



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Lífríki Hófsár og vatna á vestanverðu Glámuhálandi.
Rannsókn unnin vegna fyrirhugaðrar stækkunar
Mjólkárvirkjunar í Ísafjarðarbæ

Jón S. Ólafsson, Ingi Rúnar Jónsson, Sigurður Már Einarsson og
Eydís Salome Eiríksdóttir

Lífríki Hófsár og vatna á vestanverðu Glámuhálendi.
Rannsókn unnin vegna fyrirhugaðrar stækkunar
Mjólkárvirkjunar í Ísafjarðarbæ

Jón S. Ólafsson, Ingi Rúnar Jónsson, Sigurður Már Einarsson og
Eydís Salome Eiríksdóttir

Skýrslan er unnin fyrir Orkubú Vestfjarða



Upplýsingablað

Titill: Lífríki Hófsár og vatna á vestanverðu Glámuhálendi. Rannsókn unnin vegna fyrirhugaðrar stækkunar Mjólkárvirkjunar í Ísafjarðarbæ		
Höfundar: Jón S. Ólafsson, Ingi Rúnar Jónsson, Sigurður Már Einarsson og Eydís Salome Eiríksdóttir		
Skýrsla nr. HV 2019-24	Verkefnisstjóri: Jón S. Ólafsson	Verknúmer: 12116
ISSN 2298-9137	Fjöldi síðna: 21	Útgáfudagur: 12. apríl 2019
Unnið fyrir: <i>Orkubú Vestfjarða</i>	Dreifing: Opin	Yfirlit af: Guðna Guðbergssyni
Ágrip Efnastyrkur í Hófsá og Grímsvatni er lágur sem bendir til þess að uppruni þess sé að mestu leyti snjóbráð sem hefur haft lítil efnaskipti við berg eða jarðveg á vatnasviðinu. Leiðni, basavirkni og pH gildi voru með þeim lægstu sem mælst hafa á Vestfjörðum. Magn blaðgrænu í Hófsá og í fjöru Grímsvatns var fremur lítið. Kísilþörungar voru ríkjandi á neðri stöðinni í Hófsá, en á þeirri efri voru kísilþörungar og blábakteríur ríkjandi og var hlutfall þeirra svipað. Í fjöru Grímsvatns einkenndu grænþörungar og blábakteríur samfélög frumframleiðenda. Fjölbreytileiki botnlægra hryggleysingja í Hófsá og í fjöru Grímsvatns var fremur lítill. Í Hófsá einkenndust samfélög botnlægra hryggleysingja af rykmýi og var hlutfall þeirra tæplega 80% af heildarfjölda dýra á botni. Í Grímsvatni var rykmý ríkjandi í fjöru en krabbadýr í vatnsbol þess. Allmikið af rykmýi var að klekjast á vatnsyfirborði þá daga sem rannsóknin stóð yfir. Ein brunnskluksa sást og greinileg merki voru um vatnabobba á fjörugrjóti. Allnokkuð var af vorflugulirfum á fjörugrjótinu, bæði í Grímsvatni og vatni 632. Hófsá er fremur brött og straumhörð á fiskgenga hluta árinna og botngerðin einkennist af grófum botni þar sem möl, smágrýti og stórgrýti eru einkennandi botnefni. Víða er verulegt bakkarof en áin kvíslast töluvert á neðsta hlutanum. Allgóð skilyrði eru til staðar fyrir hrygningu og uppeldi seiða hvað botngerð varðar, en í seiðarannsóknum fundust tveir árgangar laxa (2⁺ og 3⁺) og bleikja (0⁺, 1⁺, 2⁺) í litlum þéttleika og framleiðsla laxfiska því lítil í ánni. Hófsá reyndist fisklaus á útfallasvæðinu neðan Grímsvatns, og engir fiskar veiddust í netaveiði og hornsílagildrur í Grímsvatni.		

Abstract

The nutrient concentration of River Hófsá and Lake Grímsvatn was low, which might indicate that the source of the water is primarily snowmelt with little influence from the bedrock or soil within the catchment. Measured values for conductivity, pH and alkalinity were among the lowest that have been measured in rivers and highland lakes/ponds in the Westfjords.

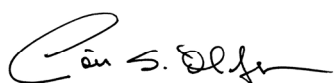
The chlorophyll concentration was low in R. Hófsá and L. Grímsvatn. Diatoms dominated the benthic flora at the lower site in the river, whereas diatoms and cyanobacteria dominated the upper site. The benthic flora of the littoral zone of L. Grímsvatn was dominated by green algae and cyanobacteria.

The diversity of benthic macroinvertebrates in R. Hófsá and L. Grímsvatn was low. The benthic invertebrate community in R. Hófsá was characterised by chironomids, which counted for 80% of the total density of invertebrates. The total density of benthic invertebrates was just over 7 thousand individuals/m², which is low in comparison to neighbouring river, R. Dynjandisá. Crustacea dominated the plankton of L. Grímsvatn, mainly Copepoda, whereas chironomids dominated the rocky littoral zone. During the study, in early September, chironomids were hatching from pupae at the lake surface and swarming flies were near the lake shore. Only one water beetle was observed swimming between rocks and tracks, presumably after snails were visible on the rocks. Trichoptera larvae were fairly common in samples from the littoral zones of L. Grímsvatn and L. 632.

River Hófsá is rather steep with some cascades at the part of the river which is passible for fish migration. The river bed is characterised by gravel, pebbles and rocks. Potential spawning sites and habitat for juvenile salmonids are generally good in the river, at least after it reaches the bottom of the Hófsárdalur valley. Only two cohorts of salmon juveniles were found (2 and 3 yrs.) and three cohorts of juvenile Arctic charr (0, 1 and 2 yrs.). Their density was low. No fish was found in R. Hófsá at the outlet of L. Grímsvatn, neither was there any fish caught in net or traps in the lake.

Lykilorð: Laxfiskar, botnlægir hryggleysingjar, blaðgræna, næringarefni

Undirskrift verkefnisstjóra:



Undirskrift forstöðumanns sviðs:





Grímsvatn á Glámuhálandi, horft til norðausturs (Ljós. Jón S. Ólafsson)

Efnisyfirlit

1. INNGANGUR	3
2. UMhverfi.....	4
3. AÐFERÐIR.....	4
3.1 Hófsá.....	5
3.2 Grímsvatn	8
3.3 Vötn 632 og 626.....	10
4. NIÐURSTÖÐUR	11
4.1 Eðlis- og efnapættir	11
4.2 Þörungar	11
4.3 Hryggleysingjar	12
4.4 Fiskur	16
5. UMRÆÐUR	18
ÞAKKARORÐ	20
HEIMILDIR.....	21

Töfluskra

Tafla 1. Staðsetning sýnatökustöðva í Hófsá, Grímsvatni og vatni 632.....	7
Tafla 2. Niðurstöður botngerðarmats á sýnatökustöðum í Hófsá.....	8
Tafla 3. Upplýsingar um staðsetningu sýnatökustaða, dagsetningar og tíma þegar sýni voru tekin. ..	11
Tafla 4. Þéttleiki helstu tegunda og hópa botnlægra hryggleysingja í Hófsá í Borgarfirði	13
Tafla 5. Listi yfir tegundir og hópa botnlægra hryggleysingja á botni Hófsár í Borgarfirði.....	14
Tafla 6. Þéttleiki helstu tegunda og hópa botnlægra hryggleysingja í fjöru Grímsvatns á Glámuhálendinu.....	15
Tafla 7. Listi yfir tegundir og hópa botnlægra hryggleysingja í fjöru Grímsvatns.....	15
Tafla 8. Þéttleikavísitala laxfiska eftir aldri í Hófsá.....	16
Tafla 9. Meðallengdir (ml) lax- og bleikjuseiða á veiðistöðum í Hófsá Arnarfirði	16
Tafla 10. Vísitala lífmassa (g/100 m ²) laxfiskaseiða á fiskgengum hluta Hófsár	17
Tafla 11. Holdastuðull (k) lax- og bleikjuseiða á í Hófsá Arnarfirði.....	17
Tafla 12. Þéttleikavísitala laxfiska eftir aldri á fiskgengum hluta Hófsár í Arnarfirði.....	17
Tafla 13. Magafylli og fæða lax- og bleikjuseiða á veiðistöðum í Hófsá Arnarfirði.....	17

Myndaskrá

1. mynd. Yfirlitskort af stórum hluta vatnasviða Hófsár og Mjólkár í Borgarfirði (Arnarfirði).....	5
2. mynd a-c. Hófsá í Borgarfirði (Arnarfirði) efri (a) og neðri stöð (b) og við útfallið úr Grímsvatni (c) .	6
3. mynd. Yfirlitskort af Grímsvatni á Glámuhálendinu.....	9
4. mynd a-c. Grímsvatn (a), innflæði þess (b) og botn í fjöru Grímsvatns (c).....	9
5. mynd a-b. Yfirlitsmynda af vatni 632 (a) og fjörubotn þess (b).....	10
6. mynd. Magn blaðgrænu á steinum í Hófsá og í fjöru Grímsvatns.....	12
7. mynd. Hlutföll mismunandi þörunga og blábaktería á steinum í Hófsá og í fjöru Grímsvatns.....	12

1. Inngangur

Fyrir liggur áætlun um stækkun Mjólkárveikjunnar, sem meðal annars er ætlað að auka sveigjanleika og nýtingu til orkuframleiðslu að vetri til, með aukinni vatnsmiðlun og rennsli í gegnum vélar veikjunnarinnar.¹ Með því aukist framleiðsla raforku innan Vestfjarða og sömuleiðis áreiðanleiki orkuafhendingar. Gert er ráð fyrir að orkuframleiðsla aukist um 3,7 GWh á ári við þessa framkvæmd. Uppsett afl veikjunnarinnar er 11,2 MW og mun það ekki breytast í kjölfar framkvæmdarinnar.

Fyrirhuguð stækkun Mjólkárveikjunnar felur meðal annars í sér vatnsmiðlun og vatnsveitu í Hófsárveitu efri. Þar er gert ráð fyrir að veita vatni úr tveimur vötnum (vatn 626 og vatn 632) í Grímsvatn og þaðan niður í Borgarhvilftarlæk sem rennur til Prestagilsvatns, sem er inntakslón Mjólkár III. Meðal fyrirhugaðra framkvæmda er bygging tveggja stíflna, með yfirföllum og botnlokum. Auk þess verða grafnir þrír veituskurðir og lagðir um 3,5 km aðkomuvegir. Samkvæmt skýrslum frá Verkfræðistofunni VERKÍS^{1,2,3} er talið að helstu áhrif framkvæmdanna verði að afrennsli þriggja vatna (vatn 626, vatn 632 og Grímsvatn) verði veitt úr núverandi útfalli Grímsvatns til suðurs í Borgarhvilftarlæk. Náttúrulegt útfall úr Grímsvatni, sem liggur norðaustan til úr vatninu, verður stíflað og vatnið leitt til Borgarhvilftarlækjar. Við miðlun úr Grímsvatni getur vatnshæð þess lækkað um allt að 12 metra frá náttúrulegri vatnshæð. Reiknað er með að flatarmál geti sveiflast á milli 0,06 og 0,20 km² en núverandi flatarmál þess er 0,18 km². Áætlaðar vatnsborðssveiflur í vötnum 626 og 632 eru 13–15 metrar og gert er ráð fyrir að samanlagt flatarmál þessara vatna (626 og 632) geti verið 0,14–0,66 km² eftir framkvæmd. Gert er ráð fyrir að vatn úr Grímsvatni renni í Borgarhvilftarlæk sem fyrr segir. Þaðan er ætlunin að leiða vatnið í Prestagilsvatn, sem er inntakslón Mjólkárveikjunnar III, og áfram í Borgarhvilftarvatn sem er inntakslón Mjólkárveikjunnar I. Með framkvæmdunum er gert ráð fyrir að rennsli Hófsár minnki að meðaltali um 0,4 m³/s þannig að ármeðalrennsli fari úr 1,7 í 1,3 m³/s. Lágrennsli yfir vetrarmánuðina mun því geta farið niður í tæplega 0,5 m³/s (sjá mynd 6-2 í skýrslu VERKÍS um stækkun Mjólkárveikjunnar frá 22. júní 2017).¹

Sá tilflutningur á vatni sem fyrirhugaður er mun koma niður á minna rennsli í Hófsá og að sama skapi auknu rennsli í Mjólká. Auk þess má reikna með beinum og óbeinum áhrifum á vötnin þ.e. Grímsvatn, vatn 626 og vatn 632 vegna breytinga á vatnshæð þeirra eins og áður er lýst. Að framkvæmdum loknum ráðast sveiflur á vatnshæð vatnanna af orkuþörf frekar en að hún stjórnist af veðurfarslegum þáttum. Almennt hafa veikjanir, bæði smáar sem stórar, áhrif á vatnavistkerfi m.a. vegna breytinga á rennsli áa og vegna aukinna vatnsborðsbreytinga í vötnum/lónum.⁴

Markmið með rannsókn á vatnalífri á framkvæmdasvæðinu er meðal annars að varpa ljósi á hvað einkennir þau vatnakerfi sem verða fyrir áhrifum, hvaða tegundir fiska og hryggleysingja þrífast þar og hver lífmassi þörunga er á botni Hófsár. Auk þess var aflað grunnupplýsinga um straum- og stöðuvötn á framkvæmdasvæðinu, s.s. um styrk næringarefna í vatni, grein gerð fyrir botngerð, gróðurfari í vatni og á bökkum þeirra. Jafnframt að meta hvað er í húfi og meta hver áhrif framkvæmdirnar kunna að

¹ VERKÍS, verkfræðistofa 2017. Stækkun Mjólkárveikjunnar í Ísafjarðarbæ. Tilkynning vegna ákvörðunar um matskyldu. 22. júní 2017. Verknúmer: 85043-018.

² VERKÍS, verkfræðistofa 2017. Mjólkárveikjun. Deiliskipulagsbreyting. 21. apríl 2017. Verknúmer: 85043-017.

³ VERKÍS, verkfræðistofa 2017. Aðalskipulag Ísafjarðarbæjar 2008–2020. Breyting – Mjólkárveikjun. 31. mars 2017. Verknúmer: 16165-002.

⁴ Halla Margrét Jóhannesdóttir og Magnús Jóhannsson 2015. Smáveikjanir og áhrif þeirra á lífríki vatna. Veiðimálastofnun, VMST/15014. 40 bls.

vera á lífríki í vatni. Að beiðni Verkfræðistofunnar VERKÍS (tölvuskeyti 16. júlí 2018) var rannsókninni í þessum áfanga einungis beint að Grímsvatni og Hófsá, auk vatna 632 og 626.

2. Umhverfi

Hófsá er dragá með töluverðum lindarþætti.⁵ Heildarlengd árinna er um 8 km og er vatnasvið hennar 34 km². Upptök Hófsár eru allnokkur vötn og tjarnir á Glámuhálendinu í um 600 m h.y.s. Þar á meðal er Grímsvatn, en það er 0,18 km², í 577 m h.y.s. og stendur undir tæplega fjórðungi af ársmeðalrennsli Hófsár. Á láglandi liðast áinn um gróðursælan dal, Hófsárdal eða Fjörður⁶ og af loftmyndum að dæma má sjá að farvegur Hófsár hefur breyst allnokkuð í áranna rás líkt og einkennir dragár. Ársmeðalrennsli Hófsár við ós er 1,7 m³/s og líkt og almennt gerist með dragár þá sveiflast rennslið mikið á milli árstíða. Náttúrulegt rennsli Hófsár hefur verið reiknað og er talið vera lægst 0,8–1 m³/s að vetri til og upp í 2–4.5 m³/s að sumri til.¹ Í hlíðunum upp af Hófsárdal rennur áin eftir bröttum farvegi, m.a. í giljum. Fiskgengur hluti árinna er talin vera tæplega 3 km og halli þess hluta um 2,7%.⁷ Þar er umhverfi árinna fremur lítt gróið og eftir að komið er upp á Glámuhálendið einkennist landið af gróðursnauðum melum og urðum. Helst er gróður að finna í nálægð við lækjarfarvegi, tjarnir og vötn og þar sem kaldavermis eru. Umhverfi Grímsvatns, sem er í 577 m h.y.s.² og 0,18 km² að flatarmáli einkennist af stórgrýttum holtum og ásum en einnig af lítt grónum melum þar á milli. Bakkar Grímsvatns eru lítt eða ekkert grónir. Engin vatnagróður sást við bakka Grímsvatns né úti um miðbik vatnsins. Svipaða sögu má segja um vatn 632 að því leyti að nánasta umhverfi þess og bakkar þess einkenndust af gróðursnauðri grófri urð. Vatnið er í 632 m h.y.s. og hefur þetta ónefnda vatn því fengið það heiti. Samkvæmt upplýsingum frá Verkfræðistofunni VERKÍS (Gunnar Páll Eydal munnl. uppl.) er flatarmál vatns 632 0,165 km² og er það a.m.k. 14 m djúpt. Norðan við Grímsvatn og vatn 632 eru nokkur minni vötn m.a. vatn 626 (0,11 km²) sem áætlað er að miðla vatni úr til fyrrnefndra vatna. Á milli vatna 632 og 626 er lítið vatn (0,006 km² eða 0,6 ha). Öll þessi vötn, að Grímsvatni með töldu, liggja í dæld suð-vestan við Sjónfríð, sem er hæsti punktur Glámuhálendisins um 920 m h.y.s.

3. Aðferðir

Rannsóknin fór fram daganna 8.–10. september 2018 og var að mestum hluta unnin samkvæmt áætlun sem lögð var fram og samþykkt var af Orkubúi Vestfjarða í júlí 2018. Náði hún til rannsókna á fiski og umhverfi í Hófsá og Grímsvatni auk vatns 632. Áætlunin gerði einnig ráð fyrir að vatn 626 yrði kannað, en tími vannst þó ekki til þess þegar á reyndi auk þess sem ekki var hægt að koma tækjum þangað. Verður því að nota líkindi um lífríki þess út frá öðrum niðurstöðum. Þrír starfsmenn Hafrannsóknastofnunar, rannsókna- og ráðgjafastofnunar hafs og vatna sáu um sýnatökur og mælingar. Jóhann P. Pétursson starfsmaður Mjólkárverkjunar aðstoðaði við að koma báti að Grímsvatni.

⁵ Sigurjón Rist 1990. Vatns er þörf. Bókaútgáfa Menningarsjóðs. 248 bls.

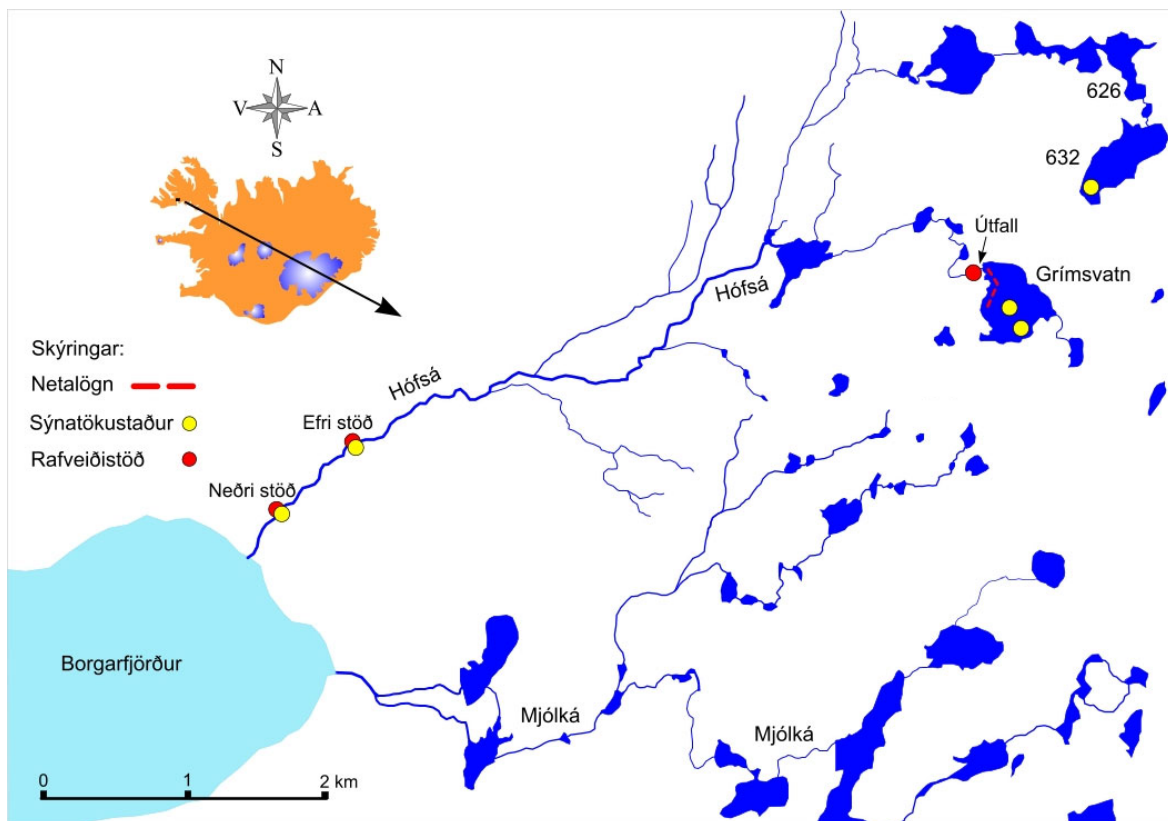
⁶ Kjartan Ólfasson 1999. Firðir og fólk 900–1900, Vestur-Ísafjarðarsýsla. Árbók Ferðafélags Íslands 1999. 603 bls.

⁷ Sigurður Már Einarsson, Cristian Gallo, Katharina Sommermeier og Böðvar Þórisson 2009. Rannsóknir á búsvæðum og seiðabúskap Hófsár í Arnarfirði. Fjölrit Veiðimálastofnunar (VMST/09104) og Náttúrustofu Vestfjarða. 8 bls.

3.1 Hófsá

Tveir staðir í Hófsá, innan brúar, voru rannsakaðir (1. mynd). Vatnshiti, rafleiðni og sýrustig vatns (pH-gildi) voru mæld á báðum stöðum með YSI Pro 1030 fölnema mælitæki. Vatnssýni til mælinga á basavirkni (alkalinity) og næringarefnum var tekið á efri stöðinni. Sýnin voru síuð á staðnum með peristaltic dælu í gegnum 0,2 μm sellulósa acetat síupappír (47 mm í þvermál). Sýnaflöskur voru skolaðar með síuðu árvatninu þrisvar sinnum fyrir sýnatökur. Sýni fyrir basavirkni var síað í 250 ml dökka glerflösku og þess gætt að fylla alveg upp í stút þannig að ekki kæmist loft að vatnssýninu. Sýni til greininga á næringarefnum og öðrum efnum voru síuð á sama hátt í plastflöskur af mismunandi stærð á sama hátt og lýst er að framan. Öll sýnin voru geymd í kæli þar til komið var í rannsóknastofu. Úrvinnsla vatnssýna til mælinga á basavirkni voru títruð á rannsóknastofu Hafrannsóknastofnunar. Sýni til greininga á næringarefnum voru geymd í frysti þar til þau voru greind með sjálfvirkum litrófsmæli (autoanalyser) á Hafrannsóknastofnun og styrkur uppleystra anjóna (flúor (F), klór (Cl) og súlfati (SO₄)) var greindur með jónaskilju (IC-2000) á rannsóknastofu Jarðvísindastofnunar Háskóla Íslands.

Blaðgræna var mæld á 10 steinum á árbotninum á hvorum stað til að fá mælikvarða á lífmassa (magn) þörungna á steinum. Mælingar á blaðgrænu α voru framkvæmdar á staðnum, með BenthosTorch flúrljómun (bbe Moldaenke©), sem gefur heildarmagn blaðgrænu α ($\mu\text{g cm}^{-2}$). Mælirinn sendir frá sér ljós og er endurkast þess af mismunandi bylgjulengdum notað til útreikninga á magni blaðgrænu α .



1. mynd. Yfirlitskort af stórum hluta vatnasviða Hófsár og Mjólkár í Borgarfirði (Arnarfirði). Inn á kortið er merkt hvar net voru lögð í Grímsvatni (rauðar brotalínur), hvar sýni voru tekin eða blaðgræna mæld (gulir hringir) og hvar seiði voru veidd með rafmagni (rauðir hringir). Kortið er byggt á loftmynd á vef Google Earth.

Nákvæmni mælinga á blaðgrænu með flúrmælinum er upp á 0,1 $\mu\text{g Chl-}\alpha/\text{cm}^2$. BenthosTorch mælirinn skiptir mældri blaðgrænu α upp í þrjá hópa út frá endurkasti af mismunandi bylgjulengdum, í grænþörungum, kísilþörungum og blábakteríum. Blaðgrænumælingar voru gerðar á sömu stöðum og botnsýni voru tekin. Alls voru þrjár mælingar gerðar á hverjum steini og meðaltal þeirra reiknað út frá

10 óháðum mælingum. Ástæða þess að mælt var þrisvar sinnum á hverjum steini er að útbreiðsla þörungum og blábaktería getur verið mjög hnappdreifð og því gæti ein mæling gefið skekkt mynd af þeim samfélögum sem á staðnum eru. Sneitt var hjá steinum þar sem mosi eða háplöntur voru áfastar, en mælingarnar miðast við mat á magni blaðgrænu á þörungum og blábakteríum. Mælingarnar voru vistaðar í tækinu og hlaðið niður í tölvu við heimkomu. Reksýni var tekið á hvorri stöð með skaftháfi. Þau sýni voru ómagnbundin en gefa hugmynd um hvaða lífverur eru í reki í ánum á hverjum tíma. Þannig fást upplýsingar um aðgengilega fæðu fyrir seiði.



2. mynd a-c. Hófsá í Borgarfirði (Arnarfirði) efri (a) og neðri stöð (b), horft niður eftir ánni yfir sýnatökusvæðin. Við útfallið úr Grímsvatni (c) horft upp eftir ánni til Grímsvatns. Ljósmyndir: Ingi Rúnar Jónsson.

Botndýra- og þörungasýni voru tekin á 10 m löngum hluta farvegjar þar sem 10 sýni eða 10 mælingar voru gerðar á 10 stöðum sem ákveðin voru út frá tilviljanatöflu. Botndýrasýnum var aðeins safnað á efri stöðinni sem sýni voru tekin á og þeim var ætlað að segja til um þéttleika og tegundasamsetningu botnlægra hryggleysingja. Sýnin voru tekin með KC mini Surber sýnataka (KC Denmark), sem er stálrammi (14x14 cm) með áföstum netpoka með 200 μ m möskvum. Sýnin voru tekin þannig að ramminn var lagður á þann stað sem tilviljanatölur sögðu til um og netpokinn látinn vera neðan við rammann og rótað með fingrum innana rammans í sirka 30 sek. Allt sem rótaðist upp lenti þá í pokanum. Úr honum var skolað fyrir hvert sýni í plastlát og sýnin varðveitt í 70% etanóli þangað til að úrvinnslu kæmi. Úrvinnsla botndýrasýna fór fram á rannsóknastofu Hafrannsóknastofnunar. Öll dýr voru tínd úr sýnunum, þau talin og greind eins nákvæmlega og unnt var undir víðsjá. Rykmý, sem jafnan er ríkjandi hópur botndýra, þarf að greina undir smásjá við mun meiri stækkun en hægt er í víðsjá. Tekið var úrtak af rykmýslirfum úr öllum sýnum og þess gætt að heildarfjöldi lirfa á hverri stöð væri á bilinu 180-200 einstaklingar. Lirfurnar voru settar á smásjargler og greindar til tegunda eða ættkvísla undir 400-1000x stækkun.

Til að kanna þéttleika og tegundasamsetningu seiða var rafveitt á tveimur stöðum í ánni, efri og neðri stöð. Auk þess var rafveitt í útfalli Grímsvatns. Á öllum sýnatökustöðum voru hnit stöðva skráð á GPS mæli í WGS 84 kerfinu (Tafla 1). Á hverri stöð var gert botnngerðarmat sem byggir á erlendri aðferð, en hefur verið aðlagð að íslenskum aðstæðum.⁸ Á hverri sýnatökustöð var botnngerð og dýpi metið á þversniðum; efst, í miðju og neðst á hverri stöð. Breidd árfarvegjar var mældur og botnngerð metin á 3–4 stöðum yfir þversniðið og skipt í fimm botnngerðarflokka (Tafla 2) þar sem hlutdeild hvers botnngerðarflokks var metin. Á öllum mælipunktum var dýpi mælt og straumgerð lýst (hylur, lygna, brot, flúðir, foss). Lengd stöðvar var mæld og meðaltal hvers botnngerðarflokks reiknað fyrir hverja stöð. Þá voru svo kölluð framleiðslugildi (FG) reiknuð fyrir hverja stöð út frá botngildisstöðvum eftir mikilvægi

⁸ Þórólfur Antonsson 2000. Verklýsing fyrir mat á búsvæðum laxfiska í ám. Veiðimálastofnun, skýrsla VMST-R/0014. 10 bls.

þeirra til framleiðslu laxaseiða. Rafveiðar fóru fram á öllum stöðum til sýnatöku á fiskseiðum, en með seiðarannsóknnum fást m.a. upplýsingar um útbreiðslu seiða, tegundasamsetningu, þéttleika seiða og stærð þeirra. Búnaður sem notaður er við rafveiðar samanstendur af rafstöð sem gefur frá sér 220 v riðstraum sem breytt er í 300 eða 600 volta jafnspennu í spennuboxi, sem gefur frá sér um 0,5 ampera straum. Við búnaðinn er tengt hlutlaust bakskaut og forskaut sem leitt er í málmhring á enda rafveiðistafs en með honum er farið skipulega yfir rafveiðisvæðið. Seiði lamast tímabundið í rafsviðinu sem myndast við málmhringinn en virkni þess nær um 1 m út fyrir málmhringinn og eru háfuð upp og safnað til síðari athugana. Ein veiðiumferð var farin á hverri stöð, en í einni veiðiumferð veiðist hluti seiða á viðkomandi svæði. Seiðin voru greind til tegunda og vigtuð ($\pm 0,1$ g.) og lengdarmæld frá snoppu að sporðsýlingu ($\pm 0,1$ cm). Kvarnir og hreistursýni voru tekin til aldursgreiningar, seiðin kyngreind, kynþroski metinn og fæða greind í mögum. Aldur seiða er skráður sem 0⁺ (sumargömul seiði), 1⁺ (seiði á 2. ári) o.s.frv. Meðallengd seiða var reiknuð fyrir hvern aldurshóp á hverri stöð annars vegar og fyrir allt svæðið hins vegar. Við úrvinnslu er svo kölluð vísitala seiðapétteleika reiknuð, sem fjöldi veiddra seiða á hverja 100 m² botnflatar árinna en marktækt samband er á milli fjölda seiða sem veiðist í einni rafveiðiyfirferð við stofnstærð seiða á viðkomandi svæði.⁹ Reiknaður var Fultons holdastuðull (K) þar sem $K = \text{þyngd (g)} / \text{lengd (cm)}^3 \cdot 100$ fyrir seiðin.¹⁰ Holdastuðull segir til um hversu vel seiðin eru á sig komin, en holdastuðull nærri 1,0 lýsir seiðum í eðlilegum holdum. Meðalholdastuðull var reiknaður fyrir hvern árgang á hverri stöð.

Tafla 1. Staðsetning sýnatökustöðva í Hófsá, Grímsvatni og vatni 632.

Staðsetning	GPS-hnit	
	N-gráður	V-gráður
<u>Hófsá</u>		
Efri stöð	65,78996°	-23,16729°
Neðri stöð	65,78578°	-23,1804°
Við útfall úr Grímsvatni	65,80093°	-23,06884°
<u>Grímsvatn</u>		
Svifdýrasýni	65,80093°	-23,06347°
Netalagnir		
Hornsílagildra 1	65,79777°	-23,06027°
Hornsílagildra 2	65,79749°	-23,06081°
Hornsílagildra 3	65,79684°	-23,06105°
Hornsílagildra 4	65,79663°	-23,06165°
Hornsílagildra 5	65,79655°	-23,06242°
Hornsílagildra 6		
Hornsílagildra 7	65,7962°	-23,06557°
<u>Vatn 632</u>		
Fjörusýni	65,80489°	-23,05251°

⁹ Friðþjófur Árnason, Þórólfur 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.

¹⁰ Bagenal, T.B. & Tesch, F.W. 1978. Age and Growth. Í: T. Bagenal (ritstj.), IBP Handbook No 3. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. Blackwell Scientific Publications. Oxford. Þriðja útgáfa. Bls. 101-136.

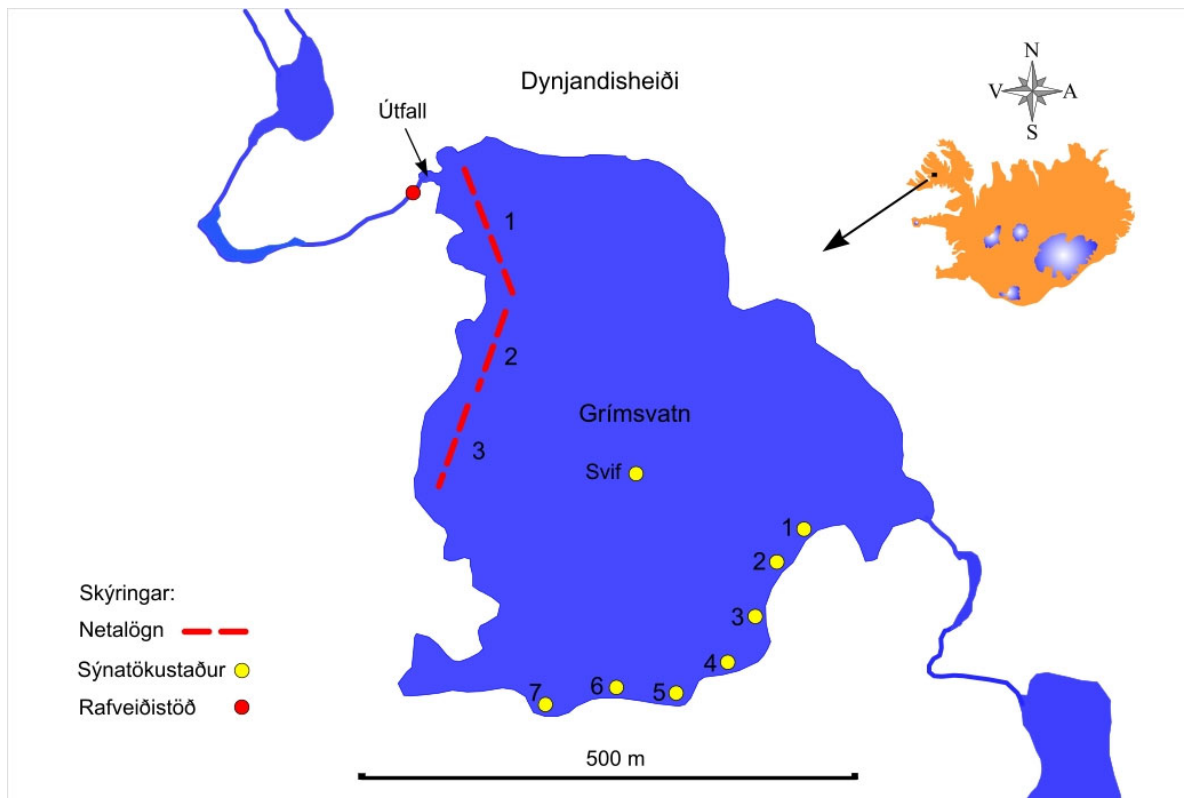
Tafla 2. Niðurstöður botnngerðarmats á sýnatökustöðum í Hófsá 9. september 2018. Fram kemur hlutdeild hvers botnngerðarflokks (%) og framleiðslugildi (FG) sem byggt er á botngildum fyrir lax. Efri- og neðri stöð eru á fiskgengum hluta árinna og þriðja stöðin er við útfallið úr Grímsvatni.

Svæði	Stöð	Fjöldi sniða	Meðal- breidd (m)	Flatarmál (m ²)	Meðal- dýpi (cm)	Hundraðshluti hvernar botnngerðar (%)					Straumgerð	FG
						Leir/sandur	Möl	Smágrýti	Stórglýti	Klökk		
Hófsá	Efri	3	9,3	286	24,3	0,8	51,7	35,0	12,5	0,0	1,0	32,
	Neðri	3	6,7	236	25,6	0,0	28,3	60,6	11,1	0,0	1,2	41,
Við útfall úr Grímsvatni		1	4,3	198	36	50,0	16,7	0,0	0,0	33,3	1,3	5,3

3.2 Grímsvatn

Allar mælingar og sýnatökur í Grímsvatni og vatni 632 fóru fram 9.-10. september 2018. Vatnssýni var tekið til að mæla basavirkni, en einnig var mælt pH-gildi, leiðni og hiti. Síun sýna var líkt og lýst er fyrir Hófsá. Bláðgræna var mæld á steinum á 50–100 cm dýpi í fjöru vatnsins á svipuðum slóðum og hornsílagildra nr. 7 var lögð (3. mynd). Bláðgrænan var mæld á sama hátt og lýst var að framan fyrir Hófsá.

Sýni til greininga á hryggleysingjum var safnað úr vatnsbol Grímsvatns, af fjörugrjóti og með því að háfa meðfram strönd vatnsins (3. mynd og 4. mynd). Svifdýrasýnin voru tekin úr vatnsbol Grímsvatns til að kanna tegundasamsetningu og magn hryggleysingja í vatnsbol vatnsins. Alls voru tekin þrjú slík sýni úr efstu þremur metrum vatnsbolsins með svifdýrafháfi með netopi sem var 25 cm í þvermál og möskvastærð netpokans var 125 µm. Öll sýnin voru varðveitt í Lugol lausn þar til að úrvinnslu kom. Sýni af hryggleysingjum voru einnig tekin með skaftháfi meðfram sunnan- og vestanverðum bakka Grímsvatns og þau varðveitt í 70% etanóli. Á sömu slóðum og hornsílagildra nr. 7 var staðsett voru sýni af hryggleysingjum á fjörubotni tekin. Alls voru teknir fimm steinar af handahófi á 50-60 cm dýpi í fjörunni, þeir færðir í fötu og háfi haldið neðan við þá þegar þeir voru fjarlægðir af botni. Hver steinn var burstaður rækilega og allt sem í háfinn féll tæmt í plastlát til varðveislu. Ofanvarp hvers steins var dregið upp á pappír til að reikna mætti flatarmál þeirra auk þess sem mesta hæð hvers steins var mæld.



3. mynd. Yfirlitskort af Grímsvatni á Glámuhálandinu, suðvestan við Sjónfríð. Inn á kortið er merkt hvar net voru lögð í Grímsvatni (rauðar brotalínur), hvar svifdýrasýni voru tekin, hornsílagildir lagðar (gulir hringir) og hvar seiði voru veidd með rafmagni (rauðir hringir). Magn blaðgrænu var mælt á fjörugrjóti ásamt því að sýni af hryggleysingjum voru tekin (gulur hringur nr. 7). Kortið er byggt á loftmynd á vef Google Earth



4. mynd a-c. Grímsvatn, syðri hluti vatnsins þar sem innflæði til þess sést lengst til vinstri (a) og nyrðri hlutinn þar sem útfallið í Hófsá sést lengst til hægri (b). Botn í fjöru Grímsvatns þar sem sjá má ljóst set á steinum (c). Ummerki eftir hryggleysingja (líklega vatnabobbar) má sjá þar þeir hafa hreinsað setið (étið) þar sem sjá má sem dökka flekki á grjótinu sem hvítar örvar benda á. Ljósmyndir: Ingi Rúnar Jónsson (a-b) og Jón S. Ólafsson (c).

Lagnet voru lögð í Grímsvatn 9. september og lágu netin yfir nóttina og vitjað um að morgni 10. september. Lögð voru net af mismunandi möskvastærðum frá 10,0 mm til 60 mm, mælt á milli hnúta, hvert þeirra 30 m langt. Í netaröðinni voru 11 net (10,0-16,5-18,5-21,5-25-30-35-40-46-50-60 mm) og var netunum skipt í 3 trossur þar sem 3–5 net voru hnýtt saman (3. mynd).

Rafveitt var í útfalli Grímsvatns (3. mynd), alls var farið yfir 498 m² til að kanna magn og tegunda-samsetningu seiða.

Hornsílagildir voru lagðar í Grímsvatn (3. mynd) síðari hluta dags þann 9. september 2018. Gildrurnar (e. *minnow traps*) voru lagðar á litlu dýpi upp við fjörugrjót á 7 stöðum og bundnar við steina og síðan var vitjað um gildrurnar fyrri hluta dags þann 10. september 2018.

3.3 Vötn 632 og 626

Sýni af hryggleysingjum var tekið með skaftháfi meðfram vatnsbakka á einum stað (5. mynd), auk þess sem pH-gildi, leiðni og vatnshiti var mælt. Ekki var hægt að koma tækjum með góðu móti að vatni 626 og sökum tímaskorts var því vatni sleppt í vettvangsskoðuninni, þrátt fyrir að áætlun væri um að kanna það. Verður því að byggja á athugun okkar á vatni 632 til að spá fyrir um hvers sé að vænta í vatni 626.

(a)



(b)



5. mynd a-b. Yfirlitsmyndir af vatni 632 (a), horft til norðausturs og fjörubotn þess (b). Ljósmyndir: Ingi Rúnar Jónsson.

4. Niðurstöður

4.1 Eðlis- og efnabættir

Vatn í Hófsá og þeim tveimur vötnum á Glámuhálendinu sem rannsökuð voru eiga það sameiginlegt að vera efnasnauð, með fremur lágt sýrustig (pH-gildi 6,27–6,84) og lága rafleiðni (16,6–32 $\mu\text{S}/\text{cm}$) (Tafla 3). Vatnshitinn var á bilinu 6,7–8,1 °C. Basavirknin í Hófsá og Grímsvatni var sömuleiðis lág, 0,098 meq/l í Hófsá og 0,069 meq/l í Grímsvatni. Bendir það til þess að um snjóbráð sé að ræða, sem ekki hefur náð að hvarfast við berggrunninn eða jarðveg á vatnasviðinu. Styrkur næringarefna var lágur á báðum sýnatökustöðum en sýnu lægri í Hófsá en í Grímsvatni.

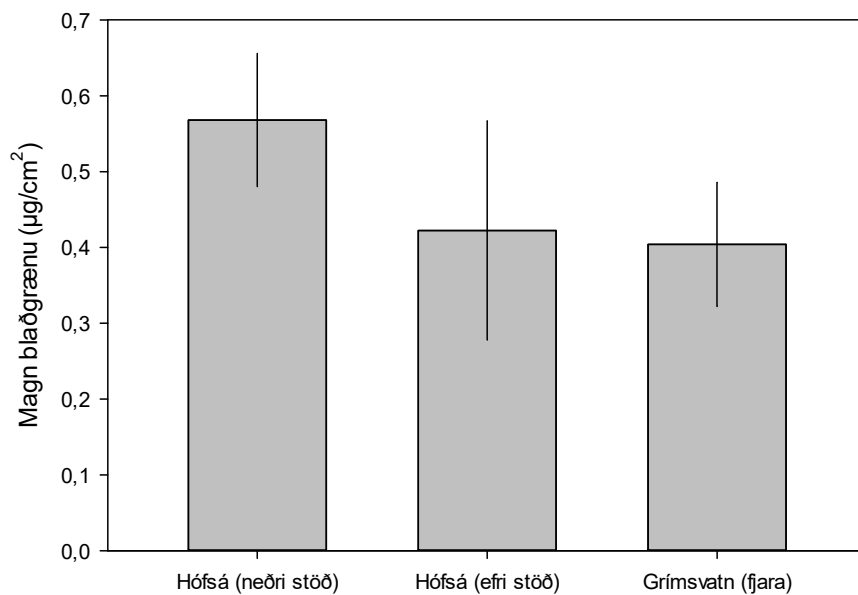
Tafla 3. Upplýsingar um staðsetningu sýnatökustaða, dagsetningar og tíma þegar sýni voru tekin. Vatnshiti, pH-gildi, leiðni (rafleiðni). Auk þess eru niðurstöður efnamælinga og basavirkni á einum stað í Hófsá og Grímsvatni sýndar.

Vatnsfall/vatn Stöð	Hófsá í Borgarfirði (Arnarfirði) Neðri	Hófsá í Borgarfirði (Arnarfirði) Efri	Grímsvatn á Glámuhálendi	Vatn 632 á Glámuhálendi
Hnit N°	65,78578	65,78996	65,80093	65,80489
Hnit V°	-23,1804	-23,16729	-23,06884	-23,05251
Dags kl.	8.9.2018 17:50	9.9.2018 09:44	10.9.2018 10:00	9.9.2018
Vatnshiti (°C)	8,1	7,7	6,7	6,9
pH	6,27	6,65	6,84	6,37
Leiðni ($\mu\text{S}/\text{cm}$ @25 °C)	32	30,3	29,0	16,6
Basavirkni (meq/l)		0,098	0,069	
SO ₄ ($\mu\text{mól}/\text{l}$)		18,4	18,0	
Cl ($\mu\text{mól}/\text{l}$)		139,0	144,0	
F ($\mu\text{mól}/\text{l}$)		1,4	1,3	
PO ₄ ($\mu\text{mól}/\text{l}$)		0,118	0,447	
NO ₃ ($\mu\text{mól}/\text{l}$)		<0,1	<0,1	
NO ₂ ($\mu\text{mól}/\text{l}$)		<0,04	<0,04	

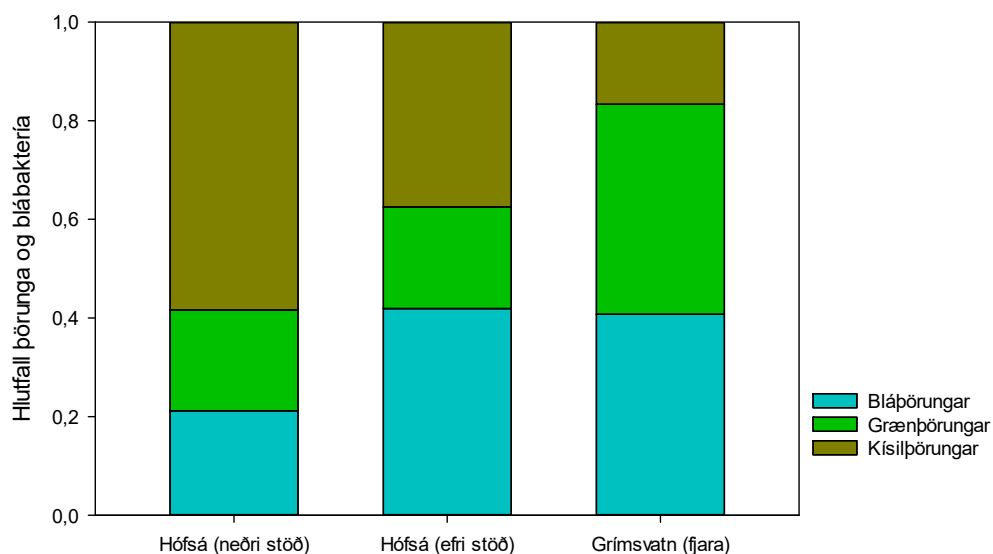
Botngerð á sýnatökustöðum á fiskgengum hluta Hófsár einkennist af fjölbreyttri botngerð, sambland af mól, smágrýti og stórgryti. Mól var ríkjandi á efri stöðinni, en smágrýti á þeirri neðri. Meðaldýpi var áþekkt á þeim báðum, 24,3–25,6 cm. Framleiðslugildin á þessum stöðvum voru á bilinu 32,1–42,1 sem endurspeglar góð uppeldisskilyrði fyrir lax hvað botngerðinni viðkemur. Við útfallið úr Grímsvatni, sem er á ófiskgenga svæði Hófsár voru botn efni afar fíngrætt og sandur ríkjandi. Á þeim stað eru skilyrði til hrygningar og seiðauppeldis fremur léleg og fá lága einkunn í botngerðarmatinu (Tafla 2).

4.2 Þörungar

Magn blaðgrænu er ágætis nálgun á lífmassa þörungna. Heildarmagn blaðgrænu a var 0,42 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ efri stöðinni í Hófsá en 0,57 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ á þeirri neðri (6. mynd). Á efri stöðinni voru blábakteríur mest áberandi með tæplega 42% af lífmassa þörungna á steinum, en hlutur kísilþörungna var aðeins lægri eða 37,5% (7. mynd). Á neðri stöðinni voru kísilþörungar ríkjandi á botni og var hlutdeild þeirra rúm 58% af heildar lífmassa (blaðgrænu) á botni. Heildarhlutur grænþörungna var svipaður á báðum stöðvum í Hófsá, rúm 20% (7. mynd). Í fjöru Grímsvatns var heildarmagn blaðgrænu 0,40 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ og voru grænþörungar (42,6%) og blábakteríur (40,7%).



6. mynd. Magn blaðgrænu á steinum á tveimur stöðum í Hófsá og í fjöru Grímsvatns. Hver súla sýnir meðaltal 10 mælinga í Hófsá og 5 mælinga í fjöru Grímsvatns. Lóðréttu línurnar sýna staðalfrávik frá meðaltalsgildunum.



7. mynd. Hlutföll mismunandi þörungna og bláabaktería á steinum á tveimur stöðum í Hófsá og í fjöru Grímsvatns. Hlutföllin eru reiknuð út frá magni blaðgrænu sem einkennir mismunandi hópa.

4.3 Hryggleysingjar

Líkt og í velflestum ef ekki öllum ám er rykmý sá hópur botnlægra hryggleysingja sem var ríkjandi í Hófsá. Hlutfallslegur fjöldi lirfa og púpa þessara skordýra var tæplega 80% (Tafla 4). Þéttleiki rykmýs var að meðaltali tæplega sexþúsund einstaklingar á hvern fermetra. Næstalgengasti hópur botnlægra hryggleysingja voru vatnamítlar sem voru tæplega 8,5% af heildarþéttleika hryggleysingja á botni Hófsár og síðan krabbadýr, en hlutur þeirra var 5,3% (Tafla 4). Algengustu tegundir rykmýs í botnsýnunum að meðaltali voru tegundirnar *Eukiefferiella minor* (33,2% af öllu rykmýi) og ógreindar

lirfur af undirættinni Orthoclaadiinae (20,4% af öllu rykmýi). Þessar síðarnefndu lirfur voru allar nýklaktar lirfur (l. lirfustig), líklega mest af tegundinni *Orthocladus frigidus* en einnig líklega af tegundinni *Rheocricotopus effusus*. Hluttur lirfa af ættkvíslinni *Micropsectra* voru rúm 15% af meðaltalsþéttleika rykmýs og hluttur lirfa af tegundinni *Orthocladus frigidus* 12,8%. Í báðum tilfellum var um að ræða næstum eða alveg fullþroska lirfur að komast á púpustig. Af skordýrum, öðrum en rykmýi, voru steinflugugyðlur (ókynþroska) í mestum þéttleika 108 einstaklingar/m² að meðaltali. Samtals var þéttleiki skordýra, annarra en rykmýs, 293 einstaklingar/m² að meðaltali. Í þeim hópi voru lirfur eða gyðlur stórvaxinna skordýra s.s. steinflugur, vorflugur (þrjár tegundir), lækjarflugur og strandflugur. Meðaltalsgildi fyrir heildarþéttleika botnlægra hryggleysingja var 7.366 einstaklingar á fermetra, með lægsta gildi tæplega 3000 og hæsta gildi einsakra sýna 13.571 dýr á fermetra. Á þessum stað í Hófsá fundust alls 27 tegundir eða hópar botnlægra hryggleysingja, þar af voru 12 sem heyrðu til rykmýs (Tafla 5).

Tafla 4. Þéttleiki (fjöld dýra/m²) helstu tegunda og hópa botnlægra hryggleysingja í Hófsá í Borgarfirði (efri stöð) 9. september 2018. Sýnd eru meðaltöl 8 sýna, staðalfrávik meðaltala, lægstu- og hæstu gildi auk hlutfallslegs þéttleika.

Tegundir/hópar	Latnesk heiti	Fjöldi einstaklinga á fermetra				Hlutfall (%)
		Meðaltal	Staðalfrávik	Lægstu gildi	Hæstu gildi	
Rykmý (lirfur og púpur)	Chironomidae	5.880	2.227	3.469	10.306	79,83
Bitmýslirfur	Simuliidae	6	18	0	51	0,09
Lækjarflugulirfur	<i>Limnophora riparia</i>	32	90	0	255	0,43
Strandflugulirfur	<i>Clinocera stagnalis</i>	77	119	0	306	1,04
Vorflugulirfur	Trichoptera	57	57	0	153	0,78
Steinflugugyðlur	<i>Capnia vidua</i>	108	143	0	357	1,47
Vatnamítlar	Hydacarina	625	302	255	1.224	8,48
Krabbadýr	Crustacea	389	251	102	918	5,28
Önnur dýr		191	170	0	510	2,60
Heildarþéttleiki		7.366	2.991	3.878	13.571	

Tafla 5. Listi yfir tegundir og hópa botnlægra hryggleysingja sem fundust á botni Hófsár í Borgarfirði (efri stöð) þann 9. september 2018. Neðst í töflunni er gefin heildarfjöldi tegunda og hópa sem fundust í Hófsá, einnig er sýndur heildarfjöldi tegunda og hópa rykmýs.

	Latnesk heiti	Til staðar
Rykmý	<i>Diamesa bertrami</i>	+
- " -	<i>Diamesa bertrami/latitarsis</i> hópur	+
- " -	<i>Diamesa bohemani/zernyi</i> hópur	+
- " -	<i>Diamesa ættkvísl</i>	+
- " -	<i>Chaetocladius ættkvísl</i>	+
- " -	<i>Eukiefferiella claripennis</i>	+
- " -	<i>Eukiefferiella minor</i>	+
- " -	<i>Orthocladius frigidus</i>	+
- " -	<i>Rheocricotopus effusus</i>	+
- " -	<i>Thienemanniella</i> ættkvísl	+
- " -	Ógreindir Orthoclaðiinae	+
- " -	<i>Micropsectra</i> ættkvísl	+
- " -	Ógreindir Tanytarsini	+
Bitmý	Simuliidae	+
Lækjarfluga	<i>Limnophora riparia</i>	+
Strandfluga	<i>Clinocera stagnalis</i>	+
Tvívængjur	Ógreindar tvívængjulirfur	+
Vorflugur	<i>Apatania zonella</i>	+
- " -	<i>Limnephilus affinis</i>	+
- " -	<i>Limnephilus griseus</i>	+
Vatnamítlar	Hydracarina	+
Vatnsflær	Cladocera	+
Árfætlur	Copepoda	+
Skelkrebbs	Ostracoda	+
Liðormar	Oligochaeta	+
Bessadýr	Tardigrada	+
Steinflugur	<i>Capnia vidua</i>	+
Fjöldi tegunda eða hópa		27
Fjöldi tegunda eða hópa rykmýs		12

Reksýni voru tekin á báðum stöðvum í Hófsá og voru rykmýslirfur ríkjandi í þessum sýnum, líkt og í botnsýnunum. Nokkuð fannst af púpum og nýklöktum flugum rykmýsins. Einungis fáeinir bitmýslirfur fundust í reksýnum af efri stöðinni í Hófsá. Steinflugugyðla var í reksýni á neðri stöðinni og á báðum stöðvum voru einnig árfætlur, vatnamítlar og skelkrebbs.

