

HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND



Efnasamsetning, rennsli og aurburður Norðurár. Niðurstöður ársins 2023

Eydís Salome Eiríksdóttir og Svava Björk Þorláksdóttir

Efnasamsetning, rennsli og aurburður Norðurár.
Niðurstöður ársins 2023.

Höfundar	Eydís Salome Eiríksdóttir og Svava Björk Þorláksdóttir
Unnið fyrir	Umhverfisstofnun
Samstarfsaðilar	Veðurstofa Íslands
Yfirfarið af	Rakel Guðmundsdóttir
Samþykkt af	Hrönn Egilsdóttir

Haf- og vatnarannsóknir / Marine and Freshwater Research in Iceland

Númer	HV 2024-28	ISSN	2298-9137
Dagsetning	14. júní 2024	Dreifing	Opin
Fjöldi síðna	20	Verknúmer	15193

© Hafrannsóknastofnun, rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

Ágrip

Í þessari greinargerð eru teknar saman niðurstöður mælinga á rennsli, uppleystum efnum og svifaur í Norðurá í Norðurárdal í sýnum sem safnað var við Stekk árið 2023. Aðferðum er lýst og niðurstöður eru birtar í töflum. Gögnin nýtast til að gera grein fyrir efnastyrk og framburði íslenskra straumvatna í evrópska gagnagrunna auk þess að vera mikilvæg til að meta breytileika efnastyrks innan árs og á milli ára í íslenskum straumvötnum. Einnig nýtast gögnin til að meta ástand þessara straumvatna m.t.t. efnasamsetningar þeirra miðað við viðmið sem sett hafa verið fram í lögum um stjórn vatnamála og reglugerð um varnir gegn mengun vatns.

Lykilorð: Efnasamsetning, straumvötn, stjórn vatnamála, efnaframburður, næringarefni, snefilefni, aðalefni, eðlisefnafræðilegir gæðapættir, OSPAR.

Abstract

This report summarizes the results of measurements of river discharge, dissolved substances, and suspended solids in samples collected during different seasons in 2022 in Norðurá in Norðurárdalur in samples collected at Stekkur. The methods are described, and the results are shown in tables. The data are important for assessing the seasonal and long-term variability of riverine constituents in the river. It can be used to account for the chemical concentration and fluxes of Icelandic rivers into European databases and to classify the status of the river with respect to physiochemical quality elements.

Keywords: *Riverine chemical composition, riverine fluxes, nutrients, trace elements, major element, physico-chemical quality elements, Water Framework Directive.*

Efnisyfirlit

1 Inngangur.....	1
2 Aðferðir.....	3
3 Niðurstöður	5
4 Lokaorð	7
Heimildir	8
Viðaukar	11

Myndaskrá

Mynd 1. Vatnasvið og staðsetningar sýnatökustaða á Suður- og Vesturlandi. Rannsóknarstöðin við í Norðurá við Stekk er stækkuð á myndinni.	2
Mynd 2 A-D. Sýnataka í Norðurá við Stekk	5
Mynd 3. Styrkur efna í Norðurá í Norðurárdal í tímaröð frá 2004 til 2023.	17
Mynd 4. Styrkur efna í Norðurá í Norðurárdal í tímaröð frá 2004 til 2023.	18
Mynd 5. Styrkur efna í Norðurá í Norðurárdal í tímaröð frá 2004 til 2023.	19
Mynd 6. Áhrif rennslis á styrk uppleystra efna, ólífræns og lífræns svifaurs (efnalyklar) 2004–2023.....	20

Töfluskrá

Tafla 1. Langtíma meðalefnasamsetning og langtíma meðalrennslis í Norðurá í Norðurárdal 2004–2023 og meðaltal mælinga frá árinu 2023	13
Tafla 2. Framburður Norðurár í Norðurárdal árið 2023.....	14
Tafla 3. Niðurstöður mælinga á rennslis og styrk uppleystra efna og lífræns- og ólífræns svifaurs í Norðurá í Norðurárdal við Stekk 2022-2023	15
Tafla 4. Næmi efnagreiningaraðferða og hlutfallsleg skekkja mælinga.....	16

1 Inngangur

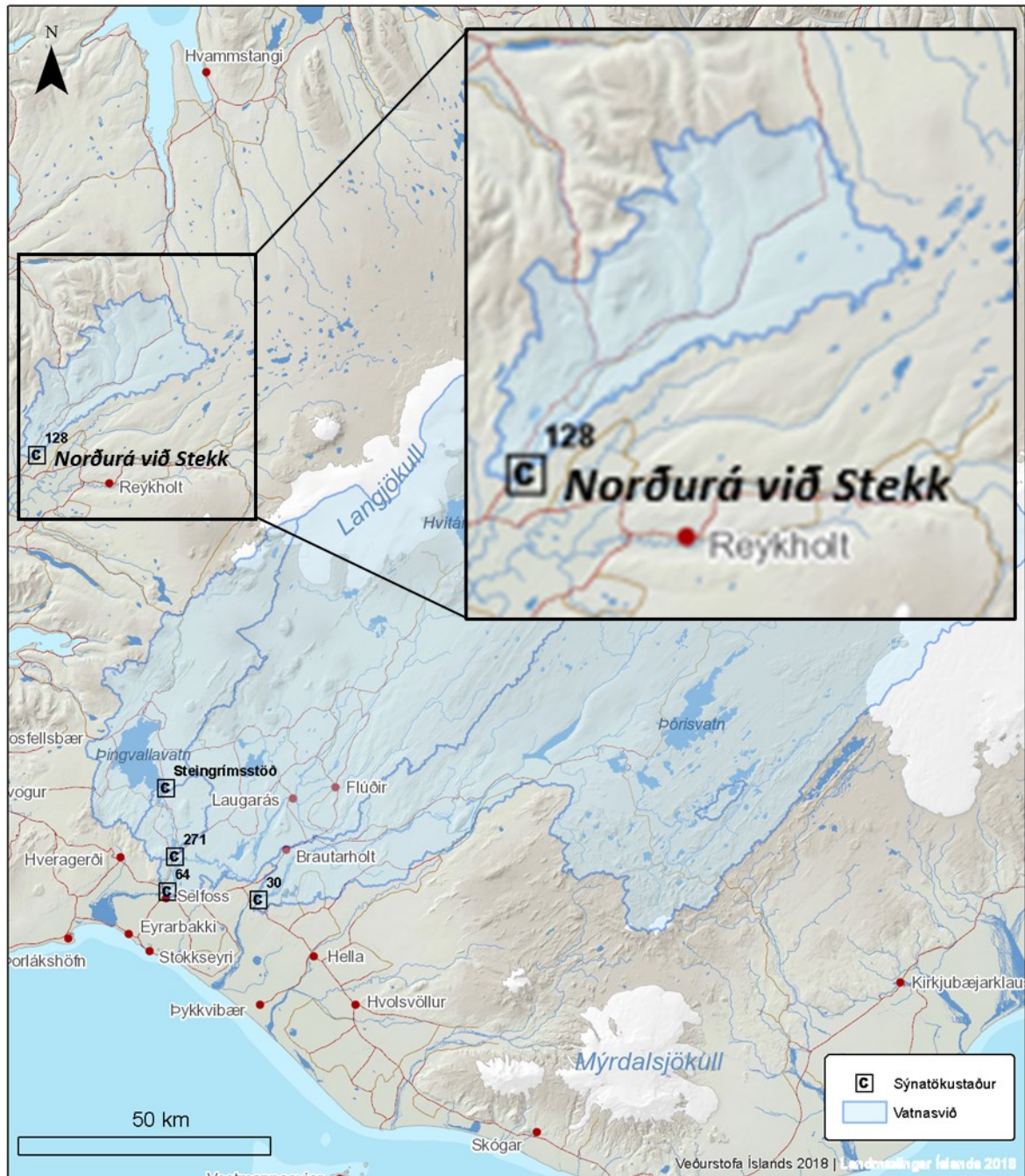
Vöktun á rennsli, efnastyrk og efnaframburði hófst í Norðurá í Norðurárdal árið 2004 og hefur staðið til dagsins í dag. Tilgangurinn með vöktuninni er að mæla rennsli og styrk uppleystra og fastra efna í ánni. Sýnum hefur verið safnað við Stekk frá upphafi vöktunarinnar (64,7109 °N, 21,6013°V) og alls hefur 100 sýnum verið safnað úr Norðurá frá 2004 til 2023. Frá árinu 2006 til 2010 fór fram samskonar rannsókn í Andakílsá við brú neðan Skorradalsvatns og Hvítá við Kljáfoss (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2011).

Verkefnið er kostað af Umhverfissráðuneytinu. Frá árinu 2004 til 2019 var vöktunin framkvæmd af Jarðvísindastofnun Háskólans en árið 2020 fluttist framkvæmdin til Hafrannsóknastofnunar. Eldri niðurstöður úr verkefninu eru birtar í skýrslum og greinargerðum Jarðvísindastofnunar (t.d. Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2011;2013; Deirdre Clark o.fl. 2018; 2019; 2020).

Rannsóknin hefur víðtækt gildi vegna þess hve margir þættir eru athugaðir samtímis: Rennsli, lífrænn og ólífrænn aurburður, hitastig vatns og lofts, pH, leiðni, basavirkni („alkalinity”) og styrkur uppleystu aðalefnanna; Na, K, Ca, Mg, Si, Cl, SO₄, uppleystu næringarefnanna; NO₃, NO₂, NH₄, PO₄, N_{total}, P_{total}, uppleystu snefilefnanna; B, F, Al, Fe, Mn, Sr, Ti, og uppleystu þungmálmana; As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V og Zn.

Sýnatökustaðurinn í Norðurá er í vatnshloti, Norðurá 1 (nr. 104-200-R), sem hefur verið skilgreint sem viðmiðunarvatnshlot fyrir vöktun samkvæmt vatnaáætlun Íslands 2022–2027 og vöktunaráætlun sem er fylgiskjal vatnaáætlunarinnar (Umhverfisstofnun 2021a; 2021b). Norðurá 1 er í vatnagerð RL3 sem táknar að áin er bergvatnsá á láglandi sem er undir áhrifum af vötnum og votlendi á vatnasviðinu. Árið 2022 var vöktun á skilgreindum líffræðilegum og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum gerð í Norðurá 1, samhliða þeirri vöktun sem staðið hefur yfir frá 2004. Samkvæmt niðurstöðum rannsókna á líffræðilegum og eðlisefnafræðilegum gæðapáttum sem safnað var 2022 er Norðurá 1 í mjög góðu vistfræðilegu ástandi (Eydís Salome Eiríksdóttir 2023). Niðurstöður úr þeirri rannsókn nýtist, ásamt þeim mælingum birtar á eðlisefnafræðilegum gæðapáttum sem hér eru birtar, til að flokka Norðurá eftir vistfræðilegu ástandi árinna sem og til að prófa þær flokkunaraðferðir sem þegar hafa verið skilgreindar (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020).

Í þessari greinargerð eru teknar saman niðurstöður þeirra mælinga sem gerðar voru árið 2023 í Norðurá í Norðurárdal, í sýnum sem safnað var við Stekk. Aðferðum er lýst og niðurstöðurnar birtar í töflum 1–3. Á myndum 3–6 í viðauka eru niðurstöður ársins 2023 sýndar ásamt eldri niðurstöðum til að draga fram styrkbreytingar með tíma og áhrif rennslis á efnastyrk.



VHM	Nafn	Vatnavið (km ²)	Þar af á jökli (km ²)
30	Þjórsá	7314	960
64	Ölfusá	5662	628
128	Norðurá	513	0
271	Sogið	1143	34
	Steingrimsstöð	949	34

Mynd 1. Vatnasvið og staðsetningar sýnatökustaða á Suður- og Vesturlandi. Rannsóknarstöðin við í Norðurá við Stekk er stækkuð á myndinni.

2 Aðferðir

Sýnum af vatni og svifaur var safnað af starfsmanni Hafrannsóknastofnunar að vori, sumri og hausti árið 2023 og að vetri 2024 (í janúar). Vatnssýnum var safnað til efnamælinga af bakka Norðurár, neðan við Stekk (64,7109 °N, 21,6013°V) (myndir 1 og 2). Sýnum var ýmist safnað beint í brúsa úr vatnsstraumnum eða, ef rennsli var mikið, í fötu sem hent var út í strauminn. Svifaursýnum var safnað nálægt bakka með handsýnataka (DH48) sem festur var á stöng (myndir 2A og mynd frá 16.03.21 í viðauka). Sýnatakinn var látinn síga hægt frá vatnsyfirborði niður á botn og þannig var safnað heilduðu sýni frá yfirborði árinna niður á botn. Alls var fjórum sýnum safnað til efna- og svifaursmælinga árið 2023, á öllum árstíðum. Vatnshæð Norðurár er mæld við Stekk og rennsli reiknað með viðeigandi rennslislykli sem tengir vatnshæð við rennsli.

Hluti þeirra mælipátta sem vaktaðir hafa verið í Norðurá frá 2004 eru skilgreindir eðlisefnafræðilegir gæðapættir (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020). Það eru pH, leiðni, basavirkni (alkalinity) og styrkur uppleystu næringarefnanna NO_3 , NH_4 og PO_4 . Samkvæmt Vöktunaráætlun skal mæla þessa þætti fjórum sinnum yfir árið (Umhverfisstofnun 2021). Auk þess skal vakta líffræðilega gæðapætti einu sinni á sex ára fresti í þeim vatnshlotum sem eru til vöktunar. Árið 2022 voru tekin sýni af hryggleysingjum og blaðgræna mæld í Norðurá samkvæmt aðferðum sem lýst hefur verið í leiðbeiningum (Jón S. Ólafsson o.fl. 2022; Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir o.fl. 2022; Eydís Salome Eiríksdóttir 2023). Niðurstöður rannsókna á líffræðilegum gæðapáttum verða birtar í sérstakri skýrslu um niðurstöður vöktunar á gæðapáttum og ástandsflokkun þeirra vatnshlota sem vöktuð voru árið 2022. Mæling á sýrustigi (pH) og leiðni var gerð beint í vatninu á sama tíma og söfnunin fór fram (mynd 1D). Mæling á pH var einnig gerð á rannsóknastofu. Sýnin voru síuð á staðnum með Cellulose Acetate síum með 0,2 μm möskvastærð (porustærð), 142 mm í þvermál (mynd 1C). Síuhaldari úr teflon („in-line“ frá Sartorius) var notaður til að sía sýnin og peristaltisk dæla var notuð til að dæla vatninu í gegnum síubúnaðinn. Áður voru flöskur hreinsaðar þrisvar sinnum með síuðu sýni til að minnka líkur á mengun við sýnatöku. Fyrst var síað í 300 ml og 60 ml brúnar glerflöskur fyrir mælingar á alkalinity (basavirkni) og pH. Flöskurnar voru fylltar frá botni og upp í topp til að minnka snertingu vatns við andrúmsloft. Þá var síað í eina 1000 ml plastflösku til mælinga á brennisteinsísótópum. Að því loknu var síað í tvær 100 ml PE plastflöskur, önnur til mælinga á næringarefnum (NO_3 , NO_2 , NH_4 , PO_4 , N-total og P-total) og hin til mælinga á anjónum (Cl, F, SO_4). Að lokum var vatn síað í 50 ml PE plastflösku til mælinga á katjónum og snefilmálmum (SiO₂, Na, K, Ca, Mg, Al, Fe, B, Mn, Sr, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Mo, Ti, V). Í þá flösku var bætt 0,5 ml af fullsterkri hreinsaðri saltpétursýru (HNO_3). Sýni til mælinga á heildarstyrk lífræns kolefnis (TOC) var ekki síað heldur var því hellt beint í sýnaglasíð úr brúsanum og í það var bætt 0,3 ml af fullsterkri saltsýru (HCl). Þegar komið var á rannsóknastofu voru næringarefnasýni sett í frysti og TOC sýni í kæli og þau send eins fljótt og auðið (innan við viku frá söfnun) var til greininga í Svíþjóð.

Magn svifaurs og heildarmagn leystra efna ($\text{TDS}_{\text{mælt}}$) var mælt á Veðurstofu Íslands samkvæmt staðlaðri aðferð (Svanur Pálsson og Guðmundur Vigfússon 2000). Efnagreiningarnar voru

gerðar á Hafrannsóknastofnun, Jarðvísindastofnun Háskólans og hjá ALS í Svíþjóð og Danmörku. Mælingar á leiðni og pH voru gerðar á söfnunarstað samtímis sýnasöfnun. Basavirkni („alkalinity“) og pH var mælt með títrun og pH-rafskauti á Hafrannsóknastofnun að loknum sýnatökuleiðangri, samdægurs eða daginn eftir sýnatöku. Endapunktur títrunar var ákvarðaður með Gran-falli (Stumm og Morgan, 1996).

Aðalefni og snefilefni voru mæld af ALS Scandinavia með ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy)¹, ICP-MS (Mass Spectrometry with Inductively Coupled Plasma)² og atómljómun; AF (Atomic Fluorescence)³. Styrkur anjónanna flúors, klórs og súlfats var mældur með anjónaskilju (Dionex IC2000) á Jarðvísindastofnun Háskólans sem kvörðuð var með VellAn innanhúss stöðlum sem kvarðaðir hafa verið miðað við alþjóðlega staðla. Styrkur næringarefna var mældur með sjálfvirkum litrófsmæli (Autoanalyser)⁴ hjá ALS í Danmörku. Heildarstyrkur TOC var einnig mældur hjá ALS í Danmörku með Skalar Formacs TOC/TN Analyzer⁵.

¹ SS EN ISO 11885: 2009 and US EPA Method 200.7: 1994

² SS EN ISO 17294- 2: 2016 and US EPA Method 200.8: 1994

³ SS EN ISO 17852: 2008.

⁴ DS/EN ISO 11732:2005; DS/ISO 29441:2010; DS/EN ISO 6878:2004

⁵ DS/EN 1484:1997



Mynd 2 A-D. Sýnataka í Norðurá við Stekk. Svifaurssýnataka 16.12.2020. Aðstæður í desember sýnatökunni voru langt frá því að vera vetraraðstæður (A og B, myndir: Kría Rún Daðadóttir). Síun sýna á bílpalli 24. júní 2020 (C) og mæling á leiðni þann 18. september 2020 (D) (C og D, myndir: Eydís Salome Eiríksdóttir).

3 Niðurstöður

Í töflu 1 er sýnt reiknað meðaltal mælinga; langtímameðaltöl (2004–2023) og meðaltöl frá árinu 2023, í töflu 2 er sýndur reiknaður framburður uppleystra efna og svifaurs og í töflu 3 eru niðurstöður mælinga úr einstökum sýnum frá árinu 2023. Næmi efnagreiningaraðferða og upplýsingar um efnagreiningaraðferðir eru í töflu 4. Þar koma einnig fram greiningarmörk/næmi fyrir hvert efni (LOQ; limit of quantification). Styrkur uppleystra efna er sýndur myndrænt á myndum 3 til 5 og áhrif rennslis á styrk uppleystra efna og svifaurs eru sýnd á mynd 6 í viðauka.

Hægt er að leggja mat á gæði mælinga á aðalefnum eða hvort mælingar vanti á aðalefnum eða ráðandi efnasamböndum með því að skoða hleðslujafnvægi í lausn (tafla 3). Ef öll aðalefni og ríkjandi efnasambönd eru greind og mólstyrkur þeirra er réttur er magn neikvæðra og

jákvæðra hleðslna í vatninu jafnt. Hleðslujafnvægið (katjónir – anjónir) og hlutfallsleg skekkja er reiknað með eftirfarandi jöfnum:

$$Hleðslujafnvægi = (Na + K + 2 * Ca + 2 * Mg) - (Alkalinity + Cl + 2 * SO_4 + F) \quad (\text{jafna 1})$$

$$Mismunur (\%) = \frac{Hleðslujafnvægi}{(k \text{ atjónir} + \text{anjónir})} * 100 \quad (\text{jafna 2})$$

Árlegur framburður straumvatna, F, er reiknaður með eftirfarandi jöfnu eins og ráðlagt er í viðauka 2 við Óslóar- og Parísarsambýkktina (OSPAR; Oslo and Paris Commissions 1995, bls. 22–27) en þar er notast við rennslisveginn meðalstyrk efna og langtíma meðalrennsli hvers vatnsfalls eins og sýnt er í jöfnu 1.

$$F = \frac{Q_r * \sum_{i=1}^n (C_i Q_i)}{\sum_{i=1}^n Q_i} \quad (\text{jafna 3})$$

C_i er styrkur aurburðar eða leysta efna fyrir sýnið i (mg/l),

Q_i er rennsli straumvatns þegar sýnið i var tekið (m^3/sek),

Q_r er langtímameðalrennsli fyrir vatnsföllin (m^3/sek),

n er fjöldi sýna sem safnað var á tímabilinu.

Hér verður ekki farið í viðamikla greiningu á öllum niðurstöðum mælinganna heldur verður aðeins tæpt á nokkrum þáttum. Heildarstyrkur uppleystra efna (TDS) í Norðurá sveiflast á bilinu 35–82 mg/l og lækkar með auknu rennsli. Álíka mikið er af uppleystum efnum í Norðurá og í Ölfusá, styrkurinn er lægri en í Þjórsá og hærri en í Soginu. Það endurspeglast í rafleiðni vatnsfallanna. Uppleyst kolefni (bíkarbonat) er það efnasamband sem er í mestum styrk í vatninu í öllum þessum vatnföllum en klór (Cl) er í hlutfallslega háum styrk miðað við önnur efni í Norðurá og miðað við styrk og hlutföll þeirra í vöktuðum ám á Suðurlandi. Styrkur klórs í Norðurá er oftast á milli 100 og 350 $\mu\text{mól/l}$ en í einstaka vetrar- og vorsýnum hefur styrkurinn verið yfir 400 $\mu\text{mól/l}$ og allt að 470 $\mu\text{mól/l}$. Árið 2023 var styrkur klórs í Norðurá að meðaltali 38, 46 og 62% hærri en í Sogi, Ölfusá og Þjórsá. Klór í ferskvatni er almennt talinn vera upprunninn úr sjávarseltu sem ýrist yfir land og fellur niður með úrkomu. Vatnasvið Norðurár er stórt og nær langt upp á hálendi, þar sem sjávarýringar gætir síður. Styrkur klórs ætti því ekki að vera þetta hár og hugsanlega stafar hann að hluta til af vegasöltun, en þjóðvegurinn liggur nærri ánni á stórum köflum og þar er umtalsverð vegsöltun vegna hálkuvana yfir veturinn.

Heildarstyrkur uppleysts köfnunarefnis (N-total) frá 2004 til 2023 hefur lækkað, en líklega skrifast það á aukið næmi efnagreiningaaðferða sem nú eru notuð. Styrkur nitrats (NO_3) sveiflast reglulega frá greiningarmörkum að sumri upp í ~4,5 $\mu\text{mól}$ að vetri. Styrksveiflan stafar af upptöku næringarefna (m.a. nitrats) vegna frumframleiðni á vatnasviðinu. Athygli vekur að styrkur uppleysts fosfórs er alltaf lágur, hvort sem er að sumri eða vetri. Það er áhugavert og

ekki það sem við væri að búast miðað við styrksveiflu NO_3 vegna frumframleiðni, þar sem fosfór er einnig nauðsynlegt næringarefni fyrir plöntur og þörungum. Þetta þýðir að fosfór virðist ekki vera takmarkandi fyrir frumframleiðni í Norðurá, þrátt fyrir að vera í þetta litlu magni. Það bendir til að frumframleiðendur nái með einhverjum hætti að nýta sér fosfór sem er ekki á uppleystu formi í vatninu.

Norðurá 1 (vatnshlot nr. 104-200-R) er skilgreint viðmiðunarvatnshlot samkvæmt Vatnaáætlun Íslands 2022–2027 fyrir vötn af gerðinni RL3; bergvatn á láglandi, á eldri berggrunni með mikil áhrif af vötnum/votlendi á vatnasviði (Umhverfisstofnun 2021). Niðurstöður mælinga á pH, leiðni, alkalinity (basavirkni) og styrk næringarefna sem hér birtast er hægt að nota til að skilgreina ástand vatnshlotsins, auk þess að nýtast sem viðmið fyrir önnur straumvötn sem eru í sömu gerð og Norðurá (RL3). Niðurstöður mælinga frá árinu 2023 benda til að Norðurá sé í mjög góðu ástandi m.t.t. eðlisefnafræðilegra gæðabátta þar sem meðaltal niðurstöðna frá árinu fellur innan marka sem skilgreindir mjög gott ástand (kafla 4 í Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020).

4 Lokaorð

Í þessari skýrslu er fjallað um niðurstöður mælinga á rennsli, svifaur og eðlisefnafræðilegum þáttum í fjórum sýnum úr Norðurá við Stekk í Norðurárdal sem safnað var árið 2023. Niðurstöðurnar eru settar fram í töflum og á myndum í viðauka og fjallað um þær í texta. Þær eru einnig bornar saman myndrænt við eldri gögn sem safnað hefur verið á sama stað frá árinu 2004. Ekki var hægt að greina breytingu á niðurstöðum mælinga á styrk einstakra efna eftir tilfærslu framkvæmdar efnavöktunar frá Jarðvísindastofnun til Hafrannsóknastofnunar þar sem lögð var áhersla á að nota sama söfnunarstað og söfnunar- og mæliaðferðir og gert var á Jarðvísindastofnun. Niðurstöðurnar benda til þess að meðalstyrkur efna árið 2023 sé sambærilegur við langtímameðaltal efnanna (tafla 1). Framburður uppleystra og fastra efna var reiknaður út frá styrk efna og rennsli árinna, bæði langtíma framburður og framburður efna árið 2023 (tafla 2). Niðurstöður reikninganna er gefinn upp á mismunandi hátt til að þeir nýtist ólíkum hópum, t.d. landbúnaðargeiranum. Niðurstöður mælinga á eðlisefnafræðilegum gæðabáttum, sem skilgreindir hafa verið í Vatnaáætlun Íslands 2022–2027, benda til að Norðurá sé í mjög góðu ástandi m.t.t. þeirra þátta.

Heimildir

- Deirdre Clark, Svava Björk Þorláksdóttir, Carl-Magnus Mörth, Sigurður Reynir Gíslason og Eydís Salome Eiríksdóttir (2019). Efnasamsetning, rennsli og aurburður Norðurár í Norðurárdal. Greinargerð. Gögn frá 2004 til 2018. Raunvísindastofnun Háskólans, Reykjavík, RH-4-19.
- Deirdre Clark, Eydís Salome Eiríksdóttir, Svava Björk Þorláksdóttir, Carl-Magnus Mörth og Sigurður Reynir Gíslason (2018). Efnasamsetning, rennsli og aurburður Norðurár í Norðurárdal. Greinargerð. Gögn frá 2004 til 2017. Raunvísindastofnun Háskólans, Reykjavík, RH-12-18.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Iris Hansen, Þóra Hrafnisdóttir, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Jón S. Ólafsson, Haraldur R. Ingvason og Agnes-Katharina Kreiling. (2023). Niðurstöður vöktunar á líffræðilegum og eðlisefnafræðilegum gæðabáttum í straum- og stöðuvötnum árið 2022. Haf- og vatnarannsóknir, HV2023-37. 34 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sunna Björk Ragnarsdóttir, Gerður Stefánsdóttir, Agnes-Katharina Kreiling, Fjóla Rut Svavarsdóttir, Jón S. Ólafsson, Svava Björk Þorláksdóttir. (2020). Vistfræðileg viðmið við ástandsflokkun straum- og stöðuvatna á Íslandi. Skýrsla fagstofnanna, leiðrétt útgáfa VÍ 2020-009/HV 2020-42/NÍ-20010. 112 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir, Kristjana G. Eypórsdóttir 2013. Efnasamsetning, rennsli og aurburður Norðurár í Norðurárdal II. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar. Raunvísindastofnun Háskólans, Reykjavík, RH-15-2013, 39 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir, Kristjana G. Eypórsdóttir 2011. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Vesturlandi V. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar. Raunvísindastofnun Háskólans, Reykjavík, RH-06-2011, 46 bls.
- Jón S. Ólafsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir og Eydís Salome Eiríksdóttir. (2022). Leiðbeiningar um söfnun sýna til greininga á hryggleysingjum og söfnun á púpuhömum rykmýs í straum- og stöðuvötnum. Hafrannsóknastofnun KV 2022-13. 10 bls.
- OSPAR, Oslo and Paris Commissions 1995. Implementation of the Joint Assessment and Monitoring Programme, Appendix 2, Principles of the Comprehensive Study on Riverine Inputs
- Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Jón S. Ólafsson, Eydís Salome Eiríksdóttir. (2022). Leiðbeiningar um söfnun sýna til mælinga á blaðgrænu a í straum- og stöðuvötnum, auk mælinga á blaðgrænu a með handmæli. Hafrannsóknastofnun, KV 2022-10.
- Stumm, W. og J. Morgan, 1996. Aquatic Chemistry. Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters, 3rd ed. John Wiley & sons, New York, 1022 bls.

Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon, 1996. Gagnasafn aurburðarmælinga 1963–1995, Orkustofnun OS-96032/VOD-05 B, 270 bls.

Umhverfisstofnun 2021a. Vatnaáætlun Íslands 2022-2027. [https://ust.is/library/sida/haf-og-vatn/Vatna%
c3%a1%
c3%a6tlun%202022-2027%20-%20Copy%20\(1\).pdf](https://ust.is/library/sida/haf-og-vatn/Vatna%c3%a1%c3%a6tlun%202022-2027%20-%20Copy%20(1).pdf) sótt á vef Umhverfisstofnunar 23. maí 2022.

Umhverfisstofnun 2021b. Vöktunaráætlun Íslands 2022-2027.

[http://vatn.is/library/sida/haf-og-
vatn/V%
c3%b6ktunar%
c3%a1%
c3%a6tlun_vatna%
c3%a1%
c3%a6tlunar%202022-
2027.pdf](http://vatn.is/library/sida/haf-og-vatn/V%
c3%b6ktunar%
c3%a1%
c3%a6tlun_vatna%
c3%a1%
c3%a6tlunar%202022-2027.pdf) sótt á vef Umhverfisstofnunar 23. maí 2023

Viðaukar

Sýnasöfnun í Norðurá við Stekk mars 2023 til janúar 2024



Tafla 1. Langtíma meðalefnasamsetning og langtíma meðalrennsli í Norðurá í Norðurárdal 2004–2023 og meðaltal mælinga frá árinu 2023. Gögn eldri en 2020 eru birt í skýrslum og greinargerðum Jarðvísindastofnunar Háskólans (Eyðís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2013; Deirdre Clark 2019; 2020). DOP <g.m. styrkur lægri en greiningarmörk.

Staðsetning	Rennsli ¹ m ³ /sek	Loft- hiti °C	Vatns- hiti °C	pH	Leiðni µS/cm	SiO ₂ µmól/l	Na µmól/l	K µmól/l	Ca µmól/l	Mg µmól/l	Alkalinity meq/l	DIC µmól/l	S _{total} µmól/l	SO ₄ µmól/l	Cl µmól/l	F µmól/l	TDS mg/l	TDS _{reikn} mg/l
Norðurá 2004 - 2023	21,6	7,1	5,5	7,52	67,2	172	285	<9,37	107	71,1	0,375	384	21,1	20,0	228	1,93	49	57
Norðurá 2023	19,3	4,3	4,7	7,63	82,4	173	354	<10,9	116	78,4	0,380	379		24,5	339	2,03	60	63

Staðsetning	DOC mmól/l	POC µg/l	PON µg/l	C/N mól	TOC mg/l	Svifaur mg/l	P-total ² µmól/l	P-total ³ µmól/l	PO ₄ -P µmól/l	DOP ⁴ µmól/l	N-total µmól/l	NO ₃ -N µmól/l	NO ₂ -N µmól/l	NH ₄ -N µmól/l	DIN ⁵ µmól/l	DON ⁶ µmól/l	DIN/DON	(POC+DOC)/ svifaur %	TOC / svifaur %
Norðurá 2004 - 2023	0,0555	208	23,0	0,0		9,23	<0,0514		<0,0936	<g.m.	<4,02	1,07	<0,0447	<0,640	1,78	2,24	0,80	9,5	
Norðurá 2023					0,330	3,05	<0,0555	<0,107	<0,0672	<g.m.	<3,03	1,66	<0,0205	<0,200	1,88	1,17	1,61		10,8

Staðsetning	Al µmól/l	Fe µmól/l	B µmól/l	Mn µmól/l	Sr µmól/l	As nmól/l	Ba nmól/l	Cd nmól/l	Co nmól/l	Cr nmól/l	Cu nmól/l	Ni nmól/l	Pb nmól/l	Zn nmól/l	Hg nmól/l	Mo nmól/l	Ti nmól/l	V µmól/l
Norðurá 2004 - 2023	0,183	0,647	0,560	0,047	0,079	<0,742	0,859	<0,0205	0,288	0,915	5,78	<2,24	<0,0820	<11,6	<0,0112	2,07	4,89	0,0145
Norðurá 2023	0,106	0,445	1,17	0,046	0,100	<0,670	1,11	<0,0302	0,212	0,606	5,16	1,45	<0,0563	<4,55	<0,0100	2,40	1,58	0,0142

¹ langtíma meðalrennsli 2004-2023 byggt á samfelldum mælingum

¹ meðalrennsli 2023 byggt á samfelldum mælingum

² mælt með ICP-MS

³ mælt með Autoanalyser

⁴ uppleystur lífrænn fosfór (DOP, dissolved organic phosphorus)

⁵ uppleyst ólífrænt köfnunarefni (DIN, dissolved inorganic nitrogen)

⁶ uppleyst lífrænt köfnunarefni (DON, dissolved organic nitrogen)

Tafla 2. Framburður Norðurár í Norðurárdal árið 2023. Reikningarnir eru byggðir á jöfnu 3, meðalrennsli árinna árið 2023 (19,3 m³/s), augnabliksrennsli þegar sýni voru tekin og niðurstöðum mælinga á sýnum frá 2023 (tafla 3). Stærð vatnasviðs ofan sýnatökustaðarins er 513 km² (mynd 1). Framburðurinn er gefinn upp í nokkrum einingum til að auðvelda notkun gagnanna á ólíkum vettvangi.

Mæliþættir	tonn/ári	kg/km²/ári	kg/ha/ári
SiO ₂	6159	12006	120,06
Na	4558	8885	88,85
K	252	491	4,91
Ca	2668	5200	52,00
Mg	1073	2092	20,92
CO ₂	9858	19216	192,16
SO ₄	1356	2643	26,43
Cl	6608	12881	128,81
F	21	41	0,414
TDS mælt	33151	64621	646,21
TDS reiknað	36113	70396	703,96
TOC	208	406	4,06
Svifaur	892	1739	17,39
P-total	2,19	4,26	4,26E-02
PO ₄ -P	0,94	1,84	1,84E-02
NO ₃ -N	10,34	20,2	2,02E-01
NO ₂ -N	0,17	0,335	3,35E-03
NH ₄ -N	1,70	3,32	3,32E-02
N-total	24,07	46,9	4,69E-01
P-total	1,98	3,86	3,86E-02
Al	1,75	3,42	3,42E-02
Fe	13,19	25,7	2,57E-01
B	8,20	15,99	1,60E-01
Mn	1,21	2,37	2,37E-02
Sr	4,97	9,7	9,69E-02
As	0,031	0,060	5,96E-04
Ba	0,087	0,170	1,70E-03
Cd	0,002	0,004	4,27E-05
Co	0,007	0,013	1,28E-04
Cr	0,022	0,042	4,20E-04
Cu	0,180	0,350	3,50E-03
Ni	0,042	0,081	8,13E-04
Pb	0,007	0,013	1,33E-04
Zn	0,162	0,316	3,16E-03
Hg	0,001	0,002	2,38E-05
Mo	0,140	0,272	2,72E-03
Ti	0,040	0,077	7,74E-04
V	0,436	0,850	8,50E-03

Tafla 3. Niðurstöður mælinga á rennsli og styrk uppleystra efna og lífræns- og ólífræns svifauris í Norðurá í Norðurárdal við Stekk 2022-2023.

Sýnanúmer	Dags	kl	Rennsli m ³ /s	Loft-	Vatns-	pH	Leiðni µS/cm	SiO ₂ µmól/l	Na µmól/l	K µmól/l	Ca µmól/l	Mg µmól/l	Alkalinity meq/l	DIC µmól/l	SO ₄ µmól/l	Cl µmól/l	F µmól/l	Hleðslu-	Hleðslu-	TDS _{mælt} mg/kg	TDS _{reikn} mg/kg	Svifaur mg/l
				hiti °C	hiti °C													jafnvægi	jafnvægi			
20220411-13:15	11.4.2022	13:15	11,7	5	2,9	7,40	50,4	176	375	<10	128	85,6	0,355		22,0	388	1,6			63		1,5
20220823-14:00	23.8.2022	14:00	7,85	12	10,4	7,94	67,2	182	313	<10	115	68,7	0,427	425	19,1	205	2,4	17	1,26		59	
20221005-13:20	5.10.2022	13:20	45,6	6	4,5	7,57	60,7	172	260	<10	101	60,9	0,347	347	18,1	198	2,3	11	0,92	41	52	1,1
20221208-14:00	8.12.2022	14:00	2,31	-3	0,0	7,56	79,7	219	333	<10	125	91,3	0,483	482	24,8	248	2,78	7	0,44	54	69	0,3
20230329-11:00	29.3.2023	11:00	2,39	0	0,2	7,61	92,6	178	391	10,9	130	88,5	0,406	405	27,5	394	2,8	18	1,06	66	68	9,4
20230710-14:00	10.7.2023	14:00	5,56	22	16,1	8,02	78,1	169	342	10,7	109	71,6	0,386	384	21,7	268	2,0	15	1,03	63	59	0,4
20231023-13:00	23.10.2023	13:00	13,9	4	2,6	7,52	72,5	160	281	<10	101	64,2	0,355	354	21,7	261	1,7	38	2,99	46	55	0,3
20240117-12:50	17.1.2024	12:50	5	-9	0,0	7,37	86,3	186	400	11,9	122	89,3	0,372	372	27,0	432	1,7	26	1,51	63	68	2,1

Uppleyst næringarefni

Sýnanúmer	Dags	kl	P-total ¹	P-total ²	PO ₄	DOP ³	N-total	NO ₃	NO ₂	NH ₄	DIN ⁴	DON ⁵	TOC ⁶
			µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l
20220411-13:15	11.4.2022	13:15	0,073	0,291	0,039	0,034	1,86	1,00	<0,02	<0,21	1,230	0,63	0,290
20220823-14:00	23.8.2022	14:00	0,040	0,291	<0,03	0,010	2,43	<0,14	<0,02	0,228	0,388	2,04	0,680
20221005-13:20	5.10.2022	13:20	0,041	<0,1	<0,03	0,011	3,07	0,236	<0,02	<0,21	0,466	2,60	0,960
20221208-14:00	8.12.2022	14:00	0,065	0,194	0,090	<g.m.	4,85	3,641	0,0257	0,593	4,26	0,60	1,300
20230329-11:00	29.3.2023	11:00	<0,03	0,097	0,110	<g.m.	<1,43	2,07	0,0221	<0,21	2,30	<g.m.	0,130
20230710-14:00	10.7.2023	14:00	0,050	<0,1	0,036	0,015	3,14	0,33	<0,02	<0,21	0,558	2,58	0,470
20231023-13:00	23.10.2023	13:00	<0,03	<0,1	<0,03	<g.m.	2,14	0,521	<0,02	<0,21	0,751	1,39	0,300
20240117-12:50	17.1.2024	12:50	0,108	0,129	0,094	0,014	5,43	3,713	<0,02	<0,21	3,94	1,48	0,420

Uppleystir þungmálmar

Sýnanúmer	Dags	kl	Al	Fe	B	Mn	Sr	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg	Mo	Ti	V
			µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l
20220411-13:15	11.4.2022	13:15	0,139	2,005	0,156	0,152	0,104	<0,67	0,750	<0,018	0,458	0,504	5,62	1,98	<0,048	3,52	<0,01	1,76	2,46	0,012
20220823-14:00	23.8.2022	14:00	0,169	0,501	0,586	0,006	0,088	<0,67	0,631	<0,018	0,113	0,635	4,33	1,08	0,054	<3,06	<0,01	2,23	1,71	0,018
20221005-13:20	5.10.2022	13:20	0,271	0,795	0,361	0,028	0,079	<0,67	0,625	0,047	0,249	0,533	4,85	1,13	<0,048	5,77	<0,01	0,94	8,86	0,013
20221208-14:00	8.12.2022	14:00	0,064	0,483	0,621	0,022	0,109	<0,67	1,12	<0,018	0,152	0,823	4,80	1,20	<0,048	4,05	<0,01	2,68	1,52	0,014
20230329-11:00	29.3.2023	11:00	0,062	0,333	0,726	0,016	0,112	<0,67	1,143	0,027	0,151	0,467	5,37	2,39	<0,048	5,89	<0,01	2,51	0,84	0,012
20230710-14:00	10.7.2023	14:00	0,176	0,374	0,538	0,0067	0,091	<0,67	1,019	<0,018	0,162	0,560	5,87	1,25	<0,048	<3,06	<0,01	2,80	1,00	0,020
20231023-13:00	23.10.2023	13:00	0,092	0,244	1,301	0,010	0,084	<0,67	0,932	0,036	0,111	0,796	3,64	0,88	<0,048	3,56	<0,01	2,39	0,73	0,013
20240117-12:50	17.1.2024	12:50	0,092	0,831	2,133	0,153	0,113	<0,67	1,325	0,039	0,424	0,600	5,76	1,28	0,081	5,72	<0,01	1,90	3,76	0,012

¹ P-total mælt með ICP-MS

² P-total mælt með Autoanalyser

³ Uppleystur lífrænn fosfór (DOP, dissolved organic phosphorus)

⁴ Uppleyst ó lífrænt köfnunarefni (DIN, dissolved inorganic nitrogen)

⁵ Uppleyst lífrænt köfnunarefni (DON, dissolved organic nitrogen)

⁶ Heildarstyrkur lífræns kolefnis

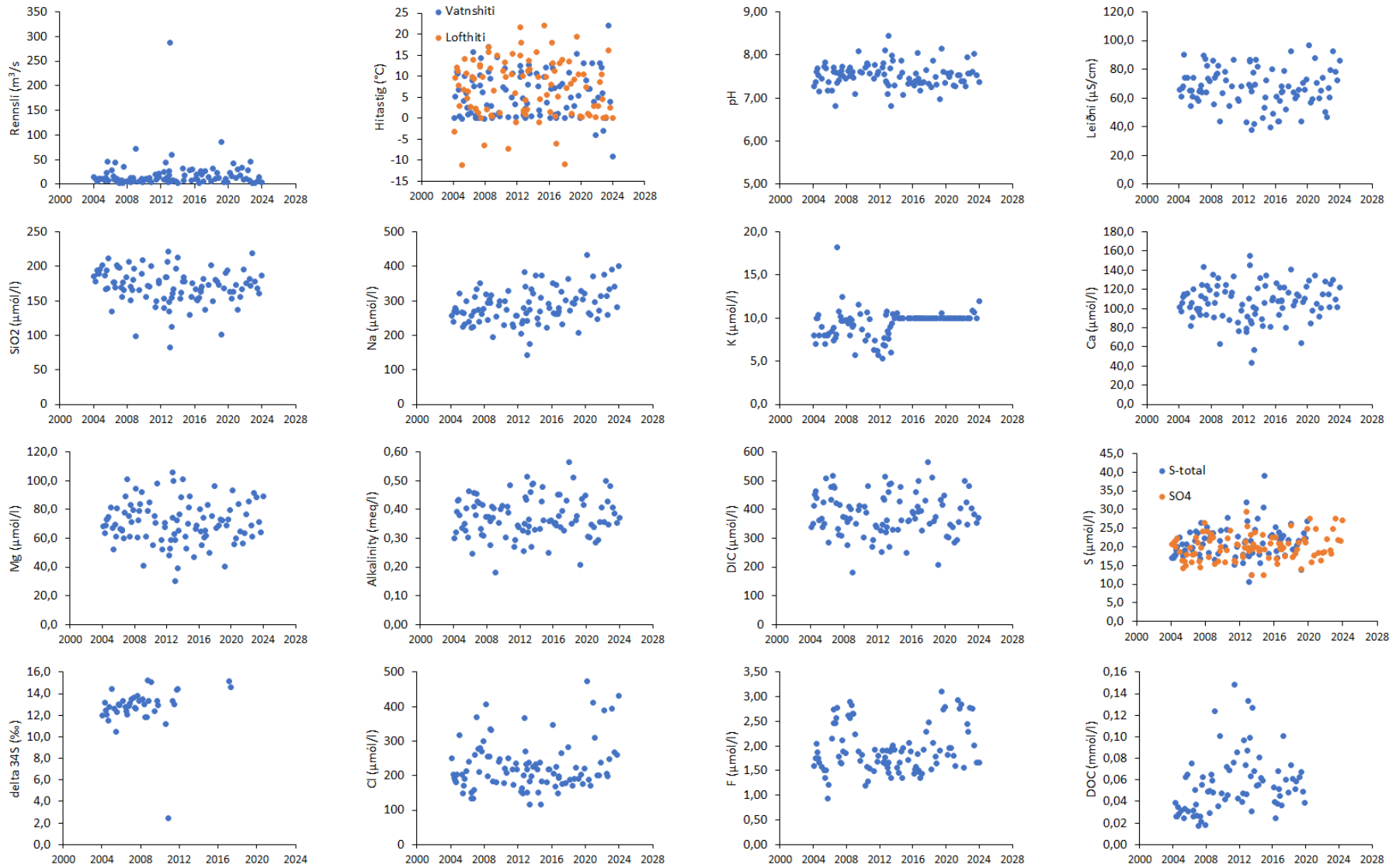
Tafla 4. Næmi efnagreiningaraðferða og hlutfallsleg skekkja mælinga.

Efni	Rannsóknarstofa	Aðferð/Tæki	Einingar	Næmi	Skekkja
Leiðni	Hafró	Leiðnimælir	µS/cm		± 1.0
T°C	Hafró	Hitamælir	°C		± 0,1
pH	Hafró	pH mælir			± 0,05
Svifaur	Veðurstofan		mg/l	1,0	
SiO ₂	ALS	ICP-AES	µmól/l	1,07	
Na	ALS	ICP-AES	µmól/l	4,35	
K	ALS	ICP-AES	µmól/l	10,2	
Ca	ALS	ICP-AES	µmól/l	2,50	
Mg	ALS	ICP-AES	µmól/l	3,70	
Alkalinity	Hafró	Titrún	meq/l		3%
CO ₂	Hafró	Jónaskilja	µmól/l		3%
SO ₄	JHÍ	Jónaskilja	µmól/l	10,4	10%
S	ALS	ICP-AES	µmól/l	6,24	
Cl	JHÍ	Jónaskilja	µmól/l	28,2	5%
F	JHÍ	Jónaskilja	µmól/l	1,05	10%
N-NO ₂	ALS	Autoanalyser	µmól/l	0,036	
N-NO ₃	ALS	Autoanalyser	µmól/l	0,14	
N-NH ₄	ALS	Autoanalyser	µmól/l	0,29	
N-total	ALS	Autoanalyser	µmól/l	1,43	
P-PO ₄	ALS	Autoanalyser	µmól/l	0,03	
P-total	ALS	Autoanalyser	µmól/l	0,1	
P	ALS	ICP-AES	µmól/l	0,032	
Al	ALS	ICP-SFMS	µmól/l	0,007	
B	ALS	ICP-SFMS	µmól/l	0,05/0,93	
Fe	ALS	ICP-SFMS	µmól/l	0,007	
Sr	ALS	ICP-SFMS	µmól/l	0,023	
Ti	ALS	ICP-SFMS	µmól/l	0,001	
Mn	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,546	
As	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,667	
Cr	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,192	
Ba	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,073	
Co	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,085	
Ni	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,852	
Cu	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	1,57	
Zn	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	3,06	
Mo	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,521	
Cd	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,018	
Hg	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,010	
Pb	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,048	
V	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,098	
Th	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,086	
U	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,002	
Sn	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,421	
Sb	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,082	
TOC	ALS	Skalar Formacs TON/TN	mg/l	0,1	
DOC	Umeå	Carlo Erba 1108	µmól/l	8,0	
DOC	NMÍ		µmól/l	9,0	
POC	NMÍ		µg µg/l ¹ µg/l ²	2,00 10,0 6,67	6,50%
PON	Umeå	Shimadzu TOC5000	µg	1,5	
PON	NMÍ		µg µg/l ¹ µg/l ²	0,40 2,00 1,33	11%
POP	NMÍ		µg µg/l ¹ µg/l ²	0,40 2,00 1,33	

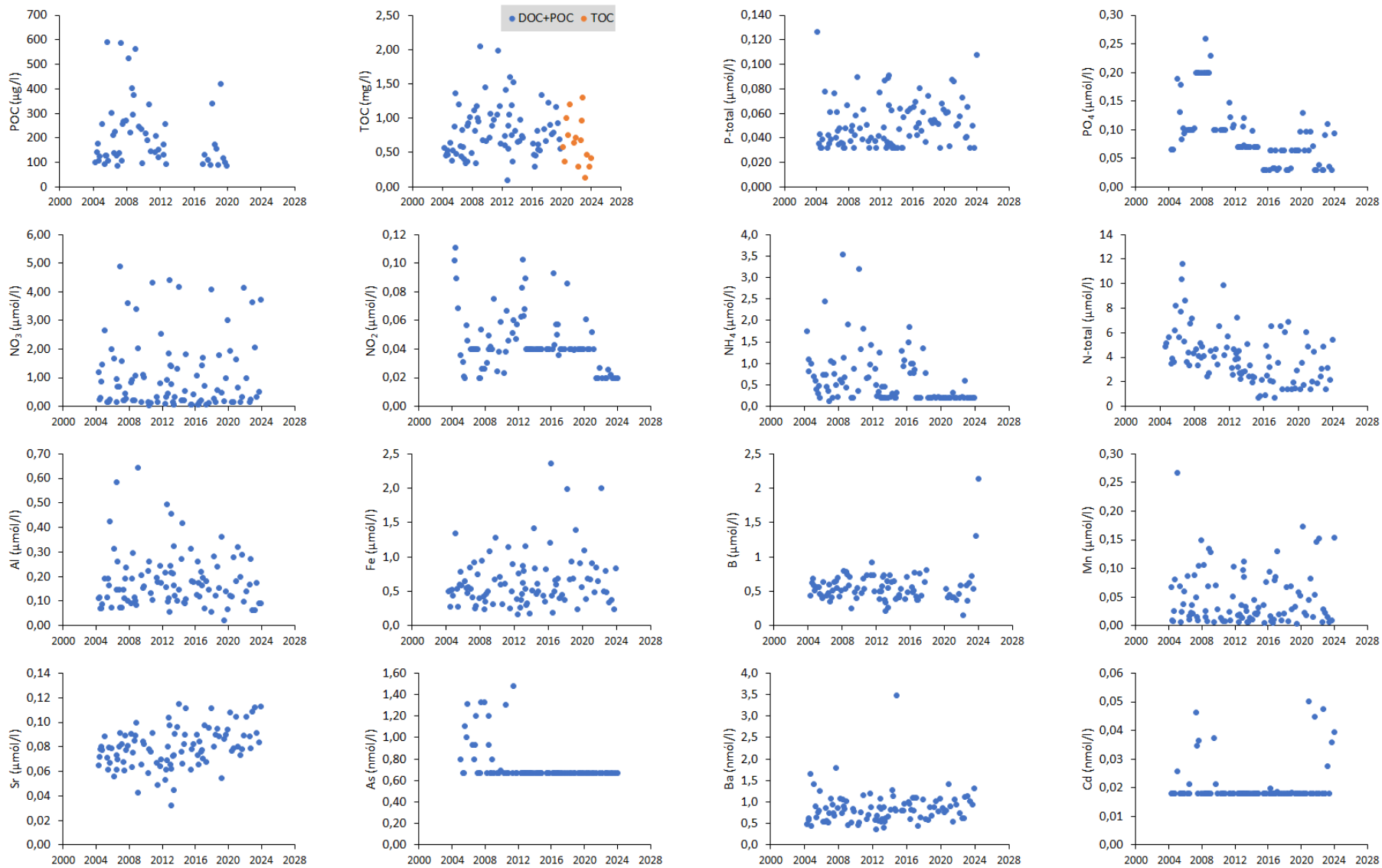
¹Næmi ef vatnssýni er 200 ml, ²Næmi ef vatnssýni er 300 ml.

Greiningar hjá ALS eru LOQ. Allar greiningar eru gerðar undir staðlaðri EPA aðferð, nr. 200.7 fyrir ICP-AES og nr. 200.8 fyrir ICP-SFMS.

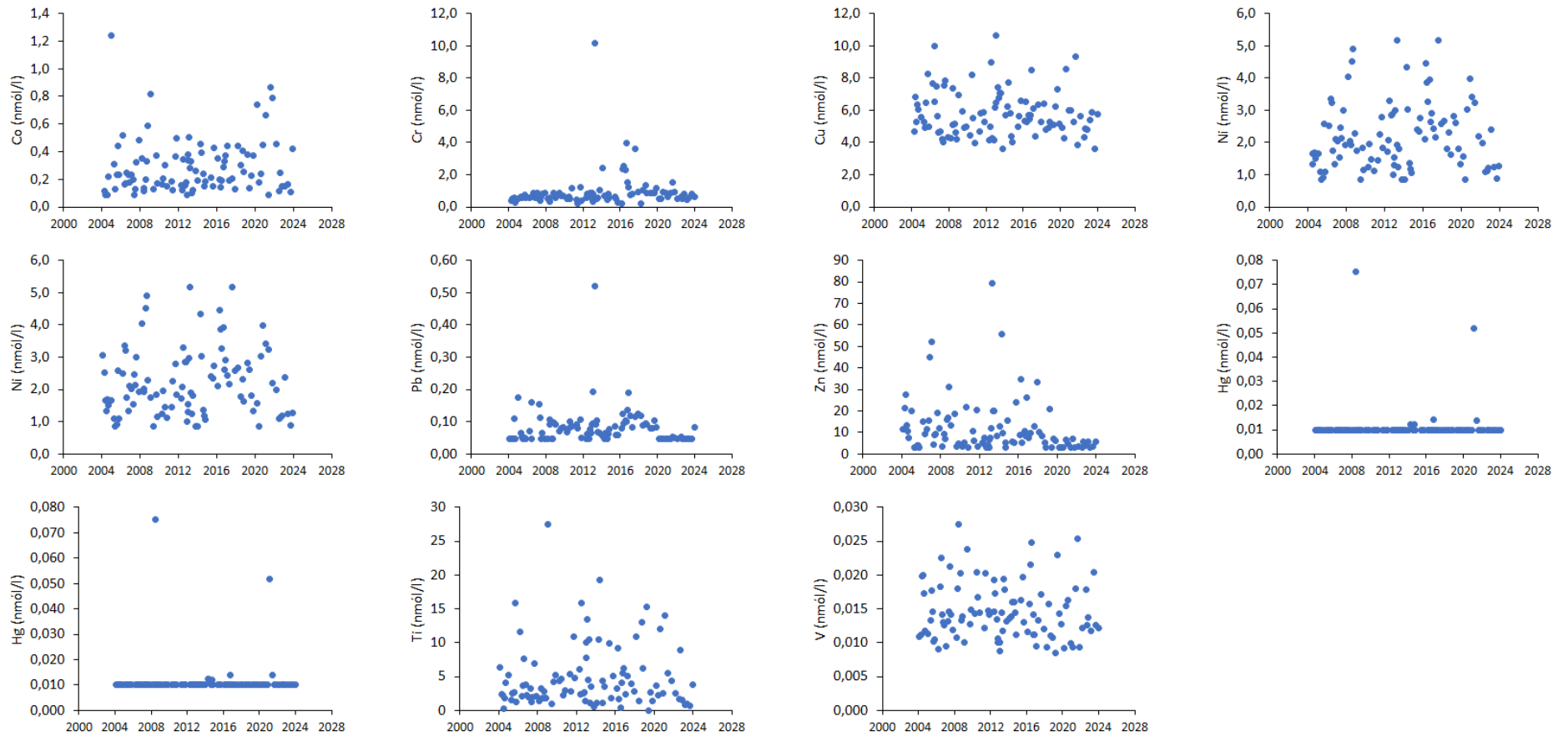
Hg greiningar með AFS eru gerðar skv. SS-EN ISO 17852:2008.



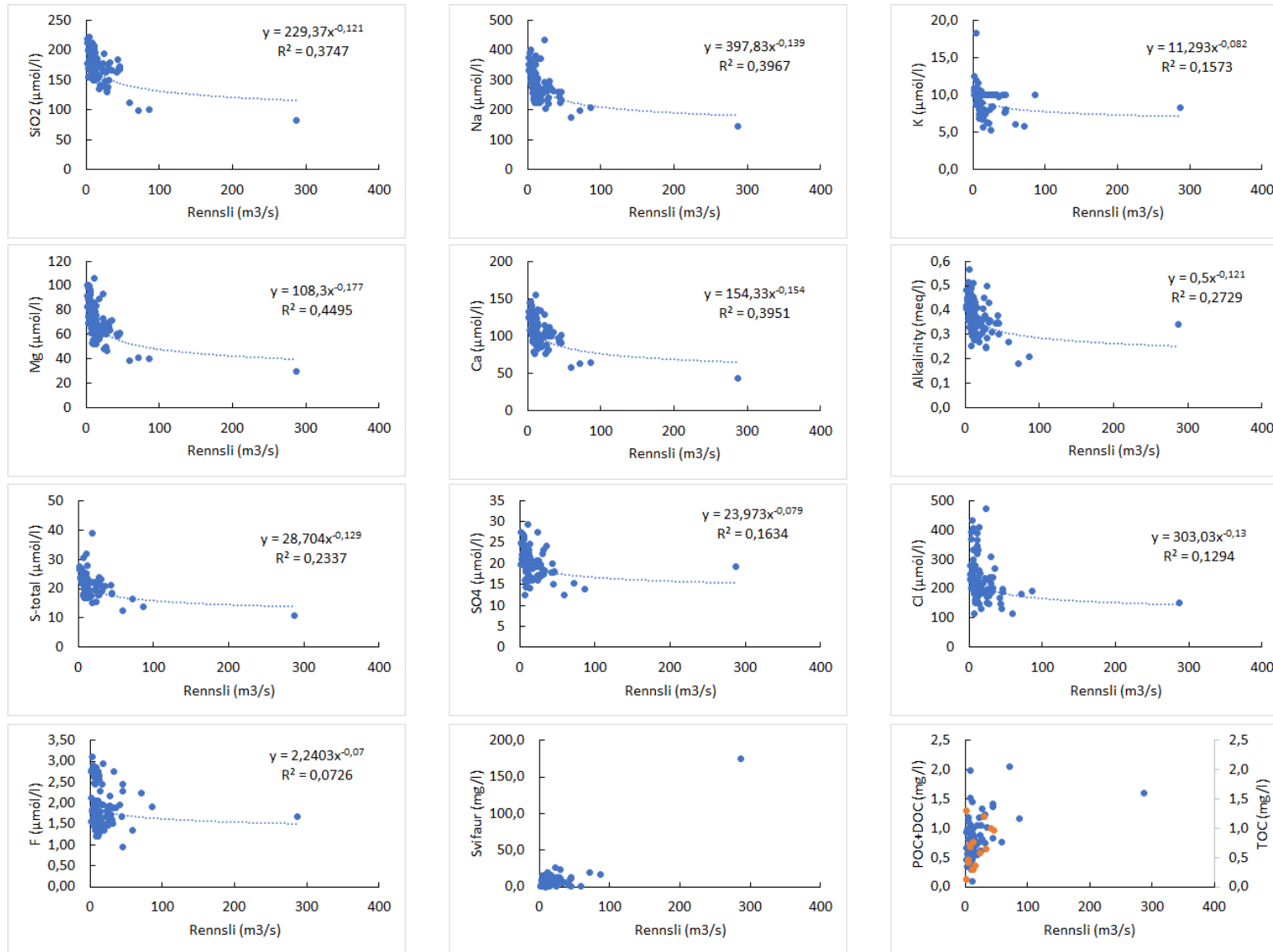
Mynd 3. Styrkur efna í Norðurá í Norðurárdal í tímaröð frá 2004 til 2023.



Mynd 4. Styrkur efna í Norðurá í Norðurárdal í tímaröð frá 2004 til 2023.



Mynd 5. Styrkur efna í Norðurá í Norðurárdal í tímaröð frá 2004 til 2023.



Mynd 6. Áhrif rennslis á styrk uppleystra efna, ólífræns og lífræns svifaurs (efnalyklar) 2004–2023