

Náttúrulegir laxastofnar, umhverfisáhrif laxeldis, mótvægisaðgerðir, vöktun og veiðar á eldislaxi

Valdimar Ingi Gunnarsson
Sjávarútvegsþjónustan ehf.

Fylgiskjal með frummatsskýrslu Háafells

Ágúst 2016

Efnisyfirlit

SAMANTEKT	4
1. INNGANGUR.....	7
1.1 ÁSTAND LAXASTOFNA Í NORÐUR-ATLANTSHAFI	7
1.2 LAXELDI OG LAXASTOFNAR	8
1.3 MARKMIÐ.....	9
2. SLYSASLEPPINGAR Á ÍSLANDI	9
2.1 SLYSASLEPPINGAR UM 1990	9
2.2 SLYSASLEPPING Í NORÐFJARÐARHÖFN	10
2.3 SLYSASLEPPING Í PATREKSFIRÐI	11
3. ATFERLI OG LIFUN ELDISLAXA.....	11
3.1 FISKSTÆRÐ OG TÍMASETNING SLYSASLEPPINGAR.....	11
3.1.1 <i>Laxaseiði</i>	11
3.1.2 <i>Unglax (0,5-3 kg) á fyrsta vetri</i>	12
3.1.3 <i>Eldislax (3-6 kg) á öðru og þriðja ári</i>	13
3.2 DREIFING STORKULAXA Í SJÓ.....	14
3.2.1 <i>Fyrstu viðbrögð</i>	14
3.2.2 <i>Göngur út úr firðinum</i>	15
3.2.3 <i>Atferli og endurheimtur kynproska eldislaxa</i>	16
3.2.4 <i>Atferli og endurheimtur storkulaxa sem koma úr hafi</i>	17
3.3 ATFERLI OG SAMKEPPNISHÆFNI ELDISLAXA Í VEIÐIVATNI	18
3.3.1 <i>Val á veiðivatni</i>	18
3.3.2 <i>Uppganga eldislaxa</i>	19
3.3.3 <i>Hrygning</i>	20
3.3.4 <i>Uppvöxtur seiða í veiðivötnum</i>	21
4. VEIÐAR Á ELDISLAXI	22
4.1 VÖKTUN OG VEIÐAR Í SJÓ.....	22
4.1.1 <i>Atferli eldislaxa við sleppingu og möguleiki á veiði</i>	22
4.1.2 <i>Val á veiðafæri</i>	23
4.1.3 <i>Á að veiða eftir slysasleppingu?</i>	24
4.1.4 <i>Vöktun og veiði eldislaxa sem koma úr hafi</i>	24
4.2. VÖKTUN OG VEIÐAR Í VEIÐIVATNI	25
4.2.1 <i>Aðferðir til að hindra för eldislaxa upp í veiðivatn</i>	25
4.2.2 <i>Vöktun í veiðivatni</i>	25
4.2.3 <i>Úr hvaða veiðivötnum er eldislax fjarlægður?</i>	28
4.2.4 <i>Framkvæmd veiða á eldisfiski í veiðivötnum</i>	29
5. UMHVERFISÁHRIF LAXELDIS	30
5.1 ÍSLAND	30
5.1.1 <i>Staða laxastofna</i>	30
5.1.2 <i>Slysasleppingar</i>	30
5.1.3 <i>Erfðablöndun</i>	31
5.1.4 <i>Langtímaáhrif</i>	31
5.2 NOREGUR	33
5.2.1 <i>Staða laxastofna</i>	33
5.2.2 <i>Slysasleppingar</i>	34
5.2.3 <i>Erfðablöndun</i>	35
5.2.4 <i>Langtímaáhrif</i>	35
5.3 ÖNNUR LÖND	37

5.3.1 Staða laxastofna	37
5.3.2 Slysasleppingar	37
5.3.3 Erfðablöndun	38
5.3.4 Langtímaáhrif	38
6. HEIMILDIR	39

Samantekt

- *Ástæður minnkandi veiði á Atlantshafslaxi:*
 - Veiðin á Atlantshafslaxi hefur farið úr um 12.000 tonnum frá árinu 1960 niður í um 1.300 tonn á árinu 2015. Það er athyglisvert að mesta veiðin er í Norður - Evrópu þar sem umfang laxeldis er mest.
 - Margar ástæður eru fyrir fækkun á laxi eða útrýmingu í veiðivötnum og í því sambandi nefndar; skemmdir á búsvæðum, súr rigning og önnur mengun og virkjanir. Áhrif minnkandi veiði er einnig rakin til ofveiði, breyttra umhverfisaðstæðna í sjó og aukinna affalla á laxi í hafi sem og fiskeldi.
 - Megin skýring minnkandi laxveiði er hægt að rekja til annarra þátta en fiskeldis. Fyrir ákveðnar laxveiðiár eða svæði eru þó sterkar vísbendingar um neikvæð áhrif laxeldis á villta laxfiskastofna. Þau áhrif sem mest hafa verið í umræðunni er neikvæð áhrif laxalúsar og erfðablöndunar.
 - Á kjörsvæðum laxalúsarinnar getur álagið orðið mikið sem getur svo valdið auknum afföllum á villtum laxfiskastofnum. Áætlað er að afföll á villtum laxi vegna laxalúsar sé mjög breytileg eða frá 0,6% upp í 39%.
 - Þó vísbendingar séu um erfðafræðileg áhrif eldislaxa á villta laxastofna hafi aukist, hefur ekki verið sýnt fram á, líffræðilega og vistfræðilega breytinga á stofnunum, sem ótvírætt er hægt að rekja til innblöndunar erfðaefnis strokulaxa. Þetta þýðir ekki endilega að slík áhrif hafi ekki átt sér stað. Langtíma vistfræðileg og erfðafræðileg áhrif af innblöndun eldislaxa í náttúrlega laxastofna er ekki að fullu útskýrð.
- *Atferli og endurheimtur á eldislaxi fer eftir fiskstærð/þroska og tímasetningu sleppingar:*
 - Laxaseiði sem sett hafa verið í sjókvíar og sleppa fljótlega leita strax til hafs en það hægir mjög á útgönguhraða eftir því sem fiskurinn sleppur seinna. Afföll eru mikil og fáir eldislaxar skila sér af hafi, sérstaklega úr sleppingum um haust og vetur.
 - Unglax sem sleppur að vetri dreifir sér tiltölulega fljótt yfir stórt svæði í firðinum. Atferli eftir slyssleppingu virðist vera breytilegt sem hugsanlega má skýra með mismunandi aðstæðum eða jafnvel hvenær að vetri fiskurinn sleppur. Umhverfisaðstæður yfir vetraránuðina eru erfiðar, afföll mjög mikil, en lifun eykst eftir því sem sleppingin á sér stað seinna að vetri.
 - Ókynþroska eldislax sem sleppur að vori leitar hafs, en fiskur sem sleppur að sumri eða hausti á öðru ári í sjókvíum heldur sig í lengri tíma í firðinum. Þegar eldislax sleppur annan veturinn úr sjókví er líklegt að strokulax dreifi sér fljótt yfir stórt svæði í firðinum, hluti getur haldið sig þar að vetri og aðrir ganga út úr firðinum. Ókynþroska eldislax sem leitar til hafs skilar sér í mjög litlu mæli til baka.
 - Eldislax verður almennt í litlu mæli kynþroska fyrstu tvö árin í eldi. Kynþroska eldislax úr sleppingum að vetri og vori sem haldið hefur sig í firðinum gengur í mestum mæli upp í laxveiðiár í næsta nágrenni að sumari og hausti. Kynþroska lax sem sleppur að sumri og hausti gengur hratt upp í laxveiðiár í nágrenninu. Það má gera ráð fyrir að hærri hlutfall eldislaxa gangi upp í veiðivötn eftir því sem sleppingin á sér stað seinna á árinu og með auknu kynþroskahlutfalli.
- *Uppganga, atferli og lifun eldislaxa í veiðivötnum:*
 - Eldislax gengur í mestu mæli upp í veiðivötn í nágrenni við sleppistað. Eldislax sem sleppur að vetri sækir upp í veiðivötn á stærra svæði, en fiskur sem sleppur að sumri.
 - Eldislax sem alinn er í sjókvíum á enga heimaá og í meginatriðum velur hann stærri veiðivötn til uppgöngu þar sem er að finna laxalykt.
 - Kynþroska eldislax gengur almennt seinna upp í laxveiðiár sem veldur því að þeir eru styttri tíma í veiði og veiðiálagið verður minna en hjá villtum laxastofnum. Ókynþroska eldislax getur í einhverjum tilvikum sótt tímabundið inn á ósasvæði og neðri hluta laxveiðáa.
 - Kynþroska eldislax sem gengur upp í laxveiðiár er að öllu jöfnu stórlax (≥ 65 cm).
 - Eldislax hefur minni sundgetu en villtur lax og getur því stoppað við hindranir neðarlega í veiðivatni. Eldislax á ekkert heimasvæði og leitar því ofar upp í vatnakerfið þegar hindranir eru ekki til staðar.
 - Atferli eldislaxa við hrygningu er afbrigðilegt og framlag þeirra litið, sérstaklega hænga.
 - Seiði eldislaxa og blendinga éta svipaða fæðu og villt seiði, eru árásarhneigðari og vaxa hraðar en villtur lax, en margir aðrir þættir vega upp á móti sem dregur úr samkeppnishæfni eldislaxaseiða s.s. meiri afföll á fyrstu lífsstigum.

- Þegar skoðuð er lifun allt frá hrygningu (hrogn) þar til kynþroska lax skilar sér af hafi þá er hún mun lægri hjá eldislaxi en villtum laxi og er áætluð frá 7% til 16%.
- *Vöktun og veiðar á eldislaxi í sjó:*
 - Að meðaltali veiðast aðeins 9% stökulaxa en mikill munur getur þó verið í endurheimtum allt eftir fjölda fiska sem sleppur, fiskstærð, veiðafærum sem eru notuð og veiðiálagi. Lítið endurheimtist af seiðum sem sleppa en endurheimtur aukast síðan með aukinni fiskstærð. Þegar vel hefur tekist til hefur náðst að veiða nokkra tugi prósentu af þeim eldislaxi sem sleppur.
 - Við veiðar á stökulaxi er alltaf hætt á að meðafli slæðist með þó mismunandi eftir árstíma og svæðum. Meðafli getur verið mikill á sumrin en getur einnig verið til staðar á öðrum árstímum þó að í minna mæli sé. Það verður því að vega og meta ávinning fram yfir aukið álag á villta laxfiskastofna þegar ákvörðun er tekin um veiðar á stökulaxi. Gera má ráð fyrir að ávinningurinn aukist eftir því sem hlutfall kynþroska er herra hjá stökulaxinum.
 - Þar er hægt að vakta og fylgjast með hvort og hvenær stökulax skilar sér úr hafi. Vöktun með leiðigildru í sjó er besta og öruggasta aðferðin við að vakta stökulaxa á leið þeirra upp í veiðivötn.
- *Vöktun og veiðar í veiðivatni:*
 - Með því að koma fyrir veiðigildru í fiskstiga eða girða veiðivatnið og koma fyrir veiðigildru er hægt að hindra uppgöngu eldislaxa, flokka frá og aflífa, en hleypa villta laxinum upp í veiðivatnið.
 - Notaðar eru nokkrar aðferðir við vöktun í veiðivötnum:
 - *Vöktun stangveiðimanna:* Fylgst með eldislaxi í veiðivötnum á meðan á veiðitímabilinu stendur út frá útlitseinkennum.
 - *Haustvöktun:* Veiðar eða vöktun á laxi eftir að veiðitímabili líkur og áður en hrygning hefst og lagt mat á hlutfall eldisfiska s.s. með köfun.
 - *Klakveiðar:* Lagt mat á hlutfall eldislaxa í veiði þegar klakfiskur er tekinn úr veiðivatni.
 - *Veiðigildra:* Uppgöngufiskur fangaður í veiðigildru í veiðivatni og eldisfiskur flokkaður frá.
 - *Myndatökubúnaður:* Uppgöngufiskur látinn synda í gegnum myndatökubúnað og greint á milli eldisfiska og villtra laxfiska.
 - Nákvæmni vöktunaraðferða er mismunandi og er talið að hlutfall eldislaxa sé vanáætlað þegar stuðst er við myndatöku og talningu með köfun að hausti. Aftur á móti er talið að vöktun yfir veiðitímabilið með stangveiði og haustveiði geti ofáætlað hlutfall eldislaxa.
 - Í Noregi er sjóður sem fjármagnar vinnu við að fjarlægja eldislax úr veiðivötnum. Í norski reglugerð kemur fram að leggja skuli mat á það hvort fjarlægja eigi eldisfisk úr veiðivatni þegar hlutfall þeirra er 4% eða herra. Í tilfellum þar sem hlutfall eldisfiska er herra en 10% skal fara út í aðgerðir. Mælt hefur verið með að farin verði sú leið að við vöktun verði allir eldislaxar sem finnast fjarlægðir strax.
 - Bent hefur verið á að líkur á að eldislax hrygni í veiðivatni fari eftir ástandi laxastofns, þ.e.a.s. fjölda eða þéttleika villtra laxa á hrygningarstöðvum. Í tilfellum þar sem hrygningarstofninn er sterkur er minni þörf á að fjarlægja eldislaxinn en í veiðivötnum með lítinn hrygningarstofn.
 - Með vöktum á eldislaxi er jafnframt hægt að fá upplýsingar um stærð hrygningarstofns og veiðiálag á villta laxinum.
 - Í Noregi er nú algengt að eldislax sé fjarlægður úr veiðivötnum með skutli. Kafari syndir niður veiðivatn og skýtur fiska með einkenni eldislaxa.
- *Umhverfisáhrif laxeldis á Íslandi:*
 - Það hafa átt sér stað miklar sveiflur í laxveiði á undanförunum árum. Skýringar er einkum talin vera að leita í breytingum á afföllum laxa í sjó.
 - Slysasleppingar voru umfangsmiklar á Íslandi um 1990 og veiddust þá margir eldislaxar í laxveiðiám, sérstaklega í sunnanverðum Faxaflóa. Árið 2003 sluppu 2.900 eldislaxar úr sláturkví í Norðfjarðarhöfn og talið er að um 1.400 eldislaxar hafi sloppið úr sláturkví í Patreksfirði árið 2013.
 - Mikið innstreymi af hafbeitar- og eldislaxi var í laxveiðiám á árunum 1988-1995 og hlutfall flökkufiska var um 20-40% í veiðivötnum á sunnanverðum Faxaflóa. Það kom því ekki á óvart að breytingar á erfðasamsetningu hafi fundist í laxi í Elliðaá. Stærsti hluti flökkufiska

var úr hafbeit en umfangsmikil hafbeitarstarfsemi var stunduð við Faxaflóa og á Breiðafirði á þessum árum. Bæði hafbeitar- og eldislaxinn var af íslenskum uppruna.

- Minnkun í veiði í Elliðaám er rakin til margra annarra þátta en eingöngu erfðablöndunar s.s. umhverfisbreytinga og kýlaveiki. Það er erfitt að aðgreina nákvæmlega hvort og þá í hve miklu mæli erfðablöndun hefur valdið hnignun í laxastofnum í Elliðaám.
- Borin hefur verið saman laxveiðivísitala fyrir Vesturland og fimm laxveiðiár með háu hlutfalli hafbeitar- og eldislaxa sem eru Elliðaár, Úlfarsá, Leirvogsá, Laxá í Kjós og Botnsá á árunum 1981-2000. Á árunum 1988-1994 er veiðivísitalan yfirleitt hærri í þessum fimm ám en meðalveiðivísitala allra laxveiðiáa á Vesturlandi enda hátt hlutfall af eldis- og hafbeitarlaxi á þessum árum. Það á sér ekki stað umtalsverð breyting á veiði í þessum 5 laxveiðiám á tímabilinu 1981-2000.
- *Umhverfisáhrif laxeldis í Noregi:*
 - Það hefur dregið úr fjölda laxa sem skila sér úr hafi m.a. vegna meiri affalla í sjó. Þrátt fyrir það hefur fjöldi hrygningarlaxa í norskum veiðivötnum aldrei verið fleiri en á árinu 2015 síðan 1983. Á árunum 2012-2015 er talið að í 87% laxveiðiáa hafi náðst markmið sem sett voru með tilliti til fiskveiðistjórnunar. Þegar skoðuð er stofnstærð laxastofna í Noregi þá er hún í 56% tilfella mjög góð eða góð á árinu 2015.
 - Dregið hefur úr slysasleppingum og á árunum 2007-2015 eru stökulaxar skv. opinberum tölum að meðaltali 220.000 á ári eða 0,2 stökulaxar á hvert framleitt tonn. Það er talið að fjöldi eldisfiska sem sleppa sé 2-4 sinnum hærri en opinberar tölur gefa til kynna sem rakið er til slysasleppinga á smáum seiðum fyrstu mánuðina eftir að þau eru sett í eldiskvíar.
 - Á árunum 1989-1998 var hlutfall eldislaxa í haustveiði í laxveiðiám í Noregi yfir 20% öll árin sem gefur til kynna að slysasleppingar hafi verið miklar. Frá árinu 1999 hefur hlutfall eldislax í haustveiði verið 11-18% og fer lækkandi.
 - Nýlega var gerð erfðarannsókn á laxastofnum í 104 ám í Noregi og var um þriðjungur laxastofnanna með 4% eða meiri innblöndun erfðaefnis eldislaxa. Til viðbótar var um þriðjungur laxastofnanna með miðlungs innblöndun (<4%) og um þriðjung stofnanna mældist engin innblöndun erfðaefnis eldislaxa.
 - Mest umfang laxeldis er í Noregi og er þar framleitt meira magn en í öllum öðrum löndum í norðanverðu Atlantshafi samanlagt. Þegar laxveiði í veiðivötnum í Noregi er borin saman við laxaveiði annarra landa við Norður - Atlantshaf kemur í ljós að laxveiði í veiðivötnum hefur verið nær óbreytt í 25 ár í Noregi á meðan dregið hefur úr laxveiði í mörgum öðrum löndum.
- *Umhverfisáhrif laxeldis í Skotlandi, Írlandi og Kanada*
 - Slysasleppingar eiga sér stað í öllum þessum löndum en upplýsingar um fjölda stökufiska ekki alltaf aðgengilegar.
 - Hlutfallslega er minna um eldislax í veiðivötnum í þessum löndum samanborið við Noreg.
 - Innblöndun eldislaxa hefur mælst í villtum laxastofnum allra þessara landa.
 - Þegar skoðuð er stangveiði í Skotlandi hafði átt sér stað aukning í veiði á tímabilinu 1952-2000, en minnkað allra síðustu ár. Það er þó ekki ljóst enn hvort sé að ræða langtíma eða skammtíma breytingar, eins og verið hefur á síðustu áratugum.
 - Á Írlandi eru slysasleppingar tiltölulega litlar í umfangi og lítið um hrygningar eldislaxa í laxveiðiám. Veiði hefur minnkað mikið í laxveiðiám á Írlandi á síðustu áratugum. Til að leita svara við ástæðum þessa voru m.a. skoðaðar niðurstöður rannsókna um áhrif nærveru laxeldisstöðva í nágrenni við laxveiðiár á laxagengd. Niðurstaðan var sú að ekkert sambengi var á milli nærveru sjókvíaeldisstöðva og veiði í nálægum laxveiðiám.
 - Um 1980 byrjaðu að skila sér færri laxar úr hafi í laxveiðiár í Kanada, sérstaklega tveggja ára lax. Þessi lækkun í endurheimtum úr hafi er talin að rekja megi til breytinga á vistkerfi í Norður Atlantshafs. Svipaðar breytingar áttu sér stað á sex aðskildum svæðum í norðanverðri Ameríku. Svæði sem eru og hafa verið með laxeldi og svæði án laxeldis.

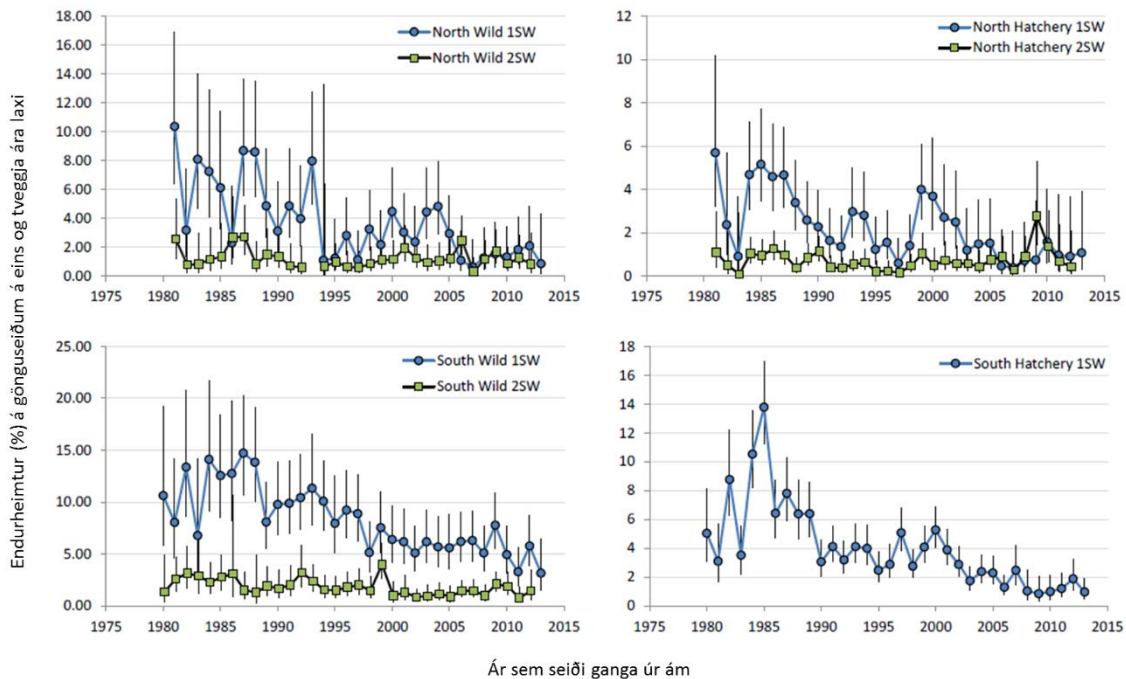
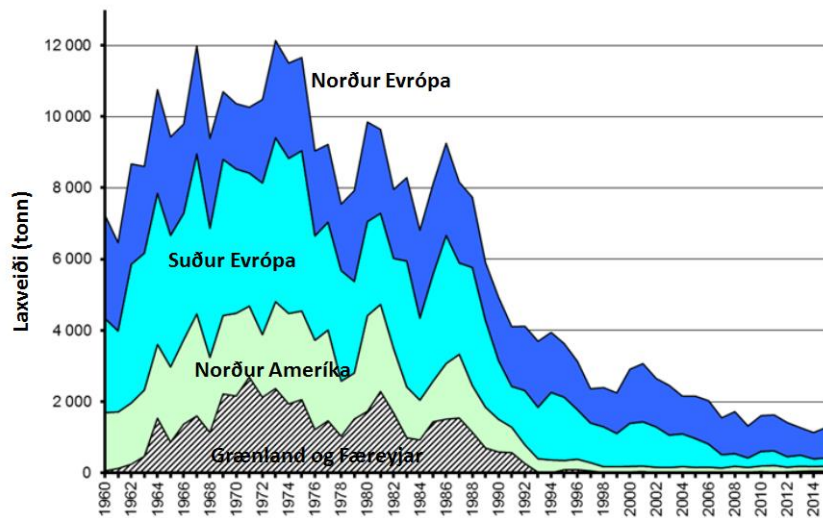
1. Inngangur

1.1 Ástand laxastofna í Norður-Atlantshafi

Laxveiðin

Síðan 1970 hefur fjöldi laxa í sjó í Norður - Atlantshafi farið úr um 10 milljónum fiska niður í um 3,5 milljónir fiska (Hansen o.fl. 2012). Veiðin hefur farið úr um 12.000 tonnum frá árinu 1960 niður í um 1.300 tonn á árinu 2015 (mynd 1.1). Á þessum tíma hefur því sem næst öll sjávarveiði við Grænland og Færeyjar lagst af. Verulega hefur dregið úr sjávarveiði í öðrum löndum eins og t.d. Noregi (kafli 5.2). Það er athyglisvert að mesta veiðin er í Norður - Evrópu (mynd 1.1) þar sem umfang laxeldis er mest. Bent hefur verið á að veiðar á villtum laxi hafa dregist mikið saman frá miðjum níunda áratugnum í öllum löndum í Norður Atlantshafi nema Noregi (Ísland er ekki með í samanburðinum) (Gjøvik 2011).

Mynd 1.1. Veiðar á Atlantshafslaxi í norðanverðu Atlantshafi eftir svæðum (ICES 2016a).



Mynd 1.2. Staðalaðar meðalendurheimtur (%) á villtum gönguseiðum (vinstra megin) og eldisseiðum (hægra megin) sem eins (1SW) og tveggja (2SW) ára laxi úr norðlægum (efri myndir) og suðlægum laxveiðiám (neðri myndir). Til skýringar þá er t.d. Vatnsdalsá í Vopnafirði skilgreind sem norðlæg og Elliðaár sem suðlæg laxveiðiá (ICES. 2015).

Ástæður minnkandi veiði

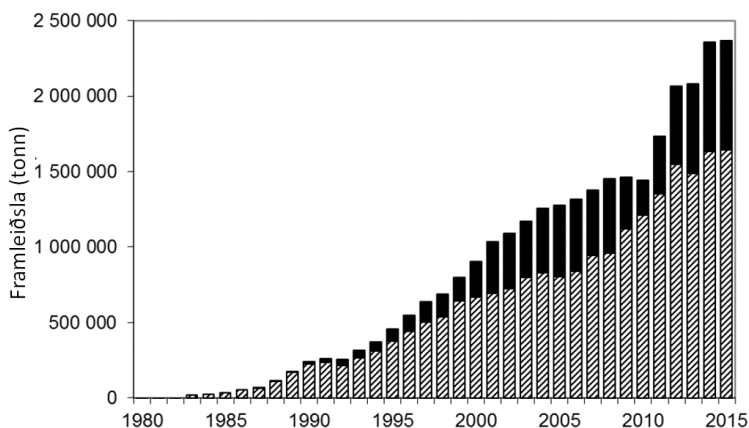
Það hefur gengið á marga laxastofna, sérstaklega á suðurhluta útbreiðslusvæðis hans og sumum stofnum hefur verið útrýmt (Parrish o.fl. 1998; Chaput 2012). Margar ástæður eru nefndar fyrir fækkun á laxi eða útrýmingu í veiðivötnum s.s. skemmdir á búsvæðum, súr rigning og önnur mengun og virkjanir. Áhrif minnkandi veiði er einnig rakin til ofveiði, og nú jafnframt breyttum umhverfisaðstæðum í sjó sem og fiskeldi (Parrish o.fl. 1998). Lifun á villtum laxi í hafi hefur farið minnkandi (Jonsson og Jonsson 2004), það gildir einnig í tilfelli eldisseiða sem sleppt hefur verið í veiðivötn og leita til hafs (mynd 1.2; Anon. 2016a). Þekking á ástæðum þessara breytinga er takmörkuð (Hansen o.fl. 2012). Í nýlegum rannsóknum hefur minni lifun verið tengd við breytingar á vistkerfinu í Norður – Atlantshafi (Baugrand og Reid 2012; Mills o.fl. 2013).

1.2 Laxeldi og laxastofnar

Þróun laxeldis

Frá árinu 1980 hefur framleiðsla á Atlantshafslaxi í norðanverðu Atlantshafi farið úr 5.000 tonnum í rúmlega 1,6 milljónir tonna árið 2015 (mynd 1.3). Á árinu 2015 var mesta framleiðsla af eldislaxi í Noregi um 1,3 milljónir tonna, um 185 þúsund tonn í Skotlandi, um 85 þúsund tonn í Færeyjum, um 40 þúsund á austurströnd Kanada, um 13 þúsund tonn á Írlandi, um 3 þúsund tonn á Íslandi og einnig í Rússlandi. Í Norður Atlantshafi er því um 80% af framleiðslu af eldislaxi framleitt í Noregi.

Mynd 1.3. Heimsframleiðsla á Atlantshafslaxi í norðanverðu Atlantshafi (skástríkaður hluti súlu) og á öðrum svæðum (svarti hluti súlu) (ICES 2016a).



Laxeldi og laxveiðar

Megin skýringu minnkandi laxveiði er hægt að rekja til annarra þátta en fiskeldis (kafla 1.1). Fyrir ákveðnar laxveiðiár eða svæði eru þó sterkar vísbendingar um neikvæð áhrif laxeldis á villta laxfiskastofna. Þau áhrif sem mest hafa verið í umræðunni eru neikvæð áhrif af laxalús og erfðablöndun. Áhrifin eru þó í engu samræmi við það sem oft er haldið fram.

Það fer mikið eftir aðstæðum á hverju svæði hve miklu álagi laxalús veldur á villtum laxfiskastofnum á viðkomandi svæði. Á kjörsvæðum lúsarinnar getur álagið orðið mikið sem getur valdið auknum afföllum á villtum laxfiskastofnum. Áætlað er að afföll á villtum laxi vegna laxalúsar sé mjög breytileg eða frá 0,6% upp í 39% (ICES 2016a).

Þó vísbendingar séu um að erfðafræðileg áhrif eldislaxa á villta laxastofna hafi aukist, hefur ekki verið sýnt fram á líffræðilegar og vistfræðilegar breytingar á stofnunum, sem ótvírætt er hægt að rekja til innblöndunar erfðaefnis stökulaxa (Glover o.fl. 2013; Solberg o.fl. 2015; Bakketeig o.fl. 2016). Þetta þýðir ekki endilega að slík áhrif hafi ekki átt sér stað, þar sem sýnt hefur verið fram á mikla innblöndun eldislaxa hjá villtum laxastofnum í sumum veiðivötnum. Langtíma vistfræðileg og erfðafræðileg áhrif af innblöndun eldislaxa í náttúrulega laxastofna er ekki að fullu útskýrð. Það eru því vissar áhyggjur af neikvæðum áhrifum á lífsprótt laxastofna við langvarandi og mikla innblöndun eldislaxa (Solberg o.fl. 2015).

1.3 Markmið

Meginmarkmið þessarar samantektar er að gefa yfirlit yfir hugsanleg umhverfisáhrif laxeldis á villta laxastofna. Meginárhersla verður lögð á umhverfisáhrif vegna hugsanlegrar erfðablöndunar og áhrif á laxveiði. Áður hefur verið fjallað um hugsanleg áhrif laxalúsar á villta laxastofna (Valdimar Ingi Gunnarsson 2014). Undirmarkmið skýrslunnar er að gefa yfirlit yfir:

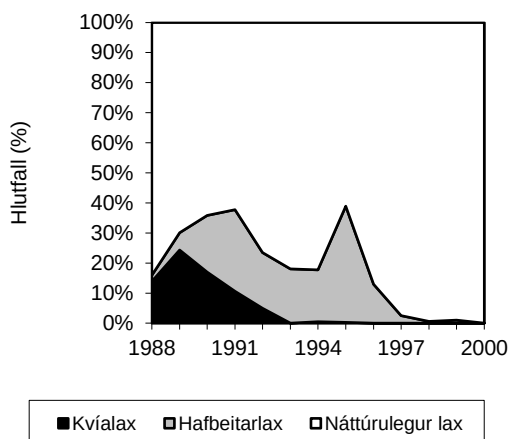
- Slysasleppingar á Íslandi og erlendis.
- Atferli og lifun eldislaxa við náttúrulegar aðstæður.
- Aðferðir við vöktun og veiðar á eldislaxi í sjó og veiðivötnum.
- Hæfni eldislaxa að fjölga sér við náttúrulegar aðstæður.
- Tíðni erfðablöndunar í villtum laxastofnum.
- Áhrif slysasleppinga á laxveiði.

2. Slysasleppingar á Íslandi

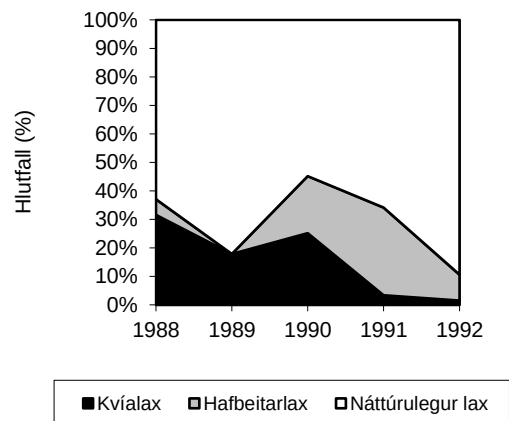
2.1 Slysasleppingar um 1990

Mikið umfang var í sjókvíaeldi á Íslandi í lok níunda áratugarins og í upphafi tíunda áratugarins og voru sett mest 7,5 milljónir seiða í sjókvíar árið 1988 (Valdimar Ingi Gunnarsson 2002). Það virðist hafa sloppið mikill fjöldi eldislaxa úr sjókvíum á níunda áratugnum, líklega flestir í Faxaflóa þar sem umfang laxeldis var mest á þeim árum.

Á myndum 2.1-2.6 er að finna hlutfall villtra laxa og laxa af kvía- og hafbeitaruppruna sem veiddust í Elliðaám, Úlfarsá, Leirvogssá, Laxá í Kjós og Botnsá sem allar eru staðsettar á sunnanverðum Faxaflóa. Hlutfall laxa af kvíauppruna fer mest upp í rúm 60% í Botnsá árið 1988 (mynd 2.5). Í Hvítá í Borgarfirði við Ferjukot voru 12,4% laxa sem veiddust í net á árinu 1988 með uppruna úr eldi, flestir úr hafbeit (Veiðimálastofnun 1988). Eldislaxinn leitaði lítið upp í hliðarár Hvítár og aðeins um 1% laxa í veiði Norðurár var úr eldi (Sigurður M. Einarsson, Veiðimálastofnun, munnl. uppl.).



Mynd 2.1. Hlutfall náttúrulegra laxa og laxa af kvía- og hafbeitaruppruna sem veiddust í Elliðaám tímabilið 1988-2000 (Þórólfur Antonsson og Sigurður Guðjónsson 2001).

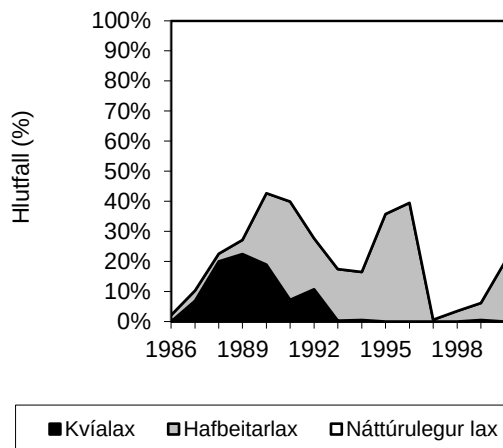


Mynd 2.2. Hlutfall náttúrulegra laxa og laxa af kvía- og hafbeitaruppruna sem veiddust í Úlfarsá tímabilið 1988-1992 (Friðjón M. Viðarsson og Sigurður Guðjónsson 1991, 1993).

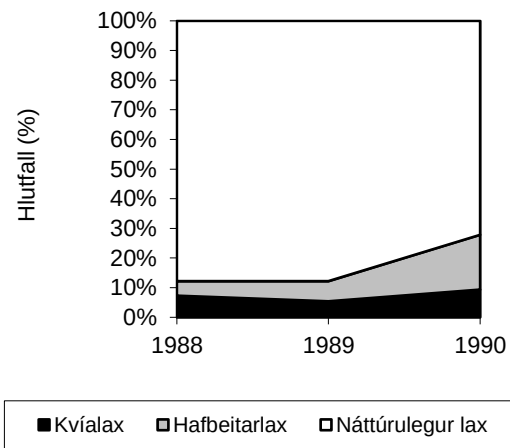
Á Suðurlandi voru endurheimtur kvíalaxa í Rangárnar á árunum 1988-1989 á bilinu 0,5-1,0% (Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson 1991). Í vatnakerfi Ölfusár-Hvítár var hlutfall kvíalaxa skoðað fyrir árin 1986-1995 (mynd 2.6). Endurheimtur kvíalaxa voru lágar, en hæstar 2,5% árið 1990.

Á Norðurlandi var hlutfall kvíalaxa í laxveiði lágt eða undir 1% í Blöndu (Sigurður Guðjónsson 1991). Á Austurlandi var hlutfall kvíalaxa einnig lágt. Í laxveiðiám í Vopnafirði er hlutfall þeirra undir 1%

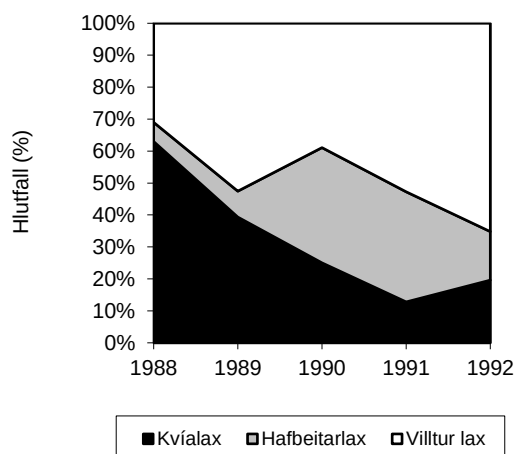
(Þórólfur Antonsson, Veiðimálastofnun, munnl. uppl.). Í Breiðdalsá var hlutfall eldislaxa 1990 um 11% en það skal haft í huga að aðeins var lesið hreistur af 9 löxum (Árni Óðinsson 1991).



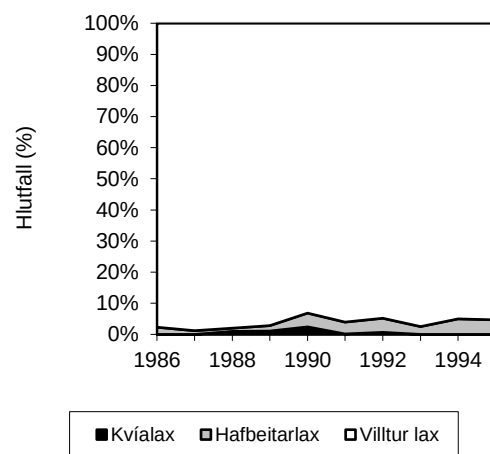
Mynd 2.3. Hlutfall náttúrulegra laxa og laxa af kvía- og hafbeitaruppruna sem veiddust í Leirvogsá tímabilið 1986-2000. Síðustu árin koma hafbeitarlaxar úr sleppingum í Leirvogsá sjálfa (Þórólfur Antonsson 2001).



Mynd 2.4. Hlutfall náttúrulegra laxa og laxa af kvía- og hafbeitaruppruna sem veiddust í Laxá í Kjós tímabilið 1988-1990 (Friðjón M. Viðarsson og Sigurður Guðjónsson 1991).



Mynd 2.5. Hlutfall náttúrulegra laxa og laxa af kvía- og hafbeitaruppruna sem veiddust í Botnsá tímabilið 1988-1990 (Friðjón M. Viðarsson og Sigurður Guðjónsson 1991, 1993).



Mynd 2.6. Hlutfall náttúrulegra laxa og laxa af kvía- og hafbeitaruppruna sem veiddust í vatnakerfi Ölfusár-Hvítá árin 1986-1995 (Magnús Jóhannsson, Veiðimálastofnun, munnl. uppl.).

2.2 Slysaslepping í Norðfjarðarhöfn

Þann 20. ágúst 2003, sluppu 2.900 eldislaxar (77 cm) úr sláturkví í Norðfjarðarhöfn. Eldislaxinn dreifði sér í veiðivötn á tiltölulega stóru svæði á árinu 2003. Strax eftir slysasleppingu var hafist handa við að veiða eldislaxinn og á tímabilinu 20. ágúst til 1. september 2003 veiddust 109 fiskar. Í Norðfjarðarflóa veiddust 100 eldislaxar flestir í og við höfnina þar sem fiskurinn slapp. Hinir 9 voru teknir í Mjóafirði og af þeim voru 8 teknir í ós Fjarðará. Á tímabilinu var einnig kafað í Norðfjarðará, Eskifjarðará, Fjarðará í Reyðarfirði, Loðmundafirði og Seyðisfirði án þess að vart hafi verið við eldislax (Björgvin Harri Bjarnarson 2003).

Á tímabilinu 23.-27. september 2003 fóru sérfræðingar Veiðimálastofnunar á Austfirði og drógu á í fjórum veiðivötnum; Stöðvará í Stöðvarfirði, Eskifjarðará, Norðfjarðará og Fjarðará í Mjóafirði án þess að verða varir við eldislax (Þórólfur Antonsson o.fl. 2003). Eldislaxar endurheimtust í stangveiði og klakveiði í laxveiðiám á Austurlandi á árinu 2003 í Breiðdalsá, Hofsa og Selá. Þrír örmerktu eldislaxanna sem veiddust voru úr sláturkví í Norðfjarðarhöfn. Skoðun á hreistri benti sérstaklega til að

8 laxar sem ekki voru örmerktir væru ættaðir úr eldi og hefðu sex þeirra verið aldir í sjókvíum (Ingi Rúnar Jónsson og Þórólfur Antonsson 2004).

Ef gengið er út frá því að 9 eldislaxar sem veiddust í laxveiðiám séu úr slyssasleppingu í Norðfjarðarhöfn hafa náðst 118 fiskar sem er um 4% af 2.900 löxum sem sluppu. Það er ekki vitað til að eldislax sem slapp í Norðfjarðarhöfn hafi skilað sér úr hafi á árinu 2004 eða síðar.

2.3 Slyssaslepping í Patreksfirði

Í nóvember 2013 slapp eldislax (3,5-7 kg) úr sláturkví í Patreksfirði. Talið var að um 1.400 eldislaxar hafi sloppið, en ekki 200 laxar eins og tilkynnt var í kjölfar óhappsins (Jón Örn Pálsson o.fl. 2016).

Í júlí og ágúst árið 2014 veiddu sérfræðingar Veiðimálastofnunar eldislax við Kleifaá í botni fjarðarins (Leó Alexander Guðmundsson 2014; Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2014). Samtals voru veiddir um sumarið 2014 alls 209 laxar á ósasvæði Kleifaár í botni Ósafjarðar í Patreksfirði. Talið var að allflestir ef ekki allir laxarnir hafi verið úr sleppingunni eins og athugun Veiðimálastofnunar bendir til (Jón Örn Pálsson o.fl. 2016). Endurheimtur byggjast á veiði á árinu 2014 eða 8-9 mánuðum eftir atburðinn. Það er ekki vitað til að eldislax úr slyssasleppingu í Patreksfirði hafi veiðst á öðrum svæðum eða eftir 2014.

3. Atferli og lifun eldislaxa

3.1 Fiskstærð og tímasetning slyssasleppingar

3.1.1 Laxaseiði

Atferli

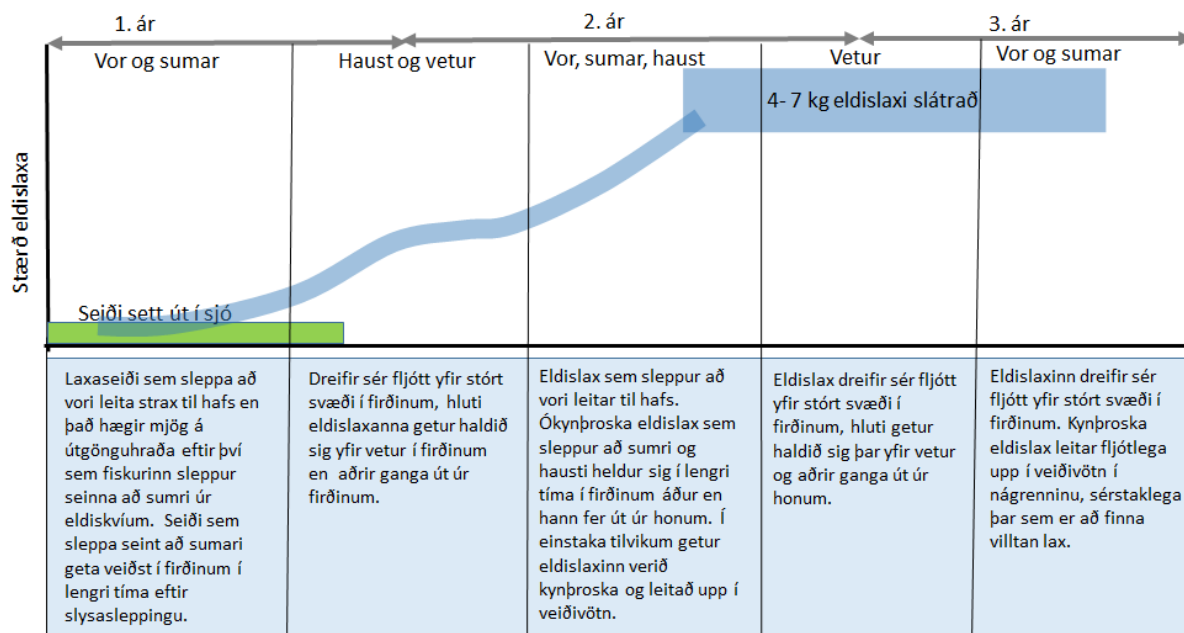
Laxaseiði sem sett hafa verið í sjókvíar að vori og sleppa fljótlega leita strax til hafs en það hægir mjög á útgönguhraða eftir því sem fiskurinn sleppur seinna að sumri úr eldiskví (tafla 3.1). Seiði sem sleppa seint að sumri geta veiðst í firðinum í lengri tíma eftir slyssasleppingu. Seiði sem sett eru í sjókvíar að hausti og fyrrihluta vetrar og sleppa strax eftir sjósetningu geta haft eðlilega gönguhegðun og sækja fljótt út úr firðinum. Umhverfisaðstæður í seiðaeldisstöð eins og eldi við stöðugt ljós getur brenglað gönguhegðun seiðanna (mynd 3.1).

Tafla 3.1. Atferli og endurheimtur á laxaseiðum (70-600 g) sem sleppa að vori, sumri, hausti og fyrrihluta vetrar.

Atferli
- Seiðum (150 g) sem sleppt var að vori eða snemma sumars (maí og júní) leituðu strax til hafs. Eftir því sem fiskurinn sleppur seinna úr eldiskvínni að sumri hægir á útgönguhraðanum (Skilbrei 2010a). - Nýútsett seiði (75-230 g) sem sleppa að hausti og fyrrihluta vetrar (september, nóvember og desember) leita til hafs en hægir eftir því sem sleppingin átti sér seinna stað á árinu (Skilbrei 2013). - Seiðum (65 g) sem sleppt var frá seiðaeldisstöð að hausti (október) voru minna stefnuvirk og syntu hægir en seiði sem sleppt var að vori (Uglen o.fl. 2013). - Stórseiði (0,5-0,8 kg) sem alinn voru við náttúrulegt ljós voru flest komin út úr firðinum (22 km langur), fyrstu fjóra dagana, eftir að þeim var sleppt að vori. Stórseiði sem alin voru við stöðugt ljós, synda hægir út fjórðinn og sýndu meiri breytileika í atferli og hluti þeirra dvaldi í firðinum í nokkrar vikur og jafnvel fast við eldiskvíar (Skilbrei o.fl. 2014).
Endurheimtur
- Lifun er best á seiðum sem sleppa fyrrihluta sumars en minnkar mikið þegar líða fer á sumar (Hansen 2006a). - Seiðahópum sem sleppt var að vori og sumri skiluðu sér að jafnaði um og undir 1% úr hafi. Um 55% endurheimtust í nágrenni við sleppistað og í mestu mæli í útfalli vatnsfalls virkjunar, en hluti veiddist í ám jafnvel í hundruð km fjarlægð (Skilbrei 2010b). - Endurheimtur á nýútsettum haustseiðum (60-220 g) sem sleppa að hausti eða fyrrihluta vetrar (sept.-des.) voru 0,004% á móti 0,17% hjá seiðum sem sleppt var að vori (Skilbrei 2013). - Um 0,4% (0,0-1,1%) seiða sem sleppa að sumari skila sér af hafi eftir eitt ár eða seinna. Flest skiluðu sér í nágrenni við sleppistaðinn (Skilbrei o.fl. 2015a).

Endurheimtur

Mikil afföll eru á seiðunum og meiri eftir því sem þau sleppa seinna á árinu (mynd 3.2). Fáir eldisfiskar skila sér af hafi sem kynþroska laxar eða vel undir 1% skv. erlendum rannsóknum (tafla 3.1). Engin gögn eru til um lifun laxaseiða af norskum uppruna hér við land, en í hafbeitarleppingum á íslenskum laxi á Vestfjörðum árin 1972-85 voru endurheimtur 2,2% (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 1988). Á síðustu áratugum hafa endurheimtur seiða af villtum og af eldisuppruna lækkað mikið (kafla 1.1).



Mynd 3.1. Hugsanlegt atferli eldislaxa við slysasleppingu eftir þroska/fiskstærð og árstíma.

3.1.2 Unglax (0,5-3 kg) á fyrsta vetri

Atferli

Unglax sem sleppur að vetri dreifir sér tiltölulega fljótt yfir stórt svæði í firðinum (tafla 3.2). Atferli eftir slysasleppingu virðist vera breytilegt sem hugsanlega má skýra með mismunandi aðstæðum eða jafnvel hvenær að vetri fiskurinn sleppur. Í sumum tilvikum virðist allur fiskur yfirgefa fjörðinn og í öðrum er a.m.k. hluti af stofninum í firðinum og jafnvel fast upp við eldiskvíar. Unglax sem hefur verið í eldiskví yfir vetur og sleppur að vori leitar strax til hafs.

Tafla 2.2. Atferli og endurheimtur á unglaxi (0,5-3 kg) sem sleppa á fyrsta ári (haust og vetur) í eldi.

Atferli
- Unglax (0,6 kg) sem hefur verið í eldiskví um vetur og sleppur að vori leitar strax til hafs (Skilbrei o.fl. 2014). - Unglax (0,9-1,3 kg) sem var búinn að vera í eldiskvínni frá vori og sleppt að hausti eða fyrrihluta vetrar (september-október) leitaði í litlu mæli út úr firðinum (Skilbrei 2010a). - Unglax (1,4 kg) sem sleppt var úr eldiskví í febrúar fannst ekki lengur í firðinum eftir tvo mánuði (Solem o.fl. 2013). - Eldislaxinn (54-70 cm) var kominn 5-7 km frá sleppistað eftir einn sólarhring, 9-12 km eftir tvo sólarhringa. Um 40% fiskanna voru í firðinum eftir þrjár vikur en fáir eða engir eftir 7 vikur (Skilbrei o.fl. 2010). - Eldislax sem sleppur (0,9-1,3 kg) að hausti og að vetri heldur sig í einhverju mæli við eldiskvíar og étur þurrfóður. Annar fiskur sem heldur sig í firðinum nær ekki að aðlagast villtum fæðudýrum a.m.k. fyrstu mánuðina og áframgrast (Olsen og Skilbrei 2010).
Endurheimtur
- Endurheimtur í veiði á eldislaxi (um 70 cm) sem sleppt var að vetri er lægst í nóvember (< 0,5%) hækkar síðan og er komið í 1-2% í febrúar og fer síðan í 4-5% í mars/apríl sem er í takt við niðurstöður annarra rannsókna með minni fisk. Eldislax sem sleppur að vetri veiðist yfir stærra svæði en fiskar sem sleppa að sumri (Hansen 2006a, b). - Í skoskri rannsókn þar sem mikill fjöldi smálaxa (1,3 kg) sluppu úr kví í febrúar, rétt fyrir utan ána Polla skiluðu sér í litlum mæli (< 1,0%) í ána og eða önnur veiðivötn í nágrenninu (Webb o.fl. 1991, 1993a). - Afföll á eldislaxi (um 50 cm) sem sleppt var að vetri (janúar) voru um 56% og 84% úr sleppingu að vori (apríl, maí) í firðinum og á leið fiskanna út á haf. Meiri afföll að vori voru rakin til þess að þá var meira um afrán. Engin eldislax skilaði sér á hrygningarsvæði í nærliggjandi veiðivötnum að hausti eða árið eftir (Whoriskey o.fl. 2006).

Endurheimtur

Umhverfisaðstæður yfir vetramánuðina eru erfiðar og utan hefðbundins göngutíma laxfiska. Afföll eru því mikil en líklega er lifunin meiri eftir því sem fiskurinn sleppur seinna að vetri (tafla 3.2; mynd 3.2).

3.1.3 Eldislax (3-6 kg) á öðru og þriðja ári

Kynþroski

Að öllu jöfnu er hlutfall kynþroska lágt í eldislaxi annan veturinn í sjókví eða undir 10%. Aftur á móti ef sett eru út stórseiði í sjókvíar er hætt við að hlutfall kynþroska geti verið töluvert hærri. Það má þó draga út hlutfalli kynþroska með að vera með ljósstýringu á fiskinum fyrsta veturinn í sjókvím (Valdimar Ingi Gunnarsson og Eiríkur Beck 2004). Í sumum tilvikum er eldislaxinn hafður á þriðja ár í sjókvím og þá má vænta hærri hlutfalls kynþroska.

Tafla 3.3. Kynþroski, atferli og endurheimtur á eldislaxi (3-6 kg) sem sleppur á öðru og þriðja ári í eldi.

Kynþroski
• Í Noregi er talið að hlutfall kynþroska eldislaxa annað haustið í sjó sé 0-11% (Skilbrei o.fl. 2015). • Hér á landi er eldislax lengur í sjókvím en í Noregi og í sumum tilvikum fram að þriðja sumari og hausti. Í íslenskum mælingum hefur kynþroski eftir tvö ár í sjó mælst að öllu jöfnu vel undir 10%. Dæmi eru þó um stórseiði (600 g) sem sett voru út að hausti væru með um 50% kynþroska eftir tvö ár í sjókvím og var eldislaxinn þá um 5,7 kg (Valdimar Ingi Gunnarsson og Eiríkur Beck 2004, 2005). • Úr endurheimtum eldislaxi frá slyasleppingu í Norðfjarðarhöfn í ágúst 2003 voru 36 laxar kynþroskagreindir og voru um 14% þeirra kynþroska (Valdimar Ingi Gunnarsson og Eiríkur Beck 2005). • Allir eldislaxar (3,5-7 kg) sem sluppu úr sjókvím í Patreksfirði í nóvember 2013 og veiddir um sumarið 2014 voru kynþroska (Leó Alexander Guðmundsson 2014; Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2014). Þegar eldisfiskurinn var veiddur voru meira en tvö ár liðin frá því hann fór í sjókvíar en hlutfall kynþroska er óþekkt.
Atferli
• Eldislax (54-70 cm) sem sleppur í júní virðist leita í meira mæli út úr firðinum en fiskur sem sleppur að vetri (Skilbrei o.fl. 2010). • Þekkt er að ókynþroska eldislax (0,5-3 kg) sem hefur sloppið úr sjókvím haldi sig tímabundið (október) á ósasvæðum straumvatna í Noregi. Eldislaxinn sótti í litlu mæli uppi í straumvatnið (Skoglund o.fl. 2014). • Eldislax (7,4 kg) sem sleppt var í júní dreifði fljótt úr sér í firðinum (9,5 km á dag), flestir leituðu út úr firðinum en einnig í laxveiðiár í nágrenninu um sumarið og árið eftir (Chittenden o.fl. 2011). • Eldislax (3,5-7 kg) sem slapp úr sjókvím í nóvember 2013 í Patreksfirði veiddist í júlí og ágúst við Kleifaá í botni fjarðarins um sumarið 2014 (Leó Alexander Guðmundsson 2014; Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2014). Eldislaxinn var í mismunandi holdum og hugsanleg skýring er að hluti fiskanna hafi haldið sig í nágrenni við kvíarnar og étið fóður sem farið hefur til spillis. • Þann 20. ágúst 2003, sluppu 2.900 eldislaxar (77 cm) úr sláturkví í Norðfjarðarhöfn, dreifðu sér hratt, veiddust í takmörkuðu mæli í firðinum fyrstu dagana eftir slyasleppingu. Á tímabilinu 20. ágúst til 1. september veiddust 109 eldislaxar. Í Norðfjarðarflóa veiddust 100 eldislaxar flestir í og við höfnina þar sem fiskurinn slapp og hinir 9 voru teknir í Mjóafirði. Á tímabilinu 23.-27. september fóru sérfræðingar Veiðimálastofnunar á Austfirði og drógu á í fjórum ám án þess að verða varir við eldislax. Í stangveiði og klakveiði veiddust kynþroska eldislaxar í þremur laxveiðiám; í Breiðdalsá, Hofsa og Selá (Valdimar Ingi Gunnarsson og Eiríkur Beck 2004, 2005; Ingi Rúnar Jónsson og Þórólfur Antonsson 2004).
Endurheimtur
• Fyrst eftir að ókynþroska eldislax sleppur getur hann veiðst í miklu mæli í nágrenninu við sleppistað. Aftur á móti eru endurheimtur eftir eitt eða fleiri ár frá slyasleppingu mjög lágar eða 0,09%. Niðurstöður byggja á sleppingum 8.023 eldislaxa í Noregi (Skilbrei o.fl. 2015a). • Um vorið var sleppt eldislaxi (um 70 cm) í Noregi og Skotlandi og voru endurheimtur 7% og 0,6%. Endurheimtur úr norsku sleppingum voru mestar í nágrenninu, en einnig í allt að 150 km fjarlægð frá sleppistað og hluti þeirra í veiðivötnum. Allir eldislaxarnir sem endurheimtust úr skosku sleppingunni voru veiddir við strönd Skotlands og í Noregi (Hansen og Youngson 2010). • Um 18% kynþroska eldislaxa (7,4 kg) sem sluppu í júní skiluðu sér í laxveiðiár í nágrenninu sama ár og árið eftir (Chittenden o.fl. 2011). • Veiðimálastofnun veiddi 63 eldislaxa úr slyasleppingu í nóvember 2013 í Patreksfirði (Leó Alexander Guðmundsson 2014; Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2014). Samtals veiddust 209 eldislaxa og var talið að um 1.400 hafi sloppið og var þá gengið út frá að um 15% þeirra hefðu skilað sér í veiði (Jón Örn Pálsson o.fl. 2016). • Af þeim eldislaxum sem sluppu í Norðfjarðarhöfn endurheimtust þrír örmerktir í laxveiðiám og skoðun á hreistri benti sérstaklega til að 6 laxar sem ekki voru örmerktir væru ættaðir úr sjókvím. Þessir fiskar veiddust í Breiðdalsá, Hofsa og Selá (Ingi Rúnar Jónsson og Þórólfur Antonsson 2004). Um 0,3% eldislaxa (9/2.900x100) sem sluppu í ágúst 2003 í Norðfjarðarhöfn endurheimtust því í laxveiðum sama ár. Ekki er vitað með fullri vissu að eldislax úr slyasleppingu í Norðfjarðarhöfn hafi skilað sér í laxveiðiár árið eftir að slyasleppingu átti sér stað.

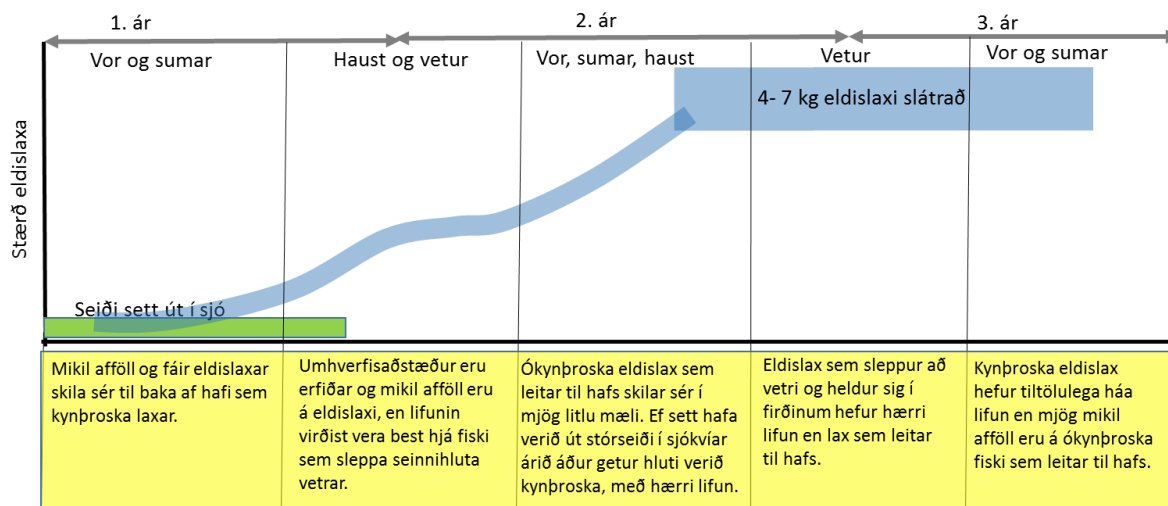
Atferli

Ókynþroska eldislax sem sleppur að vori leitar til hafs, en fiskur sem sleppur að sumri og hausti á öðru ári í sjókvím heldur sig í lengri tíma í firðinum. Ef sett eru út mjög stór seiði árið áður getur lítill hluti af eldislaxinum verið kynþroska og sótt upp í veiðivötn í nágrenninu. Þegar eldislax sleppur annan veturinn úr sjókví er líklegt að stökulax dreifi sér fljótt yfir stórt svæði í firðinum, hluti getur haldið sig

þar að vetri og aðrir ganga út úr firðinum. Kynþroska eldislax úr sleppingum að vetri og vori sem haldið hefur sig í firðinum gengur í mestum mæli upp í laxveiðiár í næsta nágrenni að sumri og hausti. Kynþroska lax sem sleppur að sumri og hausti gengur hratt upp í laxveiðiár í nágrenninu. Ókynþroska eldislax getur í einhverjum tilvikum sótt tímabundið inn á ósasvæði og neðri hluta laxveiðiáa (tafla 3.3).

Endurheimtur

Ókynþroska eldislax sem leitar til hafs skilar sér í mjög litlu mæli til baka. Eldislax sem sleppur getur lifað í firðinum yfir vetur og ásamt eldisfiski sem sleppur að vori og sumri sótt upp í nærliggjandi veiðivötn sem kynþroska fiskar. Það má gera ráð fyrir að hærri hlutfall eldislaxa gangi upp í veiðivötn eftir því sem sleppingin á sér stað seinna á árinu og með auknu kynþroskahlutfalli (tafla 3.3).



Mynd 3.2. Hugsanleg lifun á eldislaxi sem sleppur úr sjókvíum eftir stærð/proska og árstíma.

3.2 Dreifing storkulaxa í sjó

3.2.1 Fyrstu viðbrögð

Leitar strax frá eldiskvíunum

Í kanadískri rannsókn kom fram að hljóðmerktur eldislax (um 50 cm) hafði leitað meira en einn kílómetra frá eldiskvíum örfáum klukkutímum eftir að þeim var sleppt að vetri (janúar) og aftur að vori (apríl og maí). Hluti af eldislaxinum leitaði á ósasvæði í nágrenninu en sá fiskur var að mestu étinn af sel. Aðrir eldislaxar leituðu út fjörðinn og síðan til hafs en mikil afföll voru á fiskinu á leiðinni eða um 56% í sleppingu að vetri og um 84% úr sleppingu að vori sem rakið var til meiri fjölda sela á svæðinu (Whoriskey o.fl. 2006). Í norskri tilraun þar sem eldislaxum var sleppt á mismunandi árstímum var niðurstaðan að fiskurinn var kominn 5-7 km frá eldiskvíunum eftir einn dag og 9-12 km eftir tvo daga. Eldislaxarnir dreifðu sér í allar áttir, mishratt eftir fiskum (Skilbrei o.fl. 2010a,b). Í annarri norskri tilraun koma fram að stór eldislax (7,4 kg) synti að jafnað 9,5 km á dag meðfram strönd landsins (Chittenden o.fl. 2011).

Eldislax kafar niður eftir sleppingu

Eldisseiði halda sig í efstu metrunum eftir að þau sleppa úr eldiskvíum (Skilbrei 2010a, 2013). Aftur á móti leitar eldislax (54-70 cm) sem sleppur úr eldiskvíum niður á meira en 15 metra dýpi fyrstu klukkutímana eða dagana eftir slyasleppingu og jafnvel niður á 50 til 80 metra dýpi. Næstu fjórar vikurnar dvaldi eldislaxinn mest fyrir ofan lagskiptin á 0-4 metra dýpi. Eldislaxinn hélt sig neðar á daginn, sérstaklega á björtum dögum. Það er munur á atferli eftir árstíma og úr sleppingum að vetri hélt eldislaxinn sig meira í heitari sjó undir lagskiptunum, en var þó í meirihluta tímans í köldu yfirborðslaginu (Skilbrei o.fl. 2009).

Ókynþroska eldislax getur haldið sig tímabundið á ósasvæðum

Þekkt er að ókynþroska eldislax (0,5-3 kg) sem hefur sloppið úr sjókvíum haldi sig tímabundið (október) á ósasvæðum straumvatna í Noregi (Skoglund o.fl. 2014). Aðrar slysasleppingar á unglaxi að hausti sýna að ókynþroska eldislax heldur sig í torfum á ósasvæðinu og neðri hluta nærliggjandi veiðivatna, en fækkaði síðan hratt á svæðinu þegar leið á (Skoglund o.fl. 2015). Það hefur einnig komið fram í rannsóknum í Noregi á hljóðmerktum eldislaxi (1,4 kg) sem sleppt var í febrúar að hluti af fiskinum hélt sig á ósasvæðum straumvatna í nágrenninu (Solem o.fl. 2013). Í Kanada hélt hluti af eldislögum sem sleppt var í janúar og mars sig á neðri hluta ósasvæðis laxveiðiáa í nágrenninu fyrstu 1-2 vikurnar eftir sleppingu (Whoriskey o.fl. 2006).

3.2.2 Göngur út úr firðinum

Staðsetning eldisvæða

Rannsóknir benda til að staðsetning eldisvæða hafi áhrif á dreifingu stökulaxa og veiðanleika. Eldislax sem sleppur frá eldisvæði sem staðsett er utarlega í fjörðum, nærri opnu úthafi, veiðast í minna mæli en lax sem sleppur frá svæðum sem staðsett eru innarlega í fjörðum (Skilbrei o.fl. 2015a). Stærð fjarða virðist einnig skipta máli fyrir atferli eftir stök og í hversu miklu mæli fiskurinn leitar út úr firðinum. Í slysasleppingu í Norðfirði, sem er lítill fjörður fór eldislaxinn strax út úr firðinum (kaflí 2.2). Aftur á móti í Patreksfirði sem er mun stærri fjörður virðist eldislaxinn hafa haldið sig í firðinum og veiðst þar árið eftir (kaflí 2.3). Í tilfelli Norðfjarðar voru 5 km í fjarðarmynni og rúma 20 km þurfti laxinn að synda til að komast út í fjarðarmynni Patreksfjarðar eða Patreksfjarðarflóa. Það kann einnig að hafa áhrif að eldislaxinn sem slapp í Patreksfirði var alinn í firðinum en ekki í tilfelli slysasleppingar í Norðfirði.

Hafbeitarseiði

Framkvæmdar hafa verið atferlirannsóknir á laxaseiðum (13-36 cm) sem sleppt var frá hafbeitarstöð í Hraunfirði. Í þeim kom fram að seiðin syntu að meðaltali 1,6 km/klst. að mestu í sjávaryfirborði (< 3 m) og voru komin út úr Breiðafirði á opið haf innan 2-3 sólarhringa. Minni hluti seiðanna sem synti ekki strax út voru snemmkyþroska hængsseiði (Jóhannes Sturlaugsson & Konráð Þórisson 1995).

Eldisseiði í vorútsetningu

Tilraunir með eldisseiði sýna mismunandi atferli allt eftir því hvenær þau sleppa eftir sjósetningu og einnig geta umhverfisaðstæður í seiðaeldisstöð brenglað gönguhegðun þeirra (kaflí 3.1.1). Eldisseiði (150 g) sem fara í eldiskvíar að vori og sleppa fljótlega eftir sjósetningu voru komin út úr rúmlega 20 km löngum firði innan nokkurra daga. Vilji seiðanna að ganga út úr firðinum minnkaði eftir því sem sleppingin átti sér stað seinna að sumri og hausti (Skilbrei 2010a).

Eldisseiði í haustútsetningu

Eldisseiði (75-230 g) sem sett voru í sjókvíar að haustið og að vetri (september, nóvember og desember) og sleppt fljótlega eftir útsetningu voru komin út úr rúmlega 20 km firði á innan við viku frá sleppingu. Flest seiðanna dvöldu þó fyrsta daginn í nágrenni við sleppistaðinn og fóru hægar yfir eftir því sem sleppingin átti sér stað seinna á árinu. Um 26% seiðanna náðu því að komast út úr firðinum. Önnur seiði hurfu, m.a. vegna afráns (Skilbrei 2013).

Stórseiði

Aukinn áhugi er fyrir framleiðslu stórseiða og var því rannsakað atferli þeirra eftir sleppingu. Stórseiðin (0,5-0,8 kg) voru alinn við náttúrulegt ljós og stöðugt ljós. Þau seiði sem alinn voru við náttúrulegt ljós voru flest komin út úr rúmlega 20 km löngum firði, fyrstu fjóra dagana, eftir að þeim var sleppt að vori. Stórseiði sem alin voru við stöðugt ljós, syntu hægar út fjörðinn og sýndu meiri breytileika í atferli og hluti þeirra dvaldi í firðinum í minnst þrjár vikur og jafnvel fast við eldiskvíar (Skilbrei o.fl. 2014).

Ókynþroska eldislax

Atferli unglaxa virðist vera mismunandi eftir árstíma og jafnvel eftir fiskstærð og fjörðum. Eldislax (0,9-1,6 kg) sem var búinn að vera í eldiskví frá vori og var sleppt að hausti og fyrrihluta vetrar (september-október) leitaði í litlu mæli út úr firðinum og veiddist í honum nokkrum mánuðum eftir sleppingu

(Skilbrei 2010a). Úr sleppingu í febrúar var talið að allur eldislaxinn (1,4 kg) væri kominn út úr litlum firði eftir tvo mánuði (Solem o.fl. 2013).

Við tilraunarsleppingu á eldislaxi (3-4,5 kg) mánuðina mars, júní, ágúst og desember kom fram að fiskurinn dreifði fljótt úr sér í firðinum í allar áttir. Um 38% eldisfiskanna leituðu út úr firðinum og hæst var hlutfallið úr sleppingu í júní. Eftir 3 vikur frá sleppingu voru um 40% fiskanna eftir í firðinum og fáir eða enginn eftir 7 vikur. Um 32% fiskanna voru veiddir í firðinum (Skilbrei o.fl. 2014).

Fram hefur komið í sleppitilraunum í Noregi að hluti af eldislaxinum heldur sig í einhverju mæli við eldiskvíar og étur þurrfóður. Hér var um að ræða eldislax (0,5-1,3 kg) sem sleppt var í september og október. Fyrstu vikurnar var ekki að finna fæðu í maga, síðan fór fiskurinn í auknu mæli að éta þurrfóður en í mun minna mæli náttúruleg fæðudýr. Hluti af eldislaxinum sem hélt sig í firðinum át ekkert eða lítið og horaðist yfir veturinn (Olsen og Skilbrei 2010). Í nóvember 2013 slapp eldislax úr sláturkví í Patreksfirði. Í júlí og ágúst árið eftir veiddust eldislaxar í ós Kleifaá í botni Patreksfjarðar. Líklegt er að þeir eldislaxar sem fram komu í veiði hafi haldið sig inn í firðinum um veturinn. Holdastuðull á eldislaxinum (3-7 kg) sem fangaður var í júlí var aðeins 0,8 en í ágúst um 1 (Leó A. Guðmundsson 2014; Leó A. Guðmundsson o.fl. 2014). Bent var á að það væri ekki útilokað að eldislaxarnir hafi komið úr tveimur sleppingu. Skýringin getur einnig verið að hluti eldislaxanna hafi étið þurrfóður við eldiskvíar og hugsanlega einnig í einhverju mæli náttúruleg fæðudýr.

Kynþroska laxa

Gera má ráð fyrir að hluti af eldislaxi sem sleppur annan vetur í sjókví verði kynþroska það ár, og hlutfallið enn hærra úr slyasleppingu þriðja veturinn (kaflí 3.1.3). Út frá þeirri reynslu sem fékkst af slyasleppingu í Norðfjarðarhöfn leitar stór eldislax (77 cm) strax út úr firðinum eða á örfáum dögum, en fjörðurinn er aðeins 5 km (kaflí 2.2). Í tilraunarsleppingu í júní mánuði á stórum eldislaxi (39 eldislaxar, 7,4 kg) í Noregi var megnið af fiskinum kominn út úr litlum hliðarfjörðum út í Altafjörðinn innan við viku frá sleppingu. Eldislaxinn synti að jafnaði 9,5 km/dag út fjörðinn. Megnið af fiskinum sem ekki var veiddur synti síðan utar í Altafjörðinn en um 18% hélt sig í ós Altaárinnar í botni fjarðarins og tveir fiskar náðu síðan að ganga upp í ána og einn í Tana ána sem er í öðru fjarðarkerfi (Chittenden o.fl. 2011).

3.2.3 Atferli og endurheimtur kynþroska eldislaxa

Atferli eldislaxa sem sækja út úr firðinum

Í rannsóknum í Noregi hefur komið fram að eldislax sem sleppur úr sjókvíum heldur sig við ströndina og fer yfirleitt með strandstrauminum norður með ströndum landsins. Í þeim tilvikum sem eldislax sleppur sunnarlega í Noregi veiðist hluti hans sunnan við sleppistað allt að ströndum Svíþjóðar (Hansen o.fl. 1987).

Í tilraunarsleppingu í Skotlandi endurheimtust allir eldislaxarnir við strönd Skotlands norðan við sleppistaðinn og í Noregi (Hansen og Youngson 2010). Komið hefur verið með þá tilgátu að eldislax sem sleppur úr eldiskvíum í Færeyjum, Írlandi og Skotlandi fylgi strauminum og endi upp í veiðivötnum í Noregi og Rússlandi (Hansen 2006b). Jafnframt hefur verið bent á að eldislax úr slyasleppingu á Írlandi gangi upp í veiðivötn á Norður-Írlandi og Skotlandi. Dreifing á strokulaxi í austur má sjá í samhengi við að meira veiðist af eldislaxi í Noregi en í Skotlandi og Írlandi (Hansen og Youngson 2010).

Atferli eldislaxa sem sleppa að vetri og vori

Atferli kynþroska eldislaxa eða lax sem sleppa að vetri og verða kynþroska haustið eftir fer mikið eftir á hvað árstíma fiskurinn sleppur. Fram hefur komið í rannsóknum að í sleppingu yfir vetramánuðina fari eldislaxinn meðfram ströndinni og sækir síðan upp í nærliggjandi veiðivötn þegar hann verður kynþroska. Eldislaxinn hafi enga heimaá og geti því sótt upp í laxveiðiár á stóru svæði (Hansen 2006a,b).

Í tilraunarsleppingu sem gerðar voru 25. apríl í Skotlandi og 10. maí í Noregi dreifði eldislax, sem að mestu var kynþroska, sér yfir stórt svæði. Enginn eldislax endurheimtist í laxveiðiám í Skotlandi, en

nokkrir í mikilli fjarlægð frá sleppistað og flestir í öðrum löndum. Í sleppingu í Noregi veiddust eldislaxarnir í sjó og veiðivötnum, flestir innan við 150 km fjarlægð frá sleppistað (Hansen og Youngson 2010).

Atferli kynþroska eldislaxa sem sleppa um sumar

Þegar kynþroska eldislax sleppur að sumri dreifir hann sér yfirleitt yfir minna svæði en fiskur sem sleppur að vetri. Þann 8. ágúst voar sleppt 40 rafeindamerktum kynþroska eldislaxum frá sjókvíaeldisstöð í Altafirði í Norður – Noregi. Eldislaxinn var eftir nokkra daga kominn upp í veiðivötn í nágrenninu og í mestu mæli í stærstu laxveiðiánnu. Flestir eldislaxanna héldu sig í firðinum og lengst fór fiskurinn í 90 km frá sleppistaðnum (Heggberget o.fl. 1993).

Í tilraunarsleppingu í júní mánuði á stórum eldislaxi (39 eldislaxar, 7,4 kg) í Altafirði í Norður - Noregi veiddust um 79% laxanna mest innan við einum mánuði frá sleppingu. Um 32% fiskanna endurheimtust utarlega í Altafirði, 29% fyrir miðjum firði og 26% í innri hluta fjarðarins. Um 9% eldislaxanna voru teknir á stöng í veiðivötnum í Altafirði og einn í öðrum firði (3%) (Chittenden o.fl. 2011).

Rannsóknir á Íslandi

Eldislax sem slapp úr sláturkví í Norðfjarðarhöfn fór bæði rúma 100 km norður í laxveiðiár í Vopnafirði og rúma 70 km suður með landinu í laxveiðiá í Breiðdalsvík. Eldislaxinn sótti ekki upp í silungsveiðiár í nágrenninu heldur fór lengri vegalengdir í stórar laxveiðiár. Aftur á móti úr slysasleppingu í Faxaflóa um 1990 (kaflí 2.1) sótti eldislaxinn upp í laxveiðiár í nágrenni eldisins. Á þessum tíma var sjókvíaeldi frá Hvalfirði meðfram ströndinni að Stakksfirði utarlega á Reykjanesi. Mest af eldislaxinum gekk upp í Elliðaár, Úlfarsá, Leirvogsa og ár í Hvalfirði. Tiltölulega lítið af eldislaxi gekk upp í laxveiðiár í Borgarfirði og á Suðurlandi (kaflí 2.1).

3.2.4 Atferli og endurheimtur stökulaxa sem koma úr hafi

Hvenær kemur fiskurinn úr hafi?

Þegar eldislax sem gengið hefur á haf út nær kynþroskastærð sækir hann yfirleitt aftur til baka á sleppistað eftir eitt eða tvö ár. Í veiðum í leiðigildru í Noregi hefur komið fram að eldislaxinn kemur aðeins seinna úr hafi en villti laxinn. Það virðist þó ekki vera munur á atferli eftir að í fjörðinn er komið þar sem eldislax sem kemur úr hafi gangur jafn hratt upp í veiðivötnin eins og villti laxinn (Næsje o.fl. 2015).

Atferli á villtum íslenskum laxi

Gerðar hafa verið rannsóknir á atferli villtra laxa hér á landi. Með notkun mælimerkja sem skrá seltu, hita og dýpi hefur komið fram að laxar á leið sinni á sleppistað þræða sumir strandlengjuna og leita jafnvel inn á ósasvæði eða neðsta hluta vatnakerfa í leit að réttum heimkynnum (Jóhannes Sturlaugsson 1995; Jóhannes Sturlaugsson o.fl. 1997). Svipuð hegðun hefur komið fram í rannsóknum í Blöndu en þar voru laxar merktir í laxastiganum við Ennisflúðir um 2 km frá sjó og hafa nokkrir laxar úr þessum merkingum endurheimt samsumars í nokkrum veiðivötnum á Norðurlandi (Friðjón M. Viðarsson og Sigurður Guðjónsson 1991).

Lágar endurheimtur á eldislaxi sem kemur úr hafi

Mikinn breytileiki er í heimtum milli rannsókna af ólíkum sleppitíma (árstíma), sleppistað og kynþroskastigi laxa. En miklu skiptir fyrir endurheimtur hvort stökulax leitar út á opið úthaf áður en hann snýr til baka í veiðivatn eða hvort laxinn heldur sig innan strandsvæðis, nærri eldisvæði fyrir ferskvatnsgöngu.

Endurheimtur á eldislaxi sem leitar til hafs og snýr til baka eftir eitt, tvö eða þrjú ár eru lágar. Ástæður affalla eru einkum taldar afrán og sultur en einnig hefur verið talið að „homing“ atferli sé lakara hjá eldislaxi en villtum laxi sérstaklega ef eldislaxinn sleppur að hausti eða vetri til (Hansen 2006a).

Það eru engin fullnægjandi gögn um að eldislax af norskum uppruna sem leitað hefur til hafs eftir slysasleppingu úr eldiskvíum á Íslandi og dvalið þar í einn vetur eða yfir lengri tíma hafi skilað sér til

baka. Í Skotlandi og Írlandi virðast vera færri eldislaxar af norskum uppruna sem skila sér úr hafi upp í laxveiðiár en tilfellið er í Noregi, enda hlutfall eldislaxa í laxveiðiám þar mun lægra (kafla 3.2.2).

Endurheimtur á eldisseiðum

Eldisseiði sem leita til hafs koma til baka í litlu mæli. Að jafnaði skila sér í veiði um 0,4% (0,0-1,1%) eldisseiða sem sleppt hefur verið í Noregi (Skilbrei o.fl. 2015a: kafla 3.1.1). Eldisseiði sem sleppa úr eldiskvíum hafa tilhneigingu að leita aftur á sleppistað þegar þau koma úr hafi og gangi síðan upp í nærliggjandi ár (Jonsson 1997). Ratvísi minnkar þegar eldisseiðin sleppa að hausti og vetri utan hefðbundins göngutíma (Hansen og Jonsson 1991, Hansen 2006a,b).

Í norskri tilraunarsleppingu á eldisseiðum (55-90 g) sem sleppt var að sumri (27 maí-5 ágúst) endurheimtust um 0,8%. Þar af skilaði sér meira en helmingur í sama fjörð, um 49% endurheimtra eldisseiða í nágrenni við sleppistað, mest í affalli virkjunar í nágrenninu, en 5% í veiðivötnum í firðinum. Af þeim seiðum sem ekki skiluðu sér í fjörðinn endurheimtust 32% í sjó og 12% í veiðivötnum (Skilbrei 2010b).

Endurheimtur á ókynþroska eldislaxi

Sleppt hefur verið rúmlega 8.000 eldislöxum í Noregi og 0,09% hefur skilað sér í veiði eftir eitt til tvö ár. Af sjö eldislöxum sem hafa skilað sér úr hafi úr rúmlega 8.000 laxa sleppingu eftir eitt til tvö ár hafa allir verið endurheimtir á sleppistað eða í nokkurra km fjarlægð (Skilbrei o.fl. 2015a). Í öðrum sleppingum á ókynþroska eldislaxi eru einnig lágar endurheimtur (kafla 3.1.2).

Endurheimtur á kynþroska laxi

Lifun á kynþroska eldislaxi eða laxi sem verður kynþroska næsta haust eykst eftir því sem sleppingin á sér stað seinna að vetri og var hæst úr sleppingum í mars - apríl, 4-5% (Hansen 2006a,b). Eldislax sem sleppur að sumri, sérstaklega seinni hluta sumars getur að stórum hluta skilað sér upp í nærliggjandi veiðivötn (Heggberget o.fl. 1993; kafla 3.1.3).

3.3 Atferli og samkeppnishæfni eldislaxa í veiðivatni

3.3.1 Val á veiðivatni

Sækir í nærliggjandi veiðivötn

Eldislax gengur í mestu mæli upp í veiðivötn í nágrenni við sleppistað (Thorstad o.fl. 2008). Ef um er að ræða slysasleppingar af kynþroska eldislaxi seinnipart sumars eða um haustið getur strokufiskurinn gengið upp í nærliggjandi veiðivötn á innan við viku (Heggberget o.fl. 1993; Johnsen o. fl. 1998).

Með kynbótum á eldislaxi virðist ratvísi hans hafa minnkað. Í sleppingum í Imsa ána hefur komið fram að villur á villtum laxi eru um 6%, um 15% á hafbeitarseiðum og um 55% hjá seiðum norsks kynbættis eldislax. Aftur á móti veiddust 75% eldisseiða sem ekki skiluðu sér í Imsa ána innan 60 km frá ánni eins og í tilfelli hafbeitarseiða (Jonsson o.fl. 2003). Ratvísi laxa í þessari tilraun er almennt minni en í öðrum rannsóknum.

Getur dreift sér yfir stórt svæði

Almenna reglan er að eldislax sem sleppur sæki á sleppistað þegar hann verður kynþroska og sæki síðan upp í nærliggjandi veiðivötn. Það hefur þó komið fram í rannsóknum að seiði og eldislax sem sleppa yfir vetramánuðina hafa minni ratvísi og sækja upp í veiðivötn á stóru svæði (Hansen og Jonsson 1991, Hansen 2006a,b).

Í stóru fjarðarkerfi eins og Faxaflóa gengur kynþroska eldislax mest upp í nærliggjandi laxveiðiár. Aftur á móti dreifir eldislaxinn sé yfir stærra svæði þegar hann sleppur í litlum fjörðum sérstaklega þegar laxveiðiár eru ekki í nágrenninu eins og í tilfelli slysasleppingar í Norðfirði (kafla 3.2.4). Meiri dreifing á eldislaxi úr slysasleppingu í Norðfirði kann einnig að vera sú að í því tilviki var um að ræða kynbættan

eldislax en í slysasleppingum í Faxaflóa var notaður stofn eldislaxa sem var búinn að vera stuttan tíma í eldi.

Val á veiðivatni

Eldislax sem alinn er í sjókvíum á enga heimaá eins og villtur lax eða eldisseiði sem sleppt hefur verið í veiðivötn. Í meginatriðum velur eldislax stærri veiðivötn þar sem er að finna laxalykt:

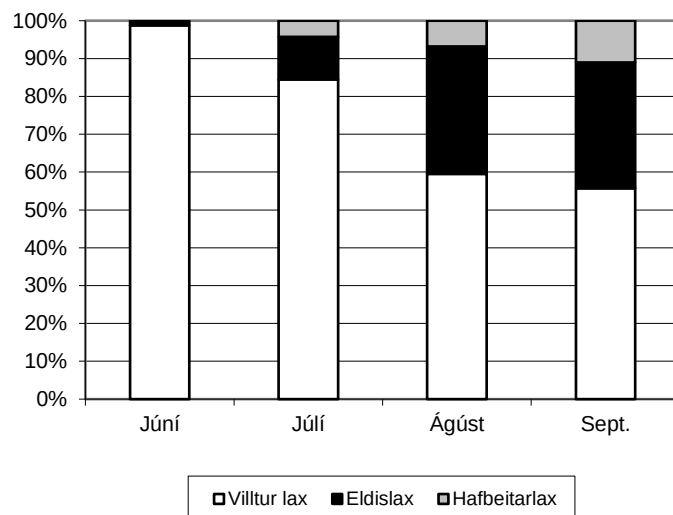
- *Laxalykt:* Eldislax sem sleppur úr sjókvíum gengur frekar í veiðivötn þar sem lax er að finna. Þetta kom m.a. fram hér á landi þegar eldislax slapp úr sláturkví í Norðfirði 2003 (Þórólfur Antonsson o.fl., 2003, Valdimar Gunnarsson og Eiríkur Beck, 2004) þá fannst hann í laxveiðiám í Breiðdalsá, Selá og Hofsa í Vopnafirði en ekki í bleikjuám á Austurlandi. Það er þekkt að eldislax leitar í veiðivötn og í frárennsli frá seiðaeldisstöðvum (Webb o.fl. 1993a; Clifford o.fl. 1998) og ekki minnst í frárennsli seiðaeldisstöðva í veiðivötnum þar sem fiskurinn hefur verið alinn (Whoriskey & Carr 2001).
- *Fjöldi laxa:* Eldislax gengur í meira mæli upp í laxveiðiár eftir því sem stofnstærðin eða veiðin er meiri. Skýringin kann að vera meiri laxalykt en í minni veiðivötnum eða vernd sem eldislaxinn fær við að synda í stærri torfum á leið sinni upp í stærri veiðivötn (Jonsson o.fl. 2003).
- *Stærð veiðivatna:* Það virðist sem hærra hlutfall eldislaxa leiti í vatnsmeiri veiðivötnin sem oftast eru mikilvægustu laxveiðiárnar frekar en í minni veiðivötn í nágrenninu (Heggberget o.fl. 1993; Thorstad o.fl. 1998; Vollset o.fl. 2014). Einnig er það þekkt að eldislax leiti í afföll virkjana (Skilbrei 2010b).

3.3.2 Uppganga eldislaxa

Tímasetning uppgöngu eldislaxa

Eldislax gengur seinna upp í laxveiðiár en villtur laxastofn árinna (mynd 3.3). Þessi atferlismunur er talinn stafa af því að eldisseiði hafa ekki alist upp í ánni á seiðastigi (samantekt Valdimar Ingi Gunnarsson 2002). Seinkun á uppgöngu eldislaxa veldur því að þeir eru styttri tíma í veiði og veiðialagið verður minna en hjá villtum laxastofnum (Sigurður Guðjónsson 1991). Nýrri rannsóknir í 15 norskum laxveiðiám sýna að smálaxinn (≤ 65 cm) gengur upp í veiðivatn á svipuðum tíma og villti laxinn. Aftur á móti gengur stærri eldislax að jafnaði 1-2 vikum seinna upp í veiðivötn en villti laxinn af sömu stærð (Svenning o.fl. 2016).

Mynd 3.3. Hlutfall villtra laxa, kvíalaxa og hafbeitarlaxa í Elliðaá á árinu 1989 (Sigurður Guðjónsson 1991).



Stærð eldislaxa sem ganga upp í veiðivötn

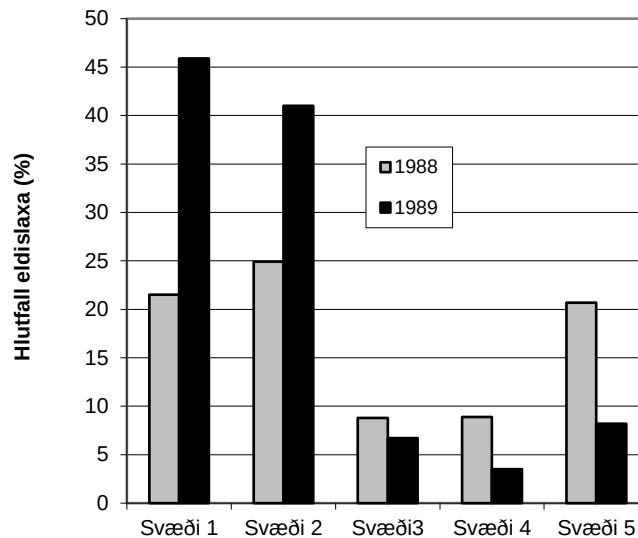
Eldislax hefur m.a. verið kynbættur fyrir seinum kynþroska og er hann því seinna kynþroska en grunnstofninn af villtum laxi sem upphaflega var notaður í norska kynbótaverkefnið. Fylgst hefur verið með hlutfalli eldislaxa í 15 veiðivötnum til fjölda ára með myndatöku af laxfiskum sem ganga upp í veiðivötn í Noregi. Í rannsókninni kemur fram að 85% eldislaxanna eru stórlaxar (≥ 65 cm) að lang mestu leyti laxar sem hafa dvalið meira en eitt ár í sjó (Svenning o.fl. 2016). Í nefndri tilraun er ekki greint á milli hvort um sé að ræða kynþroska eða ókynþroska eldislax. Eldislaxar sem sluppu úr sláturkví

í Patreksfirði og veiddust í innanverðum firðinum árið eftir voru allir yfir 65 cm að lengd (Leó Alexander Guðmundsson 2014; Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2014).

Dreifing eldislaxa í veiðivatni

Í Noregi eru dæmi um að eldislax sæki ofar í vatnakerfi laxveiðiá en villur lax (Økland o.fl. 1995; Thorstad o.fl. 1998). Enda er hann ekki uppruninn úr veiðivatninu og á sér ekkert heimasvæði. Eldislax virðist hafi minni sundgetu og hæfni til að fara yfir hindranir sem skýrir það að herra hlutfall af eldislaxi getur verið neðarlega í veiðivötnum sem eru erfið uppgöngu (Johnsen o.fl. 1998; Anon. 2016b). Dreifing á veiði eldislaxa eftir veiðisvæðum laxveiðiáa getur einnig verið mismunandi á milli ára (mynd 3.4). Árið 1988 var veiði á eldislaxi í Elliðaánum nokkuð jafnt dreifð en á árinu 1989 var meira af honum neðar í ánni (Sigurður Guðjónsson 1991).

Mynd 3.4. Hlutfall eldislaxa (úr kvíum og hafbeit) í veiði eftir svæðum í Elliðaánni á árunum 1988 og 1989. Ánni er skipt í fimm svæði og er hvert þeirra 1,2 km að lengd. Neðsta svæðið árinna er númer 1 (Sigurður Guðjónsson 1991).



Uppganga ókynþroska eldislaxa

Stærsti hluti eldislaxa sem ganga upp í laxveiðiár eru kynþroska (Thorstad o.fl. 2008). Það eru þó dæmi um hátt hlutfall af ókynþroska eldislaxi í einu veiðivatni í Kanada (Lacroix o.fl. 1997). Meirihluti eldislaxanna sem fundust í veiðivatninu voru ókynþroska (78-98%) á árunum 1994-1996 (Carr o.fl. 1997a). Ókynþroska eldislaxinn sótt ekki upp á hrygningarstöðvarnar ofar í ánni og hélt sig að mestu neðarlega í veiðivatninu í nálægð við ós árinna (Carr o.fl. 1997b).

Það er einnig þekkt í Noregi að ókynþroska eldislax (0,5-3 kg) sem hefur sloppið úr sjókvíum haldi sig tímabundið (október) á ósasvæðum straumvatna og í einhverju mæli sæki hann einnig upp í neðri hluta laxveiðiáa (Skoglund o.fl. 2014). Fleiri dæmi eru einnig um að ókynþroska eldislax hafi sótt upp í veiðivötn í Noregi, s.s. samfara stórum slyasleppingum á ókynþroska eldislaxi í nágreininu, sérstaklega á ósasvæðum og í veiðivötnum sem uppganga er auðveld (Anon. 2016b). Nú er byrjað að fjarlægja eldislax úr laxveiðiám í Noregi og kom fram í einni rannsóknanna að 30% fiskanna voru ókynþroska (Skoglund o.fl. 2016).

3.3.3 Hrygning

Dreifing eldislaxa í veiðivatni við hrygningu

Eldislaxinn hefur tilhneigingu til að ganga niður að hrygningarstöðvunum á hrygningartímanum og syndir meira upp og niður ánni en villtur lax (Thorstad o.fl. 1998; Moe o.fl. 2016). Í atferlissókn á eldislaxi sem hafa verið fimm kynslóðir í eldi kom fram að mun færri eldislaxar héldu sig á hrygningarstöðvunum (43% hrygna og 25% hænga) samanborið við náttúrulega laxa. Þessi atferlismunur er talinn draga úr líkum á því að eldislaxinn geti lagt jafn mikið að mörkum við hrygninguna og náttúrulegir laxar (Økland o.fl. 1995). Það virðist þó skipta máli hvenær laxinn sleppur úr sjókví og er

talið að eldislaxar sem fara snemma séu hæfari til þátttöku í hrygningunni en þeir sem sleppa rétt fyrir hrygningu (Hansen og Youngson 1998).

Atferli við hrygningu

Viðamikil rannsókn var gerð á atferli eldislaxa sem höfðu verið fimm kynslóðir í eldi (Fleming o.fl. 1996). Í rannsókninni kom fram að hrygnur eldislaxa höfðu afbrigðilegt atferli samanborið við villtar hrygnur. Hrygnur eldislaxa sýndu skert hrygningaratferli, gerðu færri riðholum og grófu verr yfir hrognin sem voru því aðgengilegri fyrir afræningja. Eftir hrygningu voru fleiri hrogn óhrygnd í kviðarholi eldislaxins og afföll á hrygndum hrognum voru mun meiri, sérstaklega í fjarveru villtra hænga. Komist var að þeirri niðurstöðu að framlag hrygna eldislaxa væri 1/3 af framlagi villtra hrygna. Framlag hænga eldislaxa var ennþá minna en hrygnanna og var áætlað að það væri aðeins 1-3% af framlagi villtra hænga. Hængar eldislaxa höfðu minni árásarhneigð, skert hrygningaratferli og tóku þátt í færri hrygningum en villtir hængar. Heildarframlag eldislaxa í hrygningunni var áætlað 11-19% af framlagi villtra laxa (Fleming o.fl. 1996). Þessar niðurstöður eru staðfestar í annarri rannsókn en þar var framlag eldislaxa í hrygningunni minna en 1/3 af framlagi villtra laxa. Erfiðlega gekk að feðra seiðin hængum eldislaxa og var því talið að framlagið væri nær eingöngu frá hrygnum (Fleming o.fl. 2000).

Róta upp riðholum

Hrygnur eldislaxa geta valdið tjóni með því að róta upp riðholum þar sem villtar hrygnur hafa áður hrygnt (Fleming o.fl. 1996; Lura og Sægrov 1991). Tjón sem eldislax getur valdið fer þó algerlega eftir hrygningartíma. Í sumum tilvikum hrygnir eldislax á eftir villtum laxi (Webb o.fl. 1991) og í öðrum tilvikum á undan honum (Lura og Sægrov 1993; Fleming o.fl. 2000). Afbrigðilegur hrygningartími eldislaxa er talin geta valdið verulegum afföllum á seiðastigi. Hrognin geta klakist of snemma og við fyrstu fóðurtöku er kalt í ánni og lítið af fæðudýrum. Það getur einnig gerst að aðstæður séu hagstæðar þegar fóðurtaka seiðanna hefst og eldisseiðin ná þá forskoti fram yfir villt seiði (Lura og Sægrov 1993).

3.3.4 Uppvöxtur seiða í veiðivötnum

Samkeppnishæfni eldisseiða

Eldisseiði og blendingar (afkvæmi eldislaxa og villts lax) sem vaxa upp í veiðivatni eru í samkeppni við villt laxaseiði og geta dregið úr framleiðslu villtra seiða (Skaala o.fl. 2012; ICES 2016b). Kanadísk rannsókn bendir til þess að ef hlutfall blendinga sé minna en 15% af heildarfjölda hafi það lítil áhrif á villt seiði (Houde o.fl. 2010).

Seiði eldislaxa og blendinga éta svipaða fæðu og villt seiði og eru árásarhneigðari en villtur lax. Til viðbótar vaxa eldisseiðin hraðar sem gefur þeim forskot í samkeppni um svæði í ánni, en margir aðrir þættir vega upp á móti sem dregur úr samkeppnishæfni eldislaxaseiða s.s. meiri afföll á fyrstu lífsstigunum (Weir og Fleming 2006; Ferguson o.fl. 2007). Sýnir þetta að þó að eldisfiskar séu venjulega ekki vel til þess fallnir að lifa við náttúrulegar aðstæður geta þeir samt sem áður haft neikvæð áhrif á hæfni villtra stofna með samkeppni á vissum lífsstigum (Guðrún Marteinsdóttir o.fl. 2007).

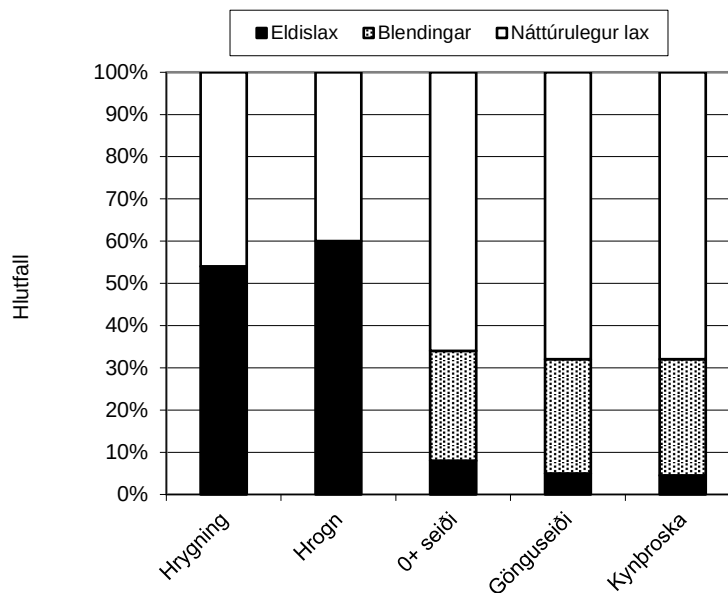
Lifun frá hrogni að gönguseiði

Gerðar hafa verið nokkrar rannsóknir þar sem skoðað hefur verið m.a. lifun allt frá hrogni þar til seiðin eru tilbúin að ganga til sjávar. Þó svo að samkeppnishæfni eldisseiða geta verið meiri en villtra seiða þá er lifun frá hrogni að gönguseiði minni eða frá 41-73% af lifun villtra seiða (McGrinnity o.fl. 1997, 2003; Fleming o.fl. 2000).

Heildarlifun

Þegar skoðuð er lifun allt frá hrygningu (hrogn) þar til kynþroska lax skilar sér af hafi þá er hún mun hærri hjá villtum laxi en eldislaxi. Niðurstöður rannsóknar í Noregi sýndi að lífslíkur afkomenda eldislaxa var áætluð 16% af lífslíkum afkomenda villtra laxa. Þessi munur er aðallega talinn stafa af litlu framlagi við hrygningu, meiri afföllum á hrognastigi og snemma á seiðastigi (mynd 3.5; Fleming o.fl. 2000). Í annarri tilraun sem framkvæmd var á Írlandi var áætlað að lífslíkur eldislaxa væri 7% af lífslíkum villtra laxa (McGrinnity o.fl. 1997; 2003).

Mynd 3.5. Breytingar á hlutföllum afkomenda eldislaxa, blendinga og villtra laxa frá hrygningu þar til afkomendur skila sér aftur sem kynþroska fiskur í heimaá (Fleming o.fl. 2000).



4. veiðar á eldislaxi

4.1 Vöktun og veiðar í sjó

4.1.1 Atferli eldislaxa við sleppingu og möguleiki á veiði

Veiðar á eldisseiðum

Í þeim tilvikum sem eldisseiði sleppa fljótlega eftir útsetningu leita þau til hafs innan fárra daga og halda sig í efstu metrum (kafla 3.2.1). Ef árangur á að nást við veiðar stökufiska þarf að staðsetja smámöskva net strax eða samtímis og slyaslepping á sér stað. Auðveldara er að ná seiðum sem hafa dvalið nokkra mánuði í eldiskví og sleppa að hausti eða að vetri þar sem seiðin geta dvalið í nágrenni við sleppistað í lengri tíma og jafnframt eru þau orðin stærri og auðveldara að veiða (Skilbrei 2010a).

Veiðar á eldislaxi

Eldislax sem sleppur leitar strax niður í djúpið, jafnvel nokkra tuga metra dýpi og dreifist hratt yfir stærra svæði (kafla 3.2.1). Það er því erfiðara að veiða hann við eldiskvíar en seiði eða minni fisk sem heldur sig í yfirborðinu. Veiðar á eldislaxi sem sleppur þarf að framkvæma strax eftir slyasleppingu, yfir stórt svæði (30-40 km frá eldisstöð) og á mismunandi dýpi fyrstu dagana. Eftir það er hægt að veiða fiskinn í yfirborðinu. Veiða þarf í 5-6 vikur til að ná háu hlutfalli af stökulaxinum (Skilbrei o.fl. 2010b).

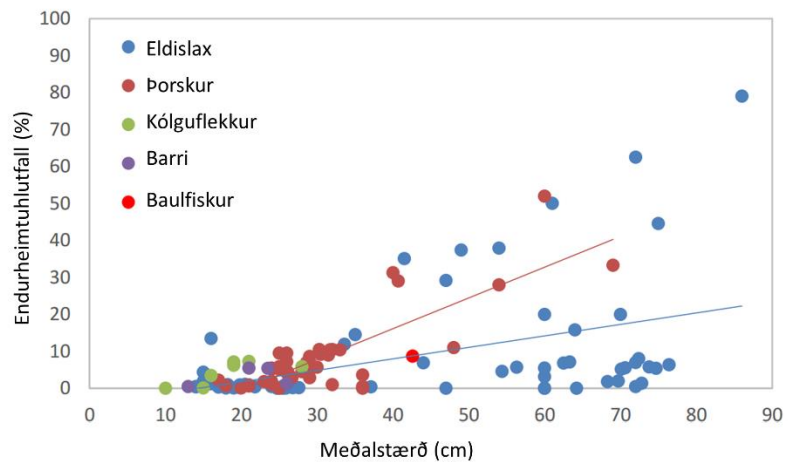
Tekið hefur verið saman yfirlit byggt á fjölmörgum slyasleppingum og er niðurstaðan sú að meðaltali veiðast aðeins 9% stökulaxa en mikill munur getur þó verið í endurheimtum (mynd 3.6) allt eftir fjölda fiska sem sleppur, fiskstærð, veiðafærum sem notuð eru og veiðiálagi. Lítið endurheimtist af seiðum sem sleppa en endurheimtur aukast síðan með aukinni fiskstærð. Þegar vel hefur tekist til hefur náðst að veiða nokkra tugi prósentu af þeim eldislaxi sem sleppur (mynd 3.6). Hlutfallslega veiðast færri eldislaxar eftir því sem slyasleppingin er stærri, sem má m.a. skýra með að þær eiga sér stað þegar veðurskilyrði hamla veiðum (Dempster o.fl. 2016).

Veiðar og staðsetning eldisvæða

Það fer mikið eftir staðsetningu eldisstöðvarinnar hve auðvelt er að veiða stökulax. Meðal endurheimtur í veiði í Noregi eru 7-33% þegar sleppingin á sér stað í fjörðum, 4-7% utarlega í fjörðum og enginn endurheimtist þegar sleppingin átti sér stað við ströndina eða í fjarðarmynni (Skilbrei o.fl. 2015a). Það

má því vænta að hægt sé að ná tiltölulega háu hlutfalli af strokufiski þegar slepping á sér stað innanlega í stórum fjörðum (Skilbrei og Jørgensen 2010).

Mynd 3.6. Endurheimtuhlutfall á eldislaxi og þremur öðrum eldistegundum sem sloppið hafa úr sjókvíældi eftir fiskstærð. Línuleg aðhvarfsgreining er gerð fyrir þorsk og eldislax (Dempster o.fl. 2016).



4.1.2 Val á veiðafæri

Veiðafæri

Ýmsar aðferðir hafa verið reyndar við að veiða strokulax sem hafa reynst misjafnlega. Við veiðar á strokulaxi í sjó hafa m.a. eftirfarandi veiðarfæri verið notuð; leiðigildra, togveiðar, net og stangveiði. Það er mikill munur á því hve afkastamikil veiðafærin eru og hlutfall villtra fiska sem fylgja með sem meðafli. Við val á veiðafæri þarf því að taka tillit til aðstæðna á hverju svæði á þeim tíma sem veiðin fer fram.

Netaveiði

Net geta verið afkastamikið veiðafæri við að veiða eldislax. Gallinn við notkun neta er að afföll geta verið mikil á villtum fiski sem festist í netunum. Í tilraun með eldislax (1,5 og 5,5 kg) sem sleppt var frá tveimur sjókvíældisstöðvum í Noregi seinni hluta september tókst að veiða í net rúm 50% af fiskinum á fjórum vikum. Um 90% af laxinum var veiddur innan við 40 km frá sleppistað (Skilbrei og Jørgensen 2010).

Leiðigildra

Veiði á eldislaxi í leiðigildru er afkastamikil aðferð og drepur ekki fiskinn eins og netaveiðar. Hægt er að flokka frá villtan lax og sleppa á þeim árstímum sem lax er að ganga í veiðivatn. Sama gildir um aðra laxfiska en afföll geta verið nokkur á smærri fiski sem festast í möskvum (Chittenden o.fl. 2011; Næsje o.fl. 2013a).

Togveiðar

Þær tilraunir með veiðar á strokulaxi með togveiðarfæri hafa fram að þessum ekki skilað miklum árangri (Skilbrei og Jørgensen 2010; Chittenden o.fl. 2011). Það er því talið að þessi aðferð henti ekki sérstaklega vel til að fanga eldislax í sjó.

Stangveiði

Stangveiði er ekki afkastamikil aðferð við að veiða eldislax í sjó en getur þó hentað í sumum tilvikum. Dæmi eru um að 42% eldisseiða sem skiluðu sér til baka hafi verið veidd á stöng í affalli virkjunar í nágrenni við sleppistað (Skilbrei 2010b).

4.1.3 Á að veiða eftir slyasleppingu?

Meðafli

Við veiðar á strokulaxi er alltaf hætt á að meðafli slægðist með þó mismunandi eftir árstíma og svæðum. Meðafli getur verið mikill á sumrin en getur einnig verið til staðar á öðrum árstímum þó að í minna mæli sé. Það verður því að vega og meta ávinning fram yfir aukið álag á villta laxfiskastofna þegar ákvörðun er tekin um veiðar á strokulaxi. Gera má ráð fyrir að ávinningurinn aukist eftir því sem hlutfall kynþroska er hærra hjá strokulaxinum (Anon. 2015b).

Veiðar við eldiskvíar

Norska vísindaráðið fyrir villta laxastofna hefur bent á að veiðar á strokulaxi innan 500 metra frá eldisstöð eins og heimilað er þar í landi geti haft meiri neikvæð áhrif á villta laxfiskastofna en ávinningurinn sem fæst af veiðunum. Sama gildir við veiðar utan 500 metra fjarlægðar við eldiskvíar. Bent er á að ekki liggi fyrir nægilega góð opinber gögn um fjölda eldisfiska eða villtra laxfiska sem veiðast. Vöntun á góðum opinberum gögnum er þess valdandi að ekki er hægt að leggja mat á ávinning veiðanna eða neikvæð áhrif á nærliggjandi laxfiskastofna (Anon. 2015b).

Haut- og vetrarveiðar

Reynslan í Noregi er sú að þrátt fyrir að mikið sé lagt í að veiða strokulax fljótlega eftir slyasleppingu er árangurinn almennt lítill og það liggi ekki fyrir nægjanlega góðar upplýsingar um meðafla á villtum laxfiskum. Norska vísindaráðið fyrir villta laxastofna mælir með að auknar heimildir um veiðar á strokulaxi í sjó að hausti og vetri verði afturkallaðar. Veiðarnar muni hafa neikvæð áhrif á villta laxastofna, sérstaklega villtan lax og silung sem gengur seint upp í veiðivötnin eða fisk sem gengur út úr þeim á þessum árstímum (Anon. 2015b).

Hlutfall villtra laxfiskastofna í veiði

Norska vísindaráðið fyrir villta laxastofna leggur til að kröfur um upplýsingagjöf verði hertar er varðar veiðar á strokulaxi í sjó innan við 500 metra frá kvíum og þar fyrir utan. Skyld verði að gefa upp tegund og jafnframt greina á milli eldislaxa og villtra laxa með hreistursaflesningu eða öðrum aðferðum. Þá verði lagt mat á ávinning slíkra veiða á móti neikvæðum áhrifum þeirra byggt á veiðigögnunum. Varðandi veiðar utan 500 metra er mælt með auknum kröfum, upplýsingargjöfin verð bætt og árangur metinn (Anon. 2015b).

Aðgerðir til að auka veiði

Í Noregi er lax veiddur í töluverðum mæli í sjó og í þeim veiðist einnig eldisfiskur. Norsku sjávarútvegssamtökin hafa komið með ráðleggingar varðandi móttöku á eldisfiski sem veiðist í sjó. Þar er ráðlagt að komið verði upp móttökustöðvum í nágrenni við þann stað sem eldisfiskur sleppur. Jafnframt skal auglýst hvar móttökustöðvar er að finna ásamt upplýsingum um hvernig eigi á að standa að afhendingu eldisfiska. Samtökin mæla einnig með að greitt verði fyrir hvern mótttekinn eldisfisk (Anon. 2015d). Oft hefur verið auglýst í norskum vefmiðlum (s.s. kyst.no) hvar afhenda á eldislax sem veiðist í sjó og upphæð sem greidd er fyrir veiðina.

4.1.4 Vöktun og veiði eldislaxa sem koma úr hafi

Vöktun á sleppistað

Reynslan er almennt sú að eldislax sem leitar til hafs skilar sér í litlu mæli til baka (kafla 3.1). Eldislax sem kemur úr hafi sækir yfirleitt fyrst á þann stað sem fiskurinn slapp upphaflega (kafla 3.2.4). Þar er hægt að vakta og fylgjast með hvort og hvenær strokulax skilar sér úr hafi. Ef tekið er tillit til að lítið hlutfall af strokulöxum veiðast getur skaðsemin verið meiri en ávinningurinn (kafla 4.1.3).

Þó svo að notuð verði veiðafæri eins og leiðigildra sem fer tiltölulega vel með fiskinn verða afföll alltaf einhver sérstaklega hjá minni fiskum sem festast í möskvunum (Næsje o.fl. 2013a). Það verður því alltaf að vega og meta ávinning af veiðunum á móti skaðsemi sem þær valda villtum laxfiskastofnum (Anon. 2015b).

Vöktun í leiðigildru við veiðivötn

Bent hefur verið á að vöktun með leiðigildru í sjó er besta og öruggasta aðferðin við að vakta strokulaxa á leið þeirra upp í veiðivötn. Þannig er hægt að hefja veiðar á eldislaxi snemma og auka líkur á að hægt verði að veiða allan strokufisk áður en hann hrygnir (NINA, 2014). Norska vísindaráðið fyrir villta laxastofna mælir með vöktun á eldislaxi í leiðigildru. Gildrunum yrði þá komið fyrir í nágrenni við veiðivötn, aðalleg í ágúst og september (Anon. 2014).

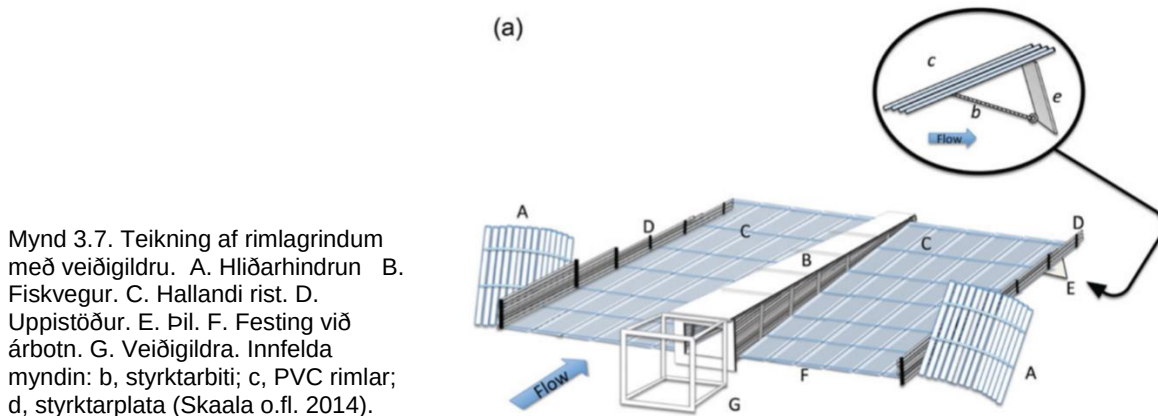
Notkun á leiðigildru við vöktun yfir allt veiðitímabilið hefur gefið góða samsvörun á milli hlutfalls eldislaxa í veiði í sjó og í veiðivatni. Í þeim tilvikum þar sem eru vatnsmikil veiðivötn er mælt sérstaklega með vöktun í leiðigildru til að hægt sé að framkvæma fyrirbyggjandi aðgerðir áður en eldislaxinn byrjar að ganga upp í laxveiðiá. Það er erfitt að fjarlægja eldislax úr stórum veiðivötnum og er mikilvægt að hefja veiðarnar snemma áður en fiskurinn dreifir sér upp með allri ánni (Næsje o.fl. 2013a, 2015).

4.2. Vöktun og veiðar í veiðivatni

4.2.1 Aðferðir til að hindra för eldislaxa upp í veiðivatn

Fiskstigar með veiðigildru

Með notkun gildru í fiskstigum er hægt að hindra uppgöngu og flokka frá eldislax og hleypa villta laxinum upp í veiðivatnið. Í Noregi hefur veiðigildru verið komið fyrir í laxastigum fjölmargra veiðivatna og eldisfiskur flokkaður frá með góðum árangri (Svenning o.fl. 2016).



Girðingar með veiðigildrum

Að koma fyrir girðingu með gildru í veiðivatni og fanga uppgöngufisk gefur möguleika á að hindra för fiska og flokka frá eldislax (Næsje o.fl. 2013a; Glover o.fl. 2016). Ýmiss búnaður hefur verið notaður til að þvergirða straumvötn og þar á meðal færanlegar rimlagrindur (mynd 3.7). Slíkur búnaður hefur m.a. verið notaður í Noregi með góðum árangri, en mikil flóð í stórum straumvötnum eru áskorun um að koma í veg fyrir að eldislax komist upp í veiðivatnið (Skaala o.fl. 2014, 2015).

Kosturinn við notkun veiðigildru er að hægt er einnig að telja fjölda villtra laxa og aðra laxfiska og þannig fá upplýsingar um stofnstærð og veiðiálag.

4.2.2 Vöktun í veiðivatni

Aðferðir við vöktun í Noregi

Hlutfall eldislaxa í veiðivötnum í Noregi hefur verið vaktað allt frá árinu 1989. Á árinu 2014 hófst ný endurbætt vöktunaráætlun og á árinu 2015 var hlutfall eldislaxa kannað í 165 veiðivötnum (Anon. 2016b). Í Noregi var nýlega gefið út leiðbeiningarrit um hvernig standa skal að vöktun á eldislaxi í veiðivötnum, en markmiðið ver að staðla aðferðir og tryggja betur að rétt sé staðið að sýnatöku. Þær

aðferðir sem almennt eru notaðar í Noregi við að aðgreina eldislax frá villtum laxi eru mismunandi útlitseinkenni og mismunandi vaxtarmynstur í hreistri fiskanna. Notaðar eru nokkrar aðferðir við vöktun og sýnatöku í veiðivötnum í Noregi (Anon. 2016b; Glover o.fl. 2016):

1. **Vöktun stangveiðimanna:** Fylgst með eldislaxi í veiðivötnum á meðan á veiðitímabilinu stendur út frá útlitseinkennum.
2. **Haustvöktun:** Veiðar eða vöktun á laxi eftir að veiðitímabili líkur og áður en hrygning hefst og lagt mat á hlutfall eldisfiska.
3. **Klakveiðar:** Lagt mat á hlutfall eldislaxa í veiði þegar klakfiskur er tekinn úr veiðivatni.
4. **Veiðigildra:** Uppgöngufiskur fangaður í veiðigildru í veiðivatni og eldisfiskur flokkaður frá.
5. **Myndtökubúnaður:** Uppgöngufiskur látinn synda í gegnum myndatökubúnað og greint á milli eldisfiska og villtra laxfiska.

Val á aðferðum og nákvæmni

Það er mjög mismunandi hvaða aðferðir eru notaðar til að meta hlutfall eldislaxa, stundum ein og í öðrum tilvikum fleiri. Ýmsar áskoranir eru við að fá raunhæfa sýnatöku þar sem dreifing fisksins getur verið mismunandi í tíma og rúmi og niðurstöður mælinga því með stór öryggismörk. Kostir og gallar mismunandi aðferða eru taldir upp í leiðbeiningarriti fyrir vöktun á eldislaxi í veiðivötnum sem nýlega var gefin út í Noregi (Anon. 2016b; Glover o.fl. 2016). Nákvæmni vöktunaraðferða er mismunandi og er talið að hlutfall eldislaxa sé vanáætlað þegar stuðst er við myndatöku og talningu með köfun. Áftur á móti er talið að vöktun yfir veiðitímabilið með stangveiði og haustveiði geti ofáætlað hlutfall eldislaxa. Rannsóknir benda til að eldislax sé viljugri að bíta á við stangveiði (Svenning o.fl. 2015). Mat á hlutfalli eldislaxa með hreistursaflesningu er talinn nokkuð örugg aðferð og bent hefur verið á að hægt sé að framkvæma hana við árbakka með réttum búnaði (NINA 2014).

Í þeim tilvikum sem erfitt hefur verið að greina hvort um sé að ræða eldislax hefur sýni verið tekið til erfðagreiningar en þannig fæst öruggt mat á uppruna fisksins. Skv. reglugerð nr. 11/0/2015 er framleiðendum laxahroga á Íslandi skylt að varðveita í gagnagrunnum erfðavísa eldislaxa þannig að hægt sé á hverjum tíma að rekja uppruna laxfiska sem sleppa úr sjókvíum og veiðast síðar.

Hugmyndir hafa komið upp um að taka ávallt erfðasýni af seiðum í veiðivötnum til að vakta erfðablöndum. Ókosturinn við þá aðferð er að þá er vöktunin að staðfesta það sem markmiðið er að koma í veg fyrir. Í löndum þar sem er tiltölulega hátt hlutfall eldislaxa er tekið sýni til erfðagreiningar í fjölmörgum veiðivötnum s.s. í Noregi (kafla 5.2.3).

Mynd 3.8. Leiðbeiningar um hvernig þekkja á eldislax frá villtum laxi gefnar út af Fiskistofu og Veiðimálastofnun.



Vöktun stangveiðimanna

Í skýrslu nefndar um leyfisveitingar og eftirlit í fiskeldi var lagt til að Fiskistofa í samstarfi við Veiðimálastofnun og veiðifélög komi á vöktun á hugsanlegum strokufiskum í laxveiðiám á svæðum með sjókvíaelði. Jafnframt er lagt til að Fiskistofa skilgreini verklag og viðbrögð þegar eldisfiskur sem veiddur hefur verið á stöng að sumri greinist í laxveiðiám (Anon. 2014c). Vöktun á hlutfalli eldislaxa í

veiðivötnum hefur verið framkvæmd á Íslandi, þó að hún hafi ekki verið eins kerfisbundin og í Noregi. Gefnar hafa verið einfaldar leiðbeiningar um hvernig aðgreina eigi eldislax frá villtum laxi af Fiskistofu og Veiðimálastofnun (mynd 3.8) en ítarlegri leiðbeiningar hafa verið gefnar út í Noregi. Í vafatilfellum er hægt að taka hreistursýni og hægt er að greina hvort um sé að ræða eldislax með mikilli nákvæmni (Glover o.fl. 2016).

Haustvöktun

Í skýrslu nefndar um leyfisveitingar og eftirlit í fiskeldi er lagt til að komið verði á haustveiðum til að vakta hlutfall eldislaxa í laxveiðiám í nágrenni við sjókvíaeldisstöðvar. Lagt er til að Fiskistofa hafi yfirumsjón með haustveiðum og skilgreini hvernig bregðast skuli við ef eldisfiskur finnst í laxveiðiám (Anon. 2014c).

Eldislax gengur almennt seinna upp í veiðivötn en villtur lax (kafla 3.3.2) og er því hlutfall eldislaxa í haustveiði herra en yfir stangveiðitímabilið (mynd 5.8, kafla 5.2.2). Við að fanga fiskinn á haustin er oft notuð veiðistöng en einnig eru aðrar veiðiaðferðir notaðar, s.s. vöktun með köfun og ljósaveiðar. Stangveiði hefur reynst vel og gefur góðar upplýsingar um hlutfall eldislaxa og dreifingu laxfiska í veiðivatninu (Anon. 2016b; Glover o.fl. 2016).

Vöktun með köfun hefur ekki verið notuð hér á landi en reynst vel í Noregi en þar er hún notuð reglulega í 50-100 veiðivötnum. Hlutfall eldislaxa er metið með því að kafari syndir niður veiðivatn á ákveðnum svæðum og telur fjölda villtra laxa og eldislaxa. Fyrir þessa aðferð hefur verið gefinn út staðall í Noregi en hún byggir eingöngu á sjónmati kafara og er því ekki eins nákvæm og aðrar vöktunaraðferðir. Hætta er á að hlutfall eldislaxa verði vanáætlað, sérstaklega í tilfellum þegar eldislax sleppur sem seiði eða smálax og mikið magn af fiski er í veiðivatni. Þessi aðferð hefur reynst mjög hagkvæm aðferð við vöktun í Noregi í veiðivötnum með gott skyggni, heppilega botngerð og dýpi og hæfilegt vatnsrennsli. Kosturinn við köfun er að þá er jafnframt hægt að leggja mat á stofnstærð villtra laxa og dreifingu eldislaxa innan veiðivatnsins sem auðveldar vinnuna við að fjarlægja strokufisk (Anon. 2016b; Glover o.fl. 2016). Einnig er hægt að nýta ljósaveiðar í sama tilgangi (Næsje o.fl. 2013a; kafla 4.2.4).

Klakveiði

Klakveiði hefur verið stunduð lengi í veiðivötnum á Íslandi og sá fiskur verið notaður sem foreldrafiskur afkvæma sem síðan hefur verið sleppt í veiðivatn. Klakveiði hefur ekki vöktun sem markmið, en getur nýst sem viðbót við aðrar vöktunaraðferðir (Glover o.fl. 2016).

Veiðigildra

Veiðigildru er komið fyrir í fiskistiga eða veiðivatn lokað með girðingu og gildru komið þar fyrir. Lagt er mat á hvort um sé að ræða eldisfisk út frá útliti. Villtum laxi er sleppt en eldislax aflífaður. Í fæstum tilvikum eru hreistursýni einnig tekin til greiningar af fiski sem er sleppt. Tekin eru hreistursýni af öllum fiski sem er aflífaður. Þessi aðferð hefur skilað góðum árangri í mörgum veiðivötnum í Noregi þegar þjálfaðir starfsmenn sjá um vöktunina, en erfiðast reynist að greina frá eldislax sem sleppur sem seiði eða unglax. Jafnframt gefur þessi aðferð möguleika á að fylgjast með stofnstærð og tryggja betur sjálfbærni stofnsins. Gallinn við notkun veiðigildra er að í flóðum getur þurft að opna þær tímabundið og hætta er á að fiskur sleppi upp fyrir gildru. Einnig getur verið erfitt að meðhöndla fiskinn í stórum göngum og tryggja velferð hans. Jafnframt er hætta á að þegar það eru miklar hindranir s.s. í fiskistigum gangi eldislaxinn í minna mæli í veiðigildru en villtur lax þannig að sýnataka sýni ekki rétta mynd af dreifingu hans í öllu veiðivatninu (Anon. 2016b; Glover o.fl. 2016). Notkun veiðigildra hefur reynst vel við mati á hlutfalli eldislaxa í mörgum minni veiðivötnum s.s. í Norður-Noregi (Kanstad-Hansen og Bentsen 2013, 2015).

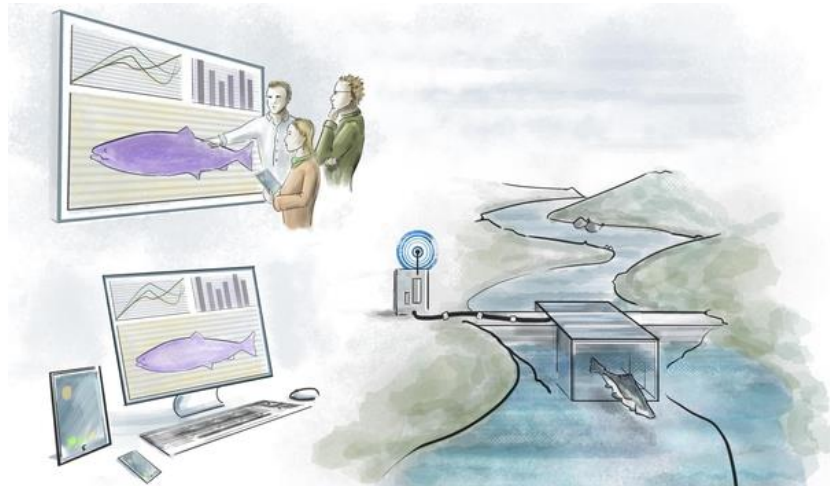
Myndatökubúnaður

Myndataka af laxi sem gengur upp í veiðivötn hefur verið notuð í 15 veiðivötnum til fjölda ára í Noregi. Myndatökubúnaði hefur bæði verið komið fyrir í veiðivötnum með fiskistiga og einnig með að þvergirða. Við það fást upplýsingar um tegund, stærð, kyn, uppgönguútimi, hlutfall eldislaxa o.fl. Allan fisk er hægt að skoða á myndbandstökunni í formi einna eða fleiri kyrrmynda eða myndskaiða og þannig út frá útlitseinkennum greina á milli villtra laxa og eldislaxa. Matið verður þó alltaf lægra en

raunverulegur fjöldi eldislaxa sem gengur upp í ána þar sem erfitt er að greina eldislax sem sleppur snemma úr sjókví frá villtum laxi. Hægt er að fá daglega upplýsingar hvort eldislax hafi gengið upp í veiðivatnið og grípa til viðeigandi aðgerða (Svenning o.fl. 2015, 2016). Kynþroska eldislax er að öllu jöfnu stórlax (≥ 65 cm) (kafla 3.3.2) sem oft auðveldar að aðgreina eldislax frá villtum laxi.

Vaki fiskeldikerfi hf. á Íslandi hefur til fjölda ára framleitt teljara sem hafa verið notaðir í fjölmörgum veiðivötnum hér á landi og erlendis (mynd 3.9). Við þennan búnað er hægt að tengja myndavél sem nær að taka eina til fimm myndir af hverjum fiski eða stutt myndskleið (<http://riverwatcher.is>).

Mynd 3.9. Skematísk mynd af Riverwatcher frá Vaka fiskeldikerfi, sem getur tekið myndir af fiski og sent niðurstöður áfram til móttakanda (<http://riverwatcher.is>).



4.2.3 Úr hvaða veiðivötnum er eldislax fjarlægður?

Norskur umhverfissjóður

Í Noregi hefur verið stofnað félag, skammstafað OURO (<http://utfisking.no>), með skylduaðild fiskeldisfyrirtækja, en markmiðið með því er að fjármagna veiðar á eldisfiski úr veiðivötnum og koma þannig í veg fyrir erfðablöndun. Einnig greiðir sjóðurinn að vissu marki kostnað Fiskistofu í Noregi við að leita uppruna eldisfisks til ákveðinnar sjókvíaeldisstöðvar. OURO greiðir ekki annan kostnað s.s. tekjutap sem hlýst af aðgerðum sjóðsins. Í stjórn OURO eru fulltrúar úr stjórnsýslunni og einnig greininni og eru verkefnin skilgreind í norski reglugerð (FOR 2015).

OURO sér um skipulagningu og fjármögnun við að fjarlægja eldisfisk úr veiðivötnum. Gert er ráð fyrir að OURO hafi til umráð 13 milljónir norskra króna á ári (um 200 milljónir ÍSK). OURO hefur til viðmiðunar niðurstöður vöktunarinnar í veiðivötnun í Noregi til að ákveða úr hvaða veiðivötnum eldisfiskur skal fjarlægður. Sótt er um fjármögnun í sjóðinn og er það einu sinni á ári, en í bráðatilvikum er heimilt að úthluta Fiskistofu oftar á árinu í þeim tilfellum sem uppruni strokufiska er óþekktur (<http://utfisking.no>).

Viðmiðanir um heimilað hlutfall eldisfiska

Í norski reglugerð kemur fram að leggja skuli mat á það hvort fjarlægja eigi eldisfisk úr veiðivatni þegar hlutfall þeirra er 4% eða hærra. Í tilfellum þar sem hlutfall eldisfiska er hærra en 10% skal fara út í aðgerðir (FOR 2015).

Mælt er með að farin verði sú leið að samhliða vöktun á veiðivatni verði sjáanlegir eldislaxar fjarlægðir strax. Framtíðarsýnin verði að enginn eldislax verði eftir í veiðivötnum þar sem köfun er nýtt til að meta stofnstærð og hlutfall eldislaxa (Kanstad-Hanssen o.fl. 2016). Bent hefur verið á að líkur á að eldislax hrygni í veiðivatni fari eftir ástandi laxastofns, þ.e.a.s. fjölda eða þéttleika villtra laxa á hrygningarstöðvum. Í tilfellum þar sem hrygningarstofninn er sterkur er minni þörf á að fjarlægja eldislaxinn en í veiðivötnum með lítinn hrygningarstofn (Næsje o.fl. 2013a).

4.2.4 Framkvæmd veiða á eldisfiski í veiðivötnum

Krafa um að fjarlægja eldislax og framkvæmdin

Í Noregi þarf að fá sérstakt leyfi til að fjarlægja eldisfisk úr veiðivatni sem hefur verið framkvæmd af veiðifélagi, veiðiréttarhafa og einnig af rannsóknarfyrirtækjum sem hafa verið með rannsóknir í viðkomandi veiðivatni (Anon. 2016b). Í september 2015 ákvað norska Fiskistofan að eldislax skyldi fjarlægður úr 30 veiðivötnum um haustið og það gert samtímis og vöktun færi fram í veiðivatni af eftirtöldum aðilum; Norsk institutt for naturforskning, Uni Research, Ferskvannsbiologen og Skandinavisk Naturovervåking (Anon. 2015c). Allt eru þetta rannsóknarfyrirtæki sem m.a. hafa verið með rannsóknir í veiðivötnum í Noregi.

Á þessu ári hefur verið ákveðið að fjarlægja eldislax úr 37 laxveiðiám haustið 2016 og er gert ráð fyrir að hefjast handa í september af verktökum sem samið verður við (frétt 07.07.2016a; ilaks.no).

Nýlega gerði norska Fiskistofan kröfu á fiskeldisfyrirtæki um vöktun og að fjarlægja eldislax úr 19 veiðivötnum í Harðangursfirði eftir að slysslepping hafði átt sér stað í seinni hluta maí mánaðar. Í þessu tilviki var gert samkomulag við rannsóknarfyrirtækið Rådgivende Biologer sem skyldi sjá um framkvæmd í samvinnu við önnur verkefni og aðra aðila á svæðinu (frétt 15.07.2016 á kyst.no).

Hvar er eldislaxinn?

Þar sem eldislax elst ekki upp í veiðivatni á hann sér ekkert heimasvæði eins og villti laxinn. Dreifing á eldislaxi í veiðivatni getur því verið mjög mismunandi eftir veiðivötnum og þá ræður miklu hve auðvelt eldisfiskur sem hefur skerta sundgetu á með að komast upp hindranir (kafla 3.3.2). Þegar hindranir eru neðarlega í veiðivatni getur hátt hlutfall eldislaxa haldið sig fyrir neðan þær (Anon 2016b) og ofarlega í tilfellum sem hindranir eru ofarlega í veiðivatni (Moe o.fl. 2016). Þegar köfun er notuð við talningu á eldislaxi og villtum laxfiskum í veiðivötnum þá fást upplýsingar um staðsetningu fiskanna sem auðveldar vinnuna að fjarlægja eldislax úr veiðivatninu.

Stærð veiðivatns og veiðiaðferðir

Aðferðir við að fjarlægja eldislax úr veiðivötnum fara mikið eftir aðstæðum í hverju veiðivatni, s.s. vatnsmagni, straumhraða, botndýpi, botngerð, skyggni svo nokkuð sé nefnt. Í Noregi er miðað við eftirfarandi skilgreiningu um stærð veiðivatna og er þá gengið út frá meðalvatnsrennsli (Næsje o.fl. 2013a):

- a) Lítil straumvötn, < 10 m³/s
- b) Meðalstór straumvötn, 10-30 m³/s
- c) Stór straumvötn, > 30 m³/s

Í minni veiðivötnum er mælt með að kafarar leiti að eldislaxum og þeir síðan fjarlægðir samtímis. Einnig er hægt að styðjast við ljósveiðar við að finna eldislaxinn (Næsje o.fl. 2013a; Glover o.fl. 2016). Ef það þarf að fjarlægja eldislax úr meðalstórum og stórum veiðivötnum er mælt með því að það sé gert á veiðitímabilinu t.d. með girðingum og veiðigildrum neðarlega í ánni (Næsje o.fl. 2013a, 2015).

Haustveiði

Margar aðferðir eru til að fjarlægja eldislax úr veiðivötnum á haustin fyrir hrygningu, en þær sem eru best þróaðar og koma helst til greina við íslenskar aðstæður eru eftirfarandi:

- **Netaveiðar:** Veiðar á eldislaxi með netum hentar í minni veiðivötnum þar sem botninn er ekki of mishæðottur. Aðeins er mælt með netaveiðum á haustin þegar eldislaxinn hefur fengið sterkara roð og þolir meðhöndlunina betur. Það er ekki mælt með netaveiðum þegar lítið er af eldislaxi í veiðivatni. Aftur á móti geta þær hentað vel á svæðum í veiðivatni þar sem er að finna mikið af eldislaxi og aðstæður til netaveiði eru góðar (Næsje o.fl. 2013a).
- **Stangveiði:** Veiðar á stöng á haustin eru notaðar í mörgum veiðivötnum í Noregi til að kanna hlutfall eldislaxa. Aðferðin hentar allmennt ekki vel til að fjarlægja eldislax úr veiðivatni á haustin. Til að minnka hlutfall eldislaxa úr 20% í 10% þarf að veiða um 56% af stofninum. Aftur á móti á svæðum þar sem eldislax safnast saman s.s. við hindranir getur stangveiði verið valkostur til að lækka hlutfall eldislaxa (Næsje o.fl. 2013a).

- **Skutull:** veiða eldislax með skutli er í reynd hægt að nota í öllum veiðivötnum en hefur reynst sérstaklega vel í litlum ám með gott skyggni. Kafari kafar í veiðivatninu og skýtur með skutli á fisk sem hefur einkenni eldislax. Þessi aðferð hentar mjög vel þar sem mikilvægt er að koma í veg fyrir að villtir laxfiskar veiðist einnig (Næsje o.fl. 2013a). Köfun og veiðar á eldislaxi í veiðivatni með skutli hefur skilað góðum árangri í Noregi og er talin hentug aðferðafræði við að meta stofnstærð villtra laxastofna og fjarlægja storkufiska (Kanstad-Hanssen o.fl. 2016). Í september 2015 gaf Fiskistofan í Noregi heimild til að fjarlægja eldisfisk úr nokkrum veiðivötnum og skildi það aðallega framkvæmt með skutli við köfun í veiðivatni (Anon. 2015c). Eldislöxum var fækkað umtalsvert með þessari aðferð í nokkrum laxveiðiám í Vestur-Noregi seinni hluta ársins 2015 (Skoglund o.fl. 2016).
- **Ljósveiðar:** Gengið er upp veiðivatn, einn með ljós sem beint er að haus fisksins og annar sem háfar fiskinn. Fjarlægð á milli þeirra sem eru með ljós er innan við 5 metrar og eingöngu er hægt að breyta þessari aðferð í grunnnum veiðivötnum (< 1 m á dýpt) (Næsje o.fl. 2013a).

Allar ofantaldar aðferðir hafa neikvæð áhrif á laxinn eins og hefðbundnar stangveiðar yfir sumartímann, en talið er að netaveiðin hafi mest neikvæð áhrif (Næsje o.fl. 2013a).

Í þróun er búnaður til sjálfvirkar flokkunar á eldislaxi frá villtum laxi. Út frá útliti er eldislax flokkaður frá og beint sjálfvirkt aðra leið en villta laxinum (Næsje o.fl. 2013a). Þessi aðferðir er í þróun og á ennþá eftir að leysa krefjandi úrlausnarefni.

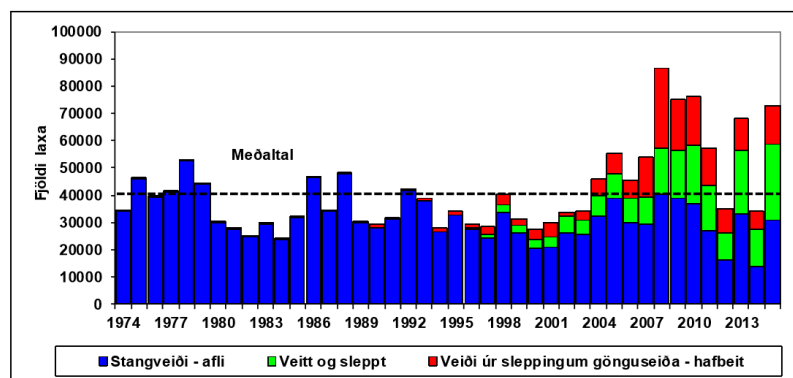
5. Umhverfisáhrif laxeldis

5.1 Ísland

5.1.1 Staða laxastofna

Veiðimálastofnun heldur utan um skráningu á laxveiði hérlandis og er að finna gott yfirlit yfir veiði allt frá árinu 1974 (mynd 5.1). Gefin er upp heildarfjöldi veiddra laxa úr villtum laxastofnum og fjöldi laxa sem er sleppt. Einnig er skráð veiði laxa í svokölluðum hafbeitarám, sem byggja á sleppingum gönguseiða. Það hafa átt sér stað miklar sveiflur í laxveiði á undanförunum árum. Skýringar þess er einkum taldar vera í breytingum á afföllum laxa í sjó (Guðni Guðbergsson 2016).

Mynd 5.1. Fjöldi stangveiddra laxa á Íslandi árin 1974 - 2015 skipt í afla, veitt og sleppt og afla úr sleppingum gönguseiða (Guðni Guðbergsson 2016).



5.1.2 Slysasleppingar

Seinni hluta níunda áratugarins var mikil aukning í sjókvíaelði við landið. Mikill fjöldi laxa slapp úr sjókvím, en ekki er vitað um umfangið. Eldislax var mest áberandi við sunnanverðan Faxaflóa og fór hlutfall þeirra í laxveiði yfir 20% í Elliðaá, Úlfarsá og Leirvogsá, en hæst var hlutfall þeirra í Botnsá rúm 60% á árinu 1988. Í öðrum landshlutum var hlutfall eldislaxa í laxveiði mun lægra eða yfirleitt undir 1-2%. Um og eftir 1990 fer eldislaxum að fækka í laxveiðiám en á sama tíma fjölga

hafbeitarlöxum. Í Elliðaám er vitað um að hafbeitarlax hafi gengið upp í árnar allt fram undir aldamótin og var hlutfall þeirra hæst um 40% (kafli 2.1; Valdimar Ingi Gunnarsson 2002). Eftir að byrjað var að nota norskan kynbættan lax í sjókvíum hafa slysasleppingar verið tiltölulega litlar og örfáir eldislaxar hafa veiðist í veiðivötnum fram að þessu (kafli 2.2 og 2.3).

5.1.3 Erfðablöndun

Erfðablöndun í Elliðaám

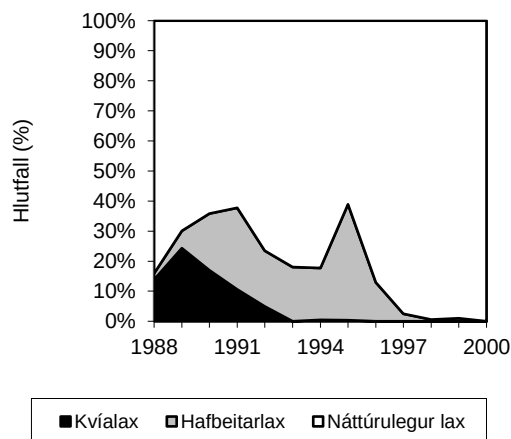
Með tilkomu eldislaxa frá Noregi í sjókvíaelði á Íslandi er meiri munur á arfgerð eldislaxa og villtra laxastofna en þegar notaðir eru eldislaxar af íslenskum uppruna (Anna Daníelsdóttir o.fl. 1997). Á árunum í kringum 1990 var eingöngu notaður eldislax af íslenskum uppruna í sjókvíaelði á Íslandi.

Í kjölfar innstreymis í Elliðaár af eldislaxi úr sjókvíaelði og síðar úr hafbeit seint á níunda áratug síðustu aldar og þeim tíunda mátti greina breytingar á erfðasamsetningu. Áður en mesta innstreymi eldislaxins í Elliðaárnar átti sér stað greindust mismunandi laxastofnar í þeim en sá munur minnkaði eða greindist ekki eftir innstreymið. Í nýlegri fræðigrein voru birtar niðurstöður rannsókna á erfðafni laxa í árkerfi Elliðaáa, þ.e. Elliðaánum, Hólmsá og Suðurá (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2013). Nýtt voru hreistursýni frá 1948 og 1962 og sýni af laxi frá því kringum 1990 og 2005, bæði af seiðum og fullorðnum laxi. Rannsóknin leiddi í ljós að erfðasamsetning laxins í Elliðaánum var stöðug milli elstu sýnanna. Í kjölfar innstreymis í Elliðaár af eldislaxi úr sjókvíaelði og síðar úr hafbeit mátti hins vegar greina breytingar á erfðasamsetningu. Blendingar villts lax og eldislax greindust í Elliðaám og því er líklegt að erfðablöndun við eldislax hafi raskað stofngerð villta laxins í árkerfinu. Í fréttatilkynningu Veiðimálastofnunar kemur fram að mögulegt er að erfðablöndunin hafi stuðlað að hnignun villtu stofnanna, einkum í efri ánum, en líklega er um samspil margra þátta að ræða, t.d. umhverfisþátta (Anon. 2013a).

Ekki óvæntar niðurstöður

Það kom ekki á óvart að breytingar á erfðasamsetningu hafi fundist í laxi í Elliðaám enda um mikið innstreymi af hafbeitar- og eldislaxi í langan tíma og á árunum 1988-1995 var hlutfall flökkufiska um 20-40% (mynd 5.2). Stærsti hluti flökkufiska voru úr hafbeit en umfangsmikil hafbeitarstarfsemi var stunduð við Faxaflóa og í Breiðafirði á þessum árum. Bæði hafbeitar- og eldislaxinn var af íslenskum uppruna, með lítið skerta náttúrulega eiginleika og því full fær að taka þátt í hrygningu með náttúrulegum laxi.

Mynd 5.2. Hlutfall náttúrulegra laxa og laxa af kvía- og hafbeitaruppruna sem veiddust í Elliðaám tímabilið 1988-2000 (Þórólfur Antonsson og Sigurður Guðjónsson 2001).



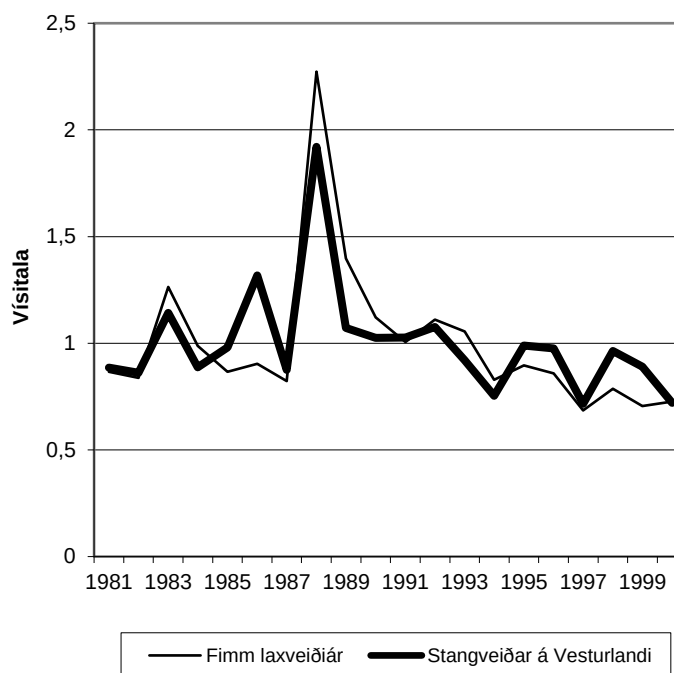
5.1.4 Langtímaáhrif

Langtímaáhrif stofnblöndunar

Þá er spurning hvort og þá í hve miklu mæli mikil innblöndun af eldislaxi og hafbeitarlaxi hafi haft áhrif á veiði í þeim laxveiðiám við Faxaflóa þar sem hlutfallið var hæst. Á mynd 5.3 er borin saman laxveiðivísitala fyrir Vesturland og fimm laxveiðiáa sem eru Elliðaár, Úlfarsá, Leirvogsá, Laxá í Kjós og Botnsá á árunum 1981-2000. Í samanburðinum var laxveiði í ám sem renna í Hvítá haldið fyrir utan

vegna áhrifa af netaupptöku og netaleigu. Á árunum 1988-1994 er veiðivísitalan yfirleitt hærri í þessum fimm ám en meðalveiðivísitala allra laxveiðiáa á Vesturlandi (mynd 5.3) enda hátt hlutfall af kvía- og hafbeitarlaxi á þessum árum. Það á sér ekki stað umtalsverð breyting á veiði í þessum 5 laxveiðiám á tímabilinu 1981-2000 (mynd 5.3).

Mynd 5.3. Vísitala laxveiði á Vesturlandi(án laxveiðiáa sem renna í Hvítá) og í fimm laxveiðiám (Elliðaám, Úlfarsá, Leirvogsa, Laxá í Kjós og Botnsá) fyrir árin 1981 til 2000 (Göng frá Veiðimálastofnun).



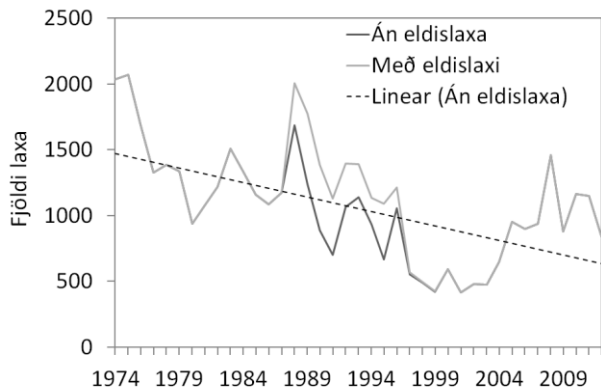
Langtímaáhrif í Elliðaám

Það er erfitt að aðgreina nákvæmlega hvort og þá í hve miklu mæli erfðablöndun hefur valdið hnignun í laxastofnum í Elliðaám. Veiðin hefur minnkað, sérstaklega á árunum 1997-2004 en hefur síðan aukist (mynd 5.4). Laxar sem endurheimtast í Elliðaám eru upprunnir úr náttúrulegri framleiðslu, seiðasleppingum í árnar, slysasleppingum úr eldiskvíum og úr hafbeiti af nærliggjandi svæði.

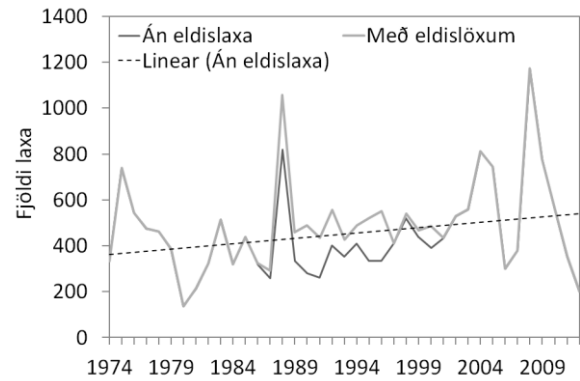
Sleppingar laxaseiða í Elliðaár voru stundaðar nær samfelld frá árinu 1923 til ársins 2007 en það ár var í síðasta sinn sleppt eldisseiðum. Seiðum var þó ekki sleppt árin 1996 og 1997 vegna kýlaveiki. Árið 2007 var þeim hætt vegna hárrar smittðni nýrnaveiki í klakfiski. Endurheimtur voru oft slakar og er ekki talið að þær skipti neinum sköpum í laxagengdinni (Þórólfur Antonsson, o.fl. 1998; Friðþjófur Árnason og Þórólfur Antonsson 2010) og ruglar það því að takmörkuðu leiti samanburði á milli tímabila.

Ýmsar aðrar ástæður en erfðablöndun getur skýrt minnkandi veiði í Elliðaám. Umhverfisaðstæður í Elliðaám breyttust á tíunda áratugnum, t.d. hafa gönguseiði yngst verulega síðan niðursveiflutímabilið byrjaði 1996. Því byggir hver gönguseiðahópur mest á einum árgangi, í stað þriggja árganga eins og var fyrir umrætt tímabil. Ástæður geta bæði verið vegna umhverfisbreytinga og einnig vegna minni þéttleika seiða, en hvort tveggja veldur meiri vaxtarhraða smáseiða og þar með yngri gönguseiðum (Þórólfur Antonsson og Friðþjófur Árnason 2011). Einnig má nefna kísilþörungum (vatnaflóki og ullarþörungur) sem fóru að gera vart við sig upp úr 1994 (Þórólfur Antonsson og Sigurður Guðjónsson 1999). Árið 1995 kom upp kýlaveiki í ánni sem olli afföllum á laxi (Gísli Jónsson 1996) sem er talin ein af skýringunum á minnkandi laxveiði (Þórólfur Antonsson og Sigurður Guðjónsson 1999).

Töluverð umræða hefur verið um að þrengt hafi verið að Elliðaám og umgegni verið ábótavant. Í minnisblaði samráðshóps um Elliðaár er bent á nokkur atriði sem geta haft neikvæð áhrif á laxastofninn og leiðir til úrbóta (Anon. 2007). Um miðjan síðasta áratug átti sér stað aukning á laxagengd í Elliðaár (mynd 5.4). Í skýrslu Veiðimálastofnunar eru hugsanlegar ástæður taldar upp eins og að uppeldissvæði laxaseiða höfðu verið endurheimt, betri heimtur laxa úr sjó, minni vatnsmagnsbreytingar í Elliðaám, settjörnum hafði verið komið fyrir við árnar til að minnka álag af efnum í yfirborðsvatni sem til þeirra rennur og minni veiðikvóti (Þórólfur Antonsson og Friðþjófur Árnason 2009).



Mynd 5.4. veiði á laxi í Elliðaáum árin 1974-2012, með eða án eldis- og hafbeitarlaxa (Byggt á gögnum frá Veiðimálastofnun).

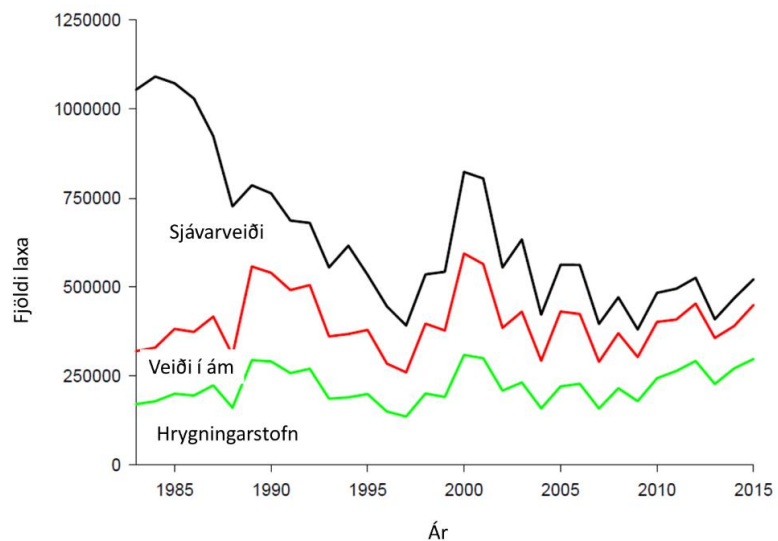


Mynd 5.5. Veiði á laxi í Leirvogssá árin 1974-2012, með eða án eldis- og hafbeitarlaxa (Byggt á gögnum frá Veiðimálastofnun).

Langtímaáhrif í Leirvogssá

Á árunum 1988-1996 nam hlutfall hafbeitar- og kvíalaxa um 15-40% í Leirvogssá (kaflí 2.1). Í Leirvogssá hefur átt sér stað aukning í laxveiði (mynd 5.5). Vitað er um seiðasleppingar í mörg ár, flest ár á tímabilinu 1991-2000 þar til nýrnaveiki greindist í öllum klakfiski (Þórólfur Antonsson 2001, 2010) en ekki hefur tekist að afla upplýsinga hvort seiðasleppingar hafi átt sér stað fyrrihluta tímabilsins. Endurheimtur sleppiseiða skýra aukningu í veiði að hluta. Þrátt fyrir hátt hlutfall hafbeitar- og eldislaxa í veiði í lengri tíma virðist það ekki hafa haft neikvæð áhrif á laxveiði í Leirvogssá.

Mynd 5.6. Fjöldi villtra laxa sem árlega koma upp að strönd Noregs (svarta línan), fjöldi laxa sem ganga upp í árnar (rauð lína) og stærð á hrygningarstofni villtra laxins (græna línan) á árabílinu 1983-2015 (Anon. 2016c).



5.2 Noregur

5.2.1 Staða laxastofna

Í Noregi hefur laxveiði í sjó minnkað mikið eftir að netaveiðum var hætt árið 1989, aftur á móti hefur veiði í laxveiðiám verið svipuð en þó breytileg á milli ára á árunum 1983-2015 (mynd 5.6). Það hefur dregið úr fjölda laxa sem skila sér úr hafi m.a. vegna meiri affalla í sjó. Þrátt fyrir það hefur fjöldi hrygningarlaxa í norskum veiðivötnum aldrei verið meiri en á árinu 2015 síðan 1983 (mynd 5.6). Á árunum 2012-2015 er talið að í 87% laxveiðiáa hafi náðst markmið sem sett voru m.t.t. fiskveiðistjórnunar. Það hefur verið gert m.a. með því að vakta ástand hrygningarstofna og að draga úr veiðiálagi í sjó og í laxveiðiánum sjálfum (Anon. 2016c). Þrátt fyrir það hefur átt sér stað tiltölulega lítil breyting á veiði í laxveiðiám í Noregi á síðustu árum (mynd 5.6). Bent hefur verið á að ef Tana ánni er haldið utan við veiðitölur í laxveiðiám þá hafi átt sér stað aukning í veiði á tímabilinu 1995 til 2010 sem nemur 48%. Tana ánn er stór laxveiðiá í Noregi og þar hefur farið fram mikil ofveiði (Gjøvik 2011).

Þegar skoðuð er stofnstærð laxastofna í Noregi þá er hún í 56% tilfella mjög góð eða góð á árinu 2015 (Anon. 2016c).

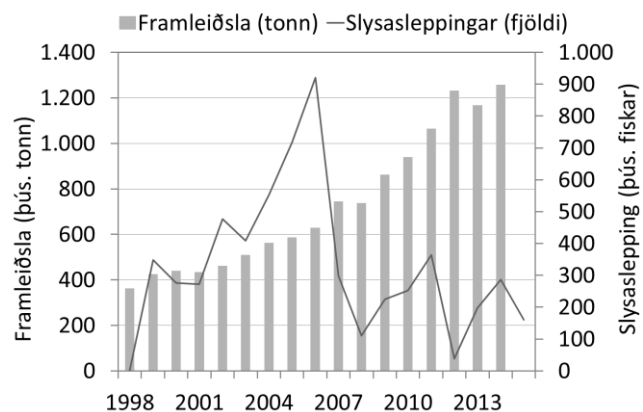
5.2.2 Slysasleppingar

Slysasleppingar

Framleiðsla í norsku laxeldi hefur aukist mjög mikið á síðustu árum eða úr um 360 þús. tonnum árið 1998 upp í rúma 1,2 milljónir tonna árið 2012-2014. Á níu ára tímabili (1998-2006) eru slysasleppingar að meðaltali um 440.000 stökulaxar á ári skv. opinberum tölum. Aftur á móti á síðustu níu árum (2007-2015) eru stökulaxar að meðaltali 220.000 á ári (mynd 5.7) eða 0,2 stökulaxar á hvert tonn. Með tillit umfangs laxeldis í Noregi hefur átt sér stað jákvæð þróun og eru hlutfallslega mun færri laxar sem sleppa (mynd 5,7).

Gagnrýni á opinberar tölur um slysasleppingar sem fram hefur komið er að þær séu of lágar, en mismuninn má einkum skýra með því að í þær vantar slysasleppingar á smáum seiðum fyrstu mánuðina eftir að þau eru sett í eldiskvíar. Það er því talið að fjöldi eldisfiska sem sleppa sé 2-4 sinnum hærri en opinberar tölur gefa til kynna og er þá miðað við árin 2005-2011 (Skilbrei o.fl. 2015a).

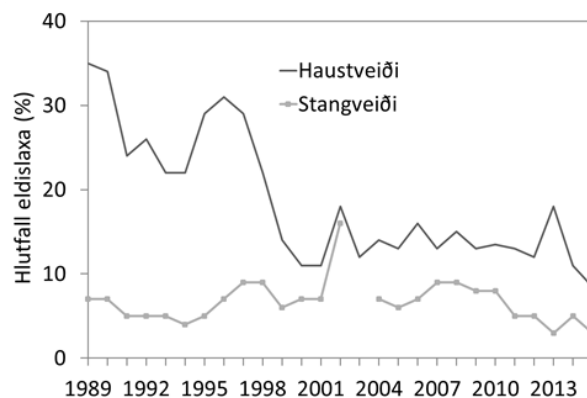
Mynd 5.7. Framleiðsla í norsku laxeldi og fjöldi laxa sem sluppu á árunum 1998-2015. Tölur af slysasleppingum fyrir 2015 eru bráðabrigðartölur (www.fiskeridir.no).



Hlutfall eldislaxa í laxveiðiám

Á árunum 1989-1998 var hlutfall eldislaxa í haustveiði í laxveiðiám í Noregi yfir 20% öll árin (mynd 5.8) sem gefur til kynna að slysasleppingar hafi verið miklar. Frá árinu 1999 hefur hlutfall eldislaxa í haustveiði verið 11-18%. Það hefur því átt sér stað mjög jákvæð þróun á síðustu áratugum og hlutfall eldislaxa í laxveiðiám á haustin rétt fyrir hrygningu hefur almennt minnkað. Hlutfall eldislaxa í stangveiði er lægra en í haustveiði og er undir 10% öll árin að einu ári undanskildu (mynd 5.8). Af 165 laxveiðiám í Noregi árið 2015 var hlutfall eldislaxa metin í 128 þeirra sem lágt eða í meðallagi (< 10%) og í 17 ám var hlutfallið hátt (> 10%). Í 20 veiðivötnum var ekki hægt að leggja mat á hvort hlutfall eldislaxa væri yfir eða undir 10%. Frá árinu 2014 hefur hlutfall veiðivatna með hátt hlutfall eldislaxa (>10%) lækkað úr 30 veiðivötnum í 17 (Anon. 2016b).

Mynd 5.8. Hlutfall eldislaxa í laxveiðiám í Noregi í sportveiði að sumri og haustveiði árin 1989-2015 (Anon. 2016c).



Lagt hefur verið mat á þróun hlutfalls eldislaxa í veiðivötnum í Noregi yfir tímabilið 2006 til 2015. Niðurstaðan var 0,4-0,6% og 0,3-0,5% lækkun á milli ára allt eftir því hvaða gagnasett var notað (Anon. 2016b). Gerð hefur verið rannsókn á því hvenær eldislax sem veiðist í laxveiðiám slapp með efnamælingum. Sýni voru tekin á árinu 2011 og fram kom að um 24% eldislaxanna höfðu sloppið snemma sem seiði eða fyrstu mánuðina eftir að þau fóru í sjókvíar, 61% fiskanna höfðu sloppið nýlega og 15% þar á milli (Skilbrei o.fl. 2015b).

5.2.3 Erfðablöndun

Það er helst í Noregi þar sem rannsökuð hafa verið langtímaáhrif stöðugrar og viðvarandi uppgöngu eldislaxa í laxveiðiár. Umfangsmikil erfðarannsókn var gerð á laxi í 21 laxveiðiám í Noregi og var unnið úr gögnum allt að rúmum 40 árum aftur í tímann (1970-2010). Þrátt fyrir að eldislax hafi fundist á hrygningarsvæðum allra þessara laxveiðiáa og sum árin hafi eldislax verið í meirihluta í sumum þessara veiðivatna, fundust aðeins veikar eða í meðallagi vísbendingar um erfðabreytingar yfir tímabilið og í flestum þeirra fundust ekki marktækar tölfræðilegar breytingar á erfðaeefni stofnsins. Það vekur athygli að erfðabreytingar áttu sér ekki stað hjá 15 af 21 laxastofni þrátt fyrir að eldislax hafi verið á hrygningarsvæðunum og sum árin í meira mæli en villtur lax (Glover o.fl. 2012).

Með nýjustu erfðatekni eru erfðabreytingar yfir tímabil magngreindar þar sem bornar eru saman niðurstöður greininga úr eldri sýnum sem safnað hefur verið saman á undanförunum árum og áratugum og þau borin saman við sýni sem nýlega hafa verið tekin úr sama stofni. Rannsakaðar voru 20 norskar ár, þar sem um árabíl hafði veiðst hátt hlutfall eldislaxa. Í fimm laxveiðiám var mikil innblöndun erfðaefnis eldislaxa en í 15 veiðivötnum voru veikar eða engar vísbendingar um innblöndun. Það var mjög mismunandi á milli stofna hve mikil innblöndun erfðaefnis átti sér stað eða frá 2% upp í 47%. Það voru einkum ár í Vestur Noregi (Vosso og Opo) þar sem innblöndunin er mikil eða milli 33% og 47% (Glover o.fl. 2013).

Nýlega voru gerðar erfðarannsóknir á laxastofnum í 104 ám í Noregi (Anon. 2016a). Niðurstaða rannsóknarinnar var að um þriðjungur laxastofnanna voru með 4% eða meiri innblöndun erfðaefnis eldislaxa. Til viðbótar var um þriðjungur laxastofnanna með miðlungs innblöndun (<4%) og hjá um þriðjungi stofnanna mældist engin innblöndun erfðaefnis eldislaxa.

5.2.4 Langtímaáhrif

Tiltölulega gott ástand í norskum laxveiðiám

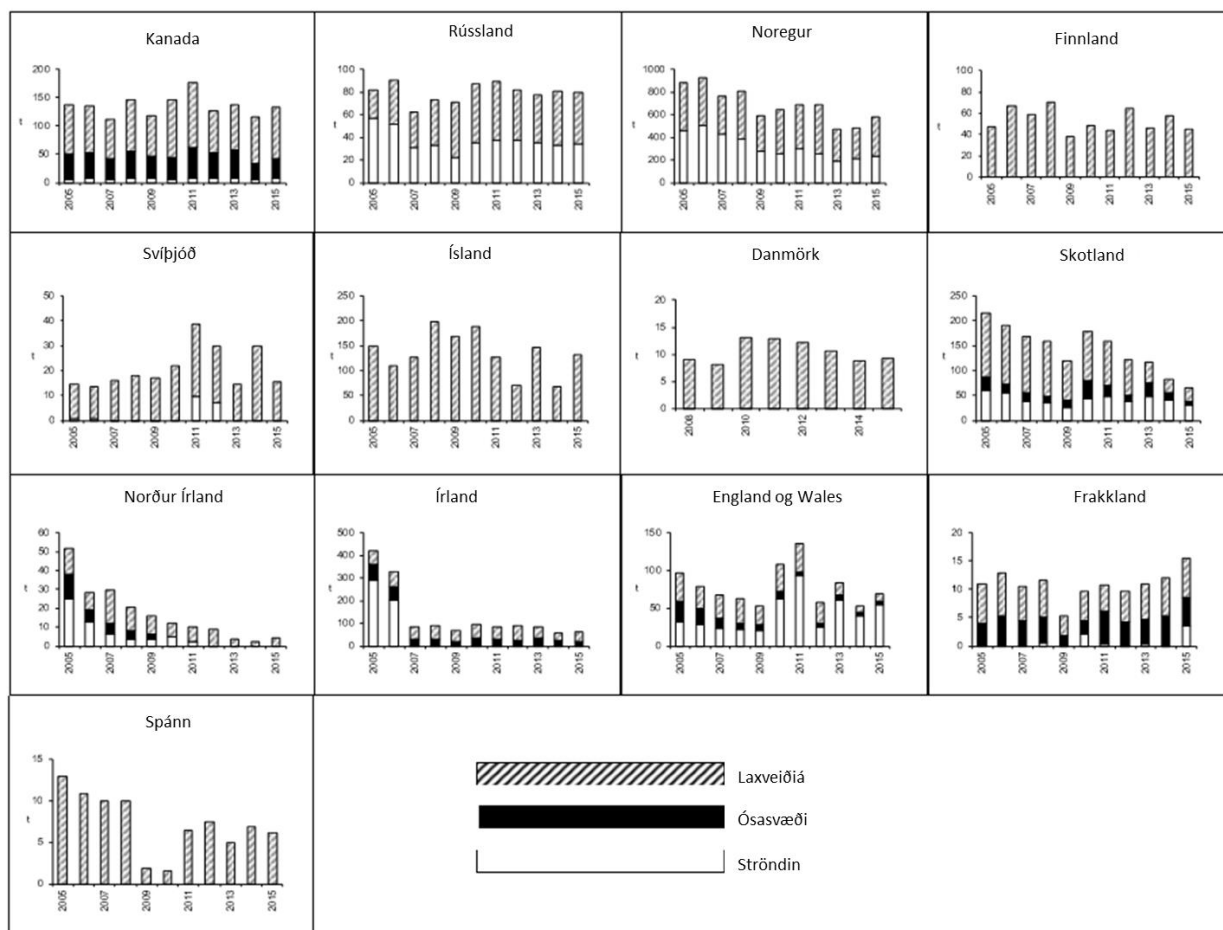
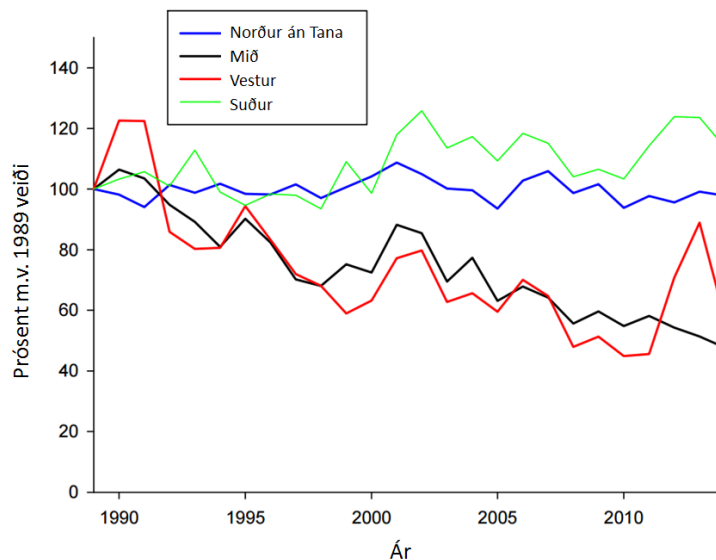
Dregið hefur verulega úr laxagengd og nú koma helmingi færri laxar að ströndinni en var árið 1983. Minni laxagengd er m.a. rakin til meiri affalla í hafi. Á sama tíma hefur dregið úr sjávarveiði við strönd landsins (Anon. 2015b). Vöxtur og viðgangur villtra laxastofna er e.t.v. besti vitnisburður um möguleg áhrif laxeldis á villta laxastofna. Mest umfang laxeldis er í Noregi og er þar framleitt meira magn en í öllum öðrum löndum í norðanverðu Atlantshafi samanlagt (kafli 1.2). Þegar laxveiði í veiðivötnum í Noregi eru borin saman við laxaveiði í öðrum löndum við Norður - Atlantshafi kemur í ljós að laxveiði í veiðivötnum hefur verið nær óbreytt í 25 ár í Noregi (mynd 5.6) en dregið hefur úr laxveiði í mörgum öðrum löndum (kafli 1.1).

Ástand laxastofna eftir svæðum

Ástand laxastofna er mjög mismunandi eftir landshlutum í Noregi. Laxagengd hefur aukist í Suður - Noregi sem rakin hefur verið til aðgerða í veiðivötnum í landshlutanum sem hafa leitt til jákvæðra áhrifa á framleiðslugetu veiðivatnanna. Það hefur dregið úr laxagengd í Mið- og Vestur - Noregi, þar sem umfang laxeldis hefur verið hvað mest (mynd 5.9). Talið er að laxeldi sé ástæðan fyrir minni laxveiði í mörgum veiðivötnum í þessum landshlutum, ásamt náttúrulegum og manngerðum þáttum. Í Suður - Noregi og Norður-Noregi að undanskilinni Tana ánni hafa átt sér stað litlar breytingar á laxveiðinni á tímabilinu (Anon. 2015b). Athyglisvert er að í Norður-Noregi (Finnmörku og Troms) voru framleidd tæplega 250.000 tonn árið 2014 skv. gögnum frá norsku Fiskistofnunni (<http://www.fiskeridir.no>), án

Þess að það virðist hafa áhrif á laxagöngur í landshlutanum. Til samanburðar voru framleidd samanlagt rúmlega 300.000 tonn árið 2015 í öllum öðrum löndum í Norður - Atlantshafi (kafla 1.2).

Mynd 5.9. Hlutfallsleg stærð á laxagöngum árin 1989-2014 í veiðivötn í fjórum landshlutum í Noregi (Anon. 2015b).



Mynd 5.10. Laxveiðar í tonnum eftir löndum, við ströndina, ósasvæðum og í laxveiðiánni, árin 2005-2015 (nema í Danmörku, 2008-2015). Takið eftir að kvarðinn á Y ásnum er mismunandi á milli landa (ICES 2016a).

5.3 Önnur lönd

5.3.1 Staða laxastofna

Laxeldi og laxveiðiár

Lönd þar sem er umtalsvert laxeldi í Norður Atlantshafi utan Noregs og jafnframt er að finna villta laxastofna í einhverju mæli eru Skotland, Kanada og Írland. Umtalsvert laxeldi er einnig í Færeyjum en þar eru náttúrulegir stofnar af laxi mjög litlir.

Laxveiðar í einstökum löndum:

Kanada: Á árunum 2005-2015 er veiðin svipuð í upphafi tímabils og í lok þess. Veiðarnar fara að mestu fram í laxveiðiám en einnig töluvert á ósasvæðum (mynd 5.10).

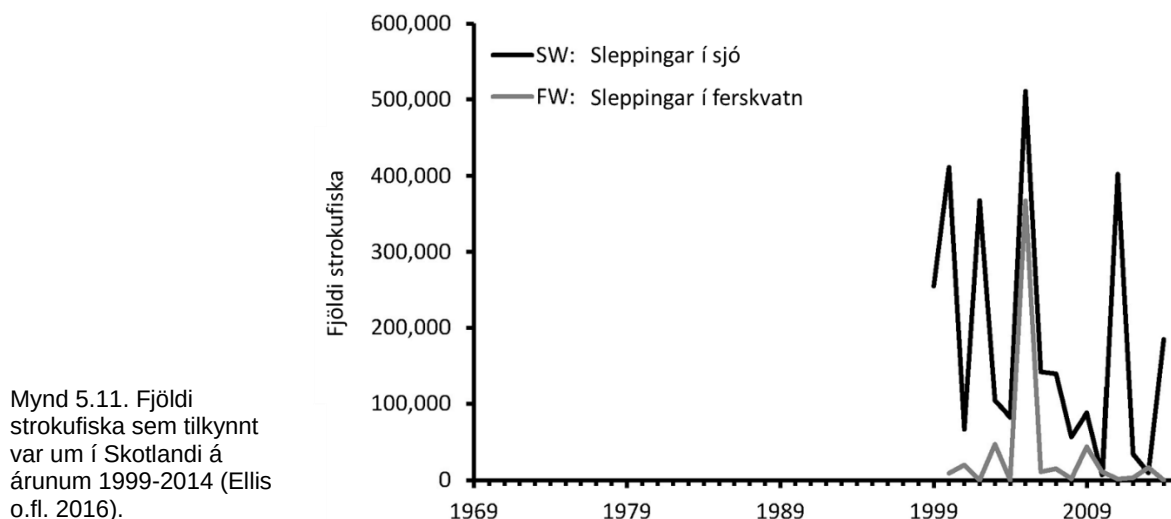
Írland: Dregur verulega úr laxveiði á tímabilinu sem má að stærstum hluta skýra með minni veiði á ósasvæðum og við ströndina (mynd 5.10).

Skotland: Mikil samdráttur á sér stað í veiði sem aðallega má skýra með minni veiði í laxveiðiám á allra síðust árum. Á árunum 2006-2015 virðist veiði á ósasvæðum og við strönd Skotlands vera óbreytt, en á sama tíma dregur úr veiði í sjó s.s. á Írlandi og í Noregi (mynd 5.10)

5.3.2 Slysasleppingar

Skotland

Í Skotlandi hefur verið haldið utan um fjölda strokufiska allt frá árinu 1999 (mynd 5.11). Mikill munur er á milli ára í fjölda strokufiska og flestir eru þeir um 500.000. Fjöldi strokufiska byggist á upplýsingum frá fiskeldismönnum og er að finna yfirlit yfir allar slysasleppingar á slóðinni: <http://aquaculture.scotland.gov.uk/data/data.aspx>



Á árunu 2002-2009 sluppu um tvær milljónir eldislaxa. Að meðaltali voru eldislaxar um 0,3% af heildarveiði í veiðivötnum í Skotlandi, þ.e.a.s. mjög lágt hlutfall eldislaxa sem sleppur skilar sér upp í laxveiðiár. Mest veiddist af eldislaxi á svæðum með umfangsmikið laxeldi eða um 2,8% að meðaltali af heildarfjölda laxa í laxveiðiám á svæðinu. Af einstökum svæðum var hlutfall eldislaxa hæst í vesturhlutanum (West region) um 5,8% og lægst í austurhlutanum (East region) um 0,0045% þar sem laxeldi í sjókvíum er ekki stundað (Green o.fl. 2012).

Lifun á eldislaxi sem sleppur í Skotlandi virðast vera mjög lítil og talið er að það sé vegna mikilla affalla og fiskurinn skili sér ekki úr hafi (Green o.fl. 2012). Í tilraunarsleppingum á eldislaxi (um 70 cm), endurheimtust 0,6% fiskanna, tveir við strönd Skotlands og þrír í Noregi (Hansen og Youngson 2010).

Á síðustu árum hafa tiltölulega fáir eldislaxar veiðst í Skotlandi, 54 eldislaxar árið 2015 og 35 árið 2014 (Anon. 2015e, 2016d).

Írland

Það eru ekki aðgengilegar upplýsingar um slysasleppingar á Írlandi. Aftur á móti eru gögn um hlutfall eldislaxa í veiði. Hlutfall eldislaxa í sjávarveiði á árunum 1991-2004 var yfirleitt undir 0,5% og hæst var það 0,6% (Walker o.fl. 2006). Það er ekkert kerfisbundið eftirlit með hlutfalli eldislaxa í veiðivötnum í írsku lýðveldinu (Thorstad o.fl. 2008). Á Norður Írlandi mældist hlutfall eldislaxa í strandveiðinni um 4,2% á árunum 1992-2004 (Walker o.fl. 2006). Í einni laxveiðiá, mældist hlutfall eldislaxa 0,88% í gildru í laxastiga á árunum 1991-1995 (Crozier 1998) og á tímabilinu 1991-2004 mældist hlutfallið 0,5% (Walker o.fl. 2006).

Kanada

Það eru ekki aðgengilegar upplýsingar um slysasleppingar á austurströnd Kanada. Á árunum 1990-2005 var hlutfall eldislaxa í laxveiðiám á austurströnd Kanada að jafnaði 9,2% í þeim veiðivötnum sem eldislax fannst. Eldislax fannst í 87% laxveiðiáa (54 ám af alls 62 ám) sem voru rannsakaðar innan við 300 km rádus frá sjókvíaeldisstöðvum á svæðinu á tímabilinu (Morris o.fl. 2008). Þegar hlutfalið er reiknað fyrir öll veiðivötn sem leitað var að eldislaxi mældist það 3% af heildarveiðinni (Svenning o.fl. 2016).

5.3.3 Erfðablöndun

Skotland

Í rannsókn í Skotlandi fundust litarefni (canthaxanthin) í seiðum í 14 ám af 16 árinu árið 1991 og að meðaltali voru 5,1% (0-17,8%) upprunnin úr sjókvíaeldi. Talið var að hlutfall seiða af eldisuppruna væri hærra þar sem hluti af hrygnunum er með það lítið litarefni að það mælist ekki í afkomendum og jafnframt mælist það ekki frá hængum af eldisuppruna (Webb o.fl. 1993b). Fundist hefur erfðaeefni úr norskum eldislaxi í villtum skoskum laxastofnun (Coulson 2013).

Írland

Á árinu 1992 sluppu 29.000 laxar (6-8 kynslóð í eldi) úr eldiskví í einum firði á Írlandi. Næsta ár var kannað hlutfall seiða af eldisuppruna í tveimur ám sem voru í innan við 10 km fjarlægð frá sjókvíaeldisstöðinni. Niðurstaðan var sú að 18% seiðanna voru af eldis uppruna árið 1993, en lækkaði síðan og var komið niður í 2% árið 1995 (Clifford o.fl. 1998b).

Á Norður-Írlandi var rannsökuð langtímabreyting á erfðaeefni náttúrulegs laxastofns í einni laxveiðiá eftir að eldislaxar höfðu hrygnt í hana. Eftir sjö ár hafði hlutfall erfðaeefna upprunnin úr eldislaxi minnkað verulega en inn í stofninn hafði komið nýtt erfðaeefni sem sýnir að eldislax hafði hrygnt aftur í ána (Crozier 1993, 2000).

Kanada

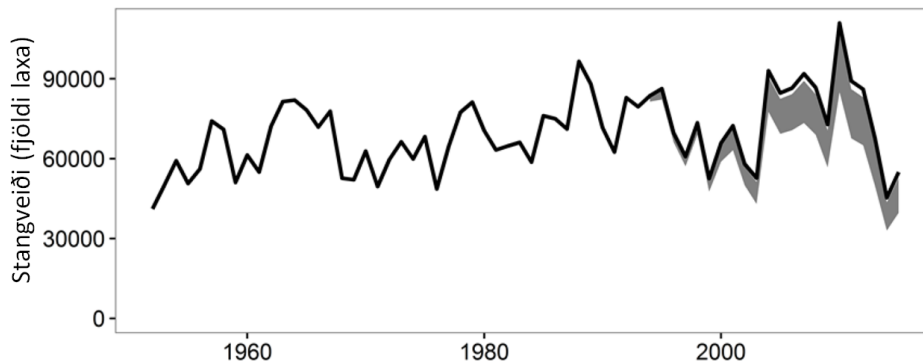
Í rannsóknum hefur komið fram að innblöndun erfðaefnis eldislaxa hefur átt sér stað í Magaguadavic ánni eftir stökulaxar höfðu fundist í henni yfir um 20 ára tímabil (Bourret o.fl. 2011).

5.3.4 Langtímaáhrif

Skotland

Í Skotlandi hefur átt sér stað minnkun í laxveiðum bæði á vesturströndinni þar sem meginhluti laxeldis er staðsett og jafnframt á austurströndinni þar sem laxeldi er hverfandi eða ekki til staðar (Green o.fl. 2012). Stöðug minnkun er í laxveiði flest árin frá um 1970 fram í lok tíunda áratugarins vegna minni netaveiði. Þegar aðeins er skoðuð stangveiði hefur átt sér stað aukning í veiði á tímabilinu 1952-2000,

en minnkað á síðustu árum (mynd 5.12; Anon. 2016d). Það er þó ekki ljóst hvort það sé um að ræða langtíma eða skammtíma breytingar, eins og verið hefur á síðustu áratugum (Anon. 2016e).



Mynd 5.12. Stangveiði í Skotlandi í fjölda laxa árin 1952-2015. Línan táknar heildarveiði, bæði drepð og sleppt. Skyggða svæðið táknar líkleg veiði þegar tekið er tillit til veitt og sleppt (Anon. 2016e).

Írland

Veiði hefur minnkað mikið í laxveiðiám á Írlandi á síðustu áratugum. Til að leita svara við ástæðum þessa voru m.a. skoðaðar niðurstöður rannsókna um áhrif nærveru laxeldisstöðva í nágrenni við laxveiðiár á laxagengd. Landinu var skipt í nokkur svæði og voru sum þeirra með sjókvíeldi í nágrenni laxveiðiáa en á öðrum svæðum var ekkert laxeldi í nágrenninu. Niðurstaðan var sú að ekkert sambandi var á milli nærveru sjókvíeldisstöðva og veiði í nálægðum laxveiðiám. Bent var á að slyasleppingar á Írlandi væru tiltölulega litlar í umfangi og lítið um hrygningar eldisfisks í laxveiðiám (Jackson o.fl. 2013a). Einnig voru skoðuð áhrif laxalúsar á laxaseiði sem leituðu til hafs frá átta svæðum við suður- og vesturströnd Írlands. Unnið var úr gögnum á um 350.000 seiðum sem sleppt var á árunum 2001-2009 og var hluti þeirra meðhöndluð með lúsalyfjum fyrir sleppingu. Niðurstaðan var að afföll í sjó sem rakin voru til laxalúsar voru lítil og hefðu aðeins minniháttar áhrif á heildarafföll laxastofna á Írlandi (Jackson o.fl. 2013b). Það eru þó skiptar skoðanir á meðal vísindamanna um túlkun gagna ofan nefndar rannsóknar og mat á áhrifum laxalúsar á náttúrulega laxastofna (Krkošek o.fl. 2014). Ef áhrif laxalúsar væru mikil myndi það koma fram í meiri niðursveiflu á svæðum þar sem laxeldi er í nágrenni við laxveiðiár á Írlandi sem er ekki reyndin skv. niðurstöðum rannsókna (Jackson o.fl. 2013a).

Kanada

Um 1980 byrjaðu að skila sér færri laxar úr hafi í Kanada, sérstaklega tveggja ára lax. Þessi lækkun í endurheimtum úr hafi er talið að rekja megi til breytinga á vistkerfinu í Norður Atlantshafi. Svipaðar breytingar áttu sér stað á sex aðskildum svæðum í norðanverðri Ameríku (Mills o.fl. 2013). Svæði sem eru og hafa verið með laxeldi og svæði án laxeldis.

6. Heimildir

- Anon. 2007. Minnisblað frá samráðshópi um Elliðaárnar febrúar 2007. Til umhverfisráðs Reykjavíkur.
- Anon. 2013a. Ný fræðigrein um áhrif eldislax á stofngerð náttúrulegs lax í árkerfi Elliðaáa. Frétt 15. Ágúst 2013. Slóð:
http://veidimal.is/default.asp?sid_id=22185&tid=2&fre_id=179004&meira=1&Tre_Rod=001|001|007|&qsr
- Anon. 2013b. PREVENT ESCAPE Project Compendium. Commission of the European Communities, 7th Research Framework Program. 314 p. www.preventescape.eu
- Anon. 2014. Status for norske laksebestander i 2014. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 6.
- Anon. 2015a. Rømt oppdrettslaks i vassdrag. Rapport fra det nasjonale overvåkingsprogrammet 2014. Fisken og havet, særnr. 2b-2015.
- Anon. 2015b. Status for norske laksebestander i 2015. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 8, 300 s.
- Anon. 2015c. Fiskeridirektoratet iverksetter utfisking av rømt oppdrettslaks. Nyhet 18.09.2015. Slóð:
<http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Nyheter/2015/0915/Fiskeridirektoratet-iverksetter-utfisking-av-roemt-oppdrettslaks>

- Anon. 2015d. Anbefalinger omkring mottak av gjenfanget fisk etter rømming. Sjømat norge. Slóð: <http://sjomatnorge.no/wp-content/uploads/2014/04/Mottak-av-gjenfanget-fisk-etter-r%C3%B8mming.pdf>
- Anon. 2015e. Salmon fishery statistics – 2014 season. The Scottish Government. Topic Sheet no. 68 V6 2015
- Anon. 2016a. Klassifisering av 104 laksebestander etter kvalitetsnorm for villaks. *Temarapport* nr. 4: 85 s.
- Anon. 2016b. Rømt oppdrettslaks i vassdrag. Rapport fra det nasjonale overvåkingsprogrammet 2015. *Fisken og havet*, særnr. 2b–2016.
- Anon. 2016c. Status for norske laksebestander i 2016. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 9, 190 s.
- Anon. 2016d. Salmon fishery statistics – 2015 season. The Scottish Government. Topic Sheet no. 68 V7 2016.
- Anon. 2016e. Trends in Adult Return and Abundance Indicators for Scottish Salmon and Sea Trout Stocks 2015. Marine Scotland Science Freshwater Fisheries Laboratory. Marine Scotland Science Report 02/16. 32 p.
- Aronsen, T., Næsje, T.F., Ulvan, E.M., Fiske, F., Jørrestol, A., Østborg, G., Krogdahl, R & Rognes, T. 2016. Tiltaksrettet overvåking av villaks og rømt oppdrettslaks i Trondheimsfjorden og tilsluttende elver. Resultater fra undersøkelsene i 2014, 2013 og 2012. *NINA Rapport* 1194. 82 sider.
- Aronsen, T., Bakke, G., Barlaup, B., Diserud, O., Fiske, P., Florø-Larsen, B., Glover, K., Heino, M., Hindar, K., Johnsen, G., Lo, H., Næsje T., Otterå, H., Skaala Ø. & Skilbrei, O.T., Skoglund, H., Svåsand, T., Sægrov, H., Urdal, K. & Wennevik, V. 2015. Rømt oppdrettslaks i vassdrag. Rapport fra det nasjonale overvåkingsprogrammet 2014. *Fisken og havet*, særnummer 2b-2015. 39 s.
- Árni J. Óðinsson 1991. Fiskirannsóknir í Breiðdalsá 1990. Veiðimálastofnun, VMST-A/91005.
- Araki, H. & Schmid, C. 2010. Is hatchery stocking a help or harm? Evidence, limitations and future directions in ecological and genetic surveys. *Aquaculture* 38 (Supp.1): 2-11.
- Bakketeig I.E., Hauge M., Kvamme C., Sunnset B.H. & Toft K.Ø. (red). 2016. Havforskningsrapporten 2016. *Fisken og havet*, særnr. 1–201.
- Baugrand, G. & Reid, P. C. 2012. Relationships between North Atlantic salmon, plankton, and hydroclimatic change in the Northeast Atlantic. *ICES Journal of Marine Science* 69: 1549–1562.
- Besnier F., Glover K.A. & Skaala Ø. 2011. Investigating genetic changes in wild populations: model ling gene-flow from farm escapees. *Aquaculture Environment Interactions* 2: 75-86.
- Björgvin Harri Bjarnason 2003. Greinagerð vegna óhapps við laxasláturhús Síldarvinnslunnar á Neskaupsstað. Síldarvinnslan.
- Bourret, V., O'Reilly, P.T., Carr, J.W., Berg, P.R. & Bernatchez, L. 2011. Temporal change in genetic integrity suggests loss of local adaptation in a wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) population following introgression by farmed escapees. *Heredity* 106(3): 500-510.
- Carr, J. W., Anderson, J. M., Whoriskey, F. G. & Dilworth, T. 1997a. The occurrence and spawning of cultured Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a Canadian river. *ICES Journal of Marine Science* 54: 1064-1073.
- Carr, J. W., Lacroix, G. L., Anderson, J. M. & Dilworth, T. 1997b. Movements of non-maturing cultured Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a Canadian river. *ICES Journal of Marine Science* 54: 1082-1085.
- Chaput G. 2012. Overview of the status of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the North Atlantic and trends in marine mortality. *ICES Journal of Marine Science* 69(9):1538-1548.
- Chittenden C. M., Rikardsen A. H., Skilbrei O. T., Davidsen J. G., Halttunen E., Skardhamar J. & McKinley R. S. 2011. An effective method for the recapture of escaped farmed salmon. *Aquaculture Environment Interactions* 1:215-224.
- Clifford, S.L., McGinnity P. & Ferguson, A. 1998. Genetic changes in Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations of northwest Irish rivers resulting from escapes of adult farm salmon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55(2):358–363.
- Coulson, M. 2013. Report on Genetic Tool Development for Distinguishing Farmed vs. Wild Fish in Scotland. RAFTS Managing Interactions Aquaculture Project 2011/12, February 2013. Slóð: http://www.rafts.org.uk/wp-content/uploads/2013/02/MIAP_Genetic_report_final.pdf
- Crozier W.W. 1993. Evidence of genetic interaction between escaped farmed salmon and wild Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in a Northern Irish river. *Aquaculture* 113(1–2):19–29.
- Crozier W.W. 2000. Escaped farmed salmon, *Salmo salar* L., in the Glenarm River, Northern Ireland: genetic status of the wild population 7 years on. *Fish Management Ecology* 7(5):437–446.
- Dempster, T., Arechavala-Lopez, P., Barrett, L.T., Fleming, I.A. Sanchez-Jerez, P. & Uglem, I. 2016. Review: Recapturing escaped fish from marine aquaculture is largely unsuccessful: alternatives to reduce the number of escapees in the wild. *Reviews in Aquaculture* 8(2):

- Ellis, T., Turnbull, J.F., Knowlton, T.G., Lines, J.F. & Auchterlonie, N.A.S. 2016. Review: Trends during development of Scottish salmon farming: An example of sustainable intensification? *Aquaculture* 458: 82–99
- Ferguson, A., Fleming, I. A., Hindar, K., Skaala, Ø., McGinnity, P., Cross, T. F. & Prodöhl, P. 2007. Chapter: Farm Escapes. Pp. 357–398. In: *The Atlantic Salmon*.
- Fleming, I.A., Jonsson, B., Gross, M.R. & Lamberg, A. 1996. An experimental study of the reproductive behaviour and success of farmed and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Applied Ecology*. 33:893–905.
- Fleming, I.A., Lamberg, A. & Jonsson, B. 1997. Effects of early experience on the reproductive performance of Atlantic salmon. *Behavioral Ecology* 8:470–480.
- Fleming, I.A., Hindar, K., Mjølnerød, I.B., Jonsson, B., Balstad T. & Lamberg, A. 2000. Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population. *Proceedings of the Royal Society B* 267:1517–1523.
- For 2015. Forskrift om fellesansvar for utfisking mv. av rømt oppdrettsfisk. FOR-2015-02-05-89. Slóð: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2015-02-05-89?q=utfisking>
- Fraser D.J., Houde A.L.S., Debes P.V., O'Reilly P., Eddington J.D. & Hutchings J.A. 2010. Consequences of farmed-wild hybridization across divergent wild populations and multiple traits in salmon. *Ecological Applications* 20: 935–953.
- Friðjón Már Viðarsson & Sigurður Guðjónsson 1991. Hlutdeild eldislaxa í ám við Faxaflóa. Veiðimálastofnun. VMST-R/91015. 49 bls.
- Friðjón Már Viðarsson & Sigurður Guðjónsson, 1993. Hlutdeild eldislaxa í ám á SV-horni landsins samkvæmt hreisturlestri 1992. Veiðimálastofnun. VMST-R/93015. 38 bls.
- Friðjón M. Viðarsson & Sigurður Guðjónsson 1994. Rannsóknir á göngufiski í vatnakerfi Blöndu 1993. Veiðimálastofnun. VMST-R/94009X.
- Friðbjófur M. Árnason & Þórólfur Antonsson 2010. Endurheimtur laxa úr seiðasleppingum í Elliðaárna árin 1998 til 2007. Veiðimálastofnun. VMST/10042.
- Gausen, D. & Moen, V. 1991. Large-scale escapes of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) into Norwegian rivers threaten natural populations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48(3): 426–428.
- Gísli Jónsson 1996. Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma til yfirdýralæknis og fisksjúkdómanefndar fyrir árið 1995. 19 bls.
- Glover, K.A., Quintela, M., Wennevik, V., Besnier F., Sørvik, A.G.E. & Skaala, Ø. 2012. Three Decades of Farmed Escapees in the Wild: A Spatio-Temporal Analysis of Atlantic Salmon Population Genetic Structure throughout Norway. *PLoS ONE* 7(8): 1–18.
- Glover, K.A., Pertoldi, C., Besnier, F., Wennevik, V., Kent, M. & Skaala, Ø. 2013. Atlantic salmon populations invaded by farmed escapees: quantifying genetic introgression with a Bayesian approach and SNPs. *BMC Genetics* 14:74.
- Glover, K.A., Aronsen, T., Bakke, G., Barlaup, B., Fiske, P., Florø-Larsen, B., Hindar, K., Næsje, T.F., Otterå, H., Skaala, Ø., Skilbrei, O.T., Skoglund, H., Sægvog, H., Urdal, K. & Wennevik, V. 2016. Felthåndbok for overvåking av rømt oppdrettslaks. *Rapport fra Havforskningen* Nr. 16 – 2016. 24 s.
- Gjøvik, J.A. 2011. Er villaks truet av lakseoppdrett? Rømt oppdrettslaks og lakselus. Rapport til Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond. 129 s
- Green, D.M., Penman, D.J., Migaud, H., Bron, J.E., Taggart, J.B., & McAndrew, B.J. 2012. The Impact of Escaped Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) on Catch Statistics in Scotland. *Plos one* 7(9):1–8.
- Guðni Guðbergsson 2016. Lax- og silungsveiðin 2015. Veiðimálastofnun. VMST/16026.
- Guðrún Marteinsdóttir, Heiðrún Guðmundsdóttir, Sigurður Guðjónsson, Anna K. Daníelsdóttir, Þóroddur F. Þóroddsson & Leó A. Guðmundsson 2007. Áhrif eldis á umhverfi og villta stofna. Háskóli Íslands, Umhverfisstofnun, Veiðimálastofnun, Hafrannsóknastofnunin og Skipulagsstofnun. Lokaskýrsla vegna AVS verkefnisins. 34 bls.
- Hansen, L. P. 2006a. Vandring og spredning av rømt oppdrettslaks. NINA Rapport 162. 21 s.
- Hansen, L. P. 2006b. Migration and survival of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) released from two Norwegian fish farms. *ICES Journal of Marine Science* 63: 1211–1217.
- Hansen, L.P. & Jonsson, B. 1991. The timing of Atlantic salmon smolt and post-smolt release on the distribution of adult return. *Aquaculture* 98:61–71.
- Hansen, L.P. & Youngson, A.F. 1998. Interaction between farmed and wild salmon and options for reducing their impact. p.80–89. In: Youngson, A.F. Hansen, L.P. and Windsor, M.L. (eds.). 1997. Interaction

- between salmon culture and wild stocks of Atlantic salmon: The scientific and management issues. Report of an ICES/NASCO Symposium. 142 p.
- Hansen L. P. & Youngson A. F. 2010. Dispersal of large farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*, from simulated escapes at fish farms in Norway and Scotland. *Fisheries Management and Ecology* 17:28-32.
- Hansen, L.P., Døving, K.B. & Jonsson, B. 1987. Migration of farmed adult Atlantic salmon with and without olfactory sense, released on the Norwegian coast. *Journal of Fish Biology* 30:713-721.
- Hansen, L.P., Hutchinson, P., Reddin, D.G. & Windsor M.L. 2012. Salmon at sea: Scientific advances and their implications for management: An introduction. *ICES Journal of Marine Science* 69(9):1533-1537.
- Heggberget, T.G., Oekland, F. & Ugedal, O. 1993. Distribution and migratory behaviour of adult wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) during return migration. *Aquaculture* 118(1-2):73-83.
- Houde, A. S., Fraser, D. J. & Hutchings, J. A. 2010. Fitness-related consequences of competitive interactions between farmed and wild Atlantic salmon at different proportional representations of wild-farmed hybrids. *ICES Journal of Marine Science* 67: 657-667.
- ICES. 2015. Report of the Working Group on North Atlantic Salmon (WGNAS), 17–26 March, Moncton, Canada. ICES CM 2015/ACOM:09. 332 pp.
- ICES. 2016a. ICES Advice on fishing opportunities, catch, and effort North Atlantic. North Atlantic salmon stocks. International Council for the Exploration of the Sea. Published 6 May 2016.
- ICES. 2016b. Report of the Workshop to address the NASCO request for advice on possible effects of salmonid aquaculture on wild Atlantic salmon populations in the North Atlantic (WKCULEF), 1–3 March 2016, Charlottenlund, Denmark. ICES CM 2016/ACOM:42. 44 pp.
- Ingi Rúnar Jónsson & Þórólfur Antonsson 2004. Laxar af eldisuppruna endurheimtir á Austurlandi sumarið 2003. Veiðimálastofnun. VMST-R/0403. 14 bls.
- Jackson, D. , McDermott, T., Kane, F., O'Donohoe, P. & Kelly, S. 2013a. Evaluation of the impacts of aquaculture and freshwater habitat on the status of Atlantic salmon stocks in Ireland. *Agricultural Sciences* 4(6A): 62-67.
- Jackson, D., Cotter, D., Newell, J., McEvoy, S., O'Donohoe, P., Kane, F., McDermott, T., Kelly, S. & Drumm, A. 2013b. Impact of *Lepeophtheirus salmonis* infestations on migrating Atlantic salmon, *Salmo salar* L., smolts at eight locations in Ireland with an analysis of lice—Induced marine mortality. *Journal of Fish Diseases* 36: 273-281.
- Jackson, D., Drumm, A., McEvoy, S., Jensen, Ø., Mendiola, D., Gabiña, G., Borg, J.A., Papageorgiou, N., Karakassis, Y. & Black, K.D. 2015. A pan-European valuation of the extent, causes and cost of escape events from sea cage fish farming. *Aquaculture* 436: 21–26.
- Johnsen, B.O., Jensen, A.J., Økland, F., Lamberg, A. & Thorstad, E.B. 1998. The use of radiotelemetry for identifying migratory behaviour in wild and farmed Atlantic salmon ascending to Suldalslågen river in southern Norway. p. 55-68. In: Jungwirth, M., Schmutz, S. and Weiss, S. (eds.). Fish migration and fish bypasses. Fishing News Books.
- Jóhannes Sturlaugsson 1995. Migration Studies on homing of Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) in coastal waters W-Iceland - Depth movements and sea temperatures recorded at migration routes by data storage tags. ICES. C.M. 1995/M:17. 13 p.
- Jóhannes Sturlaugsson & Konráð Þórisson 1995. Postsmolts of ranched Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Iceland: II. The first days of the sea migration. ICES C.M. 1995/M:15, 17 s.
- Jóhannes Sturlaugsson & Konráð Þórisson 1997. Migratory pattern of homing Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in coastal waters W-Iceland, recorded by data storage tags. ICES. C.M. 1997/CC:09. 23 pp.
- Jón Örn Pálsson, Arnar Freyr Jónsson & Gunnar Páll Eydal 2016. Framleiðsla á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði. Aukning um 14.500 tonn í kynslóðaskiptu eldi. Mat á umhverfisáhrifum – matsskýrsla. Teiknistofan Eik 175 bls.
- Jonsson, B. 1997. A review of ecological and behavioural interaction between cultured and wild Atlantic salmon. *ICES Journal of Marine Science* 54:1031-1039.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2001. Feilvandring hos oppdrettslaks og villlaks. *NINA Oppdragsmelding* 720: 1-21.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2004. Factors affecting marine production of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61(12):2369-2383.
- Jonsson, N., Jonsson, B. & Hansen, L.P. 1993. Migratory behaviour and growth of hatchery-reared post-smolt Atlantic salmon *Salmo salar* L. *Journal of Fish Biology* 42:435-443.
- Jonsson B., Jonsson, N. & Hansen L. P. 2003. Atlantic salmon straying from the River Imsa. *Journal of Fish Biology* 62 (3):641–657.

- Kanstad-Hanssen, Ø. & Bentsen, V. 2013. Oppvandring av anadrom laksefisk i 10 vassdrag i Nordland i 2012 - en vurdering av innslag av rømt oppdrettslaks. *Rapport* 2013-05, 42 s.
- Kanstad-Hanssen, Ø. & Bentsen, V. 2015. Oppvandring av anadrom laksefisk i ni vassdrag i Nordland i 2014 - en vurdering av innslag av rømt oppdrettslaks. *Rapport* 2015-09, 43 s.
- Kanstad-Hanssen, Ø., Bjørnset, S., Gjertsen, V. & Lamberg, A. 2016. Drivtelling av gytefisk, med registrering av innslag og uttak av rømt oppdrettslaks, i lakseførende elver i Nordland og Troms i 2015. Ferskvannsbioolgen. *Rapport* 2016-02, 35 s.
- Krkošek, M., Revie, C.W., Finstad, B., & Todd, C.D. 2014. Comment on Jackson et al. 'Impact of *Lepeophtheirus salmonis* infestations on migrating Atlantic salmon, *Salmo salar* L., smolts at eight locations in Ireland with an analysis of lice-induced marine mortality'. *Journal of Fish Diseases* 37(4): 291–421.
- Lacroix, G. L., Galloway, B. J., Knox, D. & MacLachy, D. 1997. Absence of seasonal changes in reproductive function of cultured Atlantic salmon migrating into a Canadian river. *ICES Journal of Marine Science* 54: 1086-1091.
- Leó Alexander Guðmundsson 2014. Upprunagreining á löxum veiddum í Patreksfirði í júlí 2014. Veiðimálastofnun. VMST/14046. 29 bls.
- Leó Alexander Guðmundsson & Sigurður Guðjónsson 2013. Notkun erfðamarka til að greina strokulax úr sjókvíaelði og erfðablöndun við villtan lax (V 014-13). Lokaskýrsla vegna AVS verkefnisins. 15 bls.
- Leó Alexander Guðmundsson, Sigurður Guðjónsson, Guðrún Marteinsdóttir, Dennis L. Scarnecchia, Anna Kristín Daníelsdóttir & Christophe Pampoulie 2013. Spatio-temporal effects of stray hatchery-reared Atlantic salmon *Salmo salar* on population genetic structure within a 21 km-long Icelandic river system. *Conservation Genetics* 14: 1217-1231.
- Leó Alexander Guðmundsson, Guðni Guðbergsson, Halla Margrét Jóhannesdóttir & Eydís Njarðardóttir 2014. Rannsókn á löxum veiddum í Patreksfirði í ágúst 2014. Veiðimálastofnun. VMST/14047.
- Lura, H. & Sægrov, H. 1991. Documentation of successful spawning of escaped farmed female Atlantic salmon, *Salmo salar*, in Norwegian rivers. *Aquaculture* 98:151-159.
- Lura, H. & Sægrov, H. 1993. Timing of spawning in cultured and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in the river Vosso, Norway. *Ecology and Freshwater Fish* 2:167-172.
- Magnús Jóhannsson & Guðni Guðbergsson, 1991. Árangur gönguseiðasleppinga á vatnasvæði Rangánna febrúar 1991. Veiðimálastofnun, VMST-S/91001.
- McGinnity P., Stone C., Taggart J.B., Cooke D.D., Cotter D., Hynes, R., McCamley C., Cross, T. & Ferguson A. 1997. Genetic impact of escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) on native populations: use of DNA profile to assess freshwater performance of wild, farmed, and hybrid progeny in a natural river environment. *ICES Journal of Marine Science* 54: 998-1008.
- McGinnity P., Prodöhl P., Ferguson A., Hynes R., Ó Maoiléidigh N., Baker N., Cotter, D., O’Hea B., Cooke D., Rogan G., Taggart J. & Cross, T. 2003. Fitness reduction and potential extinction of wild populations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, as a result of interactions with escaped farm salmon. *Proceedings of the Royal Society, London, Series B*, 270: 2443-2450.
- Mills, K.E., Pershing, A.J., Sheehan, T.F. & Mountain, D. 2013. Climate and ecosystem linkages explain widespread declines in North American Atlantic salmon populations. *Global Change Biology* 19(10): 3046-3061.
- Milner, N.J. & Evens, R. 2003. The incidence of escaped Irish farmed salmon in English and Welsh rivers. *Fisheries Management and Ecology* 10: 403-406.
- Moe, K., Næsje, T.F., Haugen, T.O., Ulvan, E.M., Aronsen, T., Sandne, T. & Thorstad, E.B. 2016. Area use and movement patterns of wild and escaped farmed Atlantic salmon before and during spawning in a large Norwegian river. *Aquaculture Environment Interactions* 8: 77–88.
- Morris, M.R.J., Fraser, D.J., Heggelin, A.J., Whoriskey, F.G., Carr, J.W., O’Neil, S.F. & Hutchings, J.A. 2008. Prevalence and recurrence of escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in eastern North American rivers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65: 2807–2826.
- NINA, 2014. Høringsuttalelse til «Høringsnotat om fellesansvar for utfisking av rømt oppdrettsfisk» Slóð: <https://www.regjeringen.no/contentassets/17a3d632852a44e88d7cc69c00386464/nina.pdf>
- Næsje, T.F., Barlaup, B.T., Berg, M., Diserud, O.H., Fiske, P., Karlsson, S., Lehmann, G.B., Museth, J., Robertsen, G., Solem, Ø. & Staldvik, F. 2013a. Muligheter og teknologiske løsninger for å fjerne rømt oppdrettsfisk fra lakseførende vassdrag. *NINA Rapport* 972. 84 s.
- Næsje, T.F., Ulvan, E.M., Sandnes, T., Jensen, J.L., Staldvik, F., Holm, R., Landstad, J.A., Økland, F., Moe, K., Fiske, P., Heggberget, T.G. & Thorstad, E.B. 2013b. Atferd og spredning av rømt oppdrettslaks og villaks

- i Namsen og andre elver. Resultater fra merking av laks i Namsfjorden og Vikna. *NINA Rapport* 931, 76 s.
- Næsje, T.F., Aronsen, T., Ulvan, E. M., Moe, K., Økland, F., Østborg, G., Skorstad, L., Fiske, P.; Thorstad, E.B., Holm, R., Sandnes, T. & Staldvik, F. 2014. Innvandring, fangst og atferd til villaks og rømt oppdrettslaks i Namsfjorden og Namsenvassdraget i 2013. *NINA Rapport* 1059. 63 s.
- Næsje, T.F., Aronsen, T., Ulvan, E.M., Moe, K., Fiske, P., Økland, F., Østborg, G., Diserud, O., Skorstad, L., Sandnes, T. & Staldvik, F. 2015. Villaks og rømt oppdrettslaks i Namsfjorden og Namsenvassdraget: Fangst, atferd og andel er rømt oppdrettslaks. 2012-2014. *NINA Rapport* 1138.106 s.
- Olsen R. E. & Skilbrei O. T. 2010. Feeding preference of recaptured Atlantic salmon *Salmo salar* following simulated escape from fish pens during autumn. *Aquaculture Environment Interactions* 1:167-174.
- Parrish, D.L., Behnke, R.J., Gephard, S.R., McCormick, S.D. & Reeves, G.H. 1998. Why aren't there more Atlantic salmon (*Salmo salar*)? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55:281-287.
- Reed T.E., Prodohl P., Hynes R., Cross T., Ferguson A. & McGinnity P. 2015. Quantifying heritable variation in fitness-related traits of wild, farmed and hybrid Atlantic salmon families in a wild river environment. *Heredity* 115: 173-84
- Sigurður Guðjónsson, 1991. Occurrence of reared salmon in natural salmon rivers in Iceland. *Aquaculture* 98:133-142.
- Sigurður Guðjónsson & Dennis L. Scarnecchia 2009. "Even the Evil Need a Place to Live": Wild Salmon, Salmon Farming, and Zoning of the Icelandic Coastline. *Fisheries Management* 34(10): 477-486.
- Skaala, Ø., Glover, K.A., Barlaup, B.T., Svåsand, T., Besnier, F., Hansen, M.M. & Borgstrøm, R. 2012. Performance of farmed, hybrid and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) families in a natural river environment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 69:1-13.
- Skaala Ø., Knutar, S, Østebø B.I, Holmedal, T.E., Barlaup, B., Urdal, K. & Merz, J. 2014. Erfaringar med Resistance Board Weir fangstsystemet i Etnevassdraget første driftsår (2013). *Rapport fra Havforskningen* 1-2014. 12 s.
- Skaala, Ø., Johnsen, G.H. Lo, H., Borgstrøm, R., Wennevik, V. Hansen, M.M., Merz, J.E. Glover, K.A. & Barlaup, B.T. 2014. A conservation plan for Atlantic salmon (*Salmo salar*) and anadromous brown trout (*Salmo trutta*) in a region with intensive industrial use of aquatic habitats, the Hardangerfjord, western Norway. *Marine Biology Research* 10(3): 308-322.
- Skaala Ø., Knutar, S, Østebø B.I, Holmedal, T.E., Skilbrei, O.T., Madhun, A.S. & Barlaup, B. 2015. Erfaringar med Resistance Board Weir-fangstsystemet i Etnevassdraget 2013-2014. *Rapport fra Havforskningen* Nr. 6-2015. 22 s.
- Skoglund, H., Barlaup, B.T., Lehmann, G.B., Normann, E.S., Wiers, T., Skår, B., Pulg, U., Vollset, K.W., Velle, G. & Gabrielsen, S.-E. 2014. Gytefisktelling og registrering av rømt oppdrettslaks i elver på Vestlandet høsten 2013. LFI Uni Miljø. *LFI-rapport* nr. 230. 40 s.
- Skoglund, H., Barlaup, B.T., Lehmann, G.B., Normann, E.S., Wiers, T., Skår, B., Pulg, U., Vollset, K.W., Velle, G., Gabrielsen, S.-E. & Stranzl, S. 2015. Gytefisktelling, kartlegging og uttak av rømt oppdrettslaks i elver på Vestlandet høsten 2014. LFI Uni Miljø. *LFI-rapport* nr. 242. 46 s.
- Skoglund, H., Barlaup, B.T., Normann, E.S., Wiers, T., Lehmann, G.B. Skår, B., Pulg, U., Vollset, K.W., Velle, G., Velle, G., Gabrielsen, S.-E. & Stranzl, S. 2016. Gytefisktelling og uttak av rømt oppdrettslaks i elver på Vestlandet høsten 2015. LFI Uni Miljø. *LFI-rapport* nr. 266. 41 s.
- Skilbrei, O. T. 2010a. Reduced migratory performance of farmed Atlantic salmon post-smolts from a simulated escape during autumn. *Aquaculture Environment Interactions* 1:117-125.
- Skilbrei, O. T. 2010b. Adult recaptures of farmed Atlantic salmon post-smolts allowed to escape during summer. *Aquaculture Environment Interactions* 1:147-153.
- Skilbrei, O. T. 2013. Migratory behaviour and ocean survival of escaped out-of-season smolts of farmed Atlantic salmon *Salmo salar*. *Aquaculture Environment Interactions* 3:213-221.
- Skilbrei, O. T. 2015. Hva gjør rømt oppdrettslaks? I, Bakketeig, I.E., Gjøsæter, H., Hauge, M., Sunnset, B.H. & Tof, K. Ø. (red.). Havforskningsrapporten 2015 Ressurser, miljø og akvakultur på kysten og i havet. *Fisken og havet*, særnummer 1-2015: 15-17.
- Skilbrei, O. T. & Jørgensen, T. 2010. Recapture of cultured salmon following a large-scale escape experiment. *Aquaculture Environment Interactions* 1:107-115.
- Skilbrei, O.T., Holst, J. C., Asplin, L., and Holm, M. 2009. Vertical movements of "escaped" farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) - a simulation study in a western Norwegian fjord. *ICES Journal of Marine Sciences* 66: 278-288.

- Skilbrei O. T., Holst J. C., Asplin L. & Mortensen S. 2010. Horizontal movements of simulated escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a western Norwegian fjord. *ICES Journal of Marine Science* 67:1206-1215.
- Skilbrei, O. T., Skulstad O. F. & Hansen T. 2014a. The production regime influences the migratory behaviour of escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* 424–425:146-150.
- Skilbrei, O. T., Heino, M. & Svåsand, T. 2015a. Using simulated escape events to assess the annual numbers and destinies of escaped farmed Atlantic salmon of different life stages from farm sites in Norway. *ICES Journal of Marine Science* 72: 670-685.
- Skilbrei, O.T., Normann, E.S., Meier, S. & Olsen, R.E. 2015b. Use of fatty acid profiles to monitor the escape history of farmed Atlantic salmon. *Aquaculture Environment Interactions* 7:1–13
- Skilbrei, O.T., Næsje, T.F., Barlaup, B., Sægrov, H., Lo, H., Skaala, Ø., Fiske, P., Skoglund, H., Urdal, K., Florø-Larsen, B., Wennevik, V., Aronsen, T., Otterå, H., Hindar, K. & Glover, K. 2015. Nytt nasjonalt overvåkingsprogram for rømt lak. I, Bakketeig, I.E., Gjøsæter, H., Hauge, M., Sunnset, B.H. & Tof, K. Ø. (red.). Havforskningsrapporten 2015. Ressurser, miljø og akvakultur på kysten og i havet. *Fisken og havet*, særnummer 1–2015: 20-21.
- Solberg, M. F., Skaala, Ø., Skilbrei, O., Svåsand, T., Taggart, J., Wennevik, V. & Glove, K.A. 2015. AquaTrace species leaflet - Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). 22 p. (<https://aquatrace.eu>).
- Solem, Ø., Hedger R. D., Urke H. A., Kristensen T., Økland F., Ulvan E. M. & Uglem I. 2013. Movements and dispersal of farmed Atlantic salmon following a simulated-escape event. *Environmental Biology of Fishes* 96:927-939.
- Sundt-Hansen, L., Huisman, J., Skoglund, H. & Hindar, K. 2015. Farmed Atlantic salmon *Salmo salar* L. parr may reduce early survival of wild fish. *Journal of Fish Biology* 86: 1699-1712.
- Svenning, M-A, Kanstad-Hanssen, Ø., Lamberg, A., Strand, R., Dempson, J.B. & Fauchald, P. 2015. Oppvandring og innslag av oppdrettslaks i norske lakseelver; basert på videoovervåking. Fangstfeller og drivteling. *NINA Rapport* 1104: 53 s.
- Svenning M.-A., Lamberg, A., Dempson, B., Strand, R., Hanssen, Ø.K. & Fauchald P. 2016. Incidence and timing of wild and escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norwegian rivers inferred from video surveillance monitoring. *Ecology of Freshwater Fish* :n/a-n/a doi:10.1111/eff.12280
- Svåsand, T., Boxaspen, K.K., Karlsen, Ø., Kvamme, B.O., Stien, L.H. & Geir Lasse Tarange 2015. Risikovurdering norsk fiskeoppdrett 2014. *Fisken og havet*, særnummer 2-2015.
- Taranger, G. L., Karlsen, Ø., Bannister, R. J., Glover, K. A., Husa, V., Karlsbakk, E., Kvamme, B. O., Boxaspen, K. K., Bjørn, P. A., Finstad, B., Madhun, A. S., Morton, H. C. & Svåsand, T. 2015. Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. *ICES Journal of Marine Science* 72: 997–1021.
- Thorstad, E.B., Fleming, I.A., McGinnity, P., Soto, D., Wennevik, V. & Whoriskey, F. 2008. Incidence and impacts of escaped farmed Atlantic salmon *Salmo salar* in nature. *NINA Special Report* 36. 110 pp.
- Thorstad, E.B., Heggberget, T.G. & Økland, F. 1998. Migratory behaviour of adult and escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*, L. before, during and after spawning in a Norwegian river. *Aquaculture Research* 29: 419-428.
- Uglem, I., Økland, F. & Rikardsen, A.H. 2013. Early marine survival and movements of escaped Atlantic salmon *Salmo salar* L. juveniles from a land-based smolt farm during autumn. *Aquaculture Research* 44 (12): 1824–1834.
- Valdimar Gunnarsson 1987. Fjöldi slepptra gönguseiða og endurheimtur á laxi hjá hafbeitarstöðvum frá 1963 til 1987. Veiðimálastofnun. VMST-R/87032
- Valdimar Ingi Gunnarsson 2002. Hugsanleg áhrif eldislaxa á villta laxastofna. Embætti veiðimálastjóra. 67 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson 2014. Laxalús og eldi laxfiska í köldum sjó. *Sjávarútvegurinn – vefrit um sjávarútvegsmál* 14(1):1-5.
- Valdimar Ingi Gunnarsson & Eiríkur Beck 2004. Slysasleppingar á eldislaxi á árinu 2003 - Kynþroskahlutfall og endurheimtur. Veiðimálastjóri. 18 bls
- Valdimar Ingi Gunnarsson & Eiríkur Beck 2005. Kynþroskahlutfall, örmerkingar og endurheimtur á eldislaxi á árinu 2004. Veiðimálastjóri. EV-2005-001. 16 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Sigurður Guðjónsson & Guðni Guðbergsson 1988. Skilyrði til hafbeitar - staðarval. bls. 211-237: Hafbeit. Ráðstefna í Reykjavík, 7.-9. apríl 1988. Veiðimálastofnun.
- Veiðimálastofnun 1988. Eldislax í ám við Faxaflóa. Veiðimálastofnun. VMST-R/88037.

- Vollset K.V., Skoglund H., Barlaup B.T., Pulg U., Gabrielsen S.E., Wiers T., Skår B. & Lehmann G.B. 2014. Can the river location within a fjord explain the density of Atlantic salmon and sea trout? *Marine Biology Research* 10: 268-278.
- Walker, A.M., Beveridge, M.C.M., Crozier, W. O., Maoileidigh, N. & Milner, N. 2006. Monitoring the incidence of escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in rivers and fisheries of the United Kingdom and Ireland: Current progress and recommendations for future programmes. *ICES Journal of Marine Science* 63(7):1201-1210.
- Webb, J.H., Hay, D.W., Cunningham, P.D. & Youngson, A.F. 1991. The spawning behaviour of escaped farmed and wild adult Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in a northern Scottish river. *Aquaculture* 98:97-110.
- Webb, J.H., McLaren, I.S., Donaghy, M.J. and Youngson, A.F. 1993a. Spawning of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the second year after their escape. *Aquaculture and Fisheries Management* 24(4): 557-561.
- Webb, J.H., Youngson, A.F., Thompson, C.E., Hay, D.W., Donaghy, M.J. & McLaren, I.S. 1993b. Spawning of escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in western and northern Scottish rivers: Egg deposition by females. *Aquaculture and Fisheries Management* 24(5): 663-670.
- Weir, L.K. & Fleming, I.A. 2006. Behavioural interactions between farm and wild salmon: potential for effects on wild populations. In: A Scientific Review of the Potential Environmental Effects of Aquaculture in Aquatic Ecosystems, Volume V. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences* 2450: 1-29.
- Whoriskey, F.G. & Carr, J.W. 2001. Returns of transplanted adult, escaped, cultured Atlantic salmon to the Magaguadavic River, New Brunswick. *ICES Journal of Marine Science* 58: 504-509.
- Whoriskey, F.G., Brooking, P., Doucette, G. Tinker, S. & Carr, J.W. 2006. Moments and survival of sonically tagged farmed Atlantic salmon released in Cobscook Bay, Maine, USA. *ICES Journal of Marine Science* 63: 1218-1223.
- Þórólfur Antonsson 2001. Laxastofn Leirvogsár 2000. Veiðimálastofnun. VMST-R/0113.
- Þórólfur Antonsson 2010. Fiskistofnar Leirvogsár 2009. Veiðimálastofnun. VMST/10029.
- Þórólfur Antonsson & Friðþjófur Árnason 2009. Rannsóknir á fiskistofnum vatnasviðs Elliðaáanna 2008. VMST/09022
- Þórólfur Antonsson & Friðþjófur Árnason 2011. Elliðaár 2010. Rannsóknir á fiskistofnum vatnakerfisins. Veiðimálastofnun, VMST/11030.
- Þórólfur Antonsson & Sigurður Guðjónsson 1999. Rannsóknir á fiskistofnum á vatnasviði Elliðaáanna 1998. VMST-R/99012.
- Þórólfur Antonsson & Sigurður Guðjónsson 2001. Rannsóknir á fiskistofnum vatnasviðs Elliðaáanna 2000. Veiðimálastofnun. VMST-R/0112.
- Þórólfur Antonsson, Sigurður Guðjónsson & Haukur Pálmason. 1998. Laxinn í Elliðaá. Afli, ganga og aðrar tölulegar upplýsingar. Veiðimálastofnun, VMST-R/98014, 25 bls.
- Þórólfur Antonsson, Jorge H. Fernández & Ingir Rúnar Jónsson 2003. Fiskistofnar á á Miðausturlandi. Veiðimálastofnun. VMST-R/0319. 19 bls.
- Økland, F., Heggberget, T.G. & Jonsson, B. 1995. Migratory behavior of wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) during spawning. *Journal of Fish Biology* 46:1-7.