

HV 2021-36
ISSN 2298-9137



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Vatnalífsrannsóknir í Úlfljótsvatni 2020

Benóný Jónsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir, Iris Hansen,
Magnús Jóhannsson og Jón S. Ólafsson

HAFNARFJÖRÐUR - JÚNÍ 2021

Vatnalífsrannsóknir í Úlfjótsvatni 2020

Benóný Jónsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir,
Iris Hansen, Magnús Jóhannsson og Jón S. Ólafsson

Skýrslan er unnin fyrir Landsvirkjun

Upplýsingablað

Titill: Vatnalífrannsóknir í Úlfljótsvatni 2020		
Höfundur: Benóný Jónsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir, Iris Hansen, Magnús Jóhannsson og Jón S. Ólafsson		
Skýrsla nr: HV 2021–36 / LV-2021–033	Verkefnisstjóri: Benóný Jónsson	Verknúmer: 14267
ISSN 2298-9137	Fjöldi síðna: 45	Útgáfudagur: 29. júní 2021
Unnið fyrir: Landsvirkjun	Dreifing: Opin	Yfirfarið af: Eydís Salome Eiríksdóttir og Magnús Jóhannsson
<p>Ágrip</p> <p>Greint er frá niðurstöðum rannsókna á lífríki Úlfljótsvatns sem fram fóru á tímabilinu 2. til 23. september 2020. Rannsóknin beindist að mælingu á lífmassa þörungna (blaðgrænu <i>a</i>), svíflægum krabbadýrum, botnlægum hryggleysingjum og fiskum. Leiðni í Úlfljótsvatni, neðan við Steingrímsstöð, var mjög svipuð og mældist í útfalli Þingvallavatns í september 2020. Sýrustig (pH) mældist hins vegar nokkuð hærra í fjörubelti Úlfljótsvatns en í útfalli Þingvallavatns, líklega vegna frumframleiðslu þörungna. Styrkur næringarefna var að jafnaði lágur í útfalli Þingvallavatns en basavirkni (alkalinity) nokkuð stöðug yfir árið (2020).</p> <p>Í Úlfljótsvatni mældist meðalstyrkur blaðgrænu <i>a</i> í vatnsbol 1,1 µg/l og 1,2 µg/l en í fjörubeltinu var töluverð þekja þörungna og var blaðgræna þar að meðaltali 16,6 µg/cm² og 24,7 µg/cm². Hlutfall þörungahópa sýndi að kísilþörungur voru megin uppistaðan í þörungapekjunni með 75,1% og 63,2% hlutdeild. Þar var ríkjandi stór kísilþörungur sem líklega tilheyrir tegundinni <i>Gomphoneis minuta</i>. Engir grænþörungur mældust í fjörubeltinu og tilheyrðu aðrir þörungur blábakteríum.</p> <p>Alls fundust samtals níu tegundir eða hópar krabbadýra í vatnsbol Úlfljótsvatns og var þéttleiki þeirra mjög svipaður á báðum stöðum 1,4 dýr/l að meðaltali og 1,5 dýr/l. Í botnseti (mjúkbotni) var meðalþéttleiki hryggleysingja 16.678 dýr/m². Þar fundust 24 tegundir/hópar hryggleysingja og voru vatnaflær algengasti hópurinn. Á steinum í fjörubelti var meðalþéttleiki hryggleysingja tæplega tvöfalt meiri (101.480 dýr/m²) við innrennsli vatnsins, neðan við Steingrímsstöð, en sunnar í vatninu (59.541 dýr/m²). Samtals fundust 32</p>		

tegundir/hópar hryggleysingja og voru algengustu hóparnir rykmýslirfur, vatnaflær og örmlur.

Rafveiði í Úlfjótstvatni og í Fossá gaf bleikju- og urriðaseiði á aldrinum 0⁺ - 2⁺. Þéttleikinn var fremur lágur í vatninu sjálfu en hærri þar sem veitt var í Fossá neðan Grafningsvegur en engin seiði fundust í Fossá ofan Grafningsvegur. Fiskur var veiddur í rannsóknarnet og öfluðust 13,3 bleikjur í lögn og 1,9 urriðar í lögn, sem er mun minni bleikjuveiði en meiri urriðaveiði en var á árunum 1992–2000. Algengasta bleikjuafbrigði sem veiddist var *bleikja* eins og jafnan var við fyrri rannsóknir. Ekkert bendir til þess að hlutföll afbrigða hafi breyst mikið frá fyrri rannsóknum. Vöxtur bleikjuafbrigðanna *bleikju* og *djúpbleikju* er mun meiri nú en var við fyrri rannsóknir en vöxtur *murtu* er svipaður. Ekki greindust neinar *gjámurtur* í aflanum. Algengasta fæðugerð allra bleikjuafbrigða var vatnabobbi en hornsili hjá urriða.

Abstract

*This report gives results of study on the ecosystem of Lake Úlfjótstvatn (South Iceland) that took place in September 2020. The study focused on biomass of algae (Chlorophyll a), zooplankton, benthic invertebrates, and fish. The conductivity in L. Úlfjótstvatn, below Steingrímsstöð hydropower plant, was very similar to that measured in the outflow of Lake Þingvallavatn in September 2020. However, the pH level was somewhat higher at the shoreline of L. Úlfjótstvatn than at the outlet of L. Þingvallavatn, probably due to primary production of algae. The concentration of nutrients was generally low in the outflow of L. Þingvallavatn, but the alkalinity was stable throughout the year. In L. Úlfjótstvatn the average concentration of chlorophyll a was lower in the water column than in the littoral zone, where the density of algae was high. Diatoms were dominant in the algal group within the littoral zone with a predominant large diatom that probably belongs to *Gomphoneis minuta*. No green algae were detected in the littoral zone but only cyanobacteria. A total of nine species/groups of crustaceans were found in the zooplankton and the density was similar for both sites (1.4–1.5 animals/l). The average density of benthic invertebrates within the profundal area was 16,678 animals/m². There were 24 species/groups found where cladocerans were the most common invertebrate group. In the littoral zone the average density of invertebrates was almost twice as high (101,480 animals/m²) at the lake inflow, below the Steingrímsstöð hydropower plant than in the southern part of the lake (59,541 animals/m²). A total of 32 species/groups of invertebrates were found in the littoral zone with chironomid larvae, cladocerans and hydras the most common littoral invertebrates.*

Arctic charr and brown trout were caught by electro fishing in L. Úlfjótstvatn and in the River Fossá, mainly juveniles aged 0⁺ - 2⁺. The density was rather low in the lake itself but higher in R. Fossá below Grafningsvegur road. No juveniles were found in R. Fossá upstream from Grafningsvegur road.

Fish were caught in gill nets with standard mesh sizes and the CPUE was 13.3 arctic charr per net and 1.9 brown trout per net, which is a much lower catch of charr and greater catch of brown trout than in the years 1992–2000. The most abundant charr morph was large benthivorous charr (LB charr) as in previous studies. There is no evidence that the

proportions of morphs have changed much from previous studies. The growth of the charr morphs LB charr and piscivorous charr (PI charr) is greater now than in previous studies, but the growth of planktivorous charr (PL charr) is similar. The fourth morph, the small benthivorous charr (SB charr), was not detected in the study. The most abundant food particle of all charr morphs was the freshwater snail, Radix peregra but for brown trout it was three spined sticklebacks.

Lykilorð: Úlfjótuvatn, Fossá, virkjanalón, efnasamsetning ferskvatns, eðlisþættir, þörungar, svif, hryggleysingar, urriði, bleikja, murta, djúpbleikja, rannsóknaveiði, seiðarannsóknir

Undirskrift verkefnisstjóra:



Undirskrift forstöðumanns sviðs:



Efnisyfirlit	Bls.
Inngangur	1
Aðferðir	4
Eðlis- og efnaþættir.....	4
Blaðgræna <i>a</i>	5
Krabbadýr í svifi	7
Botnlægir hryggleysingjar	8
Hornsíli	9
Fiskur – seiðarannsóknir með rafveiði	9
Fiskur – rannsóknaveiði með netum.....	9
Niðurstöður	11
Eðlis- og efnaþættir.....	11
Blaðgræna <i>a</i>	13
Krabbadýr í svifi	16
Botnlægir hryggleysingjar	17
<i>Hryggleysingjar í botnseti</i>	17
Hryggleysingjar í fjörubelti	19
Hornsíli	21
Fiskur – seiðarannsóknir	21
Fiskur – rannsóknaveiði í net	23
Umræður	32
Þakkir	38
Heimildir	39
Viðaukar	42

Töfluskra

Tafla 1. Samantekt á eðlis- og efnafræðilegum mælingum	12
Tafla 2. Meðalþéttleiki (fjöldi/m ²) helstu hópa hryggleysingja á mjúkbotni.....	18
Tafla 3. Meðallengd og staðalfrávik ásamt fjölda og þéttleika seiða.....	22
Tafla 4. Afli (kg), fjöldi og hlutfall bleikju og urriða	24
Tafla 5. Hlutfall útlitsafbrigða bleikja í Úlfjótuvatni og kynjahlutföll	24
Tafla 6. Meðallengd, meðalþyngd, staðalfrávik og fjöldi aldursgreindra fiska	25
Tafla 7. Holdstuðlar veiddra urriða og bleikja eftir afbrigðum.....	28
Tafla 8. Hlutfall kynþroska urriða og afbrigða bleikju eftir kynjum og aldri í árum.....	30

Myndaskra

1. mynd. Yfirlitsmynd yfir Úlfjótuvatn og næsta nágrenni	2
2. mynd. Vatnsborðshæð Úlfjótsvatns.....	3
3. mynd. Magn blaðgrænu <i>a</i> (µg/l) í Úlfjótuvatni.....	13
4. mynd. Magn blaðgrænu <i>a</i> á fjörusteinum	14
5. mynd. Magn blaðgrænu <i>a</i> og hlutfall frumframleiðenda	14
6. mynd. Þörungabreiður á steinum í fjörubelti Úlfjótsvatns	15
7. mynd. Ljósmynd af þörungabekju.....	15
8. mynd. Ríkjandi kísilþörungategund, líklega <i>Gomphoneis minuta</i>	16
9. mynd. Hlutfallsleg skipting hópa/tegunda krabbadýra í Úlfjótuvatni.....	17
10. mynd. Hlutföll rykmýstegunda á mjúkbotni í Úlfjótuvatni	18
11. mynd. Meðalþéttleiki botnlægra hryggleysingja á steinum í fjörubelti	19
12. mynd. Hlutfall sex algengustu hópa hryggleysingja á steinum í fjörubelti.....	20
13. mynd. Hlutfall átta algengustu tegunda/ættkvísla rykmýs á steinum í fjörubelti.....	21
14. mynd. Lengdardreifing urriða- og bleikjuseiða eftir stöðum og aldri	23
15. mynd. Lengdardreifing bleikja eftir afbrigðum og urriða sem veiddust í rannsóknnet... 27	
16. mynd. Holdstuðull fiska eftir tegund, afbrigði og aldri sem veiddust í rannsóknnet	28
17. mynd. Lengd bleikjuafbrigða og urriða eftir aldri	29
18. mynd. Hlutfallslegt rúmmál fæðugerða í mögum urriða og bleikja	31
19. mynd. Meðallengdir bleikja eftir afbrigðum 1993–2020	36

Viðaukar

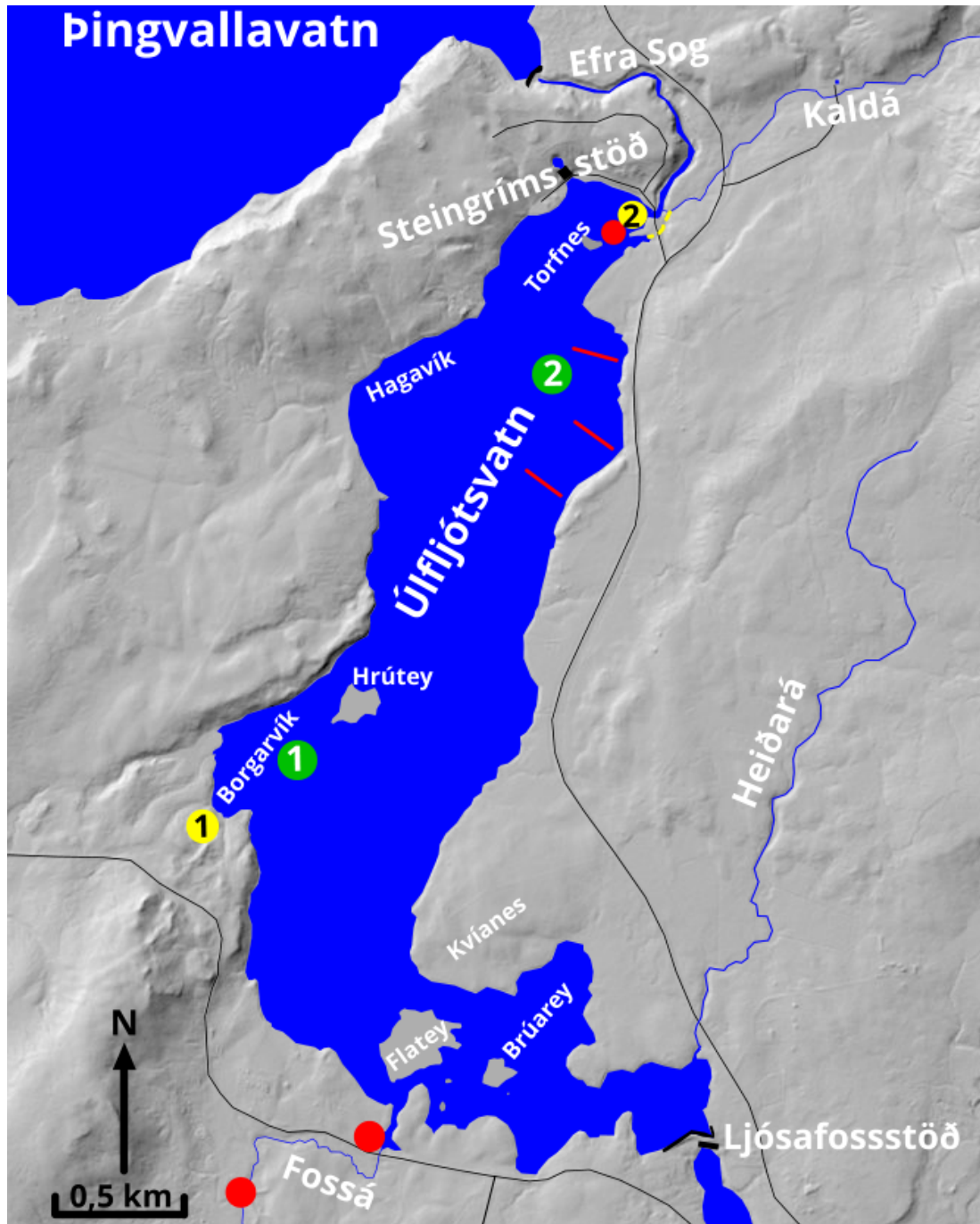
Viðauki 1. Þéttleiki (dýr/l) mismunandi krabbadýrategunda/hópa í Úlfjótssvatni	42
Viðauki 2. Meðalþéttleiki mismunandi tegunda/hópa hryggleysingja á mjúkum botni	43
Viðauki 3. Meðalþéttleiki tegunda/hópa hryggleysingja á steinum í fjörubelti	44
Viðauki 4. Meðalþéttleiki helstu hópa hryggleysingja á steinum í fjörubelti	45
Viðauki 5. Lengd og þyngd hornsíla og bleikjuseiða sem veiddust í hornsílagildrur	45

Inngangur

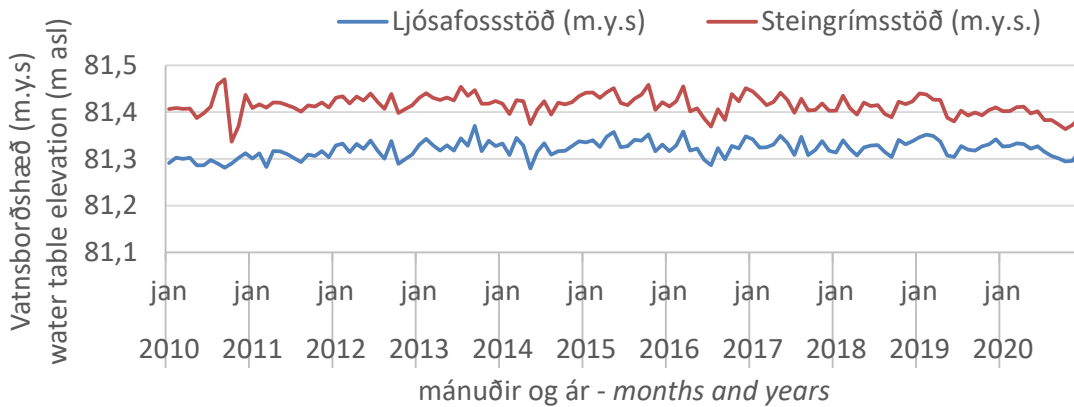
Úlfljótuvatn er 3,2 km² að stærð og er mesta dýpi þess 35 m og meðaldýpið 4,7 m (Guðrún Jensdóttir 2018). Rennsli í vatnið er úr Þingvallavatni gegnum Steingrímsstöð og Efra Sog (1. mynd). Vatnsborði Úlfljótuvatns er haldið stöðugu, um 81,4 m.y.s. við útfall Steingrímsstöðvar og að jafnaði um 7 cm lægra við inntak Ljósafossstöðvar (2. mynd; Landsvirkjun 2021). Við virkjanaf framkvæmdir hafa orðið breytingar á Úlfljótuvatni, sem óumflýjanlega hafa haft áhrif á lífríki vatnsins. Helstu breytingar voru þær að vatnsborð var hækkað um 1 metra á fjórða áratug 20. aldar, þegar Ljósifoss var virkjaður. Eins var lokað fyrir rennsli úr Þingvallavatni um farveg Efra Sogs þegar Steingrímsstöð var byggð. Sú breyting leiddi til þess að bitmýið, sem var í miklu magni, hvarf að mestu. Bitmýið er mikilvæg fæða fyrir laxfiska og því kom þetta hart niður á fiskstofnum vatnsins. Stórri bleikju (>500 g) fækkaði í Úlfljótuvatni og urriði hvarf nær alveg (Magnús Jóhannsson o.fl. 1994, Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson 1996). Mesta röskunin varð á urriðastofninum í Þingvallavatni sem hrygndi í útfalli vatnsins (Össur Skarphéðinsson 1996). Með mótvægisáðgerðum hefur verið reynt að endurheimta að einhverju leyti lífríkið og síðan árið 2003 er viðhaldið lágmarksrennsli um Efra Sog sem skal að lágmarki vera 3 til 4 m³/s (Auður Atladóttir o.fl. 2019). Helmingunartími vatnsins í Úlfljótuvatni er stuttur eða um 1 sólarhringur (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2000). Nokkrir lækir renna til vatnsins og eru þeirra helstir *Kaldá*, *Heiðará* og *Fossá* (Dagverðará). Fossá er lengst, um 3 km. Kaldá og Fossá eru lindarlækir en Heiðará er dragá sem á uppruna sinn í votlendi og þess vegna mýrarlituð. Farvegi Kaldár var breytt þegar Steingrímsstöð var í byggingu, þegar ánni var veitt til Efra Sogs og til varð flúð, torfær til fiskgöngu, skammt ofan brúarinnar þar (Sveinn Benediktsson 1964). Í eldri farveginum féll áin um, að því er virðist, fremur hallalítið land að ósi í Úlfljótuvatni austan Torfness (1. mynd). Rennsli Kaldár hefur verið áætlað 1–1,5 m³/s (Árni Hjartarson og Þóroddur F. Þóroddsson 1981). Þessi breyting á farveginum hefur líklega torveldað göngur fiska úr Úlfljótuvatni í ána þannig að þeir geta síður nýtt hana nú til hrygningar og uppeldis.

Í Úlfljótuvatni eru bleikja, urriði og hornsíli. Fjögur afbrigði bleikju er þar að finna, þau sömu og í Þingvallavatni, *gjámurta*, *djúpbleikja*, *murta* og *bleikja* (Magnús Jóhannsson o.fl. 1994). Á árum áður var þar stunduð talsverð stangveiði og netaveiði. Mikið var veitt af stórri bleikju þar sem Efra Sog féll úr Þingvallavatni í Úlfljótuvatn (Árni Erlingsson 1987). Urriði veiddist einnig þar og við eyjarnar á móts við Úlfljótuvatnsbæinn og þar sem féll úr vatninu ofan við Ljósafoss (Guðmundur Daníelsson 1969). Talið er að urriðinn hafi hrygnt í flúðunum við eyjarnar (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2000) og jafnvel í útfallinu ofan Ljósafoss. Veiðin var eftirsótt af veiðimönnum en litlar upplýsingar liggja fyrir um veiðitölur. Í kjölfar

virkjanaframkvæmda þvarr stangveiðin í Úlfjótsvatni og stangveiði á Kaldárhöfða lagðist alveg af þegar Efra Sog var virkjað árið 1959, en þar hafði aflinn verið mestur (Árni Erlingsson 1987).



1. mynd. Yfirlitsmynd yfir Úlfjótsvatn og næsta nágrenni. Punktar með mismunandi litum tákna sýnatökustaði; grænir punktar tákna sýnatökustöðvar úr vatnsbol og af mjúkum botni, gulir punktar tákna fjörusýnastöðvar og rauðir punktar tákna rafveiðistaði. Rauð strik tákna legustaði rannsóknaneta. Gul brotalína sem sýnd er á myndinni tákna eldri farveg Kaldár. / Location of sampling sites at Lake Úlfjótsvatn and the vicinity. Green dots indicate bottom (soft sediment) and water column samples, yellow dots are sampling sites in the littoral zone and red dots electrofishing sites. Red lines indicate net sampling sites. Yellow dotted line represents former riverbed of the tributary Kaldá.



2. mynd. Vatnsborðshæð Úlfjótswatns í m.y.s. á tímabilinu 1.1.2010–31.12.2020. Sýnt er meðalvatnsborð mánaðar á tveimur mælistöðum: frávatn Steingrímsstöðvar (rauð lína) og aðvatn Ljósafofssstöðvar (blá lína). / Water table elevation (m a.s.l.) 1.1.2010–31.12.2020 in Lake Úlfjótswatn at two sites: below Steingrímsstöð hydro plant (red line) and above Ljósafofssstöð hydro plant (blue line). Lines represent monthly average.

Veiðimálastofnun rannsakaði lífríki Úlfjótswatns á árunum 1992–2000 og voru niðurstöður þeirra rannsókna birtar í árlegum skýrslum (Magnús Jóhannsson og Sigurður Guðjónsson 1993; Magnús Jóhannsson o.fl. 1994; Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999; Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2000). Fyrstu sex árin voru rannsóknirnar unnar fyrir Veiðifélag Úlfjótswatns með fjárstuðningi frá Rafmagnsveitu Reykjavíkur, en frá árinu 1998 voru þær alfarið fjármagnaðar af Landsvirkjun. Megináherslan var lögð á vöktun fiskstofna vatnsins þar sem veitt var árlega með sams konar netaseríu og á sömu stöðum. Á árunum 1992–2000 veiddist langmest af smárri bleikju (< 25 cm; < 180 g) í rannsóknanetin og nær ekkert af urriða. Á hverju ári var veitt í 9–11 net (lagnir) og fjöldi veiddra fiska á bilinu 40–78 bleikjur/lögn og 0–0,2 urriðar/lögn. Heildarfjöldi bleikja sem veiddist í rannsóknanetin var á bilinu 410–784 bleikjur, sem er mikill afli. Greining milli bleikjuafbrigða sýndi að jafnan voru *bleikja* og *murta* algengastar afbrigða og á bilinu 54–98% veiddra bleikja. Nokkur munur kom þó fram á hlutdeild þeirra, sem dæmi var *gjámurta* 43% af heildarfjölda veiddra bleikja árið 1994 en annars yfirleitt undir 2%. Öll árin var *djúpbleikja* fáséðust og alltaf undir 3% af heildarfjölda veiddra bleikja. Fæðurannsóknir sýndu að fyrstu tvö ár vöktunarinnar voru púpur og lirfur rykmýs mest áberandi í fæðu fyrir öll bleikjuafbrigðin en hurfu síðar nær alveg úr fæðunni. Nokkur munur kom fram á fæðuvali bleikjuafbrigða, en hjá þeim öllum virtist vatnabobbi mikilvæg fæðulind. Þá voru svifkrabbar lykilfæða murtunnar og nokkuð veigamikil fæða gjámurtu. Hornsíli höfðu mikla þýðingu fyrir *djúpbleikju* en sáralítið fyrir önnur afbrigði. Munur kom fram á kynþroskaaldri eftir afbrigðum, þar sem *murtur* og *gjámurtur* urðu kynþroska yngri en *bleikjur* og *djúpbleikjur*. Nokkur áramunur greindist á

sníkjudýrabyrði hjá bleikjum og var hún helst af völdum bandorma og tálknúsar. Seiðarannsóknir voru gerðar samhliða veiði í rannsóknarnet og fundust nær eingöngu bleikjuseiði og var þéttleiki þeirra jafnan mestur í vatninu sjálfu, í grjótgarði við eyju hjá Steingrímsstöð. Síðar (árin 2002–2019) hafa verið gerðar seiðarannsóknir efst í Efra Sogi, sem tengjast urriðarannsóknnum í Þingvallavatni og fiskrannsóknnum í Sogi. Fram til ársins 2005 var þar eingöngu bleikjuseiði að finna, en árið 2006 komu urriðaseiði fyrst fram. Frá þeim tíma hefur þéttleiki urriðaseiða verið stígandi og árið 2019 var seiðaþéttleikinn 46,3 seiði/100m². Árið 2020 hófst vöktun á laxfiskum í Þingvallavatni, sem er liður í vöktun á ástandi vatnsins samkvæmt lögum um stjórn vatnamála nr. 36/2011. Þeim rannsóknnum er ætlað að fylgjast með tegundasamsetningu, fjölda laxfiska í afla neta á hverja sóknareiningu (CPUE) og aldursdreifingu laxfiska. Vöktunin er á vegum Umhverfisstofnunar og framkvæmd af Hafrannsóknastofnun. Haustið 2020 fengust 28,2 fiskar á lögn í Þingvallavatni, þar af var bleikja 24,2 fiskar/lögn og urriðar 3,8 fiskar/lögn. Í samanburði við niðurstöður rannsókna í Þingvallavatni frá árunum 1992–2002 veiddust færri bleikjur og fleiri urriðar á hverja sóknareiningu í rannsókninni 2020 sem bendir til þess að stofnstærðir hafi verið að breytast frá þeim tíma (Benóný Jónsson og Magnús Jóhannsson 2021).

Markmið þessarar skýrslu er að greina frá niðurstöðum rannsókna á lífríki Úlfjótsvatns sem fram fóru á tímabilinu 2. til 23. september 2020. Rannsókn þessi beindist að lífmassa þörungna (blaðgrænu *a*), svíflægum krabbadýrum, botnlægum hryggleysingjum og fiskum.

Aðferðir

Eðlis- og efnabættir

Vatnshiti, rafleiðni (leiðni) og sýrustig var mælt í Úlfjótsvatni 23. september 2020, á sömu stöðum og sýnum af botnlægum hryggleysingjum var safnað í fjörubelti (1. mynd; gulir punktar). Mælt var með YSI 1030 mælitæki og voru mælingar staðlaðar miðað við 25 °C. Sýnatökustöðvar voru jafnframt hnitsettar með GPS tæki og miðað við WGS-84.

Í rannsóknáætlun um lífríkisrannsókn í Úlfjótsvatni var gert ráð fyrir að sýni yrðu tekin af eðlis- og efnabáttum í vatninu. Það var hins vegar ekki gert þar sem betra þótti að nýta niðurstöður úr efnavöktun í útfalli Þingvallavatns sem staðið hefur yfir frá árinu 2007 (t.d. Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2019; Eydís Salome Eiríksdóttir og Alice Benoit-Cattin 2020; Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gíslason 2020; Eydís Salome Eiríksdóttir 2021a; 2021b). Vatn sem rennur um Efra Sog, úr útfalli Þingvallavatns, fer beint í Úlfjótsvatn og niðurstöður úr mælingum í útfallinu eru því taldar endurspeglar ástand Úlfjótsvatns mjög vel. Það er talin vera ásættanleg nálgun þar sem samanburður á niðurstöðum úr útfalli Þingvallavatns og úr

Sogi við Þrastarlund, sem er neðar á vatnasviðinu, bendir til að efnastyrkur í vatninu breytist lítið á leið sinni niður farveginn (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2019; Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2019).

Sýnum til rannsókna á eðlisefnafræðilegum þáttum var safnað í útfalli Þingvallavatns 17. september 2020 og eru niðurstöður þeirrar rannsóknar taldar endurspegla ástand Úlfjótsvatns á þeim tíma þegar sýnum til lífríkisrannsókna var safnað. Niðurstöður þeirra eðlis- og efnamælinga eru borin saman við eldri niðurstöður til að fá sem besta hugmynd um árstíðabundnar breytingar á eðlisefnafræðilegum þáttum. Eins eru notaðar mælingar úr Þingvallavatni á sýnum sem Náttúrufræðistofa Kópavogs safnaði í byrjun september 2020 (Haraldur R. Ingvason o.fl. 2021).

Sýni til rannsókna á uppleystum efnum í vatni voru síuð með Cellulose Acetate síum með 0,2 μm porustærð, 47 mm í þvermál. „In-line“ síuhaldari úr plasti var notaður og peristaltísk dæla var notuð til að pumpa vatninu í gegn um síuna. Áður voru flöskurnar hreinsaðar þrisvar sinnum með síuðu sýni. Fyrst var síað í 300 ml brúna glerflösku fyrir mælingar á basavirkni/alkalinity. Flaskan var fyllt frá botni og upp til að minnka samskipti á milli vatns og andrúmslofts. Þá var síað í tvær 100 ml PE plastflöskur til mælinga á næringarefnum og anjónum og síðast var vatn síað í 50 ml PE plastflösku til mælinga á katjónum og snefilmálmum. Í síðustu flöskuna var bætt 0,5 ml af fullsterkri HNO_3 sýru. Sýni til mælinga á heildarstyrk lífræns kolefnis (TOC) var safnað í glerglas. Það sýni var ekki síað heldur var því hellt beint í sýnaglassið úr brúsanum. Sýni til mælinga á næringarefnum voru sett í frysti og TOC sýnið var geymt í kæli á rannsóknastofu. Næringarefnasýnin sem Náttúrufræðistofa Kópavogs safnaði voru síuð í gegnum 0,45 μm einnota Cellulose Acetate síu og var sýninu þrýst í gegn um síuna með sprautu.

Daginn eftir að sýnum var safnað voru vatnssýnin títruð með 0,1 M HCl þar til endapunkturinn var náð og basavirkni vatnsins reiknuð. Endapunkturinn var fundinn með Gran-falli (Stumm og Morgan 1996). Sýni til mælinga á næringarefnum og TOC voru send til ALS í Danmörku strax eftir söfnun þar sem þau voru efnagreind. Næringarefnin voru greind með sjálfvirkum litrófsmæli með viðurkenndum aðferðum (DS/EN ISO 11732:2005; DS/ISO 29441:2010; EN ISO 6878:2004). Heildarstyrkur lífræns kolefnis (TOC) var greint samkvæmt aðferð DS/EN 1484:1997 með Skalar Formacs TOC/TN Analyzer.

Blaðgræna α

Magn blaðgrænu α er gjarnan notuð sem mælikvarði á lífmassa þörunga (Steinman o.fl. 2006) og voru sýni til mælinga á blaðgrænu tekin í tveimur búsvæðagerðum, í fjöru og úr vatnsbol. Beita þurfti mismunandi aðferðum við sýnatökur í hvorri búsvæðagerð fyrir sig; í vatnsbolnum

voru tekin þrjú vatnssýni til mælinga á magni blaðgrænu á tveimur stöðum í Úlfljótsvatni (1. mynd; grænir punktar). Fyrir hvert blaðgrænusýni var 1000–1025 ml af vatni síað um 47 mm GF/C síu við vægt sog. Að síun lokinni var sían tekin af trektinni, brotin saman til helminga og allt vatn þerrað úr henni. Sýninu var komið fyrir í frysti og geymt frosið fram að úrvinnslu. Í fjörubelti Úlfljótsvatns fóru sýnataka og mælingar jafnframt fram á tveimur stöðum (1. mynd; gulir punktar). Sýnum var safnað á 10–15 m belti í fjörunni og steinar valdir með slembiúrtaki á 30–50 cm dýpi innan þess beltis. Tekin voru sýni af 6–10 steinum á hvorum stað og á hverjum steini voru þörungar hreinsaði innan úr ramma (24 x 36 mm) sem lagður var á steininn og skolað með eimuðu vatni í ílát. Sýnin voru síuð með samskonar síu og sýni úr vatnsbol og meðhöndluð og geymd með sama hætti.

Við úrvinnslu voru blaðgrænusýnin tekin úr frysti og látin þiðna. Blaðgrænan var leyst upp úr þörungunum á GF/C síunni með 6–12 ml af 96% etanóli og sían pressuð lauslega til að sprengja þörungafrumurnar svo blaðgrænan gæti dregið í sig etanólið. Sýnin voru geymd í kæli (4°C) í 24 klst. og þess gætt að þau væru varin fyrir ljósi. Fyrir mælingu voru sýnin snúin niður í skilvindu í um 5–10 mínútur á 3000 snún./mín. til að losna við trefjar úr GFC síunni sem og óhreinindi úr sýninu. Að því loknu voru um 4 ml teknir af hverju sýni með pípettu og fært í 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). Mælingar 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 a í vatnsbol byggja á aðferð Søndergaard og Riemann (1979):

$$\text{Blaðgræna } a \text{ } (\mu\text{g/l}) = 29,1 * (\text{Abs.}(665_o - 750_o) - (665_a - 750_a)) * A/V$$

Blaðgræna a – magn blaðgrænu a ($\mu\text{g/l}$)

29,1 – gleypnistuðull fyrir blaðgrænu a í etanóli (11,99) margfaldaður með leiðréttingarfasta fyrir sýringu (2,43)

665_o – ljósgleypni við bylgjulengd 665 nm fyrir sýringu

750_o – ljósgleypni við bylgjulengd 750 nm fyrir sýringu

665_a – ljósgleypni við bylgjulengd 665 nm eftir sýringu

750_a – ljósgleypni við bylgjulengd 750 nm eftir sýringu

A – rúmmál etanóls sem notað var til að leysa upp blaðgrænuna (ml)

V – rúmmál vatns sem síað var (l)

Útreikningar á magni blaðgrænu a á steinum í fjöru byggjast á jöfnu eftir Lorenzen (1967) og fasta fyrir 96% etanól eftir Wintermans og De Mots (1965):

$$\text{Blaðgræna } a \text{ } (\mu\text{g}/\text{cm}^2) = A * K * V(\text{Abs.}(665_b-750_b) - (665_a-750_a))/S * l$$

Blaðgræna a – magn blaðgrænu a ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$).

A – 11.99 gleypnistuðull ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) fyrir blaðgrænu a , sem byggður er á gleypnistuðli fyrir blaðgrænu a í 96% etanóli: 83.4 l/(g·cm).

K – 2.43 leiðréttingafasti fyrir sýringu.

665_b – ljósgleypni við bylgjulengd 665 nm fyrir sýringu.

750_b – ljósgleypni við bylgjulengd 750 nm fyrir sýringu.

665_a – ljósgleypni við bylgjulengd 665 nm eftir sýringu.

750_a – ljósgleypni við bylgjulengd 750 nm eftir sýringu.

V – rúmmál etanóls sem notað var til að leysa upp blaðgrænuna (ml).

S – flatarmál sýnis safnað af steini (cm^2).

l – breidd kúvettu (cm).

Tekin voru 3 sýni af þörungum til tegundagreininga í fjörubelti á báðum sýnatökustöðvum og var þeim safnað með sömu aðferð og blaðgrænu sýnum en skuluð með eimuðu vatni í 100 ml brúnar glerflösku. Tvö sýni voru varðveitt með 10% kalíumjoðlausn og eitt með formalínlausn. Sýnin voru geymd fyrir aðrar seinni tíma rannsóknir.

Í Úlfljótsvatni var blaðgræna a jafnframt mæld í fjörubelti vatnanna á staðnum með BenthosTorch flúrljómun (bbe Moldaenke©), sem gefur heildarmagn blaðgrænu a á fersentimetra ($\mu\text{g cm}^{-2}$). Mælirinn sendir frá sér ljós og er endurkast þess af mismunandi bylgjulengdum notað til útreikninga á magni blaðgrænu a , sem síðan er hægt að deila niður á milli mismunandi hópa frumframleiðenda eftir endurkasti ljóss af mismunandi bylgjulengdum. Mælirinn gefur þannig grófa mynd af þeim þörungasamfélögum sem þar finnast. Þar sem þekja þörunga er mikil virðist mælirinn þó ekki meta lífmassa á við þá hefðbundnu aðferð sem lýst er hér að ofan og samanburður á mælingum BenthosTorch á skiptingu milli einstakra hópa þörunga (kísilþörunga, grænþörunga og blábaktería) ber ekki alveg saman við hefðbundnari eldri aðferðir (Kahlert 2012). Mælt var með BenthosTorch flúrljómandi mæli á 6–10 steinum í fjöruborði, þrjár mæling á hverjum steini og var meðaltal þeirra þriggja mælinga reiknað fyrir hvern stein og síðan tekið meðaltal af þeim gildum fyrir hvora sýnatökustöð.

Krabbadýr í svífi

Krabbadýrum (Crustacea) úr vatnsbol var safnað með netháfi að þvermáli 25 cm og 125 μm möskvastærð á tveimur stöðum í Úlfljótsvatni (1. mynd; grænir punktar). Netháfurinn var látin síga til botns á 5 m dýpi og síðan dreginn rólega upp. Hallengd var skráð þannig að reikna mætti rúmmál þess vatns sem háfurinn síaði og meta fjölda krabbadýra sem veiddust á rúmmálseiningu. Tekin voru 1–3 krabbadýrasýni á hvorum stað og sýnin skuluð úr háfnum í

100 ml brúna glerflösku og varðveitt með 10% kalíumjoðlausn. Krabbadýrin voru greind til tegunda eða hópa eftir því sem við var komið undir víðsjá (8–100 × stækkun) eða smásjá (50–1000 × stækkun), fjöldi einstaklinga af hverri tegund eða dýrahópi talinn og reiknaður fjöldi þeirra á rúmmálseiningu.

Botnlægir hryggleysingjar

Til að skoða botnlæga hryggleysingja voru sýni tekin í tveimur búsvæðagerðum, úr botnseti (mjúkbotni) og í fjörubelti, en beita þarf mismunandi aðferðum við sýnatökur í hvorri búsvæðagerð.

Hryggleysingjum úr botnseti (mjúkum botni) var safnað með kjarnasýnataka (kajak) sem var 5 cm í þvermál (19,63 cm²). Sýnum var safnað af báti og var dýpið þar 5,1 m. Í rannsóknáætlun um lífríkisrannsókn í Úlfjótavatni var gert ráð fyrir að botnsýni af mjúkum botni yrðu tekin á tveimur stöðum í vatninu en vegna nokkurs vinds við sýnatöku náðust einungis sýni á einum stað, við Borgarvík (1. mynd; grænn punktur). Kjarnasýnatakinn var látin síga varlega niður í botnsetið og tappi settur í efra op sýnatakans þannig að undirþrýstingur myndaðist í sýnatakanum og sýnið héldist í honum meðan hann var dreginn upp. Sýnið var síðan losað í fötu og sigtað í gegnum 250 µm sigti og varðveitt í 70% etanóli. Tekin voru fimm slík sýni.

Sýni af botnlægum hryggleysingjum í fjöru var safnað á tveimur stöðum í fjörubelti Úlfjótsvatns (1. mynd; gulir punktar). Sýnin voru tekin á 10–15 m beltis í fjörunni, á 30–50 cm dýpi, og þau valin með slembiúrtaki innan þess beltis. Hryggleysingjar voru burstaðir af steinum með mjúkum burstu og hvert sýni síað í gegnum sigti (125 µm), sett í plastlát og varðveitt í 70 % etanóli. Grófleiki yfirborðs steinanna var metinn á skalanum 1–5, þ.a. slétt yfirborð var 1, fremur slétt yfirborð var 2, fremur gróft var 3, gróft yfirborð var 4 og mjög gróft yfirborð var 5. Ofanvarp allra steina var dregið á blað og mesta hæð mæld. Tekin voru 6–10 slík steinasýni og unnið úr 5 á hvorum stað sem valin voru af handahófi. Ofanvarp hvers steins og teikning af 4 cm² reit var skannað inn í tölvu með myndskanna og flatarmál steinanna reiknað með tölvuforriti (PixelSum 2.2) út frá fjölda punkta (pixels) í myndum steinanna og fjölda punkta í 4 cm².

Hryggleysingjar úr hverju sýni, bæði á leðjubotni og á steinum í fjöru, voru grófflokkaðir, helstu hópar greindir og taldir undir víðsjá og fjöldi lífvera uppreiknaður á fermetra botnflatar (á mjúkum botni eða steins). Rykmýslirfur voru greindar til tegunda eða hópa í Leica DM1000 smásjá við 100–1000x stækkun. Lirfurnar voru steypar í Hoyer's steypiefni (Andersson 1954) á smásjargler og þekjugler (10–12 mm í þvermál) sett yfir hverja þeirra. Passað var upp á að kviðlæg hlið lirfuhúsanna sneri upp áður en þekjuglerinu var þrýst gætilega niður. Við

tegundagreiningu rykmýslirfanna voru eftirfarandi heimildir notaðar: Cranston (1982), Wiederholm (1983) og Schmid (1993).

Hornsíli

Hornsílagildirur (e: *Minnow traps*) voru lagðar þar sem hryggleysingjum í fjörubelti var safnað (1. mynd; gulir punktar). Fimm gildirur voru lagðar á hvorum stað þann 23. september 2020 og lágu yfir nótt í u.þ.b. 24 klst. Allir fiskar sem veiddust í gildirurnar voru greindir, mældir og vegnir.

Fiskur – seiðarannsóknir með rafveiði

Til þess að skoða þéttleika og útbreiðslu fisktegunda var þann 10. september 2020 rafveitt á tveimur stöðum í Fossá og á einum stað í Úlfjótuvatni við Steingrímsstöð (1. mynd). Á hverri rafveiðistöð var flatarmál veiðisvæðis mælt, allir fiskar sem veiddust voru tegundagreindir og lengdarmældir. Þéttleiki var reiknaður sem fjöldi veiddra seiða á 100 m² botnflatar í einni yfirferð í rafveiði. Kvarnir og hreistur voru tekin úr hluta aflans til síðari aldursgreiningar ásamt því að greina kyn, kynþroska og fæðu. Fæðan var yfirleitt greind á staðnum en í nokkrum tilfellum var hún varðveitt í etanóli og skoðuð síðar undir víðsjá. Fæða var greind til fæðugerða og hundraðshlutfalls hverrar gerðar (sjónmat). Magafylli var metin á kvarðanum 1–5, þar sem hvert stig jafngildir 25% magafylli og efsta stig (5) jafngildir troðfullum maga.

Fiskur – rannsóknaveiði með netum

Fiskur var veiddur í Úlfjótuvatni með 11 lagnetum af mismunandi möskvastærðum (13; 15,5; 18,5; 21,5; 25; 30; 36; 40; 46; 50 og 60 mm milli hnúta) og þau lätin liggja yfir nótt í norðurhluta vatnsins (1. mynd). Netin voru 25 m löng og 1,5 m djúp. Við úrvinnslu gagna var afli á sóknareiningu reiknaður sem afli í lögn, þar sem ein lögn er net sem liggur yfir eina nótt. Netin voru tekin upp að morgni 2. september 2020. Allur fiskur sem veiddist var veginn ($\pm 1g$) og lengdarmældur (sýlingarlengd í $\pm 0,1$ cm). Kvarnir og hreistur voru tekin til aldursgreiningar, kyn var ákvarðað og kynþroskastig metið. Bleikjur sem öfluðust voru flokkaðar í fjögur afbrigði eftir útliti. Flokkun bleikjuafbrigðanna er vandasöm, þar sem munur á milli þeirra er oft óskýr og skörun er á einkennum þeirra, sérstaklega á þetta við um yngri bleikjurnar (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2000). Fæða var greind á vettvangi til fæðugerða og rúmmál hverrar fæðugerðar metið hlutfallslega með sjónmati. Magafylling var metin með sjónmati og gefin stig frá 0 til 5, þar sem 0 er tómur magi en 5 úttroðinn.

Aldur var greindur eftir kvörnum undir víðsjá. Aldur fiska sem eru á öðru vaxtarsumri eftir klak er táknaður sem 1⁺, fiskur sem er á þriðja vaxtarsumri sem 2⁺ o.s.frv. Kynþroskastig var metið samkvæmt Dahl (1943). Fiskur sem ekki verður kynþroska að hausti fær kynþroskastigið 1 eða 2, en fiskur sem er talinn verða kynþroska að hausti fær kynþroskastigið 3, 4 eða 5. Fiskur sem

tilbúinn er til hrygningar fær kynþroskastigið 6. Ef merki finnst um fyrri hrygningu bætist 7/ framman við kynþroskastigið. Til viðbótar var leitað að gotmerkjum í hreistri á öllum fiskum sem höfðu verið aldursákværðir sex ára og eldri með lestri á kvörnum.

Holdstuðull fisksins (K) var reiknaður sem:

$$K = \frac{P * 100}{L^3}$$

P er þyngd fisks í grömmum og L er lengd hans í cm. Stuðullinn er mælikvarði á holdafar fisksins og er um 1,0 hjá laxfiskum í „eðlilegum“ holdum (Bagenal og Tesch 1978).

Tilvist stórsærra sníkjudýra í fiskinum var skoðuð og metið sérstaklega hvort lifra breiða bandorms (*Diphyllbothrium* spp.) og bandormurinn skúformur (*Eubothrium salvelini*) væri að finna. Einnig var leitað að tálknúlús (*Salmincola* sp.). Ef sýking var til staðar var sýkingarstig metið á kvarðanum 1–3 samkvæmt sjónmati, þar sem 1 er lítil sýking og 3 er mikil sýking. Hlutfallsleg sníkjudýrabyrði var reiknuð sem hundraðshlutfall veiddra fiska þar sem sníkjudýr fundust.

Niðurstöður

Eðlis- og efnaþættir

Í þessari rannsókn voru ekki tekin efnasýni úr Úlfjótuvatni heldur voru niðurstöður úr útfalli Þingvallavatns notaðar sem vísbending um eðlis- og efnaeiginleika í Úlfjótuvatni. Reynslan hefur sýnt að stakt efnasýni segir takmarkaða sögu þar sem árstíðabundinn breytileiki í efnasamsetningu vatns getur verið umtalsverður (t.d. Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2019) og því var talið vænlegra að tengja rannsóknina í Úlfjótuvatni við rannsóknina í Þingvallavatni þar sem sýnum hefur verið safnað yfir lengri tíma og á öllum árstímum.

Hér verður því gerð grein fyrir niðurstöðum efnamælinga á sýnum sem safnað var í Þingvallavatni árið 2020. Sérstaklega er sjónum beint að sýnum sem safnað var 2. september 2020 af Náttúrufræðistofu Kópavogs (Haraldur R. Ingvason o.fl. 2021) og í útfalli Þingvallavatns þann 17. september 2020 af Hafrannsóknastofnun (Eydís Salome Eiríksdóttir 2021a; 2021b). Niðurstöður þessara mælinga eru taldar endurspeglja aðstæður í Úlfjótuvatni í september 2020, þegar lífríkissýnum var safnað. Samantekt mælinga sem gerðar hafa verið í Þingvallavatni, Sogi og Úlfjótuvatni eru sýndar í töflu 1.

Vatnshiti í Þingvallavatni fylgir árstíðum en einnig má greina hitamun eftir dýpi að sumarlagi og er þá hitinn hæstur í efstu lögum vatnsins. Um mánaðamótin ágúst/september var vatnshitinn mjög svipaður með dýpi, um 9 °C (Haraldur R. Ingvason o.fl. 2021). Hitastig í útfalli Þingvallavatns var 9,0°C þegar Hafrannsóknastofnun safnaði efnasýni þann 17. september 2020. Hitastig í Úlfjótuvatni er líklega breytilegra en í Þingvallavatni þar sem vatnið er mun grynna. Vatnshitinn í Úlfjótuvatni var 6,5–6,8°C þegar fjörusýnum var safnað þar þann 23. september 2020.

Mælingar á rafleiðni (leiðni) benda til að heildarefnastyrkur sé mjög stöðugur í útfalli Þingvallavatns og þar með í innstreymi Úlfjótavatns. Leiðnin var 70,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ í útfallinu þann 17. september 2020 og að meðaltali 71,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (staðalfrávik 0,86) þegar sýnum var safnað árið 2020 (Eydís Salome Eiríksdóttir 2021a; 2021b). Leiðnin var 72,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ í Úlfjótuvatni þegar fjörusýnum var safnað við Torfnæs (n.v. Steingrímsstöð) þann 23. september 2020, svipuð og í útfalli Þingvallavatns. Sunnar í Úlfjótuvatni, í Borgarvík, var leiðnin nokkuð hærri eða 81,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tafla 1).

Frá því að mælingar hófust í útfalli Þingvallavatns árið 2007 hefur pH gildi vatnsins verið nokkuð stöðugt á bilinu 7,3–8,0 (meðaltal pH var 7,60 byggt á styrk H^+) (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2019; Eydís Salome Eiríksdóttir og Alice Benoit-Cattin 2020; Eydís Salome Eiríksdóttir 2021a). Hæst er pH gildið að sumri vegna ljóstillífunar, en ljóstillífun hækkar pH

gildi vatnsins. Gildi pH var 7,62 í útfalli Þingvallavatns þann 17. september 2020 við söfnun efnasýna en pH í Úlfjótuvatni var 9,34 þann 23. september 2020 þegar fjörusýnum var safnað við Torfnæs (n.v. Steingrímsstöð) og 9,14 í Borgarvík. Það er hærra pH gildi en mældist í útfallinu úr Þingvallavatni, líklega vegna meiri áhrifa af mikilli frumframleiðni í Úlfjótuvatni þegar fjörusýnum var safnað. Ekki voru gerðar mælingar á pH gildi úti í vatsbolnum.

Basavirkni vatns (alkalinity) sem rennur í Úlfjótuvatn er stöðugt yfir árið, að meðaltali 0,491 meq/l árið 2020 (staðalfrávik 0,03) og 0,54 meq/l þann 17. september 2020.

Vatnið í útfalli Þingvallavatns var alltaf nálægt metnun m.t.t. uppleysts súrefnis (O₂) þegar mælingar voru gerðar og var styrkur uppleysts súrefnis frá 11,3 til 13,8 mg/l (97–110%) (Eydís Salome Eiríksdóttir 2021a). Leysni súrefnis í vatni lækkar með hækkandi vatnshita og því lækkar styrkur uppleysts súrefnis (O₂ mg/l) yfir sumartímenn í Þingvallavatni. Metnun súrefnis (O₂ %) í vatninu hækkaði með auknum vatnshita og var vatnið lítillega yfirmettað yfir sumartímenn 2019, líklega vegna mikillar frumframleiðni (Eydís Salome Eiríksdóttir og Alice Benoit-Cattin 2020).

Árið 2020 var safnað fjórum sýnum úr útfalli Þingvallavatns (Eydís Salome Eiríksdóttir 2021a; 2021b), á öllum árstíðum. Í þeim sýnum var styrkur köfnunarefnissambandanna nítrats (NO₃) og nítríts (NO₂) oftast (nánast alltaf) undir greiningarmörkum aðferðarinnar. Styrkur ammóníums (NH₄) mældist í öllum sýnum sem safnað var árið 2020, nema einu. Styrkur þess var lágur, að meðaltali 0,25 μmól/l (staðalfrávik 0,04). Styrkur fosfats (PO₄) var alltaf mælanlegur í sýnum frá 2020 og var hann að meðaltali 0,27 μmól (staðalfrávik 0,035). Heildarstyrkur uppleysts fosfats (P-total) er mælikvarði á uppleyst fosfat á lífrænu og ólífrænu formi. Meðalstyrkur P-total var 0,35 μmól/l. Heildarstyrkur uppleysts köfnunarefnis (N-total) er mælikvarði á uppleyst köfnunarefni á lífrænu og ólífrænu formi. Meðalstyrkur N-total í útfalli Þingvallavatns var 3,12 μmól/l.

Tafla 1. Samantekt á eðlis- og efnafræðilegum mælingum í Þingvallavatni, Sogi og Úlfjótuvatni. / Results from measurements of water temperature (°C), pH, conductivity (μS/cm at 25°C), alkalinity (meq/l) and concentration of dissolved substances (μmol/l) in Lake Þingvallavatn, River Sog and Lake Úlfjótuvatn. References are numbered from 1-5.

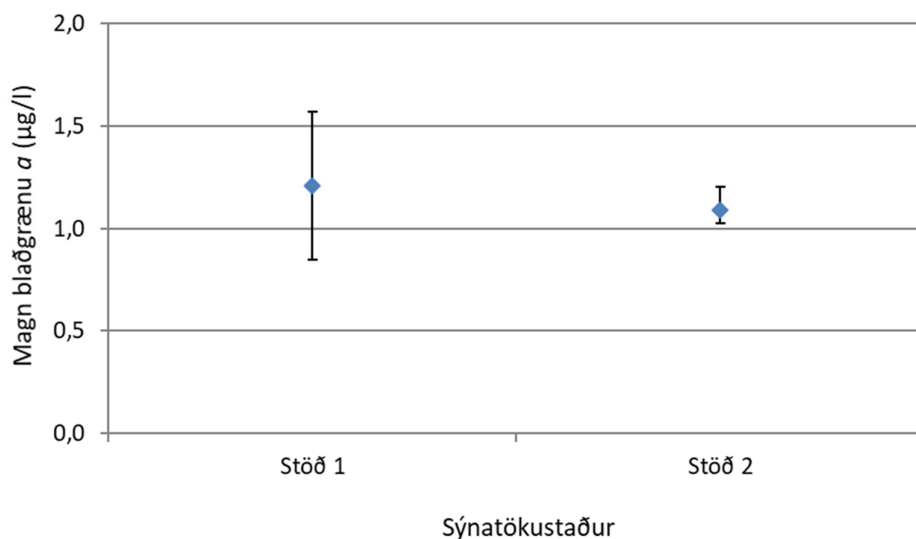
	Vatnshiti °C	pH	Leiðni μS/cm	Basavirkni meq/l	TDS mg/l	N-total μmól/l	NO ₃ μmól/l	NO ₂ μmól/l	NH ₄ μmól/l	P-total μmól/l	PO ₄ μmól/l	Heimild
Meðaltal Þingvallavatn útfall 2007-2019	6,1	7,61	69,5	0,48	64	3,12	0,23	0,05	0,68	0,31	0,25	1
Meðaltal Sog Þrastarlund 1998-2018	6,5	7,72	72,4	0,484	64	3,48	0,44	0,05	0,52	0,32	0,24	2
Útfall Þingvallav. 17. sept 2020	9,0	7,62	70,9	0,54		2,36	<0,14	<0,04	<0,21	0,32	0,27	3
Þingvallavatn 2. sept 2020*						3,00	<0,14	0,05	0,29	0,42	0,29	4
Úlfjótuvatn, Torfnæs 23. sept 2020	6,8	9,34	72,7									5
Úlfjótuvatn, Borgarvík 23. sept 2020	6,5	9,14	81,2									5

*Efnastykur á stöð 3 á 5 m dýpi

1. Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020
2. Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2019
3. Eydís Salome Eiríksdóttir 2021
4. Haraldur R. Ingvason o.fl. 2021
5. Þessi rannsókn

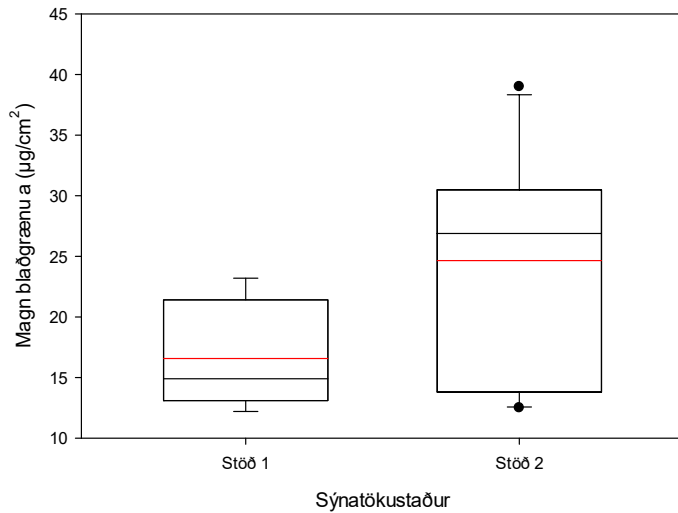
Blaðgræna a

Styrkur blaðgrænu *a* í vatnsbol var mældur á tveimur stöðum í Úlfjótstvatni (1. mynd; grænir punktar) og var hann mjög svipaður á báðum stöðum; 1,1 $\mu\text{g/l}$ (stöð 2) og 1,2 $\mu\text{g/l}$ (stöð 1) að meðaltali (3. mynd). Nokkur breytileiki var á milli þessara þriggja mælinga á stöð 1 (0,9–1,6 $\mu\text{g/l}$) en á stöð 2 var hann mjög lítil (1,0–1,2 $\mu\text{g/l}$).



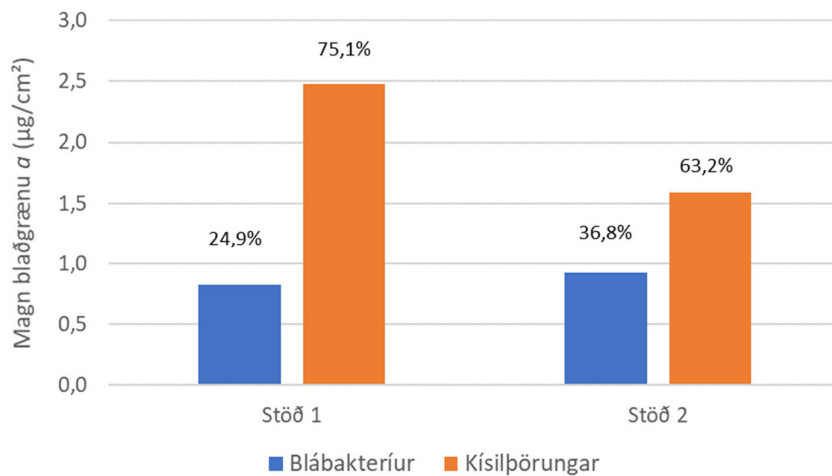
3. mynd. Magn blaðgrænu *a* ($\mu\text{g/l}$) í Úlfjótstvatni 2. september 2020. Bláir tíglar sýna meðaltöl þriggja mælinga fyrir hvora stöð og lóðréttar línur við hvorn tígl sýna lægsta og hæsta mæligildi. / Chlorophyll *a* concentration ($\mu\text{g/l}$) at two sampling sites in Lake Úlfjótstvatn 2 September 2020. Blue rhombus indicates average concentrations from three measurements at each sampling site and vertical lines minimum and maximum level.

Til að mæla magn blaðgrænu á steinum í fjörubelti voru notaðar tvennskonar aðferðir; 1) bein sýnataka og mæling á blaðgrænu með ljósgleypnimæli og 2) mæling með BenthosTorch flúrljómandi mæli. Eins og fram kemur í aðferðalýsingu virðist BenthosTorch mælirinn ekki meta lífmassa á við hefðbundna mælingu á blaðgrænu og mældust töluvert hærri gildi með beinni sýnatöku og mælingu með ljósgleypnimæli; 16,6 $\mu\text{g/cm}^2$ að meðaltali á stöð 1 og 24,7 $\mu\text{g/cm}^2$ á stöð 2 (4. mynd). Með BenthosTorch flúrljómandi mæli var meðalmagn blaðgrænu hins vegar 3,30 $\mu\text{g/cm}^2$ á stöð 1 og 2,51 $\mu\text{g/cm}^2$ á stöð 2 (5. mynd).



4. mynd. Magn blaðgrænu a á fjörusteinum (bein sýnataka og blaðgræna mæld með ljósgleyprimæli) í Úlfjótstvatni 23. september 2020. Miðgildi mælinga er sýnt innan í hvorum kassa með svartri línu og meðaltal mælinga er sýnt sem rauð lína. Efri mörk hvors kassa sýna hvar efri 75% og neðri 25% mörk mælinga liggja. Lóðrétt lína sýnir hvar neðri (5%) og efri (95%) mörk mælinga liggja og svartir punktar gildi sem falla þar fyrir utan. / Quarterly concentration of chlorophyll ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) in the littoral zone of Lake Úlfjótstvatn 23 September 2020 measured by spectrophotometric analysis.

Hlutfall þörungahópa (blábakteríur, grænþörungar og kísilþörungar), mælt með BenthosTorch flúrljómandi mæli, voru nokkuð svipuð innan hvorrar sýnatökustöðvar. Kísilþörungar voru algengasti þörungahópurinn á steinum í fjöru á báðum sýnatökustöðum og var hlutdeild þeirra 75,1% (stöð 1) og 63,2% (stöð 2). Ekki komu fram neindir grænþörungar við mælingar og var hlutdeild blábaktería þannig 24,9% (stöð 1) og 36,8% (stöð 2) (5. mynd).

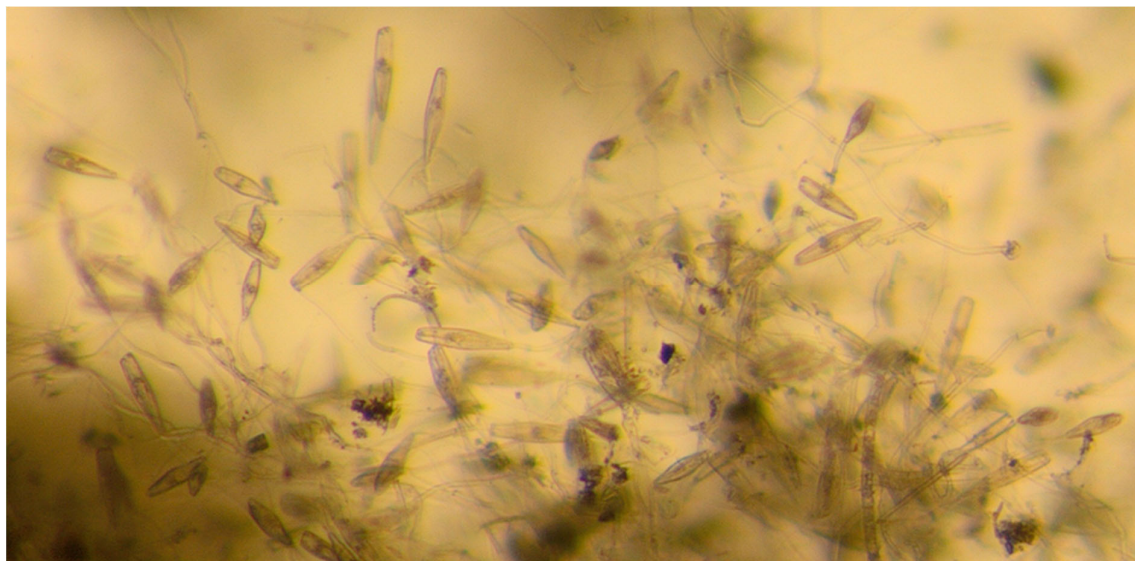


5. mynd. Magn blaðgrænu a og hlutfallsleg skipting á milli mismunandi hópa frumframleiðenda: blábaktería (blátt) og kísilþörungna (appelsínugult) á fjörusteinum í Úlfjótstvatni 23. september 2020 mælt með BenthosTorch flúrljómandi mæli. Engir grænþörungar komu fram við mælingar. / The concentration of chlorophyll ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) and composition of algae in the littoral zone of Lake Úlfjótstvatn 23 September 2020 measured with BenthosTorch fluorescence. Blue bars represent cyanobacteria and orange bars diatoms. No green algae were detected.

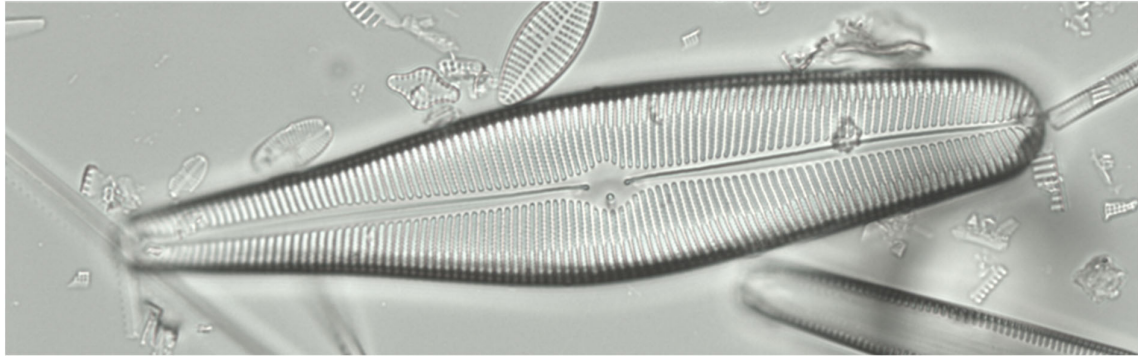
Á báðum sýnatökustöðum í Úlfljótuvatni var mikill þörungavöxtur efst í fjörubeltinu og sýndu ljósmyndir sem teknar voru undir vatnsyfirborði töluvert þykka mottu þörungum (6. mynd). Ekki var farið í tegundagreiningar á þörungum, en við skoðun og grófflokkun hryggleysingja á steinum í fjöru sást að stórvaxnar tegundir kísilþörungum sem vaxa á löngum stikum voru uppistaðan í þörungabekjunni. Ein kísilþörungategund var þar lang algengust, líklega tegundin *Gomphoneis minuta* (Stone) Kociolek & Stoermer, en tegundagreining hefur ekki verið staðfest (7.–8. mynd).



6. mynd. Þörungabreiður á steinum í fjörubelti Úlfljótuvatns á stöð 1 til vinstri og stöð 2 til hægri (Ljós. Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir). / Algal biomass in the littoral zone of Lake Úlfljótvatn at site 1 (to left) and site 2 (to right) (Photo Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir).



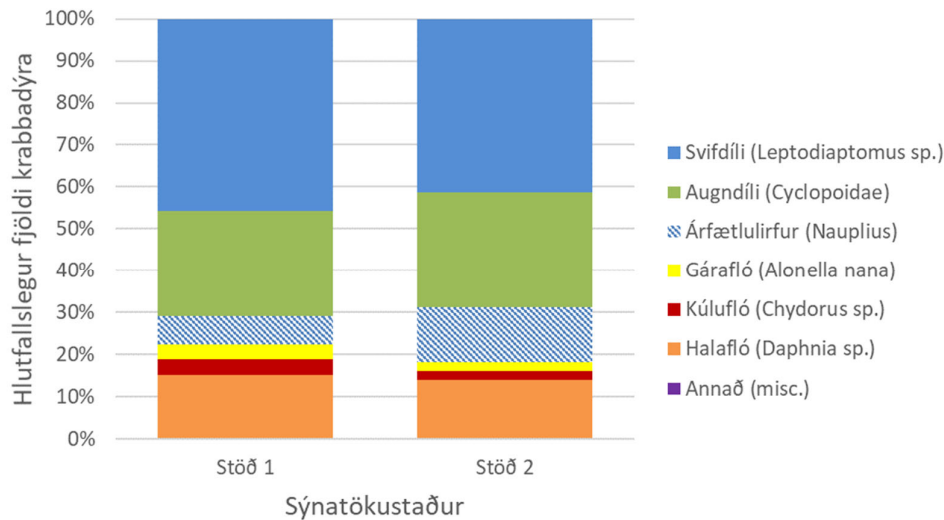
7. mynd frá stöð 1 af þörungabekjunni tekin við 50 falda stækkun í viðsjá (Ljós. Iris Hansen). / Algal biomass in the littoral zone of Lake Úlfljótvatn (Photo Iris Hansen).



8. mynd. Ríkjandi kísilþörungategund á báðum sýnatökustöðvum, líklega *Gomphoneis minuta* (Ljósm. Iris Hansen). Mynd tekin við 1000 falda stækkun í smásjá. / The dominant diatom at both sites in the littoral zone of Lake Úlfjótavatn, identified as *Gomphoneis minuta* (Photo Iris Hansen).

Krabbadýr í svifi

Í svifsýnum úr vatnsbol fundust samtals níu tegundir eða hópar krabbadýra (Crustacea). Þéttleiki krabbadýra var svipaður á báðum stöðum 1,4 dýr/l (stf.=0,1; n=3) að meðaltali á stöð 1 og 1,5 dýr/l (n=1) á stöð 2 (Viðauki 1). Meirihluti allra krabbadýra sem veiddust voru krabbadýr sem tilheyra flokki árfætla (Copepoda) og var svifdéli (*Leptodiaptomus* tegund) algengastur á báðum stöðum og var hlutdeild hans 45,8% (stöð 1) og 41,3% (stöð 2) (9. mynd). Augndíli (Cyclopoidae) voru næst algengasti hópurinn á báðum stöðum og var hlutdeild hans 25,2% (stöð 1) og 27,5% (stöð 2). Hlutdeild árfættlu lirfa (nauplius) var 6,8 og 13,2%, meiri á stöð 2. Alls fundust sex tegundir krabbaflóa (Cladocera), þ.e. mánafló (*Alona* sp.), gárafló (*Alonella nana*), kúlufló (*Chydorus* sp.), broddfló (*Macrothrix hirsuticornis*), granfló (*Graptoleberis testudinaria*) og halafló (*Daphnia longispina* teg. hópur). Af vatnaflónum var halaflóin algengust en hlutdeild hennar var nokkuð svipuð á báðum stöðum 14,7% (stöð 1) og 13,8% (stöð 2). Líklega er hér um að ræða tegundina *Daphnia galeata* sem er mjög algeng í Þingvallavatni (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2012, Haraldur R. Ingvason o.fl. 2021). Hlutdeild kúluflóar og gáraflóar var mjög svipuð á báðum stöðum 3,4–3,8% (stöð1) og 2% (stöð 2). Hlutdeild hinna þriggja vatnaflóa tegundanna, þ.e. mánaflóar, broddlóar og granflóar, var mjög lítil og samanlagt <1%.



9. mynd. Hlutfallsleg skipting hópa/tegunda krabbadýra í Úlfjótuvatni 2. september 2020. / *Composition of zooplankton taxa at two sampling sites in Lake Úlfjótuvatn 2 September 2020.*

Botnlægir hryggleysingjar

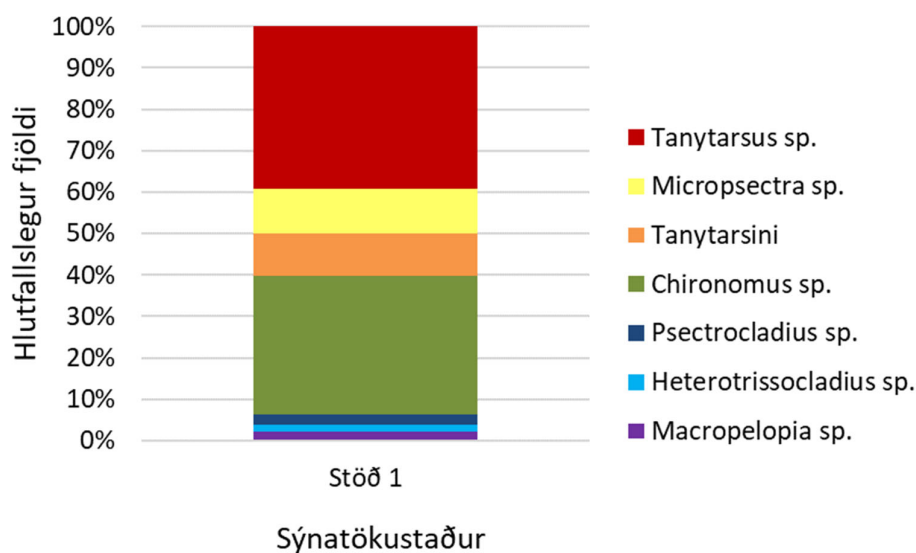
Hryggleysingjar í botnseti

Í botnseti (á mjúkbotni) fundust samtals 24 tegundir/hópar hryggleysingja og var meðalþéttleiki þeirra 16.678 dýr/m² (stf=5881; n=5) (Viðauki 2). Vatnaflær voru algengasti hryggleysingjahópurinn og var hlutdeild þeirra 45,8% (Tafla 2). Af einstökum ættkvíslum vatnaflóa var mánaflóin algengust og fundust samtals þrjár tegundir af henni; *A. quadrangularis*, *A. affinis* og *A. rectangula* og var *A. quadrangularis* algengust af þeim. Önnur mjög algeng vatnafló á mjúkbotni var kúlufló (*Chydorus* sp.) en einnig fundust hjálmfló (*Acroperus harpae*), broddfló (*Macrothrix hirsuticornis*), burstafló (*Ilicryptus sordidus*) og efjufló (*Eurycercus lamellatus*). Á mjúkbotninum fannst jafnframt nokkuð af halafló sem er sviflæg tegund sem heldur sig alla jafna í vatnsbolnum. Annar algengasti hópur hryggleysingja á mjúkbotni voru skelkrabbar (Ostracoda) (25,6%) og þriðji algengasti hópurinn ánar (Oligochaeta) (15,9%). Hlutdeild annara hópa var minni og var rykmý (Chironomidae) 8,5% allra hryggleysingja og árfætlur 4% (Tafla 2). Á mjúkbotninum fannst jafnframt Armla (Hydra), sniglar (Gastropoda), efjuskel (Pisidium) og vatnamítlar (Hydrachnellae) en hlutdeild þeirra var lítil og samanlagt <1%.

Tafla 2. Meðalþéttleiki (fjöldi/m²) helstu hópa hryggleysingja á mjúkbotni á stöð 1 í Úlfjótuvatni 2. september 2020 ásamt staðalfrávikum, lægstu- og hæstu gildum auk hlutfalls hvers hóps (%). / Average (meðaltal) density of invertebrates (number of animals per m²), standard deviation (staðalfrávik), min (lágmark), max (hámark) and relative number (%) in the soft sediment of Lake Úlfjótuvatn 2 September 2020.

Mjúkbotn	Fjöldi dýra á fermeter				
	Meðaltal	Staðalfrávik	Lágmark	Hámark	Hlutfall %
Lífveruhópar					
Ánar (Oligochaeta)	2.659	1.304	1.158	4.496	15,9
Árfætlur (Copepoda)	664	244	412	1.060	4,0
Skelkrebbs (Ostracoda)	4.276	1.326	2.317	5.753	25,6
Vatnaflær (Cladocera)	7.634	2.935	2.926	9.798	45,8
Rykmý (Chironomidae)	1.414	599	393	1.924	8,5
Annað (misc.)	31	30	0	79	0,2

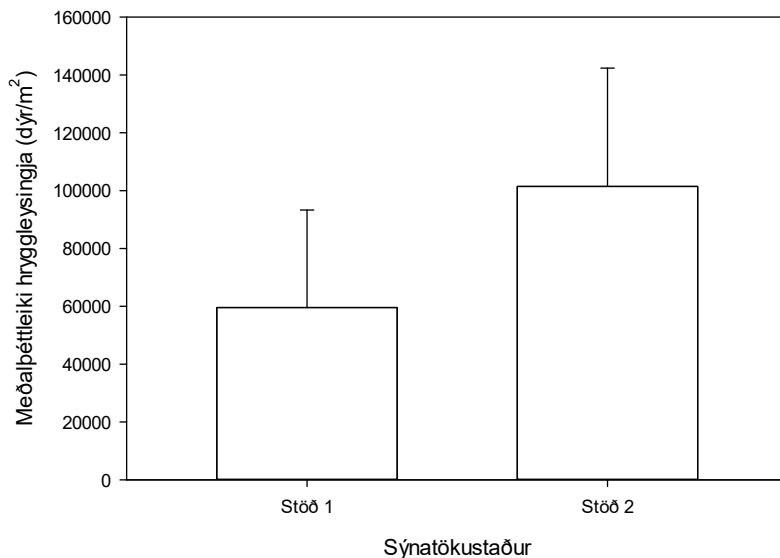
Á mjúkbotninum voru rykmýslirfur af ætt þeymýs (Chironominae) rýkjandi og voru þar algengastar tegundir af ættkvíslum *Tanytarsus* (39,2%) og *Chironomus* (33,4%) en jafnframt nokkuð af rykmýslirfum sem tilheyrir ættkvíslinni *Micropsectra* (10,8%) (10. mynd). Af rykmýslirfum sem tilheyra ætt bogmýs (Orthocladina) fundust tegundir af ættkvíslum; *Heterotrissocladius* og *Psectrocladius* en hlutdeild þeirra var lítil (1,7% og 2,5%). Á mjúkbotninum fundust jafnframt rykmýslirfur af ætt ránmýs (Tanypodinae) sem tilheyrðu ættkvíslinni *Macropelopia* en hlutdeild þeirra var lítil (2,1%).



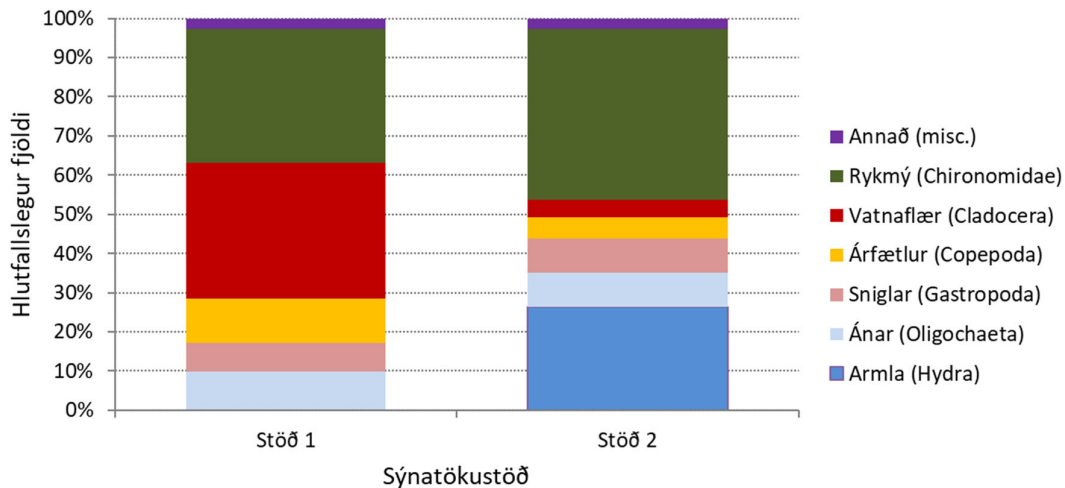
10. mynd. Hlutföll rykmýstegunda á mjúkbotni á stöð 1 í Úlfjótuvatni 2. september 2020. / Composition of chironomid larvae in the soft sediment in Lake Úlfjótuvatn 2 September 2020.

Hryggleysingar í fjörubelti

Á steinum í fjörubelti Úlfjótssvatns fundust samtals 32 tegundir/hópar hryggleysingja og var fjöldi þeirra mjög svipaður á hvorum stað, 27 tegundir/hópar (stöð 1) og 28 (stöð 2). Meðalþéttleiki og tegundasamsetning hryggleysingja var þó nokkuð mismunandi. Á stöð 1 voru 59.541 dýr/m² (stf=33.775; n=5) en á stöð 2 voru þau nær tvöfalt fleiri eða 101.480 dýr/m² (stf=40.895; n=5) (11. mynd og Viðauki 3). Töluverður breytileiki var á milli einstakra sýna, einkum á stöð 1, þar sem munur á hæsta og lægsta gildi var rúmlega sjöfaldur. Munur milli einstakra sýna var töluvert minni á stöð 2 eða rétt rúmlega þrefaldur. Á stöð 1 voru krabbadýr mjög áberandi og voru þau tæplega helmingur allra dýra. Vatnaflær voru stærsti hópurinn (34,8%) og var mánaflóin *Alona affinis* þar langalgengust (Viðauki 3) en hlutdeild árfætla var rúm 11% (12. mynd). Hlutdeild rykmýs var mjög svipuð og vatnaflóa (34,2%) en hlutdeild ána (9,9%) og snigla minni (7,3%). Á stöð 2 var þéttleiki krabbadýra minni og þau einungis um 10% allra dýra. Þar var hlutdeild rykmýs heldur meiri (43,7%) og töluvert var af örmlu (26,5%), en hlutdeild ána (8,6%) og snigla (8,7%) var nokkuð svipuð (Viðauki 4). Hlutdeild annara hópa var lítil á báðum stöðum eða samtals 2,6%. Skelkrabbar, vatnamítlar, lifur tvívængjutegundar af *Clinocera* ættkvísl og vorflugulifur af tegundinni *Apatania zonella* fundust á báðum stöðum en auk þess fundust bessadýr (Tardigrada) á stöð 1 og bitmýslifur á stöð 2 (Viðauki 3).



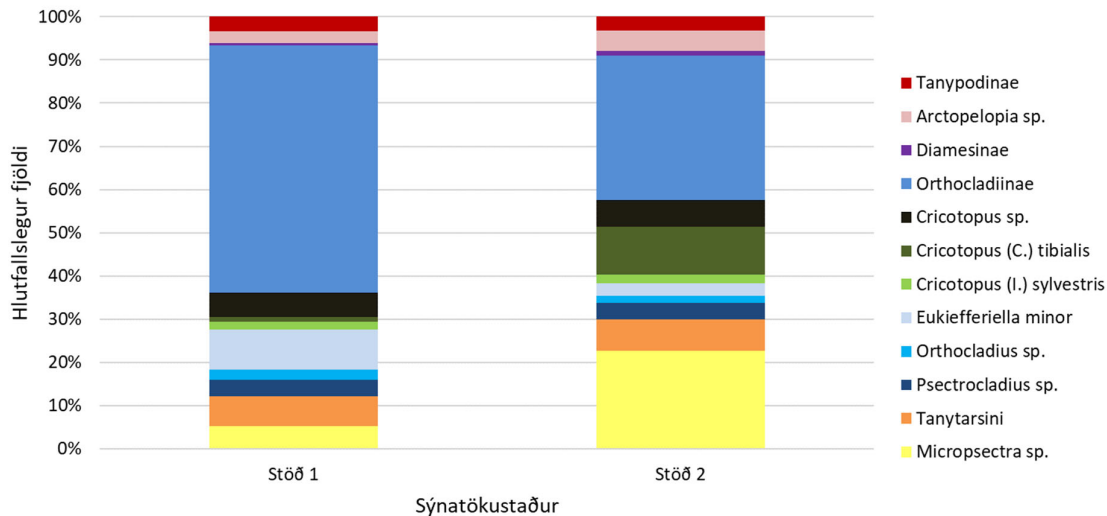
11. mynd. Meðalþéttleiki botnlægra hryggleysingja (meðalfjöldi einstaklinga/m²) og staðalfrávik (lóðréttar línur) á steinum í fjörubelti Úlfjótssvatns 23. september 2020. / Average density of invertebrates (number of animals per m²) and standard deviation (vertical lines) of stone samples in the littoral zone in Lake Úlfjótssvatn 23 September 2020.



12. mynd. Hlutfall sex algengustu hópa hryggleysingja á steinum í fjörubelti Úlfljótsvatns 23. september 2020. Aðrir dýrahópar voru sjaldgæfir og settir saman í hóp sem „Annað“. / Composition of invertebrates on stones in the littoral zone in Lake Úlfljótsvatn 23 September 2020. The six most abundant groups are shown but rare species are combined into one group of other species (misc.).

Í fjörubelti Úlfljótsvatns voru greindar samtals 15 tegundir/hópar rykmýslirfa og var tegundasamsetningin nokkuð svipuð á báðum stöðum en ellefu af þessum fimmtán tegundum fundust á báðum stöðum. Hlutdeild einstakra hópa var þó aðeins mismunandi. Bogmýstegundir (Orthoclaadiinae) voru ríkjandi á báðum stöðum og var rúmlega 80% af öllum rýkmýslirfum á stöð 1 en rúmlega 60% á stöð 2 (13. mynd og Viðauki 3). Á báðum stöðum var stór hluti bogmýslirfanna á fyrsta stigi en það lirfustig er oft á tíðum mjög erfitt að greina þar sem greiningarlyklar byggja á greiningareinkennum eldri lirfustiga og þær því einungis greindar til undirætta. Af þeim bogmýstegundum sem greindar voru til tegunda/ættkvísla var *Eukiefferiella minor* algengust á stöð 1 en tegundin *Cricotopus (C.) tibialis* á stöð 2. Aðrar bogmýstegundir sem fundust á báðum stöðum voru *Cricotopus* tegundirnar: *C. (I.) sylvestris* og *C. (C.) pilosellus*, tegundin *Orthocladius (O.) frigidus* og tegundir sem tilheyra ættkvíslunum *Psectrocladius* og *Rheocricotopus*. Á stöð 2 fundust auk þess tvær aðrar *Orthocladius* tegundir *O. (O.) oblidens* og *O. (P.) consobrinus* og tegund sem tilheyrir ættkvíslinni *Heterotrissocladius* en á stöð 1 tegund sem tilheyrir ættkvíslinni *Thienemanniella*. Auk bogmýstegunda fundust á báðum stöðum rykmýstegundir sem tilheyra undirætt þeymýs (Chironominae), ránmýs (Tanypodinae) og kulmýs (Diamesinae). Þeymýstegund af ættkvísl *Micropsectra* var nokkuð algeng á stöð 2 og var hún þar rúm 22% af öllum rýkmýslirfum, en á stöð 1 var hlutdeild hennar minni eða rúm 5% (13. mynd). Nokkuð var einnig um fyrsta lirfustig þeymýs sem greint var í safnhópin Tanytarsini, en tilheyrir að öllum líkindum *Micropsectra* ættkvíslinni. Af ránmýstegundum fundust tvær tegundir sem tilheyra ættkvíslum; *Arctopelopia* og

Macropelopia og var sú fyrirnefnda algengari. Nokkuð var af lirfum ránmýs á fyrsta lirfustigi sem aðeins voru greindar til undirættar (Viðauki 3).



13. mynd. Hlutfall átta algengustu tegunda/ættkvísla rykmýs ásamt sjaldgæfum og ógreindum I stigs lirfum ætta ránmýs (Tanytopodinae), kulmýs (Diamesinae), bogmýs (Orthoclaadiinae) og safnhóps slæðumýs (Tanytarsini) á steinum í fjörubelti Úlflijótsvatns 23. september 2020. / *Composition of chironomid larva on stones in the littoral zone in Lake Úlflijótsvatn 23 September 2020. The eight most abundant species/genus are shown but rare species and unidentified I instar larva are shown as subfamily; Tanytopodinae, Diamesinae, Orthoclaadiinae and as tribe Tanytarsini.*

Hornsíli

Á stöð 1 veiddust samtals 10 hornsíli og var lengd þeirra á bilinu 3,5–4,6 cm og þyngd 0,33–0,73 g (Viðauki 5). Fjöldi hornsíla á sóknareiningu var 2 hornsíli í gildru (10 hornsíli/5 gildrur), samtals þyngd var 5,2 g og að meðaltali 1,0 g/gildra. Á stöð 2 veiddust samtals 12 hornsíli og var lengd þeirra á bilinu 3,0–4,6 cm og þyngd 0,19–0,92. Fjöldi hornsíla á sóknareiningu var 2,4 hornsíli í gildru (12 hornsíli/5 gildrur), samtals þyngd var 7,22 g og að meðaltali 1,4 g/gildru. Þar veiddust jafnframt tvö bleikjuseiði sem voru 5,0 cm og 1,01 g og 5,5 cm og 1,11 g.

Fiskur – seiðarannsóknir

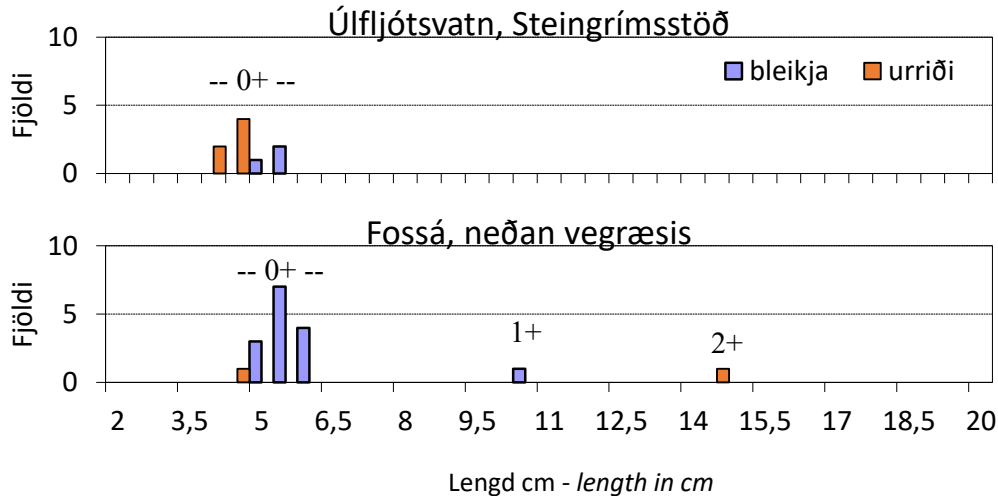
Í Úlflijótsvatni var rafveitt á grófgrýttum botni, á malarhrygg sem liggur undir vatnsborði og út í Torfnæs (64°7.637 N og 21°1.200 V) (1. mynd). Þarna er nokkur straumur og var dýpið allt að 0,3 m á þeim 126 m² sem veiddir voru. Þarna fannst nokkuð af sumargömlum (0⁺) urriða- og bleikjuseiðum, en ekki fundust aðrir árgangar. Þéttleiki urriðaseiða (4,8 seiði/100m²) var meiri en bleikjuseiða (2,4 seiði/100m²) (Tafla 3). Í Fossá var efst rafveitt við bílavað ofan Þjóðveggar (64°5.537 N og 21°2.968 V), þar sem botngerðin var að mestu fíngerð mól (þvermál steina 1–7 cm). Árbreiddin var um 4 m, dýpi yfirleitt innan við 0,2 m og straumur nokkuð stríður.

Flatarmál hins rafveidda svæðis var 96 m² og fékkst enginn fiskur. Athygli vakti að þegar veigræsið undir Grafningsveg var skoðað, kom í ljós að timburfleki myndaði fyrirstöðu í miðju ræsinu og var það hálfstíflað. Ályktað var að það væri jafnvel ófiskgengt um veigræsið. Þess vegna var ákveðið að rafveiða einnig neðan veigræsisins (64°5.633 N og 21°2.278 V), til að sjá hvort að þar leyndust seiði. Aðstæður á rafveiðistað voru fremur erfiðar, þar sem straumur var mjög stríður og féll á stórgrýti. Rafveitt var á 24 m² og reyndist þar vera nokkur þéttleiki seiða, samtals 70,8 seiði/100m². Mest voru þetta sumargömul (0+) bleikjuseiði (58,3 seiði/100m²), en einnig fannst eitt 10,3 cm og eins árs bleikjuseiði. Tvö urriðaseiði veiddust, annað þeirra var 4,4 cm og sumargamalt en hitt var 14,3 cm og tveggja ára (Tafla 3 og 14. mynd).

Tafla 3. Meðallengd (cm) og staðalfrávik (stf.) ásamt fjölda og þéttleika (fj. seiða/100m²) bleikju- og urriðaseiða eftir aldri sem veiddust á þremur stöðum í og við Úlfjótuvatn. Seiðarannsóknin fór fram þann 1. september 2020. Flatarmál (m²) veiddra svæða er sýnt. Farin var ein rafveiðiyfirferð. / Mean length in cm (meðallengd) and SD (stf.), number and density (number/100m²) of char- (bleikja) and trout (urriði) juveniles found in electro-fishing in Úlfjótuvatn watershed, September 1. 2020.

Rafveiðistaður	Tegund: Aldur:	Bleikja		Urriði		Samtals
		0+	1+	0+	2+	
Úlfjótuvatn	meðallengd	5,1		4,3		
Steingrímsstöð	stf.	0,2		0,2		
	fjöldi seiða	3	0	6	0	9
126 m ²	fj. seiða/100 m ²	2,4		4,8		7,1
Fossá	meðallengd					
Vað ofan Grafningsveg	stf.					
	fjöldi seiða	0	0	0	0	0
96 m ²	fj. seiða/100 m ²					
Fossá	meðallengd	5,4	10,3	4,4	14,3	
Neðan Grafningsveg	stf.	0,3				
	fjöldi seiða	14	1	1	1	17
24 m ²	fj. seiða/100 m ²	58,3	4,2	4,2	4,2	70,8

Sumargömlu bleikjuseiðin í Fossá voru á lengdarbilinu 4,8–5,8 cm og meðallengdin 5,4 cm en lengdardreifingin var 4,9–5,3 cm í Úlfjótuvatni og meðallengdin 5,1 cm (Tafla 3 og 14. mynd). Sumargömlu urriðaseiðin voru smærri en jafngömul bleikjuseiði og var lengdardreifingin í Úlfjótuvatni 4,0–4,5 cm og meðallengdin 4,3 cm.



14. mynd. Lengdardreifing urriða- og bleikjuseiða eftir stöðum og aldri. Rafveitt var í einni yfirferð þann 1. september 2020. / Length distribution of trout- and char juveniles by age and site. From electro fishing 1st September 2020.

Fæða var skoðuð hjá tveimur seiðum sem veiddust í Fossá neðan vegræsis. Fæða 10,3 cm eins árs bleikjuseiðis var eingöngu langleggur (Phalangiidae). Fæða 14,3 cm og tveggja ára urriðaseiðis var mikið melt og varð ekki greind. Magafylling var 1 hjá báðum seiðanna.

Fiskur – rannsóknaveiði í net

Samtals veiddust 146 bleikjur og 21 urriðar í rannsóknnetin, þar sem fjöldi á sóknareiningu (CPUE) var að meðaltali 13,3 bleikjur í lögn (146 bleikjur/11 net) og 1,9 urriðar í lögn (21 urriðar/11 net). Samtals vó aflinn 44,5 kg og afli á sóknareiningu (CPUE) var að meðaltali 4,0 kg/lögn. Bleikjaafllinn var 39,6 kg, að meðaltali 3,6 kg/lögn. Urriðaaflinn var 4,9 kg, að meðaltali 0,4 kg/lögn. Bleikja veiddist í öll rannsóknnetanna þar sem 86,3% af heildarfjölda bleikja veiddist í möskvastærðir ≤ 25 mm og 13,7% í möskvastærðir ≥ 30 mm (Tafla 4). Af urriðum veiddust 90,5% í möskvastærðir ≤ 25 mm og 9,5% í möskvastærðir ≥ 30 mm. Engir urriðar veiddust í stærri möskva en 40 mm.

Tafla 4. Afli (kg), fjöldi og hlutfall bleikju og urriða sem veiddist í hverja möskvastærð lagneta í Úlfjótuvatni 2. september 2020. / Catch, number and percentage of charr and brown trout caught in each mesh size of gillnets in Úlfjótuvatn.

Möskvastærð (mm) mesh size (mm)	Bleikja - charr			Urriði - brown trout		
	Afli kg catch kg	Fjöldi number	Fjöldi % number %	Afli kg catch kg	Fjöldi number	Fjöldi % number %
13	1,2	65	44,5	0,2	7	33,3
15,5	0,8	24	16,4	0,7	3	14,3
18,5	0,6	11	7,5	0,3	2	9,5
21,5	3,0	16	11,0	0,3	2	9,5
25	6,6	10	6,8	0,8	5	23,8
30	2,0	1	0,7		0	
36	1,4	3	2,1	2,3	1	4,8
40	4,2	5	3,4	0,3	1	4,8
46	2,9	3	2,1		0	
50	9,7	5	3,4		0	
60	7,0	3	2,1		0	
<i>Samtals - total</i>	39,6	146	100	4,9	21	100
<i>CPUE</i>	3,6	13,3		0,4	1,9	

Bleikja var algengasta afbrigðið (69,9%) en einnig var nokkuð af *murtu* (22,6%) en hlutfallslega lítið af *djúpbleikju* (7,5%). Engin *gjámurta* greindist í aflanum. Kynjaskipting bleikja var hængum í vil með 62% kyngreindra fiska og var meirihluti allra afbrigða hængar (59,3–70%) (Tafla 5). Hjá urriða var kynjahlutfallið svipað og hjá bleikju, þar sem 66,7% urriða voru hængar (allir voru kyngreindir).

Tafla 5. Hlutfall útlitsafbrigða bleikja í Úlfjótuvatni og kynjahlutföll. / Percentage of char by morphs and their sex-ratio.

Útlitsafbrigði morph	Fjöldi		Kyngr.	Hængar ♂#		Hrygnur ♀	
	number	%	number	number	%	number	%
Bleikja - LB charr	102	69,9	42	26	61,9	16	38,1
Murta - PL charr	33	22,6	27	16	59,3	11	40,7
Djúpbleikja - PI charr	11	7,5	10	7	70,0	3	30,0
Allar bleikjur – All charr	146	100	79	49	62,0	30	38,0

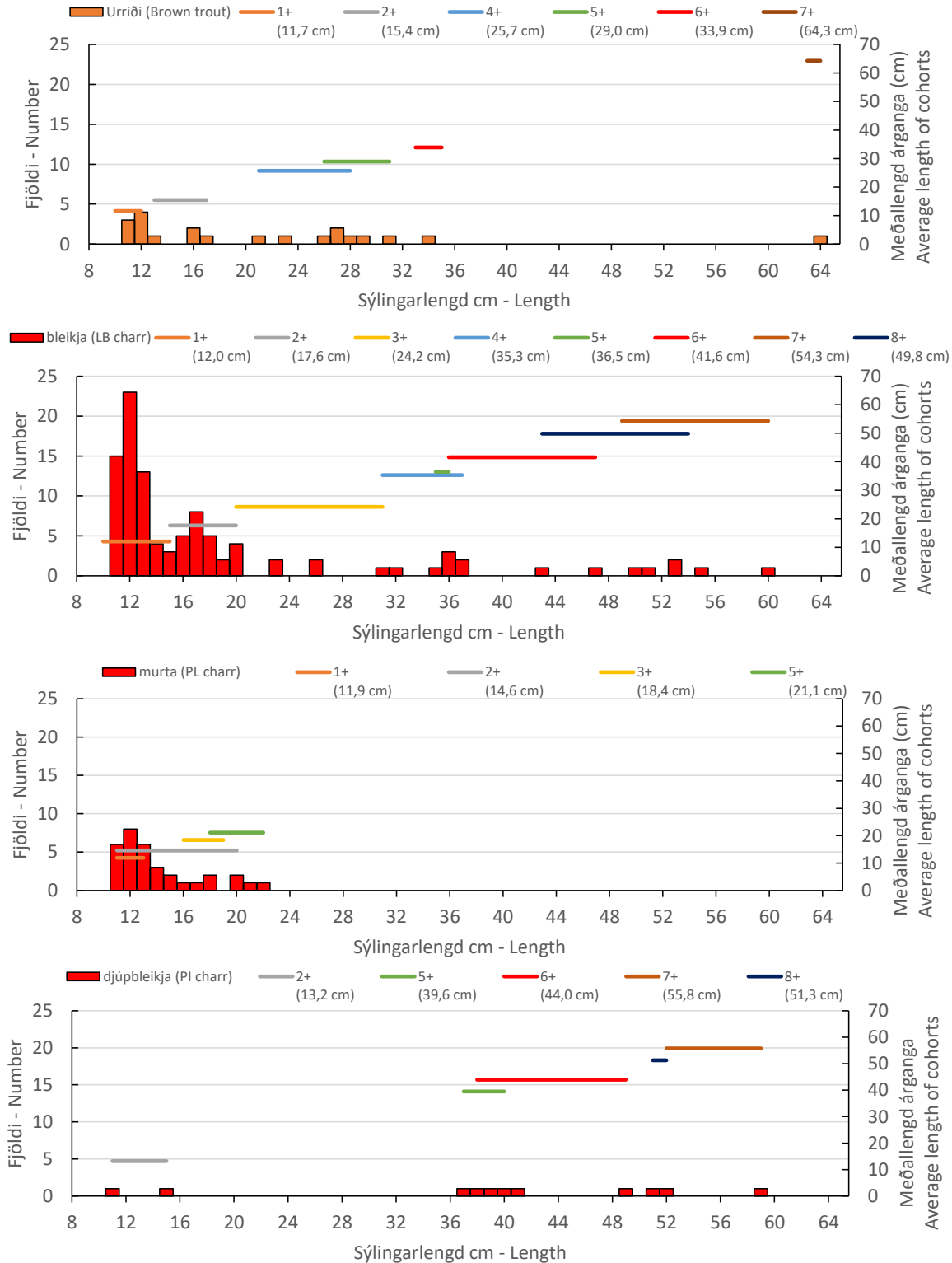
Lengdardreifing afbrigða var mjög misjöfn, mest þar á smárra *bleikju* og *murtu* (<24 cm) en stærri fiskar (>24 cm) voru ýmist *bleikja* eða *djúpbleikja*. Urriðar voru með nokkuð jafna lengdardreifingu á lengdarbilinu 11–34 cm og einungis einn urriði veiddist sem var stærri, sá var 64,3 cm langur og aldursgreindur sem 7 ára (Tafla 6 og 15. mynd). Alls greindust átta árgangar *bleikju* (1–8 ára), fimm árgangar *djúpbleikju* (2–8 ára) og fjórir árgangar *murtu* (1–5 ára).

Tafla 6. Meðallengd, meðalþyngd, staðalfrávik (stf.) og fjöldi aldursgreindra fiska eftir tegundum og útlitsafbrigðum. / Mean length, mean weight, standard deviation (SD) and numbers within an age group analysed fish by species and morphs.

<i>Afbrigði - morph: bleikja - LB charr</i>						
<i>Aldur</i> <i>age</i>	<i>Lengd cm</i> <i>length</i>	<i>Stf.</i> <i>SD</i>	<i>Fjöldi</i> <i>number</i>	<i>Þyngd g</i> <i>weight</i>	<i>SD</i>	<i>Fjöldi</i> <i>number</i>
1	12,0	1,4	7	20	8	7
2	17,6	1,4	14	64	19	14
3	24,2	3,8	7	183	113	7
4	35,3	2,3	5	664	182	5
5	36,5		1	745		1
6	41,6	7,6	2	1249	786	2
7	54,3	4,5	4	2138	86	4
8	49,8	5,7	3	2074	803	3
<i>Afbrigði - morph: murta – PL charr</i>						
<i>Aldur</i> <i>age</i>	<i>Lengd cm</i> <i>length</i>	<i>SD</i>	<i>Fjöldi</i> <i>number</i>	<i>Þyngd g</i> <i>weight</i>	<i>SD</i>	<i>Fjöldi</i> <i>number</i>
1	11,9	0,8	10	18	4	10
2	14,6	2,6	12	34	23	12
3	18,4	1,4	3	69	18	3
5	21,1	1,3	2	112	31	2
<i>Afbrigði - morph: djúpbleikja - PI charr</i>						
<i>Aldur</i> <i>age</i>	<i>Lengd cm</i> <i>length</i>	<i>SD</i>	<i>Fjöldi</i> <i>number</i>	<i>Þyngd g</i> <i>weight</i>	<i>SD</i>	<i>Fjöldi</i> <i>number</i>
2	13,2	2,3	2	26	15	2
5	39,6	1,9	4	992	205	4
6	44,0	7,8	2	1279	690	2
7	55,8	5,3	2	2276	9	2
8	51,3		1	2121		1
<i>Urriði - brown trout</i>						
<i>Aldur</i> <i>age</i>	<i>Lengd cm</i> <i>length</i>	<i>SD</i>	<i>Fjöldi</i> <i>number</i>	<i>Þyngd g</i> <i>weight</i>	<i>SD</i>	<i>Fjöldi</i> <i>number</i>
1	11,7	0,7	7	19	3	7
2	15,4	2,2	4	43	17	4
4	25,7	3,0	6	197	72	6
5	29,0	3,2	2	308	65	2
6	33,9		1	483		1
7	64,3		1	2283		1

Holdafar allra afbrigða bleikju var gott, að meðaltali var holdstuðullinn hæstur hjá *djúpbleikju* eða 1,42 (stf.=0,24; n=11) og næst hæstur hjá *bleikju* þar sem hann var 1,17 (stf.=0,19; n=102) en lægstur hjá *murtu* 1,04 (stf.=0,09; n=33). Urriðarnir sem veiddust voru allir nema einn með mjög gott holdafar, sá eini sem var með lélegt holdafar var elsti urriðinn og sá stærsti, hann var 64,3 cm og vó 2.283 g, holdstuðull hans var 0,86. Hjá urriða var holdstuðullinn að meðaltali 1,15 (stf.=0,11; n=21) (Tafla 7). Hjá aldursgreindum fiskum var holdstuðullinn almennt lægri hjá yngri bleikjum allra afbrigða en hjá þeim sem eldri voru. Breytileiki var hins vegar meiri í holdstuðli eldri bleikja, með víðara staðalfrávik og á það við öll bleikjuafbrigði (16. mynd).

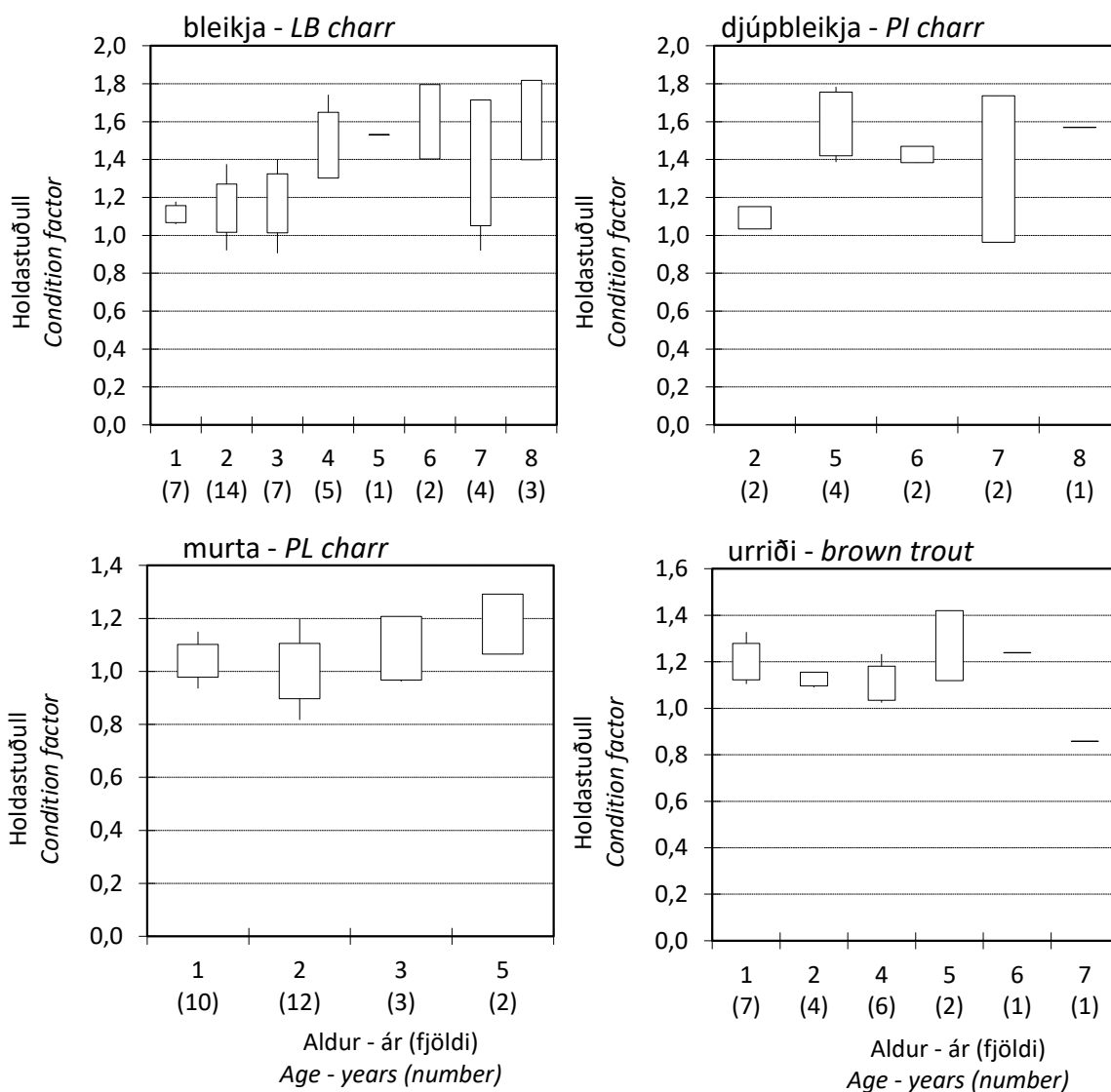
Vöxtur afbrigða var nokkuð svipaður fyrstu tvö vaxtarárin, en dróst mjög saman eftir það hjá *murtu*. Vöxtur var hinsvegar áfram hraður hjá *bleikju* og *djúpbleikju* (17. mynd, Tafla 6) og voru sjö ára *bleikjur* að jafnaði 54,3 cm og jafngamlar *djúpbleikjur* 55,8 cm. Eftir það virtist draga mjög úr vexti samhliða auknum kynþroska (17. mynd og Tafla 8). Urriðinn óx hægar en *bleikja* og *djúpbleikja* og voru 5–6 ára urriðar komnir um og yfir 30 cm. Stærsti urriðinn, sá sjö ára, skar sig úr og hafði vaxið mun hraðar en aðrir urriðar sem veiddust.



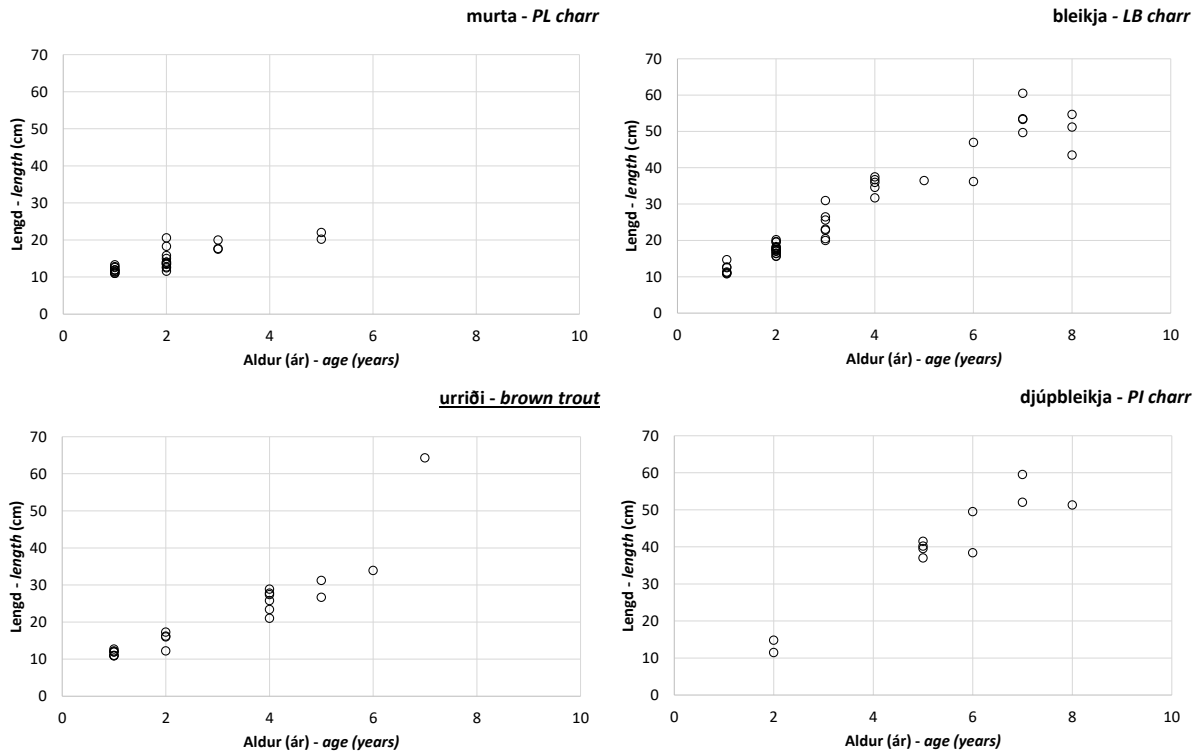
15. mynd. Lengdardreifing bleikja eftir afbrigðum og urriða sem veiddust í rannsóknarnet í Úlfjótuvatni 2020. Láréttar línur tákna lengdarspönn hvers aldurshóps og meðallengd hans (sjá hægri lóðréttan ás). Meðallengdir eru gefnar upp í sviga. / Length distribution of char by char morphs and brown trout caught in gillnets in Úlfjótuvatn. Horizontal lines represent the length span and average length of each cohort. Mean lengths are given in parentheses.

Tafla 7. Holdstuðlar veiddra urriða og bleikja eftir afbrigðum. Gefið er meðaltal og staðalfrávik, hæsta og lægsta gildi ásamt fjölda. / *Fultons condition factor for net caught brown trout and char by morphs.*

Tegund/afbrigði <i>species/morph</i>	Meðaltal <i>average</i>	Staðalfrávik <i>SD</i>	Hæsti <i>max</i>	Lægsti <i>min</i>	Fjöldi <i>number</i>
bleikja - LB charr	1,17	0,19	1,82	0,91	102
murta - PL charr	1,04	0,09	1,26	0,82	33
djúpbleikja - PI charr	1,42	0,24	1,78	1,05	11
urriði - brown trout	1,15	0,11	1,38	0,86	21



16. mynd. Holdstuðull fiska eftir tegund, afbrigði og aldri sem veiddust í rannsóknarnet í Úlfjótstvatni 2020. Kassar sýna efri og neðri mörk holdstuðuls með +/- 1 staðalfrávik og lóðréttar línur sýna mesta og minnsta holdstuðul á viðkomandi aldri. / *Fultons condition factor by species and morph at different age. Boxes indicate upper and lower level of condition factor with +/- 1 sd; vertical lines indicate max and min.*



17. mynd. Lengd bleikjuafbrigða og urriða eftir aldri í september 2020. / Length of charr-morphs and brown trout by age in September 2020.

Allar bleikjuhrygnur sem veiddust voru ókynþroska utan ein 53,3 cm og sjö ára *bleikju*-hrygna. Allar urriðahrygnurnar voru ókynþroska (Tafla 8). Nokkur munur kom fram á kynþroskaaldri hænga; tveir 5 ára *murta*-hængar voru kynþroska en allir yngri hængar voru ókynþroska. Hjá *djúpbleikju* var þriðjungur hænga kynþroska við fimm ára aldur og allir eldri hængar voru kynþroska (Tafla 8). Allir *bleikju*-hængar voru ókynþroska og þeir elstu voru átta ára gamlir. Allir sex ára og yngri urriða-hængar voru ókynþroska.

Tafla 8. Hlutfall kynþroska urriða og afbrigða bleikju (kynþroskastig 3 eða hærra) eftir kynjum og aldri í árum. Fjöldi fiska er í sviga. / *Percentage of mature LB charr, PL charr, PI charr and brown trout by sex and age in years. Number of fish are in brackets.*

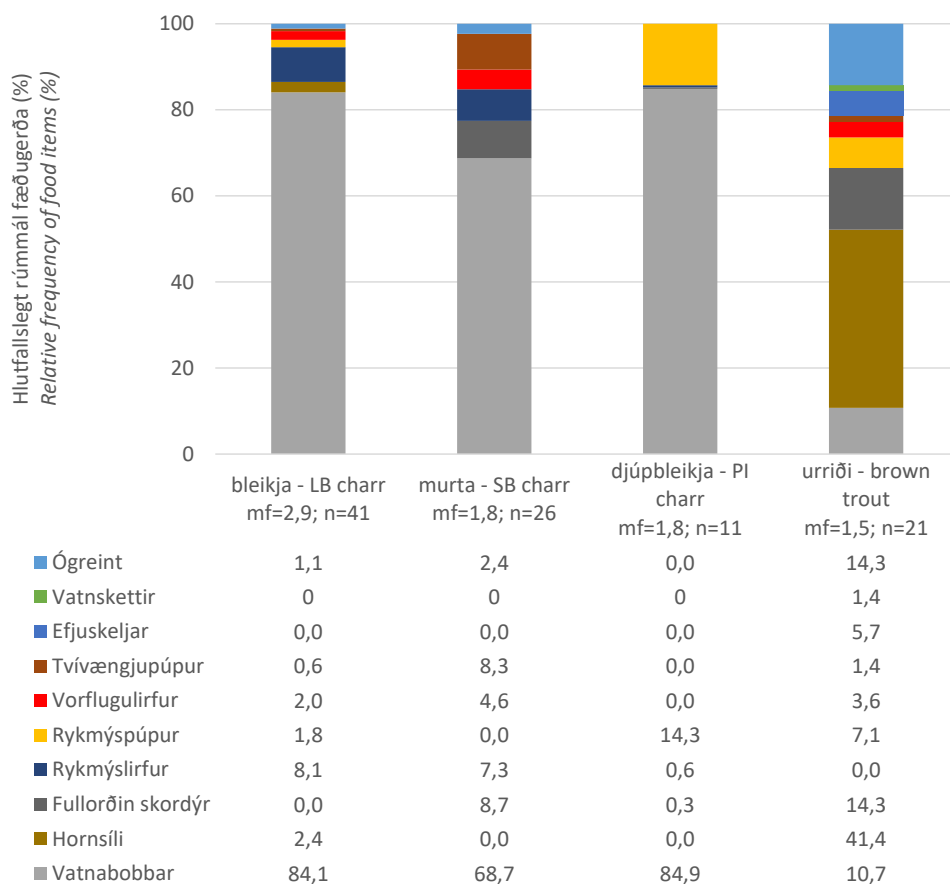
Aldur (ár) age (years)	Hlutfall (%) kynþroska hænga (♂) eftir tegund og afbrigði			
	bleikja <i>LB charr</i>	murta <i>PL charr</i>	djúpbleikja <i>PI charr</i>	urriði <i>brown trout</i>
1	0 (4)	0 (5)		0 (4)
2	0 (9)	0 (9)		0 (3)
3	0 (6)			
4	0 (1)			0 (5)
5	0 (1)	100 (2)	33,3 (3)	0 (1)
6	0 (1)		100 (2)	
7	0 (2)		100 (2)	100 (1)
8	0 (2)			

Aldur (ár) age (years)	Hlutfall (%) kynþroska hrygna (♀) eftir tegund og afbrigði			
	bleikja <i>LB charr</i>	murta <i>PL charr</i>	djúpbleikja <i>PI charr</i>	urriði <i>brown trout</i>
1	0 (2)	0 (5)		0 (3)
2	0 (5)	0 (3)	0 (1)	0 (1)
3	0 (1)	0 (3)		
4	0 (4)			0 (1)
5			0 (1)	0 (1)
6	0 (1)			
7	50 (2)			
8	0 (1)		0 (0)	

Sníkjudýrabyrði af völdum stórsærra sníkjudýra var mjög lítil meðal afbrigða bleikju þar sem samtals 6,2% allra fiska greindist með sníkjudýr. Hjá urriða var sníkjudýrabyrðin meiri, þar sem tæplega fjórðungur þeirra var sýktur. Þeir urriðar sem báru sníkjudýr voru yfirleitt með væga sýkingu. Meðal afbrigða bleikjunnar bar mest á sníkjudýrum hjá *murta*, en þar voru 5 ára fiskar mjög sýktir en þeir yngri voru án sníkjudýra. Engin *síableikja* greindist sýkt. Ekki greindist tálknús hjá neinum fiskanna, heldur var um að ræða sýkingu af völdum bandormanna breiða bandorms og skúforms.

Fæðuval bleikju var breytilegt milli afbrigða, þar sem fæða *murta* og *bleikju* var fjölbreyttari en hjá *djúpbleikjum* (18. mynd). Meðal bleikjuafbrigða voru vatnabobbar (sniglar) langveigamesta fæðugerðin og var hlutfallslegt rúmmál hennar á bilinu 68,7–84,9% eftir afbrigði. Það bar nokkuð á rykmýi í fæðunni, þar sem *bleikja* og *murta* voru að taka liffur (7,3–8,1%) en *djúpbleikja* tók frekar púpur (14,3%). Flugur (fullorðin skordýr) voru áberandi í fæðunni hjá

murtu, vottur fannst af þeim hjá *djúpbleikju* en fundust ekki hjá *bleikju*. Aðrar fæðugerðir hjá bleikjuafbrigðum voru hornsíli, vorflugulirfur, tvívængjupúpur auk ógreindrar fæðu. Flestar fæðugerðir (ógreind fæða ekki talin með) greindust hjá *bleikju* þar sem þær voru sex talsins, þær voru fimm hjá *murtu* en fjórar hjá *djúpbleikju* (18. mynd). Magafyllin var að meðaltali mest hjá bleikju (2,9) en mun minni hjá öðrum afbrigðum (1,8). Fæðusamsetningin var ólík hjá urriðanum sem veiddist, þar voru fæðugerðirnar átta talsins og voru hornsíli veigamest með 41,4% hlutdeild af heildarrúmmáli fæðugerða. Aðrar fæðugerðir voru flugur (fullorðin skordýr), vatnabobbar, rykmýspúpur, efjuskeljar, vorflugulirfur, tvívængjupúpur og vatnskettir (brunnklukkulirfur). Hlutfall fiska með tóman maga var hæst hjá *djúpbleikju* (36,4%) og urriða (33,3%) en lægra hlutfall hjá *murtu* (15,4%) og *bleikju* (7,3%).



18. mynd. Hlutfallslegt rúmmál fæðugerða í mögum urriða og bleikja veiddum í rannsóknanet í Úlfjótuvatni 2020. Sýndur er fjöldi skoðaðra maga (n). / Volume percent of different food items in stomachs of brown trout and char from Úlfjótuvatn. Number of inspected fish is shown (n).

Umræður

Úlfljótuvatn er á vatnasviði sem nær alla leið upp undir Langjökul og hefur dvalartími vatns í Þingvallavatni mikil áhrif á efnastyrk í því vatni sem rennur til Úlfljótuvatns. Í þessari skýrslu er fjallað um efnastyrk í Úlfljótuvatni með tilliti til þess sem mælist í útfalli Þingvallavatns. Styrkur næringarefna var lágur í útfalli Þingvallavatns og lægri en í lindarvatninu sem rennur í norðanvert Þingvallavatn á árunum 2007 til 2020 (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2019; Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gíslason 2020) þar sem mikið er tekið upp af næringarefnum af ljóstillífandi lífverum. Vatnið sem fellur úr Þingvallavatni niður í Úlfljótuvatn er því snauðara af næringarefnum á aðgengilegu formi heldur en það vatn sem rennur í Þingvallavatn. Vegna lífrænnar virkni í Þingvallavatni berst hins vegar töluvert af lífrænu efni úr Þingvallavatni í Úlfljótuvatn. Mælingarnar sem gerðar voru á heildarstyrk köfnunarefnis (N-total) og uppleystum ólífrænum efnasamböndum köfnunarefnis gefa til kynna að 66–95% alls köfnunarefnis í vatni í útfalli Þingvallavatns sé á lífrænu formi (ársmeðaltal 83%). Það helgast af því að ólífrænt köfnunarefni er tekið upp í Þingvallavatni í miklum mæli af ljóstillífandi lífverum á meðan vatnið flæðir um Þingvallavatn. Sambærilegir reikningar á mun heildarstyrks fosfórs og fosfórs á ólífrænu formi gefa til kynna að 0–38% af fosfór sé á lífrænu formi (ársmeðaltal 25%). Hlutfallslega er mun meira af fosfór en af köfnunarefni í því vatni sem rennur í Úlfljótuvatn miðað við þau hlutföll sem ljóstillífandi lífverur þarfnast til vaxtar (Redfield 1958; Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gíslason 2020). Það gengur því meira á efnabúskap köfnunarefnis í vatninu heldur en fosfórs vegna ljóstillífunar á dvalartíma vatnsins.

Styrkur næringarefna í útfalli Þingvallavatns ásamt styrk blaðgrænu a í Úlfljótuvatni bendir til að vatnið sé í umhverfisflokki I m.t.t. heildarstyrks köfnunarefnis og blaðgrænu en í umhverfisflokki II m.t.t. heildarstyrks fosfórs (Reglugerð nr. 796/1999; Haraldur R. Ingvason o.fl. 2021). Sé miðað við viðmiðunaraðstæður sem útbúnað hafa verið vegna vinnu við ástandsflokkun ferskvatns samkvæmt lögum um stjórn vatnamála nr. 36/2011 sést að vatnið í útfalli Þingvallavatns (og í innstreymi Úlfljótuvatns) er í mjög góðu ástandi m.t.t. styrks næringarefna (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020). Það sama á við um magn blaðgrænu a í Úlfljótuvatni sem mældist í svipuðum styrk (1,1–1,2 $\mu\text{g/l}$) og í efsta lagi Þingvallavatns (0,96 $\mu\text{g/l}$) deginum áður (Haraldur R. Ingvason o.fl. 2021). Í fjörubelti Úlfljótuvatns mældust hins vegar nokkuð há gildi á blaðgrænu a og sýndu ljósmyndir sem teknar voru undir vatnsyfirborði töluvert þykka mottu þörunga. Þar mældust jafnframt hærra pH gildi en í útfalli Þingvallavatns sem líkast til skýrist af ljóstillífun þörungabreiðunnar en mjög bjart og sólríkt var daginn sem sýnatökur fóru fram. Uppistaðan í þörungabekjunni í fjöruborði Úlfljótuvatn er kísilþörungur sem líklega er af tegundinni *Gomphoneis minuta* (Stone) Kociolek & Stoermer. Samkvæmt upplýsingum frá Gunnari Steini Jónssyni (tölvupóstur, 25. febrúar 2021) hefur þessi

tegund fundist í Þingvallavatni á síðustu árum, hann sá tegundina fyrst í sýnum frá árinu 2017. Þörungapekjan líktist þekju sem kísilþörungurinn vatnaflóki *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) Schmidt getur myndað, en sú tegund sást einnig í sýnunum úr fjöruborði Úlfjótsvatns en hún var fyrst greind á Íslandi árið 1994 (Ingi Rúnar Jónsson o.fl. 2007). Sáust heldur fleiri frumur af vatnaflóka í sýnum frá stöð 2 en stöð 1, en hlutur þeirra virtist þó vera óverulegur af þörungapekjunni. Þörungapekjan myndaði mikið yfirborð sem ýmsar aðrar tegundir kísilþörungna og blábaktería uxu í. Sáust til dæmis stórvaxnar kísilþörungategundir af ættkvíslunum *Cymbella*, *Epithemia* og *Ulnaria* auk þess sem keðjur svifþörungans *Aulacoseira islandica* (O.Müller) Simonsen voru áberandi í þessum sýnum frá báðum stöðvum.

Tegundasamsetning krabbadýra í Úlfjótsvatni svipaði mjög til krabbadýrafánu Þingvallavatns og mikið til sömu tegundir þar að finna (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2012, Haraldur R. Ingvason o.fl. 2015, Haraldur R. Ingvason o.fl. 2021). Í Úlfjótsvatni voru algengustu svifkrabbarnir svifdíli, augndíli og halafló en þessir sömu svifkrabbar voru jafnframt ríkjandi í Þingvallavatni árið 2020. Ranafló fannst ekki í Úlfjótsvatni en síðustu ár hefur hún látið mjög undan síga í Þingvallavatni og fannst þar ekki árið 2020 (Haraldur R. Ingvason o.fl. 2021).

Botnlægum hryggleysingjum var safnað úr tveimur mismunandi búsvæðagerðum, í fjörubelti og úr botnseti (leðjubotni). Þar sem eðli þessara tveggja búsvæða er nokkuð ólík eru samfélög hryggleysingja það jafnan líka. Í fjörubelti vatna er gjarnan mikið öldurót og þau dýr sem þar finnast aðlaga sig oft að því með því að festa sig t.d. við undirlagið. Hryggleysingjar sem að jafnaði finnast á leðjubotni grafa sig hins vegar oft niður í botnsetið eða lifa á setyfirborði. Þéttleiki og fjölbreytileiki hryggleysingja í þessum tveimur búsvæðagerðum getur verið nokkuð mismunandi og er oft á tíðum meiri í fjörubeltinu en á mjúkbotninum (sjá t.d. Lindegaard 1992, Wetzel 2001, Moss 2018). Í Úlfjótsvatni var þéttleiki botnlægra hryggleysingja rúmlega þrefalt og sexfalt meiri í fjörubeltinu en á mjúkbotninum. Þar fundust jafnframt fleiri tegundir og hópar hryggleysinga en tegundaauði var mikil í báðum búsvæðagerðum. Í stöðuvötnum eru hryggleysingjar í fjörubelti notaðir sem mælikvarði við mat á vistræðilegu ástandi vatns og er tegundaauði (*taxa richness*) einn þessara matsþátta. Sé miðað við þau viðmiðunargildi má meta sem svo að tegundaauði fjöruvistar Úlfjótsvatns sé mikil og í mjög góðu ástand m.t.t. þess matsþátta (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020). Í fjörubeltinu einkenndust samfélögin öðru fremur af ýmsum tegundum rykmýs og vatnaflóm. Fyrir neðan Steingrímsstöð var töluverður þéttleiki af örmlu en hún er rándýr og lifir gjarnan á smásæjum krabbadýrum eins og halafló og árfætlum. Þar var jafnframt nokkuð af halafló og við greiningar á sýnum sáust örmlur sem höfðu innbyrt þær. Armla er gjarnan notuð sem vísir á mengun þar sem hún er almennt talin nokkuð viðkvæm fyrir henni (sjá t.d. Quinn o.fl. 2012). Á leðjubotninum var hins vegar mun meira af hryggleysingjum sem grafa sig í botnsetið eins og skelkröbbum og ánum

en auk þess var þar mikið af vatnaflóm. Mánaflóin var algeng í báðum búsvæðagerðum en virtist þó kjósa sér mismunandi búsvæði eftir tegundum. Á leðjubotninum var tegundin *A. quadrangularis* töluvert algengari en tegundin *A. affinis*, en í fjörubeltinu fannst einungis tegundin *A. affinis*. Tegundasamsetning rykmýs var jafnramt mjög ólík í þessum tveimur búsvæðagerðum. Á mjúkbotninum var lang stærsti hluti alls rykmýs lirfur slæðumýs sem jafnan grafa sig í botnsetið en í fjörubeltinu ýmsar tegundir bogmýs.

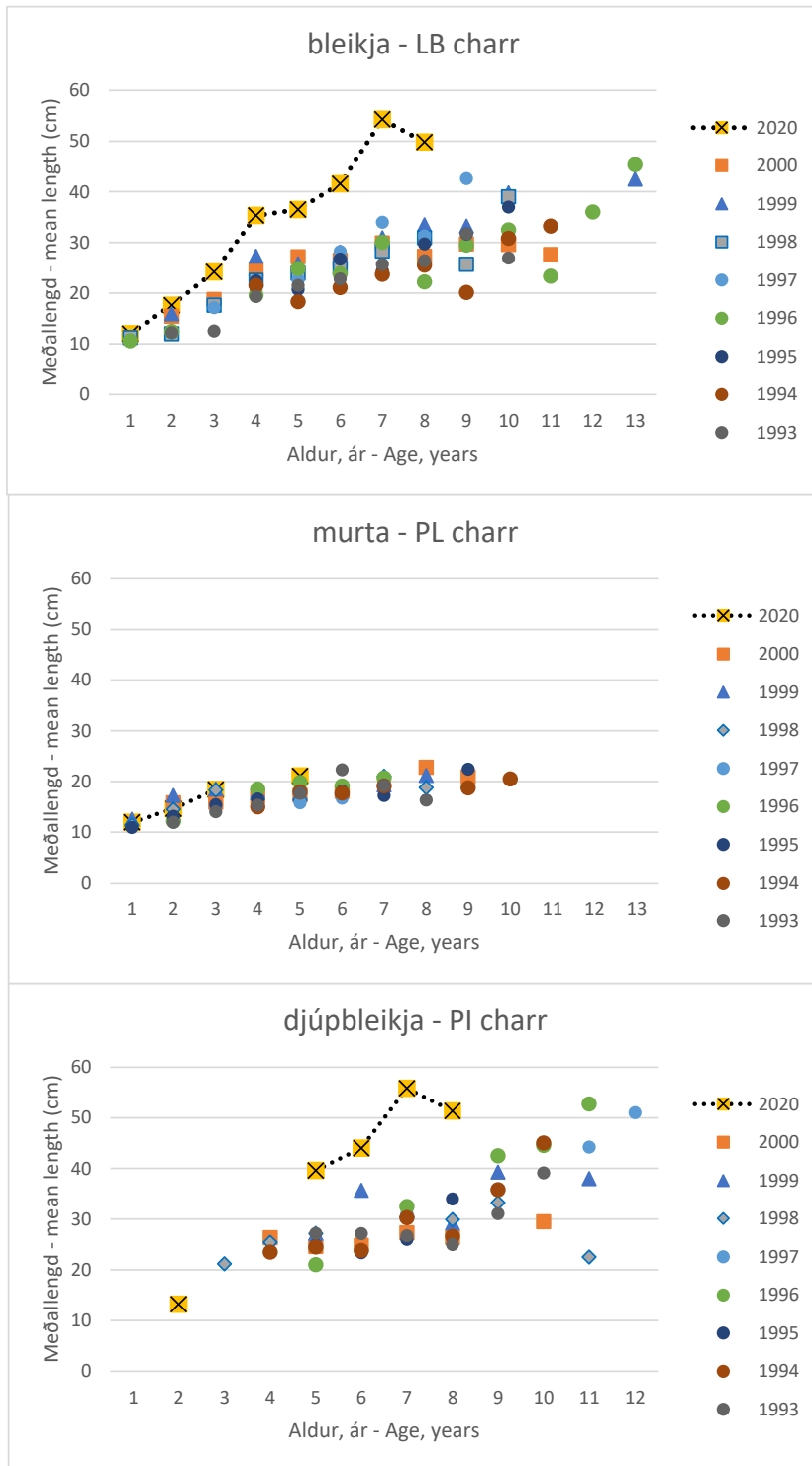
Árið 1993 var sýnum af hryggleysingjum safnað í Úlfljótsvatni í verkefni sem bar heitið Yfirlitskönnun á lífríki íslenskra stöðuvatna. Í því verkefni var sýnum safnað með sambærilegum hætti í allmörgum stöðuvötnum á landinu (sjá t.d. Hilmar J. Malmquist o.fl. 2000, Tammy L. Karst-Riddoch o.fl. 2009). Í vatnsbol var þéttleiki krabbadýra nokkuð svipaður og árið 1993 og árfætlur ríkjandi líkt og þá (sjá myndir í skýrslu Þórólfs Antonssonar og Ragnhildar Þ. Magnúsdóttur 2004). Í fjörubeltinu var þéttleiki hryggleysingja hins vegar um 5–9 fallt meiri en var árið 1993 en á mjúkbotninum var því öfugt farið og þéttleikinn um 6 fallt minni. Algengustu hóparnir voru nokkuð þeir sömu en hlutdeild þeirra aðeins mismunandi og voru vatnaflær t.d algengari í báðum búsvæðagerðum árið 2020.

Þegar rannsóknin fór fram höfðu engar athuganir verið gerðar á fiskstofnum Úlfljótsvatns frá árinu 2000, en þá lauk árlegri vöktun á fiskstofnum vatnsins sem staðið hafði frá árinu 1992. Niðurstöður benda til þess að grundvallarbreytingar hafi orðið á fiskstofnum Úlfljótsvatns frá því sem verið hafði á síðasta áratug 20. aldar. Í þessari rannsókn veiddust mun færri bleikjur í vatninu en áður, hins vegar veiddust fleiri urriðar en við fyrri rannsóknir. Á árunum 1992–2000 voru bleikjur í aflanum á bilinu 40–78 bleikjur/lögn og 51,8 bleikjur/lögn að meðaltali (stf.=12,1) en miklu færri í þessari rannsókn, þar sem 13,3 bleikjur/lögn öfluðust. Sé miðað við meðalafla fyrri ára, þá er um 74,3% samdrátt að ræða í afla á sóknareiningu þ. e. í fjölda bleikja í lögn. Urriða virðist að sama skapi hafa fjölgað í vatninu, þar sem urriðaafla var ávallt lítill í fyrri rannsóknum og á bilinu 0–0,2 urriðar/lögn en var 1,9 í þessari rannsókn. Hjá bleikjunni er samdrátturinn minni þegar aflamagnið er skoðað í þunga, þar sem bleikjuaflinn vó að meðaltali 6,0 kg eftir hverja lögn á árunum 1996–2000 (eldri gögn ekki skoðuð) en var 3,6 kg/lögn nú, sem gerir 60% samdrátt í þyngd bleikjuafllans. Þróunin virðist því vera í þá átt að færri en stærri bleikjur aflagast nú en var á síðasta áratug 20. aldar. Því virðist hafa orðið brestur á nýliðun bleikju í vatninu. Allnokkuð fékkst af 1–2 ára bleikju í rannsókninni nú sem getur gefið til kynna aukna nýliðun á allra síðustu árum. Þetta er í samræmi við niðurstöður rannsókna á ástandi laxfiska í Þingvallavatni, þar sem færri bleikjur og fleiri urriðar veiddust í samanburði við rannsóknir frá árunum 1992–2002 og benti til þess að stofnstærðir hafi verið að breytast frá þeim tíma (Benóný Jónsson og Magnús Jóhannsson 2021).

Þegar hlutfall bleikjuafbrigða er borið saman milli rannsókna (1992–2020), hafa *bleikjur* oftast verið í meirihluta með hlutfallið á bilinu 17–74% (56% að meðaltali) og *murtur* með 9–49% (30%) af heildarfjöldanum. *Djúpbleikja* (0,5–7,5%; 2% að meðaltali) og *gjámurta* (0–43,3%; 8% að meðaltali) hafa fundist í lægra hlutfalli. Í þessari rannsókn var hlutfall bleikjuafbrigða nokkuð svipað og greindist þegar síðast var farið í vatnið árið 2000, þegar *bleikja* hafði 74,3% hlutdeild (69,9% árið 2020) og *murta* með 22,2% hlutdeild (22,6% árið 2020). Hlutfall djúpbleikja var hærra nú (7,5%) en var árið 2000, þegar hlutfallið var 2%. Engar gjámurtur greindust í rannsókninni nú, en hlutfall þeirra hefur yfirleitt verið lágt, sérstaklega á árunum 1997–2000 þegar það var á bilinu 0,6–1,8%. Það virðist því ekki vera að stórkostlegar breytingar hafi orðið á hlutföllum bleikjuafbrigða frá því sem áður var, nema ef vera skyldi hærra hlutfall *djúpbleikja*.

Vöxtur *bleikju* og *djúpbleikju* hefur greinilega aukist mikið frá því sem var á vöktunarárum (1993¹–2000) en vöxtur *murtu* virðist svipaður (19. mynd). Árið 2020 höfðu 3 ára *bleikjur* meðallengdina 24,2 cm (stf = 3,8; n = 7) en var 18,7 cm (stf = 1,3; n = 6) árið 2000 þegar meðallengdin var mest í vöktuninni. Þarna munar strax 5,5 cm á fjórða vaxtarári (19. mynd) og munurinn vex þegar skoðaður er vaxtarmunur eftir 5 vaxtarár (4⁺), meðallengd var 35,3 cm (stf = 2,3; n = 5) árið 2020 en 24,5 cm (stf = 3,8; n = 5) árið 2000 og munar þar 10,8 cm. Þessi dæmi bera glöggan vitnisburð um aukinn vöxt *bleikju* í Úlfjótuvatni og svipaðan vaxtarmun milli tímabila má sjá hjá *djúpbleikju* (19. mynd). Augljósasta skýringin á þessu kynni að vera sú að um þessar mundir sé minna fiskmagn í vatninu en var á fyrri vöktunarárum og því sé rýmra um hann og minni samkeppni um fæðuna og þess vegna hraðari vöxtur.

¹ Ekki var greint til svipgerða á upphafsári vöktunar og þess vegna er 1992 ekki með.



19. mynd. Meðallengdir bleikja eftir afbrigðum (bleikja, murta og djúpbleikja) og rannsóknarárum. / Average length of charr morphs (LB charr, PL charr and PI charr) from different research years.

Það kemur ekki á óvart að hængar hafi verið í meirihluta veiddra bleikja, þetta er almennt reynslan úr fyrri vöktunarránsóknum á Úlfjótsvatnsbleikju og rannsóknum á bleikju í Þingvallavatni. Tengist það líklega því að skammt var til hrygningartíma þegar rannsóknaveiðin fór fram og hængarnir dvelja lengur á riðunum (Sandlund o.fl. 1992), sem eru á grunnslóð og líklega nærri lagnarstæðunum. Aldur við kynþroska var misjafn milli þeirra bleikjuafbrigða sem öfluðust, þar sem *murtuhængar* urðu kynþroska yngri en *bleikju-* og *djúpbleikjuhængar*. Hjá hrygnunum virtist kynþroskinn vera svipaður og hefur komið fram við fyrri rannsóknir, þar sem 50% sjö ára *bleikjuhrygna* voru kynþroska haustið 2020 en 38% þeirra sem veiddar voru á árunum 1993–2000 (Hafrannsóknastofnun, óbirt gögn). Lítið er hægt að álykta um kynþroskaaldur *djúpbleikju-* og *murtuhrygna* þar sem sárafáar veiddust haustið 2020 og allar ókynþroska. Í rannsóknum 1993–2000 höfðu 50% sjö ára *djúpbleikjuhrygna* náð kynþroska og 52% fimm ára *murtuhrygna*.

Greinilegt er að öll bleikjuafbrigði sækja mjög í fæðu af botni um þessar mundir en síður í svifvistina, þar sem vatnabobbar voru langalgengasta fæðugerðin hjá öllum bleikjuafbrigðum og engin bleikjanna var með svifkrabba í fæðunni. Hlutdeild hornsíla í bleikjuafæðu var mjög lág og athyglisvert að þau greindust ekki í fæðu *djúpbleikja* en í fyrri vöktun voru hornsíli að jafnaði með 42% hlutdeild af heildarrúmmáli fæðutegunda. Í vöktunarránsóknunum voru svifkrabbar að jafnaði með 54% hlutdeild í *murtufæðu* en þeirra varð ekki vart í rannsókninni 2020. Það má því segja að brotthvarf hornsíla og svifkrabba úr bleikjuafæðu séu stærsta breytingin sem orðið hefur á fæðuvalinu. Þetta er í fyrsta sinn sem svifkrabba hefur ekki orðið vart í *murtufæðunni* og einnig í fyrsta sinn sem hornsíli finnast ekki í fæðu *djúpbleikja*. Á sama tíma voru hornsíli langalgengasta fæðugerðin hjá urriðanum svo að það virðist ekki vera neinn skortur á hornsílum í Úlfjótsvatni en síableikjan getur þó hafa orðið undir í samkeppni við urriðann um hornsílin. Líklegar skýringar á því að lítill munur er á fæðu afbrigða er að almennt hafi dregið úr samkeppni milli bleikjuafbrigða um fæðuna því að færri bleikjur eru í vatninu en voru á árunum fyrir síðustu aldamót og að gnægð vatnabobba hafi fullnægt fæðuþörf allra bleikjuafbrigða.

Enn er ýmislegt óljóst um það hvernig fiskstofnar Úlfjótsvatns nýta straumvatn sem fellur til vatnsins. Komið hefur fram að Úlfjótsvatnsurriði nýtir Efra Sog til hrygningar og uppeldis og einhver framleiðsla bleikjuseiða er í Fossá. Litlar rannsóknir hafa farið fram á seiðapöttleika í Kaldá og hvort fiskstofnar Úlfjótsvatns nýti ána til hrygningar og uppeldis seiða. Aðstæður eru þannig nú að mjög torvelt er fyrir fiska að ganga upp í Kaldá, en þar eru fremur straumharðar flúðir. Eins og áður var nefnt í þessari skýrslu var farvegi Kaldár breytt á byggingartíma Steingrímssöðvar og þess vegna vert að skoða hvort það sé hyggilegt að bæta fiskaðgengi að ánni. Almennt þarf að huga vel að því að viðhalda sem best náttúrulegu aðgengi fiska í

Úlfljótuvatni að tengdu straumvatni eins og í tilviki veigræsis í Fossá sem var stíflað þegar sýnatökur fóru fram.

Niðurstöður þessarar rannsóknar benda til þess að miklar breytingar hafi orðið á bleikjustofni Úlfljótsvatns, frá því sem greindist á árunum 1992–2000. Bleikjustofninn virðist mun faliðaðri nú, vöxtur er hraðari hjá afbrigðunum *bleikju* og *djúpbleikju*, meira er af stórri bleikju í vatninu en var og urriða hefur fjölgað. Hliðstæð þróun virðist hafa orðið í Þingvallavatni þar sem urriða hefur fjölgað og fjöldi netaveiddra bleikja á sóknareiningu hefur minnkað (Benóný Jónsson og Magnús Jóhannsson 2021). Fjölgun urriðans tengist væntanlega sleppingum urriðaseiða í Þingvallavatn sem hófust árið 1976 og stóðu yfir með hléum til ársins 2004 (Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson 2000, Magnús Jóhannsson o.fl. 2009). Urriðinn hefur nú tekið að hrygna í Efra Sogi (Magnús Jóhannsson o.fl. 2020) þar sem seiðin alast líklega upp fyrstu árin áður en þau fara til Úlfljótsvatns. Því má velta upp hvort aukið magn urriða í vatninu sé meðvirkandi þáttur til fækkunar bleikju. Þegar hins vegar litið er til þróunar í stofnum bleikju og urriða á landsvísi hefur komið fram að bleikju hefur fækkað verulega á sama tíma og stofnar urriða hafa stækkað (Guðmunda Björg Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson 2020). Samanburður á bleikju- urriða- og laxastofnum á Íslandi og í Norður Noregi sýnir svipaða mynd (Svenning o.fl. 2021). Ástæður eru ekki að fullu ljósar en gætu tengst loftslagsbreytingum. Í ljósi þessa er hér lagt til að tekin verði upp vöktun á fiskstofnum Úlfljótsvatns samhliða vöktunar á laxfiskum í Þingvallavatni og verði næst veitt árið 2023, á sama ári og rannsóknaveiði mun næst fara fram í Þingvallavatni.

Þakkir

Eydís Heiða Njarðardóttir og Guðmunda Þórðardóttir aðstoðuðu við sýnatökur og fá þær bestu þakkir fyrir veitta aðstoð.

Heimildir

- Anderson, L.E. (1954). Hoyer's solution as a rapid permanent mounting medium for bryophytes. *The Bryologist* 57:242–243.
- Árni Erlingsson. (1987). *Upphaf stangveiði austanfjalls*. Veiðimaðurinn 123: bls. 7–20.
- Árni Hjartarson og Þóroddur F. Þóroddsson. (1981). *Kaldar lindir og lindasvæði. Árnessýsla milli Sogs og Hvítár*. Skýrsla Orkustofnunar, ÁH-ÞFP-81/02: 26 bls.
- Auður Atladóttir, Hugrún Gunnarsdóttir og Þórhildur Guðmundsdóttir. (2019). *Rennslis- og vatnshæðarbreytingar í Sogi neðan Írafoss 2006–2017*. Landsvirkjun, LV-2019-009: 38 bls.
- Bagenal, T.B. og F.W. Tesch. (1978). *Age and growth*. Í: Bagenal T.B. (ritstj.). Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP handbook No 3. Blackwell Scientific Publication, Oxford. 365 bls.
- Benóný Jónsson og Magnús Jóhannsson. (2021). *Vöktun laxfiska í Þingvallavatni 2020*. Hafrannsóknastofnun, KV 2021-5: 10 bls.
- Cranston, P.S. (1982). *A key to the larvae of the British Orthoclaadiinae (Chironomidae)*. Scientific publication No. 45. Freshwater Biological Association, Windermer Laboratory, Cumbria, England. 152 bls.
- Dahl, K. (1943). *Örret og örrevann*. J. W. Cappelens Forlag. Oslo. 182 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir. (2021a). *Vöktun á eðlisefnafræðilegum gæðapáttum í Þingvallavatni 2020*. Greinargerð Hafrannsóknastofnunar, KV 2021–3. 18 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir. (2021b). *Efnasamsetning Þingvallavatns. Gögn frá árinu 2020*. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2021–34. 26 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Alice Benoit-Cattin. (2020). *Efnasamsetning Þingvallavatns 2019*. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2020–27. 22 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Deirdre Clark, Carl-Magnus Mörth, Sigurður Reynir Gíslason. (2019). *Efnasamsetning Þingvallavatns 2007–2019*. Skýrsla Jarðvísindastofnunar, RH-02–219, 42 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gíslason. (2020). *Efnabúskapur Þingvallavatns*. Náttúrufræðingurinn 90 (1), 65–79.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sunna Björk Ragnarsdóttir, Gerður Stefánsdóttir, Agnes Katharina Kreiling, Fjóla Rut Svavarsdóttir, Jón S. Ólafsson, Svava Björk Þorláksdóttir. (2020). *Vistfræðileg viðmið við ástandsflokkun straum- og stöðuvatna á Íslandi*. VÍ 2020–009/HV 2020-42/NÍ 20010. 113 bls.
- Guðmunda Björg Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson. (2020). *Lax- og silungsveiðin 2019*. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2020-38: 41 bls.
- Guðmundur Daniellsson. (1969). *Dunar á eyrum, Ölfusá og Sogið*. Bókaútgáfa Guðjóns Ó. Guðjónssonar, Reykjavík: 426 bls.
- Guðrún Jensdóttir. (2018). *Útivist og orkuvinnsla*. Sogssvæðið. Skýrsla Landsvirkjunar, LV–2018–052: 62 bls.
- Haraldur R. Ingvason, Finnur Ingimarsson og Stefán Már Stefánsson. (2021). *Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Gagnaskýrsla fyrir árið 2020. Verkpáttur nr. 2: Lífríki og efna- og eðlisþættir í vatnsbol*. Skýrsla Náttúrufræðistofu Kópavogs, Fjölrit nr. 2–2021. 24. bls.
- Haraldur R. Ingvason, Finnur Ingimarsson og Stefán Már Stefánsson og Þóra Hrafnisdóttir. (2015). *Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Gagnaskýrsla fyrir árið 2014. Verkpáttur nr. 2: Lífríki og efna- og eðlisþættir í vatnsbol*. Skýrsla Náttúrufræðistofu Kópavogs, Fjölrit nr1–2015. 25. bls.
- Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson, Haraldur R. Ingvason, Stefán Már Stefánsson og Þóra Hrafnisdóttir. (2012). *Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Yfirlit yfir fimm fyrstu vöktunarárin 2007–2011 og samanburður við eldri gögn*. Skýrsla Náttúrufræðistofu Kópavogs, Fjölrit nr. 3–2012. 67. bls.
- Hilmar J. Malmquist, Thórólfur Antonsson, Guðni Guðbergsson, Skúli Skúlason og Sigurður S. Snorrason. (2000). Biodiversity of macroinvertebrates on rocky substrate in the surf zone of Icelandic lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27: 121–127.

- Ingi Rúnar Jónsson Gunnar Steinn Jónsson, Jón S. Ólafsson og Sigurður Már Einarsson. (2007). *Útbreiðsla Vatnaflóka (Didymosphenia geminata) á Ísland*. Fræðaðing landbúnaðarins 4 árg: 208–209).
- Kahlert, M. (2012). *Pávæxtalgsamhället i arktisk-alpina vattendrag. En första undersökning: startpunkt att upptäcka biologiska förändringar som följd av den globala uppvärmingen*. Institutionen för vatten och miljö, SLU, Uppsala. Rapport 2012: 11. 28 bls.
- Landsvirkjun. (2021). Viski gagnagrunnur, 19.02.2021 – M00328.
- Lindegaard, C. (1992). Zoobenthos ecology of Thingvallavatn: vertical distribution, abundance, population dynamics and production. *Oikos* 64: 257–304.
- Lorenzen, C.J. (1967). Determination of chlorophyll in pheopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12, 343–346.
- Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson, Jóhannes Guðbrandsson og Páll Bjarnason. (2020). *Fisk- og smádyrarrannsóknir í Sogi árin 2012 til 2019*. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2020-29: 69 bls.
- Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson og Guðni Guðbergsson. (2009). *Rannsóknir á urriða í Öxará, Ölfusvatnsá, Villingavatnsá og Þingvallavatni árið 2008*. Skýrsla Veiðimálastofnunar, VMST/09027: 12 bls.
- Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson. (2000). *Úlfjótuvatn. Fiskrannsóknir árið 2000*. Skýrsla Veiðimálastofnunar, VMST-S/00007: 19 bls.
- Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson. (1994). *Fiskrannsóknir á Úlfjótuvatni 1994*. Skýrsla Veiðimálastofnunar, VMST-S/94010X: 16 bls.
- Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson. (1995). *Fiskrannsóknir á Úlfjótuvatni 1995*. Skýrsla Veiðimálastofnunar, VMST-S95005X: 17 bls.
- Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson. (1996). *Fiskrannsóknir á Úlfjótuvatni 1996*. Skýrsla Veiðimálastofnunar, VMST-S/96004: 18 bls.
- Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson. (1997). *Úlfjótuvatn. Rannsóknir á fiski 1997*. VMST-S/97005: 13 bls.
- Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson. (1998). *Úlfjótuvatn. Rannsóknir á fiski og botngerð 1998*. Skýrsla Veiðimálastofnunar, VMST-S/98006: 20 bls.
- Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson. (1999). *Úlfjótuvatn. Rannsóknir árið 1999*. Skýrsla Veiðimálastofnunar, VMST-S/99008: 19 bls.
- Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson. (2000). *Aldursrannsóknir á urriða úr Öxará 1999*. Veiðimálastofnun, VMST-S/00006X: 8 bls.
- Magnús Jóhannsson, Guðni Guðbergsson, Þórólfur Antonsson og Sigurður Guðjónsson. (1994). *Fiskrannsóknir á Úlfjótuvatni árið 1993*. Skýrsla Veiðimálastofnunar. VMST-S/94001X: 16 bls.
- Magnús Jóhannsson og Sigurður Guðjónsson. (1993). *Fiskrannsóknir á Úlfjótuvatni 1992*. Skýrsla Veiðimálastofnunar, VMST-S/93004X: 9 bls.
- Moss, B. (2018). *Ecology of Freshwaters. Earth's Bloodstream*. Fimmta útgáfa. Wiley-Blackwell. 543 bls.
- Quinn, B., Gagné, F. og Blaise, C. (2012). *Hydra, a model system for environmental studies*. Int. J. Dev. Biol. DOI: 10.1387/ijdb.113469bq. 13 bls.
- Redfield, A.C. (1958). The biological control of chemical factors in the environment. *American Scientist*, 46, 205–221.
- Sandlund, O. T., Karl Gunnarsson, Pétur M. Jónasson, B. Jonsson, T. Lindem, Hilmar J. Malmquist, Hrefna Sigurjónsdóttir, Skúli Skúlason og Sigurður Snorrason. (1992). The arctic charr *Salvelinus alpinus* in Thingvallavatn. *Oikos* 64: 305–351.
- 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 Orthoclaadiinae. *Wasser und Abwasser*, suppl. 3/93. Federal Institute for water quality in Wien – Kaisermühlen. 514 bls.

- Sigurður Reynir Gíslason, Deirdre Clark, Svava Björk Þorlákssdóttir, Jórunn Harðardóttir, Carl-Magnus Mörth og Eydís Salome Eiríksdóttir. (2019). *Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XXII*. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar RH-03-2019. 63 bls.
- Søndergaard, M. og Riemann, B. (1979). *Ferskvandsbiologiske analysemetoder*. Akademisk Forlag, Kaupmannahöfn. 227 bls.
- Steinman, A., Lamberti, G.A. og Leavitt, P.R. (2006). *Biomass and pigments of benthic algae*. Í: *Methods in stream ecology*, 2. útgáfa, ritstj.: Hauer F.R. og Lamberti G.A. Academic Press, bls. 357–379.
- Stumm, W. og Morgan, J. (1996). *Aquatic Chemistry. Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters, 3rd ed.* John Wiley & sons, New York, 1022 bls.
- Sveinn Benediktsson. (1964). *Efra Sog. Var Úlfjótur lögsögumaður heygður í Torfnesi við Kaldárhöfða?* Grein í Lesbók Morgunblaðsins 22. nóvember 1964: 8–12.
- Svenning, M.A., Falkegård, M., Dempson, J.B., Power, M., Bårdsen, B.J., Gudbergsson, G. og Fauchald, P. (2021). Temporal changes in the relative abundance of anadromous Arctic charr, brown trout, and Atlantic salmon in northern Europe: Do they reflect changing climates? *Freshwater biology*. 2021; 00:1–14. <http://doi.org/10.1111/fwb.13693>
- Tammy L. Karst-Riddoch, Hilmar J. Malmquist og John P. Smol. (2009). Relationships between freshwater sedimentary diatoms and environmental variables in Subarctic Icelandic lakes. *Fundamental and Applied Limnology (Archiv fur Hydrobiologie)*. 175: 1–28.
- Umhverfissráðuneytið. (1999). Reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Fylgiskjal; Umhverfismörk fyrir ástand vatns. C-liður, umhverfismörk fyrir næringarefni og lífrænt efni í vatni til verndar lífríki.
- Wetzel, R.G. (2001). *Limnology. Lake and River Ecosystems*. Þriðja útgáfa. Academic Press, London, England. 1006 bls.
- Wiederholm, T. (ritstj.) (1983). Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1 – Larvae. *Ent. Scand. Suppl.* 19: 1–457.
- 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.
- Þórólfur Antonsson og Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir. (2004). *Langisjór. Rannsóknir á fiski og hryggleysingjum 2003*. Veiðimálastofnun, VMST/R-04014x. 29 bls.
- Össur Skarphéðinsson. (1996). *Urriðadans. Ástir og örlög stórrurriðans í Þingvallavatni*. Mál og menning, Reykjavík: 296 bls.

Viðaukar

Viðauki 1. Þéttleiki (dýr/l) mismunandi krabbadýrategunda/hópa í Úlfjótstvatni 2. september 2020. Sýnt er meðaltal og staðalfrávik (stf.) af þremur sýnum (N=3) á stöð 1 og þéttleiki dýra í einu sýni (N=1) á stöð 2. / Density of zooplankton (number of animals per litre) at two sampling sites in Lake Úlfjótstvatn 2 September 2020. Site 1 (stöð 1) shows average (meðaltal) density and standard deviation of three samples (N=3) and site 2 (stöð 2) number of animals per liter of one sample (N=1).

Krabbadýrahópar/tegundir	Úlfjótstvatn		Úlfjótstvatn
	Stöð 1		Stöð 2
	N=3		N=1
	Meðaltal	Stf.	
Árfætlur (Copepoda)			
Svifdili (Diatomidae)			
<i>Leptodiatomus sp.</i>	0,645	0,089	0,637
Augndili (Cyclopoidae)	0,355	0,108	0,424
Lirfur árfætlna (Nauplius)	0,096	0,033	0,203
Skelkrebbs (Ostracoda)	0,001	0,003	
Vatnaflær (Cladocera)			
Mánafló (<i>Alona sp.</i>)			0,004
Gárafló (<i>Alonella nana</i>)	0,049	0,020	0,031
Kúlufló (<i>Chydorus sp.</i>)	0,053	0,019	0,031
Halafló (<i>Daphnia sp.</i>)	0,025	0,043	0,053
Halalfló (<i>Daphnia longispina</i> teg. hópur)	0,183	0,049	0,159
Granfló (<i>Graptoleberis testudinaria</i>)	0,001	0,003	
Broddfló (<i>Macrothrix hirsuticornis</i>)	0,001	0,003	
Samtals	1,410	0,116	1,543

Viðauki 2. Meðalþéttleiki (fjöldi/m²) mismunandi tegunda/hópa hryggleysingja á mjúkum botni í Úlfliótsvatni 2. september 2020. Sýnt er meðaltal, staðalfrávik (stf.) meðaltala og fjöldi sýna (N). / Average density (meðaltal) of invertebrates (number of animals per m²), standard deviation (stf.) and number of samples (N) in soft sediment of sampling site in Lake Úlfliótsvatn 2 September 2020.

Úlfliótsvatn		
Stöð 1		
N=3		
Hryggleysingjahópar/tegundir	Meðaltal	SD
Armla Hydra)	8	11
Ánar (Oligochaeta)	2.659	1.304
Sniglar (Gastropoda)	8	11
Efjuskel (Pisidium)	12	18
Árfætlur (Copepoda)		
Svífdíli (Diaptomidae)		
<i>Leptodiaptomus sp.</i>	122	43
Augndíli (Cyclopoidae)	503	231
Ormdíli (Canthocamptidae)	39	14
Skelkrebbs (Ostracoda)	4.276	1.326
Vatnaflær (Cladocera)		
Hjálmfló (<i>Acroperus harpae</i>)	467	227
Mánafló (<i>Alona sp.</i>)	1.151	577
Mánafló (<i>Alona affinis</i>)	546	302
Mánafló (<i>Alona quadrangularis</i>)	2.077	1.085
Mánafló (<i>Alona rectangula</i>)	12	18
Kúlufló (<i>Chydorus sp.</i>)	2.564	1.251
Halafló (<i>Daphnia sp.</i>)	27	38
Halafló (<i>Daphnia longispina</i> teg. hópur)	263	209
Efjufló (<i>Eurycerus lamellatus</i>)	31	11
Burstafló (<i>Iliocryptus sordidus</i>)	16	16
Broddfló (<i>Macrothrix hirsuticornis</i>)	479	198
Mítlar (Hydrachnellae)	4	9
Rykmýslirfur (Chironomidae)		
Ránmý (Tanytopodinae)		
<i>Macropelopia sp.</i>	30	42
Bogmý (Orthoclaadiinae)		
<i>Heterotrissocladius sp.</i>	25	25
<i>Psectrocladius sp.</i>	36	37
Þeymý (Chironominae)		
Chironomini		
<i>Chironomus sp.</i>	472	221
Tanytarsini	145	111
<i>Micropsectra sp.</i>	153	99
<i>Tanytarsus sp.</i>	554	276
Samtals	16.678	5.881

Viðauki 3. Meðalþéttleiki (fjöldi/m²) mismunandi tegunda/hópa hryggleysingja á steinum í fjörubelti Úlfjótsvatns 23. september 2020. Sýnd eru meðaltöl, staðalfrávik (stf.) meðaltala og fjöldi sýna (N). / Average density (meðaltal) of invertebrates (number of animals per m²), standard deviation (stf.) and number of samples (N) in the littoral zone of Lake Úlfjótsvatn 2 September 2020.

Botndýrahópar/tegundir	Stöð 1		Stöð 2	
	N=5		N=5	
	Meðaltal	Stf.	Meðaltal	Stf.
Armla (Hydra)			26.859	33.092
Ánar (Oligochaeta)	5.892	4.501	8.753	6.349
Sniglar (Gastropoda)	4.321	4.389	8.843	6.534
Bessadýr (Tardigrada)	54	81		
Árfætlur (Copepoda)				
Svifdilli (Diaptomidae)				
<i>Leptodiaptomus sp.</i>	860	1.038	620	706
Augndilli (Cyclopoidae)	4.923	4.097	3.998	2.279
Ormdíli (Canthocamptidae)	913	826	889	1.286
Skelkrebbski (Ostracoda)	787	1.166	398	663
Vatnaflær (Cladocera)	37	82	113	252
Hjálmfló (<i>Acroperus harpae</i>)	17	39	26	58
Mánafló (<i>Alona sp.</i>)	10.713	9.782	209	468
Mánafló (<i>Alona affinis</i>)	9.421	7.691	911	1.271
Gárafló (<i>Alonella nana</i>)	17	39		
Kúlufló (<i>Chydorus sp.</i>)	338	322		
Halafló (<i>Daphnia longispina teg. hópur</i>)	171	129	3.331	3.745
Vatnamítlar (Hydrachnellae)	230	121	1.831	1.449
Vorflugulirfur (Trichoptera)				
<i>Apatania zonella</i>	223	158	246	298
Bitmýslirfur (Simuliidae)			31	69
Rykmýslirfur (Chironomidae)	81	180		
Ránmý (Tanypodinae)	647	668	1.087	1.497
<i>Arctopelopia sp.</i>	572	597	2.143	1.703
<i>Macropelopia sp.</i>	27	60	295	660
Kulmý (Diamesinae)	86	192	482	1.078
Bogmý (Orthocladiinae)	11.164	7.394	13.995	10.765
<i>Cricotopus sp.</i>	918	1.188	2.650	1.623
<i>Cricotopus (C.) pilosellus gr.</i>	219	419	114	254
<i>Cricotopus (C.) tibialis</i>	246	416	4.855	3.592
<i>Cricotopus (I.) sylvestris</i>	359	538	933	928
<i>Eukiefferiella minor</i>	1.872	1.939	1.264	1.117
<i>Heterotrissocladius sp.</i>			435	700
<i>Orthocladius (O.) frigidus</i>	466	501	114	254
<i>Orthocladius (O.) oblidens</i>			435	700
<i>Orthocladius (P.) consobrinus</i>			162	361
<i>Psectrocladius sp.</i>	776	1.036	1.730	1.868
<i>Rheocricotopus sp.</i>	167	228	295	660
<i>Thienemanniella sp.</i>	213	294		
Þeymý (Chironominae)				
Tanytarsini	1.390	1.003	3.215	4.853
<i>Micropsectra sp.</i>	1.059	1.337	9.998	7.687
Rykmýspúpur (Chironomidae)	86	102	99	135
Tvívængjulirfur af ætt Empididae				
<i>Clinocera sp.</i>	278	336	124	95
Samtals	59.541	33.775	101.480	40.895

Viðauki 4. Meðalþéttleiki (fjöldi/m²) helstu hópa hryggleysingja á steinum í fjörubelti Úlfjótuvatns 23. september 2020 ásamt staðalfrávikum, lægstu- og hæstu gildum auk hlutfalls hvers hóps. Byggt er á 5 sýnum í hverju tilfalli. / Average (meðaltal) density of invertebrates (number of animals per m²), standard deviation (staðalfrávik), min (lágmark), max (hámark) and relative number (%) in the littoral zone of Lake Úlfjótuvatn 2 September 2020. At each site (stöð 1 and stöð 2), samples number is five.

Stöð 1

Lífveruhópar	Meðaltal	Staðalfrávik	Lágmark	Hámark	Hlutfall %
Armla (Hydra)					
Ánar (Oligochaeta)	5.892	4.501	1.626	11.506	9,9
Sniglar (Gastropoda)	4.321	4.389	125	10.113	7,3
Árfætlur (Copepoda)	6.696	5.320	2.374	14.862	11,2
Vatnaflær (Cladocera)	20.715	17.530	2.283	41.499	34,8
Rykmý (Chironomidae)	20.346	9.178	5.753	30.452	34,2
Annað (misc.)	1.571	1.587	125	4.292	2,6
Samtals fjöldi	59.541	33.775	12.506	92.913	

Stöð 2

Lífveruhópar	Meðaltal	Staðalfrávik	Lágmark	Hámark	Hlutfall %
Armla (Hydra)	26.859	33.092	504	77.752	26,5
Ánar (Oligochaeta)	8.753	6.349	3.931	19.071	8,6
Sniglar (Gastropoda)	8.843	6.534	915	16.474	8,7
Árfætlur (Copepoda)	5.506	3.256	2.822	9.949	5,4
Vatnaflær (Cladocera)	4.590	3.753	1.008	10.887	4,5
Rykmý (Chironomidae)	44.300	17.563	27.818	73.997	43,7
Annað (misc.)	2.630	2.063	618	5.229	2,6
Samtals fjöldi	101.480	40.895	48.580	151.874	

Viðauki 5. Lengd og þyngd hornsíla og bleikjuseiða sem veiddust í hornsílagilddrum 23. til 24. september 2020 í Úlfjótuvatni. / Length and weight of three-spined sticklebacks (hornsíli) and Arctic charr (bleikja) caught in Minnow traps at two sampling site (stöð 1 and stöð 2) in Lake Úlfjótuvatn 23–24 September 2020.

Tegund	Stöð 1		Stöð 2	
	Lengd (cm)	Þyngd (g)	Lengd (cm)	Þyngd (g)
Hornsíli	4,0	0,54	3,7	0,48
Hornsíli	3,5	0,33	4,4	0,84
Hornsíli	4,0	0,55	4,6	0,70
Hornsíli	3,6	0,58	4,4	0,92
Hornsíli	4,0	0,66	4,2	0,68
Hornsíli	3,6	0,38	4,5	0,87
Hornsíli	4,1	0,59	3,0	0,19
Hornsíli	3,5	0,41	3,4	0,37
Hornsíli	4,6	0,73	4,0	0,71
Hornsíli	3,6	0,46	4,2	0,53
Hornsíli			3,7	0,57
Hornsíli			3,5	0,36
Bleikja			5,0	1,01
Bleikja			5,5	1,11



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna