

Seiðarannsóknir og
veiði í Grenlæk í Landbroti,
í kjölfar vatnspurrðar
árið 1998

Magnús Jóhannsson

Guðni Guðbergsson

Benóný Jónsson

Selfossi október 2005

Seiðarannsóknir og
veiði í Grenlæk í Landbroti,
í kjölfar vatnsþurrðar
árið 1998

Magnús Jóhannsson
Guðni Guðbergsson
Benóný Jónsson

Selfossi, október 2005, VMST-S/05004X

X: Má ekki vitna til skýrslu án leyfis höfunda

Veiðimálastofnun Suðurlandsdeild
Austurvegur 1, 800 Selfoss, S: 480-1840, 480-1841
Netf: sudurlandsdeild@veidimal.is

Efnisyfirlit

INNGANGUR	1
STAÐHÆTTIR	1
FISKAR	3
VEIÐAR	4
VATNSÞURRÐ 1998	5
FRAMKVÆMD	7
MAT Á ÁHRIFUM VATNSÞURRÐAR Á VEIÐI	7
SEIÐARANNSÓKNIR	8
ALDURSGREINING	8
NIÐURSTÖÐUR	9
SEIÐABÚSKAPUR	9
ALDURSRANNSÓKNIR Á FULLVÖXNUM FISKI	11
TENGL URRIÐA- OG BLEIKJUVEIÐI	14
UMRÆÐA	15
ÞAKKARORÐ	18
HEIMILDIR	18

Inngangur

Flestar ár og lækir í Landbroti og Meðallandi eru lindarvötn en almennt eru litlar sveiflur í rennsli slíkra vatna. Lindarvötn sem eiga frumupptök sín undan hinu unga Eldhrauni (frá 1784) eiga hins vegar til að sveiflast talsvert í vatnsmagni og fyrir kemur að þau þverri næst upptökum (Freysteinn Sigurðsson 1997). Það er hins vegar fremur fátítt. Sumarið 1998 þraut vatn í upptakalindum Grenlækjar og Tungulækjar í Landbroti (Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson 1999). Lækir þessir eru frjósamir og þar eru miklar nytjar af stangveiði. Sjógenginn urriði (sjóbirtingur) er ríkjandi fisktegund. Í Grenlæk er einnig talsvert af bleikju en lax er fremur sjaldséður. Veiðimálastofnun hefur gert ýmsar rannsóknir á Grenlæk allt frá árinu 1977. Einkum hefur seiðabúskapur verið kannaður, (Teitur Arnlaugsson 1980, Finnur Garðarsson 1983, Magnús Jóhannsson 1987, 1992, 1993a og 1993b, Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson 1999, Veiðimálastofnun óbirt gögn). Frá árinu 1995 hafa árlega verið gerðar viðamiklar rannsóknir á sjóbirtingi í Grenlæk (Jóhannes Sturlaugsson og Magnús Jóhannsson, 1996a og 1996b og 1997, Magnús Jóhannsson, Sigurður Guðjónsson og Jóhannes Sturlaugsson 1999, Magnús Jóhannsson, Sigurður Guðjónsson og Erlendur Björnsson 2002.). Í þeim er m.a. leitast við að meta ástand sjóbirtingsstofnsins í læknum, nema sveiflur í stofnstærð og meta hvaða þættir umhverfisins hafa áhrif á sveiflur í stofnstærð og veiði. Rannsóknirnar hafa einkum tekið fyrir fiskmerkingar, seiðarannsóknir með rafveiðum og talning á fiski á riðastöðvar í Grenlæk með rafeindatekjara og aldursgreiningar á fiski úr afla. Árið 2000 var unnið mat á stærð og gæðum búsvæða fyrir laxfiska í Grenlæk (Magnús Jóhannsson 2000). Þá var árið 2002 gerð rannsókn á botndýralífi í læknum (Erla Björk Örnólfsdóttir ofl. 2003). Veiðimálastofnun hefur og séð um að safna og vinna úr veiðitölum en veiði er skráð á öllum veiðisvæðum Grenlækjar.

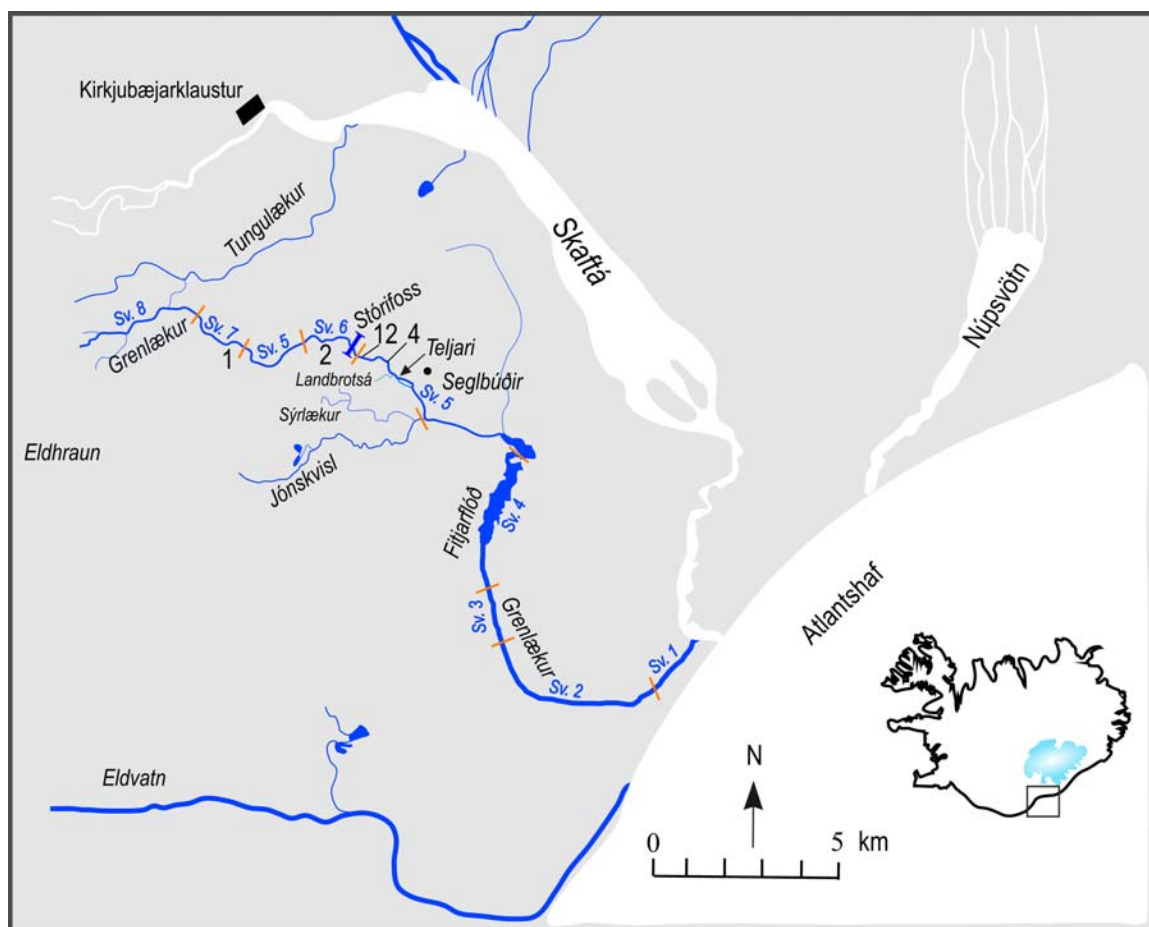
Í þessari skýrslu eru gerð grein fyrir þróun seiðabúskapar og veiði í Grenlæk fyrir og eftir vatnþurrð árið 1998 og leitast við að meta áhrif hennar á uppeldi, fiskgengd og veiði með sérstöku tilliti til sjóbirtings.

Staðhættir

Grenlækur er 30 km langur lindarlækur sem á upptök sín í lindum sem koma undan Eldhrauni í um 40 m hæð yfir sjó (mynd 1). Vatnið er að miklu leyti upprunnið úr Skaftá (Freysteinn Sigurðsson 1997). Algengt rennsli Grenlækjar er $1,5 \text{ m}^3 / \text{sek}$ við brú á þjóðvegi. Lækurinn er frjósamur með rafleiðni vatns að jafnaði um 90-100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sem er svipað og gerist í mörgum af bestu laxveiðiám hérlendis. Grenlækur hefur um áraskeið runnið í Veiðiós, sem er ós Skaftár, en stundum hefur hann sjálfstæðan ós.

Á efri hlutanum rennur lækurinn á eldri hraunum, þar er víða hraunbotn en sandur á köflum, einkum efst. Lágur fiskgengur foss, Stórifoss, er í læknum um 9 km

neðan upptakanna. Neðar, um 15 km frá ósi í sjó, fellur Jónskvísl til Grenlækjar. Jónskvísl er lindarlækur með fremur stöðugt rennsli (um $1,5 \text{ m}^3/\text{sek}$). Fleiri smærri lækir falla þar nokkru neðar til Grenlækjar.



Mynd 1. Yfirlitsmynd yfir Grenlæk og Tungulæk. Staðsetning fiskteljara og númer rafveiðistaða er merkt inná ásamt veiðisvæðum og mörkum þeirra.

Neðan við Stórafoss, við Moldarskurð nálægt þjóðvegi og nokkru neðar, bætist talsvert af lindarvatni í lækinn. Vatn þetta kemur úr og undan Landbrotsá (runnið um 930, Guðrún Larsen 1979). Það er tiltölulega stöðugt og þrýtur aldrei svo vitað sé. Ber þar mest á Landbrotsá sem fellur að sunnan í lækinn nokkru ofan við stíflu sem byggð var vegna rafstöðvar við Seglbúðir. Rennsli hans virðist mjög stöðugt við $0,2 \text{ m}^3/\text{sek}$ (Snorri Zóphóníasson 1997). Lindarvatn þetta kælir lækinn að sumarlagi, sérstaklega þegar rennsli er lítið úr efri lindum. Neðan við bæinn Seglbúðir er botngerð Grenlækjar sand- og leðjubotn. Þar er fremur grunnt vatn, Fitjarflóð, tengt mýrlendi og votlendi, sem lækurinn rennur í gegnum.

Grenlækur er allur fiskgengur, samtals um 30 km, en vegna mikils sandburðar á ósasvæðum getur farleið fisks þó teppst svo ekki verði gengt um ósinn. Hefur þá stundum orðið að greiða leiðina með því að moka sandi úr farveginum. Áður féll

Grenlækur í Skaftá skammt suðaustur af Seglbúðum, en um 1930 breytti Skaftá farvegi sínum og færðist til austur í Veiðiós (Jón Helgason 1985). Fiskgengt er í Jónskvísl og þverlæk hennar Sýrlæk, samtals um 8,9 km.

Rennsli í upptakalindum Grenlækjar sem koma undan Eldhrauni er breytilegt og þær eiga það til að þverra, það mun hafa gerst veturna 1979, 1987-1988 og nú síðast sumarið 1998 (Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson 1999). Var þá stór hluti svæðisins ofan við Stórafoss á þurru. Veturinn 2005 minnkaði rennsli lindanna það mikið að á tímabili horfði til þurrðar.

Fiskar

Urriði er ríkjandi tegund á vatnasvæði Grenlækjar. Svo er einnig í nálægum ám og er það sérstætt því í flestum öðrum ám á landinu eru lax eða bleikja ríkjandi (Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson 1996). Meginhluti urriðastofnsins á vatnasvæði Grenlækjar gengur til sjávar, er sjóbirtingur, en hluti gerir það ekki, elst upp og verður kynþroska án þess að ganga til sjávar, er staðbundinn. Bleikja finnst í Grenlæk en hún er ekki ofan við Stórafoss. Lax er sjaldséður en þó veiðast örfáir laxar á hverju ári. Áll er neðan hrauna og helstu uppeldissvæðin eru í Fitjarflóði. Áll hefur verið nytjaður og hafa veiðar einkum verið stundaðar í Fitjarflóði en lítið síðustu ár. Allt frá 1925 hefur sjóbirtingsseiðum verið sleppt í Grenlæk (allt að 200 þús. kviðpokaseiðum á ári). Jafnframt hefur verið sleppt laxaseiðum, þó ekki í seinni tíð. Árangur þeirra sleppinga virðist hafa orðið lítil sem bendir til að þau skilyrði sem til staðar eru henti ekki laxi eða að hann verði undir í samkeppni við urriða. Hin síðari ár hefur einhverjum tugum þúsunda kviðpoka-sjóbirtingsseiða verið sleppt flest ár á vatnasvæði Grenlækjar (Erlendur Björnsson munnl. uppl.).

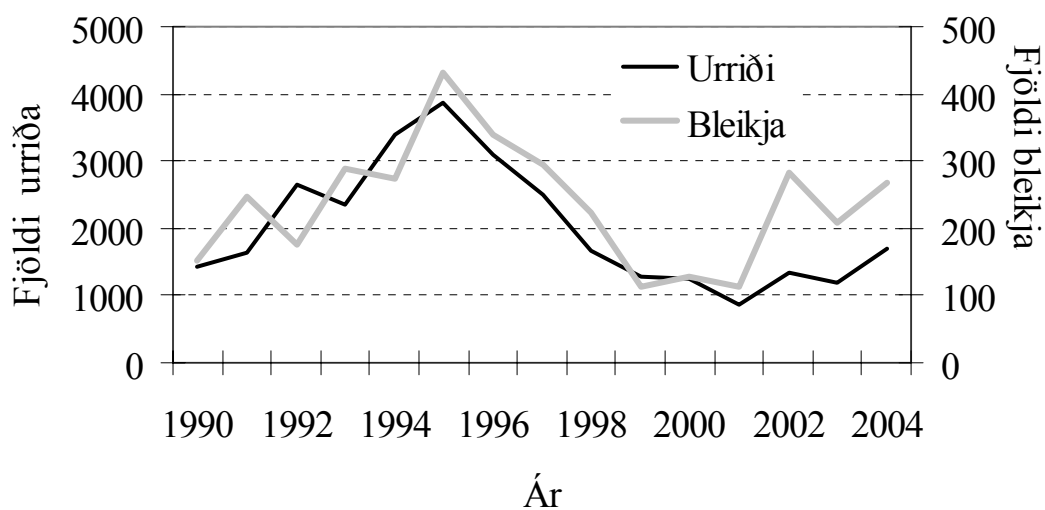
Rannsóknir Veiðimálastofnunar í Grenlæk hafa sýnt að hrygning og uppeldi sjóbirtingsseiða fyrstu 1-3 árin, á sér stað á hraunsvæðunum ofan Seglbúða og allt að upptakalindum. Fæða seiðanna er aðallega skordýralirfur sem lifa á árbotninum. Vöxtur og þroski seiða er almennt betri en gerist í nálægum ám. Athuganir benda til þess að eftir því sem seiðin stækka, líklegast mest á öðru til þriðja ári, gangi þau neðar á vatnasvæðið. Þar er Fitjarflóð talið vera mjög mikilvægt til uppeldis síðustu 1-2 árin fyrir sjávargöngu. Þar er fæðan auk vatnaskordýra, hornsíli og vatnabobbar (Magnús Jóhannsson 1992). Þegar seiðin hafa náð um 15 til 30 sm að lengd (skv. bakreikningi á hreistri), ná þau sjóþroska og ganga til sjávar. Sjógangan er að vori og fara fyrstu fiskarnir að ganga niður fljótlega eftir að ísa leysir en upp úr miðjum júlí og fram eftir hausti ganga sjóbirtingarnir aftur í ferskt vatn, eftir að hafa tekið út vöxt í sjó yfir sumarið. Allur sjóbirtingur er í fersku vatni yfir veturinn og að vori gengur sjóþroska hluti stofnsins til sjávar. Eftir 2-3 ætisgöngur að sumri í sjó verður sjóbirtingurinn kynþroska. Eftir að kynþroska er náð dregur úr vexti og meiri orka er nýtt til þroskunar hrognar og svilja. Algengt er að sjóbirtingur hrygni nokkrum sinnum á lífsleiðinni. Hluti urriðastofns

vatnasvæðisins gengur ekki til sjávar, er staðbundinn urriði sem elst upp og verður kynþroska í læknum. Merkingar sýna göngur staðbundinna urriða milli Fitjarflóðs og hraunsvæða Grenlækjar og Jónskvíslar. Hér er um göngur innan vatnakerfisins að ræða þótt ekki séu þær til sjávar. Sjöbirtingur í Grenlæk, líkt og öðrum skaftfellskum ám, er stórvaxinn og því eftirsóttur til stangveiði. Þótt einkenni sjóbirtingsstofna í ám í Vestur-Skaftafellssýslu séu um margt lík, benda merkingar til þess að hver á hafi sinn stofn. Sem dæmi þá hafa um 90% heimtra sjóbirtinga sem merktir hafa verið í Grenlæk komið fram á vatnasvæði Grenlækjar (Veiðimálastofnun óbirt gögn).

Lífsferill bleikju í Grenlæk og Jónskvísl er minna þekktur. Bleikju er ekki að finna í Grenlæk ofan við Stórafoss. Hún virðist einkum hrygna neðan til í Grenlæk, Landbrotsá og í Jónskvísl. Útbreiðsla bleikjunnar virðist tengjast fremur köldu og stöðugu lindarvatni. Þar hrygnir hún og elst upp fyrsta lífsskeiðið. Bleikjan gengur síðan að öllum líkindum í Fitjarflóð og elst þar að einhverju leyti upp. Ekki eru til staðfestar rannsóknir á því hvort Grenlækjarbleikja gengur í sjó. Þekktar eru göngur fullvaxinna fiska milli Fitjarflóðs og hraunsvæða. Hún fer að öllum líkindum niður í Fitjarlóð að vori, apríl til maí, nærast þar en gengur í júní til júlí upp á hraunsvæðin til hrygningar að hausti.

Veiðar

Vatnasvæði Grenlækjar er eitt aflasælasta sjóbirtingssvæði landsins og þar er einnig talsverð bleikjuveiði. Bændur og aðrir íbúar á svæðinu hafa umtalsverðar nytjar af stangveiði og tengdri þjónustu. Sextán bæir í Landbroti og Síðu hafa hlunnindi af veiði í Grenlæk einum. Eftirspurn fer sífellt vaxandi í sjóbirtings- og bleikjuveiði og



Mynd 2. Stangveiði á urriða og bleikju í Grenlæk og Jónskvísl samkvæmt skýrslum á árunum 1990 til 2004.

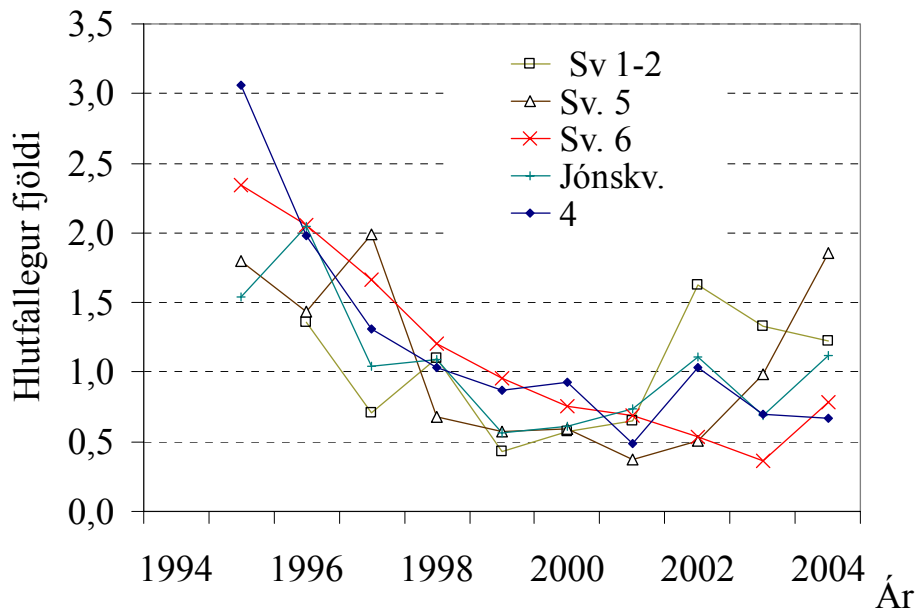
tekjur af veiðileyfum fara sífellt hækkandi. Mikil fiskframléiðsla í Grenlæk byggir auk hás styrks næringarefna á hagstæðu hitafari, hentugri botngerð og tiltölulega stöðugu vatnsrennsli. Fiskur er veiddur í Grenlæk frá annarri viku maí til 20. október. Að vori (í maí og júní) er einkum veiddur sjóbirtingur á niðurleið en að hausti (frá síðari hluta júlí) byggist veiðin mest á sjóbirtingi sem er á leið úr sjó. Staðbundinn urriði veiðist mest um hásumarið meðan sjóbirtingur er ekki í ánni og á þeim tíma er einnig bleikjuveiði. Megnið af þeirri bleikju sem veiðist á vatnasvæði Grenlækjar veiðist á neðri hlutum hans og í Jónskvísl en einungis örfáar bleikjur veiðast á veiðisvæði 6 og bleikja er ekki ofan við Stórafoss.

Skráð meðalveiði urriða á stöng í Grenlæk ásamt Jónskvísl síðustu 10 ára (1995–2004) var 1.877 urriðar, 250 bleikjur og 3 laxar. Meðalþungi urriða sömu ár var 1,6 kg og 1,35 kg hjá bleikju (Guðni Guðbergsson 2005). Ekki er gerður greinarmunur á sjógengnum urriða og staðbundnum í aflatölum. Allnokkrar sveiflur koma fram í veiðinni. Á árunum 1990 til 1995 varð talsverð aukning í veiði á urriða en árið 1995 veiddust 3.876 urriðar í Grenlæk og Jónskvísl. Veiðin fór minnkandi fram til 2001 en hefur aukist eftir það (mynd 2).

Bleikjuveiðin sýnir hliðstæðar sveiflur og urriðaveiðin, árið 2002 jókst bleikjuveiðin hins vegar hlutfallslega mun meira en urriðaveiðin (mynd 2). Ef litið er á hvernig urriðaveiðin hefur þróast milli svæða í Grenlæk á tímabilinu 1995 til 2004 sést að hún dróst saman á öllum svæðum fram til 2001. Árið 2002 varð aukning í veiði á öllum svæðum nema á svæði 6 en þar jókst urriðaveiðin aftur árið 2004 (mynd 3). Veiðisvæði 6 er efst þessara svæða, endar rétt neðan við Stórafoss og er á því svæði sem verst fór út úr vatnspurrðinni árið 1998. Þar veiðist nær eingöngu sjóbirtingur.

Vatnspurrð 1998

Árið 1998 varð vatnspurrð á svæðinu ofan við Stórafoss frá fyrri hluta maí og fram í júlí. Í vettvangskönnun Veiðimálastofnunar síðari hluta maí sást ekkert rennsli í upptakalindum Grenlækjar og farvegur var þurr frá upptökum niður fyrir Stórafoss (mynd 1, ljósmynd 1) allt þar til um 200 m ofan við Þjóðveg. Vatn seytláði þó á um 1 til 1,5 km kafla um 3 km neðan við upptök lækjarins. Vatn var og í einstaka djúpum hyl. Seiði sáust í einhverjum þeirra og nokkrir stærri fiskar. Einnig sáust rytjur af dauðum fiski. Alls voru um 10 km af farvegi Grenlækjar þurrir. Gróft áætlað eru þetta um 80% af uppeldisfleti lækjarins á hraunbotnsvæðunum. Þarna eru helstu hrygningar- og uppeldissvæði sjóbirtings í Grenlæk og voru þau nær öll á þurru. Á neðri hluta lækjarins og ofar á svæðinu, þar sem vatn rann, var veruleg skerðing á rennsli. Ekkert vatn var í upptakalindum Tungulækjar og hvergi var vatn að sjá í honum ofan við foss. Þótt það hafi ekki verið staðfest með skoðun á öllum farveginum, er líklegt að hann hafi verið að mestu eða að öllu leyti þurr ofan við foss



Mynd 3. Hlutfallsleg svæðaskipting á veiði (af meðalveiði) á urriða í Grenlæk árin 1995 til 2004.



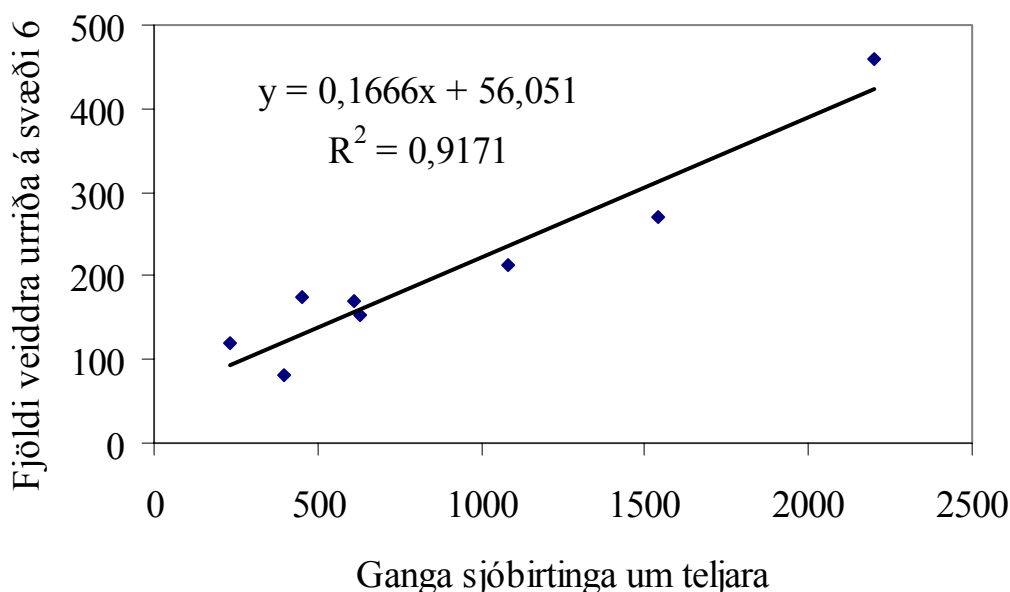
Ljósmynd 1. Góð uppeldis- og hrygningarsvæði á þurru í Grenlæk. Myndin er tekin neðan til á svæðinu ofan við Stórafoss þann 27. maí 1998.

hjá Tungu sem þýðir að um 13 km af árfarvegi Tungulækjar hafi verið þurrir. Líklegt er að allur fiskur ofan við foss í Tungulæk hafi drepist. Í vettvangskönnun þann 22. júlí sást vatn renna um efri svæði lækjanna sem áður voru þurr. Hafa verður í huga að á tímum vatnsþurrðar 1998 var hluti fiskstofns Grenlækjar í sjó eða á neðri hlutum hans sem ekki urðu fyrir eins miklum áhrifum.

Framkvæmd

Mat á áhrifum vatnsþurrðar á veiði

Eins og að framan er greint veiðist mestur hluti bleikjunnar á neðri hluta Grenlækjar og bleikja veiðist ekki ofan við Stórafoss. Lindarvatnið sem kemur undan Landbrotshrauninu er mun stöðugra en það sem kemur undan Eldhrauni og í vatnsþurrðinni 1998 var vatn í farveginum neðan veiðisvæðis 6. Líkur eru því til þess að bleikjan hafi orðið fyrir minni áhrifum af völdum vatnsþurrðar en urriðinn. Teljari hefur verið starfræktur í Grenlæk í landi Seglbúða frá árinu 1996 að 1997 undanskildu. Næsta veiðisvæði ofan teljara er svæði 6, sem er um 1,5 km svæði frá Stórafossi upp eftir læknum og hefur veiði þar verið stunduð af sömu aðilum um margra ára skeið. Marktæk fylgni er á fjölda sjóbirtings sem talinn var í fiskteljaranum og veiði urriða (sem nær eingöngu er sjóbirtingur) á svæði 6 ($R^2=0,91$, $p<0,001$) (mynd 4). Þetta samband sýnir að skráð veiði í Grenlæk er að gefa mjög góða mynd af stærð göngunnar og þeim breytingum sem verða á henni. Til að meta áhrif vatnsþurrðar árið 1998 voru tengsl bleikju- og urriðaveiði könnuð og veiði urriða metin eins og hún er líkleg til að geta hafa orðið en þá er gegnið út frá því að tengsl



Mynd 4. Samband fjölda sjóbirtinga í teljara í Grenlæk og veiði á veiðisvæði 6.

urriða- og bleikjuveiði séu þau sömu og voru áður en áhrifa vatnsþurrðar 1998 gætti. Hafa þarf í huga að líkur eru til þess að hægt verði að framkvæma nákvæmara mat þegar lengra frá líður og fleiri ár liggja að baki.

Gengið er út frá því að megnið af bleikjunni sé af neðri hlutum Grenlækjar og Jónskvísl, þeim hluta sem ekki þornaði árið 1998. Ef marka má aldursdreifingu urriða í afla má búast við því að ef nýliðunarbrestur hafi áhrif á veiði ætti hún að fara að koma fram árið 2001 og af meiri þunga árin þar á eftir.

Veiðitölur urriða og bleikju voru kannaðar hvað dreifingu þeirra varðar með Kolmogorov-Smirnov prófi og tengsl veiði á urriða og bleikju reiknuð með aðhvarfsgreiningu (regression) (Sokal og Rohlf 1981). Til að fá tölulegt mat á áhrifum vatnsþurrðar á veiðitölur urriða var reiknað aðhvarf veiði urriða að bleikjuveiðinni á tímabilinu til þess tíma er talið er að vatnsleysis eigi að fara að gæta í veiði, þ.e. tímabilið 1990 til 2000. Gert var ráð fyrir að samband bleikju og urriðaveiði hefði átt að haldast það sama eftir vatnsþurrð og fjöldi urriða framreiknaður út frá jöfnu sambands bleikjuveiði og urriðaveiði fyrir vatnsþurrð ásamt óvissumörkum (Sokal og Rohlf 1981, <http://ist-socrates.berkeley.edu/~chem1a/labmaual/AppendixII>).

Seiðarannsóknir

Við mat á seiðaástandi var farið yfir ákveðinn botnflöt með rafmagnsveiði. Þéttleiki seiða var metinn sem fjöldi veiddra seiða á hverja 100 m² botnflatar. Einungis hluti seiða veiðist með þessari aðferð sem fer eftir aðstæðum og stærð seiða. Sömu aðferð var beitt árlaga, og sömu svæði veidd af sömu aðilum og því má líta á þéttleikatölur sem vísitölu seiðaþéttleika. Seiði á fyrsta ári veiðast almennt verr en eldri seiði. Hins vegar þurfa seiði að vera við óðul á botni, gjarnan grýttum, til þess að til þeirra náist. Eftir því sem urriðaseiði stækka eru þau lausari við óðul sín og er því erfiðara að ná til þeirra í hefðbundnum rafveiðum (Bremset og Berg 1997). Tölur eru þó almennt taldar sambærilegar milli staða og ára, metin sem vísitala. Seiðin voru tegundagreind, lengdarmæld og aldursgreind.

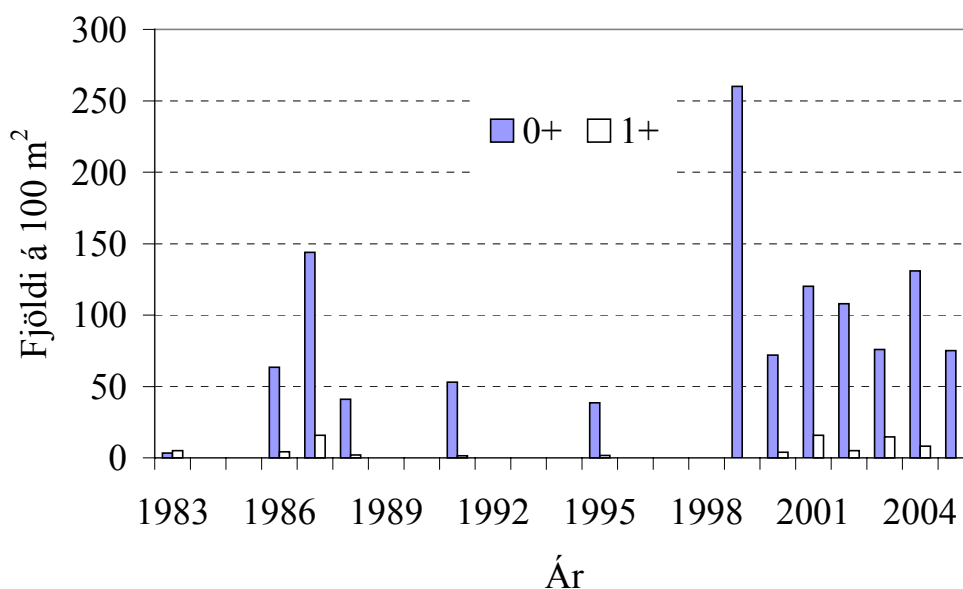
Aldursgreining

Hreistur var greint af sjóbirtingi sem stangveiddur var á svæði 6 á árabílinu 1995 til 2004. Flestir fiskanna voru kyngreindir, lengdarmældir og vegnir. Afsteypa af hreistri var gerð á “plastþynnu” og hún notuð til aldursgreiningar í örfilmulesara. Metið var hvort viðkomandi fiskur hefði gengið í sjó og heildaraldur greindur. Styrkur árganga var metinn út frá aldursgreindu úrtaki og veiðitölum á svæði 6. Þar sem hluti árganga 1996 til 2000 eiga eftir að koma fram í veiði á næstu árum var fjöldi þeirra reiknaður út frá því hvernig vænta má að þeir komi fram byggt á aldursgögnum frá árunum 1991 til 1995.

Niðurstöður

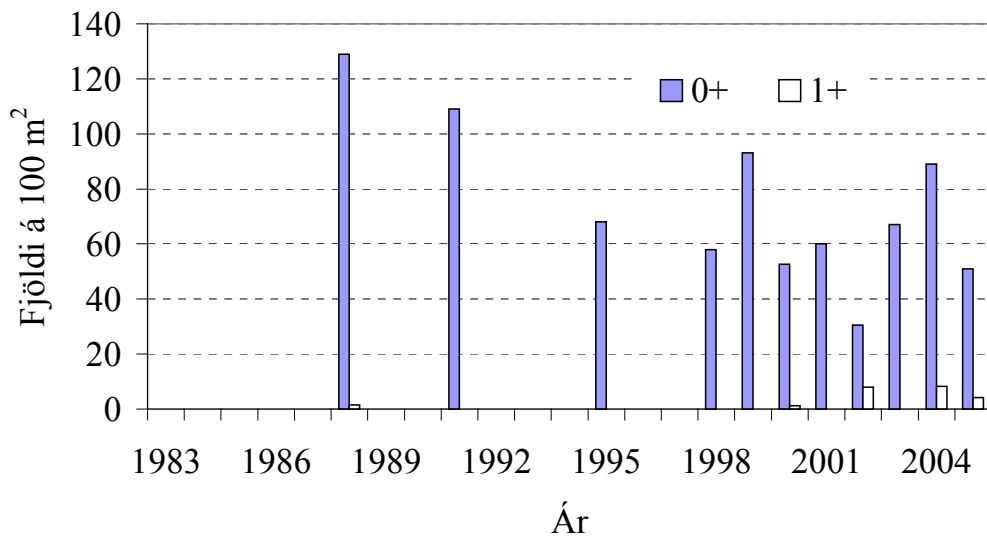
Seiðabúskapur

Í seiðarannsóknnum sem gerðar voru á vatnasvæði Grenlækjar á þurrktímanum síðast í maí 1998, á stöðum þar sem vatn seytleði (st.1, mynd 1), fundust eins árs (1^+) og tveggja ára (2^+) urriðaseiði en engin seiði á fyrsta ári (0^+) (viðauki I). Aftur var veitt á svæðinu, stuttu eftir að vatn var farið að renna um lækinn. Þá fundust sömu árgangar en í mun minni þéttleika. Hins vegar fannst þá mjög lítið af seiðum við Gloppu (st. 2), sem er á vatnspurrðarsvæðinu (mynd 1) og í Tungulæk. Í ágúst 1998 var sama ástand uppi á teningnum við Gloppu. Hvergi ofan við Stórafoss fundust urriðaseiði á fyrsta ári (Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson 1999).



Mynd 5. Þéttleikavísitala 0^+ og 1^+ urriðaseiða í Grenlæk við Gloppu (st. 2). Athuganir voru gerðar að hausti árin 1983, 1986-1988, 1991, 1995 og 1998-2005.

Athugun við Moldarskurð (st. 12), þann 22. júlí 1998, sem er neðan við foss, þar sem ekki varð vatnspurrð, gaf allnokkuð af fyrsta árs urriðaseiðum, þá smá og nýlega komin upp úr mölinni. Þar var einnig slæðingur af eins árs seiðum og vottur af laxaseiðum á fyrsta ári (viðauki I). Könnun í ágúst á sama stað gaf mun minni þéttleika urriðaseiða á fyrsta ári. Við Græntorfu, sem er nokkru neðar (st. 4 mynd 1), var nokkuð af urriðaseiðum á fyrsta ári en lítið af eldri seiðum þann 22. júlí. Þar fundust einnig bleikjuseiði.



Mynd 6. Þéttleikavísitala 0⁺ og 1⁺ urriðaseiða í Grenlæk við Moldarskurð (st. 12). Athuganir voru gerðar að hausti árin 1988, 1991, 1995 og 1998-2005.

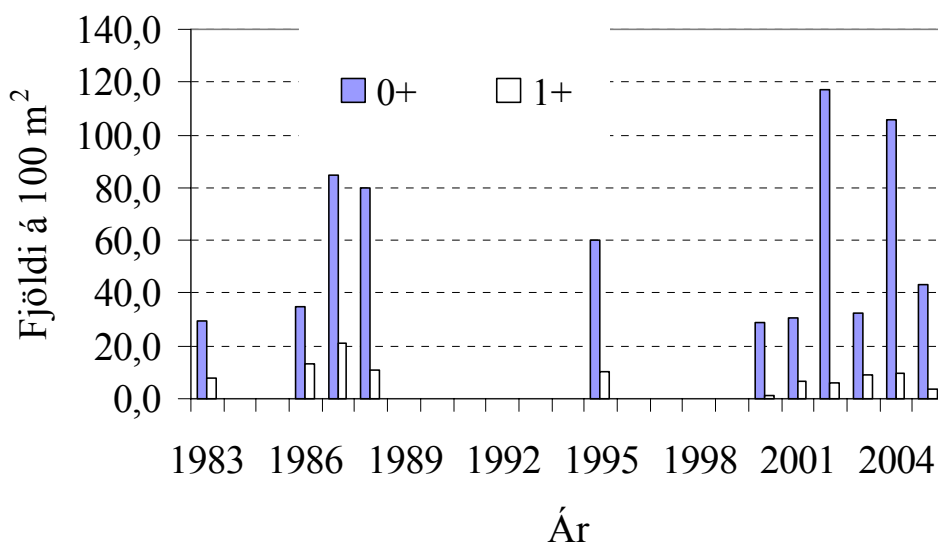
Kannanir á seiðabúskap við Gloppu að hausti á árunum 1999 til 2005 sýna að þéttleiki 0⁺ urriðaseiða hefur verið frá 72 til 260 seiði/100 m², mest fyrsta árið. Árið 1999 fundust þar engin eins árs urriðaseiði enda fannst sá árgangur ekki árið áður þegar vatn þraut. Þéttleiki eins árs seiða við Gloppu hefur síðan mælst frá 4,0 til 16,0 seiði/100 m², en árið 2005 komu engin eins árs seiði fram við Gloppu (mynd 5, viðauki I). Tveggja ára urriðaseiði hafa fundist sum árin, mest árið 2002 eða 3,3 seiði/100 m². Á árabílinu 1983 til 1995 var þéttleiki urriðaseiða við Gloppu á 1. ári 3,3-144 seiði/100 m² og seiða á 2. ári, 1,3 –16 seiði/100m² (athuganir voru ekki gerðar öll ár, sjá viðauka I).

Við Moldarskurð hefur þéttleikavísitala 0⁺ urriðaseiða á árunum 1999 til 2005 verið frá 31 til 93 seiði/100 m², hæst fyrsta árið. Sum árin hafa fundist þar eins árs urriðaseiði mest árið 2002 eða 7,6 seiði/100 m² (mynd 6). Árin 1988 til 1995 mældist seiðapéttleiki urriðaseiða á 1. ári 68-129 seiði/100 m² og seiða á 2. ári, 0 –1,6 seiði/100m².

Við Græntorfu hefur vísitala seiðapéttleika 0⁺ urriðaseiða ár árunum 2000 til 2005 sveiflast frá 29 til 117 seiði/100 m², var hæst árið 2002. Vísitala þéttleika eins árs urriðaseiða hefur verið frá 1,0 til 9,6 seiði/100 m² og einungis árið 2003 hefur orðið vart við tveggja ára urriðaseiði þar. Árin 1986 til 1995 mældist seiðapéttleiki urriðaseiða á 1. ári 35-60 seiði/100 m² og seiða á 2. ári, 10–21 seiði/100m² (mynd 7).

Urriðaseiði eldri en tveggja ára hafa ekki fundist síðustu ár enda þau líklega gengin á aðrar ætisslóðir eða eru í hyljum. Laxaseiði hafa ekki komið fram í rafveiðunum á umræddum athugunarstöðum í Grenlæk eftir 1998 og í litlum mæli

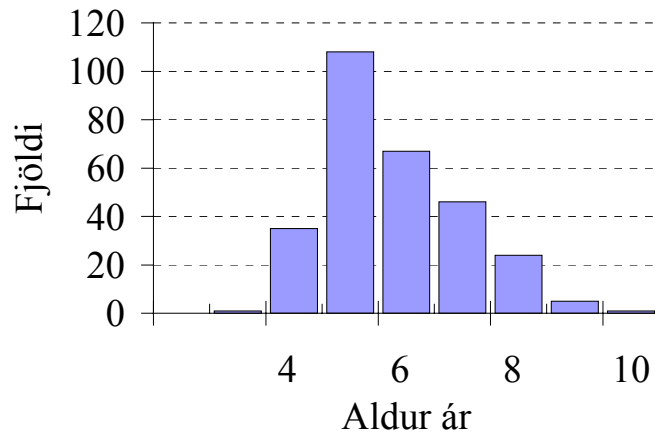
fyrir þann tíma. Bleikjuseiði komu fram við Græntorfu árið 2005 en mjög lítið hefur orðið vart við þau í rafveiðunum og aldrei ofan við Stórafoss.



Mynd 7. Þéttleikavísitala urriðaseiða í Grenlæk við Græntorfu (st. 4). Athuganir voru gerðar að hausti árin 1983, 1986 til 1988, 1995 og 2000-2005.

Aldursrannsóknir á fullvöxnum fiski

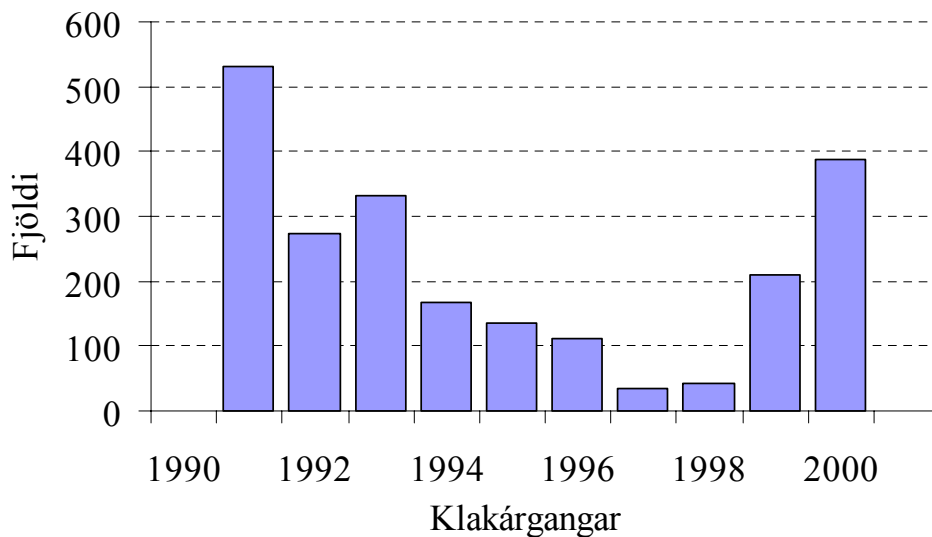
Á árabílinu 1995 til 2004 hefur verið safnað hreistri af stangveiddum urriða á veiðisvæði 6 í Grenlæk til aldursgreiningar. Alls hafa verið aldursgreindir 287 urriðar. Aldur þeirra var 3 til 10 ár og flestir voru 5 og 6 ára (tafla 1, mynd 8). Ef lítið er á hlutdeild einstakra árganga sést að breytileiki er talsverður (myndir 9 og 10). Inni í veiðinni hverju sinni eru 5 til 6 árgangar en oftast eru það 2-3 sem bera veiðina uppi. Árgangar 1990 til 1993 virðast vera hlutfallslega stórir og 1994 til 1996 fremur slakir. Árgangar 1997 og 1998 voru áberandi litlir, þeir voru í veiðinni árin 2001 til 2003 en komu ekki fram árið 2004. Árgangar 1999 og 2000 virðast hins vegar mun stærri (mynd 9). Þeir voru báðir í veiðinni árið 2004.



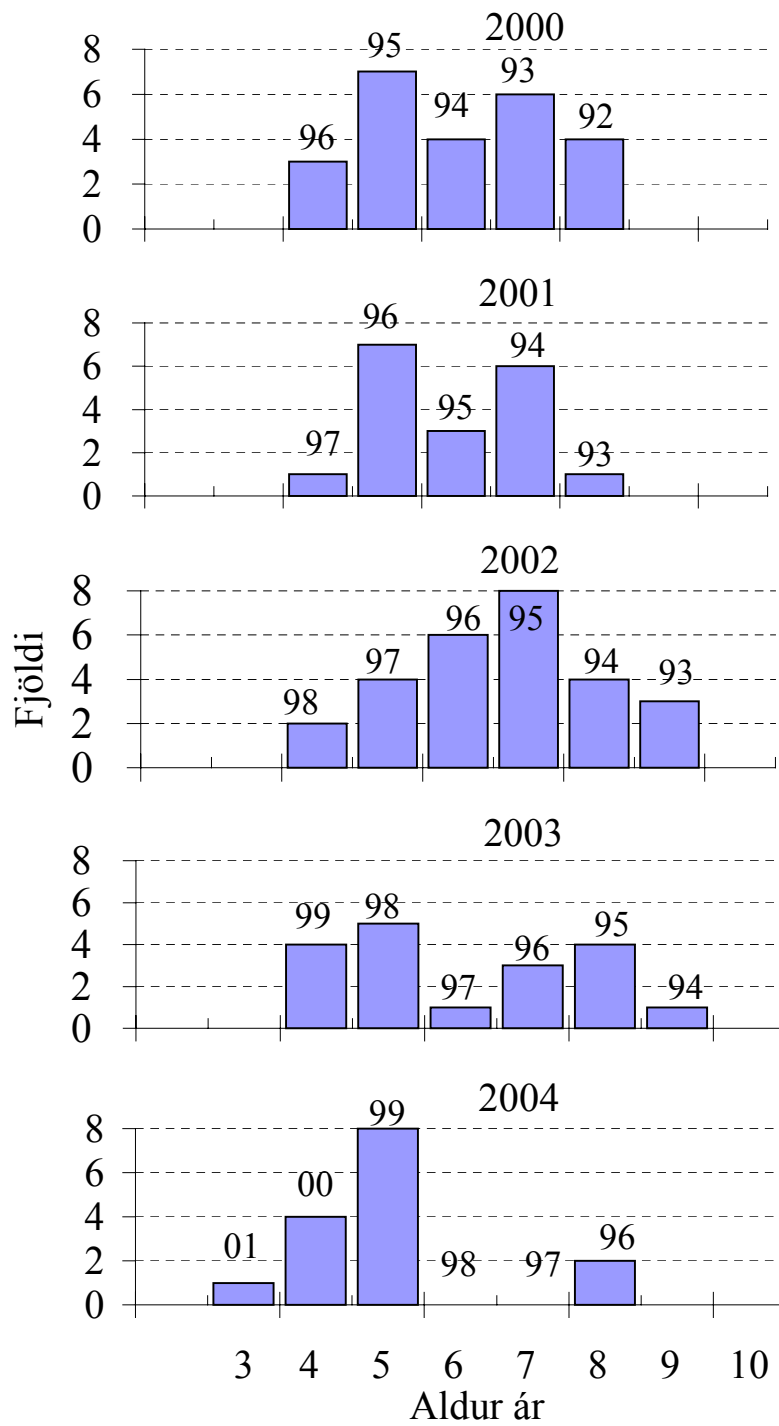
Mynd 8. Aldursdreifing (heildaraldur) urriða úr Grenlæk á svæði 6 árin 1995 – 2004.

Tafla 1. Heildaraldur urriða í Grenlæk á veiðisvæði 6.

<i>Aldur ár</i>	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	<i>Samt</i>
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4	13	1	4	2	1	3	1	2	4	4	35
5	19	21	14	16	7	7	7	4	5	8	108
6	11	14	6	8	14	4	3	6	1	0	67
7	3	4	10	4	2	6	6	8	3	0	46
8	0	0	0	3	6	4	1	4	4	2	24
9	0	0	0	1	0	0	0	3	1	0	5
10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Samtals	46	40	34	35	30	24	18	27	18	15	287



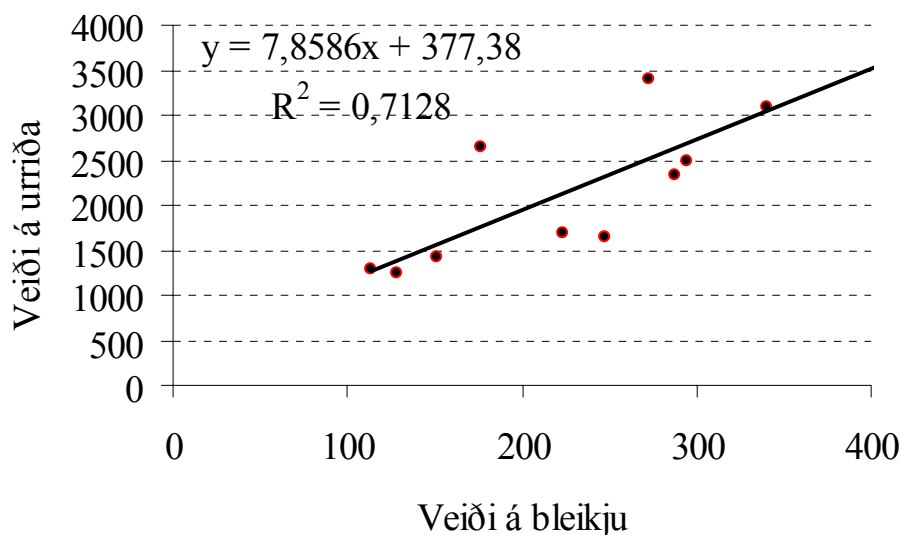
Mynd 9. Styrkur einstakra árganga í veiði á urriða á svæði 6 í Grenlæk.



Mynd 10. Aldursdreifing urriða í stangveiði á veiðisvæði 6 í Grenlæk. Tölur ofan við súlur segja til um hvaða ár viðkomandi árgangar klöktust út.

Tengsl urriða- og bleikjuveiði

Athugun á dreifingu veiðitalna bleikju og urriða sýnir að dreifing bleikjuveiði er ekki frábrugðin normaldreifingu ($p < 0,001$) og sama á við um urriðaveiðina ($p < 0,05$).



Mynd 11. Aðhvarf veiði á bleikju og urriða í Grenlæk á árunum 1990-2000. Gefin er jafna fyrir línulegt samband veiðitalna bleikju og urriða á þessu tímabili.

Tafla 2. Veiði urriða og bleikju í Grenlæk og Jónskvisl árin 1990-2000.

Ár	Fjöldi urriði	Fjöldi bleikja
1990	1424	151
1991	1648	247
1992	2637	177
1993	2338	288
1994	3392	273
1995	3876	433
1996	3092	340
1997	2493	294
1998	1679	223
1999	1293	114
2000	1246	128
Meðaltal	2283	243

Aðhvarfsgreining á veiði bleikju og urriða á árunum 1990-2000 sýnir að um marktæka fylgni er að ræða ($R^2=0,71$, $p=0,001$) (mynd 11). Meðalveiði urriða á þessu tímabili var 2283 urriðar (95% öryggismörk meðaltals ± 607) (tafla 2).

Urriðaveiði áráanna 2001 – 2004 var frá 864 – 1.700 urriðar og alls 5.084 fiskar á þessu tímabili (tafla 3). Ef gert er ráð fyrir að tengsl veiði bleikju og urriða hefðu átt að haldast og að áhrif vatnspurrðar á bleikjuveiðina væru hverfandi má gera ráð fyrir að veiði urriða hefði átt að vera frá 1.258 - 2.476 á þessu tímabili og alls 8.355 urriðar yfir allt tímabilið. Alls er munurinn á þessu tímabili að meðaltali 3.271 urriðar og 2.975-3.566 að teknu tilliti til óvissu í útreikningum (Sokal og Rohlf 1981, Quinn og Keough 2002. <http://ist-socrates.berkeley.edu/~chem1a/labmanual/AppendixII>).

Tafla 3. Veiði á urriða og bleikju í Grenlæk ásamt Jónskvisl árin 2001-2004 ásamt útreiknuðum fjölda urriða sem líkur eru til að hefðu veiðst á þessum árum reiknað út frá sambandi veiði á urriða og bleikju á árunum 1990-2000. Gefið er meðaltal, hámarks og lágmarksfjöldi auk óvissumarka útreiknings

Ár	Fjöldi		Áætlaður meðalfjöldi urriða	Óvissumörk afleiðu linulegs sambands	Áætlaður fjöldi urriða		Mismunur á veiði og	Mismunur á veiði og	Mismunur á veiði og
	urriði samtals	bleikja samtals			áætluðum meðalfjölda urriða	áætluðum fjölda urriða hærra gildi	áætluðum fjölda urriða lægra gildi		
2001	864	112	1258	± 77,9	1336	1180	394	472	316
2002	1331	283	2601	± 72,8	2674	2529	1270	1343	1198
2003	1189	209	2020	± 72,5	2092	1947	831	903	758
2004	1700	267	2476	± 72,4	2548	2403	776	848	703
Samtals	5084	871	8355		8650	8059	3271	3566	2975

Umræða

Bestu uppeldis- og hrygningarsvæði Grenlækjar og líklega öll helstu uppeldissvæði Tungulækjar, yfir 20 km af árfarvegi, voru á þurru í um tvo mánuði sumarið 1998. Vatn seytleði þó á litlum kafla ofan til í Grenlæk. Auk þessa var veruleg skerðing á rennsli neðan til í lækjunum. Á þessu svæði varð vart við dauða fiska í hyljum og pollum sem þornað höfðu upp.

Seiðarannsóknir Veiðimálastofnunar hafa staðfest mikilvægi hraunsvæðanna til hrygningar og uppeldis 0-2ja ára seiða (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2001). Fyrstu kílómetrarnir ofan við Stórafoss eru líklegast ein bestu hrygningar- og uppeldissvæðin í læknum. Þau voru öll á þurru 1998. Athuganir sýna að nokkur sveifla getur verið í þéttleika seiða í Grenlæk. Sé hins vegar seiðapéttleiki frá sumrinu 1998 borinn saman við sambærilegar fyrri kannanir kemur í ljós að veruleg skerðing hefur orðið á árgangi frá hrygningu haustið 1997 (árgangi 1998). Þessi árgangur virðist því mikið til hafa misfarist ofan fossa í Grenlæk og gæti einnig hafa minnkað neðan við foss í Grenlæk, á því svæði sem varð fyrir minni áhrifum. Árið 1998 var hlutur eins árs seiða (árgangur 1997) rýr miðað við fyrri ár. Uppeldi tveggja ára seiða (árgangur 1996) hefur að öllum líkindum einnig skerst. Sá árgangur kemur hins vegar alltaf lítið fram í seiðarannsóknum enda trúlega meira í hyljum en á brotum þar sem seiðarannsóknir fara fram með rafveiðum. Athygli vekur mikill þéttleiki 0⁺ urriðaseiða haustið 1999 við Gloppu. Ekki er gott að skýra þetta en hugsanlega má skýra þetta að hluta með vel heppnuðum sleppingum kviðpoka- og startfóðraðra seiða á svæðið fyrr um sumarið. Einnig var samkeppni þá lítil sem engin frá eldri seiðum.

Sé litið á árgangastyrk urriða í veiði á veiðisvæði 6 kemur fram að sömu árgangar koma fram mjög slakir. Þessir árgangar áttu að koma hvað sterkast fram í veiði á árunum 2001 til 2004. Telja verður líklegt að sú lægð sem var í veiði í Grenlæk árin 2001 til 2003 megi skýra með slökum styrk fyrrnefndra árganga. Bleikjuveiðin í Grenlæk hefur sýnt hliðstæðar sveiflur og urriðaveiðin, var í lægð til ársins 2001 en árið 2002 jókst bleikjuveiðin hins vegar umtalsvert á meðan urriðaveiðin í Grenlæk var enn í lægð.

Ef litið er á hvernig urriðaveiðin hefur þróast milli svæða í Grenlæk á tímabilinu 1995 til 2004 sést að hún dróst saman á öllum svæðum fram til 2001. Árið 2002 varð aukning í veiði á öllum svæðum nema á svæði 6 en þar jókst urriðaveiði fyrst aftur árið 2004. Talning á sjóbirtingi í Grenlæk við Seglbúðir hefur sýnt góða samsvörun við veiði á svæði 6. Þetta styður enn frekar það að vatnspurrðin 1998 hafi komið niður á nýliðun urriða, og a.m.k. þrjú árgangar hafi skerast, einkum á svæðinu ofan við Stórafoss. Auk seiða kann vatnspurrðin að hafa haft áhrif á, staðbundinn urriða og e.t.v. sjóbirting sem kann að hafa verið á vatnspurrðarsvæðunum og þá sem ekki hefur náðu að ganga til sjávar vegna vatnsleysis.

Seiðakannanir benda til þess að seiðabúskapur urriða í Grenlæk hafi að mestu aftur komist í fyrra horf svo áhrifin virðast ekki vera varanleg og veiðin geti aftur náð fyrra horfi innan fárra ára við hagstæðar aðstæður.

Vert er þó að hafa í huga að athugun árið 2005 leiddi í ljós minnkandi þéttleika urriðaseiða einkum á st. 2 ofan við Stórafoss en þar fundust urriðaseiði á fyrsta ári í minna mæli en árið áður og engin eins árs urriðaseiði en slíkt gerðist síðast vatnspurrðarárið 1998. Síðla vetrar árið 2005 var vatn um tíma mjög lítið ofan til í Grenlæk, sem eins og vatnspurrðarárið 1998, getur hafa orsakað óeðlilega mikil afföll seiða.

Vegna lífsferils urriðans í Grenlæk og göngur hans á neðri hluta vatnasvæðisins, og til sjávar, til uppeldis getur hann tekið áföllum eins og vatnspurrð og byggst upp aftur. Vatnspurrð um lengri tíma sem ylli m.a. því að fiskar gætu ekki gengið í ferskvatn að hausti til hrygningar eða yrði á þeim tíma þegar hrygningarfiskurinn væri á riðasvæðum, myndi hins vegar hafa mun meiri og alvarlegri afleiðingar. Slíkt myndi valdi því að það gæti tekið áratugi fyrir urriðastofna svæðisins að ná fyrri stærð.

Þau tengsl sem fram koma í fjölda urriða í göngu um teljara við Seglbúðir og veiði á veiðisvæði 6 bendir til þess að stangveiðin gefi allgóða mynd af fiskgengd hverju sinni og sveiflum í henni. Það styður það að hægt sé að byggja á veiðitölum til að meta áhrif vatnspurrðar.

Bleikjan á vatnasvæði Grenlækjar finnur sér búsvæði fyrst og fremst á neðri hluta hans og í Jónskvísl og hefur því ekki orðið fyrir sömu áhrifum og urriðinn sem hrygnir að megninu til á svæðinu ofan við Stórafoss á því svæði þar sem gætti

vatnspurrðar árið 1998. Með því að leggja tengsl bleikju- og urriðaveiði fyrir áhrif vatnspurrðar til grundvallar má geta sér þess til að alls hafi veiðin á vatnasvæði Grenlækjar á áhrifaárum vatnspurrðar (2001 til 2004) verið 3.271 urriða minni en hún hefði annars verið. Að jafnaði eru þetta 818 urriðar á ári. Hafa þarf í huga að sú aðferð sem hér hefur verið beitt hefur nokkra óvissu en óvissumörk fyrir allt tímabilið eru frá 2.975 – 3.566 urriðar. Áhrifin eru ekki að fullu komin fram í veiði því elstu urriðarnir úr árgöngum sem urðu fyrir áhrifum vatnspurrðar eiga enn eftir að koma fram í veiði. Hér er gengið út frá því að veiðisókn í bleikju og urriða sé hlutfallslega sú sama á umræddum tímabilum. Vera kann að í árum þegar lítið er um urriða sæki veiðimenn frekar í að veiða bleikju, sé svo leiðir það til ofmats á áhrifum vatnspurrðar. Tengsl talningar urriða og veiði bendir þó til þess að veiðihlutfall sé svipað þrátt fyrir breytilega göngu. Slíkt er líklegt til að gilda einnig fyrir bleikju þótt það sé ekki staðfest með mælingum.

Hafa þarf í huga að eftir því sem lengra frá líður ætti að vera auðveldara að meta þennan fjölda ef og þegar samband veiði á bleikju og urriða kemst í fyrra horf og áhrif vatnspurrðar hafa gróið saman. Slíkt getur tekið allmörg ár enn þar sem nokkrir árgangar urðu fyrir skakkaföllum og að heildaráhrif eru enn ekki að fullu kominn fram auk óvissu með áhrif á nýliðun.

Athygli vekur að þrátt fyrir þær miklu hamfarir sem vatnspurrð og tap á tveimur til þremur árgöngum urriða í kjölfarið skuli veiði og fiskgengd þó ekki fara neðar en raun varð. Það ber vitni um aðlögunarhæfni urriðans sem fellst í löngum og flóknum lífsferli hans.

Teljaragögn sýna að vatnspurriðin 1998 olli einnig því að göngum sjóbirtings seinkaði upp Grenlæk og af veiðitölum má ráða að sjóbirtingurinn var þá seinni inn í veiðina en oft áður. Aukning í rennsli örvar sjóbirtinginn í uppgöngu og líklegt er að tiltekið lágmarksrennsli sé nauðsynlegt (Magnús Jóhannsson ofl. 1999 og Veiðimálastofnun óbirt gögn). Við lítið vatnsrennsli geta grunn sandsvæði, nálægt ós lækjarins hugsanlega verið gönguhindrun fyrir þann urriða sem þangað leitar.

Vatnspurrðin hefur ekki aðeins haft áhrif á fiska heldur einnig á framleiðslu lággróðurs og botndýralíf og fuglalíf í vatnakerfinu. Við lauslega athugun á smádýralífi á botni á vatnspurrðarsvæðunum eftir að vatn fór að renna um farveg lækjarins að nýju, fannst fremur lítið af dýrum (Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson 1999). Rannsókn sem gerð var árið 2002 sýndi hins vegar háan þéttleika botndýra á svæðinu (Erla Björk Örnólfsdóttir ofl. 2003).

Eins og áður kemur fram varð vatnspurrð einnig í Tungulæk árið 1998 og vatn þvarr í fleiri veiðilækjum á svæðinu. Gera má ráð fyrir að þar hafi áhrifin orðið hliðstæð því sem varð í Grenlæk.

Hluti af vandamálum varðandi vatnsbúskap lindarlækjanna í Landbroti er vegna inngripa sem gerð hafa verið með stíflum og veitum ofar á vatnakerfinu. Brýnt

er að fundin verði varanleg lausn á vatnsbúskapsmálum og stjórnun rennslis til lindarvatna í Landbroti og Meðallandi, þannig að vatnsrennslis til þeirra verði tryggt eins og kostur er.

Grenlækur er á náttúruminjaskrá (Náttúruverndarráð 1996) og í náttúruverndaráætlun 2004-2008 er tillaga um friðlýsingu Grenlækjar og Eldvatns (Umhverfisstofnun 2003). Á svæðinu er sérstætt lífríki og náttúrufar og talsverð efnahagsleg verðmæti vegna nýtingar veiðihlunninda sem eru mjög þýðingarmikill þáttur í afkomu fólks og byggðar á svæðinu. Verndargildi sjóbirtingsstofna lindarvatna í Landbroti og Meðallandi er ótvírætt, ekki aðeins á landsvísu heldur einnig á heimsvísu þar sem sjóbirtingur hefur víða látið undan síga (Anon 1994).

Þakkarorð

Veiðimenn á svæði 6 í Grenlæk voru ötulir við að safna hreistri. Erlendur Björnsson Seglþúðum hefur haft umsjón með teljara. Margir starfsmenn Veiðimálastofnunar hafa komið að rannsóknum sem þessi skýrsla er byggð á. Ofantöldum aðilum eru færðar bestu þakkir fyrir.

Heimildir

- Anon 1994. Report of the study group on anadromous trout. ICES C.M. 1994/M: 4. 80 bls.
- Berkley.edu. <http://ist-socrates.berkeley.edu/~chem1a/labmaual/AppendixII.htm>.
- Bremset, G. og O.K. Berg, 1997. Density, size-at-age, and distribution of young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in deep river pool. Can. Journ. of Fisheries and Aquat. Sci. 54: 2827-2836.
- Erla Björk Örnólfsdóttir, Benóný Jónsson, Magnús Jóhannsson og Ragnhildur Magnúsdóttir, 2003. Botndýra- og seiðarannsóknir í vatnakerfi Skaftár og Kúðafljóts sumarið 2002. Veiðimálastofnun VMST-R/0303. 32 bls.
- Finnur Garðarsson, 1983. Fiskifræðirannsóknir í Grenlæk, V-Skaftafellssýslu 16. og 17. ágúst 1983. Veiðimálastofnun Reykjavík. 10 bls.
- Freysteinn Sigurðsson, 1997. Lindir í Landbroti og Meðallandi. Uppruni lindarvatnsins. Orkustofnun, Vatnamælingar, OS-97021. 126 bls.
- Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson, 1996. Fiskar í ám og vötnum. Fræðirit fyrir almenning um ferskvatnsfiska. Landvernd. 191 bls.
- Guðni Guðbergsson, 2005. Lax- og silungsveiðin 2004. Veiðimálastofnun, VMST-R/0511. 26 bls.
- Guðrún Larsen, 1979. Um aldur Eldgjárhrauna. Náttúrufræðingurinn, 49, 1: 1-25.
- Jón Helgason, 1985. Sunnlenskar byggðir VI. Skaftárþing, Kirkjubæjarhreppur. Búnaðarsamband Suðurlands: 85-237.
- Jóhannes Sturlaugsson og Magnús Jóhannsson, 1996a. Migratory pattern of wild sea

- trout (*Salmo trutta* L.) in SE-Iceland recorded by data storage tags. ICES. C. M. 1996/M:5. 16 bls.
- Jóhannes Sturlaugsson og Magnús Jóhannsson, 1996b. Sjóbirtingsrannsóknir í Vestur-Skaftafellssýslu. Áróður, fréttabréf Ármanna apríl 1996: 1-6.
- Jóhannes Sturlaugsson og Magnús Jóhannsson, 1997. Migration study of Wild sea trout (*Salmo trutta* L.) in SE-Iceland: Depth movements and water temperatures recorded by data storage tags in freshwater and marine environment. Proceedings of Fifth European Conference on Wildlife telemetry. Staarsbourg, France 25-30 August 1996. 10 bls.
- Magnús Jóhannsson, 1987. Athugun á Fiskstofnum Grenlækjar í Landbroti árið 1986. Veiðimálastofnun, VMST-S/87007X. 7 bls.
- Magnús Jóhannsson, 1992. Rannsóknir á ám í Vestur-Skaftafellssýslu árið 1991. Veiðimálastofnun, VMST-S/92003X. 36 bls.
- Magnús Jóhannsson, 1993a. Rannsóknir á ám í Vestur-Skaftafellssýslu árið 1992. Veiðimálastofnun, VMST-S/93002X. 36 bls.
- Magnús Jóhannsson, 1993b. Fiskræktar og Fiskeldismöguleikar í Skaftárhreppi. Atvinnumálanefnd Skaftárhrepps, Veiðimálastofnun-Suðurlandsdeild, Fiskeldisbraut FSU Kirkjubæjarklaustri. 39 bls.
- Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson, 2001. Vatnasvæði Skaftár og lindarvötn í Landbroti. Lífsskilyrði og útbreiðsla laxfiska. VMST-S/01001X. 65 bls.
- Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson, 1999. Könnun á seiðaástandi í Grenlæk og Tungulæk vegna vatnspurrðar árið 1998. Veiðimálastofnun, VMST-S/99002X. 16 bls.
- Magnús Jóhannsson, Sigurður Guðjónsson og Jóhannes Sturlaugsson, 1999. Fisktalning og göngur í Grenlæk árin 1996 til 1998. Veiðimálastofnun VMST-S/99005: 13 bls.
- Magnús Jóhannsson, Sigurður Guðjónsson og Erlendur Björnsson, 2002. Migration behaviour of brown trout, *Salmo trutta* L, in River Grenlaekur south east Iceland. Í: ráðstefnuriti, Freshwater Fish Migration and Fish Passage, Fishway 2001, sem haldin var í Reykjavík í september 2001. Bls.61-64.
- Náttúruverndaráætlun, 2004-2008 - Aðferðafræði. Tillögur Umhverfisstofnunar um friðlýsingar. Umhverfisstofnun, Reykjavík, UST-2003/14.
- Náttúruverndarráð, 1996. Náttúruminjasráð 7. útgáfa. Skrá um friðlýst svæði og aðrar náttúruminjar. Náttúruverndarráð, Reykjavík. 64 bls.
- Sokal, R.R., og Rohlf, F.J. 1981. Biometry. Önnur útgáfa. W.H Freeman and company. San Francisco. 859 bls.
- Teitur Arnlaugsson, 1980. Seiðakannanir í Grenlæk á Landbroti árin 1977 og 1979. Veiðimálastofnun Reykjavík. 11 bls.
- Quinn, G.P., Keough, M.J. 2002. Experimental Design and Data Analysis for Biologists. University Press. Cambrigde. 537 bls.

Viðauki I. Vísitala þéttleika laxfiskaseiða í Grenlæk.

Staður	Nr.	Ár	Dags	Urriði		Bleikja			Lax		
				Flötur		Aldur ár					
				m ²	0 ⁺	1 ⁺	2 ⁺	7 ⁺	0 ⁺	1 ⁺	0 ⁺
Viðarhólmar	1	1986	7-sep	30	47	6,7	-	-	-	-	-
Viðarhólmar	1	1987	30-ágú	60	50	25	-	-	-	-	-
Viðarhólmar	1	1998	27-maí	21	-	214	14	-	-	-	-
Viðarhólmar	1	1998	22-júl	27	-	119	7	-	-	-	-
Gloppa	2	1983	17.ág	153	3,3	5,2	-	-	-	-	-
Gloppa	2	1986	7-sep	96	64	4,2	-	-	-	-	-
Gloppa	2	1987	30-ágú	70	144	16	-	-	-	-	-
Gloppa	2	1988	3-sep	105	41	1,9	-	-	-	-	-
Gloppa	2	1991	30-ágú	76	53	1,3	-	-	-	-	-
Gloppa	2	1995	7-okt	125	38	1,6	0,8	-	-	-	-
Gloppa	2	1998	22-júl	130	-	0,8	-	-	-	-	-
Gloppa	2	1998	24-ágú	72	-	-	1,4	-	-	-	-
Gloppa	2	1999	25-ágú	40	260	-	2,5	-	-	-	-
Gloppa	2	2000	20-ágú	75	72	4,0	1,3	-	-	-	-
Gloppa	2	2001	13-sep	38	120	16	-	0,7	-	-	-
Gloppa	2	2002	10-sep	60	108	5,0	3,3	-	-	-	-
Gloppa	2	2003	10-sep	54	76	15	-	-	-	-	-
Gloppa	2	2004	8-sep	48	131	8,3	-	-	-	-	-
Gloppa	2	2005	9-sep	72	75	-	-	-	-	-	-
Moldarskurður	12	1988	2-sep	129	129	1,6	-	-	-	-	-
Moldarskurður	12	1991	30-ágú	44	109	-	-	-	-	-	2,3
Moldarskurður	12	1995	7- okt	119	68	-	-	-	-	-	-
Moldarskurður	12	1998	22-júl	25	156	12	-	-	-	-	4,0
Moldarskurður	12	1998	24-ágú	50	58	-	-	-	2,0	-	-
Moldarskurður	12	1999	25-ágú	72	93	-	-	-	-	-	-
Moldarskurður	12	2000	20-sep	78	53	1,3	-	-	-	-	-
Moldarskurður	12	2001	13-sep	75	60	-	-	-	-	-	-
Moldarskurður	12	2002	10-sep	105	31	7,6	1,9	-	-	-	-
Moldarskurður	12	2003	10-sep	70	67	-	-	-	-	-	-
Moldarskurður	12	2004	8-sep	98	89	-	-	-	-	-	-
Moldarskurður	12	2005	9-sep	71	51	4,2	-	-	-	-	-
Græntorfa	4	1986	7-sep	70	35	13	1,4	-	-	-	-
Græntorfa	4	1987	30-ágú	92	85	21	-	-	-	-	-
Græntorfa	4	1988	2-sep	54	80	11	-	-	-	-	-
Græntorfa	4	1995	7- okt	60	60	10	-	-	-	1,7	-
Græntorfa	4	1998	22-júl	65	28	1,5	-	3,1	1,5	-	-
Græntorfa	4	2000	20-sep	100	29	1,0	-	-	-	-	-
Græntorfa	4	2001	13-sep	75	31	6,7	-	-	-	-	-
Græntorfa	4	2002	10-sep	52	117	5,8	-	-	-	-	-
Græntorfa	4	2003	10-sep	43,5	32	9,0	2,0	-	-	-	-
Græntorfa	4	2004	8-sep	52	106	9,6	-	-	-	-	-
Græntorfa	4	2005	9-sep	56	43	3,6	-	-	1,8	-	-