al. 1995a; Hesthagen et al. 1995b; Hesthagen et al. 1999). Derimot er lite kjent om setjefisk inngår i aktiv reproduksjon og korleis den påverkar naturlege bestand.

For utsetjingspålegga i Bjornesfjorden og Halne medførte bruk av vill stamfisk endringar både for regulant, grunneigar og fiskar. Fangst av stamfisk i høgfjellet er vanskeleg pga. kort fiskesesong, oppbevaring, soppinfeksjon og om fisken blir kjønnsmoden.

Auren er den mest genetisk mangfaldige vertebrat vi kjenner (Ferguson, 1989). Arten har stor evne til å danne lokale bestandar. Ofte kan ein vise ved populasjonsgenetiske undersøkingar i enkeltgen at bestandane er genetisk ulike, men kva betyr det biologisk, for livshistorie og tilpassingar? Nye metodar og teknikkar kan no hjelpe oss med å undersøke arvelege trekk nærare, vise skilnader mellom ulike stammer og interaksjonar mellom villfisk og setjefisk.

I dag er det stor interesse knytt til både vern og bruk av naturressursane på Hardangervidda. Trass i omfattande fiske og utsetjing av aure, er lite kjent om bestandsoppdelinga. Frå Hardangervidda er det publisert få genetiske undersøkingar (Skaala and Jørstad 1987; 1988; Skaala 1992). Det meste omhandlar finprikkauren. Kombinasjonen av innsjøar med langvarig utsetjing og andre innsjøar som er lite påverka av utsetjing, gir høve til å undersøke effektane av fiskeutsetjing.

I teksten har vi brukt uttrykka *villfisk* og *setjefisk*. Villfisk i denne samanheng betyr naturleg produsert i t.d. Bjornesfjorden. Villfisk seier altså ikkje noko om kva avstamming den har – berre at den er klekt i Bjornesfjorden. Setjefisk betyr klekt i anlegg og så utsett.

### **Målet med undersøkinga**

I Halne og Bjornesfjorden har det vore omfattande fiskeutsetjing i 30 år, i hovudsak med definert utsetjingsmateriale. Lokalitetane var derfor velegna til å undersøke eventuelle genetiske endringar i bestandane. For å komplettere dei genetiske studiane, vart også aurebestanden i Bjornesfjorden undersøkt i perioden 1996–2000. Måla med prosjektet er:

- Beskrive genetisk påverknad frå fiskeutsetjing i Halne og Bjornesfjorden
- Beskrive fordeling setjefisk/villfisk, tilvekst og årsklassestyrke i Bjornesfjorden
- Samanlikne veksteigenskapar hos halne- og tunhovdstamma



## MATERIALE OG METODE

### Lokalitetane

**Bjornesfjorden** (17.0 km<sup>2</sup> og 1233 moh.) vart senka og kanalisert i 1959 for å skaffe meir vatn til Nore-verka. Utløpet vart senka 0.8 m ved graving og sprenging av ein kanal langs og i utløpet. I kanalen vart det lagt tre tapperøyr (Ø 120 cm). I 1960 vart røyra tetta for å gjenopprette NV. Reguleringa beslagla truleg både gyte- og oppvekstareal. Gravinga i november 1959 var lite gunstig både for nylagt rogn og for yngel som sto på elva. Sommaren 2002 vart utløpet langt på veg restaurert ved arrondering av massane på sørsida (av den gravde kanalen frå 1959) og ved utlegging av gytegrus.

Etter undersøkinga i Bjornesfjorden i 1989 (Tysse og Garnås, 1990) vart pålegget endra frå 1-til 2-somrig setjefisk. Det innebar også overgang frå "oppdretta" stamfisk av bjornesstamme til 1. generasjon vill stamfisk. Første stamfiske i Bjornesfjorden etter det nye pålegget var hausten 1991. Første utsetjing av 4.500 2-somrig setjefisk av vill bjornesstamme var i august 1993, tilsvarande i 1994 og 1995. Inga utsetjing i 1996 pga. mislukka stamfiske i 1994. I 1997 var det kombinert utsetjing av 1-somrig og 2-somrig fisk av 1. generasjon vill bjornesstamme. I 1998–2000 er det sett 2-somrig fisk av 1. generasjon vill bjornesstamme.

Eit av fiskeria har ført fangstjournal sidan 1961. Vi presenterer statistikken for åra 1961–2000 som omfattar 32.000 fisk. Fisket startar 15. august, og det er stort sett same mannskap som har talt opp fangst og ført journal. Innsatsen var 120 garn/natt (45 mm).



**Figur 1.** Ein fin kasse aure frå Bjornesfjorden klar for sløyning, vasking og raking.

Etter skjønnnet fekk Vassdragsvesenet i 1960 pålegg om fiskutsetjing i Bjornesfjorden som kompensasjon for reduserte gyteområde. Grunneigarane sette krav om bruk av stadeigen stamme. Dette kravet vart anka. I nytt skjønn i 1962 kom den endelege avgjerda som påla NVE utsetjing av 12.000 1-somrig fisk av bjornesstamme.

Frå 1960 til 1970 vart ikkje pålegget oppfylt pga. stamfiskmangel. I 1970 endra DVF pålegget, sjølv om det til då ikkje var sett ut fisk. Reinsvoll fekk hausten 1965 rogn av bjornesstamme. Første utsetjing i Bjornesfjorden av denne produksjonen kom i 1971. Ingen utsetjing i 1972 pga. havari på Reinsvoll. Frå 1973 til 1991 leverte Reinsvoll ca. 10.000 1-somrig/år av

oppdretta Bjornesstamme. I 1992 overtok Statkraft Eidfjord produksjonen. Historikken er oppsummert i Appendix 1.

**Halne** (15,04 km<sup>2</sup> og 1130 moh.) er regulert i fleire etappar. Ved Kronprinsreg. res. av 29. juli 1956 fekk NVE løyve til å regulere Halne 2 m opp og 2 m ned. Halnedammen fekk si noverande utforming rundt 1960, og vandringsvegen mellom Halne og Øvre Hein via Sleipa vart stengt. Før den tid var det ein enkel tredam frå 1941. Etter manøvreringsinstruksen skal magasinet tappast i oktober/november.

Utsetjingspålegget i Halne er endra fleire gongar. Formålet med den siste endringa var todelt. For det første er bruk av vill, stadeigen stamfisk eit mål i kultiveringsplanane. For det andre er truleg større setjefisk betre rusta til konkurranse med ørekyte. Fiskebestanden i Halne er godt undersøkt i samband med Eidfjordutbygginga (Vasshaug 1970), konsekvensvurdering av Dagali-prosjektet (Løkensgard 1976), vurdering av utsetjingspålegget i 1986 (Hansen og Garnås 1987) og nyvurdering av pålegget etter etablering av ørekyte (Tysse og Garnås 1994).

Aurebestanden vart svekka frå 1986 til 1992/93. På denne tida etablerte ørekyta seg for alvor. Fangstane, både under prøve- og næringsfiske, vart halvert i denne perioden (Tysse og Garnås 1994). Kvaliteten på fisken vart også dårlegare. Frå 1970-talet og fram til i dag er næringsgrunnlaget for fisken endra. Marflo og skjoldkreps dominerte som næring på 1970-talet. I dag er det langt mindre marflo og skjoldkreps, sjølv om det varierer meir frå år til år.

Fleire sjøar på Hardangervidda hadde ein utløpsgytande aurebestand før regulering. Halnedammen stengde vandringsvegen Halne–Øvre Hein, via Sleipa. Etter at dammen kom vert rekrutteringa halde oppe ved innløpsgyting, utsetjing og kanskje innsjøgyting. I magasin med rolege, små innløpselvar som i Halne er det hardare nærings- og habitatkonkurranse mellom aure og ørekyte, enn der auren gyt i større og striare elvar. Etter planen skal det byggast fisketrapp forbi Halnedammen i 2004. Det vil igjen opne vandringsvegen til og frå Halne via Sleipa.

Fram til 1978 var pålegget i Halne 9.000 1-somrig fisk av uspesifisert stamme. Frå 1978 auka pålegget til 13.000 1-s uspesifisert. I 1987 vart pålegget igjen auka til 18.000 uspesifisert 1-somrig. I 1995 vart pålegget endra til 9.000 2-somrig av 1. generasjon vill Halne-stamfisk. I åra 1973-1990 vart det sett ut 228.000 1-s i Halne, i hovudsak av bjornesstamme. Fram til 1990 leverte AL Settefisk på Reinsvoll setjefisken. I 1991 overtok Statkraft Eidfjord pålegget i Halne og sette ut 18.000 1-s av halnestamme. Tilsvarande i 1992. I 1993 var det lite setjefisk av halnestamme, og pålegget vart dekkja opp med 12.044 1-somrig av tunhovdstamme. I 1994 sette Statkraft Eidfjord ut 18.000 1-s av halnestamme. I 1995–1997 og i 2000 er det årleg sett rundt 9.000 2-somrig finnemerkta fisk av halnestamme, Appendix 1.

**Skaupsjøen** (2,88 km<sup>2</sup> og 1158 moh.) ligg 4 km vest for Halne. Sjøen er grunn og det veks mykje siv og gras i strandsona. Fram til 2000 var det ikkje sett ut fisk. Ørekyta kom til Skaupsjøen like før 1980 (pers. med. Anders Vaksdal). I dag er ørekytbestanden tett, og den har påverka auren negativt.

**Tunhovdfjorden** (14,3 km<sup>2</sup> LRV og 25,4 km<sup>2</sup> HRV) ligg 736 moh. ved fullt magasin. Tunhovddammen var ferdig i 1919 og reguleringshøgda er 19 meter. Pålsbudammen, som stengde hovudelva til Tunhovdfjorden, sto ferdig i 1946. Etter reguleringa kom det røye og ørekyte til Tunhovdfjorden, og ein del av auren gjekk over på fiskedielt. Den storvokste og fiskepisande tunhovdauren er mykje nytta som stamfisk, og den er sett ut over store delar av landet. Utsetjing av yngel kom i gang kort tid etter regulering. I 1963 starta utsetjing av stadeigen stamme. Etter 1959 er all setjefisken merka (845.000 individ). Formålet var å skilje

mellom vill og utsett fisk i fangsten for å studere tilslag (L'Abée-Lund, Aass og Sægrov 2000).

### Innsamling av prøvar

Fiskebestanden i Bjornesfjorden er undersøkt i åra 1996–2000. Det er tatt prøvar av næringsfangsten dei to første fiskedøgna (16. og 17. august) frå to av fiskeria. Denne overvakinga er referert til som kontrollfisket. De er lagt stor vekt på å skilje villfisk og setjefisk. Desse måla er tatt av fangsten:

Lengd: Frå snute til naturleg utstrakt halepiss målt til næraste mm.

Vekt: Vege på digital vekt til næraste gram.

Skjel: Skjelprøvar til alders- og vekstanalyse.

Kjønn og stadium: Gonadeutvikling vurdert frå 1 til 7.

Kjøtfarge: Delt i tre kategoriar; raud, lys raud og kvit.

Til genetisk analyse er det tatt vevsprøvar frå aure i Bjornesfjorden, Halne, Skaupsjøen og Tunhovdfjorden (tabell 1 og figur 2). Frå Tunhovdfjorden vart det samla inn materiale både ved garnfiske i innsjøen og ved elektrofiske i Rødungelva. Frå det innsamla materialet vart det tatt prøvar av muskel, lever og auga for stivelsesgelelektroforese (SGE). Prøvane vart pakka individuelt og lagra ved  $-80^{\circ}\text{C}$  til SGE.

**Tabell 1.** Lokalitet og materiale som er genotypa.

Prøve	Samansetjing	n
Halne 1996, 1997, 1998	Villfisk + setjefisk	190
Bjornesfjorden 1996, 1997	Villfisk + setjefisk	197
Skaupsjøen 1997	Villfisk	50
Tunhovdfjorden 1998	Villfisk + setjefisk	159



**Figur 2.** Prøvelokalitetane på Hardangervidda.

Til og med 1991 leverte Reinsvoll umerka setjefisk til Halne og Bjornesfjorden. Frå 1992 har Statkraft Eidfjord levert 2-somrig merka setjefisk. Den umerka setjefisken i fangstane er skild frå villfisken ut frå skjelmønster (form og antal sklerittar fram til første vinter), lengde ved første vinter og slitasje av gjellelokk og eventuelle finneskader.

### Genetisk karakterisering

Materialet innsamla i 1996, 1997 og 1998 er undersøkt for 11 enzymsystem (tabell 2), der følgjande 15 gen er kjent polymorfe (variable) hos aure frå andre arbeid: *AAT-1,2\**, *AAT-4\**, *BGLUA-1\**, *CK-1\**, *G3PDH-2\**, *IDDH-1\**, *IDHP-3\**, *LDH-5\**, *GLYDH\**, *GPI-2\**, *GPI-3\**, *MDH-2*, *MDH-3,4\**, og *PGM-1\**.

**Tabell 2.** Enzym og loci undersøkt, buffer, spenning (V/cm) og vevstype der genet er uttrykt.

Enzym	Locus	Buffer	V/cm	Vev
Aspartate aminotransferase	<i>AAT-1,2*</i>	I	11	muskel
Aspartate aminotransferase	<i>AAT-4*</i>	I	11	lever
N-acetyl-b-glucosaminidase	<i>BGLUA*</i>	I	11	lever
Creatine kinase	<i>CK-1*</i>	II	14	muskel
Glycerol3phosphate dehydrogenase	<i>G3PDH-2*</i>	I	11	muskel
Glucosephosphate isomerase	<i>GPI-2*</i>	II	14	muskel
Glucosephosphate isomerase	<i>GPI-3*</i>	II	14	muskel
Iditol dehydrogenase	<i>IDDH-1*</i>	II	11	lever
Lactate dehydrogenase	<i>LDH-5*</i>	II	13	auga
Malate dehydrogenase	<i>MDH-2*</i>	I	11	lever
Malate dehydrogenase	<i>MDH-3,4*</i>	I	11	muskel
Malic enzyme	<i>MEP-2*</i>	I	11	muskel

Det vart brukt to buffersystem: 1) CAME (modifisert frå Clayton and Tretiak, 1972, med EDTA): 0.0365M Citric acid, 0.00099M EDTA, justert til pH 6.8 med N-(3-aminopropyl)-morpholine. Fortynn ein del i 20 deler H<sub>2</sub>O til gelane. 2) TCB, tris-citrate-borate gelbuffer: 0.015M Tris, 0.001M citric acid, 0.003M boric acid, og 0.001M LiOH; elektrodebuffer: 0.3M boric acid og 0.1M LiOH; begge bufferar justert til pH 8.6. Til farginga 0.2M tris buffer med pH 8.0, bortsett frå for IDDH der pH vart auka til 8.5, og for AAT der pH vart auka til 9.5. Gelane vart laga med 11 % stivelse i ramme med dim. 0.7 x 18 x 26 cm. Etter 5 minutt prerun vart filterpapira fjerna. Gelen vart etter elektroforese kutta i 5-6 skiver for farging av individuelle enzym.

Dei genetiske resultatane er lagt inn og testa i programmet BIOSYS-1 (Swofford and Selander, 1989). Allelfrekvensar er kalkulert, og målet for genetisk variasjon innan populasjon gitt som antal allel per locus og som snitt heterozygoti. Alle observerte genotyperfordelingar vart testa mot forventane (Hardy-Weinberg) fordelingar, og heterogeniteten i totalmaterialet kalkulert. Dei genetiske skilnadane mellom populasjonane målt som genetisk distanse i undersøkte loci er samanfatta i dendrogram. Genetisk bidrag frå tunhovdaure i setjefisklina frå Bjornesfjorden vart kalkulert frå allelfrekvens-proporsjonar (Taggart and Ferguson, 1986). Genotyperfordeling vart samanlikna og testa med ein G-test (Sokal and Rohlf, 1969). Signifikansnivå vart justert etter "The sequential Bonferroni method" (Weir, 1990).

### Tilvekst hos halne- og tunhovdstamma

For å studere vekst og tilslag av ulike stammer og familiar i Halne vart det sett ut 2-somrig fisk av Halne x Halne, Halne x Tunhovd og Tunhovd x Tunhovd i 1998 og 1999. Egga vart inkubert ved Statkraft Eidfjord sitt anlegg, der også fisken vart produsert. Samanlikninga er basert på familiar med far og mor frå Halne (HxH), familiar med far og mor frå Tunhovd (TxT) og familiar med mor frå Halne og far frå Tunhovd (HxT). Opplysningar om stamfisk og avkom for både 1997- og 1998-årsklassen i tabell 8.

**1997-årsklassen** vart sett saman av vill stamfisk frå Halne og oppdretta tunhovdstamme frå anlegget på Ims, innsamla i 1996. Det vart brukt fem relativt store hoer frå Halne, i underkant av ein kilo. Egga frå kvar av desse hoene vart delt i to. Den eine halvparten vart befrukta med halnehannar, den andre befrukta med tunhovdhannar. Mjelke av tunhovdhannar vart sendt i posten frå Ims til Eidfjord, for befrukting av «hybridfamiliane», medan reine tunhovdfamiliar vart befrukta på Ims og overført til Eidfjord som augerogn.

Dato for befrukting, temperaturar og overleving vart registrert. Lengde og vekt av inntil 100 individ frå kvar familie per uttak er registrert gjennom produksjonsfasen. Straks fisken var stor nok, vart kvar familie merka med finneklipping. Familiane vart slått saman i tre større kar for å redusera kareffekten.

Familiegruppene i 1997-årsklassen vart målt og vege siste gong i mai 1998, og deretter Floy-merka. Fisken (n=8.921) vart sett ut samla ved Storholmen i Halne 23. juli 1998 for å unngå feilkjelder ved seinare gjenfangst og analyse av vekst, vandring og næringsval.

**1998-årsklassen** (n=8.945 ) utsett i 1999 er ein parallell til 1997-årsklassen. I dette forsøket er det nytta vill stamfisk både frå Halne og Tunhovdfjorden. Familiegruppene i 1998-årsklassen vart målt og vege siste gong i juni 1999, deretter Floy-merka og sett ut i Halne i juli 1999.

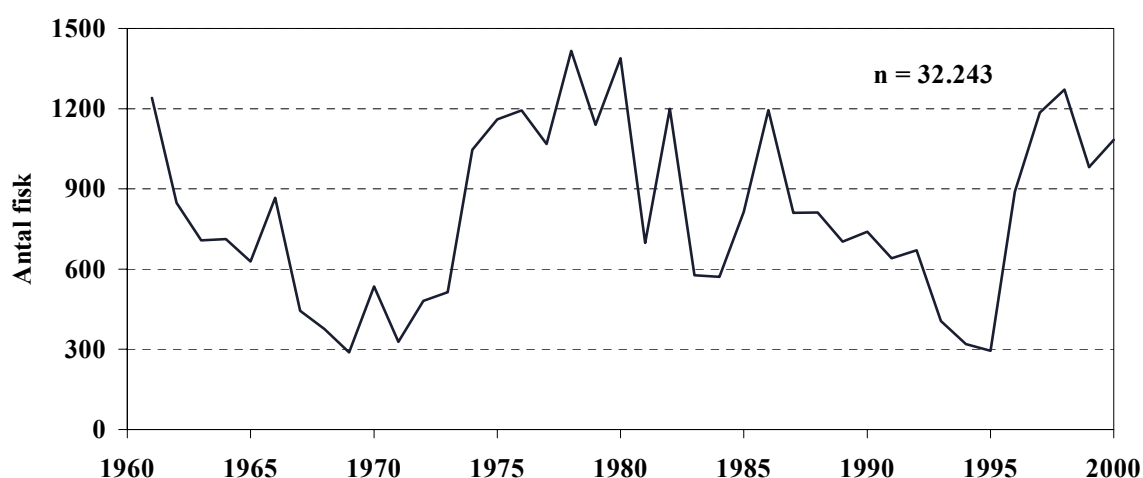
Tilveksten fram til gjenfangst kan målast fordi all fisken vart individuelt merka og målt like før utsetjing. Når fisket etter familiegruppene er avslutta, kan stammeeigenskapar som vekst, næringsval, overleving, fiskepredasjon, alder og storleik ved kjønnsmodning studerast. Fiskarane vart informert om forsøket, og det er delt ut registreringsskjema for merka fisk. Fiskarane er oppmoda om å levere inn Floy-merke med opplysningar om lengde, vekt og fiskeplass, og det er sett opp premie til den som leverer inn flest merke.

## RESULTAT OG DISKUSJON

### Fiskebestanden i Bjornesfjorden

Frå 1961 til 2000 er det ført fangststatistikk for ein av fiskerettane i Bjornesfjorden, der 32.243 fisk er registrert (figur 3). Frå 1996 er det skilt mellom villfisk og setjefisk. I heile perioden er det fiska med 120 garn/natt med maskevidde 45 mm, og fangsten har variert frå 300 til 1400 fisk/år. Fangsten varierte mellom 900 og 1300 fisk/år frå 1996 til 2000. Før 1975 besto fangsten berre av villfisk, seinare av både villfisk og setjefisk.

Det er klare svingingar i bestanden både før og etter utsetjinga starta i 1971. I ein tiårsperiode etter reguleringa i 1959 fall fangsten frå 1200 til 300 fisk/år, for så i neste 10-år å stige til rundt 1200 fisk/år. Så fall fangsten frå 1980 og fram til 1995, for så å stige igjen.



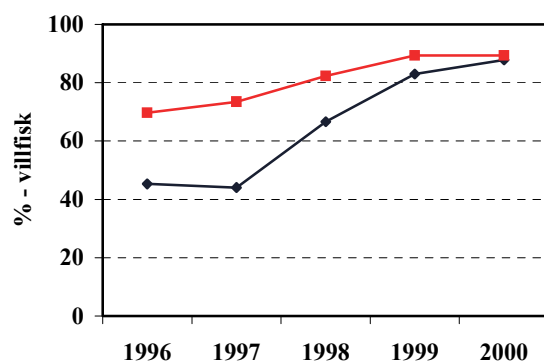
**Figur 3.** Fangst (antal fisk/år) for eit av fiskeria i Bjornesfjorden 1961–2000.

Frå dårlege fangstar i 1993/95 auka fangsten kraftig fram til 1998. 1993-utsettet av 2-somrig fisk kom for alvor inn i fangsten saman med 1990/91-utsettet av 1-somrig fisk i sesongen 1997. I 1997 og 1998 vart det fiska på "dobbel utsetjingspålegg" – både 1- og 2-somrig fisk. I 1999 og 2000 er det aller meste av 1991- og 1993-utsettet ute av bestanden, og andel setjefisk fall kraftig. Manglande utsetjing i 1996 var også med å forsterke inntrykket av lite setjefisk i fangstane i 1999 og 2000. Tabell 3 viser fordeling av villfisk og setjefisk av ulike kategoriar i kontrollfisket frå 1996 til 2000, sjå også APPENDIX 2.

**Tabell 3.** Prosentfordeling av villfisk og setjefisk i Bjornesfjorden frå 1996 til 2000.

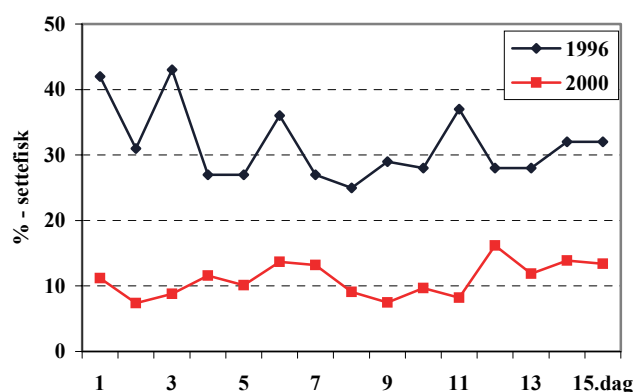
	1996 n=106	1997 n=102	1998 n=123	1999 n=153	2000 n=107
Villfisk	45,3	44,1	66,6	83,0	87,8
Utsett 1989 (1-s), oppdrettsforeldre – umerka fisk	0,9				
Utsett 1990 (1-s), oppdrettsforeldre – umerka fisk	7,5	4,9			
Utsett 1991 (1-s), oppdrettsforeldre – umerka fisk	17,0	16,6	13,8	2,0	2,8
Utsett 1992 (1-år), oppdrettsforeldre – finnermerka fisk	7,5	2,0	4,9		
Utsett 1993 (1-år), vill stamfisk – finnermerka setjefisk	21,7	19,6	8,1	1,3	
Utsett 1994 (1-år), vill stamfisk – finnermerka setjefisk		3,9	4,9	5,2	0,9
Utsett 1995 (1-år), vill stamfisk – finnermerka setjefisk		8,8	1,6	8,5	1,9
Inga utsetjing i 1996					
Utsett 1997 (1-år), vill stamfisk – finnermerka setjefisk					5,6
Utsett 1998 (1-år), vill stamfisk – finnermerka setjefisk					0,9
<b>SUM</b>	<b>99,9</b>	<b>99,9</b>	<b>99,9</b>	<b>100,0</b>	<b>99,9</b>

I 1996 og 1997 utgjorde villfisken knapt 50 % av fangsten, basert på kontrollfisket. Fiskarane rapporterte om 70-75 % villfisk i 1996 og 1997. I 1998 auka innslaget av villfisk til nær 70 % i kontrollfisket, mens fiskarane rapporterte over 80 % villfisk. I 1999 og 2000 opererer fiskarane med same andel villfisk som i kontrollfisket (figur 4). Den store skilnaden mellom kontrollfisket og fiskarane sin journal i 1996, 1997 og dels 1998 skuldast stort innslag av 1-somrig umerka setjefisk. Denne fraksjonen er berre registrert i kontrollfisket. Ifølgje tabell 3 er innslaget av umerka 1-somrig setjefisk 25,4 % i 1996, 24,5 % i 1997 og 13,8 % i 1998. Justert for denne metodiske forskjellen viser kontrollfisket godt samsvar med fangstjournalane. I 1999 og 2000 utgjorde umerka 1-somrig setjefisk berre 2-3 % av kontrollfangsten, og dermed er villfiskandelen i kontrollfisket på same nivå som det fiskarane observerer. Det betyr at prøvar frå fangsten dei to første dagane (om lag 10 % av årsfangsten) er representative for fangsten gjennom sesongen – i alle fall når det gjeld fordeling villfisk – setjefisk.



**Figur 4.** Andel villfisk i to av fiskeria og frå kontrollfiske frå 1996 til 2000.

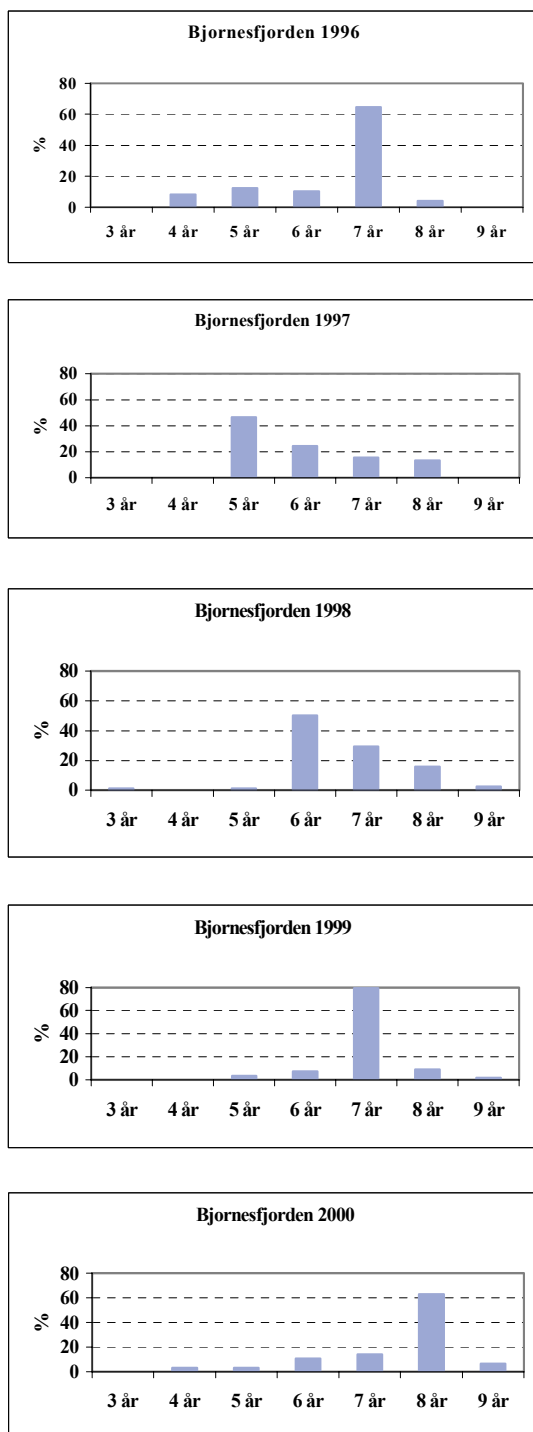
Figur 5 viser andel setjefisk i fangsten dei 15 første fiskedagane i to av fiskeria i 1996 og 2000. Innslaget av setjefisk i fangsten ligg på same nivå gjennom heile fiskesesongen, sjølv om det er stor forskjell på andel setjefisk i 1996 (rundt 30 %) og i 2000 (rundt 10 %). I 1996 var det større innslag av setjefisk vest i fjorden enn enn lenger aust. Barlaup et al. (2000) observerte same mønster med lågare innslag av setjefisk aust i fjorden.



**Figur 5.** Andel setjefisk ved to av fiskeria i 1996 og 2000 dei 15 første fiskedagane.

### Årsklassevariasjon

Figur 6 viser aldersfordeling av villfisk i kontrollfisket i åra 1996–2000. I 1996 dominerte 7-åringar (1989-årsklassen) fangsten med 65 %. I 1997 utgjorde 1992-årsklassen (5-åringar) 47 % av fangsten, i 1998 50 %, i 1999 80 % og i 2000 heile 63 % som 8-årig fisk. Den sterke 1992-årsklassen sto for 60 % av samla villfiskfangst i åra 1997–2000. Til samanlikning utgjorde 1991-årsklassen berre 19 % av fangsten i åra 1996–1999 basert på kontrollfisket. 1993-årsklassen ser ut til å vere endå svakare enn 1991-årsklassen. Tabell 4 summerer opp innslag av ulike årsklassar i kontrollfisket.



**Figur 6.** Prosentvis aldersfordeling av villfisk i kontrollfisket i Bjornesfjorden 1996–2000 viser at 1992-årsklassen dominerer fangsten i denne perioden.



**Tabell 4.** Prosentvis innslag av ulike årsklassar i kontrollfisket i åra 1996–2000.

Fangstår/alders	4. år	5. år	6. år	7. år	8. år	9. år	Snittvekt (g)	K-faktor
1996	8,3	12,5	10,4	64,6	4,1		640	0,96
1997		46,5	24,4	15,5	13,3		514	1,00
1998		1,2	50,0	29,2	15,8	2,4	654	0,97
1999		3,1	7,1	79,5	8,7	1,6	685	1,00
2000	4,2	4,2	10,6	13,8	62,8	6,4	812	1,04

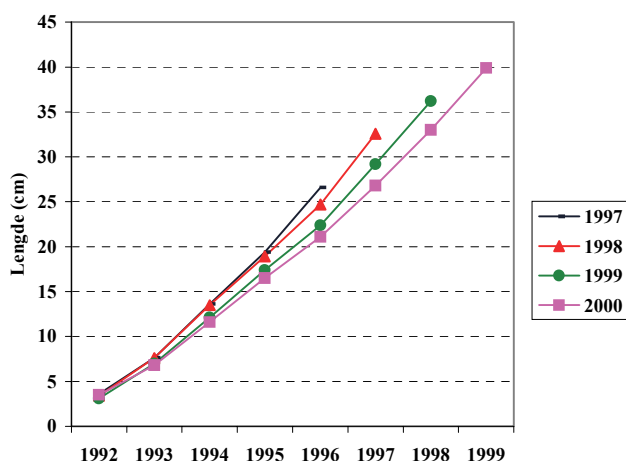
Barlaup et al. (2000) registrerte også den sterke 1992-årsklassen. Den utgjorde 37 % av villfisken tatt på nordisk serie (5-55 mm maskevidde) i 1999, medan 1993-årsklassen berre sto for 4 %. Den sterke 1992-årsklassen – saman med ”dobbel utsetjingspålegg” – var grunnlaget for det gode fisket siste halvdel av 1990-talet. 1992-årsklassen sto for nær halve villfiskfangsten alt som 5-åring i 1997. Snittvekta av fisken i 1997 var 514 gram, i 2000 heile 812 gram – eller 60 % større (tabell 4).

Dersom fangst avspeglar bestand, viser journalen frå Bjornesfisket store svingingar gjennom 40 år. Langsiktig overvaking – som denne statistikken representerer – viser også korleis utsetjing påverkar bestanden. Granskinga viser store variasjonar i årsklassestyrke og korleis klimatiske forhold påverkar rekruttering, vekst og avkasting.

#### Vekst

Materialet i kontrollfisket er aldersbestemt og veksten tilbakerekna. Villfisken veks 4,0–4,5 cm/år dei første fire åra, deretter vekstauke til 5,0–5,5 cm/år. Den 1-somrige setjefisken har eit betre utgangspunkt med lengde rundt 5,5 cm første året og rundt 13 cm andre året. Etter dei to første åra er veksten av villfisk og utsett 1-somrig parallell, der setjefisken er 6–7 cm større enn villfisk på same alder. To-somrig setjefisk var 10,4 til 18,7 cm som 2-åring, deretter er tilveksten 6–8 cm/år (APPENDIX 3).

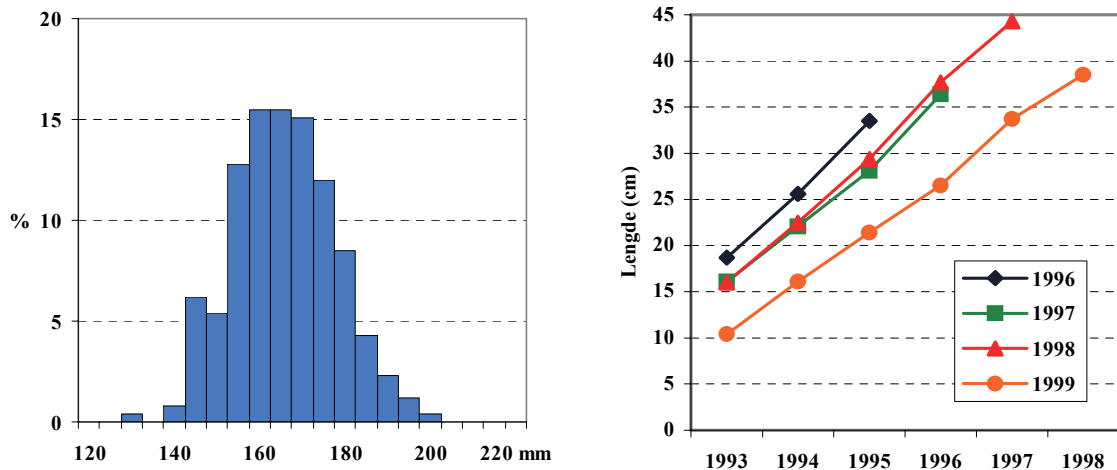
Den sterke 1992-årsklassen dominerte villfiskfangsten frå 1997 til 2000. Figur 7 viser at den raskast veksande del av 1992-årsklassen kom inn i fangsten som 5+ i 1997, deretter fisk med svakare vekst i 1998, 1999 og 2000. Eit slikt vekstmønster gjer at sterke årsklassar kan dominere fangsten i mange år.



**Figur 7.** Tilbakerekna vekst for 1992-årsklassen av villfisk fanga i 1997, 1998, 1999 og 2000 viser at den raskast veksande fraksjonen kom først inn i fangsten i 1997 (blå kurve).

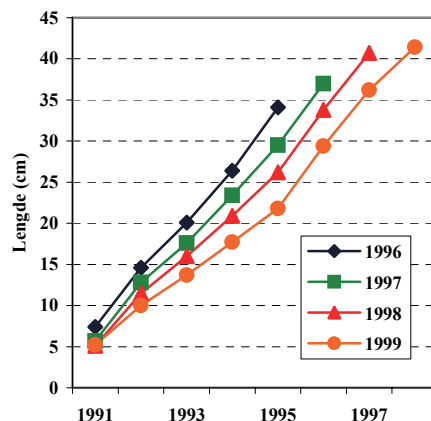
Utsetjingspålegget vart endra frå 1-somrig til 2-somrig fisk i 1992. Den første leveransen av 2-somrig setjefisk kom frå Statkraft Eidfjord og bygde på Reinsvoll si oppdrettsline av bjornesstamma. 1992-utsett er lite representert i gjenfangst.

I 1993 kom første utsett produsert av 1. generasjon vill Bjornes-stamfisk. Ved siste kontroll 7. juli 1993 vart 259 setjefisk målt og vege. I snitt var fisken 16,9 cm og 49,8 gram. Figur 8 (venstre) viser lengdefordelinga av setjefisken like før utsetjing. Figur 8 (høgre) viser at den rasktveksande del av 1993-utsettet kom inn i fangsten i 1996, så kom fisk med middels vekst i 1997 og 1998. Fangsten av 7+ i 1999 representerer den seinast veksande del av 1993-utsettet. Fisken var både mindre ved utsett og vaks litt seinare.



**Figur 8.** Lengdefordeling av 2-somrig setjefisk ved utsetjing i 1993 (venstre) og tilbakerekna vekst for gjenfangst i 1996, 1997, 1998 og 1999 (høgre).

Utsettet av 1-somrig fisk i 1991 viser same mønster (figur 9) som 1993-utsettet av 2-somrig fisk. Som 5-åring kjem den raskast veksande fraksjonen inn i fangsten i 1996, deretter dei meir sakteveksande.



**Figur 9.** Tilbakerekna vekst for 1-somrig setjefisk utsett i Bjornesfjorden i 1991 og gjenfanga i 1996 til 1999.

### Genetisk karakterisering og analyse

Vi fann i hovudsak same allel (genvariantar) i Halne og Bjornesfjorden. Unntaket er variantgenet *PGM\*80*, som er registrert i låg frekvens hos villfisk i Bjornesfjorden, men som ikkje er registrert i Halne-materialet, eller hos setjefisk i Bjornesfjorden.

**Tabell 5.** Antal individ genotypa, allelfrekvensar, Fst, gjennomsnittleg antal allel per locus og gjennomsnittleg heterozygoti i prøvane.

Locus N	Halne		Bjornesfjorden		Tunhovdfjorden		Skaupsjøen	Fst
	Villfisk	Setjefisk	Villfisk	Setjefisk	Innsjø	Innløp	Villfisk	
<i>AAT-1,2*</i>								0.037
N	106	83	82	102	100	59	42	
*80	0.241	0.229	0.445	0.245	0.165	0.153	0.310	
*100	0.689	0.681	0.488	0.652	0.605	0.593	0.679	
*140	0.071	0.090	0.067	0.103	0.230	0.254	0.012	
<i>AAT-4*</i>								0.105
N	106	83	84	107	98	59	50	
*74	0.250	0.223	0.488	0.248	0.270	0.373	0.680	
*100	0.750	0.777	0.512	0.752	0.730	0.627	0.320	
<i>BGLUA*</i>								0.035
N	100	77	80	100	87	56	48	
*100	0.440	0.545	0.363	0.620	0.511	0.625	0.417	
*150	0.560	0.455	0.637	0.380	0.489	0.375	0.583	
<i>CK-1</i>								0.073
N	83	63	83	104	49	49	50	
*100	0.916	0.849	0.904	0.606	0.837	0.837	0.910	
*115	0.084	0.151	0.096	0.394	0.163	0.163	0.090	
<i>G-3-PDH-2*</i>								0.025
(N)	106	83	82	104	100	57	50	
*50	0.123	0.157	0.091	0.120	0.275	0.219	0.170	
*100	0.877	0.843	0.909	0.880	0.725	0.781	0.830	
<i>IDDH-1*</i>								0.013
(N)	104	80	82	104	98	59	48	
*-100	0.207	0.138	0.122	0.263	0.209	0.195	0.188	
*100	0.793	0.863	0.878	0.736	0.791	0.805	0.813	
<i>LDH-5*</i>								0.021
(N)	101	81	83	112	83	59	50	
*90	0.545	0.543	0.440	0.612	0.669	0.619	0.500	
*100	0.455	0.457	0.560	0.388	0.331	0.381	0.500	
<i>MDH-2*</i>								0.038
(N)	105	83	85	106	90	59	49	
*100	0.467	0.476	0.418	0.571	0.600	0.653	0.357	
*152	0.533	0.524	0.582	0.429	0.400	0.347	0.643	
<i>MDH-3,4*</i>								0.010
(N)	102	81	85	106	100	59	49	
*80	0.240	0.191	0.135	0.212	0.185	0.195	0.153	
*100	0.760	0.778	0.859	0.736	0.815	0.805	0.847	
<i>PGM*</i>								0.015
(N)	106	83	85	107	100	59	50	
*80	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	
*100	1.000	1.000	0.982	1.000	1.000	1.000	1.000	
Mean # Alleles	2.0 (.1)	2.1 (.2)	2.2 (.1)	2.1 (.1)	2.0 (.1)	2.0 (.1)	2.0 (.1)	
Mean Fst								0.041
Mean Heterozygoti	0.353	0.339	0.315	0.440	0.390	0.379	0.341	

Størst genetisk variasjon målt som antal variantar per gen var hos villfisk i Bjornesfjorden, medan gjennomsnittleg heterozygoti er noko lågare her enn for dei andre prøvane. Dette tyder på at ein del variantar som er bevart hos villfisken, er tapt i klekkerilina. Høgast heterozygoti vart observert hos setjefisk i Bjornesfjorden og i Tunhovdfjorden. Dette er ikkje uvanleg, fordi

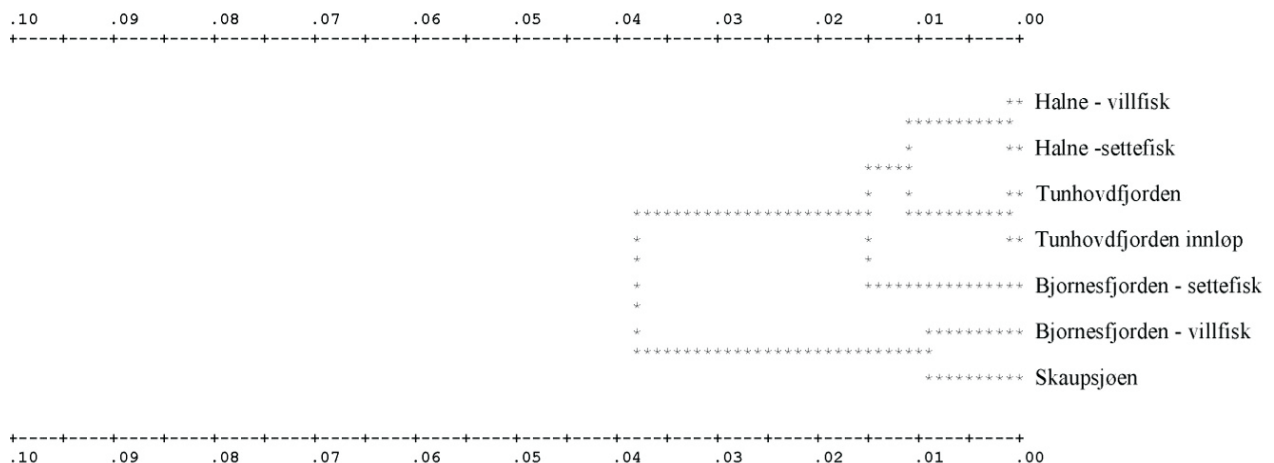
gjennomsnittleg heterozygoti er lite følsam for sjeldne variantar i bestanden, og stort sett bestemt av variantar som har middels frekvens i bestanden. Dersom det er brukt foreldrefisk frå ulike bestandar i produksjonen av setjefisk, vil dette gje høg heterozygoti.

Målet for genetisk variasjon (heterozygoti) viste høgast verdi i Bjornesfjorden, litt lågare for Halne. Vidare er det ein skilnad i observert (direct count) og forventa heterozygoti i Bjornesfjorden. Dette tydar på at prøvane er genetisk heterogene og inneheld fisk av ulikt opphav.

Heterogenitetsanalysen viser signifikant heterogenitet i alle gen i totalmaterialet. Dette viser at det er ikkje fri utveksling av individ og arveanlegg mellom bestandane. Dette er som forventa. Fst-analysen, som uttrykkjer graden av differensiering mellom bestandane, viser stor skilnad mellom dei ulike gena, med særleg høg verdi for *AAT-4\** (0.105) og *CK-1\** (0.073), i gjennomsnitt 0.041 over alle gen.

Fst-verdien (0.041) i totalmaterialet er litt lågare enn tilsvarande theta-verdi (Weir and Cockerham, 1984) (0.052) observert av Hovgaard (2001) som undersøkte sjøaurebestandar på Vestlandet. Vår Fst-verdi er også lågare enn den verdien (0.07) Ferguson et al. (1995) fann hos skotsk sjøaure. Skilnaden mellom desse studiane og vår studie er forventa fordi vårt materiale er samla inn i eit meir avgrensa geografisk område. Tabell 5 viser allelfrekvensar og heterozygoti i prøvane.

I klusteranalysen (figur 10) er det eit skilje mellom villfisk i Skaupsjøen/Bjornesfjorden og resten av materialet, medan setjefisk og villfisk i Halne er mest like. Likeins er dei to prøvane frå Tunhovdfjorden svært like. I klusteranalysen ligg Skaupsjøen uventa langt frå dei andre. Særleg hadde vi venta større likskap mellom Skaupsjøen og Halne på grunn av kort avstand. Villfisk i Bjornesfjorden er mest lik auren i Skaupsjøen, der det ikkje var sett ut fisk.



**Figur 10.** UPGMA clusteranalyse (Nei, 1978) viser genetisk distanse mellom prøvane.

Når vi samanliknar genfrekvensane hos villfisk og setjefisk i Bjornesfjorden med tunhovdaure, ser vi at i alle undersøkte gen er frekvensane hos setjefisk meir lik tunhovdaure enn det villfisk i Bjornesfjorden er (figur 11). Den beste forklaringa er at setjefisk av antatt bjornesstamme er oppblanda med tunhovdstamme. Parvise G-testar (tabell 6) av genotyperfordelingar, viste at villfisk og setjefisk i Bjornesfjorden var signifikant ulik i alle undersøkte gen, også etter Bonferroni-korreksjon. Mellom setjefisk i Halne og Bjornesfjorden var det færre utslag i testen, og etter Bonferroni-korreksjon, var det signifikant utslag i berre *eitt* gen. Dette er i samsvar med at same utsetjingsmateriale er nytta i begge innsjøane fram til 1991/92.

**Tabell 6.** Parvis samanlikning av genotypfordelingar i fem av dei undersøkte gena viser stor skilnad mellom setjefisk og villfisk i Bjornesfjorden.

Prøvar	Locus	G	df	p
Bjornesfjorden - setjefisk vs. villfisk	<i>AAT-1,2*</i>	21.2	4	< 0.001
	<i>AAT-4*</i>	37.8	2	< 0.0001
	<i>BGLUA*</i>	27.2	2	< 0.0001
	<i>LDH-5*</i>	22.4	2	< 0.0001
	<i>MDH-2*</i>	17.5	2	< 0.001
Bjornesfjorden setjefisk vs. Halne setjefisk	<i>AAT-1,2*</i>	2.9	4	0.6
	<i>AAT-4*</i>	7.4	2	0.03
	<i>BGLUA*</i>	2.8	2	0.3
	<i>LDH-5*</i>	12.2	2	0.002
	<i>MDH-2*</i>	7.3	2	0.03
Bjornesfjorden setjefisk vs. tunhovdstamme	<i>AAT-1,2*</i>	19.1	4	0.005
	<i>AAT-4*</i>	0.4	2	0.8
	<i>BGLUA*</i>	5.8	2	0.06
	<i>LDH-5*</i>	11.4	2	0.004
	<i>MDH-2*</i>	5.4	2	0.07
Bjornesfjorden villfisk vs. skaupsjøstamme	<i>AAT-1,2*</i>	22.0	4	< 0.001
	<i>AAT-4*</i>	13.5	2	0.001
	<i>BGLUA*</i>	1.2	2	0.5
	<i>LDH-5*</i>	0.8	2	0.7
	<i>MDH-2*</i>	0.9	2	0.6

Parvise samanlikningar viste minst genetisk distanse ( $D=0.001$ ) mellom villfisk og setjefisk i Halne (tabell 7). Den genetiske distansen mellom nabosjøane Skaupsjøen og Halne var dobbelt så stor som mellom Skaupsjøen og Tunhovdfjorden, donor-populasjonen. Når Skaupsjøen vart samanlikna med alle andre prøvar, er distansen størst til setjefisk og minst til villfisk i Bjornesfjorden. Når villfisk og setjefisk blir samanlikna med Tunhovdfjorden, er distansen mellom villfisk og Tunhovd dobbelt så stor som distansen mellom setjefisk og Tunhovd. Dette gjeld i både Bjornesfjorden og Halne.

**Tabell 7.** Parvise genetiske distansar (Nei, 1978) mellom prøvane.

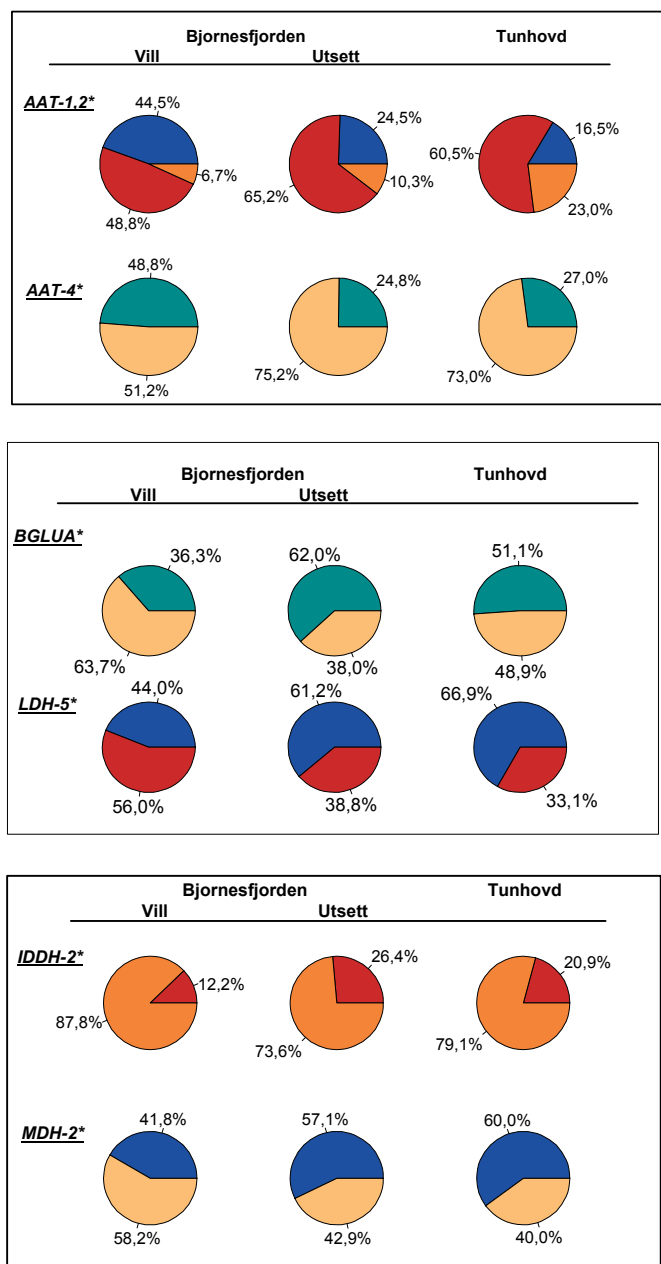
Populasjon	1	2	3	4	5	6	7
1 Halne - villfisk	*****						
2 Halne - setjefisk	.001	*****					
3 Bjornesfjorden - villfisk	.018	.023	*****				
4 Bjornesfjorden - setjefisk	.021	.012	.050	*****			
5 Tunhovdfjorden	.011	.007	.037	.015	*****		
6 Tunhovdfjorden - innløp	.017	.010	.037	.014	.001	*****	
7 Skaupsjøen	.029	.035	.009	.060	.045	.041	*****

Enkelte auregen vert rekna som markørar for fylogeografiske liner og koloniseringsruter (Hamilton et al. 1989; Bernatchez and Osinov, 1995; Garcia-Marin et al. 1999). I *LDH-5\** blir det elektroforetisk seine allelet rekna som markør for ei atlantisk line, medan det raske allelet karakteriserer ei anna line som koloniserte Nord-Europa tidlegare frå søraust. For *\*80*-allelet i *AAT-1,2\** som berre er registrert i låg frekvens i sjøaure langs kysten av Noreg (Makhrov et al. 2002), fann vi relativt høge frekvensar i villfisk frå Hardangervidda. Basert på frekvensane i desse to gena, vart det genetiske bidraget frå tunhovdstamme til setjefisk av antatt bjornesstamme estimert til 71-75 %.

### Genetisk påverknad i Bjornesfjorden

Den tydelege genetiske skilnaden mellom villfisk og setjefisk i Bjornesfjorden var uventa, fordi pålegget tilseier bruk av bjornesstamme. Dei parvise samanlikningane av genetisk distanse og klusteranalysen syner berre små distansar mellom Skaupsjøen og villfisk i Bjornesfjorden. Setjefisk i Bjornesfjorden avvik derimot frå både villfisk i Bjornesfjorden og Skaupsjøen. Dette tydar på ein intakt, vill aurebestand i Bjornesfjorden som er lite påverka av utsetjing. Dei parvise genetiske distansane syner at distansen mellom Tunhovd og setjefisk i Bjornesfjorden er under halvparten av distansen mellom Tunhovd og villfisk i Bjornesfjorden.

Dei parvise samanlikningane av genotype fordelingar i villfisk og setjefisk i Bjornesfjorden var statistisk signifikante i alle undersøkte gen, også med Bonferroni-korreksjon for multiple testar. Klusteranalysen, der villfisk og setjefisk er plassert i ulike greiner, tyder på at setjefisk brukt i Bjornesfjorden er erstatta eller hybridisert med ei anna stamme.



**Figur 11.** Kakediagram som viser genfrekvensane hos villfisk og setjefisk i Bjornesfjorden og hos tunhovdaure i seks undersøkte gen. Setjefisken i Bjornesfjorden liknar tunhovdauren.

Høg grad av heterozygoti hos setjefisk i Bjornesfjorden tydar også på eit samansett opphav (Garcia-Marin et al. 1991). Overskotet av heterozygote individ hos setjefisk kan skuldast seleksjon på genet. Det er likevel meir sannsynleg at det er kryssa inn andre stammer i bjornesstamma. Allelfrekvensane hos setjefisk i Bjornesfjorden er endra i retning av tunhovdaure i alle undersøkte loci. Dette viser at pålagt bjornesstamme er erstatta eller kryssa med tunhovdstamme.

#### *Genetisk påverknad i Halne*

I Halne var villfisk og setjefisk meir like i allelfrekvensar. Den genetiske distansen var liten, og på same nivå som mellom prøvane frå Tunhovdfjorden. Samstundes var halneuren svært ulik skaupsjøaren. Dette var uventa fordi avstanden mellom Halne og Skaupsjøen er langt kortare enn vandringsrutene som Sømme (1944) omtaler. Det var venta at halneuren ville gruppere seg saman med skaupsjøaren. Dei genetiske distansane mellom Tunhovd og setjefisk i Halne er svært like distansane mellom Tunhovd og setjefisk i Bjornesfjorden. Likevel er skilnaden litt mindre mellom Tunhovd og setjefisk, enn mellom Tunhovd og villfisk i Halne. Dei genetiske distansane mellom prøvane viser også at den genetiske påverknaden har vore langt sterkare i Halne enn i Bjornesfjorden. Ut frå desse observasjonane konkluderer vi med at dagens aurebestand i Halne er ei blanding av den opphavlege halnestamma, aure frå Tunhovd og noko materiale frå bjornesstamma.

#### *Mekanismar som kan ha influert på graden av genetisk påverknad*

Genetisk påverknad – etter 30 års utsetjing – er ulik i dei to sjøane. Bjornesfjorden er lite påverka, medan Halne har gått mot ei genetisk homogenisering. Dagens halneure er svært ulik skaupsjøaren, sjølv om avstanden mellom sjøane er såpass kort.

Det er fleire årsaker til at villfisken i Bjornesfjorden er lite påverka av utsetjinga. Dersom setjefisken ikkje inngår i vellukka reproduksjon, kan det vere ei forklaring. Likevel viser kontrollfisket at setjefisk utgjorde 55 % av fangsten i 1996 og 1997, og at kjønnsmodning hos setjefisk og villfisk var på same nivå. Alternativt kan det ha skjedd ei nyare innkryssing i setjefisken, der eventuelt avkom enno ikkje har kome inn i fangsten. Samanlikna med Halne, som mottok same setjefiskmateriell fram til 1991/92, er heller ikkje dette ei sannsynleg forklaring. Dette tydar på at forandringa av setjefisken skjedde tidlegare.

Setjefisken i Bjornesfjorden har i liten grad deltatt i vellukka reproduksjon, truleg på grunn av hard konkurranse med livskraftig villfisk. Denne observasjonen er i samsvar med Hansen et al. (1993) som fant at omfattande utsetjing i innsjøen Hald, hadde liten påverknad på den genetiske diversiteten i lokaliteten. Tilsvarende fann Skaala et al. (1996) lite bidrag frå utsett aure i to ville aurebestandar. I Halne har setjefisken tatt del i reproduksjonen, pga. svekka villfiskbestand etter regulering, stor utsetjing og etablering av ørekyte som konkurrerer med nyklekt aure om næring, territorium og rein predasjon frå ørekyte.

Det kan vere fleire årsaker til ulik utvikling i dei to innsjøane. Garcia-Marin et al. (1998) konkluderte med at påverknaden frå setjefisk var lågare i innsjøar med høgt fiskepress, fordi setjefisk er meir fangbar enn villfisk. I vårt prosjekt kan vi slå fast at fiskepresset er høgt i begge innsjøane, og at skilnaden mellom Halne og Bjornesfjorden neppe skuldast ulikt fiskepress.

Det er store skilnader mellom sjøane. Halne er regulert og har hatt ein tett bestand ørekyte, mens Bjornesfjorden er lite påverka av regulering og har gode gyteforhold. Ørekyta koloniserte Halne for 20-25 år sidan, og det er tett med ørekyte i innløpsbakkane. Det er kjent at ørekyte predaterer aktivt på nyklekt aure og er dessutan ein generell næringskonkurrent.

Derfor er den naturlege rekrutteringa i Halne vesentleg svekka samanlikna med Bjornesfjorden. To-somrig setjefisk har også ein fordel framfor villfisk i Halne. Derfor argumenterte Kultiveringsplanane med bruk av stadeigen stamme i produksjon av setjefisk til reguleringsmagasin med ørekyte – for ikkje å tyne den opphavlege stamma ytterlegare.

Utsetjing av aure kan ha ulik genetisk påverknad under ulike miljø. Det er altså vanskeleg å forutsjå langtidseffekten av eit utsetjingsprogram. I Bjornesfjorden er villfisk lite påverka av langvarig utsetjing, medan auren i Halne har gått mot genetisk homogenisering. Undersøkinga viser også at setjefisken ikkje alltid har antatt opphav.

#### Tilvekst hos halne- og tunhovdstamma

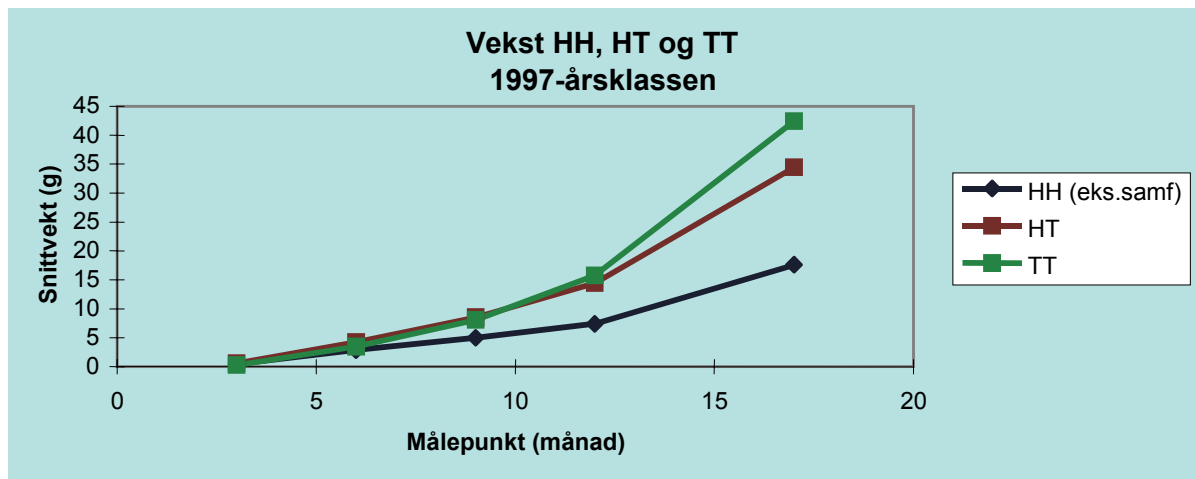
1997-årsklassen vart sett saman av villfisk frå Halne og oppdrettsliner av tunhovdstamme, medan 1998-årsklassen vart produsert av villfisk frå både Halne og Tunhovdfjorden. Tabell 8 viser data for stamfisk og setjefisk. Lengdefordeling av alle familiane i 1997- og 1998-årsklassen er vist i APPENDIX 4 OG 5.

**Tabell 8.** Data om stamfisk og setjefisk produsert av halne- og tunhovdstamme i 1997/1998.

År og stamme	Ho	Han	Antal ferdig merka	Fam.nr. og gruppemerke
	Nr / vekt/ #rogn	Nr / vekt		
<i>Halne x Halne 1997</i>	1/860/730	101/290	432	HH3 - GF
	4/934/730	104/315	328	HH2 - UM
	5/1315/1241	105/425	284	HH4 - VB
	7/980/803	106/277	510	HH5 - HB
	8/603/1060	110/344	260	HH1 - FF
	samfengt	samfengt	588	HH - G+VB
<i>Halne x Tunhovd 1997</i>	7/980/1241	9/1382	764	HT9 - HB
	1/860/949	11/2261	564	HT8 - GF
	4/934/1140	5/1814	671	HT6 - UM
	5/1315/1140	7/2222	592	HT7 - FF
<i>Tunhovd x Tunhovd 1997</i>	//1400			
	//1880			
	//2600		3928	
	//2100		(samla)	
	//1580			
	//1400			
<i>Halne x Halne 1998</i>	3/1530/	3/1013	605	HH3 - UM
	4/1420/	4/890	348	HH4 - G
	5/1555	samfengt	525	HH5 - UM
	6/934/	6/545	378	HH6 - UM
<i>Halne x Tunhovd 1998</i>	3/1530/	3/1810	331	HT3 - HB
	4/1420/	4/6153	534	HT4 - HB
	5/1555/	5/3820	508	HT5 - G
	6/934/	6/3720	545	HT6 - VB
	7/990/	7/-	205	HT7 - G+HB
<i>Tunhovd x Tunhovd 1998</i>	1/400/	1/4200	269	TT1 - G+VB
	2/3200/	2/350	615	TT2 - VB
	3/1250/	3/1810	693	TT3 - VB
	4/2481/	4/6153	612	TT4 - G
	5/3400/	5/3820	2049	TT5 - FF
	6/2550/	6/3720	728	TT6 - HB

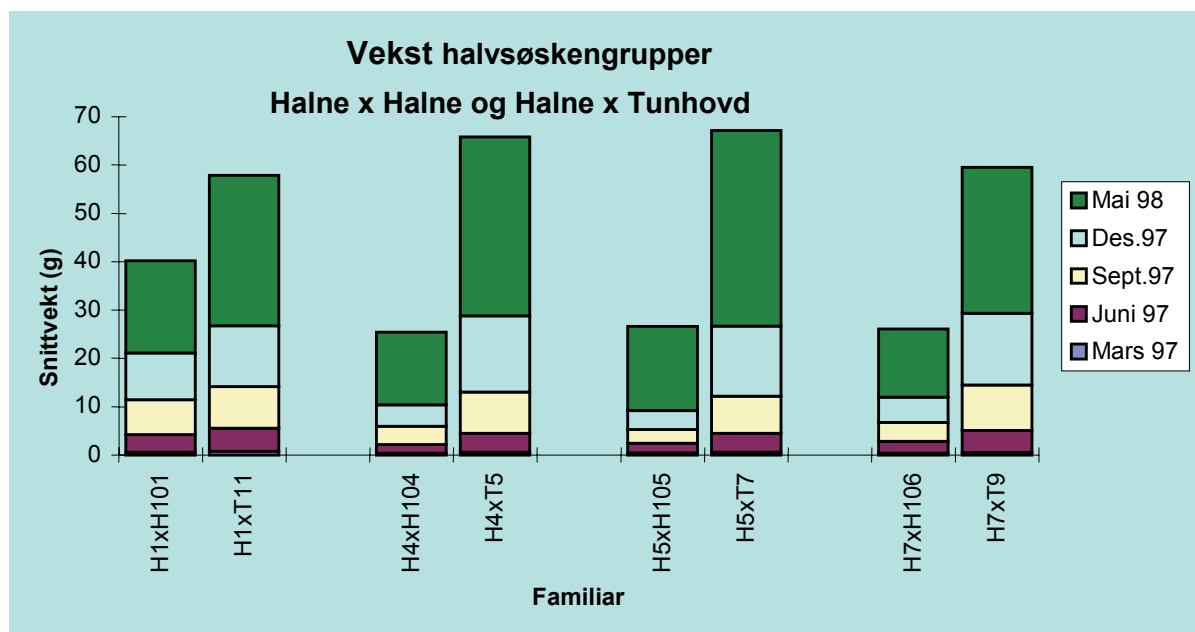
Figur 12 viser snittvekst av familiane i kvar stamme for 1997-årsklassen. Tunhovdstamma (TT) veks dobbelt så snart som halnestamma (HH). Hybridfamiliane (HT) veks nesten like raskt som reine tunhovdstamma (TT).





**Figur 12.** Vekst i klekkerifasen for familiar av tunhovdstamme (TT), halnestamme (HH) og hybridar (HT) i 1997-årsklassen.

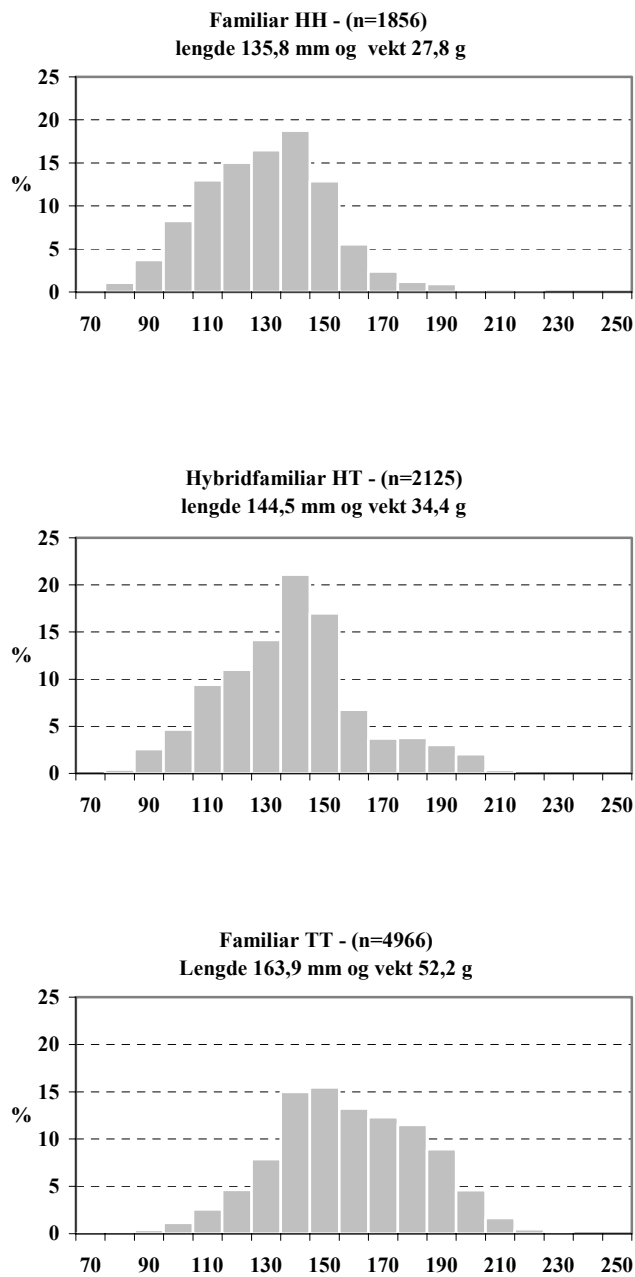
Veksten er samanlikna på familie- og stammenivå frå klekking til utsetjing. Sjølv om det er variasjon mellom familiane innan ei stamme, viser forsøket raskare vekst hos tunhovdstamma (TT) og hybridfamiliane (HT) enn hos halnestamma (HH). Dette er illustrert ved å samanlikne halv søskengrupper av 1997-årsklassen. Rogn frå fire halnehoer vart delt i to. Den eine halvdelan vart befrukta med halnehann, den andre halvdelan med tunhovdhann (figur 13). I tre av dei fire familiane er hybridfamiliane (HT) over dobbelt så store som halv søskenfamiliane (HH). Også i den fjerde halv søskengruppa er HT klart større enn HH.



**Figur 13.** Samanlikning av vekst hos halv søskengrupper gjennom klekkerifasen. H1, H4, H5 og H7 er halnehoer der halvparten av rogn vart befrukta med halnehannar (H101, H104, H105 og H106) medan den andre halvdelan vart befrukta med tunhovdhannar (T11, T5, T7 og T9).

1998-årsklassen – som var sett saman av vill stamfisk frå både Halne og Tunhovdfjorden – viser også klart best vekst hos tunhovdstamma (TT). Rein tunhovdstamme (TT) var nesten dobbelt så stor som rein halnestamme (HH) ved siste veging før utsetjing i juli 1999. Hybridfamiliane (HT) i 1998-årsklassen hadde eit vekstmønster som låg nærare halnestamma

(HH) enn tunhovdstamma (TT). Figur 14 viser lengdefordeling av alle HH-, HT- og TT-familiane i 1998-årsklassen.



**Figur 14.** Samla lengdefordeling av alle Halne- (HH), hybrid- (HT) og Tunhovd-familiane (TT) i 1998-årsklassen (gjennomsnitt lengde og vekt på figuren).

## REFERANSAR

- Bernatchez, L. and A. Osinov, 1995. Genetic diversity of trout (genus *Salmo*) from its most eastern native range based on mitochondrial DNA and nuclear gene variation. *Molecular Ecology* 4:285-297.
- Barlaup, B.T., Kleiven, E., Raddum, G.G., Gabrielsen, S.-E. og Johannessen, A. 2000. Fiskeribiologiske undersøkelser i Bjornesfjorden, august 1999. LFI, Universitetet i Bergen. Rapport nr. 111. 45 s.
- Clayton, J.W. & Tretiak, D.N. (1972). Amine-citrate buffers for pH control in starch gel electrophoresis. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 29, 1169-1172.
- Ferguson, A., J.B. Taggart, P.A. Prodöhl, O. McMeel, C. Thompson, C. Stone. 1995. The application of molecular markers to the study and conservation of fish populations, with special reference to *Salmo*. *Journal of Fish Biology* 47 (Suppl. A):103-126.
- Ferguson, A. 1989. Genetic differences among brown trout, *Salmo trutta*, stocks and their importance for the conservation and management of the species. *Freshwater Biology* 21:35-46.
- Garcia-Marin, J.L., P.E. Jorde, N. Ryman and C. Pla, 1991. Mangagement implications of genetic differentiation between native and hatchery populations of brown trout (*Salmo trutta*) in Spain. *Aquaculture* 3-4:235-249.
- Garcia-Marin, J.L., N. Sanz and C. Pla. 1998. Proportions of native and introduced brown trout i adjacent fishes and unfished Spanish rivers. *Conservation Biology* 2:313-319.
- Garcia-Marin, J.L., F.M. Utter and C. Pla. 1999. Postglacial colonization of brown trout in Europe based on distribution of allozyme variants. *Heredity* 82:46-56.
- Hamilton, K.E., A. Ferguson, J.B. Taggart, T. Tomason, A. Walker and E. Fahy. 1989. Post-glacial colonization of brown trout, *Salmo trutta* L. Ldh-5 as a phylogeographic marker. *Journal of Fish Biology* 35:651-664.
- Hansen, H. og Garnås, E. 1987. Fiskeribiologiske undersøkelser i Nedre Hein, Halnefjorden og Veslekrækkja 1986. Rap. Fylkesmannen i Buskerud 8/1987. 41s.
- Hansen, M.M., V. Loeschcke, G. Rasmussen and V. Simonsen. 1993. Genetic differentiation among Danish brown trout (*Salmo trutta*) populations. *Hereditas* 2:177-185.
- Hesthagen, T., T. Forseth, L. Fløysand and R. Saksgård. 1995. Effekten av aureutsetjingar i Aursjømagasinet. NINA Oppdragsmelding 383:1-29.
- Hesthagen, T., O. Hegge, J. Skurdal and B.K. Dervo. 1995. Differences in habitat utilization among native, native stocked, and non-native stocked brown trout (*Salmo trutta*) in a hydroelectric reservoir. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52:2159-2167.
- Hesthagen, T., L. Fløystad, O. Hegge, M. Staurnes and J. Skurdal. 1999. Comparative life-history characteristics of native and hatchery-reared brown trout, *Salmo trutta* L., in a sub-Alpine reservoir. *Fisheries Management and Ecology* 6:47-61.
- Hovgaard, K. 2001. A population genetic study of sea trout (*Salmo trutta* L.) from western Norway. Thesis. (In Norwegian). Institute of Fisheries and Marine Biology, University of Bergen, Norway. 53 pp.
- Indrelid, S. 1986. Fangstfolk og bønder i fjellet. Bidrag til Hardangerviddas førhistorie 8500-2500 år før nåtid. Thesis. (In Norwegian). University of Bergen, Norway. 395 pp.
- L'Abée-Lund, J.H., Aass, P. og Sægrov, H. 2000. Tunhovdørreten – etablering av en storvokst, fiskespisende ørretbestand i et reguleringsmagasin. NVE, rapport 9/2000.
- Løkensgard, T. 1976. Fiskeribiologiske undersøkelser for Dagalivassdraget. DVF og Fiskerikonsulentent i Øst-Norge. 283 s.
- Makhrov, A.A., Ø. Skaala and Yu.P. Altukhov. 2002. Alleles of *sAAT-1,2\** isoloci in brown trout: potential diagnostic marker for tracking routes of post-glacial colonization in northern Europa. *J. Fish Biol.* 60:000-000.
- Skaala, Ø. 1992. Genetic population structure of Norwegian brown trout. *J. Fish Biol.* 41:631-646.
- Skaala, Ø. and K.E. Jørstad. 1987. Fine-spotted brown trout (*Salmo trutta* L.): its Phenotypic description and Biochemical Genetic Variation. *Can. J. Fish. Aquat Sci.* 44: 1775-1779.
- Skaala, Ø. and K.E. Jørstad. 1988. Inheritance of the fine-spotted pigmentation pattern of brown trout. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 35 (3-4): 295-304.

- Skaala, Ø. K.E. Jørstad and R. Borgstrøm. 1996. Genetic impact on two wild brown trout (*Salmo trutta* L.) populations after release of non-indigenous hatchery spawners. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53:2027-2035.
- Sokal, R.R. and F.J. Rohlf, 1969. *Biometry*. W.H. Freeman, San Francisco, California.
- Swofford, D.L. and R.B. Selander, 1981. BIOSYS-1: a FORTRAN program for the comprehensive analysis of electrophoretic data in population genetics and systematics. *Journal of Heredity* 72:281-283.
- Sømme, J. 1941. *Ørretboka*. Jacob Dybwads Forlag. In Norwegian. 591 s.
- Taggart, J.B. and A. Ferguson. 1986. Electrophoretic evaluation of a supplemental stocking programme for brown trout, *Salmo trutta* L. *Aquaculture and Fisheries Management* 17:155-162.
- Tysse, Å. og Garnås, E. 1990. Fiskeribiologisk undersøkning i Langesjøen og Bjornesfjorden, Nore og Uvdal kommune 1989. Fylkesmannen i Buskerud. Rapport nr 11. 48 s.
- Tysse, Å. og Garnås, E. 1994. Fiskeribiologiske undersøkingar i Halne, Hein- og Krækkjavassdraget i Hol, Nore og Uvdal kommune 1992/93. Fylkesmannen i Buskerud. Rapport nr 16.
- Vasshaug, Ø. 1970. Fiskeribiologiske undersøkelser 1967-69. NVE, Statskraftverkene, Eidfjordanleggene.
- Weir, B.S. and C.C. Cockerham, 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution* 38(6):1358-1370.
- Weir, B.S. 1990. *Genetic data analysis. Methods for discrete population genetic data*. North Carolina State University. Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts.

## APPENDIX 1

### Utsetjingshistorie for Bjornesfjorden 1960 til 2000.

År	Stamme	Antal	Alder	Anlegg	Merknad
1960-70		0			Ingen utsetjing pga. stamfiskmangel
1971	Bjornesstamme	5.100	1-somrig	Reinsvoll	Første leveranse av bjornesstamme
1972		0			Havari på Reinsvoll
1973-87	Bjornesstamme	10.000	1-somrig	Reinsvoll	Oppdrettsforeldre av bjornesstamme
1988	Bjornesstamme	1.800	2-somrig	Reinsvoll	Oppdrettsforeldre av bjornesstamme
1989-91	Bjornesstamme	10.000	1-somrig	Reinsvoll	Oppdrettsforeldre av bjornesstamme
1992	Bjornesstamme	3.729	2-somrig	Eidfjord	Oppdretta bjornesstamme Reinsvoll
1993	Bjornesstamme	4.103	2-somrig	Eidfjord	1-generasjon vill bjornesstamfisk
1994	Bjornesstamme	4.350	2-somrig	Eidfjord	1-generasjon vill bjornesstamfisk
1995	Bjornesstamme	4.581	2-somrig	Eidfjord	1-generasjon vill bjornesstamfisk
1996		0			Stamfiskmangel
1997	Bjornesstamme Bjornesstamme	6.960 2.260	1-somrig 2-somrig	Eidfjord	1-generasjon vill bjornesstamfisk 1-generasjon vill bjornesstamfisk
1998	Bjornesstamme	4.500	2-somrig	Eidfjord	1-generasjon vill bjornesstamfisk
1999	Bjornesstamme	3.934	2-somrig	Eidfjord	1-generasjon vill bjornesstamfisk
2000	Bjornesstamme	10.200	2-somrig	Eidfjord	1-generasjon vill bjornesstamfisk

### Oversikt over utsett fisk i Bjornesfjorden 1992 til 2000.

År		Antal	Snittvekt (gram)	Snittlengd (cm)	Merking
1992	2-somrig	3.729	Ca. 30	Ca. 14	Klypt feitt og bukfinne
1993	2-somrig	4.103	49,8	16,9	Klypt feittfinne
1994	2-somrig	4.350	51,3	16,2	Klypt venstre bukfinne
1995	2-somrig	4.581	66,6	17,4	Klypt høgre bukfinne
1997	1-somrig	6.960	ca. 5	-	Umerka 1-somrig
1997	2-somrig	2.260	ca. 40	-	Klypt gattfinne (?)
1998	2-somrig	4.500	50 - 150	-	Klypt feittfinne
1999	2-somrig	3.934	50 - 170	-	Klypt gattfinne
2000	2-somrig	10.200	50 - 170	-	Klypt venstre bukfinne

### Utsetjingshistorie for Halne 1967 til 2000.

År	Stamme	Antal	Alder	Anlegg	Merknad
1967	Svensk aure	Ukjent	Ukjent	Reinsvoll	
1969	Dansk aure	Ukjent	Ukjent	Reinsvoll	
1970/71	Ukjent	Ukjent	Ukjent		
1972	Ukjent	Ukjent	Ukjent		Havari Reinsvoll, lite fisk
1973-77	Bjornesstamme	9.000/år	1-somrig	Reinsvoll	Første leveranse bjornesstamme
1978-84		13.000/år	1-somrig	Reinsvoll	Truleg bjornesstamme
1985-86	Bjornesstamme	13.000/år	1-somrig	Reinsvoll	
1987	Bjornesstamme	18.000	1-somrig	Reinsvoll	
1988	Luksefjell?	18.000	1-somrig	Reinsvoll	Usikker stamme
1989	Bjornesstamme	18.000	1-somrig	Reinsvoll	
1990	Bjornesstamme	20.000	1-somrig	Reinsvoll	
1991-92	Halnestamme	18.000	1-somrig	Eidfjord	
1993	Halnestamme	5.956	1-somrig	Eidfjord	Vill stamfisk Halne
1993	Tunhovdstamme	12.044	1-somrig	Eidfjord	
1994	Halnestamme	18.000	1-somrig	Eidfjord	Vill stamfisk Halne
1995	Halnestamme	10.036	2-somrig	Eidfjord	Vill stamfisk Halne, merka -FF
1996	Halnestamme	9.200	2-somrig	Eidfjord	Vill stamfisk Halne, merka -FF
1997	Halnestamme	9.200	2-somrig	Eidfjord	Vill stamfisk Halne, merka -GF
1998	Halne/Tunhovd	8.921	1-år, Fam-gr. *)	Eidfjord	Stamfisk: Vill Halne/Tunhovd Floy-merka og finnemerka
1999	Halne/Tunhovd	8.945	1-år, Fam-gr. *)	Eidfjord	Stamfisk: Vill Halne/vill Tunhovd Floy-merka og finnemerka
2000	Halne	12.500	2-somrig	Eidfjord	Vill stamfisk Halne, merka -FF

\*) Familiegrupper sett saman av Halne x Halne-stamme, Halne x Tunhovd og Tunhovd x Tunhovd

## APPENDIX 2

Lengde/vekt og K-faktor for villfisk og setjefisk i Bjornesfjorden i 1996–2000.

Antal fisk	Type	Alder	K-faktor	Snittvekt	Snittlengd	Merknad
(1996)		(år)		(g)	(cm)	
1	1989 utsett	7	1,07	1416	51,0	Utsett 1-s, oppdrett foreldre
8	1990 utsett	6	1,02	721	41,3	Utsett 1-s, oppdrett foreldre
18	1991 utsett	5	1,01	553	37,6	Utsett 1-s, oppdrett foreldre
8	1992 utsett	5	1,01	671	40,5	Utsett 2-somrig, oppdrett foreldre
23	1993 utsett	4	1,04	621	39,0	Utsett 2-somrig, ville foreldre
48	Villfisk	6,45	0,96	640	41,0	Naturleg reproduksjon

Antal fisk	Type	Alder	K-faktor	Snittvekt	Snittlengd	Merknad
(1997)		(år)		(g)	(cm)	
5	1990 utsett	7	1,06	1017	45,7	Utsett 1-s, oppdrett foreldre
17	1991 utsett	6	1,03	715	40,8	Utsett 1-s, oppdrett foreldre
2	1992 utsett	6	1,01	624	38,6	Utsett 2-somrig, oppdrett foreldre
20	1993 utsett	5	1,09	741	40,6	Utsett 2-somrig, ville foreldre
4	1994 utsett	4	1,07	294	30,1	Utsett 2-somrig, ville foreldre
9	1995 utsett	3	1,03	266	29,4	Utsett 2-somrig, ville foreldre
45	Villfisk	6,00	1,00	515	36,2	Naturleg reproduksjon

Antal fisk	Type	Alder	K-faktor	Snittvekt	Snittlengd	Merknad
(1998)		(år)		(g)	(cm)	
17	1991 utsett	7	0,99	805	43,5	Utsett 1-s, oppdrett foreldre
6	1992 utsett	7	1,11	895	43,0	Utsett 2-somrig, oppdrett foreldre
10	1993 utsett	6	1,06	1117	47,1	Utsett 2-somrig, ville foreldre
6	1994 utsett	5	1,02	629	39,5	Utsett 2-somrig, ville foreldre
2	1995 utsett	4	1,04	463	35,4	Utsett 2-somrig, ville foreldre
82	Villfisk	6,63	0,97	654	39,8	Naturleg reproduksjon

Antal fisk	Type	Alder	K-faktor	Snittvekt	Snittlengd	Merknad
(1999)		(år)		(g)	(cm)	
3	1991 utsett	8	1,00	848	43,7	Utsett 1-s, oppdrett foreldre
2	1993 utsett	7	1,03	790	42,3	Utsett 2-somrig, ville foreldre
8	1994 utsett	6	1,11	778	41,3	Utsett 2-somrig, ville foreldre
13	1995 utsett	5	1,06	653	39,4	Utsett 2-somrig, ville foreldre
127	Villfisk	6,98	1,00	685	40,6	Naturleg reproduksjon

Antal fisk	Type	Alder	K-faktor	Snittvekt	Snittlengd	Merknad
(2000)		(år)		(g)	(cm)	
3	1991 utsett	9	1,07	1182	47,7	Utsett 1-s, oppdrett foreldre
2	1994 utsett	7	1,05	867	43,3	Utsett 2-somrig, ville foreldre
2	1995 utsett	6	1,07	1141	47,4	Utsett 2-somrig, ville foreldre
6	1997 utsett	4	1,13	451	33,9	Utsett 2-somrig, ville foreldre
1	1998 utsett	3	1,13	254	28,2	Utsett 2-somrig, ville foreldre
93	Villfisk	7,49	1,05	812	44,0	Naturleg reproduksjon

## APPENDIX 3

Tilbakerekna vekst (cm) for aure i Bjornesfjorden i 1996–2000. Antal fisk - n.

<b>Bjornesfjorden 1996</b>	<b>1. år</b>	<b>2. år</b>	<b>3. år</b>	<b>4. år</b>	<b>5. år</b>	<b>6. år</b>	<b>7. år</b>	<b>8. år</b>	<b>9. år</b>
Villfisk n	3,5 48	8,1 48	13,7 48	19,2 48	24,2 44	31,1 38	38,5 33	42,6 2	
Setjefisk, 1-somrig utsett 1989-1991 n	5,5 27	13,9 27	19,5 27	25,1 27	32,4 27	38,5 9	47,1 1		
Setjefisk, 2-somrig utsett 1992 n		16,2 8	22,0 8	28,4 8	36,0 8				
Setjefisk, 2-somrig utsett 1993 n		18,7 23	25,6 23	33,5 23					

<b>Bjornesfjorden 1997</b>	<b>1. år</b>	<b>2. år</b>	<b>3. år</b>	<b>4. år</b>	<b>5. år</b>	<b>6. år</b>	<b>7. år</b>	<b>8. år</b>	<b>9. år</b>
Villfisk n	3,6 45	7,9 45	13,2 45	18,6 45	24,5 45	30,5 24	35,8 13	41,7 6	
Setjefisk, 1-somrig utsett 1990-1991 n	5,5 22	12,5 22	17,7 22	23,3 22	29,4 22	37,1 22	42,8 5		
Setjefisk, 2-somrig utsett 1992 n		17,8 2	21,6 2	25,7 2	30,3 2	35,8 2			
Setjefisk, 2-somrig utsett 1993 n		16,1 20	22,1 20	28,1 20	36,4 20				
Setjefisk, 2-somrig utsett 1994 n		15,0 4	21,1 2	26,4 2					
Setjefisk, 2-somrig utsett 1995 n		20,1 9	25,5 9						

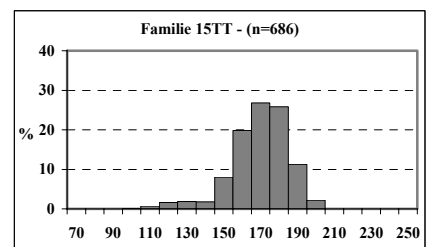
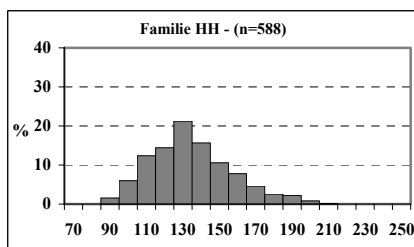
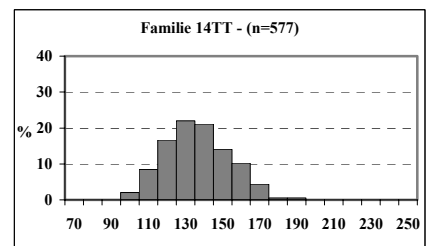
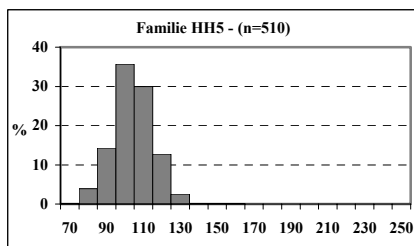
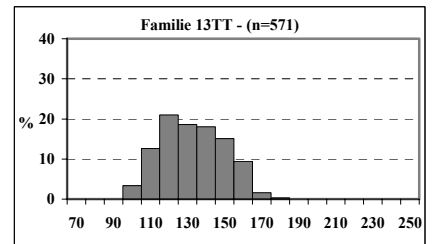
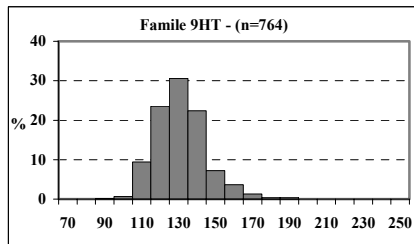
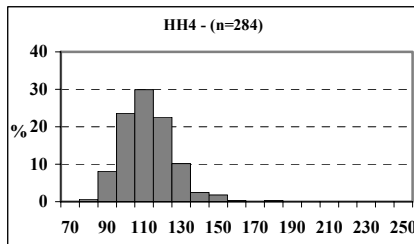
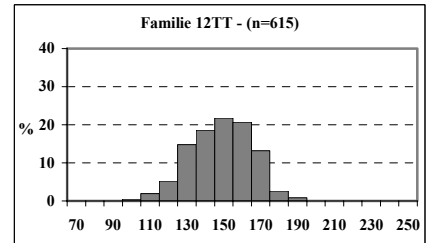
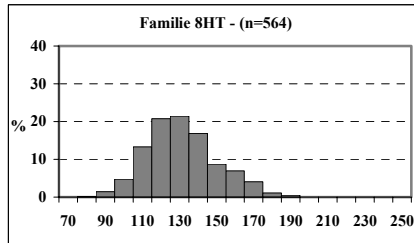
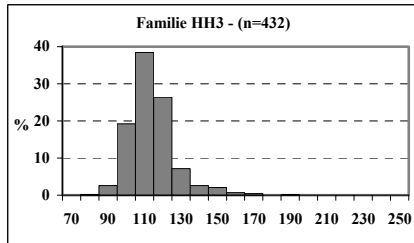
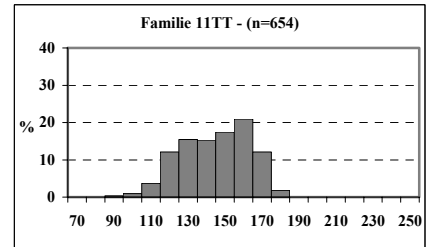
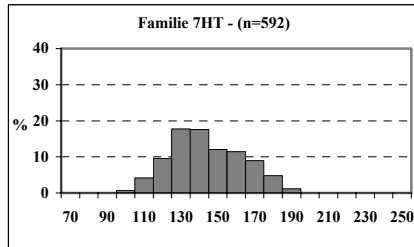
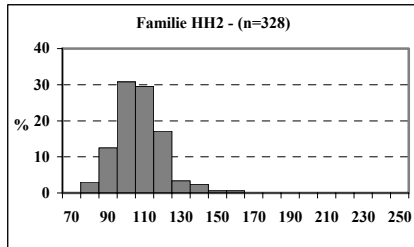
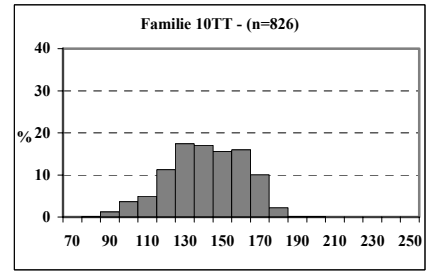
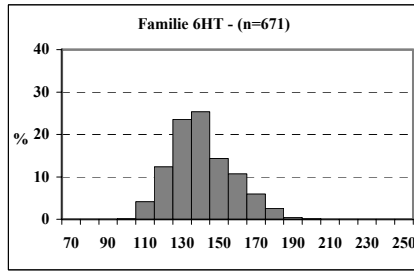
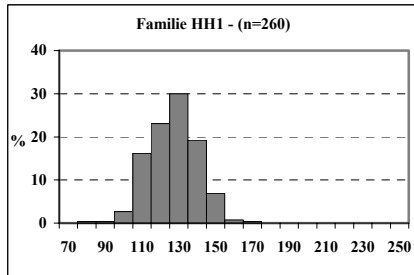
<b>Bjornesfjorden 1998</b>	<b>1. år</b>	<b>2. år</b>	<b>3. år</b>	<b>4. år</b>	<b>5. år</b>	<b>6. år</b>	<b>7. år</b>	<b>8. år</b>	<b>9. år</b>
Villfisk n	3,4 82	7,7 82	13,0 82	18,1 81	23,9 81	31,4 80	37,8 39	41,3 15	49,8 2
Setjefisk, 1-somrig utsett 1991 n	5,1 17	11,5 17	16,0 17	20,9 17	26,2 17	33,8 17	40,4 17		
Setjefisk, 2-somrig utsett 1992 n		10,4 6	17,0 6	22,2 6	27,7 6	34,7 6	40,5 6		
Setjefisk, 2-somrig utsett 1993 n		16,0 10	22,5 10	29,4 10	37,7 10	44,3 10			
Setjefisk, 2-somrig utsett 1994 n		15,1 6	21,8 6	29,2 6	36,5 6				
Setjefisk, 2-somrig utsett 1995 n		18,6 2	27,4 2	32,2 2					

<b>Bjornesfjorden 1999</b>	<b>1. år</b>	<b>2. år</b>	<b>3. år</b>	<b>4. år</b>	<b>5. år</b>	<b>6. år</b>	<b>7. år</b>	<b>8. år</b>	<b>9. år</b>
Villfisk n	3,2 127	7,2 127	12,3 127	17,7 127	22,7 127	29,3 123	36,3 114	41,9 13	49,4 2
Setjefisk, 1-somrig utsett 1991 n	5,2 3	10,0 3	13,7 3	17,7 3	21,8 3	29,4 3	36,2 3	41,4 3	
Setjefisk, 2-somrig utsett 1993 n		10,4 2	16,1 2	21,4 2	26,5 2	33,7 2	38,5 2		
Setjefisk, 2-somrig utsett 1994 n		15,2 8	22,0 8	26,9 8	33,3 8	38,5 8			
Setjefisk, 2-somrig utsett 1995 n		16,6 13	23,2 13	29,3 13	35,7 13				

<b>Bjornesfjorden 2000</b>	<b>1. år</b>	<b>2. år</b>	<b>3. år</b>	<b>4. år</b>	<b>5. år</b>	<b>6. år</b>	<b>7. år</b>	<b>8. år</b>	<b>9. år</b>
Villfisk n	3,5 94	7,4 94	12,2 94	17,2 94	22,0 91	27,9 88	33,8 78	39,9 65	44,9 6
Setjefisk, 1-somrig utsett 1991 n	5,1 3	10,1 3	14,9 3	20,2 3	24,3 3	31,4 3	38,4 3	42,8 3	45,5 2
Setjefisk, 2-somrig utsett 1994 n		11,4 2	17,6 2	24,0 2	28,7 2	35,5 2	40,2 2		
Setjefisk, 2-somrig utsett 1995 n		20,9 2	26,5 2	3,8 2	40,3 2	44,6 2			
Setjefisk, 2-somrig utsett 1997 n		18,8 6	25,0 6	30,6 6					
Setjefisk, 2-somrig utsett 1998 n		18,7 1	23,6 1						

## APPENDIX 4.

Lengdefordeling like før utsetjing i 1998 av Halne x Halne- (HH), Halne x Tunhovd- (HT) og Tunhovd x Tunhovd-familiane (TT) av 1997-årsklassen. Antal fisk i parentes.





## APPENDIX 5.

Lengdefordeling like før utsetjing i 1999 av Halne x Halne- (HH), Halne x Tunhovd- (HT) og Tunhovd x Tunhovd-familiane (TT) av 1998-årsklassen. Antal fisk i parentes.

