

HV 2022-05
ISSN 2298-9137



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR
MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Botnsá í Hvalfirði - samantekt langtímamælinga

Hlynur Bárðarson

HAFNARFJÖRÐUR - FEBRÚAR 2022

Botnsá í Hvalfirði - samantekt langtímamælinga

Hlynur Bárðarson

*Skýrslan er unnin fyrir Kristinn Zimsen, Botnsá,
Hvalfirði*

Upplýsingablað

Titill: Botnsá í Hvalfirði - samantekt langtímamælinga		
Höfundur: Hlynur Bárðarson		
Skýrsla nr: HV 2022-05	Verkefnisstjóri: HB	Verknúmer: 8897
ISSN 2298-9137	Fjöldi síðna: 29	Útgáfudagur: 16. febrúar 2022
Unnið fyrir: Kristinn Zimsen, Botnsá, Hvalfirði	Dreifing: Opin	Yfirfarið af: Fjóla Rut Svavarsdóttir og Guðni Guðbergsson
Ágrip <i>Hlynur Bárðarson. Botnsá í Hvalfirði – samantekt langtímamælinga, HV 2022-05.</i> Landeigendur, sem eiga veiðirétt í Botnsá í Hvalfirði, hafa stundað talsverða fiskrækt í ánni. Samhliða þeirri fiskrækt hafa landeigendur stundað mælingar bæði á seiðum, hrygningarlaxi og hitastigi. Seiðamælingar hafa verið stundað á fleiri en einum stað í ánni með rafveiðum frá árinu 1984. Hitamælingar verið gerðar með síritandi hitamælum bæði við Hvalvatn frá árinu 1995 og við Túnhyl frá árinu 1993. Þetta eru með lengstu samfelldu hitamælingum sem til eru í íslenskum laxveiðiám. Hreistursýni hafa einnig verið tekin af hluta af veiðinni allt frá árinu 1948, en þó ekki samfelld. Fjallað verður um sveiflur í vatnshita, lengdardreifingu laxaseiða og gönguseiða, ferskvatnsaldur laxaseiða og sjávaraldur út frá hreistri könnuð og breytingum í meðallengd laxa eftir fyrst vetur í sjó verða gerð skil. Einnig verða veiðitölur skoðaðar með tilliti til skiptingar veiði milli Stóra Botns og Litla Botns, lengdardreifingu afla og tímasetningu veiðinnar. Ásamt þessu er gerður samanburður við veiði í þremur nágretta ám.		
Lykilorð: <i>Botnsá, langtímamælingar, hitamælingar, seiðamælingar, hreisturmælingar, lax.</i>		
Undirskrift verkefnisstjóra: 	Undirskrift forstöðumanns sviðs: 	

Efnisyfirlit	Bls.
Inngangur	1
Framkvæmd mælinga og aðferðir	3
Niðurstöður	4
Hitamælingar	4
Seiðamælingar	9
Hreisturgreiningar	12
Veiðitölur	16
Umræður	20
Þakkarorð	25
Heimildir	29

Myndaskrá

1. mynd. Kristinn Zimsen í klakhúsinu sem var notað til að ala upp kviðpokaseiði úr hrognum laxa sem veiddust í Botnsá.	2
2. mynd. Samband vatnshita ($^{\circ}\text{C}$) í þremur ám, Botnsá, Úlfarsá og Laxá í Leirársveit, sýnd er jafna bestu línu (rauð lína) ásamt fylgnistuðli (r^2).....	5
3. mynd. Hitamælingar í Túnhyl í Botnsá – miðgildi hvers dags ($^{\circ}\text{C}$) frá árinu 1994-2018.	6
4. mynd. Gráðudagar í lok hvers mánaðar frá janúar 1994 til desember 2019.....	7
5. mynd. Frávik meðalhita hvers mánaðar frá langtíma meðalhita sama mánaðar fyrir árin 1994 - 2020.	8
6. mynd. Samanburður á hitamælingum í Túnhyl (rauð box) og við Hvalvatn (blá box).	9
7. mynd. Meðallengd laxfiskaseiða í Botnsá árin 1984-2020.	10
8. mynd. Samanburður á lengdarmælingum seiða við Túnhyl og við Hólmaenda fyrir mismunandi aldurshópa.	11
9. mynd. Lengdardreifing laxfiskaseiða við Túnhyl.	12
10. mynd. Ferskvatnsaldur gönguseiða laxa í Botnsá út frá niðurstöðum aldursgreininga á hreistri sem safnað var af veiddum laxi í Botnsá frá árinu 1948-2020.	13
11. mynd. Sjávaraldur laxa í Botnsá út frá niðurstöðum aldursgreininga á hreistri sem safnað var af veiddum laxi í Botnsá frá 1948-2020. Athugið að fjöldi laxa á bak við hverja súlu er mismunandi.....	14
12. mynd. Áætluð lengd gönguseiða við sjávangöngu.	15
13. mynd. Áætlaður vöxtur (cm) laxa fyrsta vetur þeirra í sjó, skipt eftir kyni.	16
14. mynd. Fjöldi veiddra laxa í Botnsá, skipt eftir því hvort þeir voru skráðir í veiðibækur Stóra-Botns (bláar súlur) eða Litla-Botns (appelsínugular súlur).	17
15. mynd. Tímasetning uppsafnaðrar laxveiði í Botnsá 1979-2018.	19
16. mynd. Lengd laxa samkvæmt skráningu í veiðibækur frá árinu 1980-2020, skipt eftir kyni og sjávardvöl.	20

Inngangur

Botnsá á upptök í Hvalvatni en fellur um Botnsdal og til sjávar í botni Hvalfjarðar. Botnsá flokkast sem dragá. Hvalvatn er þriðja dýpsta (160 m) stöðuvatn landsins en það myndaðist í kjölfar eldgoss undir jökli á síðustu ísöld þegar Hvalfell hlóðst upp innarlega í Botnsdal og stíflaði dalinn. Hvalvatn liggur í 386 km hæð yfir sjávarmáli og er 4,2 km² að flatarmáli og 267 Gl að rúmmáli. Frá Hvalvatni að ós eru níu km en Botnsá telst þó vera samtals 17 km að lengd og er vatnasvið hennar samtals 57 km² (Sigurjón Rist 1990). Botnsá fellur ofan í gljúfur í einum hæsta fossi landsins, Glym, 6 km frá ósi en eftir það rennur hún eftir miðjum Botnsdal með há fjöll til beggja hliða með birki vaxnar hlíðar. Hlíðarárnar Hvalskarðsá, Sellækur, Selá og Litla-Botnsá falla auk þess til Botnsár. Auk Glyms eru þrír aðrir fossar í ánni. Ofan við Glym er Breiðifoss sem er ófiskgengur og neðan við Glym eru síðan tveir fossar, Folaldafoss og Pokafoss. Sá fyrrnefndi var fyrst gerður fiskgengur uppúr 1960 og var fiskgengur eingöngu fyrstu árin á eftir. Núverandi landeigendur sprengdu svo fyrir nýjum fiskvegi í fossinum á árunum 2006-2010 og finnast nú laxar fyrir ofan Folaldafoss. Neðst í ánni er svo Pokafoss, lítill og fiskgengur. Stangveiði er stunduð í Botnsá, og er lax þar ríkjandi tegund en að auki veiðast þar bæði sjóbirtingur (urriði) og bleikja. Mikill metnaður hefur verið hjá landeigendum að sinna Botnsá með fiskrækt og hefur hún fyrst og fremst miðað að því að nýta þau svæði sem ekki eru fiskgeng frá náttúrunnar hendi. Þetta hefur einkum verið gert með seiðasleppingum sem hafa töluvert verið stundaðar í ánni, einkum á ófiskgengum svæðum. Fyrstu seiðasleppingarnar voru gerðar árið 1941 og samkvæmt upplýsingum frá Helga Eyjólfssyni, sem þá var landeigandi að Stóra-Botni, var sleppt nærri 50.000 seiðum árlega fyrstu árin. Seiðin voru þá aðallega fengin með seiðauppeldi úr laxastofni Elliðaáa. Árið 1983 var kviðpokaseiðum sleppt á vatnasviði Botnsár, í Hvalskarðsá. Árin 1984 og 1985 var kviðpokaseiðum frá Elliðaárstöð sleppt en síðan eftir það var notast við klak úr eigin laxastofni, nema árið 1994 þegar fengin voru seiði frá Elliðaárstöð. Lax sem veiðist í ánni er komið fyrir í klakkistu og hann kreistur. Hrognum er síðan komið fyrir í klakhúsi þar sem vatn úr uppsprettu er látið renna yfir hrognin (1. mynd).



1. mynd. Kristinn Zimsen í klakhúsinu sem var notað til að ala upp kviðpokaseiði úr hrognum laxa sem veiddust í Botnsá.

Vatnið í klakhúsinu kemur úr tveimur uppsprettum þar sem rennsli getur verið misjafnt og vatnshiti á bilinu 2,5°C - 4,9°C. Klaktími var breytilegur og tvennt sem stýrði því, í fyrsta lagi gat verið misjafnt hvenær hrognataka var framkvæmd en það fór eftir því hvenær hrygnur voru tilbúnar til hrygningar. Oftast var hún gerð um mánaðarmótin október-nóvember, en stundum seinna og allt að þremur vikum seinna í einstaka tilfellum. Í öðru lagi getur breytilegt hitastig haft áhrif á það hversu langan tíma það tekur hrognin að þroskast en um 80% hrognanna voru yfirleitt klakin út í lok febrúar til byrjun mars. Kviðpokaseiðum úr klaki var sleppt á mismunandi svæðum á vatnsviðinu, einkum fyrir ofan Folaldafoss í Botnsá, sem og í hliðarlækjum á fiskgengu svæði. Fylgst hefur verið með vexti seiða með seiðarannsóknum. Hreistursýni hafa verið tekin af stórum hluta veiðinnar í Botnsá en með þeim er hægt að kanna bæði ferskvatnsaldur og sjávaraldur, einnig hvort fiskar hafi áður hrygnt. Hafbeitarlax, meðal annars úr eldistöð í Kollafirði, hefur einnig leitað upp í Botnsá og hefur hlutfall þeirra sem og annarra eldis- og hafbeitarlaxa verið metið út frá hreistursýnum. Í þessari skýrslu verða dregnar saman niðurstöður seiðamælinga, hitamælinga, greininga á hreistri og veiðitalna úr Botnsá frá árinu 1984-2020. Gögnum var safnað af Kristni Zimsen og fjölskyldu, eigenda Stóra-Botns.

Framkvæmd mælinga og aðferðir

Frá árinu 1984 hafa verið tekin hreistursýni af fullorðnum laxi og seiðarannsóknir verið framkvæmdar árlega. Einnig eru til eldri hreistursýni, allt til ársins 1948, en þeim var ekki safnað samfelld. Rafræn skráning veiði nær aftur til ársins 1974, og hefur veiðinni verið skipt eftir tegundum, kyni, þyngd og lengd. Veiðiskráning á heildarafla nær þó lengra aftur eða til ársins 1948. Einnig hafa sleppingar verið skráðar en þær hófust uppúr síðustu aldamótum. Hreistursýni geta gefið margvíslegar upplýsingar og eru þau einkum notuð til að greina hversu lengi fiskar hafa dvalið í fersku vatni áður en þeir gengu til sjávar og síðan hvort þeir hafi dvalið eitt eða tvö ár í sjó. Hreistursýni geta einnig gefið vísbendingu um uppruna, hvort um eldislax eða villtan lax sé að ræða. Veiði hefur ekki alltaf verið skráð til veiðistaða í ánni að öðru leyti en til Stóra-Botns annars vegar og Litla-Botns hinsvegar og því ekki hægt að skoða dreifingu veiðinnar innan vatnsviðsins gegnum árin. Síritandi hitamælum hefur verið komið fyrir á tveimur stöðum í ánni, annars vegar við Hvalvatn og hins vegar við Túnhyl. Hitamælingar við Hvalvatn ná aftur til ársins 1995 en mælingar við Túnhyl aftur til 1993. Hitamælingar misfórust í nokkur skipti og því er tímasería hitamælinga í Botnsá ekki samfelldar. Til að fylla upp í þessar gagnaeyður var fundið samband vatnshita við tvær ár í nágrenni Botnsár þar sem vatnshiti er skráður, annarsvegar Úlfarsá í Reykjavík og hinsvegar Laxá í Leirársveit. Línulegt samband milli hitamælingar í þessum þremur ám var fundið og fylgnistuðull reiknaður út. Jafna bestu línu var síðan notuð til að reikna út vatnshita fyrir Botnsá, út frá hitamælingum í áðurnefndum ám, fyrir þann tíma sem mælingar vantaði í Botnsá. Breytileiki í vatnshita var skoðaður bæði milli ára sem og innan árstíða. Gráðudagar voru reiknaðir en þeir eru reiknaðir með því að leggja saman meðalhita (miðgildi) hvers dags yfir 0°C . Þannig myndu tveir dagar þar sem meðalhiti yfir daginn væri 2°C hvorn dag teljast sem fjórir gráðudagar (2+2) og tveir dagar með dagsmeðalhita uppá annars vegar 2°C og hinsvegar 3°C teljast fimm gráðudagar (2+3).

Kristinn Zimsen landeigandi að Stóra Botni hefur samhliða fiskrækt sinni seiðarannsóknunum í Botnsá frá 1984. Seiðarannsóknirnar voru gerðar á sjö stöðum í vatnakerfinu en þó ekki samfelt öll árin. Í öll skiptin var rafveitt við Túnhyl í Botnsá og í Seiðalæk en í færri skipti á öðrum stöðum. Það er misjafnt á hvaða tíma seiðarannsóknir fóru fram en oftast í lok ágúst eða byrjun september. Í Túnhyl er náttúruleg hrygning en á öðrum rafveiðisvæðum er ýmist um blöndu af náttúrulegri hrygningu og seiðasleppingum eða hreinar seiðasleppingar að ræða. Seiðarannsóknir hafa verið framkvæmdar með rafveiðum þar sem notast er við rafveiðibúnað sem byggist á rafstöð sem gefur frá sér riðstraum sem umbreytt er í jafnstraumsspennu og straumurinn sem myndast er um 0,4 amper. Hlutlaus katóða mynduð úr málmottu er látin liggja á botni árinna meðan að anóðan er málmhringur á enda stangar sem veiðimaðurinn beinir yfir það svæði sem á að rafveiða. Rafstraumurinn veldur því að seiði sækja að anóðunni og rotast tímabundið og þau háfuð upp í fötu með vatni þar sem þau jafna sig.

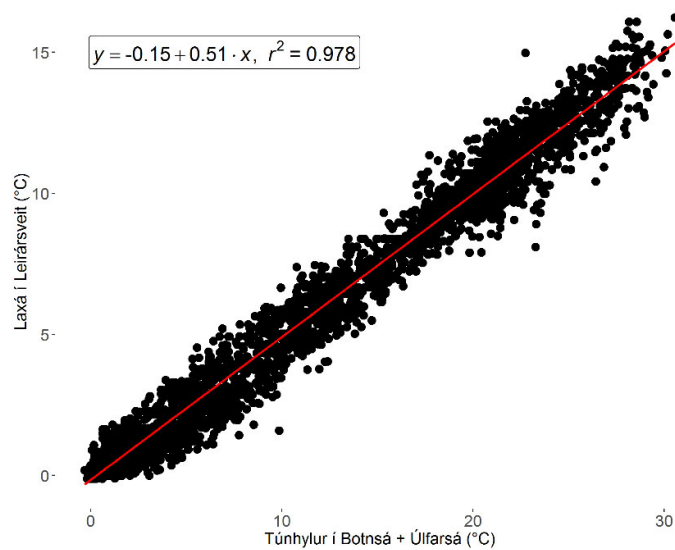
Öll seiði voru lengdarmæld og aldur þeirra áætlaður með greiningu á lengdardreifingu seiða, en ekki voru tekin sýni til að staðfesta þann aldur með greiningu á áhringjum í kvörnum. Stundum, en ekki alltaf, var lengdardreifing seiða þannig að auðvelt var að áætla aldur út frá lengd þannig að mikill munur var á sumargömlum seiðum (kölluð 0+) og seiðum sem höfðu dvalið eitt ár (1+), oft var erfiðara að greina hvar skilin á 1+ og 2+ seiðum lá, einkum ef vöxtur hafði verið lítill milli ára. Taka verður aldursákvörðun því með fyrirvara um skekkju. Greining milli urriða- og laxaseiða getur verið erfið, einkum fyrir yngstu seiðin, því þarf að taka greiningum og úrvinnslu gagna með þeim fyrirvara að mögulega sé um blöndu af þessum tveimur tegundum að ræða. Í seiðamælingum þar sem greining hefur legið fyrir hefur komið fram að laxaseiði voru í miklum meirihluta á þeim svæðum sem veitt hefur verið á.

Hreistri var safnað af fullorðnum fiskum og það greint með tilliti til fjölda ára sem fiskur dvaldi í ferskvatni og fjölda ára í sjó. Í hreistri er einnig hægt að greina hvort að fiskur hafi hrygnt áður og var að koma aftur til endurtekinnar hrygningar. Seiði sem hafa verið alin upp í eldi hafa einkennandi útlit á hreistri og þannig er hægt að greina hlutföll eldisfiska af veiddum fiskum, en talsvert var um það að hafbeitarlaxar væru að veiðast í Botnsá á tímabili. Hreistursýni eru til af laxi úr Botnsá allt frá árinu 1948, en til er nánast samfelld hreistursería frá árinu 1976 með örfáum undantekningum. Frá árinu 2006 hafa hreistur sem hafa komið inn á Hafrannsóknastofnun verið mynduð og vistuð inn í gagnagrunn stofnunnarinnar. Hægt er að nota mynduð hreistursýni til að skoða vöxt laxa bæði í ferskvatni og sjó, en lang stærstur hluti af vexti á sér stað í sjávardvöl laxa. Þetta er gert með því að bakreikna út frá upplýsingum um stærð fiska þegar þeir veiðast og dreifingu áhringja. Gert er ráð fyrir að línulegt samband sé á milli hreisturvaxtar og fisklengdar við lok hvers árs greint í hreistrinu. Þannig er meðal annars hægt að áætla hversu stór gönguseiðin voru þegar þau gengu til sjávar og hversu gömul þau voru. Einnig er hægt að sjá hvort að lax sé að koma til endurtekinnar hrygningar vegna þess að áhringir í hreistrinu afmyndast við þá orkuþörf sem hrygning krefst.

Niðurstöður

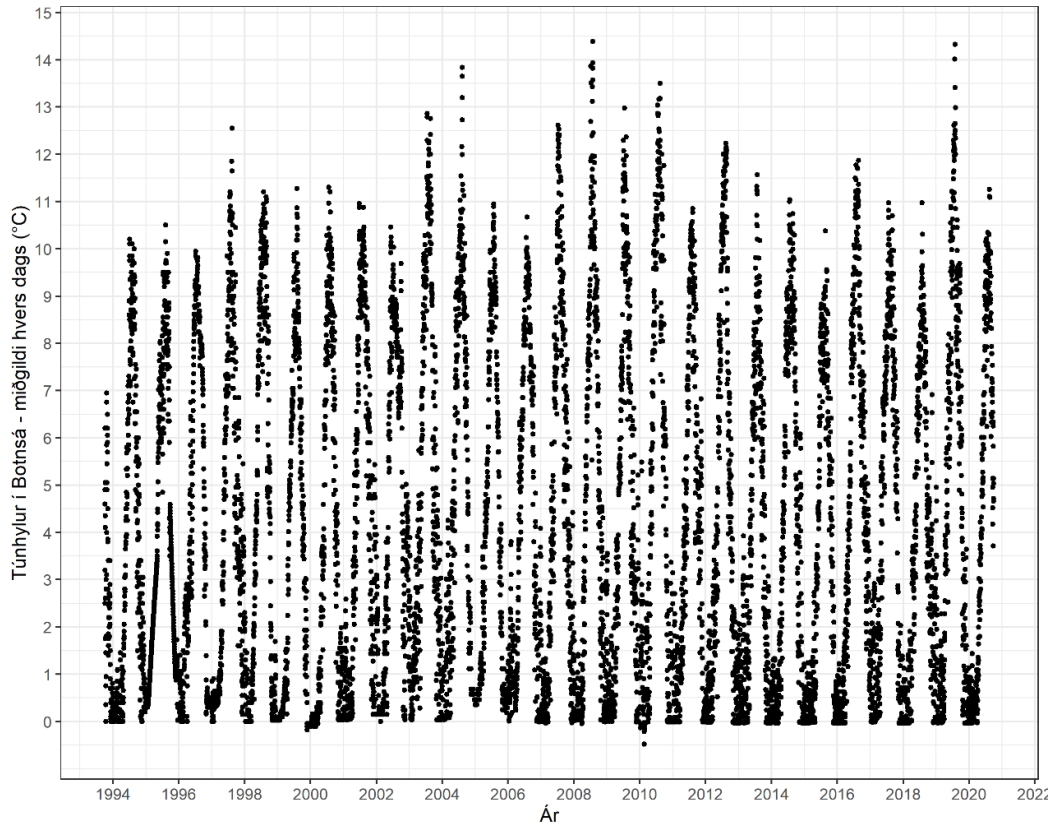
Hitamælingar

Til að fylla upp í gagnaeyður var samband hitamælinga í Túnhyl í Botnsá við hitamælingar í Úlfarsá í Reykjavík, Laxá í Leirársveit og einnig við lofthita í Reykjavík könnuð. Sterk fylgni ($r^2 > 0,9$) var á milli hitamælinga í Botnsá og Úlfarsár sem og Laxá í Leirársveit, en aðeins minni fylgni var við lofthita í Reykjavík ($r^2 > 0,8$). Mest fylgni mældist þegar samband hitamælinga í Laxá í Leirársveit var borin saman við samband milli hitamælinga í Úlfarsá og Túnhyl með fylgnistuðull $r^2 = 0,978$ (2. mynd).



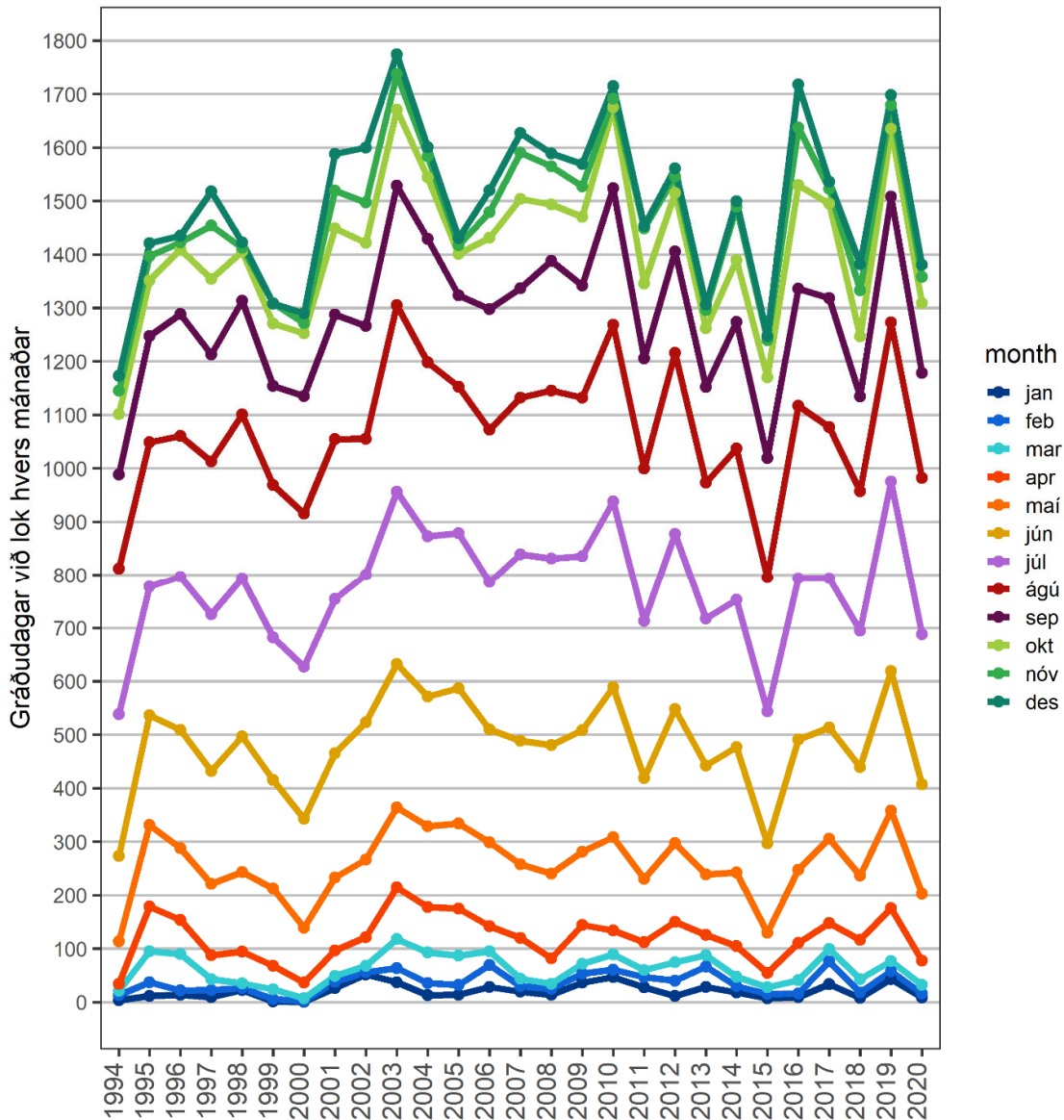
2. mynd. Samband vatnshita (°C) í þremur ám, Botnsá, Úlfarsá og Laxá í Leirársveit. Sýnd er jafna bestu línu (rauð lína) ásamt fylgnistuðli (r^2).

Hitamælingar í Úlfarsá og Laxá í Leirársveit náðu yfir það tímabil sem hitamælingar misfórust í Botnsá og því var hægt að fylla inn í fyrrnefndar gagnaeyður sem voru lengstar vor og haust 1995 eins og sést á 3. mynd.



3. mynd. Hitamælingar í Túnhyll í Botnsá – miðgildi hvers dags (°C) frá árinu 1994-2021 Fyllt var inn í gagnaeyður með sambandinu í 1. mynd. Það sést hvar fyllt var inn í eyður t.d. árið 1995 frá janúar til júní og lok september til byrjun janúar 1996 þar sem hitinn virðist fylgja beinni línu um vorið og haustið.

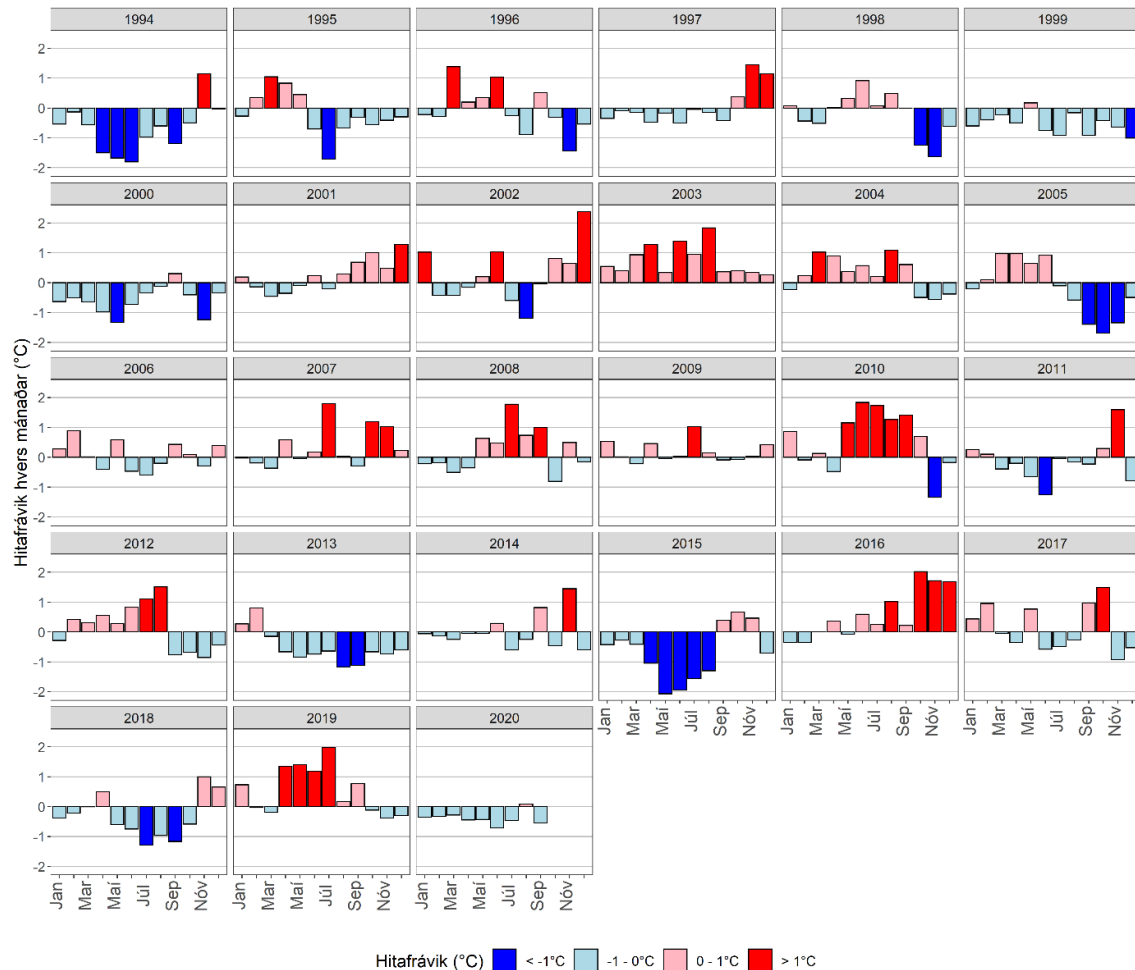
Erfitt er að átta sig á muninum milli ára þegar eingöngu er horft á miðgildi hvers dags eins og sýnt er á 3. mynd, til að átta sig betur á sveiflum milli ára og mánaðar voru reiknaðir gráðudagar sem sýna vel hvernig vatnshiti sveiflast milli ára. Þannig er hægt að sjá hversu seint hiti hækkar í ánni, svo sem eins og árin 1994 og 2015, meðan hiti hækkar mun fyrir árin 2003 og 2010 og munar allt að 40 dögum á því hvenær vatnshiti hefur náð 500 gráðudögum árin 2015 (kalt ár) og 2003 (hlýtt ár) (4. mynd). Einnig sést að vatnshiti í Túnhyll var fyrir ofan meðaltal mestan hluta fyrsta áratugar aldarinnar eða frá 2002 til 2010, og nær hámarki árið 2003. Nokkrar sveiflur hafa verið síðan 2010 og kólnaði fram til ársins 2015 þegar hitinn nær lágmarki og nær síðan mikilli uppsveiflu árið 2016, niður 2018 og svo aftur upp 2019.



4. mynd. Gráðudagar í lok hvers mánaðar frá janúar 1994 til desember 2019. Brotalínur sýna meðaltal hvers mánaðar fyrir sama tímabil.

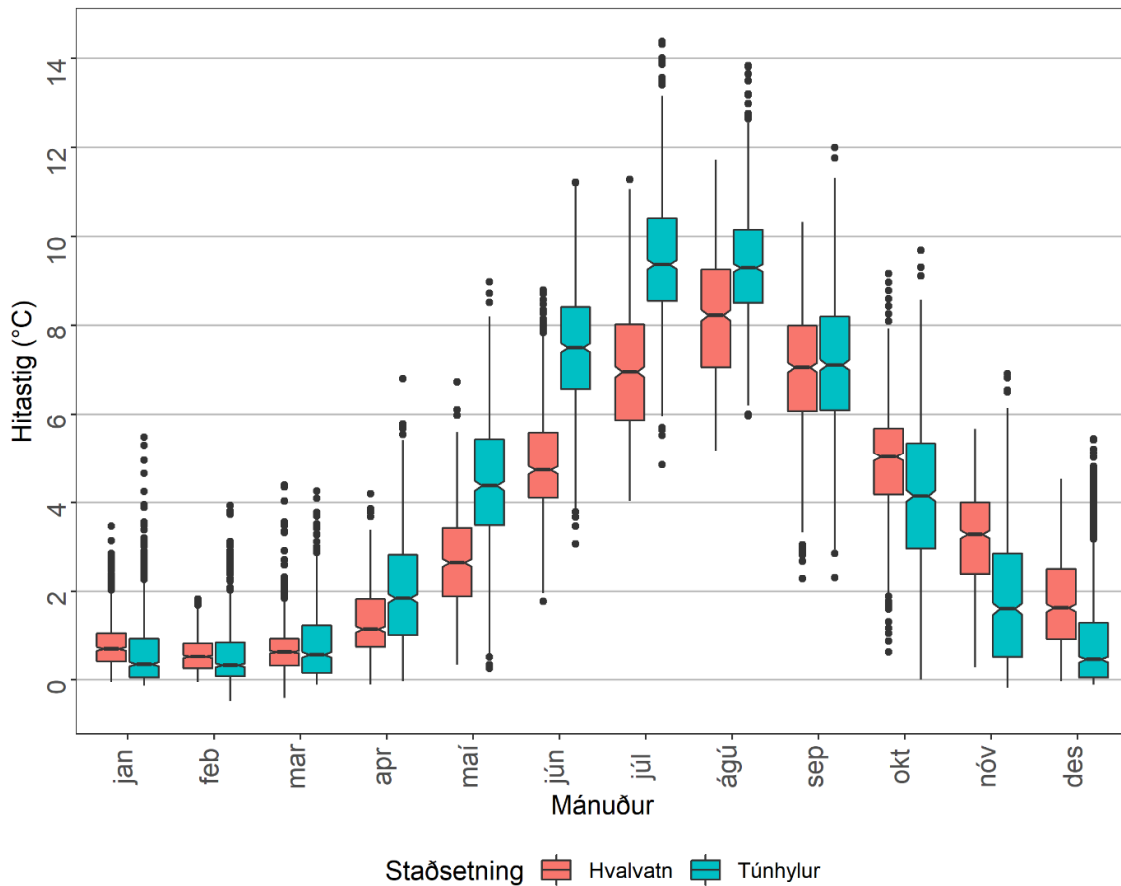
Hægt er að skoða sveiflur í fráviki hvers mánaðar frá langtímameðaltali. Á 5. mynd er hver mánuður táknaður með einni súlu og hún lituð eftir því hversu langt frá langtímameðaltali þess mánaðar hann vikur. Þannig eru mánuðir sem eru heitari en langtímameðaltal litaðir rauðir og ef frávikið er meira en ein gráða í plús er súlan lituð með dökk rauðum lit, annars með ljósum lit. Sama er gert fyrir þá mánuði sem mældust kaldari en langtímameðaltal nema blár litur er látin tákna þá mánuði. Þannig sést hvernig vatnshiti þróast fyrir hvert ár milli mánaða. Sum árin hefur hitastig verið að mestu undir langtímameðaltali flesta mánuði ársins eins og árin 1994, 1999, 2000, 2013 og 2015, meðan önnur ár hafa flestir mánuðir ársins verið fyrir ofan

meðaltal, eins og árið 2003, 2016 og 2019. Stundum sjást miklar sveiflur innan ára sem og á milli ára eins og kalda árið 2015 þar sem apríl, maí, júní, júlí og ágúst voru allir 1-2°C kaldari en meðtal meðan að ágúst, október, nóvember og desember árið eftir (2016) voru allir 1-2°C heitari en meðtal.



5. mynd. Frávik meðalhita hvers mánaðar frá langtíma meðalhita sama mánaðar fyrir árin 1994 - 2020. Mánuðir sem mældust kaldari en langtíma meðtal eru litaðir bláir og þeir mánuðir sem mældust heitari litaðir rauðir. Ef frávikkið er meira en 1°C eru súlurnar litaðar með dökkum lit, annars eru þær litaðar með ljósum lit.

Hitamælingar voru einnig gerðar við Hvalvatn og þegar hitinn er borinn saman milli þessara tveggja staða kemur í ljós að hitinn var almennt talsvert lægri í Hvalvatni fram eftir ári en var lengur að lækka seinni part ársins miðað við Túnhyl (6. mynd). Hitinn nær hámarki í júlí-ágúst í Túnhyl, en ágúst í Hvalvatni. Þarna sést vel hvernig varmarýmd Hvalvatns hefur áhrif á árstíðasveifluna í hitastigi.

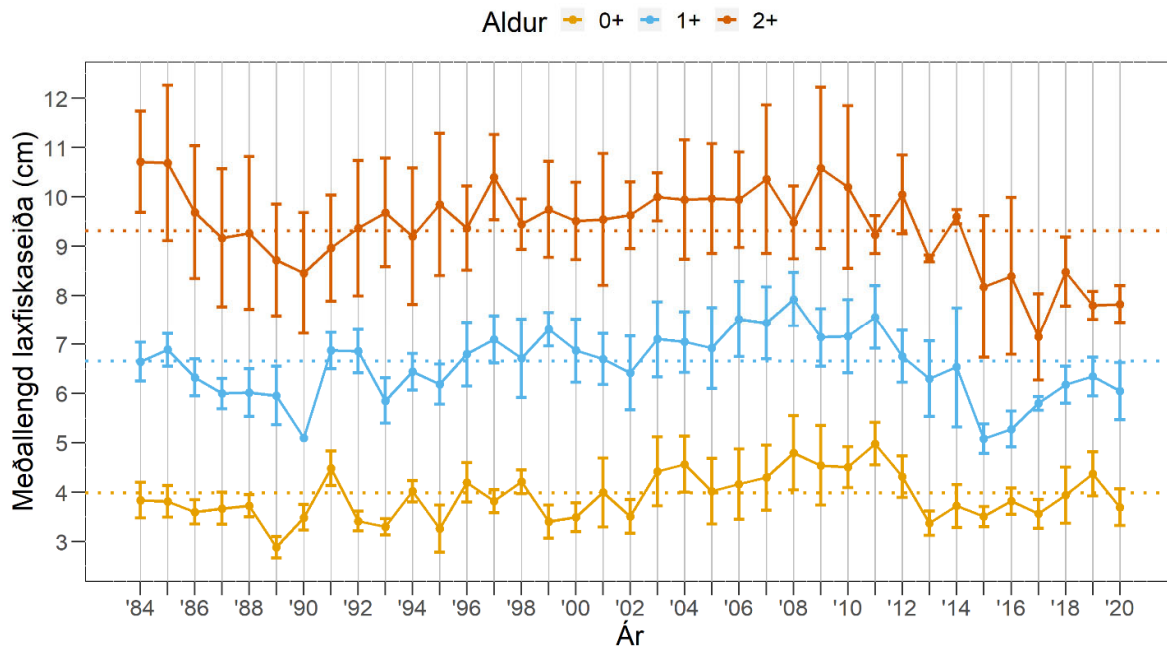


6. mynd. Samanburður á hitamælingum í Túnhyl (rauð box) og við Hvalvatn (blá box). Boxin sýna dreifingu hitamælinga árána 1994-2020 skipt eftir mánuðum. Boxritin sýna miðgildi (inndregin lína í miðju boxa), og 25% (neðri lína boxa) og 75% (efri lína boxa) hlutfallsmörk dreifingar ásamt einu staðalfrávik (lína út frá boxum). Svartir punktar eru síðan gildi sem falla utan staðalfráviks.

Seiðamælingar

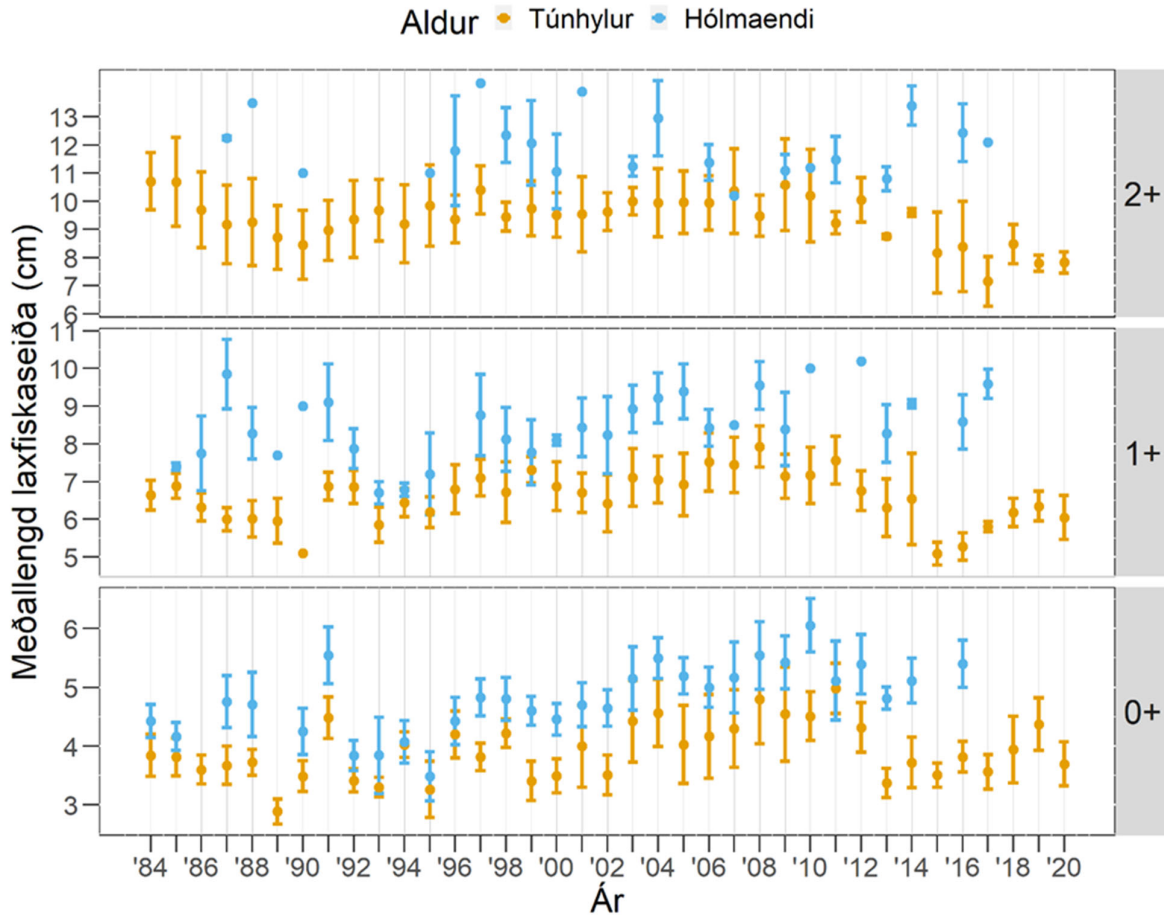
Lengdarmælingar á seiðum í Túnhyl ná aftur til ársins 1984 og í öllum tilfellum voru þrjár eða fleiri seiðaárgangar til staðar frá 0+ - 2+ eða eldri (7. mynd). Meðallengd 0+ seiða mældist minnst árið 1989 (2,9 cm) en lengst mældust þau árið 2011 (5,0 cm) og að meðaltali voru 0+ seiði 4,0 cm að lengd. Meðallengd 1+ seiði mældist minnst árið 1990 (5,1 cm) en þar er um sama hrygningarárgang að ræða og mældist minnstur sem 0+. Lengst mældust 1+ seiði árið 2008 (7,9 cm) en að meðaltali voru 1+ seiði 6,7 cm. Meðallengd 2+ og eldri seiða mældist minnst árið 2017 (7,2 cm) og lengst mældust þau vera 10,7 cm árið 1984, en að meðaltali voru þau 9,3 cm (7. mynd). Meðallengd aldurshópa laxaseiða hefur sveiflast nokkuð á þessum 35 árum sem að mælingar hafa verið gerðar og skýrist að hluta til út af óvissu í aldursgreiningum. Síðastnefndi hópurinn er einnig ekki marktækur milli ára þar sem sum ár geta 2+ seiði náð gönguseiðastærð og gengið til sjávar. Svipað og með hitatölur eru lengdarmælingar yfir

meðaltali mestan hluta fyrsta áratug aldarinnar eða frá 2003-2012, en fyrir neðan meðaltal að miklu leyti árin þar á undan og á eftir (7. mynd).



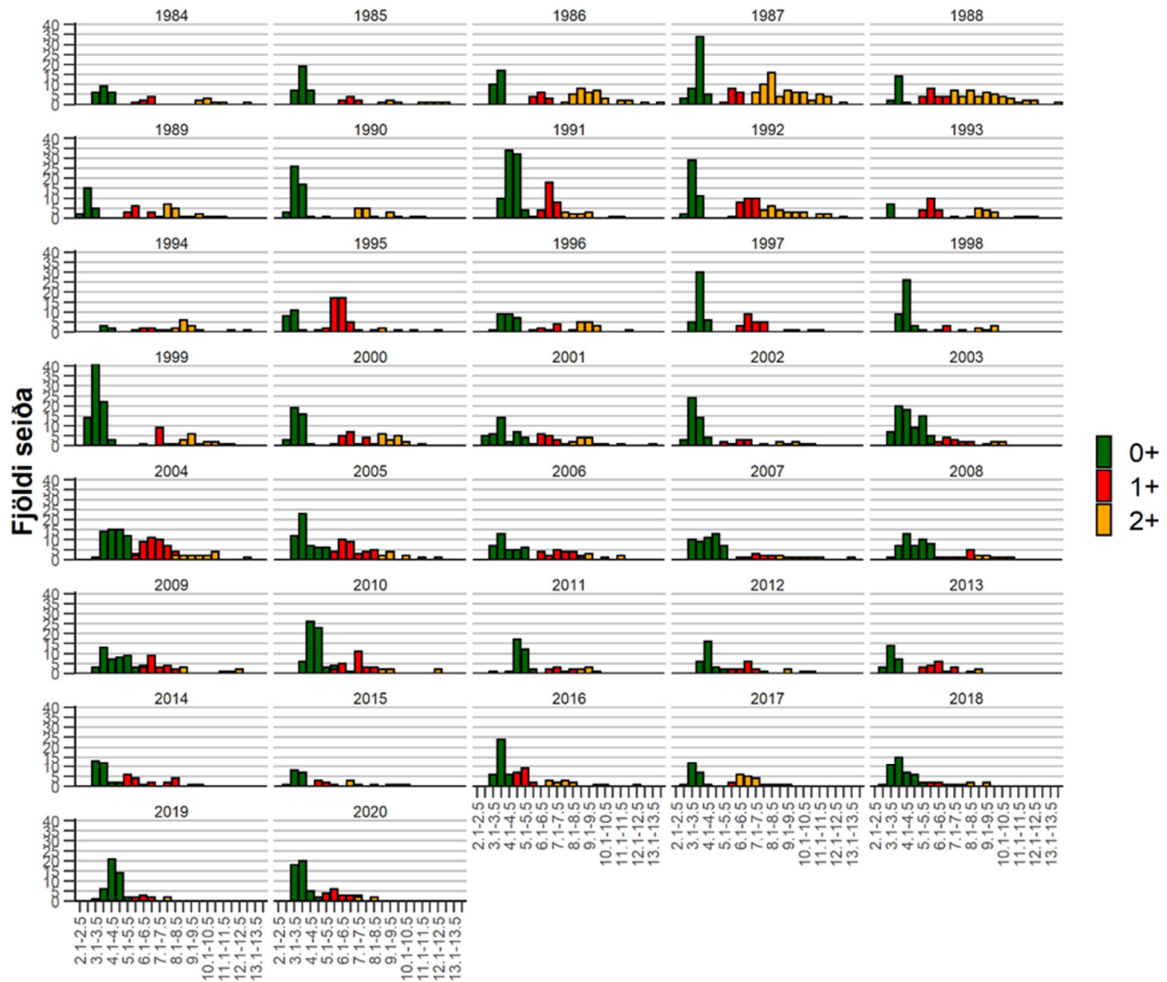
7. mynd. Meðallengd laxfiskaseiða í Túnhyl í Botnsá árin 1984-2020. Sýndar eru þrjár línur fyrir mismunandi aldurshópa frá 0+ upp í 2+ (og eldri). Lóðréttar línur sýna staðalfrávik frá meðaltali hvers árs.

Seiðamælingar á öðrum stöðum í vatnakerfi Botnsár ná ekki yfir eins langt tímabil og við Túnhyl. Næst lengsta mælingin var gerð í hliðaránni Hvalskarðsá í Hólmaenda en þar var kviðpokaseiðum sleppt nær árlega árin 1984 – 2016. Sú stöð er fyrir ofan ófiskgengan foss og engin náttúruleg hrygning hjá laxi var þar fyrir. Þegar lengdardreifing laxaseiða á Hólmaenda var borin saman við lengdardreifingu náttúrulegra seiða í Túnhyl kom í ljós að í flestum tilfellum voru seiði með meiri lengdavröxt í Hólmaenda (8. mynd).



8. mynd. Samanburður á lengdarmælingum seiða við Túnhyl og við Hólmaenda fyrir mismunandi aldurshópa. Punktarnir gefa til kynna hvar meðaltal hvers árs liggur og lóðréttu línurnar sýna eitt staðalfrávik frá því meðaltali. Aldursákvarðanir voru eingöngu byggðar á lengdardreifingu.

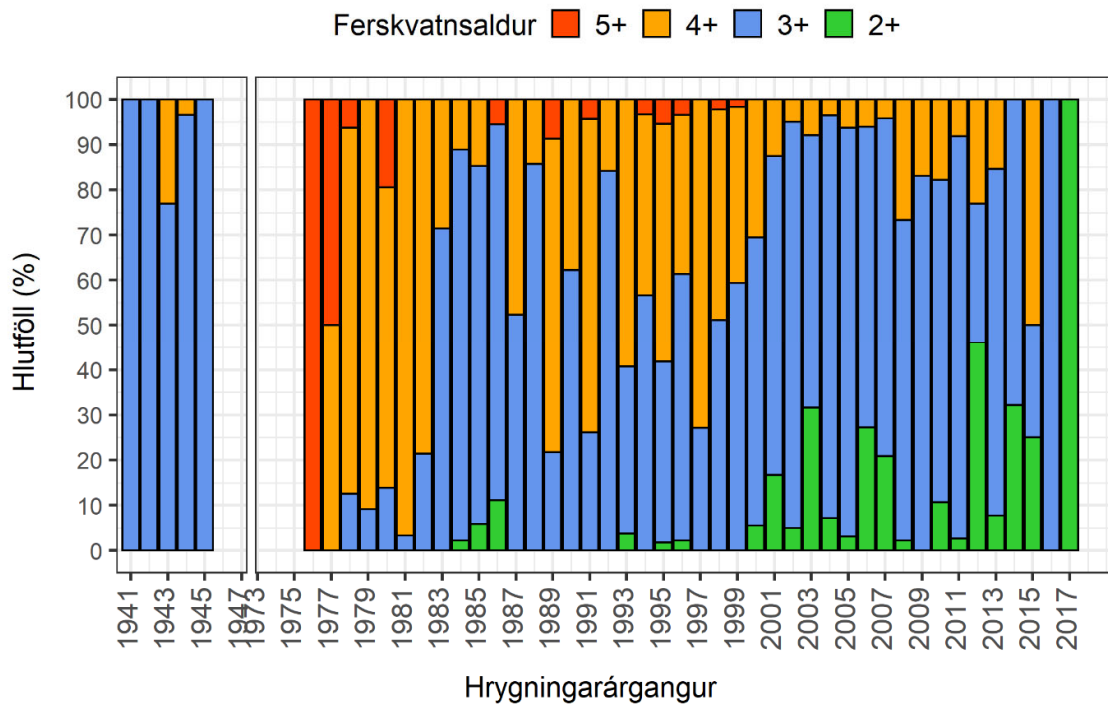
Misjafnt var hversu mörg seiði af hverjum aldurshópi veiddust í seiðamælingum við Túnhyl í Botnsá, en ekki var hægt að greina þéttleika seiða vegna þess að ekki var þekkt hve stór rafveiðisvæðin voru hverju sinni. Ef við hins vegar gefum okkur að stærðin á rafveiðisvæðinu hafi alltaf verið sú sama eða minnsta kosti svipuð að stærð þá var þéttleiki 0+ seiða nokkuð svipaður milli ára með einstaka toppum árin 1991, 1999 og 2003, þegar fjöldi þeirra fer yfir 70 seiði og tekur dýfu árin 1993 og 1994 þegar færri en 10 seiði veiðast (9. mynd). Þessi litli fjöldi 0+ seiða árið 1993 virðist skila sér í fáum 1+ seiðum árið 1994, en fá 0+ seiði 1994 gæti hafa verið léleg mæling því að fjöldi 1+ seiða ári síðar (1995) er mesti fjöldi 1+ seiða sem mældist á tímabilinu þegar yfir 40 seiði veiðast. Aðrir áberandi toppar í fjölda 1+ seiða var árin 2004 og 2005, en fæst veiddust þau árið 1990 þegar aðeins eitt seiði veiddist. Eldri seiði voru áberandi á fyrri hluta tímabilsins þegar þau náðu vel yfir meðaltalið en frá aldamótum hafa þau sjaldnast verið yfir 10 seiði í rafveiðum.



9. mynd. Lengdardreifing laxfiskaseiða við Túnhyl. Súlnurn tákna fjölda seiða á hverju lengdarbili og eru litaðar eftir áætluðum aldri þeirra frá 0+ - 2+ og eldri.

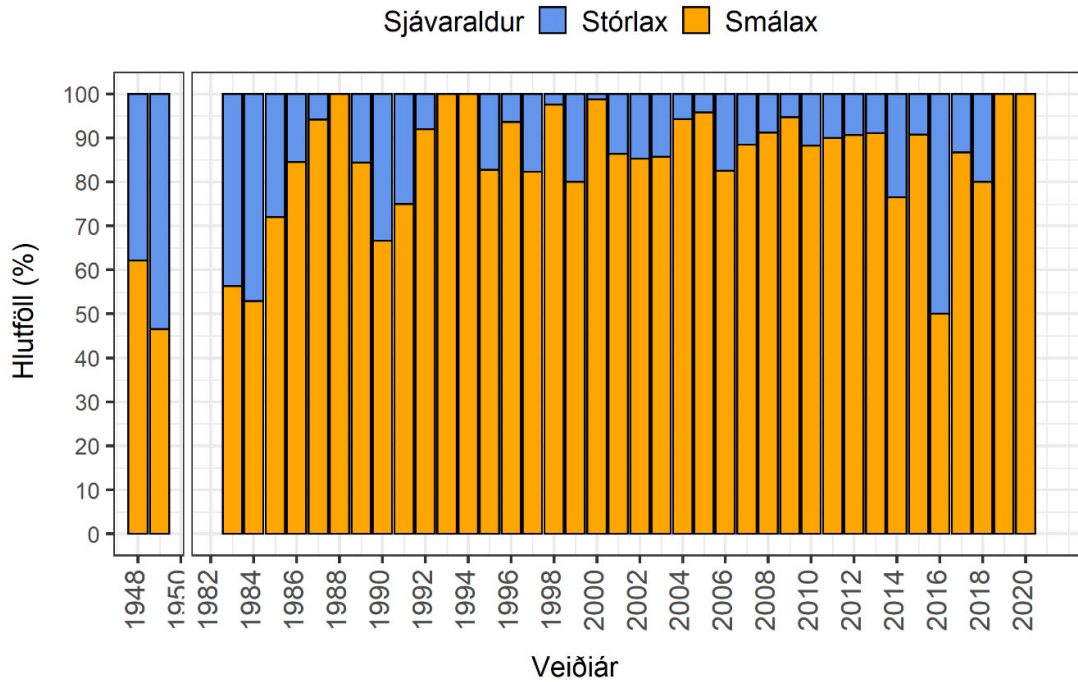
Hreisturgreiningar

Á tímabilinu 1948 til 2020 var hreistri safnað af 1065 löxum og af þeim voru 67 laxar (6,3%) sem höfðu hrygnt áður. Þar af voru 57 laxar sem voru að koma til hrygningar í annað skiptið, níu sem voru að koma í þriðja skiptið og ein hrygna sem hafði náð að hrygna þrisvar sinnum. Algengast er að laxar sem hrygna í Botnsá séu að ganga til sjávar eftir að hafa verið þrjú ár í fersku vatni (66%), næst algengast að þeir séu að ganga til sjávar eftir fjögur ár (25%) og sjaldnar sem það er eingöngu tvö ár (7%) eða fimm ár í fersku vatni (2%). Ferskvatnsaldur hefur breyst aðeins milli tímabila. Þannig var fjögurra til fimm ára ferskvatnsaldur algengari á árunum 1976-1997, en frá 1997 hefur þriggja ára ferskvatnsaldur verið lang algengastur og þeim löxum sem ganga út eftir eingöngu tvö ár fjölgað hlutfallslega (10. mynd).



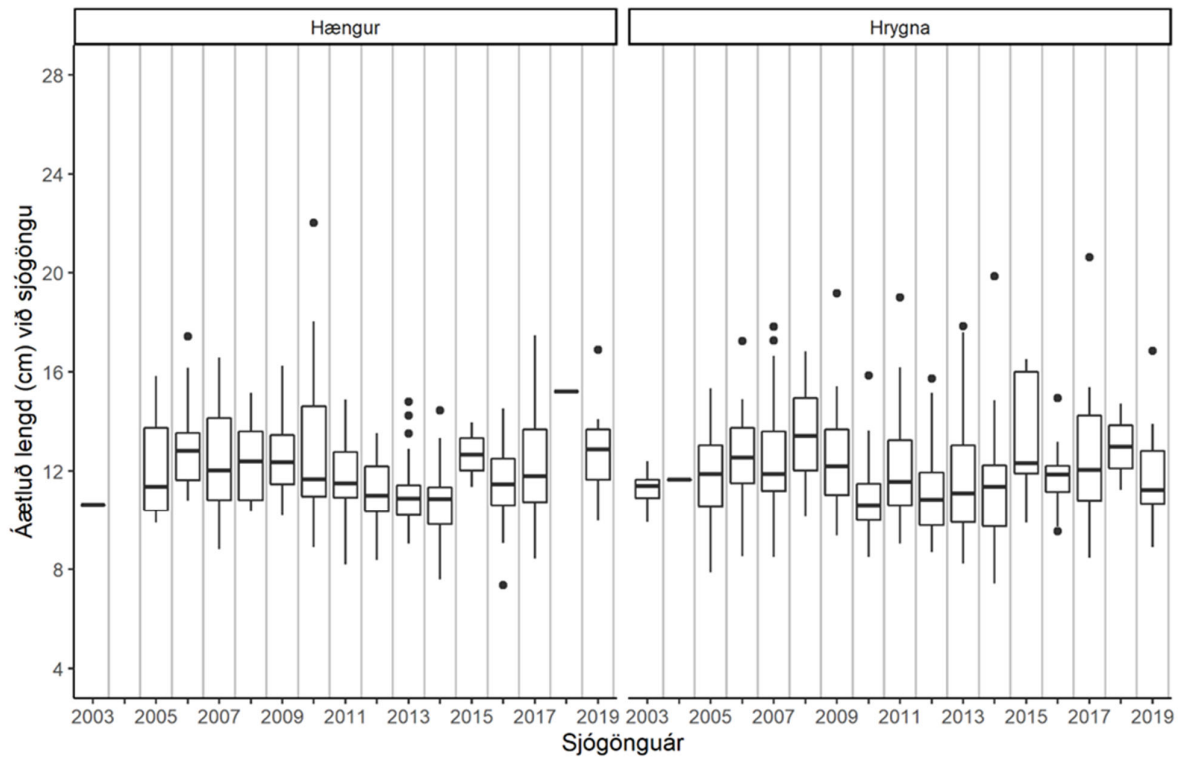
10. mynd. Ferskvatnsaldur gönguseiða laxa í Botnsá út frá niðurstöðum aldursgreininga á hreistri sem safnað var af veiddum laxi í Botnsá frá árinu 1948-2020. Ferskvatnsaldur er sá fjöldi ára sem laxinn dvaldi í ánni áður en hann gekk til sjávar. Athugið að fjöldi einstaklinga á bak við hverja súlu er mismunandi.

Flestir laxar skila sér til baka sem smálaxar eftir að hafa dvalið eitt ár í sjó eða að meðaltali 86% af veiðinni, færri (24%) skila sér sem stórlaxar eftir tveggja ára sjávardvöl (11. mynd).



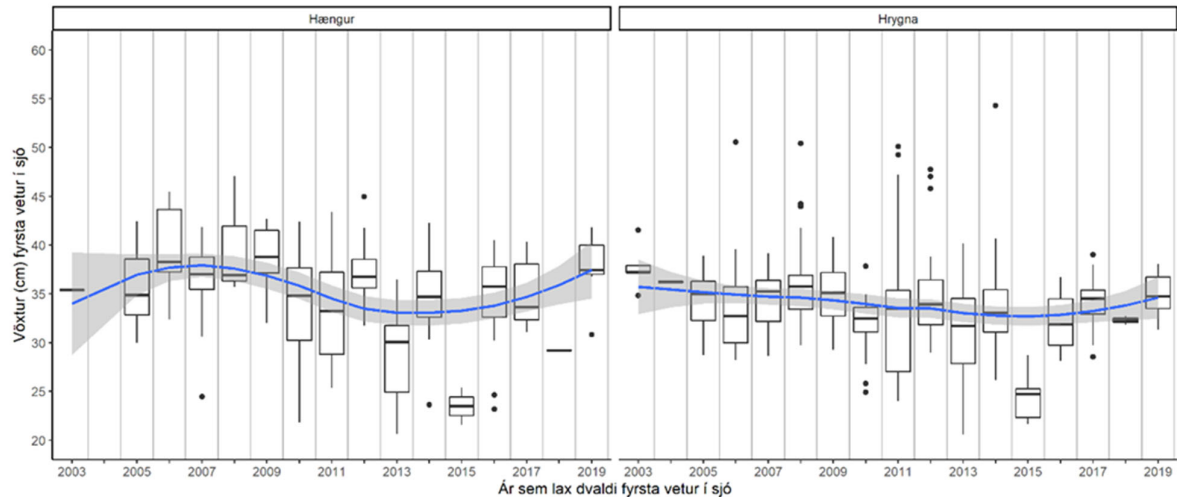
11. mynd. Sjávaraldur laxa í Botnsá út frá niðurstöðum aldursgreininga á hreistri sem safnað var af veiddum laxi í Botnsá frá 1948-2020. Athugið að fjöldi laxa á bak við hverja súlu er mismunandi.

Eingöngu hreistur frá 2006 hafa verið mynduð á Hafrannsóknastofnun og ná því ýtarlegri greiningar á hreistursýnum eingöngu aftur til veiðiársins 2006. Smá sveifla hefur verið á göngustærð laxa í Botnsá, einkum hjá hægum en línuleg fylgni breytist lítið milli ára og meðallengd gönguseiða er yfirleitt nálægt 12,0 cm við sjávangöngu miðað við áætlaða lengd út frá hreistri (12. mynd). Áætluð meðallengd gönguseiða óháð kyni var minnst árið 2014 (10,9 cm) en mest árið 2008 (12,8 cm).



12. mynd. Áætluð lengd gönguseiða við sjárgöngu. Gögn fengin með greiningu á hreistri sem safnað var af laxi úr veiðum í Botnsá árin 2006-2020.

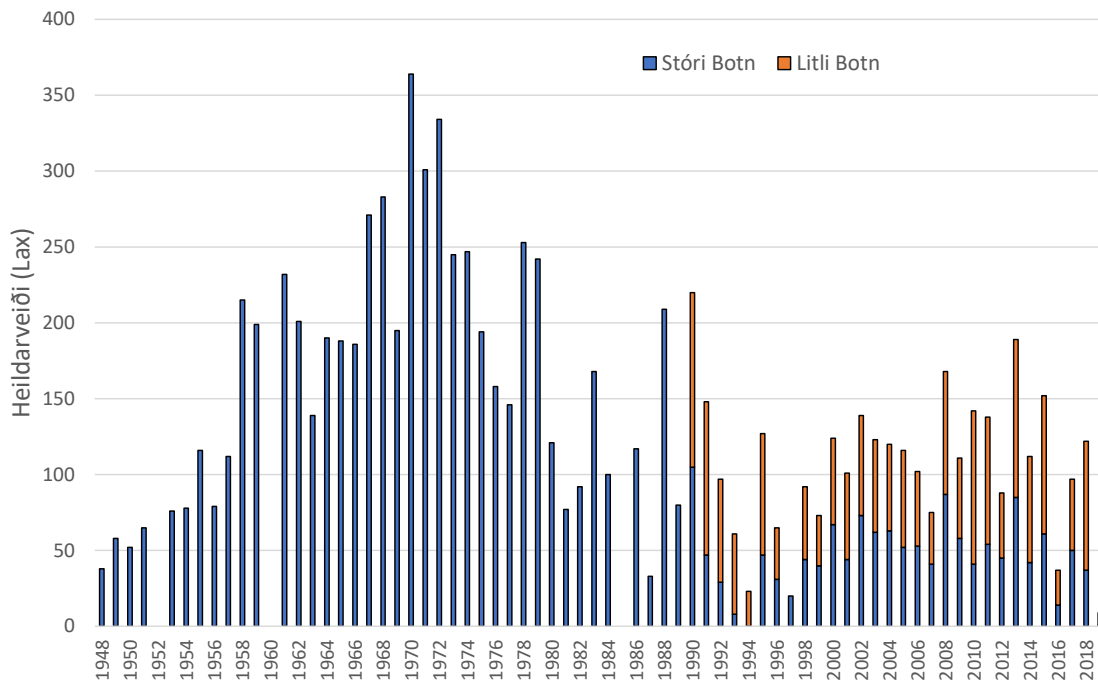
Talsverð sveifla var í lengdarvexti laxa á fyrsta ári í sjó á tímabilinu 2006-2020. Smálaxar sem komu í veiði sumarið 2016 og stórlaxar sem komu í veiði árið 2017 dvöldu fyrsta árið sitt í sjó 2015. Minnsti vöxtur í sjó á tímabilinu 2004- 2017 var árin 2013 og 2015 þegar lengd laxa eftir fyrsta sumar í sjó mældust ekki nema 39 cm, en að meðaltali voru laxar 46,2 cm eftir fyrsta sumar í sjó á þessu sama tímabili. Árin 2013 og 2015 voru vaxtarskilyrði marktækt ($p < 0.001$) verri en í meðalári hjá hængum og marktækt verri árið 2015 hjá hrygnum. Mestur lengdarvöxtur mældist árið 2008 þegar laxarnir mældust 49,6 cm að meðaltali en þó var vöxtur ekki marktækt meiri ($p > 0.05$) en í meðalári (13. mynd).



13. mynd. Áætlaður vöxtur (cm) laxa fyrsta vetur þeirra í sjó, skipt eftir kyni. Gögn fengin með greiningu á mynduðu hreistri sem safnað var af laxi úr veiðum í Botnsá árin 2006-2020. Bláa línan sýnir þróun breytinga í meðalvexti.

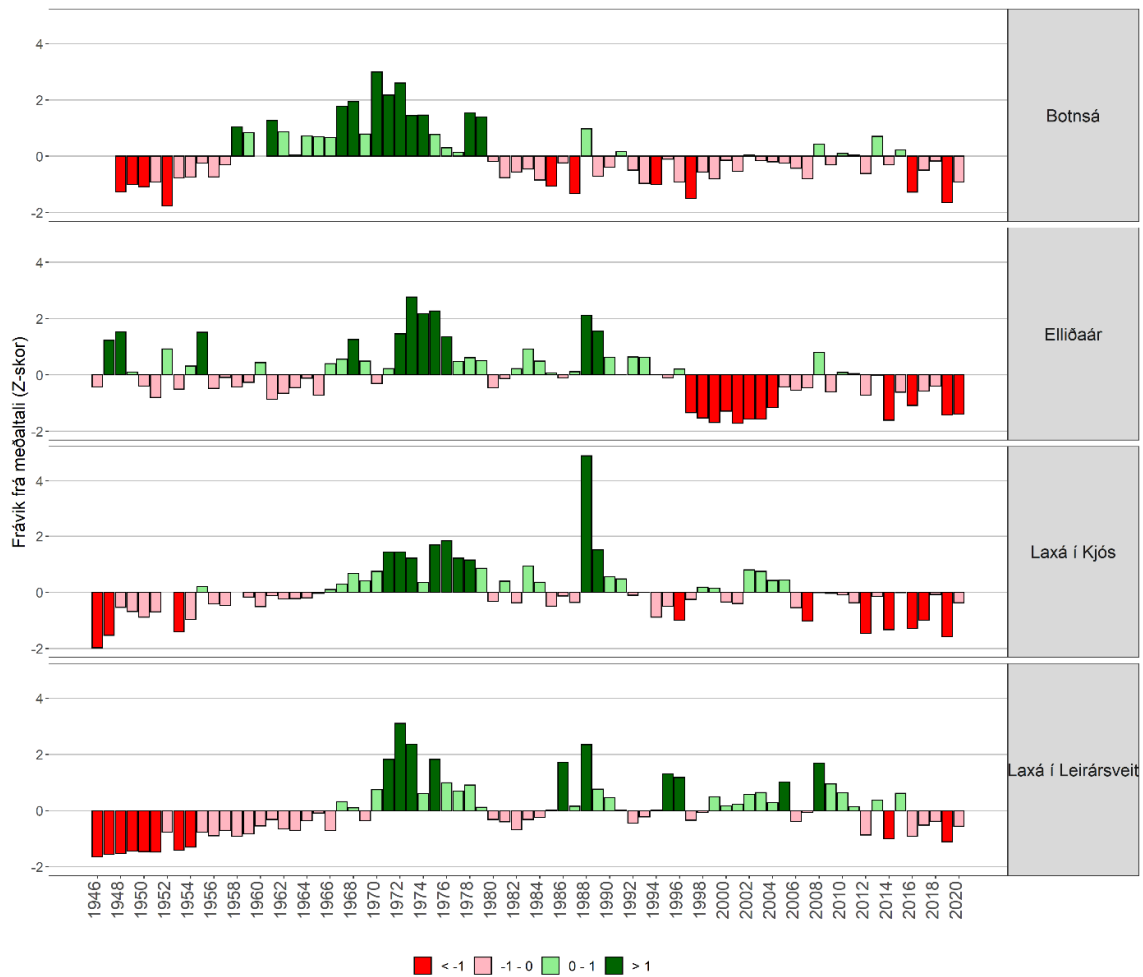
Veiðitölur

Skráning veiði í Botnsá í gagnagrunni Hafrannsóknastofnunar ná aftur til ársins 1979 að árinu 1985 undanskildu. Veiðitölur frá árinu 1948 til 1979 eru til skráðar í gögnum Hafrannsóknastofnunar en eingöngu heildarveiðitala og upplýsingar um þyngd veiðinnar, engar einstaklings upplýsingar eins og lengd og kyn, eða tímasetning og staðsetning eru til fyrir þessar eldri tölur. Veiði hefur ekki alltaf verið skráð á veiðistaði í ánni heldur eingöngu skráð til tveggja eignahluta jarðanna Litla-Botns og Stóra-Botns. Skráning frá árinu 1948 til 1989 er öll skráð á Stóra-Botn en frá árinu 1990 er hluti af veiðinni skráð í veiðibækur Litla-Botns. Ekki er því hægt að skoða hvernig veiði dreifist um ána. Veiðin hefur aðallega verið á laxi, en einnig sjóbirtingi og bleikju. Meðalveiði á sjóbirting er 15 fiskar á ári, mesta skráða veiðin var árið 2003 þegar 43 urriðar voru skráðir í veiðibækur. Heildarveiði á bleikju á þessum fjórum áratugum er 49 og dreifist á 12 ár, mest árið 2002 þegar 21 bleikja var skráð í veiðibækur. Meðalveiði á laxi hefur verið 140 laxar á ári, mesta skráða veiði var árið 1970 þegar 364 laxar veiddust, minnsta skráða veiði á tímabilinu var 2019 þegar eingöngu níu laxar voru skráðir í veiði (14. mynd). Ekki er víst að veiðisókn hafi alltaf verið sú sama og því ber að taka veiðitölum með þeim fyrirvara. Þegar fjöldi fiska í laxveiði er skoðuð á milli Stóra-Botns og Litla-Botns kemur í ljós að veiðin skiptist nokkuð jafnt milli jarðanna flest árin með nokkrum undantekningum (14. mynd). Kynjahlutföll í laxveiðinni hafa oftast verið í kringum 60% hrygnur – 40% hængur, en ekki eru til upplýsingar um kynjahlutföll fyrir öll árin.



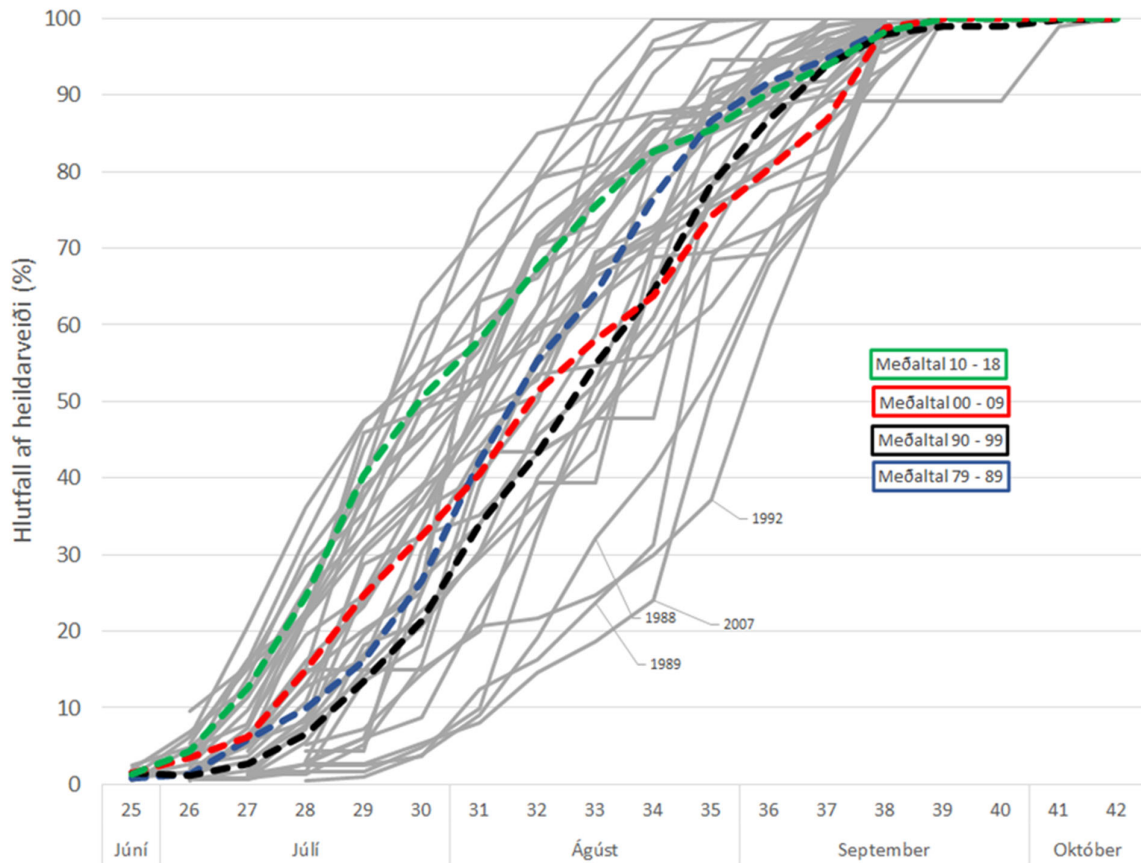
14. mynd. Fjöldi veiddra laxa í Botnsá, skipt eftir því hvort þeir voru skráðir í veiðibækur Stóra-Botns (bláar súlur) eða Litla-Botns (appelsínugular súlur).

Hægt er að skoða þessar sömu veiðitölur með því að skoða sveiflur út frá meðalveiði árunna 1948-2020 sem var 134 laxar. Með því sést að veiðitölur voru fyrir ofan meðaltal öll árin á tímabilinu 1958-1979 meðan að veiði frá árinu 1980 til 2020 hefur eingöngu átta sinnum verið fyrir ofan langtímameðaltal (15. mynd). Flest árin er veiði þó ekki langt frá langtíma meðalveiði og yfirleitt er frávikið minna en eitt staðalfrávik (ljósbleikar súlur á 15. mynd). Aðrar ár á svæðinu voru einnig með mikla veiði á tímabilinu 1970-1980 en Botnsá sker sig aðeins frá hinum í því hversu sjaldan veiðin hefur farið upp fyrir langtímameðaltal en allar árna eiga það sameiginlegt að undanfarin tíu ár hefur veiði verið oftast minni en að meðaltali.



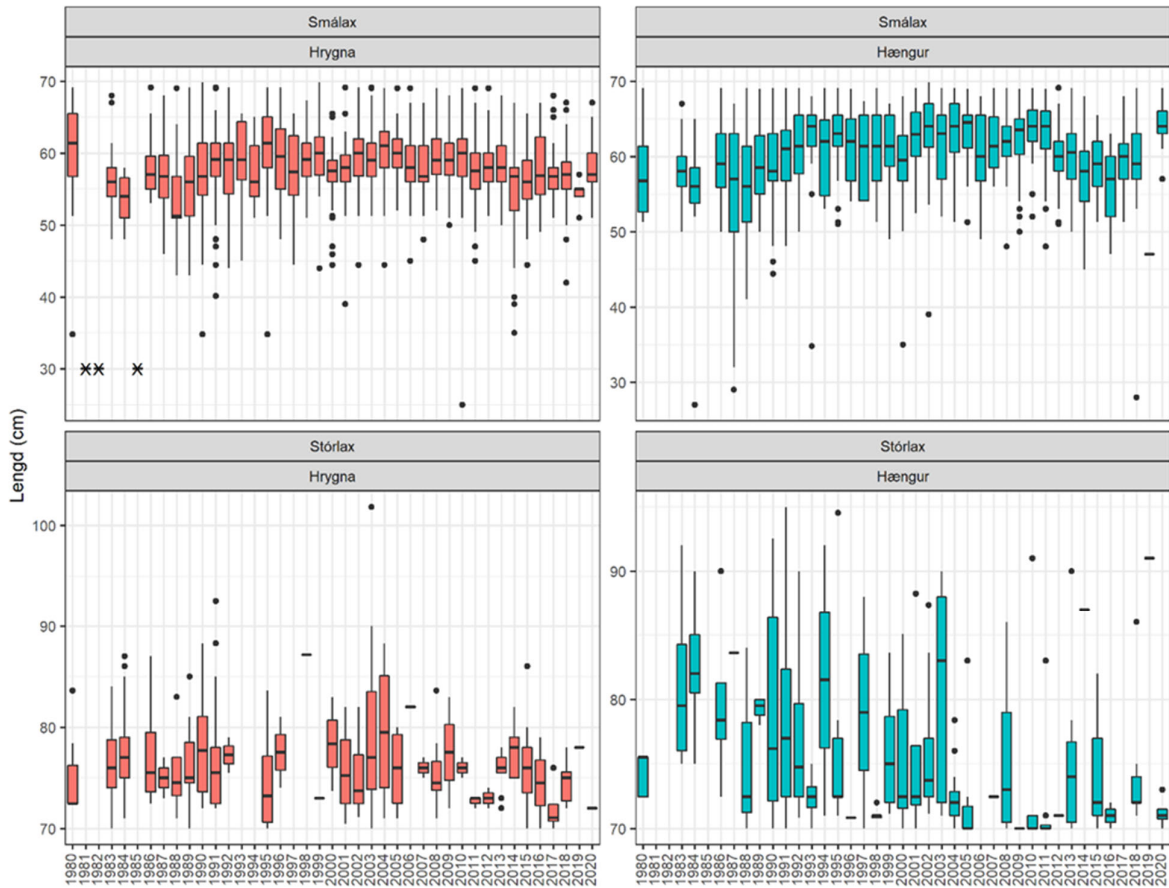
15. mynd. Frávik veiðitalna hvers árs frá meðalveiði árána 1946-2020 í fjórum ám á suðvesturlandi. Grænar súlur sýna veiðitölur sem voru yfir langtímameðaltali, rauðar súlur veiði sem var undir sama meðaltali. Frávik eru stöðluð með því að deila frávik frá meðaltali með staðalfrávik.

Þegar dreifing uppsafnaðrar laxveiði eftir vikum er skoðuð kemur í ljós að flest ár á tímabilinu 1979-2009 er um helmingur veiðinnar komin á land eftir fyrstu vikuna í ágúst, en síðustu tíu ár hefur dreifing veiðinnar eftir tíma breyst þannig að helmingur hennar er komin á land seinni part júlí mánaðar. Síðan eru fjögur ár sem eru nokkuð frábrugðin öðrum þar sem helmingur veiðinnar hefur ekki verið komin á land fyrr en seinni part ágúst eða byrjun september (1988, 1989, 1992 og 2007) (16. mynd). Þetta gefur til kynna að göngutími laxa hafi verið að færast fram síðasta áratug, þ.e. að þeir gangi fyrr í árnar.



16. mynd. Tímasetning uppsafnaðrar laxveiði í Botnsá 1979-2018. Línurnar sýna hvenær sumars veiðin á sér stað hlutfallslega, gráar línur sýna einstaka ár, meðan litaðar línur sýna meðaltal mismunandi tímabila.

Meðallengd laxa samkvæmt skráðri veiði í veiðibókum úr Botnsá benda til þess að stærstur hluti veiðinnar séu smálaxar (<70 cm) sem hafa komið til baka eftir að hafa verið eitt ár í sjó, eingöngu fáar hrygnur og enn færri hængar skila sér til baka eftir að hafa verið tvö ár í sjó sem stórlax (≥ 70 cm). Þetta er í samræmi við greiningar á hreistri sem tekið var af hluta veiðinnar (11. mynd). Meðallengd smálaxa hrygna á tímabilinu var 58 cm, smálaxa hænga var 60 cm, stórlaxa hrygna 77 cm og stórlaxa hænga var einnig 77 cm. Minnst var meðallengd smálaxa hrygna árið 1988 þegar hún mældist 53 cm, en mest árið 1995 þegar hún mældist 61 cm. Minnsta meðallengd smálaxa var árið 1987 þegar hún mældist 53 cm (ef frá er skilið árið 2019 þar sem eingöngu einn smálaxa hængur var skráður í veiði) en mesta meðallengd smálaxa hænga var árið 2020 þegar þeir mældust 64 cm að lengd (17. mynd).



17. mynd. Lengd laxa samkvæmt skráningu í veiðibækur frá árinu 1980-2020, skipt eftir kyni og sjávardvöl. Athugið að veiðiskráningu fyrir árin 1981, 1982 og 1985 vantar.

Umræður

Botnsá er dragá sem vegna stöðuvatnsáhrifa er með dempuðum rennslis- og hitasveiflum sem verða því ekki eins miklar og ef um hreina dragá væri að ræða. Fiskseiði hafa kalt blóð sem gerir það að verkum að vatnshiti getur haft talsverð áhrif á lífeðlisfræði þeirra og stjórnast hraði efnaskipta líkama þeirra mikið til af vatnshitanum. Vatnshiti er því einn af mikilvægustu umhverfisþáttum sem hafa áhrif á lífsferil fiska. Þannig þurfa hrogn til að myndast milli 450-500 gráðudaga til að klekjast út og þegar 700-800 gráðudagar hafa náðst hafa seiði tekið út nógu mikinn vöxt til að geta synt upp og sótt sér fæðu (Jonsson og Jonsson 2011). Hitastig vatns hefur einnig afgerandi áhrif á vöxt seiða. Hitamælingar sýna talsverða kólnun í Botnsá árin 2011, 2013 og 2015 en á sama tíma fer meðallengd seiða (einkum 1+ og 2+ seiða) niður á við, en fer síðan aftur upp eftir hlýindakafli árin 2016, 2017 og 2019. Ákvörðun á aldri seiða eldri en 1+ var háð óvissu og þar sem mögulega var um fleiri aldurshópa að ræða. Tengsl eru á milli vaxtar 0+ seiða og hitastigs í Botnsá ($p < 0,001$ og $R^2 = 0,44$), en tengslin rofna þegar

vöxtur eldri seiða er kannaður ($p > 0,05$). Samkeppni um fæðu og skjól getur einnig haft áhrif á lengdarvöxt seiða. Ef þéttleiki seiða er of mikill til að fæðuframboð dugi geta afföll seiða aukist. Hærrí vatnshiti og/eða minni þéttleiki gæti útskýrt af hverju seiði í Hólmaenda mældust að meðaltali lengri heldur en í Túnhyl. Engar vatnshitamælingar eru til úr Hvalskarðsá en miðað við legu árinna er ekki ósennilegt að vatnshiti sé hærrí þar en í Botnsá. Sú fiskrækt sem felst í að taka hrogn og klekja út ásamt því að dreifa þeim á fleiri svæði en náttúruleg hrygning laxa nær til gefur möguleika á að nýta stærri svæði til uppvaxtar seiða og getur því haft jákvæð áhrif á afkomu árganga í ánni. Forsenda þess er þó að búsvæði á fiskgengum svæðum séu fullnýtt og það sem er umfram sé nýtt á ófiskgengum svæðum. Best væri að laxinn hefði sjálfur aðgengi að þessum sömu stöðum til hrygningar en slíkt er hægt með því að opna og auðvelda fiskgengd yfir gönguhindranir.

Talsverðar breytingar hafa orðið á gróðurfari og skógrækt hefur verið stunduð við Botnsá gegnum tíðinna. Í verkefni sem unnið var af nokkrum stofnunum þar sem reynt var að meta áhrif skógræktar á flutning lífræns efnis í læki og niðurbrot á þeim, kom í ljós að bæði birkiskógar og barrskógar auka magn lífræns efnis í ám og lækjum allt að 33 falt með því t.d. að lauf falli í árnar. Niðurbrotið á þessu lífræna efni var hins vegar hægt í samanburði við samanburðarlönd svo sem á Norðurlöndunum og virtist ástæðan vera sú að niðurbrotið í íslenskum ám og lækjum var fyrst og fremst borið uppi af örverum en ekki smádýrum (Helena Marta Stefánsdóttir 2010). Niðurstöðurnar benda því til þess að skógrækt á Íslandi hafi ekki sömu áhrif á lífríki straumvatns og sýnt hefur verið fram á annars staðar. Einnig virðist tegundasamsetning smádýra í straumvatni vera undir meiri áhrifum af öðrum umhverfisþáttum eins og hitastigi, samsetningu næringarefna, vatnsgæða og frumframleiðni, heldur en skógrækt (Gintaré Medelyté 2010). Af þessum niðurstöðum að dæma er ekki líklegt að þessi mikla skógrækt hafi haft áhrif á laxfiskastofna í straumvötnum í Botnsárdal, en ef að tegundum smádýra fjölga samhliða breytingum í loftslagi þá gæti sú staða breyst.

Aðrar breytingar hafa einnig átt sér stað í Botnsá. Árið 1960 hafði þáverandi landeigandi, Helgi Eyjólfsson, óskað eftir leyfi til gerðar laxastiga í Folaldafossi en á árunum þar á eftir sprengdi hann þar gönguleið, en ekki er talið að fossinn hafi verið göngufær nema fyrstu árin. Núverandi landeigendur unnu einnig í því að gera fossinn göngufæran frá árinu 2007 og til ársins 2012 með því að sprengja nýja gönguleið fyrir laxa upp fossinn. Myndir af síðari framkvæmdum sýna vel hversu mikið verk þetta var og hvernig var staðið að verki (Viðauki). Mikið af því svæði sem áður var ófiskgengt hefur því opnast og náttúruleg hrygning á nýjum svæðum hefur verið staðfest með seiðamælingum. Stærri hluti Botnsár er þar af leiðandi orðinn aðgengilegur fyrir hrygningarfiska og þörfin fyrir fiskrækt ekki eins mikil. Þetta var endalega staðfest þegar fullorðnir laxar fundust og veiddust fyrir ofan fossinn. Opnun á hindrunum fyrir fiskgengd hefur sannað sig sem árangursrík aðgerð í mörgum veiðiám á Íslandi, má þar til dæmis nefna Selá í

Vopnafirði þar sem laxastigi var byggður árið 1968 og lengdi fiskgengd árinna úr níu kílómetrum í 26 kílómetra. Fyrir byggingu stigans var meðalveiði í Selá um 200 laxar en er núna um 1300 laxar á ári (Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson 2021). Í sumum ám hafa margir fiskstigar verið byggðir til að auka uppeldisskilyrði eins og í Langá á Mýrum þar sem fimm fiskvegir hafa verið gerðir, í Skuggafossi (1964), Sveðjufossi (1968), Kotafossi (1978), Tófufossi (1981) og í Myrkhyl (1985) en Langá er nú fiskgeng alla leið að Langavatni (Hafdís Hauksdóttir 1999). Talið er að fiskvegir á Íslandi hafi aukið laxgengd á um 40% frá árinu 1932 (Þór Sigfússon 2018). Ekki hefur verið framkvæmt mat á uppeldisskilyrðum á þeim svæðum sem opnuðust fyrir ofan Folaldafoss í Botnsá en þessi aðgerð verður væntanlega til þess að auka uppeldi á gönguseiðum í Botnsá sem myndi þá skila sér í aukinni fiskgengd og stærri stofnum. Hægt væri að kanna hvort að frekari opnun á fiskgengd á svæðinu, svo sem í hliðarám eins og Hvalskarðsá myndi skila sér í aukningu á uppeldissvæðum, en Hafrannsóknastofnun hefur þróað aðferð við botnngerðarmat þar sem fundnar eru út svokallaðar framleiðslueiningar áa (Þórólfur Antonsson 2000). Sannreynt hefur verið að þær framleiðslueiningar gefi ákveðnar vísbendingar um það hve mikið uppeldi er hægt að búast við af ám og árhlutum.

Hreistursýni geta gefið mikilvægar upplýsingar um lífsferil laxfiska og er sýnataka sem hefur verið stunduð í Botnsá frá árinu 1948 því verulega dýrmæt. Flestir laxar sem veiðast í Botnsá hafa dvalið eitt ár í sjó, svokallaðir smálaxar. Hlutfall þeirra í hreistursýnum frá árinu 1948 – 2020 var 86%, sem er sama hlutfall og skráð hefur verið í veiðibækur. Þetta háa hlutfall smálaxa er einnig í ám í nágrenni við Botnsá, eins og Laxá í Leirársveit (85%), Laxá í Kjós (79%), Leirvogsa (91%) og í Elliðaám (94%). Algengast er að laxaseiði séu þrjú ár í Botnsá (66%) áður en þau ganga til sjávar. Til samanburðar er ferskvatnsaldur gönguseiða í Elliðaám yfirleitt tveggja eða þriggja ára en hlutfallið hefur breyst talsvert frá því hreisturgreiningar í ánum hófust 1988. Á fyrri hluta tímabilsins var algengast að gönguseiði væru þriggja ára líkt og í Botnsá, en síðari árin hefur tveggja ára gönguseiðaldur verið ríkjandi og á sama tíma hefur tveggja ára gönguseiðum einnig fjölgað í Botnsá. Seiðamælingar hafa verið gerðar í Elliðaám frá 1981 og þegar lengdarmælingar á laxaseiðum eru skoðuð fyrir Elliðaár kemur í ljós að 1+ og 2+ seiði hafa verið að mælast að meðaltali stærri síðustu 12 ár (2009-2020) miðað við fyrstu 12 árin (1981 – 1996, seiðamælingar ekki gerðar 1983-1986). Þannig mældust 1+ seiði 7,4 cm og 2+ seiði 9,3 cm að meðaltali á fyrstu 12 árunum meðan að á síðustu 12 árum hefur meðallengd 1+ seiða verið 8,8 cm og 2+ seiða 11,6 cm (Jóhannes Sturlaugsson 2020). Það er því greinilegt að á meðan meðalaldur gönguseiða í Botnsá hefur haldist stöðugur þá hafa breytingar orðið í Elliðaám þar sem vaxtarhraði seiða hefur aukist ef tekið er mið af seiðamælingum í þessum tveimur ám. Í ám á Norðausturlandi hefur gönguseiðaldur oftast verið fjögur ár (52%) en sjaldnar þrjú (28%) eða fimm ár (17%), en hlutfall hvers aldurshóps sveiflast eftir því hve vöxtur seiða er mikill en hitastig hefur þar talsverð áhrif (Hlynur

Bárðarson og fleiri 2021). Þannig er algengara að sjá fimm ára gönguseiði þegar vatnshiti hefur verið lágur en þriggja ára þegar vatnshiti hefur verið hár. Líklega er Botnsá stöðugri hvað varðar bæði hitastig sem og áhrif veiðialags og aldur gönguseiða þar af leiðandi stöðugri en í ám þar sem þessir þættir sveiflast meira. Þar kemur til bæði áhrif hitadempunar í Hvalvatni og landfræðileg lega.

Sjávarvöxtur smálaxa á fyrsta ári í sjó hefur sveiflast nokkuð milli ára í Botnsá og á tímabilinu frá 2003 – 2019 eru tvö ár þar sem vöxtur er áberandi lélegur hjá hængum eða árin 2013 og 2015, hjá hrygnum er árið 2015 einnig áberandi lélegt hvað varðar sjávarvöxt. Samband er á milli sjávarvaxtar og endurheimta í veiði smálaxa í Norðurá í Borgarfirði, en greining sem hefur verið gerð á hreistri af smálaxi úr veiðum síðan 1988 hefur leitt það í ljós (Ásta Kristín Guðmundsdóttir og Sigurður Már Einarsson, 2021). Þannig eru endurheimtur meiri í árum þegar sjávarvöxtur er meiri. Einnig hefur greinst sterkt samband á milli sjávarhita í júlí á hafsvæðinu suðvestur af Íslandi og smálaxaveiði í laxveiðiám á Vesturlandi ári síðar ($R^2 = 0,53$; Ásta Kristín Guðmundsdóttir og Sigurður Már Einarsson, munnleg heimild). Hreisturgreiningar á smálöxum í Norðurá sýna lélegan sjávarvöxt árin 2013 og 2015 líkt og í Botnsá, en einnig árið 2011 sem virðist ekki vera tilfellið hjá smálöxum í Botnsá, en það ár er dreifingin á sjávarvexti nokkuð mikil og staðalfrávikíð frá meðaltali meira en önnur ár. Mögulega hafa einstakir fiskar verið við ólík skilyrði á beitarsvæðum í sjó. Lélegur sjávarvöxtur hjá smálöxum í Botnsá árið 2015 fellur saman við litla veiði 2016, en að öðru leyti mældist sambandið á milli sjávarvaxtar (árið N) og endurheimtna í veiði smálaxa árið eftir (N+1) í Botnsá ekki eins sterkt ($R^2 = 0,21$) og það er í Norðurá ($R^2 = 0,36$). Þess ber að geta við þessa útreikninga að fjöldi ára í gangaröðinni í Botnsá er styttri (12 ár) en í Norðurá (33 ár) og einstaka ár þar sem sambandið er lélegt og mögulega aðrir umhverfis og/eða líffræðilegir þættir sem vega þyngra í endurheimtum en sjávarvöxtur og dragi því fylgnina hlutfallslega meira niður heldur en ef gagnaserían væri lengri. Það væri verulega ganglegt að haldið yrði áfram að safna hreistri úr góðum hluta af veiðinni (minnst 20%) og fylgjast áfram með sjávarvexti smálaxa í Botnsá, auk þess sem eldri hreistur sem til eru á stofnunni verði mynduð og bakreikningar út frá áhringjum verði framkvæmdir.

Veiðitölur með líffræðilegum upplýsingum um lengd, þyngd og kyn fiska ásamt upplýsingum um dagsetningar, veiðiagn og upplýsingum um hvort fisknum hafi verið sleppt eða ekki hafa verið skráðar inn í gagnagrunn Hafrannsóknastofnunar frá árinu 1979. Upplýsingar um heildarveiði hvers árs ná þó lengra eða allt til ársins 1948 og frá þeim tíma hefur laxveiði sveiflast talsvert. Veiðin fer stigvaxandi uppá við frá árinu 1948 allt til 1970 þegar hún nær hámarki, fer svo stöðugt niður á við til árana 1980-1985 og hefur frá þeim tíma sveiflast í kringum 100 laxa á ári með nokkrum árum sem skera sig verulega úr með veiði undir 50 löxum. Veiðifyrirkomulagið hefur breyst á þessum sjó áratugum, frá 1958 voru tvær stangir leyfilegar

en það sama ár var Hvalvatn stíflað með vatnsmiðlun til Botnsár og veiða í henni í huga. Árið 1963 var síðan fjöldi stanga aukinn í þrjár stangir enda veiði árin þar á undan farið uppá við miðað við fyrri ár. Síðan var stöngum fjölgað í fjórar árið 1970 og hafa fjórar stangir verið leyfilegar síðan þá. Veiðifyrirkomulag landeigenda er þannig að skipst er á dögum milli Stóra-Botns og Litla-Botns og misjafnt milli daga og ára hversu mikið er sótt hverju sinni.

Margir samverkandi þættir geta haft áhrif á sveiflurnar í laxveiðinni í Botnsá. Seiðasleppingar, aðallega á kviðpokaseiðum en einnig sumaröldum seiðum og gönguseiðum hafa verið stundaðar í Botnsá. Auk þess var hafbeit á laxi stunduð í Laxeldisstöð ríkisins í Kollafirði á árunum 1963 – 1996 og auk þess var á tímabili sjókvíaeldi stundað í Hvalfirði. Með hreisturgreiningum má sjá að sum árin var vart við talsvert af laxi sem hægt var að rekja til þessarar starfsemi og var hlutdeild þeirra misjafnlega mikil. Þegar mest lét var meirihluti aflans í Botnsá að koma annað hvort úr hafbeit eða sjókvíum og var til að mynda hlutdeild villtra laxa í veiðinni árið 1988 eingöngu 31%, en það ár slapp töluvert af fiski úr sjókvíum í Hvalfirði enda hlutdeild þeirra metin vera 63% af veiðinni það ár og restin (6%) var talin vera úr hafbeit (Friðjón Már Viðarsson og Sigurður Guðjónsson 1992). Hafbeitarfiskar og sleppifiskar úr sjókvíum höfðu því á tímabili áhrif til aukinnar veiði í Botnsá. Netaveiði var einnig stundið í Hvalfirði frá landi Innra Hólms annars vegar og Kúludalsár hins vegar en þau eru staðsett sitt hvoru megin við þar sem nú eru Hvalfjarðargöng. Laxinn sem þar var að veiðast hefur að hluta til átt uppruna sinn að rekja úr Botnsá og hafði því mögulega áhrif til lækkunar á veiðitölur í Botnsá. Netaveiðin var mismikil en á árunum 1975 – 1996 var fjöldi netveiddra laxa frá þessum tveimur stöðum frá tæplega 100 löxum upp í 5402 laxa (Sigurður Már Einarsson 1996).

Þegar veiðitölur í Botnsá eru skoðaðar í samhengi við veiðar í öðrum ám á svæðinu frá árinu 1946 sést vel hversu mikil veiðin var almennt á árunum 1970-1980. Botnsá sker sig síðan frá öðrum ám frá árinu 1980 og fram til 1995 ca. Þar sem viðmiðunarnárnar Elliðaá, Laxá í Kjós og Laxá í Leirársveit voru flestar að skila veiði fyrir ofan langtímameðaltal meðan Botnsá var fyrir neðan meðalveiði. Frá árinu 1996 fer að halla undan fæti í Elliðaám með veiði minni en einu staðalfráviki frá meðaltali á árunum 1997-2004 á meðan hinar viðmiðunarnárnar, Laxá í Kjós og Laxá í Leirársveit, eru flest árin með veiði í kringum meðaltal og Botnsá flest árin með veiði rétt undir meðaltali (Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson 2021). Mögulega eru þeir ytri þættir sem nefndir voru hér að ofan, eins og sleppingar á seiðum til laxaræktar, endurheimtur úr hafbeit, netaveiði í sjó og sleppingar úr sjókvíaeldi, að hafa mis mikil áhrif á veiðitölur í þessum fjórum ám. Þannig hafa til að mynda niðurstöður með endurheimtum á merktum laxi gefið til kynna að veiði á villtum laxi úr veiðiám í net hafi verið mun meiri við Kúludalsá heldur en á Innra Hólmi í Hvalfirði og að mikið af löxum úr Laxá í Kjós hafi verið að veiðast við Kúludalsá, en sú netalögn er mun nær Laxá heldur en netalögnin á Innra Hólmi (Sigurður Már Einarsson 1996). Á sama tíma er lítið af laxi í þessum sömu netum sem á uppruna sinn að rekja

úr merkingum í Elliðaám þrátt fyrir að mikið af gönguseiðum hafi verið merkt á þessum tíma. Það hefði verið athyglivert ef að merkingar hefðu verið stundaðar meira á villtum laxi, til að mynda úr Botnsá, hver hlutdeildin hafi verið í netalögnum í sjó, en megin hluti af þeim villta laxi sem merktur var á þeim tíma var úr Laxá í Kjós.

Veiði í Botnsá hefur verið skráð á tvær jarðir, Litla-Botn og Stóra-Botn, og hefur veiðin oftast verið nokkuð jafn skipt milli þessara jarða, með nokkrum undantekningum. Ekki liggur fyrir nákvæm tala um fjölda veiðidaga fyrir hvora jörð fyrir sig, en líklegt verður að teljast að veiðitölur endurspegli nokkuð vel fjölda laxa í göngum hverju sinni líkt og sýnt hefur verið fram á í laxveiðiám á Íslandi þar sem samband við talningu á laxi í teljurum og fjölda laxa í veiði sýndi sterka fylgni (R^2 á bilinu 0,84 – 0,95) (Ingi Rúnar Jónsson o.fl. 2008). Þegar veiði er skoðuð með tilliti til tímasetningar yfir veiðitímabilið kemur í ljós að yfirleitt hefur helmingurinn af veiðinni verið skráður á svipuðum tíma eða fyrstu vikuna í ágúst, með nokkrum undantekningum þar sem helmingurinn er ekki komin á land fyrr en talsvert seinna eins og sýnt er á 14. mynd. Ef að veiðin er skoðuð eftir tímabilum sést að frá árinu 2010 hefur veiðin færst fram í tíma og að meðaltali hefur helmingur veiðinnar verið komin á land síðustu vikuna í júlí. Ekki er ljóst af hverju þetta stafar. Í öðrum ám þar sem hægt er að skoða tímasetningar laxagöngu með fiskteljurum eins og í Elliðaám kemur í ljós svipað mynstur þar sem helmingur laxa hefur frá árinu 1988 til 1990 að meðaltali verið komin upp fyrir teljarann 27. júlí, á árunum 1991-2009 verið komnir upp 19. júlí en að meðaltali frá árinu 2010 hafa þeir verið komnir um viku fyrir eða 12. júlí (unnið uppúr gögnum Hafrannsóknastofnunar og skýrslum Laxfiska ehf. um rannsóknir á fiskistofnum vatnakerfis Elliðaáa frá árinu 2011 – Jóhannes Sturlaugsson 2012-2021). Veiði í Botnsá hefur ekki verið skráð á veiðistaði og því ekki hægt að skoða dreifingu veiðinnar yfir veiðistaði árinna.

Þakkarorð

Eingöngu fáar fiskveiðiár á Íslandi hafa lengri samfellda sögu af mælingum á hita og seiðamælingum en Botnsá. Það sem er einstakt við þessa staðreynd er að mælingum hefur verið haldið uppi af landeigendum og þá einkum Kristni Zimsen eiganda Stóra-Botns í Hvalfirði. Kristni ber því að þakka fyrir að hafa með elju sinni safnað upplýsingum sem eru mikilvæg heimild um breytingar á bæði umhverfisþáttum, stofnbreytingum laxa og nýtingu laxveiða. Niðurstöður og greiningar í þessari skýrslu eru ekki eingöngu mikilvægar fyrir Botnsá heldur munu gangast til samanburðar í öðrum rannsóknum sem gerðar verða á laxfiskastofnum í íslenskum ám.

Viðauki







Heimildir

- Ásta Kristín Guðmundsdóttir og Sigurður Már Einarsson. (2021). *Vöktun laxastofna á Vatnasvæði Norðurár í Borgarfirði 2020*. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2021-08. 27 bls.
- Friðjón Már Viðarsson og Sigurður Guðjónsson. (1992). *Hlutdeild Eldislaxa í nokkrum ám á Vesturlandi 1991*. Veiðimálastofnun VMST-R/92004. 53 bls.
- Gintaré Medelyté. (2010). *Influences of forests on invertebrate communities in Icelandic streams*. Ms ritgerð frá Háskóla Íslands, Líf- og umhverfisvísindasvið.
- Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson. (2021). *Lax- og silungsveiðin 2020*. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2021-35. 40 bls.
- Hafdís Hauksdóttir. (1999.) *Fiskvegir á Íslandi, fjöldi þeirra, virkni og opnun á búsvæðum laxa*. Aðalritgerð við Búvísindadeild. Bændaskólinn á Hvanneyri.
- Helena Marta Stefánsdóttir. (2010). *Transport and decomposition of allochthonous litter in Icelandic headwater streams: Effect of forest cover*. MS ritgerð frá Landbúnaðarháskóla Íslands.
- Hlynur Bárðarson, Sigurður Óskar Helgason, Eydís Njarðardóttir og Friðþjófur Árnason. (2021). *Rannsóknir á fiskistofnum nokkurra áa á Norðausturlandi 2020*. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2021-18. 137 bls.
- Ingi Rúnar Jónsson, Þórólfur Antonsson og Sigurður Guðjónsson. (2008). *Relation between stock size and catch data of Atlantic salmon (Salmo salar) and Arctic charr (Salvelinus alpinus)*. Icel. agric. sci. 21: 61-68.
- Jonsson, B. og Jonsson, N. (2011). Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout, habitat as a template for life histories. *Fish and Fisheries Series*. 33. Springer.
- Jóhannes Sturlaugsson. (2012). *Elliðaár 2011 - Rannsóknir á fiskistofnum vatnakerfisins*. Laxfiskar, apríl 2012.
- Jóhannes Sturlaugsson. (2013). *Elliðaár 2012 – Rannsóknir á fiskistofnum vatnakerfisins*. Laxfiskar, apríl 2013.
- Jóhannes Sturlaugsson. (2014). *Elliðaár 2013 – Rannsóknir á fiskistofnum vatnakerfisins*. Laxfiskar, maí 2014.
- Jóhannes Sturlaugsson. (2015). *Elliðaár 2014 – Rannsóknir á fiskistofnum vatnakerfisins*. Laxfiskar, maí 2014.
- Jóhannes Sturlaugsson. (2019). *Elliðaár 2015 – Rannsóknir á fiskistofnum vatnakerfisins*. Laxfiskar, janúar 2019.
- Jóhannes Sturlaugsson. (2020). *Elliðaár 2016 – Rannsóknir á fiskistofnum vatnakerfisins*. Laxfiskar, janúar 2020.
- Jóhannes Sturlaugsson. (2020). *Elliðaár 2017 – Rannsóknir á fiskistofnum vatnakerfisins*. Laxfiskar, febrúar 2020.
- Jóhannes Sturlaugsson. (2020). *Elliðaár 2018 – Rannsóknir á fiskistofnum vatnakerfisins*. Laxfiskar, maí 2020.
- Jóhannes Sturlaugsson. (2020). *Elliðaár 2019 – Rannsóknir á fiskistofnum vatnakerfisins*. Laxfiskar, des. 2020.
- Sigurður Már Einarsson. (1996). *Þróun laxveiði í sjó á Vesturlandi árin 1948-1995*. Veiðimálastofnun VMST-V/96002. 15 bls.
- Sigurjón Rist. (1990). *Vatns er þörf*. Bókaútgáfa Menningarsjóðs, Reykjavík. 248 bls.
- Þór Sigfússon. (2018). *Á fiskivegum, Laxastigar og laxalíf Vífils Oddssonar verkfræðings*. Fjölsýn Forlag. 71 bls.
- Þórólfur Antonsson. (2000). *Verklýsing fyrir mat á búsvæðum seiða laxfiska í ám*. Skýrsla Veiðimálastofnunar, VMST-R/98001. 16 bls.



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna