

HV 2026-17

LV-2026-013

HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Tungnaá Lífríki og vistfræðilegir gæðapættir

Ragnildur Þ. Magnúsdóttir, Benóný Jónsson, Eydís Salome Eiríksdóttir,

Haraldur R. Ingvason og Stefán Már Stefánsson



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

MARINE & FRESHWATER RESEARCH INSTITUTE

Tungnaá. Lífríki og vistfræðilegir gæðarættir

Höfundar	Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Benóný Jónsson, Eydís Salome Eiríksdóttir, Haraldur R. Ingvason og Stefán Már Stefánsson
Verkefnisstjóri	Benóný Jónsson
Yfirfarið af	Fjóla Rut Svavarsdóttir
Samþykkt af	Guðni Guðbergsson, Ferskvatns- og eldissvið

Haf- og vatnarannsóknir / Marine and Freshwater Research in Iceland

Númer	HV 2026-17 LV-2026-013	ISSN	2298-9137
Dagsetning	4. mars 2026	Dreifing	Opin
Fjöldi síðna	49	Verknúmer	18738

© Hafrannsóknastofnun, rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

Ágrip

Markmið rannsóknarinnar var að meta líffræðilega og eðlisefnafræðilega gæðapætti í fjórum vatnshlotum Tungnaár. Niðurstöðurnar nýtast til að skoða hvort vatnshlotin uppfylla lögbundin umhverfismarkmið í samræmi við lög um stjórn vatnamála nr. 36/2011. Vatnshlotin sem rannsóknin náði til eru Tungnaá 1–4 þar sem Tungnaá 4 er ofan við Krókslón og án áhrifa af vatnsaflsvirkjunum, en Tungnaá 1–3 eru farvegir Tungnaár sem eru undir áhrifum af Sigölduvirkjun, Hrauneyjafossvirkjun og Búðarhálsvirkjun. Í Tungnaá 4 er jökulvatn með nokkrum lindarvatnseiginleikum en í neðri vatnshlotunum, Tungnaá 1–3, rennur nú aðeins lindarvatn sem streymir fram úr aðliggjandi hraunum. Jökulvatnið sem rann þar áður er nú í lónum og veituskurðum sem tilheyra virkjunum á svæðinu. Tungnaá 2–3 eru á lista yfir vatnshlot sem skilgreind hafa verið sem mikið breytt vatnshlot vegna áhrifa af vatnsaflsvirkjunum.

Í Tungnaá er fjölbreytt lífríki þörunga og smádýra á botni og þrífst þar bæði bleikja og urriði. Vatnshlotin neðan Krókslóns bera ríka lindarvatnseiginleika. Rafleiðni vatns er há þar sem vatnið er efnaríkt. Næringarefnið fosfór er eitt þeirra efna sem er í háum styrk af náttúrulegum orsökum og nýtist það vel fyrir frumframleiðendur í farvegnum. Í jökulvatni Tungnaár ofan Krókslóns (Tungnaá 4) voru rykmýslirfur ríkjandi á botni en neðan Krókslóns (Tungnaá 3) og Hrauneyjalóns (Tungnaá 2) einkenndust botndýrasamfélögin af ánum, rykmýslirfum og krabbadýrum. Neðan Sporðöldulóns (Tungnaá 1) voru bitmýslirfur ríkjandi á botni. Miðað við niðurstöður vöktunar á líffræðilegum (hryggleysingja og blaðgrænu a) og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum er Tungnaá 1 og 4 í mjög góðu ástandi. Í Tungnaá 2 og 3 benda eðlisefnafræðilegir gæðapættir og fjölbreytileiki hryggleysingja til mjög góðs ástands. Ekki eru til viðhlítandi viðmiðunargildi blaðgrænu a fyrir vatnshlot af vatnagerð RL2 með ríka lindarvatnseiginleika. Mælingar á blaðgrænu a í Tungnaá 2 og 3 eru sambærilegar við mælingar í straumvötnum sem hafa sömu eiginleika, þ.e. lindarvatn sem rennur um nýleg hraun. Það bendir til að blaðgræna a í Tungnaá 2 og 3 sé innan marka sem endurspeglar náttúrulegan breytileika í slíkum ám.

Lykilorð: Tungnaá, efnasamsetning vatns, eðlisþættir, blaðgræna, hryggleysingjar, bleikja, urriði, líffræðilegir gæðapættir, eðlisefnafræðilegir gæðapættir.

Abstract

The aim of the study was to assess biological and physicochemical quality elements in four water bodies (Tungnaá 1–4) in the Tungnaá River system in accordance with the Water Framework Directive. Tungnaá 4 is untouched glacial river while the hydromorphology of Tungnaá 1–3 has been altered by power plants. Along with glacial water, the system contains mineral rich groundwater which hosts diverse benthic communities of algae and invertebrates, as well as arctic char and brown trout. The water bodies in Tungnaá 1–3 exhibit strong spring-water characteristics, representing the young volcanic bedrock with high conductivity and phosphorus concentration, which benefits primary producers. In the glacial water of Tungnaá 4, chironomid larvae dominated the benthic invertebrate community while the invertebrate community of Tungnaá 2 and 3 was characterized by chironomid larvae, oligochaetes and crustaceans where blackfly larvae was dominant in Tungnaá 1. The result of biological (invertebrates and chlorophyll a) and physicochemical quality parameters indicates very good ecological status of Tungnaá 1 and 4. Tungnaá 2 and 3 also indicate very good status in relation

to physicochemical and invertebrate diversity. For chlorophyll a there are no adequate reference value available for this river type but comparison with similar water bodies suggests a natural status.

Keywords: *Tungnaá, river chemical composition, chlorophyll a, benthic invertebrates, arctic char, trout, biological quality elements, physico- chemical quality elements.*

Efnisyfirlit

1 Inngangur	1
2 Forsendur fyrir ástandsflokkun vatnshlota	2
3 Staðhættir og staðsetning sýnastöðva	4
4 Aðferðir	8
4.1 Eðlis- og efnaþættir	8
4.2 Blaðgræna a	8
4.3 Hryggleysingjar á botni.....	9
4.4 Hryggleysingjar í reki	10
4.5 Fiskur	10
5 Niðurstöður og umræður	11
5.1 Eðlis- og efnaþættir	11
5.2 Blaðgræna a	14
5.3 Hryggleysingjar á botni.....	17
5.4 Hryggleysingjar í reki	22
5.5 Fiskur	24
6 Mat á vistfræðilegu ástandi og vistmegni vatnshlota í Tungnaá	28
6.1 Aðferðir við mat á ástandi og vistmegni vatnshlota	28
6.2 Vistfræðilegt ástand Tungnaár 4.....	29
6.3 Vistmegin Tungnaár 1–3.....	31
6.3.1 Mat á vistmegni miðað við eðlisefnafræðilega gæðapætti	34
6.3.2 Mat á vistmegni miðað við bláðgrænu a	35
6.3.3 Mat á vistmegni miðað við hryggleysingja	36
6.3.4 Mat á vistmegni miðað við laxfiska	36
6.3.5 Samantekið mat á vistmegni Tungnaár 1–3	37
Þakkarorð	40
Heimildir	41
Viðauki 1. Bráðabirgðalisti yfir mikið breytt eða manngerð vatnshlot	45
Viðauki 2: Botnlægir hryggleysingjar í Tungnaá	47
Viðauki 3: Hryggleysingjar í reki í Tungnaá	48
Viðauki 4: Púpuhamir rykmýs í reki í Tungnaá	49

Myndaskrá

Mynd 1. Yfirlitsmynd yfir Tungnaá og nágrenni.....	6
Mynd 2. Sýnatökustöðvar á líffræðilegum og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum.....	7
Mynd 3. Magn blaðgrænu a ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) og hlutfallsleg skipting þörunga (%).....	14
Mynd 4. Þekja kísil- og grænþörunga á steinum á botni Tungnaár 3, neðan Krókslóns.....	15
Mynd 5. Kísilþörungapekja á yfirborði steina á botni Tungnaár 2, neðan Hrauneyjalóns	16
Mynd 6. Þörungar og bitmýslirfur á botni Tungnaár 1, neðan Sporðöldulóns.....	16
Mynd 7. Meðalþéttleiki hryggleysingja og hlutfall sjö algengustu hópa á botni	18
Mynd 8. Fæða bitmýslirfa í Tungnaá 1, neðan Sporðöldulóns	19
Mynd 9. Hlutföll átta algengustu teg./ættkvísla rykmýslirfa.....	20
Mynd 10. Kísilþörungar í görn rykmýslirfa í Tungnaá 3, neðan Krókslóns	21
Mynd 11. Hlutföll sjö algengustu hópa hryggleysingja í reki í Tungnaá í ágúst 2024.....	23
Mynd 12. Hlutföll tegunda/ættkvísla púpuhama rykmýs í Tungnaá í ágúst 2024	24
Mynd 13. Lengdardreifing bleikju- og urriðaseiða eftir aldri og veiðistöðum.....	26

Töfluskrá

Tafla 1. Skilgreining á flokkun yfirborðsvatnshlota	2
Tafla 2. Staðsetning mælistöðva og yfirlit sýnatöku við rannsóknir í Tungnaá í ágúst 2024 ...	6
Tafla 3. Niðurstöður mælinga á eðlisþáttum, basavirkni og styrk uppleystra efna	13
Tafla 4. Niðurstöður mælinga á blaðgrænu a	14
Tafla 5. Þéttleiki hryggleysingja, fjöldi tegunda, Shannon fjölbreytileiki og jafndreifni.....	22
Tafla 6. Vísitala seiðapéttleika.....	25
Tafla 7. Meðallengd, staðalfrávik og fjöldi seiða.....	25
Tafla 8. Útreikningur á vistfræðilegu gæðahlutfalli (EQR) í Tungnaá 4.....	31
Tafla 9. Útreikningur á vistfræðilegu gæðahlutfalli (EQR) í Tungnaá 3.....	32
Tafla 10. Útreikningur á vistfræðilegu gæðahlutfalli (EQR) í Tungnaá 2	33
Tafla 11. Útreikningur á vistfræðilegu gæðahlutfalli (EQR) í Tungnaá 1	34
Tafla 12. Samantekið mat á vistmegni Tungnaár 1–3.....	39

1 Inngangur

Í samræmi við rammatilskipun Evrópusambandsins um verndun vatns (Directive 2000/60/EC) voru sett lög á Alþingi um stjórn vatnamála (nr. 36/2011) og á grundvelli þeirra reglugerðir nr. 535/2011 um flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun og reglugerð nr. 935/2011 um stjórn vatnamála. Meginmarkmið lagarammans er að vernda vatn og vatnavistkerfi og tryggja gæði vatns til lengri tíma. Ástand vatnshlota er ákvarðað með því að skilgreina og afmarka líffræðilega, eðlisefnafræðilega og vatnsformfræðilega gæðapætti sem eiga að endurspegla mjög gott eða gott vistfræðilegt ástand (náttúrulegt ástand mismunandi vatnagerða).

Búið er að skilgreina flokkunarkerfi til ástandsflokkunar straum- og stöðuvatna sem byggir á líffræðilegum og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum. Líffræðilegir gæðapættir í straumvatni eru tveir:

- Botnþörungur, blaðgræna *a*
- Hryggleysingar á botni (Tegundaauðgi, Shannon fjölbreytileiki og Shannon jafndreifni)

Eðlisefnafræðilegir gæðapættir eru notaðir sem stuðningsþættir við líffræðilega gæðapætti við vistfræðilega ástandsflokkun vatnshlota. Umhverfisstofnun hefur samþykkt að nota eftirfarandi eðlisefnafræðilega gæðapætti við vöktun straumvatna:

- Súrnunarástand (pH og basavirkni/alkalinity)
- Rafleiðni vatns
- Næringarefnaástand (styrkur uppleystra næringarefna; NO₃, NH₄, PO₄)
- Súrefnisástand

Við lýsingu á líffræðilegum þáttum vatnshlota skal einnig lýsa tegundasamsetningu, þéttleika og aldursdreifingu fiska (reglugerð um flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun nr. 535/2011). Samkvæmt Vatnaáætlun (Umhverfisstofnun 2022) er stefnt að því að fiskur verði hluti af líffræðilegum gæðapáttum hér á landi við mat á vistfræðilegu ástandi yfirborðsvatnshlota í næsta vatnahring (2028–2033) og hefur nokkur undirbúningsvinna farið fram hér á landi við að þróa mögulegar aðferðir til að meta vistfræðilegt ástand vatnshlota út frá fiskstofnum (sjá t.d. Þórólfur Antonsson o.fl. 2014, Friðþjófur Árnason 2014, Eydís Salome Eiríksdóttir og Ingi Rúnar Jónsson 2023).

Í þessari skýrslu er fjallað um niðurstöður rannsóknar sem gerð var í Tungnaá ofan og neðan virkjanalóna árið 2024. Rannsóknin sneri að líffræðilegum og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum á fjórum svæðum í ánni, í vatnshlotunum Tungnaá 1–4, sem hægt er að nota til að leggja mat á hvort vatnshlotin uppfylli lögbundin umhverfismarkmið í samræmi við lög um stjórn vatnamála nr. 36/2011. Fram til þessa hafa upplýsingar um ferskvatnsfiska í farvegum Tungnaár verið takmarkaðar en í þessari rannsókn var sjónum beint að þeim, auk rannsókna á líffræðilegum og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum. Þær upplýsingar eru mikilvægar við mat á ástandi vatnshlotanna, þrátt fyrir að ekki sé búið að skilgreina fisk sem gæðapátt.

2 Forsendur fyrir ástandsflokkun vatnshlota

Lýsing á almennri skilgreiningu á vistfræðilegri ástandsflokkun er sett fram í töflu 1. Hún er í samræmi við það sem fram kemur í reglugerð 535/2011 um flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun. Almennt séð er lagt út frá þeirri nálgun að vatnshlot sem er ekki undir álagi af neinu tagi endurspegli náttúrulegt ástand og sé þar með í mjög góðu vistfræðilegu ástandi. Það er í samræmi við lög um stjórn vatnamála nr. 36/2011. Eftir því sem áhrif af mannavöldum á vatnshlot aukast, minnka líkurnar á því að vatnshlot geti talist vera í mjög góðu ástandi.

Samkvæmt lögum um stjórn vatnamála eru umhverfismarkmið fyrir vatnshlot *mjög gott* eða *gott vistfræðilegt ástand* og eru þau lagalega bindandi (lög nr. 36/2011). Umhverfismarkmið vatnshlota sem eru ekki undir álagi af mannavöldum er mjög gott vistfræðilegt ástand en gott vistfræðilegt ástand í vatnshlotum sem eru undir álagi af mannavöldum. Umhverfismarkmið fyrir hvert vatnshlot kemur fram í vatnavefsja (vatnavefsja.vedur.is) og þar má einnig sjá upplýsingar um álag sem skráð hefur verið fyrir hvert vatnshlot.

Tafla 1. Skilgreining á flokkun yfirborðsvatnshlota í samræmi við vistfræðilegt ástand (A) og vistmegin manngerða eða mikið breyttra vatnshlota (B) (viðauki III í reglugerð nr. 535/2011, liður 1.2).

A

Mjög gott ástand	Engar eða mjög óverulegar breytingar af mannavöldum hafa orðið á gildum eðlisefnafraðilegra og vatnsformfræðilegra gæðabáttta viðkomandi gerðar yfirborðsvatnshlots miðað við það sem vænta mætti við óröskuð skilyrði. Gildi fyrir líffræðilega gæðabætti yfirborðsvatnshlotsins endurspeglar það sem alla jafna mætti vænta við óröskuð skilyrði og engar eða mjög óverulegar vísbendingar um röskun koma fram. Þetta eru viðmiðunaraðstæður fyrir vistfræðilegt ástand einstakra gerða vatnshlota.
Gott ástand	Gildi fyrir líffræðilega gæðabætti viðkomandi gerðar yfirborðsvatnshlotsins sýna litla röskun af mannavöldum en aðeins smávægileg frávik frá því sem alla jafna mætti búast við ef þessi gerð yfirborðsvatnshlots væri óröskuð.
Ekki viðunandi ástand	Gildi fyrir líffræðilega gæðabætti viðkomandi gerðar yfirborðsvatnshlotsins sýna nokkur frávik frá því sem alla jafna mætti búast við ef þessi gerð vatnshlotsins væri óröskuð. Gildin sýna nokkra röskun af mannavöldum og umtalsvert meiri en þar sem ástand er gott.

B

Besta vistmegin	Vatnsformfræðilegu þættirnir eru í samræmi við það að einu áhrifin á vatnshlotið séu þau sem stafa af manngerðum eða mikið breyttum eiginleikum vatnshlotsins þegar allar mildandi ráðstafanir hafa verið gerðar til að tryggja bestu aðferðina við að ná vistfræðilegri samfellu, einkum að því er varðar far dýra og hrygningar- og uppeldisstöðvar. Gildi líffræðilegu gæðabáttanna endurspeglar, eins og kostur er, þau gildi sem tengd eru sambærilegustu gerð yfirborðsvatnshlota, að teknu tilliti til aðstæðna sem stafa af manngerðum eða mikið breyttum eiginleikum vatnshlotsins.
Gott vistmegin	Smávægilegar breytingar eru á gildum viðkomandi vatnshlots fyrir líffræðilega gæðabætti miðað við gildin sem finnast við besta vistmegin. Vatnsformfræðilegar aðstæður eru þannig að þær geta staðið undir lífríkinu sem þar þrífst.
Ekki viðunandi vistmegin	Gildi fyrir líffræðilega gæðabætti sýna umtalsvert meiri frávik frá góðu vistmegni vegna mikilla vatnsformfræðilegra breytinga í vatnshloti.

Umhverfisstofnun getur samkvæmt, 13. grein laga um stjórn vatnamála nr. 36/2011, skilgreint vatnshlot sem manngert eða mikið breytt ef það nær ekki umhverfismarkmiðum um gott eða mjög gott vistfræðilegt ástand vegna breytinga á vatnsformfræði sem tilkomnar eru vegna umsvifa eða starfsemi sem skilgreind eru í lögnum. Umhverfismarkmið fyrir manngerð og mikið breytt vatnshlot er gott vistmegin. Í janúar 2026 birti Umhverfis- og orkustofnun uppfærslu á vatnaáætlun 2022–2027 á heimasíðu sinni, vegna skilgreiningar á manngerðum og mikið breyttum vatnshlotum (Umhverfis- og orkustofnun 2026). Í greinargerð sem fylgir tilkynningunni er listi yfir vatnshlot sem verða skilgreind sem manngerð eða mikið breytt vatnshlot í núverandi vatnahring (2022–2027). Þar á meðal eru tvö vatnshlot sem fjallað er um í þessari skýrslu, Tungnaá 2 og Tungnaá 3.

Mat á vistfræðilegu ástandi og vistmegni vatnshlota skal byggja á tölulegum niðurstöðum mælinga á líffræðilegum og eðlisefnafræðilegum gæðaðættum, auk upplýsinga um mótvægisáðgerðir fyrir manngerð og mikið breytt vatnshlot, en samkvæmt því sem fram kemur í reglugerð 535/2011 má einnig nota sérfræðiálit við ástandsflokkun. Frumforsenda ástandsflokkunarinnar er að vatnshlot sem ekki hafa orðið fyrir áhrifum af álagi af mannavöldum séu náttúruleg vatnshlot og séu þar með í mjög góðu ástandi.

Notaðar voru samþykktar og viðurkenndar aðferðir við sýnasöfnun og úrvinnslu samkvæmt leiðbeiningum sem gefnar hafa verið út í tengslum við innleiðingu laga um stjórn vatnamála (Eydís Salome Eiríksdóttir 2022; Jón S. Ólafsson o.fl. 2022; Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir o.fl. 2022; Þóra Hrafnisdóttir o.fl. 2025). Niðurstöðurnar voru notaðar ásamt ástandsflokkunarkerfi sem gert hefur verið fyrir straum- og stöðuvötn (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020; endurútgáfa í vinnslu 2026).

3 Staðhættir og staðsetning sýnastöðva

Tungnaá á upptök sín í Tungnaárjökli í vestanverðum Vatnajökli og eru efstu drög hennar í um 890 m h.y.s. Farvegurinn er um 126 km langur og er skipt upp í sex vatnshlot (sjá vatnavefsja.vedur.is) og náði rannsóknin sem hér er greint frá til fjögurra vatnshlota (Tungnaá 1–4) sem öll eru undir 600 m h.y.s. (Mynd 1). Í farvegi Tungnaár 1–3 (neðan Krókslóns) hafa orðið vatnsformfræðilegar breytingar á rennsli vegna vatnsaflsvirkjana. Þar hefur samfella verið rofin með stíflum og rennsli breytt úr jökulvatni í grunnvatn/lindarvatn. Í þeim tilvikum þar sem vatnsformfræðilegar breytingar eru það miklar að ekki er hægt að miða við upprunalega vatnagerð/vatnaflokk við mat á vistfræðilegu ástandi hafa vatnshlot verið skilgreind á bráðabirgðalista yfir mikið breytt vatnshlot og á það við um vatnshlot Tungnaár neðan Krókslóns (Tungnaá 3) og Hrauneyjalóns (Tungnaá 2) (sjá Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2022). Tungnaá 1 hefur orðið fyrir sambærilegum breytingum vegna vatnsaflsvirkjana og ætti þar af leiðandi heima á lista yfir mikið breytt vatnshlot. Hins vegar urðu breytingar á uppskiptingu vatnshlota þegar Sporðöldulón var afmarkað í vatnavefsja árið 2021, m.a. á Tungnaá 1, sem starfshópi sem unnið hefur að skilgreiningu manngerðra og mikið breyttra vatnshlota yfirsást eftir útgáfu fyrstu skýrslu um ferlið (Katrín Sóley Bjarnadóttir o.fl. 2020; Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2022; Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2023a). Á bráðabirgðalista yfir mikið breytt vatnshlot eru m.a. þau vatnshlot á virkjanasvæðum sem ólíkleg eru til að ná a.m.k. góðu vistfræðilegu ástandi vegna breytinga á vatnsformfræði. Umhverfis- og orkustofnun vinnur nú að skilgreiningu á 51 manngerðum eða mikið breyttum vatnshlotum sem sett voru fram í skýrslu UOS árið 2020 (Katrín Sóley Bjarnadóttir o.fl. 2020; Umhverfis- og orkustofnun 2026). Umhverfismarkmið vatnshlota sem falla undir þá skilgreiningu er gott vistmegin og við ástandsflökkun mikið breyttra vatnshlota skal miða vistfræðilega gæðarætti við sambærilegustu gerð vatnshlota. Upprunagerð vatnshlotanna neðan Krókslóns (Tungnaár 1–3) var jökulá (RG) en eftir virkjanaframkvæmdir er þar nú að mestu tært grunnvatnsrennsli sem hefur einkenni bergvatnsáa. Við mat á vistfræðilegu ástandi þessara vatnshlota er því tekið mið af vatnagerð RL2 sem eru bergvatnsár á láglandi (<600 m h.y.s.), á yngri berggrunni (<3,3 millj. ára), án áhrifa af vötnum og votlendi á vatnasviði. Ár af gerð RL2 einkennast af drag- og lindarvatni sem blandast saman í mismiklum mæli.

Sýnatökur og mælingar á líffræðilegum og eðlisefnafræðilegum gæðarættum í Tungnaá fóru fram dagana 20. til 21. ágúst 2024 og var sýnum safnað á einum stað í hverju vatnshloti. Seiðarannsóknir voru gerðar þann 19. ágúst 2024. Staðsetning rannsóknastöðva eru sýndar á mynd 1–2 og töflu 2.

Tungnaá 4 (103-878-R): Lengd farvegar Tungnaár 4 er 16,9 km og nær frá Skyggisvatni niður að Krókslóni. Ofan Krókslóns hefur rennsli Tungnaár ekki verið breytt vegna virkjanaframkvæmda og er þar óraskað. Rennlishættir vatnshlotsins eru því dæmigerðir fyrir jökulár með miklum árstíðarsveiflum. Þáttur grunnvatns í jökulvatninu er þó allnokkur og hefur þáttur þess verið metin um 53% af heildarrennsli Tungnaár fyrir ofan vatnshæðamæli við Maríufossa (Snævar Örn Georgsson 2016). Sökum stærðar vatnshlotsins m.t.t. dýpis og straumhraða voru sýni tekin úr vatnsminni kvísl sem örugg var til sýnatöku. Í kvíslinni var grófur malarbotn einkennandi með stöku stórgrýti en einnig töluvert af fínna efni, sand og leir, á milli steina. Á steinum mátti sjá nokkra mosapekju, blábakteríur (*nostoc*) og kísilþörunginn vatnaflóka (*Didymosphenia geminata*), en annars var botn frekar gróðursnauður og töluvert set og drulla á steinum. Niðurstöður sýnatöku í Tungnaá 4 endurspeglar því aðeins það svæði farvegarins sem aðgengileg eru sökum dýpis og straumhraða. Í megin vatnshlotinu þar sem dýpi er meira er líklegt að svifaur takmarki að einhverju leiti það ljós sem nær niður á botn og

þar með frumframleiðslu á botni. Með auknum straumbunga verður jafnframt rof og botnskrið á grófara efni sem gerir búsvæði hryggleysingja óstöðug.

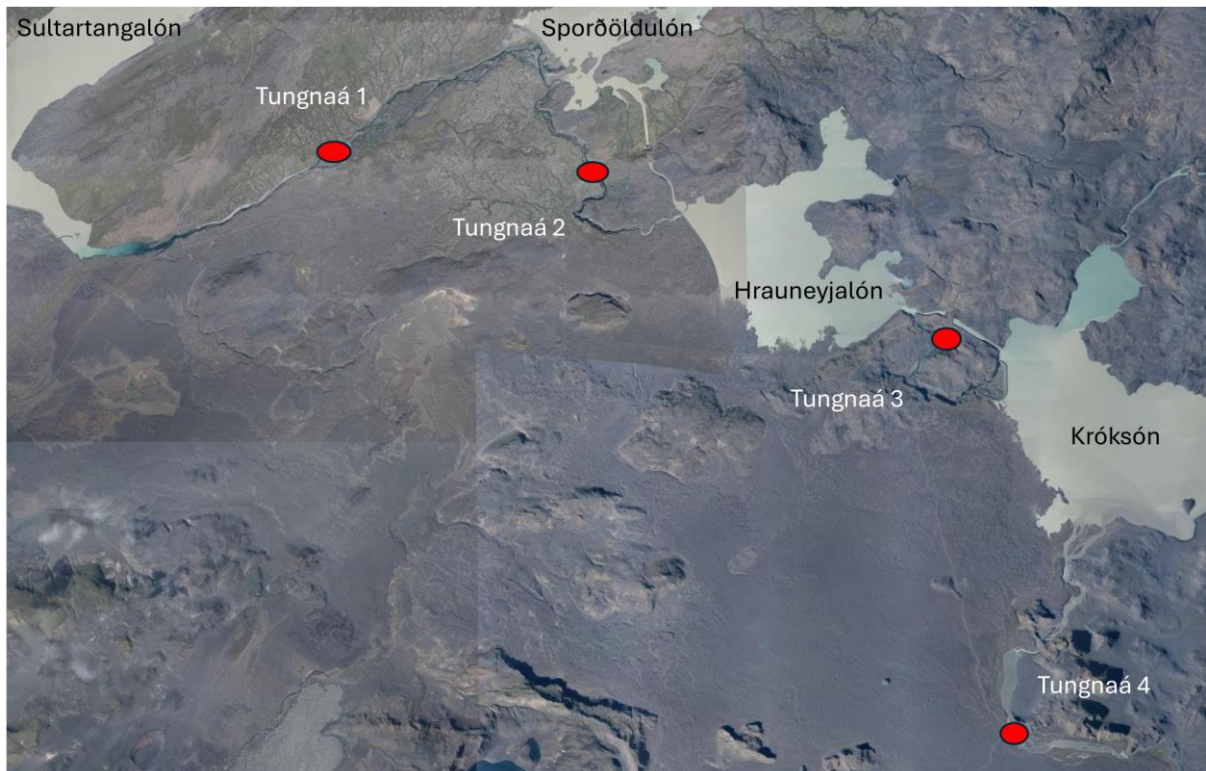
Tungnaá 3 (103-973-R): Lengd farvegar Tungnaár 3 er 4,2 km og liggur á milli Krókslóns og Hrauneyjalóns. Rennsli í farvegi Tungnaár 3 hefur tekið breytingum vegna vatnsaflsvirkjana og er vatnshlotið á bráðabirgðalista yfir mikið breytt vatnshlot (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2022). Upprunagerð Tungnaár 3 var jökulá (RG) en rennsli þar er nú að mestu tært grunnvatn sem er að hluta lekavatn frá Króksklóni. Áður fyrr var rennsli í farveginum stjórnað og var því mjög breytilegt yfir árið. Eftir árið 2013 hefur rennsli í farveginum verið að mestu grunnrennsli með lágmarksrennsli um 5 m³/s (Eydís Salome Eiríksdóttir 2017). Fyrir kemur að vatni er hleypt úr Króksklóni og rennur það vatn þá um vatnshlotið á leið sinni til Hrauneyjalóns. Þegar sýnatökur fóru fram var örlítill jökullitur á vatninu en við gegnumstreymi vatnsins úr Króksklóni í gegnum grjóstífluna síast að mestu út svifaurinn í jökulvatninu. Í Tungnaá 3 náði sýnatökusvæðið yfir um þriðjung af breidd farvegarins. Þar fyrir utan var dýpri áll sem ekki þótti öruggur til sýnatöku og endurspegla niðurstöður því það dýpi og straumlag sem aðgengilegt var. Á sýnatökustöðinni einkenndist árbotninn af grófri mól með nokkru stórgrýti og mátti sjá nokkra mosapekja á steinum hér og þar. Á botni var mikil þekja þörunga og voru þar mest áberandi kísilþörungurinn vatnaflóki (*D. geminata*) og grænþörungaslý (Mynd 4).

Tungnaá 2 (103-812-R): Lengd farvegar Tungnaár 2 er 7 km og er hann á milli Hrauneyjalóns og Sporðöldulóns. Rennsli í farvegi Tungnaár 2 hefur tekið miklum breytingum vegna vatnsaflsvirkjunar og er vatnshlotið á bráðabirgðalista yfir mikið breytt vatnshlot (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2022). Upprunagerð Tungnaár 2 var jökulá (RG) en í farvegi Tungnaár á þessum árkafla rennur nú tært lindarvatn og lekavatn frá Hrauneyjalóni sem viðheldur vistrennsli og búsvæðum fyrir fisk í farveginum. Farvegur með virku rennsli eru um 5 km og á vettvangi var það metið um 2 m³/s. Á sýnatökustöð í Tungnaá 2 var rennsli heldur minna en í Tungnaá 3 og vatnið alveg tært að sjá. Rennsli var ekki meira en það að vætt var yfir og náði sýnatökusvæðið því yfir breidd farvegarins. Botninn á sýnatökustöðinni var að mestu grófur malarbotn með nokkru stórgrýti og klöpp við nyrðri bakka. Á botninum var lítill sem engin mosagróður en mikil þekja vatnaflóka (*D. geminata*) (Mynd 5). Einnig var blábakterían *Nostoc* nokkuð áberandi á steinum á botni.

Tungnaá 1 (103-1362-R): Lengd farvegar Tungnaár 1 er 13,9 km og nær frá Sporðöldulóni niður að Sultartangalóni. Vatnshlotið var ekki tekið fyrir í skýrslu um fyrstu skref við mat á manngerðum og mikið breyttum vatnshlotum á virkjanasvæðum þar sem það var skilgreint þá á annan hátt en það er í dag. Með tilkomu Sporðöldulóns breyttist gerð vatnshlotsins úr Jökulá (RG) í bergvatnsá (RL2). Í farveginum er nú tært grunnvatnsrennsli og lekavatn sem tekið var framhjá Sporðöldulóni til að viðhalda vistrennsli í farvegi Tungnaár (Benóný Jónsson o.fl. 2016) og á vettvangi var það metið um 2 m³/s. Á sýnatökustöð í Tungnaá 1 voru botnefni fínni en í vatnshlotunum fyrir ofan og nokkur sandur og mól á milli steina. Vatnið í farveginum var tært að sjá og rennsli ekki meira en svo að vætt var yfir og náði sýnatökusvæði því yfir alla breidd farvegarins. Þörungapekja á botni var áberandi minni en í vatnshlotunum fyrir ofan (Tungna 2 og 3). Á steinum á botni var nokkuð af blábakteríum (*Nostoc*) á steinum en einnig smá kísilþörungapekja og grænþörungaslý en lítill sem engan mosagróður (Mynd 6).

Tafla 2. Staðsetning mælistöðva og yfirlit sýnatöku við rannsóknir í Tungnaá í ágúst 2024.

Heiti	Vatnshlotsnúmer	Rafveislstöð nr.	Staður	Staðsetning	Dagsetning	Sýrustig (pH)	Leiðni	Vatnshiti	Lofthiti	Basavirkni	Sýni til efnagreininga	Blaðgræna á botni	Hryggleysingjar á botni	Reksýni	Rafveidi	Lýsing á botngerð	Stærð rafveidisvæðis (m ²)	
Tungnaá 4	103-878-R			N: 64,10432° V: -19,10202°	20.8.2024	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Tungnaá 4	103-878-R	1	Vesturbjallar	N: 64,104397° V: -19,102617°	19.8.2024										X	X	122,5	
Tungnaá 3	103-973-R			N: 64,16954° V: -19,12798°	20.8.2024	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Tungnaá 3	103-973-R	5	Sigalda	N: 64,16909° V: -19,12714°	19.8.2024										X	X	180	
Tungnaá 2	103-812-R			N: 64,19829° V: -19,26268°	21.8.2024	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Tungnaá 2	103-812-R	6	Hrauneyjar	N: 64,198234° V: -19,364922°	19.8.2024										X	X	189	
Tungnaá 1	103-1362-R			N: 64,20084° V: -19,35508°	21.8.2024	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Tungnaá 1	103-1362-R	7	Raflína	N: 64,197230° V: -19,364922°	19.8.2024										X	X	230	
Tungnaá 1	103-1362-R	8	Malareyrar	N: 64,201110° V: -19,35396°	19.8.2024										X	X	108	



Mynd 1. Yfirlitsmynd yfir Tungnaá og nágrenni frá Sultartangalóni upp fyrir Bjallavað. Rannsóknastöðvar í hverju vatnshloti eru táknaðar með rauðum lit. Myndin er fengin á map.is 8. júlí 2025.



Mynd 2. Sýnatökustöðvar á lífræðilegum og eðlisefnafræðilegum gæðarættum í Tungnaá í ágúst 2024. A: Tungnaá 4, B: Tungnaá 3, C: Tungnaá 2 og D: Tungnaá 1. Ljósmyndir Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir.

4 Aðferðir

4.1 Eðlis- og efnaþættir

Vatnshiti, rafleiðni (leiðni) og sýrustig var mælt á hverri rannsóknastöð með YSI 1030 mælitæki og voru mælingar staðlaðar miðað við 25° C. Sýnatökustöðvar voru hnitsettar með GPS tæki og miðað við WGS-84. Sýnum til rannsókna á uppleystum efnum í vatni var safnað í hverju vatnshloti og voru þau síuð með því að dæla þeim í gegnum Sartorius síuhaldara sem í var Cellulose acetate sía, 142 mm í þvermál með 0,2 µm porustærð. Notuð var peristaltísk dæla með sílikon slöngum frá Masterflex til að pumpa vatninu í gegn um síuna. Áður en hver sýnaflaska var fyllt var hún hreinsuð þrisvar sinnum með síuðu sýni. Síað var í: 1) 250 ml brúna glerflösku fyrir basavirkni (alkalinity) og var flaskan fyllt frá botni og upp til að minnka snertingu á milli vatns og andrúmslofts, 2) 100 ml ósýrupvegna HDPE plastflösku fyrir anjónir, 3) 200 ml HDPE ósýrupvegna plastflösku fyrir næringarefni og 4) 50 ml sýrupvegna HDPE plastflösku fyrir katjónir og snefilefni. Í þá flösku var bætt 0,5 ml af hreinsaðri, fullsterkri saltpétursýru (HNO₃). Sýnum til mælinga á heildarstyrk lífræns kolefnis (TOC) var safnað ósíuðum í 30 ml glerglas og var sýnið sýrt með 0,3 ml af fullsterkri saltsýru (HCl). Sýni til mælinga á basavirkni, pH og lífræns kolefnis (TOC) voru geymd í kæli og basavirkni mæld á rannsóknastofu Hafrannsóknastofnunnar þegar komið var í hús og sýni til mælinga á næringarefnum fryst og geymd frosin fram að mælingu. Sýni til mælinga á basavirkni voru títruð með 0,1 M saltsýru (HCl) þar til endapunkturinn var náð og basavirkni vatnsins reiknuð. Endapunkturinn var fundinn með Granfalli (Stumm og Morgan 1996). Sýrustig (pH) var mælt með rafskauti og Metrohm 913 pH mæli sem kvarðaður var með búfferum 4 og 7. Mælingar á styrk uppleystu anjónanna súlfat (SO₄), klór (Cl) og flúór (F) var mældur á jónaskilju á Jarðvísindastofnun Háskólans. Styrkur annarra uppleystra efna var mældur hjá ALS Scandinavia í Svíþjóð og ALS DK í Danmörku. Heildarstyrkur næringarefna og lífræns kolefnis var mælt hjá ALS DK í Danmörku. Næringarefni voru greind með sjálfvirkum litrófsmæli (autoanalyser), lífrænt kolefni var greint með Skalar Formacs TOC/TN Analyzer, og önnur efni voru mæld með massagreinum í Svíþjóð, aðalefni voru mæld með ICP-AES og snefilefni og málmar með ICPSFMS.

4.2 Blaðgræna *a*

Styrkur blaðgrænu *a* er gjarnan notaður sem mælikvarði á lífmassa þörunga (Steinman o.fl. 2006) og var hún mæld á staðnum með handmæli; BenthosTorch (bbe Moldaenke©) fljúrljómun á öllum rannsóknarstöðum (Mynd 1, Mynd 2). Mælirinn sendir frá sér ljós og er endurkast þess af mismunandi bylgjulengdum notað til útreikninga á heildarmagni blaðgrænu *a* (µg/cm²), sem síðan er hægt að deila niður á milli mismunandi hópa frumframleiðenda (blábaktería, grænþörunga og kísilþörunga) eftir endurkasti ljóss af mismunandi bylgjulengdum. Mælirinn gefur þannig grófa mynd af þeim þörungasamfélögum sem þar finnast.

Við mælingar á blaðgrænu *a* var málband lagt út eftir bakka árinna (20 m) og tilviljanatölur notaðar til að skilgreina sýnatökustaðsetningar í farveginum, á skilgreindu svæði meðfram árbakkanum og þvert á straumstefnu, á allt að 60–70 cm dýpi. Teknar voru ljósmyndir af sýnatökusvæðinu og einnig neðan vatnsborðs þar sem aðstæður leyfðu. Byrjað var á sýnatökum neðst innan þessa skilgreinda svæðis og farið gegn straumi. Með því móti er komist hjá raski þar sem sýnatoka átti eftir að fara fram. Í Tungnaá 2 og 3 voru gerðar þrjár mælingar á hverjum steini, meðaltal þessara þriggja mælinga reiknað fyrir hvern stein og síðan tekið meðaltal af þeim gildum fyrir sýnatökustöðina. Í Tungnaá 1 var botninn

smágrýttari og var þar mælt á yfirborði á um 20 steina en aðeins einu sinni á hverjum steini og reiknað meðaltal af þeim gildum. Í jökulvatninu í Tungnaá 4 var rýni jökulvatnsins lítið og ekki hægt að sjá til botns við mælingar. Þar var því einnig mælt einu sinni á yfirborði 20 steina.

Á hverri rannsóknastöð voru jafnframt varðveitt 3 sýni af þörungum á steinum í árfarveginum. Þeim var safnað á tilviljanakenndan hátt með sömu aðferð og við mælingu á blaðgrænu. Á hverjum steini voru þörungar hreinsaðir innan úr þremur römmum (23 x 35 mm) sem lagðir voru á steininn og skolað með eimuðu vatni í 100 ml brúnar glerflöskur. Þessi sýni voru varðveitt með 10% kalíumjoðlaun fyrir aðrar seinni tíma rannsóknir.

4.3 Hryggleysingjar á botni

Botnlægum hryggleysingjum var safnað á rannsóknastöðum á þann hátt að sýnatökustaðsetningar í árfarvegi voru valdar með tilviljanakenndum hætti eins og lýst er hér á undan í kafla 4.2. Við söfnun sýna var notaður Surber-sýnataki. Sýnatakinn er með 25 x 25 cm ramma og netpoka með 250 μ m möskvastærð. Fyrir hvert sýni var sýnatakinn lagður á árbotninn á þeim stað sem tilviljanahnit sögðu til um og þess gætt að ramminn lægi þétt við botninn. Rótað var með höndum í u.þ.b. 30 sek. innan úr ramma sýnatakans og leitast við að allt sem rótaðist upp væri fangað í netpokann. Ef steinar innan rammans voru lausir af botni og stærri en 5 cm í þvermál voru þeir teknir upp áður en byrjað var að róta innan úr rammanum og þeim komið fyrir í plastfötu. Þar var allt þvegið af þeim með mjúkum burstu og varðveitt með innihaldi netpokans. Hvert sýni var síað í gegnum sigti (63–125 μ m), skolað með sprautuflösku í sýnailát og varðveitt með etanóli (98%) þannig að endanlegur styrkur þess væri að lágmarki 70 % í sýninu. Tekin voru 6 slík sýni á hverjum stað og unnið úr 5. Við úrvinnslu botnsýna voru hryggleysingjar úr hverju sýni flokkaðir undir víðsjá, taldir og greindir eins og unnt var til tegunda, ættkvísla, ætta eða í sumum tilvikum stærri greiningahópa og fjöldi lífvera uppreiknaður á fermetra botnflatar. Þar sem fjöldi lífvera var mikill í sýni voru tekin hlutsýni og fjöldi lífvera margfaldaður upp með viðeigandi margföldunarstuðli. Miðað var við að fjöldi lífvera í hverju hlutsýni væri ekki minni 200–300 dýr. Fyrir nákvæmari mynd á samfélagsgerð botnlægra hryggleysingja voru rykmýslirfur greindar til ættkvísla og tegunda í Leica DM1000 smásjá við 100–1000x stækkun. Til að svo mætti vera voru lirlurnar steypar í Hoyer's steypiefni (Anderson 1954) á smásjargler og þekjugler (10–12 mm í þvermál) sett yfir hverja þeirra. Passað var upp á að kviðlæg hlið lirlufhausanna sneri upp áður en þekjuglerinu var þrýst gætilega niður. Miðað var við að tegundagreina að lágmarki 40 lirlur úr hverju sýni, samtals 200 rykmýslirfur á hverri sýnatökustöð. Við tegundagreiningu rykmýslirfanna voru eftirfarandi heimildir notaðar: Cranston (1982), Wiederholm (1983), Schmid (1993), Rossaro og Lencioni 2015.

Við úrvinnslu gagna úr greiningu hryggleysingja var auk þess fundin tegundaaúðgi og reiknuð gildi fyrir Shannon fjölbreytileika og Shannon jafndreifni. Tegundaaúðgi (N_0) er sá fjöldi tegunda sem finnst á sýnatökustað og var hann skilgreindur til samræmis við vistfræðileg viðmið við ástandsflokkun straum og stöðuvatna á Íslandi (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020). Shannon fjölbreytileiki (N_1) er reiknaður samkvæmt jöfnu 1 þar sem p_i táknar hlutfall af heildarsýni sem tilheyrir tegund i (Borcard o.fl. 2018).

$$\text{Jafna 1} \quad N_1 = \exp(-\sum p_i \ln p_i)$$

Shannon jafndreifni (E) er byggð á Shannon fjölbreytileika (N_1) og tegundaaúðgi (N_0) (Borcard o.fl. 2018).

$$\text{Jafna 2} \quad E = N_1/N_0$$

4.4 Hryggleysingjar í reki

Hryggleysingjum í reki var safnað á öllum rannsóknstöðum með ómagnbundnum hætti á þann hátt að skaftháfi með fínnum netpoka (125-250 μm) var komið fyrir ofan við það svæði sem sýnatökur og mælingar fóru fram. Háfurinn var skorðaður við brot í árfarveginum, þannig að skaftið lægi hornrétt á straumstefnu og pokinn opnaðist á móti straumi. Hluti opsins var hafður ofan vatnsborðs til að fanga það sem flaut á yfirborði og háfurinn þannig hafður á meðan aðrar sýnatökur og mælingar fóru fram. Að lokinni sýnatöku var háfurinn tæmdur í sýnaílát og innihaldið varðveitt í að lágmarki 70% etanóli eins og önnur sýni. Við úrvinnslu sýna voru hryggleysingjar og púpuhamir rykmýs í hverju sýni flokkaðir undir víðsjá, taldir og greindir eins og unnt var til tegunda, ættkvísla, ætta eða í sumum tilvikum stærri greiningahópa og reiknaður hlutfallslegur fjöldi lífvera. Þar sem fjöldi lífvera var mikill voru tekin hlutsýni en miðað var við að telja og greina að lágmarki 250 lífverur úr hverju sýni. Við tegundagreiningu púpuhama var eftirfarandi heimild notuð: Langton og Visser (2003), Wilson og Ruse (2005).

4.5 Fiskur

Til þess að skoða tegundasamsetningu, þéttleika og vöxt laxfiskaseiða voru notuð rafveiðitæki. Veitt var á einum stað í hverju vatnshlotanna Tungnaá 2, 3 og 4 og á tveimur stöðum í Tungnaá 1 (Tafla 2). Veidd seiði voru tegundargreind, lengdarmæld (sýlingarlengd) og vegin. Af hluta aflans voru tekin kvarna- og hreistursýni til síðari aldursákvörðunar og fæða athuguð. Seiðarannsóknir fóru fram 19. ágúst 2025, þá var lofthitinn 10–13°C skv. sjálfvirkri veðurstöð við Tjaldvatn í Veiðivötnum.

5 Niðurstöður og umræður

5.1 Eðlis- og efnaþættir

Eðlisefnafræðilegir gæðapættir eru notaðir með líffræðilegum gæðapáttum við mat á vistfræðilegu ástandi yfirborðsvatns. Eðlisefnafræðilegar aðstæður vatna eru einn af þeim grunnþáttum sem hafa áhrif á hvers konar vistkerfi hefur möguleika á að dafna í viðkomandi straum- eða stöðuvatni. Næringarefni eru að jafnaði sá þáttur sem hefur hvað mest áhrif á vöxt og viðgang þörunga og þannig framvindu og viðgang vistkerfa. Súrnunarástand endurspeglar náttúrulegt ástand vistkerfa og endurspeglast í pH gildi vatns og basavirkni. Rafleiðni í vatni (leiðni) er óbeinn mælikvarði á hlaðin, uppleyst efni í vatni og er þannig mikilvæg breyta til þess að vakta álag. Niðurstöður mælinga á vatnshita, leiðni, sýrustigi, heildarstyrk lífræns kolefnis og styrk uppleystra efna í vatnssýnum sem safnað var í Tungnaá í ágúst 2024 má sjá í töflu 3.

Vatnshiti í jökulvatni Tungnaár ofan Krókslóns (7,5°C) árið 2024 var meiri en í grunnvatnsrennsli vatnshlotanna neðan þess (4,2–6,1°C). Mælingar sýndu að sýrustig (7,73) og leiðni (84,5 µS/cm) í jökulvatni Tungnaár ofan Krókslóns var nokkuð svipað og mældist í jökulvatni Þjórsár við Urriðafoss árið 2024 (7,62–7,66) og (75,8–100,4 µS/cm) (Eydís Salome Eiríksdóttir og Svava Björk Þorlákssdóttir 2025). Neðan Krókslóns er nú að mestu tært grunnvatnsrennsli í farvegi Tungnaár og mældist sýrustig og leiðni þar nokkuð hærra (8,50–9,01) og (110,3–116,7 µS/cm). Að sama skapi var basavirkni (alkalinity) neðan Krókslóns (0,756–0,793 meq/l) meiri en í jökulvatninu ofan þess (0,555 meq/l) árið 2024. Rafleiðni (leiðni) vatns endurspeglar hve auðveldlega vatn leiðir rafmagn og er í réttu hlutfalli við magn hlaðinna efna (jóna) í vatninu. Að jafnaði var styrkur uppleystra aðal- og snefilefna í Tungnaá árið 2024 meiri í vatnshlotunum neðan Krókslóns ef frá er talið ál (Al) og mangan (Mn) en styrkur þeirra mældist meiri í jökulvatninu ofan Krókslóns. Efnasamsetning Tungnaár við Hrauneyjafossstöð, Sporðöldulón og útfallsvatns úr Búðarhálsvirkjun var vöktuð á árunum 2012–2015 (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2016). Niðurstöður sýndu að styrkur flestra efna í Tungnaá var sambærilegur og í Þjórsá. Þó var styrkur nokkurra efna (SO₄, DIC, B) hærra í Tungnaá sem trúlega stafa af afrennsli af jarðhitasvæðum til árinna.

Fosfór og köfnunarefni eru næringarefni sem eru nauðsynleg frumframleiðandi lífverum. Styrkur uppleysts ólífræns fosfats (PO₄) mældist nokkuð hár í Tungnaá 4 (0,806 µmól/l) árið 2024 miðað við bergvatnsár á Íslandi en sambærilegt við það sem algengt er í jökulám (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2014; Eydís Salome Eiríksdóttir og Svava Björk Þorlákssdóttir 2025). Styrkur fosfats í Tungnaá 1–3 (1,13–1,90 µmól/l) var hærra en mældist í Tungnaá 4. Jafnframt var styrkur fosfats þar meiri en mældist í útfalli Hrauneyjavirkjunar (0,375–1,22 µmól/l) og Búðarhálsvirkjunar (0,710–1,16 µmól/l) á árunum 2012–2015 (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2016), í Krókslóni sumarið 2021 (1,19 µmól/l) (Benóný Jónsson og Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir 2022) og Sporðöldulóni á árunum 2014–2018 (0,885–1,03 µmól/l) (Benóný Jónsson og Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir 2020). Styrkur fosfats í Tungnaá 1–3, neðan lóna, var hinsvegar sambærilegur við það sem gjarnan mælist í lindarvatni sem rennur undan nýjum hraunum (Magnús Jóhannsson o.fl. 2018; Eydís Salome Eiríksdóttir 2019; Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2023b).

Í Tungnaá mældist styrkur nítrats (NO₃) árið 2024 hæstur í Tungnaá 2 neðan Hrauneyjalóns, 1,73 µmól/l. Neðan Krókslóns (Tungnaá 3) var styrkur nítrats 0,857 µmól/l en í jökulvatninu ofan lónsins

(Tungnaá 4) var styrkurinn 0,557 $\mu\text{mól/l}$. Í Tungnaá 1 (neðan Sporðöldulóns) var styrkur nítrats hins vegar undir greiningarmörkum ($<0,14 \mu\text{mól/l}$). Styrkur köfnunarefnissambandanna NO_2 og NH_4 var að jafnaði lágur í vatnshlotunum og undir greiningarmörkum í flestum tilvikum. Sama má segja um lífrænt kolefni TOC (Total organic carbon) í vatni sem var aðeins í mælanlegum styrk (0,19 mg/l) neðan Sporðöldulóns (Tungnaá 1). Ofar (Tungnaá 2–4) var TOC undir greiningarmörkum ($<0,10 \text{ mg/l}$). Í farvegi Tungnaár 2 neðan Hrauneyjalóns var töluverð þekja þörunga á botni. Ekki er ólíklegt að lífrænt kolefni neðan Sporðöldulóns (Tungnaá 1) eigi sér uppruna í frumframleiðendum ofar í ánni.

Fosfór og köfnunarefni eru nauðsynleg næringarefni fyrir frumframleiðendur í ferskvatni. Þörungar og vatnablöntur taka efnin upp úr vatninu og binda þau í lífrænum vefjum. Við það lækkar styrkur efnanna í vatninu. Upptaka þessara efna er mest yfir sumartímann þegar frumframleiðni er hvað virkust. Náttúrulegur styrkur fosfórs er tiltölulega hár á gosbeltinu á Íslandi samanborið við ómengað vatn víða annars staðar. Það skýrist af því að fosfór í vatni er bergættað efni sem veðrast nokkuð auðveldlega úr ungum berggrunni svæðisins, sem jafnframt endurspeglast í háum styrk fosfórs í grunnvatni sem streymir fram á mótum hraunlaga og er stærsti hluti vatns í Tungnaá 2 og 3, á milli Krókslóns, Hrauneyjalóns og Sporðöldulóns. Köfnunarefni er ættað úr úrkomu og er það því ekki breytilegt eftir gerð berggrunnins. Mælingar sem gerðar voru í vatnshlotum Tungnaár árið 2024 sýna að styrkur næringarefna í farvegum Tungnaár 2 og 3 voru hærri en í jökulvatninu ofan lóna (Tungnaá 4) og í lónunum sjálfum. Það bendir til þess að vatnið sem nú rennur í farvegnum eigi að stórum hluta uppruna í lindarvatni úr nærliggjandi hraunum, fremur en að vera lekavatn frá lónunum. Í Tungnaá 1 má þó greina þó nokkur merki um lekavatn úr Sporðöldulóni í bland við lindarvatn. Það endurspeglast í lægri styrk nítrats, sem er undir greiningarmörkum í Tungnaá 1, samanborið við efri hluta farvegarins. Líkleg skýring er upptaka næringarefna í lónunum yfir sumarmánuðina. Eldri mælingar á styrk næringarefna í vatni í útfalli Hrauneyjalónsstöðvar (vatn úr Hrauneyjalóni og Krókslóni) og útfalli Búðahálsstöðvar (vatn úr Sporðöldulóni) sýna að styrkur næringarefna í lónunum sveiflast árstíðabundið (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2016) sem bendir til frumframleiðni og upptöku næringarefna. Til dæmis mældist styrkur nítrats árið 2015 um 1,6 $\mu\text{mól/l}$ að vetri en fór niður fyrir greiningarmörk ($<0,1$) að sumri. Á sama tíma fór styrkur fosfats úr 2,4 $\mu\text{mól/l}$ að vetri í 1,86/1,57 $\mu\text{mól/l}$ að sumri neðan Hrauneyjafosstöðvar/Búðarhálsstöðvar. Líklega er þó minni árstíðarmunur á styrk næringarefna, sérstaklega fosfórs, í Tungnaá 2 og 3 þar sem virkur farvegur í vatnshlotunum er tiltölulega stuttur (4-5 km) og tími til lífrænnar upptöku því stuttur. Almenn séð á sér stað upptaka á næringarefnum niður eftir vatnakerfum vegna virkni frumframleiðandi lífvera. Það veldur því að styrkur næringarefna í vatni lækkar eftir því sem neðar dregur á vatnasviðum og styrkur lífræns efnis eykst. Hins vegar geta næringarefni borist inn í farveginn hvar sem er í vatnakerfinu og aukið styrk næringarefna niður eftir vatnakerfum. Það getur verið af náttúrulegum orsökum, t.d. vegna innstreymis lindarvatns, eða vegna lífrænnar mengunar af mannavöldum. Niðurstöður mælinga á vatnshlotum í Tungnaá benda til að þau séu mismikil blanda af jökulvatni og lindarvatni og að styrkur næringarefna sé í samræmi við það sem búast má við í grunnvatni, ám og vötnum á gosbeltinu. Ekkert bendir til ákomu næringarefna af mannavöldum á svæðinu.

Tafla 3. Niðurstöður mælinga á eðlisþáttum, basavirkni og styrk uppleystra efna í fjórum vatnshlotum Tungnaár í ágúst 2024.

Vatnshlot		Tungnaá 4	Tungnaá 3	Tungnaá 2	Tungnaá 1
Dagsetning		20.8.2024	20.8.2024	21.8.2024	21.8.2024
Tími		14:01	17:05	09:20	12:21
Lofthiti	°C	12	12	5	5
Vatnshiti	°C	7,5	6,1	4,2	5,8
Sýrustig (pH)		7,73	9,01	8,92	8,50
Leiðni	µS/cm	84,5	114,0	110,3	116,7
Sýnanúmer		20240820-14:00	20240820-17:10	20240821-9:20	20240821-12:20
SiO ₂	µmól/l	221	264	247	260
Na	µmól/l	385	531	548	574
K	µmól/l	15,4	20,3	18,2	18,6
Ca	µmól/l	137	144	145	143
Mg	µmól/l	67	116	100	104
Alkalinity	meq/l	0,555	0,756	0,777	0,793
DIC	µmól/l	554	750	768	789
SO ₄	µmól/l	85,3	107	103	95,2
Cl	µmól/l	90,2	97,6	106	118
F	µmól/l	10,82	10,94	11,67	11,30
TOC	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	0,190
P-total ¹	µmól/l	0,981	1,659	1,304	1,304
P-total ²	µmól/l	0,935	1,65	1,74	1,29
PO ₄	µmól/l	0,806	1,484	1,903	1,129
N-total	µmól/l	<1,43	1,57	2,79	1,50
NO ₃	µmól/l	0,557	0,857	1,71	<0,14
NO ₂	µmól/l	<0,02	0,025	<0,02	<0,02
NH ₄	µmól/l	0,250	0,664	<0,21	<0,21
Al	µmól/l	0,571	0,471	0,356	0,348
Fe	µmól/l	0,079	0,162	0,168	0,016
B	µmól/l	1,61	1,69	1,49	1,53
Mn	µmól/l	0,036	0,004	0,010	0,001
Sr	µmól/l	0,120	0,143	0,151	0,148
As	nmól/l	1,78	2,46	2,96	3,02
Ba	nmól/l	0,578	0,669	0,615	0,612
Cd	nmól/l	<0,018	<0,018	<0,018	<0,018
Co	nmól/l	0,127	0,106	0,151	<0,085
Cr	nmól/l	0,985	4,40	4,37	4,94
Cu	nmól/l	2,74	2,60	4,04	1,95
Ni	nmól/l	<0,85	<0,85	<0,85	<0,85
Pb	nmól/l	<0,048	<0,048	<0,048	<0,048
Zn	nmól/l	<3,06	<3,06	3,18	3,79
Hg	nmól/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mo	nmól/l	4,315	6,858	5,816	5,962
Ti	nmól/l	13,2	25,1	25,7	0,8
V	µmól/l	0,206	0,361	0,446	0,497

¹Efnagreining gerð með ICP-MS²Efnagreining gerð með Autoanalyser

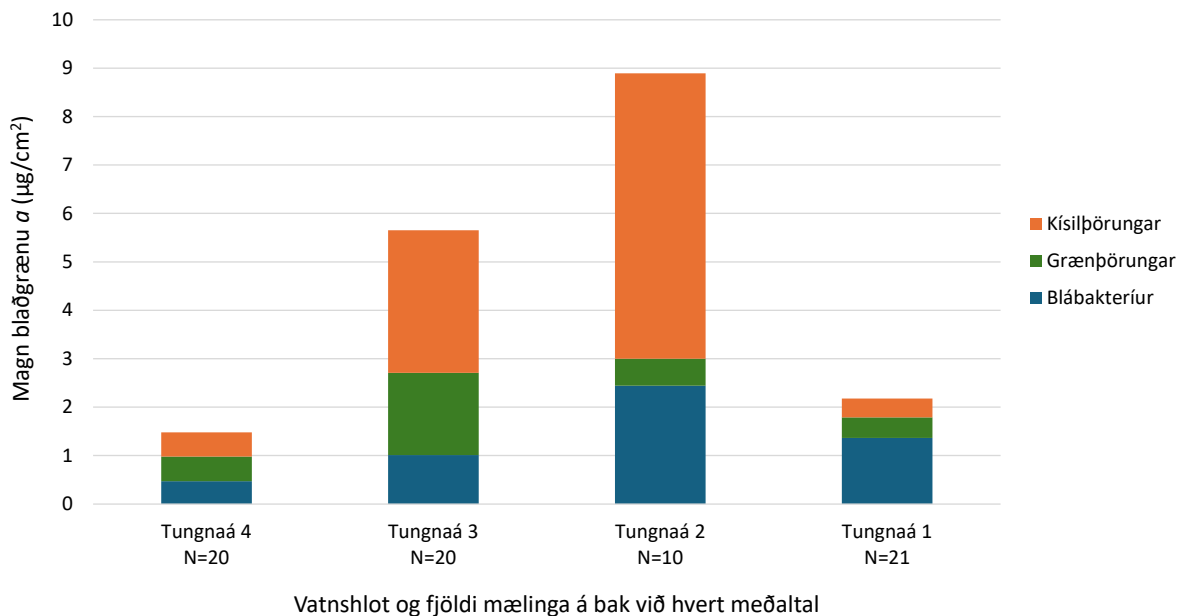
5.2 Blaðgræna a

Í Tungnaá var blaðgræna a mæld með BenthosTorch flúrljómandi mæli, sem auk þess að greina heildarstyrk blaðgrænu a , greinir á milli þörungasamfélaga. Niðurstöðurnar sýna að lífmassi þörunganna (blaðgræna a) og hlutdeild þörungahópa í Tungnaá er mjög breytileg milli vatnshlota. Lífmassi þörunganna mældist mestur í Tungnaá 2, á milli Hrauneyjalóns og Sporðöldulóns, ($8,89 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) en var einnig mikill í Tungnaá 3, neðan Krókslóns ($5,65 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) (Tafla 4). Í Tungnaá 1, neðan Sporðöldulóns, var lífmassi þörunganna minni ($2,18 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) og lægstur var hann í Tungnaá 4, sem er óröskuð jökulá ofan Krókslóns ($1,48 \mu\text{g}/\text{cm}^2$).

Tafla 4. Niðurstöður mælinga á blaðgrænu a mælt með BenthosTorch flúrljómandi mæli í fjórum vatnshlotum Tungnaár í ágúst 2024. Taflan sýnir meðaltal mælinga, staðalfrávik (SD), staðalskekkju (SE) og hlutfallslega skiptingu blaðgrænu a milli þörungahópa.

Vatnshlot	Magn blaðgrænu a ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)			Hlutfallsleg skipting (%)		
	Meðaltal	SD	SE	Blábakteríur	Grænþörungar	Kísilþörungar
Tungnaá 4	1,48	1,28	0,29	31,7	34,5	33,8
Tungnaá 3	5,65	4,35	0,97	17,8	30,0	52,1
Tungnaá 2	8,89	3,13	0,99	27,5	6,3	66,2
Tungnaá 1	2,18	1,33	0,29	62,6	19,5	17,9

Þörungasamfélög Tungnaár reyndust langt í frá einsleit. Í jökulvatni Tungnaár 4 ofan Krókslóns var hlutdeild blábaktería, grænþörunganna og kísilþörunganna mjög svipuð (31,7–34,5%) (Tafla 4, Mynd 3). Í Tungnaá 3 neðan Krókslóns voru kísilþörungar algengasti þörungahópurinn (52,1%) en grænþörungar voru þar einnig töluvert áberandi (30%). Í Tungnaá 2 neðan Hrauneyjalóns voru kísilþörungar áfram ríkjandi (66,2%) en hlutdeild blábaktería (27,5%) meiri en grænþörunganna (6,3%). Í Tungnaá 1 neðan Sporðöldulóns voru blábakteríur hins vegar ríkjandi hópur (62,6%) en hlutdeild grænþörunganna (19,5%) og kísilþörunganna (17,9%) svipuð. Blábakteríur (*Nostoc*) eru sambýlislífverur sem hafa getu til að binda ólífrænt nitur úr andrúmslofti. Neðan Sporðöldulóns var níturatstyrkur mjög lágur ($<0,14 \mu\text{mól}/\text{l}$) og því ekki ólíklegt að niturbinding samlífsörvera veiti þeim forskot á aðra þörunganna þar.



Mynd 3. Magn blaðgrænu a ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) og hlutfallsleg skipting þörunganna (%) mælt með BenthosTorch flúrljómandi mæli í fjórum vatnshlotum Tungnaár í ágúst 2024. N tákna fjölda mælinga á bak við hvert meðaltal.

Tegundir þörunga voru ekki greindir í rannsókninni, en í sýnum af hryggleysingjum sem safnað var af botni farvega var jafnan mikið af þörungum sem gefin var gaumur við úrvinnslu. Auk þessara þriggja hópa frumframleiðenda (blábakteríur, grænþörungar og kísilþörungar) sást í þeim sýnum þörungur af ættkvísl *Lemanea*, sem tilheyrir hópi rauðþörunga, í vatnshlotum Tungnaár ofan Hrauneyjalóns (Tungnaá 3 og 4). Af kísilþörungum voru að jafnaði mest áberandi stórvaxnar tegundir sem vaxa á stilkum eins og vatnaflóki (*Didymosphenia geminata*) og tegund af ættkvísl *Gomphoneis*. Í Tungnaá 3 neðan Krókslóns og Tungnaá 2 neðan Hrauneyjalóns var töluverð þekja vatnaflóka á árbotninum og myndaði hann þar víða þykkt lag á yfirborði steina (Mynd 4, Mynd 5). Vatnaflóka er víða að finna í köldum ám í Norður-Evrópu og Norður Ameríku. Hann getur myndað þykkar breiður á árbotni og á tíunda áratug síðustu aldar fór hann að berast milli vatnsfalla og hefur hann víða verið skilgreindur sem ágeng tegund. Vatnaflóka varð fyrst vart í ám hér á landi 1994 í ám í Borgarfirði og í Elliðaánum (Gunnar Steinn Jónsson o.fl. 1998, Ingi Rúnar Jónsson o.fl. 2010) og breiddist síðan hratt út í öðrum vatnakerfum (Ingi Rúnar Jónsson o.fl. 2010). Skýringar á þessum mikla vexti og útbreiðslu liggja ekki fyrir en hin síðari ár hefur hann verið minna áberandi hér á landi en áður. Umhverfisþættir í íslenskum straumvötnum af bergvatnsuppruna virðast þó alla jafna henta vel fyrir vöxt vatnaflóka. Ekki hefur farið fram sérstök úttekt á útbreiðslu vatnaflóka hér á landi hin síðari ár eða magnbundið mat á lífmassa. Við vettvangsvinnu í lindavatnskerfum eins og t.d. Elliðaám, Tungufljóti í Biskupstungum og Grenlæk í Vestur Skaftafellssýslu hefur starfsfólk Hafrannsóknastofnunar gjarnan séð töluverða þekju vatnaflóka á botni farvega. Í Tungnaá 1, neðan Sporðöldulóns, var botnefni á sýnatökustöð fínna en á efri stöðvunum og þar var tegund af ættkvísl *Gomphoneis* meira áberandi en vatnaflóki í sýnunum. Þörungaþekja á botni í Tungnaá 1 (Mynd 6) var jafnframt áberandi minni en í vatnshlotunum fyrir ofan (Mynd 4, Mynd 5). Þörungategundin sem þar var ríkjandi, *Gomphoneis minuta* (Stone) Kociolek & Stoermer, vex á stilk líkt og vatnaflóki og er líklega tiltölulega ný tegund hér á landi. Þessi kísilþörungur hefur verið að sjást síðastliðin ár í vatnakerfum eins og Þingvallavatni, (Skv. upplýsingum frá Gunnari Steini Jónssyni í tölvupósti 25. febrúar 2021), Úlfljótsvatni (Benóný Jónsson o.fl. 2021) og Þjórsá (Ragnhildur Magnúsdóttir o.fl. 2025). Af grænþörungum mátti sjá mismundandi tegundir þráðlaga þörunga sem ekki voru greindar í sundur utan *Spirogyra* sem nokkuð var af í sýnum neðan Sporðöldulóns. Lífmassi grænþörunga var mestur neðan Krókslóns en þar voru, auk þráðlaga grænþörunga, grænþörungur af ættkvísl *Tetraspora* áberandi. Af blábakteríum var uppistaða í lífmassa slorpungar (Nostoc).



Mynd 4. Þekja kísil- og grænþörunga á steinum á botni Tungnaár 3, neðan Krókslóns. Uppistaðan í kísilþörungaþekjunni er vatnaflóki (*Didymosphenia geminata*). Ljósmyndir Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir.



Mynd 5. Kísilþörungabekja á yfirborði steina á botni Tungnaár 2, neðan Hrauneyjalóns. Uppistaðan í þekjunni er vatnaflóki (*Didymosphenia geminata*). Ljósmynd Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir.



Mynd 6. Þörungar og bitmýslirfur á botni Tungnaár 1, neðan Sporðöldulóns. Þar mátti sjá töluvert af blábakteríum af ættkvísl slorpunga (*Nostoc*) á steinum en einnig kísilþörungum og grænþörungum. Ljósmynd Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir.

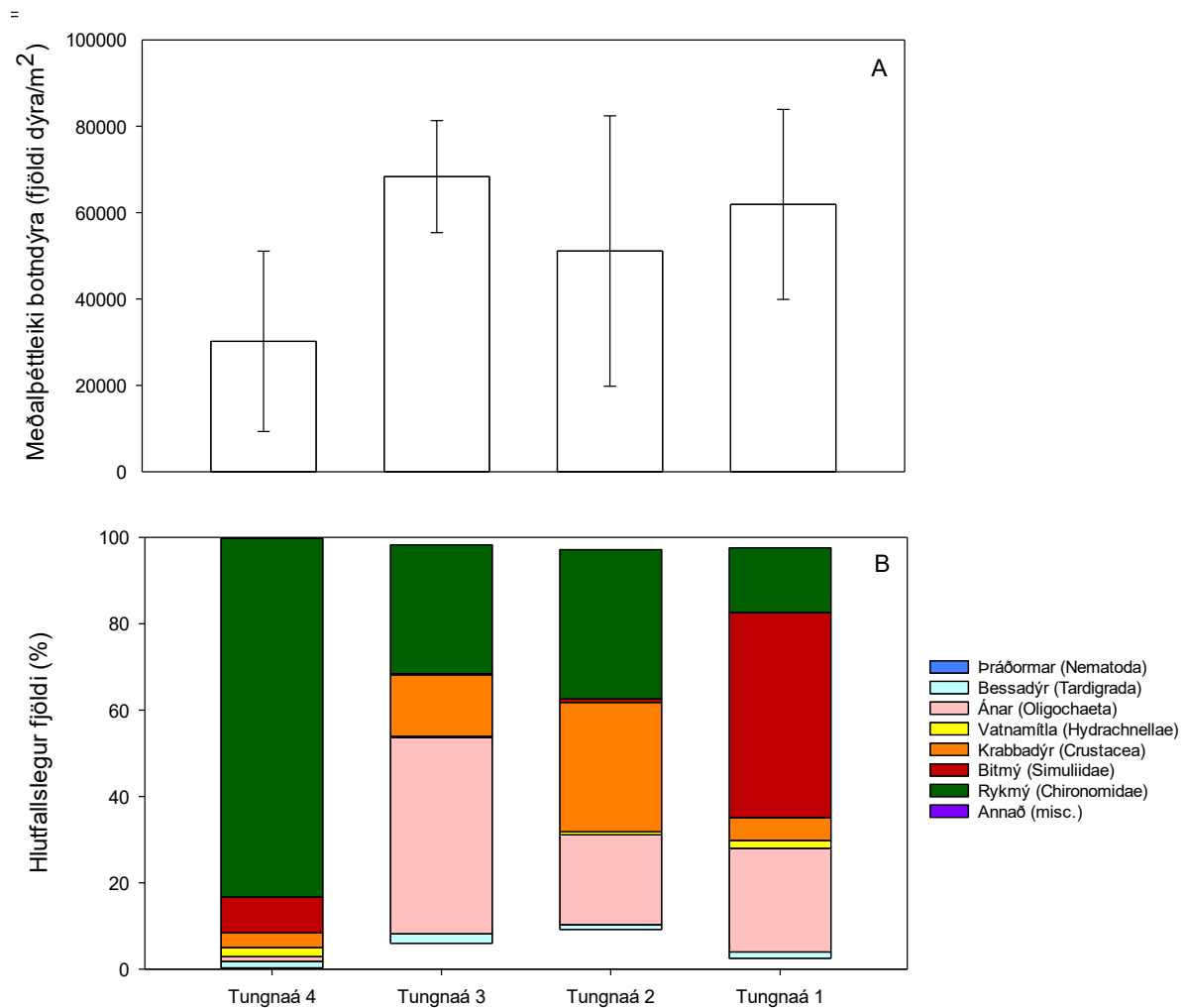
Magn blaðgrænu *a* á steinum er óbeinn mælikvarði á lífrúmmál þörungum á árbotni og hefur hún verið skilgreind meðal líffræðilegra gæðapátta sem nota má til að flokka og meta vistfræðilegt ástand straumvatnskerfa. Enn sem komið er hefur flokkunarkerfi ekki verið skilgreint fyrir magn blaðgrænu *a* í jökulám (RG) og lítið til af gögnum um blaðgrænu *a* í jökulám á Íslandi.

Í Þjórsá var blaðgræna *a* mæld á fimm stöðum með sambærilegum hætti sama ár og rannsóknin í Tungnaá var gerð (Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir o.fl. 2025). Þar mældist blaðgræna *a* á bilinu 2,2–7,3 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ sem eru nokkuð hærri gildi en mældist í jökulvatni Tungnaár 4 (1,48 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$). Í Skaftá var blaðgræna *a* jafnframt mæld á tveimur stöðum með BenthosTorch handmæli árið 2012 (Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir o.fl. 2012) og mældust gildi blaðgrænu *a* þar nokkuð lægri (0,16–0,65 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$). Blaðgræna *a* var einnig mæld með handmæli á fjórum stöðum í Vestari Jökulsá árið 2022 (Iris Hansen o.fl. 2025). Þar voru gildi á blaðgrænu einnig lægri (0,20–1,03 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$) en í Tungnaá 4, ofan Krókslóns, ef frá er talin neðsta sýnatökustöðin í Vestari Jökulsá. Þar var töluverður mosagróður á botni og mældust gildi á blaðgrænu *a* þar meiri (3,95 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$).

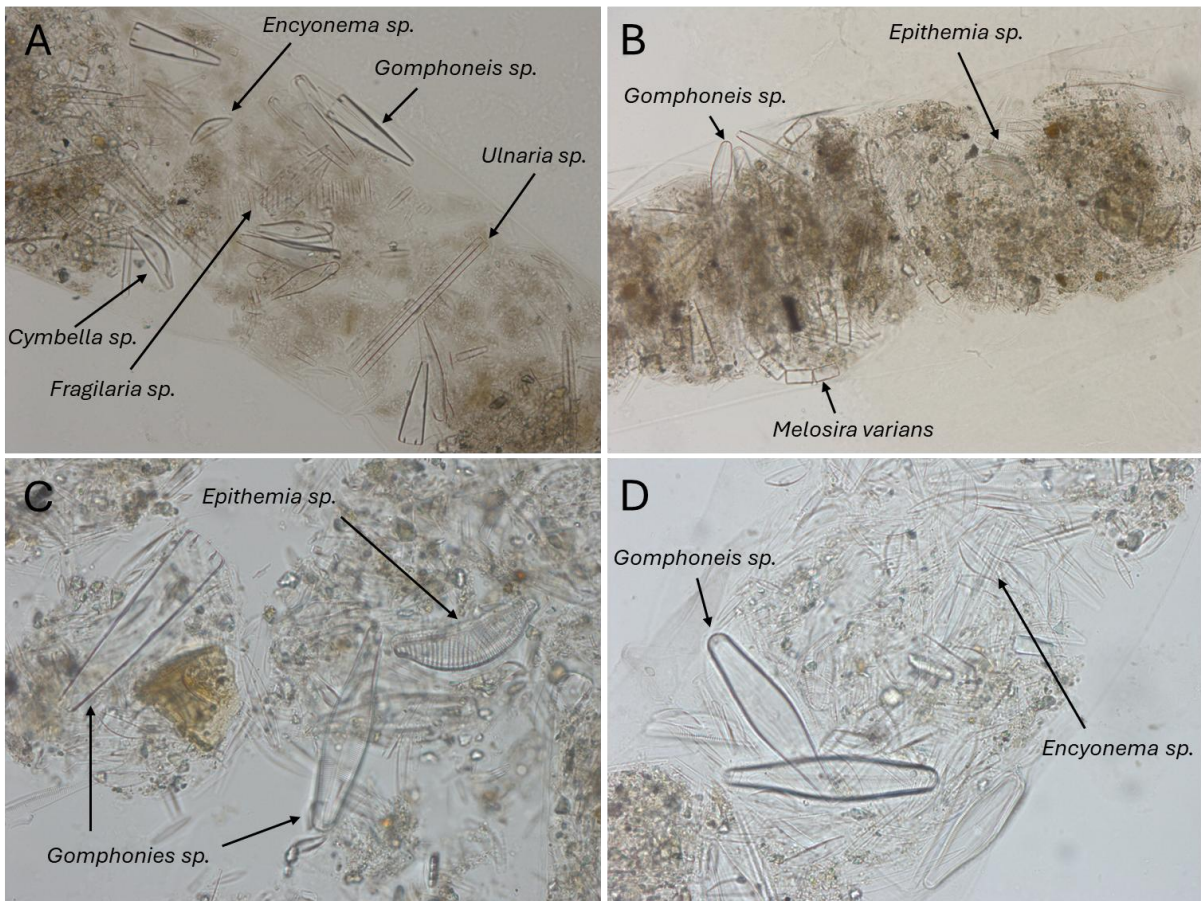
5.3 Hryggleysingjar á botni

Í rannsókninni voru samfélög botnlægra hryggleysingja skoðuð í fjórum vatnshlotum Tungnaár. Niðurstöður greininganna eru í viðauka 2. Í Tungnaá 1–3, neðan lóna, var vatnið að mestu tært grunnvatn og þar var meðalþéttleiki hryggleysingja á nokkuð svipuðu bili 51.123–68.352 dýr/m². Í jökulvatninu ofan Krókslóns, Tungnaá 4, var þéttleiki botnlægra hryggleysingja nokkuð minni eða 30.214 dýr/m² (Mynd 7, Viðauki 2). Samfélagsgerð hryggleysingja í Tungnaá endurspeglar ólíka eiginleika vatnshlotanna. Í jökulvatni Tungnaár ofan Krókslóns voru rykmýslirfur (Chironomidae) ríkjandi með yfirgnæfandi hlutdeild (83,1%) af meðalþéttleika hryggleysingja. Þar af leiðandi var hlutdeild annara hópa lítil en bitmýslirfur (Simuliidae) (8,3%) voru þar annar stærsti hópur hryggleysingja. Í grunnvatnsrennslinu neðan Krókslóns (Tungnaá 3) og Hrauneyjalóns (Tungnaá 2) var mikil þekja vatnaflóka (*Didymosphenia geminata*) áberandi á árbotninum. Í þessum tveimur vatnshlotum var samfélagsgerð hryggleysingja með nokkuð svipuðum hætti þó hlutföll hópa væri aðeins mismunandi. Þar voru þrjár stærstu hópar hryggleysingja þeir sömu: ánar (Oligochaeta) 20,8–45,4%, rykmý (lirfur og púpur) 29,9–34,6% og krabbadýr (Crustacea) 14,3–30% (Mynd 7). Gróður á steinum veitir lífverum skjól og eykur það yfirborð sem þær geta nýtt sér sem búsvæði. Þar sem mikil þekja vatnaflóka er á botni myndar hann eins konar ullarkennt teppi á botninum sem safnar í sig seti og groti. Þannig getur vatnaflókinn skapað umhverfi sem hentar vel ýmsum set og grotætum eins og ánum, ýmsum tegundum rykmýslirfa og þráðorma (Nematoda) sem voru fjórði stærsti hópur lífvera í þessum vatnshlotum (6–9,2%). Neðan Sporðöldulóns (Tungnaá 1) var töluvert minni þekja þörunga á botni og samfélagsgerð ólík hinum vatnshlotunum að því leiti að þar voru bitmýslirfur rétt tæplega helmingur (47,5%) allra hryggleysingja á botni. Bitmýslirfur festa sig við undirlag á botni og síá fæðu sem berst með árstraumnum. Tilvist bitmýslirfa í Tungnaá 1 bendir til þess að þar berist fram lífrænt efni með straumnum sem þær geta nýtt sér til fæðu. Magn lífrænna agna á reki hefur þannig mikil áhrif á stofnstærð og framleiðslu bitmýslirfa (Gísli Már Gíslason og Vigfús Jóhannsson 1985, Magnús Jóhannsson o.fl. 2011). Þær kjósa sér því búsvæði þar sem vatnsrennsli, og þar með framboð á lífrænum ögnum, er meira t.d. neðan útfalls stöðuvatna. Í Tungnaá 1, neðan Sporðöldulóns, er þó líklega um að ræða lífræna framleiðslu sem verður til ofar í ánni því jarðlögin síá frá svifaur og lífrænt efni úr lónunum á leið vatnsins í gegn. Í vatnshlotinu fyrir ofan (Tungnaá 2) var t.d. mikil lífræn framleiðsla þörunga á botni. Hugsanlega njóta bitmýslirfurnar í Tungnaá 1 góðs af þeirri framleiðslu í reki niður af því sem losnar þar frá botni. Bitmýslirfurnar í Tungnaá 1 virðast þó einnig nýta sér töluvert af því sem í boði er í kringum þær því í fæðu lirfanna mátti sjá, auk ýmissa lífræna leifa og grots, töluvert af ýmsum tegundum botnlægra kísilþörunga (Mynd 8). Þar voru mest áberandi stórvaxnir kísilþörungar af ættkvíslum eins og *Gomphoneis*, *Epithemia*, *Ulnaria* og *Hannaea arcus* en einnig mátti sjá töluvert af smærri ættkvíslum kísilþörunga eins og *Melosira*, *Encyonema*, *Nitzschia* og litlum keðjumyndandi tegundum. Aðrir stórvaxnir kísilþörungar eins og *Didymosphenia geminata*, *Rhopalobia* og fremur stórir eins og *Cymbella*, *Navicula*, *Gomphonema* sáust einnig í fæðu þeirra ásamt ýmsum smávöxnum kísilþörungum sem ekki var hægt að greina. Þetta eru bæði ásætutegundir sem vaxa á stilk eins og *Gomphoneis*, *Cymbella*, *Encyonema* og *D. geminata* en einnig keðjumyndandi kísilþörungar eins og *Melosira* og smáar *Fragilaria* tegundir. *Ulnaria* og *Hannaea* eru einnig botnlægar tegundir og *Epithemia* ásætutegund, einkum á gróðri. Bitmýslirfurnar í Tungnaá neðan Sporðöldulóns virðast þannig ekki bara nýta sér til fæðu það sem berst til þeirra í reki heldur einnig í töluverðum mæli það sem vex á botni í kringum þær. Í Tungnaá 1 voru ánar annar algengasti hópur hryggleysingja á botni (24%) og hlutdeild rykmýs (lirfur og púpur) var 15%.

Hér hefur einungis verið gerð grein fyrir algengustu hópum hryggleysingja í vatnshlotum Tungnaár en ítarlegri tegundalista má sjá í viðauka 2.



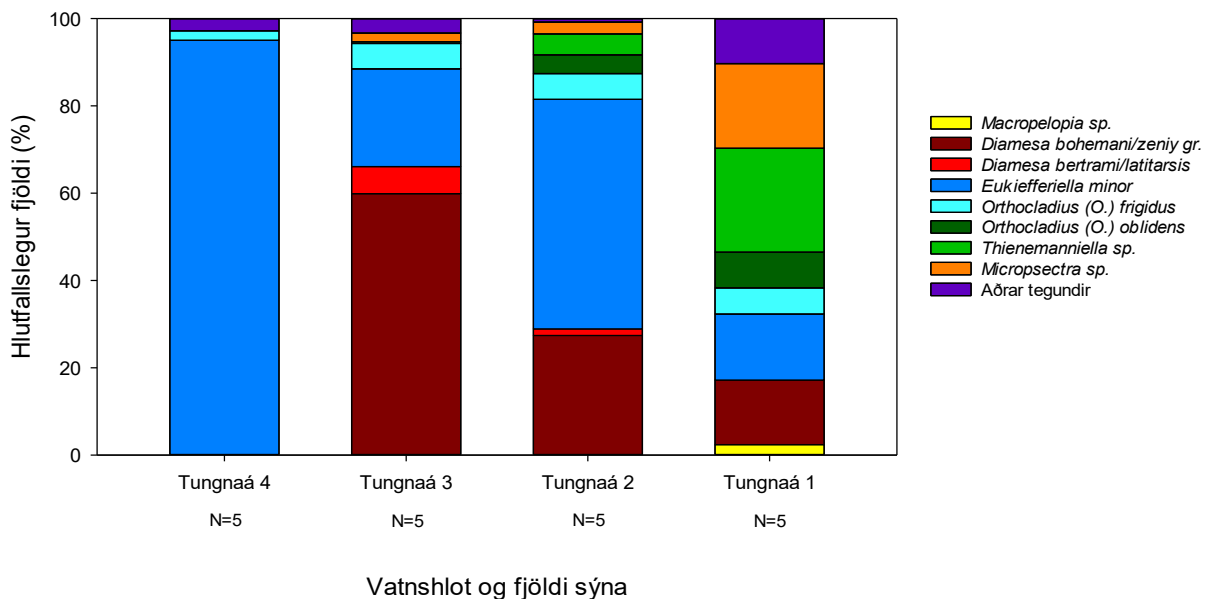
Mynd 7. Meðalþéttleiki hryggleysingja og hlutfall sjö algengustu hópa á botni. Mynd A sýnir meðalþéttleika botnlægra hryggleysingja (fjöldi dýra/m²) og staðalfrávik (lóðréttar línur) á steinum í fjórum stöðum í Tungnaá í ágúst 2024. Mynd B sýnir hlutfall sjö algengustu hópa hryggleysingja á sömu stöðum. Aðrir dýrahópar voru sjaldgæfari og settir saman í hóp sem „Annað“.



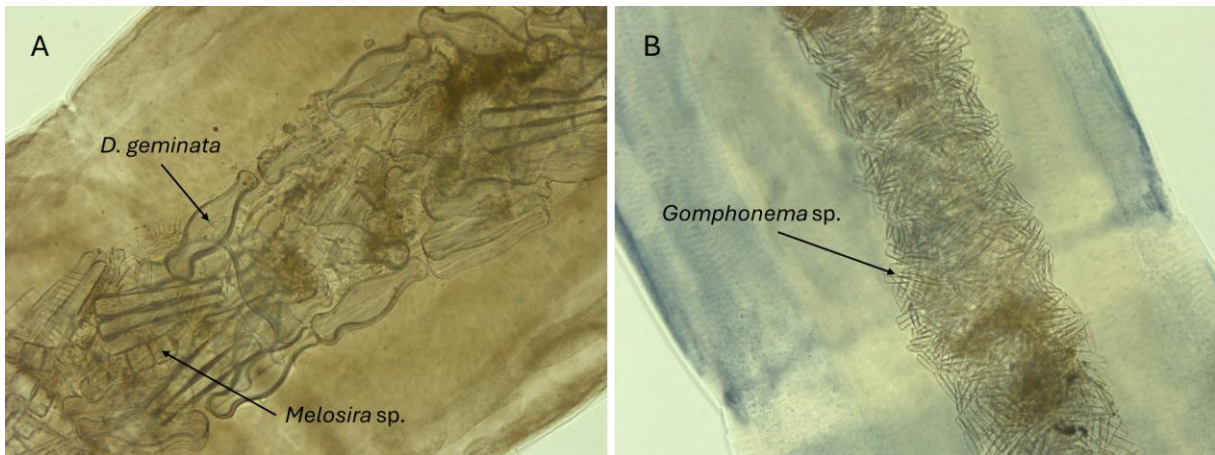
Mynd 8. Fæða bitmýslirfa í Tungnaá 1, neðan Sporðöldulóns. Skoðuð var fæða átta bitmýslirfa. Á myndunum má sjá dæmi um ýmsar tegundir botnlægra kísilþörungna sem sáust í görn ásamt öðrum lífrænum ögnum og groti. Myndir A og B eru teknar í smásjá við 200 falda stækkun og myndir C og D við 400 falda stækkun. Ljósmyndir Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir

Líkt og með samfélagsgerð algengustu hópa hryggleysingja endurspeglaði tegundasamsetning rykmýslirfa einnig ólíka eiginleika vatnshlotanna. Þótt meðalþéttleiki botnlægra hryggleysingja væri minnstur í jökulvatni Tungnaár 4 ofan Krókslóns var þéttleiki rykmýslirfa þar meiri en í vatnshlotunum neðar ($25.098 \text{ lírfur/m}^2$). Þéttleiki rykmýslirfa í Tungnaá 3 neðan Krókslóns ($18.995 \text{ lírfur/m}^2$) og Tungnaá 2 neðan Hrauneyjalóns ($17.069 \text{ lírfur/m}^2$) var mjög svipaður en í Tungnaá 1 neðan Sporðöldulóns var þéttleiki rykmýslirfa tölurvert minni (8.909 lírfur/m^2). Samfélagsgerð rykmýslirfa í jökulvatninu ofan við Krókslón var þó fremur fábreytt og fundust þar einungis þrjár tegundir rykmýslirfa, allar af undirætt bogmýs (*Orthocladiales*). Jafnframt var ein tegund, *Eukiefferiella minor*, þar mjög ríkjandi og var hlutdeild hennar 95% af öllum rykmýslirfum (Mynd 9). Auk *E. minor* fannst í jökulvatninu önnur rykmýstegund sömu ættkvíslar, *Eukiefferiella claripennis*, og bogmýstegundin *Orthocladus (O.) frigidus*. Rykmýstegundin *E. claripennis* fannst einungis í jökulvatni Tungnaár 4, ofan Krókslóns, en tegundin *O. frigidus* var jafnframt til staðar í Tungnaá 1–3, neðan lóna, þar sem grunnvatnsrennsli var ríkjandi. Allar þessar þrjár bogmýstegundir eru mjög algengar rykmýstegundir í straumvatni hér á landi (sjá t.d. Hrafnadóttir 2005). Í vatnshlotunum neðan Krókslóns voru rykmýssamfélögin fjölbreyttari en í jökulvatninu ofan lóna. Í vatnshlotunum neðan Krókslóns og Hrauneyjalóns (Tungnaá 3 og 2) fundust til að mynda sjö tegundir/ættkvíslir rykmýslirfa og í vatnshlotinu neðan Sporðöldulóns (Tungnaá 1) voru níu tegundir/ættkvíslir rykmýslirfa að finna á

árbotninum. Þó tegundasamsetning rykmýslirfanna í tæru vatni vatnshlotanna neðan Krókslóns væri mikið til sú sama var hlutféild tegunda ólík. Neðan Krókslóns voru tegundir af ætt kulmýs (*Diamesinae*) ríkjandi (68,5%) en bogmýstegundir voru tæplega þriðjungur rykmýslirfa (29,5%). Neðan Hrauneyjalóns hafði hlutféilið snúist við og þar voru bogmýstegundir ríkjandi (68,5%) en kulmýslirfur tæplega þriðjungur (28,9%) (Mynd 9). Rykmýstegundir af ætt kulmýs eru, eins og nafnið bendir til, kuldakærar og vel aðlagðar að köldu og hrjóstrugu umhverfi. Þær finnast því gjarnan í köldum lindám, jökulám og snjómiðluðum dragám. Þær virðast jafnframt, umfram margar aðrar tegundir rykmýslirfa, geta nýtt sér stórvaxnar kísilþörungafurur líkt og vatnaflóka til fæðu (Mynd 10). Í vatnsföllum þar sem kulmýslirfur finnast og vatnaflóki myndar þekju á botni má oft greina vatnaflóka í nokkru magni í fæðu kulmýslirfanna. Smærri tegundir rykmýslirfa, til dæmis bogmýstegundin *E. minor*, nærast á smærri frumum kísilþörungna. Í báðum vatnshlotum var hlutféild rykmýslirfa af ætt þeymýs (*Chironominae*) svipuð (2–2,7%). Neðan Sporðöldulóns hafði hlutféild kulmýslirfa minnkað enn frekar miðað við efri vatnshlotin (14,8%). Bogmýslirfur voru ríkjandi þar áfram (63%) en hlutféild þeymýslirfa var meiri (19,7%) en í vatnshlotunum ofar. Í Tungnaá 1, neðan Sporðöldulóns, fundust jafnframt rykmýslirfur af ættkvísl *Macropelopia* sem tilheyrir ætt ránmýs (*Tanypodinae*) en þær var ekki að finna á lirlustigi í vatnshlotunum ofar.



Mynd 9. Hlutféill átta algengustu teg./ættkvísla rykmýslirfa á steinum á fjórum stöðum í Tungnaá í ágúst 2024. Aðrar tegundir/hópar voru sjaldgæfari og settir í hóp sem „Aðrar tegundir“.



Mynd 10. Kísilþörungur í görn rykmýslirfa í Tungnaá 3, neðan Krókslóns. Mynd A sýnir kísilþörungur í görn kulmýstegundarinnar *Diamesa bohemani/Zernyi*. Mynd B sýnir kísilþörungur í görn bogmýstegundarinnar *Eukieffer minor*. Myndirnar er teknar í smásjá við 200 falda stækkun. Ljósmyndir Ragnhildur P. Magnúsdóttir.

Auk blaðgrænu α , hefur tegundasamsetning og fjölbreytileiki hryggleysingja á botni straumvatna verið skilgreindur meðal líffræðilegra gæðapátta sem nota má til að flokka og meta vistfræðilegt ástand vatnshlota. Hryggleysingjar í straumvötnum er fjölbreyttur hópur sem hefur mikla útbreiðslu. Þeir eru nokkuð staðbundnir og endurspeglar því staðbundið ástand. Í Tungnaá voru reiknaðir þeir matsþættir (Tegundaaúðgi, Shannon fjölbreytileiki og jafndreifni) sem notaðir eru til að meta vistfræðilegt ástand og var fjöldi tegunda skilgreindur til samræmis við aðferðir sem notaðar voru við skilgreiningu á vistfræðilegum viðmiðum við ástandsflokkun straum- og stöðuvatna á Íslandi (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020, Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2026, Þóra Hrafnadóttir o.fl. 2025).

Í Tungnaá 1–3 neðan lóna, þar sem tært bergvatn var ríkjandi, var að finna tölverða tegundaaúðgi (20–27 tegundir/hópa) í samfélögum hryggleysingja (Tafla 5). Tegundaaúðgi hryggleysingja var mest í Tungnaá 1 neðan Sporðöldulóns. Þar voru tegundir og hópar hryggleysingja eins og vatnabobbi (*Radix balthica*), steinflugugyðlur (Plecoptera), lúsmýslirfur (Ceratopogonidae), tvívængjulirfur af ættkvísl *Limnophora* og rykmýslirfur af ættkvíslum *Psectrocladius* og *Macropelopia* sem ekki fundust í vatnshlotunum ofar. Í vatnshlotunum voru jafnframt til staðar nokkuð fjölbreytt botndýrasamfélög. Í Tungnaá 1–3 voru reiknuð gildi á Shannon fjölbreytni 6,24–8,05 og jafndreifin 0,23–0,40. Vegna ríkjandi hlutfalls bitmýslirfa í Tungnaá 1 og ána í Tungnaá 3 var Shannon fjölbreytileiki og jafndreifni þar þó heldur lægri en í Tungnaá 2 þar sem hlutfall tegunda/hópa hryggleysingja var jafnara.

Í jökulvatni Tungnaár 4 var tegundaaúðgi (13) nokkuð minni en í vatnshlotunum neðan Krókslóns (Tungnaá 1–3). Þar voru reiknuð gildi á Shannon fjölbreytileika (2,51) og jafndreifni (0,19) jafnframt nokkuð lægri vegna ríkjandi hlutfalls rykmýstegundarinnar, *E. minor*, sem var tæplega 79% af öllum hryggleysingjum á botni.

Tafla 5. Þéttleiki hryggleysingja, fjöldi tegunda, Shannon fjölbreytileiki og jafndreifni í fjórum vatnshlotum Tungnaár í ágúst 2024. Fjöldi tegunda er skilgreindur til samræmis við vistfræðileg viðmið við ástandsflokkun straum- og stöðuvatna á Íslandi (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020, Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2026, Þóra Hrafnisdóttir o.fl. 2025).

Vatnshlot	Vatnshlotanúmer	Vatnagerð	Þéttleiki (hryggleysingjar/m ²)	Fjöldi tegunda (tegundaauðgi)	Shannon fjölbreytileiki	Shannon jafndreifni
Tungnaá 4	103-878-R	RG	30.214	13	2,51	0,19
Tungnaá 3	103-973-R	RL2	68.352	22	6,61	0,30
Tungnaá 2	103-812-R	RL2	51.123	20	8,05	0,40
Tungnaá 1	103-1362-R	RL2	61.926	27	6,24	0,23

5.4 Hryggleysingjar í reki

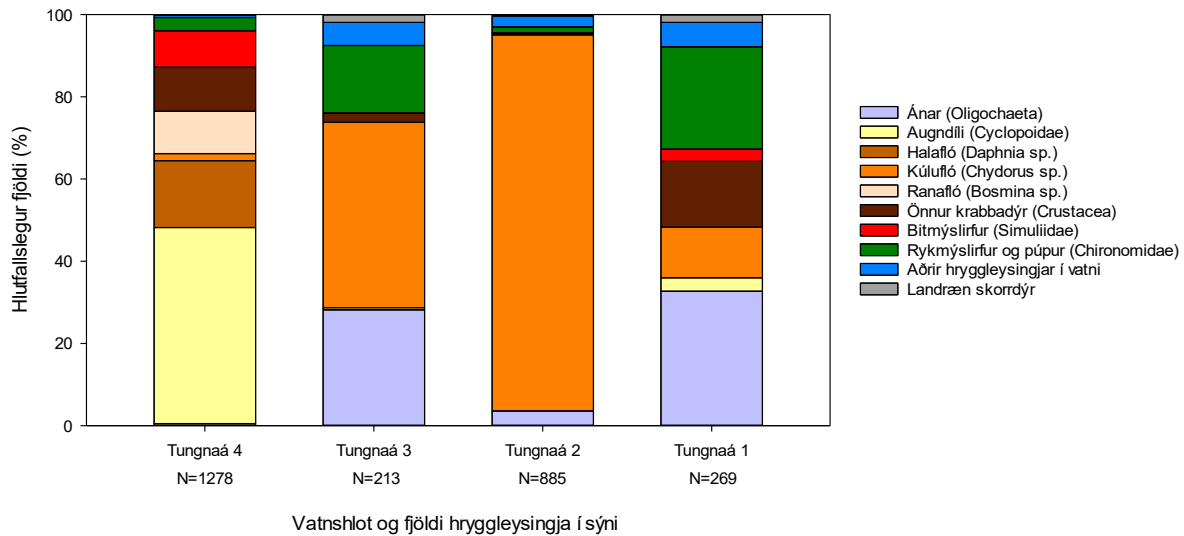
Í jökulvatni Tungnaár 4 voru sviflæg krabbadýr meginuppistaða lífvera í reksýnum og töldu þrjár hópar þeirra; augndíli (*Cyclopidae*), halafló (*Daphnia* sp.) og ranafló (*Bosmina* sp.) samtals 74,3% allra lífvera í reki (Mynd 11). Þessi krabbadýr eru algeng í svifvist stöðuvatna og eiga að öllum líkindum slíkan uppruna, m.a. frá Veiðivatnasvæðinu í gegnum Vatnkvísl. Þó sýnataka hryggleysingja á botni í jökulvatninu hafi gefið til kynna frekar fábreytta samfélagsgerð rykmýs gefur reksýni vísbendingu um fjölbreyttari fínu þess á svæðinu. Auk bogmýstegundanna þriggja *E. minor*, *E. claripennis* og *O. frigidus* sem fundust á lirlustigi á botni, voru lirlfur kulmýs og þeymýs (*Tanytarsini*) að finna í reksýnum auk púpustigs bogmýstegundar af ættkvísl *Thienemanniella*. Rykmýslirlfur í reksýnum voru einungis greindar til ætta undir víðsjá en ekki til tegunda eins og gert var með rykmýslirlfur af botni. Þessar rykmýslirlfur og púpur geta þó jafnframt verið lengra að komin líkt og sviflægu krabbadýrin.

Í Tungnaá 2 og 3 endurspegluðu reksýni flesta þá hópa hryggleysingja sem finna mátti á botni. Kúlufló (*Chydorus* sp.) var algengasta lífvera í reki í báðum vatnshlotum, sérstaklega í Tungnaá 2 neðan Hrauneyjalóns, þar sem hlutdeild hennar af lífverum í reki var yfirgnæfandi (91,5%) (Mynd 11). Í Tungnaá 3, neðan Krókslóns, var kúlufló tæplega helmingur allra lífvera í reki (45,1%). Kúluflóin var algengasta krabbadýrið í botnsýnum í báðum vatnshlotum en hlutdeild hennar var mun meiri í Tungnaá 2 þar sem þéttleiki (14.214 dýr/m²) og hlutdeild (27,8%) voru mun meiri en í Tungnaá 3 (5.402 dýr/m² og 7,9%).

Í Tungnaá 1 var hlutdeild ána (32,7%), krabbadýra (31,6%) og rykmýs (24,9%) í reksýnum nokkuð jöfn (Mynd 11). Bitmýslirlfur sem þar voru ríkjandi hópur hryggleysingja á botni (47,5%) virðast hins vegar ekki reka mikið með straumi niður ána því hlutfall þeirra í reksýnum var aðeins 3%.

Að jafnaði endurspegluðu reksýni í Tungnaá flestar þær tegundir og hópa hryggleysingja sem fundust á botni. Voru það einkum sjaldgæfari hópar hryggleysingja eins og t.d. vorflugulirlfur (*Trichoptera*), steinflugugyðlur (*Plecoptera*) og lúsmýslirlfur sem ekki komu fram í reksýnum en voru til staðar á botni í sumum vatnshlotanna (Viðauki 2 og 3). Ólíkir lífveruhópar reka í mismiklum mæli með straumvatninu og ræðst það meðal annars af því hvernig þeir nýta búsvæði sitt. Lífveruhópur eins og bitmýslirlfur, sem festa sig við undirlag á botni, eru síður líklegar til að koma fram í miklum mæli í reksýnum eins og sjá mátti í Tungnaá 1 þar sem þær voru tæplega helmingur allra hryggleysingja á botni (47,5%) en aðeins 3% lífvera í reksýnum. Hreyfanlegri lífveruhópar eins og t.d. krabbadýr skila sér í mun meira mæli í reksýni. Þannig var hlutdeild krabbadýra í reksýnum í Tungnaá á bilinu 31,6–91,9% meðan hlutdeild þeirra í botnsýnum var 3,4–30%.

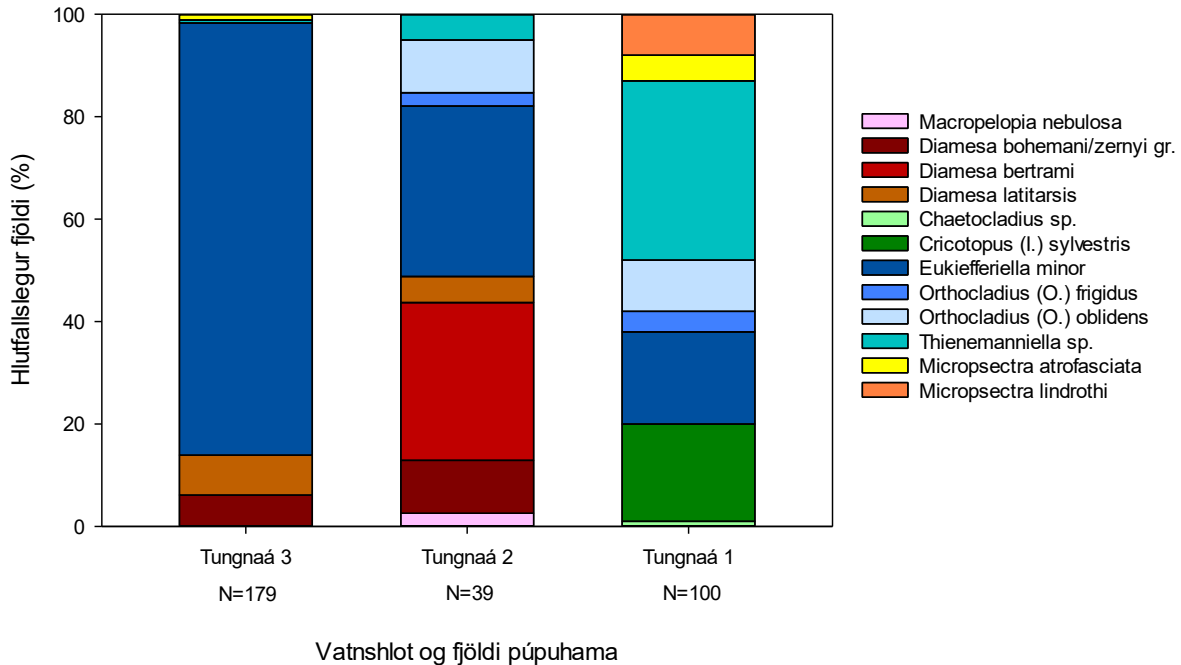
Hér hefur einungis verið gerð grein fyrir algengustu hópum hryggleysingja á reki í vatnshlotum Tungnaár en ítarlegri tegundalista má sjá í viðauka 3.



Mynd 11. Hlutföll sjö algengustu hópa hryggleysingja í reki í Tungnaá í ágúst 2024. Stór hluti lífvera í reki tilheyrðu hópi krabbadýra og eru fjórir algengustu hópar/ættkvíslir sýndir hér en sjaldgæfari hópar settir saman sem „Önnur krabbadýr“. Aðrir fáliðaðri hópar hryggleysingja sem lifa í vatni voru settir saman í hóp sem „Aðrir hryggleysingjar“ og landræn skordýr voru sett saman í hópinn „Landræn skordýr“. N sýnir fjölda lífvera í sýni.

Púpuhamir rykmýs fundust í reksýnum í öllum vatnshlotum Tungnaár neðan lóna (Tungnaá 1–3) en í jökulvatni Tungnaár ofan Krókslóns (Tungnaá 4) var engi púpuhami rykmýs að finna í reksýnum. Hamir rykmýspúpanna verða eftir á yfirborði vatnsins þegar myndbreyting púpanna lýkur, mýflugurnar smjúga út og fljúga upp. Hamirnir reka síðan niður frá klakstað og þannig fást upplýsingar um tegundir rykmýs af stærra svæði en við sýnatöku lirfa á botni auk upplýsinga um lífsferla. Greiningarlyklar fyrir púpuhami gefa jafnframt kost á því að greina til tegunda ýmsar ættkvíslir rykmýs sem ekki er hægt að greina til tegunda á lirlustigi. Til að púpuhamir endurspeglu tegundasmunningu rykmýs á hverjum stað þarf hins vegar að safna þeim nokkrum sinnum yfir sumarið þar sem flugtími rykmýstegunda getur verið á ólíkum tíma yfir sumarið. Þó reksýnum hafi einungis verið safnað einu sinni yfir sumarið í Tungnaá endurspegluðu púpuhamir rykmýs í reksýnum í Tungnaá 1–3 nokkuð vel þær tegundir/ættkvíslir sem til staðar voru á lirlustigi á botni (sjá viðauka 2 og 4). Heldur fleiri tegundir/ættkvíslir rykmýs voru þó að jafnaði að finna á lirlustigi en komu fram í púpuhömum í reksýnum og hlutföll tegunda var mismunandi. Í Tungnaá 3 neðan Krókslóns, þar sem kulmýslirfur voru ríkjandi á botni (68,5%), virðist hafa verið mikið um flug bogmýstegundarinnar *E. minor* þegar sýnatökur fóru fram því 84,4% púpuhama tilheyrðu þeirri tegund (Mynd 12). Í Tungnaá 2 neðan Hrauneyjalóns virðist hins vegar kulmýstegundir hafa verið í meira mæli að ljúka sínum lífsferlum því samanlögð hlutdeild þeirra af fjölda púpuhama var 46,2% en hlutdeild *E. minor* 33,3%. Í Tungnaá 1 neðan Sporðöldulóns var svo önnur smávaxin bogmýstegund af ættkvísl *Thienemanniella* að ljúka sýnum lífsferli (35% púpuhama). Þar hafði hlutfall hama *E. minor* lækkað enn (18%) og engir púpuhamir kulmýs fundust þar í reksýnum. Þar var einnig nokkuð af púpuhömum bogmýstegundarinnar *Cricotops (I.) sylvestris* en sú tegund fannst ekki á lirlustigi á botni. Af þeymýstegundum (Chironominae) fundust

Í reksýnum tvær tegundir af ættkvísl *Micropsectra*, *M. atraofasciata* og *M. lindrothi*, en liffur þeirrar ættkvíslar eru ekki greindar í sundur á lifrustigi. Í Tungnaá 2 neðan Hrauneyjalóns fannst jafnframt púpuhamur ránmýstegundarinnar *Macropelopia nebulosa* en liffur *Macropelopia* fundust eingöngu í Tungnaá 1 neðan Sporðöldulóns.



Mynd 12. Hlutföll tegunda/ættkvísla púpuhama rykmýs í Tungnaá í ágúst 2024. N sýnir fjölda púpuhama í hverju sýni. Engir púpuhamir komu fram í reksýnum í Tungnaá 4.

5.5 Fiskur

Seiðarannsókn var gerð í vatnshlotum Tungnaár 1–4 með rafveiði á fimm rannsóknstöðvum (Tafla 2). Efsta stöðin var í Tungnaá 4 ofan Krókslóns við Vesturbjalla (stöð 1), þar sem jökuláin rennur án áhrifa af virkjunum. Veitt var á fremur stórgrýttum hraunbotni þar sem straumur var stríður og árbotninn þakinn ármosa (*Fontinalis antipyretica*). Athugað svæði var í lítilli kvísl sem rennur með vinstri árbakka og stærð þess var 122,5 m². Þar veiddust átta seiði bleikju og urriða og var heildarþéttleikinn 6,5 seiði/100 m² (Tafla 6). Bleikjuseiðin voru þrjú og voru þau öll 1⁺ (Mynd 13) á lengdarbilinu 9,7–12,7 cm (9–18,9 g) þar sem meðallengd var 11,6 cm (Tafla 7). Fimm urriðaseiði veiddust og voru þau 1⁺ og 2⁺ að aldri. Þéttleiki 1⁺ urriðaseiða var 2,4 seiði/100 m² og þéttleiki 2⁺ var 1,6 seiði/100 m². Eins árs seiðin voru á lengdarbilinu 7,5–9,6 cm (4,8–9,1 g) og meðallengdin 8,8 cm. Lengdarspönn 2⁺ urriðaseiða var 11,8–12,7 cm og meðallengdin 12,3 cm.

Tafla 6. Vísitala seiðarþéttleika, sem fjöldi seiða á 100 m² eftir veiðistöðum, tegund og aldri.

Vatnsfall	Staður	Stöð nr.	Veiddir m ²	Tegund:								
				Bleikja			Urriði			Laxfiskar		
				Aldur:	0 ⁺	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	0 ⁺	1 ⁺	2 ⁺	Samtals
Tungnaá 4	Vesturbjallar	1	122,5			2,4				2,4	1,6	6,5
Tungnaá 3	Sigalda	5	180				1,1		0,6			1,7
Tungnaá 2	Hrauneyjar	6	189				0,5	0,5				1,1
Tungnaá 1	Raflína	7	230		1,3							1,3
Tungnaá 1	Malareyrar	8	108		20,4	0,9			1,9			23,1

Tafla 7. Meðallengd, staðalfrávik og fjöldi seiða (í sviga) eftir veiddum stöðum, tegundum og aldri.

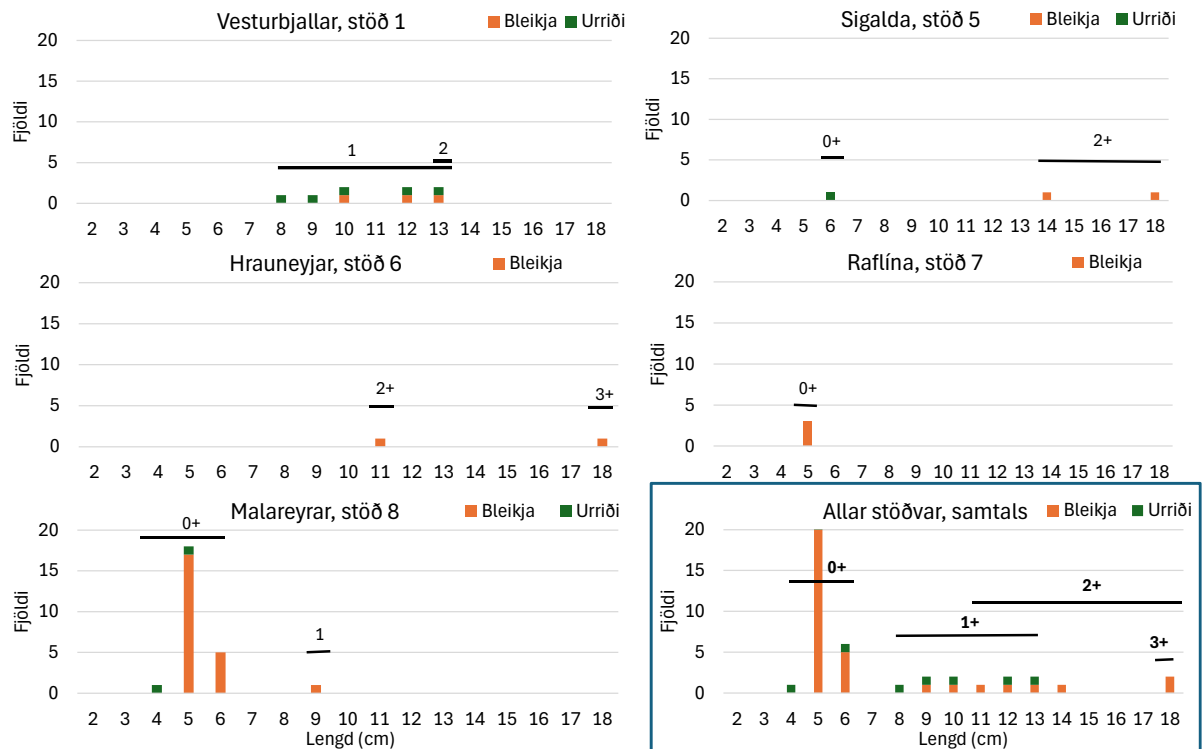
Vatnsfall	Staður	Stöð nr.	Bleikja				Urriði		Urriði	
			0 ⁺	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	0 ⁺	1 ⁺	2 ⁺	
Tungnaá 4	Vesturbjallar	1		11,6±0,2 (3)					8,8±1,1(3)	12,3±0,6(2)
Tungnaá 3	Sigalda	5			16,1±3,0(2)			5,9(1)		
Tungnaá 2	Hrauneyjar	6			11,0(1)	18,5(1)				
Tungnaá 1	Raflína	7	5,2±0,2(3)							
Tungnaá 1	Malareyrar	8	5,2±0,4(22)	8,9(1)				4,7±0,4(2)		

Rafveitt var í Tungnaá 3 sem liggur á milli Krókslóns og Hrauneyjalóns. Veitt var á malarbroti u.þ.b. 100 m ofan við Sigöldufoss (stöð 5) þar sem stöku stórgrýti var einnig að finna. Á árbotninum var þvermál steina 7–20 cm algengast en smærri botngerð inn á milli. Allnokkur gróður var á árbotninum og þörungateppi sem líklega var vatnaflóki (*Didymosphenia geminata*). Veitt var á 180 m² botnflatar og veiddust tvö 2⁺ bleikjuseiði og eitt 0⁺ urriðaseiði. Þéttleiki seiða var 1,1 bleikjuseiði/100 m² og 0,6 urriðaseiði/100 m². Lengd bleikjuseiðanna var 14,0 og 18,2 cm (34,4 og 66,1 g) en urriðaseiðið var 5,9 cm og 2 g.

Rafveitt var í Tungnaá 2 sem liggur neðan Hrauneyjalóns og ofan Sporðöldulóns. Veitt var vestan Fossöldu (stöð 6), ofan við brú á Sprengisandsleið þar sem botngerðin einkenndist af grófum malarbotni (þvermál steina: 7–20 cm) en hér og þar var stórgrýti og klapparbotn gægðist upp úr inn á milli, örliði var af fínni möl (kornastærð: 1–7 cm). Veitt var á 189 m² botnflatar og veiddust þar tvö bleikjuseiði, 11,0 cm (11,9 g) og 18,5 cm (60,9 g). Aldursgreining á smærra bleikjuseiðinu var 2⁺ og því stærra 3⁺. Þéttleikinn var samtals 1,1 bleikjuseiði/100m².

Rafveitt var á tveimur stöðum í Tungnaá 1 neðan Sporðöldulóns (stöðvar 7 og 8). Báðar stöðvarnar er að finna á víðáttumiklum malareyrum og var sú neðri (stöð 7) undir raflínu skammt ofan þar sem Tungnaá rennur ofan í lágt gljúfur ofan Halds en sú efri (stöð 8) var um 700 m ofar. Munur var á botngerð milli stöðva, þar sem botngerðin var fínkornóttari á neðri stöðinni, þar sem mest var af fínni möl (1–7 cm kornastærð) en heldur grófari á efri stöðinni (ríkjandi kornastærð 7–20 cm). Á neðri stöðinni (stöð 7) veiddust þrjú sumargömul (0⁺) bleikjuseiði en ekki önnur seiði og var þéttleikinn 1,3 seiði/100m². Á efri stöðinni (stöð 8) var mun meiri veiði og þar var bæði bleikju- og urriðaseiði að finna en bleikjan þó ríkjandi. Öll bleikjuseiðin nema eitt voru 0⁺ en 8,9 cm og 6,7 g bleikjuseiði var 1⁺. Sumargömlu (0⁺) bleikjuseiðin voru á lengdarbilinu 4,5–5,8 cm en þau voru ekki vegin. Meðallengd sumargömlu bleikjuseiðanna var 5,2 cm á báðum stöðum. Tvö urriðaseiði veiddust á efri stöðinni (stöð 8) og voru þau bæði 0⁺ og lengdin var 4,4 og 5,0 cm (4,7 cm meðallengd). Samtals var þéttleiki

bleikjunnar 1,3 seiði/100 m² á neðri stöðinni en heildarþéttleikinn var 23,1 laxfiskaseiði/100 m² á efri stöðinni (sjá töflu 6).



Mynd 13. Lengdardreifing bleikju- og urriðaseiða eftir aldri og veiðistöðum í Tungnaá þann 19. ágúst 2024.

Fæða var skoðuð hjá átta seiðanna sem veiddust á þessum fimm rafveiðistöðum. Í Tungnaá 4 var fæða skoðuð hjá tveimur urriðaseiðum og hjá einu bleikjuseiði sem veiddust á efstu stöð við Vesturbjalla (stöð 1). Fæða eins 12,3 cm og 1⁺ bleikjuseiðis var skoðuð og var magafyllin á fyllingarstigi 1 (25% magafylling) og greindust þrjár fæðugerðir; rykmýslirfur (50%), bitmýslirfur (30%) og vorflugulirfur (20%). Maginn var tómur hjá 11,8 cm og 2⁺ urriðaseiði þar sem maginn var skoðaður en 9,6 cm og 1⁺ urriðaseiði var með fyllingarstig 2 (50% magafylli) þar sem ógreindar skordýraleifar var fæðan.

Fæða var skoðuð hjá öllum þremur seiðunum sem veiddust ofan við Sigöldufoss (stöð 5) í Tungnaá 3. Þau voru öll með rykmýslirfur sem fæðu og magafyllin var á fyllingarstigi 2–4 (meðalfylling=3).

Fæða var skoðuð hjá báðum bleikjuseiðunum sem veiddust í Tungnaá 2, vestan Fossöldu (stöð 6). Annað seiðanna var með tóman maga en 18,5 cm og 3⁺ bleikjuseiðið var með fyllingarstig 2 þar sem þrjár fæðugerðir voru greindar; rykmýspúpur (60%), rykmýslirfur (20%) og tvívængjulirfur (20%).

Fæða var skoðuð hjá 8,9 cm og 1⁺ bleikjuseiðinu sem veiddist á malareyrnum neðan Sporðöldulóns í Tungnaá 1 (stöð 8) og var fyllingarstigið 1 og eina fæðugerðin var rykmýslirfur.

Í jökulvatni Tungnaár 4, ofan Krókslóns, fundust bleikju- og urriðaseiði í sambærilegum þéttleika og á sama aldri og fundust á svæðinu árið 1999 (Guðni Guðbergsson og Magnús Jóhannsson 1999). Ekki eru til eldri gögn til að bera saman við niðurstöður seiðarannsóknna í Tungnaá 3 og Tungnaá 2, neðan Krókslóns og Hrauneyjalóns, en ekki kom á óvart að finna þar bleikjuseiði. Urriði er náttúrulegur

fiskstofn á vatnasvæðinu, en bleikja barst í Tungnaá á sjöunda áratug tuttugustu aldar með sleppingum í stöðuvötn tengd Tungnaá (Benóný Jónsson 2011). Í Tungnaá 2 og 3 eru aðstæður að öllum líkindum hentugri bleikju en urriða, þar sem þar rennur fremur kalt lindarvatn og er vatnshiti líklega takmarkandi þáttur á útbreiðslu urriða. Í Tungnaá 3 fannst þó einnig sumargamalt urriðaseiði sem sýnir fram á tilvist og nýliðun urriða þar. Í Tungnaá 1, neðan Sporðöldulóns, fundust bæði bleikju- og urriðaseiði en bleikjan var ríkjandi tegund í seiðaframleiðslu. Þéttleiki, aldur og tegundasamsetning seiða var mjög sambærileg við það sem áður hefur greinst á svæðinu (Benóný Jónsson og Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir 2020). Eldri gögn sýna að þéttleiki bleikjuseiða í Tungnaá 1 jókst mikið við það að mest allt jökulvatnið var leitt úr farveginum yfir í aðrennslisskurð að Sporðöldulóni eftir að rekstur Búðarhálsstöðvar hófst (Benóný Jónsson og Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir 2020).

6 Mat á vistfræðilegu ástandi og vistmegni vatnshlota í Tungnaá

6.1 Aðferðir við mat á ástandi og vistmegni vatnshlota

Samkvæmt lögum um stjórn vatnamála nr. 36/2011 skal nota skilgreinda gæðapætti í vatnshlotum til að flokka straum- og stöðuvötn í samræmi við vistfræðilegt ástand þeirra. Flokkunin er gerð á grundvelli líffræðilegra, eðlisefnafræðilegra og vatnsformfræðilegra gæðapátta. Mat á vistfræðilegu ástandi vatnshlota byggir á niðurstöðum rannsókna á gæðapáttum sem framkvæmdar eru með stöðluðum aðferðum (Eydís Salome Eiríksdóttir 2022, Jón S. Ólafsson o.fl. 2022, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir o.fl. 2022, Haraldur R. Ingvason o.fl. 2022). Niðurstöðurnar eru bornar saman við skilgreind viðmið fyrir viðkomandi gerð vatnshlota sem eru aðlöguð aðstæðum á Íslandi (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020; 2026). Niðurstöður matsins eru settar fram sem vistfræðilegt gæðahlutfall (EQR; nEQR) sem skiptist í fimm vistfræðilega ástandsflokka og eru niðurstöður vöktunar á vistfræðilegu ástandi sett fram sem tölugildi á bilinu 0–1, þar sem 1 endurspeglar besta ástand og 0 endurspeglar versta ástand.

Megin markmiðið er að vatnshlot uppfylli skilyrði um mjög gott eða gott vistfræðilegt ástand (e. ecological status). Sum vatnshlot hafa hins vegar orðið fyrir umfangsmiklum breytingum af mannavöldum og geta í sumum tilvikum verið skilgreind sem manngert eða mikið breytt vatnshlot. Umhverfismarkmið fyrir manngerð og mikið breytt vatnshlot er gott vistmegin (e. good ecological potential). Mat á vistmegni manngerðra og mikið breyttra vatnshlota byggir á líffræðilegum, eðlisefnafræðilegum og vatnsformfræðilegum gæðapáttum og er miðað við matsþætti sem eiga við um þá gerð vatnshlota sem er hvað sambærilegust. Til dæmis skal miða við gæðapætti í stöðuvatni ef um er að ræða straumvatn sem breytt hefur verið í stöðuvatn (s.s. uppistöðulón til raforkuframleiðslu). Aðferðum við mat á vistmegni mikið breyttra og manngerðra vatnshlota á Íslandi er lýst í skýrslu Hafrannsóknastofnunar, Náttúrufræðistofnunar og Veðurstofu Íslands (Fjóra Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024). Þar er lagt til að vistmegin mikið breyttra vatnshlota á Íslandi sé metið út frá mótvægisáðgerðum og niðurstöðum mælinga á gæðapáttum eftir því sem við á. Nálgunin byggir á því að 1) mótvægisáðgerðir séu viðeigandi, 2) niðurstöður mælinga á gæðapáttum sem eru síður næmir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum skulu ná a.m.k. *góðu vistfræðilegu ástandi* líkt og náttúruleg vatnshlot og 3) að gæðapættir sem eru viðkvæmir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum séu metnir með tilliti til þeirra vatnsformfræðilegu breytinga sem orðið hafa í vatnshlotunum af manna völdum, að teknu tilliti til mótvægisáðgerða (Fjóra Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

Tungnaá 1 (103–1362–R), Tungnaá 2 (103–812–R), Tungnaá 3 (103–973–R) og Tungnaá 4 (103–878–R) eru skilgreind vatnshlot og hægt er að nota niðurstöður úr rannsókninni sem gerð var 2024 til að meta hvort vatnshlotin uppfylli umhverfismarkmið um vistfræðilegt ástand eða vistmegin með tilliti til eðlisefna- og líffræðilega gæðapætti. Tungnaá 4 er óraskað vatnshlot með umhverfismarkmiðið mjög gott vistfræðilegt ástand en hin vatnshlotin, Tungnaá 1–3, hafa orðið fyrir verulegum vatnsformfræðilegum breytingum vegna virkjanaframkvæmda og uppfylla skilyrði þess að teljast mikið breytt vatnshlot. Tungnaá 2 og 3 eru í opinberu ferli sem miðar að formlegri skilgreiningu sem mikið breytt vatnshlot (Umhverfis- og orkustofnun 2026). Tungnaá 1 er mjög sambærileg við Tungnaá 2 og 3 og ætti að vera á sama lista yfir mikið breytt vatnshlot, en tilnefning þess hefur ekki enn farið fram. Í

Þessum kafla verður þó fjallað um Tungnaá 1 sem mikið breytt vatnshlot, líkt og Tungnaá 2 og 3 þar sem vatnsaflsvirkjanir hafa valdið sambærilegum áhrifum í öllum þessum vatnshlotum.

Söfnun sýna fyrir eðlisefnafræðilega gæðapætti og mælingar á blaðgrænu a var í samræmi við leiðbeiningar um söfnun sýna fyrir stjórn vatnamála, nema hvað að blaðgræna var aðeins mæld einu sinni yfir sumarið og aðeins var safnað einu vatnssýni en ekki fjórum sinnum eins og gert er ráð fyrir í leiðbeiningunum. Í töflum 8 til 11 má sjá útreiknaða stuðla fyrir gæðapætti sem athugaðir voru í Tungnaá 1–4 miðað við útgefin viðmið (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020; 2026). Niðurstöðurnar eru gefnar upp sem vistfræðilegt gæðahlutfall (EQR) sem er sett fram sem tölugildi á bilinu 0 til 1. Vatnshlot telst vera í mjög góðu ástandi ef samræmt vistfræðilegt gæðahlutfall (nEQR) er á bilinu 0,8 til 1, í góðu ástandi ef það er á bilinu 0,6–0,8 en ef það er lægra en 0,6 telst vatnshlotið ekki vera í viðunandi ástandi. Ekki er búið að gefa út viðmið og ástandsflokka fyrir líffræðilega gæðapætti í jökulám en unnið er að endurútgáfu skýrslu frá 2020 um vistfræðileg viðmið fyrir ástandsflokkun straum- og stöðuvatna (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020; 2026). Þar er búið að breyta nálgunum við úrvinnslu og útreikninga á matsþáttum fyrir hryggleysingja í ám og vötnum, auk þess sem viðmiðunargildum og ástandsflokkum hryggleysingja í jökulám hefur verið bætt við (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2026). Í töflum 8 til 11 eru niðurstöður úr greiningum hryggleysingja bornar saman við viðmið og ástandsflokka sem verða í endurútgáfu skýrslu um ástandsflokka straum- og stöðuvatna sem unnið er að (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2026).

Samkvæmt vatnaáætlun (Umhverfisstofnun 2022) er stefnt að því að fiskur (tegundasamsetning, þéttleiki og aldursdreifing) verði hluti af líffræðilegum gæðapáttum hér á landi við mat á vistfræðilegu ástandi yfirborðsvatns í næsta vatnahring (2028–2033) og hefur nokkur undirbúningsvinna farið fram hér á landi við að þróa mögulegar aðferðir til að meta vistfræðilegt ástand vatnshlota út frá fiskstofnum (sjá t.d. Þórólfur Antonsson o.fl. 2014, Friðþjófur Árnason 2014, Eydís Salome Eiríksdóttir og Ingi Rúnar Jónsson 2023). Fiskar eru þeir líffræðilegu gæðapættir sem eru hvað næmastir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum vatnshlota.

6.2 Vistfræðilegt ástand Tungnaár 4

Í Tungnaá 4 (ofan Krókslóns) hafa ekki orðið vatnsformfræðilegar breytingar vegna vatnsaflsvirkjana og er rennsli þar óraskað. Niðurstöður rannsókna á líffræðilegum og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum í Tungnaá 4 sumarið 2024 eru í töflum 3–7. Niðurstöðurnar voru notaðar ásamt viðmiðunargildum fyrir sambærilegustu vatnagerð (RG og RL2) til að meta hvort vatnshlotið nái umhverfismarkmiði (vistfræðilegt ástand). Útreikningarnir eru settir fram sem vistfræðilegt gæðahlutfall (EQR/nEQR) og eru í töflu 8. Útreikningur á nEQR fyrir eðlisefnafræðilega gæðapætti í Tungnaá 4 eru á bilinu 0,97–1 og telst vatnshlotið því vera í mjög góðu ástandi með tilliti til eðlisefnafræði.

Eins og fram hefur komið hefur flokkunarkerfi ekki verið skilgreint fyrir magn blaðgrænu a í jökulám (RG) og lítið til af gögnum um blaðgrænu a í jökulám á Íslandi. Þó eru til slíkar mælingar í Skaftá árið 2012 (Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir o.fl. 2012), Vestari Jökulsá árið 2022 (Iris Hansen o.fl. 2025) og Þjórsá árið 2024 (Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir o.fl. 2025). Í þessum jökulám mældist blaðgræna a á botni 0,16–4,4 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ á mælistöðvum sem voru ógrónir af mosa (mosi á botni truflar mælingar á blaðgrænu a). Mælingar sem gerðar voru á blaðgrænu a í Tungnaá 4 (1,48 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$) voru vel innan þeirrar spannar. Í jökulvatni Tungnaár ofan Krókslóns er þáttur grunnvatns töluverður og hefur verið metinn allt að 53% af heildarrennsli ofan vatnshæðamælis við Maríufossa (Snævar Örn Georgsson 2016). Þar sem ekki eru

til viðmiðunargildi fyrir blaðgrænu *a* í jökulvatni (RG) var mat á ástandi Tungnaár 4 með tilliti til blaðgrænu *a* gert með samanburði við vatnagerð RL2 og bendir sá samanburður til mjög góðs ástand (nEQR 1). Það er því mat höfunda, miðað við fyrirbyggjandi gögn um blaðgrænu *a* í óröskuðum jökulám eins og Skaftá (0,16–0,65 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$) og Vestari Jökulsá (0,20–3,95 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$) ásamt samanburði við vatnagerð RL2, að mæld gildi matsþátta fyrir blaðgrænu *a* í Tungnaá 4 endurspegli mjög gott ástand. Það er þó með þeim fyrirvara að blaðgræna var aðeins mæld einu sinni yfir sumarið en í leiðbeiningum miðað við a.m.k. tvær mælingar yfir vaxtartíma þörunga.

Eins og fram hefur komið er ekki búið að gefa út viðmið fyrir líffræðilega gæðapætti í jökulám. Í endurútgáfu á skýrslu um viðmið og ástandsflokkun straum- og stöðuvatna (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2026) eru viðmið og ástandsflokkar fyrir hryggleysingja í jökulám (RG). Við ástandsflokkun Tungnaár 4 (Tafla 8) eru niðurstöður bornar saman við viðmið sem þar eru birt. Viðmið fyrir jökulár eru; Tegundaauðgi 10, Shannon fjölbreytileiki 4,3 og Shannon jafndreifni 0,49. Útreikningar á matsþáttum fyrir hryggleysingja í Tungnaá 4 benda til að tegundafjöldi (13) þar sé heldur meiri en í öðrum jökulám sem notaðar voru til að skilgreina viðmiðunargildi fyrir matsþætti hryggleysingja og er vatnshlotið því í mjög góðu ástandi með tilliti til tegundaauðgi. Reiknuð gildi á Shannon fjölbreytileika (2,51) benda einnig til mjög góðs ástands þó fjölbreytileiki væri þar heldur minni en skilgreind viðmiðunargildi. Í Tungnaá 4 var að finna töluverðan þéttleika einnar bogmýstegundar, *E. minor*, sem var 78,9% allra hryggleysingja. Það hafði áhrif á reiknuð gildi á Shannon jafndreifni (0,19) sem var heldur lægri en viðmiðunargildi fyrir jökulár. Tungnaá 4 telst þó góðu ástandi með tilliti til jafndreifni hryggleysingja. Þessi bogmýstegund, *E. minor*, sem var mjög ríkjandi í Tungnaá 4 er mjög algeng í bergvatnsám hér á landi (sjá t.d. Hrafnadóttir 2005) og oft mjög ríkjandi þar sem skilyrði henta henni vel. Meðaltal á samræmdu vistfræðilegu gæðahlutfalli (nEQR; 0,83) bendir til að vatnshlotið sé í mjög góðu vistfræðilegu ástandi með tilliti til hryggleysingja.

Urriði er náttúrulegur fiskstofn á vatnasvæði Tungnaár en bleikja barst í Tungnaá á sjöunda áratug tuttugustu aldar með sleppingum í stöðuvötn tengd Tungnaá (Benóný Jónsson 2011). Samkvæmt úttekt á fiskstofnum og uppeldisskilyrðum fiska á vatnasvæði Tungnaár árið 1999 (Guðni Guðbergsson og Magnús Jóhannsson 1999) virðist uppeldi urriða í Tungnaá ofan Krókslóns að mestu bundið við neðri hluta árinna, neðan Vatnakvíslar, þar sem straums gætir og botn er grófur. Í óraskaða hluta Tungnaár ofan Krókslóns (Tungnaá 4), fundust bleikju- og urriðaseiði árið 2024 í sambærilegum þéttleika og með svipaða aldursdreifingu og fundust á svæðinu árið 1999 (Guðni Guðbergsson og Magnús Jóhannsson 1999).

Tafla 8. Útreikningur á vistfræðilegu gæðahlutfalli (EQR) í Tungnaá 4 út frá mælingu á eðlisefnafræðilegum gæðapáttum, blaðgrænu *a* og hryggleysingjum í sýnum sem safnað var 2024. Ástandsflokkunin er gerð á grundvelli útreiknings á samræmdu vistfræðilegu gæðahlutfalli, nEQR, (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020)

	Matspættir	Einingar	Mæli- gildi	EQR	nEQR	Litakóði ástands- flokunar	
Lífræðilegir gæðapættir	Blaðgræna <i>a</i>	µg/l	1,48	1**	1		
	Hryggleysingjar						
	Tegundaauðgi		13	1*	1		
	Shannon fjölbreytileiki		2,51	0,58*	0,82		
	Shannon jafndreifni		0,19	0,39*	0,66		
	Meðaltal hryggleysingjar					0,83	
Eðlisefnafræðilegir gæðapættir	Leiðni	µS/cm	84,5	0,95	0,97		
	pH		7,73	1	1		
	Basavirkni/Alkalinity	meq/l	0,555	0,96	0,98		
	Meðaltal nEQR súrnunarástand					0,99	
	PO ₄	µmól/l	0,806	1	1		
	NO ₃	µmól/l	0,557	1	1		
	NH ₄	µmól/l	0,250	1	1		
	Meðaltal nEQR næringarefni					1	

* Miðað við óútgefin viðmið fyrir hryggleysingja í jökulám (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2026, skýrsla í vinnslu)

** Flokkunarkerfi hefur enn sem komið er ekki verið skilgreint fyrir magn blaðgrænu *a* í jökulám (RG) og voru notuð þess í stað viðmið fyrir blaðgrænu *a* í vatnagerð RL2.

6.3 Vistmegin Tungnaár 1–3

Mat á vistmegni mikið breyttra vatnshlota hefur ekki verið gert á Íslandi enn sem komið er því formleg skilgreining á slíkum vatnshlotum hefur ekki verið gerð. Nú stendur yfir opinber kynning á uppfærslu á vatnaáætlun Íslands (2022–2027) þar sem markmiðið er að skilgreina manngerð og mikið breytt vatnshlot (Umhverfis- og orkustofnun 2026). Aðferðir við mat á vistmegni mikið breyttra vatnshlota sem lýst hefur verið (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024) byggja annars vegar á samburði við útgefin viðmið sem notuð eru í óröskuðum vatnshlotum og frávikum frá þeim (EQR) og hins vegar á mati á mótvægisáðgerðum og virkni þeirra. Við matið er gengið út frá því að líffræðilegir og eðlisefnafræðilegir gæðapættir sem **eru ekki næmir** fyrir vatnsformfræðilegum breytingum skuli ná a.m.k. góðu vistfræðilegu ástandi líkt og náttúruleg vatnshlot sem eru hvað sambærilegust við þau mikið breyttu. Við mat á gæðapáttum sem **eru viðkvæmir** fyrir vatnsformfræðilegum breytingum þarf hins vegar að taka mið af breytingum sem orðið hafa í vatnshlotunum (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

Niðurstöður rannsókna á líffræðilegum og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum í Tungnaá 1–3 sumarið 2024 eru í töflum 3–7. Niðurstöðurnar voru notaðar ásamt viðmiðunargildum fyrir vatnagerð RL2, til að meta hvort þær víkja frá því sem búast má við í sambærilegustu vatnagerð (RL2). Útreikningarnir eru settir fram sem vistfræðilegt gæðahlutfall (EQR/nEQR) og eru í töflum 9–11.

Neðan Krókslóns (Tungnaá 1–3) hefur rennsli Tungnaár verið raskað vegna vatnsaflsvirkjana og vatnsformfræði verið breytt úr jökulvatni (RG) í tært grunnvatnsrennsli. Því voru niðurstöður mælinga í þeim vatnshlotum borin saman við uppgefin viðmið fyrir vatnagerð RL2 sem eru bergvatnsár á láglandi (<600 m), á yngri berggrunni (<3,3 millj. ára), án áhrifa af vötnum og votlendi á vatnasviðinu. Ár af gerð RL2 einkennast af draga- og lindarvatni sem blandast saman í mismiklu mæli. Mæld gildi á leiðni (110,3–116,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$) og styrk fosfórs (1,13–1,90 $\mu\text{mól}/\text{l}$) í vatnshlotum Tungnaár 1–3 benda til ríkra lindarvatnseiginleika og voru því notuð viðmiðunargildi RL2b fyrir fosfór (PO_4) og rafleiðni (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020).

Tafla 9. Útreikningur á vistfræðilegu gæðahlutfalli (EQR) í Tungnaá 3 út frá mælingu á eðlisefnafræðilegum gæðabáttum, blaðgræna α og hryggleysingjum í sýnum sem safnað var 2024. Ástandsflokkunin er gerð á grundvelli útreiknings á samræmdu vistfræðilegu gæðahlutfalli, nEQR, (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020)

	Matsþættir	Einingar	Mæli- gildi	EQR	nEQR	Litakóði ástands- flokunar	
Lífræðilegir gæðabættir	Blaðgræna α	$\mu\text{g}/\text{l}$	5,65	0,28	0,51	*	
	Hryggleysingjar						
	Tegundaaúðgi		22	1**	1		
	Shannon fjölbreytileiki		6,61	0,99**	0,99		
	Shannon jafndreifni		0,30	0,81**	0,91		
	Meðaltal hryggleysingjar					0,97	
Eðlisefnafræðilegir gæðabættir	Leiðni	$\mu\text{S}/\text{cm}$	114,0	1	1		
	pH		9,01	1	1		
	Basavirkni/Alkalinity	meq/l	0,756	1	1		
	Meðaltal nEQR súrnunarástand					1	
	PO_4	$\mu\text{mól}/\text{l}$	1,48	0,67	0,84		
	NO_3	$\mu\text{mól}/\text{l}$	0,857	1	1		
	NH_4	$\mu\text{mól}/\text{l}$	0,664	1	1		
	Meðaltal nEQR næringarefni					0,95	

*Það er mat höfunda að blaðgræna α endurspegli a.m.k. gott vistfræðilegt ástand miðað við sambærilegustu straumvötn með ríka lindarvatns eiginleika (Grenlæk og Tungufljót). Sjá umfjöllun í texta í kafla 6.3.2

**Reiknað miðað við uppfærð viðmiðunargildi fyrir hryggleysingja (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2026)

Tafla 10. Útreikningur á vistfræðilegu gæðahlutfalli (EQR) í Tungnaá 2 út frá mælingu á eðlisefnafræðilegum gæðapáttum, blaðgrænu a og hryggleysingjum í sýnum sem safnað var 2024. Ástandsflokkunin er gerð á grundvelli útreiknings á samræmdu vistfræðilegu gæðahlutfalli, nEQR, (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020)

	Matspættir	Einingar	Mæli- gildi	EQR	nEQR	Litakóði ástands- flokunar	
Lífræðilegir gæðapættir	Blaðgræna a	µg/l	8,89	0,18	0,33*	*	
	Hryggleysingjar						
	Tegundaaúðgi		20	1**	1		
	Shannon fjölbreytileiki		8,05	1**	1		
	Shannon jafndreifni		0,40	1**	1		
	Meðaltal hryggleysingjar					1	
Eðlisefnafræðilegir gæðapættir	Leiðni	µS/cm	110,3	1	1		
	pH		8,92	1	1		
	Basavirkni/Alkalinity	meq/l	0,777	1	1		
	Meðaltal nEQR súrnunarástand					1	
	PO ₄	µmól/l	1,903	0,53	0,70		
	NO ₃	µmól/l	1,71	1	1		
	NH ₄	µmól/l	<0,21	1	1		
Meðaltal nEQR næringarefni					0,90		

*Það er mat höfunda að blaðgræna a endurspegli a.m.k. gott vistfræðilegt ástand miðað við sambærilegustu straumvötn með ríka lindarvatns eiginleika (Grenlæk og Tungufljót). Sjá umfjöllun í texta í kafla 6.3.2

**Reiknað miðað við uppfærð viðmiðunargildi fyrir hryggleysingja (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2026)

Tafla 11. Útreikningur á vistfræðilegu gæðahlutfalli (EQR) í Tungnaá 1 út frá mælingu á eðlisefnafræðilegum gæðapáttum, blaðgræna *a* og hryggleysingjum í sýnum sem safnað var 2024. Ástandsflokkunin er gerð á grundvelli útreiknings á samræmdu vistfræðilegu gæðahlutfalli, nEQR, (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020)

	Matsþættir	Einingar	Mæli- gildi	EQR	nEQR	Litakóði ástands- flokunar
Lífræðilegir gæðapættir	Blaðgræna <i>a</i>	µg/l	2,18	0,73	0,89	
	Hryggleysingjar					
	Tegundaauðgi		27	1*	1	
	Shannon fjölbreytileiki		6,24	0,93*	0,97	
	Shannon jafndreifni		0,23	0,62*	0,82	
	Meðaltal hryggleysingjar					0,93
Eðlisefnafræðilegir gæðapættir	Leiðni	µS/cm	116,7	0,99	0,99	
	pH		8,50	1	1	
	Basavirkni/Alkalinity	meq/l	0,793	1	1	
	Meðaltal nEQR súrnunarástand				1	
	PO ₄	µmól/l	1,129	0,89	0,94	
	NO ₃	µmól/l	<0,14	1	1	
	NH ₄	µmól/l	<0,21	1	1	
	Meðaltal nEQR næringarefni					0,98

*Reiknað miðað við uppfærð viðmiðunargildi fyrir hryggleysingja (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2026)

6.3.1 Mat á vistmegni miðað við eðlisefnafræðilega gæðapætti

Útreikningur á nEQR fyrir eðlisefnafræðilega gæðapætti í Tungnaá 3 eru á bilinu 0,84–1 og telst vatnshlotið því í mjög góðu ástandi með tilliti til eðlisefnafræði (Tafla 9). Í Tungnaá 2 voru útreikningar á nEQR fyrir eðlisefnafræðilega gæðapætti á bilinu 0,70–1 (Tafla 10). Þar endurspegla mæld gildi á fosfór (1,90 µmól/l) gott vistfræðilegt ástand með tilliti til styrks fosfórs miðað við viðmið fyrir RL2b. Meðaltal á nEQR fyrir næringarefni í Tungnaá 2 (nEQR; 0,90) bendir til að vatnshlotið sé í mjög góðu vistfræðilegu ástandi með tilliti til næringarefna og það á einnig við um aðra eðlisefnafræðilega þætti. Í vatnshlotinu Tungnaá 1 voru útreikningar á nEQR fyrir eðlisefnafræðilega gæðapætti á bilinu 0,94–1 og telst því í mjög góðu ástandi með tilliti til eðlisefnafræði (Tafla 11). Flokkunin er þó gerð með þeim fyrirvara að flokkunin á eðlisefnafræðilegu ástandi í Tungnaá byggir aðeins á einni mælingu en ekki fjórum eins og miðað er við í leiðbeiningum fyrir ástandsflokkun (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2022). Á það einnig við um Tungnaá 4.

Þessar niðurstöður byggja eingöngu á mælingum á sumarstyrk uppleystra næringarefna en ástandsflokkunarkerfi fyrir næringarefnaástand var byggt á meðaltali tveggja til fjögurra mælinga sem safnað var á öllum árstíðum (eða a.m.k. að sumri og vetri) við mismikil áhrif lífríkis á efnastyrk í vatni. Í farveg Tungnaár 2 og 3 streymir talsvert magn lindarvatns sem er ríkt af uppleystum efnem, þ.m.t. af næringarefnunum fosfór og nítat. Lindarvatnið streymir inn á mörgum stöðum í farveginum og því er þar gnægð framboðs næringarefna til vaxtar frumframleiðenda á botni frá vori fram á haust, þegar sól er ekki takmarkandi. Þörungarannsókn sem gerð var í farvegunum bendir til mikillar framleiðslu

botnlægra þörungum sem nýta sér næringarefni úr vatninu. Það er þó ólíklegt til að valda miklum árstíðabundnum breytingum á styrk næringarefna vegna þeirrar staðreyndar að sífellt streymir að nýtt efnaríkt lindarvatn úr hraunlögum niður í farveg vatnshlotanna, auk þess sem farvegirnir eru stuttir (4–5 km) og því takmarkast magn botnþörungum líklega af flatarmáli búsvæða í farveginum.

Árstíðabundinn breytileiki á styrk næringarefna í lindám er almennt minni en í dragám þrátt fyrir að þar sé oft mikil virkni frumframleiðandi lífvera. Ástæðuna má rekja til þess að stöðugt framboð er af lindarvatni sem berst úr hraunlögum, þar sem engin áhrif verða vegna lífrænnar virkni. Þó er hlutfallslega meiri árstíðamunur á vetrar og sumarstyrk nitrats (NO_3) en á styrk fosfats (PO_4) því að ljóstillífaði lífverur þarfnast hlutfallslega meira af nitrati. Sem dæmi má nefna að fosfór í sýnum frá 2017 úr Grenlæk í V-Skaftafellssýslu var 1,1 að vetri 2017 en var á bilinu 0,56 til 1,1 $\mu\text{mól/l}$ að sumri (Magnús Jóhannsson o.fl. 2018). Nítratstyrkur var hins vegar 2,45–2,78 $\mu\text{mól/l}$ árið 2017 en mun minni um (0,17 $\mu\text{mól/l}$) og undir greiningarmörkum (<0,1 $\mu\text{mól/l}$) sumarið áður.

6.3.2 Mat á vistmegni miðað við blaðgrænu a

Niðurstöður matsþáttar fyrir blaðgrænu a í Tungnaá 1 (neðan Sporðöldulóns) var innan marka sem gefin hafa verið upp fyrir mjög gott ástand fyrir vatnagerðina RL2 (nEQR 0,89) (Tafla 11). Í Tungnaá 2 (neðan Hrauneyjalóns) og Tungnaá 3 (neðan Krókslóns) var lífmassi þörungum mikill og töluverð þekja af vatnaflóka (*D. geminata*) á botni. Þar voru niðurstöður matsþátta fyrir blaðgrænu a hærrí en mörk sem gefin hafa verið upp fyrir gott eða mjög gott ástand (Tungnaá 3; nEQR 0,51 og Tungnaá 2; nEQR 0,33) (Tafla 9–10). Líklega á þessi mikla þörungþekja á botni sér þó náttúrulegar skýringar. Mæld gildi á rafleiðni og fosfór gefa til kynna efnaríkt grunnvatn í vatnshlotunum neðan Krókslóns, sambærilegt og er t.d. í Grenlæk í Vestur Skaftafellssýslu. Vatnshlotin eru ekki undir þekktu álagi af mannavöldum með tilliti til næringarefna og má því ætla að efnaríkt grunnvatn standi undir þessum mikla þörungavexti á botni í Tungnaá 2 og Tungnaá 3. Sírennsli á grunnvatni í farveg Tungnaár 2 og 3 tryggir stöðugt framboð á nauðsynlegum næringarefnum fyrir frumframleiðendur niður eftir farveginum því lindarvatnið streymir inn á ólíkum stöðum niður eftir farvegunum. Á grundvelli samanburðar við niðurstöður mælinga í ám, sem eru hvað sambærilegastar við Tungnaá 2 og 3, má færa rök fyrir því að blaðgræna a í Tungnaá 2 og 3 sé í a.m.k. góðu vistfræðilegu ástandi þrátt fyrir að mæld gildi falli utan viðmiða fyrir gott og mjög gott ástand fyrir vatnagerð RL2. Grenlækur í Vestur Skaftafellssýslu er dæmi um vatnsfall með ríka lindarvatnseiginleika. Þar hefur blaðgræna a verið mæld reglulega með handmæli frá árinu 2016 og þar hafa gildi á blaðgrænu jafnan mælst há (á tímabilum þegar ekki hefur orðið skerðing á rennsli Grenlækjar). Sumarið 2017 var blaðgræna mæld með handmæli og reyndist magn hennar vera 6,1–7,7 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (Magnús Jóhannsson o.fl. 2018) og sambærilegar mælingar sem gerðar voru á árunum 2020 og 2025 gáfu 6,9 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ og 12,1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (óbirt gögn Hafrannsóknastofnunar). Tungufljót í Biskupstungum er annað dæmi um vatnsfall af vatnagerð RL2 með ríka lindarvatnseiginleika. Þar hefur blaðgræna a verið mæld með handmæli frá árinu 2022. Á neðri sýnatökustöð í Tungufljóti hefur jafnan verið töluverð þekja af vatnaflóka (*D. geminata*) og grænþörungum á botni líkt og í Tungnaá 2 og 3. Þar hafa gildi á blaðgrænu mælst á bilinu 9,76–18,06 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (Stefán Már Stefánsson og Haraldur R. Ingvason 2025; óbirt gögn 2025) sem er yfir viðmiðunarmörkum fyrir mjög gott (<3,2 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$) og gott ástand (4,8–7,3 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$) fyrir bergvatnsár af vatnagerð RL2. Þar sem skilyrði eru vatnaflóka hagstæð getur lífmassi hans á botni orðið mjög mikill. Í Tungnaá 2 og 3 var töluverð þekja af honum ásamt öðrum þörungum, sem skilar hækkuðum gildum á blaðgrænu. Það er því mat höfunda að þrátt fyrir að mæld gildi matsþátta fyrir blaðgrænu a í Tungnaá 2 (8,89 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$) og Tungnaá 3 (5,65 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$) séu há miðað

við mörk ástandsflokka fyrir blaðgrænu a í vatnagerð RL2 séu þau það sem við má búast í straumvötnum með ríka lindarvatnseiginleika og náttúrulegt ástand fyrir slík vatnshlot.

6.3.3 Mat á vistmegni miðað við hryggleysingja

Í endurútgáfu skýrslu um viðmið og ástandsflokkun straum- og stöðuvatna (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2026, skýrsla í vinnslu) hafa viðmið og ástandflokkar fyrir hryggleysingja í vatnagerð RL2 tekið breytingum og eru niðurstöður úr Tungnaá 1–3 bornar saman við viðmið sem þar eru birt. Viðmið fyrir vatnagerð RL2 eru; Tegundaauðgi 20, Shannon fjölbreytileiki 6,7 og Shannon jafndreifni 0,37. Útreikningar á matsþáttum fyrir hryggleysingja í Tungnaá 1–3 benda til þess að tegundafjöldi þar (20–27) sé svipaður og meiri en í þeim bergvatnsám sem notaðar voru til að skilgreina viðmiðunargildi fyrir matsþætti hryggleysingja. Í vatnshlotunum neðan Krókslóns (Tungnaá 1–3) er jafnframt að finna fjölbreytta fínu hryggleysingja og teljast vatnshlotin öll í mjög góðu ástandi með tilliti til hryggleysingja (Tungnaá 3; nEQR 0,91–1, Tungnaá 2; nEQR 1 og Tungnaá 1; nEQR 0,82–1) (Tafla 9–11).

6.3.4 Mat á vistmegni miðað við laxfiska

Fiskar eru þeir líffræðilegu gæðapættir sem eru hvað næmastir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum í vatnshlotum. Í farvegi Tungnaár 1–3 (neðan Krókslóns) hafa orðið miklar vatnsformfræðilegar breytingar á rennsli vegna reksturs vatnsaflsvirkjana. Þar hefur samfella verið rofin með stíflum og vatnið sem nú rennur um farveginn er lindarvatn í stað jökulvatns áður. Krókslón, Hrauneyjalón og Sporðöldulón eru inntakslón og þar er vatnsborð tiltölulega stöðugt. Að jafnaði rennur mestmegnis tært lindarvatn í farvegum Tungnaár 1–3 og rennsli þar mjög stöðugt. Þegar viðhald stendur yfir á stíflum og öðrum mannvirkjum getur þurft að lækka vatnshæð í lónunum og þá er jökulvatni veitt um farvegina. Rennsli í farvegnum getur því breyst snögglega, bæði með tilliti til rennslis og svifaurs. Sem mótvægisáðgerð vegna framkvæmda við Sporðöldulón og reksturs Búðarhálsvirkjunar var lágmarksrennsli tryggt í farvegi Tungnaár 1 til að viðhalda lífríki og búsvæðum fyrir fisk. Það var gert með því að veita hluta rennslis Tungnaár 2 fram hjá Sporðöldulóni og áfram niður farveg Tungnaár 1. Í farvegi Tungnaár 1 gætir jafnframt leka úr berggrunni neðan Sporðöldustíflu.

Farvegir Tungnaár 2 og 3 eru stuttir og í þeim eru ófiskgengir fossar sem hindra gönguleið fiska úr lónunum fyrir neðan. Þar sem þáttur lindarvatns er mikill í vatnshlotunum eru aðstæður þar líklega hentugri bleikju en urriða en vatnshiti er takmarkandi þáttur á útbreiðslu urriða. Í báðum vatnshlotum var að finna bleikjuseiði í fremur litlum þéttleika. Þar veiddust bleikjuseiði á aldrinum 2+ og 3+ og bendir stærð og vöxtur þeirra til góðra uppeldisskilyrða sem gæti verið þéttleikaháður. Í Tungnaá 3, neðan Krókslóns, fannst þó einnig sumargamalt urriðaseiði sem sýnir fram á tilvist og nýliðun urriða þar. Líklega geta bæði vatnshlotin viðhaldið báðum tegundum þó fiskstofnar séu ekki stórir þar sem farvegirnir eru stuttir og einangraðir. Fiskur úr jökullónunum getur þó einnig borist niður í farvegi Tungnaár 2 og 3 ef jökulvatni er veitt þar um.

Í Tungnaá 1 neðan Sporðöldulóns fundust bæði bleikju- og urriðaseiði árið 2024 en bleikja var þar ríkjandi tegund í seiðaframleiðslu. Í Tungnaá 1 var seiðapéttleiki meiri en í vatnshlotunum fyrir ofan (Tungnaá 2 og 3) en þangað er greið leið fyrir göngufisk úr Sultartangalóni upp farveginn. Fyrri rannsóknir hafa sýnt fram á mikilvægi gamla farvegar Tungnaár fyrir bleikju sem nýtir allan fiskgenga hluta hans, sérstaklega að hausti og vetrarlagi (Benóný Jónsson 2013). Í Tungnaá 1 var að finna mest af sumargömlum bleikjuseiðum en þar voru einnig sumargömul urriðaseiði. Má því ætla að svæðið

gegni mikilvægu hlutverki í nýliðun bæði bleikju og urriða. Þéttleiki, aldur og tegundasamsetning seiða í Tungnaá 1 árið 2024 var sambærilegur við það sem áður hefur greinst á svæðinu (Benóný Jónsson og Ragnildur Þ. Magnúsdóttir 2020) og stærð bleikjuseiðanna svipuð og sjá má í sambærilegum straumvötum þar sem lindaráhrif eru mikil, t.d. Eystri Rangá (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2014) og Fnjóská (Eik Elfarsdóttir og Bjarni Jónsson 2002). Eldri gögn sýna einnig að þéttleiki bleikjuseiða jókst mikið við það að mest allt jökulvatnið var leitt úr farveginum yfir í aðrennslisskurð að Sporðöldulóni eftir að rekstur Búðarhálsstöðvar hófst (Benóný Jónsson og Ragnildur Þ. Magnúsdóttir 2020). Í Tungnaá 1 er þáttur lindarvatns líklega minni en í vatnshlotunum fyrir ofan og sú mótvægisáðgerð að tryggja lágmarksrennsli niður farveginn því mikilvægur þáttur til að viðhalds hrygningar- og uppeldissvæða silungs í vatnshlotinu.

Það er mat höfunda að tegundasamsetning, þéttleiki og aldursamsetning fiska í Tungnaá 1–3 sé eins og vænta má í vatnshlotum með ríka lindarvatnseiginleika og endurspegli a.m.k. gott vistmegin. Bleikja var ríkjandi tegund í seiðaframleiðslu eins og búast má við í köldu lindarvatni. Í vatnshlotunum fundust samtals fjórir árgangar bleikjuseiða og var vöxtur sumargamalla og 1+ bleikjuseiða í Tungnaá 1 sambærilegur og sjá má víða í ám svipaðrar vatnagerðar hér á landi (sjá t.d. Eik Elfarsdóttir og Bjarni Jónsson 2002; Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2014). Í Tungnaá 1 og 3 fundust jafnframt sumargömul urriðaseiði sem sýnir fram á tilvist og nýliðun urriða í þeim vatnshlotum. Á ófiskgengum svæðum er þéttleiki seiða alla jafna minni en á svæðum sem aðgengileg eru göngustofnum laxfiska. Í Tungnaá 2 og 3 hefur samfella verið rofin með stíflum og ófiskgengir fossar hindra göngu fiska úr lónunum fyrir neðan. Lítt þéttleiki seiða í Tungnaá 2 og 3 er því eins og búast má við í stuttum farvegum þar sem einangraðir fiskstofnar þrífast. Í Tungnaá 1 var þéttleiki seiða meiri en í Tungnaá 2 og 3. Þar er opin gönguleið fyrir fiska úr Sultartanalóni og hafa rannsóknir sýnt að bleikja nýtir þar allan fiskgenga hluta gamla farvegar Tungnaár. Fiskrannsóknir í Tungnaá 1 hafa leitt í ljós að trygging á lágmarksrennsli um farveginn var mikilvæg mótvægisáðgerð sem hefur viðhaldið hrygningar- og uppeldissvæðum bleikju og urriða í farveginum.

6.3.5 Samantekið mat á vistmegni Tungnaár 1–3

Í farvegi Tungnaár 1–3 hafa orðið miklar vatnsformfræðilegar breytingar vegna vatnsaflsvirkjana. Þar hefur samfella verið rofin með stíflum, rennismagn minnkað umtalsvert í farvegnum, auk þess sem þar rennur nú oftast tært lindarvatn en ekki jökulvatn líkt og áður. Farvegir vatnshlotanna verða aldrei þurrir þar sem lindarrennsli úr aðliggjandi hraunum og lekavatn undan grjótstíflum virkjanalóna viðheldur þar stöðugu rennsli. Hins vegar geta orðið snöggar rennislisbreytingar í farvegnum þar sem þeir gegna því hlutverki að taka við vatni úr virkjanalónum ef lækka þarf vatnsborð þeirra t.d. vegna eftirlits með stíflumannvirkjum eða viðhaldsvinnu. Sem mótvægisáðgerð vegna framkvæmda og reksturs Búðarhálsvirkjunar var hluti rennslis Tungnaár 2 leitt fram hjá Sporðöldulóni til að viðhalda lágmarksrennsli í farvegi Tungnaár 1.

Samkvæmt útgefni skýrslu um mat á vistmegni mikið breyttra vatnshlota (Fjóra Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024) er gerður greinarmunur á gæðapáttum sem eru viðkvæmir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum og þeim sem eru síður næmir fyrir slíkum breytingum. Þar kemur fram að til að mikið breytt vatnshlot uppfylli skilyrði um gott vistmegin þurfi gæðapættir sem eru síður næmir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum að ná a.m.k. góðu vistfræðilegu ástandi líkt og náttúruleg vatnshlot. Eðlisefnafræðilegir gæðapættir og þörungar á botni straumvatna (blaðgræna *a*) eru þeir vistfræðilegu

gæðapættir sem síður eru viðkvæmir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum. Eðlisefnafræðilegar aðstæður vatna eru einn af þeim grunnþáttum sem hafa áhrif á hvers konar vistkerfi hefur möguleika á að dafna í viðkomandi straum- eða stöðuvatni. Næringarefni eru að jafnaði sá þáttur sem hefur hvað mest áhrif á vöxt og viðgang þörunga og þannig framvindu og viðgang vistkerfa. Í Tungnaá 1–3 endurspegluðu eðlisefnafræðilegir gæðapættir mjög gott eða gott vistfræðilegt ástand og í Tungnaá 1 endurspegluðu þörungar á botni mjög gott ástand. Eðlisefnafræðilegir þættir í Tungnaá 1–3 endurspegluðu jafnframt ríka lindarvatnseiginleika vatnshlotanna. Þrátt fyrir að mæld gildi á matsþáttum fyrir blaðgrænu *a* í Tungnaá 2 og 3 væru há miðað við mörk ástandsflokka fyrir blaðgrænu *a* í vatnagerð RL2 er það mat höfunda að þau séu það sem búast má við í straumvötnum með ríka lindarvatnseiginleika (t.d. Grenlæk í Vestur Skaftafellsýslu og Tungufljót í Biskupstungum) og náttúrulegt ástand fyrir slík vatnshlot.

Botnlægir hryggleysingjar og fiskar eru þeir gæðapættir sem eru viðkvæmari fyrir vatnsformfræðilegum breytingum. Við mat á vistmegni mikið breyttra vatnshlota eru þeir gæðapættir metnir með tilliti til þeirra vatnsformfræðilegu breytinga sem orðið hafa í vatnshlotunum, að teknu tilliti til mótvægisáðgerða. Í Tungnaá 1–3 endurspegluðu útreikningar á matsþáttum fyrir botnlæga hryggleysingja mjög gott ástand fyrir sambærilegustu vatnagerð (RL2). Fiskar eru þeir líffræðilegu gæðapættir sem eru hvað viðkvæmastir fyrir vatnsformfræðilegum breytingum vatnshlota. Í Tungnaá 1–3 var bleikja ríkjandi tegund í seiðaframleiðslu eins og búast má við í köldu lindarvatni en urriðaseiði fundust jafnframt í Tungnaá 1 og 3. Lítil þéttleiki seiða í Tungnaá 2 og 3 er eins og búast má við í stuttum farvegum þar sem einangraðir fiskstofnar þrífast. Þrátt fyrir að stíflur og ófiskgengir fossar hindri gönguleiðir fiska í vatnshlotunum eru þar búsvæði til staðar sem gegna hlutverki fyrir hrygningu og uppeldis lítilla, staðbundna silungsstofna. Í Tungnaá 1 er opin gönguleið fyrir fisk úr Sultartangalóni upp farvegin sem eykur stærð búsvæða. Þar var þéttleiki meiri en í Tungnaá 2 og 3 og þar var að finna töluvert af sumargömlum seiðum. Sá hluti farvegar Tungnaár neðan lóna virðist gegna mikilvægu hlutverki til nýliðunnar bæði fyrir bleikju og urriða. Þéttleiki bleikjuseiða í Tungnaá 1 jókst eftir að framkvæmdum við Búðarhálsvirkjun og Sporðöldulón lauk árið 2013 en þá var jökulvatn leitt úr farveginum um skurð til Sporðöldulóns.

Í töflu 12 má sjá samantekið mat á vistmegni Tungnaár 1–3. Út frá þeim þáttum sem lagðir eru til grundvallar er það mat höfunda að vatnshlotin geti talist a.m.k. í góðu vistmegni.

Tafla 12. Samantekið mat á vistmegni Tungnaár 1–3.

Vatnshlot	Tungnaá 3	Tungnaá 2	Tungnaá 1
Vatnshlotanúmer	103–973–R	103–812–R	103–1362–R
Viðmiðunar vatnagerð	RL2	RL2	RL2
Hvaða mótvægisáðgerðir eru vatnshlotunum	Vistrennsli sem viðheldur góðu vistmegni (GEP flow)	Vistrennsli sem viðheldur góðu vistmegni (GEP flow)	Vistrennsli sem viðheldur góðu vistmegni (GEP flow)
Hvert er ástand gæðapátta sem eru óháðir vatnsformfræðilegum breytingum?	Styrkur næringarefna endurspeglar mjög gott vistfræðilegt ástand (EQR = 0,84-1)	Styrkur næringarefna endurspeglar mjög gott/gott vistfræðilegt ástand (EQR = 0,7-1)	Styrkur næringarefna endurspeglar mjög gott vistfræðilegt ástand (EQR = 0,94-1)
	Svífþörungar (blaðgræna a) í lóni ofan vatnshlots endurspeglar mjög gott ástand*	Blaðgræna a hefur ekki verið mæld í lóni ofan vatnshlots	Svífþörungar (blaðgræna a) í lóni ofan vatnshlots endurspeglar mjög gott ástand*
	Botnþörungar (blaðgræna a) eru í samræmi við niðurstöður í sambærilegum farvegum sem eru óraskaðir**	Botnþörungar (blaðgræna a) eru í samræmi við niðurstöður í sambærilegum farvegum sem eru óraskaðir**	Botnþörungar (blaðgræna a) endurspeglar mjög gott ástand miðað við sambærilegustu vatnagerð (RL2)
Hvert er ástand gæðapátta sem eru háðir vatnsformfræðilegum breytingum?	Hryggleysingjar eru í mjög góðu ástandi miðað við sambærilegustu vatnagerð (RL2)	Hryggleysingjar eru í mjög góðu ástandi miðað við sambærilegustu vatnagerð (RL2)	Hryggleysingjar eru í mjög góðu ástandi miðað við sambærilegustu vatnagerð (RL2)
	Vatnshlotið gegnir hlutverki hrygningar- og uppeldissvæðis.	Vatnshlotið gegnir hlutverki hrygningar- og uppeldissvæðis.	Vatnshlotið gegnir hlutverki hrygningar- og uppeldissvæðis.
	Bleikja og urriði þrífast í vatnshlotinu	Bleikja þrífst í vatnshlotinu	Bleikja og urriði þrífast í vatnshlotinu
Mat á vistmegni vatnshlota	Gott vistmegin	Gott vistmegin	Gott vistmegin

*Benóný Jónsson og Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir (2022); Benóný Jónsson og Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir (2020)

**Grenlækur, Tungufljót

Þakkarorð

Iris Hansen aðstoðaði við greiningar á kísilþörungum, Agnes Björg Birgisdóttir aðstoðaði við grófflokkun reksýna og Fjóla Rut Svavarsdóttir sá um yfirllestur á skýrslu. Þessum aðilum eru færðar bestu þakkir fyrir sitt framlag.

Heimildir

- Anderson, L.E. (1954). Hoyer's solution as a rapid permanent mounting medium for bryophytes. *The Bryologist* 57: 242–243.
- Benóný Jónsson (2011). Fiskrannsóknir í Hrauneyjalóni 2011. VMST/11053; LV-2011-114: 12 bls.
- Benóný Jónsson (2013). Rannsóknir á göngu bleikju og urriða í Köldukvísl, Tungnaá og Sultartangalóni 2009 – 2012. Veiðimálastofnun, VMST/13010; LV-2013-034: 23 bls.
- Benóný Jónsson og Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir (2020). Vatnalíf í nýmynduðu virkjanalóni: Sporðöldulón 2014–2018. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2020–05: 55 bls.
- Benóný Jónsson og Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir (2022). Vatnalífrannsóknir í Krókslóni 2021. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2022–29: 32 bls.
- Benóný Jónsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Eydís Salome Eyriksdóttir, Iris Hansen, Magnús Jóhannsson og Jón S. Ólafsson (2021). Vatnalífrannsóknir í Úlfljótsvatni 2020. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2021–36: 45 bls.
- Benóný Jónsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir og Jónína Herdís Ólafsdóttir (2016). Sporðöldulón – framvinda lífríkis í virkjanalóni. Rannsóknir 2014 og 2015. Framvinduskýrsla 1. Veiðimálastofnun VMST/16007: 29 bls.
- Borcard, D., Gillet, F. og Legendre, P. (2018). Numerical ecology with R. Önnur útgáfa. Springer, Cham, Sviss. 306 bls.
- Cranston, P.S. (1982). A key to the larvae of the British Orthocladiinae (Chironomidae). Scientific publication No. 45. Freshwater Biological Association, Windermere Laboratory, Cumbria, England. 152 bls.
- Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Bls. 1–73 í: Official Journal of the European Communities, L 327, 22.12.2000. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32000L0060> (skoðað 11.02.2026).
- Eik Elfarsdóttir og Bjarni Jónsson (2002). Rannsóknir á seiðastofnum Fnjóskár árið 2002. Veiðimálastofnun, VMST-N/0212: 10 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir (2017). Áhrif virkjana á rennsli og vatnalíf á vatnasviði Þjórsár og Tungnaár. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2017–036: 106 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir (2019). Efnasamsetning grunnvatns á vatnasviði Mývatns. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2019-18. 53 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir (2022). Leiðbeiningar um söfnun vatnssýna og mælingar með handmælum á eðlisefnafræðilegum gæðapáttum í straum- og stöðuvötnum. Kver Hafrannsóknastofnunar, KV 2022-8: 13 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir og Ingi Rúnar Jónsson (2023). Laxfiskar sem gæðapáttur við ástandsflokkun ferskvatns á Íslandi. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2023–19. 54 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Iris Hansen, Þóra Hrafnsdóttir, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Jón S. Ólafsson, Haraldur R. Ingvason og Agnes-Katharina Kreiling (2023b). Niðurstöður vöktunar á líffræðilegum og

- eðlisefnafræðilegum gæðabáttum í straum- og stöðuvötnum árið 2022. Haf- og vatnarannsóknir, HV2023-37. 34 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorlákssdóttir, Árný E. Sveinbjörnsdóttir og Rebecca A. Neely (2014). Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Austurlandi XI. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar. Jarðvísindastofnun, RH-05-14, 126 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sunna Björk Ragnarsdóttir, Gerður Stefánsdóttir, Agnes-Katharina Kreiling, Fjóla Rut Svavarsdóttir, Jón S. Ólafsson, Svava Björk Þorlákssdóttir og Þóra Hrafnisdóttir (2020 leiðrétt útgáfa 2022). Vistfræðileg viðmið við ástandsflokkun straum og stöðuvatna á Íslandi. VÍ 2020-009/HV 2020-42/NÍ-20010. ISSN 1670-8261. 112 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sunna Björk Ragnarsdóttir, Gerður Stefánsdóttir, Agnes-Katharina Kreiling, Fjóla Rut Svavarsdóttir, Jón S. Ólafsson, Svava Björk Þorlákssdóttir, Þóra Hrafnisdóttir og Iris Hansen (2026). Aðferðir við ástandsflokkun straum- og stöðuvatna á Íslandi. Skýrsla í vinnslu.
- Eydís Salome Eiríksdóttir og Svava Björk Þorlákssdóttir (2025). Efnasamsetning, rennsli og aurburður vaktara straumvatna á Suðurlandi. Niðurstöður ársins 2024. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2025-20: 45 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Svava Björk Þorlákssdóttir, Jórunn Harðardóttir og Sigurður Reynir Gíslason (2016). Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XIX. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar. RH-03-2016: 65 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Svava Björk Þorlákssdóttir og Þóra Katrín Hrafnisdóttir (2023a). Vatnshlot á virkjanasvæðum. Bráðabirgðatilnefning á mikið breyttum vatnshlotum. Skýrsla til Umhverfisstofnunar, HV 2023-36; VÍ-2023-010; NÍ-23004: 23 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Svava Björk Þorlákssdóttir, Þóra Hrafnisdóttir og Gerður Stefánsdóttir (2022). Vatnshlot á virkjanasvæðum. Framhald vinnu við tilnefningar á mikið breyttum vatnshlotum og yfirlit yfir aðgengileg gögn um gæðabætti. Kver Hafrannsóknastofnunar, KV 2022-16: 22 bls.
- Fjóla Rut Svavarsdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir, Þóra Hrafnisdóttir og Svava Björk Þorlákssdóttir (2024). Aðferðir við ákvörðun á vistmegni mikið breyttra vatnshlota. Haf- og vatnarannsóknir HV 2024-22, VI-2024-006, NÍ-24005. 49 bls.
- Friðþjófur Árnason (2014). Mat á vistfræðilegu ástandi vatnshlota: Laxfiskar í stöðuvötnum. Veiðimálastofnun, VMST/14013. 28 bls.
- Gísli Már Gíslason og Vigfús Jóhannsson (1985). Bitmýið í Laxá í Suður-Þingeyjarsýslu. Náttúrufræðingurinn 55: 175–194.
- Guðni Guðbergsson og Magnús Jóhannsson (1999). Úttekt á fiskstofnum og uppeldisskilyrðum fiska á vatnasvæði Tungnaár. VMST-R/99024: 27 bls.
- Gunnar Steinn Jónsson, Ingi Rúnar Jónsson og Sigurður Már Einarsson (1998). Rannsókn á útbreiðslu kísilþörungsins vatnaflóka (*Didymosphenia geminata*) í ám á Íslandi 1997. Hollustuvernd ríkisins og Veiðimálastofnun. 29 bls.
- Haraldur R. Ingvason, Þóra Hrafnisdóttir, Finnur Ingimarsson og Sunna Björk Ragnarsdóttir (2022). Leiðbeiningar fyrir gróðurkönnun í stöðuvötnum. Kver Hafrannsóknastofnunar, KV 2022–12: 17 bls.

- Hrafnisdóttir Th. (2005). Diptera 2 (Chironomidae). The Zoology of Iceland III, 48b: 1–169.
- Ingi Rúnar Jónsson, Gunnar Steinn Jónsson, Jón S. Ólafsson, Sigurður Már Einarsson og Þórólfur Antonsson (2010). The colonization of the invasive diatom *Didymosphenia geminata* in Icelandic rivers. Conference paper.
- Iris Hansen, Þóra Hrafnisdóttir, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Haraldur R. Ingvason, Stefán Már Stefánsson og Eydís Salome Eiríksdóttir (2025). Niðurstöður vöktunar á gæðabáttum í straum- og stöðuvötnum árið 2023. Kver Hafrannsóknastofnunar, KV 2025–08: 29 bls.
- Jón S. Ólafsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir og Eydís Salome Eiríksdóttir (2022). Leiðbeiningar við söfnun sýna til greininga á hryggleysingjum og söfnun á púpuhömum rykmýs í straum- og stöðuvötnum. Kver Hafrannsóknastofnunar, KV 2022-13: 10 bls.
- Katrín Sóley Bjarnadóttir, Eydís S. Eiríksdóttir, Gerður Stefánsdóttir, Kristján Geirsson og Sunna B. Ragnarsdóttir (2020). Fyrstu skref við mat á manngerðum og mikið breyttum vatnshlotum. Vatnsformfræðilegar breytingar á straum- og stöðuvötnum á virkjanasvæðum. UST-2020:09. 48 bls.
- Langton, PH og Visser, H. (2003). Chironomid exuviae. A key to pupal exuviae of the west Palaearctic region. University of Amsterdam, Amsterdam, the Netherlands https://chironomidae-exuviae.linnaeus.naturalis.nl/linnaeus_ng/app/views/introduction/topic.php?id=3319 (skoðað 17. des. 2025).
- Lög um stjórn vatnamála nr. 36/2011.
- Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson (2014). Seiðarannsóknir í Eystri-Rangá og Fiská árið 2013. Veiðimálastofnun, VMST/14018: 10 bls.
- Magnús Jóhannsson, Guðni Guðbergsson og Jón S. Ólafsson (2011). Lífríki Sogs. Samantekt og greining á gögnum frá árunum 1985–2008. Veiðimálastofnun, Selfossi. VMST/11049; LV2011/089. 111 bls.
- Magnús Jóhannsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir og Benóný Jónsson (2018). Vatnspurrð í Grenlæk 2016. Áhrif á lífríki í vatni. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2018-43: 43 bls.
- Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Benóný Jónsson og Magnús Jóhannsson (2012). Vatnalífsrannsóknir vegna Búlandsvirkjunar 2012. Veiðimálastofnun skýrsla, VMST/12039; SO-2012-05: 56 bls.
- Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir, Haraldur R. Ingvason, Stefán Már Stefánsson, Jón S. Ólafsson, Iris Hansen og Magnús Jóhannsson (2025). Þjórsá. Lífríki og vistfræðilegir gæðabættir. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2025–24; LV–2025–050: 43 bls.
- Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Jón S. Ólafsson og Eydís Salome Eiríksdóttir (2022). Leiðbeiningar um söfnun sýna til mælinga á blaðgrænu á straum- og stöðuvötnum, auk mælinga á blaðgrænu á með handmæli. Kver Hafrannsóknastofnunar, KV 2022–10: 12 bls.
- Reglugerð nr. 535/2011 um flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun.
- Reglugerð 935/2011 um stjórn vatnamála.
- Rossaro, B. og Lencioni, V. (2015). A key to larvae of species belonging to the genus *Diamesa* from Alps and Apennines (Italy). European Journal of Environmental Sciences, Vol. 5, No. 1: 62–79. <https://doi.org/10.14712/23361964.2015.79>

- Schmid, P.E. (1993). A key to the larval Chironomidae and their instars from Austrian Danube region streams and rivers with particular reference to a numerical taxonomic approach. Part I, Diamesinae, Prodiamesinae and Orthoclaadiinae. Wasser und Abwasser, suppl. 3/93. Federal Institute for water quality in Wien–Kaisermühlen. 514 bls.
- Snævarr Örn Georgsson (2016). Samspil grunnvatns og rennslis Tungnaár. Mastersritgerð við Háskóla Íslands, 57 bls.
- Stefán Már Stefánsson og Haraldur R. Ingvason (2025). Vöktun Tungufljóts í Biskupstungum 2024. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2025–19: 20 bls.
- Steinman, A., Lamberti, G.A. og Leavitt, P.R. (2006). Biomass and pigments of benthic algae. Í: Methods in stream ecology, 2. útgáfa, ritstj.: Hauer F.R. og Lamberti G.A. Academic Press, bls. 357–379.
- Stumm, W. og Morgan, J. (1996). Aquatic Chemistry. Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters, 3rd ed. John Wiley & sons, New York, 1022 bls.
- Umhverfisstofnun (2022). Vatnaáætlun Íslands 2022–2027. Umhverfisstofnun, Reykjavík. 68 bls.
- Umhverfis- og orkustofnun (2026). Uppfærsla á vatnaáætlun 2022–2027 vegna skilgreiningar á manngerðum og mikið breyttum vatnshlotum. Sótt 27.1.2026 á <https://uos.is/opinber-birting/uppfaersla-a-vatnaaaetlun-2022--2027-vegna-skilgreiningar-a-manngerdum-og-mikid-breyttum-vatnshlotum>.
- Wiederholm, T. (ritstj.) (1983). Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1 – Larvae. Ent. Scand. Suppl. 19: 1–457. 37
- Wilson, R.S. og Ruse, L.P. (2005). A Guide to the Identification of Genera of Chironomid Pupal Exuviae occurring in Great Britain and Ireland (Including Common Genera from Northern Europe) and Their Use in Monitoring Lotic and Lentic Fresh Waters. Freshwater Biological Association, Special Publication No 13, 176 bls.
- Þóra Hrafnisdóttir, Iris Hansen og Jón S. Ólafsson (2025). Leiðbeiningar um notkun hryggleysingja við ástandsflokkun straum- og stöðuvatna. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2025-34: 22 bls.
- Þórólfur Antonsson, Leó Alexander Guðmundsson, Ingi Rúnar Jónsson, Guðmunda Björg Þórðardóttir (2014). Mat á vistfræðilegu ástandi vatnshlota: Laxfiskar í straumvötnum. Veiðimálastofnun, VMST/14007. 25 bls.

Viðauki 1. Bráðabirgðalisti yfir mikið breytt eða manngerð vatnshlot

Viðauki 1. Yfirlit yfir vatnshlot sem eru tilnefnd til bráðabirgða sem mikið breytt eða manngerð (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2022a; 2022b; 2023).

	Virkjanasvæði	Vatnshlot	Vatnshlota- númer	Uppruna- gerð skv. lýsum	Tillaga að viðmiðunar- gerð	HMWB/AWB
1	Blanda	Austara-Friðmundarvatn	101-1213-L	LL1	LG	HMWB
2	Blanda	Blanda 2	101-1861-R	RG	RL2/RL3	HMWB
3	Blanda	Blöndulón	101-1220-L	RG	LG	HMWB
4	Blanda	Fiskilækur	101-1654-R	RL2/RL3	RG	HMWB
5	Blanda	Gilsárlón	101-1221-L	RL3	LG	HMWB
6	Blanda	Gilsvatn	101-1210-L	LL1	LG	HMWB
7	Blanda	Lækur milli Gilsvatns og Gilsárlóns	101-1655-R	RL2/RL3	RG	HMWB
8	Blanda	Smalatjörn	101-1215-L	LL1	LG	HMWB
9	Blanda	Stuttillækur	101-1653-R		RG	AWB
10	Blanda	Veituskurður úr Blöndulóni	101-1864-R		RG	AWB
11	Blanda	Veituskurður úr Þristiklu	101-1862-R		RG	AWB
12	Blanda	Þristikla	101-1216-L	LL3	LG	HMWB
13	Blanda	Gilsá	101-1577-R	RL3	RL3	HMWB
14	Kárahnjúkavirkjun	Frárennsliskurður Fljótsdalsvirkjunar	102-1054-R		RG	AWB
15	Kárahnjúkavirkjun	Hálslón	102-2448-L	RG	LG	HMWB
16	Kárahnjúkavirkjun	Jökulsá á Dal/Brú 1 (Jökla)	102-1088-R	RG	RL3	HMWB
17	Kárahnjúkavirkjun	Jökulsá á Dal/Brú 2 (Jökla)	102-1140-R	RG	RL3	HMWB
18	Kárahnjúkavirkjun	Kelduárlón (Folavatn)*	102-2452-L	LH1	LG	HMWB
19	Kárahnjúkavirkjun	Skurður við Sauðárvatn	102-1874-R		RH1	AWB
20	Kárahnjúkavirkjun	Ufsarlón	102-2451-L	RG	LG	HMWB
21	Kárahnjúkavirkjun	Veituskurður úr Innri-Sauðá 2	102-1876-R		RH1	AWB
22	Kárahnjúkavirkjun	Grjótá 1	102-1073-R	RH1	RH1	HMWB
23	Kárahnjúkavirkjun	Jökulsá í Fljótsdal	102-1871-R	RG	RG	HMWB
24	Kárahnjúkavirkjun	Kelduá 2	102-1868-R	RL1	RL1	HMWB
25	Þjórsá-Tungnaá	Þjarnalækur	103-852-R	RL2	RG	HMWB
26	Þjórsá-Tungnaá	Eyvindarlón	103-2427-L	RH2	LG	HMWB
27	Þjórsá-Tungnaá	Flutningskvísl	103-814-R		RG	AWB
28	Þjórsá-Tungnaá	Fossá 1	103-842-R	RL2	RG	HMWB
29	Þjórsá-Tungnaá	Þjórsá 2	103-777-R	RG	RG	HMWB
30	Þjórsá-Tungnaá	Frárennsliskurður Sultartanga	103-673-R		RG	AWB
31	Þjórsá-Tungnaá	Hágöngulón	103-2446-L	RG	LG	HMWB
32	Þjórsá-Tungnaá	Hrauneyjalón	103-2135-L	RG	LG	HMWB
33	Þjórsá-Tungnaá	Hreysislón og veituskurðir	103-964-R		RG	AWB
34	Þjórsá-Tungnaá	Illugaverskvísl	103-1284-R	RL2	RG	HMWB
35	Þjórsá-Tungnaá	Kaldakvísl 1	103-1300-R	RG	RG/RL2	HMWB
36	Þjórsá-Tungnaá	Kaldakvísl 2	103-614-R	RG	RG/RL2	HMWB
37	Þjórsá-Tungnaá	Kaldakvísl 3	103-1283-R	RG	RG/RL2	HMWB
38	Þjórsá-Tungnaá	Krókslón	103-2447-L	RG	LG	HMWB

Viðauki 1 frh.

	Virkjanasvæði	Vatnshlot	Vatnshlota-númer	Upprunagerð skv. lýsum	Tillaga að viðmiðunargerð	HMWB/AWB
39	Þjórsá-Tungnaá	Kvíslavatn	103-2092-L	RH3	LG	HMWB
40	Þjórsá-Tungnaá	Sauðafellslón	103-2167-L	RG	LG	HMWB
41	Þjórsá-Tungnaá	Sporðöldulón	103-2450-L	RG	LG	HMWB
42	Þjórsá-Tungnaá	Stóraverslón (Dratthalavatn)	103-2093-L	LH1	LG	HMWB
43	Þjórsá-Tungnaá	Sultartangalón	103-2077-L	RG	LG	HMWB
44	Þjórsá-Tungnaá	Trjáviðarlækur	103-906-R		RG	AWB
45	Þjórsá-Tungnaá	Tungnaá 2	103-812-R	RG	RG/RL2	HMWB
46	Þjórsá-Tungnaá	Tungnaá 3	103-973-R	RG	RL2	HMWB
47	Þjórsá-Tungnaá	Vatnsfellslón	103-2449-L	LL2?	LG	HMWB/AWB?
48	Þjórsá-Tungnaá	Veituleið Sigölduvirkjunar	103-970-R		RG	AWB
49	Þjórsá-Tungnaá	Veituskurður úr Eyvindarlóni	103-1285-R		RG	AWB
50	Þjórsá-Tungnaá	Veituskurður úr Kvíslavatni	103-596-R		RG	AWB
51	Þjórsá-Tungnaá	Veituskurður úr Sauðafellslóni	103-699-R		RG	AWB
52	Þjórsá-Tungnaá	Veituskurður úr Stóraverslóni	103-710-R		RG	AWB
53	Þjórsá-Tungnaá	Veituskurður úr Vatnsfellslóni	103-828-R		RG	AWB
54	Þjórsá-Tungnaá	Veituskurður úr Þórisvatni	103-979-R		RG	AWB
55	Þjórsá-Tungnaá	Þjórsárlón	103-2445-L	RG	LG	HMWB
56	Þjórsá-Tungnaá	Þórisvatn	103-2162-L	LL4	LG	HMWB
57	Mjólkárviðvirkjun	Langavatn/Hólmavatn	101-754-L	LL3	LL3	HMWB
58	Mjólkárviðvirkjun	Mjólká	101-426-R	RL1	RL1	HMWB
59	Sogsvirkjanir	Sog 4	104-974-R	RL2	RL2	HMWB

Viðauki 2: Botnlægir hryggleysingjar í Tungnaá

Viðauki 2. Meðalþéttleiki (hryggleysingjar/m²) mismunandi tegunda/hópa hryggleysingja á botni í fjórum vatnshlotum Tungnaár í ágúst 2024. Sínd eru meðaltöl, staðalfrávik (SD) meðaltala og fjöldi sýna (N).

	Tungnaá 4		Tungnaá 3		Tungnaá 2		Tungnaá 1	
	N=5		N=5		N=5		N=5	
	Meðaltal	SD	Meðaltal	SD	Meðaltal	SD	Meðaltal	SD
Örmlur (Hydra)	0	0	256	128	384	789	51	70
Flatormar (Plathyelminthes)	38	57	486	456	435	475	410	636
Práðormar (Nematoda)	86	168	4.096	6.078	4.685	4.655	1.536	794
Bessadýr (Tardigrada)	448	569	1.510	1.313	563	663	947	797
Ánar (Oligochaeta)	26	37	0	0	0	0	0	0
Blóðánar (Lumbricidae)	0	0	51	70	0	0	26	57
Pottormar (Enchytraeidae)	0	0	589	837	762	917	179	265
Sundánar (Naididae)	115	194	23.014	6.447	3.981	3.930	7.296	2.784
Kviðburstungar (<i>Chaetogaster</i> sp.)	179	280	7.347	5.680	5.907	6.543	7.347	3.787
Vatnabobbar (<i>Radix balthica</i>)	0	0	0	0	0	0	26	57
Vatnamítlar (Hydrachnellae)	637	613	230	229	378	357	1.101	604
Skelkrebbei (Ostracoda)	0	0	2.304	945	595	802	461	346
Árfætlur (Copepoda)								
Augndíli (Cyclopoidae)	509	320	205	321	83	169	102	57
Svifdíli (Diaptomidae)								
<i>Leptodiaptomus minutus</i>	154	116	0	0	0	0	0	0
Ormdíli (Canthocamptidae)	0	0	1.024	1.493	429	444	589	760
Vatnaflær (Cladocera)								
Broddfló (<i>Macrothrix hirsuticornis</i>)	0	0	384	653	32	55	154	167
Halafló (<i>Daphnia</i> sp.)	134	94	0	0	0	0	0	0
Hjálmflo (<i>Acroperus harpae</i>)	0	0	0	0	0	0	26	57
Kúlufló (<i>Chydorus</i> sp.)	3	7	5.402	8.299	14.214	12.823	1.536	621
Mánafló (<i>Alona</i> sp.)	0	0	486	1.018	0	0	410	331
Ranafló (<i>Bosmina</i> sp.)	218	127	0	0	0	0	0	0
Steinflugugyðlur (Plecoptera)	0	0	0	0	0	0	26	57
Vorflugulirfur (Trichoptera)	3	7	256	300	205	280	77	70
<i>Apatania zonella</i>	0	0	0	0	0	0	102	107
Bitmýslirfur (Simuliidae)	2.496	2.110	154	210	422	447	0	0
<i>Simulium</i> (<i>P.</i>) <i>vittatum</i>	0	0	0	0	0	0	29.389	23.953
Bitmýspúpur (Simuliidae)								
<i>Simulium</i> (<i>P.</i>) <i>vittatum</i>	0	0	0	0	0	0	51	70
Lúsmýslirfur (Ceratopogonidae)	0	0	0	0	0	0	51	114
Rykmýslirfur (Chironomidae)								
Ránnmý (Tanypodinae)								
<i>Macropelopia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	218	167
Kulmý (Diamesinae)	0	0	466	658	0	0	0	0
<i>Diamesa bohemani/zernyi</i> gr.	0	0	11.370	5.213	4.675	2.750	1.320	709
<i>Diamesa bertrami/latitarsis</i> gr.	0	0	864	1.052	251	359	0	0
<i>Diamesa bertrami</i>	0	0	85	189	0	0	0	0
<i>Diamesa latitarsis</i>	0	0	235	354	0	0	0	0
Bogmý (Orthoclaadiinae)	0	0	159	356	155	346	858	1.387
<i>Eukiefferiella claripennis</i>	695	640	0	0	0	0	0	0
<i>Eukiefferiella minor</i>	23.841	17.695	4.255	2.839	8.970	7.039	1.346	1.544
<i>Orthocladus</i> (<i>O.</i>) <i>frigidus</i>	562	630	1.107	2.079	1.012	703	539	745
<i>Orthocladus</i> (<i>O.</i>) <i>oblidens</i>	0	0	0	0	733	701	731	878
<i>Psectrocladius</i> sp.	0	0	0	0	0	0	26	57
<i>Thienemanniella</i> sp.	0	0	85	189	819	1.708	2.116	2.667
Þeýmý (Chironominae)								
Chironomini	0	0	0	0	0	0	26	57
Tanytarsini								
<i>Micropsectra</i> sp.	0	0	371	406	455	776	1.730	953
Rykmýspúpur (Chironomidae)	0	0	0	0	13	29	0	0
Kulmý (Diamesinae)	0	0	333	346	0	0	77	70
Bogmý (Orthoclaadiinae)								
<i>Eukiefferiella minor</i>	0	0	1.101	705	538	435	128	181
<i>Thienemanniella</i> sp.	0	0	0	0	64	111	154	229
Þeýmý (Chironominae)								
Tanytarsini								
<i>Micropsectra</i> sp.	0	0	0	0	0	0	26	57
Lækjarflugulirfur (<i>Limnophora riparia</i>)	0	0	0	0	0	0	77	114
Strandflugulirfur (<i>Clinocera stangalis</i>)	70	56	128	222	365	296	640	272
Strandflugupúpur (<i>Clinocera stangalis</i>)	0	0	0	0	0	0	26	57
Samtals	30.214	20.892	68.352	12.971	51.123	31.319	61.926	21.997
Landrænar tegundir								
Stökkmor (Collembola)	0	0	0	0	58	112	0	0
Rykmýsflugur (Chironomidae)	0	0	51	114	6	14	0	0
Samtals	0	0	51	114	64	111	0	0

Viðauki 3: Hryggleysingjar í reki í Tungnaá

Viðauki 3. Hlutfallslegur fjöldi (%) mismundandi tegunda/hópa hryggleysingja í reksýnum í Tungnaá í ágúst 2024. Sýni eru ómagnbundin og tákna N fjölda dýra greind úr hverju sýni.

	Tungnaá 4	Tungnaá 3	Tungnaá 2	Tungnaá 1
	N=1.278 Hlutdeild (%)	N=213 Hlutdeild (%)	N=885 Hlutdeild (%)	N=269 Hlutdeild (%)
Örmlur (Hydra)	0	0,5	0,7	0,4
Flatormar (Plathyhelminthes)	0	0,5	0	0
Práðormar (Nematoda)	0,2	1,4	1,8	2,2
Bessadýr (Tardigrada)	0,1	0	0	0
Ánar (Oligochaeta)	0	9,4	0,8	13,8
Pottormar (Enchytraeidae)	0	0	0	0,4
Sundáanar (Naididae)	0,3	7,5	1,2	7,8
Kviðburstungar (<i>Chaetogaster</i> sp.)	0,2	11,3	1,6	10,8
Vatnabobbar (<i>Radix balthica</i>)	0	0	0	0,4
Vatnamítlar (Hydrachnellae)	0,2	0,9	0	2,2
Skelkrebba (Ostracoda)	0	0,9	0,1	0,7
Árfætlur (Copepoda)				
Aungdílí (Cyclopoidae)	47,7	0,5	0	3,3
Svifdílí (Diaptomidae)				
<i>Leptodiptomus minutus</i>	6,9	0	0	0
Ormdílí (Canthocamptidae)	0	0,5	0	0
Lirfur árfætlina (Nauplius)	2,4	0	0	0
Vatnaflær (Cladocera)				
Brodðfló (<i>Macrothrix hirsuticornis</i>)	0,6	0,9	0,2	0,4
Burstafló (<i>Iliocriptus sordidus</i>)	0,1	0	0	0
Hakafló (<i>Simocephalus</i> sp.)	0,2	0	0	0
Halafló (<i>Daphnia</i> sp.)	16,3	0	0	0
Hjálmfló (<i>Acroperus harpae</i>)	0,1	0	0	4,8
Kúlufló (<i>Chydorus</i> sp.)	1,7	45,1	91,5	12,3
Mánafló (<i>Alona</i> sp.)	0,4	0	0	10,0
Ranafló (<i>Bosmina</i> sp.)	10,3	0	0	0
Bitmýslirfur (Simuliidae)	0	0	0,2	0
<i>Simulium</i> (<i>P.</i>) <i>vittatum</i>	8,9	0	0	3,0
Rykmýslirfur (Chironomidae)	0	4,7	0	1,9
Ránmý (Tanypodinae)	0	0	0	3,7
Kulmý (Diamesinae)	0,4	3,3	0,7	1,5
Bogmý (Orthoclaadiinae)	2,6	3,3	0,6	11,2
Þeymý (Chironominae)	0	0	0	5,6
Tanytarsini	0,1	0	0	0
Rykmýspúpur (Chironomidae)	0	0,5	0	0
Kulmý (Diamesinae)	0	0	0,1	0,4
Bogmý (Orthoclaadiinae)	0	0	0	0,7
<i>Eukiefferiella claripennis</i>	0,1	0	0	0,0
<i>Eukiefferiella minor</i>	0	4,2	0	0
<i>Thienemanniella</i> sp.	0,1	0	0	0
Þeymý (Chironominae)				
Tanytarsini				
<i>Micropsectra</i> sp.	0	0,5	0	0
Lækjarflugulirfur (<i>Limnophora riparia</i>)	0	0,5	0	0,4
Strandflugulirfur (<i>Clinocera stangalis</i>)	0	1,9	0,1	0,4
Strandflugupúpur (<i>Clinocera stangalis</i>)	0	0	0,1	0
Landrænar tegundir				
Stökkmor (Collembola)	0,1	0,5	0,1	0
Rykmýsflugur (Chironomidae)	0,1	1,4	0,1	1,9

Viðauki 4: Púpuhamir rykmýs í reki í Tungnaá

Viðauki 4. Hlutfallslegur fjöldi (%) mismunandi tegunda/ættkvísla púpuhama rykmýs í Tungnaá í ágúst 2024. Sýni eru ómagnbundin og tákna N fjölda hama í hverju sýni.

	Tungnaá 3	Tungnaá 2	Tungnaá 1
	N=179	N=39	N=100
	Hlutdeild (%)	Hlutdeild (%)	Hlutdeild (%)
Rykmý (Chironomidae)			
Ránmý (Tanypodinae)			
<i>Macropelopia nebulosa</i>	0	2,6	0
Kulmý (Diamesinae)			
<i>Diamesa bohemani/zernyi</i> gr.	6,1	10,3	0
<i>Diamesa bertrami/latitarsis</i> gr.	0	0	0
<i>Diamesa bertrami</i> gr.	0	30,8	0
<i>Diamesa latitarsis</i> gr.	7,8	5,1	0
Bogmý (Orthoclaadiinae)			
<i>Chaetocladius</i> sp.	0	0	1,0
<i>Cricotopus (l.) sylvestris</i>	0	0	19,0
<i>Eukiefferiella minor</i>	84,4	33,3	18,0
<i>Orthocladus (O.) frigidus</i>	0	2,6	4,0
<i>Orthocladus (O.) oblidens</i>	0	10,3	10,0
<i>Thienemanniella</i> sp.	0,6	5,1	35,0
Þeymý (Chironominae)			
Tanytarsini			
<i>Micropsectra atrofasciata</i>	1,1	0	5,0
<i>Micropsectra lindrothi</i>	0	0	8,0



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsóknna- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna