

HV 2020-03
ISSN 2298-9137



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Viðmiðunarmörk hrygningar í Krossá á Skarðsströnd

Sigurður Már Einarsson, Jóhannes Guðbrandsson og
Ásta Kristín Guðmundsdóttir

REYKJAVÍK JANÚAR 2020

Viðmiðunarmörk hrygningar í Krossá á
Skarðsströnd

Sigurður Már Einarsson, Jóhannes Guðbrandsson og
Ásta Kristín Guðmundsdóttir

Upplýsingablað

Titill: Viðmiðunarmörk hrygningar í Krossá á Skarðsströnd		
Höfundur: Sigurður Már Einarsson, Jóhannes Guðbrandsson og Ásta Kristín Guðmundsdóttir		
Skýrsla nr: HV 2020-03	Verkefnisstjóri: Sigurður Már Einarsson	Verknúmer: 11706
ISSN 2298-9137	Fjöldi síðna: 42	Útgáfudagur: 15. janúar 2020
Unnið fyrir: Hafrannsóknastofnun	Dreifing: Opið	Yfirfarið af: Bjarki Þór Elvarsson og Guðni Guðbergsson
Ágrip <i>Sigurður Már Einarsson, Jóhannes Guðbrandsson og Ásta Kristín Guðmundsdóttir. Viðmiðunarmörk hrygningar í Krossá á Skarðsströnd. HV 2020-03.</i> Krossá á Skarðsströnd er í hópi lykiláa á Íslandi þar sem lykilþættir í lífsferli laxins eru vaktaðir á hverju ári. Með skipulegri vöktun liggja fyrir upplýsingar um veiði (1974-2018), veiðihlutfalli í stangaveiði (fiskteljaragögn 1998-2018), aldursamsetningu á lífsferli laxins (hrestursýnagagnaröð 1990-2018) auk mats á stofnstærð og nýliðun seiða (1987-2018). Slík gögn gefa færi á að meta þann hrognafjölda sem þarf til að hámarka seiðaframleiðslu árinna þannig að nýting árinna teljist sjálfbær. Notað var Ricker fall bæði til að lýsa sambandi hrygningar og seiðapétteleika, bæði vetrunga (1+) og tveggja vetra seiða (2+). Einnig voru bakreikningar á hlutföllum árganga í veiði ásamt meðaltali smálaxahlutfalls, kynjahlutfalls og meðalþyngd notaðir til að áætlað heildarhrognafjölda hvers árgangs fyrir veiðar. Þá var samband heildarhrognafjölda hvers árgangs við hrygninguna sem gaf af sér viðkomandi árgang metið með Ricker falli. Mörk voru metin fyrir tvo þætti. Annars vegar viðmið fyrir stærð hrygningarstofns metinn í fjölda hrogná á hvern fermetra botnflatar og hins vegar viðmið fyrir þéttleika árganga seiða sem mæld eru í seiðamælingum. Samband hrygningar og seiðapétteleika (1+ og 2+) sýna skýr tengsl þessara þátta þar sem líkur á góðri nýliðun aukast með aukinni hrygningu. Verulegur breytileiki kemur þó fram þar sem nýliðun getur verið mun minni en hrygningin gaf tilefni til. Samband seiðapétteleika vetrunga og tveggja vetra seiða sýnir að lítil afföll verða eftir fyrsta vetur og aðstæður og samkeppni á fyrsta sumri og vetri ráða mestu um árangur í nýliðun. Mat á þeirri stærð hrygningarstofns, metinn í fjölda hrogná, sem gefur hámarksnýliðun (S_{max}) var $2,27$ hrogn/ m^2 fyrir samband hrygningar við hrognafjölda sama árgangs (hrogn í hrogn). Sú hrygning sem gefur hámarksafkastur (MSY) var metin $2,05$ hrogn/ m^2 .		

Vegna óvissu í mati á stikum (parametrum) og í ljósi varúðarreglu er lagt til að hrygningarmarkmið í Krossá verði 4,0 hrogn/m². Aðgerðamörk eru skilgreind sem 2,43 hrogn/m² en það er sú hrygning sem gefur um 90% af hámarksnýliðun. Þá eru skilgreind varúðarmörk sem gefa 50% af hámarksnýliðun eða 0,93 hrogn/m². Frá 1974 hefur hrygningin verið fimm sinnum undir varúðarmörkum, 17 sinnum á milli varúðarmarka og aðgerðarmarka, 13 sinnum á milli aðgerðarmarka og hrygningarmarkmiðs og 10 sinnum verið yfir hrygningarmarkmiði.

Viðmiðunarmörk seiðapétteleika og þéttleikamarkmið voru skilgreind bæði fyrir vetrunga og tveggja vetra seiði áætluð 8,0 seiði/100 m². Aðgerðamörk fyrir seiðapétteleikann eru dregin við 7,2 seiði/100 m² og varúðarmörk 4,0 seiði/100m². Frá 1986 hefur seiðapétteleikinn þannig verið níu skipti yfir þéttleikamarkmiði í 1+/2+ seiðahópum.

Hrognafjöldi laxastofnsins í Krossá hefur sjaldan náð æskilegu hrygningarmarkmiði. Sérstaklega var hrygning og nýliðun alltof lítil fram undir síðustu aldamót, en hrygningarmarkmið og markmið um seiðapétteleika hafa mun oftár náðst frá aldamótum. Til að ná hrygningarmarkmiði þarf að skila eftir 80 hrygnur í ánni miðað við 95,5% þeirra séu smálaxar og í meðalþyngd. Þar sem markmiðið er að viðhafa veiðistjórnun sem tryggir hámarksafrakstur árinna í fjölda gönguseiða er lagt til að sókn verði minnkuð, fluguveiðar eingöngu viðhafðar og öllum laxi sleppt í stangaveiðinni.

Lykilorð: Krossá, lax, urriði, bleikja, hrygning, nýliðun Ricker fall, viðmiðunarmörk hrygningar

Undirskrift verkefnisstjóra:



Undirskrift forstöðumanns sviðs:



Efnisyfirlit

Bls.

1. Inngangur.....	1
2. Framkvæmd.....	1
2.1. Vatnshiti.....	3
2.2. Stangaveiði.....	3
2.3. Sjálfvirkur fiskteljari.....	3
2.4. Hrygning.....	3
2.5. Seiðarannsóknir.....	4
2.7. Samband hrygningarstofns og nýliðunar – viðmiðunarmörk.....	6
3. Niðurstöður.....	6
3.1. Vatnshiti.....	7
3.2. Stangaveiði.....	7
3.3. Laxagöngur og veiðihlutfall.....	8
3.4. Hrygning.....	7
3.5. Seiðaathuganir.....	9
3.6. Hreistursýni.....	10
3.7. Tengsl laxahrygningar, seiðafjölda og endurheimtna í veiði.....	10
4. Umræður.....	11
5. Þakkarorð.....	12
6. Heimildir.....	15
7. Töflur.....	17
8. Myndir.....	22
9. Viðaukar.....	37

Töfluskrá

Tafla 1. Stangaveiði í Krossá á Skarðsströnd árið 2018, skipt eftir tegundum og sjávaraldri. Afli og hlutdeild fiska sem er sleppt kemur fram.	17
Tafla 2. Laxveiðin í Krossá á Skarðsströnd 2018 eftir meðalþyngd og sjávaraldri.	17
Tafla 3. Umferð fiska (upp, niður og alls (nettó = upp - niður) eftir tegundum skráð um fiskteljara í Krossá á Skarðsströnd frá 26. júní – 11. október 2018.	17
Tafla 4. Laxveiði ofan og neðan fiskteljara skipt eftir sjávaraldri, laxagöngur eftir sjávaraldri um fiskteljara og veiðihlutfall göngunnar í Krossá 1998 - 2018.	18
Tafla 5. Vísitala þéttleika einstakra árganga laxa- urriða- og bleikjuseiða í seiðarannsóknum í Krossá 27. september 2018.	18
Tafla 6. Meðallengd og meðalholdastuðull mismunandi aldurshópa laxa- og urriðaseiða í Krossá á Skarðsströnd 27. september 2018.	18
Tafla 7. Vísitala seiðaþéttleika (fjöldi seiða/100 m ²), meðallengd, lífmassi og meðalholdastuðull mismunandi hópa laxaseiða í rafveiði í Krossá á árunum 1987 – 2018. Athuganir fóru ekki fram árin 1993 – 1995.	19
Tafla 8. Ferskvatns – og sjávaraldur laxa samkvæmt hreistursýnum úr stangveiði í Krossá á Skarðsströnd 2018 (Hæ: hængar, Hr: hrygnur, ÓP: kyn ekki skráð). A: Lax á fyrstu hrygningargöngu, B: Laxar sem áður hafa hrygnt, C: Öll sýni.	19
Tafla 9. Ferskvatnsaldur og sjávaraldur laxa (%) í hreistursýnum sem safnað var í Krossá á Skarðsströnd 1990 – 2018. Einnig kemur fram meðalaldur laxa af náttúrulegum uppruna í	

ferskvatni (2 – 6 ára) og hlutdeild laxa sem sýna ummerki um fyrri hrygningu (gotmerki). Dekkt svæði eru laxar af eldisuppruna (kvíaeldi, hafbeit).....	20
Tafla 10. Uppreiknaðar endurheimtur einstakra klakárganga laxa af náttúrulegum uppruna í laxveiði í Krossá á Skarðsströnd út frá hlutdeild í hreistursýnum ár hvert. Dekkt svæði eru klakárgangar þar sem gögn sýna ekki heildarendurheimtur árgangsins. Fjöldi og hlutdeild eldislaxa (kvíaeldi, hafbeit) af laxveiði er sýnd af veiði hvers árs.	21
Tafla 11. Mat á viðmiðunarmörkum fyrir hrygningu og seiðavísitölu í Krossá. Sýnt er miðgildi, meðaltal og staðalfrávik (SD) eftirádreifingarinnar auk hlutfallsmarka. Beint samband milli hrognapétteleika og vísitölu 1+ seiða (H1), 2+ seiða (H2) og hrognafjölda nýliða (HA) var notað, auk tveggja skrefa samband hrognapétteleika og 2+ seiða með 1+ sem millistig (H12) eru sýnd. Niðurstöður með öllum gögnum má sjá að ofan og án útgilda að neðan.....	21

Myndaskrá

1. mynd. Kort af vatnasvæði Krossár. Rafveiðistaðir eru sýndir með númerum.....	22
2. mynd. Skýringarmynd um samband hrygningar – og nýliðunar (Rickerfall). Sýnd er hámarksnýliðun (R_{max}), hámarksafrakstur með bláu striki (MSY), hrygning sem gefur hámarksnýliðun (S_{max}) og hrygning sem gefur hámarksafrakstur (S_{msy}). Til vinstri er stuðullinn $a = 4$ og til hægri er $a = 6$	22
3. mynd. Mánaðarlegur meðalhiti árvatns í Krossá frá maí – ágúst árin 2002 – 2018.....	23
4. mynd. Stangaveiðar laxfiska í Krossá á Skarðsströnd 1974 – 2018.	23
5. mynd. Stangaveiði á laxi eftir sjávaraldri í Krossá 1974 – 2018. Meðalveiði tímabilsins er sýnd (fjólublá lína).....	24
6. mynd. Hlutdeild smálaxa og stórlaxa í árgöngum gönguseiða árin 1973 – 2016.	24
7. mynd. Hlutdeild hrygna eftir sjávaraldri í laxveiði í Krossá 1974 – 2018. Hr (Hrygna). Smálax (1). Stórlax (2).	25
8. mynd. Meðalþyngd smálaxa eftir kynjum í Krossá 1974 – 2018. Smálax (1). Hængur (Hæ). Hrygna (Hr).....	25
9. mynd. Fjöldi laxa (bláar súlur), bleikju (gular súlur) og urriða (grænar súlur) sem gekk um teljara í Krossá á Skarðsströnd sumarið 2018.	26
10. mynd. Lengdardreifing lax (blá súla), bleikju (gul súla) og urriða (græn súla) sem gekk upp fyrir fiskteljara í Krossá á Skarðsströnd sumarið 2018.	26
11. mynd. Aðhvarfsgreining á sambandi laxagöngunnar og laxveiði hjá smálaxi (a), stórlaxi (b) og (c) lax alls í Krossá árin 1998 – 2018.	27
12. mynd. Áætlaður hrognafjöldi eftir sjávaraldri í hrygningu ár hvert í Krossá 1974 – 2017. Meðaltal hrygningar er sýnt.....	28
13. mynd. Áætlaður hrognafjöldi/m ² árbotns í Krossá 1974 – 2017. Meðaltal hrognafjöldans er sýnt (lárétt lína).....	28
14. mynd. Lengdar– og aldursdreifing laxaseiða sem veiddust í seiðarannsóknum í Krossá á Skarðsströnd í september 2018.	29
15. mynd. Lengdar– og aldursdreifing urriðaseiða sem veiddust í rafveiðum í Krossá í september 2018.....	29
16. mynd. Vísitala þéttleika laxaseiða (fj. seiða á hverja 100 m ²) sýnd eftir aldurshópum í Krossá á Skarðsströnd (1987 – 2018). Athuga að fjöldi á y-ás er breytilegur eftir aldurshópum og seiðaathuganir voru ekki gerðar árin 1993 – 1995.....	30
17. mynd. Meðallengdir laxaseiða eftir aldurshópum í Krossá tímabilið 1987 – 2018. Meðaltal tímabilsins er sýnt og ekki voru gerðar athuganir 1993 – 1995.	31

18. mynd. Vísitala lífmassa laxaseiða (g/100 m ²) í Krossá á Skarðsströnd 1987 – 2018. Meðaltal lífmassa 1987 – 2017 er sýnt (lárétt lína).....	32
19. mynd. Þróun þyngdarstuðuls (k) í Krossá (blá óbrotin lína) árin 1997 – 2018. Leitni er sýnd með punktalínu.....	32
20. mynd. Ferskvatnsaldur laxa í hreistursýnum í Krossá 1990 – 2018.....	33
21. mynd. Samanlagðar heildarendurheimtur laxa í hverjum klakárgangi í laxveiðinni í Krossá samkvæmt hlutdeild árganga í hreistursýnum í Krossá árin 1990 – 2018.....	33
22. mynd. Myndin til vinstri sýnir samband hrognapéttleika og vísitölu 1+ seiða fyrir hrygningarárganga 1985 –2016. Myndin til hægri sýnir sama samband, en árgöngum frá 2005, 2008 og 2010 er sleppt (merkt X). Viðmiðunarmörk fyrir hrognapéttleika og seiðapéttleika og 50% öryggismörk eru sýnd við x og y-ás.	34
23. mynd. Samband hrognapéttleika og vísitölu 2+ seiða fyrir hrygningarárganga 1994 – 2016. Á myndinni til hægri er nokkrum útgildum sleppt (merkt X). Hlutfallsmörk eftirádreifingar sambandsins eru sýnd með skyggðu svæði, 50% hlutfallsmörk með dökkgráu og 95% með ljósgráu. Viðmiðunarmörk fyrir hrognapéttleika og seiðapéttleika og 50% öryggismörk eru sýnd við x og y-ás. Samband með tveggja skrefa aðferð er sýnt með bláum lit.	34
24. mynd. Samband vísitölu 1+ og 2+ seiða af sama hrygningarárgangi. Hlutfallsmörk eftirádreifingar sambandsins eru sýnd með skyggðu svæði, 50% hlutfallsmörk með dökkgráu og 95% með ljósgráu. Mælingum sem var sleppt eru merktar með X (sjá mynd til hægri)....	35
25. mynd. Samband hrognapéttleika og heildarhrognapéttleika sama hrygningarárgangs ef engin veiði hefði verið stunduð úr honum. Til vinstri eru sýnd öll gögn, en á myndinni til hægri er nokkrum útgildum sleppt merkt X. Hlutfallsmörk eftirádreifingar sambandsins eru sýnd með skyggðu svæði, 50% hlutfallsmörk með dökkgráu og 95% með ljósgráu. Viðmiðunarmörk fyrir hrognapéttleika ásamt 50% öryggismörkum eru sýnd við x-ás með svörtum lit og mat á hrygningu sem gefur hámarksafrakstur ásamt 50% öryggismörkum eru sýnd með rauðum lit. Lína sem sýnir endurnýjun („replacement line“, skurðpunktur núll, halltala 1) er sýnd til viðmiðunar.	35
26. mynd. Mynd A sýnir mat á hrygningu í Krossá frá 1974 – 2018. Gildi fyrir viðmiðunarmörkum hrygningar eru sýnd með grænum lit, gildi yfir varúðarmörkum og undir viðmiðunarmörkum hrygningar með gulum lit, gildi yfir hættumörkum og undir varúðarmörkum hrygningar með rauðum lit og gildi undir varúðarmörkum með gráum lit. Myndir B og C sýna seiðavísitölu 1+ og 2+ seiða ásamt samsvarandi litkóða fyrir viðmiðunar-, varúðar- og hættumörk fyrir seiðapéttleika 1+ (B) og 2+ (C).	36

Viðaukar

Viðauki 1. Steinsteyptur þröskuldur og aðstaða til fisktalningar við Krossá á Skarðsströnd..	37
Viðauki 2. Lax 97 cm (efri mynd) sem gekk um Krossá teljarann 1. júlí 2018 og urriði (neðri mynd) sem gekk um teljarann 30. Júní 2018.....	38
Viðauki 3. Bleikja sem gekk um teljarann þann 15. ágúst 2018 (efri mynd) og óvæntir gestir (gulönd og minkur) sem sýndu sig 19. september 2018.	39
Viðauki 4. Staðsetning og flatarmál rafveiðistöðva í Krossá á Skarðsströnd árið 2018.....	39
Viðauki 5. Stangaveiði í Krossá á Skarðsströnd eftir tegundum árin 1974 – 2018.	40
Viðauki 6. Meðalþyngdir (kg) laxa eftir kynjum og sjávaraldri 1974 – 2018.	41
Viðauki 7. Heildar hrognafjöldi og hrognafjöldi/m ² í Krossá 1974 – 2018.	41
Viðauki 8. Vísitala lífmassa laxaseiða í Krossá 1987 – 2018.	42

1. Inngangur

Krossá fellur til sjávar í Geirmundarvog á Skarðsströnd, skammt sunnan við Skarðsstöð. Upptök árinna eru á hálendinu suðvestan við Skeggöxl og norðan Þverfells í 400 – 500 m hæð yfir sjávarmáli. Áin flokkast sem dragá, áætluð um 15 km að heildarlengd og er vatnasvið árinna 47 km² (Sigurjón Rist, 1990). Áin fellur um Villingadal en neðst í dalnum að sunnanverðu rennur í hana hliðaráin Krossdalsá úr samnefndum dal. Önnur hliðará, Þverá fellur nokkru neðar í Krossá að sunnanverðu, gegnt veiðihúsinu (1. mynd). Villingadalur er grösugur og skógi vaxinn að hluta og ríkir þar mikil veðursæld. Ós árinna í Geirmundarvogi er allangur og telst um 1,6 km að lengd.

Áður fyrr var sjóbirtingur og sjóbleikja ríkjandi í Krossá einkum síðari hluta sumars (Jón Bjarnason, 1998). Á sjöunda áratugnum var laxaseiðum sleppt í ána og er lax nú ríkjandi í veiðinni. Árleg meðalveiði árin 1974 – 2018 er 123 laxar en veiðin sveiflast mikið og hefur farið allt niður í 27 laxa en mesta skráða veiði er 346 laxar (Guðmunda Björg Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2019). Í kjölfar þess að lax tók að veiðast í ánni hvarf urriði og bleikja að mestu (Jón Bjarnason, 1998). Tindafoss, lítill foss um 2 km ofan við ós Krossár, var talinn gönguhindrun og var fiskvegur sprengdur við fossinn árið 1985 (Hafdís Hauksdóttir, 1999).

Veiðinýting er leyfð með tveimur stöngum í Krossá, en laxengt svæði árinna er 12,3 km að fossi ofarlega í Villingadal (1. mynd). Yfir 40 skráðir veiðistaðir eru í ánni og veitt er í Krossá frá 1. júlí – 20. september. Síðastliðin 20 ár hefur Krossá, ofan ármóta Krossdalsár, verið lokað fyrir veiði frá 1. september til að vernda hrygningarstofn árinna. Veiðifélag Krossár er starfrækt um veiðinýtinguna á vatnasvæðinu og eiga 5 jarðir veiðirétt og þar með aðild að félaginu.

Hafrannsóknastofnun (áður Veiðimálastofnun) hefur annast vöktun á laxfiskastofnum Krossár allt frá árinu 1987. Útbreiðsla tegunda og seiðamagn var kannað í ánni árin 1987 – 1992 og síðan árlega frá árinu 1996 (Sigurður Már Einarsson, 1987, 1988, 1990a, 1990b, 1991, 1995, 1999a, 1999b, 2001; Sigurður Már Einarsson og Ingi Rúnar Jónsson, 2003). Botngerð Krossár var kortlögð árið 1998 (Sigurður Már Einarsson, 1999c) til að meta flatarmál og gæði búsvæðanna í ánni og eru þær upplýsingar m.a. nýttar til að meta hrognafjölda á flatareiningu og til að meta framleiðslugetu fyrir lax í ánni. Hreistursýnum af laxi hefur verið safnað í Krossá nær samfelld frá árinu 1990 til greiningar á aldursamsetningu fiska bæði í ánni og í sjó og til að rekja þá til viðkomandi hrygningarárgangs. Árið 1998 hófst fisktalning með fiskteljara í Krossá í tengslum við rannsókn á sambandi hrygningar og nýliðunar í þeim tilgangi að meta stofnstærð, veiðiálag og skoða hve stóran hrygningarstofn þyrfti til að tryggja hámarks gönguseiðaframleiðslu árinna. Sambærilegt verkefni var sett af stað í Vesturdalsá í Vopnafirði sama ár (Þórólfur Antonsson, Sigurður Már Einarsson og Guðni

Guðbergsson, 2002). Skráning vatnshita með síritandi hitamæli hófst í Krossá árið 1998 og liggja nær samfelldar upplýsingar um vatnshitann fyrir frá þessum tíma. Árið 2018 var settur fullkominn myndavéarteljari til skráningar á göngum fiska í Krossá, sem hluti af vöktunarneti áhættumats vegna uppbyggingu sjókvíaldis hér á landi til að rannsaka hvort fiskar af eldisuppruna ganga í ár. (Ragnar Jóhannsson, Sigurður Guðjónsson, Agnar Steinarsson og Jón Hlöðver Friðriksson, 2017).

Alþjóða Hafrannsóknaráðið (ICES) og Alþjóða laxaverndarráðið (NASCO) hafa beint þeim tilmælum til aðildarlanda að sett séu og notuð líffræðileg viðmiðunarmörk til stjórnunar veiða í laxastofnum við Norður Atlantshaf (ICES, 2019). Þetta er gert með hliðsjón af varúðarreglu þar sem tillit er tekið til óvissuþátta og áhættumats (White ofl., 2016). ICES leggur til að viðmiðunarmörk skuli miðast við hámarks afrakstur eftir hvert foreldri (maximum sustainable yield, MSY), þ.e. við hvaða stærð hrygningarstofns er hægt að ná hámarksafla án þess að ganga á stofnstærð. Flestar laxveiðipjóðir við Atlantshaf hafa nú sett viðmiðunarmörk fyrir laxár í viðkomandi löndum. Viðmiðunarmörkin eru síðan notuð við stjórnun veiða. Útreikningar á viðmiðunarmörkum eru nauðsynlegt verkfæri í þeirri viðleitni að tryggja sjálfbæra nýtingu laxastofna. Ef stofnar fara niður fyrir viðmiðunarmörk hafa þeir skert veiðipól og er unnt að grípa til margháttaðra aðgerða, t.d. með friðun fyrir veiði, að draga úr sókn með fækkun neta eða stanga, setja kvóta, friða mikilvæg hrygningar- og uppeldissvæði eða skylda veiðimenn til sleppinga í veiðinni (veitt og sleppt).

Viðmiðunarmörk fyrir laxastofna eru yfirleitt sett með því að skoða samband hrygningar og nýliðunar (S-R samband, stock – recruitment) og er algengt að nota svokallað Ricker fall til að lýsa sambandi hrygningarstofns og nýliðunar hjá laxfiskum. Þar er gert ráð fyrir að fjöldi nýliða aukist með aukinni hrygningu upp að ákveðnu hámarki en eftir það dragi úr nýliðun vegna samkeppni um búsvæði og fæðu eða vegna afráns eldri árganga á þá yngri. Ricker fall hefur formúluna $R = aSe^{-bS}$ þar sem R stendur fyrir nýliðun (recruitment) og S fyrir hrygningarstofn (stock). Stikinn (parameter) a segir til um hversu hratt nýliðun getur aukist og b hvenær þéttleiki fer að hafa áhrif á nýliðun. Hægt er að finna þann stað á fallinu sem gefur mesta nýliðun til lengri tíma (Smax). Miðað við núverandi nýtingu íslenskra laxastofna er ef til vill fýsilegra að skilgreina viðmiðunarmörk við þá stærð á hrygningarstofni (Smax) sem gefur hámarksnýliðun frekar en þann hrygningarstofn sem gefur hámarksafrakstur (Smsy) þar sem verðmæti áa sem nýttar eru með stangveiði er oftast metið í fjölda fiska sem veiðist frekar en lönduðum afla (2. mynd).

Á Íslandi hafa viðmiðunarmörk aðeins verið metin fyrir Gljúfurá í Borgarfirði (Ásta Kristín Guðmundsdóttir, Jóhannes Guðbrandsson og Sigurður Már Einarsson, 2018). Slík viðmið hafa þó verið sett samanlagt fyrir ár á Norður- og Austurlandi, Suður- og Vesturlandi og landið í heild (ICES, 2019) en nú er unnið að því að setja viðmiðunarmörk fyrir einstakar ár á

Íslandi. Samanlagður fjöldi laxa í ám sem þarf til að ná viðmiðunarmörkum er síðan sá fjöldi sem þarf fyrir alla íslenska laxastofna. Sá fjöldi er síðan lagður til grundvallar við mat á veiðipoli laxastofna í sjávarveiði og setningu veiðikvóta við Færeyjar og Grænland þ.e. ef viðkomandi stofneiningar eru metnar til að hafa veiðipól (ICES, 2019).

Í þessari skýrslu eru fiskirannsóknir í Krossá teknar saman frá upphafi og viðmiðunarmörk fyrir hrygningarstofn reiknuð út fyrir laxastofninn í ánni.

2. Framkvæmd

2.1. Vatnshiti

Vatnshiti Krossár hefur verið mældur með síritandi hitamæli (Tidbit TBI32-05, DST centi) nær samfelld frá árinu 1998 og er síritanum komið fyrir í járnröri sem fest er með stálvír við steinsteyptan teljarapröskuld neðarlega í ánni (1. mynd). Síritinn skráir vatnshitann einu sinni á klukkustund á hverjum heilum tíma.

2.2. Stangaveiði

Stangaveiði er stunduð í Krossá á tímabilinu 1. júlí – 25. september og eru tvær stangir leyfðar í ánni. Veiði er leyfð í allri ánni fram til 1. september, en eftir það er hún óheimil á Villingadal ofan Krossdalsár (1. mynd). Stangaveiðin í Krossá 2018 var skráð í veiðibók og eftir lok veiðitíma voru upplýsingar færðar í Skrínuna, veiðigagnagrunn Fiskistofu og Hafrannsóknastofnunar (Guðmunda Björg Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2019). Í veiðibók eru upplýsingar um einstaka fiska skráðar, þ.e. dagsetning veiðinnar, lengd (cm), þyngd (kg), kyn og gerð agns og ennfremur hvort fiski sé landað eða sleppt. Í úrvinnslu var laxveiðinni skipt í eins árs lax úr sjó (smálax) og tveggja ára lax úr sjó (stórlax). Við skiptingu á sjávaraldri var stuðst við aldersgreiningu hreistursýna og þyngdardreifingu laxa í stangveiðinni. Miðað var við að hrygnur 3,5 kg og þyngri og hængar 4,0 kg og þyngri hefðu dvalið tvö ár eða lengur í sjó.

2.3. Sjálfvirkur fiskteljari

Talning á fiskgengd í Krossá hefur farið fram samfelld frá árinu 1998, fyrir neðan bæinn Kross. Þar var til staðar steinsteyptur þröskuldur þar sem Árvaka fiskteljara var komið fyrir og hefur hann verið starfræktur á göngutíma fiska árin 1998–2017 (2. mynd, viðauki 1). Fyrir neðan teljarann er grjótgarður til að halda uppi nægilegri vatnshæð á teljarabæpinu. Teljarinn skráir í minni göngutíma einstakra fiska, auk stærðar þeirra. Einnig er hitamælir hluti af vélbúnaðinum þannig að vatnshiti er skráður reglulega í minni hans. Teljarinn mælir hæð (þykkt) fiska sem ganga um hann og er lengd hvers fisks umreiknuð út frá hæð hans.

Niðurstöður skráningar úr stangveiði eru notaðar til samanburðar við úrvinnslu gagna, en m.a. þarf að ákvarða hæðar/lengdarstuðul sem nota skal við umreikningana. Teljarinn mælir hæð (þvermál) þeirra fiska sem um hann ganga og er lengd fisksins reiknuð út frá sambandi hæðar og lengdar (reiknuð lengd fisks = hæð fisks * umbreytingarstuðull). Við útreikninga á lengd fiska sem gengu um teljara og skiptingu þeirra í hópa (silungur, smálax, stórlax) var stuðst við gögn úr veiðiskráningu í veiðibækur úr vatnakerfinu. Í ljósi þess var notaður umbreytingarstuðullinn 6,0. Töluvert af silungi (bleikja og urriði) gengur í Krossá og hafa þessar tegundir verið aðskildar frá laxi út frá stærð, þannig að göngufiskar undir 40 cm að stærð hafa flokkast sem silungur, smálaxar frá 40 – 70 cm og stórlaxar yfir 70 cm. Vitað er að nokkur skörun í stærð á sér stað á milli tegunda einkum á milli smálax og urriða sem getur valdið skekkju í mati á stofnstærð þessara tegunda.

Krossá var valin sem ein af þeim ám sem eru ítarlega vaktaðar vegna uppbyggingu fiskeldis á Vestfjörðum (Ragnar Jóhannsson o.fl., 2017). Í þessu skyni var teljarabúnaður endurnýjaður og sjálfvirkum myndavélateljara af gerðinni Árvaka komið fyrir í teljarabæpinu í Krossá vorið 2018. Við teljarann er stjórnölva sem komið var fyrir í litlu tækjahúsi á vesturbakka árinna. Þegar fiskur gengur um teljarann skráir hann skuggamynd af viðkomandi fiski, auk þess sem stutt myndband af fiskinum er vistað (viðaukar 2 og 3). Stjórnölvann tengir sjálfvirkt skuggamyndir og myndband við aðrar upplýsingar sem skráðar eru um fiskinn, t.d. sundhraða, dagsetningu og tíma dags. Búnaðurinn notar skuggamyndina til að reikna út lengd fisksins. Myndavélin er staðsett í einingu þar sem stöðug lýsing og fjarlægð myndavélar frá fiski tryggir gæði mynda án tillits til tíma dagsins og hvort fiskur er á leið upp eða niður um teljarann. Með þessum búnaði er m.a. unnt að greina fiska til tegunda og gefur möguleika á að aðgreina eftir útliti, t.d. vegna eyðingu á uggum, laxa af eldisuppruna frá laxi af náttúrulegum uppruna.

Fiskteljaranum var komið fyrir 26. júní 2018 og var búnaðurinn starfræktur til 11. október 2018. Nokkrir erfiðleikar komu fram við starfrækslu teljarans sumarið 2018, einkum þar sem sumarið var afar votviðrasamt með tilheyrandi áhrifum á rennsli og flóð voru tíð. Vegna flóða varð að hleypa ánni framhjá teljaranum til að minnka álag á búnaðinn. Líkur eru á að fiskur hafi náð að ganga framhjá teljaranum við þær aðstæður. Í ljósi þessa verður að skoða þá umferð fiska sem skráð var um teljarann 2018 sem lágmarkstölu.

2.4. Hrygning

Reiknaður var hrygningarstofn laxa, en það er sá fjöldi laxa sem eftir er í ánni að hausti. Við mat á hrygningarstofni var veiði ofan teljara dregin frá göngunni um teljarann. Gert var ráð fyrir að hverfandi magn yrði eftir til hrygningar neðan við teljarann. Fjöldi laxahrygna sem gekk árlega í Krossá var áætlaður fyrir tímabilið 1974 –2018 og var þar stuðst við gögn úr

gagnagrunni Hafrannsóknastofnunar og Fiskistofu. Miðað var við þekkt veiðihlutfall laxa í Krossá frá 1998 – 2017 og meðaltal þess notað til að áætla veiðihlutfall árána 1974 – 1997 (smálax 0,525% og stórlax 0,637%). Sleppingar í laxveiði eru ekki algengar í Krossá, en áætluð var 30% endurveiði á slepptum löxum (Guðni Guðbergsson og Sigurður Már Einarsson, 2007). Heildarhrognafjöldi var áætlaður út frá sambandi hrognafjölda og þyngdar smálaxahrygna og stórlaxahrygna (Þórólfur Antonsson, Sigurður Már Einarsson og Guðni Guðbergsson, 2002) og umreiknaður í fjölda hroгна á flatareiningu botns (m²). Flatarmál búsvæða hefur verið metið í Krossá (Sigurður Már Einarsson, 1999).

2.5. Seiðarannsóknir

Vettvangsvinna við seiðarannsóknir í Krossá fór fram 27. september 2018. Veitt var á 6 hefðbundnum stöðum í ánni (1. mynd, viðauki 4) og var samtals veitt á 1.089 m² svæði. Seiðarannsóknir hafa verið gerðar á vatnasvæði Krossár nær samfelld frá árinu 1987, utan þess að rannsóknir fóru ekki fram árin 1993 – 1995. Í öllum tilfellum hafa rannsóknir farið fram í ágúst og september. Á veiðistöðum var veidd ein yfirferð með rafveiði og flatarmál stöðva mælt. Rafveiðar er mikilvæg aðferð til seiðarannsókna í straumvatni og gefa m.a. góða mynd af útbreiðslu fisktegunda innan vatnasvæða, þéttleika, aldri og stærð seiða.

Við rafveiðar er notaður búnaður sem samanstendur af rafstöð sem gefur frá sér um 220 volta riðstraum, sem breytt er í 300 eða 600 volta jafnstraumsspennu og um 0,5 ampera straum í spennuboxi. Í spennuboxið er annars vegar tengt hlutlaust bakskaut (katóða) sem liggur á árbotninum og hins vegar forskaut (anóða) sem leitt er með 30 – 40 metra langri snúru í rafveiðistaf, en á enda hans er málmhringur. Þegar straumi er hleypt á búnaðinn, myndast spennunur á milli bakskauts og forskauts og seiði sem lenda í rafsviðinu lamast og er þá auðvelt að háfa þau upp úr vatninu. Veiðimaðurinn fer á reglubundinn hátt yfir ákveðið flatarmál í ánni. Farin er ein yfirferð yfir rafveiðisvæðið og er vitað að einungis hluti af stofnstærð seiða á svæðinu kemur fram í veiðinni. Hins vegar hefur verið sýnt fram á að marktækt samband er á milli seiðafjölda sem veiðist í einni rafveiðumferð við heildar stofnstærð seiða á viðkomandi svæði. Því er unnt að nota veiðina sem n.k. vísitölu á seiðarþéttleika svæðisins (Friðþjófur Árnason, Þórólfur Antonsson og Sigurður Már Einarsson, 2005).

Seiðum var safnað í fötu, þau svæfð, greind til tegundar og lengdarmæld ($\pm 0,1\text{cm}$) frá snoppu að sporðsýlingu. Einnig var mestur hluti aflans vigtaður ($\pm 0,1\text{g}$). Nokkur seiði á hverri stöð voru krufin á staðnum, kyn þeirra greint og kvarnir og hreistur tekið til aldursgreininga, en öðrum seiðum sleppt að loknum mælingum. Aldur seiða var greindur með kvörnum undir víðsjá, en einnig var höfð hliðsjón af lengdardreifingu seiðanna til að ákvarða aldursskiptinguna. Við úrvinnslu gagna var seiðavísitala metin með því að reikna

fjöldi seiða sem veiddust í einni rafveiðiyfirferð eftir tegundum og aldri á 100m² botnflatarmáls. Meðallengdir og meðalþyngdir eru reiknaðar fyrir hvern árgang laxa-, bleikju- og urriðaseiða og vísitala lífmassa seiða reiknuð með því að margfalda seiðavísitölur með meðalþyngdum aldurshópa. Seiði laxfiska voru í upphafi ekki vigtuð á vettvangi vegna skorts á tækjabúnaði, en frá árinu 1997 hafa seiði verið vigtuð að hluta til eða að nær öllu leyti. Meðalþyngd seiða árin 1987–1996 var reiknuð út frá meðaltali sambands lengdar (cm) og þyngdar (g) samkvæmt jöfnunni: $Y = a + b(x)$. Þá var reiknaður Fulton holdastuðull (k) seiða (Bagenal og Tesch, 1978) fyrir hvern árgang seiða af öllum tegundum:

$$K = (\text{þyngd (g)} / \text{lengd}^3(\text{cm})) * 100$$

Holdastuðullinn er mælikvarði á holdafar seiða, en seiði í eðlilegum holdum hafa stuðul nálægt gildinu 1,0.

2.6. Hreistursýni

Hreistursýnum hefur samfelld verið safnað úr laxveiðinni í Krossá frá árinu 1990. Sýnum er safnað af hluta veiðinnar og hreisturflögur varðveittar í pappírsumslagi þar sem jafnframt eru skráðar upplýsingar um veiðidag, stærð laxa, veiðidag og kyn. Á rannsóknarstofu er afsteypu af völdum hreisturflögum þrykkt á plaststrimla og hreistrið síðan skoðað í víðsjá og rafræn mynd tekin af einni hreisturflögu. Hreisturmyndir eru þar næst myndgreindar í forritinu Fishalysis (sjá upplýsingar á heimasíðu www.fishalysis.com), þar sem aldur í ferskvatni og sjó er merktur inn á hreisturmynd, auk ummerkja um fyrri hrygningu. Þá var uppruna sýna skipt í náttúrulegan uppruna og eldisuppruna út frá seiðaaldri í fersku vatni, bakreiknaðri stærð gönguseiða og hreistursmynstri. Myndgreiningar á hreistursýnum veita upplýsingar um aldursamsetningu göngunnar og þá klakárganga sem standa undir veiðinni hverju sinni. Þá er unnt með bakreikningi á hreistri að mæla vöxt laxa í sjávarðvöl þeirra sem gefur hugmynd um vaxtarskilyrði hverju sinni á fæðuslóðum laxins.

2.7. Samband hrygningarstofns og nýliðunar – viðmiðunarmörk

Samband hrygningarstofns og nýliðunar var metið með samsvarandi hætti og var gert í Gljúfurá (Ásta Kristín Guðmundsdóttir, Jóhannes Guðbrandsson og Sigurður Már Einarsson, 2018). Notað var Ricker-fall til að lýsa sambandi hrygningar og seiðaþéttleika vetrunga (1+) og tveggja vetra seiða (2+) í rafveiðum viðkomandi hrygningarárgangs. Einnig voru bakreikningar á hlutföllum klakárganga í veiði, ásamt meðaltölum fyrir hlutfall smálaxa, kynjahlutföllum og meðalþyngd, notaðir til að áætla heildarhrognafjölda hvers árgangs fyrir veiðar. Samband heildarhrognafjölda árgangs við hrygninguna sem gaf af sér viðkomandi árgang var metið með Ricker-falli. Bæði var athugað sambandið með öllum gögnum, og þegar nokkrum útgildum var sleppt.

Þar sem vöxtur seiða er hægar í Krossá en Gljúfurá var samband hrygningar og sumruna (0+) ekki athugað þar sem vöxtur fyrsta sumarið hefur mikil áhrif á veiðni þeirra í seiðamælingum fyrsta sumarið og haustið (Friðþjófur Árnason, Þórólfur Antonsson og Sigurður Már Einarsson, 2005). Líkt og áður (Ásta Kristín Guðmundsdóttir ofl., 2017) var notast við hugbúnaðinn stan fyrir bayesíska útreikninga (Carpenter ofl., 2017) og R fyrir gagnavinnslu (R Core Team, 2017).

3. Niðurstöður

3.1. Vatnshiti

Miklar sveiflur eru á hitafari Krossár frá vori fram á haust, á þeim tíma þegar frumframleiðsla árinna er í hámarki og mestur vöxtur seiðaungviðis fiska á sér stað. Árin 2002 – 2018 var munurinn á mesta og minnsta hita hvers mánaðar um 2,5°C í maí, 5,7°C í júní, 5,1°C í júlí og 3,8°C í ágúst. Köldustu sumarmánuðir tímabilsins voru árið 2015 (maí – ágúst) en þeir hlýjustu árið 2010 (maí, júní og júlí) og árið 2003 (ágúst) (3. mynd).

3.2. Stangaveiði

Árið 2018 veiddist 91 lax, 17 urriðar og 19 bleikjur (tafla 1). Smálaxinn var ríkjandi í veiðinni, en 83 smálaxar veiddust auk 8 stórlaxa (tafla 2). Alls var 22% laxveiðinnar sleppt, þar af 87,5% stórlaxaveiðinnar (tafla 1). Hængar voru 51,8% smálaxaveiðinnar, en hrygnur voru 62,5% af stórlaxaveiðinni. Meðalþyngd smálaxa var 2,02 kg og stórlaxa 5,14 kg (tafla 2).

Lax er ríkjandi í veiðinni í Krossá og á tímabilinu 1974 – 2018 var laxveiðin að jafnaði 123 laxar, 22 bleikjur og 16 urriðar (4. mynd, viðauki 5). Bleikjuveiði hefur mest náð 86 fiskum árið 2007 og urriðaveiðin hefur mest orðið 69 fiskar árið 2005 (4. mynd). Miklar sveiflur koma fram í laxveiðinni, allt frá 26 löxum árið 1985, upp í 346 laxa árið 2008 (5. mynd, viðauki 5) sem er þrettán faldur munur á minnstu og mestu veiði. Mikil lægð kom fram í laxveiðinni í Krossá frá miðjum níunda áratugnum og fram yfir aldamót, en frá 2002 kom fram veiðitoppur þar sem veiði fór vel yfir meðalveiði flest árin (5. mynd). Frá árinu 2015 hefur laxveiðin minnkað nokkuð og var sérstaklega rýr árið 2016, er einungis 31 lax var veiddur í ánni.

Árslax úr sjó (smálax) er ríkjandi í veiðinni hverju sinni í Krossá (5. mynd, 6. mynd). Tveggja ára lax úr sjó (stórlax) var mun algengari á áttunda og níunda áratugnum, en hefur fækkað mjög frá fyrri tíð. Að meðaltali er eins árs lax með 86,3% hlutdeild af hverjum árgangi sjógönguseiða (6. mynd). Fram að aldamótum var hlutdeild smálaxa um 81% að jafnaði en frá 2000 hefur hlutdeild smálaxa aukist í 95% að meðaltali (6. mynd) og er hámarktækur munur á milli tímabila ($P < 0,001$, kíкваðrat próf).

Hlutdeild kynjanna er nokkuð breytileg eftir sjávaraldri sem skýrist af erfðum (Barson ofl., 2015). Þannig eru hængar jafnan nokkru fleiri hjá smálaxi, en hrygnur í miklum meirihluta hjá stórlaxi. Hlutdeild hrygna í Krossá var að jafnaði 46,5% hjá smálaxi, en 73,3% hjá stórlaxi (7. mynd). Miklar sveiflur koma fram í kynjahlutfalli hjá stórlaxahrygnum í Krossá, allt frá 25 – 100% af fjölda fiska. Oft eru mjög fáir stórlaxar í veiðinni í Krossá sem einkum veldur þessum mikla breytileika.

Hængar eru jafnan nokkru þyngri en hrygnur af sama sjávaraldri. Smálaxahængar í veiðinni í Krossá vógu að meðaltali 2,2 kg á árunum 1974 - 2018 en smálaxahrygnur 2,0 kg (8. mynd). Stórlaxahængar vógu 4,9 kg að meðaltali en stórlaxahrygnur 4,4 kg (8. mynd, viðauki 6). Töluverður breytileiki kom fram í meðalþyngd laxa árin 1974 –2018 og undanfarinn áratug hefur meðalþyngd smálaxa af báðum kynjum verið undir langtíma meðaltali (8. mynd).

3.3. Laxagöngur og veiðihlutfall

Talningar á laxgengd í Krossá hafa nú staðið samfelld í 21 ár. Árið 2018 var nettóganga um teljarann í Krossá 21 bleikja, 99 laxar og 57 urriðar (tafla 3). Flestir laxanna gengu í júlí en bleikja og urriði voru mest á ferðinni í september (9. mynd). Af þessum tegundum var minnsta flakkið á laxinum, en mest á bleikjunni (tafla 3). Auk laxfiskanna þriggja komu óvæntir gestir fram á sjónarsviðið í teljaranum þann 19. september, bæði gulönd (*Mergus merganser*) og minkur (*Mustela vison*) (viðauki 3).

Lengdardreifing á laxi var frá 40 – 97 cm, bleikju frá 24 – 45 cm og urriða 24 –73 cm (10. mynd). Lítil skörun kom því fram á milli lax og bleikju, en veruleg skörun varð á milli lax og urriða. Hjá eldri gerð teljara hefði því fjöldi laxa verið ofmetinn en urriða vanmetinn.

Hlutfall stangaveiðinnar af smálaxagöngunni á tímabilinu 1998 –2018 var að meðaltali 54,8% en spönnin nær frá 42,0 – 90,7% (tafla 4). Hlutfall stangveiðinnar af stórlaxagöngunni var að meðaltali 61,1%, en spönnin er 25,0 – 100%. Stórlaxar eru oft á tíðum mjög fáir í Krossá sem getur haft mikil áhrif á veiðihlutfallið hverju sinni. Hámarktækt samband er á milli göngunnar og veiðinnar í Krossá, bæði hjá smálaxi (11. mynd (a)) ($P < 0,0001$) og stórlaxi (11. mynd (b)) ($P < 0,0001$). Laxveiðin hverju sinni er því hámarktækur mælikvarði á stofnstærð laxa sem ganga í ána á ári hverju.

3.4. Hrygning

Hrygning laxa í Krossá árið 2018 var áætluð um 128.000 hrogn sem svarar til 1,1 hrogn/m² (viðauki 7). Hrygningarstofninn er þó líklega vanáætlaður árið 2018 þar sem hluti göngunnar er talinn hafa gengið framhjá teljaranum í vatnavöxtum um sumarið. Áætlaður hrognafjöldi árið 2018 er því lágmarksgildi.

Á tímabilinu 1974 – 2017 var hrognafjöldi Krossár reiknaður að jafnaði 322 þúsund hrogn og spannaði hrygningin allt frá 60 þúsund hrognum í 860 þúsundir hrogna (12. mynd). Hrognafjöldinn var að meðaltali 2,8 hrogn á hvern fermeter árbotns og spannaði gildi frá 0,5 – 7,7 hrogn/m² (13. mynd). Breytileikinn í hrygningunni var því fjórtánfaldur frá minnstu til mestu hrygningar. Mikil lægð kom fram í hrognafjölda frá miðjum níunda áratugnum fram yfir síðustu aldamót, en frá 2003 kom fram toppur í hrognafjölda allt til ársins 2014, en undanfarin ár hefur aftur komið lægð í hrygninguna (13. mynd). Þannig reiknast hrygningarárgangar árin 2015, 2016 og 2018 allir fremur slakir.

3.5. Seiðaathuganir

Haustið 2018 var rafveitt á þeim sex stöðum sem árlega eru vaktaðir í seiðaathugunum í Krossá. Allir laxfiskarnir (lax, urriði og bleikja) komu fram í seiðaathuguninni haustið 2018 (tafla 5). Lax var ríkjandi og veiddust að meðaltali 23,8 seiði/100 m², allt frá 7,4 – 35,6 á einstökum veiðistöðum. Heildarvísitala urriðaseiða var 2,2/100 m² og kom urriði fyrir á öllum veiðistöðum utan efstu stöðvarinnar (tafla 5). Þéttleiki bleikju var mjög lítill, 0,1/100 m² og veiddist bleikja aðeins á neðstu stöðinni í Krossá. Alls komu fram sex aldurshópar laxaseiða (14. mynd) og fimm hjá urriða (15. mynd). Holdastuðull laxaseiða í einstökum aldurshópum reiknaðist frá 1,03 – 1,09 og 1,0 – 1,15 hjá urriða (tafla 6), en gildi holdastuðuls um 1,0 lýsir fiski í eðlilegum holdum.

Seiðavísitala Krossár hefur verið vöktuð nær samfelld frá árinu 1987, utan áranna 1993 – 1995 þegar rannsóknir lágu niðri (tafla 7, 16. mynd). Nýliðun laxaseiða mældist almennt lág í Krossá fyrri hluta tímabilsins, en frá 2003 sýndu mælingar aukna nýliðun seiða á fyrsta ári og aukinn þéttleiki eldri aldurshópa í kjölfarið (16. mynd). Mesta nýliðunin mældist árin 2009 og 2010. Þetta tímabil náði fram til ársins 2014, er nýliðunin var flest ár um eða yfir langtíma meðaltali. Eftir það hefur nýliðun mælst afar breytileg en undir langtíma meðaltali og sérstaklega mældist klakárgangurinn frá 2015 slakur (16. mynd).

Vöxtur laxaseiða sem endurspeglast í meðallengdum laxaseiða í sýnatökum á hverju hausti sýndi aukningu í meðallengd frá því að sýnatökur hófust árið 1987 fram að miðjum fyrsta áratug þessarar aldar (17. mynd). Eftir það hefur dregið úr meðallengdum seiða, sbr. lítinn vöxt árin 2015, en meðallengdir hafa aukist á ný frá þeim tíma.

Vísitala lífmassa laxaseiða (g/100 m²) reiknaðist 114,4 g/100 m² árið 2018, en meðallífmassi laxaseiða í Krossá er 144,4 g/100 m² (17. mynd, viðauki 8). Lífmassi laxaseiða í Krossá mældist lægstur 37 g/m² árið 1997, en hæsta gildi lífmassans var árið 2011 eða 442 g/100 m². Lífmassi laxaseiða mældist flest ár lágur fram yfir síðustu aldamót, en var í hámarki árin 2004 – 2012, en hefur verið undir langtíma meðaltali frá þeim tíma (18. mynd).

Mælingar á holdastuðli (K) hafa verið gerðar frá árinu 1997 (tafla 7, 19. mynd). Á þessum tíma hefur þyngdarstuðullinn mælst frá 0,98 árin 2010 – 2011 og upp í 1,3 árið 1998 (19. mynd). Þyngdarstuðullinn hefur marktækt farið lækkandi á þessu tímabili ($r^2 = 0,51$, $P < 0,0001$).

3.6. Hreistursýni

Árið 2018 var hreistursýnum safnað af 55 löxum úr stangveiðinni í Krossá, þar af voru 53 á fyrstu hrygningargöngu (tafla 8a), en tveir laxar höfðu hrygnt áður (tafla 8b). Laxar sem áður höfðu hrygnt voru af smálaxastærð og höfðu gengið í sjó vorið 2018 og snúið samsumars í ána eftir stutta sjávardvöl. Ferskvatnsaldur laxa í Krossá sumarið 2018 spannaði 1 – 5 ár en voru að langmestu leyti upprunnir úr klaki árinna (2 – 5 ár í ferskvatni) eða 98,2% sýnanna (tafla 8c). Einn lax (1,8%) sýndi eitt ár í ferskvatni og var af sleppiuppruna. Stærstur hluti laxa í sýnatökunni hafði dvalið þrjú eða fjögur ár í ferskvatni fyrir sjógöngu og voru samtals 87,3% af sýnafjöldanum (tafla 8c).

Hreistursýnum af 2.060 löxum úr stangveiðinni í Krossá hefur verið safnað á tímabilinu 1990 – 2018 eða sem svarar til 61,1% af fjölda veiddra laxa (tafla 9). Ferskvatnsaldur laxa úr sýnatökunni greindist á bilinu 1 – 6 ár. Laxar sem sýna 1 árs dvöl í ferskvatni við útgöngu geta verið flækingar frá sleppingum sjógönguseiða til fiskiræktar í veiðiám eða eru upprunnir úr hafbeit eða eru flækingar úr sjókvíaeldi. Hlutdeild eldislaxa (1 ár í ferskvatni) í hreistursýnum var að jafnaði 5,4%, eða allt frá því að engin sýni komu fram úr eldi/hafbeit upp í 19,6% árið 1996 (tafla 9). Hlutdeild eldislaxa/hafbeitarlaxa var einkum veruleg á tíunda áratugnum (9,5%), en frá þeim tíma hafa fáir eldislaxar komið fram í veiðinni eða einungis 2,5% af sýnafjöldanum (tafla 9). Laxar af náttúrulegum uppruna dvelja 2 – 6 ár í ánni. Laxar sem sýna tveggja eða fimm ára dvöl eru fremur fátíðir og aðeins tveir laxar með sex ára ferskvatnsdvöl hafa komið fram (tafla 9). Algengast er að laxar dvelji fjögur ár í ánni (47%) en þriggja ára dvöl er einnig algeng (40,5%). Ferskvatnsdvöl laxa í Krossá á tímabilinu 1990 – 2018 er þannig 3,59 ár að meðaltali (tafla 10) en fór lækkandi fram yfir síðustu aldamót (20. mynd). Á árunum 2000 – 2005 fóru seiðin þannig mun yngri en áður til sjávar. Undanfarin ár hefur meðalaldur farið hækkandi á ný (20. mynd).

Laxgengd og veiði hverju sinni er samsett af nokkrum klakárgöngum laxa. Á Vesturlandi þar sem eins árs lax úr sjó er ríkjandi, eru það yfirleitt tveir klakárgangar hverju sinni sem bera uppi veiðina. Langtíma vöktun með árlegri söfnun hreistursýna gefur færi á að uppreikna hlutdeild hvers klakárgangs í veiðinni hverju sinni og kanna þann heildarfjölda laxa sem hver árgangur skilar. Það tekur 3 – 5 ár fyrir hvern árgang seiða að skila sér að fullu inn í veiðina (tafla 10). Klakárgangar frá árunum 1986 – 1997 skiluðu einungis 60 löxum að meðaltali (tafla 10, 21. mynd) en eftir það fóru endurheimtur klakárganga að aukast og árgangar 1998

– 2009 skiluðu 204 löxum í veiði að meðaltali. Endurheimtur hafa minnkað á ný og klakárgangar 2010 – 2012 hafa allir skilað innan við 100 löxum í veiði (21. mynd).

3.7. Tengsl laxahrygningar, seiðafjölda og endurheimtna í veiði

Samband hrygningar og seiðapéttleika sýna skýr tengsl þessara tveggja þátta, þar sem líkur á góðri nýliðun aukast með aukinni hrygningu (22. mynd, 23. mynd). Það er engu að síður töluverður breytileiki í nýliðun og ekki alltaf á vísan að róa þrátt fyrir góða hrygningu. Til dæmis sker hrygningarárgangur frá 2008 sig úr með mikla nýliðun. Tveir aðrir árgangar með öflugra hrygningu, sýna aftur á móti mun verri nýliðun (2005, 2010). Sambandið var því einnig athugað þegar þessum þremur árgöngum var sleppt.

Samband vetrunga (1+) og tveggja vetra (2+) seiða sýnir að lítil afföll virðast eiga sér stað eftir fyrsta vetur og líklega skipta aðstæður og samkeppni á fyrsta sumri og vetri mestu um nýliðun (24. mynd).

Mat á þeirri hrygningu sem gefur hámarksnýliðun (S_{max}) var breytileg eftir því hvort útgildi voru höfð með eða ekki og eftir því hvaða aðferð var beitt við útreikninga. Þau voru lægst þegar samband hrygningar við hrognafjölda sama árgangs var metið og útgildum sleppt eða 2,27 hrogn/m² og hæst þegar tveggja skrefa aðferð frá hrognum upp í tveggja vetra seiði (2+) með 1+ seiði sem millistig eða 6,04 hrogn/m² (tafla 11). Þar sem máttur tilviljana er mikill í svo litlum stofni eins og finnst í Krossá eru öryggismörk fyrir stika fremur víð. Þá hrygningu sem gefur hámarks afrakstur er einungis hægt að meta þegar hrygning og nýliðun er á sama skala (hrogn/m²) og var metin 2,05 hrogn/m² með öllum gögnum og 1,55 hrogn/m² þegar útlögum var sleppt (25. mynd).

Að teknu tilliti til óvissu í mati á stikum og varúðarreglu er lagt til til að hrygningarmarkmið í Krossá verði 4,00 hrogn á m². Einnig eru aðgerðarmörk skilgreind og lögð til við þá hrygningu sem gefur 90% af hámarksnýliðun. Miðað við Ricker samband er það við 60,83% af hámarksnýliðun, S_{max} , eða 2,43 hrogn/m². Varúðarmörk (lokunarmörk) skilgreind við þá hrygningu sem gefur 50% af hámarksnýliðun sem er 23,20% af S_{max} eða 0,93 hrogn/m². Til að ná hrygningarmarkmiði þarf að skilja eftir 80 hrygnur í ánni miðað við að 95,5% hrygnanna séu smálaxar og að þær séu í meðalþyngd. Hrygningarstofninn þarf þá að vera 165 laxar ef kynjahlutföll eru í samræmi við veiðar. Til að vera yfir aðgerðarmörkum þarf minnst 49 hrygnur og þá 100 laxa, en 19 hrygnur og 39 laxa til að vera yfir varúðarmörkum. Frá 1974 hefur hrygningin verið fimm sinnum undir varúðarmörkum, 17 sinnum verið milli varúðarmarka og aðgerðarmarka, 13 sinnum verið milli aðgerðarmarka og hrygningarmarkmiðs og 10 sinnum verið yfir hrygningarmarkmiði (26. mynd (A)).

Hægt er að skilgreina viðmiðunarmörk fyrir seiðapéttleika. Mat á seiðapéttleika er annar mælikvarði á afrakstri eftir hrygninguna og í mörgum tilfellum eini áreiðanlegi mælikvarðinn

sem til er þar sem ekki eru beinar talningar á göngu en seiðamælingar gerðar. Hámarksnýliðun (R_{max}) var metin frá 7,74 – 10,17 seiði/100m² fyrir tveggja vetra seiði, eftir því hvaða aðferð var notuð (tafla 11). Þar sem ekki eru skýr þéttleikaáhrif milli annars og þriðja sumars í ánni (1+ og 2+ seiða) eru þéttleikamarkmið fyrir 1+ og 2+ sett sem 8 seiði/100m². Aðgerðarmörk eru því 90% af því eða 7,2 seiði/100m² og varúðarmörk við 4,0 seiði/100m². Frá 1986 hefur seiðapéttleiki 1+ seiða farið níu sinnum undir varúðarmörk og átta sinnum hjá 2+ seiðum. Þéttleikinn hjá 1+ seiðum hefur sex sinnum verið á milli varúðar og aðgerðarmarka og í 10 skipti hjá 2+ seiðum. Hjá 1+ seiðum hefur þéttleikinn verið fimm sinnum milli aðgerðar- og þéttleikamarkmiðs og hjá 2+ seiðum tvisvar sinnum. Seiðapéttleikinn hefur níu sinnum verið yfir þéttleikamarkmiði bæði hjá 1+ og 2+ seiðum (26. mynd (B,C)).

4. Umræður

Veiðiskráning í Krossá sýnir að Atlantshafslax er ríkjandi tegund í stangaveiði í ánni, en veiðar á bleikju (sjóbleikja) og urriða (sjóbirtingi) eru að meðaltali innan við fjórðungur af heildarveiði laxfiska. Hlutfall bleikju sem kemur fram í vöktunarmælingum á þéttleika laxfiskaseiða í ánni er jafnan óverulegt, en urriðaseiði eru hins vegar algeng í Krossá en þó er þéttleiki (seiðavísitala) þeirra mun lægri en laxaseiða. Sjóbleikja sem kemur fram í veiðinni í Krossá er oft fremur smá og veiðist yfirleitt á neðstu veiðistöðum árinna. Bleikjuseiði kjósa sér yfirleitt fíngerðari botn og minni straumhraða en laxaseiði. Lítil þéttleiki þeirra í rafveiði getur hugsanlega endurspeglað það að rafveiðistöðvar hafa verið valdar fremur vegna vöktunar á laxaseiðum í ánni, þ.e. á grófari botni við meiri straumhraða, sem er einkennandi búsvæði fyrir lax (Þórólfur Antonsson, 2000). Einnig er vel þekkt að bleikja getur leitað sem geldfiskur til vetursetu inn í önnur vatnakerfi en þar sem fiskurinn ólst upp á seiðastigi (Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson, 1996).

Með tilkomu nýja teljarans í Krossá er unnt að greina á milli fisktegunda sem ganga um teljarann og nákvæm talning gefur einnig færi á nákvæmu mati á stofnstærð og veiðihlutfalli fiska sem ganga um teljarann. Þá gefur myndgreining færi á því að þekkja fiska af eldisuppruna vegna útlits á uggum og einnig er möguleiki á að greina þéttleika lúsa á laxfiskunum sem ganga um teljarann. Í talningunni kom fram töluverð skörun á milli lax og sjóbirtings. Með fyrri gerð teljara í Krossá hefði fjöldi urriða verið vanmetinn en laxafjöldinn á hinn bóginn ofmetinn. Laxagöngurnar voru hins vegar að stærstum hluta komnar inn fyrir miðjan ágúst en sjóbirtingur gekk fremur um haustið. Með starfrækslu nýja teljarans yfir nokkur ár verður hugsanlega unnt að leiðrétta fyrri tölur um tegundasamsetningu göngunnar áður fyrr. Veiðihlutfall laxa mældist mjög hátt árið 2018 og það hæsta frá upphafi talninga.

Mikill vatnagangur sumarið 2018 leiddi til þess að hleypa varð vatni framhjá teljaranum í miklum vatnavöxtum og er líklegt að hluti göngunnar hafi gengið framhjá teljaranum. Æskilegt væri að endurnýja teljaraþröskuld þann sem notaður hefur verið um árabili í Krossá og byggja nýjan nokkru neðar af sömu gerð og byggður hefur verið í Langdalsá og Vesturdalsá í Vopnafirði, þannig að tryggt verði að allur fiskur muni framvegis ganga um teljarann. Við yfirferð á myndum úr teljaranum í Krossá kom enginn lax fram sem bar eldiseinkenni og ekki varð heldur vart við slíka laxa í afla stangaveiðimanna.

Að meðaltali veiðist 54,8% smálaxaveiðinnar og 61,0% stórlaxaveiðinnar í Krossá. Þessar niðurstöður eru í samræmi við mælingar á veiðihlutfalli í íslenskum ám þar sem fiskteljarar eru til staðar, en algengt er að um 50% smálax veiðist og um 70% stórlaxa (Ingi Rúnar Jónsson, Þórólfur Antonsson og Sigurður Guðjónsson, 2008; Sigurður Már Einarsson og Ásta Kristín Guðmundsdóttir, 2019). Veiðihlutfallið er mun lægra, t.d. í Laxá í Leirársveit þar sem lax gengur inn í stöðuvötn á vatnasviðinu og ofan Glanna í Norðurá þar sem veiðinýtingin fer fram á mjög stóru svæði sem að hluta til nýtur veiðifriðunar (Ásta Kristín Guðmundsdóttir og Sigurður Már Einarsson, 2019a, 2019b). Víða erlendis er veiðihlutfall á laxi í stangaveiði miklu lægra en í íslenskum ám og hefur það m.a. verið skýrt með tærleika árvatnsins á Íslandi, góðrar þekkingar veiðimanna á veiðistöðum og aðgengi að þeim (Einarsson og Guðbergsson, 2003).

Mikill breytileiki í nýliðun við mikla hrygningu flækir töluvert ákvörðun á viðmiðunarmörkum. Hrygningarárgangur 2008 kemur úr mestu hrygningu sem verið hefur í Krossá og mældist framúrskarandi sterkur í rafveiðum meðan hans naut við í ánni. Hann skilaði sér svo í ágætis veiði þrátt fyrir að koma fram í veiðinni 2014 sem var mjög léleg. Til að mynda voru endurheimtur úr Elliðaánum aðeins 4,2% fyrir þann gönguseiðaárgang meðan 10 ára meðaltal er 10,43% (ICES, 2019). Hrygningarárgangar 2005 og 2010 voru aftur á móti frekar slakir í rafveiðum þrátt fyrir góða hrygningu en sem klakseiði (0+) lentu þeir í frekar köldu vori og fyrri hluta sumars (2. mynd). Það gæti því verið nauðsynlegt að taka tillit til umhverfisþátta þegar meta á samband hrygningar og nýliðunar og hafa niðurstöður seiðamælinga til hliðsjónar. Eins er hugsanlegt að samkeppni frá eldri árgöngum hafi áhrif á afföll seiða og er þá um þéttleikaháð afföll að ræða. Æskilegt er að skoða þessa þætti frekar einkum tengsl affalla í ánum í tengslum við umhverfisskilyrðis s.s. vatnshita og vatnsrennsli.

Að teknu tilliti til óvissu í mati á þeim stikum sem lagðar eru til grundvallar er lagt til að hrygningarmarkmið fyrir Krossá verði 4,00 hrogn á m², aðgerðarmörk 2,43 hrogn/m² og varúðarmörk 0,93 hrogn/m². Samkvæmt þessum niðurstöðum hefur hrygningin í Krossá undanfarna áratugi oft verið undir bæði hrygningarmarkmiði og aðgerðarmörkum og síðastliðin 45 ár hefur Krossá aðeins í 10 skipti verið yfir hrygningarmarkmiði og samtals 23 sinnum yfir aðgerðarmörkum. Frá því að mælingar á seiðapéttleika hófust 1987 (29 ár) hefur

Krossá aðeins verið í níu skipti yfir þéttleikamarkmiði hjá 1+ og 2+ seiðum og í 14 skipti yfir aðgerðarmörkum hjá 1+ seiðum og 11 sinnum hjá 2+ seiðum. Krossá hefur þannig oft verið undir þeim mörkum sem tryggja að áin nýtist með sem bestum hætti til seiðaframleiðslu. Á þessum langa tíma hafa margháttáðar breytingar átt sér stað í samsetningu laxastofnsins og veiðinýtingunni sjálfri. Hlutfall stórlaxa lækkaði mjög eftir miðjan níunda áratuginn sem hafði neikvæð áhrif á hrygninguna. Fyrri hluta tímabilsins var maðkveiði algengust og nær engin hefð fyrir sleppingum í veiðinni (veitt og sleppt). Laxastofninn í Krossá er afar lítill og miklar sveiflur hafa einkennt laxagöngur og veiðina í gegnum tíðina.

Í ljósi þessarar umræðu er hér lagt til að veiðistjórnun í Krossá verði breytt þannig að eingöngu veiðar á flugu verði leyfðar í stangaveiði og öllum fiski verði sleppt a.m.k. þar til stofninn verður ofna viðmiðunarmarkað. Sú vöktun sem er í ánni ætti fljótlega að leiða í ljós (fisktalning, veiði, seiðaathuganir) hvernig burðargeta árinna nýtist í breyttu veiðiumhverfi. Þess ber að geta hér að ábyrgð á veiðinýtingu og veiðistjórnun hvílir á viðkomandi veiðifélögum skv. lögum um lax- og silungsveiði sem kveða á um að nýting skuli vera sjálfbær (Lög um Lax- og silungsveiði nr. 61/2006). Laxastofn Krossár er lítill og sveiflur í umhverfi eru miklar hin síðustu ár, s.s. vegna mismunandi endurheimtna úr sjó. Þannig getur laxastofninn lent undir miklu álagi þegar umhverfið er óhagstætt. Því er enn mikilvægara að laxastofninn sé yfir hrygningarmarkmiði.

5. Þakkarorð

Trausti Bjarnason fyrrum formaður Veiðifélags Krossár og bóndi á Á og „altnuligmaður“ fær sérstakar þakkir fyrir margháttáða aðstoð í gegnum árin við söfnun hreistursýna, smíði á grindum og tækjavinnu. Fjölmargir starfsmenn Veiðimálastofnunar og Hafrannsóknastofnunar (frá 2016) hafa veitt margvíslega aðstoð við sýnatökur, sérstaklega Rúnar Ragnarsson, Björn Theódórsson, Halla Kjartansdóttir, Ingi Rúnar Jónsson og Sigurður Óskar Helgason. Bjarki Þór Elvarsson og Guðni Guðbergsson lásu yfir handrit af skýrslunni og færðu margt til betri vegar. Þessum aðilum er öllum þakkað framlag til þessa verks.

6. Heimildir

- Ásta Kristín Guðmundsdóttir og Sigurður Már Einarsson. (2019a). *Fiskirannsóknir á vatnasvæði Laxár í Leirársveit*. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2919-25. 26 bls.
- Ásta Kristín Guðmundsdóttir og Sigurður Már Einarsson. (2019b). *Vöktun laxastofna á vatnasvæði Norðurár í Borgarfirði 2018*. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2019-17. 25 bls.
- Ásta Kristín Guðmundsdóttir, Jóhannes Guðbrandsson og Sigurður Már Einarsson. (2018). *Viðmiðunarmörk hrygningar í Gljúfurá í Borgarfirði/Spawning reference points in Gljúfurá in Borgarfjörður*. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2018-10. 34 bls.
- Bagenal, T.B. and Tesch, F.W. (1978). *Age and Growth bls. 101-136*. Í: IBP Handbook No 3. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters, T. Bagenal (ritstj.). Blackwell Scientific Publications. Oxford. Þriðja útgáfa.
- Barson N.J., Aykanat T., Hindar K., Baranski M., Bolstad G.H., Fiske P., Jacq C., Jensen AJ, Johnston S.E., Karlsson S., Kent M., Moen T., Niemela E., Nome T., Næsje T.F, Orell P., Romakkaniemi, Sægvog H., Urdal K., Erkinaro K., Lien S. And Primmer C.R. (2015). *Sex dependent dominance at a single locus maintains variation in age at maturity in salmon*. Research letter. Nature. Doi: 10.1038/nature 16062.
- Carpenter B., Gelman A., Hoffman M.D., Lee, Goodrich B., Betancourt M., Brubaker M., Guo J., Li P. and Riddell A. (2017). Stan: A probabilistic programming language. *Journal of Statistical Software* 76(1). DOI 10.18637/jss.v076.i01.
- Einarsson S.M. and Guðbergsson G. (2003). The effects of net fishery closure on angling catch in the River Hvítá, Iceland. *Fisheries Management and Ecology* (10) 73-78.
- Friðþjófur Árnason, Þórolfur Antonsson og Sigurður Már Einarsson. (2005). Evaluation of single pass electric fishing to detect changes in population size of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) juveniles. *Icel. Agric. Sci.* 18, 67-73.
- Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson. (2019). *Lax- og silungsveiðin 2018 / Catch statistics for Atlantic salmon, Arctic charr and brown trout in Icelandic rivers and lakes 2018*. HV 2019-42. 36 bls.
- Guðni Guðbergsson og Þórolfur Antonsson. (1996). *Fiskar í ám og vötum*. Landvernd.
- Guðni Guðbergsson og Sigurður Már Einarsson. (2007). *Áhrif veiða og sleppa á laxastofna og veiðitölur*. Fræðaping landbúnaðarins 4. Bls: 196-204.
- Hafdís Hauksdóttir (1999). *Fiskvegir á Íslandi. Fjöldi þeirra, virkni og opnun á búsvæðum laxa*. Landbúnaðarháskólinn á Hvanneyri. BS ritgerð. 33 bls.
- ICES. (2019). *Working Group on North Atlantic Salmon (WGNAS)*. ICES Scientific Reports. 1:16. 368 pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.4978>.
- Ingi Rúnar Jónsson, Þórolfur 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, bls. 61-68.
- Jón Bjarnason. (1998). Krossá á Skarðsströnd. Veiðistaðalýsing. Veiðimaðurinn 54. ár nr. 156 júní 1998. 68 – 70.
- Lög um lax- og silungsveiði nr. 61/2006.
- Ragnar Jóhannsson, Sigurður Guðjónsson, Agnar Steinarsson og Jón Hlöðver Friðriksson. (2017). *Áhættumat vegna mögulegrar erfðablöndunar milli eldislaxa og náttúrulegra laxastofna á Íslandi*. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2017-027. 38 bls.
- R Core Team. (2017). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Sigurjón Rist. (1990). *Vatns er þörf*. Bókaútgáfa Menningarsjóðs, Reykjavík 248 bls.
- Sigurður Már Einarsson. (1987). *Rannsókn á laxastofni Krossár á Skarðsströnd*. Veiðimálastofnun. Skýrsla. VMST-V/87022. 8 bls.
- Sigurður Már Einarsson. (1988). *Krossá á Skarðsströnd. Fiskirannsóknir 1988*. Veiðimálastofnun. Skýrsla. VMST-V/88022X. 5 bls.

- Sigurður Már Einarsson. (1990a). *Krossá á Skarðsströnd. Fiskirannsóknir 1989*. Veiðimálastofnun. Skýrsla. VMST-V/90002X. 9 bls.
- Sigurður Már Einarsson. (1990b). *Krossá á Skarðsströnd 1990*. Veiðimálastofnun. Skýrsla. VMST-V/90014X. 8 bls.
- Sigurður Már Einarsson. (1991). *Laxastofn Krossár á Skarðsströnd*. Veiðimálastofnun. Skýrsla. VMST-V/91028X. 11 bls.
- Sigurður Már Einarsson. (1995). *Krossá á Skarðsströnd. Fiskirannsóknir 1994*. Veiðimálastofnun. Skýrsla. VMST-V/95006X. 6 bls.
- Sigurður Már Einarsson. (1999a). *Samantekt rannsókna á fiskstofnum Krossár á Skarðsströnd*. Veiðimálastofnun Vesturlandsdeild. Skýrsla. VMST-V /99010. 29 bls.
- Sigurður Már Einarsson. (1999b). *Krossá á Skarðsströnd 1999. Seiðabúskapur og göngur laxfiska*. Veiðimálastofnun Vesturlandsdeild. Skýrsla. VMST-V/1999015. 16 bls.
- Sigurður Már Einarsson. (1999c). *Búsvæði laxfiska í Krossá á Skarðsströnd*. Veiðimálastofnun Vesturlandsdeild. Skýrsla. VMST-V/99001. 7 bls.
- Sigurður Már Einarsson. (2001). *Krossá á Skarðsströnd 2001. Göngur laxfiska og seiðabúskapur*. Veiðimálastofnun Skýrsla. VMST-V/01014. 13 bls.
- Sigurður Már Einarsson og Ingi Rúnar Jónsson. (2003). *Laxveiði, göngur og seiðabúskapur í Krossá á Skarðsströnd árið 2002*. Veiðimálastofnun. VMST-V/0305. 15 bls.
- Sigurður Már Einarsson og Ásta Kristín Guðmundsdóttir. (2019). *Langá á Mýrum 2018. Samantekt um vöktunarrannsóknir*. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2019-22. 21 bls.
- White J, Ó Maolédigh N, Gargan P, Eyto EF, Chaput G, Roche W, McGinnity P, Crozier WW, Boylan P, Doherty D, O'Higgins K, Kennedy B, Lawler I, Lyons D and Marnell F. (2016). Incorporating natural variability in biological reference points into management of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) stocks to returning home waters. *ICES Journal of Marine Science*, 73(6). Doi: 10.1093/icesjms/73/6/1513. pp 1513-1524.
- Pórolfur Antonsson. (2000). *Verklýsing fyrir mat á búsvæðum seiða laxfiska í ám*. Veiðimálastofnun. VMST_R/0014. 8 bls.
- Pórolfur Antonsson, Sigurður Már Einarsson og Guðni Guðbergsson. (2002). *Veiðilág, stærð hrygningarstofns og nýliðun í litlum ám*. Veiðimálastofnun. VMST-R/0204. 31. Bls.

7. Töflur

Tafla 1. Stangaveiði í Krossá á Skarðsströnd árið 2018, skipt eftir tegundum og sjávaraldri. Afli og hlutdeild fiska sem er sleppt kemur fram.

Tegundir	Veiði	Landað	Sleppt	% Sleppt
Lax alls	91	71	20	22,0
Lax 1 ár í sjó	83	70	13	15,7
Lax 2 ár í sjó	8	1	7	87,5
Urriði	17	17	0	0,0
Bleikja	19	17	2	10,5

Tafla 2. Laxveiðin í Krossá á Skarðsströnd 2018 eftir meðalþyngd og sjávaraldri.

Ár í sjó	Hængar			Hrygnur			Samtals	
	fj	%	meðalþ	fj	%	meðalþ	fj	%
1	43	51,8	2,15	40	48,2	1,87	83	2,02
2	3	37,5	6,00	5	62,5	4,62	8	5,14
Alls	46	50,5	2,41	45	49,5	2,19	91	2,30

Tafla 3. Umferð fiska (upp, niður og nettó = upp - niður) eftir tegundum skráð um fiskteljara í Krossá á Skarðsströnd frá 26. júní – 11. október 2018.

Mánuðir	Bleikja			Lax			Urriði		
	Upp	Niður	Nettó	Upp	Niður	Nettó	Upp	Niður	Nettó
Júní	1	0	1	2	0	2	1	0	1
Júlí	8	1	7	88	1	87	8	1	7
Ágúst	12	14	-2	13	3	10	14	2	12
September	18	3	15	1	1	0	52	15	37
Oktober	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Samtals	39	18	21	104	5	99	75	18	57

Tafla 4. Laxveiði ofan og neðan fiskteljara skipt eftir sjávaraldri, laxagöngur eftir sjávaraldri um fiskteljara og veiðihlutfall göngunnar í Krossá 1998 - 2018.

Ár	Laxveiði ofan teljara			Laxveiði neðan teljara			Laxaganga ofan teljara			Hrygningarstofn ofan teljara			Veiðihlutfall ofan teljara		
	1SW	2SW	Alls	1SW	2SW	Alls	1SW	2SW	Alls	1SW	2SW	Alls	1SW	2SW	Alls
1998	49	1	50	0	0	0	86	3	89	37	2	39	57,0	33,3	56,2
1999	63	5	68	3	0	3	111	6	117	48	1	49	56,8	83,3	58,1
2000	29	1	30	3	0	3	66	1	67	37	0	37	43,9	100,0	44,8
2001	44	4	48	4	0	4	88	5	93	44	1	45	50,0	80,0	51,6
2002	129	2	131	3	0	3	183	3	186	54	1	55	70,5	66,7	70,4
2003	82	6	88	6	1	7	184	9	193	102	3	105	44,6	66,7	45,6
2004	198	7	205	3	0	3	384	11	395	186	4	190	51,6	63,6	51,9
2005	163	8	171	15	1	16	388	17	405	225	9	234	42,0	47,1	42,2
2006	191	1	192	4	0	4	413	4	417	222	3	225	46,2	25,0	46,0
2007	95	5	100	5	1	6	195	8	203	100	3	103	48,7	62,5	49,3
2008	303	15	318	28	0	28	563	21	584	260	6	266	53,8	71,4	54,5
2009	208	9	217	34	1	35	352	11	363	144	2	146	59,1	81,8	58,1
2010	185	8	193	126	6	132	357	10	367	172	2	174	51,8	80,0	52,6
2011	157	11	168	33	3	36	333	14	347	176	3	179	47,1	78,6	48,4
2012	155	5	160	4	0	4	271	9	280	116	4	120	57,2	55,6	57,1
2013	191	6	197	28	0	28	328	13	341	137	7	144	58,2	46,2	57,8
2014	90	10	100	23	0	23	167	24	191	77	14	91	53,9	41,7	52,4
2015	78	4	82	11	0	11	129	6	135	51	2	53	60,5	66,7	60,7
2016	27	1	28	2	1	3	47	2	49	20	1	21	57,4	50,0	57,1
2017	94	5	99	9	0	9	189	11	200	95	6	101	49,7	45,5	49,5
2018	78	5	83	6	2	8	86	13	99	8	8	16	90,7	38,5	81,8
Meðaltö	124	6	130	17	1	17	234	10	244	110	4	114	54,8	61,1	54,6
Max	303	15	318	126	6	132	563	24	584	260	14	266	90,7	100,0	81,8
Min	27	1	28	0	0	0	47	1	49	8	0	16	42,0	25,0	42,2

Tafla 5. Vísitala þéttleika einstakra árganga laxa- urriða- og bleikjuseiða í seiðarannsóknnum í Krossá 27. september 2018.

Stöð	Svæði m ²	Lax: Fj. í einni umferð/100 m ²							Urriði: Fj. í einni umferð/100 m ²							Bleikja Samtals	
		0+	1+	2+	3+	4+	5+	Samtals	0+	1+	2+	3+	4+	5+	Samtals		
1	195	11,8	3,6	5,1	5,1	1,0	0,0	26,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	182	4,4	13,2	14,8	0,5	0,5	0,0	33,5	2,2	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	3,8	0,0	0,0
3	174	8,0	14,4	10,3	2,9	0,0	0,0	35,6	0,6	1,7	0,6	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0
4	135	0,0	0,0	3,7	2,2	0,7	0,7	7,4	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0
5	233	6,9	8,2	2,1	1,3	7,7	0,4	26,6	0,0	0,9	1,3	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0
6	170	0,0	3,5	0,0	9,4	0,0	0,0	12,9	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	0,6	0,6
Samtals	1089	5,2	7,1	6,0	3,6	1,7	0,2	23,8	0,5	1,3	0,3	0,1	0,1	0,0	2,2	0,1	0,1

Tafla 6. Meðallengd og meðalholdastuðull mismunandi aldurshópa laxa- og urriðaseiða í Krossá á Skarðsströnd 27. september 2018.

Aldur seiða	Lax						Urriði					
	Lengd cm			Holdastuðull			Lengd cm			Holdastuðull		
	N	MT	SF	N	MT	SF	N	MT	SF	N	MT	SF
0+	61	3,3	0,20	48	1,06	0,13	5	3,8	0,27	5	1	0,07
1+	81	6,1	0,50	81	1,05	0,06	13	7,9	1,11	13	1,09	0,06
2+	65	8,2	0,61	65	1,03	0,05	4	13,5	1,45	4	1,02	0,03
3+	38	10,2	1,07	38	1,03	0,08	1	17,3		1	1,09	
4+	22	9,9	1,45	22	1,05	0,08	1	20,2		1	1,15	
5+	2	12,1		2	1,09	0,13						

Tafla 7. Vísitala seiðapéttleika (fjöldi seiða/100 m²), meðallengd, lífmassi og meðalholdastuðull mismunandi hópa laxaseiða í rafveiði í Krossá á árunum 1987 – 2018. Athuganir fóru ekki fram árin 1993 – 1995.

		Ár																														
Seiða- hópur		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
		ágúst	ágúst	ágúst	ágúst	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.	sept.			
Fjöldi á 100 m ²	0+	1,8	0,6	0,3	0,1	3,7	0,3	3,6	0,4	2,0	0,1	1,90	1,80	1,40	10,60	1,80	10,9	3,5	4,6	2,2	28,6	21,2	3,8	7,4	8,0	6,1	0,9	3,9	3,1	5,2		
	1+	2,3	6,3	2,1	4,4	7,4	6	0,1	2,8	7,1	1,2	7,3	2,8	3,2	12,8	11	7,7	18,6	11,2	5,0	14,0	43,3	15,3	7,9	7,8	6,9	10,1	3,9	7,9	7,1		
	2+	8,3	3,2	4,1	5,1	3,1	7,1	3,0	0,9	3,8	2,1	3,1	4,7	2,6	3,3	7,8	12,5	7,3	10,8	9,3	5,6	12,9	28,3	13,5	4,8	5,4	10,5	14,7	3,5	6,0		
	3+	8,3	3,2	4,1	5,1	3,1	7,1	3,0	0,9	3,8	2,1	3,1	4,7	2,6	3,3	7,8	12,5	7,3	10,8	9,3	5,6	12,9	28,3	13,5	4,8	5,4	4,4	6,5	11,3	3,6		
	4+	0,1	0	0,3	1,9	0,6	1	0,7	0,6	1,4	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,3	0,2	1	0,1	0,0	0,0	1,0	0,6	0,7	0,9	0,3	1,7		
	5+				0,1																					0,1	0,1			0,2		
Öll seiði		16,4	12,9	7,3	15,4	17,6	18,1	9,6	9,2	15,4	5,4	12,6	11	9,7	19,4	26,6	32,7	33,2	29,3	23,8	57,2	80,2	50,9	40,6	27,8	21,8	26,7	26,0	23,0	23,8		
Meðal- lengd (cm)	0+	3,2	3,0	2,6	3,0	3,3	3,1	3,2	4,2	3,8	3,3	3,6	3,5	3,3	3,8	3,8	3,3	3,1	3,4	4,1	3,7	4,0	3,4	3,5	3,6	3,4	3,1	3,8	4,2	3,3		
	1+	6,0	5,1	4,6	4,5	6,1	5,8	5,7	6,2	6,0	7,0	6,0	6,3	6,1	6,4	6,2	6,1	5,4	5,7	6,0	6,1	6,0	5,5	5,7	5,6	5,3	5,1	5,5	6,3	6,1		
	2+	8,1	7,5	6,8	6,7	7,7	7,5	8,2	8,0	9,1	8,7	9,5	8,9	8,8	9,3	9,0	8,5	7,6	7,8	7,7	7,7	8,6	7,8	7,3	7,3	7,7	7,1	7,0	7,7	8,2		
	3+	10,5	9,3	9,6	8,9	10,0	9,9	10,0	9,9	11,0	10,9	12,3	10,2	10,8	11,2	11,3	10,7	9,9	10,1	9,7	9,4	10,3	10,1	9,0	9,0	9,7	9,7	8,9	9,5	10,2		
	4+	10,9		10,4	10,5	11,0	11,0	13,1	12,7	12,9					11,6						10,5	13,3	11,3	9,8		10,4	10,0	12,1	10,9	10,7	9,9	
	5+				11,8																					11,3	12,7			12,1		
Lífmassi í g/100 m ²	0+	0,6	0,2	0,1	0,0	1,4	0,1	1,3	0,3	1,4	0,0	0,9	0,9	0,6	5,9	1,0	6,6	1,2	1,7	1,4	15,3	13,3	1,5	3,0	3,8	2,5	0,3	1,7	2,4	2,0		
	1+	5,3	9,1	2,2	4,4	18,3	16,5	0,2	7,5	20,4	4,8	16,1	8,1	8,7	37,9	27,6	29,1	31,8	20,9	10,5	32,6	92,2	25,1	14,6	14,0	10,6	13,9	6,3	19,9	16,9		
	2+	47,6	14,7	13,9	16,9	15,6	39,3	18,0	5,2	37,1	16,2	28,3	40,0	21,7	31,7	62,7	124,6	34,8	52,1	41,2	25,4	79,6	130,1	51,2	18,9	25,5	38,1	49,9	16,1	34,6		
	3+	104,3	28,1	39,2	39,3	34,0	86,2	33,1	10,0	63,4	31,3	62,9	61,4	40,8	57,3	126,1	249,9	77,5	111,6	85,3	45,2	135,1	285,2	96,9	35,1	52,0	40,9	45,6	97,6	40,0		
	4+	1,4		3,7	23,8	8,8	16,0	17,3	13,9	37,8				1,9						3,0	4,8	14,0	1,3			11,1	6,3	12,8	11,6	3,7	17,3	
	5+				1,8																					1,5	2,1			3,7		
Öll seiði		158,6	51,9	58,9	86,2	76,7	158,0	68,7	36,6	158,7	52,3	107,4	109,5	73,1	126,9	216,4	403,6	144,0	187,5	141,8	117,2	308,2	440,4	162,6	79,2	96,0	107,8	113,3	137,3	114		
Holda- stuðull	0+									1,31	1,19	1,04	1,04	1,31	1,01	1,05	1,09	1,19	1,17	1,00	1,04	1,06	0,99	0,99	1,03	1,00	1,00	1,16	1,06			
	1+									1,12	1,31	1,08	1,07	1,22	1,2	1,04	1,05	1,01	1,09	0,99	0,99	0,98	0,97	0,98	1,00	1,00	1,04	1,04	1,01	1	1,05	
	2+									1,09	1,30	1,16	1,06	1,19	1,23	1,21	1,1	1,06	1,09	1,00	0,98	0,98	0,98	0,98	1,00	1,00	1,04	1,03	0,98	1,01	1,03	
	3+									1,15	1,29	1,19	1,12	1,16	1,24	1,24	1,19	1,08	1,11	1,03	1,00	1,01	0,98	1,00	0,99	1,00	1,04	1,05	0,99	1,02	1,05	
	4+									1,14	1,27				1,34							1,06	1,32	1,00	0,99		1,01	1,06	1,04	1,02	0,99	1,05
	5+									1,14																	1,20			1,09		
Öll seiði									1,14	1,30	1,15	1,07	1,18	1,23	1,12	1,07	1,06	1,11	1,00	0,99	0,99	0,98	0,98	0,99	1,01	1,04	1,04	0,99	1,03	1,05		

Tafla 8. Ferskvatns – og sjávaraldur laxa samkvæmt hreistursýnum úr stangveiði í Krossá á Skarðsströnd 2018 (Hæ: hængar, Hr: hrygnur, ÓP: kyn ekki skráð). A: Lax á fyrstu hrygningargöngu, B: Laxar sem áður hafa hrygnt, C: Öll sýni.

A: Fyrsta hrygningarganga										
Aldur	1 ár í sjó				2 ár í sjó				Fjöldi	%
	Hæ	Hr	Óþekkt	Alls	Hæ	Hr	Óþekkt	Alls		
1	1	0		1	0	0	0	0	1	1.9
2	1	0		1	0	0	0	0	1	1.9
3	6	11	5	22	0	0	0	0	22	41.5
4	10	10	4	24	0	0	0	0	24	45.3
5	1	3	1	5	0	0	0	0	5	9.4
Fjöldi	19	24	10	53	0	0	0	0	53	100.0
%			100				0		0	0.0

B: Endurtekin hrygning										
Aldur	1 ár í sjó				2 ár í sjó				Fjöldi	%
	Hæ	Hr	Óþekkt	Alls	Hæ	Hr	Óþekkt	Alls		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
3	0	0	0	0	0	1	0	1	1	50.0
4	0	0	0	0	0	1	0	1	1	50.0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
Fjöldi	0	0	0	0	0	2	0	2	2	100.0
%			0			100			0	0.0

C: Öll sýni										
Aldur	1 ár í sjó				2 ár í sjó				Fjöldi	%
	Hæ	Hr	Óþekkt	Alls	Hæ	Hr	Óþekkt	Alls		
1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1.8
2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1.8
3	6	11	5	22	0	1	0	1	23	41.8
4	10	10	4	24	0	1	0	1	25	45.5
5	1	3	1	5	0	0	0	0	5	9.1
Fjöldi	19	24	10	53	0	2	0	2	55	100.0
%			96.4			3.6			0	

Tafla 9. Ferskvatnsaldur og sjávaraldur laxa (%) í hreistursýnum sem safnað var í Krossá á Skarðsströnd 1990 –2018. Einnig kemur fram meðalaldur laxa af náttúrulegum uppruna í ferskvatni (2 – 6 ára) og hlutdeild laxa sem sýna ummerki um fyrri hrygningu (gotmerki). Dekkt svæði eru laxar af eldisuppruna (kvíaeldi, hafbeit).

Ár	Laxveiði	Fjöldi sýna	Ferskvatnsaldur %						Meðalaldur ferskvatn	Hlutdeild í göngu (%)		
			1	2	3	4	5	6		1. ganga		Áður hrygnt
										1	2	
1990	29	20	10,0	0,0	5,0	60,0	25,0	0,0	4,22	75,0	20,0	5,0
1991	100	56	19,6	1,8	16,1	50,0	12,5	0,0	3,91	87,5	8,9	3,6
1992	125	58	8,6	0	8,6	70,7	12,1	0,0	4,04	86,2	12,1	1,7
1993	114	70	8,6	0,0	27,1	51,4	12,9	0,0	3,84	71,4	22,9	5,7
1994	44	32	3,1	0,0	40,6	53,2	3,1	0,0	3,61	71,9	28,1	0,0
1995	100	62	16,1	0,0	35,5	45,1	3,2	0,0	3,62	88,7	6,5	4,8
1996	72	41	19,5	0,0	34,1	39,1	7,3	0,0	3,64	68,3	24,4	7,3
1998	50	43	0,0	0,0	34,9	60,4	4,7	0,0	3,67	97,7	2,3	0,0
1999	71	45	0,0	2,2	66,7	28,9	2,2	0,0	3,31	95,6	4,4	0,0
2000	33	21	9,5	0,0	57,1	28,6	4,8	0,0	3,42	90,4	4,8	4,8
2001	52	36	2,8	2,8	72,2	22,2	0,0	0,0	3,20	88,9	11,1	0,0
2002	134	103	2,9	1,9	69,0	24,3	1,9	0,0	3,27	98,1	0,0	1,9
2003	95	63	9,6	1,6	44,4	44,4	0,0	0,0	3,47	88,9	7,9	3,2
2004	208	174	0,6	6,3	52,8	37,4	2,9	0,0	3,40	93,7	2,9	3,4
2005	187	128	5,5	5,5	53,1	33,6	2,3	0,0	3,36	90,6	3,9	5,5
2006	196	131	5,3	3,8	46,6	42,0	2,3	0,0	3,45	94,7	2,3	3,1
2007	106	66	3,0	1,5	56,1	37,9	1,5	0,0	3,42	80,3	10,6	9,1
2008	346	231	4,8	0,0	41,1	50,6	3,5	0,0	3,61	94,4	5,2	0,4
2009	252	105	1,0	0,0	34,3	63,7	1,0	0,0	3,66	93,3	2,9	3,8
2010	310	191	0,0	0,5	35,1	55,5	8,9	0,0	3,72	90,1	3,1	6,8
2011	204	120	0,0	0,0	53,3	42,5	4,2	0,0	3,51	85,8	6,7	7,5
2012	164	81	0,0	0,0	39,5	58,0	2,5	0,0	3,63	86,4	3,7	9,9
2013	226	137	0,0	2,9	62,1	34,3	0,7	0,0	3,33	93,4	0,7	5,8
2014	123	46	0,0	0,0	26,1	65,2	8,7	0,0	3,83	80,4	13,0	6,5
2015	93	44	2,3	0,0	40,9	52,3	2,3	2,3	3,65	93,2	4,5	2,3
2016	31	15	0,0	0,0	23,1	46,2	23,1	7,7	4,15	76,9	15,4	7,7
2017	108	58	1,7	0,0	19,0	72,4	6,9	0,0	3,88	98,3	1,7	0,0
2018	91	55	1,8	1,8	41,8	45,5	5,0	0,0	3,62	96,4	0,0	3,6
Meðaltal	131	80	5,0	1,1	40,5	47,0	5,9	0,4	3,62	87	8,5	4,1
Hæsta gildi	346	231	19,6	6,3	72,2	72,4	25,0	7,7	4,22	98,3	28,1	9,9
Lægsta gildi	29	15	0,0	0,0	5,0	22,2	0,0	0,0	3,20	68,3	0,0	0,0

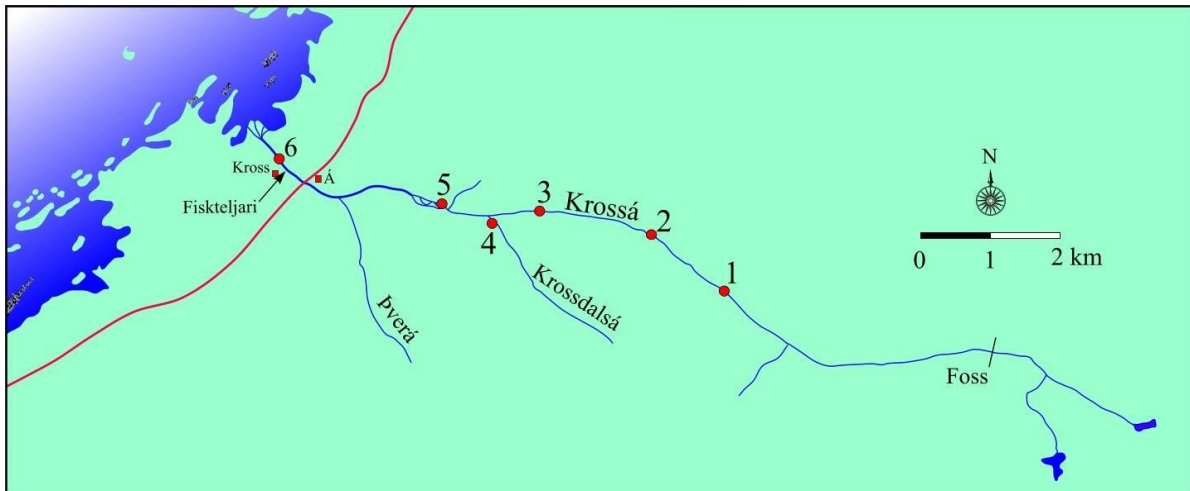
Tafla 10. Uppreiknaðar endurheimtur einstakra klakárganga laxa af náttúrulegum uppruna í laxveiði í Krossá á Skarðsströnd út frá hlutdeild í hreistursýnum ár hvert. Dekkt svæði eru klakárgangar þar sem gögn sýna ekki heildarendurheimtur árgangans. Fjöldi og hlutdeild eldislaxa (kvíaldi, hafbeit) af laxveiði er sýnd af veiði hvers árs.

Klakár	Veiðiár																		Samt.											
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1983	2	0																												2
1984	12	2																												14
1985	9	15																											24	
1986	1	46	29																										76	
1987	15	74	36	1																									126	
1988	2	11	43	5																									61	
1989			25	22	7																								54	
1990			14	37	11																								62	
1991			29	31	4																								64	
1992				8	20	1																							29	
1993				2	4	32	5																						43	
1994						17	21	4																					42	
1995							9	45																					54	
1996							17	16	4																				37	
1997								33	35	6																			74	
1998							2	89	44	10	0																		145	
1999								3	35	82	6	1																	127	
2000									2	104	69	9																	184	
2001										11	92	81	6																190	
2002										88	52	22																	172	
2003										6	43	173	14	4								2							242	
2004											2	134	158	52	2	0						0							348	
2005												78	160	17	0														255	
2006													104	89	14	3													210	
2007													2	96	90	7													195	
2008														0	58	79	22	2											161	
2009																132	74	6	3										215	
2010																5	27	47	12										91	
2011																		36	11	12	1								60	
2012																			5	74	15								94	
2013																					20	40							60	
2014																						33							33	
2015																							1						1	
Samtals	24	80	114	104	42	73	52	28	50	71	30	51	131	87	207	177	185	103	329	250	322	204	164	226	123	91	31	106	90	3545
Eldisveiði	3	20	11	10	2	13	10	0	0	0	3	1	1	9	1	10	11	3	17	2	0	0	0	0	0	2	0	2	1	132
Laxveiði	27	100	125	114	44	86	62	28	50	71	33	52	132	96	208	187	196	106	346	252	322	204	164	226	123	93	31	108	91	3677
% Eldi	11,1	20,0	8,8	8,8	4,5	15,1	16,1	0,0	0,0	0,0	9,1	1,9	0,8	9,4	0,5	5,3	5,6	2,8	4,9	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	1,9	1,1	3,6

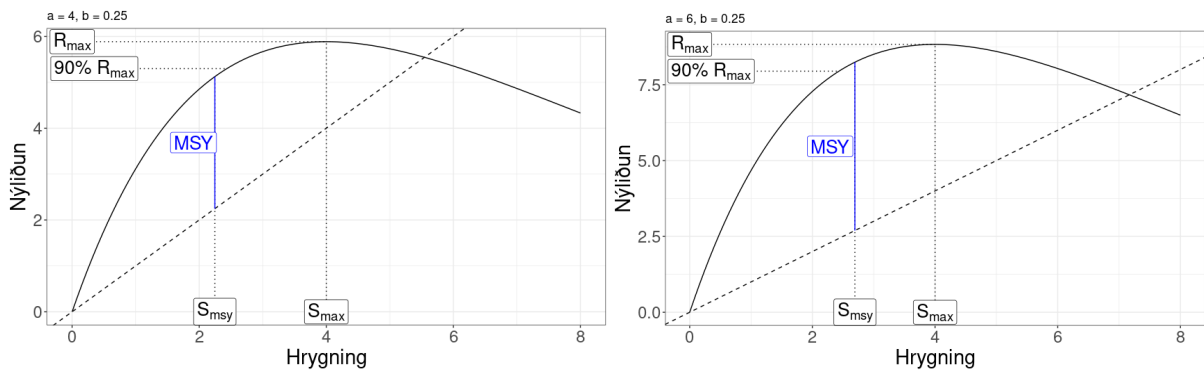
Tafla 11. Mat á viðmiðunarmörkum fyrir hrygningu og seiðavísitölu í Krossá. Sýnt er miðgildi, meðaltal og staðalfrávik (SD) eftirádreifingarinnar auk hlutfallsmarka. Beint samband milli hrognapéttleika og vísitölu 1+ seiða (H1), 2+ seiða (H2) og hrognafjölda nýliða (HA) var notað, auk tveggja skrefa samband hrognapéttleika og 2+ seiða með 1+ sem millistig (H12) eru sýnd. Niðurstöður með öllum gögnum má sjá að ofan og án útgilda að neðan.

Viðmiðunarmörk	MIðgildi	Meðaltal	SD	2.5%	25%	75%	97.5%
	Öll gögn						
Hrygning (hrogn/m2)							
SmaxH1	5.82	5.40	154.56	-19.15	4.27	8.78	38.76
SmaxH2	4.62	5.07	2.67	3.02	3.92	5.62	9.62
SmaxH12	6.04	7.85	14.04	2.70	4.41	9.30	24.99
SmaxHA	3.29	3.66	11.28	2.21	2.82	3.95	6.24
SmsyHA	2.05	2.17	3.14	1.56	1.85	2.32	3.29
Seiðavísitala (fj/100 m2)							
RmaxH2	8.93	9.29	2.58	6.85	8.13	9.94	13.74
RmaxH12	10.17	-5.62	1336.47	6.33	8.62	12.56	22.98
RmaxH1	10.23	9.58	151.14	-16.71	8.40	13.35	44.62
Án útgilda							
Hrygning (hrogn/m2)							
SmaxH1	3.40	-11.54	1460.50	1.62	2.59	4.77	16.09
SmaxH2	3.14	3.38	1.38	2.11	2.71	3.72	5.91
SmaxH12	3.43	4.13	2.58	1.76	2.64	4.78	10.76
SmaxHA	2.27	2.45	1.71	1.50	1.94	2.70	4.41
SmsyHA	1.55	1.61	0.52	1.16	1.39	1.74	2.45
Seiðavísitala (fj/100 m2)							
RmaxH2	7.52	7.70	1.51	5.95	6.93	8.20	10.32
RmaxH12	7.74	7.35	27.67	5.52	6.92	8.70	11.76
RmaxH1	7.61	-5.97	1318.66	4.57	6.52	9.25	21.28

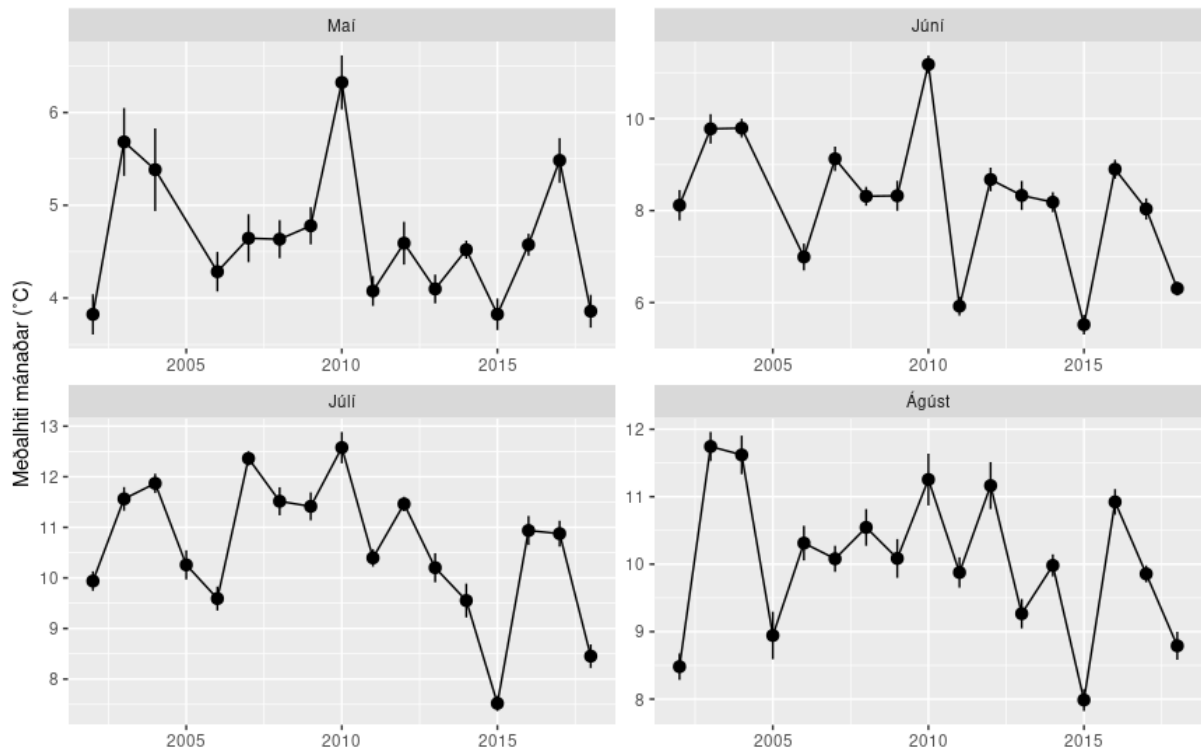
8. Myndir



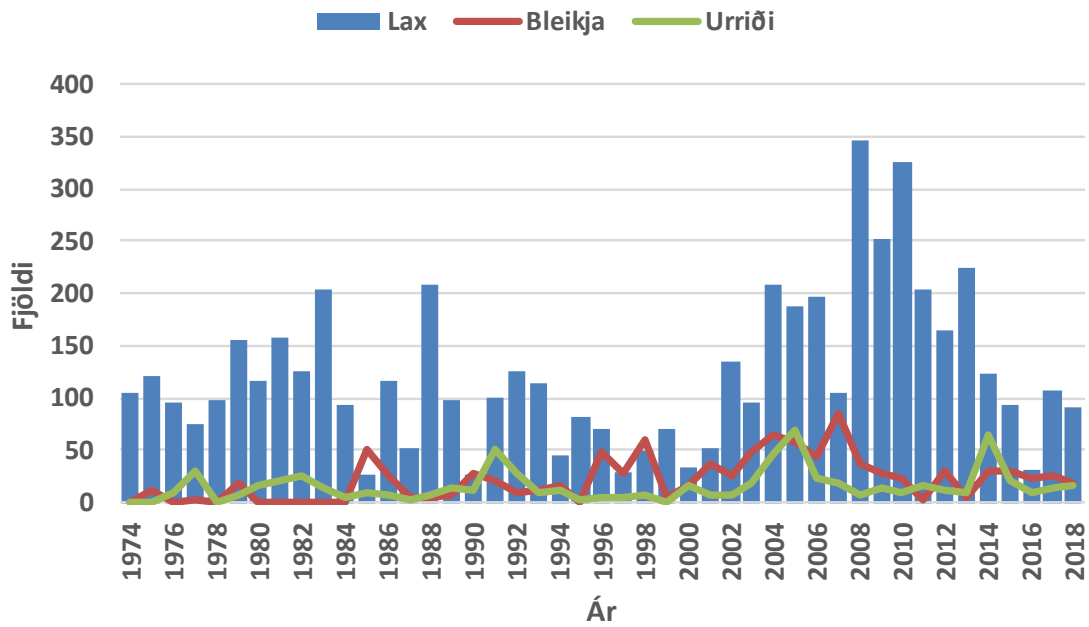
1. mynd. Kort af vatnasvæði Krossár. Rafveiðistaðir eru sýndir með númerum.



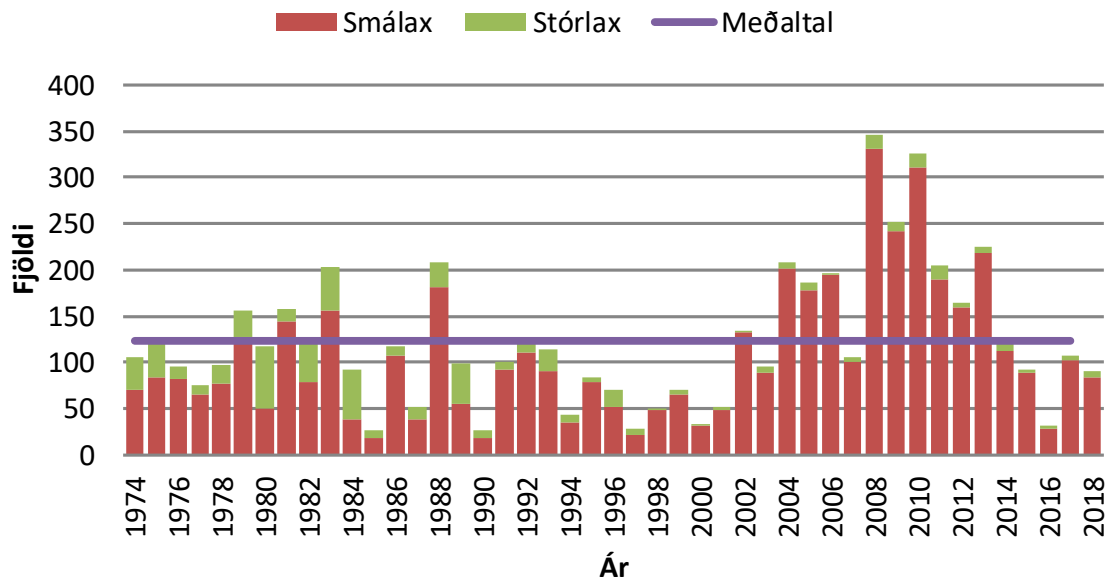
2. mynd. Skýringarmynd um samband hrygningar – og nýliðunar (Rickerfall). Sýnd er hámarksnýliðun (R_{max}), hámarksafrakstur með bláu striki (MSY), hrygning sem gefur hámarksnýliðun (S_{max}) og hrygning sem gefur hámarksafrakstur (S_{msy}). Til vinstri er stuðullinn $a = 4$ og til hægri er $a = 6$.



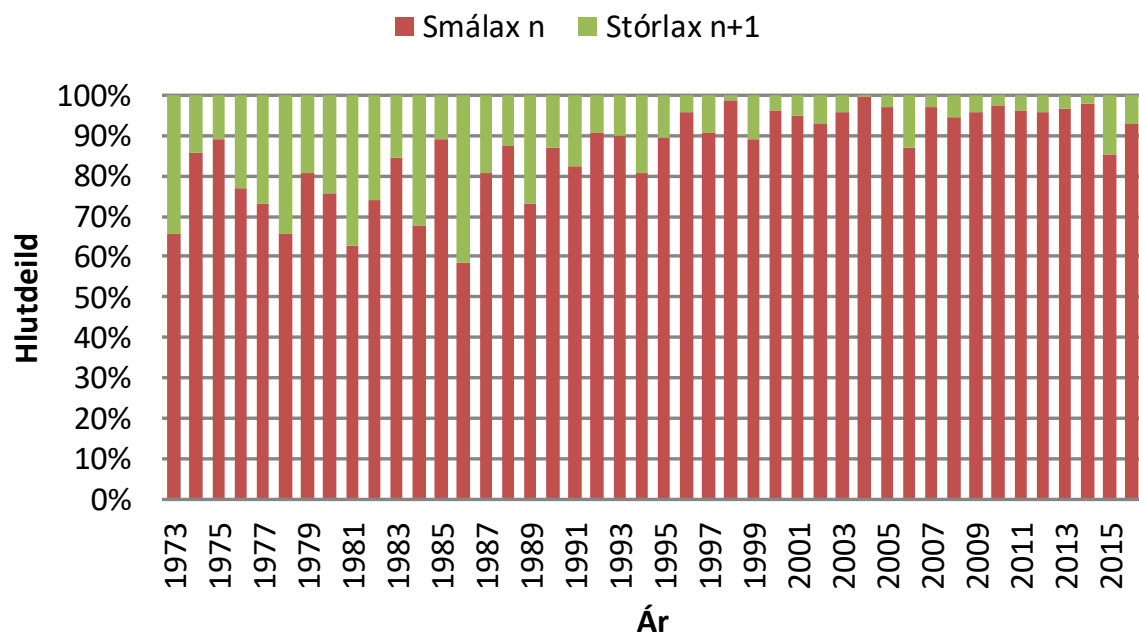
3. mynd. Mánaðarlegur meðalhiti árvatns í Krossá frá maí – ágúst árin 2002 – 2018.



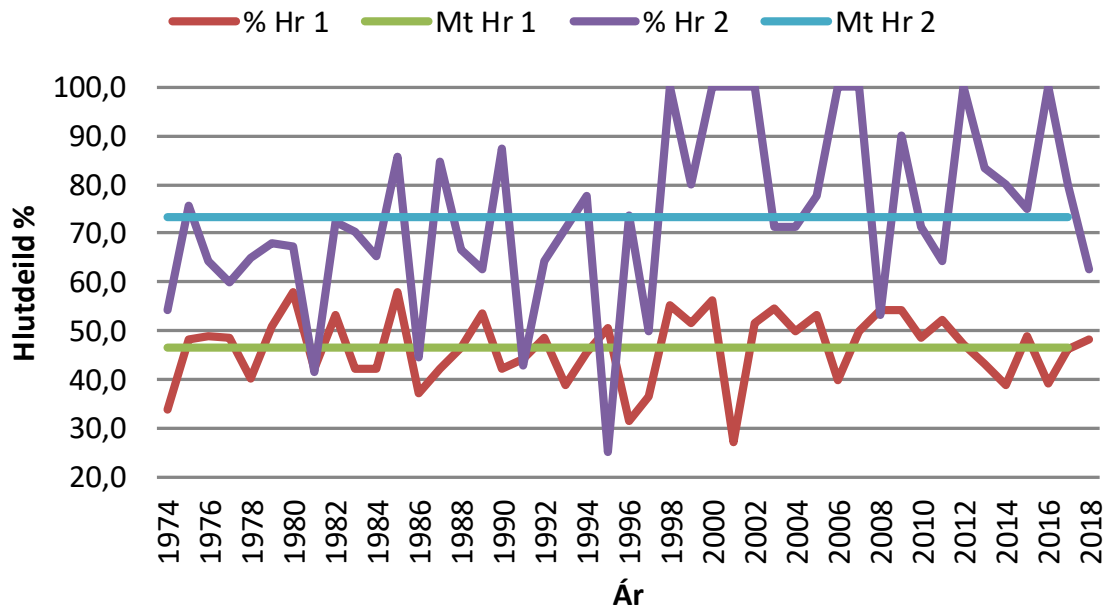
4. mynd. Stangaveiðar laxfiska í Krossá á Skarðsströnd 1974 – 2018.



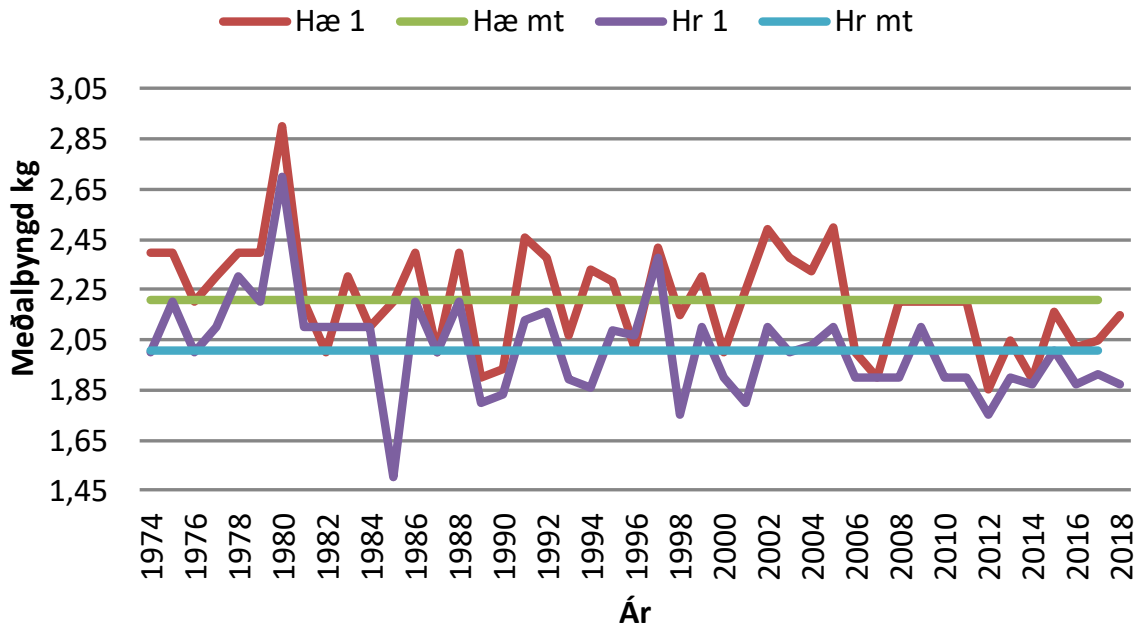
5. mynd. Stangaveiði á laxi eftir sjávaraldri í Krossá 1974 – 2018. Meðalveiði tímabilsins er sýnd (fjólublá lína)



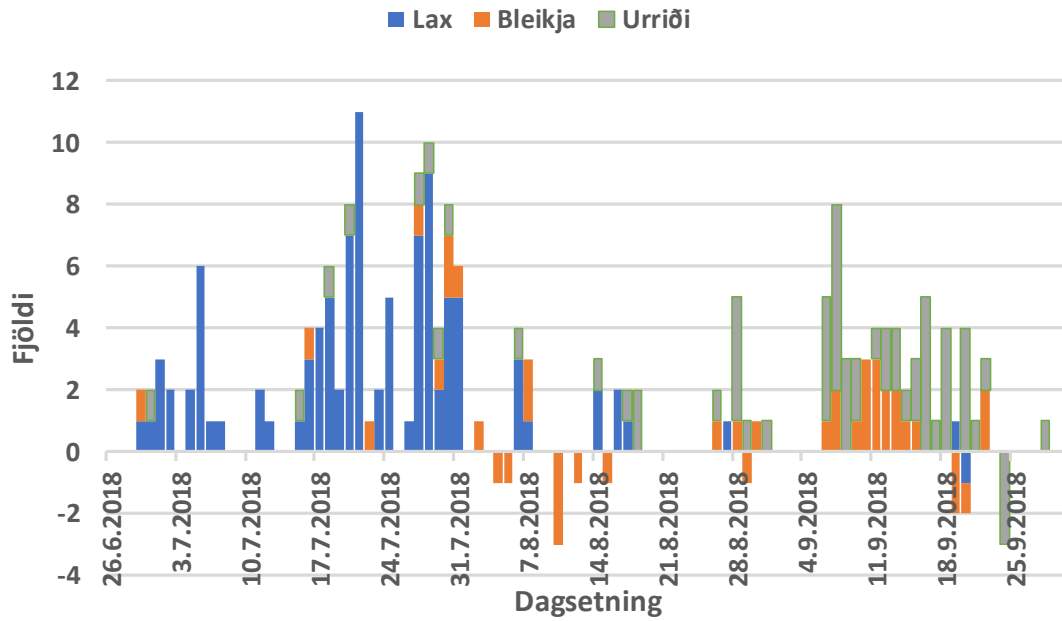
6. mynd. Hlutdeild smálaxa og stórlaxa í árgöngum gönguseiða árin 1973 – 2016.



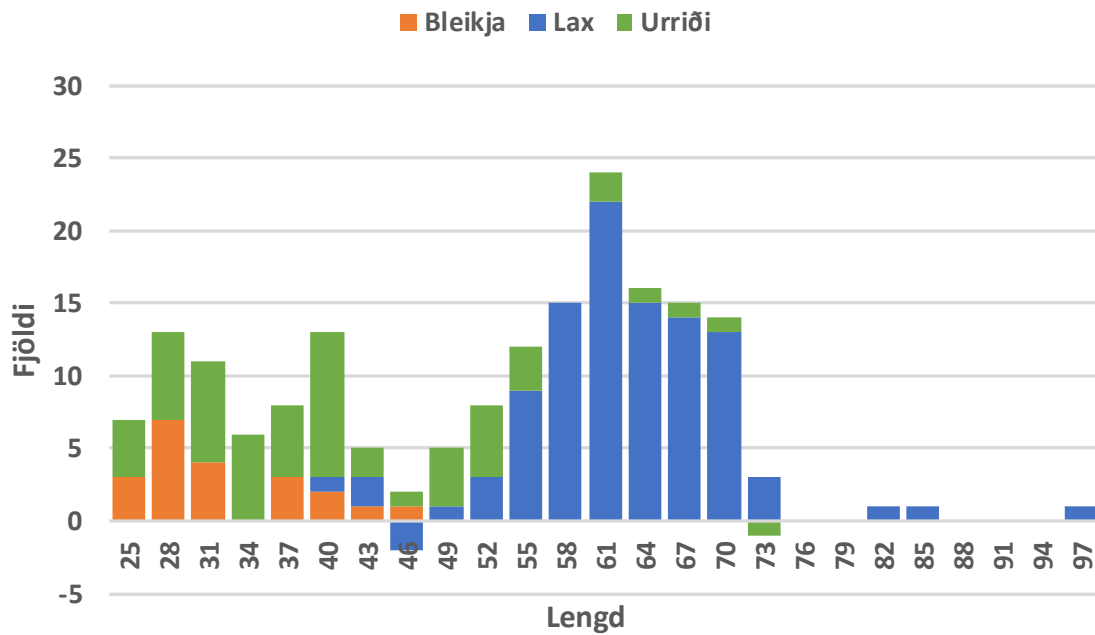
7. mynd. Hlutdeild hrygna eftir sjávaraldri í laxveiði í Krossá 1974 – 2018. Hr (Hrygna). Smálax (1). Stórlax (2).



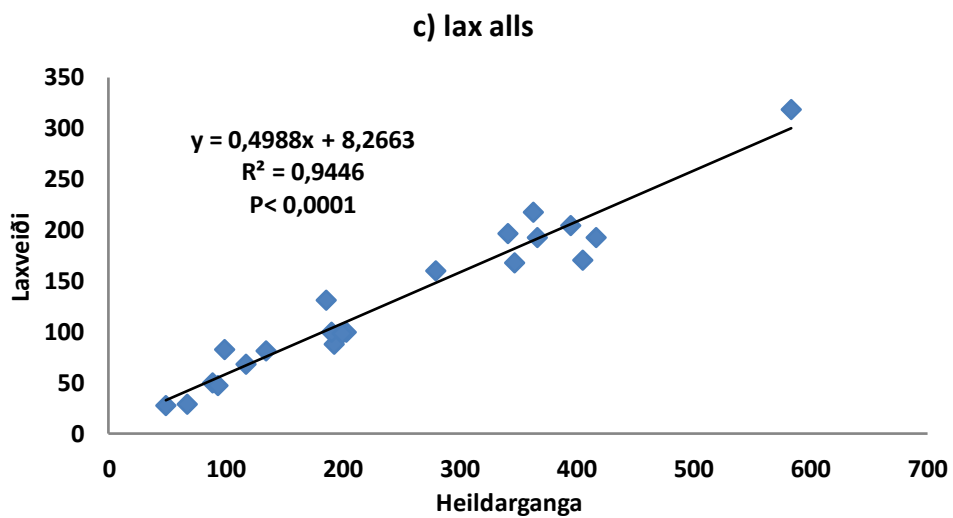
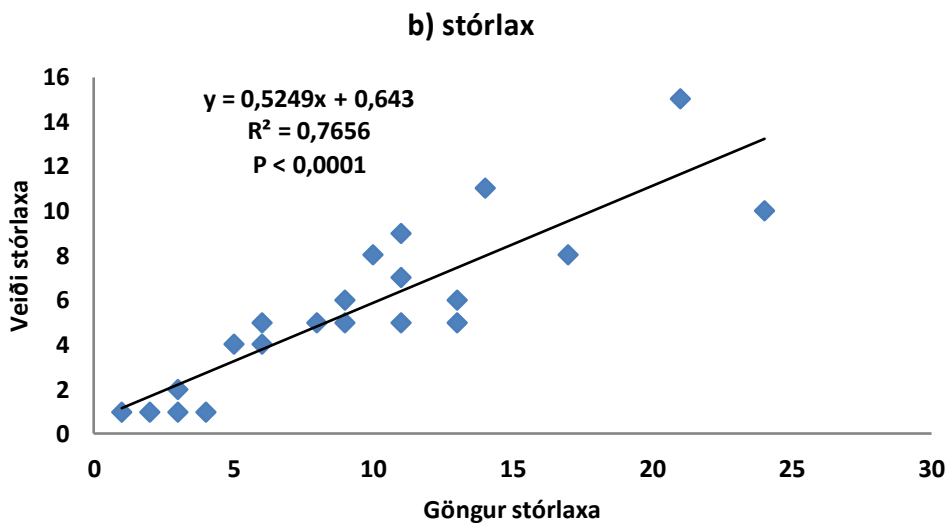
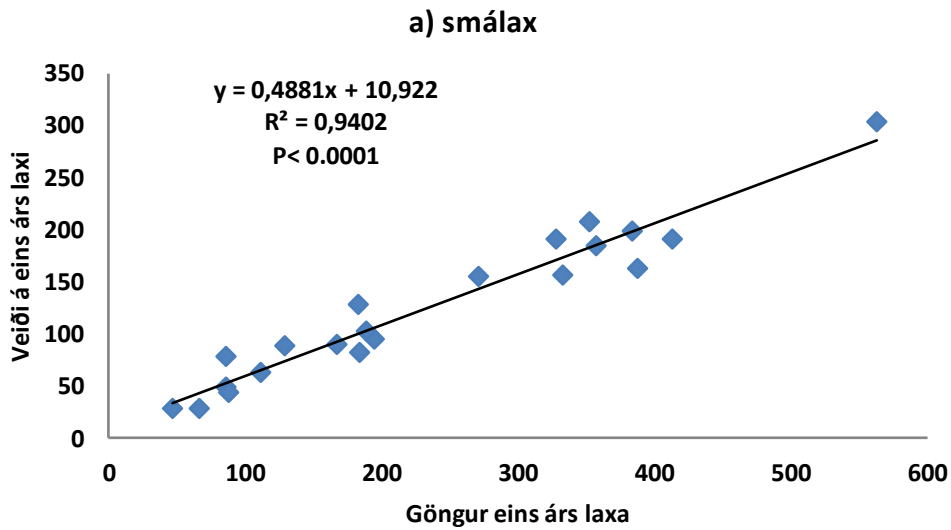
8. mynd. Meðalþyngd smálaxa eftir kynjum í Krossá 1974 – 2018. Smálax (1). Hængur (Hæ). Hrygna (Hr).



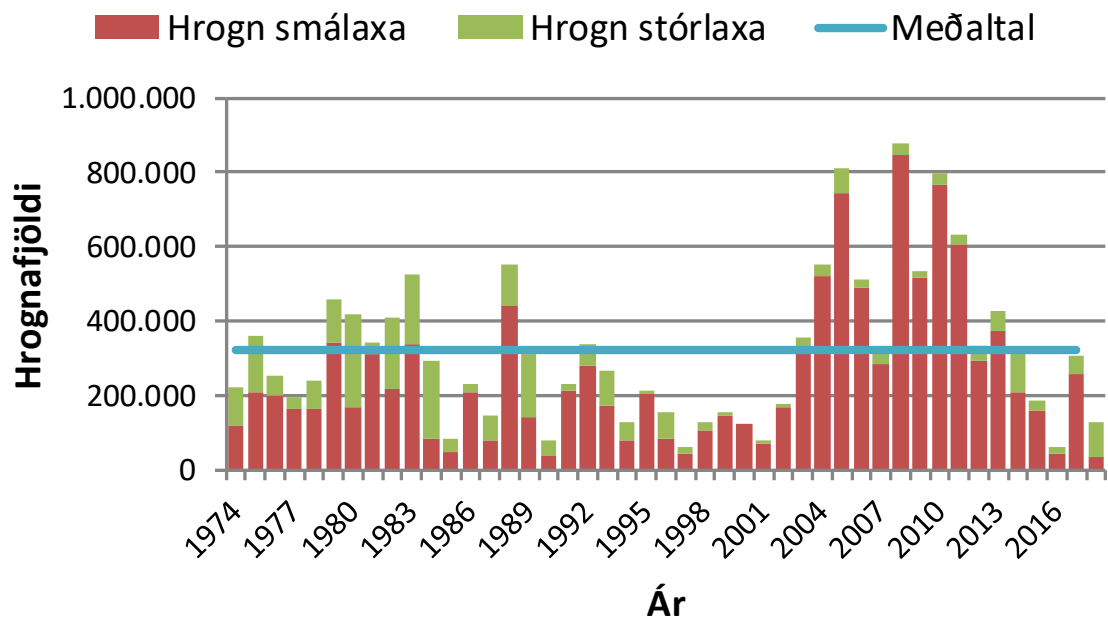
9. mynd. Fjöldi laxa (bláar súlur), bleikju (gular súlur) og urriða (grænar súlur) sem gekk um teljara í Krossá á Skarðsströnd sumarið 2018.



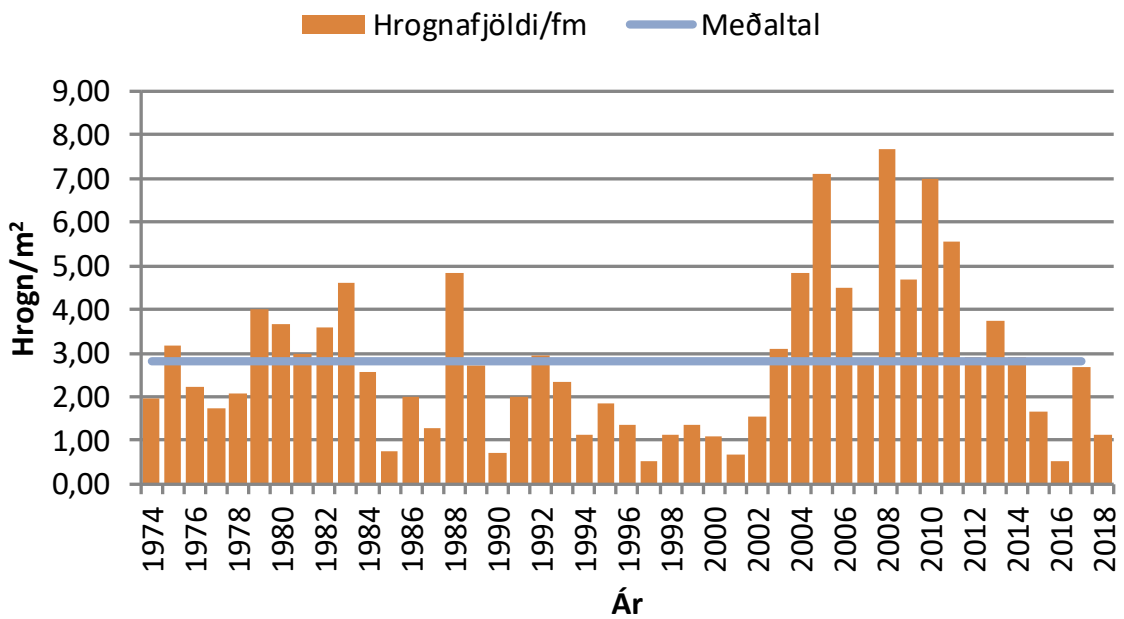
10. mynd. Lengdardreifing lax (blá súla), bleikju (gul súla) og urriða (græn súla) sem gekk upp fyrir fiskteljara í Krossá á Skarðsströnd sumarið 2018.



11. mynd. Aðhvarfsgreining á sambandi laxagöngunnar og laxveði hjá smálaxi (a), stórlaxi (b) og (c) lax alls í Krossá árin 1998 – 2018.



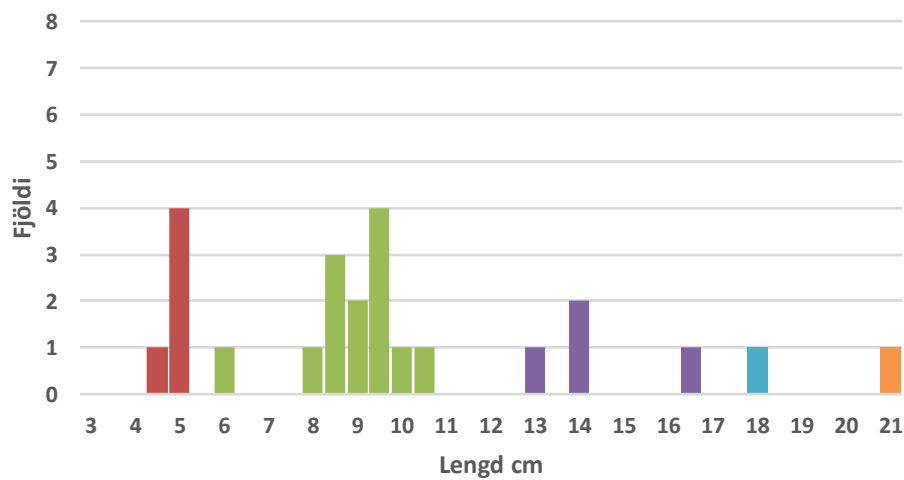
12. mynd. Áætlaður hrognafjöldi eftir sjávaraldri í hrygningu ár hvert í Krossá 1974 – 2017. Meðaltal hrygningar er sýnt.



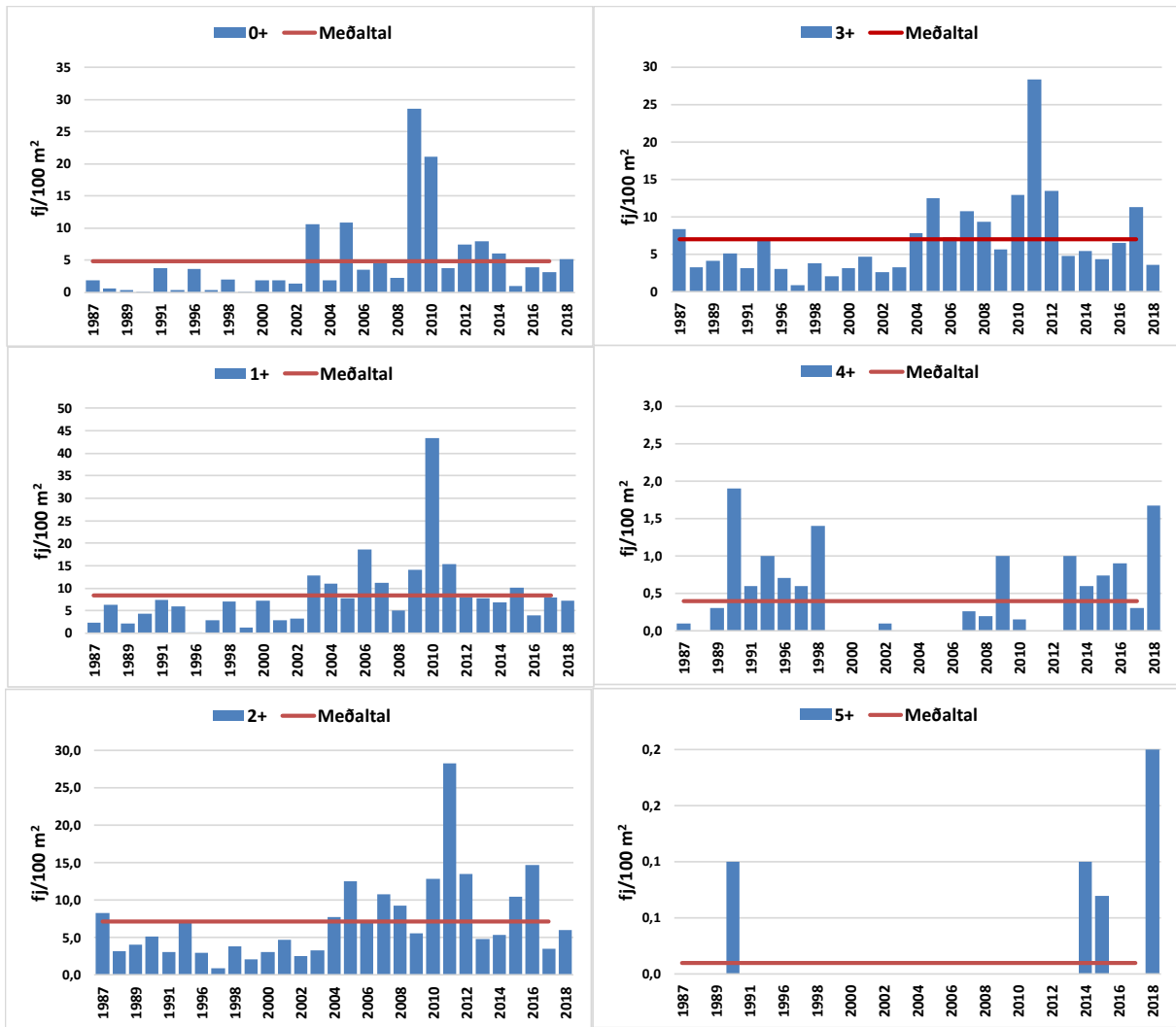
13. mynd. Áætlaður hrognafjöldi/m² árbotns í Krossá 1974 – 2018. Meðaltal hrognafjöldans er sýnt (lárétt lína).



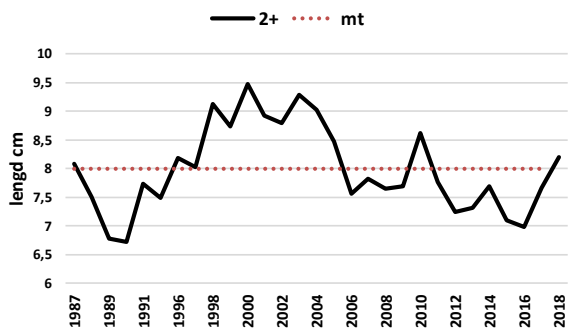
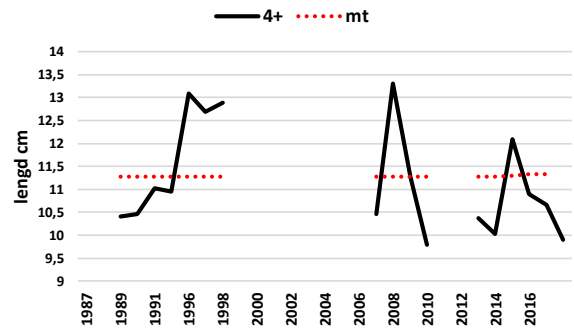
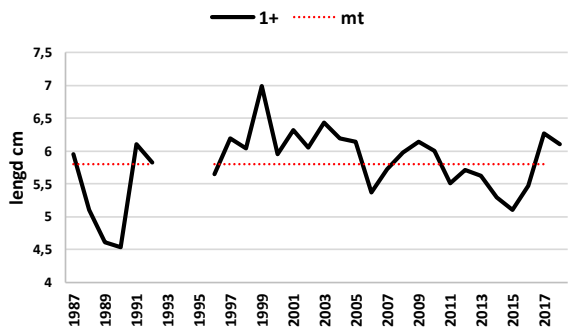
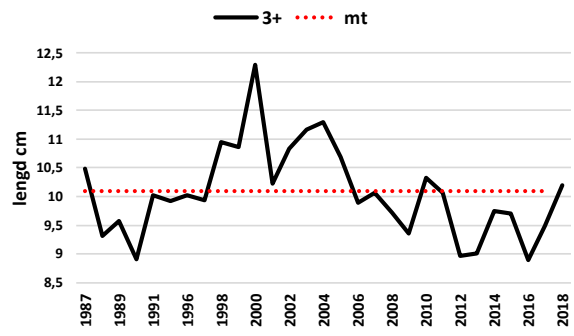
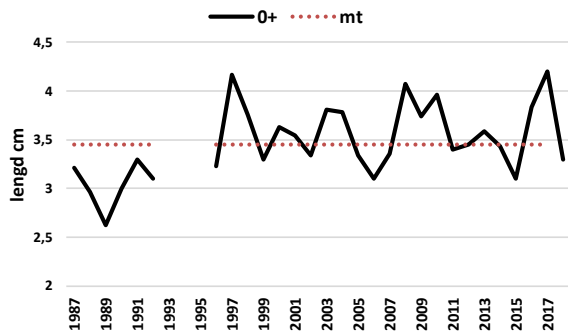
14. mynd. Lengdar- og aldursdreifing laxaseiða sem veiddust í seiðarannsóknunum í Krossá á Skarðsströnd í september 2018.



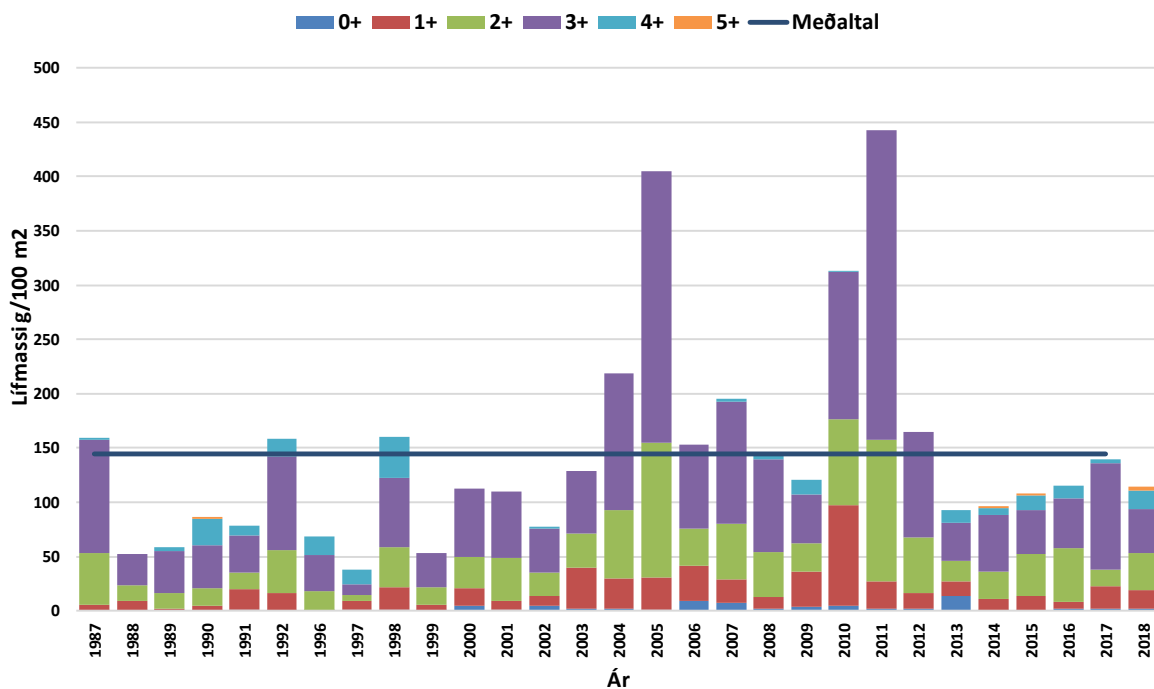
15. mynd. Lengdar- og aldursdreifing urriðaseiða sem veiddust í rafveiðum í Krossá í september 2018.



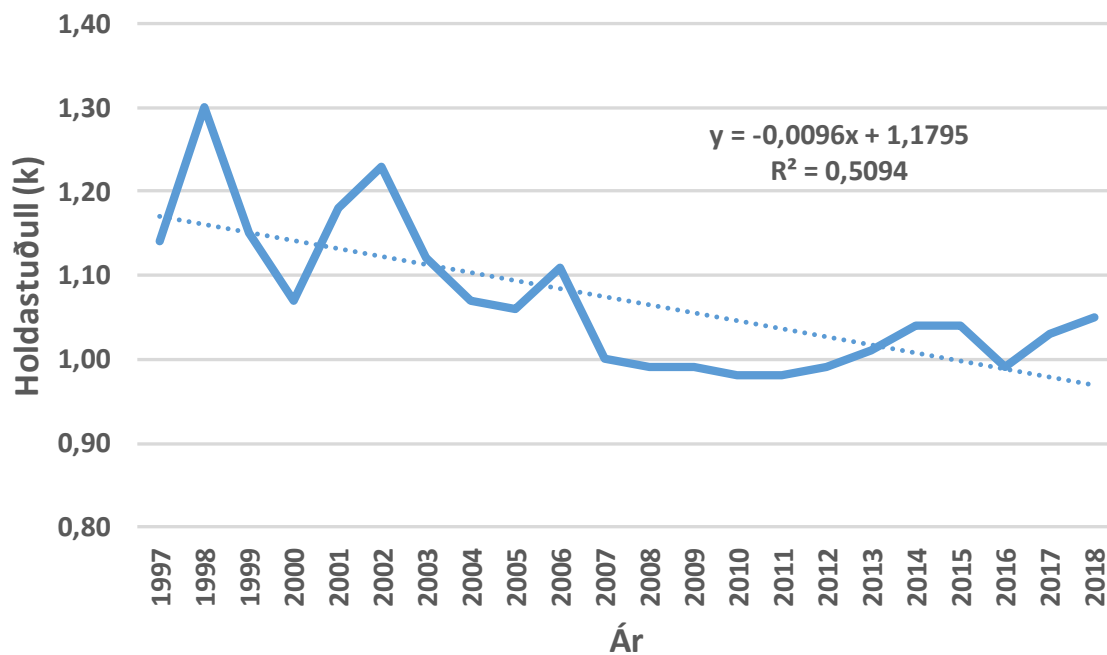
16. mynd. Vísitala þéttleika laxaseiða (fj. seiða á hverja 100 m²) sýnd eftir aldurshópum í Krossá á Skarðsströnd (1987 – 2018). Athuga að fjöldi á y-ás er breytilegur eftir aldurshópum og seiðaathuganir voru ekki gerðar árin 1993 – 1995.



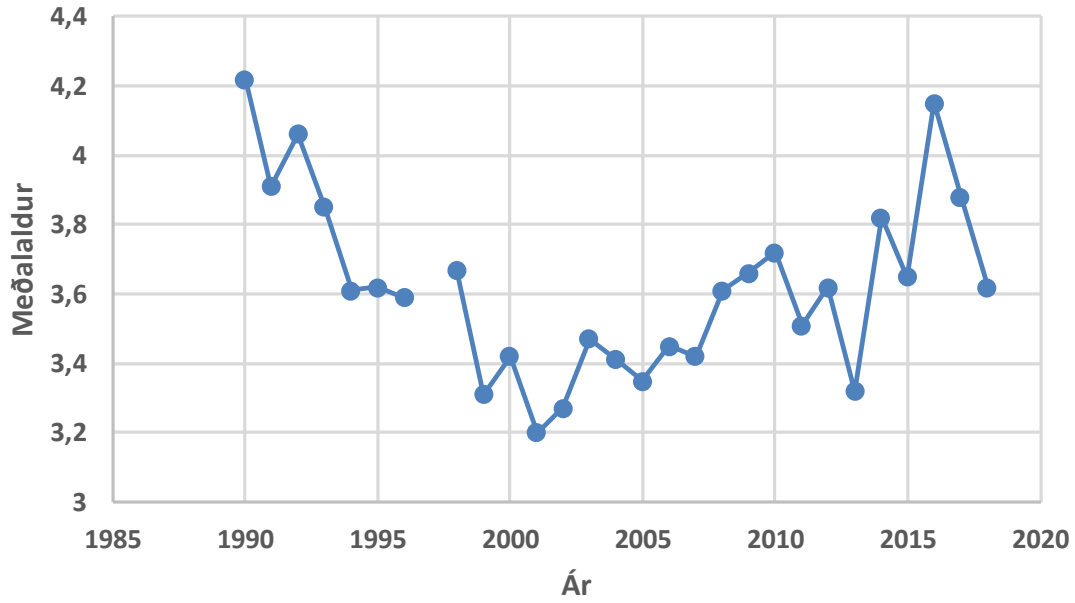
17. mynd. Meðallengdir laxaseiða eftir aldurshópum í Krossá tímabilið 1987 – 2018. Meðaltal tímabilsins er sýnt og ekki voru gerðar athuganir 1993 – 1995.



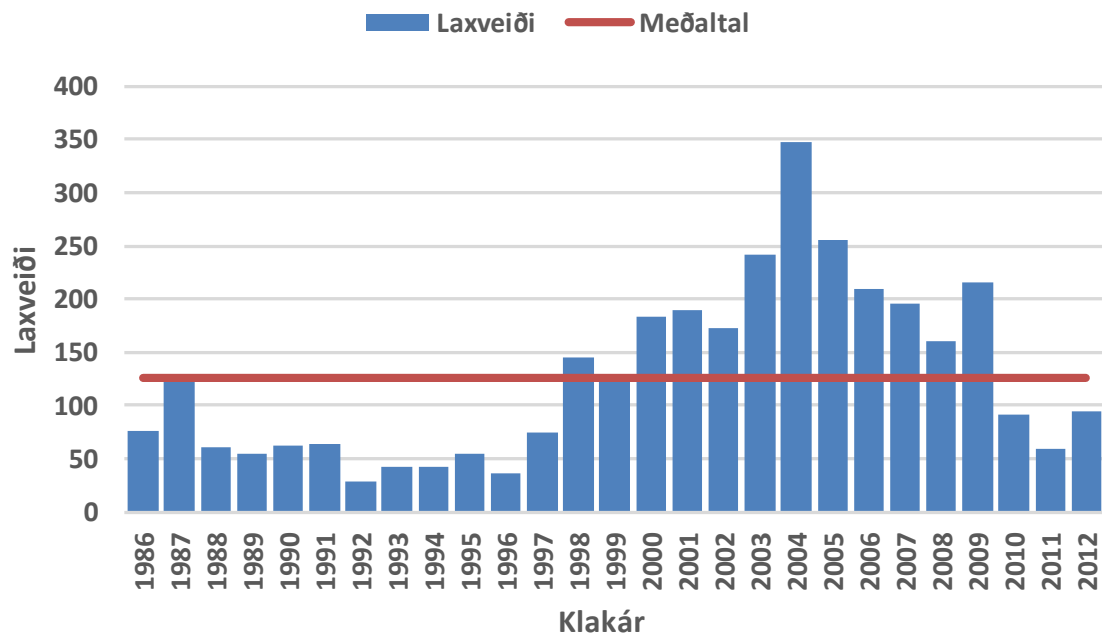
18. mynd. Vísitala lífmassa laxaseiða (g/100 m²) í Krossá á Skarðsströnd 1987 – 2018. Meðaltal lífmassa 1987 – 2017 er sýnt (lárétt lína).



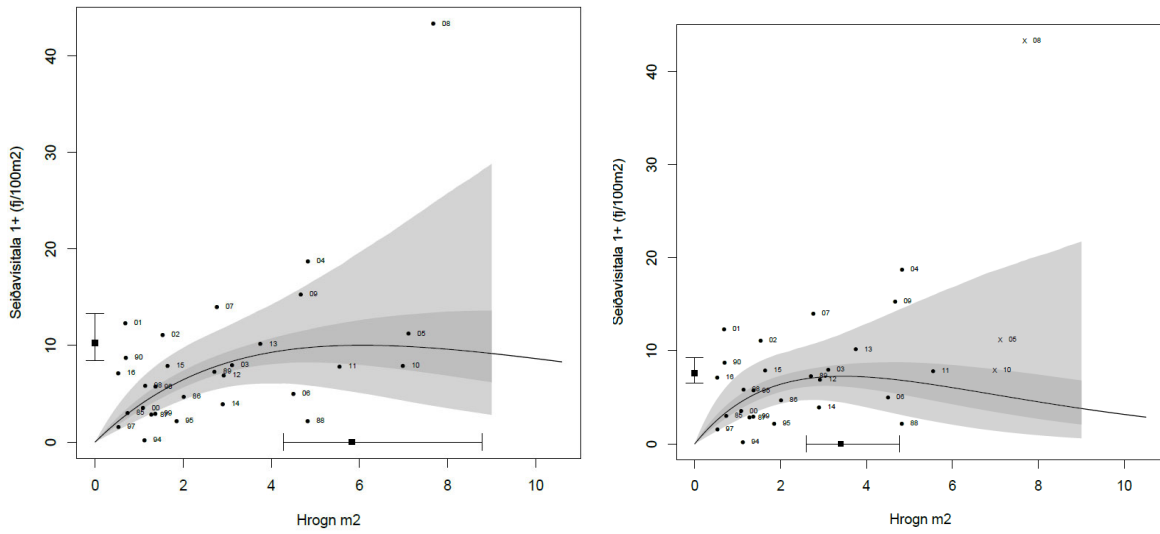
19. mynd. Þróun þyngdarstuðuls (k) í Krossá (blá óbrotin lína) árin 1997 – 2018. Leitni er sýnd með punktalínu.



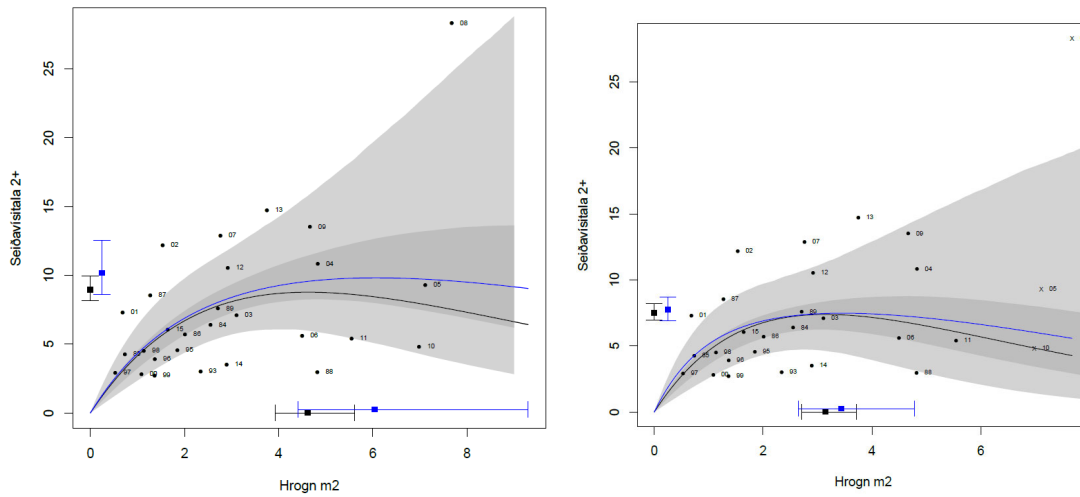
20. mynd. Ferskvatnsaldur laxa í hreistursýnum í Krossá 1990 – 2018.



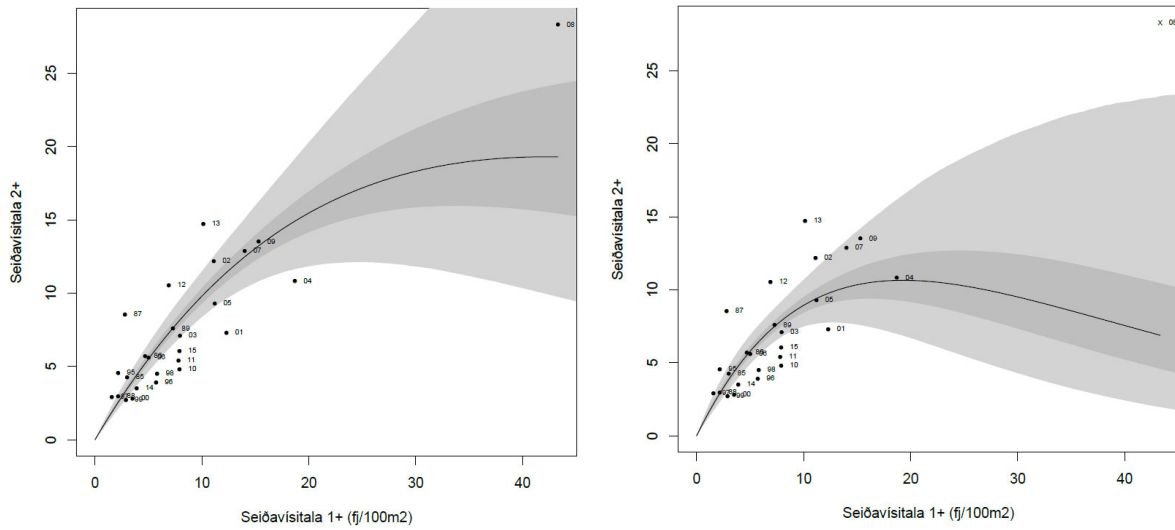
21. mynd. Samanlagðar heildarendurheimtur laxa í hverjum klakárgangi í laxveiðinni í Krossá samkvæmt hlutdeild árganga í hreistursýnum í Krossá árin 1990 – 2018.



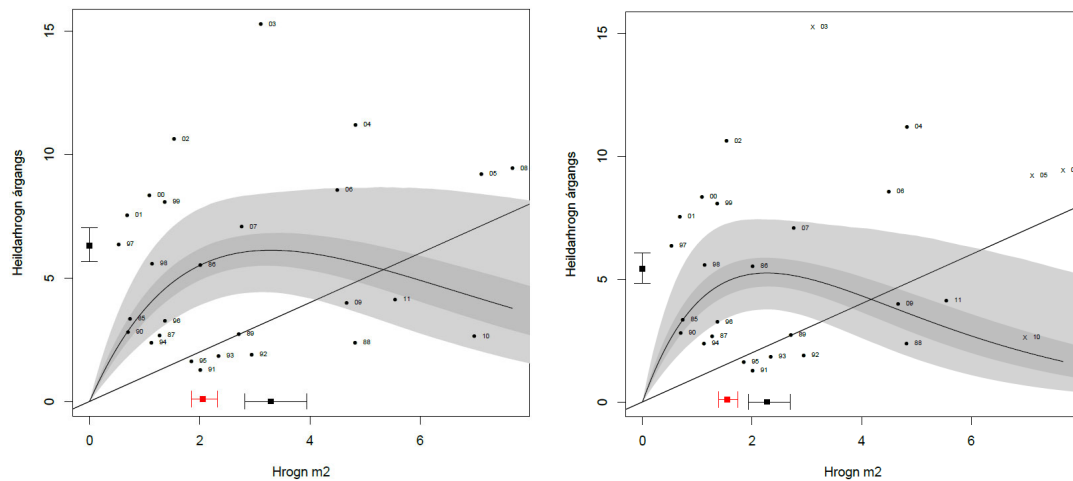
22. mynd. Myndin til vinstri sýnir samband hrognþéttleika og vísitölu 1+ seiða fyrir hrygningaráranga 1985 – 2016. Myndin til hægri sýnir sama samband, en árgöngum frá 2005, 2008 og 2010 er sleppt (merkt X). Viðmiðunarmörk fyrir hrognþéttleika og seiðþéttleika og 50% öryggismörk eru sýnd við x og y-ás.



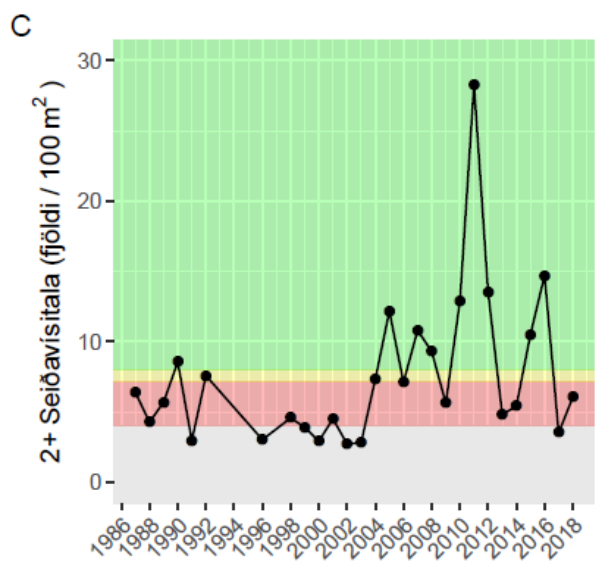
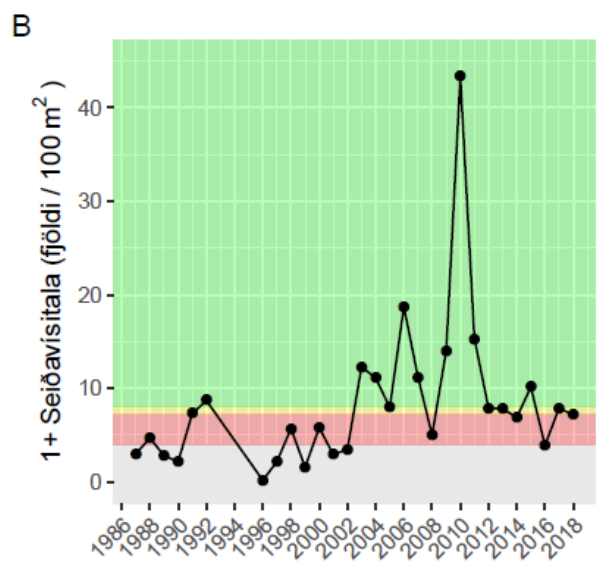
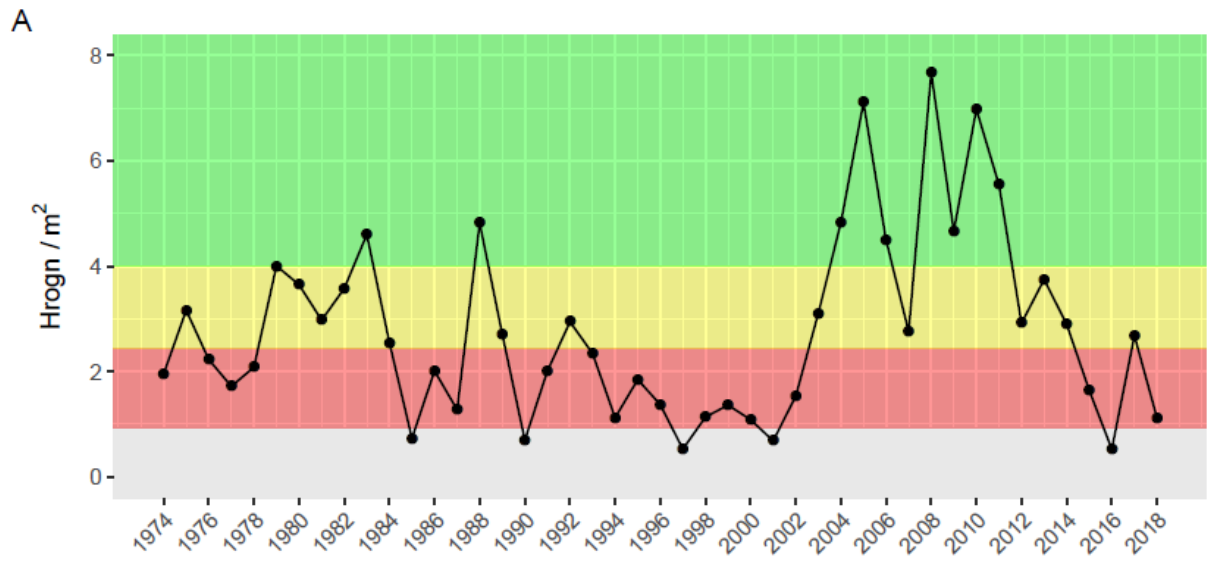
23. mynd. Samband hrognþéttleika og vísitölu 2+ seiða fyrir hrygningaráranga 1994 – 2016. Á myndinni til hægri er nokkrum útgildum sleppt (merkt X). Hlutfallsmörk eftirárdreifingar sambandsins eru sýnd með skyggðu svæði, 50% hlutfallsmörk með dökkgráu og 95% með ljósgráu. Viðmiðunarmörk fyrir hrognþéttleika og seiðþéttleika og 50% öryggismörk eru sýnd við x og y-ás. Samband með tveggja skrefa aðferð er sýnt með bláum lit.



24. mynd. Samband vísitalu 1+ og 2+ seiða af sama hrygningarárgangi. Hlutfallsmörk eftirádreifingar sambandsins eru sýnd með skyggðu svæði, 50% hlutfallsmörk með dökkgráu og 95% með ljósgráu. Mælingum sem var sleppt eru merktar með X (sjá mynd til hægri).



25. mynd. Samband hrognþéttleika og heildarhrognþéttleika sama hrygningarárgangs ef engin veiði hefði verið stunduð úr honum. Til vinstri eru sýnd öll gögn, en á myndinni til hægri er nokkrum útgildum sleppt merkt X. Hlutfallsmörk eftirádreifingar sambandsins eru sýnd með skyggðu svæði, 50% hlutfallsmörk með dökkgráu og 95% með ljósgráu. Viðmiðunarmörk fyrir hrognþéttleika ásamt 50% öryggismörkum eru sýnd við x-ás með svörtum lit og mat á hrygningu sem gefur hámarksafurkastur ásamt 50% öryggismörkum eru sýnd með rauðum lit. Lína sem sýnir endurnýjun („replacement line“, skurðpunktur núll, halltala 1) er sýnd til viðmiðunar.



26. mynd. Mynd A sýnir mat á hrygningu í Krossá frá 1974 – 2018. Gildi fyrir viðmiðunarmörkum hrygningar eru sýnd með grænum lit, gildi yfir varúðarmörkum og undir viðmiðunarmörkum hrygningar með gulum lit, gildi yfir hættumörkum og undir varúðarmörkum hrygningar með rauðum lit og gildi undir varúðarmörkum með gráum lit. Myndir B og C sýna seiðavísitölu 1+ og 2+ seiða ásamt samsvarandi litkóða fyrir viðmiðunar-, varúðar- og hættumörk fyrir seiðapéttleika 1+ (B) og 2+ (C).

9. Viðaukar

Viðauki 1. Steinsteypdur þröskuldur og aðstaða til fisktalningar við Krossá á Skarðsströnd.



Viðauki 2. Lax 97 cm (efri mynd) sem gekk um Krossá teljarann 1. júlí 2018 og urriði (neðri mynd) sem gekk um teljarann 30. Júní 2018.



Viðauki 3. Bleikja sem gekk um teljarann þann 15. ágúst 2018 (efri mynd) og óvæntir gestir (gulönd og minkur) sem sýndu sig 19. september 2018.



Viðauki 4. Staðsetning og flatarmál rafveiðistöðva í Krossá á Skarðsströnd árið 2018.

Númer stöðvar	Staðsetning stöðvar	GPS - hnit		Flatarmál m ²
		N	W	
1	Efsta stöð	65,25151	-22,21537	239
2	Skammt ofan við veiðistað nr 40	65,25961	-22,24038	175
3	Neðst í Villingadal	65,26008	-22,27465	208
4	Krossdalsá neðst	65,25961	-22,28741	144
5	Eyri neðan Krossdalsár	65,26051	-22,30289	204
6	Krossá neðst	65,26777	-22,35977	252

Viðauki 5. Stangaveiði í Krossá á Skarðsströnd eftir tegundum árin 1974 – 2018.

Ár	Stangaveiði			Ár	Stangaveiði		
	Lax	Bleikja	Urriði		Lax	Bleikja	Urriði
1974	106	0	0	1998	50	60	7
1975	120	11	1	1999	71	5	0
1976	96	1	9	2000	33	16	16
1977	76	3	30	2001	52	37	8
1978	97	0	0	2002	134	26	8
1979	156	18	7	2003	95	48	18
1980	117	1	16	2004	208	65	47
1981	157	0	20	2005	187	57	69
1982	126	0	25	2006	196	44	23
1983	203	1	13	2007	106	85	18
1984	93	0	6	2008	346	38	7
1985	26	51	9	2009	252	28	14
1986	117	26	7	2010	325	23	9
1987	51	5	2	2011	204	2	17
1988	208	5	7	2012	164	30	11
1989	99	8	13	2013	225	6	10
1990	27	29	11	2014	123	31	65
1991	100	22	50	2015	93	30	22
1992	125	10	29	2016	31	24	9
1993	114	12	9	2017	108	25	14
1994	44	16	11	2018	91	19	17
1995	83	1	3	Meðalt.	123	22	15
1996	70	49	5	Min.	26	0	0
1997	28	29	5	Max	346	85	69

Viðauki 6. Meðalþyngdir (kg) laxa eftir kynjum og sjávaraldri 1974 – 2018.

Ár	1 ár í sjó		2 ár í sjó		Ár	1 ár í sjó		2 ár í sjó	
	Hæ 1	Hr 1	Hæ 2	Hr 2		Hæ 1	Hr 1	Hæ 2	Hr 2
1974	2.40	2.00	5.40	4.20	1998	2.15	1.75		5.50
1975	2.40	2.20	5.20	4.20	1999	2.30	2.10	4.00	5.30
1976	2.20	2.00	4.50	4.70	2000	2.00	1.90		4.00
1977	2.30	2.10	4.60	4.20	2001	2.25	1.80		4.35
1978	2.40	2.30	5.00	4.30	2002	2.49	2.10		3.50
1979	2.40	2.20	5.10	4.80	2003	2.38	2.00	5.30	4.52
1980	2.90	2.70	5.00	4.30	2004	2.32	2.03	5.30	4.60
1981	2.20	2.10	4.40	4.30	2005	2.50	2.10	4.50	3.90
1982	2.00	2.10	5.40	4.40	2006	2.00	1.90		3.70
1983	2.30	2.10	4.70	4.40	2007	1.90	1.90		3.70
1984	2.10	2.10	5.40	4.50	2008	2.20	1.90	4.60	3.90
1985	2.20	1.50	4.00	4.70	2009	2.20	2.10	4.00	3.90
1986	2.40	2.20	4.70	4.00	2010	2.20	1.90	4.70	4.20
1987	2.00	2.00	5.50	4.60	2011	2.20	1.90	5.10	4.20
1988	2.40	2.20	4.90	4.80	2012	1.85	1.75		3.74
1989	1.90	1.80	5.40	4.80	2013	2.05	1.90	4.70	3.83
1990	1.93	1.83	4.75	4.57	2014	1.89	1.87	6.75	4.20
1991	2.46	2.13	4.75	4.75	2015	2.16	2.01	4.50	4.80
1992	2.38	2.16	4.25	4.86	2016	2.02	1.87		3.65
1993	2.07	1.89	4.75	4.43	2017	2.05	1.91	4.20	4.08
1994	2.33	1.86	5.38	5.82	2018	2.15	1.87	6.00	4.62
1995	2.28	2.09	6.83	5.50	Meðalt.	2.2	2.0	4.9	4.4
1996	2.02	2.07	5.20	4.15	Min	1.9	1.5	4.0	3.5
1997	2.42	2.38	4.33	4.33	Max	2.9	2.7	6.8	5.8

Viðauki 7. Heildar hrognafjöldi og hrognafjöldi/m² í Krossá 1974 – 2018.

Ár	Fj. Hroгна hrygnt í ána			Hrogn m ²	Ár	Fj. Hroгна hrygnt í ána			Hrogn m ²
	Smálax	Stórlax	Samtals			Smálax	Stórlax	Samtals	
1974	119939	103265	223204	2.0	1998	105156	24487	129643	1.1
1975	209217	152180	361397	3.2	1999	146242	9508	155749	1.4
1976	199898	54664	254562	2.2	2000	123865	0	123865	1.1
1977	163735	32610	196345	1.7	2001	68105	9887	77992	0.7
1978	165512	72392	237904	2.1	2002	167413	7709	175122	1.5
1979	339978	117675	457652	4.0	2003	329329	25635	354964	3.1
1980	166200	250589	416789	3.6	2004	521868	29887	551755	4.8
1981	312119	27843	339963	3.0	2005	743539	69176	812715	7.1
1982	214902	193773	408675	3.6	2006	489117	24822	513940	4.5
1983	337703	188074	525777	4.6	2007	285688	29787	315474	2.8
1984	81867	209767	291634	2.6	2008	849034	28196	877229	7.7
1985	47236	36443	83679	0.7	2009	515485	17619	533104	4.7
1986	209217	20632	229849	2.0	2010	767942	29805	797746	7.0
1987	79959	65468	145428	1.3	2011	604619	29268	633886	5.5
1988	439356	111481	550837	4.8	2012	292181	41183	333364	2.9
1989	142197	167222	309419	2.7	2013	375241	53202	428443	3.7
1990	38242	41402	79644	0.7	2014	208136	122729	330865	2.9
1991	211207	18402	229609	2.0	2015	159382	28238	187620	1.6
1992	280021	56376	336397	2.9	2016	43610	16277	59887	0.5
1993	170071	97543	267613	2.3	2017	258733	47462	306195	2.7
1994	77121	51014	128135	1.1	2018	35114	93024	128138	1.1
1995	204202	6967	211168	1.8	Meðalt.	258847	63923	322770	2.8
1996	81305	75138	156442	1.4	Min	38242	0	59887	0.5
1997	43381	16824	60206	0.5	Max	849034	250589	877229	7.7

Viðauki 8. Vísitala lífmassa laxaseiða í Krossá 1987 – 2018.

Ár	Vísitala lífmassa g/100 m ²						Alls
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	
1987	0,6	5,3	47,6	104,3	1,4		159,2
1988	0,2	9,1	14,7	28,1			52,1
1989	0,1	2,2	13,9	39,2	3,7		59,0
1990	0,0	4,4	16,9	39,3	23,8	1,8	86,2
1991	1,4	18,3	15,6	34,0	8,8		78,1
1992	0,1	16,5	39,3	86,2	16,0		158,2
1996	1,3	0,2	18,0	33,1	17,3		70,0
1997	0,3	7,5	5,2	10,0	13,9		37,0
1998	1,4	20,4	37,1	63,4	37,8		160,1
1999	0,0	4,8	16,2	31,3			52,4
2000	0,9	16,1	28,3	62,9			108,3
2001	0,9	8,1	40,0	61,4			110,3
2002	0,6	8,7	21,7	40,8	1,9		73,7
2003	5,9	37,9	31,7	57,3			132,8
2004	1,0	27,6	62,7	126,1			217,4
2005	6,6	29,1	124,6	249,9			410,2
2006	1,2	31,8	34,8	77,5			145,2
2007	1,7	20,9	52,1	111,6	3,0		189,2
2008	1,4	10,5	41,2	85,3	4,8		143,2
2009	15,3	32,6	25,4	45,2	14,0		132,5
2010	13,3	92,2	79,6	135,1	1,3		321,5
2011	1,5	25,1	130,1	285,2			441,8
2012	3,0	14,6	51,2	96,9			165,6
2013	3,8	14,0	18,9	35,1	11,1		82,9
2014	2,5	10,6	25,5	52,0	6,3	1,5	98,6
2015	0,3	13,9	38,1	40,9	12,8	2,1	108,1
2016	1,7	6,3	49,9	45,6	11,6	0,0	115,1
2017	2,4	19,9	16,1	97,6	3,7	0,0	139,7
2018	2,0	16,9	34,6	40,0	17,3	3,7	114,4
Meðaltal	2,5	18,2	39,2	77,7	10,7	1,1	144,6



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna