

HV 2022-41
ISSN 2298-9137



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Mat á áhrifum fyrirhugaðra breytinga á árfarvegi Norðurár
í Reyðarfirði á vatnalífríki

Sigurður Óskar Helgason

HAFNARFJÖRÐUR - DESEMBER 2022

Mat á áhrifum fyrirhugaðra breytinga á árfarvegi
Norðurár í Reyðarfirði á vatnalífríki

Sigurður Óskar Helgason

Skýrslan er unnin fyrir Vegagerðina

Upplýsingablað

Titill: Mat á áhrifum fyrirhugaðra breytinga á árfarvegi Norðurár í Reyðarfirði á vatnalífríki		
Höfundur: Sigurður Óskar Helgason		
Skýrsla nr: HV 2022-41	Verkefnisstjóri: SÓH	Verknúmer: 16324
ISSN 2298-9137	Fjöldi síðna: 17	Útgáfudagur: 13. desember 2022
Unnið fyrir: Vegagerðin	Dreifing: Opin	Yfirfarið af: Hlynur Bárðarson
Ágrip <p>Hafrannsóknastofnun gerði lífríkisúttekt og botnngerðarmat á hluta Norðurár og Sléttuár í Reyðarfirði 22. og 23. ágúst 2022. Verkefnið var unnið fyrir Vegagerðina sem óskaði eftir mati á áhrifum vegna fyrirhugaðra veitinga neðsta hluta Norðurár yfir í árfarveg Sléttuár. Ástæða þess er undirbúningur nýs hringvegar um Reyðarfjarðar- og Fáskrúðsfjarðarbotns.</p> <p>Samkvæmt úttektinni fundust bleikjuseiði á öllum rafveiðistöðum Norðurár og var vísitala á seiðapétteleika á bilinu 4,2 – 8,5 seiði á hverja 100 m² botnflatar, en aðeins eitt bleikjuseiði fannst í Sléttuá ásamt einni flundru. Mældir eðlisþættir voru svipaðir í Norðurá og Sléttuá en vatnsmagn og straumur var þónokkuð meiri í Sléttuá. Blaðgrænumælingar sýndu fram á svipaðan styrk blaðgrænu í báðum ánum en grænþörungur og blábakteríur voru algengari í Norðurá. Pétteleiki botnlægra hryggleysingja var hærri í Sléttuá og fundust alls 18 hópar/tegundir hryggleysingja. Samkvæmt botnngerðarmati voru framleiðslueiningar hluta Norðurár sem fer á þurrt 422,1 og framleiðslueiningar Sléttuár neðan við áhrifasvæðið 417,7. Ljóst er að u.þ.b. einn kílómetri árfarvegar Norðurár hverfi við framkvæmdirnar sem er um 20% af heildar framleiðslueiningum Norðurár.</p>		
Abstract <p><i>The Marine and Freshwater Research Institute in Iceland (MFRI) conducted a survey and habitat mapping of bottom substrate of parts of River Norðurá and River Sléttuá in Reyðarfjörður on August 22. and 23. in 2022. The project was carried out for the Icelandic Road Administration (Vegagerðin), which requested an impact assessment due to the planned diversion of the lower part of River Norðurá into River Sléttuá. The reason for this is the preparation of a new and improved highway in the eastern regions of Iceland, including Reyðarfjörður.</i></p>		

According to the assessment, arctic char juveniles were found at all electrofishing sites in River Norðurá and the index for juvenile density was between 4.2 - 8.5 juveniles per 100 m² bottom surface, but only one char fry was found in River Sléttuá together with one flounder. The physical parameters measured were similar in both rivers, but the water volume and current were considerably higher in River Sléttuá. Chlorophyll measurements showed a similar concentration of chlorophyll in both rivers, but green algae and cyanobacteria were more common in River Norðurá. The density of benthic invertebrates was higher in River Sléttuá and a total of 18 groups/species of invertebrates were found. According to the habitat mapping on the bottom substrate, the production units of the part of River Norðurá that goes dry were 422.1 and the production units of River Sléttuá below affected area were 417.7. It is clear that approximately one kilometer of the riverbed in River Norðurá will be lost after the construction, which is about 20% of the total production units of River Norðurá.

Lykilorð: Reyðarfjörður, Norðurá, Sléttuá, seiðarannsóknir, bleikja, flundra, efnistaka.

Undirskrift verkefnisstjóra:

Sigurður Óskar

Undirskrift forstöðumanns sviðs:

Guðni Guðbergsson

Efnisyfirlit

Töfluskrá	i
Myndaskrá	i
Inngangur	1
Aðferðir	1
Niðurstöður	3
Umræður	5
Þakkarorð	8
Heimildir	8
Myndir og töflur	9
Viðauki	17

Töfluskrá

Tafla 1. Mældir eðlisþættir (leiðni, ph og vatnshiti)	11
Tafla 2. Vísitala á seiðapéttleika bleikju í Norðurá og Sléttuá skipt eftir aldurshópum.	11
Tafla 3. Heildarfjöldi, vísitala péttleika, meðallengd, -þyngd bleikjuseiða í Reyðarfirði.	11
Tafla 4. Tafla yfir botngildi sem notuð eru við útreikninga á framleiðslugildi	11
Tafla 5. Búsvæðamat í Norðurá og Sléttuá í Reyðarfirði.	12
Tafla 6. Framleiðslugildi (FG) í Norðurá og Sléttuá reiknað út frá botngerð.	12
Tafla 7. Meðalpéttleiki (fjöldi/m ²) lífvera skipt eftir tegundum/hópum í Norðurá og Sléttuá árið 2022.	16

Myndaskrá

Mynd 1. Yfirlitskort yfir rafveiðistöðvar í Norðurá og Sléttuá í Reyðarfirði.....	9
Mynd 2. Yfirlitskort yfir þversnið sem tekin voru í búsvæðamati í Norðurá og Sléttuá í Reyðarfirði. Umhverfisþættir voru jafnframt mældir á sömu stöðum.....	9
Mynd 3. Áætlaður farvegur Norðurár verði henni veitt yfir í Sléttuá. (Mynd: Vegagerðin).....	10
Mynd 4. Mögulegir efnistöðustaðir fyrir framkvæmdir hringvegur um Reyðarfjörð. (Heimild: Vegagerðin).....	10
Mynd 5. Lengdar- og aldursdreifing bleikjuseiða í Norðurá og Sléttuá í Reyðarfirði.	13
Mynd 6. Péttleiki bleikjuseiða skipt eftir aldri og rafveiðistöðvum í Norðurá og Sléttuá í Reyðarfirði árið 2022.	13
Mynd 7. Meðaltalstyrkur blaðgrænu (µg/cm) skipt eftir stöðvum í Norðurá og Sléttuá haustið 2022. Staðalfrávik (lóðréttar línur) og útgildi (punktar) eru teiknuð inn.....	14
Mynd 8. Samanburður á styrkleika blaðgrænu á milli Norðuráar og Sléttuáar. Athugið að ritin byggjast á meðaltölum. Lóðréttar línur sýna fjórðungsbil dreifingar og meðaltal.	14
Mynd 9. Styrkleiki mismunandi þörungahópa á milli sýnatökustöðva í Norðurá og Sléttuá. Hver súla byggist á meðaltali 10 mælinga.	15
Mynd 10. Samanburður á meðalstyrk mismunandi hópa þörungna í Norðurá og Sléttuá.	15
Mynd 11. Péttleiki botnlægra hryggleysingja í heildina (svartar súlur) og rykmýs (lirfur, púpur og fullorðnar flugur; gráar súlur). Sýnd eru staðalfrávik meðaltala fimm sýna.....	16

Inngangur

Vegagerðin leitaði til Hafrannsóknastofnunar í janúar 2022 eftir mati á áhrifum vegna fyrirhugaðra veitinga neðsta hluta Norðurár yfir í árfarveg Sléttuár í Reyðarfirði. Ástæða þess er undirbúningur nýs hringvegjar um Reyðarfjarðar- og Fáskrúðsfjarðarbotn. Í þeirri vinnu er til skoðunar möguleiki að hafa eina brú á vegi með því að veita hluta Norðurá í Sléttuá.

Íslenskar ár og vötn eru margbreytileg hvað lífríki varðar og er það samspil fjölda lífrænna og ólífrænna þátta sem mynda sjálft vistkerfið. Helstu umhverfisþættir sem móta lífríki vatna eru meðal annars hitastig, vatnsrennsli, sýrustig og næringarefni. Frjósömustu árnar eru yfirleitt lindár á ungum berggrunni sem hafa viðstöðu í stöðuvötnum (t.d. Úlfarsá og Laxá í Aðaldal) þar sem næringarefni safnast upp og skila sé í auðugu lífríki (Sigurður Guðjónsson, 1990). Aftur á móti eru þær ár sem snauðastar eru yfirleitt stuttar dragár á eldri berggrunni sem hafa hálent vatnssvið (Davíð Egilsson o.fl., 1990). Þær ár eru næringaefnasauðar, kaldar og rennsli þeirra mjög breytilegt. Slíkar ár eru algengar á elsta berggrunni landsins, sem er á Vestfjörðum, Austfjörðum og Tröllaskaga. Bleikja er oft ráðandi fisktegund í slíkum ám þar sem aðrar tegundir eins og lax og urriði finna sér síður lífsskilyrði. Sléttuá í Reyðarfirði er dragá sem á sér nokkrar upptökuár ofan af hálendi og má þar nefna Fögrudalsá, Stóralæk og Stuðlaá sem renna að lokum í sameiginlegan árfarveg í u.þ.b. fimm kílómetra fjarlægð frá ósi. Norðurá kemur úr Grænavatni sem er rúmlega fimm km frá sjó. Útfall vatnsins rennur við Geithúsaá sem síðan verður að Norðurá er nær dregur ósi. Samkvæmt botngerðarmati sem framkvæmt var af Veiðimálastofnun árið 2000 var botngerð fremur einsleit í Sléttuá og Norðurá, þar sem grófari botngerð einkenndi efri svæðum og fínni mól og sandur var að finna nær ósum ána (Þórólfur Antonsson og Jón S. Ólafsson). Í Sléttuá er bleikja ríkjandi tegund fiska en þar veiðist einnig stöku lax, þá einna helst efst í ánni. Ekki liggur fyrir regluleg veiðiskráning úr ánni. Lífríki Norðurár er fremur einsleitt en þar er að finna bleikju, þó í minna magni en í Sléttuá, og þéttleiki smádýra var þar fremur lágur í samanburði við þéttleika í Sléttuá samkvæmt mati Veiðimálastofnunar í lífríkisúttekt árið 2000 (Þórólfur Antonsson og Jón S. Ólafsson 2000).

Við framkvæmdir við vatnasvæði geta orðið bæði skammtíma- og langtímaáhrif á nærliggjandi lífríki. Dæmi um skammtímaáhrif er aukið grugg og mengun á meðan framkvæmdir standa yfir. Langtímaáhrif eru oft flókið samspil margra þátta og geta þau varað í áraraðir eftir lok framkvæmda. Mikilvægt er að rannsaka lífríkið á neðsta hluta Norðurár sem verður raskað til að meta hvað er þar í húfi og hvað kann hverfa.

Aðferðir

Sýnataka fór fram í Norðurá og Sléttuá í Reyðarfirði dagana 22. og 23. ágúst 2022. Seiðamælingar voru framkvæmdar með rafveiðum á fimm stöðvum í heildina og allar sýnatökustöðvar voru hnitsettar með GPS tæki og miðað við WGS-84. Þrjár stöðvar voru í Norðurá og af þeim voru tvær á áætlaðu áhrifasvæði vegna framkvæmda en ein stöð var ofan við þann árhuta sem veitt verður í Sléttuá (mynd 1). Báðar stöðvarnar í Sléttuá voru staðsettar fyrir neðan áætlaða sameiningu árfarvega. Við rafveiðar var notast við rafveiðibúnað sem

byggðist á rafstöð sem gaf frá sér 220 volta riðstraum sem umbreytt var í 300 volta jafnstraumsspennu. Straumurinn sem myndaðist var í kringum 0,4 amper. Farin var ein rafveiðifyfirferð á öllum stöðvum og flatarmál rafveiðisvæðis mælt. Hafa skal í huga að aðeins veiðist hluti þeirra seiða sem eru á rafveiðisvæðinu þegar farin er ein rafveiðifyfirferð. Sýnt hefur verið fram á að marktækt samband er á milli fjölda seiða sem veiðist í einni yfirferð og heildarfjölda seiða á viðkomandi rafveiðisvæði og því hægt að nota mælingarnar sem vísitölu á þéttleika seiða sem hægt er að bera saman milli svæða og ára (Friðþjófur Árnason og fleiri 2005). Tvær rafveiðifyfirferðir voru farnar í Sléttuá vegna lítillar veiði. Seiðapéttleiki er gefinn upp sem fjöldi veiddra seiða á 100 m² árbotns fyrir hverja raðveiðistöð. Seiði sem veiddust voru greind til tegunda ásamt því að vera þyngdar- og lengdarmæld. Kvarnir voru teknar úr hluta rafveiddra seiða til aldursgreiningar. Aldur var skilgreindur þannig að þau seiði sem eru á sínu fyrsta vaxtarsumri eru táknuð sem 0+. Seiði sem eru á sínu öðru vaxtarsumri eru táknuð sem 1+ og svo framvegis. Holdastuðull (Fulton's K), sem byggist á sambandi lengdar og þyngdar, var reiknaður á eftirfarandi hátt til þess að fá mat á ástandi seiða.

$$\text{Holdastuðull (K)} = \left(\frac{\text{Þyngd}}{\text{Lengd}^3} \right) \times 100$$

Þar sem þyngd var í grömmum og lengd í sentimetrum (Fulton 1904). Holdastuðull er yfirleitt í kringum einn hjá seiðum flestra laxfiska í eðlilegum holdum en getur verið lægri hjá bleikju.

Botngerðarmat var framkvæmt á sama tíma á neðstu köflum Norðurár og Sléttuár þar sem áhrifa gætir ef verður af áætluðum framkvæmdum Vegagerðarinnar. Við botngerðarmat er viðkomandi vatnsfalli skipt upp í einsleita kafla m.t.t. straums og botngerðar. Tekin eru þversnið yfir ána á hverjum kafla þar sem breidd árinna er mæld ásamt því að gerðar eru punktamælingar með vissu millibili þvert yfir ána. Á hverjum punkti er mælt dýpi, straumgerð metin ásamt því að hlutfall (%) mismunandi grófleikaflokka botnefna er metið. Meðalhlutdeild einstakra botngerðaflokka er síðan metin innan hvers kafla út frá niðurstöðum mælinga á þversniðum (Þórólfur Antonsson, 2000). Mismunandi er hversu vel einstakir grófleikaflokkar botns nýtast sem búsvæði bleikju- og laxaseiða og því er hlutdeild hvers grófleikaflokks margfölduð með svokölluðu botngildi (0,02 – 0,4) þess flokks (tafla 4). Þannig fæst eitt framleiðslugildi fyrir hvern kafla sem búsvæði fyrir bleikju- og laxaseiði. Framleiðslueiningar má síðan reikna með því að margfalda framleiðslugildi með flatarmáli hvers kafla til að meta hlutfallslegt vægi hans (Ingi Rúnar Jónsson og Sigurður Már Einarsson, 2021). Botngerð var metin á fimm sniðum í Norðurá og tveimur sniðum í Sléttuá (mynd 2). Fyrirliggjandi botngerðarmat frá árinu 2000 var notað til að gera grein fyrir framleiðslugildum í Norðurá sem fara á þurrt (Þórólfur Antonsson, 2000).

Vatnshiti (°C), rafleiðni (µS/cm) og sýrustig (pH) var mælt á öllum stöðum þar sem snið voru tekin fyrir botngerðarmat. Mælt var með YSI 1030 mælitæki og voru mælingar staðlaðar miðað við 25°C.

Sýni fyrir botnlæga hryggleysingja voru tekin á tveimur stöðvum í Norðurá og einni stöð í Sléttuá. Sex sýni voru tekin á hverri stöð og var notast við tilviljunartöflu við val á sýnatökustöð. Notast var við svokallaðan surber sýnataka með 13,5 x 14 cm stál ramma. Surber sýnatakanum var komið fyrir þétt við árbotninn og rótað innan sýnatökufatarins í 30

sekúndur. Við það losnuðu lífverur af botninum og straumur árinna skilaði lífverunum í söfnunarhálf. Hryggleysingar voru skolaðir með síuðu vatni og hvert sýni skolað í gegnum sigti (63 μ m), sett í plast ílát og varðveitt í 70% etanóli. Surber sýnataka er hentug aðferð til að taka magnbundið sýni af hryggleysingjum á botni þar sem sýnatakan bíður uppá staðlað flatarmál. Á rannsóknarstofu voru hryggleysingar úr hverju sýni grófflokkaðir þar sem helstu hópar voru greindir og taldir undir víðsjá. Fjöldi lífvera í hverjum dýrahópi var uppreiknaður til að fá fjölda lífvera á hvern fermetra botnflatar.

Magn blaðgrænu a er oft notað sem mælikvarði á lífmassa þörunga og annara frumframleiðanda (Steinman o.fl. 2006) og voru mælingar á blaðgrænu framkvæmdar samhliða botngerðarmati í Norðurá og Sléttuá. Notast var við flúrljómmæli (BenthoTorch, bbe Moldaenke©) sem gefur heildarmagn blaðgrænu a á fersentimetra (μ g/cm²). BenthoTorch mælirinn sendir frá sér ljós með mismunandi bylgjulengdum og nemur endurkast ljóssins sem notað er til útreikninga á magni blaðgrænu. Mælirinn flokkar frumframleiðendur niður í grænþörunga, kísilþörunga og blábakteríur þar sem hver hópur endurkastar mismunandi bylgjulengd ljós. Mælingar voru endurteknar tíu sinnum á hverri stöð og notast við meðaltal þeirra mælinga til að bera saman gildi á milli stöðva.

Niðurstöður

Mældir eðlisþættir voru svipaðir í Norðurá og Sléttuá og var rafleiðni á bilinu 43,5 – 50,5 μ m/cm í Norðurá og Sléttuá haustið 2022 (tafla 1). Sýrustig var á bilinu 7,30 – 7,45 í Norðurá, en á efstu stöð Norðurrá var sýrustigið lægra, eða 6,82. Örlítið hærra sýrustig mældist í Sléttuá og voru gildin 7,51 og 7,52. Hitastigið í Norðurá jókst eftir því sem nær dróg ósi og var það á bilinu 8,0 – 9,6 °C og í Sléttuá var það 8,9 °C á báðum stöðum.

Samtals veiddust 46 bleikjuseiði á þeim 1185 m² botnflatar sem rafveiddir voru í Norðurá og Sléttuá í Reyðarfirði árið 2022 sem samsvarar um 3,9 seiði á hverja 100 m² að meðaltali (tafla 2 og 3). Bleikjuseiði veiddust á öllum rafveiðistöðum Norðurrá í Reyðarfirði árið 2022 og voru seiðin á aldrinum 0+ (hrygning 2021), 1+ (hrygning 2020) og 2+ (hrygning 2019). Vísitala á seiðapétteleika (fjöldi seiða á hverja 100 m² botnflatar) var breytileg á milli aldurshópa og rafveiðistöðva. Fjöldi 0+ bleikjuseiða í Norðurá voru frá 3 – 8 seiði á rafveiðistöð sem samvarar 1,5 – 2,8 seiði á hvern 100 m² botnflatar. Fjöldi 1+ bleikjuseiða voru frá 5 – 12 seiði á rafveiðistöð, þ.e. 1,9 – 6,0 seiði á hverja 100 m² en 2+ seiði fundust aðeins á einni rafveiðistöð í Norðurá þar sem 2 seiði fundust sem gerir 1,0 seiði á 100 m² hjá þeim aldurshóp. Í Sléttuá var rafveitt á tveimur rafveiðistöðvum og bleikjuseiði voru einungis að finna á annari stöðinni (tafla 3) og var það eitt 0+ seiði og eitt 1+ seiði. Auk bleikjuseiða veiddist ein flundra á neðri rafveiðistöð Sléttuá r en engar aðrar tegundir fiska veiddust í rafveiðum þetta árið.

Samkvæmt lengdardreifingu aldurshópa bleikjuseiða voru 0+ seiðin á bilinu 4,2 – 5,4 cm að lengd (mynd 5). Lengdardreifing 1+ aldurshópsins var frá 5,1 – 10,2 cm og skaraðist lítillaga við 0+ aldurshópinn. Lengdardreifing 2+ bleikjuseiða var afgerandi og voru seiðin 11,2 og 13,5 cm að lengd. Meðallengd, -þyngd og -holdastuðull var 4,9 cm, 1,1 grömm og 0,97 fyrir 0+ aldurshópinn en 7,8 cm, 4,9 grömm og 0,97 fyrir 1+ bleikjuseiðin. 2+ meðaltölin voru 11,8 cm 15,6 grömm og holdastuðull var 0,90 (tafla 3).

Við botngerðarmat voru fimm snið tekin í Norðurá með u.þ.b. 150 metra millibili. Í Sléttuá voru tekin tvö snið neðan við áætlað áhrifasvæði veitunnar þar sem ekki var hægt að meta botninn við árósa vegna mikils vatnsstraums. Samkvæmt niðurstöðum botngerðarmats var botngerð svipuð í Norðurá og Sléttuá. Megnið af botninum reyndist mól (1-7 cm) og smágrýti (7-20 cm), lítill hluti botnsins var sandur (0-1 cm) en nánast ekkert var um stórgrýti (>20 cm) og klappir voru hvergi sjáanlegar á þeim sniðum sem tekin voru (tafla 5). Framleiðslugildi fyrir Norðurá mældist 422,1 og í Sléttuá var gildið 417,7 (tafla 6).

Styrkur blaðgrænu var mismunandi á milli stöðva (mynd 7 og 8) og almennt var magn blaðgrænu meira í Norðurá miðað við Sléttuá (mynd 8 og 10). Í Norðurá voru grænþörungar algengasti hópurinn og var meðalstyrkleiki þeirra 0,24 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Meðalstyrkleiki fyrir kísilþörungum var 0,17 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ og 0,15 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ fyrir blábakteríur. Í Sléttuá var meðalstyrkleiki kísilþörungum 0,17 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ sem var sama gildi og í Norðurá. Hinsvegar var meðalstyrkleiki annara þörungum hópa mun lægri og voru grænþörungar 0,04 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ og blábakteríur 0,03 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$.

Þéttleiki botnlægra hryggleysingja var mestur í Sléttuá eða 15.000 lífverur á hvern fermetra botnflatar (tafla 7). Lægstur þéttleiki var á efri sýnatökustöð Norðurár eða 10.000 á hvern fermetra botnflatar (mynd 11). Samtals fundust 18 hópar/tegundir af hryggleysingjum í sýnatökunni og voru 13 hópar/tegundir hryggleysingja á hverri sýnatökustöð (tafla 7). Algengasti hópurinn var rykmý sem fannst á öllum lífsstigum, þ.e. lírfur, púpur og svo fullorðnar rykmýsflugur. Steinflugur voru algengar á öllum sýnatökustöðum og einnig fannst lúsmý og bitmý. Ánar voru algengasti hópur hryggleysingja á eftir rykmýinu en líklega er ofmat á þéttleika þeirra þar sem ánar eiga það til að tæst við varðveislu í etanóli og því fjölgar talningareiningum ána. Botnlæg krabbadýr (árfætlur og skelkrabbar) voru algeng á öllum sýnatökustöðum.

Umræður

Ljóst er að neðsti hluti árfarvegjar Norðurár fer á þurrri verði ánni veitt yfir í annan árfarveg og mun núverandi lífríki þar hverfa. Í ljósi þess var framkvæmd úttekt á lífríki Norðurár og Sléttuár til að gera grein fyrir því lífríki sem mun verða fyrir áhrifum. Niðurstöður rannsóknarinnar sýna að árnar tvær eru svipaðar en um leið eru þættir sem aðskilja þær og er þar helst að nefna mismun á vatnsmagni, þ.e. breidd og dýpt ána. Mældir eðlisþættir voru nánast þeir sömu í ánum og var sýrustigið rúmlega 7,3 á öllum stöðvum og leiðnin var á bilinu 43,6 – 50,5 og í því samhengi er gjarnan talað um að vatnið sé næringarsnauðt. Næringarsnauð vötn eru algeng á Austfjörðum (og víðar á elsta bergi landsins) þar sem berggrunnurinn er þéttur og árnar renna þar sem yfirborðsvatn. Þar með leysast síður upp næringarsölt úr berginu og vatnið verður ófrjósamara (Sigurjón Rist, 1990). Sömuleiðis er vatnasvið ána í Reyðarfirði fremur lítið og stutt vegalengd er frá upptökum ána niður til sjávar. Á slíku búsvæði er bleikja ríkjandi tegund í ám Reyðarfjarðar og í öðrum dragám næsta nágrennis s.s. í Norðfirði (Sigurður Óskar Helgason og Hlynur Bárðarson, 2022 og Leó Alexander Guðmundsson o.fl., 2019).

Bleikjuseiði veiddust á öllum rafveiðistöðum og var bleikja jafnframt eina tegundin sem veiddist í Norðurá. Í Sléttuá veiddist auk bleikju ein flundra á neðstu rafveiðistöðinni. Þéttleiki bleikjuseiða var mun hærrí í Norðurá en einungis tvö seiði veiddust í Sléttuá. Taka þarf með í samanburðinn að væntanlega var minni veiðanleiki í Sléttuá vegna vatnsmagns og erfitt reyndist að rafveiða í straumharðri ánni. Bleikjuseiðin voru flest á aldrinum 0+ og 1+ og einungis tvö bleikjuseiði voru 2+. Algengast er að bleikjuseiði haldi til sjávar í fæðuleit við 2+ aldur sem útskýrir af hverju færri bleikjur finnast í þeim aldurshópum við rafveiðar á haustin (Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson, 1996). Þar sem bleikja er án samkeppni við aðrar tegundir, líkt og í Norðurá og Sléttuá, halda stærri og eldri seiði sig á grófara undirlagi þar sem straumur er heldur meiri meðan smærri seiði halda sig á fíngerðari botni og lygnari svæðum (Þórólfur Antonsson, 1998). Það er í samræmi við niðurstöður botngæðarmats þar sem botninn í Norðurá einkenndist fyrst og fremst af möl og smágrýti ásamt því að straumurinn var meira minni. Frumframleiðni var svipuð á milli ána og ekki var marktækur munur ($p < 0,05$) á magni blaðgrænu a , sem jafnframt er notuð sem mælikvarði á frumframleiðni. Grænþörungar voru mun algengari í Norðurá og sömuleiðis blábakteríur. Munur kann að skýrast vegna þess að þörungar eiga almennt auðveldara með að vaxa á lygnari svæðum líkt og í Norðurá. Hitafar og lengd ána hefur einnig mikið að segja um hvernig þörungar geta nýtt sér næringarefni úr vatninu. Við hærra hitastig (upp að ákveðnum kjörhita sem er mismikill milli tegunda) ganga líffræðilegir ferlar hraðar fyrir sig og vöxtur lífvera, þ.m.t. þörungar verða hraðari.

Botnlægir hryggleysingjar eru meginfæða bleikjuseiða á fyrstu árum en göngustofnar bleikju taka upp mestan vöxt sinn úr næringarríki fæðu í sjó (Ingi Rúnar Jónsson, 1994). Fjöldi tegunda/hópa hryggleysingja var sá sami í Norðurá og Sléttuá en í heildina fundust 18 hópar (tafla 7). Líkt og í fyrri rannsóknum frá árinu 2000 var þéttleiki hryggleysingja meiri í Sléttuá og voru rykmýslirfur algengasti hópurinn á öllum sýnatökustöðvum. Í Norðurá voru tvær sýnatökustöðvar og var þéttleiki meiri á neðri sýnatökustöðinni. Hafa skal í huga að skoða þarf fleiri þætti en einungis þéttleika til að gera grein fyrir áhrifum sem samfélög hryggleysingja verða fyrir vegna umhverfisbreytinga. Þéttleiki getur breyst gífurlega mikið á stuttum tíma og fer það allt eftir lífsferli tegunda og breytingum í umhverfisþáttum. Sem dæmi má taka

rykmýslirfur en þéttleiki þeirra getur margfaldast eftir varp mýflugna og fyrsta stigs mýlirfur koma sér fyrir á botninum. Þegar aðstæður eru hentugar klekjast lirfur úr þúpunum og berast upp vatnsbolinn þar til þær fljúga í burtu sem fullorðnar flugur og þá minnkar þéttleiki þeirra snarlega á ný (Sigurður S. Snorrason o.fl. 2000). Það er því mikilvægt að gera sér grein fyrir því að breytileiki á samfélögum hryggleysingja er mjög mikill í tíma og rúmi og sennilega þyrfti ítarlegri vöktun til að gera betur grein fyrir uppbyggingu þeirra.

Efnistaka í Reyðarfirði

Samkvæmt yfirlitskortu sem barst frá Vegagerðinni um mögulega efnistöku á ári í Reyðarfirði má búast við töluverðu raski á árfarvegum þar sem efnistökur fara fram (mynd 4). Nú þegar hefur verið stunduð malartekja í Reyðarfirði og lífríkið þar er líklegast undir töluverðum áhrifum vegna þessa. Ein helsta ógnin sem fylgist efnistöku í ám er tilfærsla árfarvega með þeim afleiðingum að uppeldissvæðum fækki og búsvæði rýrni. Efnistaka úr árbotni getur valdið tilfærslu botnefnis, svokallað botnskrið, sem kemur árbotninum úr jafnvægi þar sem vatnsyfirborð lækkar og mikið magn efna og gruggs losnar út í ána (Davíð Egilsson o.fl. 1990). Aurburður sem fylgir stórfelldri efnistöku getur kæft botngróður og haft neikvæð áhrif á búsvæðin neðan við efnistökusvæðið. Einnig eru dæmi um að aurburður og botnskrið í ám eftir efnistöku geti valdið því að hyljir í ám fyllast og veiðistaðir raskist eða færst til. Rask af þeim toga er yfirleitt tímabundið þar sem árbotninn getur náð jafnvægi og hyljir hreinsa sig eftir að efnistöku lýkur. Áhrif stórfelldra efnistaka hafa sýnt fram á rýrnum búsvæða með fyrrgreindum áhrifum og má þar nefna Norðfjarðará í Norðfirði (Sigurður Óskar Helgason og Hlynur Bárðarson, 2022) og Norðurá í Skagafirði (Hlynur Bárðarson og Guðni Guðbergsson 2016). Komi til efnistöku er mikilvægt að raska ekki botni ána ofan til en þar eru mikilvægustu hrygningar- og uppeldissvæðin fyrir bleikju. Mikilvægt er efnistaka í ám fari ekki mikið dýpra en 1-1,5 metra niður til að takmarka hættuna á tilfærslu botnefnis sem gæti haft áhrif langt upp fyrir fyrirhuguð efnistökusvæði. Tímasetning efnistöku skiptir einnig verulegu máli en best er að hún fari fram á haustin fyrir hrygningartíma eða að vetri fram að vori, áður en að framleiðsla árinna fari í fullan gang.

Áhrif framkvæmda

Verði af fyrrgreindum framkvæmdum Vegagerðarinnar tapast um eins kílómetra kafli af Norðurá við að veita henni í Sléttuá (mynd 3). Samkvæmt botnngerðamati frá árinu 2000 er fiskgengur hluti árinna 3,5 kílómetrar og má því áætla að tæplega þriðjungur fiskgenga hlutans fari á þurrt. Mikilvægt er að leggja mat á framleiðslueiningar á líkt og gert var fyrir veiðiar Reyðarfjarðar árið 2000 og svo endurtekið haustið 2022 þar sem áherslur voru lagðar á áhrifasvæði vegna komandi framkvæmda (mynd 2). Framleiðslugildi ána í Reyðarfirði mældist 7880 árið 2000 og þar af var fiskgengi hluti Norðurá 1835.

Við ítarlegt botnngerðarmat árið 2022 á fyrirséðu framkvæmdarsvæði var framleiðslugildi hluta Norðurár sem fer á þurrt 422,2. Gildið í Sléttuá var mælt frá áætluðu samrunasvæði áanna tveggja niður að ós og var framleiðslugildið þar 417,7. Það er því ljóst að búsvæðin eru sambærileg hvað varðar framleiðslugetu en þó skal hafa í huga að framleiðslugildið var reiknað á mun styttri hluta í Sléttuá. Í Sléttuá var almennt meira dýpi og straumur meiri en það hentar bleikju síður en lygn svæði líkt og í Norðurá. Ef við gefum okkur að framleiðslugildi

fyrir Norðurá hafi haldist óbreytt frá árinu 2000 má áætla að um 20 % af framleiðsluvæðinu tapist í Norðurá. Á móti kemur þá um 250 metra nýr árfarvegur sem tengir Norðurá við Sléttuá. Fyrst um sinn mun framleiðslugildi nýja kaflans vera óstöðugt en þegar jafnvægi er náð má búast við svipuðum framleiðslugildum og finnast í Norðurá og Sléttuá. Hluti hrygningarsvæða bleikjunnar mun hverfa en þéttleiki 0+ seiða var á bilinu 1,5 – 2,8 seiði á hvern 100 m² botnflatar á því svæði sem fer á þurrt. Í samanburði við aðrar gjöfular bleikjuár (t.d. Norðfjarðará þar sem þéttleiki á hrygningarsvæðum var á bilinu 30,0 – 40,0 0+ seiði á 100m² árið 2019) er það fremur lágur þéttleiki og helstu hrygningarsvæði í Norðurá eru að öllum líkindum ofar í ánni, utan áhrifasvæðis. Hafa skal í huga að bleikjustofn Norðurár er smár og þar af leiðandi ekki mikill fjöldi fiska sem verða fyrir skerðingu miðað við núverandi aðstæður. Einnig mun bleikjan þurfa að finna sér nýjan farveg á leið sinni til sjávar í fæðuleit. Sennilega nýta fiskistofnar Norðurár og Sléttuár sömu strandsjávarsvæði til fæðunáms þar sem árnar renna til sjávar með einungis 200 metra millibili. Far laxfiska um ósa hefur verið rannsakað og líklegt þykir að bleikjan muni geta ratað upp sameiginlegan árfarveg Sléttuár og Norðurár á leið sinni á hrygningarsvæði ofar í Norðurá. Sem dæmi má nefna að far urriða var rannsakað í Leirvogsá og í ljós koma að urriðar ferðast mikið á ósasvæðum í fæðuleit og leita jafnvel upp nágrennaár áður en þeir snúa til baka í sína heimaá (Friðþjófur Árnason o.fl. 2021). Búast má við að bleikjan í Reyðarfirði hagi sér á svipaðan háttsvipað og það má telja líkur á að fiskistofnar Reyðarfjarðar nýti jafnvel nágrennaár sínar sem hrygningar- og uppeldissvæði. Algengustu breytingar sem eru gerðar á vötnum hérlendis eru vegna brúa- og vegagerðar, því hefur skapast þónokkur þekking um áhrif sem fylgja slíkum framkvæmdum. Hægt er að skipta áhrifum af slíkum framkvæmdum í bæði langtímaáhrif og skammtímaáhrif. Með fyrirbyggjandi aðgerðum væri hægt að lágmarka skammtímaáhrif til dæmis með því að lágmarka stærð athafnasvæðis og umferð eins og kostur er og miða við að framkvæmdin taki sem skemmstan tíma. Mikilvægt er að ganga frá árbökkum þannig að sárum í jarðvegi sé lokað og þannig að ekki skapist hætta á bakkarofi í kjölfar framkvæmdanna. Einnig þarf að gæta að því að vinnuvélar sem notaðar eru, smiti ekki frá sér olíu eða öðrum skaðlegum efnum. Mesta langtíma áhættan við brúargerð er þrenging árfarvegjar sem getur aukið landbrot á árbökkum neðan við framkvæmdasvæðið sem hefði síðan keðjuverkandi áhrif upp ána og gæti tekið langan tíma að jafna sig. Í Sléttuá er lítil hætta á ferð þar sem til stendur að brúa ána rétt ofan við ósinn og eru engir árbakkar þar fyrir neðan í hættu.

Ljóst er að við þessar framkvæmdir tapast búsvæði fyrir laxfiska í Norðurá sem jafnast á við þriðjung fiskgengs svæðis og um 20% af framleiðslueiningum bleikju í Norðurá. Svæðið hentar ágætlega til uppeldis bleikjuseiða miðað við niðurstöður mælinga Hafrannsóknastofnunar og því ljóst að langtímaáhrif eru fyrst og fremst tap á uppeldissvæðum og öðru vatnalífriki (t.d. hryggleysingar og þörungur) sem þar fyrirfinnst á u.þ.b. eins kílómetra kafla í Norðurá.

Þakkarorð

Rannsóknin var kostuð af Vegagerðinni á Reyðarfirði. Hrefna Zoëga aðstoðaði við gagnasöfnun á vettvangi og Hlynur Bárðarson sá um yfirlestur og kom með gagnlegar ábendingar. Þeim er þakkað fyrir sitt framlag.

Heimildir

- Davíð Egilson, Freysteinn Sigurðsson, Helgi Jóhannesson, Páll Sigurðsson, Sigurður Guðjónsson, Sigurður Már Einarsson og Stefán H. Sigfússon. (1990). *Fallvötn og landbrot*. Rit gefið út sameiginlega af Landgræðslu ríkisins, Náttúruverndarráði, Orkustofnun, Vegagerð ríkisins og Veiðimálastofnum. 40 bls.
- Fulton, T. W. (1904). *The rate of growth of fishes. Twenty-second Annual Report, Part III*. Fisheries Board of Scotland, Edinburgh. Bls. 141 – 241.
- Friðþjófur Árnason, Hlynur Bárðarson, Sigurður Óskar Helgason og Jóhannes Sturlaugsson. (2021). *Farleiðir laxa og urriða á ósasvæðum Elliðaóa og Leirvogssár árin 2017 og 2018*. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2021-06. 52 bls.
- Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson. (1996). *Fiskar í ám og vötnum. Fræðirit fyrir almenning um íslensku ferskvatnsfiska*. Landvernd. 191 bls.
- Hlynur Bárðarson og Guðni Guðbergsson. (2016). *Áhrif vegagerðar í Norðurárdal á seiðastofna Norðurár í Skagafirði og hliðaráa hennar*. Veiðimálastofnun. VMST/16018.
- Ingi Rúnar Jónsson. (1994). *The life-history of the anadromous Arctic char, Salvelinus alpinus (L.), in River Vesturdalsa and Lagoon Nypslon NE-Iceland*. Cand. Sci. Thesis, University of Bergen. 96 bls.
- Leó Alexander Guðmundsson, Hlynur Bárðarson, Jón S. Ólafsson og Eydís Salome Eiríksdóttir. (2019). *Útbreiðsla laxfiska og umhverfisþættir vatnsfalla á Austfjörðum*. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2019-40. 46 bls.
- Sigurður Guðjónsson. (1990). *Íslensk vötn og vistfræðileg flokkun þeirra. Vatnið og landið*. Vatnafræðiráðstefna, Reykjavík. Orkustofnun: 219-229.
- Sigurður Óskar Helgason og Hlynur Bárðarson. (2022). *Vöktun á laxfiskastofnum Norðfjarðarár í kjölfar efnistöku. Áfangaskýrsla 2021*. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2022-31. 27 bls.
- Sigurður S. Snorrason, Jón S. Ólafsson og Arnþór Garðarsson. (2000). *Estimating fecundity, egg-laying and larval survival of chironomids in a shallow, subarctic lake*. Late 20th Century Research on Chironomidae: an Anthology from the 13th International Symposium on Chironomidae. Bls. 355 – 361.
- Sigurjón Rist. (1990). *Vatns er þörf*. Bókaútgáfa Menningarsjóðs. Reykjavík. 248 bls.
- Steinman, A., Lamberti, G. A. og Leavitt, P. R. (2006). *Biomass and pigments of benthic algae. Methods in stream ecology, 2. útgáfa*. Hauer F. R og Lambert G. A. Academic Press. Bls 357 – 379.
- Þórólfur Antonsson og Jón S. Ólafsson. (2000). *Rannsóknir á lífríki áa í Reyðarfirði*. Veiðimálastofnun. VMST-R/0019x. 25 bls.
- Þórólfur Antonsson. (2000). *Verklýsing fyrir mat á búsvæðum seiða laxfiska í ám*. Veiðimálastofnun. VMST-R/0014. 10 bls.
- Þórólfur Antonsson. (1998). *Breytileiki í framleiðslu laxaseiða í tveimur íslenskum ám og endurheimt þeirra úr hafi*. M. Sc. ritgerð við Líffræðiskor. Háskóli Íslands. 147 bls.

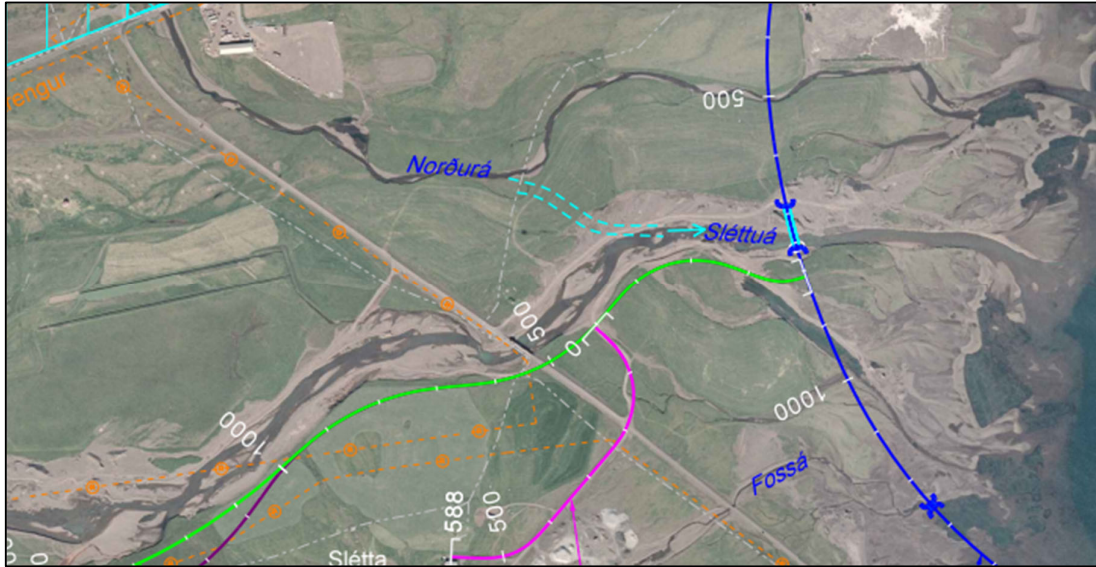
Myndir og töflur



Mynd 1. Yfirlitskort yfir rafveiðistöðvar í Norðurá og Sléttuá í Reyðarfirði.



Mynd 2. Yfirlitskort yfir þversnið sem tekin voru í búsvæðamati í Norðurá og Sléttuá í Reyðarfirði. Umhverfisþættir voru jafnframt mældir á sömu stöðum.



Mynd 3. Áætlaður farvegur Norðurár verði henni veitt yfir í Sléttuá. (Mynd: Vegagerðin).



Mynd 4. Mögulegir efnistökuastaðir fyrir framkvæmdir hringvegjar um Reyðarfjörð. (Heimild: Vegagerðin).

Tafla 1. Mældir eðlisþættir (leiðni, pH og vatnshiti) við valdar stöðvar til botngerðarmats ásamt GPS hnitum (WGS84). Mælingar voru gerðar 23. ágúst 2022.

	Norðurá 1	Norðurá 2	Norðurá 3	Norðurá 4	Norðurá 5	Sléttuá 1	Sléttuá 2
Leiðni ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	45,1	47,2	47,9	50,5	48,3	43,6	43,7
pH	6,82	7,33	7,3	7,31	7,45	7,51	7,53
Vatnshiti ($^{\circ}\text{C}$)	8	8,2	8,4	8,6	9,8	8,9	8,9
Hnit N	65°01.637'	65°01.700'	65°01.687'	65°01.698'	65°01.698	65°01.577'	65°01.561'
Hnit W	014°15.360'	014°14.991'	014°14.717	014°14.468	014°14.315	014°14.781'	014°14.676'

Tafla 2. Vísitala á seiðapéttleika bleikju í Norðurá og Sléttuá skipt eftir aldurshópum.

Reyðarfjörður	0+		1+		2+		
	Stöð	Stærð (m^2)	Fjöldi	Fj/100 m^2	Fjöldi	Fj/100 m^2	Fjöldi
Norðurá 1	202	3	1,5	12	6,0	2	1,0
Norðurá 2	290	8	2,8	8	2,8	0	0,0
Norðurá 3	261	6	2,3	5	1,9	0	0,0
Sléttuá 1	120	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sléttuá 2	313	1	0,3	1	0,3	0	0,0
Σ	1185	18		26		2	

Tafla 3. Heildarfjöldi, vísitala þéttleika (fjöldi á hverja 100 fermetra botnflatar), meðallengd, -þyngd og -holdastuðull bleikjuseiða eftir aldri í Norðurá og Sléttuá í Reyðarfirði í ágúst 2022.

2022 (1185 m^2)

Aldur	Heildarfjöldi	Fj/100 m^2	M.Lengd	SD	M.þyngd	SD	Holdast.	SD
0+	18	1,52	4,9	0,40	1,1	0,30	0,97	0,20
1+	26	2,19	7,8	1,06	4,9	1,98	0,97	0,12
2+	2	0,17	11,8	2,47	15,6	9,19	0,90	0,01

Tafla 4. Tafla yfir botngildi sem notuð eru við útreikninga á framleiðslugildi botnsvæða fyrir urriða og bleikju.

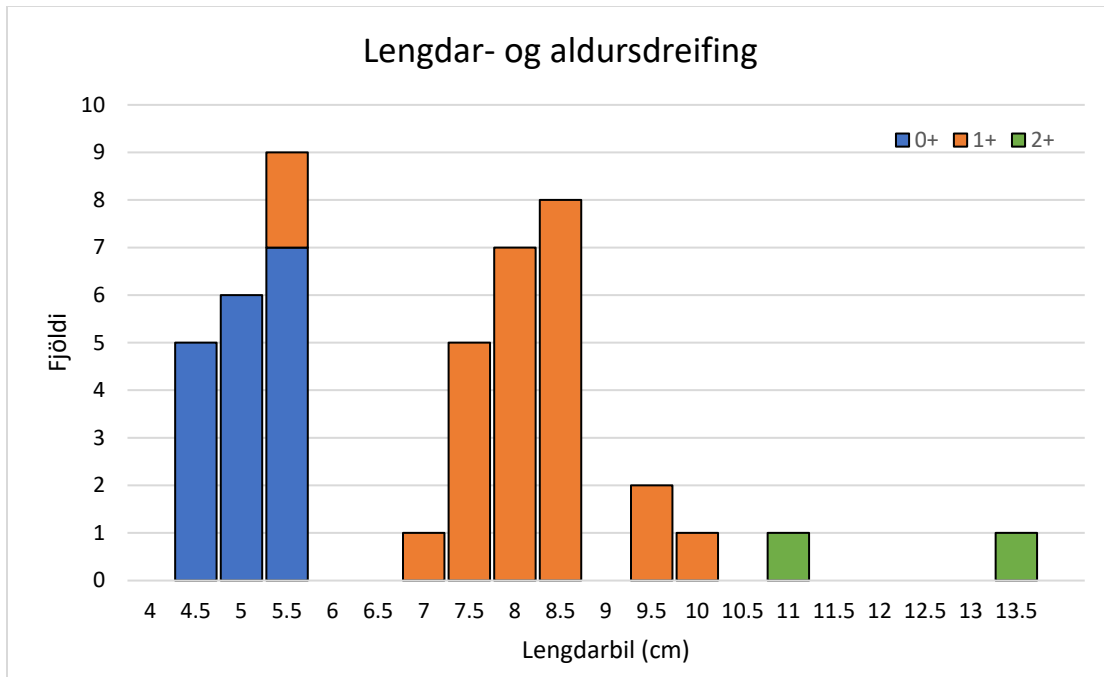
Botngerð	Þvermál (cm)	Botngildi
Leir/sandur	0 - 1	0,09
Möl	1 - 7	0,4
Smágrýti	7 - 20	0,4
Stórgrýti	>20	0,09
Klöpp		0,02

Tafla 5. Búsvæðamat í Norðurá og Sléttuá í Reyðarfirði.

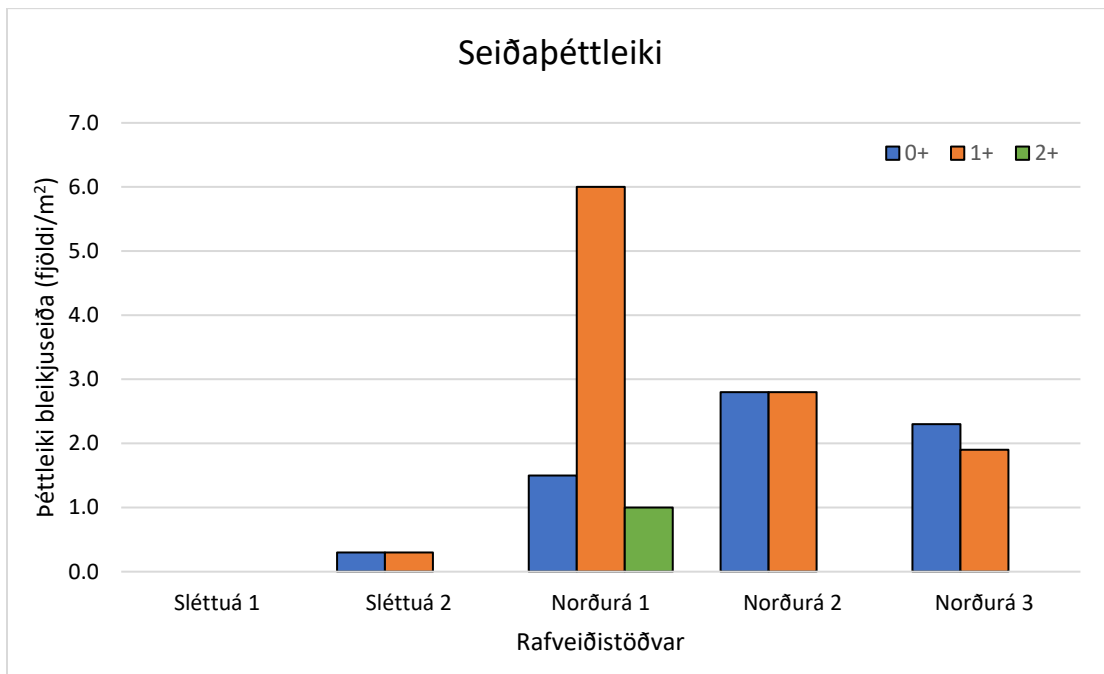
Vatnakerfi	Snið	Breidd (m)	Lengd (m)	Dýpi (cm)	Flatarmál (m ²)	Botngerð steinastærð (cm)				
						Sandur	Möl	Smágrýti	Stórglýti	Klöpp
Norðurá	1	10,5	400	15,3	4200	7,5	38,8	53,8	0	0
Norðurá	2	7,3	230	24,3	1679	5	38,8	56,3	0	0
Norðurá	3	7,8	200	18,0	1560	7	48,5	42,0	2,5	0
Norðurá	4	12,6	150	26,4	1890	7	73,0	20,0	0	0
Norðurá	5	13,8	150	25,3	2070	20	54,4	25,6	0	0
Sléttuá	1	28	200	39,45	5600	11	75	15	0	0
Sléttuá	2	18	300	48,40	5400	2	41	57	0	0

Tafla 6. Framleiðslugildi (FG) í Norðurá og Sléttuá reiknað út frá botngerð.

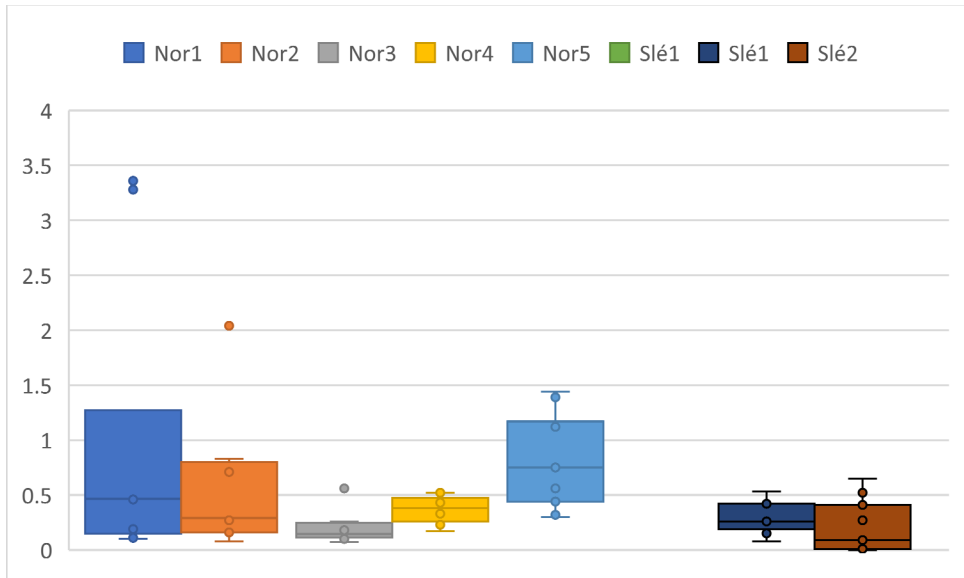
Vatnakerfi	Snið	Breidd (m)	Lengd (m)	Dýpi (cm)	Framleiðslugildi eftir botngerð					FG	FG*Flatarmál	FG
					Sandur	Möl	Smágr.	Stórgr.	Klöpp			
Norðurá	1	10,5	400	15,3	0,7	15,5	21,5	0,0	0	37,7	158235	158,2
Norðurá	2	7,3	230	24,3	0,5	15,5	22,5	0,0	0	38,5	64558	64,6
Norðurá	3	7,8	200	18,0	0,6	19,4	16,8	0,2	0	37,1	57806	57,8
Norðurá	4	12,6	150	26,4	0,6	29,2	8,0	0,0	0	37,8	71499	71,5
Norðurá	5	13,8	150	25,3	1,8	21,8	10,2	0	0	33,8	69966	70,0
											Σ	422,1
Sléttuá	1	28	200	39,45	1,0	29,8	5,8	0,0	0,0	36,6	205062	205,1
Sléttuá	2	18	300	48,40	0,2	16,4	22,8	0,0	0,0	39,4	212652	212,7
											Σ	417,7



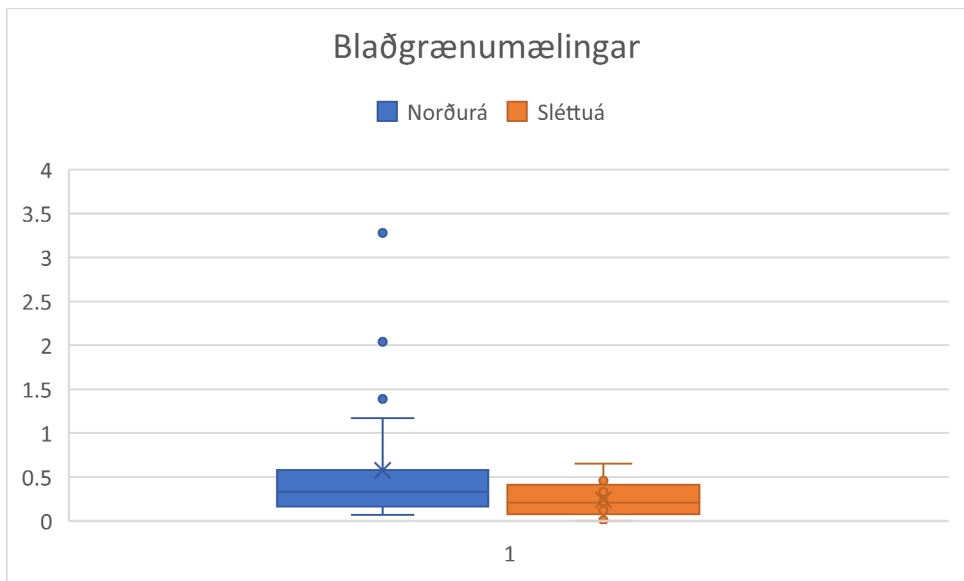
Mynd 5. Lengdar- og aldrisdreifing bleikjuseiða í Norðurá og Sléttuá í Reyðarfirði.



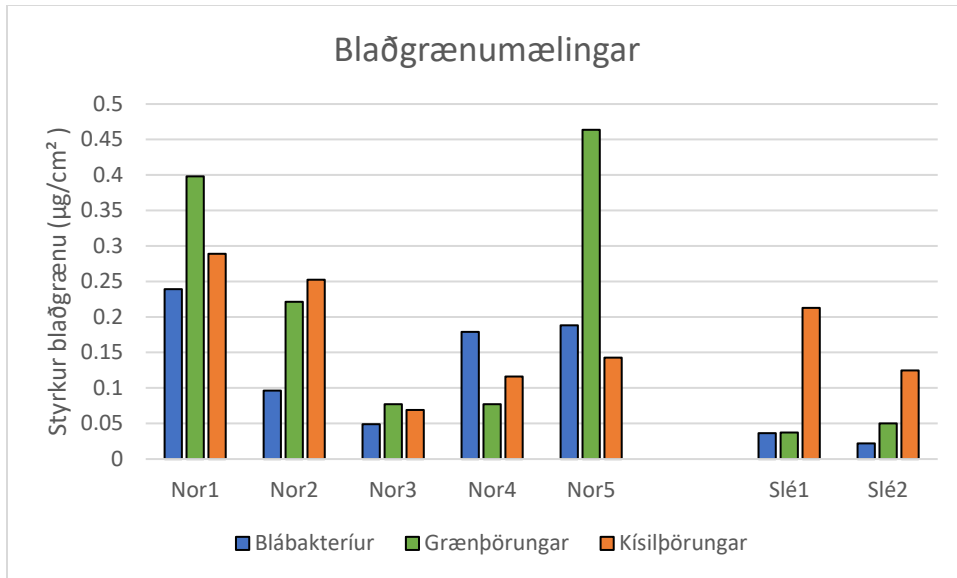
Mynd 6. Péttleiki bleikjuseiða skipt eftir aldri og rafveiðistöðvum í Norðurá og Sléttuá í Reyðarfirði árið 2022.



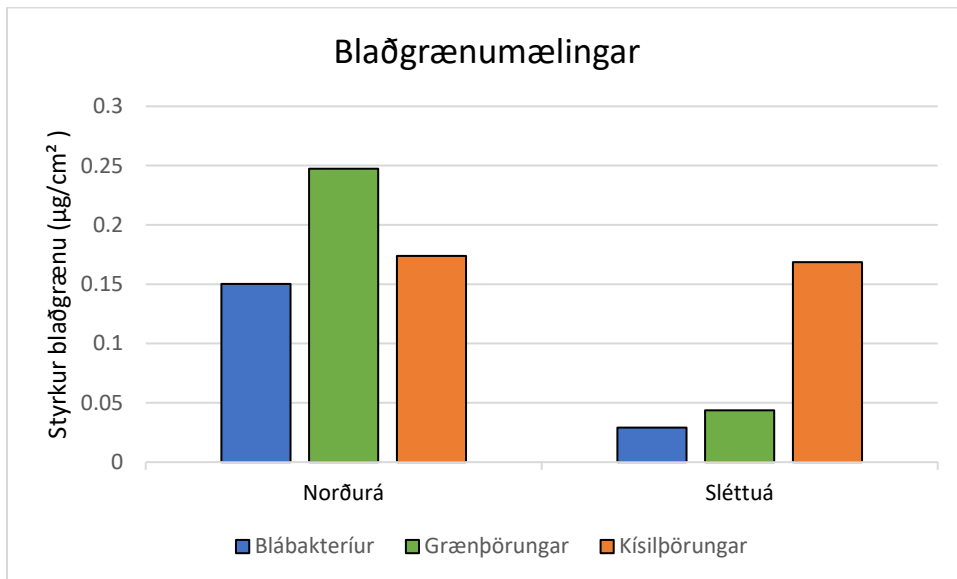
Mynd 7. Meðaltalstyrkur blaðgrænu ($\mu\text{g}/\text{cm}$) skipt eftir stöðvum í Norðurá og Sléttuá haustið 2022. Staðalfrávik (lóðréttar línur) og útgildi (punktar) eru teiknuð inn.



Mynd 8. Samanburður á styrkleika blaðgrænu á milli Norðuráar og Sléttuáar. Athugið að ritin byggjast á meðaltölum. Lóðréttar línur sýna fjórðungsbil dreifingar og meðaltal.



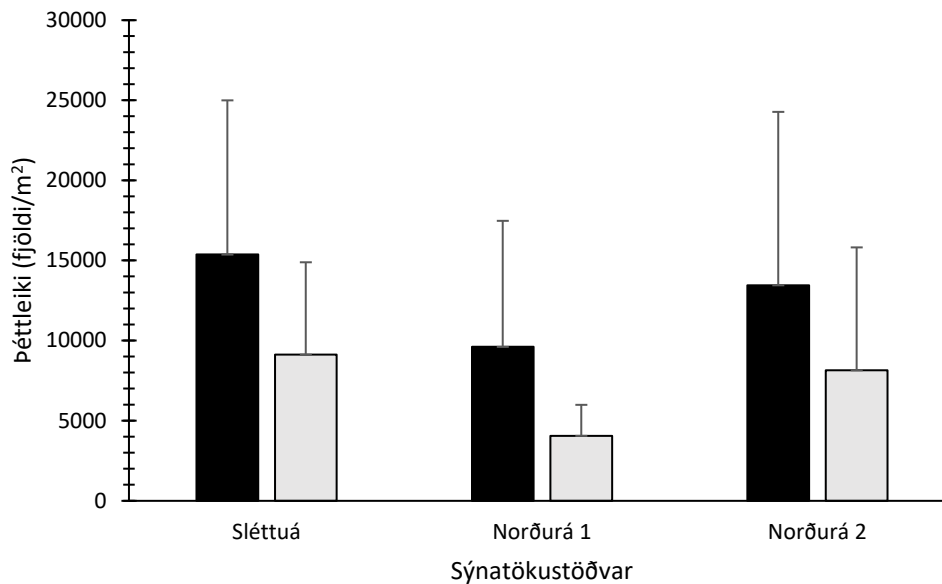
Mynd 9. Styrkleiki mismunandi þörungahópa á milli sýnatökustöðva í Norðará og Sléttuá. Hver súla byggist á meðaltali 10 mælinga.



Mynd 10. Samanburður á meðalstyrk mismunandi hópa þörungna í Norðará og Sléttuá.

Tafla 7. Meðalpéttleiki (fjöldi/m²) lífvera skipt eftir tegundum/hópum í Norðurá og Sléttuá árið 2022.

Tegundir/hópar hryggleysingja	Sléttuá	Norðurá 1	Norðurá 2
Rykmýslirfur (Chironomidae larvae)	8845	4010	7427
Rykmýspúpur (Chironomidae pupae)	265	42	719
Rykmýsfluga (Chironomidae adult)	11	0	0
Steinfluga (Plecoptera)	317	222	561
Bitmýslirfur (Simuliidae larvae)	53	11	180
Bitmýspúpur (Simuliidae pupae)	0	0	32
Strandflugulirfur (Empididae larvae)	32	0	11
Lækjarflugulirfur (Muscidae larvae)	0	11	42
Ánar (Oligochaeta)	3364	3839	1915
Vatnamaurar (Acarina)	180	169	127
Skelkrabbar (Ostracoda)	1534	889	1027
Árfætlur (Copepoda)	719	265	920
Vatnaflær (Cladocera)	11	0	0
Árfætlur (Hydra)	0	11	0
Skortíta	11	0	0
Dicranota - lirfa	0	11	11
Stökkmor	0	11	0
Lúsmýslirfa (Ceratopogonidae larvae)	32	64	476



Mynd 11. Péttleiki botnlægra hryggleysingja í heildina (svartar súlur) og rykmýs (lirfur, púpur og fullorðnar flugur; gráar súlur). Sýnd eru staðalfrávik meðaltala fimm sýna.

Viðauki



Viðauki 1. Árfarvegur Norðurár sem fer á þurrt vegna framkvæmda.



Viðauki 2. Árfarvegur Sléttuár þar sem til stendur að veita hluta Norðurár inná vatnakerfi Sléttuár.



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna