

NÁTTÚRUSTOFA
VESTFJARÐA

Aðalstræti 12
415 Bolungarvík
nave@nave.is

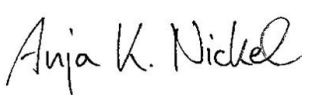
Ferskvatnsrannsókn við Keldnalæk (Rangárvöllum) vegna Tunguvirkjunar

Unnið fyrir Afl og Orku

Anja K. Nickel

Mars 2026

NV nr. 03-26

 NÁTTÚRUSTOFA VESTFJARÐA		Dagsetning Mán/ár: Mars 2026
Skýrsla nr: NV nr. 03-26	Verknúmer: 694	Dreifing: ☐ Opin ☐ Lokuð til: ☒ Háð leyfi verkkaupa
Upplag: Rafræn útgáfa	Blaðsiður: 26	
Heiti skýrslu: Ferskvatnsrannsókn við Keldnalæk (Rangárvöllum) vegna Tunguvirkjunar		Unnið fyrir: Afl og Orku ehf.
Höfundur: Anja K. Nickel		Verkefnastjóri: Anja K. Nickel
Undirskrift verkefnastjóra: 		Yfirfarið af: Hulda Birna Albertsdóttir

Efnisyfirlit

Útdráttur	4
1. Inngangur	5
1.1. Fyrirhuguð framkvæmd	5
1.2. Rannsóknarsvæði	5
2. Aðferðir	7
2.2. Basavirkni	7
2.3. Blaðgræna <i>a</i>	7
2.4. Næringarefni	8
2.5. Hryggleysingar	8
2.6. Púpuhamir	8
2.7. Auðkenning hryggleysinga	8
2.8. Fiskur	9
2.9. Útreikningur á vistfræðilegu gæðahlutfalli (EQR) og samræmdu vistfræðilegu gæðahlutfalli (nEQR)	10
3. Niðurstöður	11
3.1. Eðlis- og efnafræðilegar mælingar	11
3.2. Blaðgræna <i>a</i>	13
3.3. Næringarefni	14
3.4. Fjöldi og fjölbreytileiki hryggleysinga	16
3.5. Bleikjur í Keldnalæk	20
4. Umræða	22
Heimildir	25

Útdráttur

Í þessari rannsókn voru eðlis- og efnafræðilegir eiginleikar, ásamt líffræðilegum þáttum í Keldnalæk, Eystri-Rangá og tilfallandi lækjum (SI og SII) metnir til að leggja mat á vistfræðilegt ástand vatnshlotanna vegna fyrirhugaðrar Tunguvirkjunar. Vatnseiginleikar, þar á meðal hitastig, sýrustig (pH), rafleiðni, basavirkni og næringarefni, voru mæld árstíðabundið. Auk þess voru tekin sýni af blaðgrænu *a* og hryggleysingjasamfélögum til að meta frumframleiðni og vistfræðilegt ástand. Fiskistofnar voru kannaðir með rafveiðum og gildrum, og bleikja (*Salvelinus alpinus*) var lýst með tilliti til stærðar, aldurs og kynþroska.

Lindár sýndu minni árstíðabundnar sveiflur í hitastigi og rafleiðni en dragáin Eystri-Rangá, sem endurspeglar áhrif grunnvatns, þar sem lindarvatn er ríkt af uppleystum steinefnum og jónum, og er með árstíðabundið jafn hitastig. Hins vegar voru sýrustig (pH) og basavirkni svipuð milli vatnshlota og sýndu áberandi árstíðasveiflur. Hryggleysingjasamfélög voru einkum ráðandi af lifrum rykmýja, skelkröbbum og ánum, með mikinn fjölbreytileika í öllum ánum. Í Keldnalæk veiddust einungis bleikjur sem voru smærri en 16,2 cm. Stærri einstaklingar voru kynþroska, sem bendir til þess að bleikjurnar tilheyri smávöxnum bleikjustofni.

Allar ár voru flokkaðar með mjög gott vistfræðilegt ástand samkvæmt vistgæðahlutfalli (EQR) og staðlaðri útgáfu þess (nEQR), sem bendir til lítilla mannlegra áhrifa. Möguleg áhrif fyrirhugaðra breytingar á flæði vatns í tengslum við virkjun, þar á meðal sundrun búsvæða og breytingar á lífefnafræðilegum aðstæðum, eru talin verða staðbundin. Tímabundin neikvæð áhrif á vistkerfi neðanvert í Eystri-Rangá geta komið fram á framkvæmdatíma við byggingu inntaksmannvirkis og mannvirkja tengdum virkjuninni. Gagnaöflun og úrvinnsla í þessari skýrslu fylgja íslenskum leiðbeiningum og reglugerðum samkvæmt stjórn vatnamála.

1. Inngangur

Afl og Orka ehf. áformar að reisa allt að 3 MW virkjun í Keldnalæk í landi Keldna á Rangárvöllum, sem nefnd hefur verið Tunguvirkjun. Keldnalækur á upptök sín skammt frá bænum Keldum og rennur til suður þar sem hann sameinast í Eystri-Rangá.

Að beiðni Erlu Bjarkar Þorgeirsdóttur hjá Afli og Orku ehf. gerði Náttúrustofa Vestfjarða úttektir á gróðri og vistgerðum, fuglalífi, ferskvatnslífi og fornleifum á svæðinu. Skýrsla þessi fjallar um úttekt á ferskvatni.

1.1. Fyrirhuguð framkvæmd

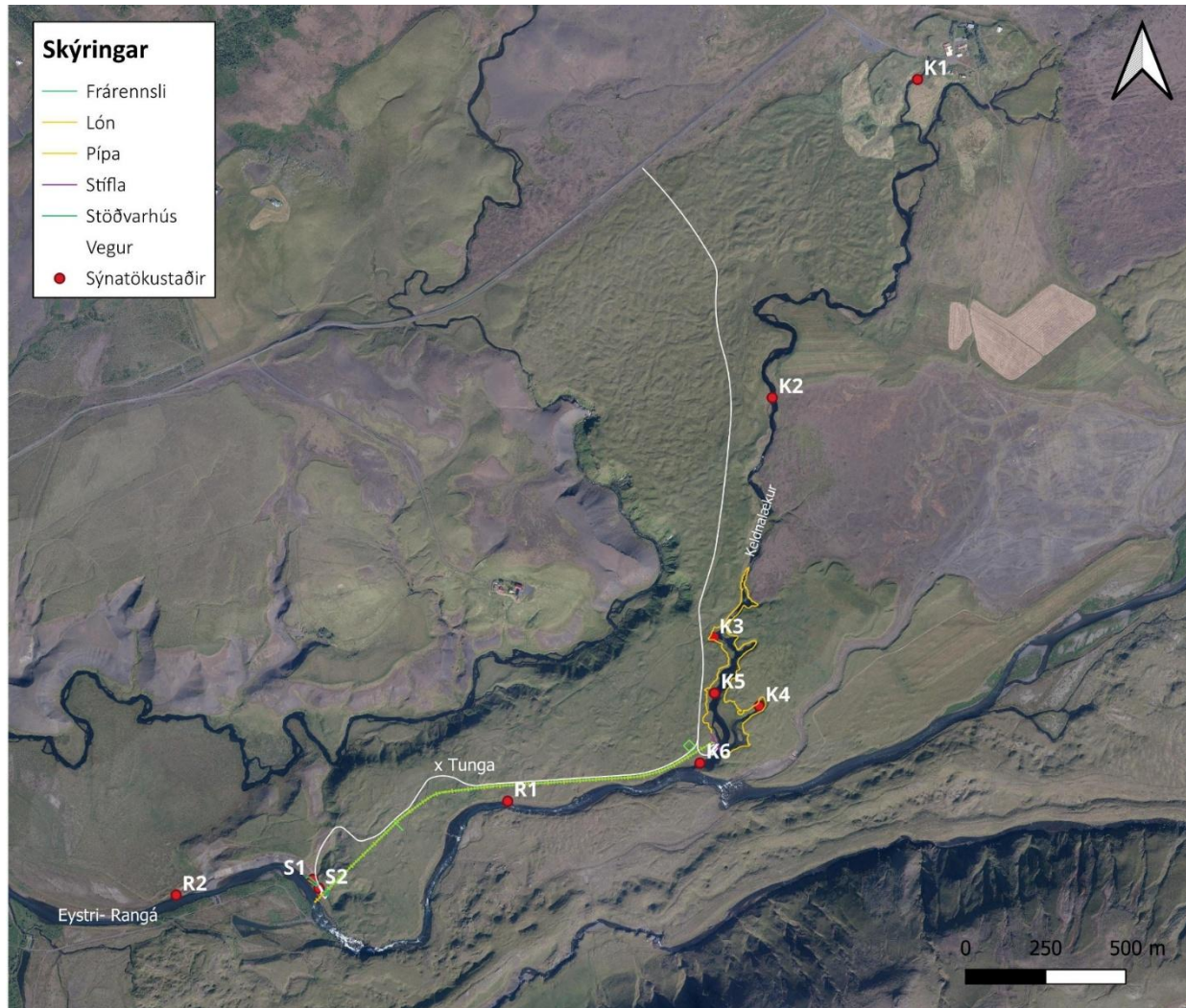
Tunguvirkjun er í Keldnalæk og rennur hann út í Eystri-Rangá (Kort 1). Fyrirhuguð virkjun mun nýta fall rétt fyrir ofan ármót Keldnalækjar og Eystri-Rangár niður fyrir Tungufoss og er fallið u.þ.b. 40 m. Fyrirhuguð raforkuframleiðsla er áætluð 19 GWh og verður virkjunin tengd við dreifikerfi RARIK með 11 kV streng. Áætlað er að inntaksmannvirkið hækki vatnsyfirborð við stíflu um 3 m, en grafa þarf skurð fyrir pípana frá inntaksmannvirkinu að stöðvarhúsi. Pípan er um það bil 2 m á breidd og 1.360 m löng.

Í dag liggur vegslóði frá Þjóðvegi 264 niður að ármótum Keldnalækjar og Eystri-Rangár. Í tengslum við framkvæmdina þarf að leggja veg sem þolir þungaflutninga niður að stíflu og að stöðvarhúsinu. Frárennsli frá stöðvarhúsinu verður um skurð meðfram núverandi farvegi og rétt fyrir neðan útfallið úr skurðinum eru náttúrulegar flúðir í ánni. Stöðvarhúsið verður grafið inn í bakkann, þar sem pípan kemur niður af Tunguheiði.

1.2. Rannsóknarsvæði

Eystri-Rangá er ein af mikilvægustu laxveiðiám Íslands. Botnbúsvæði árinna nýtast sem hrygningar- og uppeldissvæði, ekki aðeins fyrir Atlantshafslax (*Salmo salar*) heldur einnig fyrir sjógenginn sjóbirting (*Salmo trutta*) og bleikju (*Salvelinus alpinus*) (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson, 2014).

Ganga laxfiska nær upp að Tungufossi, sem vegna hæðar sinnar myndar náttúrulegan þröskuld. Ofan við fossinn eru einangraðir, staðbundnir bleikjustofnar. Undanfarin ár hefur verið unnið að því að koma á laxastofni í Eystri-Rangá ofan við Tungufoss, meðal annars með sleppingum hroga, seiða og fullorðinna laxa, með það langtíamarkmið að gera búsvæði ofan fossins aðgengilegt fyrir göngulax (Jóhannes Sturlaugsson og Björn Theodórsson, 2023). Enn fremur er áætlað að landeigendur leggji fiskveg framhjá Tungufossi, sem mun gera laxi kleift að komast upp fyrir fossinn, sem er ekki laxgengur í dag, og stuðla þannig að endurheimt náttúrulegs göngulaxastofns í ánum ofan fossins.



Kort 1. Yfirlitskort af rannsóknarsvæðinu sem sýnir sýnatökustaði í Keldnalæk (K1–K6), í Eystri Rangá (R1, R2) og í þverá til Rangár (S1 og S2). Línur á kortinu sýna vegi og fyrirhugaðar breytingar á tengingum vegna virkjunar. (Kort: Hulda Birna Albertsdóttir)

Keldnalækur er lindá sem rennur í Eystri-Rangá fyrir ofan við Tungufoss. Keldnalæk hefur verið lýst sem kaldasta lindakerfi sem þekkt er og hýsir meðal annars botnlæga bleikjustofna ásamt *Crangonyx islandicus*, marflóar tegund (Amphipoda) sem er einlend á Íslandi og lifir einkum í ungum, gljúpum hraunum (Jón Svavarsson og Bjarni K. Kristjánsson, 2006). Keldnalækur rennur um Krókahraun, sem er flokkað sem Sérstök vernd náttúrufyrirbæra og nýtur verndar samkvæmt lögum nr. 60/2013, 61. gr. Holótt bygging hraunsins gerir kleift að neðanjarðarvatn flæði milli vatnakerfa og stuðlar að vatnaskiptum og dreifingu grunnvatns milli yfirborðsvatna.

Fyrirhuguð Tunguvirkjun mun veita vatni úr neðri hluta Keldnalækjar um fallpípu að stöðvarhúsi til raforkuframleiðslu og mun frárennslisskurður frá virkjuninni liggja um

lækjarfarveg meðfram Eystri-Ranga og opnast rétt fyrir ofan Bláhyl í Eystri-Rangá neðan og vestan við Tungufoss.

Þó að inntakslón í rennslisvirkjunum hafi yfirleitt takmarkaða miðlunargetu, getur það samt haft áhrif á vatns- og vistfræðilegar aðstæður í lóni og fyrir neðan inntaksmannvirkið. Þessi skýrsla kynnir grunnupplýsingar um efnasamsetningu vatns og lífríki í Keldnalækjar og Eystri-Rangá til að styðja við mat á umhverfisáhrifum fyrirhugaðrar virkjunar.

2. Aðferðir

2.1. Vistfræðilegir þættir í ám

Í úttekt voru gerðar vatnamælingar og tekin vatnssýni í Keldnalæk og Eystri-Rangá í maí, júlí og september 2025 og janúar 2026. Vatnseiginleikar, þar á meðal hitastig, sýrustig (pH-gildi), leyst súrefni og leiðni, voru mæld á sex sýnatökustöðvum í Keldnalæk, tveimum sýnatökustöðvum í Eystri-Rangá og tveimum lækjum á svæðinu þar sem fyrirhugað er að reisa virkjun (Kort 1). Við hverja sýnatökustöð voru einnig tekin vatnssýni til greiningar á næringaefnum og basavirkni. Hverri sýnatökustöð var lýst með eftirfarandi breytum: Dýpi, setlögum og breidd árinna. Úrtök og mælingar á eðlis- og efnafræðilegum breytum voru framkvæmdar í samræmi við leiðbeiningar á mati á áhrifum framkvæmda og starfsemi a Vatnshlot (Umhverfisstofnun, 2024) sem byggja á stjórn vatnamála (Water Framework Directive).

2.2. Basavirkni

Súrnunarástand vatns endurspeglast í mælingum á sýrustigi (pH) og basavirkni og er mælikvarði á álagsþol (buffer capacity) vatnshlotsins. Álagsþolið var áætlað fyrir ársvæði í hverja árstíð, janúar, maí, júlí og september. Vatnssýni voru flutt á rannsóknarstofuna, síuð í gegnum 0,45 µm 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.

2.3. Blaðgræna a

Við hverja sýnatökustöð var botnblaðgræna *a* mæld 30 sinnum á hverjum stað í maí, júlí og september. Þar sem berg eða stórgrýti var til staðar voru gerðar þrjár mælingar á hverjum steini á 10 steinum. Þegar grunnurinn var möl eða sandur voru mælingar gerðar handahófskennt, en forðast var að taka mælingar á þéttvöxnum svæðum. Til að mæla styrk blaðgræna *a* á botni árinna var notaður flúormeter (Benthotorch frá BBMoldaenke).

2.4. Næringarefni

Næringarefni eru nauðsynleg fyrir lífríki vatna og ákvarða vöxt þörunga og vatnaplantna. Aftur á móti getur mikið næringarefnaálag leitt til ofauðgunar og röskunar á vistkerfi vatnsins. Vatnssýni voru síuð í gegnum 0,2 μm sellulósa asetat síur í 200 ml ílát og geymd frosin. Næringarefnagreiningin innihélt fosfat (PO_4), ammóníum (NH_4) og nítrat (NO_3), köfnunarefnisdíoxíð (NO_2), heildarköfnunarefni og heildarfosfat og var unnin af fyrirtækinu Sýni. Við útreikning á meðaltalsstyrk voru gildi undir greiningarmörkum sett jöfn greiningarmörkunum.

2.5. Hryggleysingjar

Til að meta tegundir og magn botndýra í ánum var sparksýnum safnað einu sinni í september. Á hverri árstöð var 10 sparksýnum safnað meðfram 20 m þverskurði. Ársýnunum var safnað í handahófskenndum fjarlægðum frá árbakkanum. Við sýnatöku var málmgrynd (625 cm^2) sett í árbotn og á vatnsbotn með fínmoskva neti sem var fest lóðrétt á gryndina. 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.

2.6. Púpuhamir

Púpuhamir sem fljóta við vatnsyfirborðið veita mikilvægar upplýsingar varðandi fjölda og fjölbreytileika rykmýs. Yfirborðsvatnssýni voru tekin í maí, júlí og september á hverri árstöð. Við sýnatökuna var háfur settur ofan í vatnið og lífverum og leifum lífvera safnað á yfirborði og efst í vatnssúlunni. Eftir útsetningu var netið vandlega tæmt í ílát og lífverur geymdar í 70% etanóli.

2.7. Auðkenning hryggleysingja

Lífverur, sem safnað var með botn- og yfirborðssýnum, voru greindar og flokkaðar (taxonomically identified) undir víðsjá (Leica MZ12; PLAN 1,0 $\times$) samkvæmt leiðbeiningum Þóru Hrafnadóttur o. fl. (2025). Aðeins voru púpuhamir rykmýs greindir niður á tegundastig.

Við útreikninga á fjölbreytileika voru lífverur sem tengdust landi undanskildar. Þar voru einnig notaðuð hærri flokkunarstig, t.d. var notað *Copepoda* fremur en að skipta í ættbálka (*Harpacticoida*, *Cyclopoida* og *Calanoida*), í samræmi við leiðbeiningar Þóru Hrafnadóttur o. fl. (2025). Aðeins Chironomidae voru flokkaðir niður á tegundastig (þar sem unnt var) við útreikninga fjölbreytileika.

Mikilvægt er að árétta að tegundagreining rykmý byggðist á púpuhömum: Lirfur rykmýs voru taldar úr botnsýnum og heildarfjöldi lirfa var notaður við útreikninga fjölbreytileika. Þar sem tegundagreining lirfa er oft flókin og tímafrek, var tegundasamsetning ákvörðuð út frá

púpuhömum rykmýs sem safnað var á yfirborði árinna, þar sem þau eru yfirleitt auðveldari og hraðari í greiningu (Petra Kranzfelder og Leonard C. Ferrington, Jr., 2015). Heildarfjöldi lirfa var síðan deildur á rykmýs tegundir í samræmi við hlutfall sem kom fram í púpuhama sýnunum frá hausti og þessi áætlaði tegundafjöldi var notaður við útreikninga fjölbreytileika.

Fjöldatalning botndýra ásamt tegundatalningu rykmýs var meðaltalstalin fyrir hverja á (Keldnalæk, Eystri-Rangá og læki S I og S II) og notuð til útreikninga á tegundafjölda, Shannon fjölbreytileika (H') og Shannon jafnri dreifingu (J') samkvæmt Þóru Hrafnadóttur o. fl. (2025).

2.8. Fiskur

Fiskasýnataka fór fram í neðri hluta Keldnalækjar og í einum af hliðarlækjum með samblandi af óvirkri gildru- og rafveiðiaðferð. Óvirk sýnataka var framkvæmd með hornsílagildrum ($n = 4$, $MS = 10$ mm) og netagildrum ($n = 6$, $MS = 24$ mm), sem voru settar upp yfir nótt (Kort 2). Gildrurnar voru staðsettar við árbakka á svæðum sem endurspegluðu bæði hraðstraums- og hægstraumssvæði til að ná til breiðs sviðs búsvæða.



Kort 2. Kort sem sýnir neðri hluta Keldnalækjar með staðsetningu gildra og rafveiðisniða. (Kort: Hulda Birna Albertsdóttir).

Virk sýnataka var framkvæmd með rafveiði við árbakka þar sem vatnsdýpi og straumskilyrði leyfðu örugga notkun búnaðarins. Þrjú rafveiðisnið voru lögð eftir árbakkanum, með áherslu á grunnsvæði sem smáfiskur notar gjarnan sem búsvæði. Veiddur fiskur var tekinn upp og settur í bala, svæður með MS-222 og fluttur kældur til rannsóknarstofu fyrir frekari úrvinnslu.

Í hliðarlækjum Eystri-Rangár (stöðvar S I og S II) var fiskur eingöngu tekinn með óvirkum gildruaðferðum. Á hverjum stað voru settar upp samtals fimm gildirur: Þrjár hornsilagildirur og tvær netagildirur. Gildrurnar voru látnar standa yfir nótt. Vegna smæðar og grunns dýpis lækjanna var rafveiði ekki framkvæmd.

Á rannsóknarstofu voru fiskar greindir niður á tegund, mæld heildarlengd og vigt. Kvarnir voru fjarlægðar og skoðaðar undir víðsjá til aldursgreiningar.

2.9. Útreikningur á vistfræðilegu gæðahlutfalli (EQR) og samræmdu vistfræðilegu gæðahlutfalli (nEQR)

Fyrir allar eðlis- og efnafræðilegar mælingar, nema fisk og súrefni, voru reiknuð vistfræðileg gæðahlutfall (EQR) og samræmt vistfræðilegt gæðahlutfall (nEQR) fyrir miðgildi (meðaltal notað aðeins við útreikning á blaðgrænu) fyrir hverja á, byggt á vatnagerðartengdum viðmiðunargildum (Eydís Salóme Eiríksdóttir o. fl., 2020). Sérstakar vatnagerðir voru notaðar fyrir Keldnalæk (RL2/RL2b) og Eystri-Rangá 2 (ofan Tungufoss, RL2), Eystri-Rangá 1 (neðan Tungufoss, RL4) og læk S I og S II (bæði RL2/RL2b) (vatnavefsjá.is). nEQR gildi voru reiknuð samkvæmt aðferð Hrafnadóttur o. fl. (2025).:

$$nEQR = \left[\left(\frac{EQR - E_{neðri}}{EQR_{efri} - EQR_{neðri}} \right) * 0,2 \right] + nEQR_{neðri}$$

Í tilviki vistfræðilegra gæðahlutfalla og nEQR fyrir botndýr voru engin viðmiðunargildi til fyrir RL4, og því voru viðmiðunargildi frá vatnagerð RL2 notuð.

3. Niðurstöður

3.1. Eðlis- og efnafræðilegar mælingar

Tafla 1. Eðlis- og efnafræðilegir eiginleikar mældir í Keldnalæk, Eystri-Rangá (1 og 2) og í lækjum SI og SII í janúar, maí, júlí og september. Meðalgildi (M), lágmark (min) og hámark (max) voru reiknuð fyrir alla sýnatökustaði í hverri á og aðskilin eftir árstíðum.

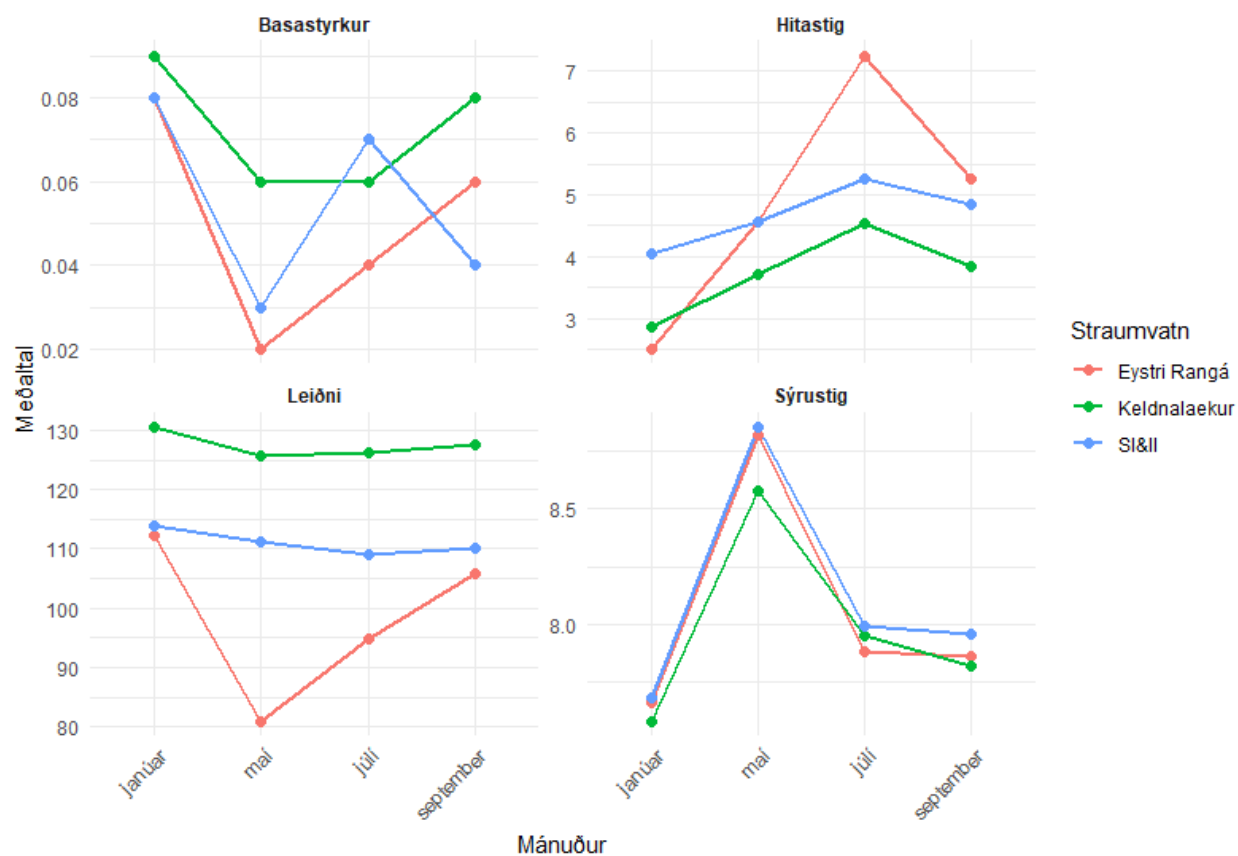
Á	Mánuður	Hitastig (°C)	Leiðni (µs/cm)	Sýrustig pH	Súrefni (mg/l)	Basastyrkur
		M (min-max)	M (min-max)	M (min-max)	M (min-max)	M (min-max)
Keldnalækur	janúar	2,85 (2,7-3,3)	130,38 (108,2-137,9)	7,58 (7,48-7,81)	12,11 (11,85-12,33)	0,09 (0,07-0,12)
	maí	3,7 (3,3-4,3)	125,65 (103,4-133)	8,58 (8,07-9,9)	13,66 (13,35-13,97)	0,06 (0,05-0,07)
	júlí	4,53 (3,6-5,5)	126,1 (102,8-134,8)	7,95 (7,2-8,2)	10,7 (10,32-11,16)	0,06 (0,05-0,07)
	september	3,83 (3,1-4,2)	127,47 (104,3-136,4)	7,82 (7,5-8,05)	12,52	0,08 (0,06-0,09)
Eystri-Rangá	janúar	2,5 (2,4-2,6)	112,4 (109,9-114,9)	7,66 (7,62-7,69)	12,38 (12,36-12,4)	0,08
	maí	4,55 (4,4-4,7)	80,95 (80,9-81)	8,82 (7,49-10,15)		0,02 (0,02-0,03)
	júlí	7,25 (6,8-7,7)	94,75 (93,4-96,1)	7,88 (7,75-8)		0,04 (0,03-0,06)
	september	5,25 (5,2-5,3)	105,8 (105,6-106)	7,86 (7,75-7,97)		0,06
SI & II	janúar	4,05 (4-4,1)	113,95 (112,3-115,6)	7,68 (7,67-7,68)	11,91 (11,78-12,05)	0,08 (0,07-0,08)
	maí	4,55 (4,5-4,6)	111,15 (109,7-112,6)	8,85 (8,4-9,3)		0,03 (0,03-0,04)
	júlí	5,25 (5,1-5,4)	109,15 (107,3-111)	7,99 (7,8-8,18)		0,07
	september	4,85 (4,7-5)	110,2 (108,8-111,6)	7,96 (7,81-8,12)		0,04 (0,03-0,06)

Lægsta hitastig sem mælt var í Keldnalæk var í janúar (2,7 °C), en hæsta hitastig mældist í júlí (5,5 °C). Mesta árstíðabundin hitasveifla var í Eystri-Rangá, þar sem hitastig sveiflaðist frá 2,4 °C í janúar upp í 7,7 °C í september (Tafla 1, Mynd 1).

Sýrustig (pH) sýndi svipaðar árstíðabundnar sveiflur í öllum ánum, með lægstu gildi í janúar (um pH 7,6) og hæstu gildi í maí (pH 8,58–8,85). Athyglisvert er að hámark sýrustigs var í maí í öllum ánum sem samræmdist ekki hækkuðum basavirkni-gildum, sem voru lægst í maí í öllum ánum (Tafla 1, Mynd 1).

Rafleiðni var tiltölulega stöðug allt árið í lindarlækjunum Keldnalæk, S I og S II. Þvert á móti sýndi Eystri-Rangá greinilega árstíðabundna sveiflu, með marktækri lægri leiðni í maí (80,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$) samanborið við aðra úrtökutíma (hæst 114,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ í janúar) (Tafla 1, Mynd 1).

Súrefni í Keldnalæk sveiflaðist á bilinu 10,32 mg/l í júlí upp í 13,97 mg/l í maí. Vegna bilunar í mælitæki endurspeglar mælingar ekki fulla árstíðabundna sveiflu í Keldnalæk og eru einnig skortur á gögnum fyrir sumar árstíðir í öðrum ánum. Því voru engin EQR-gildi reiknuð fyrir súrefni (Tafla 1, Mynd 1).



Mynd 1. Árstíðabundnar sveiflur í basavirkni, hitastigi, rafleiðni og sýrustigi (pH) eru sýndar fyrir hverja á. Gildin byggja á meðaltölum allra sýnatökustaða í hverri á.

Vistfræðileg gæði árinna voru metin *mjög góð* fyrir alla eiginleika, nema basavirkni. Basavirkni, mæld með títrun, var á bilinu 0,02–0,09, sem gefur til kynna að álagsþol súrnunarástands allra ána sé tiltölulega lágt. Á grundvelli nEQR er basavirkni „góð“ í lindarlækjunum Keldnalæk, S I og S II, en aðeins *ekki viðunandi* í Eystri-Rangá 1 og 2. Vegna mikillar árstíðabundinnar sveiflu sýrustigs (pH) í vatnakerfum voru reiknuð tvö EQR-gildi, eitt byggt á hæsta melda pH og eitt á miðgildi pH í hverri á (Tafla 2).

Tafla 2. EQR og nEQR byggt á mælingum á rafleiðni, hámarks pH, miðgildi pH og basavirkni. Litur táknar flokkun samkvæmt Eyðisi Salóme Eiríksdóttur o.fl. (2020), þar sem blár sýnir „mjög gott“, grænn sýnir „gott“ og gulur sýnir „ekki viðunandi“ vistfræðilegt ástand árinna.

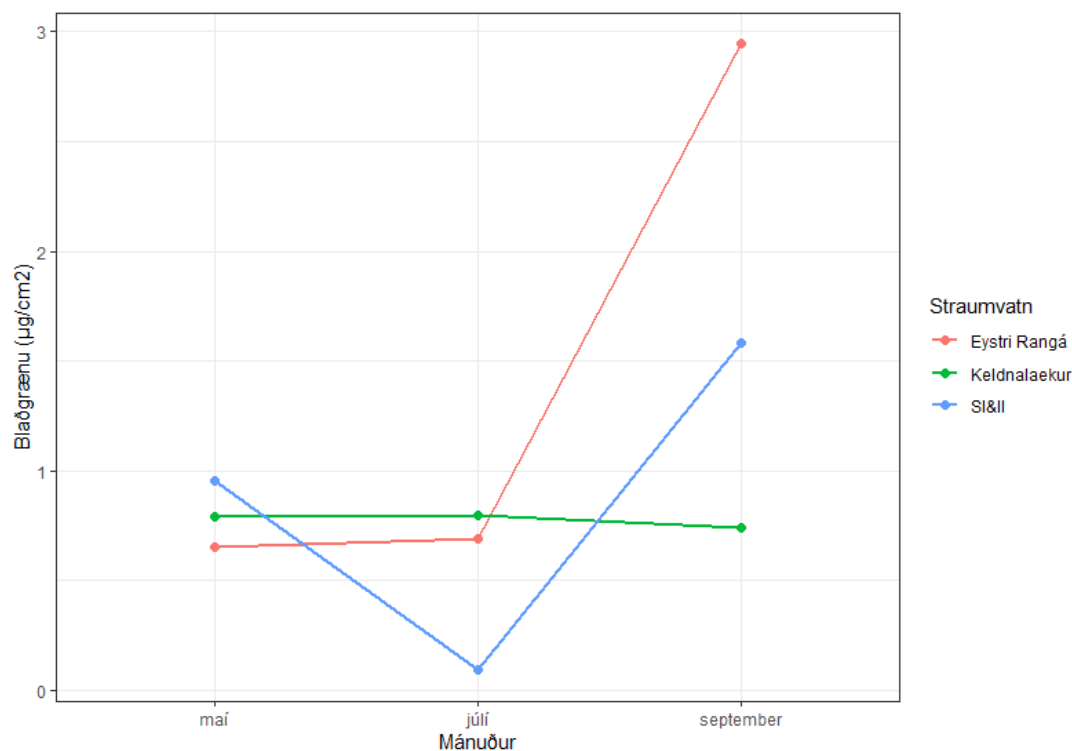
Straumvatn	EQR Rafleiðni	EQR Hámarksgildi pH	EQR Lækkun pH	EQR Basavirkni
Keldnalækur	0,88	0,99	1,02	0,13
Eystri-Rangá 1	1,31	1,07	0,97	0,10
Eystri-Rangá 2	1,16	1,26	1,00	0,07
SI&II	1,03	1,05	1,02	0,11
Straumvatn	nEQR Rafleiðni	nEQR Hámarksgildi pH	nEQR Lækkun pH	nEQR Basavirkni
Keldnalækur	0,90	0,93	1,08	0,61
Eystri-Rangá 1	1,19	2,34	0,84	0,52
Eystri-Rangá 2	1,13	2,74	1,00	0,59
SI&II	1,03	1,36	1,07	0,60

3.2. Blaðgræna a

Blaðgræna a (chlorophyll a) sveiflaðist með árstíðum í Eystri-Rangá, læk S I og S II, með hæstu gildum mældum í september (meðaltal 1,58–2,94 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$), sem bendir til að haust sé tímabil með hæsta frumframleiðni. Árstíðabundin mynstur sjást ekki í Keldnalæk, þar sem árstíðameðaltal blaðgrænu a sveifluðust á bilinu 0,74–0,8 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Í september var sérstaklega mikil dreifing á mældum gildum, þar sem sýni í Eystri-Rangá 1 voru á bilinu 0–18,15 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (Tafla 3, Mynd 2).

Tafla 3. Meðaltal og staðalfrávik blaðgrænu a mælinga í ánum Eystri-Rangá, Keldnalæk og SI & SII, tekin í maí, júlí og september.

Mánuður	Eystri-Rangá		Keldnalækur		SI & II	
	Blaðgrænu a (µg/cm²)					
	Meðaltal	±SF	Meðaltal	±SF	Meðaltal	±SF
júlí	0,69	1,57	0,80	1,54	0,09	0,39
maí	0,65	0,58	0,79	1,60	0,96	1,36
september	2,94	4,34	0,74	1,97	1,58	3,56



Mynd 2. Meðalgildi blaðgrænu a sýnd fyrir hverja á: Eystri-Rangá, Keldnalæk og SI & SII, tekin í maí, júlí og september.

Samkvæmt þessu mældist hæsti heildarstyrkur bláðgrænu a $3,39 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ í Eystri-Rangá 1, en gildi í öðrum ám (eða svæðum árinna) voru á bilinu $0,66\text{--}1,00 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Byggt á EQR-gildum sem reiknuð var fyrir blaðgrænu er vistfræðilegt ástand allra ána „mjög gott“. Viðmiðunargildi fyrir RL4 voru ekki tiltæk, og því voru viðmiðunargildi fyrir RL3 notuð við útreikning EQR fyrir Eystri-Rangá 1 (Tafla 4).

Tafla 4. Meðaltal og staðalfrávik, EQR og nEQR reiknuð fyrir blaðgrænu a mælingar í ánum Eystri-Rangá 1, Eystri-Rangá 2, Keldnalæk, SI og SII.

Straumvatn	Blaðgrænu ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)			
	Meðaltal	Staðalfrávik	EQR	nEQR
Eystri-Rangá1	3,39	4,56	0,65	0,86
Eystri-Rangá2	0,66	1,42	2,42	1,57
Keldnalækur	0,76	1,80	2,11	1,44
SI&II	1,00	2,79	1,60	1,24

3.3. Næringarefni

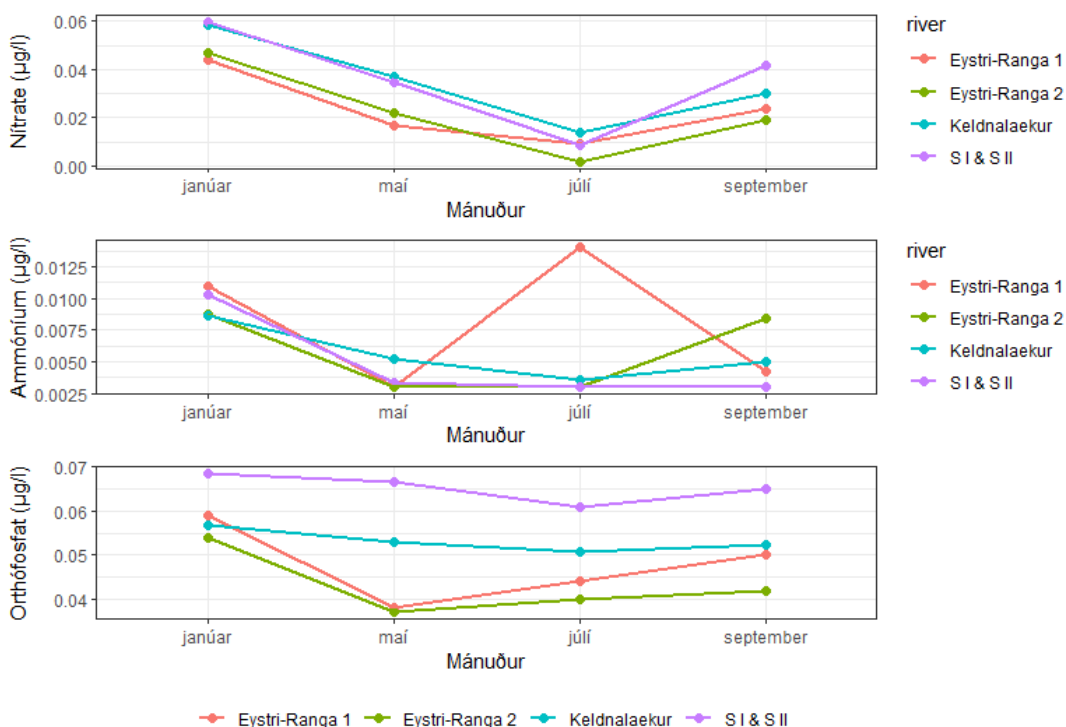
Hærri styrkur nitrats og ortófosfats mældist í lindám en í dragám. Hár styrkur ammóníaks mældist í Eystri-Rangá 1 í júlí. Í heildina var styrkur bæði nitrats og ammóníaks tiltölulega

lágur miðað við næringarefnasnauðar ár á Íslandi, sem bendir til mjög góðs vistfræðilegs ástands. Aftur á móti mældist tiltölulega hár styrkur fosfats, sérstaklega í Eystri-Rangá ofan við Tungufoss og í lækjunum SI og SII, sem leiddi til lægra vistfræðilegs ástands á þessum stöðum (Tafla 5).

Tafla 5. Árlegt meðaltal styrks næringarefna ($\mu\text{g/l}$) í ánum. Vistgæðahlutfall (EQR) fyrir nítrat, ammóníum og ortófosfat var reiknað út frá viðmiðunargildum Eyðisar Salóme Eiríksdóttur o.fl. (2020).

Straumvatn	Nítrate NO_3 $\mu\text{g/l}$	Nítríte NO_2 $\mu\text{g/l}$	Amóníum NH_4 $\mu\text{g/l}$	Heildar- köfnunarefni $\mu\text{g/l}$	Orthófosfat PO_4^{3-} $\mu\text{g/l}$	Heildar- fosfór $\mu\text{g/l}$	EQR NO_3	EQR NH_4	EQR PO_4^{3-}
Eystri-Rangá 1	23,7	0,5	8,1	56,3	47,8	44,0	1,4	0,9	0,9
Eystri-Rangá 2	22,5	0,5	5,8	51,3	43,3	43,5	1,4	1,9	0,3
Keldnalækur	34,8	0,6	5,6	62,2	53,1	51,5	0,9	2,0	0,6
SI & SII	36,1	0,5	4,9	60,5	65,3	60,3	0,9	2,3	0,5

Styrkur nítrats, ammóníaks og fosfats sýndi svipaðar árstíðabundnar sveiflur. Hæsti styrkur mældist í janúar, en lækkaði í maí og var lægstur í júlí. Styrkur jókst síðan aftur í september (Mynd 3).



Mynd 3. Mánaðarlegt meðaltal nítrats, ammóníums og ortófosfats teiknuð fyrir hverja á.

3.4. Fjöldi og fjölbreytileiki hryggleysingja

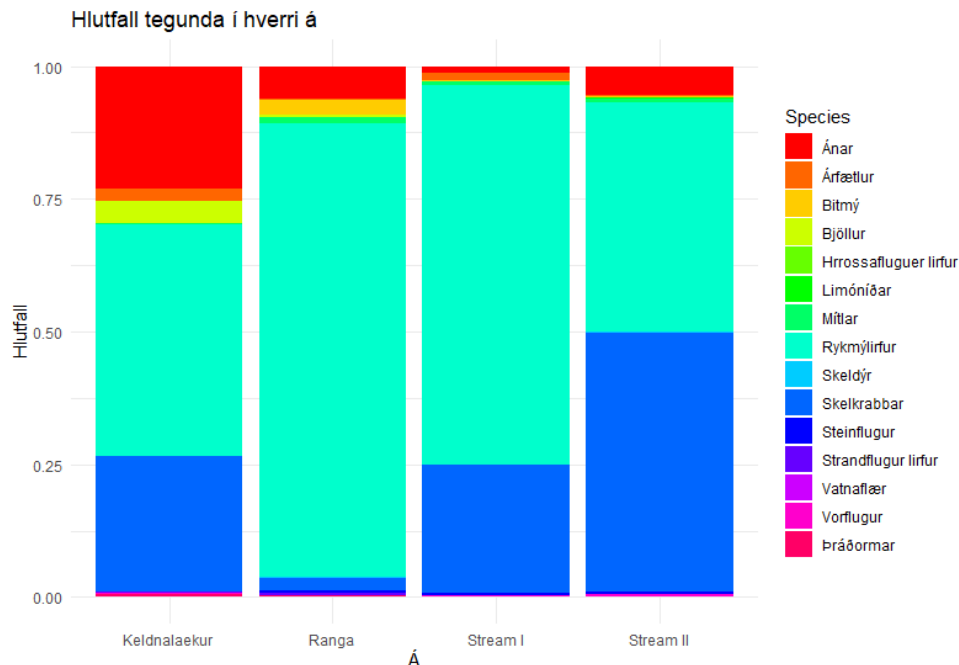
Hæstur meðalfjöldi hryggleysingja á 25 cm² mældist í læk S II (meðaltal = 1999 einstaklingar). Til samanburðar var meðalfjöldi í öðrum lækjum á bilinu 578 einstaklingar í Rangá og 1335 einstaklingar í læk S I. Í öllum ám sem voru rannsakaðar, voru lirlfur rykmýja langfjölmennasta flokkunareiningin í botnsýnum. Hlutfall lirlfa rykmýja var mest í Eystri-Rangá (84%). Í Keldnalæk og lækjum S I og S II var skelkrabbi hluti af samfélagsgerðinni í verulegu magni (24–49%), þó að rykmý héldi sér sem ráðandi flokkur (42–70%). Keldnalækur einkenndist enn fremur af tiltölulega háu hlutfalli ána (oligochaeta) (22%) (Tafla 6, Mynd 4).

Tafla 6. Meðalfjöldi hryggleysingja úr botnsýnum (sýnatökusvæði: 25 cm²) frá hverri á í september 2025. Staðalfrávik (σ) voru reiknuð fyrir ár með fleiri en einn sýnatökustað. Lífverur auðkenndar með brúnum lit voru útilokaðar úr frekari útreikningum á fjölbreytileikamælikvörðum tegunda.

Flokkunagreining	Keldnalækur		Eystri-Rangá		S I	S II
	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Krabbadýr						
Vatnaflær (Cladocera)	<1	0				
Árfætlur (Copepoda)						
Cyclopoida	19	32,9	<1	0,1	13	5
Calanoida	<1	0,3			2	
Harpacticoida	9	11,1	<1	0,3	3	1
Skelkrabbar (Ostracoda)	322	358,1	14	7,1	320	977
Samtals Krabbadýr	350		14		338	983
Ánar (Oligochaeta)	291	144,2	36	1,0	16	108
Þráðormar (Nematoda)	7	4,6	2	3,1	1	
Samtals Ormar	298		38		17	108
Skordýr						
Vorflugur (Trichoptera)	4	5,9	0.2	0,2	5	12
Steinflugur (Plecoptera)	1	1,1	2.5	1	6	7
Rykmý (Chironomidae)	1	1,3	2	1,7	1	<1
Blaðlús (Aphididae)	<1	0,0			<1	
Bjöllur (Coleoptera)	<1	0,2				<1
Þrísar (Thysanoptera)						<1
Samtals Skordýr (flugur)	6		5		12	19
Skordýr – Púpur of lirlfur						
Rykmý (Chironomidae) lirlfur	553	405,4	502	440	953	865
Rykmý (Chironomidae) púpur	12	11,6	5	6	1	5
Húsflugur (Muscidae) lirlfur	1	1,3	1	1		2
Strandfluga (Empididae) lirlfur	1	0,8	3	3		
Bitmý (Simuliidae) lirlfur	1	1,5	16	22,8	2	2
Limoniidae, <i>Dicranota sp.</i> , lirlfur	2	1,9			2	8
Hrossafluguætt (Tipulidae) lirlfur	1	1,6				
Samtals Skordýr (púpur og lirlfur)	571		527		958	882
Annað						

Ferskvatnsrannsókn við Keldnalæk, Rangárvöllum			AKN		NV nr.03-26	
Rykmýspúpur tæmir	2	2,7	3	3	3	2
Skeldýr (Gastropoda)			<1	0,1	<1	<1
Stökkmor (Collembola)	<1	1,4			1	1
Mítlar (Acarina)	2	3	7	9,8	9	11
Tardigrada (Bessadýr)	52	52,9	2	2,9		
Samtals	56		12		13	14
Samtals	1277		578		1335	1999

Það er mikilvægt að hafa í huga að munur á fjölda einstaklinga endurspeglar ekki endilega mun á lífmassa. Til dæmis eru skelkrabbar á bilinu 0,2–1 mm að lengd, ánar (oligochaeta) 3–10 mm, á meðan liffur rykmýja eru 1–15 mm. Af þessum sökum eru liffur rykmýja ráðandi hópur lífvera í vistkerfi árinna, bæði hvað varðar fjölda og enn meira áberandi, lífmassa.



Mynd 4. Hlutfall greindra botnhryggleysingja byggt á meðalfjölda fyrir hverja veidda á í september.

Aðrir hópar sem mældust í verulegum fjölda voru bessadýr (aðallega í Keldnalæk), vatnaflugur (t.d. vorflugur og steinflugur), liffur bitmýja (Simuliidae) og árfætlur (aðallega *Cyclopoida* og *Harpacticoida*) (Tafla 6, Mynd 4)

Tegundagreining púpuhama rykmýja úr yfirborðssýnum sýndi að *Eukiefferiella minor* var algengasta tegundin í öllum ánum, nema á stað S II, þar sem *Diamesa cf. bohemani/zernyi* (exuviae óaðgreinanlegar) mældust í örlitlum meiri fjölda. *Diamesa cf. bohemani/zernyi* var einnig mjög algeng í Keldnalæk, á meðan liffur *Thienemannia* sp. voru þriðja algengasta tegund (Tafla 7, Mynd 5).

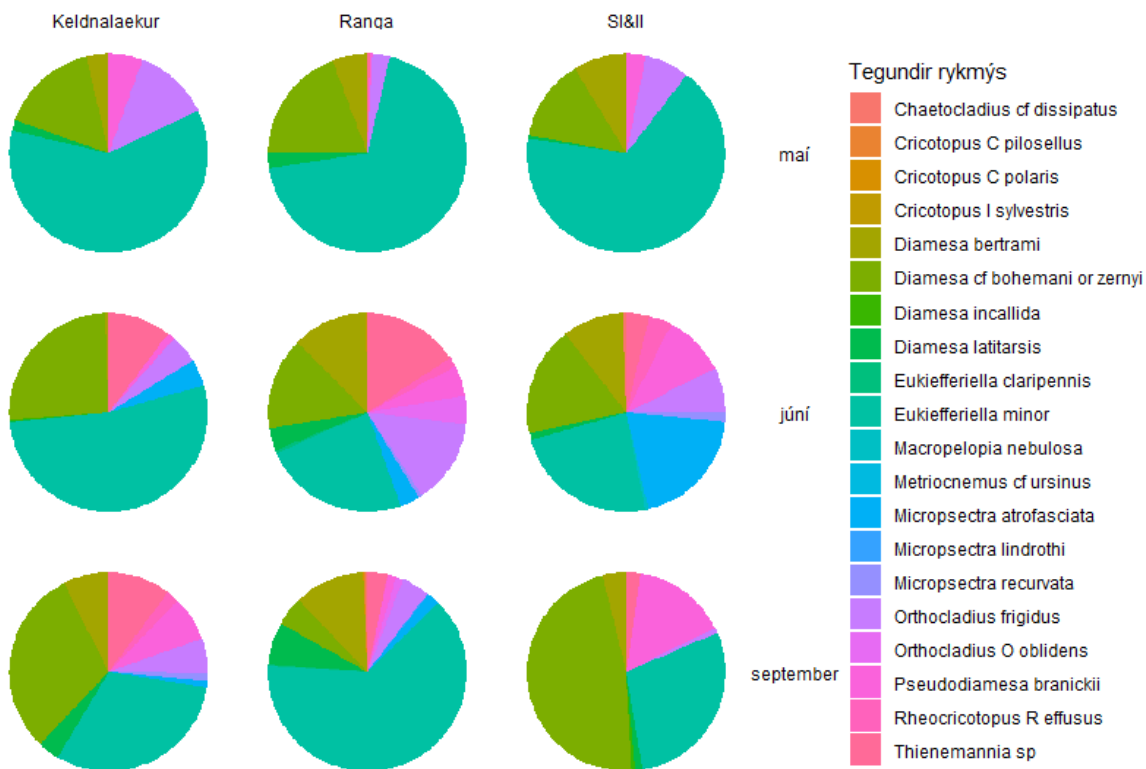
Tafla 7. Meðalfjöldi rykmýjategunda byggður á greiningu á púpuhömrum sem safnað var við vatnsyfirborð í hverri á í maí, júní og september. Staðalfrávik (σ) endurspeglar sveiflur milli mánaða (allar ár) og milli sýnatökustaða (Eystri-Rangá, Keldnalæk).

Tegund	Keldnalækur		Eystri-Rangá		SI		SII	
	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ
<i>Pseudodiamesa branickii</i>	25,3	35,4	19,2	19,8	14,3	4,5	19,3	18,5
<i>Orthocladus frigidus</i>	67,4	135,6	55,8	54,7	14	10,4	4,3	3,1
<i>Orthocladus O oblidens</i>	1		21	20,5				
<i>Eukiefferiella minor</i>	599,7	1397	590,3	756,7	79	92,5	59,7	20,4
<i>Eukiefferiella claripennis</i>			3	1,4				
<i>Thienemannia sp</i>	176,8	263,5	44,7	57,4	4	1,4	7	5,7
<i>Diamesa latitarsis</i>	7,4	13,7	53,3	92,1	1,7	0,6		
<i>Diamesa bertrami</i>	18	22,9	101,7	143	18	10,8	5,5	2,1
<i>Diamesa cf bohemani</i> or <i>zernyi</i>	306,6	699,8	92,2	54,3	26,7	9,7	64,3	57,7
<i>Diamesa incallida</i>	8	0					1	
<i>Micropsectra atrofasciata</i>	90,1	184,7	24,8	27,6	44		30	
<i>Micropsectra recurvata</i>	2,8	1,7	3				3	
<i>Micropsectra lindrothi</i>			4					
<i>Macropelopia nebulosa</i>							1	
<i>Rheocricotopus R effusus</i>	8	9,9	5	4,2	7			
<i>Metriocnemus cf ursinus</i>			2					
<i>Chaetocladus cf dissipatus</i>			5,5	6,4	1			
<i>Cricotopus I sylvestris</i>			1					
<i>Cricotopus C polaris</i>			2					
<i>Cricotopus C pilosellus</i>			4					

Samsetning samfélaga rykmýs sýndi áberandi árstíðabundnar breytingar, sem voru meiri en sá munur sem kom fram milli áa. Í maí voru samfélögin yfirtekin af einni tegund (*Eukiefferiella minor*), sem leiddi til ójafnrar dreifingar tegunda. Í júní jukust bæði fjölbreytileiki og jafndreifing samfélaganna, þar sem nokkrar tegundir lögðu verulegt til heildarsamsetningarinnar. Í september breyttist ráðandi staða aftur, og urðu þá *Diamesa*-tegundir mjög algengar, einkum í Keldnalæk og á sýnatökustöðvum S I og S II (Mynd 5 & 6).



Mynd 5. Myndir af púpuhömrum rykmýja úr sýnum tekin við vatnsyfirborð í Keldnalæk. Nafn greindra tegunda frá vinstri til hægri: *Micropsectra strofasciata*, *Eukiefferiella minor*, and *Diamesa bohemian/zernyi*.



Mynd 6. Hlutfall rykmýjategunda sýnt fyrir hvern mánuð og hverja á. Tegundagreining byggðist á púpuhömrum sem safnað var í sýnum við vatnsyfirborð.

Útreikningar á fjölbreytileika sýndu að samfélag botnsettra hryggleysingja var fjölbreyttast ($H' = 7,19$) og hafði mesta tegundarauðgi ($n = 28$). Þótt fleiri flokkar hafi verið skráðir í Eystri-Rangá ($n = 25$) en í lækjum S I og S II ($n = 22$), var dreifing einstaklinga milli flokka jafnari í S I og S II ($J' = 0,28$). Af þeim sökum var fjölbreytileikavísitalan fyrir S I og S II ($H' = 6,18$) hærri en sú sem reiknuð var fyrir Eystri-Rangá ($H' = 5,52$) (Tafla 8).

Tafla 8. Fjölbreytileiki tegunda, Shannon-fjölbreytileikamælikvarði og Shannon-jafnvæðismælikvarði reiknaðir fyrir botnhryggleysingjasynti í ánum Eystri-Rangá, Keldnalæk og lækjum SI og SII (samanlagt) samkvæmt Þóru Hrafnadóttur o.fl. (2025). Litur sýnir ástand hvers vatnshlutar fyrir viðkomandi mælikvarða, þar sem grænn táknar „gott“ og blár „mjög gott“ ástand samkvæmt Eyðísi Salóme Eiríksdóttur o.fl. (2020).

Straumvatn	Tegundaaúðgi	Fjölbreytileiki	Jafndreifni
Eystri-Rangá	25	5,52	0,22
Keldnalækur	28	7,19	0,26
Lækur SI&SII	22	6,18	0,28

Á grundvelli fjölbreytileikamælikvarða var vistfræðilegt gæðahlutfall (EQR) og samræmt vistfræðilegt gæðahlutfall (nEQR) reiknað fyrir hvert vatnshlot, sem gerði kleift að flokka vistfræðilegt ástand ána með tilliti til tegundafjölda, fjölbreytileika og jafndreifingar hryggleysingja. Niðurstöður EQR sýndu mjög gott vistfræðilegt ástand þegar byggt var á tegundafjölda og fjölbreytileika. Hvað varðar jafndreifingu samsvöruðu EQR-gildin góðu ástandi, sem bendir til þess að þrátt fyrir tiltölulega mikinn heildarfjölda tegunda hafi aðeins takmarkaður fjöldi flokka lagt verulegt af mörkum til heildarfjölda einstaklinga (og hugsanlega lífmassa). Þetta leiddi til samfélaga sem einkenndust af hlutlægri yfirráðastöðu fárra hópa (Tafla 9).

Tafla 9. EQR og nEQR reiknuð fyrir fjölbreytileika hryggleysingja, Shannon-fjölbreytileikamælikvarða og Shannon-jafnvæðismælikvarða samkvæmt Þóru Hrafnadóttur o.fl. (2025). Litur sýnir ástand hvers vatnshlutar fyrir viðkomandi mælikvarða, þar sem grænn táknar „gott“ og blár „mjög gott“ ástand samkvæmt Eyðísi Salóme Eiríksdóttur o.fl. (2020).

Straumvatn	EQR	EQR	EQR	nEQR	nEQR	nEQR	nEQR
	Tegundaaúðgi	Fjölbreytileiki	Jafndreifni	Tegundaaúðgi	Fjölbreytileiki	Jafndreifni	Meðaltal
Eystri-Rangá	1,25	0,82	0,6	1,19	0,92	0,81	0,91
Keldnalækur	1,4	1,07	0,69	1,31	1,03	0,85	0,95
Lækur SI&SII	1,1	0,92	0,76	1,08	0,96	0,89	0,95

Fyrir nEQR náðist viðmiðunarmörk fyrir mjög gott vistfræðilegt ástand (0,8–1,0) í öllum ám, byggt á mati á mælikvörðum hryggleysingjasamfélaga (Tafla 9).

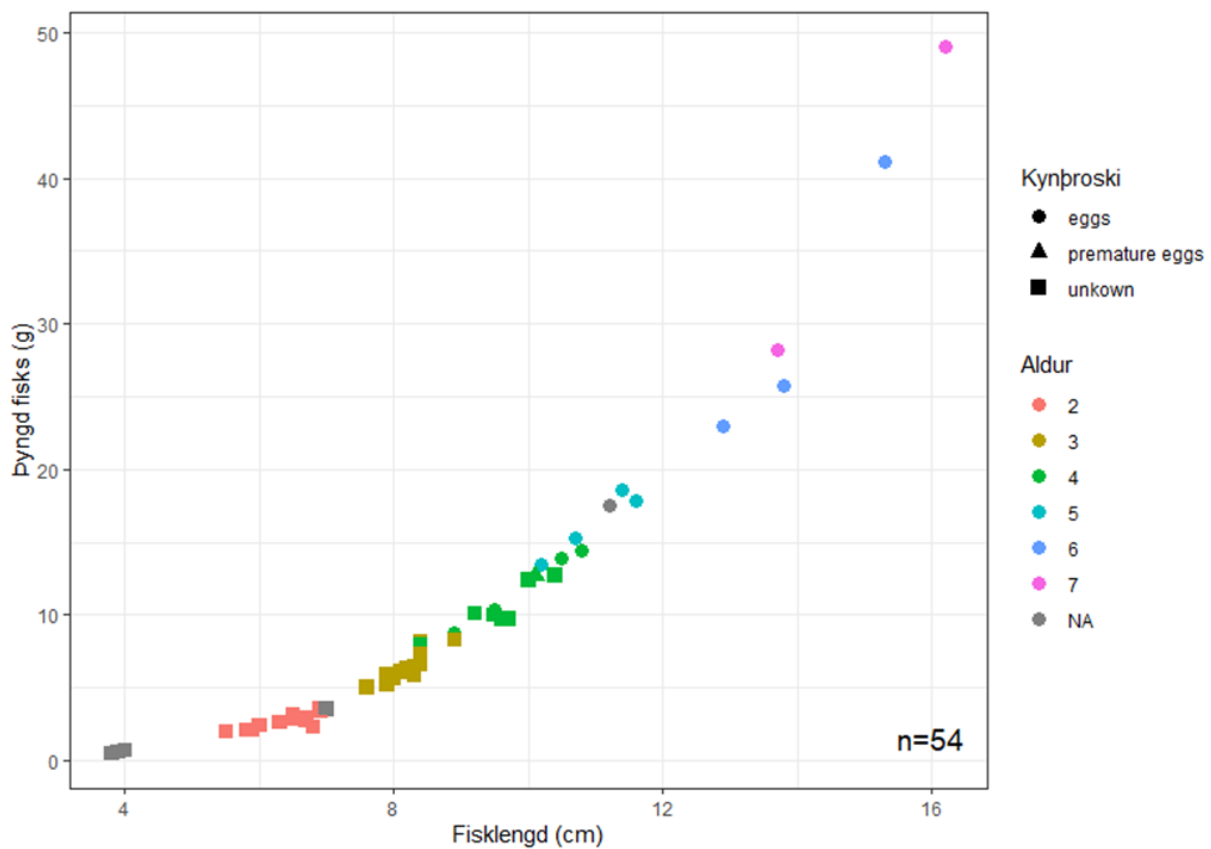
3.5. Bleikjur í Keldnalæk

Alls veiddust 54 bleikjur í Keldnalæk, þar af 39 við rafveiðar og 15 í gildrur. Enginn fiskur veiddist í gildrur sem voru lagðar yfir nótt í lækjum SI og SII. Lengd fiska var á bilinu 3,8–16,2 cm (meðaltal = 8,6 cm) og þyngd þeirra var á bilinu 0,5–49 g (meðaltal = 9,5 g). Fiskar sem veiddust í netagildrum voru að jafnaði stærri (meðallengd = 11,8 cm) en þeir sem veiddust í hornsílagildrum (meðallengd = 7,28 cm), sem líklega skýrist af mismunandi möskvastærð gildrugerðanna (Mynd 7 og 8).

Aldursgreining á kvörnum sýndu að fiskarnir voru á aldrinum 2–7 ára og var greinileg fylgni milli lengdar fiska og aldurs. Smærri fiskar sáust við rafveiðar en veiddust ekki, líklega vegna þess að möskvastærð veiðarfæra var tiltölulega stór. Hátt hlutfall fiska, 4 ára og eldri (>9 cm), bar hrogn og voru því kynþroska kvendýr. Þetta bendir til þess að um sé að ræða bleikjustofn sem einkennist af smávöxnum stofni (Mynd 7 og 8).



Mynd 7. Bleikja veidd í gildru í Keldnalæk.



Mynd 8. Þyngd og líkamslengd 54 bleikja sem veiddust í Keldnalæk í september með gildrum og rafveiðum. Litur punkta táknar aldur fiska og form kynþroska.

4. Umræða

Allar ár sem voru rannsakaðar, Keldnalækur, Eystri-Rangá 1 og 2 og lækir S I og S II, voru flokkaðar með mjög gott vistfræðilegt ástand samkvæmt meirihluta staðlaðs mats á vistfræðilegu gæðahlutfalli (EQR). Niðurstöðurnar benda til þess að á rannsóknarsvæðinu sé lítil mannleg ásókn og engin marktæk merki um vistfræðilega röskun.

Lindár sýndu tiltölulega stöðugt árstíðabundið hitastig. Í samanburði við Eystri-Rangá voru þær almennt kaldari á sumrin og örlítið hlýrri á veturna, sem bendir til þess að Keldnalækur og önnur lindáakerfi geti dregið úr árstíðabundnum hitasveiflum. Lægsta hitastigið mældist í Keldnalæk, þar sem vatn við lindarupptök var 2,9 °C í janúar og 3,1 °C í september. Þessar niðurstöður styðja fyrri rannsóknir sem lýsa Keldnalæk sem „köldustu lind“ sem skráð hefur verið á Íslandi (Bjarni K. Kristjánsson o.fl., 2012).

Styrkur basavirkni á rannsóknarsvæðinu var innan neðri marka fyrir íslenskar ár. Lindár sýndu almennt hærri basavirkni og rafleiðni en Eystri-Rangá, sem er dragá. Þessi munur endurspeglar áhrif grunnvatns, þar sem lindarvatn er ríkt af uppleystum steinefnum og jónum sem vatnið safnar á leið sinni undir yfirborði. Hærri steinefnastyrkur stuðlar að aukinni basavirnkni getu og meiri rafleiðni í lindum samanborið við yfirborðsrennsli.

Tíðni fosfats var tiltölulega há, sérstaklega í Eystri-Rangá ofan Tungufoss og í lækjunum SI og SII, sem leiddi til lægra vistfræðilegs ástands. Aukinn styrkur fosfórs getur borist í árnar með efnahvarfi og veðrun bergs (Mike Deas o.fl., 2024). Árnar sem voru til skoðunar í þessari rannsókn renna í gegnum jarðfræðilega ungt hraun, sem er tiltölulega ríkt af fosfat og er líklega uppspretta hækkaðs fosfatstyrks í ánum sem voru rannsakaðar.

Árstíðabundnar sveiflur í styrk næringarefna sýndu hærri gildi ammóníums, nítrats og fosfats á veturna, líklega vegna aukins afrennslis sem flutti köfnunarefni og fosfat úr jarðvegi í árnar, á meðan lágt hitastig og skortur á ljósi takmörkuðu líffræðilegt upptak. Á vori og sumri lækkuðu styrkir næringarefna og náðu árstíðarlægð vegna virks upptaks þörunga og annarra vatnalífvera. Áhugavert var að þessi árstíðasveifla næringarefna endurspegladist ekki í mælingum á blaðgrænu *a* á botnpörungum, sem var hæst og mest breytileg í september.

Við rafveiðar og gildruveiðar í Keldnalæk veiddust eingöngu smávaxnar bleikjur (*Salvelinus alpinus*), með lengd á bilinu 3,8–16,2 cm. Mikill hluti veiddra einstaklinga bar hrogn, bæði fullþroska og óþroska og allir einstaklingar lengri en 10,5 cm voru kynþroska kvendýr. Þetta bendir til að bleikjurnar í Keldnalæk tilheyri smávöxnum stofni (dwarf charr), sem er vel þekkt í landlægu ferskvatnakerfi á Íslandi og í öðrum löndum (t.d.

Sigurður S. Snorrason o.fl., 1994; Bjarni Jónsson og Skúli Skúlason, 2000). Þessir stofnar sýna oft sérstakar aðlögun í samræmi við búsvæði, hrygningarbotn og fæðuúrval, þar með talið snemmbærri kynþroska við minni stærð og sérhæfingu í fæðuvali.

Smávaxið útlit bleikju í Keldnalæk endurspeglar líklega slíkar aðlaganir við takmarkandi umhverfispætti á svæðinu, svo sem lága framleiðni og fæðustærðir sem stuðla að litlum vexti.

Bygging stíflu neðar í Keldnalæk hindrar flutning fiska og hryggleysingja milli vatnshluta, sem getur leitt til minnkaðs erfðaflæðis, aukinnar erfðafræðilegrar aðgreiningar og möguleika á staðbundinni aðlögun og tegundamyndun (t.d., Andrew P Hendry o.fl., 2002; Sigurður Pálsson og Einar Árnason, 1994). Sambærileg ferli hafa sést hjá bleikjustofnum sem einangruð eru með hindrunum í öðrum íslenskum vatnasvæðum, sem leiddi til áberandi líffræðilegrar og vistfræðilegrar aðgreiningar milli efri og neðri hluta.

Þar sem fiskbússvæði eru nærri inntaksröri í inntaksmannvirki þarf að tryggja að fiskurinn komist ekki inn í inntaksrörið og þaðan niður í túrbínuna eða að tryggja að túrbínan skaði ekki þennan smávaxna fisk.

Allar ár sýndu mikinn fjölbreytileika og tegundarauðgi hryggleysingja. Þrátt fyrir það náði Shannon stuðullinn jafnri dreifingu ekki flokkuninni „mjög gott“ vegna mikils hlutfalls fárra flokka - einkum rykmýja, skelkrabba og ána - og var því metin sem „gott“.

Samfélagið var ráðandi af lirfum rykmýs, bæði hvað varðar fjölda og lífmassa. Skelkrabbar og ánar voru næst algengustu hóparnir. Niðurstöðurnar eru í samræmi við fyrri rannsóknir á íslenskum árkerfum (Gísli Gíslason o.fl., 1998; Agnes-Katharina Kreiling o.fl., 2021), sem leggja áherslu á mikilvægi rykmýja í ferskvatnavistkerfum á Íslandi. Rykmý eru aðal fæðugjafi smávaxinna bleikja, eins og Agnes-Katharina Kreiling o.fl. (2021) sýna, og þessi fæðutengsl voru einnig áberandi í Keldnalæk. Samsetning rykmýjategunda samræmdist fyrri lýsingum á köldum vatnasamfélögum, með einkennisflokka eins og *Eukiefferiella minor*, *Orthocladus frigidus* og nokkrar tegundir af *Diamesa*, sem eru dæmigerðar fyrir kalдар dragár (Agnes-Katharina Kreiling o.fl., 2022).

Rennsli Keldnalækjar er í dag að meðaltali rúmlega 6 m³/s við ármót Keldnalækjar og Eystri-Rangár sem er talsverður hluti af heildar rennsli í Eystri-Rangá sem er u.þ.b. frá 20,1 m³/s meðalflaum yfir Tungufoss (Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson, 1991). Nákvæmar mælingar á rennsli í báðum ám munu liggja fyrir í lok mars 2026. Fyrirhuguð nýting Keldnalækjar til virkjunarinnar ásamt vatni sem nýtt verður fyrir fyrirhugaðan fiskfarveg mun líklega draga úr flæði í Tungufoss um þriðjung þegar mest lætur. Þar sem Tungufoss er friðlýstur samkvæmt lögum nr. 60/2013, 61. gr., þarf að meta vistfræðileg, jarðfræðileg og lagaleg áhrif af virkjuninni á fossinn.

Langtímaáhrif virkjunarinnar eru talin takmörkuð við bein áhrifasvæði við ármót Keldnalækjar og Eystri-Rangár og við útfall vatns frá virkjun þar sem frárennslisskurður mætir Eystri-Rangá rétt fyrir ofan Bláhyl. Þar sem stíflan mun fyrst sundra búsvæðum og draga úr tengingu lífvera, sem getur haft áhrif á staðbundið dýralíf. Í öðru lagi er talið að breytingar á efna- og lífefnafræðilegum aðstæðum á þessum svæðum verði vegna minnkaðs næringarefnastreymis frá Keldnalæk og stöðugs hitastigs í læknum, sem hefur hugsanlega hlutfallslega kælandi áhrif á Eystri-Rangá á sumrin og hlýnandi áhrif á veturna. Neðar í Eystri-Rangá eru engin langtímaáhrif talin líkleg.

Framkvæmdir geta haft tímabundin áhrif á vistkerfi og fiskistofna neðar í ánni. Jarðvinna í farvegi getur aukið svífryk og óskýrleika vatns, sem getur náð til lax- og bleikju búsvæða. Grugg í vatni getur truflað fæðuöflun, valdið lífeðlisfræðilegu álagi og truflað fiskigöngu, á meðan setmyndun getur haft áhrif á hrygningarstaði. Því er lagt til að framkvæmdir verði tímasettar yfir sumarmánuðina, þegar meirihluti fiska er í sjó, til að lágmarka áhrif á fiska og aðrar vatnalífverur.

Heimildir

- Agnes-Katharina Kreiling, Eric J. O’Gorman, Sigurður Pálsson, Jón S. Ólafsson og Bjarni K. Kristjánsson. (2021). Seasonal variation in the invertebrate community and diet of a top fish predator in a thermally stable spring. *Hydrobiologia*, 848, 531–545. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04409-5>
- Agnes-Katharina Kreiling, Daniel P. Govoni, Sigurður Pálsson, Jón S. Ólafsson og Bjarni K. Kristjánsson. (2022). Invertebrate communities in springs across a gradient in thermal regimes. *PLoS ONE*, 17(5), e0264501. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264501>
- Andrew P. Hendry, o.fl. (2002). Adaptive divergence and the balance between selection and gene flow: lake and stream stickleback in the Misty system. *Evolution*.
- Bjarni Jónsson og Skúli Skúlason. (2000). Morphological evolution and adaptive radiation in Arctic charr. *Journal of Fish Biology*.
- Bjarni K. Kristjánsson, Skúli Skúlason, Sigurður S. Snorrason og David L. G. Noakes. (2012). *Fine-scale parallel patterns in diversity of small benthic Arctic charr (Salvelinus alpinus) in relation to the ecology of lava/groundwater habitats. Ecology and Evolution*, 2(6), 1099–1112. <https://doi.org/10.1002/ece3.235> (PMCID: PMC3402187, PMID: 22833787)
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sunna Björk Ragnarsdóttir, Gerður Stefánsdóttir, Agnes-Katharina Kreiling, Fjóla Rut Svavarsdóttir, Jón S. Ólafsson, Svava Björk Þorláksdóttir og Þóra Hrafnisdóttir. (2020). *Vistfræðileg viðmið við ástandsflokkun straum- og stöðuvatna á Íslandi*. Skýrsla VÍ-2020-009. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.
- Gísli M. Gíslason, Jón S. Ólafsson og Hákon Aðalsteinsson. (1998). Animal communities in Icelandic rivers in relation to catchment characteristics and water chemistry: preliminary results. *Nordic Hydrology*, 29(2), 129–148. <https://doi.org/10.2166/nh.1998.0008>
- Jóhannes Sturlaugsson og Björn Theodórsson. (2023). *Landnám laxa ofan Tungufoss í Eystri-Rangá á grunni fiskvegagerðar og fiskiræktar*. Laxfiskar. Retrieved from laxakeldum.is
- Jón Svavarsson og Bjarni K. Kristjánsson. (2006). *Crangonyx islandicus* sp. nov., a subterranean freshwater amphipod (Crustacea, Amphipoda,

Crangonyctidae) from springs in lava fields in Iceland. *Zootaxa*.

<https://biotaxa.org>

Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson. (2014). *Seiðarannsóknir í Eystri-Rangá og Fiská árið 2013*. Skýrsla VMST/14018. Selfoss: Veiðimálastofnun.

Magnús Jóhannsson og Guðni Guðbergsson. (1991). *Árangur gönguseiðasleppina á vatnasvæði Rangáanna*. Skýrsla VMST-S/91001. Selfoss: Veiðimálastofnun.

Mike Deas, Jeff Laird, Stacy Tanaka og Randy A. Dahlgren. (2024). *Geologically-derived nitrogen and phosphorus as a source of riverine nutrients*. *Earth Critical Zone*, 1(1), 100003. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.ecz.2024.100003>

Pascale Gibeau, Brendan M. Connors og Wendy J. Palen. (2017). Run-of-River hydropower and salmonids: potential effects and perspective on future research. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 74(7), 1135–1149. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2016-0253>

Petra Kranzfelder og Leonard C. Ferrington, Jr. (2015). *Characterization of Chironomidae (Diptera) surface-floating pupal exuviae sample sort time from coastal tropical aquatic systems*. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(3), 70. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4313-0>

Sigurður Pálsson og Einar Árnason. (1994). Genetic differences among Icelandic Arctic char populations. *Heredity*.

Sigurður S. Snorrason, Skúli Skúlason, Bror Jónsson, Hilmar J. Malmquist, Pétur M. Jónasson, Odd Terje Sandlund og Torfinn Lindem. (1994). *Trophic specialization in Arctic charr (Salvelinus alpinus): morphological divergence and ontogenetic niche shifts*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 52(1), 1–18. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1994.tb00975.x>

Umhverfisstofnun. (2024). *Mat á áhrifum framkvæmda og starfsemi á vatnshlot* (1. útgáfa, UST-2024:17). Reykjavík: Umhverfisstofnun.

Þóra Katrín Hrafnisdóttir, Iris Hansen og Jón S. Ólafsson. (2025). *Leiðbeiningar um notkun hryggleysingja við ástandsflokkun straum- og stöðuvatna* (Haf- og vatnarannsóknir nr. 34). Hafrannsóknastofnun. ISSN 2298-9137.