



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Vatnspurrð í Grenlæk 2016
Áhrif á lífríki í vatni

Magnús Jóhannsson, Ragnhildur þ. Magnúsdóttir,
Eydís Salome Eiríksdóttir og Benóný Jónsson

REYKJAVÍK NÓVEMBER 2018

Vatnspurrð í Grenlæk 2016
Áhrif á lífríki í vatni

Magnús Jóhannsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir,
Eydís Salome Eiríksdóttir og Benóný Jónsson

Upplýsingablað

Titill: Vatnspurrð í Grenlæk 2016. Áhrif á lífríki í vatni.		
Höfundar: Magnús Jóhannsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir og Benóný Jónsson.		
Skýrsla nr: HV 2018-43	Verkefnisstjóri: Magnús Jóhannsson	Verknúmer: 9068
ISSN 2298-9137	Fjöldi síðna: 43	Útgáfudagur: 6. nóvember 2018
Unnið fyrir: Hafrannsóknastofnun	Dreifing: Opið	Yfirlit af: Jóni S. Ólafssyni
Ágrip <i>Vatnspurrð í Grenlæk 2016. Áhrif á lífríki í vatni. HV 2018-43.</i> Grenlækur er frjósamur lindarlækur með ríkulegt lífríki. Þar er einn stærsti sjóbirtingsstofn á Íslandi og mjög verðmæt veiðihlunnindi. Vatnsbúskapur Grenlækjar er háður því að nægilegt vatn flæði úr Skaftá út á Eldhraunið, ef svo er ekki getur vatn þrotið á efri hluta Grenlækjar eins og gerðist vorið 2016. Um 11 km af farvegi Grenlækjar voru þá á þurru í um tvo mánuði. Í skýrslunni er fjallað um rannsóknir á áhrifum vatnspurrðar 2016 á lífríki í vatni. Mælingar frá 2016 og 2017 benda ekki til að vatnspurrðin hafi ekki valdið meiriháttar eða langvarandi breytingum á efnasamsetningu vatnsins. Vatnspurrðin hafði hins vegar mikil neikvæð áhrif á vatnalíf. Á stórum svæðum þar sem vatn þraut drapst allur þörungur og mosi. Frumframleiðsla (magn blaðgrænu) var þar enn mjög lítil tveimur mánuðum eftir að vatn komst á aftur en hafði vaxið töluvert ári síðar. Smádýralíf á árbotninum varð fyrir miklum skakkaföllum og hefur líklega stærsti hluti þess drepist. Í samanburði við mælingar gerðar árið 2002 var meðalþéttleiki botndýra haustið 2016 meira en tuttugufalt minni en þá og þrisvar sinnum minni haustið 2017. Rykmý (Chironomidae) er algengasti hópur dýra á botni Grenlækjar. Vatnspurrðin olli því að sjóbirtingur gekk mun seinna í lækinn árið 2016 en venja er til en þá um haustið var talsverð gengd sjóbirtinga. Mikil áhrif urðu á seiðabúskap lækjarins. Engin urriðaseiði fundust að hausti þar sem vatn þraut og seiðapéttleiki minnkaði milli ára þar sem vatnsrennsli var mjög skert. Haustið 2017 fundust urriðaseiði á fyrsta ári í allnokkrum mæli en engin eins árs seiði, hvorki þar sem vatn þraut né neðar. Vatnspurrðin virðist því hafa haft veruleg áhrif til skerðingar á tveimur til þremur árgöngum urriða. Það bitnar beint á stofnstærð og mun að líkindum koma fram í minni fiskgengd að 3-6 árum liðum.		

Abstract

Drying of River Grenlækur 2016. Effects on life in fresh water. HV 2018-43.

River Grenlækur is a fertile spring fed stream, rich in fresh water life. There we find one of Iceland's greatest sea trout (Salmo trutta) population. The river is fed by springs originating from the glacial river Skaftá which flows onto and through the Eldhraun lava. Low discharge onto the Eldhraun lava from Skaftá can lead to drying of parts of the river bed in the upper reaches of river Grenlækur, which was the case in spring 2016 when about 11 km of the river channel was dry for two months. Here we report the results of a research on the effect of this river drying on living organisms in the river. The riverine chemical composition in 2016 and 2017 indicate that the drying of the river channel had minor long-term effect on inorganic compounds in the stream water. It had however, a major negative impact on fresh water life in the river. All bottom algae and mosses died on the river stretches which were subjected to the drying. Primer production (amount of chlorophyll) was still low two months after the drying period and most of the stream bottom invertebrates died. The density of invertebrates in the river was more than twenty-fold lower during autumn 2016 than in 2002 and three times lower in autumn 2017. Chironomids were the dominant group of invertebrates in River Grenlækur. The river drying affected the timing of the sea trout migration, which started later in the season than usual. During late-summer and autumn 2016 a large number of sea trout migrated to the stream from the sea. In autumn 2016 no trout juveniles were found in the channel stretches which were dry during spring-summer 2016 and the density of juvenile trout was much lower than usual in areas with low flow. In the autumn 2017 the density of trout fry was higher than the long-term average but no one year old parr was found in all the researched areas in the river. The result of the study indicates that the drying of the river had a major negative impact on two to three age classes of the juvenile trout population which will affect the adult population in 3-6 years.

Lykilorð: Grenlækur, vatnspurrð, vatnshiti, þörungar, botndýr, sjóbirtingur, urriði, bleikja, veiðihlutfall, seiðarannsóknir, fiskteljari, veiði.

Undirskrift verkefnisstjóra:



Undirskrift forstöðumanns sviðs:



Efnisyfirlit

1. INNGANGUR	1
2. STADHÆTTIR	2
2.1 VEIÐI	3
2.2 VATNSPURRÐIN 2016	4
3. EFNIVIÐUR OG AÐFERÐIR	5
3.1 EÐLIS- OG EFNAPÆTTIR	5
3.2 ÞÖRUNGAR OG BOTNDÝR	6
3.3 SEIÐARANNSÓKNIR	8
3.4 FISKGÖNGUR, TELJARAGÖGN	8
4. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐUR	9
4.1 EÐLIS- OG EFNAPÆTTIR	9
4.1.1 Vatnshiti	9
4.1.2 Efni	10
4.2 ÞÖRUNGAR	16
4.3 BOTNDÝR	19
4.3.1 Gloppa	19
4.3.2 Græntorfa	22
4.4 FISKAR	25
4.4.1 Fiskgöngur, teljaragögn	25
4.4.2 Steinsugasár	29
4.4.3 Veiðihlutfall	30
4.4.4 Seiðarannsóknir	30
4.4.5 Þróun þéttleika urriðaseiða	34
4.4.6 Seiðavöxtur	35
4.5. ÁHRIF VATNSPURRÐAR OG VEIÐINÝTING	36
5. ÞAKKIR	39
6. HEIMILDIR	40
VIÐAUKAR	42

Myndaskrá

Mynd 1. Yfirlitsmynd af vatnasvæði Grenlækjar.	3
Mynd 2. Fjöldi stangveiddra urriða og bleikja í Grenlæk og Jónskvísl samkvæmt veiðiskýrslum árin 1990 til 2017.	4
Mynd 3. Meðalvatnshiti í Grenlæk júlí til ágúst ásamt lofthita á Kirkjubæjarklaustri á árabílinu 1999–2017.	10
Mynd 4. Vatnshiti, pH og leiðni í vatnssýnum úr Grenlæk við Gloppu og Græntorfu á árunum 2015–2017.....	11
Mynd 5. Styrkur uppleystra aðalefna í Grenlæk á stöðvum 2 og 4. Svarta línan táknar meðalstyrk efnanna í Grenlæk á árunum 2004–2007.....	12
Mynd 6. Styrkur uppleystra næringarefna í Grenlæk á stöðvum 2 og 4. Svarta línan táknar meðalstyrk efnanna í Grenlæk á árunum 2004–2007	13
Mynd 7. Niðurstöður mælinga á leiðni, pH og styrk uppleystra aðalefna í Grenlæk í rannsókn sem gerð var 2004–2006	14
Mynd 8. Fjórðungsmörk á heildarstyrk uppleysts brennisteins (S-total) og súlfats (SO ₄) í Grenlæk á árunum 2004–2006 og 2016–2017.	15
Mynd 9. Magn blaðgrænu mælt með hefðbundinni aðferð á tveimur sýnatökustöðvum í Grenlæk, við Gloppu og Græntorfu, 13. september 2016 og 6.-7. september 2017.	16
Mynd 10 a-b. Magn blaðgrænu og hlutfallsleg skipting þörunga mælt með Benthos Torch litmæli á tveimur sýnatökustöðvum í Grenlæk (Gloppu og Græntorfu) 13. september 2016 og 6.-7. september 2017.....	17
Mynd 11 a-d. Myndir a og b sýna mismunandi mosaþekju á botni Grenlækjar við Gloppu en Mynd c og d mismunandi þekju blágrænabaktería af ættkvíslinni <i>Nostoc</i> . Myndir a og c eru teknar 13. september 2016, um tveimur mánuðum eftir að vatn var farið að renna aftur um farveginn. Myndir b og d eru teknar á sama stað ári seinna, þann 6. september 2017.	18
Myndir 12a og b. Meðalþéttleiki botndýra og hlutfallslegur fjöldi botndýra í Grenlæk við Gloppu 13. september 2016 og 6.-7. september 2017.....	20
Mynd 13. Hlutföll rykmýstegunda á efri sýnatökustöð í Grenlæk við Gloppu 13. september 2016 og 6.-7. september 2017.....	21
Myndir 14a og b. Meðalþéttleiki og hlutfallslegur fjöldi botndýra í sýnum frá neðri sýnatökustöð í Grenlæk við Græntorfu 13. september 2016 og 6.-7. september 2017.....	23
Mynd 15. Hlutföll rykmýstegunda á neðri sýnatökustöð við Græntorfu í Grenlæk 13. september 2016 og 6.-7. september 2017.....	24
Mynd 16. Fjöldi sjóbirtinga, staðbundinna urriða og bleikja, sem gengu daglega upp teljara í Grenlæk árið 2016 ásamt meðalvatnshita hvers sólarhrings við teljara.....	26
Mynd 17. Lengdardreifing sjóbirtinga og staðbundinna urriða sem gengu upp teljarann 2016.....	27
Mynd 18. Fjöldi sjóbirtinga, staðbundinna urriða og bleikja, sem gengu daglega upp teljara í Grenlæk árið 2017 ásamt meðalvatnshita hvers sólarhrings við teljara. Eingöngu fiskar sem greindir voru eftir myndum.	27
Mynd 19. Lengdardreifing sjóbirtinga og staðbundinna urriða sem gengu upp teljarann 2017.	28
Mynd 20. Rúmmálshlutdeild hverrar fæðugerðar hjá urriðaseiðum við Græntorfu (st.4, n=7) og Moldarskurð (st.12, n=7) í Grenlæk 15. september 2016.....	31

Mynd 21. Rúmmálshlutdeild hverrar fæðugerðar hjá urriðaseiðum við Gloppu, Græntorfu og Moldarskurð og allra athugaðra urriðaseiða í Grenlæk, ásamt bleikju- og urriðaseiða í Landbrotsá 6. og 7. september 2017.	33
Mynd 22. Vísitala þéttleika urriðaseiða eftir aldri í Grenlæk árin 2000 til 2017.	34
Mynd 23. Meðallengd 0 ⁺ urriðaseiða (cm) að hausti í Grenlæk við Moldarskurð (st. 12) og Græntorfu (st. 4) og Gloppu (st. 2) árin 1998-2017 ásamt meðalvatnshita í maí til ágúst í Grenlæk við fiskteljara.	35
Mynd 24. Samband dagsmeðalrennslis Skaftár á mælistöðvum við Skaftárdal og við Kirkjubæjarklaustur fyrir og eftir gerð varnargarðsins við Brest	37
Mynd 25. Samband meðallofthita áranna 1973–2012 á Kirkjubæjarklaustri og meðalrennslis Skaftár við Kirkjubæjarklaustur á sama tíma fyrir og eftir gerð varnargarðsins við Brest 1992.....	38

Töfluskrá

Tafla 1. Meðalvatnshiti (°C) mánaða í Grenlæk við rafstöðvarstíflu í landi Seglbúða.	10
Tafla 2. Niðurstöður mælinga á vatnshita, pH, rafleiðni og styrk uppleystra efna í Grenlæk við Gloppu (stöð 2) og við Græntorfu (stöð 4).....	11
Tafla 3. Fjöldi sjóbirtinga, staðbundinna urriða og bleikju sem gengu um teljara í Grenlæk 2016.	25
Tafla 4. Fjöldi sjóbirtinga, staðbundinna urriða, bleikju og hnúðlaxa sem gengu um teljara í Grenlæk 2017.....	29
Tafla 5. Fjöldi sjóbirtinga, staðbundinna urriða, bleikja og laxa sem gengu upp teljara (að frádregnum þeim sem gengu niður) ásamt veiðihlutfalli sjóbirtings ofan teljara.....	29
Tafla 6. Vísitala þéttleika seiða (fjöldi á 100 m ² í einni yfirferð í rafveiði) eftir tegundum og aldri í Grenlæk 14. og 15. september 2016.	30
Tafla 7. Meðallengd (cm ± staðalfrávik) og fjöldi (í sviga) urriða- og bleikjuseiði eftir aldri í Grenlæk 14. og 15. september 2016.....	31
Tafla 8. Þéttleiki seiða á hverja 100 m ² veidda í einni yfirferð í rafveiði á vatnasvæði Grenlækjar 6. og 7. september 2017. Stöðvar 2, 12, og 4 eru í Grenlæk, talið ofan frá. Gloppa er á svæði sem fór á þurrt 2016.....	32
Tafla 9. Meðallengd (cm ± staðalfrávik) og fjöldi (í sviga) urriða- og bleikjuseiða eftir aldri á vatnasvæði Grenlækjar 6. og 7. september 2017.....	32
Tafla 10. Meðalrennslis í Skaftá við Skaftárdal og Kirkjubæjarklaustur fyrir og eftir gerð garðs við Brest	36

1. Inngangur

Lítið vatnsrennsli eða vatnspurrð í ám og lækjum geta verið af margvíslegum orsökum, m.a. vegna veðurfarslegra þátta eða athafna manna. Lítið rennsli eða vatnspurrð getur haft afgerandi áhrif á eðlis- og efnaþætti vatns og vatnalífverur, jafnt á bakteríur, þörungum og smádýr sem á fiska. Búsvæði ferskvatnslífvera skerðist (Lake 2002) og veldur í verstu tilfellum algjörum dauða ferskvatnslífvera. Við minnkað rennsli minnkar oft frum- og síðframleiðsla og tegundum fækkar. Tegundir geta verið mjög mis næmar fyrir þurrkaástandi (Armstrong 2012) og mjög misjafnt er hve hratt þeim gengur að ná fótfestu á ný eftir að vatnsrennsli eykst aftur (Lake 2002). Þrátt fyrir að fiskar séu mjög hreyfanlegar lífverur, ólíkt mörgum botnlægum lífverum, hefur vatnspurrð mikil bein áhrif á þá, þeir geta lent á þurru eða lokast inni í litlum pollum í farveginum, auk þess sem hrogn geta farið á þurrt (Elliott o.fl. 1997). Þá getur lágt eða ekkert rennsli hindrað eða skert fiskgöngur.

Sjóbirtingsrannsóknir á vatnasvæði Grenlækjar hafa farið fram árlega frá árinu 1995. Seiðabúskapur árinna hefur verið vaktaður, gerðar aldursrannsóknir á göngufiski, fiskur hefur verið merktur til könnunar á fari og göngum og til að meta veiðiálag. Veigamikill þáttur þessara rannsókna er vöktun á fiskgöngum um Grenlæk með rafeindafiskteljara. Megintilgangur þeirra rannsókna er að telja fjölda fiska eftir tegundum sem ganga á riðastöðvar. Fiskteljari (Árvaki frá Vaka) hefur verið starfræktur í þessum tilgangi frá sumrinu 1996. Síritandi vatnshitamælir hefur verið í Grenlæk frá árinu 1998. Stunduð er umtalsverð veiði á vatnasvæði Grenlækjar og er sjóbirtingur stærsti hluti þeirra fiska sem veiðast líkt og í flestum ám í Skaftárhreppi. Hafa tekjur af veiðinýtingu og tengdri ferðaþjónustu mikla þýðingu fyrir byggðarlagið (Ragnheiður Jónsdóttir og Sigurður Jóhannesson 2008). Miklar og örur breytingar hafa orðið á vatnasviði Grenlækjar bæði náttúrulegar og vegna inngripa mannsins. Flæði vatns úr Skaftá út á Eldhraunið er nú stýrt en þaðan á Grenlækur upptök sín. Lífríki Grenlækjar á mikið undir því að þetta flæði sé tryggt, ellegar veldur það vatnspurrð sem komið hefur niður á lífríki og fiskgengd í lækinn. Auk álags af mannavöldum valda Skaftárhlaup miklu álagi á nærumhverfi Grenlækjar auk þess sem gjóska úr nærliggjandi eldstöðvum getur haft áhrif á lífríki svæðisins. Síðast gerðist það vorið 2011, þegar gjóskufall frá Grímsvötnum varð á vatnasviði Grenlækjar og margra annarra vatnsfalla á svæðinu.

Ásamt seiðarannsóknum á vatnasvæði Skaftár, eru rannsóknir í Grenlæk einu langtímarannsóknir á sjóbirtingi sem stundaðar eru hér á landi. Niðurstöður úr rannsóknum í Grenlæk hafa verið birtar í skýrslum og greinum og niðurstöður kynntar í fyrirlestrum. Gildi langtímarannsókna sem þessara er ótvírætt. Með slíkum rannsóknum fæst hver breytileikinn er milli ára sem síðan er hægt að tengja við ýmsa þætti s.s. náttúrulega umhverfisþætti og gjörðir manna. Talsverður breytileiki hefur komið fram í seiðabúskap og gengd sjóbirtings sem að hluta hefur verið hægt að rekja til umhverfisaðstæðna þar á meðal vatnspurrðar (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2011, Magnús Jóhannsson o.fl. 2014).

Með fisktalningu í Grenlæk samhliða rannsóknum á þörungum og smádýrum er Grenlækur orðinn lykilá til vöktunar á sjógengnum urriða á sama hátt og ár til vöktunar á laxastofnum. Jafnframt er vöktun á bleikjustofnum. Sú þekking sem skapast hefur með þessum rannsóknum er að einhverju leyti hægt að yfirfæra á aðrar sambærilegar silungsár. Hún skapar grunn til að byggja á sjálfbæra nýtingu þeirra sem nýtist þeim sem hyggja á sjálfbæran rekstur veiðifélaga.

Vatnsbúskapur Grenlækjar er háður því að nægilegt vatn flæði úr Skaftá út á Eldhraunið og ef svo er ekki getur vatn þrotið á efri hluta Grenlækjar. Síðast gerðist það vor og sumar 2016. Svipuð vatnspurrð átti sér stað sumarið 1998 þegar vatn þraut í upptakalindum Grenlækjar og Tungulækjar í Landbroti (Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson 1999) og hafði það talverð neikvæð áhrif á seiðabúskap og veiði í Grenlæk (Magnús Jóhannsson o.fl. 2005). Niðurstöður rannsókna í Grenlæk hafa leitt í ljós að neikvætt samband er á milli meðalrennslis að vori í Grenlæk og þéttleika eins árs urriðaseiða sama ár í Grenlæk við Gloppu, sem er á svæði þar sem vatn getur skerst eða farvegir þornað alveg (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2011).

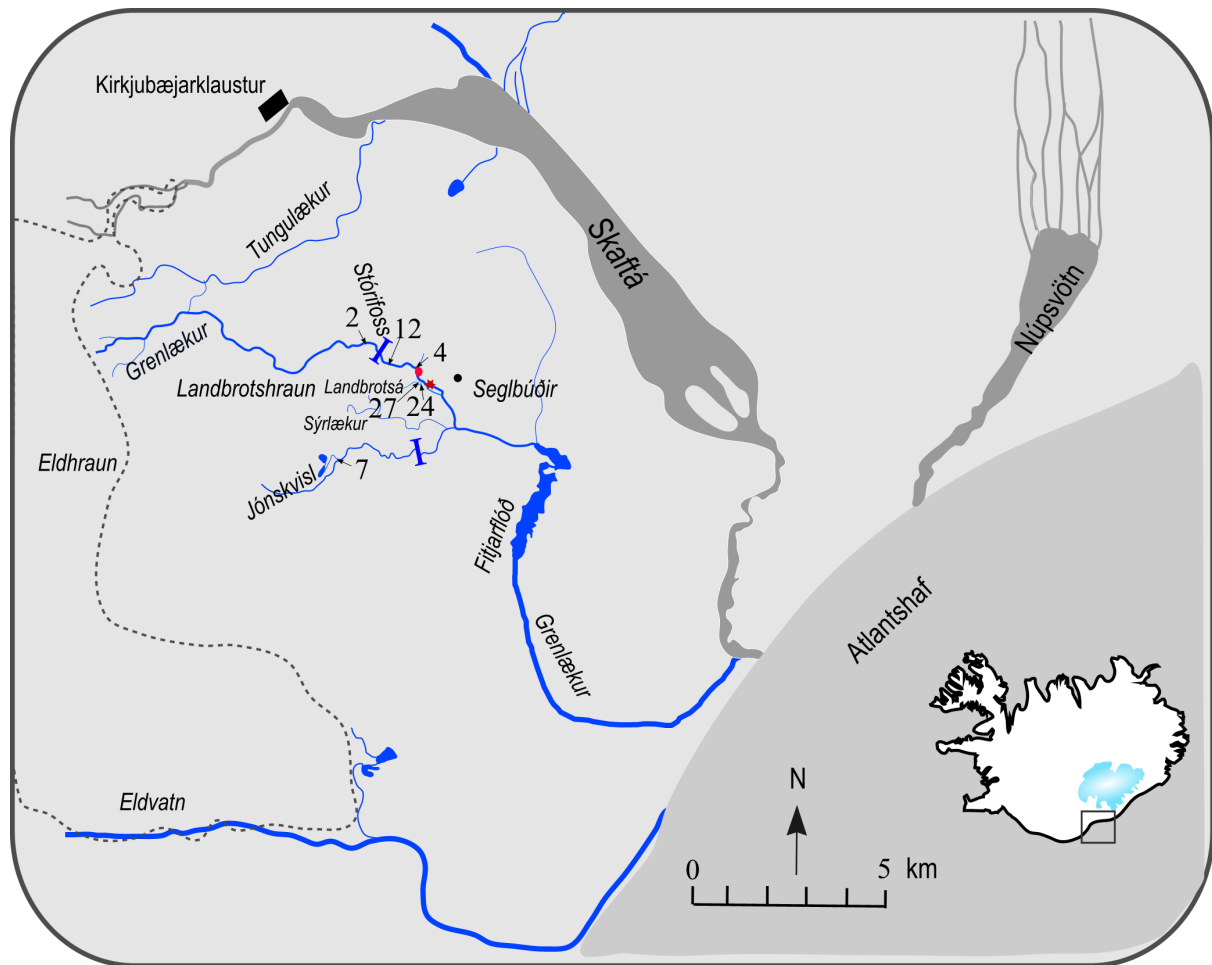
Grenlækur er á náttúruminjaskrá og hefur Náttúrufræðistofnun Íslands (2018) gert tillögu um aukna vernd ferskvatnsvistgerðar hans m.a. vegna ógna af mannlegum athöfnum (www.ni.is).

Í þessari skýrslu er sérstaklega gerð grein fyrir rannsóknum sem fram fóru sumrin 2016 og 2017 í kjölfar vatnspurrðar í Grenlæk. Tilgangur þeirra var að meta hver áhrif vatnspurrðin hafði á efnasamsetningu vatns og lífríki í vatni, þörungum, smádýrum og fiska. Einnig að sjá hvernig og hversu hratt vatnalíf nær sér á strik eftir að vatn komst á að nýju.

2. Staðhættir

Grenlækur er efnaríkur lindarlækur (rafleiðni um og yfir 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$) sem á upptök sín í lindum undan Eldhrauni (Mynd 1) og er vatn hans að miklu leyti upprunnið úr Skaftá (Freysteinn Sigurðsson 1997). Vatnsmagn í lindunum sveiflast talsvert með vatnsmagni í Skaftá og fyrir kemur að rennsli Grenlækjar þverri næst upptökum (Freysteinn Sigurðsson 1997). Grenlækur rennur nú í ós Skaftár, en hefur stundum haft sjálfstæðan ós í sjó. Rennslismælir er í Grenlæk við Tröllshyl um 960 m neðan við þjóðveg. Mælt ársmeðalrennsli á árunum 1996 til 2013 var þar 2,2 m^3/sek (Orkustofnun Vatnamælingar 2005, Veðurstofa Íslands 2011 og 2016). Rennsli hefur að jafnaði verið minnst síðla vetrar og fram á vor en mest að hausti og fyrri hluta vetrar. Mesta mældu rennsli á umræddu tímabili var 15,9 m^3/sek og minnsta 0,3 m^3/sek . Vatnshiti lækjarins er 2–4°C næst upptökum, en hlýnar neðar í 10 til 15 °C að sumarlagi. Grenlækur er fiskgengur frá sjó allt að upptakalindum (um 30 km). Frá upptakalindum að Seglbúðum rennur lækurinn á Landbrotshrauni, sem rann á 10. öld. Lindarvatn bætist í lækinn á leið hans um hraunið, einkum á svæðinu neðan við Stórafoss að bænum Seglbúðum, mest úr Landbrotsá. Jónskvísl og fleiri minni lækir sameinast Grenlæk neðar. Lindarrennsli til þessara vatna eru mun stöðugri enda úr eldri hraunum en þær lindir sem efstar eru. Botngerðin

einkennist af mosavöxnu hraungrýti þar sem straums gætir en í lygnum er botn sendinn. Neðan hraunjaðarsins við Seglbúðir er botn Grenlækjar víðast sendinn allt að ósi. Þar tengist lækurinn smávötnum og votlendi og rennur á kafla í gegnum grunnt vatn, Fitjarflóð.

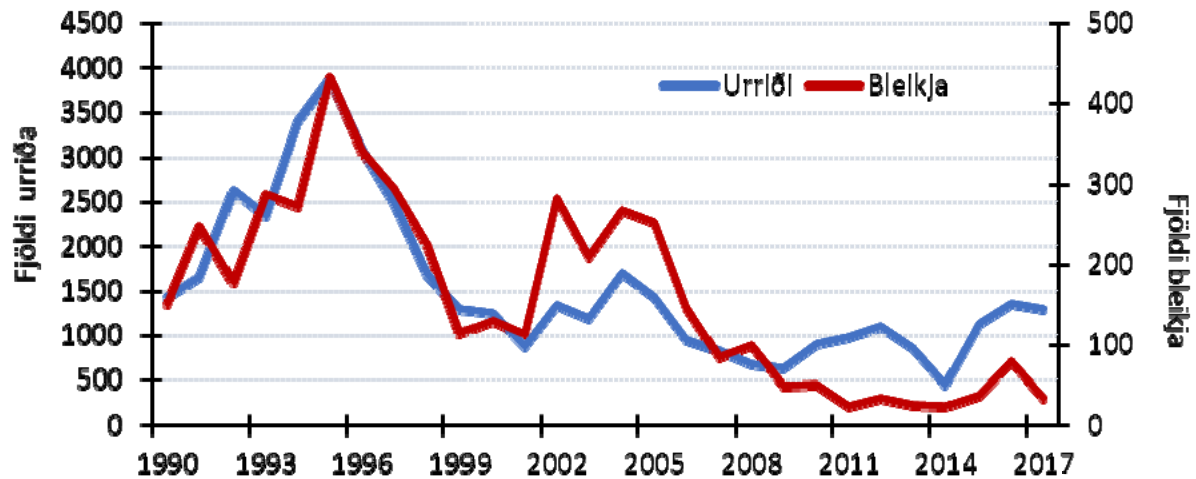


Mynd 1. Yfirlitsmynd af vatnasvæði Grenlækjar. Fram kemur staðsetning fiskteljara (rauð stjarna) og vatnshæðarmælir (rauður punktur) og númer rannsóknarstöðva. Þörunga- og smádýrasýnum var safnað á stöðvum 2 og 4 og fiskseiðum á öllum stöðvum. Fossar eru táknðir með dökkbláum þverstrikum. Grá punktalína sýnir grófar útlínur Eldhrauns – Map of Grenlækur watershed. The location of a fish counter is shown by red star and a discharge gauging station by red dot. Numbers indicate samplings stations for fish (all stations), benthic algae, invertibrates and water (stations no. 4 and 2). Blue lines shows waterfalls. Gray broken line show outlines of Eldhraun lava.

2.1 veiði

Á vatnasvæði Grenlækjar er stunduð umtalsverð stangveiði. Veiðisvæðin eru í Grenlæk Jónskvísl og Sýrlæk (Mynd 1). Mest veiðist af urriða og er hann að miklu leyti sjógenginn (sjóbirtingur), en bleikjan sem veiðist er líklega að mestu staðbundin. Mjög lítið veiðist af laxi í Grenlæk. Frá 1990 til 1995 varð talsverð aukning í urriðaveiði en árið 1995 veiddust 3.876 urriðar. Vera kann að betri skráning á veiði og aukin sókn skýri hluta af þessari aukningu. Veiði urriða minnkaði til 2001, en jókst svo aftur. Samdráttur var í veiði sjóbirtings árin 2005 til 2009, en jókst eftir það og hefur verið nálægt 1000 fiskum flest síðustu ár (Mynd 2). Veiði á

bleikju er talsvert minni en á urriða, en hún hefur fylgt sveiflum í urriðaveiðinni. Mest fór bleikjuveiðin í 433 bleikjur árið 1995. Á síðustu árum hefur samdráttur verið hlutfallslega meiri í veiði á bleikju en urriða og verið flest árin undir 50 bleikjum en var þó 78 fiskar árið 2016. Samarið 2017 veiddust samkvæmt veiðiskýrslum 1.285 urriðar á vatnasvæði Grenlækjar og 33 bleikjur.



Mynd 2. Fjöldi stangveiddra urriða og bleikja í Grenlæk og Jónskvísl samkvæmt veiðiskýrslum árin 1990 til 2017. Athugið mismunandi y-ása fyrir hvora tegund. – Number of trout (blue line) and charr (red line) in rod fishery in Grenlækur watershed during 1990–2017. Note different scales on y-axes, trout for left axes and charr right axes.

2.2 Vatnspurrðin 2016

Á vordögum 2016 þraut vatn ofantil í Grenlæk og á neðri svæðum varð veruleg minnkun á rennsli. Stórt Skaftárlaup varð haustið 2015 sem olli því að varnargarðar ofan við Árhól, sem eiga að varna því að Skaftá berist út á Eldhraunið, brustu og mikill aur barst í hlaupinu út á Eldhraunið. Í varnargarði við Árhól eru þrjú rör og hefur vatnsrennsli úr Skaftá verið stýrt þar út á hraunið um svokallaðan Brest, með loku sem er á einu röranna. Í vettvangsferð Veiðimálastofnunar 25. maí 2016 mátti sjá að talsvert vatn rann úr Skaftá út á hraunið og niður fyrir hringveg (veg nr. 1). Öll rör í fyrrnefndum varnargarði voru opin (Magnús Jóhannsson 2016) en um miðjan maí hafði verið greidd leið vatns úr Skaftá að rörunum. Skaftárvatn rann einnig út á hraunið um brostna varnargarða ofan við garðinn við Brest. Á þeim tíma var ekkert rennsli um svokallaðan Litla-Brest, sem er austar en Brestur, en þar rennur vatn úr Skaftá niður fyrir hringveg. Þar hafði verið gerður varnargarður haustið 2015 til að forða því að Skaftárvatn rynni um Litla-Brest. Ekkert rennsli var á efri hluta Tungulækjar, en vatn rann um neðstu 1,5 km lækjarins. Frá síðari hluta maí árið 2016 var Grenlækur þurr frá upptökum og niður fyrir Stórafoss. Vatn stóð þó í einstaka smápollum. Nokkru ofan við Landbrotsveg seytlaði vatn í farveginn. Í vettvangsferð 25. maí var metið að þar rynnu innan við 0,1 m³/sek en þar er rennsli lækjarins oft yfir 2 m³/sek. Rennslið var heldur meira neðar en þar fellur Landbrotsá til Grenlækjar. Þann 9. júní var tveimur rörum við Brest lokað að beiðni Orkustofnunar. Um svipað leiti var gert við varnargarða ofan við Brest. Þann 8. júlí var rennsli opnað um þrjú rör og 15. júlí var skarð rofið í garðinn við Brest. Í kjölfarið var vatni greidd leið

niður fyrir veg um Litla-Brest. Nokkrum dögum síðar tók vatnsrennsli að aukast í Grenlæk. Segja má að um 11 km af farvegi Grenlækjar frá upptökum við Eldhraun og að lindum neðan við Stórafoss hafi verið á þurru frá miðjum maí fram í miðjan júlí, eða um tveggja mánaða skeið. Á sama tíma var mjög mikil skerðing á rennsli neðar í læknum.

3. Efniviður og aðferðir

3.1 Eðlis- og efnabættir

Síritandi vatnshitamælir hefur verið í Grenlæk við teljara frá 1999 (Mynd 1), en mælirinn skráir vatnshita einu sinni á klukkustund. Hitamælingar hafa ekki verið samfelldar.

Nokkur sýni til efnarannsóknna á vatni voru tekin í meginál Grenlækjar á stöðvum 2 og 4. Á sama tíma var vatnshiti, rafleiðni (leiðni) og pH-gildi árvatnsins mæld með YSI Pro 1030 fjölnemamæli (mælingar staðlaðar miðað við 25°C). Vatnið var síað með peristaltik dælu í gegnum 0,2 µm sellulósa asetat síu, 47 mm í þvermál, en áður höfðu áhöld og flöskur verið skoluð þrisvar sinnum með síuðu árvatni á hvorum stað. Sýni sem ætluð voru til mælinga á basavirkni (alkalinity) voru síuð í 250 ml dökkar glerflöskur sem fylltar voru frá botni og upp þannig að ekkert loft væri í þeim. Sýnin voru geymd í kæli fram að mælingu, fáum dögum seinna, en látin ná stofuhita áður en mælingar voru gerðar. Basavirkni vatnsins var mæld með títrun og Metrohm 913 pH mæli en við títrun var notuð 0,1 N saltsýra (HCl) og endapunktur títrunar ákvarðaður með Gran-falli (Stumm og Morgan 1996). Sýni sem ætluð voru til mælinga á aðalefnum voru síuð í 200 ml plastflöskur og geymd við stofuhita fram að mælingu. Sýni sem ætluð voru til mælinga á næringarefnum voru síuð í 100 ml plastflöskur og geymd í frysti fram að mælingu en sýni til mælinga á ammoníum (NH₄) síuð í 15 ml plast sýnatúpur og geymd í kæli. Næringarefni voru greind með sjálfvirkum litrófsmæli (autoanalyser) á Hafrannsóknastofnun, anjónir voru mældar á jónaskilju (IC-2000) og önnur leyst aðalefni voru mæld með ICP-AES í Háskóla Íslands.

3.2 Þörungar og botndýr

Sýnatökur á þörungum og botndýrum fóru fram í Grenlæk samhliða seiðarannsóknnum þann 13. september árið 2016 og 6.–7. september 2017. Sýnum var safnað á tveimur stöðum, annars vegar við Gloppu (stöð 2) þar sem vatn þvarr alveg sumarið 2016 og hins vegar við Græntorfu (stöð 4) þar sem varð veruleg minnkun á rennsli. Fyrir sýnatökurnar var útbúinn listi með hnitum sem fengin voru með tilviljanatölum og voru botnsýni og steinar til blaðgrænumælinga teknir á þessum hnitum. Tilviljanatölurnar gáfu til kynna hvar á skilgreindu 20 m svæði meðfram árbakkanum og hvar í árfarveginum (hornrétt á straumstefnu á allt að 60 cm dýpi) ætti að taka hvert sýni. Lagt var út 20 m málband eftir árbakkanum og byrjað á sýnatökum neðst innan þessa skilgreinda svæðis og farið gegn straumi. Með því móti var komist hjá raski þar sem sýnataka átti eftir að fara fram. Á neðri sýnatökustöðinni við Græntorfu, þar sem rennsli var mjög skert árið 2016, var sýnum safnað bæði á grynri og dýpri svæðum í farveginum til að fá samanburð þar á milli. Á efri sýnatökustöðinni við Gloppu þar sem farvegurinn þornaði alveg árið 2016 og við sýnatökur á báðum stöðvum árið 2017 var sýnum hins vegar safnað óháð dýpi.

Magn blaðgrænu er gjarnan notuð til að meta lífmassa þörunga og voru notaðar tvær aðferðir við að mæla magn blaðgrænu í Grenlæk. Annars vegar voru teknir tíu steinar þar sem þörungar og mosi voru hreinsaðir innan úr ramma (24 × 36 mm) sem lagður var á steininn og skolað með eimuðu vatni í dollu. Í lindarlækjum eins og Grenlæk er oft til staðar mikill mosi á botni og getur reynst erfitt að ná hreinum þörungasýnum í slíkum vatnsföllum þar sem grænþörungapræðir liggja gjarnan inn á milli í mosanum og kísilþörunga ásætur festa sig á mosann. Því voru bæði mosi og þörungur hreinsuð af við sýnatökur, blaðgrænan leyst upp í etanóli og magn mosa í hverju sýni metin með því að mæla þurrvigt og öskulausa þurrvigt hans. Sýnin voru varin ljósi og haldið köldum og síuð í lok dags í gegnum glertrefjasíu (Whatman® GF/C 47 mm í þvermál) við vægt sog. Að síun lokinni var sían tekin af trektinni, brotin saman til helminga og vatn þerrað úr henni og hún fryst. Við úrvinnslu voru blaðgrænusýnin tekin úr frysti og látin þiðna og blaðgrænan leyst upp úr þörungunum og mosanum á GF/C síunni með 8–40 ml af 96% etanóli. Sían var pressuð lauslega til að sprengja þörungafrumurnar svo blaðgrænan gæti dregið í sig etanólið. Sýnin voru geymd í kæli (4°C) í 24 klst. fyrir mælingu og þess gætt að þau væru varin fyrir ljósi. Fyrir mælingu voru sýnin snúin niður í skilvindu í um 5 mínútur á 3000 snún./mín. til að losna við trefjar úr GF/C síunni og óhreinindi úr sýninu. Að því loknu voru um 4 ml teknir með pípettu í 10 × 10 ml kúvettu til mælinga á ljósgleypni. Ljósgleypnin var mæld með HACH Lange DR5000 litrófsmæli við 665 nm og 750 nm bylgjulengd. Mælirinn hafði áður verið núllstilltur með hreinni lausn af 96% etanóli (blank). Mælingarnar voru endurteknar við sömu bylgjulengdir til að finna út hve mikið af blaðgrænu (grænuhornum) hafi verið virk. Fyrir þá mælingu voru fimm dropar af 0,1 N HCl settir í hverja kúvettu og sýrunni blandað við sýnið með því að snúa henni þrisvar á hvolf. Þetta var gert til þess að koma allri blaðgrænunni yfir á niðurbrotsform, phaeophytins,

svo hægt væri að reikna út magn virkrar blaðgrænu í sýninu. Útreikningar á magni blaðgrænu α byggjast á jöfnu eftir Lorenzen (1967) og fasta fyrir 96% etanól eftir Wintermans og De Mots (1965).

Lífmassi þörunga var einnig mældur með bbe moldaenke BenthosTorch litmæli (colorometer) en hann greinir jafnframt í sundur grænþörunga, kísilþörunga og blágrænbakteríur út frá endurkasti mismunandi bylgjulengda og gefur þannig grófa mynd af þeim þörungasamfélögum sem finnast. Þar sem þekja þörunga og botngróðurs er mikil virðist mælirinn þó ekki meta lífmassa á við þá hefðbundnu aðferð sem lýst er hér að ofan og samanburður á mælingum Benthos Torch litmælisins á skiptingu milli einstakra hópa þörunga (kísilþörunga, grænþörunga og blágrænbaktería) ber ekki alveg saman við hefðbundnar eldri aðferðir (Maria Kahlert 2012). Mælt var með BenthosTorch litmælinum á 10 steinum á hvorri sýnatökustöð, þrjár mælingar á hverjum steini, á sömu hnitum og steinar voru teknir til hefðbundinna blaðgrænumælinga. Á neðri stöð við Græntorfu var ekki mælt með BenthosTorch litmælinum á dýpsta hluta lækjarins.

Sýni af botnlægum hryggleysingjum voru tekin á þeim stöðum sem tilviljanatölur gáfu til kynna og var þeim safnað á tvennskonar hátt. Á efri stöð við Gloppu var smádýrum safnað með því að taka steina af botni árinna (steinasýni) á þann hátt að háfi með 25×25 cm opi og poka með $250 \mu\text{m}$ möskvastærð var komið fyrir hlémegin við hvern stein og steininum síðan lyft upp af botninum þannig að lífverur sem losnuðu lentu í háfnum. Sýnið var síðan í gegnum sigti ($125 \mu\text{m}$), sett í plastdöllu og varðveitt í 70 % etanóli. Grófleiki á yfirborði steinanna var metinn á skalanum 1–5. Steinn með slétt yfirborð fékk gildið 1, 2 fremur slétt yfirborð, 3 fremur gróft, 4 gróft yfirborð og steinn sem hafði mjög gróft yfirborð var gefið gildið 5. Ofanvarp allra steina var dregið á blað og mesta hæð mæld. Tekin voru 10 slík steinasýni og unnið úr sex sem valin voru af handahófi. Ofanvarp hvers steins og teikning af 4 cm^2 reit var skannað inn í tölvu með myndskanna og flatarmál steinanna metið með tölvuforriti (PixelSum 1.2) út frá fjölda punkta (pixels) í myndum steinanna og fjölda punkta í 4 cm^2 . Á neðri stöðinni við Græntorfu er hins vegar nokkuð föst hraunhella á botni og mjög erfitt að ná upp stökum steinum.

Til að ná smádýrasýnum þar var notaður surber-sýnataka, sem er stálrammi (14×14 cm) með áföstum netpoka ($200 \mu\text{m}$ gatastærð). Rótað var með fingrum í 30 sek. innan rammans, það sem rótaðist upp flaut niður í netpokann. Netpokinn var síðan tæmdur eftir hverja sýnatöku og sýnið varðveitt í 70% etanóli. Við hverja sýnatöku á báðum stöðvum voru tekin samtals tíu sýni og sex valin af handahófi til úrvinnslu.

Botndýr úr bæði steina- og surbersýnum voru grófflokkuð og helstu hópar greindir og taldir undir víðsjá. Þar sem þéttleika botndýra var mikill var hlutsýni tekið en annars var unnið úr heildarsýni. Við hlutsýnatöku var sýnið sett á bakka að flatarmáli $798,8 \text{ cm}^2$. Sex hringjum, hver að flatarmáli $41,9 \text{ cm}^2$, var komið fyrir á tilviljanakenndan hátt á bakkanum og hreinsað upp úr þeim með pípettu. Fjöldi lífvera var talinn úr 1–6 hringjum og margfaldað upp með viðeigandi margföldunarstuðli. Við útreikninga á heildarfjölda lífvera var viðeigandi

margföldunarstuðull notaður fyrir hlutsýni og allar fjöldataölur umreiknaðar í fjölda lífvera á fermetra (fjöldi dýra í sýni/flatarmál steins [m²]).

Rykmýslirfur voru greindar til tegunda eða hópa á öllum sýnatökustöðum í Leica DM1000 smásjá við 100–1000x stækkun. Miðað var við að greina a.m.k. 180 rykmýslirfur á hverri stöð. Hlutsýni var tekið af lirfunum ef fjöldi þeirra var meiri og þá miðað við að steypa a.m.k. 30 lirfur úr hverju sýni. Fyrir hlutsýnatöku var lirfunum dreift sem jafnast yfir botn petrískálar. Botn skálarinnar hafði áður verið skipt upp í jafn stóra reiti (1 × 1 cm), lirfurnar voru síðan tándar úr reitunum sem valdir voru á tilviljanakenndan hátt og var hreinsað úr hverjum reit sem lirfurnar voru teknar úr. Hauslengd og hausbreidd rykmýslirfanna var mæld og þær því næst steiptar í Hoyer's steypiefni (Andersson 1954) á smásjárgler og þekjugler (10 mm í þvermál) sett yfir hverja þeirra. Passað var upp á að kviðlæg hlið lirfuhausanna sneri upp áður en þekjuglerinu var þrýst gætilega niður. Við tegundagreiningu rykmýslirfanna var notast við eftirfarandi heimildir: Cranston (1982), Wiederholm (1983) og Schmid (1993).

3.3 Seiðarannsóknir

Við seiðarannsóknir var veitt með rafmagni á árbotninum og vísitala þéttleika seiða reiknuð sem fjöldi veiddra seiða á hverja 100 m² botnflatar í einni yfirferð. Með þessari aðferð veiðist einungis hluti þeirra seiða sem eru á viðkomandi botnfleti, en veiðihlutfallið fer m.a. eftir aðstæðum til veiða og stærð seiða. Vegna þessa má líta á þéttleikatölur sem vísitölu seiðapéttleika. Sama aðferð hefur verið viðhöfð árlega á sömu svæðum í Grenlæk og þau veidd af sömu aðilum, sem styrkir samanburðarhæfni gagnanna milli ára. Seiðin voru tegundagreind, lengdarmæld og vegin, auk þess sem hluti af þeim var tekinn til kyn-, fæðu- og aldursgreiningar. Fylli maga var metin á staðnum með sjónmati sem og rúmmálshlutdeild (%) hverrar fæðugerðar árið 2017 en hjá seiðum veiddum árið 2016 var fæðugerð skoðuð nánar undir víðsjá og rúmmálshlutdeild metin þar. Seiðarannsóknir fóru fram 14. og 15. september árið 2016 og 6. og 7. september árið 2017.

3.4 Fiskgöngur, teljaragögn

Rafeindafiskteljari, svonefndur Árvaki, hefur verið í Grenlæk í rafstöðvarstíflu við Seglbúðir (Mynd 1) síðan 1996. Þrjú þrep, gerð úr vatnsheldum krossviði, auðvelda fiskgöngu upp fyrir stífluna og í gegnum teljarann. Fiskteljari af þessari gerð tekur skuggamyndir af þeim fiskum sem um hann ganga. Búnaðurinn gefur ekki möguleika á að mæla lengd fiska með beinum hætti, og því er lengd þeirra umreiknuð út frá mestu hæð þeirra. Við þessa umreikninga var stuðull hæðar og lengdar 0,5 byggt á greiningu á sambandi hæðar og lengdar á haustveiddum sjóbirtingum (Magnús Jóhannsson o.fl. 2014). Nýr teljarabúnaður var tekinn í notkun vorið 2010, svokallaður myndavélateljari. Auk fyrrgreindrar virkni, tekur þessi gerð teljara hreyfimyndir af hverjum fiski sem gengur upp eða niður. Af þeim má greina fiska til tegunda.

Gögnin eru vistuð á stjórn tölvu teljarans, þ.m.t. upplýsingar um tíma, stærð fiska, sundhraða, vatnshita o.fl.

Fiskar voru greindir eftir útliti á myndum til tegunda og gerða (staðbundinn urriði, sjóbirtingur eða bleikja). Urriði var talinn sjógenginn ef ekki sáust á honum rauðar doppur, en að öðrum kosti staðbundinn. Nokkuð var þó um að ekki væri hægt að greina fiska til gerða. Gat þar verið um að ræða að hreyfimyndir væru ekki til staðar af fiskum eða að myndir væru óljósar. Við úrvinnslu var fiskum sem þannig tilheyrðu ógreindri fiskgerð skipt milli þekktra fiskgerða eftir hlutfalli þeirra á leið upp og niður fyrir teljara. Var þar notast við sömu lengdardreifingu hverrar gerðar á fiskum sem unnt var að greina eftir myndum. Sérstaklega hefur verið litið eftir því hvort fiskar bæru sár eftir sæsteinsugu (*Petromyzon marinus*), en hún er sníkjufiskur sem sækir á fiska í sjó. Síritandi vatnshitamælir mældi vatnshita við teljara á klukkustundar fresti.

Við útreikning á aflahlutfalli á sjóbirtingi voru notuð gögn úr veiðibókum um veiði ofan við teljara frá og með 15. júlí, þar sem tilgreint er hvort um væri að ræða sjóbirting eða staðbundinn urriða. Frá eru dregnir fiskar sem tilgreint var að hefði verið sleppt aftur eftir veiði. Starfsmenn Hafrannsóknastofnunar (áður Veiðimálastofnunar) höfðu eftirlit með virkni teljarans í gegnum síma/netsamband, en dagleg umsjá teljara á staðnum var í höndum Erlendar Björnssonar bónda í Seglbúðum.

4. Niðurstöður og umræður

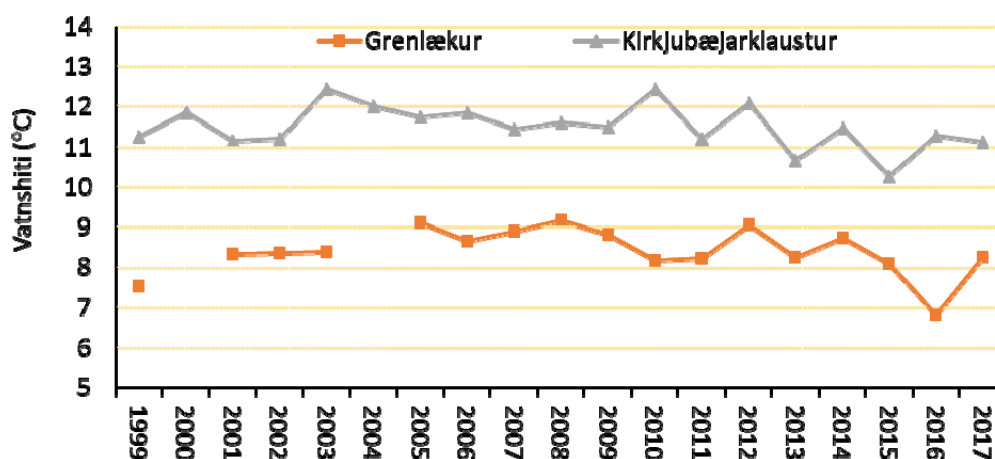
4.1 Eðlis- og efnabættir

4.1.1 Vatnshiti

Vatnshiti hefur verið mældur í Grenlæk við Seglbúðir með sírita hitamæli allt frá árinu 1999, mælingar eru þó ekki samfelldar (Tafla 1). Árin 1999 og 2016 skera sig úr varðandi hve vatnshiti var lágur í maí, júní og júlí. Vatnshiti að sumri (júlí og ágúst) í Grenlæk sýnir allnokkra samsvörun við lofthita á Kirkjubæjarklaustri. Bæði sumarhiti lofts- og vatns hefur farið lækkanði og hófst sú þróun í lofthita á árinu 2004. Vatnspurrðarárið 2016 sker sig úr með mun lægri vatnshita en vænta mætti út frá lofthita (Mynd 3). Sama tilhneiging var árið 2010 en þá var vatnsstaðan einnig lág að sumri í Grenlæk. Skýringin á lágum vatnshita þessi ár, miðað við lofthita, er sennilega sú að hlýrra vatn úr efri grunnvatnsgeymum sem streymir til lækjarins hafi ekki náð að blandast lækjarvatninu en lindarvatnið sem kemur úr neðri hraunum, sem er mun kaldara, hafi nær eingöngu gætt þar sem mælirinn var, enda er þar stutt í lindarvatnsupptökin.

Tafla 1. Meðalvatnshiti (°C) mánaða í Grenlæk við rafstöðvarstíflu í landi Seglbúða. – Average monthly water temperature in Grenlækur at Seglbúðir.

Ár (year)	Jan.	Febr.	Mars	Apr.	Maí	Júní	Júlí	Ág.	Sept.	Okt.	Nóv.	Des
1999					5,9	7,1	8,0	7,4	6,0			
2000												
2001					6,8	8,1	8,6	7,9	6,5	5,2	2,6	2,7
2002	2,7	1,8	2,7	5,2	6,7	8,3	8,4	7,8	6,6	4,6	4,3	3,9
2003	2,4	3,1	4,4	5,7	6,6	8,4	8,4	8,6	6,6	4,6	3,9	
2004												
2005	2,1	2,7	4,3	5,4	7,0	8,3	9,9	7,7	5,7	4,0	2,9	3,2
2006	3,0	3,9	3,2	4,6	6,5	8,5	8,8	8,9	7,4	4,9	2,6	3,2
2007	2,0	2,8	3,7	5,8	6,6	8,7	9,1	8,6	6,3	5,4	3,1	3,0
2008	2,3	2,4	3,3	5,1	7,1	8,8	9,5	8,1	7,0	3,4	3,7	2,4
2009	3,1	2,6	3,4	5,7	7,1	8,5	9,1	8,5	6,6	4,7	3,5	2,9
2010	3,0	2,6	3,8	4,7	7,2	8,0	8,4	7,7	7,2	5,1	2,8	2,7
2011	3,3	3,6	3,4	5,5	6,4	8,0	8,5	7,6	6,8	4,9	4,5	1,7
2012	1,9	3,1	4,1	5,2	6,9	8,7	9,5	8,6	5,9	4,2	2,9	3,0
2013	3,4	3,9	3,1	4,8	6,5	8,2	8,3	7,5	5,9	4,5	2,7	2,8
2014	3,4	2,7	3,8	5,5	7,1	9,1	8,4	7,6	6,6	4,3		
2015							8,1	8,0	7,1	5,3	2,9	2,4
2016	2,6	3,2	3,7	5,3	5,9	6,4	7,2	8,4	6,8	6,0	3,6	3,7
2017	2,9	3,7	3,9	5,0	7,2	7,9	8,6	7,8				



Mynd 3. Meðalvatnshiti í Grenlæk júlí til ágúst ásamt lofthita á Kirkjubæjarklaustri á árabílinu 1999–2017. – Average water temperature in Grenlækur and air temperature at nearby weather station, Kirkjubæjarklaustur for July - August in the years 1999–2017.

4.1.2 Efni

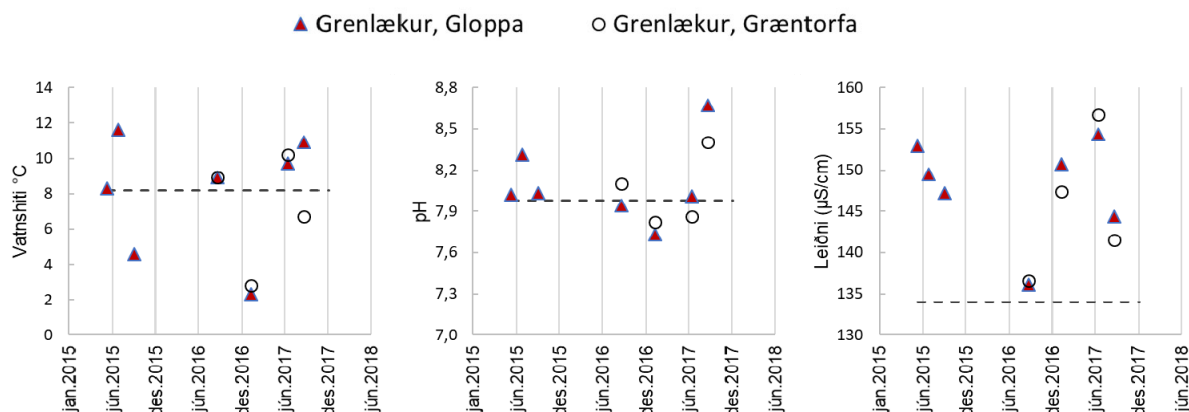
Nokkrum vatnssýnum var safnað til mælinga á uppleystum efnum á tímabilinu. Oftast var leiðni og pH-gildi vatnsins mælt á sama tíma en þó ekki alltaf. Niðurstöður mælinga eru í töflu 2 og eru settar fram myndrænt á myndum 4–6.

Efnastyrkur Grenlækjar er hár, sem endurspeglar í mikilli rafleiðni vatnsins. Styrkur brennisteins er sérstaklega hár miðað við önnur efni og miðað við önnur vatnsföll á Íslandi. Styrkur efna í sýnum sem safnað hefur verið í Grenlæk við Gloppu og Græntorfu er svipaður á milli sýnatökustaða (Myndir 4, 5 og 6). Þó er sú undantekning að styrkur margra efna í sýni frá 20. desember 2017 var hærri við Græntorfu en við Gloppu, og herra en í öðrum sem safnað var í Grenlæk 2016–2017. Eins var alkalinity (basavirkni) hærri við Græntorfu. Alkalinity eykst eftir því sem efnahvörf á milli vatns og bergs eru meiri. Hærri efnastyrkur og alkalinity í Grenlæk við Græntorfu bendir því til þess að þar hafi blandast inn meira af eldra vatni úr grunnvatnsgeyminum, sem kemur heim og saman við það lágrengslisástand sem þá var í farveginum.

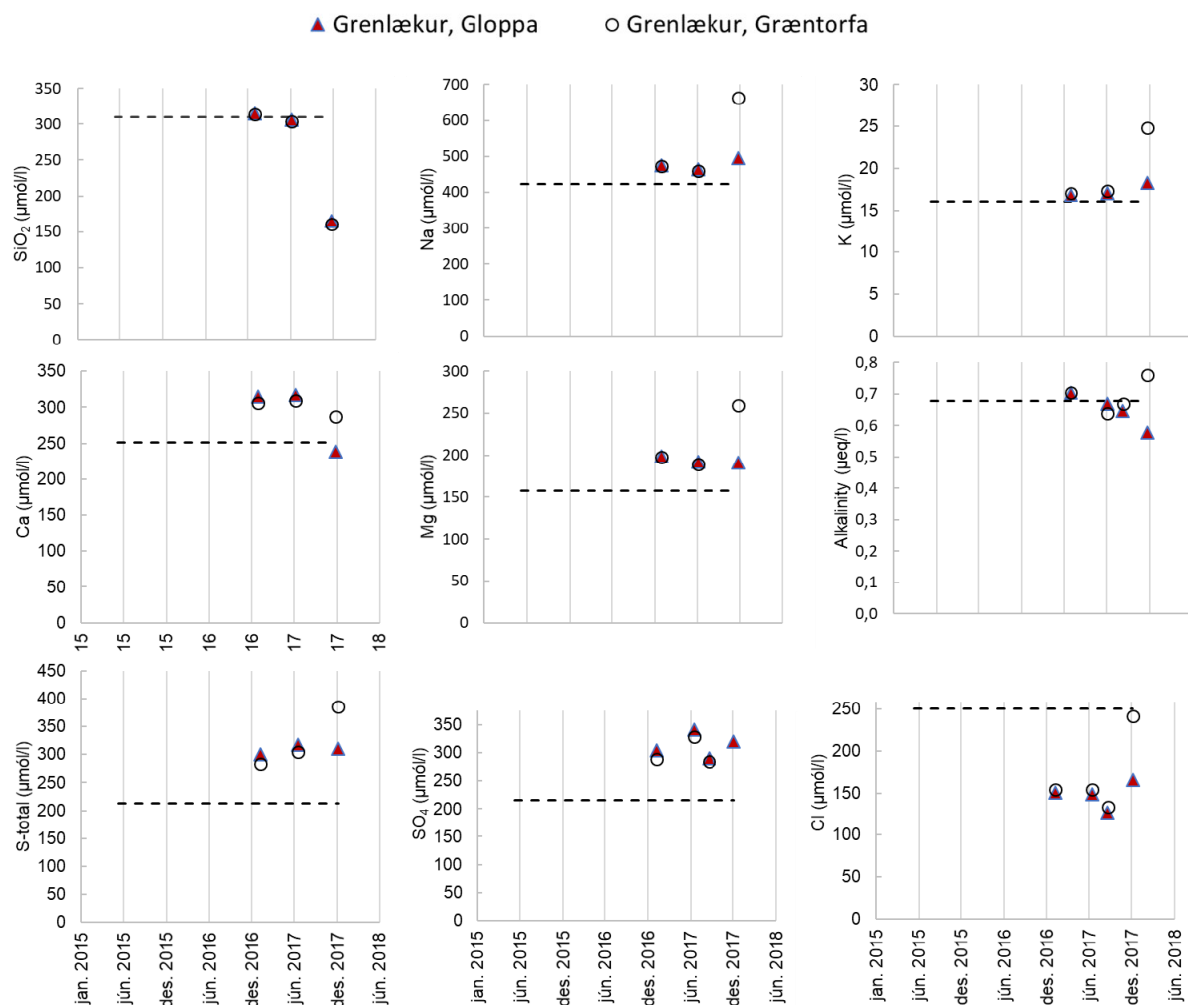
Tafla 2. Niðurstöður mælinga á vatnshita, pH, rafleiðni og styrk uppleystra efna í Grenlæk við Gloppu (stöð 2) og við Græntorfu (stöð 4). – Results from measurements of water temperature, pH, conductivity and concentration of dissolved substances in Grenlæk at Gloppa (st. 2) and Græntorfa (st. 4).

Sýnarnúmer	Dags	Tími	Vatnshiti °C	pH	Leiðni µS/cm	SiO ₂ µmól/l	Na µmól/l	K µmól/l	Ca µmól/l	Mg µmól/l	Alk.* meq/l	S-total µmól/l	SO ₄ µmól/l	Cl µmól/l	F µmól/l	P-total µmól/l	PO ₄ µmól/l	NO ₃ µmól/l	NH ₄ µmól/l
Grenlækur, Gloppa																			
	8.6.2015	19:00	8,3	8,02	153												1,04	0,354	0,958
	23.7.2015		11,6	8,31	150												1,17	0,241	0,148
	30.9.2015	12:00	4,6	8,03	147												1,05	0,782	0,207
	13.9.2016	19:50	8,9	7,94	136														
20170127-10:38	27.1.2017	10:38	2,3	7,73	151	315	476	17	315	199	0,703	301	304	150	9,19	1,08			0,200
20170703-21:46	3.7.2017	21:46	9,7	8,01	154	306	464	17	317	192	0,669	318	342	148	8,53	1,07	0,561	0,1	0,594
20170906-17:50	6.7.2017	17:50	10,9	8,67	144						0,646		290	127	8,92		1,06	0,1	0,120
	20.12.2017					166	496	18	239	191	0,578	311	320	166	8,12	0,99	1,10	2,45	0,267
Grenlækur, Græntorfa																			
	13.9.2016	16:56	8,9	8,1	137														
20170127-12:08	27.1.2017	12:08	2,8	7,82	147	314	474	17	306	198	0,703	284	289	154	9,33	1,05			0,200
20170703-20:10	3.7.2017	20:10	10,2	7,86	157	304	461	17	309	189	0,639	305	328	154	8,56	0,98	0,845	0,17	0,286
20170907-11:45	7.9.2017	11:45	6,7	8,4	142						0,669		285	134	9,71		1,02	0,1	0,149
	20.12.2017					161	664	25	288	259	0,759	386	397	241	9,55	1,50	1,09	2,78	0,179

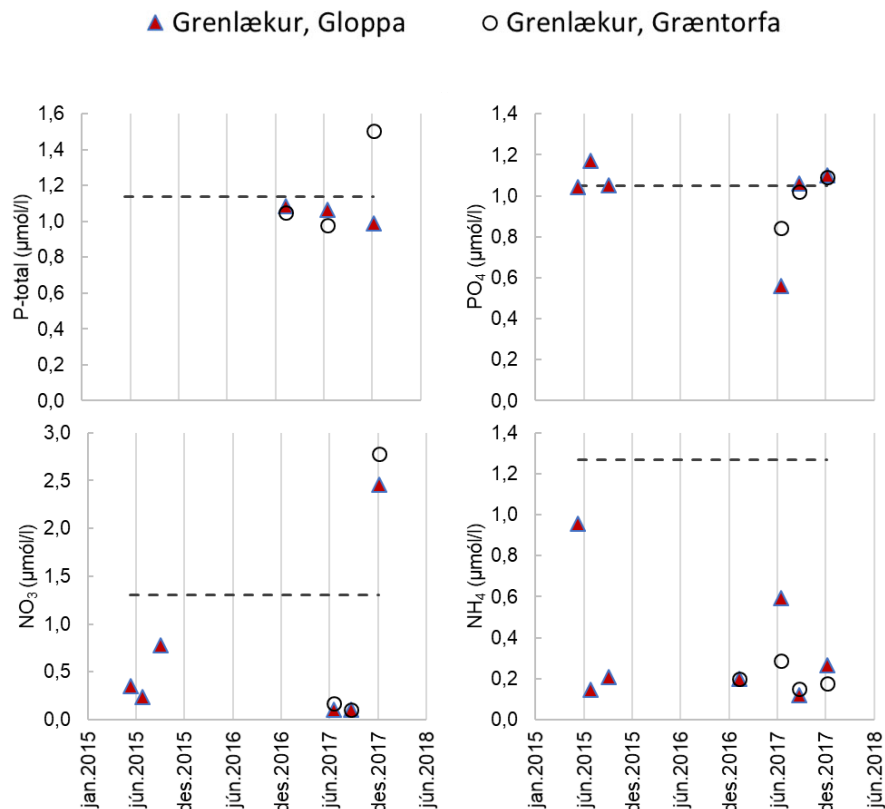
Alk* = Alkalinity



Mynd 4. Vatnshiti, pH og leiðni í vatnssýnum úr Grenlæk við Gloppu og Græntorfu á árunum 2015–2017. – Water temperature, pH and conductivity in samples from Grenlæk at stations 2 and 4 during 2015–2017.



Mynd 5. Styrkur uppleystra aðalefna í Grenlæk á stöðvum 2 og 4. Svarta línan táknar meðalstyrk efnanna í Grenlæk á árunum 2003–2007 (Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2007). – *Concentration of dissolved major components in water from Grenlækur at stations 2 and 4. The black, broken line represents the average concentration of these components in Grenlækur during 2003–2007 (Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2007).*

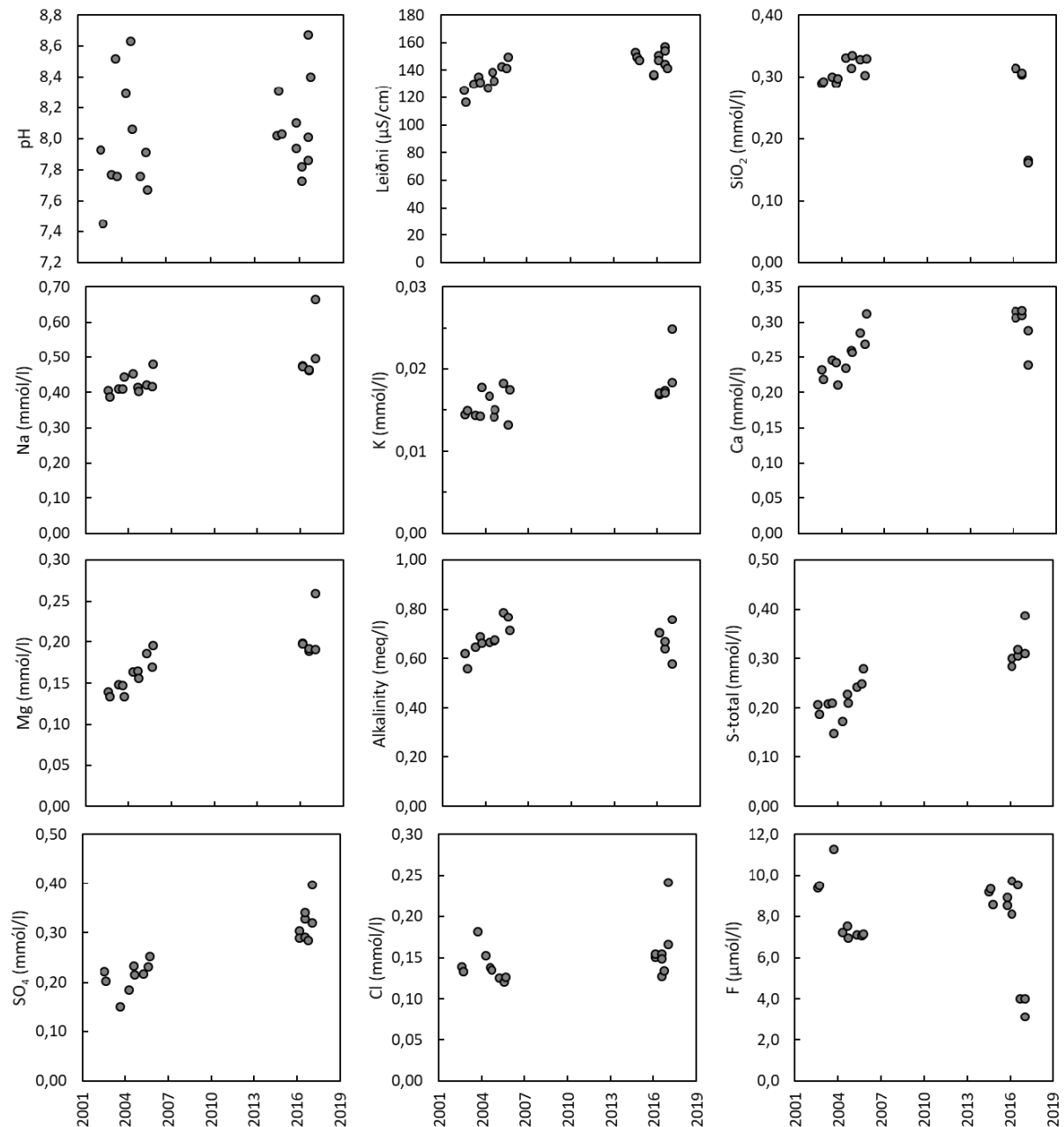


Mynd 6. Styrkur uppleystra næringarefna í Grenlæk á stöðvum 2 og 4. Svarta línan táknar meðalstyrk efnanna í Grenlæk á árunum 2003–2007 (Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2007). – Concentration of dissolved nutrients in water from Grenlækur at stations 2 and 4. The black, broken line represents the average concentration of these components in Grenlækur during 2003–2007 (Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2007).

Vatnið í Grenlæk er ríkt af næringarefnum þegar það streymir fram úr lindunum og sérstaklega er styrkur fosfórs hár miðað við þörf frumframleiðenda. Framboð næringarefna í vatni endurspeglast best í sýnum sem safnað er að vetri til, þegar virkni lífvera er í lágmarki og upptaka næringarefna þar með lítil úr vatninu. Styrkur næringarefna í sýnum sem safnað var í Grenlæk í desember 2017 var mun hærri en í sumarsýnum sem safnað var 2016–2017, en styrkur næringarefna lækkar á sumrin sökum upptöku ljóstillífandi lífvera. Sumarið 2017 var styrkur NO_3 við greiningarmörk aðferðarinnar og hefur þá líklega takmarkað frumframleiðni í Grenlæk. Vetrarstyrkur fosfórs (P-total og PO_4) var lítillega hærri í Grenlæk en í lindum við norðanvert Þingvallavatn (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2018) og um helmingi lægri en í köldum lindum sem streyma til Syðriflóa í Mývatni (Jón Ólafsson 1979). Vetrarstyrkur nítrats (NO_3) í innflæði Þingvallavatns er um 30% hærri en í vetrarsýni úr Grenlæk, en var svipaður í Grenlæk og í lindum í Syðriflóa, Mývatni.

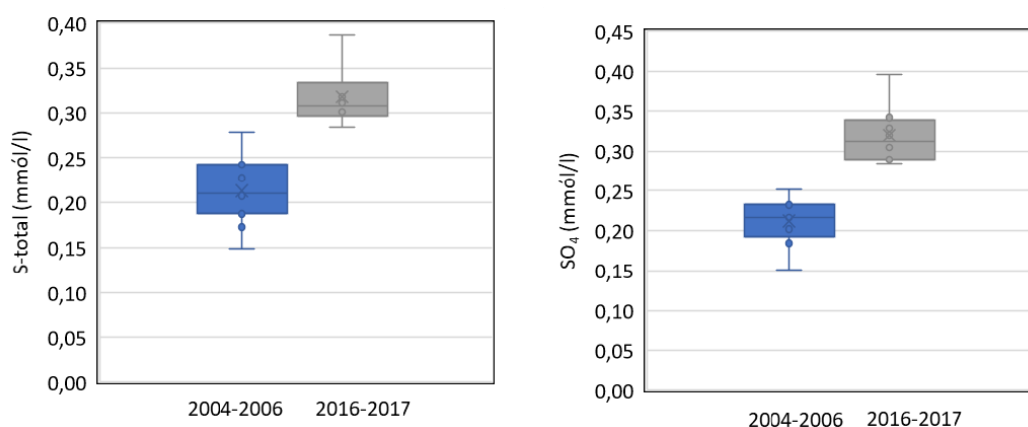
Af þeim mælingum sem fram fóru á árunum 2016 og 2017 má draga þá ályktun að vatnspurrð á efri hluta farvegar Grenlækjar valdi ekki meiriháttar eða langvarandi breytingum á efnasamsetningu vatnsins. Þó má sjá að efnastyrkur í sýni frá neðri rannsóknarstöðinni við Græntorfu var hærri en við Gloppu í desember 2017 þegar rennsli um efri hluti farvegar lækjarins var mjög lítið, þar sem hlutdeild eldra, efnaríkara grunnvatns úr dýpri grunnvatnsgeymum verður meiri en þegar eðlilegt rennsli er í farveginum. Þó er það ekki þannig að um meiriháttar efnabreytingar sé að ræða, heldur er þetta eðlilegur munur á vatni

með ólíkan uppruna. Mælingar á efnastyrk Elliðaáa 1997–1999 í kjölfar þurrkunar á hluta farvegar hafa sýnt að vatn sem sytrar í hálfótómum farveg hefur aukinn og mjög breytilegan efnastyrk. Þar jókst styrkur NO_3 mest en styrkur margra málma var mjög breytilegur (Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 1998). Því má búast við þúlsu uppleystra efna þegar vatni er hleypt aftur á hálfþurran farveg en sá þúls er líklegur til að þynnast fljótlega eftir að rennslið verður eðlilegt.



Mynd 7. Niðurstöður mælinga á leiðni, pH og styrk uppleystra aðalefna í Grenlæk í rannsókn sem gerð var 2003–2006 (Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2007) og í rannsókninni frá 2016–2017. Gögnin eru sambærileg hvað varðar flesta mælipætti fyrir utan styrk brennisteins (S-total og SO_4) sem var hærri 2016–2017. – *Results from the measurements of conductivity, pH and concentration of dissolved major components in Grenlækur from 2003–2007 (S. R. Gíslason et al., 2007) and 2016–2017. The data is comparable between these two time periods except for sulphur (S-total , SO_4) which was higher in 2016–2017.*

Mælingar Veiðimálastofnunar/Hafrannsóknastofnunar á efnastyrk Grenlækjar eru takmarkaðar en þónokkur gögn um efnastyrk lækjarins er að finna í skýrslu Raunvísindastofnunar sem kom út á árunum 2004–2007 (t.d. Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2007) þar sem gerð er grein fyrir niðurstöðum vöktunar á vatnasviði Skaftár. Samanborið við niðurstöður úr þeirri rannsókn var leiðni, pH-gildi og styrkur flestra uppleystra efna í sýnum frá 2016–2017 sambærilegur, utan styrks uppleysts brennisteins (S-total, SO_4) sem var hærri á seinna rannsóknartímabilinu (Myndir 7 og 8). Eins og fyrr greinir er styrkur brennisteins í Grenlæk mun hærri en gerist og gengur í ferskvatni á Íslandi. Hann er einnig hærri en í Skaftá við Sveinstind og í Skaftárdal sem er þó vatnið sem Grenlækur á upptök sín í. Það bætist því við brennisteinn í vatnið á leið þess í gegnum hraunið og grunnvatnsgeyminn, áður en það rennur í farveg Grenlækjar. Samkvæmt rannsóknum á samsætum brennisteins í Grenlæk (Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2007) er brennisteinn í læknum að mestu ættaður úr bergi og súlfíðsteindum en lítill hluti hans er sjávarættaður (úrkomuættaður). Ekki er vitað með vissu hvernig þessu er háttað en hugsanlega er þessi há styrkur brennisteins í Grenlæk tilkominn vegna uppleysingar á súlfíðum í berginu sem grunnvatnið streymir um, Eldhrauni, eða mögulega á súlfíðum sem gætu borist úr jarðhitakerfunum í Skaftáarkötlum með flóðum í Skaftá og síast inn í hraunin ásamt jökulaur. Þess má geta að styrkur SO_4 í Fossálum (Hafrannsóknastofnun, óbirt gögn), sem rennur að hluta til á Eldhrauninu, er hár miðað við önnur efni sem gæti bent til þess að brennisteinn skilaði sér úr hrauninu í vatnið. Ólíklegra er að vatnið í Grenlæk sé ættað úr Skaftáarkötlum, sé svokallað ketilvatn, eins oft hefur verið talið (Freysteinn Sigurðsson 1997). Ekki er vitað hvers vegna styrkur brennisteins var hærri 2016–2017 en 2003–2006 en þó má geta þess að eitt stærsta flóð sem mælst hefur í Skaftá varð árið 2015, ári áður en rannsóknin á áhrifum vatnspurrðar í Grenlæk hófst, og freistandi er að tengja þetta tvennt saman.

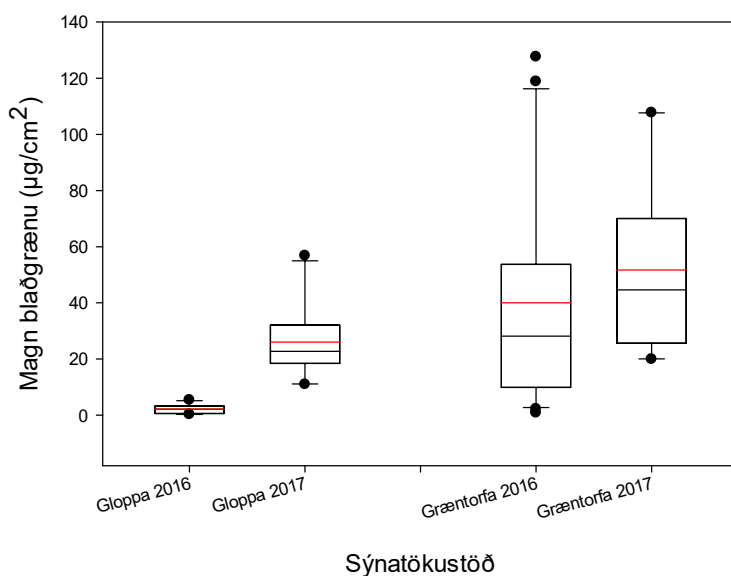


Mynd 8. Fjórðungsmörk á heildarstyrk uppleysts brennisteins (S-total) og súlfats (SO_4) í Grenlæk á árunum 2003–2006 og 2016–2017. Styrkur brennisteins var marktækt hærri á seinna rannsóknartímabilinu en á því fyrra. – Quarterly distribution of dissolved total sulphur (S-total) and sulphate (SO_4) in Grenlækur during 2003–2006 and 2016–2017. The concentration was significantly higher during the later research period compared with the former.

4.2 Þörungar

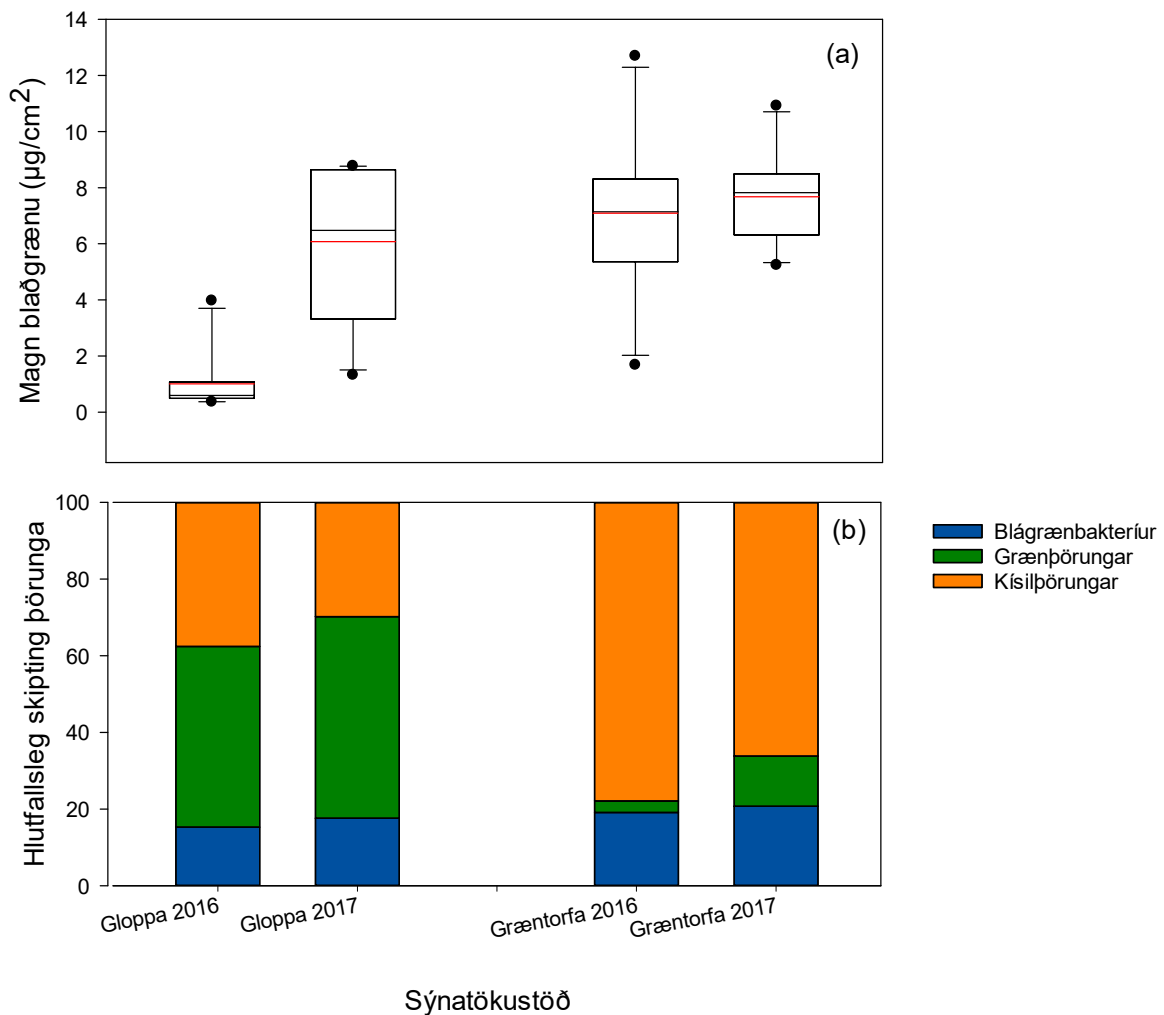
Magn blaðgrænu sem notuð er til að meta lífmassa þörunga var mæld á botni Grenlækjar við Gloppu (stöð 2) og Græntorfu (stöð 4) árin 2016 og 2017. Tvennskonar aðferðir voru notaðar við mælingu á blaðgrænu eins og fram kemur í kafla 3.2; bein sýnataka og mæling á blaðgrænu með ljósgleypnimæli og mæling með BenthosTorch litmæli sem, auk þess að greina heildarstyrk blaðgrænu, greinir á milli þörungasamfélaga sem er að finna í ánni.

Á neðri sýnatökustöðinni við Græntorfu mældist magn blaðgrænu svipuð árið 2016 og 2017. Eins og kemur fram í kafla 3.2 virðist BenthosTorch mælirinn ekki meta lífmassa á við hefðbundna mælingu á blaðgrænu og mældust töluvert hærri gildi með hefðbundnu aðferðinni ($40 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ árið 2016 og $51,7 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ árið 2017) (Mynd 9) en mældist með BenthosTorch litmælinum ($7,1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ árið 2016 og $7,7 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ árið 2017) (Mynd 10a). Ekki reyndist marktækur munur á magni blaðgrænu þar árið 2016 eftir því hvort sýni voru tekin á grynnri eða dýpri hluta árfarvegarins (Mann-Whitney: $P=0,734$). Mikill munur var hins vegar á magni blaðgrænu á stöð 2 (við Gloppu), á milli ára með báðum mæliaðferðum. Þar mældist hún aðeins $2,1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ árið 2016, með hefðbundinni aðferð, en ári síðar mældist hún $26 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ (Mynd 9). Með BenthosTorch litmælinum mældist magn blaðgrænu jafnframt mjög lágt 2016, ($1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) en ári síðar var það $6,1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ (Mynd 10a). Magn blaðgrænu við Gloppu árið 2016 reyndist í báðum tilfellum marktækt minni en mældist ári síðar (Hefðbundin aðferð: Kruskal-Wallis; $P<0,001$, (*Post hoc*) (Dunn's Method)) (BenthosTorch: One Way Analysis of Variance; $P<0,001$, (*Post hoc*) (Holm-Sidak method)).



Mynd 9. Magn blaðgrænu mælt með hefðbundinni aðferð á tveimur sýnatökustöðvum í Grenlæk, við Gloppu og Græntorfu, 13. september 2016 og 6.-7. september 2017. Lóðrétt lína sýnir hvar neðri (5%) og efri (95%) mörk mælinga liggja og svartir punktar gildi sem falla þar fyrir utan. Efri mörk hvers kassa sýna hvar efri 75% og neðri 25% mörk mælinga liggja. Lárétt svört lína innan hvers kassa sýnir miðgildi og rauð lína meðaltal. – Quarterly concentration of chlorophyll ($\mu\text{g}/\text{l}$) in river Grenlækur at two sampling sites, Gloppa and Græntorfa, 13 September 2016 and 6 and 7 September 2017 sampled with algae scraping from rocks.

Magn mosa í blaðgrænum sem safnað var með því að bursta þörungum af yfirborði steina, var nokkuð svipaður á neðri stöð við Græntorfu árin 2016 og 2017 eða 4,1 mg/cm² öskulaus þurrvigt að meðaltali árið 2016 og 1,9 mg/cm² að meðaltali árið 2017. Hvorki reyndist marktækur munur þar á magni öskulausrar þurrvigtar mosa milli grynna og dýpri hluta farvegarins árið 2016 (Mann-Whitney; P=0,216) eða milli áranna 2016 og 2017 (Mann-Whitney; P=0,946). Við Gloppu var engin mosi í blaðgrænum árið 2016 en árið 2017 var öskulaus þurrvigt mosa þar að meðaltali 0,1 mg/cm².

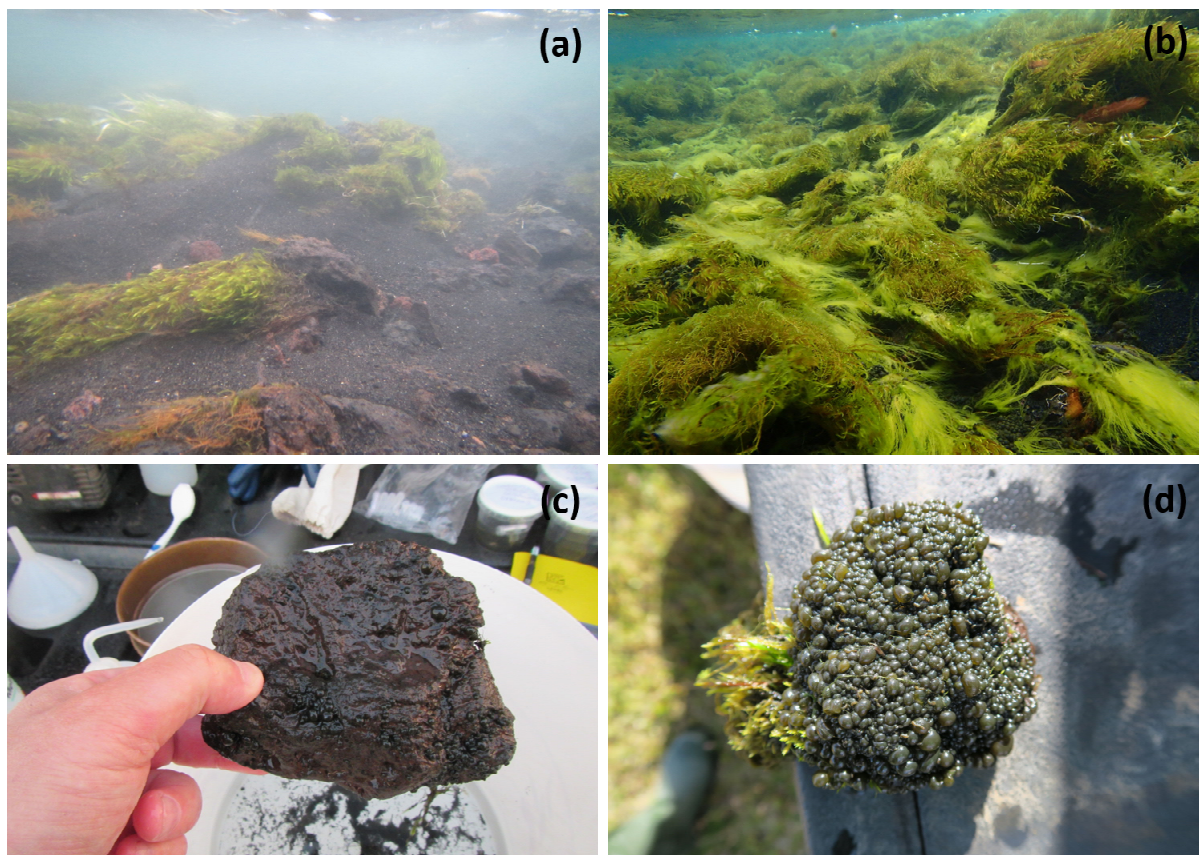


Mynd 10 a-b. Magn blaðgrænu og hlutfallsleg skipting þörungum mælt með BenthosTorch litmæli á tveimur sýnatökustöðvum í Grenlæk (Gloppu og Græntorfu) 13. september 2016 og 6.-7. september 2017. Mynd a sýnir magn blaðgrænu og Mynd b sýnir hlutfallslega skiptingu þörungum milli blágrænbaktería (blár litur), grænpörunga (grænn litur) og kísilþörungum (appelsínugulur). – The concentration of chlorophyll (µg/l) (a) and composition of algae (b), at two sampling sites, Gloppa and Græntorfa, in River Grenlækur 13 September 2016 and 6 and 7 of September 2017 measured with BenthosTorch fluorometer. Blue bars represent Cyanobacteria, green bars green algae and orange bars diatoms.

Hlutfall þörungahópa (blágrænbakteríur, grænpörungar og kísilþörungar), mælt með BenthosTorch litmæli, voru svipuð innan hvorrar sýnatökustöðvar milli ára en nokkuð mismunandi milli stöðva. Á efri stöð við Gloppu voru grænpörungar algengastir bæði árin með 47,1% (2016) og 52,6% (2017) hlutdeild en á neðri sýnatökustöðinni við Græntorfu var hlutdeild þeirra minnst 3% (2016) og 13,1% (2017) (Mynd 10b). Við Græntorfu voru kísilþörungar algengastir með 77,9% (2016) og 66,2% (2017) hlutdeild en við Gloppu var hlutdeild þeirra nokkuð minni 37,6% (2016) og 29,7% (2017). Hlutdeild blágrænbaktería var

nokkuð svipuð á báðum stöðum eða 15,3% – 20,7% (Mynd 10b). Ekki er ólíklegt að há hlutdeild kísilþörunga á neðri sýnatökustöðinni við Græntorfu skýrist af kísilþörungaásætum á mosa en þekja mosa þar á botni var sýnu meiri en við Gloppu.

Ekki er að sjá að minnkun rennslis í neðri hluta farvegar Grenlækjar við Græntorfu hafi haft afgerandi áhrif á lífmassa þörunga og mosa þar þó blaðgræna hafi mælst ívið lægri árið 2016 en 2017. Ofar í farveginum, við Gloppu, þar sem vatn þvarr alveg má hins vegar álykta að svo til allur þörungur og mosi hafi drepist en magn blaðgrænu mældist þar mjög lítið við sýnatökur og mælingar 13. september 2016, tveimur mánuðum eftir að vatn var farið að renna um farveginn á ný. Þó mátti sjá merki þess að mosi væri farinn að vaxa aftur á botni og eins mátti sjá stöku slorpunga, sem eru blágrænbakteríur af ættkvíslinni *Nostoc*, á steinum. Ári seinna hafði mosi á botni aukist verulega og slorpungar (*Nostoc*) voru áberandi á steinum. Jafnframt mátti sjá töluvert af grænþörungaslýi í mosanum (Mynd 11 a-c).



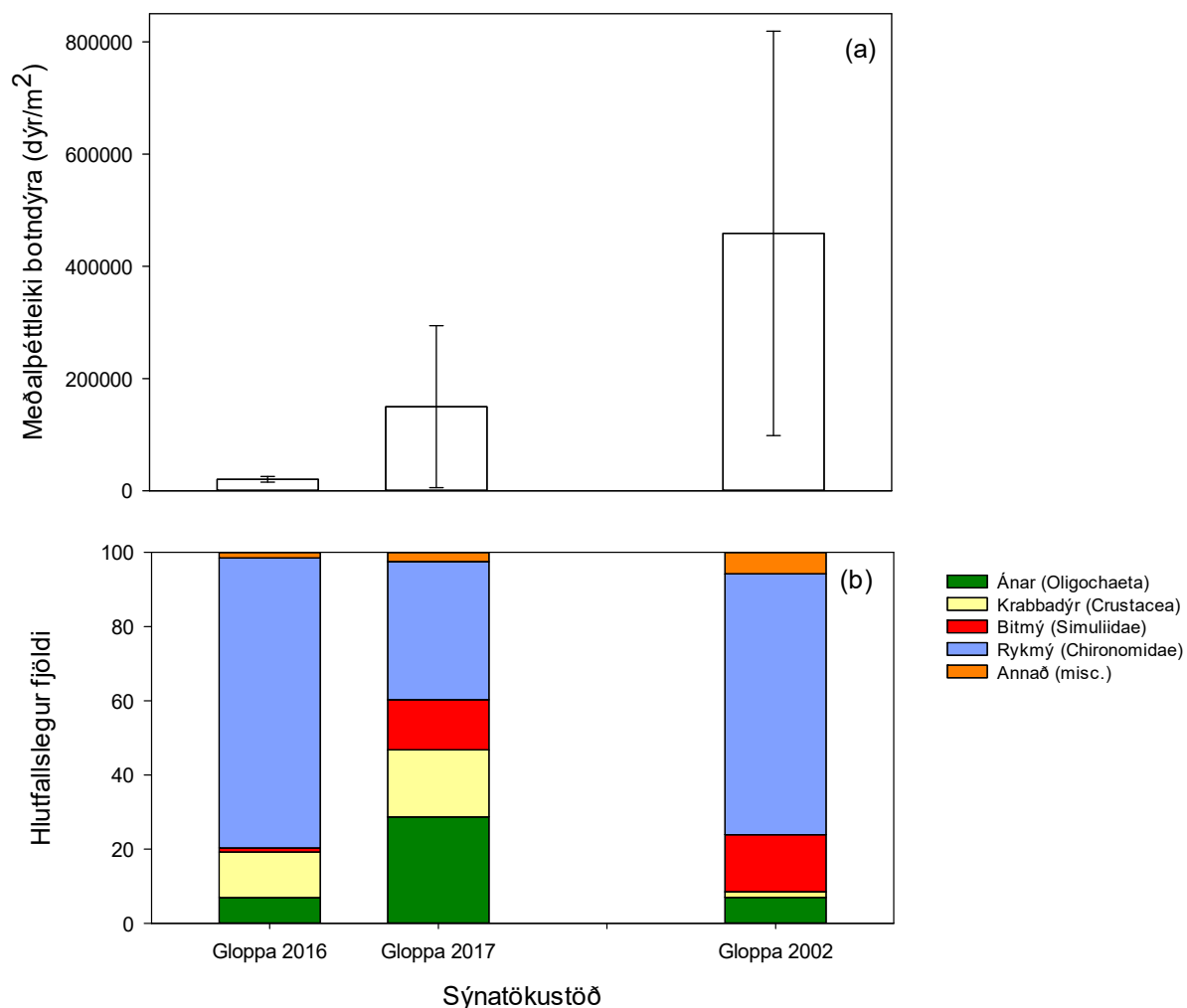
Mynd 11 a-d. Myndir a og b sýna mismunandi mosaþekju á botni Grenlækjar við Gloppu en Mynd c og d mismunandi þekju blágrænbaktería af ættkvíslinni *Nostoc*. Myndir a og c eru teknar 13. september 2016, um tveimur mánuðum eftir að vatn var farið að renna aftur um farveginn. Myndir b og d eru teknar á sama stað ári seinna, þann 6. september 2017. – The upper two figures show the moss density in Grenlækur at Gloppa in (a) September 13th 2016, two months after the river reappeared in the channel and (b) a year later, September 6th 2017. The lower two figures show the density of the Cyanobacteria *Nostoc* in the river in (c) September 13th 2016 and (d) September 6th 2017.

4.3 Botndýr

4.3.1 Gloppa

Töluverður munur reyndist á þéttleika botndýra við Gloppu á milli áranna 2016 og 2017. Meðalþéttleiki botndýra var 20.551 dýr/m² í september 2016 en ári síðar var hann mun meiri eða 149.905 dýr/m² og var munurinn milli ára tölfræðilega marktækur (Mann-Whitney: P=0,026). Borið saman við fjölda botndýra sem safnað var með sambærilegum hætti við Gloppu árið 2002 er meðalþéttleiki botndýra árið 2017 þrisvar sinnum minni og meira en tuttugufalt minni árið 2016 (Mynd 12a) (Erla Björk Örnólfsdóttir o.fl. 2003). Rykmý (Chironomidae) (lirfur og púpur) var algengasti hópur botndýra bæði árin og var meðalþéttleiki þess 16.063 dýr/m² árið 2016 og hlutdeild þess 78,2% en árið 2017 var meðalþéttleiki þess mun meiri eða 55.818 dýr/m² en hlutdeild þess hins vegar mun minni eða 37,2% (Mynd 12a og b). Hlutdeild ána (Oligochaeta) jókst hins vegar töluvert milli ára en árið 2016 var hlutdeild og meðalþéttleiki þeirra lítill eða 6,9 % og 1.410 dýr/m² en árið 2017 var hlutdeild þeirra 28,7% og meðalþéttleiki 43.054 dýr/m². Mjög lítið fannst af lirfum og púpum bitmýs (Simuliidae) árið 2016 og var meðalþéttleikinn einungis 234 dýr/m² og hlutdeild þess 1,1% en 2017 hafði þéttleiki bitmýs aukist í 20.207 dýr/m² og hlutdeildin í 13,5%. Hlutdeild krabbadýra (Crustacea) var nokkuð svipuð bæði árin 12,3% (2016) og 18,1% (2017) en meðalþéttleiki þeirra var mun minni árið 2016, 2.522 dýr/m² en 27.083 dýr/m² árið 2017. Önnur dýr fundust einnig við Gloppu en hlutdeild þeirra var lítil eða samtals 1,6% (2016) og 2,5% (2017) og meðalþéttleiki lítill eða samtals 323 dýr/m² (2016) og 3.743 dýr/m² (2017) (Mynd 12a og b). Önnur dýr sem fundust þar bæði árin voru vatnamítlar (Hydrachnellae), bakkabreddulirfur (Empididae), bessadýr (Tardigrada) og vorflugulirfur (Trichoptera) en árið 2017 fundust auk þess örmlur (Hydra), sniglar (Gastropoda) og lirfur af húsflugugætt (Muscidae) (Viðauki 1 og 2).

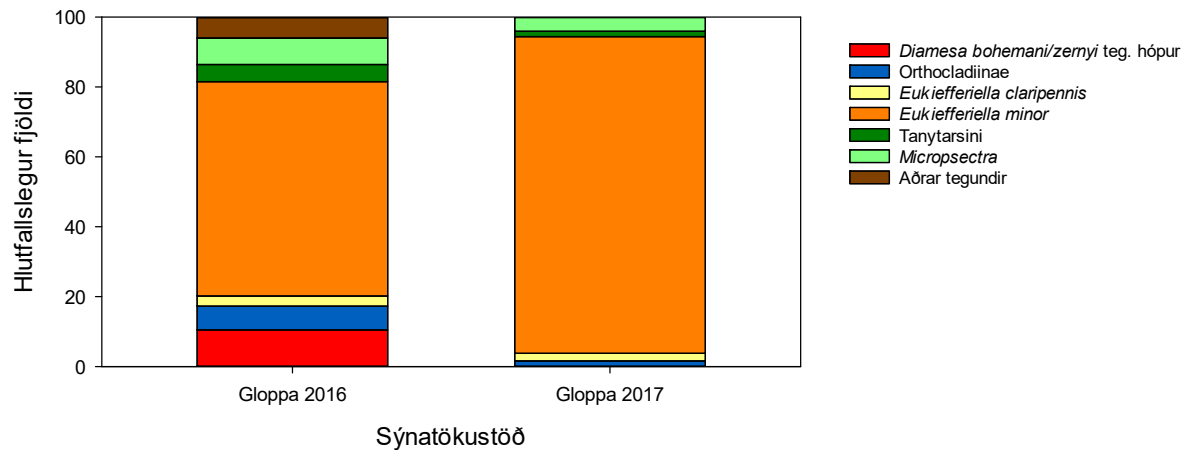
Á efri sýnatökustöðinni við Gloppu fundust alls 8 tegundir/ættkvíslir rykmýslirfa árið 2016 en 2017 voru þær einungis 4. Rykmýstegundir af ætt bogmýs (Orthocladiinae) voru lang algengastar bæði árin og var hlutdeild þeirra 76,9% (2016) og 94,4% (2017) af heildarfjölda rykmýs sem greint var. Af einstökum tegundum rykmýs var bogmýstegundin *Eukiefferiella minor* algengust bæði árin með 61,5% (2016) og 90,6% (2017) hlutdeild (Mynd 13). Önnur bogmýstegund sömu ættkvíslar, *Eukiefferiella claripennis* fannst jafnframt bæði árin en hlutdeild hennar var mun minni eða 2,9% (2016) og 2,2% (2017). Bogmýstegundin *Thienemanniella* fannst einnig bæði árin en hlutdeild hennar var lítil eða 2,5% árið 2016 og undir 1% 2017. Auk þessara bogmýstegunda fundust við Gloppu bæði árin ógreindar bogmýstegundir (aðallega fyrsta lirfustig) en hlutdeild þeirra var lítil eða 6,9% (2016) og 1,6% (2017). Af öðrum bogmýstegundum sem komu fyrir árið 2016 en voru í litlum þéttleika voru *Corynoneura*, *Cricotopus (I.) sylverstris* og *Orthocladius (O.) frigidus* og var hlutdeild þeirra á bilinu 0,7% – 1,4% (Mynd 13 og Viðaukar 1 og 2).



Myndir 12a og b. Meðalþéttleiki botndýra og hlutfallslegur fjöldi botndýra í Grenlæk við Gloppu 13. september 2016 og 6.-7. september 2017. Til samanburðar hægra megin á myndinni eru niðurstöður frá sama stað frá 10. september árið 2002. Mynd a sýnir meðalþéttleika botndýra og staðalfrávik (lóðréttar línur) en mynd b hlutföll fjögurra algengustu dýrahópa. Sjaldgæfari dýrahópar eru settir saman í hóp sem „Annað“. Á mynd a árið 2002 er búið að draga fjölda þráðorma frá heildarfjölda botndýra en þeir voru ekki taldir árið 2016 og 2017. – *Average density (a) and relative abundance (b) of benthic invertebrates in September 2016 and 2017 in Grenlækur at Gloppa. Four most common groups are shown and less common species are combined into one group of other species (misc.). For comparison is comparable information from the same location since September 2002.*

Af öðrum ættum rykmýs fundust lirlfur af ætt þeymýs (Chironominae) við Gloppu bæði árin og var hlutdeild þess af heildarfjölda rykmýs sem greint var 12,6% (2016) og 5,6% (2017). Þeymýið tilheyrði allt safnhópnum Tanytarsini og ættkvíslinni *Micropsectra* (Mynd 13).

Ein rykmýstegund af ætt kulmýs (*Diamesinae*) sem tilheyrir tegundahópinum *Diamesa bohemani/zernyi* fannst við Gloppu árið 2016 og var hlutdeild hennar 10,6%. Þessi tegund fannst ekki við Gloppu árið 2017 (Mynd 13).



Mynd 13. Hlutföll rykmýstegunda á efri sýnatökustöð í Grenlæk við Gloppu 13. september 2016 og 6.-7. september 2017. Sýnd er hlutfallsleg skipting sex algengustu tegunda rykmýslirfa en sjaldgæfari tegundir eru settar saman í hóp sem „aðrar tegundir“. – Relative abundance of the six most common Chironomid species in Grenlækur at Gloppa in September 2016 and 2017. More uncommon species are grouped together in the group „Aðrar tegundir“ (Other species).

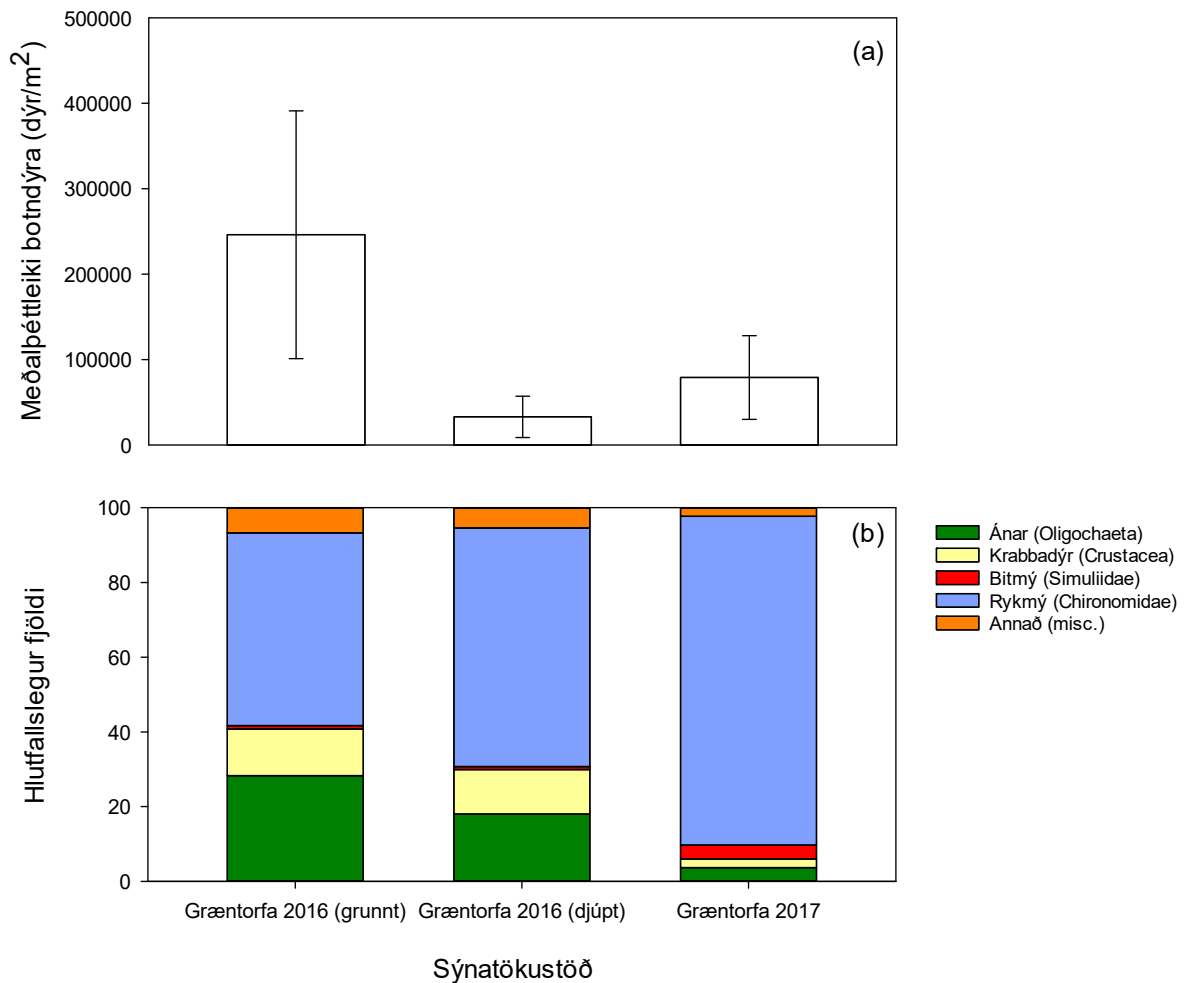
Lífverur eru gjarnan vel aðlagaðar að sínum búsvæðum og veldur röskun búsvæða því oft miklum breytingum á samfélagsgerð. Framvinda botndýrasamfélaga eftir þurrka hefur nokkuð verið skoðuð innan vistfræðinnar. Þar sem þurrkatímabil koma reglulega t.d. vegna árstíðabundinna þátta geta vistkerfin verið aðlöguð að því og endurkoma lífvera verið nokkuð hröð (sjá t.d. Sagar 1983). Hversu langan tíma það tekur botndýrasamfélög að jafna sig fer jafnframt mjög eftir því hversu langan tíma vatnspurrð varir (sjá t.d. Fowler 2004 og Datry o.fl. 2012). Skyndileg vatnspurrð í ám sem hafa að jafnaði tiltölulega stöðugt rennsli og mjög alvarlegir þurrkar geta hins vegar haft umtalsverð og langvarandi áhrif á lífríki þeirra og eru þau mun lengur að jafna sig eftir slíka atburði (sjá t.d. Bogan o.fl. 2015). Sumar rannsóknir á áhrifum þurrka á botndýrasamfélög hafa bent til þess að ef veruleg röskun verður á rennsli áa eða árfarvegur þornar alveg geti einhver hluti lífvera leitað skjóls og grafið sig niður í dýpri lög (sjá t.d. Wood o.fl. 2010, Datry o.fl. 2012). Í flestum tilfellum deyr hins vegar mestur hluti botnlægra hryggleysingja og þurfa þeir því að nema land á ný eftir að vatn er komið á farveginn. Ýmsar rannsóknir eru til um það með hvaða hætti endurkoma þeirra verður (sjá t.d. Wallace 1990 og Mackay 1992). Í mörgum tilfellum er rek dýra ofar úr vatnakerfinu talinn mjög mikilvægur þáttur í endurkomu lífvera í straumvatni (sjá t.d. Williams og Hynes 1976), sérstaklega hjá hópum eins rykmýslirfum, bitmýslirfum og vorflugulirfum sem ekki búa yfir mikilli sundgetu eða hreyfanleika í vatni en þessir hópar geta einnig borist neðar úr vatnakerfunum með tilkomu nýrra kynslóða með varpi fullorðinna einstaklinga. Fyrstir til að nema land á röskuðum svæðum eru þeir hópar botnlægra hryggleysingja sem ná að nýta sér þá fæðu sem fyrst til fellur og tilheyra hópi safnara (collectors) og síara (filters). Fæðunám margra tegunda rykmýslirfa og vorflugulirfa byggir á því lífræna efni og ögnum sem til falla á

árbotninum og tilheyra þannig hópi safnara en bitmýslirfur sía lífrænar agnir sem berast með árvatninu og tilheyra því hópi síara.

Lítill þéttleiki lífvera við Gloppu bendir til þess að stærsti hluti lífvera sem þar var, hafi drepist en erfitt er að segja til um hvort þær lífverur sem þar fundust hafi náð að lifa af með því að grafa sig niður eða séu þar til komnar vegna reks lífvera sem hafa lifa af í pollum og tjörnum ofar í vatnakerfinu. Sérstaklega virðist bitmýið hafa þolað illa vatnspurrðina en þéttleiki þess og hlutdeild var mjög lítil árið 2016. Þrátt fyrir mikla aukningu í þéttleika botnlægra hryggleysingja á milli áranna 2016 og 2017 við Gloppu varð minnkun í fjölbreytileika rykmýs. Áhrif þurrka og flóða á framvindu botndýrasamfélaga í Elliðaánum hafa verið rannsökuð. Þar voru þau nokkuð fljót að jafna sig hvað varðar þéttleika dýra, bæði eftir flóð og þurrk, en einkenndust af fáum tegundum til að byrja með (Jón S. Ólafsson o.fl. 1998). Þar var ein tegund rykmýs (*Eukiefferiella minor*) t.d. mjög áberandi en þessi rykmýstegund var rúmlega 90% af öllu rykmýi við Gloppu árið 2017. Þessi rykmýstegund er jafnframt ein af algengari tegundum rykmýs í straumvatni á Íslandi (Hrafnisdóttir 2005). Í rannsókn sem fram fór á vatnasvæði Skaftár og Tungufljóts árið 2012 var þessi bogmýstegund jafnframt algengasta rykmýstegundin í Skaftá, sem og í Þorvaldsá, Syðri Ófæru og á efri hluta Tungufljóts (Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir o.fl. 2012). Röskun búsvæða valda gjarnan breytingum á fæðuvefjum og eru það því oft tækifærissinnaðar tegundir með stutta lífsferla sem ná að nýta sér þau skilyrði sem skapast og geta þannig orðið mjög ríkjandi. Þó einhver hluti lífvera hafi getað lifað af vatnspurrðina við Gloppu með því að grafa sig niður er óvíst að lífsskilyrði hafi verið þeim hagstæð eftir að vatn fór að renna á ný vegna þeirrar röskunar sem þurrrkurinn olli á fæðuvef þeirra. Hversu langan tíma vistkerfi eru að jafna sig eftir röskun fer síðan mjög eftir hversu staðbundin röskunin er, á hversu stórum skala hún er og hvenær hún verður með tilliti til lífsferla þeirra lífvera sem fyrir henni verða. Í Grenlæk þornaði að mestu allur efri hluti lækjarins sem gæti tafið fyrir endurkomu botnlægra hryggleysingja. Rykmý og aðrar flugur geta þó dreift sér neðar úr vatnakerfinu með klaki nýrra kynslóða sem tekur þó lengri tíma þar sem upp þurfa að vaxa nýjar kynslóðir, en lífsferlar geta verið frá vikum upp í nokkur ár. Ekki er heldur útilokað að botnlægir hryggleysingjar berist í Grenlæk með vatni úr Skaftá í gegnum Eldhraunið sem myndi flýta fyrir endurkomu lífvera.

4.3.2 Græntorfa

Á neðri sýnatökustöðinni í Grenlæk við Græntorfu var sýnum safnað bæði á grynri og dýpri svæðum í farveginum árið 2016 til að fá samanburð þar á milli og reyndist töluverður munur í þéttleika botndýra. Á grynri svæðum farvegarins var þéttleiki mun meiri eða 246.191 dýr/m² en á dýpri svæðum 33.044 dýr/m² og var munurinn tölfræðilega marktækur (Mann-Whitney: P=0,004). Þéttleiki botndýra við Græntorfu árið 2017 var 79.055 dýr/m² (Mynd 14a).

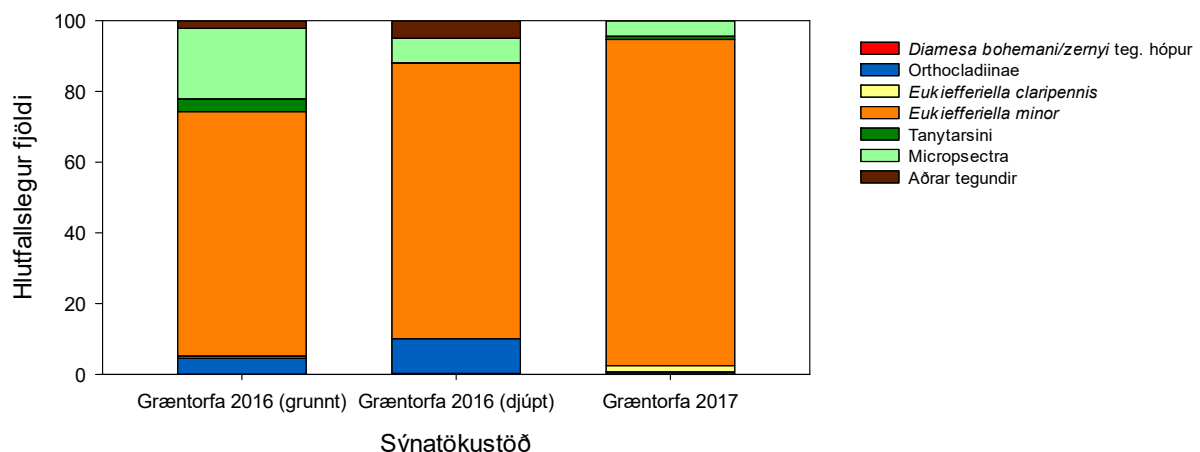


Myndir 14a og b. Meðalþéttleiki og hlutfallslegur fjöldi botndýra í sýnum frá neðri sýnatökustöð í Grenlæk við Græntorfu 13. september 2016 og 6.-7. september 2017. Mynd a sýnir meðalþéttleika botndýra (meðalfjöldi einstaklinga/m²) og staðalfrávik (lóðréttar línur) en mynd b hlutföll fjögurra algengustu dýrahópa. Sjaldgæfari dýrahópar eru settir saman í hóp sem „Annað“. – Average density (a) and relative abundance (b) of benthic invertebrates in September 2016 and 2017 in Grenlækur at Græntorfa. In 2016 samples were collected at two depths, shallow (grunnt) and deep (djúpt). Four most common groups are shown and less common species were grouped together into one group of other species (misc.).

Rykmý (lirfur og púpur) var algengasti hópur botndýra við Græntorfu bæði árin. Árið 2016 var meðalþéttleiki þess á grynri svæðum árfarvegarins 127.077 dýr/m² og hlutdeild 51,6% en á dýpri svæðum farvegarins var meðalþéttleikinn 21.105 dýr/m² og hlutdeild 63,9% (Mynd 14a og b). Árið 2017 var meðalþéttleiki rykmýs við Græntorfu 69.601 dýr/m² en hlutdeild þess heldur meiri en 2016, eða 88%. Ánar voru næst algengasti hópur botndýra við Græntorfu árið 2016 en á grynri svæðum var hlutdeild þeirra 28,3% og meðalþéttleiki 69.672 dýr/m² en á dýpri svæðum 18% og 5.935 dýr/m². Hlutdeild ána var mun lægri árið 2017 eða 3,7% og meðalþéttleiki 2.939 dýr/m². Hlutdeild krabbadýra var nokkuð svipuð á grynri (12,5%) og dýpri (11,9%) hluta farvegarins við Græntorfu 2016 en nokkur munur á þéttleika eða 30.782 dýr/m² (grunnt) og 3.920 dýr/m² (djúpt). Hlutdeild og þéttleiki krabbadýra var lítill við Græntorfu árið 2017, 1.798 dýr/m² og 2,3%. Hlutdeild bitmýs var lítil við Græntorfu árið 2016 eða <1% en heldur meiri árið 2017 eða 3,7% (Mynd 14a og b). Önnur dýr sem fundust við Græntorfu bæði árin voru vatnamítlar (Hydrachnellae), bakkabreddulirfur (Empididae),

vorflugulirfur (Trichoptera) og lifur af ætt húsfugna (Muscidae) en auk þess fundust þar einnig 2016 örmlur (Hydra), sniglar (Gastropoda), bessadýr (Tardigrada), Steinflugugyðlur (Plecoptera), púpur bakkabreddu og lifur af ættkvísl Dicranota en árið 2017 lifra af ætt Limonidae (Viðauki 1 og 2).

Á neðri sýnatökustöðinni við Græntorfu greindust alls 10 tegundir/ættkvíslir rykmýslirfa árið 2016, 6 á grunnri svæðum farvegarins og 8 á djúpri en 2017 fundust þar aðeins 4 tegundir/ættkvíslir. Líkt og á efri sýnatökustöðinni við Gloppu voru rykmýstegundir af ætt bogmýs algengastar bæði árin með 76,5% (grunnt) og 89,1% (djúpt) hlutdeild árið 2016 og 94,8% árið 2017. Af einstökum rykmýstegundum var bogmýstegundin *Eukiefferiella minor* jafnframt algengasta tegundin með 69,1% (grunnt) og 77,8% (djúpt) hlutdeild árið 2016 og 92,4% árið 2017 (Mynd 15). Aðrar bogmýstegundir sem fundust bæði árin voru *Eukiefferiella claripennis* og *Orthocladus (O.) frigidus* en hlutdeild þeirra var lítil og í öllum tilfellum undir 2%. Auk þessara bogmýstegunda, fundust við Græntorfu bæði árin ógreindar bogmýstegundir (aðallega fyrsta lifrustig) og var hlutdeild þeirra 4,6% (grunnt) og 9,8% (djúpt) árið 2016 en undir 1% árið 2017 (Mynd 15). Af öðrum bogmýstegundum sem komu fyrir árið 2016 en voru í litlum þéttleika voru *Cheatocladius*, *Corynoneura* og *Cricotopus (I.) sylverstris* og var hlutdeild þeirra á bilinu 0,2% – 1,5% (Mynd 15 og Viðaukar 1 og 2).



Mynd 15. Hlutföll rykmýstegunda á neðri sýnatökustöð við Græntorfu í Grenlæk 13. september 2016 og 6.-7. september 2017. Árið 2016 var safnað á tveimur dýptarbilum, merkt „grunnt“ og „djúpt“. Sýnd er hlutfallsleg skipting sex algengustu tegunda rykmýslirfa en sjaldgæfari tegundir eru settar saman í hóp sem „aðrar tegundir“. – Relative abundance of the six most common chironomid species in Grenlækur at Græntorfa in September 2016 and 2017. In 2016 samples were collected at two depths, shallow (grunnt) and deep (djúpt). More uncommon species are grouped together in the group „Other species“ (Aðrar tegundir).

Rykmýslirfur af ætt þeymýs fundust jafnframt við Græntorfu bæði árin og var hlutdeild þess af heildarfjölda rykmýs sem greint var 19,9% (grunnt) og 6,9% (djúpt) árið 2016 en 4,3% árið 2017. Þeymýið tilheyrði allt safnhópnum Tanytarsini og ættkvíslinni *Micropsectra* fyrir utan eina rykmýstegund sem fannst á djúpri hluta farvegarins árið 2016 og tilheyrir ættkvíslinni *Praclopedelma* og var hlutdeild hennar 2,6% (Mynd 15 og Viðaukar 1 og 2).

Kulmýstegund sem tilheyrir tegundahópinum *Diamesa bohemani/zernyi* fannst jafnframt á djúpri hluta farvegarins við Græntorfu árið 2016 en hlutdeild hennar var undir 1% sem og hlutdeild *Macropelopia* sem einnig fannst þar og tilheyrir ætt ránmýs (Mynd 15).

Við Græntorfu varð töluverð skerðing á rennsli sumarið 2016 en þar viðhélst rennsli vegna vatns frá eldri lindarkerfum. Það vatn er kaldara en það sem kemur úr lindunum ofan til í farveginum. Ekki er að sjá að rennisskerðingin hafi haft afgerandi áhrif á botnlæga hryggleysingja þar og var þéttleiki þeirra til að mynda töluverður á grynri svæðum farvegarins árið 2016. Þessi munur sem fram kemur í þéttleika botnlægra hryggleysingja við Græntorfu árið 2016 skýrist væntanlega af meiri mosapekju þar sem grynna var, en á dýpri svæðum farvegarins var sandur mun meira áberandi á botni og mosapekjan minni. Gróður á steinum eykur það yfirborð sem botndýr geta nýtt sér sem búsvæði og þekkt er að mosi geti aukið mjög þéttleika margra dýrahópa á steinum (Stefán Már Stefánsson o.fl. 2006). Ekki er þó ólíklegt að þær breytingar sem urðu á rennslisháttum og hitastigi hafi haft einhver áhrif á samfélagsgerð og fæðuvef lífvera sem gæti endurspeglast í lítilli hlutdeild bitmýs þar árið 2016 og mun færri tegundum rykmýs þar ári seinna.

4.4 Fiskar

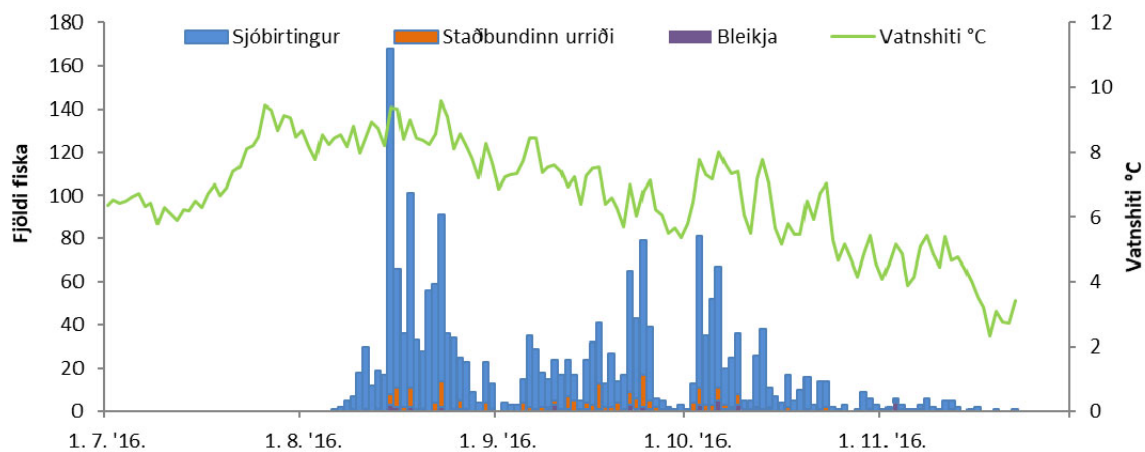
4.4.1 Fiskgöngur, teljaragögn

Árið 2016 gengu fyrstu sjóbirtingarnir upp í Grenlæk á leið úr sjó þann 6. ágúst. Til samanburðar gengu fyrstu sjóbirtingar upp 7. júlí árið áður. Mjög mikil fiskgengd var um miðjan ágúst 2016 en á sama tíma varð þónokkur aukning í rennsli árinna. Um helmingur sjóbirtinganna var genginn upp 6. september (Mynd 16). Árið áður var helmingur sjóbirtinga genginn upp 24. ágúst og að jafnaði 30. ágúst árin 1998 til 2014. Því má ætla að vatnsleysið hafi tafið fisk á göngu upp lækinn. Göngur sjóbirtings voru allnokkrar í október 2016 og var áberandi góð gengd í byrjun mánaðarins en þá hækkaði vatnshitinn sem örvaði göngurnar. Staðbundinn urriði var á ferðinni upp á svipuðum tíma og sjóbirtingurinn þó heldur seinna en helmingur göngunnar var genginn 13. september. Þær fáu bleikjur sem komu fram í teljaranum voru að jafnaði seinni upp en urriðinn en helmingur þeirra var genginn 23. september.

Tafla 3. Fjöldi sjóbirtinga, staðbundinna urriða og bleikju sem gengu um teljara í Grenlæk 2016. – Number of, sea trout, resident trout, and Arctic charr ascending (up) and descending (down) the counter in Grenlækur 2016.

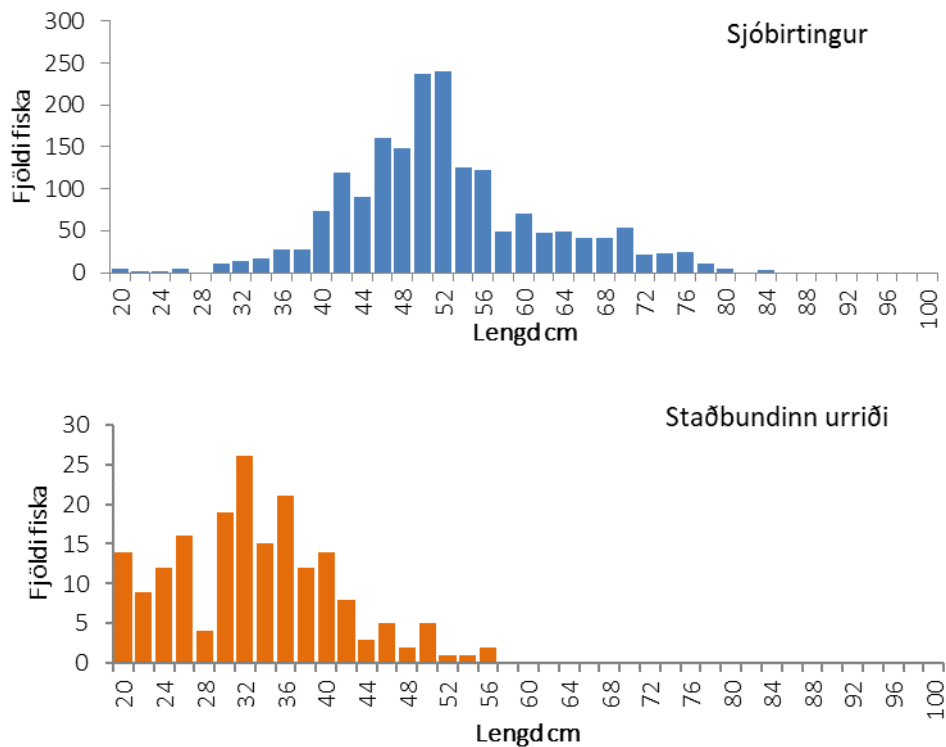
	Fjöldi fiska (number of fish)		
	Upp (Up)	Niður (Down)	Nettó upp (Up netto)
Sjóbirtingur (Sea trout)	2.207	169	2.038
Staðbundinn urriði (Resident trout)	297	59	239
Bleikja (Charr)	68	12	55
Samtals (Total)	2.572	240	2.332

Samkvæmt talningu ársins 2016 gengu 2.332 fiskar upp (að frádregnum þeim sem gengu niður) á tímabilinu 1. júlí til 23. nóvember. Af þessum fiskum voru 2.038 greindir sem sjóbirtingar, 239 staðbundnir urriðar og 55 bleikjur (tafla 3). Er þetta mesta gengd sjóbirtinga sem mælst hefur í Grenlæk. Aukningin var talsverð frá fyrra ári en þá gengu 844 sjóbirtingar upp og mun meiri gengd var en að jafnaði sex ár þar á undan (2010-2015), sem var 970 sjóbirtingar.

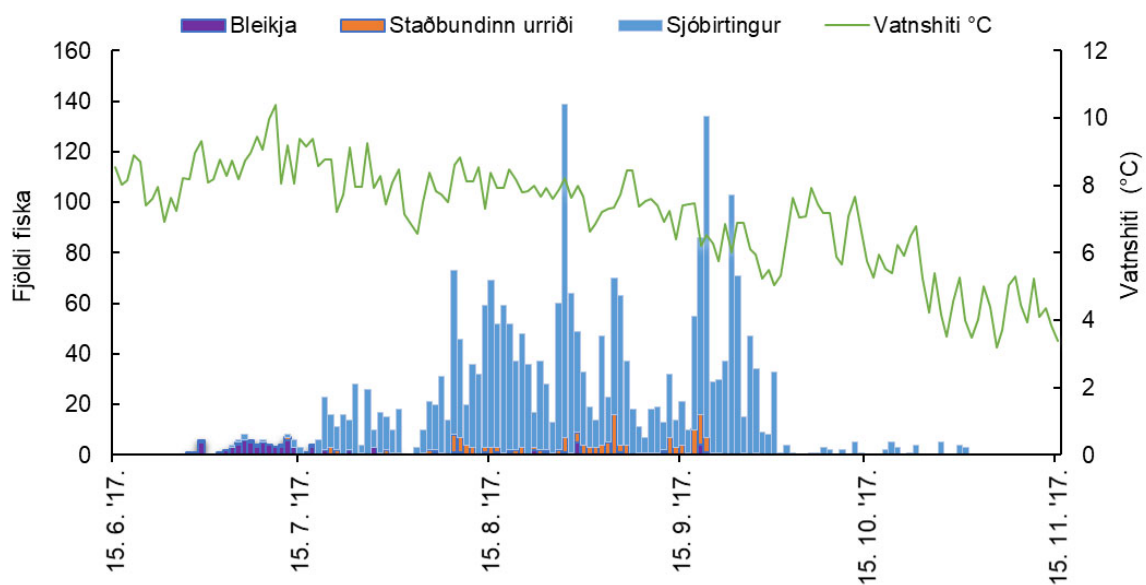


Mynd 16. Fjöldi sjóbirtinga, staðbundinna urriða og bleikja, sem gengu daglega upp teljara í Grenlæk árið 2016 ásamt meðalvatnshita hvers sólarhrings við teljara. Eingöngu fiskar sem greindir voru eftir myndum. – Number of fishes (left y-axes), sea trout (blue bars), resident trout (pink bars), and charr (violet bars), migrating upstream in Grenlækur in 2016 and average water temperature (green line, right y-axes).

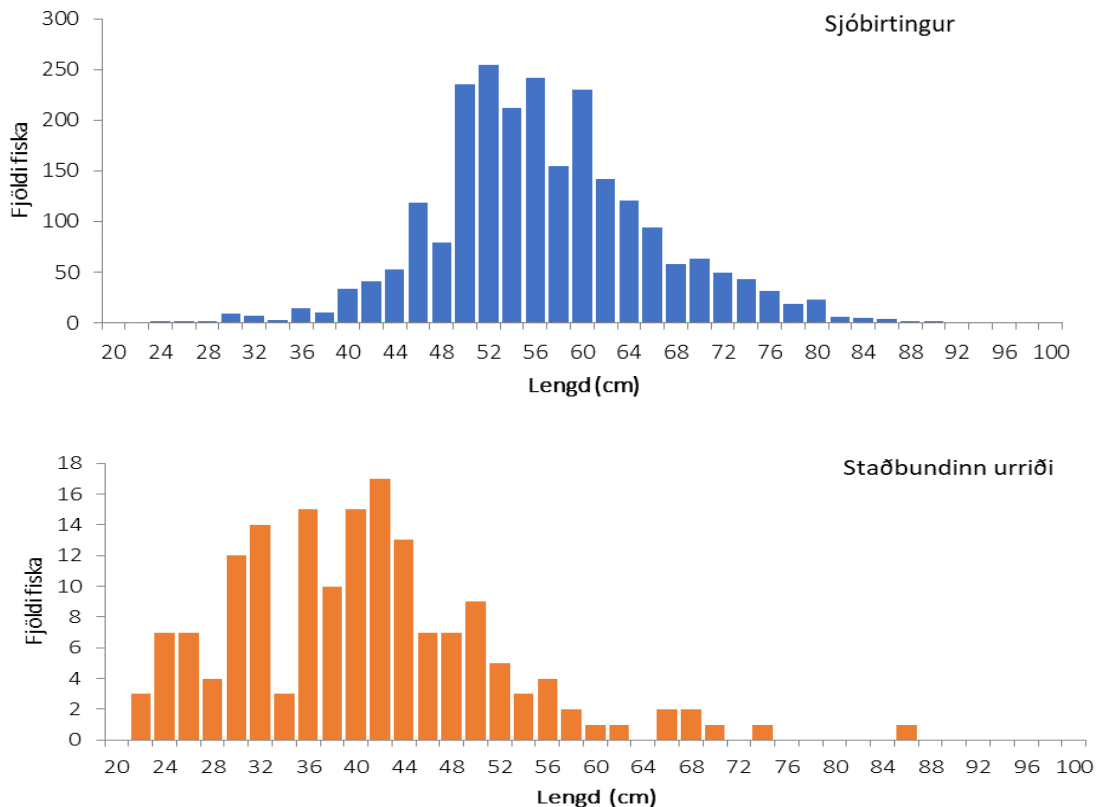
Nokkur aukning varð einnig á gengd staðbundinna urriða, en árið 2015 gengu 188 upp og var gengdin nálægt sex ára meðaltalinu (246). Nokkur aukning varð á bleikjugengd milli ára en 35 bleikjur gengu upp árið 2015. Mjög lítil gengd bleikju hefur verið síðustu ár eða að jafnaði 37 á ári á sex ára tímabili (2010-2015). Stór hluti sjóbirtinganna var af þeirri stærð að líklegt er að þeir hafi verið kynþroska og hafi hrygnt haustið 2016 (Mynd 17) en flestir sjóbirtingar í Grenlæk verða kynþroska þegar þeir hafa náð 50 cm lengd (Þórólfur Antonsson og Magnús Jóhannsson 2012). Eftir að rennsli varð eðlilegt í Grenlæk hefur trúlega megnið af sjóbirtingunum gengið á hrygningarstöðvar sem fóru á þurrt vorið 2016. Aukin gengd sjóbirtinga 2016 má líklega skýra með sterkum árgöngum og betri afkomu þeirra í sjó. Má gera ráð fyrir að stór hluti sjóbirtinganna hafi hrygnt á efri svæðum lækjarins haustið 2016 og lagt til mikið af hrognum til seiðanýliðunar vorið 2017.



Mynd 17. Lengdardreifing sjóbirtunga og staðbundinna urriða sem gengu upp teljarann 2016. – Length (cm) distribution of sea trout (above) and resident trout (below) migrating up Grenlækur in 2016.



Mynd 18. Fjöldi sjóbirtunga, staðbundinna urriða og bleikja, sem gengu daglega upp teljara í Grenlæk árið 2017 ásamt meðalvatnshita hvers sólarhrings við teljara. Eingöngu fiskar sem greindir voru eftir myndum. – Number of fishes (left y-axes), sea trout (blue bars), resident trout (pink bars), and charr (violet bars), migrating upstream in Grenlækur in 2017 and average water temperature (green line, right y-axes).



Mynd 19. Lengdardreifing sjóbirtinga og staðbundinna urriða sem gengu upp teljarann 2017. – *Length (cm) distribution of sea trout (above) and resident trout (below) migrating up Grenlækur in 2017.*

Árið 2017 gekk fyrsti sjóbirtingurinn upp 4. júlí. Til samanburðar gengu fyrstu sjóbirtingar upp í byrjun ágúst vatnspurrðar árið 2016. Fiskgengdin jókst smám saman en þó ekki að neinu marki fyrr en í annarri viku ágúst. Stærstu göngur sjóbirtinga komu í lok ágúst og var helmingur sjóbirtinga genginn 27. ágúst, einnig voru stórar göngur síðari hluta september (Mynd 18). Bleikjurnar voru fyrr á ferðinni en sjóbirtingurinn og voru flestar á göngu upp lækinn í júlí og helmingur þeirra var genginn upp 12. júlí.

Á tímabilinu 27. júní til 8. nóvember, gengu 2.783 fiskar upp teljara í Grenlæk (að frádregnum þeim sem gengu niður). Af þessum fiskum voru 2.514 metnir sem sjóbirtingar, 167 staðbundnir urriðar, 98 bleikjur og 5 laxar. Þá kom einn hnúðlax fram í teljaranum en hann gekk upp og aftur niður (tafla 4). Þetta eru lágmarkstölur því teljarinn var ekki virkur í u.þ.b. þrjá sólarhringa á umræddu tímabili. Þetta er nokkru meiri gengd sjóbirtinga og bleikja en árið 2016 en staðbundnu urriðunum fækkaði milli ára. Stærsti hluti sjóbirtinganna var af þeirri stærð að líklegt er að þeir hafi verið kynþroska og ætlað að hrygna haustið 2017 (sbr. Þórólfur Antonsson og Magnús Jóhannsson 2012), staðbundnu urriðarnir voru hinsvegar að jafnaði smærri en hluti þeirra kann samt að vera kynþroska (Mynd 19). Líkt og árið áður má trúlega skýra góða gengd sjóbirtinga með sterkum árgöngum og góðri afkomu sjóbirtinga í sjó.

Tafla 4. Fjöldi sjóbirtinga, staðbundinna urriða, bleikju og hnúðlaxa sem gengu um teljara í Grenlæk 2017. – *Number of, resident trout, sea trout, Arctic charr, Atlantic Salmon and Pink salmon ascending (up) and descending (down) the counter in Grenlækur 2017.*

	Fjöldi fiska (number of fish)		
	Upp (Up)	Niður (Down)	Nettó upp (Up nettó)
Sjóbirtingur (<i>Sea trout</i>)	2.746	233	2.513
Staðbundinn urriði (<i>Resident trout</i>)	198	31	167
Bleikja (<i>Charr</i>)	107	9	98
Lax (<i>Atlantic salmon</i>)	5	0	5
Hnúðlax (<i>Pink salmon</i>)	1	1	0
Samtals	3.057	274	2.783

Mjög lág vatnsstaða var í læknum í desember 2017 og fram í ársbyrjun 2018. Óvíst er um afdrif hrygningar sjóbirtinga á efri svæðum lækjarins, en trúlega var stór hluti þeirra þar sem vatnsstaðan var lág. Hrygning hefur sennilega verið að mestu afstaðin þegar vatnsstaðan var orðin mjög lág. Það er afar slæmt fyrir sjóbirtingsstofninn ef stór hluti hrygningarfiska hefur lent í vatnsþurrð, en sjóbirtingar hrygna á hverju hausti í mörg ár eftir að þeir verða kynþroska. Talningar með fiskteljara á komandi árum munu væntanlega leiða í ljós hvernig þessum fiskum reiddi af.

Tafla 5. Fjöldi sjóbirtinga, staðbundinna urriða, bleikja og laxa sem gengu upp teljara (að frádregnum þeim sem gengu niður) ásamt veiðihlutfalli sjóbirtings ofan teljara. – *Number of sea trout, resident trout, arctic charr and salmon migrating up (netto) fish counter in Grenlækur and proportion caught by anglers above counter.*

Ár (year)	Sjóbirtingar (sea trout)	Sjóbirtingar veiddir ofan teljara (sea trout caught above counter)	Veiðihlutfall (%) sjóbirtings (proportion of sea trout caught)	Staðbundnir urriðar (resident trout)	Bleikjur (Arctic charr)	Lax (salmon)	Samtals fiskar (total)
2010	964	216	22,4	541	32	4	1541
2011	833	200	24,0	384	17	0	1234
2012	1124	88	7,8	158	6	0	1033
2013	1354	160	11,8	147	66	0	1567
2014	699	157	22,5	56	64	0	819
2015	845	121	14,3	188	35	0	1068
2016	2038	85	4,2	239	55	0	2332
2017	2514	138	5,5	167	98	5	2784

4.4.2 Steinsugasár

Árið 2016 mátti greina sár eftir steinsugu á sex sjóbirtingum sem gengu upp, eða 0,3% og árið 2017 var hlutfallið svipað eða 0,4%. Þetta er mun lægra hlutfall en hefur greinst árin á undan, árið 2013 var það 5,4%, 2014 8,9% og 2015 2,1% (Magnús Jóhannsson o.fl. 2014 og óbirt gögn). Hér eru eingöngu greind sár á þeirri hlið fisksins sem snýr að myndavélinni og því má

ætla að raunveruleg tíðni sára sé hærri, kannski 2 sinnum hærri, engu að síður ættu niðurstöður að vera sambærilegar milli ára. Lægri tíðni steinsugasára bendir til þess að minna sé um sæsteinsugu á fæðuslóð urriðanna úti í sjó.

4.4.3 Veði hlutfall

Veði hlutfall á sjóbirtingi sem gengur upp fyrir teljara hefur verið reiknað út frá upplýsingum frá teljara og veiðiskráningu ofan teljara. Samkvæmt þessum gögnum hefur það á árunum 1998-2017 (árið 2009 undanskilið) verið að jafnaði 25%. Öll ár frá 2010 hefur veiði hlutfallið verið undir 24% (tafla 5). Árið 2016 var það reiknað 4,2% og 5,5% árið 2017. Lækkað veiði hlutfall kemur hér ekki síst til vegna minni ástundunar og aukins hlutar fiska af veiðinni sem sleppt er aftur eftir veiði, en árið 2016 var um 79% urriða sem veiddist á veiðisvæðum ofan teljara sleppt aftur og 52% árið 2017. Til viðbótar er veiði neðan teljara (vor og haust) en það veiði hlutfall er óþekkt.

4.4.4 Seiðarannsóknir

Árið 2016, dagana 14. og 15. september, var veitt með rafmagni í Grenlæk við Gloppu (st. 2), Moldarskurð (st. 12) og Græntorfu (st. 4) svo og í Landbrotsá (st. 24) og Jónskvísl (st. 7) (Mynd 1). Líkt og á fyrri árum fundust eingöngu urriðaseiði í Grenlæk og voru þau flest á fyrsta ári (tafla 6). Enginn fiskur veiddist við Gloppu þar sem algjör vatnsþurrð var fyrr um sumarið.

Urriðaseiði fundust í Moldarskurði (st. 12), en þar þraut vatn ekki alveg, en þéttleiki seiða var mun minni þar en á fyrri árum. Mest var að finna af urriðaseiðum við Græntorfu (st. 4) en þar var þó áberandi lágur þéttleiki á 1⁺ seiðum. Þéttleiki urriða á fyrsta ári (0⁺) í Grenlæk (meðaltal allra stöðva) var talsvert undir meðalþéttleika áranna 2000 til 2015. Þéttleiki eldri urriðaseiða var einnig undir meðalþéttleika (Mynd 22).

Í Landbrotsá var bleikja í meiri þéttleika en urriði og þar var þéttleiki urriða svipaður og árið 2015. Meira fannst nú af urriðaseiðum í Jónskvísl en 2015. Í báðum þessum lækjum lækkaði vatnsstaðan sumarið 2016 en þar varð ekki verulega lítið rennsli eins og í Grenlæk, enda eiga lækir þessir upptök sín úr eldri hraunum sem standa neðar en Grenlækur.

Tafla 6. Vísitala þéttleika seiða (fjöldi á 100 m² í einni yfirferð í rafveiði) eftir tegundum og aldri í Grenlæk 14. og 15. september 2016. – *Index of juvenile densities (fish pr. 100 m² in one electrofishing run) by species and age in Grenlækur in September 2016.*

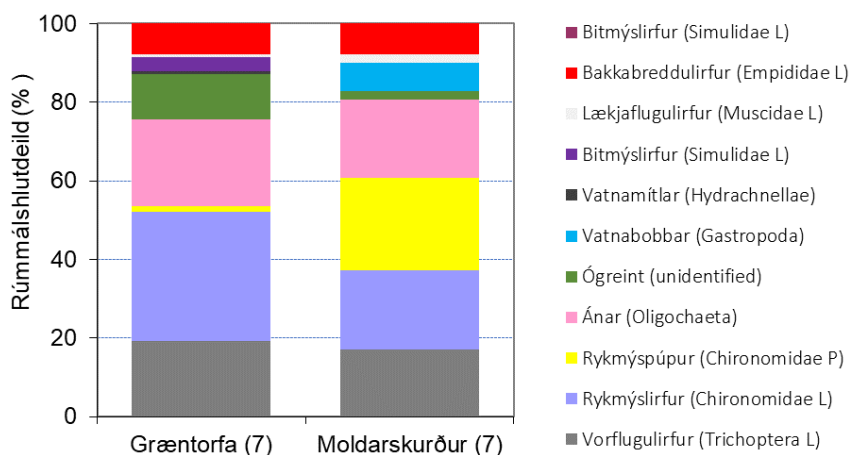
Vatnsfall – staður (stream – site)	Stöð nr.	Svæði m ² (area m ²)	Urriði (trout) 0 ⁺	Urriði 1 ⁺	Bleikja (charr) 0 ⁺	Bleikja 1 ⁺	Urriði samtals (trout total)
Grenlækur - Gloppa	2	120	0,0	0,0	0,0	0,0	0
Grenlækur - Moldarskurður	12	169	22,5	0,0	0,0	0,0	23
Grenlækur - Græntorfa	4	48	93,8	6,3	0,0	0,0	100
Landbrotsá	24	25	40,8	0,0	69,4	0,0	41
Jónskvísl	7	88	55,7	2,3	0,0	0,0	58
Meðaltal Grenlækur (st. 2, 12, 4)			38,8	2,1	0,0	0,0	41

Tafla 7. Meðallengd (cm $\pm$ staðalfrávik) og fjöldi (í sviga) urriða- og bleikjuseiði eftir aldri í Grenlæk 14. og 15. september 2016. – Average length (cm $\pm$ standard deviation) and number (in parantheses) by species and age in Grenlækur september 2016.

Vatnsfall (stream)	Stöð nr. (station nr.)	Urriði 0+ (trout 0+)	Urriði 1+ (trout 1+)	Bleikja 0+ (charr 0+)
Grenlækur	4	5,9 $\pm$ 0,6 (45)	10,3 $\pm$ 1,5 (3)	
Grenlækur	12	6,7 $\pm$ 0,8 (38)		
Jónskvísl	7	4,7 $\pm$ 0,6 (49)	12,3 $\pm$ 0,1 (2)	
Landbrotsá	24	4,2 $\pm$ 0,5 (10)		5,8 $\pm$ 0,6 (17)

Sé litið til meðallengda seiða eftir aldri sést að urriðaseiði á fyrsta ári voru að jafnaði stærst við Moldarskurð (st. 12) en smæst í Landbrotsá (st. 24) (tafla 7). Vatnshiti ræður trúlega miklu þar um en Landbrotsáin er mun kaldari en Grenlækur. Lágur seiðapéttleiki við Moldarskurð getur einnig hafa haft áhrif á möguleika seiða til vaxtar. Nánar er vikið að vexti seiða í kafla 4.8.2.

Í september 2016 var fæða skoðuð hjá 7 urriðaseiðum (5 voru 0+ og 2, 1+) við Græntorfu og 7 við Moldarskurð (öll 0+). Vorflugulirfur, rykmýslirfur og ánar voru í mestum mæli í fæðunni á báðum stöðvum (Mynd 20). Helsti munurinn var að rykmýspúpur höfðu mun meira vægi við Moldarskurð og þar fundust vatnabobbar en ekki við Græntorfu. Vægi ána er líklegast ofmetið vegna þess að þeir eru í einhverjum mæli teknir af seiðum þegar þeim var safnað við rafveiðar, en ánar spretta oft upp úr árbotninum við að fá straum frá rafveiðitækjunum. Fæða tveggja bleikjuseiða í Landbrotsá (st. 24) var nær eingöngu lifur rykmýs (90%).



Mynd 20. Rúmmálshlutdeild hvernar fæðugerðar hjá urriðaseiðum við Græntorfu (st.4, n=7) og Moldarskurð (st.12, n=7) í Grenlæk 15. september 2016. – Food items of trout juveniles in Grenlækur at Græntorfa (st.4, n=7) and Moldarskurður (st.12, n=7) as volume percent.

Eins og að framan greinir fundust engin seiði við Gloppu þar sem vatnspurrð varð vor og sumar 2016. Þar hefur oft fundist mikið af urriðaseiðum. Þar sem vatn minnkaði en þraut ekki alveg, var þéttleiki seiða mun minni en á fyrri árum. Þetta olli því að þéttleiki urriða í Grenlæk (meðaltal allra stöðva) var talsvert undir meðalþéttleika árána 2000 til 2015. Vatnspurrðin hefur því trúlega valdið því að stór hluti seiða hafi drepist. Hversu vel árgangi 2016 reiðir af ræðst m.a. af því hve lengi smádýralífrikið í læknum er að jafna sig eftir vatnspurrðina.

Árið 2017, dagana 6. og 7. september, var farið til seiðarannsóknna á vatnasvæði Grenlækjar. Veitt var í Grenlæk við Gloppu, Moldarskurð og Græntorfu svo og í Landbrotsá og Jónskvísl. Líkt og á fyrri árum fundust eingöngu urriðaseiði í Grenlæk og voru þau flest á fyrsta ári (tafla 8). Við Gloppu (st. 2), þar sem engin seiði fundust árið áður, voru urriðaseiði á fyrsta ári (0⁺) í miklum þéttleika. Eins árs seiði fundust hvergi í Grenlæk og eldri urriðaseiði fundust í mjög litlum mæli. Þetta sýnir að skarð var hoggið í seiðaárganga sem lentu í vatnspurrðinni en jafnframt góðan árangur hrygningar sjóbirtinga haustið 2016 enda var vatn þá komið á lækinn aftur og rennslið virðist hafa haldist á búsvæðum seiða á fyrsta vaxtarskeiði þeirra. Eins og fram hefur komið varð mikil gengd í lækinn af kynþroska sjóbirtingum árið 2016. Urriðaseiði fundust við Moldarskurð (st. 12), en þar þraut vatn ekki alveg sumarið 2016, og var þéttleiki seiða mun meiri þar 2017 en árið 2016. Aftur á móti var þéttleiki urriðaseiða við Græntorfu (st. 4) áberandi lágur 2017. Séu allar stöðvar í Grenlæk teknar saman (meðaltal stöðva) sést að þéttleiki urriða á fyrsta ári var yfir meðalþéttleika áranna 2000 til 2016. Munar þar mestu um háan þéttleika við Gloppu. Þéttleiki eldri urriðaseiða var hins vegar langt undir meðalþéttleika (Mynd 22).

Tafla 8. Þéttleiki seiða á hverja 100 m² veidda í einni yfirferð í rafveiði á vatnasvæði Grenlækjar 6. og 7. september 2017. Stöðvar 2, 12, og 4 eru í Grenlæk, talið ofan frá. Gloppa er á svæði sem fór á þurrt 2016. – *Index of juvenile densities (fish pr 100 m² in one electrofishing run) in Grenlækur in september 2017.*

Staður (station)	Stöð nr. (station nr.)	Svæði m ² (area m ²) /aldur (age)	Urriði (trout) 0 ⁺	Urriði 2 ⁺	Bleikja (charr) 0 ⁺	Bleikja 1 ⁺	Bleikja 2 ⁺	Urriði Samtals (trout total)
Gloppa	2	38	253	2,7	0,0	0,0	0,0	256
Moldarskurður	12	84	74	0,0	0,0	0,0	0,0	74
Græntorfa	4	70	41	1,4	0,0	0,0	0,0	43
Landbrotsá	24	32	64	0,0	48	0,0	3,2	63
Jónskvísl	7	46	100	0,0	0,0	0,0	0,0	100
Meðaltal (average) st. 2, 12, 4			123	1,4	0,0	0,0	0,0	124

Í Landbrotsá var urriði í meiri þéttleika en bleikja árið 2017 en því var öfugt farið árið áður. Þéttleiki jókst þar milli ára hjá urriða en dalaði hjá bleikju. Mun meira fannst nú af urriðaseiðum á athugunarstöðinni í Jónskvísl en 2016. Í báðum þessum lækjum lækkaði vatnsstaðan sumarið 2016 en þar varð ekki verulega lágt rennsli eins og í Grenlæk, enda eiga lækir þessir upptök sín úr grunnvatni ættuðu úr eldri og dýpri hraunlögum en grunnvatnið sem fæðir Grenlæk.

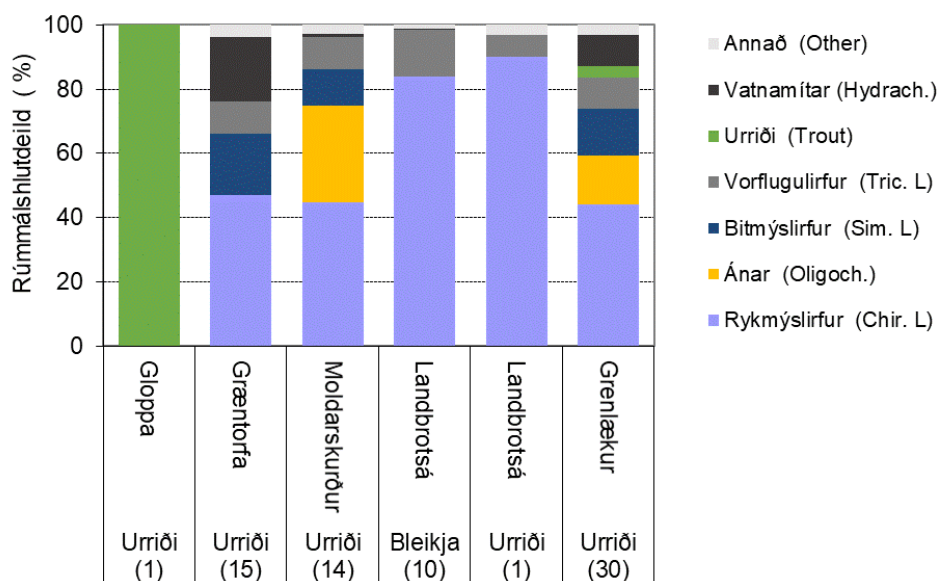
Tafla 9. Meðallengd (cm ± staðalfrávik) og fjöldi (í sviga) urriða- og bleikjuseiða eftir aldri á vatnasvæði Grenlækjar 6. og 7. september 2017. – *Average length (cm ± standard deviation) and number (in parantheses) of trout and charr by age in Grenlækur september 2017.*

Staður (station)	Stöð nr. (station nr.)	Bleikja (charr) 0 ⁺	Bleikja 1 ⁺	Bleikja 2 ⁺	Urriði (trout) 0 ⁺	Urriði 2 ⁺
------------------	------------------------	--------------------------------	------------------------	------------------------	-------------------------------	-----------------------

Gloppa	2				4,1 ± 0,7 (95)	15,3 (1)
Græntorfa	4				5,3 ± 0,1 (29)	12,3 (1)
Moldarskurður	12				4,4 ± 0,1 (62)	
Landbrotsá	24	5,3 ± 0,5 (15)		11,5 (1)	4,5 ± 0,3 (20)	
Landbrotsá	27	5,4 ± 0,5 (12)	10,6 (1)	12,4 (1)		
Jónskvísl	7				4,8 ± 0,5 (46)	

Árið 2017 voru urriðaseiði á fyrsta ári að jafnaði stærst við Græntorfu en smæst við Gloppu (tafla 9). Seiðin voru óvenju smá, einkum við Gloppu og Moldarskurð.

Fæða var skoðuð hjá 30 urriðaseiðum í Grenlæk og 10 bleikjuseiðum og einu urriðaseiði í Landbrotsá. Fæða var skoðuð í einu urriðaseiði (2⁺) í Grenlæk við Gloppu og var urriðaseiði eina fæðan. Í maga 15 urriðaseiða við Græntorfu (14 voru 0⁺ og eitt 1⁺), var aðallega að finna rykmýslirfur en einnig voru bitmýslirfur, vatnamítlar og vorflugulirfur áberandi í fæðunni. Aðalfæða 14 urriðaseiða við Moldarskurð (öll 0⁺) var lifur rykmýs en þar var einnig talsvert af ánum í fæðunni auk bitmýs- og vorflugulirfa. Sé urriði af öllum stöðvum tekinn saman í einn hóp sést að rykmýslirfur voru í mestum mæli í fæðunni (Mynd 21). Í fæðu 10 bleikjuseiða (0-2⁺) í Landbrotsá (st. 27) var nær eingöngu að finna rykmýslirfur, sama var að segja um magainnihald eins urriðaseiðis.



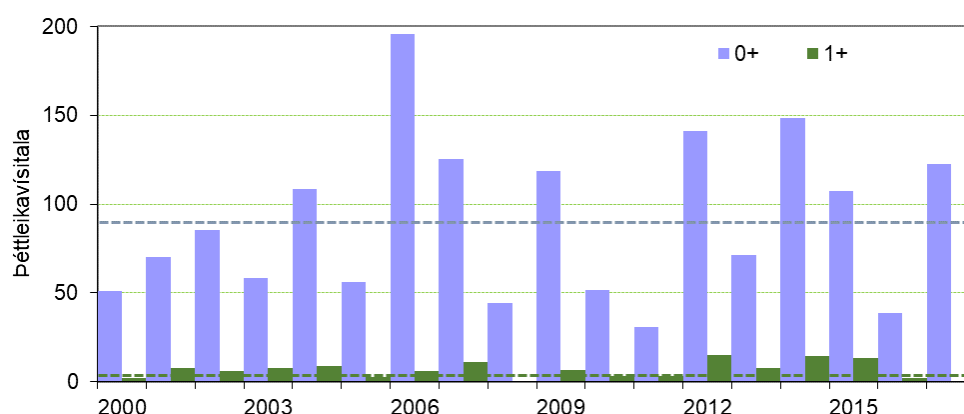
Mynd 21. Rúmmálshlutdeild hvernar fæðugerðar hjá urriðaseiðum við Gloppu (st. 2, n=1), Græntorfu (st.4, n=15) og Moldarskurð (st.12, n=14) og allra athugaðra urriðaseiða í Grenlæk (n=30), ásamt bleikju- (n=10) og urriðaseiða (n=1) í Landbrotsá (st.24,) 6. og 7. september 2017. – Food items of trout juveniles in Grenlækur at Gloppa (st.2, n=1), Græntorfa (st.4, n=15), Moldarskurður (st.12, n=14) and Grenlækur combined (n=30), and in trout (n=1) and charr (n=10) in Landbrotsá (st.27) as volume percent.

Samanburður milli áranna 2016 og 2017 sýnir að rykmýslirfur voru einnig í mestum mæli í fæðu urriðaseiða árið 2016 en vægi þeirra jókst sem og bitmýslirfa, en vægi vorflugna og ána minnkaði milli ára. Þetta er í nokkru samræmi við niðurstöður botndýrasýna. Hlutdeild rykmýs- og bitmýslirfa á botni Grenlækjar við Græntorfu hækkaði talsvert á milli áranna 2016

og 2017 en hlutdeild ána lækkaði milli ára (Mynd 14b). Við Gloppu jókst þéttleiki flest allra dýrahópa milli ára. Hins vegar minnkaði hlutdeild rykmýs þar en hlutdeild ána og bitmýs jókst.

4.4.5 Þróun þéttleika urriðaseiða

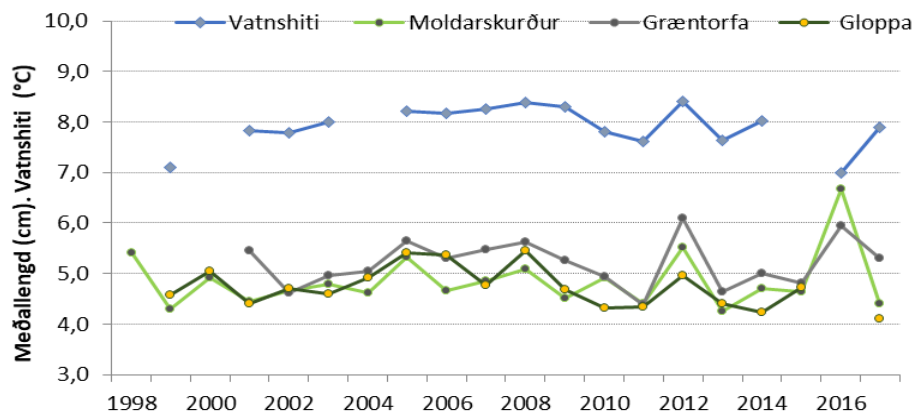
Samfelld gögn um seiðapétteleika eru til yfir Gloppu frá árinu 1998 og Moldarskurð og Græntorfu frá árinu 2000. Urriðaseiði hafa alltaf verið nær einráð á þessum rannsóknarstöðvum og flest þeirra hafa verið á fyrsta ári (0^+) en einnig hafa komið fram eins og tveggja ára seiði en í miklu minni þéttleika. Þónokkur breytileiki er í seiðapétteleika. Flest ár hefur þéttleiki 0^+ seiða legið á bilinu 50–150 seiði/100 m² (meðaltal 91,5 seiði/100 m²) (Mynd 22). Þéttleiki 0^+ seiða var undir langtíma meðaltali árin 2008, 2010, 2011 og 2013, en talsvert yfir því árin 2012, 2014 og 2015. Árið 2016 var þéttleikinn með því lægsta sem hefur mælst. Flest ár hefur vísitala þéttleika eins árs seiða verið á bilinu 3 til 15 seiði/100 m² (meðaltal 7,3 seiði/100 m²). Þéttleiki eins árs seiða var undir langtímameðaltali árin 2008 til 2011 og 2016.



Mynd 22. Vísitala þéttleika urriðaseiða eftir aldri í Grenlæk árin 2000 til 2017. Gildin eru meðaltal á öllum þremur athugunarstöðvum í Grenlæk. Láréttar línur tákna meðaltöl árganga. – *Index of juvenile densities by age in Grenlækur 2000 to 2016. Horizontal lines are averages.*

Margar ástæður kunna að liggja að baki breytileika í seiðavísitölu urriðaseiða. Hann kann að stafa af breytileika í fjölda hrygningarfiska eða vegna umhverfispáttá. Veiðitölur í Grenlæk benda til minni fiskgengdar (færri hrygningarfiska) eftir 2004. Aukinn seiðapétteleiki árin 2012 til 2015 kann að skýrast af auknum fjölda fiska sem hrygndi enda jókst veiði á þessum árum. Sterkar göngur komur fram í teljara árin 2012, 2013 og 2016. Öskufall frá Grímsvatnagosinu vorið 2011, kann að hafa haft áhrif á þrif seiða og fæðudýr þeirra og þar með dánartölu, sem leitt hafi til minni seiðapétteleika það ár enda sérlega lágur seiðapétteleiki það ár. Þá kann mjög lág vatnsstaða, sem varð í Grenlæk vorið 2010 (Veðurstofa Íslands 2011), að hafa haft neikvæð áhrif á seiðabúskapinn, sérlega á eins árs seiði. Komið hefur í ljós að sé meðalrennsli við rennismæli í Grenlæk (neðan þjóðveggar) í maímánuði undir 1,4 m³/sek hafa engin eins árs urriðaseiði fundist í rafveiðirannsóknnum að hausti við Gloppu sama ár (Magnús Jóhannsson o.fl. 2014). Lágt rennsli á þessum slóðum virðist hafa afgerandi áhrif á seiðabúskapinn, líklega vegna þess að búsvæði seiða skerðast vegna þess að þau fara á þurr.

Eins og fyrr segir þraut vatn í upptakalindum Grenlækjar alveg sumarið 1998 (Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson 1999) sem hafði talverð áhrif á seiðabúskap sem síðar kom fram í veiði í Grenlæk (Magnús Jóhannsson o.fl. 2005). Sú saga endurtók sig árið 2016. Rannsóknir í sjóbirtingsá á Bretlandseyjum á 30 ára tímabili sýna að lágrennsli vatnsfalla hafði afgerandi áhrif til lægri þéttleika 0^+ og 1^+ seiða sem síðar kom fram í minni gengd hrygningarfiska (Elliott o.fl. 1997). Áþekk áhrif af lágrí vatnsstöðu hafa komið fram hjá Kyrrahafslaxi (*O.kisutch*) (Ohlberger o.fl. 2018) og hjá Atlantshafslaxi (Jonsson og Jonsson 2017). Í báðum þessum rannsóknum olli lágrennsli að sumri auknum samdrætti í seiðaframleiðslu samanborið við lágrennsli að vetri.



Mynd 23. Meðallengd 0^+ urriðaseiða (cm) að hausti í Grenlæk við Moldarskurð (st. 12) og Græntorfu (st. 4) og Gloppu (st. 2) árin 1998-2017 ásamt meðalvatnshita í maí til ágúst í Grenlæk við fiskteljara. – Average length in autumn by years of 0^+ trout in Grenlækur at stations nr. 12 (Moldarskurður), nr. 4 (Græntorfa) and nr. 2 (Gloppa) and average water temperature in May to August in Grenlækur at fish counter.

4.4.6 Seiðavöxtur

Sé litið til meðallengdar urriðaseiða á fyrsta ári, sem gefur vísbendingu um vöxt seiða, í Grenlæk við Moldarskurð (st. 12), Græntorfu (st. 4) og Gloppu (st. 2), sést að hún er breytileg milli stöðva og ára (Mynd 23). Breyting á meðallengd fylgist nokkuð að á stöðvunum milli ára, sérstaklega á neðri stöðvunum tveimur, við Moldarskurð og við Græntorfu. Meðallengdirnar fylgja vatnshitanum nokkuð vel, seiðin eru að jafnaði lengri þau ár sem vatnshitinn í Grenlæk við teljara er hærri (Mynd 23). Bent hefur verið á að öskufall frá Grímsvötnum árið 2011 kunni að skýra slakan vöxt seiða á fyrsta ári í Grenlæk (Magnús Jóhannsson o.fl. 2014), og svipaðar niðurstöður koma fram á vatnasvæði Skaftár (Hafrannsóknastofnun óbirt gögn).

Árið 2016 var meðallengd seiða á fyrsta ári í Grenlæk óvenju há (einkum við Moldarskurð en engin seiði veiddust þá við Gloppu) þrátt fyrir að vatnshiti hafi mælst lágur við teljara. Á þessum tíma var lindarrennsli úr efra grunnvatnskerfi svæðisins, sem fæðir efri hluta Grenlækjar (Gloppa), lítið sem ekkert og hlutdeild dýpra og kaldara lindarvatns hefur því verið meira en ella á neðri hluta Grenlækjar. Trúlega endurspeglar mæling á vatnshita við teljara þó ekki vatnshita við Moldarskurð og Græntorfu þar sem talsvert af svölu lindarvatni bætist í lækinn neðan þeirra bæði neðan Moldarskurðar og úr Landbrotsá sem er neðan umræddra rannsóknarstöðva en ofan teljara. Því er möguleiki að hlýrra vatn en ella hafi stuðlað að betri

vexti á þessum stöðvum. Þéttleiki seiða var jafnframt lítill og samkeppni því minni sem trúlega hefur verið meðvirk til aukins vaxtarhraða.

4.5 Áhrif vatnspurrðar og veiðinýting

Vatnsrennsli þraut ofan til í Grenlæk sumarið 2016 og á neðri svæðum varð veruleg minnkun á rennsli (Magnús Jóhannsson 2016). Um 11 km af farvegi voru á þurru í um tvo mánuði. Sýnt er að vatnspurrðin sumarið 2016 hafði áhrif á viðkomu urriðaseiða á stórum svæðum sem kemur væntanlega niður á stofnstærð urriða á komandi árum. Auk þess skertist lífríki þörunga og smádýra, sem er fæða fisks. Tveir til þrír árgangar urriða hafa skerst verulega sem bitnar beint á stofnstærð og veiði. Sambærileg vatnspurrð varð árið 1998 og í kjölfar þess varð mesti samdrátturinn í veiði 3–6 árum síðar þegar árgangar sem urðu verst úti voru í veiðinni (Magnús Jóhannsson o.fl. 2005).

Eins og fram kemur hér að framan gekk talsvert af sjóbirtingi á hrygningarstöðvar haustið 2016, sem höfðu farið á þurrt fyrr um sumarið, og hefur að líkindum náð að hrygna þar. Sá hluti stofnsins hefur að líkindum verið að mestu genginn í sjó þegar vatnspurrðin varð. Þar var talsvert af urriðaseiðum á fyrsta ári árið 2017, en seiðamælingarnar benda til að eldri árgangar hafi mikið til drepist.

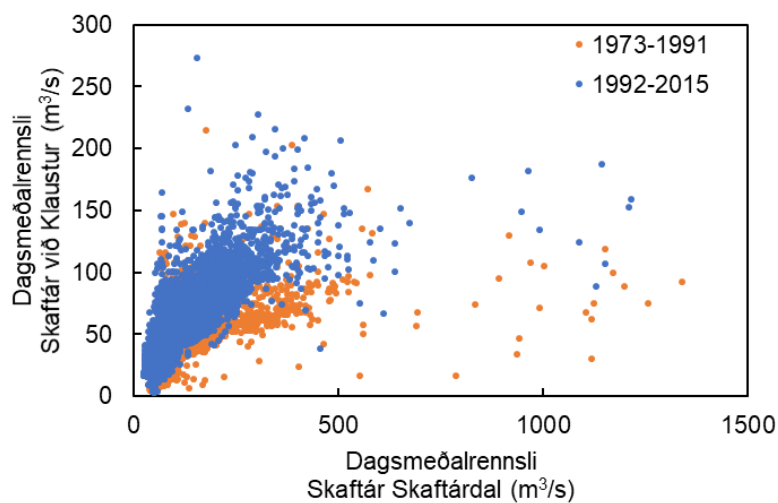
Við þær aðstæður sem nú eru á vatnasvæði Grenlækjar er vert að fara varlega í veiðinýtingu. Í anda varúðarreglu þarf veiði að miðast við að hún sé sjálfbær og ekki sé gengið á stofnstærðir né einstaka hluta stofna sem áhrif geta haft á viðkomu þeirra. Til að hlífa fiskstofnum fyrir veiði ætti að takmarka þann fjölda fiska sem má aflífa. Hófleg veiði á komandi árum ætti að stuðla að því að minnka þá lægð sem vænta má vegna vatnspurrðarinnar 2016. Bleikjustofninn virðist í mikilli lægð og afar brýnt að sýna þar ýtrustu varfærni. Forðast ætti veiði á bleikju og sleppa allri bleikju eftir veiði. Til þess að kvótasetning virki þarf virkt eftirlit. Við alla veiðiráðgjöf er afar brýnt að veiði sé vel skráð og að veiðiskýrslum sé skilað. Rétt er að benda á að veiðifélögum er skylt að gera nýtingaráætlun sem tekur til skipulags á allri veiðinýtingu á félagssvæðinu.

Tafla 10. Meðalrennsli í Skaftá við Skaftárdal og Kirkjubæjarklaustur fyrir og eftir gerð garðs við Brest. (gögn Veðurstofa Íslands 2016b). – *Average discharge in R. Skaftá at Skaftárdalur and Kirkjubæjarklaustur before and after construction of the embankment at Brestur.*

Mælistaður (nr)	Meðalrennsli (m^3/s)		Mismunur m^3/s	Hlutfallsleg breyting
	1973-1991	1992-2014		%
Skaftárdalur (070)	105	120	15	14
Klaustur (183)	36	55	19	53

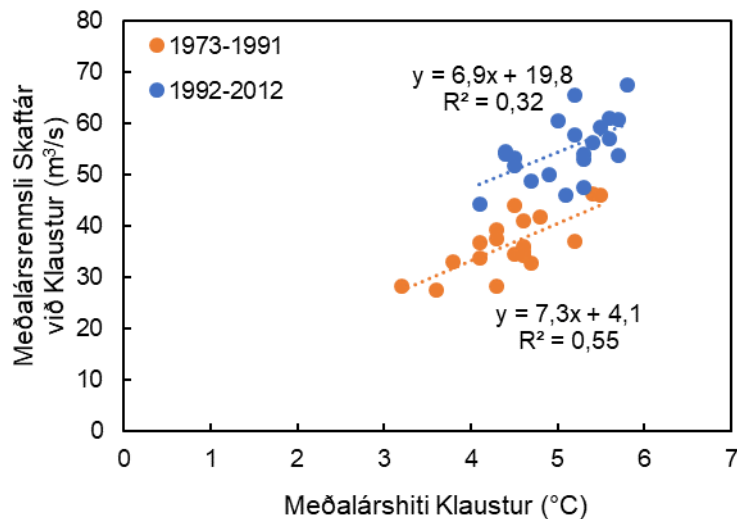
Samkvæmt rennislíkani Verkfræðistofunnar Vatnaskila (2005), eru Grenlækur og aðrir lindarlækir í Landbroti og Meðallandi að verulegu leyti undir áhrifum frá rennsli úr álum Skaftár niður í Eldhraunið, þ.e. Brests, Stapaáls og Skálaráls. Við háa vatnsstöðu í Skaftá eykst

rennsli lækjanna mjög við innstreymi Skaftárvatns í grunnvatnskerfið í hrauninu (Hilmar Björn Hróðmarsson 2010). Rennsli út á hraunið er stjórnað um svokallaðan Brest, en þar var byggður varnargarður árið 1992, sem virðist hafa haft mikil áhrif á rennsli Skaftár út á hraunið. Staðið hefur styr um rennslisstýringuna, þar sem rekast m.a. á hagsmunir veiðiréttarhafa, landgræðslu og vegagerðar. Greining Orkustofnunar sýnir að rennsli í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur jókst um allt að $15 \text{ m}^3/\text{s}$ eftir lokun Brests 1992 (Kristinn Einarsson o.fl. 1997). Tafla 10 sýnir meðalrennsli Skaftár við Skaftárdal og Kirkjubæjarklaustur á árunum 1973–1991 og 1992–2014, fyrir og eftir gerð varnargarðarins við Brest. Samanburður á þessum gögnum sýnir að meðalrennsli Skaftár á báðum mælistöðvunum var meiri eftir 1992 en það var áður. Aukningin er hins vegar hlutfallslega mun meiri við Kirkjubæjarklaustur en Skaftárdal. Rennslisaukning Skaftár við Kirkjubæjarklaustur eftir 1992, miðað við í Skaftárdal, sést einnig glögglega á mynd 24.



Mynd 24. Samband dagsmeðalrennslis Skaftár á mælistöðvum við Skaftárdal og við Kirkjubæjarklaustur fyrir og eftir gerð varnargarðsins við Brest (Veðurstofa Íslands, 2016b). Eftir að varnargarðurinn var gerður hefur rennsli Skaftár við Kirkjubæjarklaustur aukist miðað við rennsli í Skaftárdal. – *The relationship between the daily average discharge in Skaftá at Skaftárdalur and at Kirkjubæjarklaustur before and after the building of the enbankment at Brestur. The discharge of Skaftá at Kirkjubæjarklaustur is higher after the construction of the enbankment than before.*

Rennsli jökuláa á Íslandi jókst á milli þessara tveggja tímabila sökum hækkandi lofthita og aukinnar jökulbráðar. Loftslagsáhrif á rennsli Skaftár við Kirkjubæjarklaustur má sjá glögglega á mynd 25 (Veðurstofa Íslands 2016b; Veðurstofa Íslands 2018) sem sýnir meðalárshita á Kirkjubæjarklaustri á móti meðalársrennsli Skaftár við Kirkjubæjarklaustur. Aukinn lofthiti hefur áhrif til hækkunar á rennsli árinna sem eykst um $7 \text{ m}^3/\text{s}$ við hverja gráðu hækkun. Hins vegar var rennslið marktækt meira eftir gerð varnargarðsins við Brest en það var áður. Munurinn er $13\text{--}14 \text{ m}^3/\text{s}$ ef miðað er við meðalárshita $4\text{--}6 \text{ }^\circ\text{C}$, sem er sambærilegt og kemur fram í greiningu Orkustofnunar á rennsli Skaftár (Kristinn Einarsson o.fl. 1997).



Mynd 25. Samband meðalofthita árána 1973–2012 á Kirkjubæjarklaustri (Veðurstofa Íslands, 2018) og meðalársrennslis Skaftár við Kirkjubæjarklaustur (Veðurstofa Íslands 2016b) á sama tíma fyrir og eftir gerð varnargarðsins við Brest 1992. Rennslis eykst með auknum lofthita en eins og sést er rennslis eftir 1992 marktækt hærra en það var fyrir 1992 sem getur skýrst af minnkandi rennslis Skaftár út á hraunið eftir að varnargarðurinn var gerður. – *Correlation of average air temperature at Kirkjubæjarklaustur and average discharge of Skaftá at Kirkjubæjarklaustur prior to and post the construction of the embankment at Brestur. The temperature-discharge dependence is similar between the two periods but the discharge was systematically higher after the embankment construction.*

Líklegasta skýringin á hlutfallslega meiri rennslisaukningu í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur en við Skaftárdal er takmörkun á rennslis Skaftár út á Eldhraun í kjölfar þess að varnargarðurinn við Brest var gerður. Það vatn sem áður rann út á hraunið hefur þá borist áfram um farveg Skaftár og mælst sem rennslisaukning við Kirkjubæjarklaustur. Ekki er líklegt að rennslisbreytingin við Kirkjubæjarklaustur sé vegna breytilegs rennslis Skaftár til Ása-Eldvatns, þar sem rennslis þess hefur verið nokkuð stöðugt frá því mælingar hófust, um 60% af rennslis Skaftár við Skaftárdal (Veðurstofa Íslands 2016b).

Af rennslisgögnum úr Tungulæk, sem á upptök sín undan Eldhrauni á svipuðum slóðum og Grenlækur, má ráða að tímabil vatnspurrða hafi orðið tíðari á fyrstu 10 árunum eftir að lokað var fyrir Brest árið 1992. Eftir árið 2002 varð breyting á þeirri árstíðasveiflu rennslis sem verið hafði frá upphafi mælinga 1972 og rennslis varð mun óreglulegra. Hárennslitoppur hafa orðið tíðari og óreglulegri en þótt meðalrennslis hafi aukist eftir árið 2002 eru tímabil þurrka enn nokkuð tíð en óreglulegri en áður var (Snorri Zóphóníasson 2015, mynd 24). Þegar vatnsstaða í Skaftá er lág og takmarkanir eru á rennslis í Brest, er hætt við að upptakalindir Grenlækjar og Tungulækjar þverri, með þeim afleiðingum að stór uppeldissvæði seiða í lækjunum fara á þurrt, líkt og varð árið 1998 (Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson 1999) og 2016. Einnig hafa ítrekað komið ár þar sem lítið vatn er í farveginum sem komið hefur niður á lífríkinu. Niðurstöður rannsókna í Grenlæk hafa leitt í ljós að neikvætt samband er á milli meðalrennslis að vori í Grenlæk og þéttleika eins árs urriðaseiða sama ár í Grenlæk við Gloppu, sem er á svæði sem getur skerst eða farið á þurrt (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2011).

Það má ljóst vera að veruleg skerðing á rennsli Skaftárvatns til frjósamra lindarvatna í Landbroti og Meðallandi hefur neikvæðar afleiðingar á búsvæði fiska, hrygningar- og uppeldisstöðvar sem síðar koma fram í minni fiskgengd og veiðinytjum. Að sama skapi hefur skerðing rennslis neikvæð áhrif á aðrar vatnalífverur, s.s. þörunga og smádýr, sem er fæða fiska, einkum seiða. Verði vatnspurrðir, eða vatnslítil tímabil, tíðari kemur það verulega niður á fiskstofnum og öllu lífríki Grenlækjar og Tungulækjar ásamt votlendislífi sem þeim tengjast. Eftir hverja vatnsskerðingu getur það tekið fiskstofnana mörg ár að ná fyrri styrk og mun lengri tíma en lífverur á lægri þrepum s.s. þörunga og smádýr. Afar mikilvægt er að vel sé fylgst með rennsli lækjarins og þegar sýnt þykir að vatn sé að fara undir ákveðin viðmið þarf að bregðast við. Til þess að unnt sé að fylgjast með rennsli Grenlækjar er hér ítrekað mikilvægi þess að rennslismæling sé á hendi opinberra aðila. Frekari rannsóknir á þörungum, smádýrum, seiðabúskap, stofnstærða göngufiska, veiði og aldurssamsetningu fiska, ættu að varpa betra ljósi á hver áhrif vatnspurrðar vor og sumar 2016 hafði á fisk og annað lífríki Grenlækjar. Einnig um afkomu seiða eftir vatnspurrð, stofnstærðir, viðkomu, og veiðipól fiskstofnanna á vatnasvæði Grenlækjar sem byggja má á frekari ráðgjöf til sjálfbærrar nýtingar fiskstofna á vatnasvæði Grenlækjar.

5. Þakkir

Erlendur Björnsson bóndi á Seglbúðum hafði daglega umsjón með teljara og eru honum færðar bestu þakkir. Þakkir til Jóns S. Ólafssonar fyrir yfirlestur hluta skýrslunnar.

6. Heimildir

- Anderson, L.E. (1954). Hoyer's solution as a rapid permanent mounting medium for bryophytes. *The Bryologist* 57:242–243.
- Armstrong D. (2012). Drought and its consequences on river life. <http://www.earthtimes.org/climate/drought-consequences-river-life/2170/> (sótt 28.9. 2018).
- Bogan, M.T., Boersma, K.S. og Lytle, D.A. (2015). Resistance and resilience of invertebrate communities to seasonal and suprasedasonal drought in arid-land headwater streams. *Freshwater Biology*, 60: 2547–2558.
- Cranston, P.S. (1982). *A key to the larvae of the British Orthocladiinae (Chironomidae)*. Scientific publication No. 45. Freshwater Biological Association, Windermere Laboratory, Cumbria, England. 152 bls.
- Datry, T., Corti, R. og Philippe, M. (2012). Spatial and temporal aquatic-terrestrial transitions in the temporary Albarine River, France: responses of invertebrates to experimental rewetting. *Freshwater Biology*, 57: 716–727.
- Elliott, J.M., Hurley, M.A. og Elliott, J.A. (1997). Variable effects of droughts on the density of a sea-trout *Salmo trutta* population over 30 years. *Journal of Applied Ecology* 34: 1229–1238.
- Erla Björk Örnólfsdóttir, Benóný Jónsson, Magnús Jóhannsson og Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir. (2003). *Botndýra- og seiðarannsóknir í vatnakerfi Skaftár og Kúðafljóts sumarið 2002*. Veiðimálastofnun VMST-R/0303: 32 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Deirdre Clark, Carl-Magnus Mörth og Sigurður Reynir Gíslason. (2018). *Efnasamsetning Þingvallavatns 2007–2017*. Skýrsla Raunvísindastofnunar RH-11-2018. 47 bls.
- Fowler, R.T. (2004). The recovery of benthic invertebrate communities following dewatering in two braided rivers. *Hydrobiologia* 523: 17–28.
- Freysteinn Sigurðsson. (1997). *Lindir í Landbroti og Meðallandi. Uppruni lindarvatnsins*. Orkustofnun, Vatnamælingar, OS-97021: 126 bls.
- Hilmar Björn Hróðmarsson. (2010). *Flóð Íslenskra vatnsfalla*. Skýrsla VÍ 2010-001: 33 bls.
- Hrafnisdóttir, Th. (2005). *Diptera 2 (Chironomidae)*. The Zoology of Iceland III, 48b: 1–169.
- Jonsson, B. og Jonsson, N. (2017). Fecundity and water flow influence the dynamics of Atlantic salmon. *Ecology of Freshwater Fish*, 26(3): 497–502. <https://doi.org/10.1111/eff.12294>.
- Jón Ólafsson. (1979). *The chemistry of Lake Mývatn and River Laxá*. OIKOS 32, 82–112.
- Jón S. Ólafsson, Guðrún Lárusdóttir og Gísli Már Gíslason. (1998). *Botndýralíf í Elliðaárdum. Líffræðistofnun Háskólans*. Fjölrit 41, 51 bls.
- Kristinn Einarsson, Freysteinn Sigurðsson og Snorri Zóphóníasson. (1997). *Rennslíshættir vatns í Landbroti og Meðallandi. Helstu niðurstöður rannsókna 1993–96*. Orkustofnun greinargerð KE-FS-SZ-97-03: 14 bls.
- Lorenzen, C.J. (1967). Determination of chlorophyll in pheopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12, 343–346.
- Mackay, R.J. (1992). Colonization by lotic macroinvertebrates: a review of processes and patterns. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 617–628.
- Magnús Jóhannsson. (2016). *Vatnspurrð í lækjum í Landbroti. Vettvangsferð í Skaftárhrepp 25. maí 2016*. Minnisblað Veiðimálastofnunar, 10 bls.
- Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson. (2011). *Fiskgöngur og seiðarannsóknir í Grenlæk árin 2009 og 2010*. Veiðimálastofnun VMST/11045: 13 bls.
- Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson og Ingi Rúnar Jónsson. (2014). *Fiskgöngur og seiðarannsóknir í Grenlæk árin 2011 til 2013*. Veiðimálastofnun VMST/14042: 26 bls.
- Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson. (1999). *Könnun á seiðaástandi í Grenlæk og Tungulæk vegna vatnspurrðar árið 1998*. Veiðimálastofnun VMST-S/99002X: 16 bls.
- Magnús Jóhannsson, Guðni Guðbergsson og Benóný Jónsson. (2005). *Seiðarannsóknir og veiði í Grenlæk í Landbroti í kjölfar vatnspurrðar árið 1998*. Veiðimálastofnun, VMST-S/05004X: 20 bls.
- Maria Kahlert. (2012). Þávxálgæsamhæltet í arktisk-alpina vattendrag. En förstu undersökning: startpunkt att upptäcka biologiska förändringar som följt av den globala uppvärmingen. *Institutionen för vatten och miljö, SLU, Uppsala. Rapport 2012*: 11. 28 bls.
- Náttúrufræðistofnun Íslands. (2018). Tillögur Náttúrufræðistofnunar Íslands um skráningu svæða í B-hluta náttúruinjasrárá. <http://www.ni.is/node/21636> (sótt 5.10.2018).

- Ohlberger, J., Buehrens, T.W., Brenkman, S.J., Crain P. og Quinn T.P. (2018). Effects of past and projected river discharge variability on freshwater production in an anadromous fish. *Freshwater Biology*, 63: 331–340.
- Orkustofnun Vatnamælingar. (2005). *Gagnabanki vatnamælinga*, afgreiðsla nr. 2005/16.
- Ragnheiður Jónsdóttir og Sigurður Jóhannesson. (2008). „*Verðmæti veiða í Skaftárhreppi*“, óbirt handrit (Hagfræðideild Háskóla Íslands).
- Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Benóný Jónsson og Magnús Jóhannsson. (2012). *Vatnalífsrannsóknir vegna Búlandsvirkjunar 2012*. Veiðimálastofnun, VMST/12039; SO–2012–05. 56 bls.
- Sagar, P.M. (1983). Invertebrate recolonization of previously dry channels in the Rakaia River. *New Zealand Journal Marine and Freshwater Research* 17: 377–386.
- Schmid, P.E. (1993). A key to the larval Chironomidae and their instars from Austrian Danube region, streams and rivers with particular reference to a numerical taxonomic approach. Part I, Diamesinae, Prodiamesinae and Orthocladiinae. *Wasser und Abwasser*, suppl. 3/93. Federal Institute for water quality in Wien – Kaisermühlen. 514 bls.
- Snorri Zóphóníasson. (2015). *Vatnafar í Eldhrauni. Náttúrulegar breytingar og áhrif á veitumannvirki*. Veiðurstofa Íslands VÍ 2015-003: 40 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason, Björn Þór Guðmundsson og Eydís Salome Eiríksdóttir. (1998). *Efnasamsetning Elliðánna 1997–1998*. Raunvísindastofnun Háskólans, RH-19-98, 100 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Luiz Gabriel Quinn Camargo, Eydís Salome Eiríksdóttir, Jórunn Harðardóttir og Svava Björk Þorlákssdóttir. (2007). *Efnasamsetning og rennsli straumvatna á slóðum Skaftár 2002 til 2006*. RH-13-2007. 65 bls.
- Stefán Már Stefánsson, Jón S. Ólafsson, Hákon Aðalsteinsson og Gísli Már Gíslason. (2006). The structure of chironomid and simuliid communities on direct run-off rivers in Tertiary basalt bedrock in Iceland. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 29: 2015–2020.
- Stumm, W. og Morgan, J. (1996). *Aquatic Chemistry. Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters*, 3rd ed. John Wiley & sons, New York, 1022 bls.
- Veðurstofa Íslands. (2011). Gagnabanki Veðurstofu Íslands, afgreiðsla nr. 2011-03-07/11.
- Veðurstofa Íslands. (2016a). Gagnabanki Veðurstofu Íslands, afgreiðsla nr. 2016-05-24/01.
- Veðurstofa Íslands. (2016b). Gagnabanki Veðurstofu Íslands, afgreiðsla nr. 2016-07-11/01.
- Veðurstofa Íslands. (2018). Meðalárshiti við Kirkjubæjarklaustur. Sótt 29/10/2018.
https://www.vedur.is/Medaltalstoflur-txt/Stod_772_Kirkjubajarklaustur.ArsMedal.txt
- Verkfræðistofan Vatnaskil. (2005). *Skaftá, Hverfisfljót. Rennislíkan*. Landsvirkjun LV-2005/051: 121 bls.
- Wallace, J.B. (1990). Recovery of lotic macroinvertebrate communities from disturbance. *Environmental Management*. 14: 605–620.
- Wiederholm, T. (ritstj.) (1983). Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1 Larvae. *Ent. Scand. Suppl.* 19: 1–457.
- Williams, D.D. og Hynes, H.B.N. (1976). The recolonization mechanisms of stream benthos. *Oikos* 27: 265–272.
- Wintermans, J.F.G.M. og A. De Mots. (1965). Spectrophotometric characteristic of chlorophylls a and b and their pheophytins in ethanol. *Biochimica et Biophysica Acta* 109, 448–453.
- Wood, P.J., Boulton, A.J., Little, S. og Stubbington, R. (2010). Is the hyporheic zone a refugium for aquatic macroinvertebrates during severe low flow conditions? *Fundamental and Applied Limnology*, 176 (4), 377–390.
- Þórólfur Antonsson og Magnús Jóhannsson. (2012). *Life history traits of sea trout in two Icelandic rivers*. Icelandic Agricultural Sciences. 25: 67-78.

Viðaukar

Viðauki 1. Þéttleiki (fjöldi/m²) mismunandi botndýrategunda/hópa í Grenlæk 13. september 2016. Sýnd eru meðaltöl og staðalfrávik meðaltala af sex steinum (N=6) á tveimur sýnatökustöðvum við Gloppu (stöð 2) og Græntorfu (stöð 4). Við Græntorfu var sýnum safnað bæði á grynri og á dýpri hluta farvegans. — *Average density (number of animals per m²) of benthic invertebrates, standard deviation and number of samples (N) at two sampling sites (Gloppa and Græntorfa) in river Grenlækur 13 September 2016. At Græntorfa samples were collected at two depths, shallow (grunnt) and deep (djúpt).*

Botndýrahópar	Gloppa		Græntorfa (grunnt)		Græntorfa (djúpt)	
	N=6		N=6		N=6	
	Meðaltal	Staðalfrávik	Meðaltal	Staðalfrávik	Meðaltal	Staðalfrávik
Armla (Hydra)	0	0	90	196	60	75
Ánar (Oligochaeta)	1.410	764	69.672	64.611	5.935	3.960
Sniglar (Limnea)	0	0	203	239	26	62
Árfætlur (Copepoda)	0	0	0	0	0	0
Aungdili (Cyclops)	74	119	1.361	1.136	298	118
Ormdili (Canthocamptidae)	15	37	22.427	23.250	850	1.119
Lirfur árfætlina (Nauplius)	0	0	9	21	17	26
Skelkrebbi (Ostracoda)	28	68	723	953	213	225
Vatnaflær (Cladocera)	0	0	0	0	0	0
Hjálmfló (Acroporus harpae)	15	37	147	195	43	60
Mánafló (Alona sp.)	0	0	375	569	119	170
Mánafló (Alona affinis)	521	314	162	251	153	102
Mánafló (Alona quadrangularis)	100	70	0	0	0	0
Kúlufló (Chydorus sp.)	1.706	908	5.389	2.429	2.117	1.297
Broddfló (Macrothrix hirsuticornis)	12	30	98	195	68	42
Hakafló (Simocephalus sp.)	51	66	90	196	43	50
Vatnamítlar (Hydrachnellae)	157	49	1.714	1.689	315	334
Steinflugugyðlur (Plecoptera)	0	0	9	21	0	0
Vorflugulirfur (Trichoptera)	0	0	9	21	0	0
Apatania zonella L	40	72	0	0	51	56
Bitmýslirfur (Simuliidae L)	234	223	2.151	1.834	264	312
Bitmýspúpur (Simuliidae P)	0	0	0	0	0	0
Rykmýslirfur (Chironomidae)	36	88	0	0	0	0
Marcopelopia	0	0	0	0	189	462
Diamesa bohemani / zernyi gr.	1.629	537	0	0	70	171
Orthocladinae	1.059	951	5.793	5.984	2.038	2.744
Cheatocladius	0	0	1.839	2.053	0	0
Corynoneura	213	244	201	493	189	462
Cricotopus	0	0	0	0	42	102
Cricotopus (I.) sylvestris	163	253	655	1.605	0	0
Eukiefferiella claripennis	453	296	816	1.489	0	0
Eukiefferiella minor	9.495	4.536	87.285	45.450	16.218	14.772
Orthocladus (O.) frigidus	104	173	0	0	90	140
Thienemanniella	385	360	0	0	0	0
Tanytarsini	761	699	4.544	6.839	48	118
Micropsectra	1.178	883	25.131	15.682	1.435	915
Paracladopelma	0	0	0	0	539	887
Rykmýspúpur (Chironomidae P)	585	211	813	423	247	225
Dicranota sp. L	0	0	561	594	51	65
Bakkabreddulirfur (Empididae L)	12	30	1.137	565	434	446
Bakkabreddupúpa (Empididae P)	0	0	162	251	9	21
Lirfur af húsflugætt (Muscidae L)	0	0	81	199	0	0
Limonidae L	0	0	0	0	0	0
Bessadýr (Tardigrada)	114	133	12.544	6.999	876	1.347
Samtals	20.551	5.047	246.191	144.951	33.044	24.218

Viðauki 2. Þéttleiki (fjöldi/m²) mismunandi botndýrategunda/hópa í Grenlæk 6.-7. september 2017. Sýnd eru meðaltöl og staðalfrávik meðaltala af sex steinum (N=6) á tveimur sýnatökustöðvum við Gloppu (stöð 2) og Græntorfu (stöð 4). – *Average density (number of animals per m²) of benthic invertebrates, standard deviation and number of samples (N) at two sampling sites (Gloppa and Græntorfa) in river Grenlækur 6 and 7 September 2017.*

Botndýrahópar	Gloppa		Græntorfa	
	N=6		N=6	
	Meðaltal	Staðalfrávik	Meðaltal	Staðalfrávik
Armla (Hydra)	41	101	0	0
Ánar (Oligochaeta)	43.054	57.490	2.939	3.217
Sniglar (Limnea)	53	130	0	0
Árfætlur (Copepoda)	0	0	1.636	1.454
Aungdili (Cyclops)	94	147	0	0
Ormdili (Canthocamptidae)	24.018	41.619	0	0
Lirfur árfætlna (Nauplius)	0	0	0	0
Skelkrebbs (Ostracoda)	293	443	0	0
Vatnaflær (Cladocera)	0	0	162	271
Hjálmfló (<i>Acroperus harpae</i>)	14	34	0	0
Mánafló (<i>Alona</i> sp.)	1.206	1.667	0	0
Mánafló (<i>Alona affinis</i>)	0	0	0	0
Mánafló (<i>Alona quadrangularis</i>)	0	0	0	0
Kúlufló (<i>Chydorus</i> sp.)	1.405	1.912	0	0
Broddfló (<i>Macrothrix hirsuticornis</i>)	53	130	0	0
Hakafló (<i>Simocephalus</i> sp.)	0	0	0	0
Vatnamítlar (Hydrachnellae)	1.384	1.921	1.384	1.174
Steinflugugyðlur (Plecoptera)	0	0	0	0
Vorflugulirfur (Trichoptera)	174	426	108	196
<i>Apatania zonella</i> L	94	147	0	0
Bitmýslirfur (Simuliidae L)	20.145	24.682	2.904	2.509
Bitmýspúpur (Simuliidae P)	62	104	0	0
Rykmýslirfur (Chironomidae)	0	0	0	0
<i>Marcopelopia</i>	0	0	0	0
<i>Diamesa bohemani</i> / <i>zernyi</i> gr.	0	0	0	0
Orthoclaadiinae	866	1.154	462	827
<i>Cheatocladius</i>	0	0	0	0
<i>Corynoneura</i>	0	0	0	0
<i>Cricotopus</i>	0	0	0	0
<i>Cricotopus</i> (I.) <i>sylvestris</i>	0	0	0	0
<i>Eukiefferiella claripennis</i>	1.199	1.491	1.232	1.598
<i>Eukiefferiella minor</i>	50.447	35.924	64.062	40.232
<i>Orthocladus</i> (O.) <i>frigidus</i>	0	0	110	269
<i>Thienemanniella</i>	70	172	0	0
Tanytarsini	855	1.535	601	1.062
<i>Micropsectra</i>	2.244	3.517	3.020	3.655
<i>Paracladopelma</i>	0	0	0	0
Rykmýspúpur (Chironomidae P)	137	152	114	136
Dicranota sp. L	0	0	0	0
Bakkabreddulirfur (Empididae L)	187	420	187	163
Bakkabreddupúpa (Empididae P)	24	58	0	0
Lirfur af húsflugætt (Muscidae L)	174	426	108	196
Limonidae L	0	0	27	66
Bessadýr (Tardigrada)	1.612	2.368	0	0
Samtals	149.905	144.355	79.055	48.922



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna