

HV 2023-28
ISSN 2298-9137



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Efnasamsetning, rennsli og aurburður Norðurár í
Norðurárdal. Niðurstöður ársins 2022

Eydís Salome Eiríksdóttir og Svava Björk Þorláksdóttir

HAFNARFJÖRÐUR – SEPTEMBER 2023

Efnasamsetning, rennsli og aurburður Norðurár í Norðurárdal Niðurstöður ársins 2022

Eydís Salome Eiríksdóttir, Hafrannsóknastofnun

Svava Björk Þorláksdóttir, Veðurstofu Íslands

Titill: Efnasamsetning, rennsli og aurburður Norðurár í Norðurárdal. Niðurstöður frá árinu 2022		
Höfundur: Eydís Salome Eiríksdóttir og Svava Björk Þorláksdóttir		
Skýrsla nr. HV 2023-28	Verkefnisstjóri: Eydís Salome Eiríksdóttir	Verknúmer: 15193
ISSN 2298-9137	Fjöldi síðna: 21	Útgáfudagur: 5. september 2023
Unnið fyrir: Umhverfisstofnun	Dreifing: Opin	Yfirfarið af: Rakel Guðmundsdóttir
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 2022. 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. <i>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.</i>		
Lykilorð: Efnasamsetning, straumvötn, stjórn vatnamála, efnaframburður, næringarefni, snefilefni, aðalefni, eðlisefnafræðilegir gæðabættir, OSPAR. <i>Riverine chemical composition, riverine fluxes, nutrients, trace elements, major element, physiochemical quality elements.</i>		
Undirskrift verkefnisstjóra: 	Undirskrift forstöðumanns sviðs: 	

Efnisyfirlit

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

Töfluskrá

Tafla 1. Langtíma meðalefnasamsetning og langtíma meðalrennsli í Norðurá í Norðurárdal 2004–2022 og meðaltal mælinga frá árinu 2022	13
Tafla 2. Framburður Norðurár í Norðurárdal árið 2022	14
Tafla 3. Niðurstöður mælinga á rennsli og styrk uppleystra efna og lífræns- og ólífræns svifaurs í Norðurá í Norðurárdal við Stekk 2020-2022	15
Tafla 4. Næmi efnagreiningaraðferða og hlutfallsleg skekkja mælinga	16

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 2022.....	17
Mynd 4. Styrkur efna í Norðurá í Norðurárdal í tímaröð frá 2004 til 2022.....	18
Mynd 5. Styrkur efna í Norðurá í Norðurárdal í tímaröð frá 2004 til 2022.....	19
Mynd 6. Áhrif rennslis á styrk uppleystra efna, ólífræns og lífræns svifaurs (efnalyklar) 2004–2022.....	21

1 Inngangur

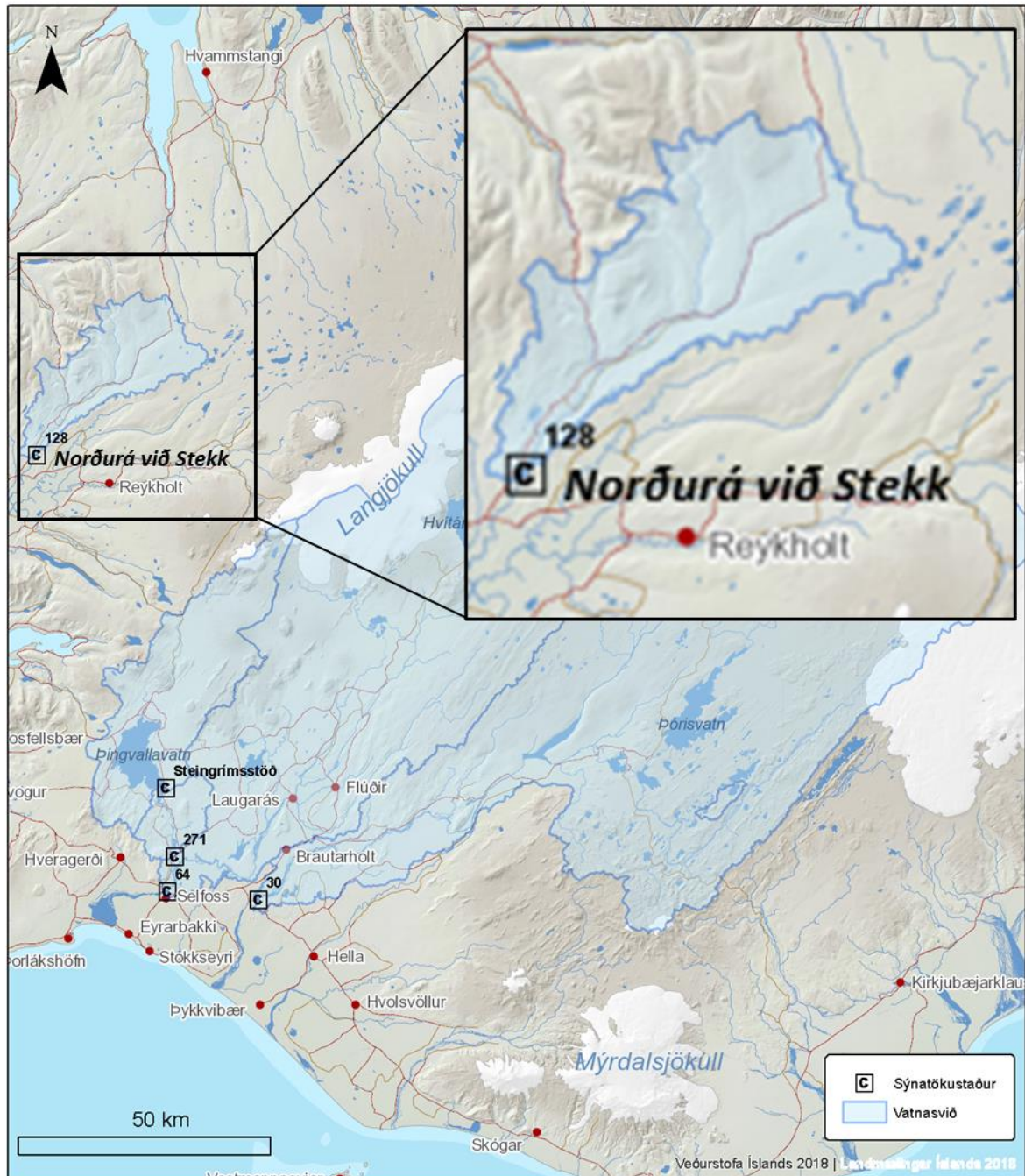
Vöktun á rennsli, efnastyrk og efnaframburði hófst í Norðurá í Norðurárdal árið 2004 og hefur staðið til dagsins í dag. Tilgangurinn með vöktuninni er að mæla rennsli og styrk uppleystra og fastra efna í ánni. Sýnum hefur verið safnað við Stekk frá upphafi vöktunarinnar (64,7109 °N, 21,6013°V) og alls hefur 97 sýnum verið safnað úr Norðurá frá 2004 til 2022. 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 skilgreindu 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. 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 er gerð grein fyrir niðurstöðum þeirra mælinga sem gerðar voru árið 2021 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 2022 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 fjórum sinnum árið 2022. 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 2022, 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). 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. Ein mæling var gerð á súrefnisstyrk/-mettun í Norðurá í ágúst 2022. 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 (HNO₃). 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 svifauris og heildarmagn leystra efna ($TDS_{mælt}$) 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 og meðaltöl frá árinu 2021, í töflu 2 er sýndur reiknaður framburður uppleystra efna og svifaus og í töflu 3 eru niðurstöður mælinga úr einstökum sýnum frá árinu 2022. 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 svifaus 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:

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

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

Árlegur framburður straumvatna, F, er reiknaður með eftirfarandi jöfnu eins og ráðlagt er í viðauka 2 við Óslóar- og Parísarsamþykktina (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 leystra 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 $\mu\text{mól/l}$. Að meðaltali var styrkur klórs í Norðurá árið 2022 25, 30 og 50% 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 2021 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 mikilvægt næringarefni. 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 2022 benda til að Norðurá sé í mjög góðu ástandi m.t.t. eðlisefnafræðilegra gæðabáttar þar sem meðaltal niðurstaðna frá 2022 falla innan marka sem skilgreina mjög gott ástand (kafla 4 í Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020).

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 2022. 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 2022 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 2022 (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, 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.

Viðaukar



Norðurá við Stekk

Sýnasöfnun 2022

Tafla 1. Langtíma meðalefnasamsetning og langtíma meðalrennsli í Norðurá í Norðurárdal 2004–2022 og meðaltal mælinga frá árinu 2022. Gögn eldri en 2020 eru birt í skýrslum og greinargerðum Jarðvísindastofnunar Háskólans (Eydís 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 mmól/l	Na mmól/l	K mmól/l	Ca mmól/l	Mg mmól/l	Alkalinity meq/l	DIC mmól/l	S _{total} mmól/l	SO ₄ mmól/l	Cl mmól/l	F µmól/l	TDS mg/l	TDS _{reikn} mg/l
Norðurá 2004 - 2022	21,7	7,2	5,6	7,52	66,6	172	282	<9,32	107	70,7	0,375	384	21,1	19,8	224	1,92	48	56
Norðurá 2022	26,5	6,6	5,3	7,55	60,9	187	320	<10,0	117	76,6	0,423	438		21,0	260	2,27	53	61

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)/s vifaur %	TOC / svifaur %
Norðurá 2004 - 2022	0,1	208,2	23,0	0,0		9,52	<0,0511		<0,0949	<g.m.	<4,03	<1,05	<0,0455	<0,654	1,75	2,28	0,77	9,2	
Norðurá 2022					0,808	1,0	<0,0549	<0,219	<0,0473	<g.m.	<3,05	<1,25	<0,0214	<0,305	1,58	1,47	1,07		83,5

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 - 2022	0,187	0,656	0,532	0,047	0,078	<0,744	0,849	<0,0201	0,291	0,929	5,81	<2,24	<0,0828	<11,8	<0,0113	2,05	5,03	0,0146
Norðurá 2022	0,161	0,946	0,431	0,052	0,095	<0,670	0,782	<0,0253	0,243	0,624	4,90	1,3459776	<0,050	<4,10	<0,0100	1,90	3,64	0,0141

¹ langtíma meðalrennsli 2004-2022 byggt á samfelldum mælingum

¹ meðalrennsli 2022 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 2022. Reikningarnir eru byggðir á jöfnu 3, meðalrennsli árinna árið 2022 (26,5 m³/s), augnabliksrennsli þegar sýni voru tekin og niðurstöðum mælinga á sýnum frá 2022 (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.

Mælipættir	tonn/ári	kg/km ² /ári	kg/ha/ári
SiO ₂	8820	17193	171,93
Na	5548	10815	108,15
K	327	637	6,37
Ca	3630	7076	70,76
Mg	1363	2658	26,58
CO ₂	11047	21534	215,34
SO ₄	1534	2990	29,90
Cl	6912	13474	134,74
F	35	68	0,679
TDS mælt	33837	65960	659,60
TDS reiknað	37007	72139	721,39
TOC	688	1340	13,40
Svifaur	847	1652	16,52
P-total	1,22	2,39	2,39E-02
PO ₄ -P	0,87	1,69	1,69E-02
NO ₃ -N	5,54	10,8	1,08E-01
NO ₂ -N	0,24	0,461	4,61E-03
NH ₄ -N	2,54	4,94	4,94E-02
N-total	24,07	46,9	4,69E-01
P-total	4,10	7,99	7,99E-02
Al	5,16	10,06	1,01E-01
Fe	44,81	87,3	8,73E-01
B	3,26	6,35	6,35E-02
Mn	2,15	4,20	4,20E-02
Sr	6,26	12,2	1,22E-01
As	0,042	0,082	8,18E-04
Ba	0,076	0,149	1,49E-03
Cd	0,004	0,007	6,93E-05
Co	0,013	0,026	2,56E-04
Cr	0,024	0,047	4,65E-04
Cu	0,261	0,509	5,09E-03
Ni	0,062	0,122	1,22E-03
Pb	0,008	0,016	1,64E-04
Zn	0,273	0,533	5,33E-03
Hg	0,002	0,003	3,27E-05
Mo	0,104	0,202	2,02E-03
Ti	0,267	0,520	5,20E-03
V	0,560	1,091	1,09E-02

Tafla 3. Niðurstöður mælinga á rennsli og styrk uppleystra efna og lífræns- og ólífræns svifurs í Norðurá í Norðurárdal við Stekk 2020-2022.

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			
20210316-13:00	16.3.2021	13:00	30,18	7	0,7	7,27	70,4	137	297	<10	105	65,0	0,285	285	18,5	310	1,60	13	1,10	67	51	24
20210630-15:30	30.6.2021	15:30	18,41	13	-	7,53	59,8	156	248	<10	91,8	56,4	0,294	293	16,3	200	2,93	25	2,35	58	47	6,7
20210927-13:00	27.9.2021	13:00	32,9	4	3,0	7,52	65,1	167	271	<10	100	63,4	0,356	355	18,3	202	2,76	12	0,98	62	52	6,4
20211207-13:20	7.12.2021	13:20	8,98	-4	0,2	7,40	74,0	195	315	<10	115	76,9	0,406	405	18,6	238	2,85	25	1,76	68	60	8,4
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
20220614-14:45	14.6.2022	14:45	29	13	8,7	7,28	46,7						0,499	499								
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

Sýnanúmer	Dags	kl	Uppleyst næringarefni											TOC ⁶ mg/l
			P-total ¹ µmól/l	P-total ² µmól/l	PO ₄ µmól/l	DOP ³ µmól/l	N-total µmól/l	NO ₃ µmól/l	NO ₂ µmól/l	NH ₄ µmól/l	DIN ⁴ µmól/l	DON ⁵ µmól/l		
20210316-13:00	16.3.2021	13:00	0,086	0,161	0,097	<g.m.	4,86	0,65	<0,04	<0,21	0,900	3,96	1,200	
20210630-15:30	30.6.2021	15:30	0,050	0,323	0,071	<g.m.	<1,43	<0,14	<0,02	0,31429	0,474	0,96		
20210927-13:00	27.9.2021	13:00	0,052	0,097	<0,03	0,022	2,00	0,328	<0,02	<0,21	0,558	1,44	0,640	
20211207-13:20	7.12.2021	13:20	0,057	<0,1	<0,03	0,027	4,43	4,141	0,027	<0,21	4,378	0,05	0,720	
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	
20220614-14:45	14.6.2022	14:45												
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	0,026	0,593	4,259	0,60	1,300	

Sýnanúmer	Dags	kl	Uppleystir þungmálmur																	
			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
20210316-13:00	16.3.2021	13:00	0,319	0,910	0,415	0,083	0,080	<0,67	0,910	<0,018	0,663	0,648	6,00	3,42	<0,048	4,69	0,052	1,41	14,0	0,009
20210630-15:30	30.6.2021	15:30	0,198	0,483	0,381	0,0147	0,073	<0,67	0,551	<0,018	0,087	0,848	5,26	3,24	<0,048	<3,06	0,014	1,59	5,49	0,018
20210927-13:00	27.9.2021	13:00	0,288	0,852	0,462	0,054	0,078	9,02	1,06	0,045	0,865	1,51	9,33	9,29	0,054	6,84	<0,01	1,15	58,5	0,025
20211207-13:20	7.12.2021	13:20	0,097	0,648	0,589	0,146	0,089	<0,67	0,932	<0,018	0,789	0,933	3,82	2,20	0,049	<3,06	<0,01	2,11	4,32	0,009
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
20220614-14:45	14.6.2022	14:45																		
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

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

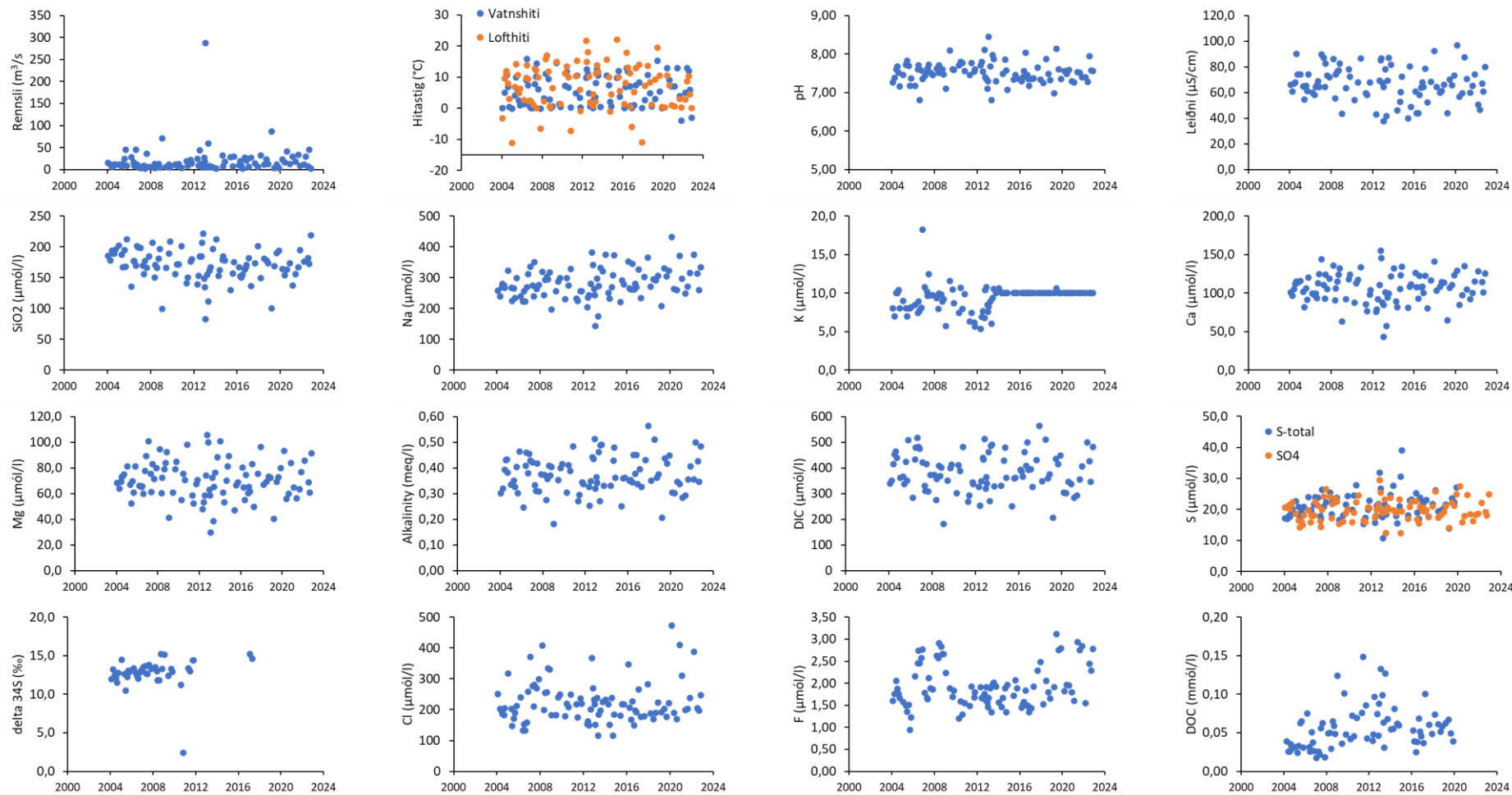
Tafla 4. Næmi efnagreiningaraðferða og hlutfallsleg skekkja mælinga.

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	Títrun	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	2,00	6,50%
			μg/l ¹	10,0	
			μg/l ²	6,67	
PON	Umeå	Shimadzu TOC5000	μg	1,5	
PON	NMÍ		μg	0,40	11%
			μg/l ¹	2,00	
			μg/l ²	1,33	
POP	NMÍ		μg	0,40	
			μg/l ¹	2,00	
			μg/l ²	1,33	

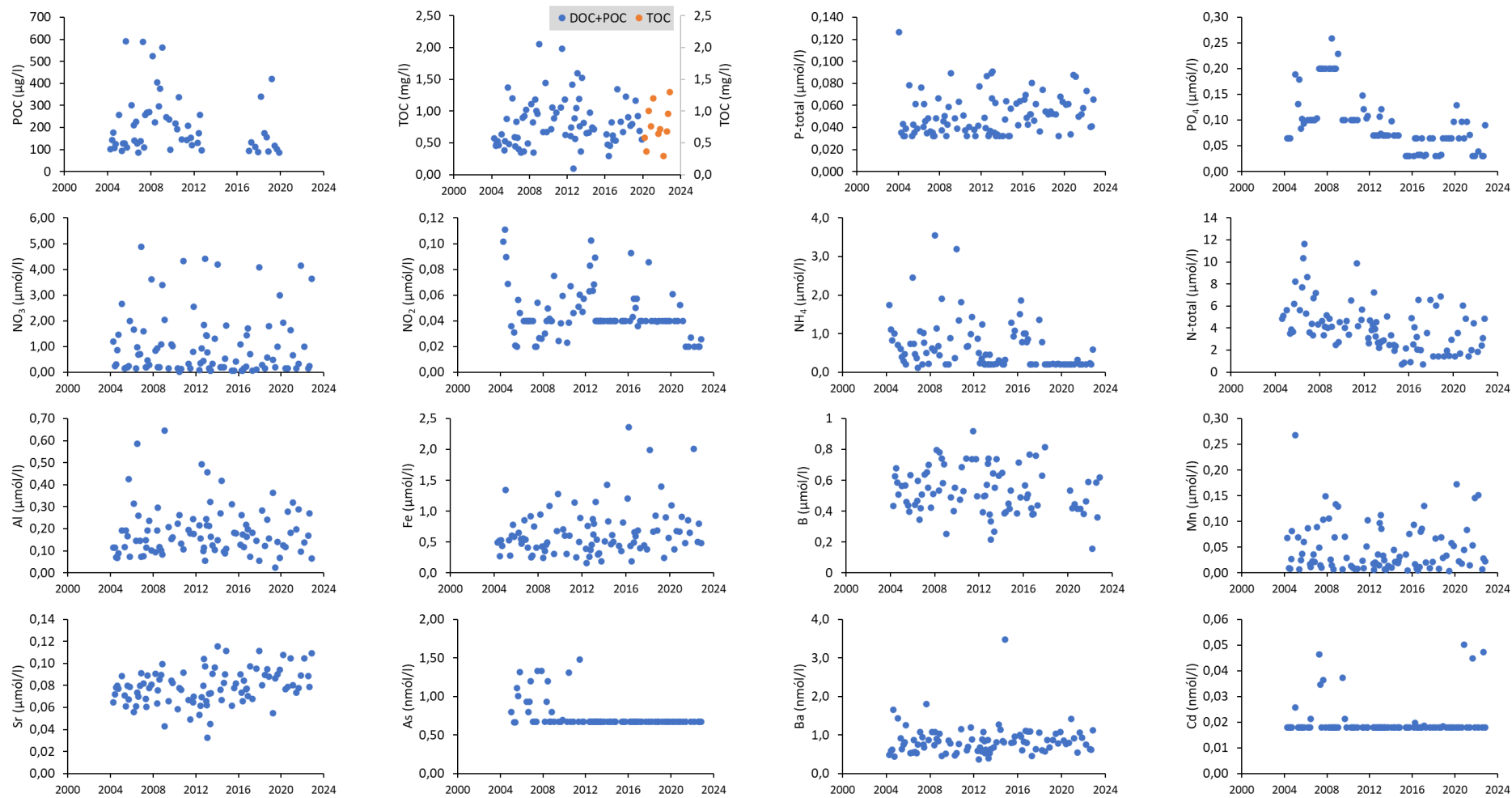
¹Næmi ef vatnssýni er 200 ml, ²Næmi ef vatnssýni er 300 ml.

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.

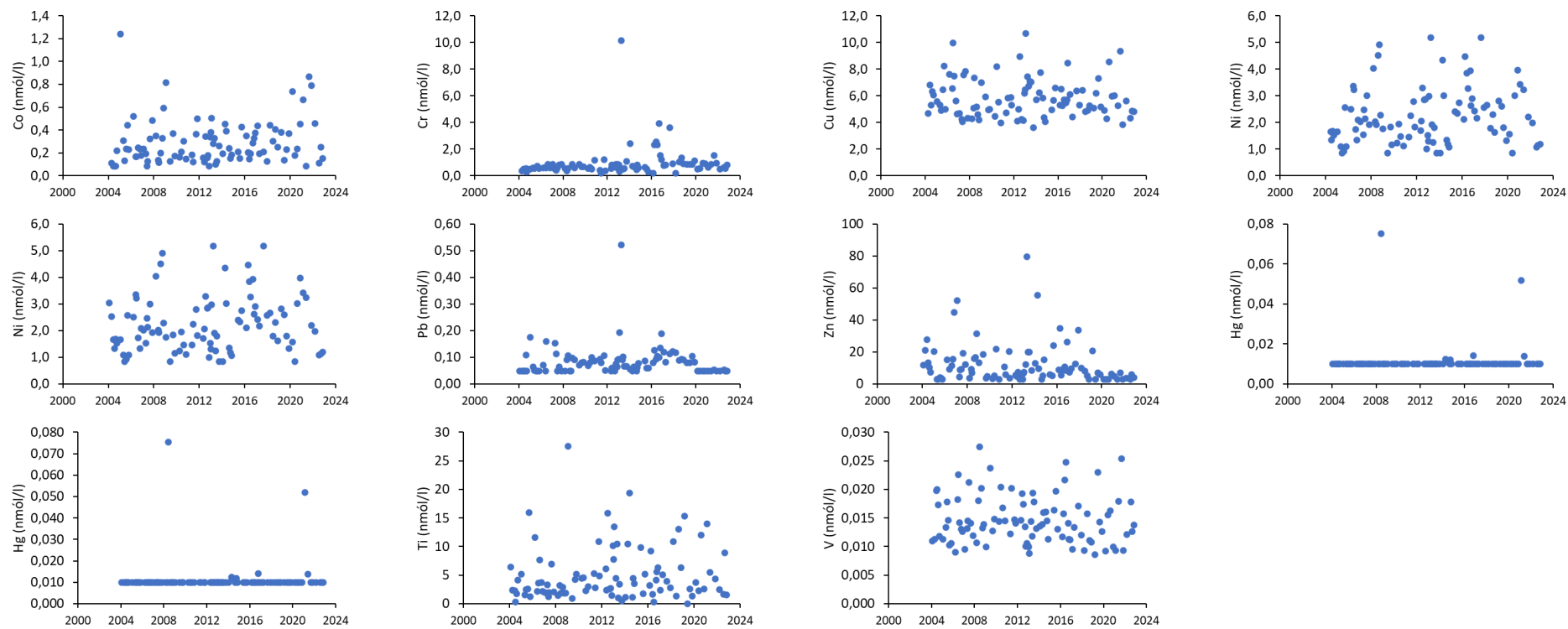
Hg greiningar með AFS eru gerðar skv. SS-EN ISO 17852:2008.



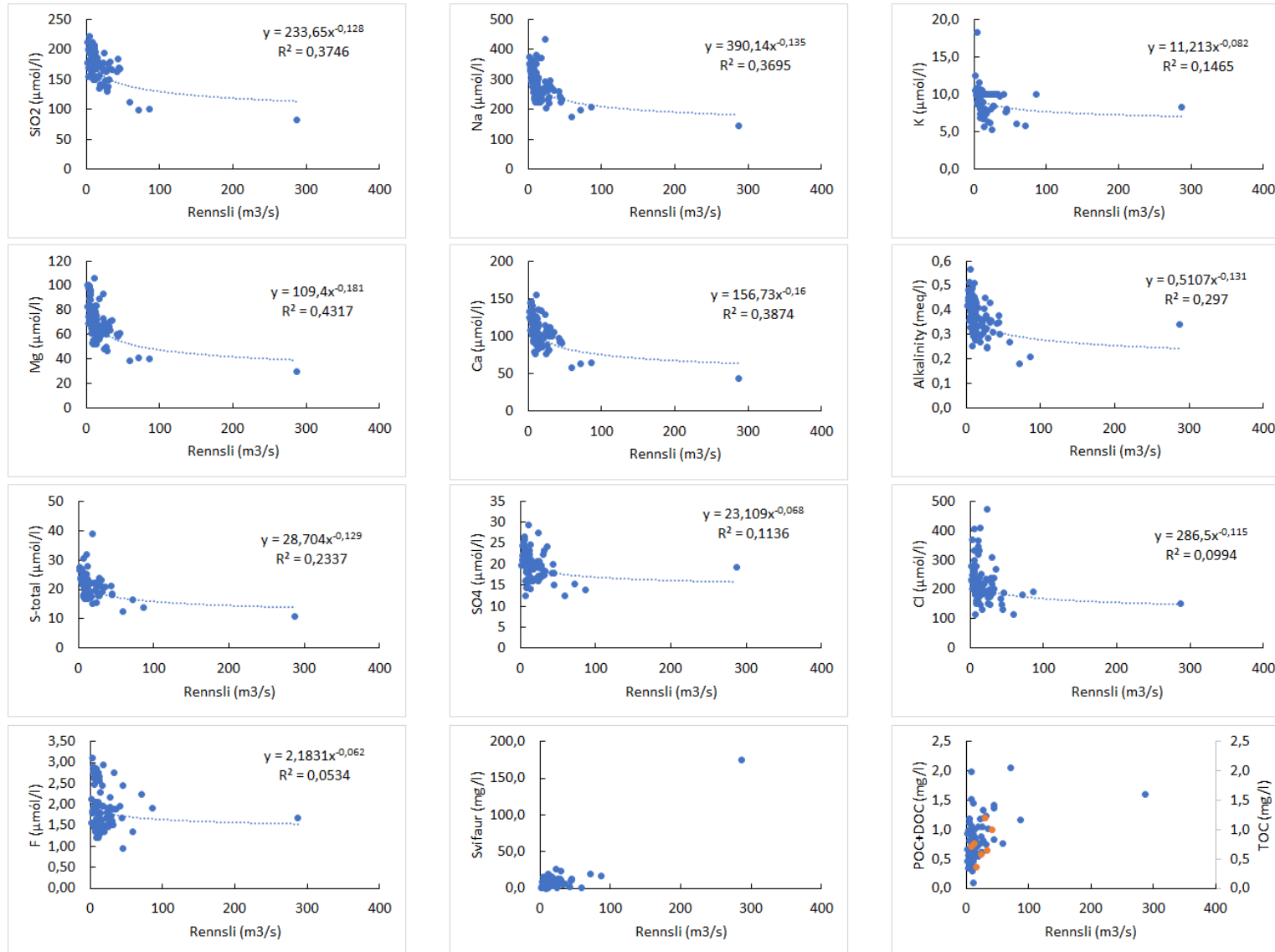
Mynd 3. Styrkur efna í Norðurá í Norðurárdal í tímaröð frá 2004 til 2022.

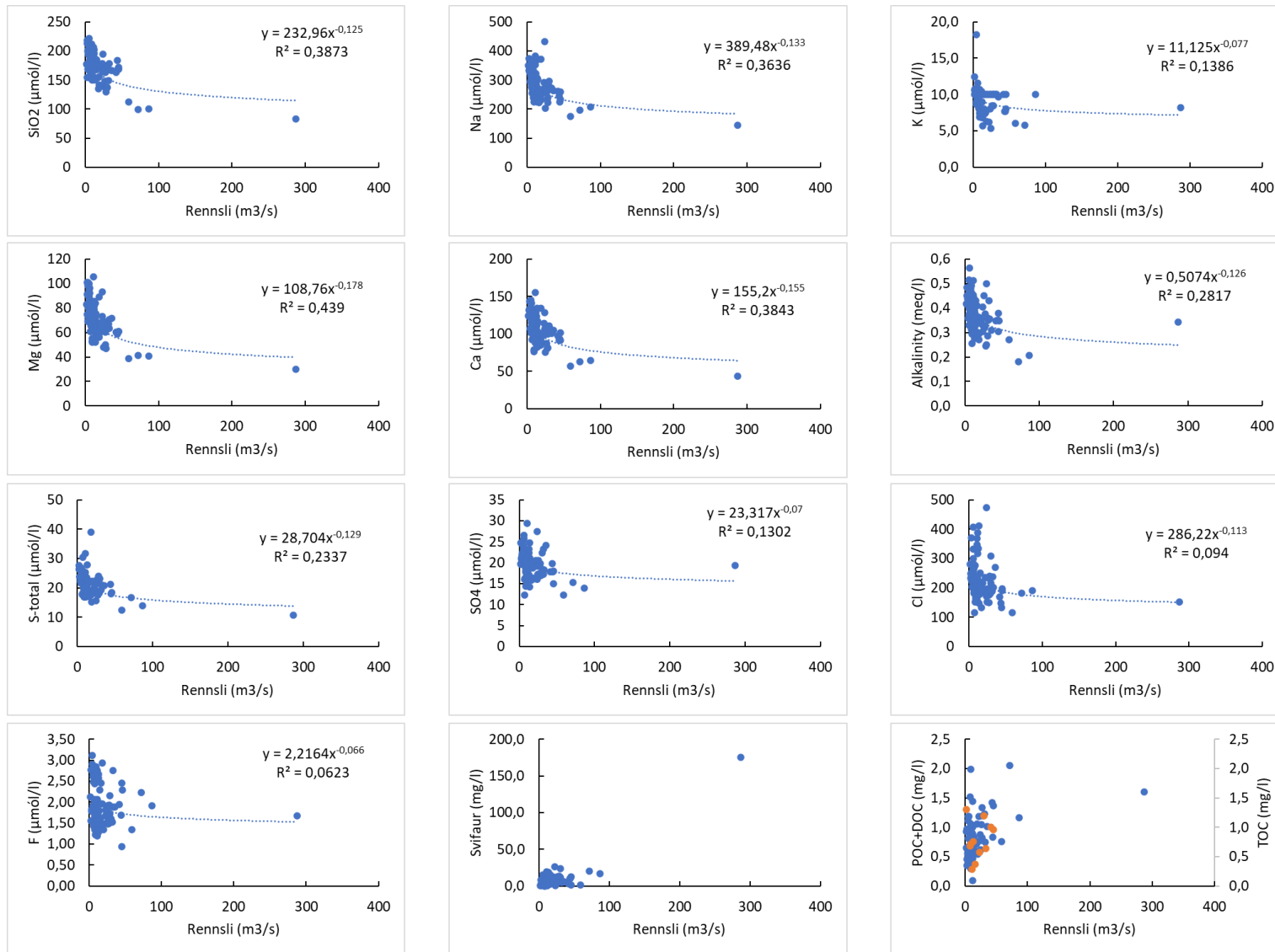


Mynd 4. Styrkur efna í Norðurá í Norðurárdal í tímaröð frá 2004 til 2022.



Mynd 5. Styrkur efna í Norðurá í Norðurárdal í tímaröð frá 2004 til 2022.





Mynd 6. Áhrif rennslis á styrk uppleystra efna, ólífræns og lífræns svifaurs (efnalyklar) 2004–2022