

**Efnasamsetning, rennsli og aurburður**  
**Norðurár í Norðurárdal III.**  
**Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar**

Eydís Salome Eiríksdóttir<sup>1</sup>, Rebecca A. Neely<sup>1</sup>, Svava Björk  
Þorláksdóttir<sup>2</sup> og Sigurður Reynir Gíslason<sup>1</sup>.

**RH-02-2014**

<sup>1</sup>Jarðvísindastofnun Háskólans, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík.

<sup>2</sup>Veðurstofa Íslands, Bústaðavegi 7-9, 150 Reykjavík.



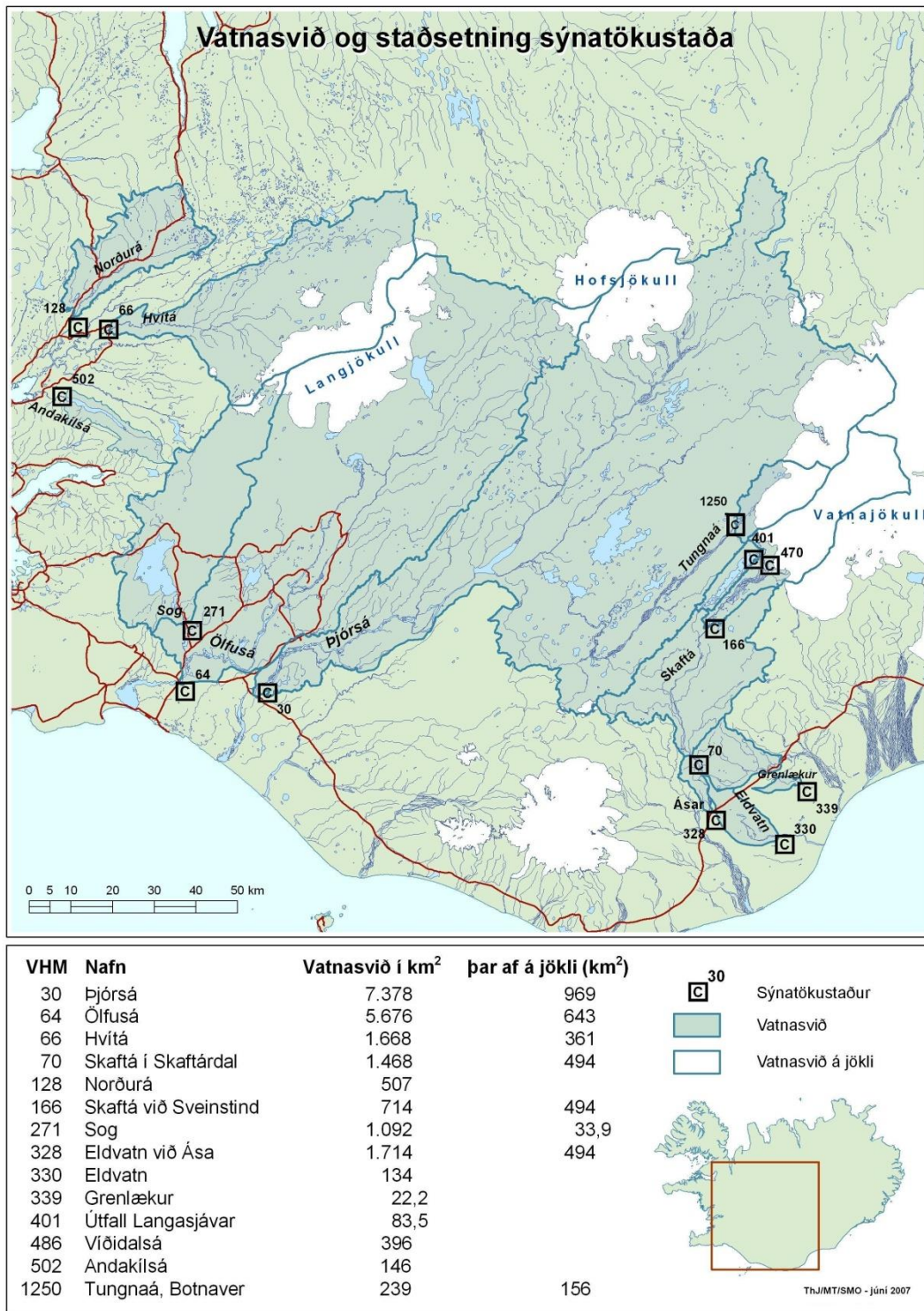
**Júní 2014**



## EFNISYFIRLIT

1.	INNGANGUR	5
1.1	Tilgangur	5
1.2	Fyrri rannsóknir straumvatna á Vesturlandi	6
2.	AÐFERÐIR	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1	Mælingar á rennsli	9
2.2	Söfnun og meðhöndlun sýna	9
2.3	Greiningar á uppleystum efnum og svifaur.	10
2.4	Reikningar á efnaframburði	13
3.	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA	14
3.1	Styrkur uppleystra efna	14
3.2	Hleðslujafnvægi og hlutfallsleg skekkja í mælingum	17
3.3	Meðaltal uppleystra efna og svifaurs í Norðurá við Stekk.	17
3.4	Árlegur framburður Norðurár við Stekk.	19
3.5	Styrkbreytingar með rennsli	20
3.6	Breytingar með tíma á styrk uppleystra efna og svifaurs.	21
3.7	Samanburður við meðalefnasamsetningu ómengaðs árvatns á jörðinni	22
	ÞAKKARORÐ	23
	HEIMILDIR	23

Tafla 1.	Meðaltal mælipátta úr Norðurá við Stekk 2004 – 2013 og 1973 – 1974.....	27
Tafla 2.	Framburður Norðurár á uppleystum efnum og svifaur .....	29
Tafla 3a.	Rennsli, styrkur svifaurs og uppleystra efna í Norðurá við Stekk frá 2004 til 2013	30
Tafla 3b.	Styrkur uppleystra snefilefna í Norðurá við Stekk frá 2004 til 2013 .....	31
Tafla 4.	Næmi og skekkja í efnagreiningum.....	41
Mynd 1.	Staðsetning sýnatökustaða.....	4
Mynd 2.	Yfirlitsmynd yfir söfnunarstaðinn í Norðurá við Stekk .....	13
Mynd 3.	Norðurá í miklum ham.....	15
Mynd 4.	Rebecca A. Neely safnar svifaur úr Norðurá.....	15
Mynd 5.	Samsett mynd sem sýnir árstíðabundinn breytileika Norðurár við Stekk.....	15
Myndir 6-7.	Efnalyklar úr Norðurá við Stekk 2004 - 2013.....	32-33
Myndir 8-10.	Greining á árstíðabundnum sveiflum í styrk uppleystra efna í Norðurá ..	34-36
Myndir 11-12.	Árstíðabundnar breytingar í Norðurá .....	37-38
Mynd 13-14.	Samanburður á efnasamsetningu Norðurár 1973 – 1974 og 2004 – 2012....	39-40



Mynd 1. Vatnasvið og staðsetningar sýnatökustaða á Vesturlandi. Frá árinu 2011 hefur sýnum aðeins verið safnað í Norðurá við Stekk.

# 1. INNGANGUR

## 1.1 Tilgangur

Tilgangurinn með þeim rannsóknum sem hér er greint frá er að fylgja eftir mælingum sem hafa verið gerðar frá árinu 2004 í Norðurá við Stekk (Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2006; Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013). Í rannsókninni hefur rennsli verið mælt sem og styrkur uppleystra og fastra efna í Norðurá við Stekk í Borgarfirði. Frá árinu 2006 til 2010 fór fram sams konar rannsókn í Andakílsá við brú neðan Skorradalsvatns og Hvítá við Kljáfoss. Alls hefur 62 sýnum úr Norðurá yfir tíu ára tímabil (2004 – 2013), þar af var átta sýnum safnað árið 2013 úr Norðurá við Stekk.

Þessi gögn gera m.a. kleift að:

- reikna meðalefnasamsetningu úrkomu á vatnasviðunum, hraða efnahvarfarofs, hraða aflræns rofs lífræns og ólífræns efnis og upptöku koltvíoxíðs úr andrúmslofti vegna efnahvarfarofs.
- reikna árlegan framburð Norðurár við Stekk á uppleystum og föstum efnum miðað við fyrirliggjandi gögn.
- skilgreina líkingar sem lýsa styrk uppleystra og fastra efna sem falli af rennsli, svokallaða efnalykla, miðað við fyrirliggjandi gögn.
- gera grein fyrir árstíðabundnum breytingum á styrk efna í straumvötnunum og meta hugsanlegar breytingar frá eldri rannsókn, 1973 - 1974 (Sigurjón Rist, 1986).

Verkefnið var kostað af Umhverfissráðuneytinu (AMSUM). Rannsóknin hefur víðtækt vísindalegt gildi, ekki síst vegna þess hve margir þættir eru athugaðir samtímis: Rennsli, lífrænn aurburður (POC og PON) og ólífrænn, hitastig vatns og lofts, pH, leiðni, basavirkni („alkalinity“), uppleyst lífrænt kolefni (DOC) og uppleystu efnin; (aðalefnin) Na, K, Ca, Mg, Si, Cl, SO<sub>4</sub>, (næringarefnin) NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>, N<sub>tot</sub>, P<sub>tot</sub>, (snefilefnin) B, F, Al, Fe, Mn, Sr, Ti, (þungmálmarnir) As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V og Zn.

Þessi áfangaskýrsla er fyrst og fremst ætluð til þess að gera grein fyrir aðferðum og niðurstöðum mælinga rannsóknartímabilsins.

## 1.2 Fyrri rannsóknir straumvatna á Vesturlandi

Vatnamælingar Orkustofnunar hafa rekið fjölda vatnshæðamæla í nokkra áratugi á Vesturlandi (t.d. Árni Snorrason 1990). Töluverð gögn eru til um aurburð og efnastyrk uppleystra efna í straumvötnum á Vesturlandi (Sigurjón Rist 1986; Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon, 1996; Svanur Pálsson, 1999) þó að sértæk úttekt á svifaursgögnum hafi eingöngu verið gerð fyrir Hvítá (Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon, 1998).

Síðastliðna áratugi hefur mikið bætst við af gögnum um efnasamsetningu straumvatna á Vesturlandi og hér verður nokkrum rannsóknarverkefnum gerð lítilliga skil:

- 1) Viðamikil rannsókn var gerð á straumvötnum á Vesturlandi á árunum 1973 og 1974 (Sigurjón Rist 1986). Sýni til efnarannsókna voru tekin mánaðarlega og rennsli og aurburður mæld samtímis sýnatöku. Uppleyst aðalefni, pH, leiðni, næringarsölt og gerlar voru mæld í öllum sýnunum. Þessi gagnagrunnur, ásamt fjölda annarra gagna m.a. um efnasamsetningu úrkomu og berggrunns, var túlkaður af Sigurði R. Gíslasyni o.fl. (1996).
- 2) Árið 1996 var vöktun hafin að Litla-Skarði í Borgarfirði hvað varðar gróðurfar, lífverur, úrkomu og vatnabúskap. Vöktunin var í tengslum við „The European Integrated Monitoring (IM) programme“ (Albert S. Sigurðsson o.fl. 2005).
- 3) Efnasamsetning straumvatna og sigvatns í nágrenni Grundartanga og á vatnasviði Laxár í Kjós var rannsökuð á árunum 1996 til 1999 (Andri Stefánsson og Sigurður R. Gíslason 2001; Sigurður R. Gíslason o.fl. 1999).
- 4) Moulton og Berner (1998) og Moulton o.fl. (2000) rannsökuðu áhrif plantna á efnaveðrun á vatnasviði Andakílsár á árunum 1996-1998 og komust m.a. að því að plöntur hröðuðu efnahvarfaveðrun og efnahvarfarofti og upptöku koltvíoxíðs úr andrúmslofti.
- 5) Reglulegar mælingar voru gerðar frá maí 2001 til júní 2002 á afrennslismagni og styrk efna í afrennslisvatni af túnnum á Hvanneyri í Borgarfirði (Björn Þorsteinsson o.fl. 2004). Einnig var veðurgagna aflað frá sama svæði. Efnagreiningar voru gerðar á heildarstyrk köfnunarefnis (N), fosfórs (P), kalís (K), kalsíums (Ca), magnesíums (Mg), natríums (Na) og brennisteins (S). Einnig var mælt magn ólífræns köfnunarefnis ( $\text{NH}_4+\text{NO}_3$ ) og fosfórs ( $\text{PO}_4$ ). Niðurstöður sýndu að útskolun allra næringarefnanna er innan þeirra marka sem við mátti búast miðað við forða í jarðvegsgerð athugunarsvæðisins (Björn Þorsteinsson o.fl. 2004).

- 6) Bergur Sigfússon o.fl. (2006a og b, 2008) rannsökuðu uppleyst efni í sigvatni innan þynningarsvæðisins á Grundartanga á mismunandi dýpi í jarðvegi og mismunandi tímum á árunum 2002-2003. Enn fremur gerðu Bergur og félagar tilraunir með jarðvegskjarna á rannsóknarstofu.
- 7) Rannsóknir á samsætum osmium (Os), lithíum (Li), magnesíum (Mg), thóríum (Th), kísils (Si) og úraníum (U) í vatni, svifaur og botnskriði straumvatna í Borgarfirði og í sjó í Borgarfirði var gerð á síðasta áratug (Abdelmouhcine o. fl. 2006; Vigier o. fl. 2006;2009; Pogge von Strandmann 2006; 2007; 2008; 2011; 2012; Opfergelt o. fl. 2013).
- 8) Samspil svifaurs úr Hvítá í Borgarfirði og sjávar hefur verið rannsökuð og áhrif þess á samsætuhlutföll Li, Mg, U, Mo og Sr í sjó (Pogge von Strandmann 2008; Pearce o.fl. 2010; 2013; Jones o.fl. 2012a; 2012b; 2014).
- 9) Venzl uppleystra efna við vatnafarslega flokkun straumvatnanna (Stefanía Halldórsdóttir o. fl. 2006) var rannsökuð árið 2007 (Sigríður Magnea Óskarsdóttir 2007, Sigríður Magnea Óskarsdóttir o.fl. 2011).
- 10) Samspil efnahvarfarofs og aflræns rofs á Íslandi og þar með talið á vatnasviðum Hvítár ofan Kljáfoss og Norðurár ofan Stekks var rannsakað af Louvat o.fl. (2008).
- 11) Gögn um efnasamsetningu á úrkomu frá Írafossi, Rjúpnahæð, Vegatungu, Litla Skarði og Langjökli voru tekin saman í skýrslu árið 2008 (Eydís Salome Eiríksdóttir, 2008b).





Mynd 2. Yfirlitsmynd yfir söfnunarstaðinn í Norðurá við Stekk. Hvíta örin bendir á söfnunarstaðinn.



Mynd 3. Norðurá við Stekk í miklum ham. Myndin er tekin í söfnunarferð þann 27. febrúar og var rennslið þarna  $285 \text{ m}^3/\text{s}$ . Meðalrennsli árinna er  $22 \text{ m}^3/\text{s}$ .



## 2. AÐFERÐIR

### 2.1 Mælingar á rennsli.

Aurburðar- og efnasýni voru tekin nærri vatnshæðarmælum við Stekk sem er í rekstri á vegum Veðurstofu Íslands. Fyrir sýnatöku var gengið úr skugga um að vatnshæðamælirinn væri í lagi. Rennsli fyrir hvert sýni var reiknað út frá rennslislykli, sem segir fyrir um vensl vatnshæðar og rennslis. Á vetrum kunna að vera tímabil þar sem vatnshæð er trufluð vegna íss í farvegi. Þá er rennsli við sýnatöku áætlað út frá samanburði við lofthita og úrkomu á hverjum tíma og rennsli nálægra vatnsfalla.

Rennsli í Töflu 3a er gefið upp sem augnabliksgildi þegar sýnataka fór fram og meðaltal augnablikrenslna fyrir einstök vatnsföll í Töflu 1. Augnabliksgildi rennslis geta verið töluvert frábrugðin dagsmeðalrennsli. Langtímameðalrennslið sem notað er til reikninga á framburði Norðurár við Stekk er meðalrennsli vatnsáranna 2004 til 2013 (Tafla 2).

### 2.2 Söfnun og meðhöndlun sýna

Sýni til efnarannsókna voru tekin beint í 5 l brúsa rétt utan við bakka neðan við veiðihúsið að Stekk (mynd 2). Vaðið var u.þ.b. 2 metra út í ána ofan við flúðirnar. Áður en sýninu var safnað var brúsinn þvegin vandlega upp úr árvatninu. Samtímis var hitastig árvatnsins var mælt með „thermistor“ mæli. Aurburðarsýni voru tekin af bakka með handsýnataka (DH48), sem festur var á stöng. Svifaurssýnið sem notað var til mælinga á lífrænum svifaur (POC) var tekið með sama hætti og fyrir ólífrænan svifaur. Það var ávallt tekið eftir að búið var að taka sýni fyrir ólífrænan svifaur. Sýninu var safnað í sýruþvegnar glerflöskur sem höfðu verið þvegnar í 4 klukkustundir í 1 N HCl sýru fyrir sýnatöku. Flöskurnar voru merktar að utan, en ekki með pappírsmarki inni í flöskuhálsinum eins og tíðkast fyrir ólífrænan svifaur.

Sýni til rannsókna á uppleystum efnum voru meðhöndluð strax á sýnatökustað. Vatnið var síað í gegnum sellulósa asetat-síu með 0,2  $\mu\text{m}$  porustærð. Þvermál síu var 142 mm og Sartorius® („in line pressure filter holder, SM16540“) síuhaldari úr tefloni notaður. Sýninu var dælt í gegnum síuna með „peristaltik“-dælu. Slöngur voru úr sílikoni. Síur, síuhaldari og slöngur voru þvegnar með því að dæla a.m.k. einum lítra af árvatni í gegnum síubúnaðinn og lofti var hleypt af síuhaldara með þar til gerðum loftventli. Áður en sýninu var safnað voru sýnaflöskurnar þvegnar þrisvar sinnum hver með síuðu árvatni.

Fyrst var vatn sem ætlað var til mælinga á reikulum efnum, pH, leiðni og basavirkni, síað í tvær dökkar, 275 ml og 60 ml, glerflöskur. Næst var safnað í 1000 ml HDPE flösku til mælinga á brennisteinssamsætum. Síðan var vatn síað í 190 ml HDPE flösku til mælinga á styrk anjóna. Þá var safnað í tvær 125 ml HDPE sýrupvegna flöskur til snefilefnagreininga. Þessar flöskur voru sýrupvegna af rannsóknaraðilanum ALS Scandinavia í Svíþjóð, sem annaðist snefilefnagreiningarnar og sumar aðalefnagreiningar. Út í þessar flöskur var bætt einum millilítra af fullsterkri hreinsaðri saltpéturssýru í lok söfnunar á hverjum stað. Þá var síuðu árvatni safnað á fjórar sýrupvegna 20 ml HDPE flöskur. Flöskurnar voru þvegna með 1 N HCl fyrir hvern leiðangur. Ein flaska var ætluð fyrir hverja mælingu eftirfarandi næringarsalta;  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{PO}_4$ . Vatn ætlað til mælinga á heildarmagni köfnunarefnis ( $\text{N}_{\text{total}}$ ) var síað í sýrupvegna 100 ml flösku. Þessi sýni voru geymd í kæli söfnunardaginn en fryst í lok hvers dags. Sýni til mælinga á DOC var síað í 30 ml sýrupvegna polycarbonate flösku. Sýrulausnin (1 N HCl) stóð a.m.k. 4 klst. í flöskunum fyrir söfnun, en þær tæmdar rétt fyrir leiðangur og skolaðar með afjónuðu vatni. Þessi sýni voru sýrð með 0,4 ml af 1,2 N HCl og geymd í kæli þar til þau voru send til Svíþjóðar þar sem þau voru greind. Glerflöskurnar sem notaðar voru fyrir söfnun á POC voru þvegna í 4 klukkustundir í 1 N HCl sýru áður en farið var í söfnunarleiðangur. Allar flöskur og sprautur sem komu í snertingu við sýnin fyrir POC og DOC voru þvegna í 4 klukkustundir í 1 N HCl sýru.

## 2.3 Greiningar á uppleystum efnum og svifaur.

Efnagreiningar voru gerðar á Jarðvísindastofnun Háskólans, ALS Scandinavia í Luleå í Svíþjóð, Umeå Marine Sciences Center í Umeå í Svíþjóð og við Stokkhólmsháskóla. Greiningar á magni svifaurs og  $\text{TDS}_{\text{melt}}$  voru gerðar á Veðurstofu Íslands. Niðurstöður þeirra greininga sem búið er að framkvæma eru sýndar í Töflum 1 til 3. Meðaltal mælinganna sem gerðar hafa verið á tímabilinu 2004 til 2013 eru í Töflu 1, reiknaður framburður er sýndur í Töflu 2 og niðurstöður allra mælinga sem gerðar hafa verið frá 2004 – 2012 eru í töflum 3a og 3b. Að lokum eru næmi og samkvæmni mælinga gefin í Töflu 4.

### 2.3.1 Uppleyst efni.

Basavirkni („alkalinity“), leiðni og pH var mælt með títrun, rafskauti og leiðnimæli á Jarðvísindastofnun að loknum sýnatökuleiðangri. Endapunktur títrunar var ákvarðaður með Gran-falli (Stumm og Morgan, 1996).

Aðalefni og snefilefni voru mæld af ALS Global í Svíþjóð með ICP-AES, ICP-MS (Mass Spectrometry with Inductively Coupled Plasma) og atómljómun; AF (Atomic Fluorescence). Kalíum (K) var greint með ICP-AES en styrkur þess var oft undir næmi aðferðarinnar og voru þau sýni þá mæld með jónaskilju (ICS 1000) á Jarðvísindastofnun.

Anjónirnar flúor, klór og sulfat voru mældar með jónaskilju (ICS 2000) á Jarðvísindastofnun. Alþjóðlegi staðallinn BIGMOOSE-02 hefur verið notaður til kvörðunar á greiningunum síðan árið 2011.

Næringarsöltin  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_4$  sem og heildarmagn af uppleystu lífrænu og ólífrænu nitri,  $\text{N}_{\text{tot}}$ , voru upphaflega greind með sjálfvirkum litrófsmæli Jarðvísindastofnunar („autoanalyzer“). Frá 2007 – 2012 var styrkur  $\text{PO}_4$  greindur með jónaskilju og frá 2009 til 2012 var styrkur  $\text{NO}_3$  einnig greindur með jónaskilju. Árið 2013 var aftur farið að nota autoanalyser til greininga þessara efna eftir yfirhalningu á litrófsmælinum, þar sem þær mælingar eru næmari. Sýni til mælinga á heildastyrk köfnunarefnis ( $\text{N}_{\text{total}}$ ) voru geisluð í kísilstautum í þar til gerðum geislunarbúnaði á Jarðvísindastofnun. Fyrir geislun voru settir 10  $\mu\text{l}$  af fullsterku vetnisperoxíði og 1 ml af 1000 ppm bórsýrubuffer (pH 9) í 11 millilítra af sýni. Þessi sýni voru greind innan tveggja daga eftir geislun. Nauðsynlegt er að stilla pH sýnanna við 8,5 – 9 því að við geislun klofnar vatn og peroxíð niður í  $\text{H}^+$  jónir, sem veldur sýringu sýnisins, og OH radikala, sem hvarfast við lífrænt efni í sýninu og brýtur það niður (Koroleff, 1982; Roig et al., 1999). Oxun efna er mjög háð pH í umhverfinu og hún gengur auðveldar fyrir sig við hátt pH en lágt (Koroleff, 1982; Roig et al., 1999). Sýnin voru leiðrétt fyrir N sem bættist við með bórsýrubuffernum.

Sýnum til mælinga á brennisteinssamsætum hefur verið safnað en þau hafa ekki verið greind síðan 2009. Vonir standa til að þau sýni verði mæld innan tíðar.

Styrkur uppleysts lífræns kolefni (DOC) voru greind á Shimadzu TOC-5000 í Umeå Marine Sciences Center í Umeå í Svíþjóð.

### 2.3.1 Svifaur

Magn svifaurs og heildarmagn uppleystra efna ( $TDS_{\text{mælt}}$ ) var mælt á Veðurstofu Íslands samkvæmt staðlaðri aðferð (Svanur Pálsson og Guðmundur Vigfússon 2000). Sýni til mælinga á lífrænum aurburði (POC, Particle Organic Carbon og PON, Particle Organic Nitrogen) sem tekin voru í sýrupvegnar svifaursflöskur voru síuð í gegn um glersíur. Glersíurnar og álpappír sem notaður var til þökkunar á síunum voru „brennd“ við 450 °C í 4 klukkustundir fyrir síun. Síuhaldarar sem notaðar voru við síunina voru þvegnar í 4 klukkustundir í 1 N HCl. Allt vatn og aurburður sem var í flöskunum var síað í gegnum glersíurnar og magn vatns og aurburðar mælt með því að vigta flöskurnar fyrir og eftir síun. Síurnar voru þurrkaðar í opnum umslögum úr álpappír við um 50 °C í einn sólarhring áður en þær voru fram til ársins 2012 sendar til Umeå Marine Sciences Center í Svíþjóð til efnagreininga. POC og PON sýni frá 2013 hafa ekki verið greind enn sem komið er, en það stendur til bóta þar sem verið er að setja upp C/N frumefnagreini á Jarðvísindastofnun.

## 2.4 Reikningar á efnaframburði

Árlegur framburður straumvatna,  $F$ , er reiknaður með eftirfarandi jöfnu eins og ráðlagt er í viðauka 2 við Óslóar- og Parísarsamþykktina (Oslo and Paris Commissions, 1995: Implementation of the Joint Assessment and Monitoring Programme, Appendix 2, Principles of the Comprehensive Study on Riverine Inputs, bls. 22-27), en þar er notast við rennslisveginn meðalstyrk efna og langtíma meðalrennsli hvers vatnsfalls:

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

þar sem  $C_i$  er styrkur aurburðar eða uppleystra efna fyrir sýnið  $i$  (mg/kg),  $Q_i$  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.



Mynd 4. Rebecca A. Neely við söfnun á svifaur með handsýnataka í Norðurá.



### 3. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

#### 3.1 Styrkur uppleystra efna

Niðurstöður mælinga á sýnum úr Norðurá við Stekk eru í Töflum 1 – 3 og á myndum 6 – 14. Reiknaðan meðalstyrk efna í sýnum úr Norðurá er að finna í Töflu 1. Þar er einnig að finna samanburð við niðurstöður rannsóknar sem fram fór á árunum 1973 – 1974. Flóðasýnunum sem náðust 1973 – 1974 og 2013 var sleppt í meðaltals reikningum þar sem efnastyrkur þeirra er mjög ólíkur því sem sést flesta daga ársins í Norðurá. Árlegur framburður Norðurár við Stekk frá 2004 – 2013 er sýndur í Töflu 2, en þar er framburðurinn reiknaður með og án flóðasýnisins 2013, þar sem það hefur mikil áhrif á reikningana. Þetta eina sýni undirstrikar mikilvægi þess að ná sýnum við hátt rennsli þar sem flóð hafa sérstaklega mikil áhrif á efnaframburð vatnsfalla, sérstaklega á framburð svifaurs. Í Töflum 3a og 3b eru niðurstöður mælinga úr Norðurá sýndar í tímaröð frá 2006 – 2013.

Leiðni og pH vatns er hitastigsháð, þess vegna er getið um hitastig vatnsins þegar leiðni og pH voru mæld á rannsóknarstofu (Tafla 1, Ref. T °C). Styrkur svifaurs er gefinn upp sem mg svifaur í lítra vatns (mg/l), styrkur uppleystra aðalefna í millimólum í hverju kílóí vatns (mM), styrkur snefilefna sem míkromól (µM) eða nanómól í lítra vatns (nM). Basavirkni, skammstöfuð Alk („Alkalinity“) í Töflu 1, er gefin upp sem „milliequivalent“ í kílógrammi vatns. Það jafngildir því magni af sýru (H+) sem vatnið getur tekið við án þess að missa búffer eiginleika sína. Það er í réttu hlutfalli við það magn kolefnis sem er í vatninu. Heildarmagn uppleysts ólífræns kolefnis (Dissolved Inorganic Carbon, DIC) er gefið sem millimól C í kílóí af vatni í Töflu 1. Styrkur DIC var reiknaður samkvæmt eftirfarandi jöfnu, út frá mælingum á pH, hitastigi sem pH-mælingin var gerð við, basavirkni og styrk kísils. Gert er ráð fyrir að virkni („activity“) og efnastyrkur („concentration“) sé eitt og hið sama.

$$DIC = 1000 * \frac{Alk - \frac{K_w}{10^{-pH}} - \frac{Si_T}{\left(\frac{10^{-pH}}{K_{Si}} + 1\right)}}{\left(\left(\frac{10^{-pH}}{K_1} + 1 + \frac{K_1}{10^{-pH}}\right) + 2 \left(\frac{(10^{-pH})^2}{K_1 K_2} + \frac{10^{-pH}}{K_2} + 1\right)\right)} \quad (2)$$

$K_1$  er hitastigsháður kleyfnistuðull kolsýru (Plummer og Busenberg 1982),  $K_2$  er hitastigsháður kleyfnistuðull bíkarbónats (Plummer og Busenberg 1982),  $K_{Si}$  er hitastigsháður kleyfnistuðull kísilsýru (Stefán Arnórsson o.fl. 1982),  $K_w$  er hitastigsháður kleyfnistuðull vatns (Sweeton o.fl. 1974) og  $Si_T$  er mældur styrkur Si í sýnunum (Tafla 3). Allar styrktölur eru í mólum á lítra nema „alkalinity“ sem er í „equivalentum“ á lítra. Þessi

jafna gildir svo lengi sem pH vatnsins er lægra en 9 og heildarstyrkur uppleystra efna (TDS) er minni en u.þ.b. 100 mg/l. Við hærra pH þarf að taka tillit til fleiri efnasambanda við reikningana og við mikinn heildarstyrk þarf að nota virknistuðla til að leiðrétta fyrir mismun á virkni og efnastyrk.

Heildarmagn uppleystra efna (TDS: „total dissolved solids“) er samanlagður styrkur uppleystra aðalefna í milligrömmum í lítra vatns (mg/l) reiknaður á eftirfarandi hátt;

$$\text{TDS}_{\text{reiknað}} = \text{Na} + \text{K} + \text{Ca} + \text{Mg} + \text{SiO}_2 + \text{Cl} + \text{SO}_4 + \text{CO}_3 \quad (3)$$

Við reikninga á magni uppleystra efna (TDS) er heildarmagn DIC í Töflu 1 er umreiknað í samsvarandi magn karbónats (mg/l af  $\text{CO}_3$ ) í jöfnu 3. Ástæðan fyrir þessu er að þegar heildarmagn uppleystra efna er mælt eftir síun (í gegnum 0,45  $\mu\text{m}$  síur) með uppgufun, breytist uppleyst ólífrænt kolefni að mestu í karbónat áður en það fellur út sem kalsít ( $\text{CaCO}_3$ ) og loks sem tróna ( $\text{Na}_2\text{CO}_3\text{NaHCO}_3$ ). Áður en að útfellingu trónu kemur tapast yfirleitt töluvert af  $\text{CO}_2$  úr vatninu til andrúmslofts (Eugster 1970, Jones o.fl. 1977 og Hardy og Eugster 1970). Vegna þess að  $\text{CO}_2$  tapast til andrúmslofts er  $\text{TDS}_{\text{mælt}}$  yfirleitt alltaf minna en  $\text{TDS}_{\text{reiknað}}$  í efnagreiningartöflunum.

Kísill ( $\text{SiO}_2$ ) hefur verið endurmældur í sýnum frá 2007 til 2012. Þau gögn eru skáletruð í töflu 3a. Það vöknudu efasemdir um að kísilstyrkurinn gæti verið of hár í sumum tilfellum og því var farið í þessar endurmælingar. Styrkur kísils í þessum endurmældu sýnum var alltaf lægri en áður hafði verið mælt, og nam lækkunin að meðaltali  $6,03 \pm 3,7\%$ . Árið 2005 – 2006 var tekið í notkun nýr massagreininir hjá ALS, sem sér um efnagreiningarnar á þessum sýnum, sem virðist hafa gefið of há gildi fyrir kísil. Þrátt fyrir það var þessu ekki veitt eftirtekt innan ALS þar sem gæðastaðallinn sem notaður er hjá ALS var alltaf innan við þau 10% sem þeir gefa sér. Nú hefur verið skipt um tæki og eftir það hefur styrkur kísils í gæðastaðlinum lækkað aftur, til samræmis sem hann var áður.

Styrkur fosfórs ( $\text{PO}_4$ ) er mjög lágur í Norðurá og oftast fyrir neðan greiningarmörk litrófsmælisins. Heildarstyrkur fosfórs ( $P_{\text{total}}$ ) er mældur með ICP-MS sem er með enn lægri greiningarmörk og því er ekki hægt að meta hlut lífræns fosfórs í Norðurá (Tafla 3b).

Næmi efnagreiningaraðferða er sýnd í Töflu 4. Þegar styrkur efna mælist minni en næmi efnagreiningaraðferðarinnar er hann skráður sem minni en (<) næmið sem sýnt er í Töflu 4. Tölugildi greiningarmarkanna eru tekin með í meðaltalsreikninga, en meðaltalið er þá gefið upp sem minna en (<) tölugildi meðaltalsins.



Mynd 5. Árstíðabundinn breytileiki rennslis Norðurár við Stekk.

## 3.2 Hleðslujafnvægi og hlutfallsleg skekkja í mælingum

Hægt er að leggja mat á gæði mælinga á aðalefnum eða hvort mælingar vanta á aðalefnum eða ráðandi efnasamböndum með því að skoða hleðslujafnvægi í lausn (Töflur 3-6). Ef öll höfuðefni og ríkjandi efnasambönd eru greind og styrkur þeirra er réttur er styrkur neikvætt hlaðinna efnasambanda og jákvætt hlaðinna efnasambanda jafn. Hleðslujafnvægið (katjónir – anjónir) og hlutfallsleg skekkja er reiknað með eftirfarandi jöfnum:

$$\text{Hleðslujafnvægi} = (Na + K + 2 * Ca + 2 * Mg) - (Alk + Cl + 2 * SO_4 + F) \quad 4)$$

$$\text{Mismunur (\%)} = \frac{\text{Hleðslujafnvægi}}{(\text{katjónir} + \text{anjónir})} * 100 \quad (5)$$

Niðurstöður þessara reikninga eru sýndar í Töflu 3a. Mismunurinn er lítill, að meðaltali 2,5% sem verður að teljast gott þar sem skekkja milli einstakra mælinga er oft yfir 3%. Tvö sýni skera sig þó úr, sýni 10V012 (19% skekkja) og sýni 13V003 (28% skekkja), flóðasýnið 2013 og eru anjónirnar hærri en katjónirnar í báðum tilfellum.

## 3.3 Meðaltal uppleystra efna og svifaurs í Norðurá við Stekk.

Í töflu 1 er gert grein fyrir meðalstyrk svifaurs og uppleystra efna í Norðurá. Til samanburðar eru meðaltalsgildi frá sama stað frá árunum 1973 – 1974. Á því rannsóknartímabili urðu tvö flóð sem eru ekki tekin með í reikningum á meðaltalsgildum þar sem flóðasýnin eru ekki lýsandi fyrir ástand árinna. Flóðasýnið frá 2013 var heldur ekki tekið inn í meðaltalsreikninga á yfirstandandi rannsóknartímabili.

Meðalrennsli 1973 – 1974 utan flóðasýnanna var um 5% lægra en 2004 – 2012 og þar sem styrkur aðalefna lækkar yfirleitt með auknu rennsli er meðalstyrkur aðalefna lítilllega hærri í eldra gagnasettinu en því yngra. Meðalstyrkur  $SO_4$  var um 50% hærri á árunum 1973 – 1974 en nú, en það skýrist af hnattrænni minnkun brennisteinslosunar frá iðnaði frá því á áttunda áratugnum (Sigurður R. Gíslason og Peter Torssander, 2006).

Klór í ferskvatni á Íslandi á uppruna sinn í sjó. Sjávarlöður sem ýrist upp af öldufaldi gufar upp og eftir stendur lítil saltögn sem leystist upp í raka og rignir niður. Fleiri efni, eins og Na, Ca, Mg og K, fylgja með sjávarlöðrinu en klór hefur verið notaður ásamt

sjávarhlutföllum efnanna til að reikna það magn uppleystra efna sem á uppruna sinn í sjó (Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 1996).

Klórstyrkur var 17% hærri á tímabilinu 2004 – 2013 en 1973 – 1973 og er munurinn á Cl meiri en á öðrum aðalefnum á þessum tveimur tímabilum. Sérstaklega á það við um lágrennslistímabil (vetrarsýni) á árunum 2004 – 2008. Líklega stafar þessi munur af notkun vegasalts til hálkuvarna á síðustu árum, en Norðurá rennur á löngum kafla nálægt Þjóðvegi nr. 1. Samkvæmt Vegagerðinni í Borgarfirði var um 331 tonni af vegasalti og úrgangsfiskisalti dreift á veginn frá Borganesi að Sveinatungu (vegamótum við Norðurárdal) sem er svæðið sem þeir þjónusta. Fyrir árið 2008 var CaCl notað til hálkuvarna á Þjóðvegum landsins ásamt NaCl en eftir 2008 er aðeins notað NaCl af hagkvæmniástæðum (Matthildur B. Stefánsdóttir, 2008). Salt, annað en NaCl, til hálkuvarna hefur áhrif á hlutföll efna í vatnsföllum sem renna nálægt Þjóðvegum landsins og veldur því að ekki er hægt að nota klór til að reikna burt þau efni sem koma inn á vatnasviðið með sjávarúða. Mólhlutfall Na og Cl í árvatnssýnum ætti ekki að vera lægra en 1:1 ef allt Cl er sjávarættað (eða komið inn vegna vegasöltunar með sjávarsalti, NaCl) en í sýnum frá 2004 – 2008 var hlutfallið allt niður í 0,78 sem þýðir að Cl á fleiri en einn uppruna. Verður CaCl vegna hálkuvarna að teljast líklegur uppruni þessa auka Cl sem mælist í þessum sýnum.

Árið 2013 var meðalstyrkur uppleystra efna ( $TDS_{reiknað}$ ) 51 mg/l, um tveimur mg/l lægri en meðaltal 9 ára þar á undan. Meðalrennsli Norðurár var 17 m<sup>3</sup>/sek árið 2013, eða um 5 m<sup>3</sup>/sek lægra en það var í 9 ár þar á undan. Þar sem styrkur uppleystra efna lækkar með hækkandi rennsli hefði mátt búast við því að hann væri hærri 2013 vegna lægra rennslis en efnasýnin eru punktsýni sem sýna aðeins það ástand sem er í vatnsfallinu þegar sýnin eru tekin á meðal rennslið er samfelld mæling yfir árið.

Líklega er alkalinity ekki sambærilegt í eldra og yngra gagnasettinu. Líklega var heildarmagn uppleysts ólífræns kolefnis (Dissolved Inorganic Carbon, DIC) mælt í eldri rannsókninni. Alkalinity er mælikvarði efnaskipti á milli vatns og bergs. Eftir því sem alkalinity er hærra, því meira hefur vatnið leyst upp af af bergi.

Feit- og skáletruð gildi í Töflum 3a og 3b eru útgildi og ekki tekin með í meðaltalsreikningana.



### 3.4 Árlegur framburður Norðurár við Stekk.

Árlegur framburður Norðurár við Stekk er reiknaður með jöfnu 1 og er sýndur í Töflu 2. Meðalrennslið sem notað er í reikningunum nær yfir almanaksárin 2004 til 2013. Þar sem styrkur uppleystra efna hefur í einhverju tilfelli eða tilfellum mælst minni en næmi aðferðarinnar er meðalframburður á rannsóknartímabilinu gefinn upp sem minni en (<) meðaltalið, reiknað samkvæmt jöfnu 1. Aurburður og uppleyst efni eru reiknuð á sama hátt. Framburður uppleystra efna er til kominn vegna salta sem berast með loftstraumum og úrkomu á land, vegna efnahvarfarofs, vegna rotnunar lífrænna leifa í jarðvegi og vötnum og vegna mengunar. Sjávarættuð efni eru stór hluti af heildarframburði vatnsfalla á Íslandi, sérstaklega á vatnasviðum nálægt sjó. Feit- og skáletruð gildi Töflum 3a og 3b eru útgildi og ekki tekin með í framburðarreikningana.

Norðurá ber fram um 30 tonn af uppleystum efnum (TDS) á ári hverju. Um 30% af því er uppleyst ólífrænt kolefni sem á uppruna sinn í kolvíoxíði ( $\text{CO}_2$ ) í andrúmsloftinu en leysist upp í vatninu og myndar uppleyst bíkarbónat. Eftir því sem efnahvörf vatns og bergs verða meiri eykst styrkur uppleystra efna í vatninu. Á árunum 2004 – 2013 var kísill ( $\text{SiO}_2$ ) ~ 24% af heildarþunga framburðar Norðurár á uppleystum efnum, Cl ~ 18%, Na ~11%, Ca ~7%,  $\text{SO}_4$  ~4%, Mg ~3% og K 1%.

Styrkur brennisteins var mældur með ICP-AES og jónaskilju (IC). ICP-AES mælir heildarstyrk brennisteins en jónaskiljan mælir algengasta efnasamband brennisteins í köldu súrefnisríku vatni,  $\text{SO}_4$ . Mælingum á brennisteini með ICP-AES og IC ber vel saman (Tafla 1), sem gefur til kynna að önnur brennisteinsefnasambönd en  $\text{SO}_4$  eru í litlum styrk í vatninu. Í Töflu 4 er framburður brennisteins reiknaður miðað við báðar aðferðir og er framburður á heildarstyrk brennisteins á milli 6% hærrí en framburður vatnsfallanna á  $\text{SO}_4$  sem þýðir að brennisteinn á öðru efnaformi en  $\text{SO}_4$  er til staðar í litlum mæli.

Samanlagður framburður þungmálma (As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Mo og Ti) með Norðurá var minni en 1,6 tonn á ári yfir rannsóknartímabilið. Til samanburðar ber Sog við Þrastarlund með sér <10 tonn/ári, Ölfusá ber með sér <54 tonn/ári og Þjórsá 37 tonn/ári. Miðað við rennsli ber Norðurá hlutfallslega meira fram af þungmálmum en Þjórsá en sambærilegt og Sog og Ölfusá.

Framburður á svifaur er mjög rennslisháður þar sem svifaursmagn breytist mun meira með rennsli en framburður uppleystra efna. Styrkur svifaurs eykst með rennsli, öfugt við flest uppleyst efni. Einungis eru til tvö svifaurskýni við hátt rennsli í Norðurá, eitt var tekið árið 1974 (Svanur Pálsson og Guðmundur Vigfússon, 1996) en hitt árið 2013. Styrkur svifaurs

var mjög sambærilegur í þessum sýnum og mun meiri en hann er við lágt rennsli. Þegar rennslisvegið meðaltal svifaursstyrks er notað með meðalrennsli til að reikna framburð, eins og hér er gert í Töflu 2, er afar mikill munur á reiknuðum framburði eftir því á hvaða rennslisbili sýnum hefur verið safnað (Tafla 2). Það sést best með því að bera saman gildin sem sýnd eru í töflu 2, þar sem reiknað er með og án flóðasýnisins sem náðist árið 2013. Ef flóðasýninu er sleppt reiknast framburður svifaurs um 6000 tonn/ári á meðan hann reiknast um 50 þúsund tonn/ári ef það er tekið með í reikninginn. Munurinn á þessum tveimur sviðsmyndum er mun minni í reiknuðum framburði uppleystra efna en framburður uppleystra efna reiknast minni ef flóðasýnið er tekið með í reikninginn, þar sem styrkur uppleystra efna lækkar með auknu rennsli.

### 3.5 Styrkbreytingar með rennsli

Styrkur valinna uppleystra efna og svifaurs sem fall af rennsli er sýndur á myndum 6 og 7. Þetta eru eins konar efnalyklar sem hægt er að nota með rennsli til að reikna styrk ólífræns og lífræns svifaurs og valin uppleyst efni. Efnalyklarnir eru ólíkir hefðbundnum aurburðarlyklum (q-fall) að því leyti að þeir sýna beint samband rennslis og efnastyrks en ekki rennslis og efnaframburðar á tímaeiningu, eins og gert er þegar aurburðarlyklarnir eru annars vegar. Það veldur því að fylgni gagnanna og efnalykilsins,  $R^2$ , er lægri samanborið við hefðbundinn aurburðarlykil. Veldisfallið (efnalykillinn) og fylgnin ( $R^2$ ) er sýnt við hverja mynd (myndir 4 og 5). Efnalyklarnir fyrir uppleystu aðalefnin sem eiga uppruna bæði í bergi og úrkomu eru tvenns konar: 1. Samband styrks uppleystu efnanna og augnabliksrennslis þegar safnað var er sýnt vinstra megin á opnunni. 2. Samband styrks uppleystra, bergættaðra efna (þ.e. heildarstyrkur efnanna leiðréttur fyrir efnunum sem koma inn á vatnasviðið með úrkomu) og augnabliksrennslis þegar safnað var er sýnt á myndunum á hægri hluta opunnar. Öll efnin á hægri síðunni rekja uppruna sinn eingöngu til bergs. Einhver mistök áttu sér stað við mælingar á svifaurlúnum frá árinu 2008 og eru þær tölur ská og feitletraðar í töflu 3a. Þau gögn eru ekki tekin með í meðaltals- og framburðarreikninga og ekki notaðar í myndum, né í aurburðarlyklunum eða tímaröðunum.

Seinnipart febrúar 2013 urðu miklar leysingar á landinu öllu og í kjölfarið miklir vatnavextir í Norðurá. Sýni úr því flóði bætir efnalyklana mikið og sýnir einnig að flest efni í sýnum frá yfirstandandi rannsóknartímabili eru mjög samanburðarhæf við sömu efni úr eldra gagnasettinu úr Norðurá. Undantekningin er brennisteinn, sem var viðbúið, en útblástur brennisteins frá iðnaði hefur minnkað mikið frá því gögnunum 1973 – 1974 var safnað.

Styrkur svifaurs óx með rennsli í Norðurá við Stekk og styrkur uppleystra aðalefna minnkaði með rennsli eins og almennt gildir. Fylgni ( $R^2$ ) rennslis og uppleystra efna er frá 0,3 – 0,6. Sterkust var fylgni á milli rennslis og molibdens, en Mo er hreyfanlegt, bergættað efni. Styrkur klórs er um þrisvar sinnum hærri í lágu rennsli en háu og eins og fjallað er um í kafla 3.3 bendir hlutfall Na/Cl til þess að Cl í sumum vetrarsýnum eigi sér fleiri uppruna en bara í sjó, þ.e. í vegasalti. Fyrir vikið verður leiðrétting á uppleystum sjávarættuðum efnum of mikil í nokkrum sýnum í Norðurá, sem tekin voru á árunum 2004 – 2008 en þá var CaCl dreift á þjóðveginn til hálkuvarna.

### 3.6 Breytingar með tíma á styrk uppleystra efna og svifaurs.

Árstíðabundnar- og langtímabreytingar á styrk uppleystra efna í Norðurá við Stekk eru sýndar á myndum 8 – 14.

Rennsli Norðurár er breytilegt allt árið um kring þar sem bergið á vatnasviðinu er gamalt og þétt. Ákoma á vatnasviðið, sem nær yfir fremur stórt svæði, rennur því hratt af yfirborði og lítið seytlar niður í dýpri jarðlög.

Styrkur uppleystra efna er rennslisháður eins og fram kom í kafla 3.5 og þar sem rennslið er óreglulegt yfir árið er styrkur uppleystra efna fremur óreglulegur. Á myndum 8 til 10 er styrkur hvers efnis sýndur eftir því hvenær árs sýnin voru tekin. Hvert þverstrík táknar niðurstöðu mælinga úr einu sýni. Greinilegust var árstíðasveiflan í styrk  $\text{NO}_3$ , Mn og Co og var styrkur þeirra lægri á sumrin en á veturna. Einnig var áberandi aukning í styrk V yfir hásumartímamann og var sú hækkun í takt við lítilla pH hækkun (mynd 10) yfir sumartímamann. Lækkun í styrk Na, Ca, Mg, Cl og Fe var greinanleg yfir sumartímamann þó hún væri mun minni en í styrk  $\text{NO}_3$ , Mn og Co. Nítrat,  $\text{NO}_3$ , er næringarefni sem er nauðsynlegt ljóstillífandi lífverum og er tekið upp á sumrin. Ljóstillífun þarfnast líka fosfórs ( $\text{PO}_4$ ) en í minna mæli. Miðað við hlutföll niturs og fosfórs, leyst í vatni á vatnasviði Norðurár, er fosfór takmarkandi næringarefni fyrir ljóstillífun. Enda má sjá að styrkur fosfórs er alltaf lágur og oftast undir greiningarmörkum. En þrátt fyrir það má sjá greinilega upptöku á næringarefninu  $\text{NO}_3$ . Það þýðir að lífverurnar ná í nægilegt fosfór úr jarðveginum og/eða ögnum í vatninu til þess að standa fyrir ljóstillífun sem lækkar styrk  $\text{NO}_3$  25-falt yfir árið, úr  $\sim 5 \mu\text{mól/kg}$  í  $0,2 \mu\text{mól/kg}$ .

Styrkur brennisteins stendur í stað, bæði  $\text{SO}_4$  (hvítir hringir á mynd 9) og heildarstyrkur S (gráir hringir á mynd 9). Styrkur brennisteins minnkaði í öllum straumvötnunum á Suðurlandi á rannsóknartímabilinu 1972 til 2004 (Sigurður R. Gíslason og Peter Torssander 2006), en styrkur þess hefur vaxið aftur í Sogi við Þrastarlund og Ölfusá við Selfoss.

Brennisteinsgögn frá árunum 2009 og 2010 bentu til þess að hluti brennisteins væri á öðru formi en  $\text{SO}_4$  þar sem styrkur  $S_{\text{total}}$  og  $\text{SO}_4$  var ekki sambærilegur á því tímabili. Styrkur  $\text{SO}_4$  og heildarstyrkur brennisteins í sýnum frá 2011 – 2013 er hins vegar sambærilegur, líkt of 2004 – 2009.

Gögnin sem safnað var á árunum 1973 – 1974 eru mikilvæg til samanburðar við þau gögn sem aflað hefur verið nú. Á myndum 13 og 14 hafa gögn frá báðum tímabilum verið sett inn á sambærileg gröf. Tvö sýni eru flóðasýni eins og áður hefur komið fram, frá febrúar og apríl 1974 og eitt flóðasýni í febrúar 2013.

Styrkur uppleystra efna í flóðasýnunum var lægri en í öðrum sýnum, þar sem styrkur uppleystra efna lækkar með rennsli (myndir 4 og 5). Eins og sjá má á myndum 13 og 14 er styrkur uppleystra efna sambærilegur á milli gagnasafnanna 1973 – 1974 og 2004 – 2014 nema fyrir  $\text{SO}_4$  og Cl. Brennisteinn ( $\text{SO}_4$ ) hefur lækkað í úrkomu með tilkomu takmörkunar á losun brennisteins frá iðnaði á áttunda áratugnum (Sigurður Reynir Gíslason og Peter Torssander, 2006). Klórstyrkur var hærri í nokkrum sýnum frá 2004 til 2008 en eins og fram hefur komið í kafla 3.3 er talið að vegasöltun til hálkuvana valdi hækkun á Cl á árunum 2004 - 2013. Styrkur  $\text{PO}_4$  virðist hærri í núverandi gagnasetti en það er einungis vegna hærri greiningamarka með þeim aðferðum sem notaðar voru frá 2007 – 2012 til að greina fosfór. Einnig mælist  $\text{NH}_4$  hærri í eldra gagnasafninu en  $\text{NH}_4$  er mjög viðkvæmt fyrir mengun úr andrúmsloftinu. Núorðið er passað að sýni séu eins lítið í snertingu við andrúmsloft og mögulegt er til að minnka líkurnar á mengun.

### 3.7 Samanburður við meðalefnasamsetningu ómengaðs árvatns á jörðinni

Styrkur uppleystra efna í Norðurá er nokkuð frábrugðinn heimsmeðaltalinu, sem ber mjög keim af efnahvarfarofi á kalksteini. Styrkur kísils Norðurá er svipaður og meðaltal í ám meginlandanna, styrkur klórs og natríum nokkru hærri í Norðurá og vegur þar hæst seltan frá sjónum. Styrkur kalíum, kalsíum, magnesíum, kolefnis, brennisteins og heildarstyrkur uppleystra efna er lægri í Norðurá en að meðaltali í straumvötnum meginlandanna.

## ÞAKKARORÐ

Umhverfisráðuneytið (AMSUM) hefur kostað rannsóknina í Norðurá og hafa fulltrúar hennar sýnt verkefninu mikinn áhuga og stuðning. Sérstaklega viljum við þakka Helga Jenssýni og Gunnari Steini Jónssýni frá Umhverfisstofnun.

## HEIMILDIR

- Abdelmouhcine, Gannoun, Kevin W. Burton, Nathalie Vigier, Sigurdur R. Gíslason, Nick Rogers, Fatima Mokadem and Bergur Sigfússon, 2006. The influence of weathering process on riverine osmium isotopes in a basaltic terrain, *Earth and Planetary Science Letters* 243, bls. 732-748.
- Albert S. Sigurðsson, Sigurður H. Magnússon, Borgþór Magnússon, Jóhanna M. Thorlacius, Hreinn Hjartarson, Páll Jónsson, Hlynur Óskarsson, Bjarni D. Sigurdsson og Ásrún Elmarsdóttir, 2005. Integrated Monitoring at Litla-Skard. Project Overview 1996-2004. Umhverfisstofnun, Reykjavík, 65. bls.
- Andri Stefánsson og Sigurður Reynir Gíslason, 2001. Chemical weathering of basalt, SW Iceland: Effects of rock crystallinity and secondary minerals on chemical fluxes to the ocean. *American Journal of Science* 301, bls. 513-556.
- Árni Snorrason 1990. Markmið og skipulag vatnamælinga á Íslandi. Í Vatnið og landið, Guttormur Sigbjarnarson (ritstjóri). Vatnafræðiráðstefna, október 1987. Orkustofnun, Reykjavík, bls. 89-93.
- Bergur Sigfusson, Graeme I. Paton, Sigurdur R. Gíslason, 2006a. The impact of sampling techniques on soil pore water carbon measurements of an Icelandic Histic Andosol, *Science of the Total Environment*, 369, 203-219.
- Bergur Sigfusson, Gíslason, S.R. and Paton, G.I., 2006b. The effect of soil solution chemistry on the weathering rate of a Histic Andosol. *Journal of Geochemical Exploration*, 88, 321-324.
- Bergur Sigfusson, