



NÁTTÚRUSTOFA  
VESTFJARÐA

Aðalstræti 12  
415 Bolungarvík  
[nave@nave.is](mailto:nave@nave.is)


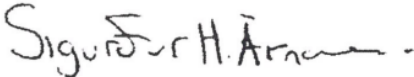
*Ferskvatnsrannsókn  
vegna  
Kvíslatunguvirkjunar*

*Unnið fyrir Orkubú Vestfjarða*

Anja Nickel  
Sirgurður Halldór Árnason

Apríl 2024

NV nr. 10-24

 <b>NÁTTÚRUSTOFA VESTFJARÐA</b>		<b>Dagsetning Mán/ár:</b> Apríl 2024
<b>Skýrsla nr:</b> NV nr. 10-24	<b>Verknúmer:</b> 640	<b>Dreifing:</b> <input type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til: <input checked="" type="checkbox"/> Háð leyfi verkkaupa
<b>Upplag:</b>	<b>Blaðsiður:</b> 30	
<b>Heiti skýrslu:</b> Fersvatnsrannsókn vegna Kvíslatunguvirkjunar		<b>Unnið fyrir:</b> Orkubú Vestfjarða
<b>Höfundur:</b> Anja Nickel, Sigurður Halldór Árnason		<b>Verkefnastjóri:</b> Sigurður Halldór Árnason
<b>Undirskrift verkefnastjóra:</b> 		<b>Yfirfarið af:</b> Hulda Birna Albertsdóttir

## Efnisyfirlit

Ágrip .....	4
Abstract .....	5
1. INNGANGUR .....	6
1.1 Framkvæmdarsvæðið og valkostir .....	6
1.1.1 Valkostur 1 - Virkjun með inntakslóni .....	6
1.1.2 Valkostur 2 - Virkjun með inntakslóni og miðlunarlóni.....	7
1.1.3 Valkostur 3 - Virkjun með stóru miðlunarlóni og veitum.....	8
2. Aðferðafræði .....	9
2.1 Vistfræðilegir þættir í ám og vötnum.....	9
2.2 Bláðgræna-a .....	9
2.3 Basavirkni .....	11
2.4 Næringarefni .....	12
2.5 Gróður .....	12
2.6 Fiskur .....	13
2.7 Hryggleysingjar .....	14
2.8 Púpuhamir .....	14
2.9 Auðkenning hryggleysingja .....	14
3. Niðurstöður .....	14
3.1 Umhverfisbreytur .....	14
3.2 Gróður .....	17
3.3 Fiskur .....	17
3.4 Botndýrasýni.....	18
3.5 Yfirborðssýni.....	20
3.5.1 Árstíðabundin breyting á hryggleysingjum í stöðuvatninu .....	20
3.5.2 Árstíðabreytileiki hryggleysingja í ám .....	20
3.6 Næringarefni .....	21
4. Umræður .....	22
Heimildir .....	26
Viðaukar .....	29

## ÁGRIP

Í þessari skýrslu er að finna niðurstöður rannsóknar Náttúrustofu Vestfjarða á vötnum og ám á áhrifasvæði Kvíslatunguvirkjunar, vatnsaflsvirkjunar sem fyrirhuguð er á hálendinu vestan við Selá í Steingrímsfirði á Vestfjörðum. Markmið rannsóknarinnar er að meta umhverfisaðstæður í þeim vötnum og ám sem verða fyrir áhrifum Kvíslatunguvirkjunar. Sýni voru tekin úr þremur hálendisvötnum og einni á ásamt þverám hennar í fimm sýnatökuferðum á tímabilinu júní 2023 til febrúar 2024. Vatnsforms- og efnafræðilegar breytur voru mældar, þéttleiki hryggleysingja metinn, fiskar veiddir og vatnagróður skráður. Við hönnun aðferðarfræðar rannsóknarinnar var litið til leiðbeininga umhverfistofnunar (Eydís Salome Eiríksdóttir 2022; Haraldur R. Ingvason o.fl., 2022; Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir o.fl., 2022) og laga um stjórn vatnamála (nr. 36/2011). Gögn sem safnað var á bilinu júní til febrúar gerðu okkur kleift að rannsaka árstíðabundinn breytileika í vatnsgæðum og sviflægjum hryggleysingjum. Meirihluta sýna úr vötnum var safnað í fjöruborðinu, en gert er ráð fyrir að þau búsvæði verði fyrir mestum áhrifum af virkjuninni.

Hryggleysingjasamfélagið í vötnunum og ánni einkenndust af litlum krabbadýrum, ornum og flugum, bæði ungum og fullorðnum. Töluverður munur var á botndýrasamfélögum á milli vatna. Með aukinni hæð yfir sjávarmáli var meiri þéttleiki og minni tegunda fjölbreytileiki hryggleysingja. Erfiðar aðstæður, þ.e. mikil íspekja og minni fæða í meiri hæð, krefst meiri aðlögunar og sérhæfingar hjá einstaklingum innan tegunda. Sérhæfing einstaklinga innan tegunda veitir aftur á móti lítinn sveigjanleika gagnvart snörum umhverfisbreytingum, en það gefur til kynna að vötn í mikilli hæð séu viðkvæm vistkerfi fyrir breytingum af manna völdum.

Gróður í vötnunum var ekki þéttur og einkenndist af nokkrum mosategundum og kransþörungum en þær tegundir sem fundust eru algengar í íslenskum hálendisvötnum. Samkvæmt vistgerðaflokkun Náttúrufræðistofnunar Íslands eru vötnin flokkuð sem gróðurlítill hálendisvötn. Slík búsvæði eru algengust á Vestfjörðum og á hálendinu og eru um 15% bússvæða sem finna má í vötnum á Íslandi. Frumframleiðslan í vötnunum var mest snemma sumars, þ.e. á fyrsta tímabilinu, eftir að ísinn bráðnaði, birta jókst og tiltölulega mikið næringarefnaframboð var til staðar.

Bleikja veiddist í tveimur vötnum og á nokkrum stöðvum í ánni. Allir fiskar úr vatninu voru svipaðir í útliti og á bilinu 8,1 til 16,6 cm langir. Þrátt fyrir smæð voru sumir fiskanna úr vötnunum allt að 6 ára gamlir og kynþroska, sem bendir til þess að fiskurinn tilheyri dvergbleikju afbrigðinu (*Salvelinus alpinus*). Bleikja sem veiddist í ánni tilheyrir líklegast sjógangandi stofni sem nýtir sér Selá til hrygningar, en vitað er að áin er hrygningar- og uppeldissvæði fyrir bæði bleikju og atlantshafslax (*Salmo salar*).

Áætlað er að miklar árstíðabundnar sveiflur verði í vatnshæð vatnsins sem miðlað verður úr inntakslóninu eftir að vötnin hafa verið stífluð, eða allt að 10 m. Þessar breytingar benda til að yfir 50% búsvæða vatnanna verði einungis hulin vatni á ákveðnum tímum ársins. Þetta gerir það að verkum að búsvæði fjölda tegunda, og/eða mismunandi þroskastiga þeirra, þar á meðal plantna, hryggleysingja og fiska, verði ónothæf. Stíflun vatnanna getur einnig dregið úr framboði á náttúrulegum hrygningar- og seiðabúsvæðum bleikjunnar í vötnunum og atlantshafslaxins í ánni vegna þess að vatnsmagn minnkar verulega í þverám Selár. Þetta mun líklega draga úr nýliðun laxfiska í Selá. Niðurstöður okkar benda til þess að með því að draga verulega úr fjölbreytileika búsvæða og tegundafjölbreytni, mun bygging vatnsaflsvirkjunar í þessum bússvæðum hafa mikil áhrif á vistkerfi Selár, þveráa hennar og vatnanna sem renna í þær.

## ABSTRACT

This report presents the results of an ecological survey of lakes and rivers in the impact area of the intended hydroelectric powerplant Kvíslartunguvirkjun on the highland West of Selá, Westfjords, Iceland. The objective of the study is the environmental assessment of lakes and rivers affected by the intended hydroelectric powerplant Kvíslartunguvirkjun. Samples were collected in three highland lakes and one river system during five sampling trips between June 2023 and February 2024. Samples that have been collected included water quality parameters, invertebrate densities, fish abundance and aquatic vegetation. Data collected between early summer and mid-winter allowed us to investigate seasonal variation of water quality parameters and planktonic invertebrates. The majority of samples were collected in the littoral ecosystem, which, of all lake habitats, is expected to experience the most pronounced effects from the damming of the lakes.

The invertebrate community in lakes and the river were dominated by small crustaceans, worms and flies, both juvenile and adult stages. Differences in the benthic community between the study lakes, i.e. higher density, and lower numbers of invertebrate groups with increasing altitude has been observed. Harsh conditions with increased ice cover and less food resources at higher altitudes require higher levels of species adaptations. Species specialization, in turn, allows for little flexibility towards environmental changes, implying that the lakes at high altitude are the most sensitive ecosystems to climate change.

The sparse vegetation in the lakes was dominated by several types of mosses and green algae, which are both commonly found in Icelandic highland lakes. According to the ecotype classification of the Icelandic Institute of Natural History, the investigated lakes are classified as sparsely vegetated highland lakes. This habitat type is most common in the Westfjords and central Iceland, representing 15% of Icelandic lakes habitats. The primary production in the study lakes was highest during early summer, hence during the first period after ice melt with high light conditions and relatively high nutrient availability.

Arctic charr was caught in two lakes and at several river stations. All fish from the lake were similar in appearance and between 8,1 and 16,6 cm long. Despite the small size, some fish in the lakes were up to 6 years old and sexually mature, indicating that the fish belong to dwarf charr populations. Arctic charr caught in the river most likely belong to the spawning population of Selá, which is known to provide spawning and nursery grounds to Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*).

Strong seasonal fluctuations in the water level of the dammed lakes of up to 10 m imply that over 50% of the lake habitats will only be temporarily water covered, and hence, not be inhabitable for numerous species and life stages, including vegetation, non-mobile invertebrates and fish eggs. The damming of the lakes may further reduce the availability of natural spawning and juvenile habitats of Arctic charr and Atlantic salmon due to the desiccation of Selá tributaries, and consequently may reduce salmonid recruitment success in Selá. Based on our results and scientific literature, we expect that the construction of the hydropower plant will have major effects on both river and lake the ecosystems and significantly reduce habitat complexity and species diversity.

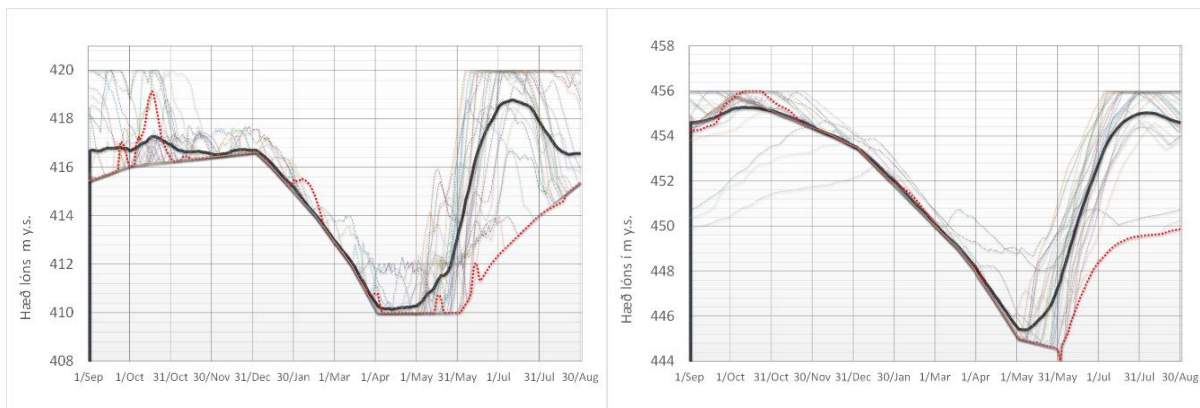
## 1. INNGANGUR

Orkubú Vestfjarða ehf áformar að reisa allt að 9,9 MW virkjun í Selárdal í Strandabyggð, sem nefnd hefur verið Kvíslatunguvirkjun. Fyrirhugað framkvæmdarsvæði er ofan Selárdals, norðan Þjóðbrókargils og sunnan Ófeigsfjarðarheiðar þar sem inntakslón og miðlunarlón verða staðsett. Frá inntaksmannvirkinu er áætlað að vatnið renni um niðurgrafna þrýstípi til stöðvarhússins sem er fyrirhugað í Selárdal, nærri Selá og verður orkan flutt um 33 kW jarðstreng að tengivirki Orkubúsins við Hólmavík.

Að beiðni Sölva Sólbergssonar hjá Orkubú Vestfjarða gerði Náttúrustofa Vestfjarða athuganir á fuglalífi, gróðri og vistgerðum, ferskvatnslífi og fornleifum á svæðinu. Skýrsla þessi fjallar um rannsóknir á ferskvatnslífi.

### 1.1 Framkvæmdarsvæðið og valkostir

Kvíslatunguvirkjun felur í sér virkjun vatns sem nú fellur um Selá, að mestu um Þjóðbrókargil og minna um Svartagil. Mestu breytingar á umhverfinu verða þegar Efra - Kotvatni sem nú er um 0,2 km<sup>2</sup> verður breytt í 0,60 km<sup>2</sup> inntakslón og Svartagilsvatni sem nú er 0,72 km<sup>2</sup> verður breytt í 1,8 km<sup>2</sup> miðlunarlón (mynd 1, gögn frá Verkís). Í matsáætlun voru framkvæmdir kynntar sem hafa áhrif á Afréttargil með Ófæruveitu sem einnig hefur áhrif á Ófærugil (Verkís, 2023). Eftir að athuganir voru gerðar var framkvæmdarsvæðinu breytt og Hraunavatni bætt inn í framkvæmdarkostinn og Ófæruveita tekin út. Skilgreint svæði er innan jarðanna Gilstaða, sem er í einkaeigu, og Staðar m/Hofstöðum, sem er í eigu ríkisins. Settir hafa verið út þrjú valkostir fyrir framkvæmdina þar sem valkostur 3 felur í sér stærstu framkvæmdina.

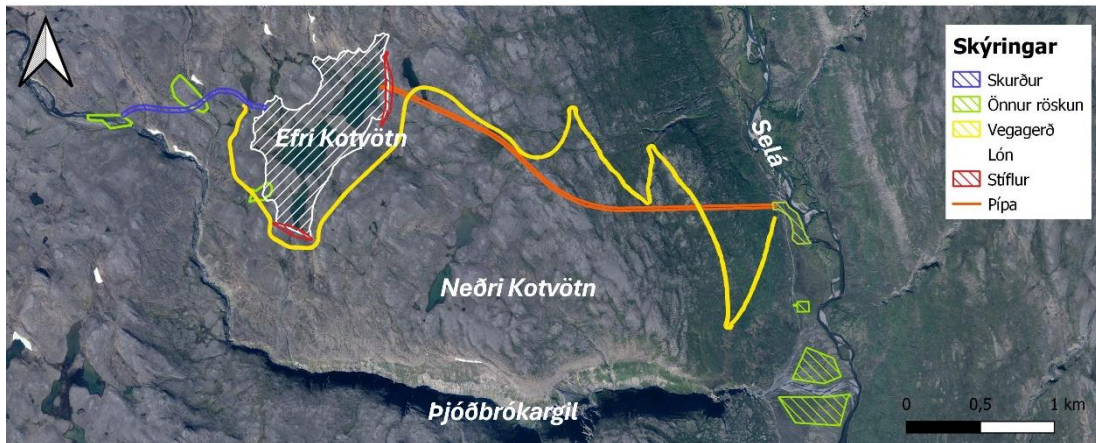


Mynd 1. Áætluð meðal vatnshæð (svört lína) annarsvegar inntakslóns (Kotvatn) til vinstri og miðlunarlóns (Svartagilsvatn) til hægri. Áætlunin er byggð á meðaltali mælinga á innflæði vatns (finni línur) í vötnin á árunum 1993-2021. Rauð lína táknar innrennsli vatnsárið 2004-2005 þegar rennsli um sumarið var óvenju lítið (Sigmar A. Steingrímsson, munnleg heimild, 1.febrúar 2024).

#### 1.1.1 Valkostur 1 - Virkjun með inntakslóni

Í valkosti 1 felst að orkuframleiðsla byggji eingöngu á rúmtaki inntakslóns í Efra – Kotvatni og veitu úr ánni ofan Þjóðbrókargils. Engar aðrar miðlanir eða veitur verða á svæðinu, að öðru leyti en því að ánni, sem rennur um Þjóðbrókargil, verður veitt í inntakslónið, sem er áætlað um 0,60 km<sup>2</sup> (Verkís, 2023) (kort 1). Tveir vegslóðar verða að auki byggðir upp í Selárdal, annar við tún við Geirmundarstaði og hinn við Gilstaði (kort 2).





Kort 1. Framkvæmdarsvæðið í valkosti 1. Kort byggt á gögnum frá Verkís.(Hulda Birna Albertsdóttir).

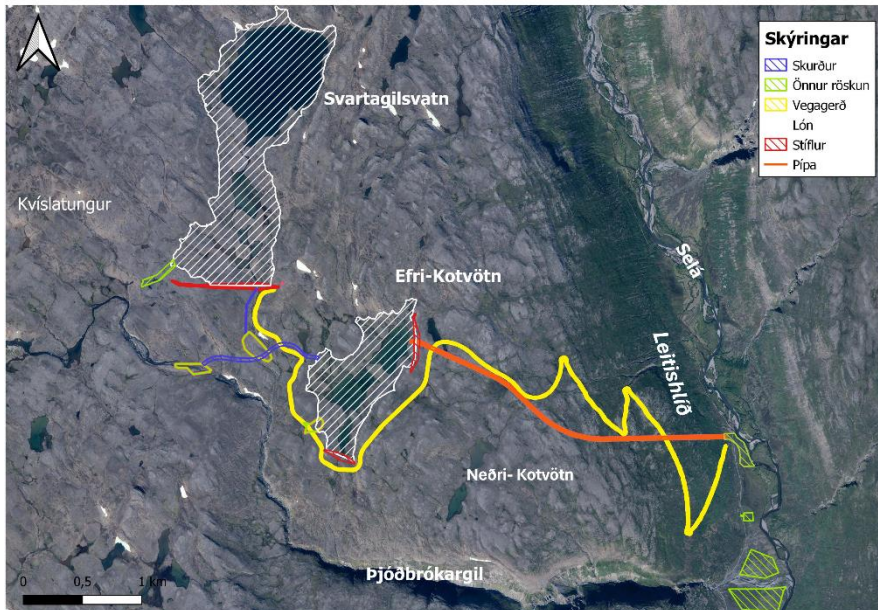


Kort 2. Fyrirhuguð veglagning vegna framkvæmda við valkost 1 við Geirmundarstaði (a) (t.v.) og Gilstaði (b)(t.h.). Kort byggt á gögnum frá Verkís.(Hulda Birna Albertsdóttir).

### 1.1.2 Valkostur 2 - Virkjun með inntakslóni og miðlunarlóni

Í þessum kosti fellst valkostur 1 en einnig að auka vatnsrennsli til inntakslónsins með miðlun í Svartagilsvatni með byggingu stíflu þar (Svartagilslón). Rennsli í lónið mun ráðast af náttúrulegu aðrennsli og stærð lónsins er áætlað 1,57 km<sup>2</sup> (Verkís, 2023) (kort 3).

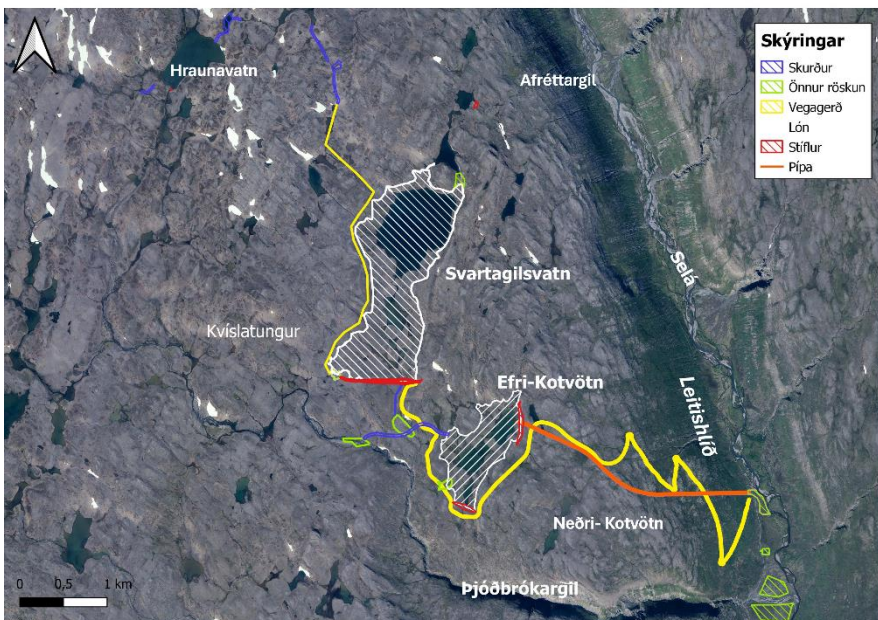




Kort 3. Framkvæmdarsvæðið í valkosti 2. Kort byggt á gögnum frá Verkís. (Hulda Birna Albertsdóttir).

### 1.1.3 Valkostur 3 - Virkjun með stóru miðlunarlóni og veitum

Í þessum kosti fellst að orkuframleiðsla byggist á kosti 1 og 2, en við bætist stækkun Svartagilslóns og aukið rennsli til miðlunarlónsins úr norðri með svokallaðri Svartagils og Hraunaveitu. Í þessum kosti fellst einnig að byggð verður lítil virkjun sem nýtir vatnsfall frá miðlunarlóninu niður í veituskurðinn að inntakslóni þar sem áætlað afl verður 0,5 MW (Verkís, 2023; munnleg heimild, Sigmar A. Steingrímsson, 6.2.2024). Með þessum kosti verður uppsett afl Kvíslatunguvirkjunar 9,9 MW og áætlað að Svartagilslón verði 1,80 km<sup>2</sup> (kort 3).



Kort 4. Framkvæmdarsvæðið í valkosti 3. Kort byggt á gögnum frá Verkís (Hulda Birna Albertsdóttir).



## 2. AÐFERÐAFRÆÐI

### 2.1 Vistfræðilegir þættir í ám og vötnum

Vatnssýni voru tekin úr Selá og þremur vötnum á tímabilinu júní 2023 til febrúar 2024. Umhverfisbreytur; hitastig, pH og leiðni voru mældar í júní, júlí, september, nóvember og febrúar. Auk þess var styrkleiki uppleysts súrefnis mælt í september, nóvember og febrúar. Upprunaleg hönnun rannsóknarinnar gerði ráð fyrir fimm sýnatökustöðvum meðfram Selá og þverám (kort 5). Einn þeirra hliðarlækja sem var athugaður þurrkaðist upp í júní og því voru sýni aðeins tekin einu sinni úr þeim læk (SR4 á korti 5). Sýnataka í vötnunum var hönnuð samkvæmt upphaflegri tillögu Orkubús Vestfjarða en í þeirri tillögu voru eftirfarandi vötn: Efri Kotvötn, Svartagilsvatn og Ófæruvatn (kort 5). Í nýrri tillögu sem Orkubúið lagði fram í febrúar 2024 var Ófæruvatni skipt út fyrir Hraunavatn. Á þessum tíma hafði sýnatöku í umhverfi vatnanna verið lokið samkvæmt upphaflegri tillögu og því hefur Náttúrustofa Vestfjarða engar vistfræðilegar upplýsingar fyrir Hraunavatn. Engu að síður eru niðurstöður úr Ófæruvatni enn með í skýrslunni en þær gera okkur kleift að meta áhrif hæðar á vistkerfi vatnsins. Hins vegar misstu sýni sem tekin voru úr læknum sem rennur úr Ófæruvatni (SR5 á kortinu 5) mikilvægi sitt fyrir þessa rannsókn og voru því ekki tekin frekar inn í niðurstöður og umræður. Vegna erfiðra vetrarskilyrða fór sýnatakan í nóvember og febrúar fram í ánni en ekki í hálendisvötnunum.

Til að safna mismunandi vatnsbreytum notuðum við eftirfarandi tæki:

Hitastig:	HQ40d (Hach)
Sýrustig:	pHTestr 30 (Eutech), HQ40d með PHC101 nema (Hach)
Leiðni:	ECTestr lág (Eutech), CastAway CTD (Son Tek)
Dýpt:	Plastimo Echotest II
Uppleyst súrefni:	HQ40d með LDO rannsaka (Hach)

### 2.2 Blaðgræna-a

Til að áætla breytingar á frumframleiðni milli árstíða og vatnshlota var magn blaðgrænu-a mælt í vötnum og Selá í júní, júlí og september 2023. Tvær mismunandi sýnatökuaðferðir voru notaðar í (1) ánni og (2) vötnunum:

(1) Á hverri stöð var þremur steinum safnað og  $8,05 \text{ cm}^2$  yfirborðsflatarmál skafið af þremur mismunandi hliðum hvers steins með bursta. Plöntuefni var svo skolað af hverjum steini með vatni og safnað í ílát.

(2) Á hverjum sýnatökustað í vötnunum var eins lítra vatnssýni safnað.

Vatnssýnin voru síuð í gegnum glertrefjasíur innan 24 klukkustunda eftir söfnun. Síaða efnið var fest í asetoni (100%) og geymt frosið. Til að áætla magn blaðgrænu-a var hvert sýni þynnt með afjónuðu vatni og 5 ml sýnishorn (nú með 90% asetoni) greint í flúormæli (Turner Designs, 10-AU) hjá Hafrannsóknarstofnun Íslands. Flúormælirinn greinir styrk ljóss sem flúorljómar af blaðgrænunni og gefur gildi fyrir styrk blaðgrænu-a í sýninu. Þar sem losunarróf blaðgrænu-a og niðurbrotsefni þeirra (phaophytins) skarast var phaeophytin aðeins mælt í öðru þrepi. Hér var HCl bætt við til að brjóta niður blaðgrænu-a áður en sýnið var mælt aftur. Hlutfallið milli fyrstu og annarrar mælingar var notað til að reikna út heildarmagn blaðgrænu-a í sýni. Til að

bera saman framleiðni yfir tíma var hlutfallið milli klórófillis og phaeophytins reiknað (a-hlutfall) en með því er hægt að áætla magn virkrar blaðgrænu-a og þar af leiðandi frumframleiðslu í vatnshlotinu. Samkvæmt leiðbeiningum Hafrannsóknastofnunar Íslands (Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir o.fl., 2022) voru engin blaðgrænusýni tekin yfir vetrartímann (nóvember og febrúar).



Kort 5. Yfirlitskort af rannsóknarsvæðinu árin 2023 og 2024. Rannsóknarvötnin eru merkt með ramma, sýnatökustaðvar og rafveiðistöðvar í ám með fjólubláum punktum. Nafn Þjóðbrókargilsár og Ófæruvatns varð eingöngu til fyrir þessa skýrslu.

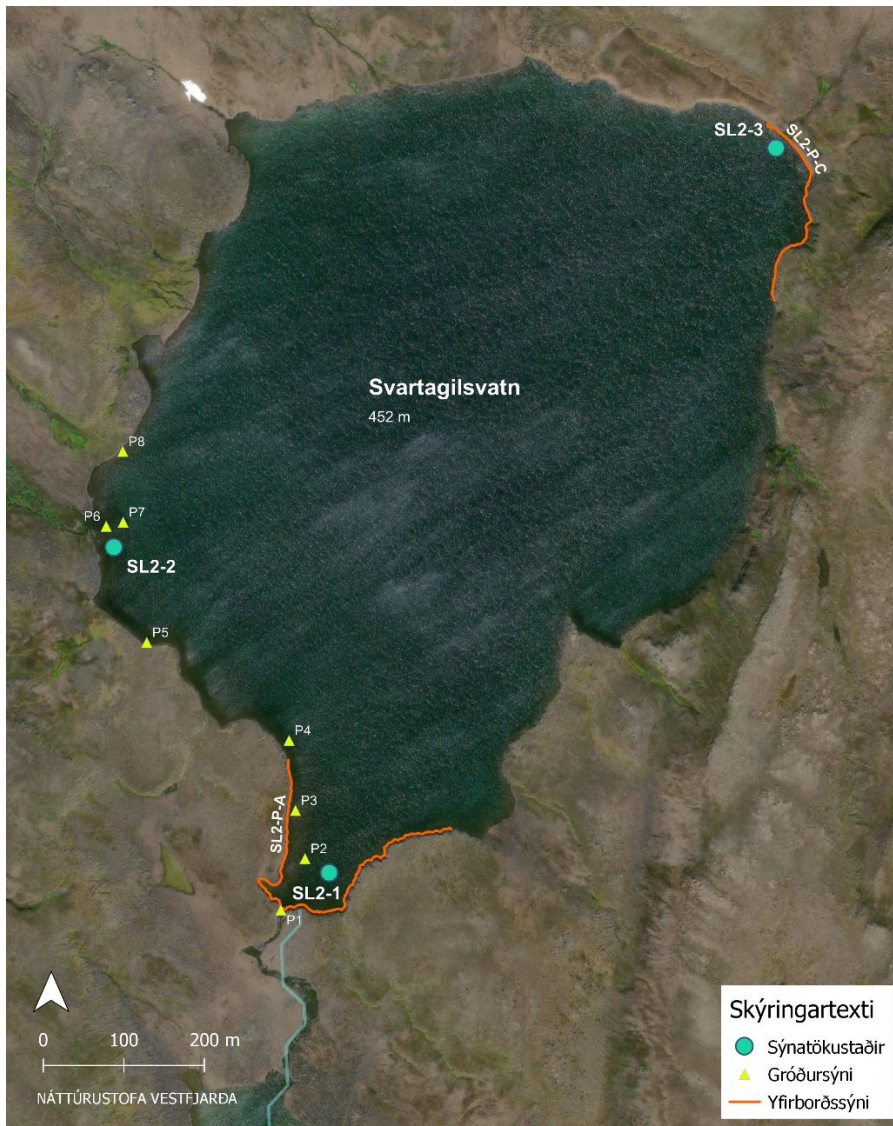




Kort 6. Staðsetning sýnatökustöðva í Ófæruvatni árin 2023 og 2024.

### 2.3 Basavirkni

Basavirkni sem er mælikvarði á „buffer capacity“ vatnshlotsins var áætluð fyrir vötn og ársvæði í september, nóvember og febrúar. Vatnssýni voru flutt á rannsóknarstofuna, síuð í gegnum 0,45  $\mu\text{m}$  sellulósa asetat síur og títruð með því að bæta við 0,05 ml af HCl (0,1Mol) þar til sýrustigi 3,4 eða minna var náð. Gran-falli var beitt til að ákvarða basagildi. Títrun til að ákvarða basavirkni var framkvæmd tvisvar fyrir hvert sýni og meðaltal beggja gilda notað sem lokagildi.



Kort 7. Staðsetning sýnatökustaða í Svartagilsvatni árin 2023 og 2024.

## 2.4 Næringarefni

Næringarefni eru nauðsynleg fyrir lífríki vatna og ákvarða vöxt þörunga og vatnplantna. Aftur á móti getur mikið næringarefnaálag leitt til ofauðgunar og röskunar á vistkerfi vatnsins. Við tókum vatnssýni til næringarefnagreiningar í Efri Kotvötnum, Efra Kotvatni, Svartagilsvatni og Ófæruvatni og Selá í september, nóvember og febrúar. Vatnssýni voru síuð í gegnum 0,45  $\mu\text{m}$  sellulósa asetat síur í 100 ml ílát og geymd frosin. Næringarefnagreiningin innihélt fosfat ( $\text{PO}_4$ ), ammóníum ( $\text{NH}_4$ ) og nítrat ( $\text{NO}_3$ ), köfnunarefnisdíoxíð ( $\text{NO}_2$ ), heildarköfnunarefni og heildarfosfat og var unnin af Sýni (rannsóknarstofu í Svíþjóð).

## 2.5 Gróður

Fjöldi og búsvæðatengsl vatnplantnanna voru metin í öllum 3 vötnunum í september. Gróðursýnum var safnað með handafli og hrífu á grunnsævi nærstranda. Þau innihalda upplýsingar um tegundir og þekju, gagnsæi vatns, setgerð og vatnsdýpt. Auk þess var gróðursýnum í Efri-Kotvötnum safnað með hrífu úr kajak eftir tveimur sniðum sem lágu þvert yfir vatnið (kort 8). Vatnskíkir var notaður til að kanna gróðurþéttleika og setgerð. Plöntusýnum var safnað með vatnshrífu og þau síðan geymd köld og rök í plastpokum þar til sýnishorn voru þurrkuð til frekari auðkenningar. Greining á ferskum vatnsgróðri var



framkvæmd af Hafdís Sturlaugsdóttur (Náttúrustofa Vestfjarða). Þóra Katrín Hrafnadóttir (Náttúrufræðistofnun Íslands) gerði frekari auðkenningu á þurrkuðum gróðursýnum.



Kort 8. Staðsetning sýnatökustöðva í Efri-Kotvötnum árin 2023 og 2024.

## 2.6 Fiskur

Til að áætla og bera saman magn fisks á milli vatna og ár voru net lögð og hornsílagildir settar í Efri-Kotvötn og Svartagilsvatn. Hornsílagildir voru settar út og rafveiði framkvæmd í Ófæruvatni og á 4 stöðvum í Selá og þverám hennar í september. Notuð voru fjölmöskva tálknanet (30 - 15 - 38 - 10 - 48 - 12 - 24 - 60 - 19 mm) sem voru alls 50 m á lengd. Net (5 stk.) og gildir (10 stk.) voru skilin eftir í vötnunum yfir nótt (~20 klst.) og fiski sem veiddur var í netin var safnað og hann flokkaður sérstaklega eftir möskvastærð. Veiddir fiskar voru

ljósmyndaðir og mældir á lengd (að næsta mm), vigtaðir (að 0,1 g nákvæmni) og kyngreindir. Kynþroski var ákvarðaður fyrir hlutmengi fiska úr hverri möskva stærð. Kvarnir voru teknar úr 10 fiskum úr hverju stöðuvatni og möskvastærð og þær notaðar til aldursgreiningar. Fyrir aldursgreiningu var mynd af hverri kvörn tekin með smásjá (Leica MZ12) og notuð fyrir áhringatalningu.

## 2.7 Hryggleysingjar

Til að meta tegundir og magn botndýra í ánni og vötnunum þremur var sparksýnum safnað í september. Á hverri árstöð var 10 sparksýnum safnað meðfram 20 m þverskurði. Á hverri stöðuvatnsstöð var safnað þremur sparksýnum. Ársýnunum var safnað í handahófskenndum fjarlægðum frá árbakkanum. Vatnssýnunum var safnað nærri ströndinni, þar sem möl var ríkjandi setgerð. Við sýnatöku var málmgrind (625 cm<sup>2</sup>) sett í árbotn og á vatnsbotn með fínmöskva neti sem var fest lóðrétt á grindina. Setinu innan rammans var sparkað í 45 sekúndur og því sem flaut upp safnað í netið. Allt efni var skolað úr netinu, það sigtað (250 µm) og geymt í 70% etanóli.

## 2.8 Púpuhamir

Púpuhamir sem fljóta við vatnsyfirborðið veita mikilvægar upplýsingar varðandi fjölda og fjölbreytileika. Yfirborðsvatnssýni voru tekin í júní, júlí og september í vötnunum þremur og árstöðvum. Við sýnatökuna var háfur settur ofan í vatnið og lífverum og leifum lífvera safnað á yfirborði og efst í vatnssúlunni. Í vötnunum var netið fært meðfram ströndinni en í ánni var netið sett í kyrstöðu og látið standa í um það bil 30 mínútur. Eftir útsetningu var netið vandlega tæmt í ílát og lífverur geymdar í 70% etanóli.

## 2.9 Auðkenning hryggleysingja

Lífverur, sem safnað var með botn- og yfirborðssýnum, voru greindar til lægsta mögulega flokkunarfræðilegu einingar í víðsjá (Leica MZ12; PLAN 1,0x). Þéttleiki botnhryggleysingja var reiknaður út frá talningum og settur fram sem fjöldi á fermeter.

# 3. NIÐURSTÖÐUR

## 3.1 Umhverfisbreytur

Vatnshiti var mældur nálægt yfirborði á mörgum stöðum meðfram ánni og í vötnum (tafla 1). Í ánni var vatnshiti á bilinu 4,8 til 11,2 °C yfir sumarmánuðina (júní – september) og frá 0 til 1 °C yfir vetrarmánuðina (nóvember og febrúar). Hiti í vötnunum var aðeins lægri, á bilinu 3 til 10 °C á tímabilinu júní til september. Vatnshiti, bæði í vötnum og ám, var hæstur í júlí. Meðal vatna mældist lægsti hiti í Ófæruvatni, en það vatn var í mestri hæð.

Sýrustig hækkaði allt sumarið og voru hæstu gildin í september (tafla 1). Í vötnum var sýrustigið á bilinu 6,6 í júní til 8,1 í september en í ánni frá 6,3 í júní upp í 8,7 í nóvember. Sýrustig lækkaði svo aftur frá nóvember til febrúar þegar það var 7,7. Meðal vatna var sýrustig hæst við lægsta vatnið (Efri-Kotvötn) og lækkaði svo með aukinni hæð yfir sjávarmáli. Sýrustig rannsóknarvatnanna var svipað því sem mælt hefur verið í íslenskum hálendisvötnum með litlum gróðri, þ.e., í kringum 7,5 (Marianne Jensdóttir Fjeld o.fl. 2016). Leiðni, sem ræðst að miklu leyti af jónamagni í vatninu, var á milli 20 (í júní) og 53 (í september) í vötnum og á milli 20 (júní) og 99 (í nóvember) í ánni (tafla 1).

Meðal vatnanna var basavirknin hæst við neðsta vatnið (Efri-Kotvötn) og minnkaði svo með aukinni hæð yfir sjávarmáli. Basavirknin var í heildina lægri á þeim stöðvum sem teknar voru í ánni miðað við basavirknina sem mældist í vötnunum, en mjög há gildi á stöð 3 (í á) leiddu til hærri meðalgilda fyrir ársýnin (tafla 1).

Tiltölulega hátt gildi uppleysts súrefnis, sérstaklega í ánni, benda til mikillar súrefnismettunar í vatnshlotum rannsóknarsvæðisins (Patel & Vashi, 2015). Magn uppleysts súrefnis var á bilinu 11,77 til 12,92  $\mu\text{g/l}$  í vötnum og á bilinu 11,22 upp í 14,8  $\mu\text{g/l}$  í ánni. Uppleyst súrefni var mælt á grunnum svæðum nálægt yfirborðinu og má búast við lægra súrefnismagni á meira dýpi (Klaus o.fl., 2021), sérstaklega í Svartagilsvatni og Efri-Kotvötnum (tafla 1).

Magn blaðgrænu-a jókst frá júní til september bæði í ám og vötnum og var á bilinu 0,04 til 0,4  $\mu\text{g/l}$  í vötnum og frá 0,4 til 13,8  $\mu\text{g/l}$  í ánni (tafla 1). A-hlutfallsgildin voru notuð til að lýsa árstíðabundnum sveiflum í framleiðni í vötnum og ám þar sem það endurspeglar hlutfall virkrar blaðgrænu-a í sýnum. Frumframleiðsla í vötnum var mest í júní, en í ánni mældust hæstu a-hlutföll í júlí. Mesta magn blaðgrænu-a mældist í Þjóðbrókargilsá, sérstaklega í september, sem bendir til tiltölulega mikils næringarefnaframboðs í grunnum árfarvegi Þjóðbrókargilsár. Miðað við magn blaðgrænu-a úr lítið grónum hálendisvötnum á Íslandi (0,8  $\mu\text{g/l}$ ) hafa vötnin frekar lága frumframleiðni. Ólíkar sýnatökuaðferðir á blaðgrænu-a í ám og vötnum leyfðu ekki beinan samanburð á styrk blaðgrænu-a milli vatna og áa.

Tafla 1. Umhverfisbreytur sem mældar voru í júní, júlí, september og nóvember 2023 og febrúar 2024 (meðalfjöldi =  $\bar{x}$ , staðalskekkja =  $\sigma$ ).

Stöð	Mánuður	Sýrustig $\bar{x} \pm \sigma$ (min-max)	Hitastig °C $\bar{x} \pm \sigma$ (min-max)	Leiðni $\mu\text{g/l}$ $\bar{x} \pm \sigma$ (min-max)	Uppleyst súrefni $\text{mg/l}$ $\bar{x} \pm \sigma$ (min-max)	Chlorophyll a, $\mu\text{g/l}$ (vatn) eða $\mu\text{g/mm}^2$ (á) $\bar{x} \pm \sigma$ (min-max)	a-hlutfall $\bar{x} \pm \sigma$ (min-max)	Basarvirkni $\bar{x} \pm \sigma$ (min-max)
Ófæruvatn	Júní	6,6	3	20		0,04	2,01	
Ófæruvatn	Júlí	7,5±0,1 (7,4-7,6)	8±0,1 (7,9-8,1)	40±0 (40-40)		0,45	1,73	
Ófæruvatn	Sept	7,4±0,1 (7,4-7,5)	6,5±0,6 (6,1-6,9)	45±7 (40-50)	11,8	0,40	1,85	0,1
Svartagilsvatn	Júní	6,9±0,1 (6,8-7,0)	6,4±0,9 (5,4-7,2)	37±12 (30-50)		0,11	1,99	
Svartagilsvatn	Júlí	7,4±0,1 (7,3-7,4)	8,9±0,8 (8,1-9,6)	50±0 (50-50)		0,14	1,91	
Svartagilsvatn	Sept	7,7±0,4 (7,4-8,1)	7,1±0,9 (6,5-8,1)	47±1 (46-48)	11,9±0,0 (11,9-11,9)	0,28	1,87	0,11±0,02 (0,09-0,12)
Efri-Kotvötn	Júní	7,4±0,2 (7,2-7,7)	9,1±0,3 (8,7-9,4)	30±0 (30-30)		0,24	1,97	
Efri-Kotvötn	Júlí	7,7±0,1 (7,5-7,8)	9,2±0,6 (8,6-10,0)	45±6 (40-50)		0,23	1,97	
Efri-Kotvötn	Sept	7,8±0,1 (7,7-7,9)	4,9±0,4 (4,6-5,4)	51±2 (48-53)	12,6±0,4 (12,1-12,9)	0,44	1,87	0,18±0,01 (0,17-0,19)
Selá	Júní	6,8±0,3 (6,3-7,1)	7,7±2,1 (5,7-10,3)	34±22 (20-73)		2,35±0,61 (1,64-3,24)	1,92±0,13 (1,72-2,06)	
Selá	Júlí	7,4±0,4 (7,0-7,8)	10,2±0,9 (9,1-11,2)	64±16 (50-87)		2,18±0,21 (2,01-2,48)	2,02±0,14 (1,81-2,13)	
Selá	Sept	7,3±0,2 (7-7,5)	5,8±1,5 (4,8-8,0)	63±12 (56-81)	12,6±0,9 (11,2-13,2)	5,72±6,22 (0,41-13,77)	1,74±0,28 (1,33-1,98)	0,22±0,09 (0,16-0,32)
Selá	Nóv	8±0,5 (7,6-8,7)	0,6±0,3 (0,3-1,0)	92±5 (88-99)	14,2±0,9 (13,0-14,8)			0,14±0,04 (0,11-0,19)
Selá	Feb	7,7±0,37 (7,5-8,0)	0,1±0,1 (0,0-0,2)	40±28 (20-60)				0,12



### 3.2 Gróður

Set í fjöruborðum einkenndist af möl og stórgrýti með leðju á milli. Kajak sniðin yfir Efri-Kotvötn sýndu að grjót og stórgrýti voru ríkjandi í fjöruborðinu, en sandur/leir var algengasta botntegundin á miðsvæðum vatnsins.

Dreifing mismunandi settegunda endurspegladist í gróðrinum sem fannst í vistgerðum vatnsins. Sýnin nálægt landi einkenndust af mismunandi mosategundum á meðan kranspörungar (*Nitella* spp. (*opaca* vel. *flexilis*)) fundust í miðsvæðum Efri-Kotvatna (hámarksdýpi: 1,7 m). Þekja kranspörunga var alltaf undir 20%. Í Svartagilsvatni fannst æðplanta og að minnsta kosti níu mosategundir sem voru með allt að 95% þekju. Í Ófæruvatni var lítil þekja fárra mosategunda. Í öllum vötnum fundust slorpungar (*Nostoc*) sem eru dökkgrænar kúlulaga blágrænar bakteríur af stærð frá nokkrum mm til 1 cm (tafla S1).

### 3.3 Fiskur

Alls veiddust 269 bleikjur, þar af 164 fiskar í vötnunum og 87 í Selá (tafla 2). Lengd fiskana úr vötnunum var á bilinu 8,1 til 16,6 cm (meðaltal=10,8 cm) og þyngdin var á milli 6,1 og 41,8 g (meðaltal=13,59 g). Líkamsstærð vatnafiskanna var sambærileg við bleikjur sem veiddust í vötnum á Ófeigsfjarðarheiði (um 25 km fjarlægð frá rannsóknarvötnunum) (Finnur Ingimarsson o.fl., 2017). Stærri fiskar veiddust í ánni heldur en í vötnunum. Þrátt fyrir tiltölulega litla stærð þeirra fiska sem veiddust í vötnunum bendir aldursgreining til þess að þeir séu á aldrinum 1 til 6 ára. Ennfremur höfðu nokkrir einstaklingar náð kynþroska, sem bendir til þess að þrátt fyrir smæð vatnafiskanna hafi í sýnum okkar verið bæði óþroska og fullorðinsstig bleikju. Munur á fjölda fiska á milli vatna gæti hafa verið vegna veiðarfæra. Það er að segja, net voru aðeins sett á grunnum svæðum í Efri-Kotvötnum og Svartagilsvatni á meðan rafveiðar voru stundaðar í Ófæruvatni. Þó er vitað að smábleikja heldur sig við grunn svæði, því er líklegast að hafi bleikja verið til staðar í stöðuvatni þá ætti hún að veiðast við rafveiðar. Enginn fiskur veiddist í Ófæruvatni.

Tafla 2. Samantekt þyngdar, lengdar og aldurs bleikju sem veiddist á rannsóknarsvæðinu. ( $\bar{x}$ =meðalgildi,  $\sigma$ =staðalfrávik)

Staðsetning	Fjöldi fiska	Þyngd (g)		Lengd (cm)		Aldur (ár)	
		$\bar{x}\pm\sigma$	min-max	$\bar{x}\pm\sigma$	min-max	$\bar{x}\pm\sigma$	min-max
Svartagilsvatn	79	13,7±7,3	6,1-41,8	10,7±1,7	8,1-15,1	2,3±1	1-6
Efri-Kotvötn	85	13,5±6,2	6,7-34,3	11±1,9	8,5-16,6		
SR1	3	74,2±53,7	16,4-122,5	18,4±5,7	11,9-22,8	2±0,9	1-4
SR2	54	4,7±2,9	0,5-13,3	7,5±1,6	3,7-11		
SR3	20	8,7±17,2	0,6-79,7	7,8±3,8	0,6-19,4		
SR5	10	33±13	18,4-56,1	14,2±1,8	12-17,4		

### 3.4 Botndýrasýni

Athugið: Þéttleiki og talning púpuhama var ekki tekinn með í heildarmeðaltölum. Þær upplýsingar koma samt fram í niðurstöðunum vegna mikilvægi þeirra sem skordýravísis.

Mest var af botnlægum hryggleysingjum í hæsta vatninu, Ófæruvatni, en þar voru árfætlur ríkjandi. Sá hópur lífvera sem fannst í mestum fjölda í botndýrabúsvæðum Svartagilsvatns og Efri-Kotvatna voru vatnaflær. Þær tegundir vatnaflóa sem sáust oftast voru *Chydorus sphaericus*, *Acroperus harpae* og *Alona affinis*. Algengustu botnlægu hryggleysingjarnir fyrir utan krabbadýr voru rykmýs liffur (10% í Ófæruvatni, 17% í Svartagilsvatni, 40% í Efri-Kotvötnum). Rykmýs liffur voru yfirleitt á milli 3 og 20 mm á lengd en árfætlur og vatnaflær voru um 1 mm á lengd. Þar af leiðandi eru rykmýs liffur, jafnvel þótt þær séu færri en krabbadýr, með hæsta lífmassann í vistkerfunum sem rannsökuð voru. Í Svartagilsvatni og Efri-Kotvötnum var einnig safnað flugulifrum af fjölskyldunni Empididae sem og fullorðinsstigum steinflugna, bitmýs og vorfluggu. Beltisormar og þráðormar („ormar“) fundust aðeins í Efri-Kotvötnum og Svartagilsvatni (tafla 3).

Tafla 3. Yfirlit yfir þéttleika botnlægra hryggleysingja (meðalfjöldi dýra á fm ( $\bar{x}$ ) og staðalskekkju ( $\sigma$ )) sem safnað var í öllum þremur vötnunum í september 2023.

Flokkunareining	Ófæruvatn		Svartagilsvatn		Efri-Kotvötn	
	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
<b>Krabbadýr</b>						
Vatnaflær (Cladocera)	2 086	624	3 597	1 295	1 894	617
<b>Árfætlur (Copepoda)</b>						
Cyclopoida	2 525	918	120	49	666	191
Calanoida	1 094	436	8	5		
Harpacticoida	173	58	165	115	8	5
Skelkrebbs (Ostracoda)	147	91	141	60	4	4
<b>Samtals Krabbadýr</b>	<b>6 025</b>		<b>4 031</b>		<b>2 572</b>	
<b>Ánar (Oligochaeta)</b>						
Þráðormar (Nematoda)			472	316	64	27
<b>Samtals Ormar</b>			<b>483</b>		<b>68</b>	
<b>Skordýr</b>						
Vorflugur (Trichoptera)					2	2
Steinflugur (Plecoptera)	0	0	64	38	12	12
<b>Tvívængjur (Diptera)</b>						
Bitmý (Simuliidae)			3	3		
<b>Samtals Skordýr (flugur)</b>	<b>0</b>		<b>67</b>		<b>14</b>	
<b>Skordýr – Púpur og lifur</b>						
<b>Tvívængjur (Diptera)</b>						
Bredduflugur			176	230	44	3
Rykmý (Chironomidae) lifur	682	238	952	339	1 748	541
Rykmý (Chironomidae) púpur	6	4	8	8	2	2
<b>Samtals Skordýr (púpur og lifur)</b>	<b>688</b>		<b>1 136</b>		<b>1 794</b>	
<b>Annað</b>						
Stökkmor (Collembola)						
Mítlar (Acarina)					8	5
<b>Samtals</b>	<b>6 713</b>		<b>5 717</b>		<b>4 456</b>	

Fjölbreytileiki lífvera var mismunandi á milli sýnatökustaða í ánni, en í henni var algengast að finna beltisorma, árfætlur, skelkrabba og flugulirfur (rykmý og bredduflugnaætt). Þéttleiki botnlægra hryggleysingja var breytilegur á milli stöðva í ánni, en hann var mestur við stöð 2 (Þjóðbrókargilsá). Skelkrabbar og árfætlur voru hlutfallslega flest á stöðvum SR2 og 3, en flugulirfur voru algengastar á SR1 (tafla 4).

Breytileiki í samsetningu hryggleysingja á milli sýnatökustaða gæti verið tengdur mismunandi eðlis- og efnafræðilegum aðstæðum þeirra. Til dæmis var sýnatökustöð 1 hraðrennandi Selá en stöð 3 var hægfljótandi lækur með mjög þéttum gróðri (tafla 4).

Tafla 4. Yfirlit yfir þéttleika botnlægra hryggleysingja (meðalfjöldi dýra á fm og staðalskekkja) sem safnað var í Selá og þverám hennar í september 2023. Heiti staðsetninga vísa til sýnatökustöðva sem sýndar eru á korti 5.

Flokkunareining	SR1		SR2		SR3	
	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
<b>Krabbadýr</b>						
Vatnaflær (Cladocera)	26	7	34	23	32	17
Árfætlur (Copepoda)						
Cyclopoida	8	6	149	33	176	50
Calanoida			11	11	1	1
Harpacticoida	8	4	590	158	19	6
Skelkrabbar (Ostracoda)	140	57	2 046	270	1 009	225
<b>Samtals Krabbadýr</b>	<b>182</b>		<b>2 830</b>		<b>1 237</b>	
Ánar (Oligochaeta)	1 914	736	2 245	236	223	195
Þráðormar (Nematoda)	64	48	16	8	5	3
<b>Samtals Ormar</b>	<b>1 978</b>		<b>2 261</b>		<b>228</b>	
<b>Skordýr</b>						
Býflugur (Apocrita)					1	1
Vorflugur (Trichoptera)	2	2				
Steinflugur (Plecoptera)	54	27			5	3
Tvívængjur (Diptera)						
Rykmý (Chironomidae)			16	0		
Hrossaflugur (Tipulidae)					1	1
<b>Samtals Skordýr (flugur)</b>	<b>56</b>		<b>16</b>		<b>7</b>	
<b>Skordýr – Púpur of lirfur</b>						
Tvívængjur (Diptera)						
Rykmý (Chironomidae) lirfur	846	211	210	42	537	213
Rykmý (Chironomidae) púpur	12	12	2	2		
Bredduflugur	330	117	279	59	29	6
Bitmý (Simuliidae) lirfur	46	29				
<b>Samtals Skordýr (púpur og lirfur)</b>	<b>1 234</b>		<b>491</b>		<b>566</b>	
<b>Annað</b>						
Rykmý (Chironomidae) hamir	6	6				
Egg			14	14	8	8
Samlokur (Bivalves)					1	1
Stökkmor (Collembola)	56	15	20	12	24	20
Mítlar (Acarina)						
<b>Samtals annað</b>	<b>56</b>		<b>34</b>		<b>33</b>	
<b>Samtals</b>	<b>3 506</b>		<b>5 648</b>		<b>2 073</b>	

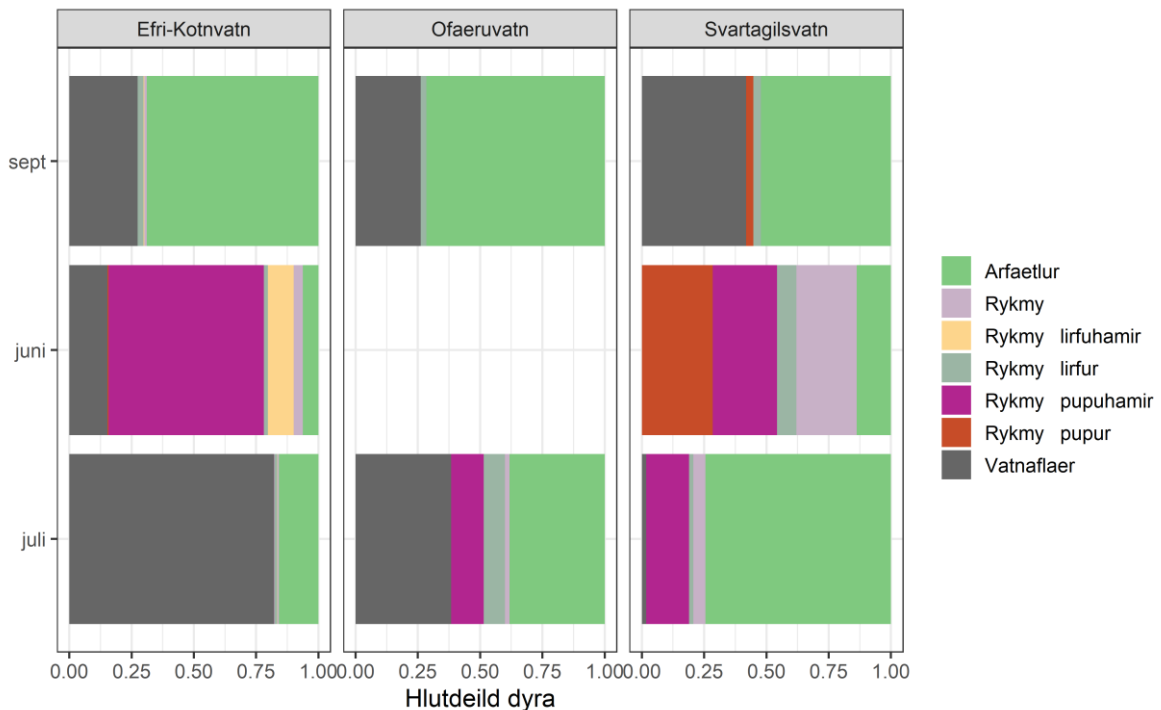
### 3.5 Yfirborðssýni

#### 3.5.1 Árstíðabundin breyting á hryggleysingjum í stöðuvatninu

Árstíðabundinn breytileiki var á magni lífvera í yfirborði vatnanna (mynd 2). Í Svartagilsvatni og Efri-Kotvötnum var hlutfall krabbadýra á meðal hryggleysingja, sérstaklega vatnaflóa, lágt snemma sumars (júní), ríkjandi í júlí og minnkaði svo aftur í september. Í Ófæruvatni var meira af árfætlum og vatnaflóm í september en í júlí, en það endurspeglar hugsanlega seinkun á æxlunartíma vegna langrar íspekju í meiri hæð (Ófæruvatns).

Í júní fannst mikið af rykmýs púpum og lirfum, einkum í neðsta vatninu (Efri-Kotvötnum). Fjöldi rykmýs á mismunandi lífsskeiðum í Svartagilsvatni og Efri-Kotvötnum minnkaði yfir sumrin og var nálægt 0 í september. Í Ófæruvatni í júlí var hlutfall rykmýs tiltölulega hátt og mesta gnægð púpa var í september.

Heildarsamfélag hryggleysingja nálægt vatnsyfirborði var svipað á milli stöðuvatna, en tímasetning viðveru þeirra var mismunandi á milli hópa, en það gæti mögulega endurspeglað seinkun á æxlunartíma á milli mismunandi vatna vegna langvarandi íspekju í hærri vötnunum (tafla S2).



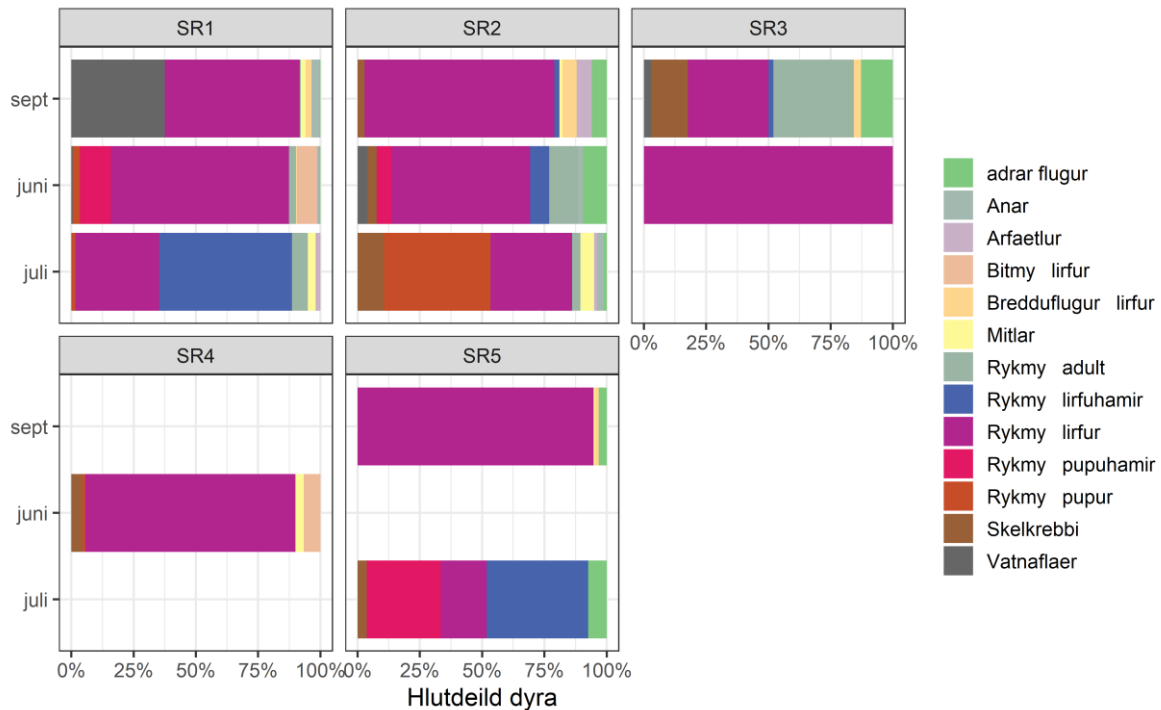
Mynd 2. Hlutfall dýra (%) úr lirfu og vatasýnum sem safnað var í athugun vatna. Hópar minni en 5% fjölda voru ekki hafðir með við gerð myndarinnar.

#### 3.5.2 Árstíðabreytileiki hryggleysingja í ám

Púpur og lirfur voru algengustu lífsstig hryggleysingja sem fundust í Selá og þverám hennar í júní (mynd 3). Á stöð 3 voru rykmýs lirfur eini hryggleysingja hópurinn sem veiddist. Í júlí jókst hlutfall fullorðinna flugna en rykmýs lirfur voru áfram algengustu lífverurnar. Þegar á heildina er litið voru púpuhamir hlutfallslega flestir þeirra sem ekki voru lifandi í júlí. Aftur á móti söfnuðust varla púpuhamir í september, en á sama tíma voru lirfur enn í miklum fjölda og hlutfall krabbadýra, bæði vatnaflóa og árfætla, jókst.



Hinn litli fjöldi lífvera sem veiddist á stöð 3 gæti tengst hægu vatnsrennsli á því svæði. Ekki var hægt að reikna þéttleika lífvera í sýnum nálægt yfirborðinu (fjöldi lífvera á lítra), þar sem nauðsynlegar upplýsingar um lengd sniða (í vötnum) o.s.fv. voru ekki tiltækar fyrir allar stöðvar (tafla S2).



Mynd 3. Hlutfall dýra (%) úr lirfu og vatnasýnum sem safnað var í Selá og hliðarám hennar. Hópar með minna en 5% fjöldi voru ekki teknir með við gerð myndarinnar. Heiti staðsetninga vísa til sýnatökustöðva sem sýndar eru á korti 5.

### 3.6 Næringarefni

Köfnunarefni og fosfór eru mikilvæg fyrir frumframleiðni og ákvarða þar af leiðandi uppbyggingu og virkni vatnavistkerfis. Næringarefnaframboð í afskekktum hálandisvötnum er yfirleitt lítið og næringarefnamagn margra sýna úr ám og vötnum var undir greinanlegu magni. Köfnunarefni í formi nitrats og ammóníums er uppleysanlegt í vatni og plöntur geta tileinkað sér það. Þar sem næringarefnauptakan er mest á gróðurfarsskeiðinu eru árleg köfnunarefnis- og fosfatgildi yfirleitt lægst yfir sumarmánuðina. Næringarefni í vötnum og ám sýndi árstíðabundin breytileika, með hækkandi gildi heildarköfnunarefnis og nitrats yfir vetrarmánuðina (tafla 5). Ekkert augljóst árstíðabundið mynstur kom fram í ammoníaki og nitríti/köfnunarefnisdíoxíð. Styrkur köfnunarefnis var hærri í vötnunum en í árnunum, og er það líklega tengt mismunandi rennsli ár og vatns sem líklegast leiðir til þess að næringarefni safnast fyrir í vötnunum.

Lágt fosfatgildi (fyrir neðan greinanlegt) gerði okkur ekki kleift að greina mun á búsvæði stöðuvatna og áa eða að greina árstíðabundið mynstur er kemur að fosfat styrkleika. Eina fosfatformið sem hægt er að tengja beint við plöntur er ortófosfat (mónófosföt), en það örvar vöxt plantna og kemur samt fyrir í mjög litlum styrk í ómenguðu vatni. Ortófosfatgildi á rannsóknarsvæðinu voru lág og sýndu ekki skýrt árstíðabundið mynstur (tafla 5).

Tafla 5. Niðurstöður úr næringarefnagreiningu á ferskvatnssýnum sem safnað var í vötnum í september 2023 og í Selá í september, nóvember og febrúar.

Stöð	Mánuður	Nítrat, mg/l		Köfunarefnis-díoxíd, mg/l		Ammóníum, mg/l		Köfunarefni samtals, mg/l		Ortófosfat, mg/l		Fosfór samtals, mg/l	
		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
SL3	sept	<0,002	0,0024	<0,0003	0,00068	0,0053	0,014	0,051	0,15	<0,001		<0,003	0,003
SL2	sept	<0,002		<0,0003	0,00054	0,012	0,019	0,069	0,12	<0,001		<0,003	
SL1	sept	<0,002	0,0033	0,00046	0,00048	0,0089	0,012	0,072	0,11	<0,001	0,0014	<0,003	0,004
SR01	sept	<0,002		0,00065		0,011		0,064		<0,001		<0,003	
SR02	sept	<0,002		0,00085		0,0094		0,049		<0,001		<0,003	
SR03	sept	<0,002		<0,0003		0,0079		0,061		0,0014		<0,003	
SR05	sept	0,0036		0,00032		0,01		0,064		0,0034		<0,003	
SR01	nóv	0,013		0,0011		0,02		0,04		<0,001		<0,003	
SR02	nóv	0,027		0,0008		0,02		0,064		<0,001		<0,003	
SR03	nóv	<0,002		<0,0003		0,014		0,044		0,0014		<0,003	
SR05	nóv	0,058		0,00039		0,0099		0,079		0,0015		<0,003	
SR02	feb	0,054		0,0011		0,012		0,091		<0,001		<0,003	
SR01	feb	0,041		0,00056		0,0074		0,092		0,0021		<0,003	

#### 4. UMRÆÐUR

Niðurstöður okkar benda til þess að Selárvæðið bjóði upp á fjölbreytt búsvæði með tiltölulega miklum fjölda ólíkra lífvera. Mikið magn hryggleysingja fannst bæði í vötnum og ám. Mesti fjöldi botndýra á fermetra var í Ófæruvatni (6.713 dýr/m<sup>2</sup>) en minnsti í Selá á stöð 3 (2.073 dýr/m<sup>2</sup>). Niðurstöður rannsóknar á vötnum Ófeigsfjarðarheiðar (í u.þ.b. 25 km fjarlægð frá núverandi rannsóknarsvæði) sýna aðeins minni þéttleika botnlægra hryggleysingja (509–4.216 dýr/m<sup>2</sup>) (Finnur Ingimarsson o.fl., 2017), en í óbirtri rannsókn á 67 vötnum á Íslandi var greint frá meðalþéttleika sem nam 14.044 dýr/m<sup>2</sup> í fjörunni (Finnur Ingimarsson o.fl., 2017). Þéttleiki botnlægra hryggleysingja jókst úr 4.456 dýrum/m<sup>2</sup> í Efri-Kotvötnum í 6.713 dýr/m<sup>2</sup> í Ófæruvatni, á meðan fjölbreytileiki minnkaði frá Efri-Kotvötnum til Ófæruvatns. Þessi breyting á botndýrasamfélaginu, þ.e. meiri þéttleiki og minni fjölbreytni í hærri vötnum, hefur sést í 28 alpavötnum og tengist hæð vatnanna (Bartels o.fl., 2021). Erfiðar aðstæður með aukinni íspekju og minni fæðu í meiri hæð leiða líklega til minni tegundafjölbreytni og meiri sérhæfingar tegunda. Á sama tíma draga færri tegundir úr samkeppni milli sértækra tegunda en það leiðir til hærri þéttleika (mynd S1). Þar að auki veitir þessi sérhæfing lítinn sveigjanleika þegar kemur að breyttum umhverfisskilyrðum, en það gefur til kynna að vötn í mikilli hæð séu viðkvæmstu vistkerfin fyrir loftslagsbreytingum (Gobbi & Lencioni, 2020).

Jafnvel þó krabbadýr eins og vatnaflær og árfætlur hafi verið algengustu hryggleysingjarnir sem fundust miðað við fjölda, höfðu rykmýs lirfur mestann lífmassa meðal þeirra hryggleysingja sem fundust í þessari rannsókn, sérstaklega í búsvæðum stöðuvatna. Rykmýs lirfur búa í seti vatna áður en þær fljóta upp á yfirborðið en þá klekjast fullorðnu flugurnar út. Lirfustigin gegna mikilvægu hlutverki í vistkerfinu með því að hafa áhrif á mengunar- og

næringarefnaskipti í botnvistkerfinu auk þess að vera mikilvæg fæða fyrir dýr í hærri fæðubrepum, þar á meðal fiska (Hrafnadóttir, 2005; Kivilä o.fl. 2019). Mikill tegundafjölbreytileiki Chironomidae, þar sem yfir 80 tegundum hefur verið lýst á Íslandi, er ástæða þess að rykmý er að finna á mjög fjölbreyttum búsvæðum, þar á meðal hálendisvötnum þar sem umhverfisaðstæður eru erfiðar.

Hinn mikli fjöldi fiska í rannsóknarvötnunum gæti tengst lítilli samkeppni á milli tegunda og margbreytilegu búsvæði. Bleikja var eina fiski tegundin sem veiddist í Efri-Ktvötnum og Svartagilsvatni. Þrátt fyrir litla líkamsstærð (meðaltal= 10,8 cm) var fiskurinn allt að 6 ára gamall og nokkrir voru kynþroska einstaklingar sem bendir til þess að fiskurinn gæti verið dvergbleikja. Dvergbleikju líkamslagið er almennt að finna í íslenskum ferskvatnsbúsvæðum og er talið að það afbrigði hafi þróast frá sjógangandi bleikju stofnum eftir að þær urðu einangraðar í næringar- og fæðutakmörkuðum ferskvatnsbúsvæðum innanlands skömmu eftir síðustu ísöld (Kristjánsson o.fl., 2011). Dvergbleikjustofnar með svipaða stærðardreifingu hafa fundist í hálendisvötnum á Vestfjörðum þar sem bleikja var eina fisktegundin sem fannst (Kristjánsson o.fl., 2011; Finnur Ingimarsson et al., 2017). Í vötnum þar sem bleikja er eina fisktegundin gegnir hún sérstaklega mikilvægu hlutverki í að viðhalda jafnvægi í líffræðilegu samfélagi vatnanna.

Gróður í vötnunum einkenndist af nokkrum mosategundum og kransþörungum (*Nitella* spp. (*opaca* vel. *flexilis*)), sem oft má finna í íslenskum hálendisvötnum. Samkvæmt vistgerðaflokkun Náttúrufræðistofnunar Íslands eru þessi vötn flokkuð sem gróðurlítill hálendisvötn (Marianne Jensdóttir Fjeld o.fl. 2016). Slík búsvæði eru algengust á Vestfjörðum og á Hálendinu og eru þau um það bil 15% af þeim búsvæðum sem finna má í íslenskum vötnum. Gróðurlítill hálendisvötnin hafa lágt verndargildi á Íslandi og eru þau tilgreind sem afar næringarsnauð með tilliti til fosfórs og köfnunarefnis. Næringarefni berast í vötn í gegnum nokkrar náttúrulegar uppsprettur, þar á meðal snjóbræðslu og regnvatn, setlög og steina (Ólafsson, 1979), en það leiðir til árstíðabundinna sveiflna í náttúrulegu framboði þeirra. Næringarefni og ljós skipta sköpum fyrir ljóstillífun og frumuvöxt og ákvarða þar með frumframleiðni í vatnshlotinu. Framleiðni blaðgrænu-a í rannsóknarvötnunum, mæld sem r-hlutfall, var hæst snemma sumars, það er að segja, á fyrsta tímabilinu eftir ísbráðnun, en þá fara saman sólarljós og tiltölulega mikið næringarefnaframboð. Frumframleiðendur eru undirstaða fæðuvefsins en þeir búa til búsvæði og stjórna efnafræðilegum eiginleikum vatnshlotsins. Þeir hafa þar af leiðandi mikil áhrif á líffræðilega ferla í vistkerfi vatnanna.

Mest var af botnlægjum hryggleysingum á stöðvum í Þjóðbrókargilsá. Samt fundust þar diptera lirtur í tiltölulega litlu magni, sem bendir til mikils afráns laxfiska. Áhugavert er að flest laxaseiði veiddust á stöð 2 í Selá, en það bendir til þess að árfarvegur Þjóðbrókargilsár sé líklega mikilvægt uppeldissvæði fyrir laxfiska. Vitað er að grunnir árfarvegir eru heppilegir sem hrygningarsvæði fyrir bæði atlantshafslax og bleikju (Bjornn & Reiser 1991; Skúlason o.fl., 1989) og báðar tegundirnar eru algengar í Selá (Guðmunda Björg Þórðardóttir & Guðbergsson, 2023) Hið mikla magn af bleikju sem fannst í Þjóðbrókargilsá bendir til að þessi hluti árinna sé mikilvægt hrygningarsvæði fyrir laxfiska í Selá.

## Væntanleg áhrif af stíflun vatnanna

Þó að náttúrulegar árstíðabundnar sveiflur í vatnsborði vatnanna vegna snjóbráðunar og úrkomu geti verið frá 10 til 30 cm (persónuleg samskipti við Styrmi Sigurjónsson), er gert ráð fyrir að árstíðarsveiflur í vatnsborði lónanna geti orðið allt að 10 m (mynd 1). Þar af leiðandi verða stór svæði af lónunum aðeins tímabundið undir vatni og tímasetning hækkunar og lækkunar vatnanna verður ekki í takt við náttúrulegar sveiflur. Frekari væntanleg áhrif á vistkerfið eru minna ljósframboð, breytingar á hitasveiflum í búsvæðum vatnanna og breytingar á seti (Baxter, 1977; Hardie & Chilcott, 2017). Væntanlegar afleiðingar fyrir lífverur eru tap á flóknum búsvæðum, þar með talið hrygningarsvæðum, minnkun á magni fiska (eða jafnvel tap) og heildarminnkun á fjölbreytileika lífvera í vötnunum (Maihemuti et al., 2020, Zohary & Ostrovsky, 2011). Búast má við að mestu áhrif aukinna yfirborðssveiflna verði á óhreyfanlegar lífverur í fjöruumhverfinu.

Strandbeltið er helsta hrygningarsvæði dvergbleikjunnar snemma sumars og fram á haust (Jonsson & Jonsson, 2001; Sandlund o.fl., 1988). Tiltölulega hár sumarhiti á grunnsævi skapar mikilvæg skilyrði fyrir þroskun og lifun bleikjufósturvísa (Jeuthe o.fl., 2015). Miklar sveiflur í vatnsborðinu geta breytt klak hitastigi hrognanna, sem leiðir til mikilla affalla og að lokum til fækkunar í fiskistofninum. Ennfremur getur tímasetning vatnssveiflna leitt til þess að hrognin þorna, sem leiðir til 100% fósturdauða.

Vatnsgróður er almennt dreifður á grynri hluta vatna þar sem birtuskilyrði eru góð fyrir ljóstillifun. Stórþörungur krefjast ennfremur búsvæða með varanlega vatnspekju, sem ef um lón er að ræða, verður aðeins til staðar á dýpstu svæðunum. Fyrir rannsóknarvötnin tvö má aðeins búast við varanlegri vatnspekju á miðsvæði vatnasvæðisins, en í Kotlóni er það 31% af lóninu og í Svartagilslóni er það 44%. Í þessu tilfalli mun há vatnshæð yfir sumartímenn leiða til lítillar birtu á botni vatnsins, sem gerir dýpri vatnsvæðin óhentug flestum vatnagróðri. Ennfremur má búast við því að magn örþörungna í vatnssúlunni minnki þar sem það hefur verið raunin í Lagarfljótslóni eftir byggingu Kárahnjúkastíflu á Austurlandi. Stífla getur leitt til minni losunar á seti og þar af leiðandi til uppsöfnun sets í stífluðum vötnum sem aftur á móti eykur grugg, minnkar ljósgengi og takmarkar þar með frumframleiðni.

Með því að missa stöðugar umhverfisaðstæður í fjöruborði vatnanna geta þau tapað fjölmörgum botnlægum hryggleysingjategundum, en sá hópur er fjölbreyttastur í fjöruborði stöðuvatna á norðurslóðum yfir sumar mánuði (Frainer o.fl., 2016). Óhreyfanlegar lífverur sem verða ekki lengur þaktar vatni á tímabilum með lágri vatnstöðu geta orðið fyrir mestu áhrifunum af slíkum vatnssveiflum. Sýnt hefur verið fram á að rykmýs lifur í seti geta lifað af þurrk í allt að þrjár vikur (Poznańska o.fl., 2017). Tímabil með lágri vatnstöðu sem afleiðing af fyrirhugaðri framkvæmd getur leitt til mikillar minnkunar á fjölbreytileika og fjölda rykmýs, sem dregur úr þeirri vistkerfisþjónustu sem rykmý lifur veita.

Afrennsli úr vötnunum þremur berst nú í Þjóðbrókargil og er þar af leiðandi meginvatnslind Þjóðbrókargilsár. Áætlað er að rennslið í Þjóðbrókargilsá, s.s. úr lónunum, mun þorna upp fyrstu hundruð metrana fyrir neðan stíflurnar og mun leiða til þess að það verður um 20% af

Því sem það var áður fyrr neðst í gílinu. Það er að segja, 80% af vatninu sem rennur í Þjóðbrókargil mun hverfa, nema í miklum vorflóðum, og mun það leiða til þurrkunar á hluta búsvæða í ánni. Fáir hryggleysingar þola þornun á búsvæðum sínum í ánni og því má búast við mikilli minnkun í þeim stofnum, bæði hvað fjölbreytileika varðar og fjölda einstaklinga í hryggleysingjasamfélagi Þjóðbrókargilsár. Sem stendur eru áfarvegur Þjóðbrókargilsár dýrmætt hrygningar- og seiðauppeldissvæði atlantshafslaxins og bleikju og getur minnkun vatnsmagns vegna stíflugerðar leitt til taps á mikilvægum búsvæðum og dregið úr nýliðum laxfiska þar í Selá.

Jafnvel þó að verndarstaða gróðursnauðra hálendisvatna sé lág, þá eru þau, með litla tegundafjölbreytni og mikið magn hryggleysingja og mjög viðkvæm fyrir umhverfisbreytingum (Gobbi & Lencioni, 2020). Niðurstöður okkar gefa til kynna að þessi viðkvæmni gæti einnig átt við vistkerfi stöðuvatnana í mikilli hæð innan rannsóknarsvæðisins, þar á meðal Ófæruvatns og Hraunavatns. Hins vegar getum við ekki ákvarðað stöðu vistkerfis Hraunavatns né metið hugsanleg áhrif framkvæmdarinnar á það, þar sem engar upplýsingar liggja fyrir um líffræði og umhverfisaðstæður vatnsins.

Niðurstöður okkar, ásamt niðurstöðum annarra rannsókna á þessu sviði á heimsvísu, benda til þess að bygging Kvíslatunguvirkjunar geti haft mikil áhrif á umhverfisaðstæður og þar með líffræði vatnanna og Þjóðbrókargilsár. Hins vegar er lítil þekking fyrir hendi hvað varðar áhrif slíkra framkvæmda á lífríki hálendisvatna á Íslandi og þyrfti langtímarannsókn til að öðlast betri skilning á þeim vistkerfisbreytingum sem stíflurnar valda. Við leggjum til að verði af því að eitt eða fleiri stöðuvatnanna verði stíflað verði þau og þær ár sem undir verða vaktaðar í allt að tíu ár eftir að framkvæmdum er lokið. Með því verður hægt að veita nákvæmari upplýsingar varðandi möguleg áhrif stíflugerða á hálendisvötn á Íslandi í framtíðinni.



## HEIMILDIR

- Bartels, A., Berninger, U. G., Hohenberger, F., Wickham, S., & Petermann, J. S. (2021). Littoral macroinvertebrate communities of alpine lakes along an elevational gradient (Hohe Tauern National Park, Austria). *Plos one*, *16*(11), e0255619.
- Baxter, R. M. (1977). Environmental Effects Of Dams And Impoundments. In *Ann. Rev. Ecol. Syst* (Vol. 8).
- Bjornn, T. C., & Reiser, D. W. (1991). Habitat requirements of salmonids in streams. *American Fisheries Society Special Publication*, *19*(837), 138.
- Eiríksdóttir, E. S., Oelkers, E. H., Hardardóttir, J., & Gíslason, S. R. (2017). The impact of damming on riverine fluxes to the ocean: A case study from Eastern Iceland. *Water research*, *113*, 124-138.
- Eydís Salome Eiríksdóttir 2022. Leiðbeiningar um söfnun vatnssýna og mælingar með handmælum á eðlisefnafræðilegum gæðaþáttum í straum- og stöðuvötnum (Skýrsla nr. KV-2022-8). Hafrannsóknastofnun.
- Finnur Ingimarsson, Haraldur R. Ingvason, Kristín Harðardóttir, Stefán Már Stefánsson, Þóra Hrafnadóttir og Cristian Gallo 2017. *Rannsóknir í ám og vötnum á Ófeigsfjarðarheiði 2017* (Fjölrit nr. 4-17). Náttúrufræðistofa Kópavogs, Náttúrustofa Vestfjarða. [https://www.vesturverk.is/documents/Rannsóknir\\_í\\_ám\\_og\\_vötnum\\_á\\_Ófeigsfjarðarheiði\\_2017\\_lokaskýrsla.pdf](https://www.vesturverk.is/documents/Rannsóknir_í_ám_og_vötnum_á_Ófeigsfjarðarheiði_2017_lokaskýrsla.pdf)
- Frainer, A., Johansen, K. M. S., Siwertsson, A., Mousavi, S. A., Brittain, J. E., Klemetsen, A., Knudsen, R., & Amundsen, P. A. (2016). Variation in functional trait composition of benthic invertebrates across depths and seasons in a subarctic lake. *Fundamental and Applied Limnology*, *188*, 103-112.
- Gobbi, M., & Lencioni, V. (2020). Glacial Biodiversity: Lessons from ground-dwelling and aquatic insects. *Glaciers and polar environment*, 1-23.
- Guðmunda Björg Þórðardóttir og Guðbergsson 2023. *Lax- og silungsveiðin 2022* (Skýrsla nr: HV 2023-22). Hafrannsóknastofnun. [hv2023\\_22\\_-laxsil2022.pdf](https://www.hafogvatn.is/hv2023_22_-laxsil2022.pdf) (hafogvatn.is)
- Haraldur R. Ingvason, Þóra Hrafnadóttir, Finnur Ingimarsson og Sunna Björk Ragnarsdóttir 2022. *Leiðbeiningar fyrir gróðurkönnun í stöðuvötnum* (Skýrsla nr. KV-2022-8). Hafrannsóknastofnun.
- Hardie, S. A., & Chilcott, M. A. (2017). Water levels in a highland lake control the quantity and quality of spawning habitat for a littoral-spawning galaxiid fish. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *27*(1), 24–38. <https://doi.org/10.1002/aqc.2630>
- Hrafnadóttir, Th. (2005). *Diptera 2 (Chironomidae)*. The Zoology of Iceland III, 48b: 1-169.
- Ingimarsson, F., Ingvason, H. R., Harðardóttir, K., Stefánsson, S. M., Hrafnadóttir, Þ. & Cristian Gallo, C. (2017). *Rannsóknir í ám og vötnum á Ófeigsfjarðarheiði 2017* (Fjölrit nr. 4-17). Náttúrufræðistofa Kópavogs, Náttúrustofa Vestfjarða. [https://www.vesturverk.is/documents/Rannsóknir\\_í\\_ám\\_og\\_vötnum\\_á\\_Ófeigsfjarðarheiði\\_2017\\_lokaskýrsla.pdf](https://www.vesturverk.is/documents/Rannsóknir_í_ám_og_vötnum_á_Ófeigsfjarðarheiði_2017_lokaskýrsla.pdf)

- Jeuthe, H., Brännäs, E., & Nilsson, J. (2015). Thermal stress in Arctic charr *Salvelinus alpinus* broodstock: a 28 year case study. *Journal of fish biology*, 86(3), 1139-1152.
- Jonsson, B., & Jonsson, N. (2001). Polymorphism and speciation in Arctic charr. *Journal of Fish Biology*, 58(3), 605-638.
- Kivilä, E. H., Luoto, T. P., Rantala, M. V., & Nevalainen, L. (2020). Late-Holocene variability in chironomid functional assemblages and carbon utilization in a tundra lake food web. *Hydrobiologia*, 847(3), 895-911.
- Klaus, M., Karlsson, J., & Seekell, D. (2021). Tree line advance reduces mixing and oxygen concentrations in arctic–alpine lakes through wind sheltering and organic carbon supply. *Global Change Biology*, 27(18), 4238-4253.
- Kristjansson, B. K., Malmquist, H. J., Ingimarsson, F., Antonsson, T., Snorrason, S. S., & Skulason, S. (2011). Relationships between lake ecology and morphological characters in Icelandic Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 103(4), 761-771.
- Magnúsdóttir, R. Þ., Ólafsson, J. S., & Eiríksdóttir, E. S. (2022). *Leiðbeiningar um söfnun sýna til mælinga á blaðgrænu a í straum- og stöðuvötnum, auk mælinga á blaðgrænu a með handmæli* (Skýrsla nr. KV-2022-10). Hafrannsóknastofnun.
- Maihemuti, B., Aishan, T., Simayi, Z., Alifujiang, Y., & Yang, S. (2020). Temporal scaling of water level fluctuations in shallow lakes and its impacts on the lake eco-environments. *Sustainability (Switzerland)*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/SU12093541>
- Marianne Jensdóttir Fjeld, Þóra K. Hrafnisdóttir og Haraldur Rafn Ingvason 2016. *Vistgerðir í ferskvatni*. Bls. 170–213 í: Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir og María Harðardóttir (ritstj.). *Vistgerðir á Íslandi*. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 54
- Jensdóttir Fjeld, M., Hrafnisdóttir, Þ., K., & Ingvason, H. R. (2016). *Vistgerðir í ferskvatni*. Bls. 170–213 í: Ottósson, J. G., Sveinsdóttir A., & Harðardóttir, M. (ritstj.). *Vistgerðir á Íslandi*. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 54
- Ólafsson, J. (1979). The chemistry of Lake Mývatn and river Laxá. *Oikos*, 82-112.
- Patel, H., & Vashi, R. T. (2015). *Characterization and treatment of textile wastewater*. Elsevier. Pages 21-71, ISBN 9780128023266.
- Poznańska, M., Werner, D., Jabłońska-Barna, I., Kakareko, T., Ung Duong, K., Dzierżyńska-Białończyk, A., & Kobak, J. (2017). The survival and behavioural responses of a near-shore chironomid and oligochaete to declining water levels and sandy substratum drying. *Hydrobiologia*, 788, 231-244.
- Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Jón S. Ólafsson og Eydís Salome Eiríksdóttir 2022. *Leiðbeiningar um söfnun sýna til mælinga á blaðgrænu a í straum- og stöðuvötnum, auk mælinga á blaðgrænu a með handmæli* (Skýrsla nr. KV-2022-10). Hafrannsóknastofnun.
- Sandlund, O. T., Malmquist, H. J., Jonsson, B., Skúlason, S., Snorrason, S. S., Jónasson, P. M., Gydemo, R., & Lindem, T. (1988). Density, length distribution, and diet of age-0 Arctic charr *Salvelinus alpinus* in the surf zone of Thingvallavatn, Iceland. *Environmental Biology of Fishes*, 23, 183-195.

- Skúlason, S., Snorrason, S. S., Noakes, D. L., Ferguson, M. M., & Malmquist, H. J. (1989). Segregation in spawning and early life history among polymorphic Arctic Charr, *salvelinus alpinus*, in Thingvallavatn, Iceland. *Journal of Fish Biology*, 35(sA), 225–232. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1989.tb03065.x>
- Zohary, T., & Ostrovsky, I. (2011). Ecological impacts of excessive water level fluctuations in stratified freshwater lakes. *Inland Waters*, 1(1), 47–59. <https://doi.org/10.5268/iw-1.1.406>
- Þórðardóttir, G., & Guðbergsson, G. (2023). Lax- og silungsveiðin 2022 (Skýrsla nr: HV 2023-22). Hafrannsóknastofnun. hv2023\_22\_-laxsil2022.pdf (hafogvatn.is)

## VIÐAUKAR

Tafla S1. Botngerð (%) og gróðurþekja (%) sem safnað/ mældar voru í öllum þremur vötnunum í september 2023.

Vatn	Stöð	Gróðurþekja (%)	Botngerð (%)	dýpi (m)	Vatnagróður
Efri-Kotvötn	T1P1	70	möl/grjót/sandur	0,4	Tvær tegundir mosa
Efri-Kotvötn	T1P2	5	leir/mud	1,4	Kransþörungur
Efri-Kotvötn	T1P3	10	leir	1,6	Kransþörungur
Efri-Kotvötn	T1P4	15	leir	1,5	Þrjár tegundir mosa og kransþörungur
Efri-Kotvötn	T1P5	0	leir/möl	0,6	Kransþörungur og tvær tegundir mosa og slorpungar
Efri-Kotvötn	T2P1	70	leir	1	Kransþörungur og ein tegund mosa
Efri-Kotvötn	T2P2	30	möl/grjót	0,8	Ein tegund mosa
Efri-Kotvötn	T2P3	20	leir	1,7	Kransþörungur og ein tegund mosa
Efri-Kotvötn	T2P4	40	klöpp/leir	1,1	Kransþörungur og tvær tegundir mosa og slorpungar
Efri-Kotvötn	T2P5	5	möl/grjót	0,3	Þrjár tegundir mosa og slorpungar
Svartagilsvatn	P1	95	möl	0,1	Tvær tegundir mosa
Svartagilsvatn	P2	25	klöpp/leir	0,9	Þrjár tegundir mosa
Svartagilsvatn	P3	25	sandur/coarse möl	0,3	Tvær tegundir mosa
Svartagilsvatn	P4	5	möl/klöpp	0,8	Ein tegund mosa
Svartagilsvatn	P5	35	grjót	0,5	Ein tegund mosa
Svartagilsvatn	P6	30	möl/sandur	0,4	Þrjár tegundir mosa
Svartagilsvatn	P7	25	möl/grjót	1	Ein tegund mosa
Svartagilsvatn	P8	25	coarse möl	0,2	Tvær tegundir mosa og klóelfting
Ófæruvatn	P1	0,02	grjót/klöpp	0,4	Tvær tegundir mosa
Ófæruvatn	P2	0,02	möl/grjót	0,4	Líklega tvær tegundir mosa
Ófæruvatn	P3	0,01	grjót	0,3	Ein tegund mosa og hugsanlega slorpungar
Ófæruvatn	P4	0,05	grjót/sandur	0,3	Tvær tegundir mosa

Tafla S2 Yfirlit yfir fjölda hryggleysingja (meðaltala= $\bar{x}$ , staðalskekkju= $\sigma$ ) sem safnað var í yfirborði vatnana í júní, júlí og september 2023.

Flokkunareiningar	Júní				Júlí						September					
	Svartagilsvatn		Efri-Kotnvötn		Ófæruvatn		Svartagilsvatn		Efri-Kötvötn		Ófæruvatn		Svartagilsvatn		Efri-Kötvötn	
	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
<b>Krabbadýr</b>																
Vatnaflær (Cladocera)			79	37	247		2.181	1	461	313	206	0	28	20	81	39
Árfætlur (Copepoda)																
Cyclopoida	3	2	32	18	6		32	27	89	61	280	0	12	12	204	76
Calanoida	10	10			240		59	26			285	0	22	15		
Harpacticoida	3	3											1	1		
Skelkrabbar (Ostracoda)			1						0	0						
<b>Samtals Krabbadýr</b>	<b>16</b>		<b>112</b>		<b>493</b>		<b>2.271</b>		<b>550</b>		<b>771</b>		<b>63</b>		<b>285</b>	
<b>Skórdýr</b>																
(Coleoptera)									1	1						
Vorflugur (Trichoptera)	1	1			1	0			0	0					1	0
Steinflugur (Plecoptera)	1	1											1	1	1	1
Tvívængjur (Diptera)																
Rykmý (Chironomidae)	28	26	19	14	12	0	6	7	3	2					3	2
Bredduflugur (Empididae)			2	2	2	0							3	3	3	2
<b>Total Insects (Adults)</b>	<b>29</b>		<b>21</b>		<b>15</b>		<b>6</b>		<b>4</b>				<b>4</b>		<b>8</b>	
<b>Skórdýr - Pupa and Larvae</b>																
Tvívængjur (Diptera)																
Bredduflugur (Empididae)			1	1									2	2		
Rykmý (Chironomidae) lirlfur	9	2	8	3	55	0	2	1	7	6	18	0	2	2	7	4
Rykmý (Chironomidae) púpur	33	33	2	2									2	2		
<b>Samtals Skórdýr (púpur og lirlfur)</b>	<b>42</b>		<b>11</b>		<b>55</b>		<b>2</b>		<b>7</b>		<b>18</b>		<b>6</b>		<b>7</b>	
Chironomidae Larvae Exuvia			54	38					1	1					1	1
Chironomidae Pupa Exuvia	30	26	322	254	84		22	7	1	1						
<b>Annað</b>																
Eggs			18	18												
Mítlar (Acarina)	1		1										1	1		
Stökkmor (Collembola)									1	1			1	1		
Ánar (Oligochaeta)					1		1	1	1							
<b>Total Other</b>			<b>19</b>		<b>1</b>		<b>1</b>		<b>2</b>				<b>2</b>			
<b>Overall Total</b>	<b>87</b>		<b>163</b>		<b>564</b>		<b>2.280</b>		<b>563</b>		<b>789</b>		<b>75</b>		<b>300</b>	



Tafla S3. Yfirlit yfir fjölda hryggleysingja (meðaltala= $\bar{x}$ , staðalskekkju= $\sigma$ ) sem safnað var í Selá og þverám hennar í júní, júlí og september 2023.

Flokkunareiningar	Júní								Júlí				September					
	SR1		SR2		SR3		RS4		SR1		SR2		SR1		SR2		SR3	
	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
<b>Krabbadýr</b>																		
Vatnaflær (Cladocera)	2	0	2	2									95	0	3	0	3	0
Árfætlur (Copepoda)																		
Cyclopoida	1	0							32	1	2	0			15	0	1	0
Calanoida													3	0			2	0
Harpacticoida																		
Skelkrabbar (Ostracoda)	1	0	2	2			4	0	1	0	19	0			7	0	15	0
<b>Samtals Krabbadýr</b>	<b>4</b>		<b>4</b>				<b>4</b>		<b>33</b>		<b>21</b>		<b>98</b>		<b>25</b>		<b>21</b>	
<b>Skórdýr</b>																		
Bjöllur (Coleoptera)															3	0		
Býflugur (Apocrita)			1	1											10	0	1	0
Blaðlúsaætt (Aphididae)											1	0					2	0
Blómatripa (Thysanoptera)			1	1													2	0
Vorflugur (Trichoptera)											1	0			1	0		
Steinflugur (Plecoptera)	2	0	1	1									1		1	0		
Tvívængjur (Diptera)																		
Rykmý (Chironomidae)	12	0	6	4					105	0	6	0	1	0			33	0
Bitmý (Simulidae)			2	1														
Bredduflugur (Empididae)																		
<b>Samtals Skórdýr (flugur)</b>	<b>14</b>		<b>11</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>105</b>		<b>8</b>		<b>2</b>		<b>18</b>		<b>46</b>	
<b>Skórdýr - Pupa and Larvae</b>																		
Tvívængjur (Diptera)																		
Bredduflugur (Empididae) lirfur													6	0	14	0	3	
Rykmý (Chironomidae) lirfur	312	0	29	7	15	0	76	0	560	0	59	0	137	0	189	0	33	
Rykmý (Chironomidae) púpur	12	0					1	0	27	0	77	0						
Bitmý (Simulidae) lirfur	36	0	0	0			6	0	1	0								
<b>Samtals Skórdýr (púpur og lirfur)</b>	<b>360</b>		<b>29</b>		<b>15</b>		<b>83</b>		<b>588</b>		<b>136</b>		<b>143</b>		<b>203</b>		<b>36</b>	
Chironomidae Larvae Exuvia			4	4					889	0					5	0	2	

<b>Chironomidae Pupa Exuvia</b>	54	0	3	4							3	0				
<b>Annað</b>																
<b>Mítlar (Acarina)</b>	1	0			3	0	53	0	10	0	5	0	3	0	3	0
<b>Stökkmor (Collembola)</b>	6	0	1	7	1	0							1	0		
<b>Ánar (Oligochaeta)</b>	3	0	1	1					5	0	8	0				
<b>Total Other</b>	<b>10</b>		<b>2</b>	<b>0</b>	<b>4</b>		<b>53</b>		<b>15</b>		<b>13</b>		<b>4</b>		<b>3</b>	
<b>Overall Total</b>	<b>384</b>		<b>42</b>	<b>15</b>	<b>87</b>		<b>779</b>		<b>180</b>		<b>256</b>		<b>250</b>		<b>106</b>	



Mynd S1. Efri-Kotvötn (vinstra megin) í 419 m hæð og Ófæruvatn (til hægri) í 452 m hæð í September 2023.