Sýnum til að afla upplýsinga um magn og tegundasamsetningu botnlægra hryggleysingja í fjöru Grímsvatns var safnað á svipuðum slóðum og blaðgræna var mæld. Í heild var meðalþéttleiki hryggleysingja í fjörubelti vatnsins tæplega 15 þúsund einstaklingar á fermetra (Tafla 6). Líkt og í Hófsá, var rykmý ríkjandi botndýrahópur og var hlutfallslegur þéttleiki þeirra tæplega 77%. Hlutfall krabbadýra var rúmlega 16% og vorflugna tæplega 7%. Rúmlega 42% allra rykmýslirfa í sýnunum tilheyrði ógreindum Orthoclaðiinae, það eru lirfur sem ekki tókst að greina til tegundar vegna smæðar. Líklega var stærstur hluti þessara lirfa af tegundinni *Orthocladius frigidus*. Rúmlega fjórðungur rykmýslirfa tilheyrði *O. frigidus* sem lengra voru komnar í þroska en fyrrnefndar lirfur og annar fjórðungur rykmýslirfa tilheyrði tegundinni *Eukiefferiella minor*. Ólíkt því sem sást í Hófsá, þá voru vatnamítlar ekki algengir í fjöru Grímsvatns (Tafla 6). Einungis 11 tegundir/hópar botnlægra

hryggleysingja fundust í fjöru Grímsvatns og þar af tilheyrði tæplega helmingur þeirra rykmýi (Tafla 7).

Tafla 6. Þéttleiki (fjöldi dýra/m²) helstu tegunda og hópa botnlægra hryggleysingja í fjöru Grímsvatns á Glámuhálendinu 10. september 2018. Sýnd eru meðaltöl 5 sýna, staðalfrávik meðaltala, lægstu- og hæstu gildi auk hlutfallslegs þéttleika.

Tegundir/hópar	Latnesk heiti	Fjöldi einstaklinga á fermetra		Lægstu gildi	Hæstu gildi	Hlutfall (%)
		Meðaltal	Staðalfrávik			
Rykmý (lirfur og púpur)	Chironomidae	11.353	10.550	1.313	23.363	76,78
Vorflugulirfur	Trichoptera	1.000	1852	0	4.304	6,77
Vatnamítlar	Hydacarina	14	32	0	72	0,10
Krabbadýr	Crustacea	2.393	2.854	128	6.687	16,18
Bessadýr	Tardigrada	26	57	0	128	0,17
Heildarþéttleiki		14.787	13.202	1.921	28.328	

Tafla 7. Listi yfir tegundir og hópa botnlægra hryggleysingja sem fundust í fjöru Grímsvatns 10. september 2018. Neðst í töflunni er gefin heildarfjöldi tegunda og hópa sem fundust í Hófsá, einnig er sýndur heildarfjöldi tegunda og hópa rykmýs.

	Latnesk heiti	Til staðar
Rykmý	<i>Diamesa</i> ættkvísl	+
- " -	<i>Eukiefferiella claripennis</i>	+
- " -	<i>Eukiefferiella minor</i>	+
- " -	<i>Orthocladus frigidus</i>	+
- " -	<i>Thienemanniella</i> ættkvísl	+
- " -	Ógreindir Orthocladiinae	+
Vorflugur	<i>Apatania zonella</i>	+
Vatnamítlar	Hydracarina	+
Árfætlur	Copepoda	+
Skelkrebbs	Ostracoda	+
Liðormar	Oligochaeta	+
Bessadýr	Tardigrada	+
Fjöldi tegunda eða hópa		11
Fjöldi tegunda/hópa rykmýs		6

Svifdýrasamfélög í Grímsvatni einkenndust fyrst og fremst af árfætlum, líklega af mestum hluta *Diaptomus* tegundir. Að meðaltali voru 25,7 einstaklingar/m³ af árfætlum en aðeins örfáar vatnsflær voru í sýnunum eða að meðaltali 0,3 einstaklingar/m³.

Í háfsýnum sem tekin voru úr fjörubelti Grímsvatns voru árfætlur sömuleiðis ríkjandi hryggleysingi. Auk þeirra var rykmý algengt, lirfur, púpur og nýklaktar flugur. Í sýnunum voru einnig steinflugugyðlur, vatnsflær og tvær vorflugutegundir (*Apatania zonella* og *Limnephilus griseus*). Hafa ber í huga að þessi sýni voru ómagnbundin og var tilgangur þeirra sýna fyrst og fremst til að fá ítarlegri mynd af samfélagum hryggleysingja í fjörubeltinu heldur en hægt er að fá með sýnum þar sem burstað er af yfirborði steina. Auk þess sást ein brunnklukka á sundi á milli steina og að öllum líkindum voru vatnabobbar á fjörusteinunum (sjá 3. mynd c). Þar sem þessir síðastnefndu hryggleysingar komu ekki í sýnin þá er þeirra ekki getið í töflunum, einungis hér.

Líkt og í Grímsvatni voru árfætlur ríkjandi dýr í háfsýni sem tekið var með fram strandlengjunni við vatn 632. Einnig fundust þar vorflugulirfur af tegundinni *Apatania zonella* og rykmýslirfur af ættkvíslunum *Diamesa* og *Meteriocnemus*.

4.4 Fiskur

Í seiðarannsóknunum í Hófsá veiddust bæði lax og bleikja, en aðrar tegundir ferskvatnsfiska komu ekki fyrir (Tafla 8). Engir fiskar veiddust neðan við útfallið úr Grímsvatni. Á fiskgenga hluta Hófsár veiddust tveir árgangar laxaseiða (2+ og 3), en þrír árgangar (0+, 1+ og 2+) af bleikju. Samanlögð seiðavísitala bleikju var 1,4 seiði/100 m² en 1,2 seiði/100 m² hjá laxi (Tafla 8). Þéttleiki bæði bleikju- og laxaseiða var lágur og veiddust alls 7 bleikjur og 6 laxaseiði í rannsókninni. Vöxtur laxaseiða bendir til að það taki seiðin fjögur ár að ná sjógöngustærð (Tafla 9). Af bleikjunum voru tveir fiskar af þremur kynþroska hængar og er hluti bleikjustofnsins í ánni því líklega staðbundin bleikja sem ekki gengur til sjávar. Samanlagður lífmassi laxaseiða var 13,3 g/100 m² og bleikjuseiða 12,7 g/100 m² (Tafla 10). Holdastuðull laxaseiða var frá 1,1-1,17 og bleikju frá 0,99 til 1,21 (Tafla 11). Öll seiðin voru vel haldin, en holdastuðull laxa í eðlilegum holdum er um 1,0 og bleikju 0,9.

Í Hófsá hafa farið fram þrjár seiðarannsóknir árin 2009, 2016 og 2018 (Tafla 12). Niðurstöður þessara athugana eru mjög áþekkar. Bleikja kom fyrir í öllum rannsókunum og var þéttleiki hennar á bilinu 0,3–1,4 seiði/100m² og samanlögð seiðavísitala að meðaltali 0,7 seiði/100 m². Lax veiddist ekki í rannsókninni 2009, en kom fyrir bæði 2016 og 2018 og samanlögð seiðavísitala laxa var 0,7 seiði/100² eða sú sama og hjá bleikju (Tafla 11). Magi þeirra seiða sem veiddust á báðum stöðvum Hófsár innihélt töluvert til mikið af fæðu og enginn þeirra tómur (Tafla 13). Í tveimur tilfellum (bleikjuseiði) var vottur af fæðu í maganum (magafylli 1) . Maginn var troðinn í tveimur bleikjuseiðum og tveimur laxaseiðum af neðri stöðinni. Vorflu- og rykmýslirfur voru mest áberandi í fæða seiða af báðum tegundum á stöðvunum tveimur (Tafla 13).

Niðurstöður rannsóknaveiða í Grímsvatni leiddu í ljósi að engin afli kom í þau 11 net sem voru lögð í vatnið og enginn afli kom í þær 7 hornsílágildir sem lágu í vatninu á sama tíma. Niðurstöðurnar benda eindregið í þá átt að Grímsvatn sé fisklaust.

Tafla 8. Þéttleikavísitala laxfiska eftir aldri á stöðvum í Hófsá, Arnarfirði 9. september 2018. Stöð 3 er á ófiskgengum hluta neðan við Grímsvatn.

Stöð	Lax					Bleikja			
	0+	1+	2+	3+	Samtals	0+	1+	2+	Samtals
Efri	0	0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,3	0,7	1,0
Neðri	0	0	0,8	1,3	2,1	0,8	0,4	0,4	1,7
Meðaltal	0,0	0,0	0,4	0,8	1,2	0,4	0,4	0,6	1,4

Tafla 9. Meðallengd (ml) lax- og bleikjuseiða á veiðistöðum í Hófsá Arnarfirði 9. september 2018. Staðalfrávik (sf) og fjöldi í hóp (n) er sýnt.

Stöð	Lax						Bleikja								
	2+			3+			0+			1+			2+		
	ml	sf	n	ml	sf	n	ml	sf	n	ml	sf	n	ml	sf	n
Efri				11,2		1				7		1	11,7	1,20	2
Neðri	7,7	0,21	2	10,6	1,21	3	5,0	0,07	2	8,4		1	11,0		1
Meðaltal	7,7	0,21	2	10,73	1,04	4	5,0	0,07	2	7,7	0,99	2	11,4	0,93	3

Tafla 10. Vísitala lífmassa (g/100 m²) laxfiskaseiða á fiskgengum hluta Hófsár 9. september 2018.

Stöð	Lífmassi g/100 m ²						
	Lax			Bleikja			
	2+	3+	Samtals	0+	1+	2+	Samtals
Efri	0,0	5,3	5,3	0,0	1,4	12,8	14,2
Neðri	4,4	16,9	21,4	1,0	3,2	7,0	11,2
Meðaltal	2,2	11,1	13,3	0,5	2,3	9,9	12,7

Tafla 11. Holdastuðull (k) lax – og bleikjuseiða á veiðistöðum í Hófsá Arnarfirði 9. september 2018.

Tegund	Aldur			
	0+	1+	2+	3+
Lax			1,17	1,10
Bleikja	0,99	1,21	1,17	

Tafla 12. Þéttleikavísitala laxfiska eftir aldri á fiskgengum hluta Hófsár í Arnarfirði árin 2009, 2015 og 2019.

Ár	Dags.	Fjöldi stöðva	Bleikja				Lax			
			0+	1+	2+	Alls	2+	3+	4+	Alls
2009	6. nóv.	4	0,1	0	0,3	0,4	0	0	0	0
2015	19. ág.	1	0	0,3	0	0,3	0	0,55	0,55	1
2018	9. sept.	2	0,4	0,4	0,6	1,4	0,4	0,8	0	1,2
Meðaltal			0,2	0,2	0,3	0,7	0,1	0,5	0,2	0,7

Tafla 13. Magafylli og fæða lax – og bleikjuseiða á veiðistöðum í Hófsá Arnarfirði 9. september 2018. Fyrir magafylli táknað „0“ tómur magi, „1“ vottur af fæðu og „5“ magi troðfullur af fæðu.

Tegund	Stöð	Magafylli (0-5)	Fæða (hundraðshluti af heildarrúmmáli fæðunnar)				
			Vorflugulirfur	Liðormar	Rykmýslirfur	Ógreindarflugur	Lækjarflugulirfur
Lax	Efri	4	20	80			
Lax	Neðri	5			99		1
Lax	Neðri	2			100		
Lax	Neðri	3	70		30		
Lax	Neðri	5	30		50	19	1
Lax	Neðri	4			40	40	20
Bleikja	Efri	2			50	50	
Bleikja	Efri	4		100			
Bleikja	Efri	1	100				
Bleikja	Neðri	1			100		
Bleikja	Neðri	4			100		
Bleikja	Neðri	5			100		
Bleikja	Neðri	5		99			1

5. Umræður

Efnastyrkur vatns í Hófsá og í Grímsvatni er lágur og svipaður og efnastyrkur í straumvatnssýnum sem efnagreind hafa verið áður frá svipuðum slóðum. Það bendir til þess að uppruni þess sé að mestu leyti snjóbráð sem hefur haft lítil efnaskipti við berg eða jarðveg á vatnasviðinu. Mælingar á pH gáfu lág gildi og svipuð og mælist í ómengaðri úrkomu á Íslandi.

Basavirkni er óbeinn mælikvarði á efnaskipti á milli vatnsins og berggrunnsins sem það leikur um og hækkar með auknum efnaskiptum. Flest vatnssýni sem safnað hefur verið á Vestfjörðum eru með lágan efnastyrk og er basavirkni til dæmis frá 0,048 til 0,28 meq/l (óbirt gögn Hafrannsóknastofnunar). Basavirkni í Hófsá og Grímsvatni var 0,048 og 0,069 meq/l sem er með því lægsta sem mælst hefur á Vestfjörðum og jafnvel á landinu öllu. Basavirknin var sambærileg í Grímsvatni og hún mældist í Djúpavatni í ágúst 2015.¹⁴

Rafleiðni í Hófsá og Grímsvatni var lág, í kring um 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$, og með því lægsta sem mælist á Vestfjörðum. Leiðni vatns stafar af tilvist hlaðinna efna (jóna) í vatninu. Jónir í vatni geta verið tilkomnar vegna efnaskipta við berg eða ýringu sjávarsalta og ákomu yfir vatnasvið. Leiðni vatns er því oft hærri á vatnasviðum sem eru nálægt sjó en í þeim sem eru lengra inn til landsins. Leiðni vatna á Vestfjörðum er mismunandi, frá 26–100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en mest er hún í straumvötnum á sunnanverðum Vestfjörðum, líklega vegna sjávarýringar í hvössum sunnanáttum.

Næringarefni eru nauðsynleg fyrir frumframleiðni ljóstillífandi lífvera. Helstu næringarefnin eru fosfór (P) og köfnunarefni (N) og þurfa þörungar 16 mól af N á móti 1 móli af P. Upptaka næringarefna er mest á sumrin, þegar ljós er ekki takmarkandi fyrir frumfrumaleiðni. Styrkur næringarefna í vatni er því minni á sumrin en á veturna, þegar rotnun er ríkjandi í vatnakerfum. Styrkur næringarefnanna nítrats (NO_3) og fosfats (PO_4) var lágur í Hófsá og Grímsvatni, en sýnu lægri í Hófsá. Styrkur nítrats er undir greiningarmörkum á báðum stöðum sem bendir til þess að nítrat sé takmarkandi fyrir frumframleiðni í þeim.

Mæligildin fyrir pH voru nokkru lægri í Hófsá en mældist í ám í Reykhólasveit og á Barðaströnd 15.–20. ágúst 2017¹¹ og einnig heldur lægri en mældist í ám á Vestfjörðum 17.–21. ágúst 2015.¹² Það sama á nokkurn vegin við um mæligildi fyrir rafleiðni, sem voru í flestum tilfellum hærri á ám í Reykhólasveit og á Barðaströnd, en voru áþekkt fyrir mæld gildi í Vatnsdalsá í Vatnsfirði og Vattardalsá. Rannsókn sem gerð var í ágústlok 1998 á þremur stöðum í Dynjandisá og Vatnsdalsá í Vatnsfirði kom í ljós að pH-gildin voru á bilinu 6,5–6,8.¹³ Í rannsóknunum frá 1998¹³ og 2015,¹² sem vísað er hér að framan, var rafleiðnin í öllum tilfellum nema einu hærri en mæld var í Hófsá 2019. Í Grímsvatni og vatni 632 voru pH-gildin nokkru lægri en þau voru í ónefndum tjörnum (7,21–7,74) og Djúpavatni (7,12) á Dynjandisheiði í ágúst 2015.¹⁴ Rafleiðnin var mun lægri í vatni 632 en hún var bæði í tjörnunum (42,9–43,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$) og í

¹¹ Sigurður Már Einarsson, Jón S. Ólafsson og Jóhannes Guðbrandsson 2019. Rannsóknir á lífríki Pennu á Barðaströnd. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2019-12. 12 bls.

¹² Sigurður Már Einarsson og Jón S. Ólafsson 2016. Umhverfisþættir og útbreiðsla laxfiska á vestanverðum Vestfjörðum. Veiðimálastofnun, VMST/16013. 20 bls.

¹³ Stefán Már Stefánsson, Jón S. Ólafsson og Gísli Már Gíslason. The structure of chironomid and simuliid communities in direct run-off rivers on Tertiary basalt bedrock in Iceland. Ver. Int. Verein. Limnol. 29:2015-2029.

¹⁴ Sigurður Már Einarsson, Jón S. Ólafsson og Jóhannes Guðbrandsson 2018. Rannsóknir á lífríki Djúpavatns og nálægna tjarna á Dynjandisheiði. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2018-41. 13 bls.

Djúpavatni (26,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$) á Dynjandisheiði, en eilítið hærri í Grímsvatni en hún var í Djúpavatni. Basavirknin var sambærileg í Grímsvatni og hún mældist í Djúpavatni í ágúst 2015.

Magn blaðgrænu á báðum stöðvunum í Hófsá í september 2019 var nokkru hærri en mældist á neðri stöðinni (0,31 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$) í ágúst 2015.¹² Í rannsókninni frá 2015 var magn blaðgrænu lægra í allnokkrum ám á Vestfjörðum en það mældist í Hófsá í september 2019. Í samanburði við ár í Reykhólasveit og á Barðaströnd var magn blaðgrænu eilítið hærri en í ám frá Kollafirði í austri og að Arnarbýlu á Barðaströnd í vestri.¹¹ Engin samanburðarhæf gögn eru um blaðgrænu á grjóti í fjöruborði vatna á Vestfjörðum. Magn blaðgrænu var álíka í Grímsvatni og var í Hófsá, þannig af því að dæma má ætla framleiðsla þörunga í fjörubelti Grímsvatns sé allnokkur. Í rannsókn á vatnsföllum á Vestfjörðum frá 2015 sem áður hefur verið vísað til kom fram að á neðri stöðinni í Hófsá voru kísilþörungar ríkjandi meðal botnlægra þörunga og blábaktería (72%) miðað við magn blaðgrænu. Á sömu stöð í september 2019 voru kísilþörungar sem fyrr ríkjandi með 58% hlutdeild í magni blaðgrænu.

Heildarþéttleiki botnlægra hryggleysinga í Hófsá (efri stöð) var að meðaltali 7.366 einstaklingar/ m^2 (lægsta gildi 3.878 og hæsta gildi 13.571) sem er mun lægri þéttleiki en mælt hefur í öðrum ám í þessum landshluta.¹³ Til að mynda var þéttleiki botndýra á neðstu sýnatökustöðinni í Dynjandisá (5 m h.y.s.) í ágústlok 1998 að meðaltali rúmlega 31 þúsund dýr á hvern fermetra.¹³ Í sömu rannsókn kom fram að þéttleiki botndýra var síðan mun meiri í efri drögum Dynjandisá (300 og 525 m h.y.s.) sem gæti verið vegna áhrifa frá Stóra Eyjarvatni. Ríkjandi botndýr á efri stöðinni í Hófsá var rykmý og var hlutdeild lifra rykmýsins 79,8% af heildarfjölda botndýra þar. Eins og nefnt hefur verið áður eru liffur rykmýsins gjarnan sá hópur botndýra sem er ríkjandi í íslenskum vatnsföllum. Undantekning frá því eru svæði neðan við útfall stöðuvatna, einkum lindarvatna s.s. Mývatns og Elliðaánna, þar sem liffur bitmýsins eru ríkjandi meðal botnlægra hryggleysinga.^{15,16,17,18,19}

Hryggleysingasamfélög í Grímsvatni og vatni 632 einkenndust fyrst og fremst af smávöxnum krabbadýrum og rykmýi, líkt og þekkt er í hálendis- og heiðatjörnum.²⁰ Við skoðun á sýnum úr vatnsbol vatnanna sást að ríkjandi krabbadýr voru árfætlur, líklega af ættkvísl *Diaptomus* (svifdili) sem gjarnan eru ríkjandi í vötnum á heiðum uppi.²⁰ Þetta á þó fyrst og fremst við það sem finnst í vatnsbolnum sjálfum, en þau samfélög dýra sem lifa á botni eru töluvert frábrugðin þessu eins og sást í Grímsvatni. Þannig voru það liffur rykmýsins sem voru ríkjandi hryggleysingi á botn í fjöru vatnsins og var hlutfallslegur fjöldi þeirra 76,8% sem er ekki ósvipað því sem sást í Hófsá. Í fjöru Grímsvatns var hlutur krabbadýra í fjörusýnunum ekki nema rétt rúm 16%. Víða umhverfis Grímsvatn sást mýklak og fljúgandi rykmý víða ofan fjörunnar. Fjölbreytileiki hryggleysinga var mun minni í Grímsvatni en sást í Hófsá og fundust t.a.m. engar steinflugur í fjöru Grímsvatns og færri vorflugutegundir voru þar en sáust í Hófsá. Tvær tegundir komu ekki fyrir í sýnunum en vert er að geta þar sem þau sáust í fjöru Grímsvatns, þetta

¹⁵ Claus Lindegaard 1979. A survey of the macroinvertebrate fauna, with special reference to Chironomidae (Diptera) in the rivers Laxá and Kráká, northern Iceland. Oikos 32:281–288.

¹⁶ Vigfús Jóhannsson 1988. The life cycles of *Simulium vittatum* Zett. In Icelandic lake-outlets. Verh. Internat. Verein. Limnol. 23:2170–2178.

¹⁷ Jón S. Ólafsson, Guðrún Lárusdóttir og Gísli Már Gíslason 1998. Botndýralíf í Elliðaánum. Líffræðistofnun Háskólans, fjölrit nr. 41.

¹⁸ Jón S. Ólafsson, Gísli Már Gíslason & Hákon Aðalsteinsson 2000. Chironomids in glacial and non-glacial rivers in Iceland: A comparative study. Verh. Int. Verein. Limnol. 27:720–726.

¹⁹ Jón S. Ólafsson, Hákon Aðalsteinsson, Gísli Már Gíslason, Iris Hansen og Þóra Hrafnadóttir 2002. Spatial heterogeneity in lotic chironomids and simuliids in relation to catchment characteristics in Iceland. Verh. Int. Verein. Limnol. 28:157–163.

²⁰ Jón S. Ólafsson 2011. Samfélög smádýra í tjörnum. Náttúrufræðingurinn 79(1-4): 37–44.

voru vatnabobbar sem skriðu um á fjörugrjótinu og ein brunnsklucca sem sást á sundi á milli steina í fjörunni.

Hófsá rennur á landi sem tilheyrir Mjólkárirkjun. Ekki er vitað til að skipuleg veiðinýting fari fram í Hófsá og engar skýrslur liggja fyrir um veiði í ánni. Heimildir eru til um að silungsveiði í Hófsá var talin til hlunninda fyrir Borg árið 1839⁶ og einnig eru til heimildir um að oft hafi mikið verið af bleikju í Hófsá og einnig stöku lax, en engin veiði sé þar nú lengur.²¹ Þéttleiki laxfiska hefur verið kannaður af og til síðastliðin ár. Lax kemur fyrir í ánni, í mjög lágu þéttleika en seiðaklak virðist ekki heppnast á hverju ári. Því er sennilega varla unnt að tala um að laxastofn sé til staðar í ánni, en þekkt er að lax getur verið fljótur að nema land í ám séu skilyrði fyrir hendi. Frá árinu 2001 hefur bleikjuveiði dregist saman í mörgum ám á Íslandi og í öllum landshlutum.²² Fækkun bleikju má líklega tengja versnandi lífsskilyrðum og samkeppnisstöðu gagnvart öðrum fisktegundum samfara hlýnandi veðurfari. Líklegt er að þessarar þróunar gæti einnig á Vestfjörðum þótt ekki séu til ábyggilegar tölur um veiði og stofnstærð laxfiska í ánum um vestanverða Vestfirði. Veiðar á bleikju hafa dregist saman í mörgum ám á Íslandi og í öllum landshlutum en hefur verið á uppleið árin 2016 og 2017.²³ Líklegt er að miklar sveiflur hafi almennt orðið á bleikjuveiði á Vestfjörðum í gegnum tíðina en bæði ástundun og skráning veiði er illa skráð víða í vestfirskum ám, en slík skráning verður ætíð undirstaða þess að unnt sé að meta slíkar sveiflur með raunhæfum hætti. Fiskirannsóknir á Grímsvatni sýna að þar er hvorki hornsíli né aðrar tegundir ferskvatnsfiska að finna. Afar líklegt að það sama eigi við um önnur vötn sem eiga afrennsli til Grímsvatns.

Ljóst er að lífmassi frum- og síðframleiðenda í Hófsá og Grímsvatni er ekki mikill. Fjölbreytileiki botnlægra hryggleysinga er fremur lítill, einkum í Grímsvatni. Hvað fiska varðar þá er ljóst að notkun á vötnunum þremur, Grímsvatni, vatni 626 og 632, til miðlunar mun ekki hafa áhrif á fisk enda virðast vötnin alveg fisklaus. Þrátt fyrir að ekki hafi tekist að komast í vatn 626 má ætla að lífríkið þar sé svipað því sem sást í vatni 632. Þar sem gert er ráð fyrir að samfara miðlun vatns muni langtíma rennsli til Hófsár skerðast um fjórðung gæti það leitt til að dragi úr þéttleika fiska vegna skertra búsvæða. En á það ber að líta að þéttleiki fiska í Hófsá mældist lágur og veiðinýting í ánni lítill eða engin og er því ekki gert ráð fyrir umtalsverðum áhrifum á göngur laxfiska í Hófsá.

Þakkarorð

Höfundar standa í þakkarskuld við eftirtalda starfsmenn Hafrannsóknastofnunar þ.e. þau Ástu Kristínu Guðmundsdóttur sem sá um gerð korta, Ragnhildi Þ. Magnúsdóttur sem aðstoðaði við greiningar á hluta af rykmýslirfunum og Sigurði Óskari Helgasyni sem sá um grófúrvinnslu sýna. Starfsmenn Orkubús Vestfjarða, þeir Steinar Jónasson sem aðstoðaði við undirbúning fyrir sýnatökur og Jóhann P. Pétursson sem sem vann það þrekvirki að koma bát að Grímsvatni, fá bestu þakkir fyrir aðstoðina. Enn fremur fá þeir Sölvi Sólbergsson framkvæmdastjóri orkusviðs hjá Orkubúi Vestfjarða og Gunnar Páll Eydal hjá verkfræðistofunni VERKÍS góðar þakkir fyrir liðlegheit við að veita hverskonar upplýsingar um umfang fyrirhugaðrar framkvæmdar.

²¹ Eiríkur St. Eiríksson 2003. Stangaveiðihandbókin 2. Veiðiár og veiðivötn á Íslandi. Frá Hvalfirði í Hrutafjörð. Skerpla ehf. 240 bls.

²² Guðni Guðbergsson 2015. Lax- og silungsveiðin 2014. Veiðimálastofnun, VMST/15022. 37 bls.

²³ Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson 2018. Lax – og silungsveiði 2017. Haf – og vatnarannsóknir. HV 2018-35. 35 bls.

Heimildir

- 1) VERKÍS, verkfræðistofa. (2017). *Stækkun Mjólkárverkjunar í Ísafjarðarbæ. Tilkynning vegna ákvörðunar um matskyldu*. 22. júní 2017. Verknúmer: 85043-018.
- 2) VERKÍS, verkfræðistofa. (2017). *Mjólkárverkjun. Deiliskipulagsbreyting*. 21. apríl 2017. Verknúmer: 85043-017.
- 3) VERKÍS, verkfræðistofa. (2017). *Aðalskipulag Ísafjarðarbæjar 2008–2020. Breyting – Mjólkárverkjun*. 31. mars 2017. Verknúmer: 16165-002.
- 4) Halla Margrét Jóhannesdóttir og Magnús Jóhannsson. (2015). *Smávirkanir og áhrif þeirra á lífríki vatna. Veiðimálastofnun*, VMST/15014. 40 bls.
- 5) Sigurjón Rist. (1990). *Vatns er þörf*. Bókaútgáfa Menningarsjóðs. 248 bls.
- 6) Kjartan Ólafsson. (1999). *Firðir og fólk 900–1900, Vestur-Ísafjarðarsýsla*. Árbók Ferðafélags Íslands 1999. 603 bls.
- 7) Sigurður Már Einarsson, Cristian Gallo, Katharina Sommermeier og Böðvar Þórisson. (2009). *Rannsóknir á búsvæðum og seiðabúskap Hófsár í Arnarfirði*. Fjölrit Veiðimálastofnunar (VMST/09104) og Náttúrustofu Vestfjarða. 8 bls.
- 8) Þórólfur Antonsson. (2000). *Verklýsing fyrir mat á búsvæðum laxfiska í ám*. Veiðimálastofnun, skýrsla VMST-R/0014. 10 bls.
- 9) Friðþjófur Árnason, Þórólfur 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.
- 10) Bagenal, T.B. & Tesch, F.W. (1978). *Age and Growth*. Í: T. Bagenal (ritstj.), IBP Handbook No 3. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. Blackwell Scientific Publications. Oxford. Þriðja útgáfa. Bls. 101-136.
- 11) Sigurður Már Einarsson, Jón S. Ólafsson og Jóhannes Guðbrandsson. 2019. *Rannsóknir á lífríki Pennu á Barðaströnd*. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2019-12. 12 bls.
- 12) Sigurður Már Einarsson og Jón S. Ólafsson. 2016. *Umhverfisþættir og útbreiðsla laxfiska á vestanverðum Vestfjörðum*. Veiðimálastofnun, VMST/16013. 20 bls.
- 13) Stefán Már Stefánsson, Jón S. Ólafsson og Gísli Már Gíslason. 2015. The structure of chironomid and simuliid communities in direct run-off rivers on Tertiary basalt bedrock in Iceland. *Ver. Int. Verein. Limnol.* 29:2015-2029.
- 14) Sigurður Már Einarsson, Jón S. Ólafsson og Jóhannes Guðbrandsson. 2018. *Rannsóknir á lífríki Djúpavatns og nálægtra tjarna á Dynjandisheiði*. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2018-41. 13 bls.
- 15) Claus Lindegaard. (1979). A survey of the macroinvertebrate fauna, with special reference to Chironomidae (Diptera) in the rivers Laxá and Kráká, northern Iceland. *Oikos* 32:281–288.
- 16) Vigfús Jóhannsson. (1988). The life cycles of *Simulium vittatum* Zett. In Icelandic lake-outlets. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 23:2170–2178.
- 17) Jón S. Ólafsson, Guðrún Lárusdóttir og Gísli Már Gíslason. (1998). *Botndýralíf í Elliðaánum*. Líffræðistofnun Háskólans, fjölrit nr. 41.
- 18) Jón S. Ólafsson, Gísli Már Gíslason & Hákon Aðalsteinsson. (2000). Chironomids in glacial and non-glacial rivers in Iceland: A comparative study. *Verh. Int. Verein. Limnol.* 27: 720-726.
- 19) Jón S. Ólafsson, Hákon Aðalsteinsson, Gísli Már Gíslason, Iris Hansen og Þóra Hrafnisdóttir. (2002). Spatial heterogeneity in lotic chironomids and simuliids in relation to catchment characteristics in Iceland. *Verh. Int. Verein. Limnol.* 28:157-163.
- 20) Jón S. Ólafsson. (2011). *Samfélög smádýra í tjörnum*. Náttúrufræðingurinn 79(1-4): 37–44.
- 21) Eiríkur St. Eiríksson. (2003). *Stangaveiðihandbókin 2. Veiðiár og veiðivötn á Íslandi*. Frá Hvalfirði í Hrútafjörð. Skerpla ehf. 240 bls.
- 22) Guðni Guðbergsson. (2015). *Lax- og silungsveiðin 2014*. Veiðimálastofnun, VMST/15022. 37 bls.
- 23) Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson. (2018). *Lax – og silungsveiði 2017. Haf – og vatnarannsóknir*. HV 2018-35. 35 bls.



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna