

Sp. 800. Tillaga til þingsályktunar [450. mál]

um kynbótastöð fyrir eldislax.

Flm.: Guðmundur G. Þórarinnsson.

Alþingi ályktar að fela ríkisstjórninni að láta reisa og reka kynbótastöð fyrir eldislax.

Greinargerð.

Laxeldi er þegar orðin mikilvæg atvinnugrein á Íslandi. Ekki er ólíklegt að útflutningur fiskeldisafurða nemi um 600 milljónum króna á þessu ári.

Á árinu 1987 var framleiðsla á sláturlaxi um 530 tonn, þar af um 40 tonn úr hafbeit. Framleiðslan kom frá 29 stöðvum og var um 180% aukning frá árinu 1986 þegar sláturlax nam um 188 tonnum frá 15 stöðvum.

Ársstörf í fiskeldi voru um 240 árið 1987, en það var um 33% aukning frá fyrra ári.

Áætlað er að á þessu ári verði framleiðsla sláturlax um 1400 tonn og á árinu 1989 um 2500 tonn. Áætluð framleiðsla gönguseiða er um 12 milljónir seiða 1988 og gæti orðið 15–20 milljónir seiða 1989.

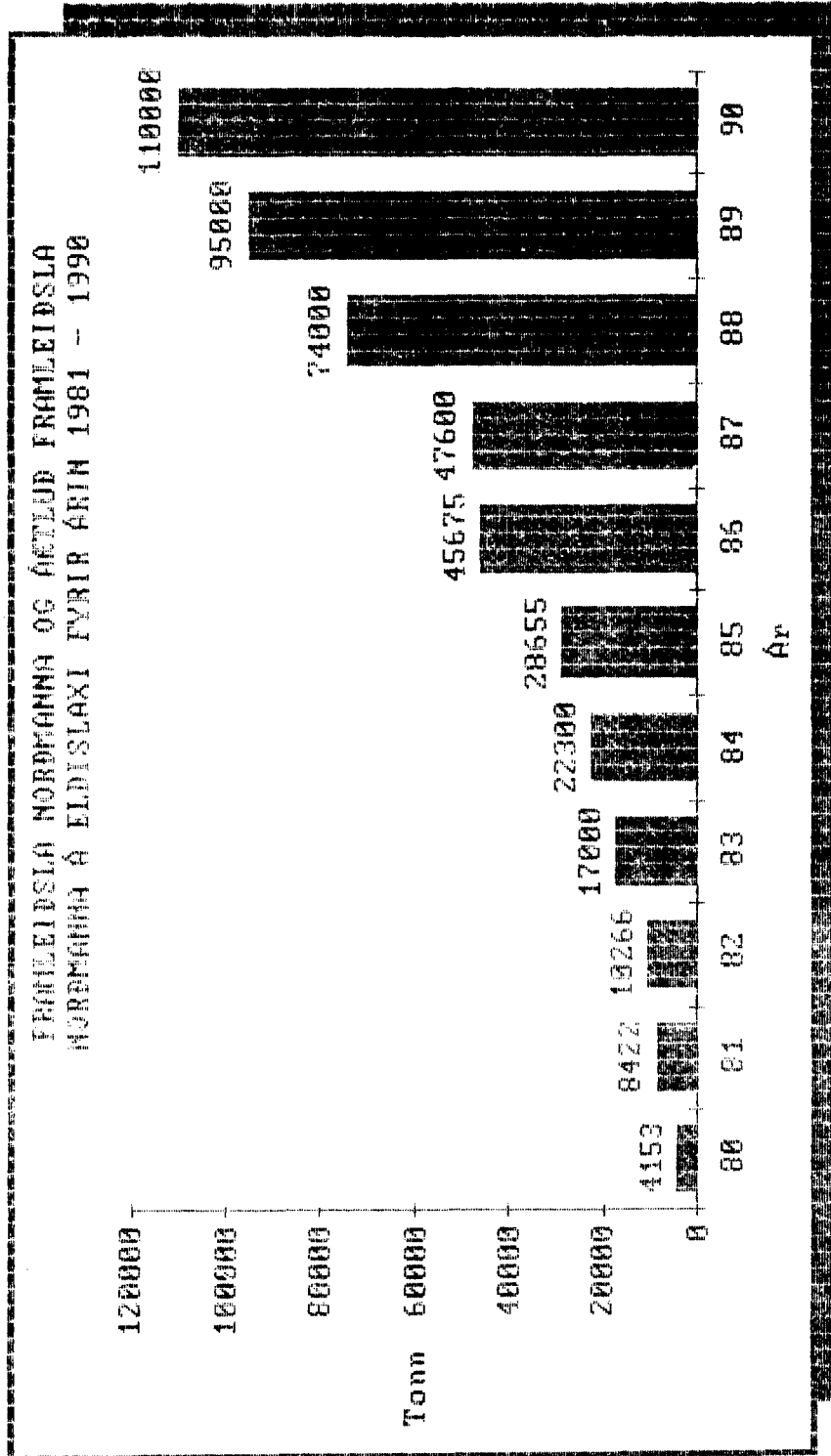
Laxeldi er sú grein fiskeldis sem hraðast hefur vaxið.

Ef rétt er á málum haldið gæti laxeldi orðið gífurlega mikilvæg atvinnugrein hér á landi í framtíðinni. Erfitt er að benda á aðra framleiðslugrein sem býr yfir jafnmiklum möguleikum. Sem dæmi má nefna að Norðmenn hafa þegar meiri tekjur af laxeldi en af þorskveiðum og veiða þó mikinn þorsk. Mikilvægasta fisktegund Norðmanna, þeirrar miklu fiskveiðiþjóðar, er nú eldislax. Til eru áætlanir í Noregi um að innan tiltölulega fárra ára verði tekjur af fiskeldi þrisvar sinnum hærri en tekjur af öllum fiskveiðum Norðmanna samantlagðar og þó eru Norðmenn meðal mestu fiskveiðiþjóða heims.

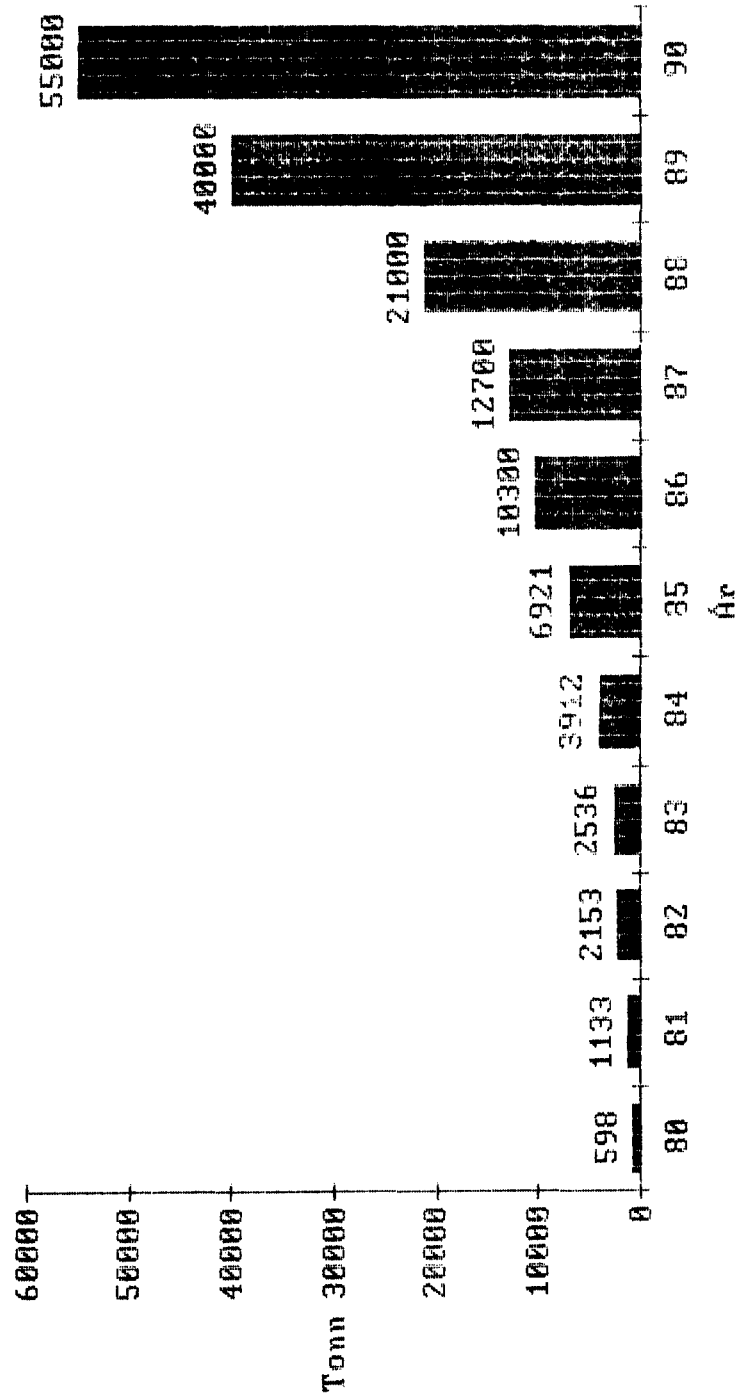
Á ýmsum sviðum búa Íslendingar yfir einstæðum möguleikum til fiskeldis. Tæplega finnst, miðað við þá yfirsýn sem menn nú hafa, nokkur atvinnugrein sem gæti aukið þjóðar-tekjur Íslendinga jafnmikið og fiskeldi. Fiskeldi gæti í framtíðinni orðið sambærilegt við fiskveiðar í þjóðarbúskapnum.

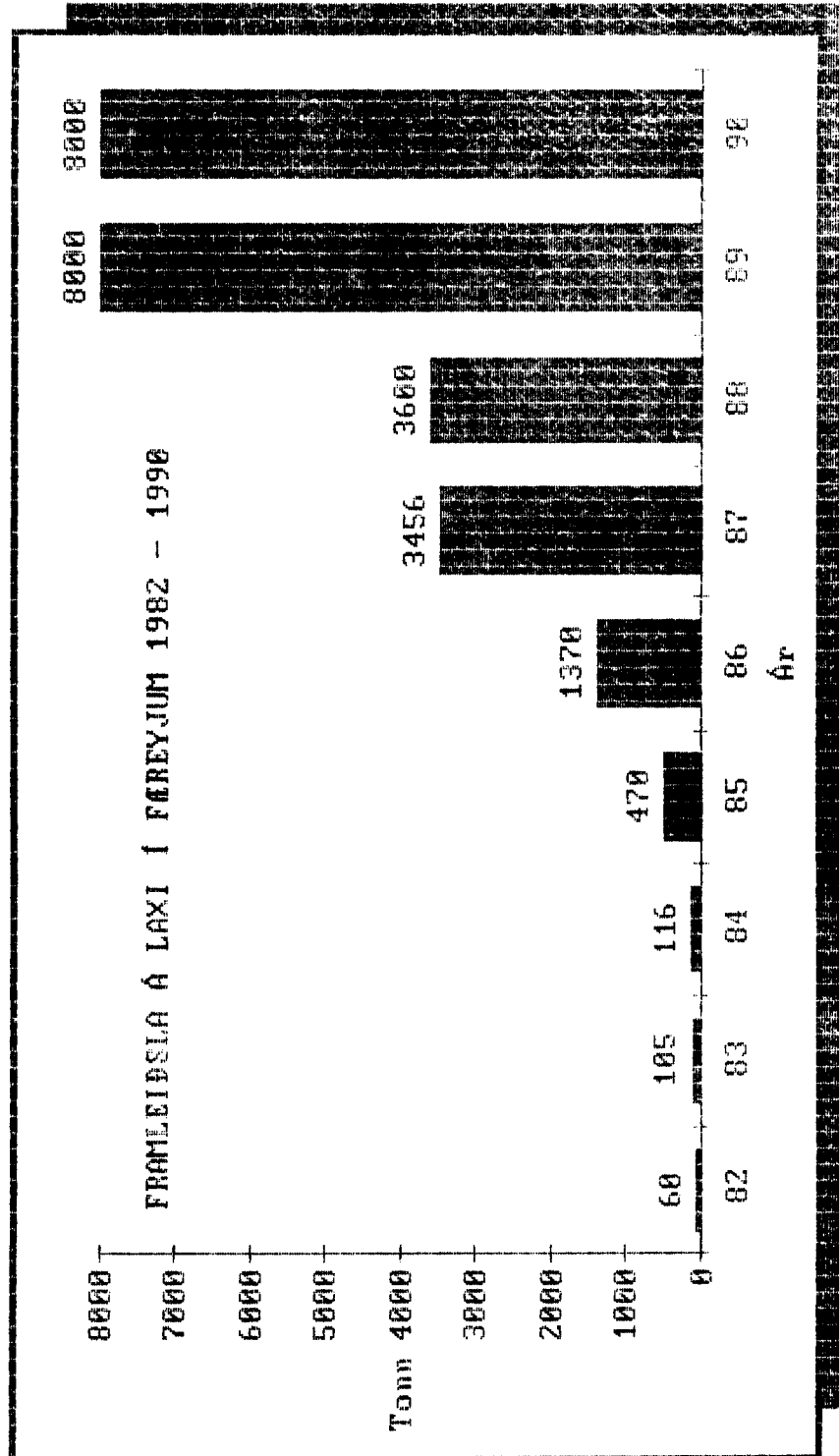
En þá ríður á að halda rétt á málum.

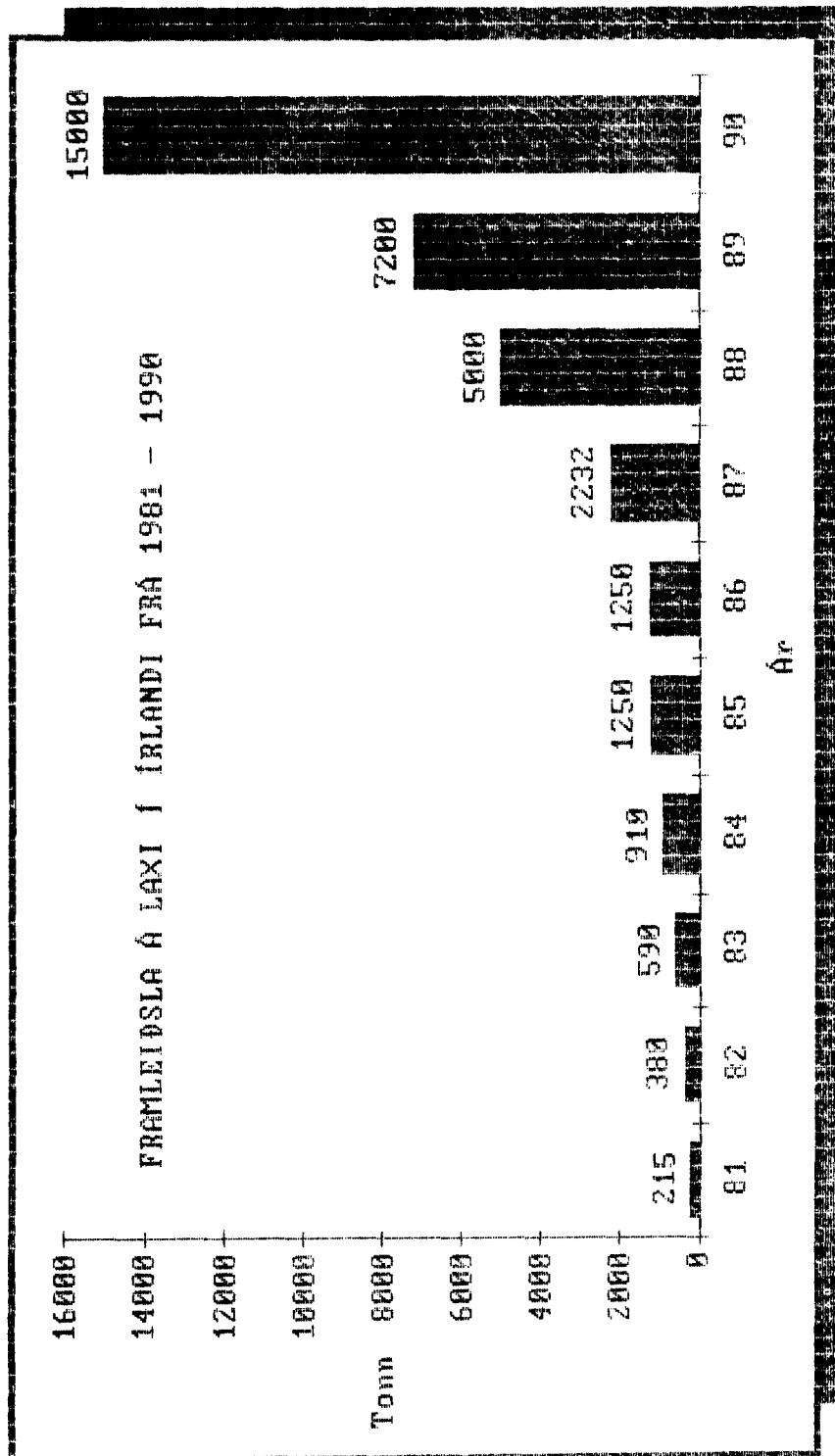
Framleiðsla nálægra þjóða.



FRAMLEIDSILA SKOTÁ Á LAXI FRÁ 1980 TIL 1990







Aðstaða á Íslandi.

Aðstaða til fiskeldis á Íslandi er að mörgu leyti hin ákjósanlegasta. Framtíð Íslands í matvælaframleiðslu gæti orðið mikil.

Lega landsins norður við heimskaupsbaug úti í miðju Atlantshafi er ákjósanleg í heimi vaxandi mengunar. Íbúar jarðarinnar munu í vaxandi mæli sækja í hollt, náttúrlegt fæði, framleitt við bestu aðstæður, án hvers konar mengunar og geislunar.

Stærð landsins og lág íbúatala skipta miklu í þessu sambandi. Hér er gnægð af fersku, góðu og smitfríu vatni til eldis. Sjór og loft eru hrein og ómengduð. Jarðhitinn býður upp á möguleika til að auka vaxtarhraða, möguleika sem aðeins fáir geta keppt við. Gnægð raforku er hér til dælingar og annarrar orkunotkunar. Fóður til fiskeldis má framleiða hér enda hráefnið að mestu innlent. Aðflutt aðföng eru því fremur lítil. Einangrun landsins minnkar áhættu af sjúkdómum. Allt leggst þetta á eitt.

Ólíklegt er að nokkrir geti keppt við Íslendinga í hagkvæmni við seiðaeldi.

Kynbætur.

Norðmenn hafa um nokkurt árabil stundað kynbætur á eldislaxi. Tilraunastöðin í Sunndalsöra var t.d. stofnuð 1971. Við kynbætur hafa Norðmenn lagt meginþunga á þrjú atriði: 1) aukinn vaxtarhraði, 2) síðbúinn kynþroska, 3) aukna mótstöðu gegn sjúkdómum.

Árangur er mikill eða 3–5% aukning vaxtarhraða á ári. Sem dæmi má nefna að 3% vaxtarhraðaaukning á ári þýðir tvöfaldan vöxt á 24 árum, en 5% vaxtarhraðaaukning á ári þýðir tvöfaldan vöxt á 14 árum.

Gífurleg eftirspurn er eftir hrognum úr kynbættum laxi í Noregi. Ljóst er að aukinn vaxtarhraði norska eldislaxins og síðbúinn kynþroski mun gera íslenskum eldisstöðvum erfitt fyrir í framtíðinni.

Íslensku laxastofnarnir verða í stórum mæli kynþroska eftir eitt ár í sjó. Við kynþroska fer fóður og orka mest í að þroska hrogn og svil. Fiskurinn vex ekki þrátt fyrir eldi og gæði fisksins til matar minnka. Úrval af seiðum til undaneldis er lítið og kynbætur nánast engar. Brýnasta málið við eldi á laxi á Íslandi er nú að kynbæta stofna til undaneldis. Vart er unnt nema í litlum mæli að treysta á innflutt hrogn, og áhætta af því er ef til vill mjög mikil því erfiðir sjúkdómar geta borist með hrognunum.

Íslensku fiskeldisstöðvarnar eru flestar ungar að árum og eiga fullt í fangi með að halda rekstrinum gangandi fyrstu árin. Því virðist ljóst að fiskeldisstöðvarnar eru þess ekki megnugar að reisa og reka kynbótastöð. Ríkið virðist vera sá aðili sem edlilegast væri að kæmi starfsemi af stað. Hvert ár sem tapast er dýrt. Mjög mikilvægt er að hefja kynbætur hið fyrsta. Það tekur mörg ár að ná árangri. Framleiðsla landanna í kringum okkur eykst hröðum skrefum, en kynbótastöð mun stórbæta samkeppnisástöðu okkar.

Í Kollafirði eru hafnar kynbætur á hafbeitarlaxi. Þar er að hluta verið að leita annarra eiginleika en í eldi, svo sem ratvísi eða aukinna endurheimta. Þar er notuð kynbótaaðferð sem nefnd er fjölskylduval og þar eru í eldi um 150 fjölskyldur af þremur stofnum. Vonir eru bundnar við að þessar kynbætur geti aukið arðsemi við hafbeit um 3–6% á ári með hærri endurheimtum og meiri meðalþunga sláturslax.

Kynbótastöð.

Kynbótastöð fyrir eldislax þarf að vera við sjó. Strandlengjan við Þorlákshöfn kæmi vel til greina. Stöðin þarf að standa sér og nokkuð einangruð vegna sjúkdómahættu, en vel má vera að fluttir yrðu til hennar stofnfiskar frá mörgum stöðum í byrjun. Aðstaða þarf að vera til klaks, seiðaeldis, geymslu stofnfisks og einhvers áframeldis. Gera verður ráð fyrir að seiði yrðu síðan alin í nokkrum matfiskastöðvum samkvæmt samningi við kynbótastöðina. Mælingar á þroska fisksins og sláturþunga væru síðan notaðar til vals á fiski til undaneldis.

Það val væri framkvæmt á fiski sem alinn er í sjálfri kynbótastöðinni. Kynbótastöðin gæti síðan selt hrogn í framtíðinni og af reynslu Norðmanna að dæma er hér um mjög arðbært fyrirtæki að ræða.

Sjálf skipulagning og tölvustýring kynbótanna gæti verið framkvæmd af sérfræðingum hjá Rannsóknastofnun landbúnaðarins. Sérfræðingar landbúnaðarins hafa þegar mikla reynslu í kynbótum, og undirbúningur vegna kynbóta á hafbeitarlaxi mundi nýtast vel í kynbótastöð fyrir eldislax.

Eðlilegt væri að hugsa sér að ríkið stofnaði og ræki þessa kynbótastöð í byrjun. Kynbótastöðin væri hins vegar hlutafélag þar sem áhugaaðilum, svo sem fiskeldisstöðvum, gæfist kostur á kaupum á hlutabréfum. Þannig gætu fiskeldisstöðvarnar og landssamtök þeirra tekið við rekstrinum síðar meir er þeim vex fiskur um hrygg. Mikilvægt er að í stjórn kynbótastöðvarinnar ættu sæti frá byrjun fulltrúi landssambands fiskeldis og hafbeitarstöðva og fulltrúi rannsóknaaðila, e.t.v. Háskólans, auk aðila með rekstrarþekkingu.

Framtíð fiskeldis á Íslandi veltur á því að rannsóknir og tilraunir verði eflidar. Íslendingar hafa þegar dregist aftur úr öðrum þjóðum í fiskeldi. Þróunin er mjög hröð, og nú þarf að láta hendur standa fram úr ermum ef ekki á að verða um seinan að hasla sér völl í þessari mikilvægu atvinnugrein framtíðarinnar.

Fylgiskjöl:

- 1) „Kynbætur á laxfiskum“. Stefán Aðalsteinsson.
- 2) „Kynbætur á laxfiskum“. Stefán Aðalsteinsson og Jónas Jónsson.
- 3) „Kynbætur á laxfiskum að Sunndalsöra í Noregi“. Stefán Aðalsteinsson.
- 4) „Úrval gegn ótímabærum kynþroska í laxfiskum“. Stefán Aðalsteinsson.

Fylgiskjal I.

Stefán Aðalsteinsson:

Kynbætur á laxfiskum.

Stefnumótun.

Hafist verði handa um skipulegar kynbætur á laxfiskum hér á landi sem fyrst til að tryggja samkeppnisaðstöðu íslenskra fiskeldisstöðva sem best.

Byggja þarf upp aðstöðu til að kynbæta eldislax, eldissilung og hafbeitarlax.

Erlend reynsla sýnir að kynbætur á eldisfiski eru með arðbærustu fjárfestingum sem völ er á.

Markmið kynbóta.

Stefnt er að því að ná framförum í þeim eiginleikum í eldisfiski og hafbeitarlaxi sem lýst er hér á eftir:

- A. Eldislax (og eldissilungur).
 - a. Aukinn vaxtarhraði.
 - b. Aukinn lífsþróttur.
 - c. Bætt gæði fisks.
 - d. Kynþroski á 2. ári.
 - e. Viðnám gegn sjúkdómum.

B. Hafbeitarlax.

- a. Auknar endurheimtur.
- b. Aukinn vaxtarhraði í sjó.
- c. Aukinn lífspróttur seiða í eldi.

Framkvæmd kynbótastarfs.

Megináhersla verður lögð á val milli systkinahópa, en einstaklingsúrvali verður auk þess beitt innan systkinahópa við kynbætur á vaxtarhraða og kynþroska á eldisfiski.

Við kynbætur á eldislaxi erlendis hefur almennt verið miðað við að ætliðabilið sé 4 ár (1,5 ár í fersku vatni og 2,5 ár í sjó).

Hér á landi yrði stefnt að því að nýta jarðvarma til að flýta klaki og seiðaeldi um 1 ár, þannig að sjógönguseiðum yrði sleppt í sjó 6–8 mánuðum eftir klak (0+ seiði). Þá gæti ætliðabilið orðið 3 ár hjá eldislaxi og þeim hafbeitarlaxi sem væri 2 ár í sjó en færi niður í 2 ár hjá hafbeitarlaxi sem væri 1 ár í sjó.

Með því að sytta ætliðabilið úr 4 árum í 3 ár, eykst kynbótaframför um 33% á ári, en með því að sytta það úr 4 árum í 2 ár, eykst árleg kynbótaframför um 100%.

Aðstaða.

Aðstaða þarf að fást í eldisstöð sem yrði til fullra og óskoraðra umráða til kynbóta-tilrauna og kynbótastarfs á meðan festa væri að skapast í starfseminni.

Eftirfarandi aðstaða þarf að vera fyrir hendi í slíkri stöð:

- a. Ker fyrir klakfisk frá því hann er valinn til kynbóta og fram yfir hrognatöku.
- b. Klakbakkar fyrir hrogn úr 100–200 völdum hrygnum og sami fjöldi kera fyrir seiði fram að merkingu fyrir hvora kynbótaleið um sig, eldiskynbætur og hafbeitarkynbætur.
- c. Aðstaða til sjóeldis á systkinahópum í kynbótum á laxi (og eldisilungi) þar sem allir hópar í árganginum væru sérmerktir og aldir saman.
- d. Aðstaða til sjógeymslu og eldis á hópum í hafbeitarkynbótum sem væru alsystkin og hálf-systkin, hópum sem sleppt hefði verið í hafbeit.
- e. Aðstaða til að halda fyrir fram gerðri áætlun um hitastig og ljóslotu á klaktíma og seiðastigi til að flýta klaki og seiðavexti og myndun sjógöngubúnings.
- f. Aðstaða til að stjórna hitastigi og ljóslotu í þeim tilgangi að tímasetja kynþroska og hrygningu kynbótafiska.
- g. Aðstaða til að ná miklum afköstum í merkingu seiða í systkinahópum.
- h. Aðstaða til áframhaldandi eldis í ferskvatni á merktum seiðum.
- i. Aðstaða til sleppingar á hafbeitarseiðum.
- j. Aðstaða til að taka á móti endurheimtum laxi, slátra honum, lesa úr merkjum og vega og meta afurðir.
- k. Aðstaða til úrvinnslu og uppgjors gagna í afkastamikilli tölvu.

Tengsl kynbótastarfs og annarra rannsókna.

Þær rannsóknir, sem fyrst og fremst tengjast því kynbótastarfi sem hér er lýst, eru eftirfarandi:

- a. Stjórnun á hrygningartíma klakfisks.
- b. Flýting klaks, frumfóðrunar og seiðaþroska.
- c. Seltuþol og alhliða sjóhæfni gönguseiða.

Rökstuðningur.

Fyrirsjáanlegt er að íslenskar fiskeldisstöðvar munu mæta harðnandi samkeppni við sölu afurða sinna á erlendum mörkuðum á næstu árum.

Ljóst er að ör vaxtarhraði í eldi matfiskjar muni hafa veruleg áhrif á hagkvæmni eldisstöðva hér á landi. Sá tími, sem hægt er að hafa lax í sjókvíum hér við land, er stuttur og afgerandi að nýta þann tíma sem best. Á sama hátt er ljóst að háar endurheimtur úr hafbeit munu skipta sköpum um fjárhagsafkomu hafbeitarstöðva.

Mikill árangur hefur náðst í kynbótum á eldisfiski í Noregi. Hagkvæmni í laxeldi þar byggist að verulegu leyti á því að framleiða stóran matfisk á stuttum tíma. Söluverð á laxi fer hækkandi á hvert kg eftir því sem laxinn er stærri.

Vaxandi áhugi er á því að fá flutt inn hrogn af kynbættum eldislaxi frá Noregi. Í því sambandi er ástæða til að benda á að aðstæður við eldi í Noregi og á Íslandi eru ólíkar. Því er óvíst í hve miklum mæli kynbótaárangur, sem náðst hefur í Noregi, nýtist á Íslandi.

Innflutningi á hrognum fylgir veruleg hættu á innflutningi sjúkdóma og því er ástæða til að forðast hann í lengstu lög. Auk þess er óhjákvæmilegt að eldisfiskur sleppi úr haldi öðru hvoru. Innfluttur eldisfiskur gæti spillt villtum íslenskum stofnum með íblöndun á óskyldu og óheppilegu erfðaeðli.

Erlendar rannsóknir benda til þess að auka megi endurheimtur á hafbeitarlaxi með kynbótum en hvergi er völ á skipulaga kynbættum efnivið til hafbeitar.

Ástæða er til að vekja sérstaka athygli á því að uppbygging á fiskeldisstöðvum hér á landi hefur byggst að verulegu leyti á innfluttri þekkingu og jafnframt er áhugi á að byggja eldi líka á innfluttum fiskstofnum. Þunga áherslu ber að leggja á nauðsyn þess að innlend þekking og innlendir fiskur sé hvort tveggja notað í sem ríkustum mæli við uppbyggingu á þessari mikilvægu atvinnugrein.

Fylgiskjal II.

Stefán Aðalsteinsson:

Úrval gegn ótímabærum kynþroska í laxfiskum. (Úr Eldisfréttum, 2. tbl. 1988.)

Inngangur.

Kynþroski er forsenda þess að laxfiskar geti aukið kyn sitt og viðhaldið tegundinni á jörðunni. Það er þess vegna dálítið ankannalegt að ræða um það hvernig hægt sé að velja gegn kynþroska sem slíkum. Náttúran hefur tæpast gert ráð fyrir því að tvíkynja tegund hafi til að bera erfðavísu sem gera hana kynlausu með öllu.

Ótímabær kynþroski er hins vegar vandamál í fiskeldi. Val gegn honum er þá fólgið í því að breyta stofninum þannig með úrvali að fiskar í stofninum verði ekki kynþroska of snemma miðað við hagkvæmnisjónarmið þeirra sem eldið stunda.

Ótímabær kynþroski getur verið með tvennu móti. Annars vegar er um að ræða það fyrirbæri þegar smáhængar verða kynþroska áður en þeir ganga í sjó. Hins vegar er um það að ræða að fiskur í eldi verði kynþroska áður en hagkvæmri stærð er náð og þar af leiðandi verðminni til sölu.

Mikilvægi aldurs við kynþroska í fiskeldi.

Aldur við kynþroska er talinn mikilvægur eiginleiki í eldi laxfiska eins og sést á töflu 1 hér á eftir þar sem vægi eiginleikans eykst eftir því sem stjörnum fjölgar (Gjedrem, 1983).

Eins og 1. tafla sýnir skiptir aldur laxfiska við kynþroska verulegu máli vegna þess að gæði fiskisins spillast þegar hann verður kynþroska. Ef fiskurinn verður snemma kynþroska verður að slátra honum áður en hann hefur náð hagkvæmstu stærð fyrir markaðinn.

Mikilvægi aldurs við kynþroska í fiskeldi

Aldur við kynþroska er talinn mikilvægur eiginleiki í eldi laxfiska eins og sést á 1. töflu hér á eftir þar sem vægi eiginleikans eykst eftir því sem stjörnum fjölgar (Gjedrem, 1983).

1. tafla. Fjárhagslegt vægi einstakra eiginleika nokkurra tegunda vatnadýra sem notaðar eru í eldi

Eiginleiki	Tegundir			
	Laxfiskar	Hitakærir fiskar	Skelfiskar	Rækjur
Vaxtarhraði	***	***	***	***
Gæði fiskjar	**	*	*	**
Afföll seiða	*	*	*	*
Afföll síðar	**	**	**	**
Kynþroskaaldur ¹⁾	**	?	?	?
Frjósemi	0	0	0	0

¹⁾ Við framleiðslu á stórum sláturfiski

Þættir sem hafa áhrif á kynþroska laxfiska.

Vitað er að kynþroski laxa eða regnbogasilunga er breytilegur innan sama stofns og að því er virðist við sömu skilyrði. Slíkur breytileiki getur stafað af erfðamun milli einstaklinga en getur einnig verið kominn til vegna sérstakra umhverfisáhrifa sem sumir fiskar innan stofnsins hafa orðið fyrir en aðrir ekki. Þá er einnig vitað að hægt er að hafa áhrif á kynþroska fiska með ýmiss konar meðferð sem margir einstaklingar eru látnir verða fyrir samtímis svo sem mismunandi ljósi, hormónagjöf, hitameðferð á hrognum og fleira.

Þá er enn vitað að mikill munur er oft milli stofna í aldri við kynþroska. Sá munur getur stafað af ytri aðstæðum ef stofnarnir búa við mismunandi skilyrði. Ef stofnamunur í kynþroska kemur fram þegar stofnarnir eru bornir saman við sömu skilyrði má gera ráð fyrir að munurinn sé að mestu leyti arfgengur.

Kynþroski smáhænga.

Hér á landi mun bera nokkuð á því að smáhængar í eldi verði kynþroska og drepist síðan flestir. Þetta kemur fram í auknum afföllum á seiðastigi.

Á tilraunastöðinni að Sunndalsöra í Noregi þar sem kynbótarannsóknir Norðmanna fara fram þar dálítið á kynþroska smáhængum í byrjun kynbótastarfsins en nú má heita að þeir séu hættir að sjást.

Valið hefur verið ákveðið gegn þessu fyrirbæri í kynbótastarfinu og það úrval virðist hafa borið árangur.

Í sérstakri úrvalstilraun, sem nýlega var gerð í Noregi með notkun hængseiða til undaneldis, kom í ljós að notkun hængseiða til undaneldis jók hlutfall kynþroska smáhænga meðal afkvæmanna verulega (Gjerde, 1986). Hér á landi má líklega búast við því að kynþroska smáhængar séu algengari í þeim laxastofnum sem búa við erfið skilyrði frá náttúrunnar hendi. Þar sem kaldur sjór og hafis dregur úr lífslíkum seiða í sjó og minnkar endurheimtur getur það verið stofninum hagstætt að eitthvað af hængum verði kynþroska á seiðastigi. Með því móti er viðhaldi stofnsins borgið ef einhverjum hrygnum tekst að skila sér úr sjó heim í ána. Við megum því búast við því að fá eitthvað af kynþroska smáhængum á hverju ári þar sem seiði til eldis eru fengin úr villtum stofnum.

Ef við tökum upp kynbótastarf á borð við það sem Norðmenn eru með förum við alfaríð út í það að taka eldisseiði af kynbættum stofnum. Þar með ætti þetta fyrirbæri að hverfa mjög fljótlega.

Munur á laxastofnum hvað snertir kynþroska.

Margar rannsóknir eru til á því hversu snemma einstakir laxastofnar verða kynþroska þegar þeir eru bornir saman við sömu skilyrði. Samantektir um þetta efni eru m.a. til eftir Gjerde og Refstie (1984) og Gjerde og Gjedrem (1984).

Gjerde og Refstie (1984) rannsökuðu fimm stofna af Atlantshafslaxi í hreinrækt og í blöndun við alla hina stofnana þar sem hver stofn í blöndun kom fyrir bæði sem faðir og móðir. Í þessari rannsókn voru kannaðar samlagningarerfðir (additive effects), móðuráhrif og blendingsþróttur. Mikill meðalmunur kom fram milli stofna á hlutfalli kynþroska fisks eftir tvö ár í sjó. Móðuráhrif sumra stofnanna á kynþroska voru einnig hámarktæk en blendingsþróttur var lítil.

Þessi niðurstaða gefur ótvírætt til kynna að verulegur eðlismunur sé á milli stofna að því er varðar aldur við kynþroska. Einnig gefur rannsóknin sterka bendingu um að erfðaeefni, sem berst aðeins frá móður til afkvæmis, beri með sér erfðavísa sem hafa áhrif á kynþroska. Þá segir rannsóknin okkur það enn fremur að sé tveimur stofnum blandað saman þá komi fram nokkurn veginn sá meðalaldur við kynþroska sem búast mátt við frá foreldrastofnunum. Blendingarnir víkja sem sé ekkert að ráði frá meðaltali foreldranna.

Arfgengi á aldri við kynþroska.

Arfgengi á kynþroskastigi eða aldri við kynþroska eru gerð skil í greinum eftir Gjedrem (1983) og Gjerde og Gjedrem (1984).

Í greininni frá 1983 tekur Gjedrem saman upplýsingar úr fjölmörgum ritgerðum á þessu sviði og dregur af þeim ályktanir.

Í 2. töflu eru sýndar tölur yfir arfgengi á kynþroska úr ýmsum rannsóknum. Eins og fram kemur í 2. töflu hefur aldur við kynþroska tæplega miðlungi hátt arfgengi í regnbogasilungi en til muna hærra í laxi.

Arfgengistölurnar eru allar það háar, sérstaklega fyrir laxinn, að búast má við verulegum árangri í því að velja að síðbúnum kynþroska. Reyndin af úrvali í eldislaxi og regnbogasilungi á Sunndalsöra í Noregi er sú að ótímabær kynþroski hefur minnkað jafnt og þétt eftir því sem úrvalið hefur verið stundað lengur og kynþroska smáhængar koma því sem næst aldrei fyrir þar lengur.

2. tafla. Arfgengi aldurs við kynþroska hjá regnbogasilungi og Atlantshafslaxi.

Tegund	Arfgengi +/- s.e.		Aðferð ¹⁾	Heimild
	h^2	+/- s.e. (h^2)		
Regnbogasilungur	0.21	....	F	(3)
Regnbogasilungur	0.26	....	M	(3)
Regnbogasilungur	0.21	0.14	Fj	(5)
Atlantshafslax	0.48	0.20	A-M	(1)
Atlantshafslax	0.39	....	F	(3)
Atlantshafslax	0.49	....	M	(3)
Atlantshafslax	1.00	0.67	M	(6)

¹⁾ Reikningsaðferðir við mat á arfgengi voru:
F: metið út frá ferveikspætti milli fedra
M: metið út frá ferveikspætti milli móðra
Fj: metið út frá ferveikspætti milli fjölskyldna
A-M: metið út frá aðhverfi afkvæmis að móður

Samband milli vaxtar og kynþroska.

Það er löngu kunnugt að fiskar sem þroskast fljótt verða fyrr sjóbúnaðir og kynþroska heldur en hægvaxta fiskar. Af því telja margir að erfitt verði að velja samtímis að örum vexti og síðbúnum kynþroska.

Í norskum rannsóknum hefur verið reiknuð út erfðafylgni milli kynþroskastigs og nokkurra veigamikilla eiginleika í eldislaxi og regnbogasilungi (Gjerde og Gjedrem, 1984). Kynþroskastigin voru gefin eftir þroska kynkirtla við slátrun. Fiskur með kynþroskastig 0,1 og 2 var talinn ókynþroska en fiskur með stigin 3, 4 og 5 var talinn mundu hafa hrygnt á árinu. Erfðafylgnitölurnar eru sýndar í töflu 3.

Samkvæmt erfðafylgnitölunum í töflu 3 hækkar kynþroskastigið í laxinum með auknum slátrupunga. Þetta samband er þó ekki sterkara en það að verulegar líkur eru á að ná saman í sömu fjölskyldu miklum vexti og lágu kynþroskastigi við slátrun. Í Noregi er laxinum yfirleitt slátrað eftir þrjú sumur í sjó.

3. tafla. Erfðafylgni og svipfarsfylgni milli kynþroskastigs (0-5) og nokkurra annarra eiginleika hjá Atlantshafslaxi og regnbogasilungi (Gjerde og Gjedrem, 1984).

Eiginleiki	Atlantshafslax		Regnbogasilungur	
	Erfða- fylgni	Svipfars- fylgni	Erfða- fylgni	Svipfars- fylgni
Þungi, óslægður	0.52	0.32	0.11	0.11
Þungi, slægður	0.49	0.30	0.11	0.09
Lengd	0.28	0.13	0.16	0.11
Holdfylling	0.22	0.01	-0.15	-0.01

Hvað er til ráða á Íslandi?

Ótímabær kynþroski hefur valdið verulegum búsifjum í laxeldi hér á landi. Ekki liggur fyrir nein úttekt á því hverjar séu helstu orsakir þess að fiskur verður kynþroska við lágan þunga hér á landi. Gera má ráð fyrir að vandinn stafi að verulegu leyti af ýmsum umhverfisþáttum sem menn hafa ekki náð valdi á enn þá. Einnig verður að gera ráð fyrir því að þeir stofnar sem hér er völ á í eldi verði fyrr kynþroska heldur en til dæmis kynbættir stofnar af norskum eldislaxi þar sem sérstaklega hefur verið valið gegn ótímabærum kynþroska.

Það liggur ljóst fyrir að við þurfum meiri rannsóknir á þessu vandamáli en gerðar hafa verið hingað til.

Hér á eftir verður fjallað um tvo þætti þessa máls, þ.e. annars vegar tilraunir með umhverfisáhrif og hins vegar tilraunir með kynbótaúrval.

Tilraunir með umhverfisáhrif.

Hefja þarf skipulegt tilraunastarf þar sem settir eru upp hæfilega stórir tilraunaflokkar og þeir bornir saman við mismunandi aðstæður til þess að prófa sem best þá þætti sem hugsanlega má ná stjórn á til að draga úr þessum vanda. Í þessu máli þarf fiskeldið að taka í sína þágu tilraunataekni og tölfræðibeitingu sem notuð hefur verið um áratuga skeið með farsælum árangri í landbúnaðarrannsóknum. Í landbúnaðinum eru gerðar strangar kröfur um val á sambærilegum efnivið í alla meðferðarflokka, tilviljanakennt val einstaklinga í hvern meðferðarflokk, endurtekningar á öllum meðferðarflokkum og strangt tölfræðilegt mat á niðurstöðum.

Sú krafa er ófrávíkjanleg að hægt sé að segja með ákveðinni vissu hvort sá munur sem verið er að skoða sé marktækur (significant). Einnig er það ófrávíkjanleg krafa að hægt sé að fullyrða að munurinn sem fram kemur á milli tveggja tilraunaflokka geti aðeins stafað af tveimur hugsanlegum orsökum. Munurinn á að stafa af tilviljun eða af tilraunameðferð. Ef hann gæti stafað af þriðju orsök er tilraunin illa gerð. Það er stundum svo að sjá að menn séu ekki nógu gagnrýnir á skipulag tilrauna sinna og enn síður nógu gagnrýnir á þær tilraunir sem aðrir hafa gert.

Tilraunir með kynbótaúrval.

Kynbótaúrval gegn ótímabærum kynþroska má framkvæma með þrennu móti.

Í fyrsta lagi er hægt að framkvæma einstaklingsúrval innan þess laxastofns sem fiskeldismaðurinn hefur undir höndum. Þá yrðu teknir til undaneldis þeir einstaklingar sem verða seint kynþroska.

Þess háttar úrvali fylgir sú mikla hætta að fyrir valinu yrðu fiskar sem jafnframt hafa eðli til að vaxa hægt og verða seint kynþroska af þeim sökum.

Önnur aðferð er sú að leita uppi laxastofna sem koma að öðru jöfnu ekki upp í ár til hrygningar fyrir en eftir tveggja ára dvöl í sjó. Með því móti mætti hugsanlega ná sér í stofn sem yrði ekki kynþroska fyrir en eftir tveggja ára vöxt í sjóeldi. Fyrir því er þó engin víska því að ekki er vitað í hve miklum mæli stofnamunur á kynþroska íslenskra laxa stafar af erfðum og að hve miklu leyti af náttúruskilyrðunum sem stofninn býr við.

Þriðja leiðin er sú að hefja skipulagt tilraunastarf sem miðar að því að auka vaxtarhraða fisksins samtímis því sem ræktaður er fram stofn sem verður seint kynþroska. Til þess að slíkt úrval sé virkt þarf að vera hægt að bera saman fjölskyldur (alsystkinahópa) sem hafa verið aldar upp við sambærilegar aðstæður. Þá yrði valið til undaneldis úr þeim fjölskyldum sem hafa náð mestum meðalvexti og sýnt minnstan ótímabæran kynþroska. Með þeim breytileika sem er bæði í vexti og aldri við kynþroska má gera ráð fyrir að fá mætti mjög skjóta framför í hvoru tveggja, vaxtarhraða og síðbúnum kynþroska.

Til þess að ná þeim árangri þarf öflugt og miðstýrt kynbótakerfi. Einstakir eldismenn hafa ekki bolmagn til að fjárfesta í virku kynbótastarfi hver fyrir sig.

Fylgiskjal III.

Stefán Aðalsteinsson:

Kynbætur á laxfiskum að Sunndalsöra í Noregi.
(Úr Riti Fiskifélags Íslands, 79. árg. 7. tbl. júlí 1986.)

Heimsókn til Noregs.

Eins og alþjóð er kunnugt hefur verið vaxandi áhugi á eldi laxfiska á Íslandi undanfarin misseri. Í þeim efnum höfum við mjög mikið til Norðmanna að sækja því þeir standa öllum þjóðum frammar í fiskeldi.

Í Noregi var fyrir nokkru sett á laggirnar stofnun sem heitir Institutt for Akvakultur (Vatnabúskaparstofnunin). Hún hefur aðsetur við Landbúnaðarháskólann að Ási í Noregi. Forstjóri stofnunarinnar er dr. Trygve Gjedrem sem margir Íslendingar þekkja. Hann hefur starfað lengi að rannsóknum á laxfiskum og sérstaklega unnið að skipulagningu kynbóta á þeim.

Ég heimsótti dr. Gjedrem í desember 1984 og ræddi þá við hann um kynbætur á laxfiskum og árangur af þeim. Þá fékk ég staðfest það sem ég hafði áður haft spurnir af að kynbætur á laxfiskum skiluðu ótrúlegum árangri.

Kynbótarannsóknir og hagnýt kynbótastarfsemi hafa farið fram að Sunndalsöra í Vestur-Noregi skammt frá Molde og þangað hafði mig lengi langað til að komast.

Tilfni og tækifæri til þess gafst nú í maílok 1986. Þá komst skriður á umræður um kynbætur á laxfiskum hér heima. Þegar ég átti erindi til Norðurlandanna ákvað ég að biðja dr. Gjedrem um leyfi til að fá að heimsækja tilraunastöðina á Sunndalsöra og var það auðfengið.

Tilraunastöðin á Sunndalsöra.

Tilraunastöðin var stofnuð árið 1971. Þá var fiskeldi rétt komið af stað í Noregi.

Ástæðan fyrir því að Sunndalsöra varð fyrir valinu var sú að þar buðust til afnota 5 rúmmetrar á mínútu af 10 C heitu kælivatni frá mjög stóru vatnsraforkuveri á staðnum og auk þess nóg af köldu vatni, eða um 25 rúmmetrar á mínútu (rúmlega 400 lítrar á sekúndu).

Í stöðinni eru þrjú hús, samtals 1670 fermetrar, með 450 trefjaplastkerum af mismunandi stærðum. Ker fyrir afkvæmahópa af laxaseiðum eru 2 fermetrar, en eins fermetra ker fyrir afkvæmahópa af regnbogasilungi. Utanhúss eru 36 hringlaga steypar tjarnir hver um sig 10 metrar í þvermál. Í stöðinni starfa nú um 25 manns.

Ég kynnti mér aðallega þær kynbætur sem unnið hefur verið að á laxfiskum á Sunndalsöra en þar hafa eldislax og regnbogasilungur verið kynbættir.

Kynbætur á eldisfiski.

Í byrjun kynbótastarfsins var safnað saman 40 mismunandi laxastofnum frá ýmsum stöðum í Noregi og þeir bornir saman. Í ljós kom mikill munur á vaxargetu stofnanna og kynbótastarfið hefur einvörðungu byggst á framræktun og úrvali úr bestu stofnunum.

Gerðar hafa verið tilraunir með stofnablöndur til að kanna hvort blendingsþróttur skipti máli. Þær tilraunir gáfu til kynna að eftir litlu væri að slægjast með blendingsrækt.

Aðferðin við kynbætur er í stórum dráttum eftirfarandi:

Valdir eru í byrjun álitlegir foreldrar, um 200 hrygnur og 50 hængar. Hrygnurnar eru kreistar og hver hængur látinn frjóvga hrogn úr 2–5 hrygnum. Hrognin úr hverri hrygnu klekjast í sérstökum klakbakka og þeim er komið fyrir sér í kerri fram að þeim tíma að hægt er að merkja seiðin. Vanhöld við klak, frumföðrun og eldi fram að merkingu eru skráð og sömuleiðis vanhöld frá merkingu þar til seiðum er sleppt í sjó.

Framför afkvæmahópanna í ferskvatni fram að merkingu er líka skráð og tölur um vanhöld og framför á seiðum notaðar til að velja úr og kasta frá lökustu afkvæmahópunum strax á því stigi. Merkjakerfið sem notað er dugir ekki til að merkja nema 120 afkvæmahópa þannig að við merkingu er kastað frá lökustu hópunum.

Þegar seiðin eru komin í göngubúning eru teknir fimm undirhópar úr hverjum afkvæmahóp og þeir sendir í vaxtarprófun í sjó hjá samvinnustöðvum í einkaeign sem taka við þeim og ala þá í nótt í þrjú sumur fram til slátrunar. Þá senda samvinnustöðvarnar skýrslu um útkomurnar að tilraunastöðinni og þar með er hægt að gera upp hvernig hver afkvæmahópur um sig hefur reynst fram til þess tíma.

Næsta stig er síðan það að afgangar framkvæmdahópanna, sem hafa verið í sjó á vegum tilraunastöðvarinnar, eru teknir til nákvæmrar skoðunar eftir þrjú sumur í sjó. Þá er hver einstaklingur í þeim hópum veginn og merktur einstaklingsmerki. Þegar þær upplýsingar bætast við sláturupplýsingar úr samvinnustöðvunum er reiknuð kynbótaeinkunn fyrir hvern einstakling um sig í heimahópnum. Sú einkunn er síðan notuð til að velja hænga og hrygnur til undaneldis í næstu kynslóð.

Til þess að halda skyldleikarækt innan hæfilegra marka er reiknað út hve hár skyldleikaræktarstuðull afkvæma muni verða við þörun allra valinna hænga við allar valdar hrygnur. Ef reiknaður skyldleikaræktarstuðull úr einhverri þörun fer upp í 10% eða hærra kemur sú þörun ekki til greina.

Oftast eru valdar 150–200 hrygnur og 40–50 hængar til undaneldis úr hverjum árgangi. Fjöldinn í efri mörkunum er þegar skyldleikaræktarhætta er með meira móti.

Við útreikning á kynbótaeinkunn fyrir þá einstaklinga sem valdir eru til undaneldis á hverju ári er notuð svokölluð BLUP aðferð. Hún gefur hverjum einstaklingi vægi sem kynbótagrip eftir því hve vel hann reynist sem einstaklingur, eftir því hve vel alsystkini og hálf-systkini hafa reynst og í nokkrum mæli eftir frammistöðu fjarlægari ættingja.

Upplýsingar um ætt allra einstaklinga allt aftur í byrjun kynbótastarfsins eru einnig geymdar í gagnabankanum og eru notaðar við útreikning á væntanlegum skyldleikaræktarstuðli úr hverri hugsanlegri þörun.

Árangur kynbótastarfsins.

Árangur laxakynbótanna í Noregi hefur verið mjög mikill eða 3–5% aukning í vaxtarhraða á ári að því er Terje Refstie upplýsti. Engar vísbendingar hafa komið fram um að farið sé að draga úr kynbótaframförinni.

Áhugavert er að skoða tímamann sem það tekur að tvöfalda vaxtarhraðann með kynbótum miðað við mismunandi framför.

Framför á ári	Árafjöldi til að tvöfalda vöxt
3%	24 ár
4%	18 ár
5%	14 ár

Á það má benda í þessu sambandi að ætliðabilið í laxakynbótum í Noregi er fjögur ár. Ýmislegt bendir til að stytta megi ætliðabilið í laxakynbótum á Íslandi niður í þrjú ár. Við það eiga árlegar kynbótaframfarir að öðru jöfnu að geta aukist um 33%. Þá ættu 3–5% framfarir á ári að breytast í 4–6,7% framfarir, en með 6,7% framförum á ári tvöfaldast vöxturinn á 11 árum.

Kynbótaframfarirnar í Noregi hafa verið mældar með samanburði við óvalinn stofn sem hefur verið haldið við með tilviljanakenndu úrvali frá byrjun kynbótastarfsins.

Framfarir í kynbótum á regnbogasilungi hafa verið svipaðar og við kynbætur á laxi eða um 4% á ári.

Eftirspurn eftir kynbættum fiski.

Mikil eftirspurn er í Noregi eftir hrognum úr kynbættum laxi frá Sunndalsöra. Á þessu ári hafa fiskeldismenn beðið um 10 000 lítra af hrognum þaðan, en hugsanleg hámarksframleiðsla getur ekki orðið yfir 4000 lítrar að sögn Terje Refstie.

Samtök fiskeldismanna hafa nú ákveðið að stofna sína eigin kynbótastöð sem verður öllu stærri í sniðum heldur en stöðin á Sunndalsöra. Gert er ráð fyrir að bera kostnað af þeirri stöð uppi með sölu hrogna af kynbættum laxi.

Merkingar á laxi.

Ég spurði Terje Refstie sérstaklega um það hvernig hann færi að því að einstaklingsmerkja kynbótafisk. Hann sagði að frostmerking og unggakliping væri notuð við merkingu á afkvæmahópum í kynbótastarfinu. Með því kerfi sem þeir notuðu væri hægt að merkja 120

afkvæmahópa. Allir einstaklingar í sama hóp fá þá sama merki. Hægt er að fá einfaldan útbúnað til frostmerkingar. Seiði má frostmerkja við 10–15 g þunga en eru oft ekki merkt fyrir en við 25 g þunga.

Einstaklingsmerki eru einkum Karlin-merki eða hliðstæð merki. Þau geta háð fiskinum verulega, sérstaklega af því að hætta er á að þörungagróður festist við merkið og vaxi á því. Refstie vissi ekki um neinar aðrar aðferðir til að merkja fisk þar sem hægt væri að lesa úr merkinu án þess að slátra fiskinum. Hann taldi trjónumerkinguna mjög góða þegar lesa ætti úr merkinu eftir slátrun.

Hafbeitarkynbætur.

Ég ræddi hafbeitarkynbætur nokkuð við Refstie, en Norðmenn hafa enga reynslu af þeim. Endurheimtur úr hafbeit hafa verið lélegar í Noregi enda hefur mikið af norskum hafbeitarlaxi verið veitt í sjó á leið sinni að landinu og upp í árnar.

Refstie taldi Ísland eitt besta landið í heiminum til hafbeitarrannsókna, vegna þess að hér væru laxveiðar í sjó bannaðar. Hann taldi eðlilegast að leggja megináherslu á að reyna að bæta endurheimtum með kynbótum en var jafnframt samþykktur því að mikil ástæða væri til að velja eftir meðalvaxtarhraða meðal þeirra hópa sem sýndu bestar endurheimtur.

Vaðandi fyrirkomulag á merkingum og vali fiska til undaneldis taldi hann best að merkja með trjónumerki þann hluta afkvæmahópna sem sleppt yrði. Öllum endurheimtum fiskum yrði síðan slátrað og lesið úr merkjunum til að kanna hvernig hver hópur um sig endurheimtist. Þá mætti um leið vega hópana og dæma um það hversu vel þeir hefðu vaxið í sjó.

Undaneldisfisk yrði að geyma frostmerktan í nót eða sjóttjörn heima við meðan systkinin væru í sjó og taka þaðan fiska til kreistingar úr þeim afkvæmahópum sem hefðu skilað bestum hagnaði eftir sjávardvöl. Við töku á undaneldisfiski mætti ekki velja eftir neinum sérstökum einkennum á heimageymdu fiskunum heldur yrði að taka fiskana af handahófi úr bestu afkvæmahópunum. Ef fiskar í bestu hópunum væru t.d. valdir eftir stærð gæti vel farið svo að stærstu heimageymdu fiskarnir væru rólegir og hóglífir og verr til hafbeitar fallnir heldur en meðaltalið.

Í umræðum um hafbeitarkynbætur á Íslandi hefur komið fram áhugi á að geyma til undaneldis vænstu fiska sem skila sér heim í stöð úr hafbeit og velja undaneldisfisk meðal þessara fiska eftir að skil hefðu verið gerð upp.

Þessa aðferð taldi Refstie mundu skila litlum árangri af ýmsum ástæðum. Í fyrsta lagi væri óvíst hvort tækist að merkja sleppifiskinn í þeim mæli að hægt yrði að lesa hann í sundur að gagni þegar hann kæmi heim. Í öðru lagi þyrfti að geyma mikinn fjölda fiska þar til göngu væri lokið svo að öruggt væri að nógu margt væri til undaneldis úr bestu hópunum. Í þriðja lagi mætti búast við að sumir hópar skiluðu sér ekki vel heim í stöð fyrr en eftir tvö ár í sjó. Þeirra á meðal gætu verið þeir hóparnir sem skiluðu mestum heildarhagnaði. Þeim yrði alfarið fórnað ef valdir væru til undaneldis endurheimtir fiskar eftir ársdvöl í sjó.

Að öllu samanlögðu taldi Refstie sjálfsagt að geyma hluta af öllum hópum heima við og nota þá til undaneldis þegar útkoma úr endurheimtum lægi fyrir. Þessi aðferð leyfði auk þess geymslu á undaneldisfiski úr hverjum árgangi þar til fiskar hefðu heimst eftir tvö ár í sjó.

Við ræddum nokkuð um þann möguleika að bera saman tvo kynbótamöguleika, annars vegar að auka endurheimtur og vöxt í sjó eftir eitt ár í sjó og hins vegar sömu eiginleika eftir tvö ár í sjó. Hugsanlegt er að komast megi niður í tveggja ára ættliðabil á laxi sem dvelur eitt ár í sjó. Við sterkt úrval gæti vöxtur í sjó orðið hraður og e.t.v. mætti ná mjög góðri hagkvæmni með slíkum stofni og jafnvel komast upp í þann þunga sem nú er algengur eftir tvö ár í sjó. Þennan möguleika ætti að skoða í alvöru.

Ég ræddi hafbeitarkynbætur stuttlega í síma við Harald Skjervold, prófessor við Landbúnaðarháskólann að Ási, daginn eftir að ég kom frá Sunndalsöra.

Prófessor Skjervold hefur átt mikinn þátt í því að þróa norskt fiskeldi með rannsóknum og ráðgjöf. Hann kom til Íslands ásamt nokkrum öðrum Norðmönnum í apríllök nú í vor og hélt hér fyrirlestur um nýjungar í erfðatækni og þróun kynbótastarfs.

Prófessor Skjervold lagði áherslu á að við hafbeitarkynbætur ætti meginmarkmiðið að vera auknar endurheimtur, en benti einnig á að mikið þyrfti að rannsaka ýmis atriði varðandi ferðir laxins í sjónum, bæði þegar hann væri á leið frá landi og eins hugsanlegt flakk á heimleið.

Nú er hægt að fódra lax á merkiefnum sem haldast í honum í mjög litlu en mælanlegu magni alla ævi. Með því að nota þessi efni væri auðvelt að fylgjast með sleppingum án þess að þurfa að kosta til dýrarr merkingarvinnu.

Prófessor Skjervold lagði áherslu á að aðstæður til hafbeitarrannsókna væru betri hér á landi heldur en víðast annars staðar og ástæða væri til að velta fyrir sér hvort hér væri hægt að koma upp alþjóðarannsóknum í hafbeit.

Fylgiskjal IV.

*Stefán Aðalsteinsson, Rannsóknastofnun landbúnaðarins, og
Jónas Jónasson, Veidimálastofnun:*

Kynbætur á laxfiskum.

Megininntak kynbóta.

Megininntak allra kynbóta er að finna þá einstaklinga sem hafa mikla yfirburði yfir aðra einstaklinga í sinni kynslóð í þeim eiginleikum sem við viljum bæta.

Þegar við höfum fundið þessa einstaklinga notum við þá sem foreldra næstu kynslóðar. Með því fjölgum við þeim einstaklingum í stofninum sem hafa til að bera þau einkenni sem við erum að sækjast eftir. Samtímis komum við í veg fyrir að slöku einstaklingarnir fái að auka kyn sitt og fækkum þar með í lakari hluta stofnsins.

Árangur kynbótanna fer eftir fernu:

Hann fer eftir því hve vel okkur hefur tekist að velja kynbótagripina, þ.e. hve mikið þeir bera af öðrum gripum í sinni kynslóð. Það kallast úrvalsyfirburðir.

Hann fer eftir því hve mikill breytileiki er í stofninum í þeim eiginleika sem verið er að kynbæta. Breytileikinn er mældur með stærð sem kölluð er staðalfrávik.

Hann fer eftir því hve mikinn þátt erfðaeðlið á í ágæti völdu gripanna. Þann þátt mælum við með stærð sem heitir arfgengi.

Hann fer eftir því hve langur tími líður á milli ættliðaskipta. Því fyrir sem nýr og betri ættliður tekur við af þeim fyrri þeim mun örari verða kynbótaframfarirnar í stofninum.

Sérstaða fiskakynbóta.

Laxfiskar geta eignast mjög mikinn fjölda afkvæma á ári. Afkvæmin fá allt erfðaeefni sitt frá foreldrunum. Með því að skoða nógu mörg afkvæmi er hægt að fá mjög góða mynd af erfðaeðli foreldranna.

Hægt er að slátra mörgum einstaklingum úr alsystkinahóp til að dæma um það hve góður hópurinn er. Komi í ljós við skoðun á sláturfiskunum að hópurinn sé góður er enn eftir fjöldi alsystkina sem nota má til undaneldis.

Það er einnig einkennandi fyrir fiskakynbætur að breytileiki milli fiska er mjög mikill og þó nokkur hluti þessa breytileika stafar af arfgengum mismun milli fiska.

Markmið kynbóta á laxfiskum.

Meginmarkmið allra kynbóta er að bæta stofninn þannig að hver nýr ættliður skili eigandanum meira verðmæti en næsti ættliður á undan. Af þessari skilgreiningu er ljóst að það er markaðurinn sem ræður því hver kynbótamarkmiðin eiga að vera.

Fullyrða má að eitt af aðalmarkmiðunum í kynbótum á laxfiskum hlýtur að vera að auka vaxtarhraða fiskanna. Aukinn vaxtarhraði leiðir til þess að fiskurinn kemst fyrr en ella upp í ákveðinn þunga. Þannig má stytta vaxtarskeiðið ef það er talið hagkvæmt. Eins má nota aukna vaxtargetu til þess að ná aukinni þyngd á fiskinum við slátrun án þess að þurfa að lengja vaxtartímann. Það er lausn sem getur hentað við aðrar aðstæður.

Það er galli á stofni laxfiska ef hátt hlutfall fiska verður kynþroska áður en þeir eru búnir að ná markaðsstærð. Við kynþroskann staðnar vöxtur fisksins. Hann leggur mikla orku í að framleiða hrogn og svil, hann tapar holdum og gæði fisksins til matar versna.

Norðmenn leggja mikið kapp á að velja til undaneldis þá stofna sem sýna síðbúinn kynþroska. Þeir ala sinn lax tvö ár í sjó og vilja ekki fá kynþroska fisk á fyrsta ári í sjó.

Aðferðir við kynbætur laxfiska.

Kynbætur á laxfiskum eru yfirleitt þannig í framkvæmd að margar hrygnur eru kreistar og hver hængur er látinn frjóvga hrogn úr nokkrum hrygnum. Hrognin úr hverri hrygnu eru klakin í sérstökum klakbakka og seiðin úr hverri hrygnu eru alin sér í kerri þangað til þau eru orðin svo stór að hægt er að merkja þau með merki systkinahópsins. Eftir merkingu er öllum systkinahópnum blandað saman og þeir aldir upp við sömu aðstæður. Þegar að slátrun kemur er hluta hvers systkinahóps slátrað til að fá dóm á það hve góður hann er. Ákveðinn fjöldi fiska úr hverjum systkinahópi er geymdur þangað til uppgjöri er lokið. Þegar búið er að gera upp alla hópana er valið til kynbóta meðal geymdu hópanna. Aðeins bestu hóparnir koma til greina og úr þeim eru teknir bestu fiskarnir til kreistingar. Þannig verða bestu fiskarnir í bestu systkinahópunum foreldrar að næsta ætlið fiska.

Kynbætur á eldislaxi.

Norðmenn hafa stundað kynbætur á laxfiskum frá 1971 og fer hér á eftir lýsing á því hvernig þeir stóðu að verki.

Í byrjun kynbótastarfsins var safnað saman 40 mismunandi laxastofnum frá ýmsum stöðum í Noregi og þeir bornir saman. Í ljós kom mikill munur á vaxtargetu stofnanna og kynbótastarfið hefur einvörðungu byggt á framræktun og úrvali úr bestu stofnunum.

Aðferðin við kynbæturnar er í stórum dráttum eftirfarandi:

Valdir eru í byrjun álitlegir foreldrar, um 200 hrygnur og 50 hængar. Hrygnurnar eru kreistar og hver hængur látinn frjóvga hrogn úr 2–6 hrygnum. Hrognin úr hverri hrygnu klekjast í sérstökum klakbakka og þeim er komið fyrir sér í kerri fram að þeim tíma að hægt er að merkja seiðin. Vanhöld við klak, frumfóðrun og eldi fram að merkinu er skráð og sömuleiðis vanhöld frá merkingu þar til seiðum er sleppt í sjó.

Þegar seiðin eru komin í göngubúning eru teknir 5 undirhópar úr hverjum afkvæmahóp og þeir sendir í vaxtarprófun í sjó hjá samvinnustöðvum í einkaeign sem taka við þeim og ala þá í nótt í sjó í tvö ár fram til slátrunar. Þá senda samvinnustöðvarnar skýrslu um útkomurnar til tilraunastöðvarinnar og þar með er hægt að gera upp hvernig hver afkvæmahópur um sig hefur reynst fram til þess tíma.

Næsta stig er síðan það að afgangar afkvæmahópanna sem hafa verið í sjó á vegum tilraunastöðvarinnar eru teknir til nákvæmrar skoðunar eftir tvö ár í sjó. Þá er hver einstaklingur í þeim hópum veginn og merktur einstaklingsmerki. Þegar þær upplýsingar bætast við sláturnaupplýsingar úr samvinnustöðvunum er reiknuð kynbótaeinkunn fyrir hvern einstakling um sig í heimahópunum. Sú einkunn er síðan notuð til að velja hænga og hrygnur til undaneldis í næstu kynslóð.

Til þess að halda skyldleikarækt innan hæfilegra marka er reiknað út hve hár skyldleikaræktarstuðull afkvæma muni verða við þörun allra valinna hænga við allar valdar hrygnur. Ef reiknaður skyldleikaræktarstuðull úr einhverri þörun fer upp í 10% eða hærra kemur sú þörun ekki til greina.

Oftast eru valdar 150–200 hrygnur og 40–50 hængar til undaneldis úr hverjum árgangi. Fjöldinn í efri mörkunum er þegar skyldleikaræktarhætta er með meira móti.

Við útreikning á kynbótaeinkunn fyrir þá einstaklinga sem valdir eru til undaneldis á hverju ári er notuð svokölluð BLUP aðferð. Hún gefur hverjum einstakling vægi sem kynbótagripi eftir því hve vel hann reynist sem einstaklingur, eftir því hve vel alsystkini og hálf-systkini hafa reynst og í nokkrum mæli eftir frammistöðu fjarlægari ættingja.

Upplýsingar um fyrri ættliði í kynbótastarfinu eru geymdar í gagnabanka í tölvu Landbúnaðarháskólans á Ási og eru tiltækar þar þegar kemur að nýju uppgjöri. Upplýsingar um ætt allra einstaklinga allt aftur í byrjun kynbótastarfsins eru einnig geymdar í gagnabankanum og eru notaðar við útreikning á væntanlegum skyldleikaræktarstuðli úr hverri hugsanlegri þörun.

Arfgengi mikilvægra eiginleika.

Til þess að úrval skili árangri þurfa völdu einstaklingarnir að hafa betra erfðaeðli heldur en heildin sem valið er úr. Arfgengi eiginleikans sem verið er að kynbæta mælir hve mikið af yfirburðum völdu einstaklinganna skilar sér sem yfirburðir afkvæma þeirra yfir óvöldum stofni.

Sem dæmi má taka að úr 1000 hrygnum séu valdar 50 þyngstu hrygnurnar til undaneldis og sömuleiðis 50 þyngstu hængarnir úr 1000 hængum. Ef við notum fisk eftir eitt ár í sjó í svona tilraun má gera ráð fyrir að meðalþungi þeirra sé um 2,6 kg og staðalfrávik í þunga um 0,5 kg. Við þessar forsendur ættu 50 þyngstu laxarnir að vera um 3,6 kg að meðaltali, þ.e. yfirburðir þeirra yfir aðra fiska í ættliðnum eru um 1 kg.

Erlendis hefur verið reiknað út hvert sé arfgengi þunga laxa við slátrun og það er talið vera 0,36. Þetta merkir að 36% af frávikum einstaklinga frá meðaltali stafa af erfðabreytileika, en 64% af frávikunum stafa af umhverfissveiflum. Við arfgengið 0,36 eiga þá 36% af yfirburðum völdu laxanna að ganga að erfðum til afkvæmanna. Þau eiga með öðrum orðum að verða 0,36 kg þyngri heldur en afkvæmi óvalinna foreldra.

Völdu foreldrarnir eiga því að gefa afkvæmi sem eru 2,96 kg að meðaltali miðað við að óvaldir foreldrar gefi afkvæmi sem eru 2,6 kg að meðaltali.

Þess má ennfremur geta að arfgengi á síðbúnum kynþroska er 0,41.

Til að kynbætur á eldisfiski komi að almennum notum verður að byggja kynbótarstöðvar þar sem stjórn og meginframkvæmd kynbóta fer fram. Norðmenn hafa byggt tvær slíkar stöðvar, aðra á Sunndalsöra og hina á Kyrkjæsæteröra.

Tilraunastöðin á Sunndalsöra.

Tilraunastöðin var stofnuð árið 1971. Þá var fiskeldi rétt að hefjast í Noregi.

Ástæðan fyrir því að Sunndalsöra varð fyrir valinu var sú að þar buðust til afnota 5 rúmmetrar á mínútu af 10 C heitu kælivatni frá mjög stóru vatnsraforkuveri á staðnum og auk þess nóg af köldu vatni, eða um 25 rúmmetrar á mínútu (rúmlega 400 lítrar á sekúndu).

Í stöðinni eru þrjú hús, samtals 1670 fermetrar, með 450 trefjaplastkerum af mismunandi stærðum. Ker fyrir afkvæmahópa af laxaseiðum eru 2 fermetrar, en eins fermetra ker fyrir afkvæmahópa af regnbogasilungi. Utanhúss eru 36 hringlaga steypar tjarnir, hver um sig 10 metrar í þvermál. Í stöðinni starfa nú um 25 manns. Þar er einnig unnið að fjölþættum rannsóknum öðrum en kynbótum.

Á Sunndalsöra hafa einkum eldislax og regnbogasilungur verið kynbættir.

Kynbótastöðin á Kyrkjæsæteröra.

Samtök fiskeldismanna hafa nú ákveðið að stofna sína eigin kynbótastöð sem verður öllu stærri í sniðum heldur en stöðin á Sunndalsöra. Bygging stöðvarinnar hófst árið 1985.

Meginverkefni stöðvarinnar verður hagnýtt kynbótastarf sem samtök fiskeldismanna fjármagna. Fyrirkomulag kynbótastarfsins er sniðið alfarið að heita má eftir kerfinu sem hefur verið þróað á tilraunastöðinni á Sunndalsöra.

Kynbótafiskurinn sem fyrst kom inn í stöðina var að mestu leyti kominn frá bestu stofnunum á Sunndalsöra, en auk þess höfðu verið teknir inn stofnar frá öðrum stöðum þar sem menn telja sig hafa náð mælanlegum kynbótaárangri. Verða þeir stofnar skoðaðir ítarlega til að kanna hvort þar er að hafa verðmætan efnivið sem getur bætt efniviðinn frá Sunndalsöra. Gert er ráð fyrir að hrognum verði dreift á 18 seiðaeldisstöðvar víðs vegar um landið sem sjá um að dreifa seiðum af stofninum um allan Noreg svo að kynbótaárangur skili sér sem fyrst.

Kostnaður við uppbyggingu stöðvarinnar á Kyrkjæsæteröra er áætlaður um 32 milljónir norskra króna. Stöðin er að mestu komin upp en starfið er stutt á veg komið því að fyrstu seiðaárgangarnir eru úr hrognum frá haustinu 1985. Við stöðina starfa 15 manns. Stöðvarstjóri á kynbótastöðinni lætur hafa eftir sér eftirfarandi dæmi:

Ef miðað er við að Norðmenn framleiði um 60 000 tonn af eldislaxi á ári og gert er ráð fyrir að um 30 norskar krónur fáiast fyrir kílóíð af laxi er heildarverðmæti framleiðslunnar um 1,8 milljarðar norskra króna. Sé nú gert ráð fyrir að allir eldismenn nýti sér efnivið frá kynbótastöðvunum og reiknað með að kynbótaárangur sé um 3% á ári er verðmætaaukning vegna kynbótanna um 54 milljónir norskra króna á ári. Frá þessu söluverðmæti má draga um 20 milljónir norskra króna í rekstrarkostnað þannig að stöðin borgar sig á einu ári og rúmlega það.

Árangur kynbótastarfsins.

Árangur laxakynbótanna í Noregi hefur verið mjög mikill eða 3–5% aukning í vaxtarhraða á ári. Engar vísbendingar hafa komið fram um að farið sé að draga úr kynbótaframförinni.

Áhugavert er að skoða tímann sem það tekur að tvöfalda vaxtarhraðann með kynbótum miðað við mismunandi framför.

Framför á ári	Árafjöldi til að tvöfalda vöxt
3%	24 ár
4%	18 ár
5%	14 ár

Á það má benda í þessu sambandi að ætliðabilið í laxakynbótum í Noregi er 4 ár. Ýmislegt bendir til að stytta megi ætliðabilið í laxakynbótum á Íslandi niður í 3 ár. Við það eiga árlegar kynbótaframfarir að öðru jöfnu að geta aukist um 33%. Þá ættu 3–5% framfarir á ári að breytast í 4–6,7% framfarir, en með 6,7% framförum á ári tvöfaldast vöxturinn á 11 árum.

Kynbótaframfarirnar í Noregi hafa verið mældar með samanburði við óvalinn stofn sem hefur verið haldið við með tilviljanakenndu úrvali frá byrjun kynbótastarfsins og einnig með samanburði við villtan fisk.

Framfarir í kynbótum á regnbogasilungi hafa verið svipaðar og við kynbætur á laxi eða um 4% á ári.

Norðmenn hafa valið sinn kynbótafisk með hliðsjón af því að hann verði ekki kynþroska fyrir en eftir tvö ár í sjó. Árangurinn af þessu úrvali er sá að í flestum tilfellum verður ekki meira en 10% af fiskinum kynþroska eftir eitt ár í sjó.

Eftirspurn eftir kynbættum fiski.

Mikil eftirspurn er í Noregi eftir hrognum úr kynbættum laxi frá Sunndalsöra. Á þessu ári hafa fiskeldismenn beðið um 15 000–20 000 lítra af hrognum þaðan, en hámarksframleiðsla getur varla orðið yfir 4000 lítrar. Kynbótastöðin á Kyrkjæsäteröra hefur því miklu hlutverki að sinna þegar hún kemst í gagnið.

Sérstaða Íslands í kynbótum laxfiska.

Hér á Íslandi er framleiðsla á laxi lítil t.d. miðað við Noreg, en miklar líkur eru á að laxeldi geti orðið mikilvæg atvinnugrein hér. Til þess að vera samkeppnisfærir í framtíðinni um sölu á laxi verðum við að hefja kynbætur til að auka arðsemi eldisins.

Af landfræðilegum ástæðum getum við sennilega ekki stundað sams konar eldi og Norðmenn, þ.e. kvíaeldi í sjó allt árið um kring, nema í einstöku tilfellum. Til þess eru veður of óhagstæð við strendur landsins. Hafbeit er aftur á móti hefðbundin eldisgrein hér á landi og þar hefur fengist mikil reynsla á undanförunum árum.

Ísland er það land í Evrópu sem hefur hvað best skilyrði til að stunda hafbeit sökum þess að laxveiðar í sjó eru bannaðar og endurheimtur eru góðar.

Kynbætur á hafbeitarlaxi koma sterklega til greina til að auka þyngd fisks úr sjó og einnig hugsanlega til að auka endurheimtur. Þekking á kynbótamöguleikum í hafbeit er mjög takmörkuð en ýmislegt bendir til að þær eigi að geta skilað árangri. Einnig koma fleiri eldisaðferðir til greina þar sem hægt er að stunda kynbætur, svo sem strandeldi þar sem lax er alinn til slátrunar í kerum á landi eða skiptiöldi þar sem lax er alinn í kerum á landi og fluttur í kvíar í sjó á sumrin þegar veður og hitastig sjávar eru hagstæð. Sennilega má gera ráð fyrir því að kynbættur eldisfiskur skili yfirleitt betri vexti heldur en óvalinn fiskur, enda þótt hann sé færður yfir að nýjum eldisaðstæðum.

Huga þarf vel að kynbótamarkmiðum og væntanlegum árangri í kynbótum áður en lagt er út í miklar fjárfestingar á þessu sviði.

Hér er ástæða til að benda á að Íslendingar hafa mikla sérstöðu í hafbeit, langa reynslu og góðan árangur eins og áður er bent á. Þess vegna ætti að láta úttekt á kynbótamöguleikum á hafbeitarlaxi ganga fyrir öðrum kynbótaverkefnum.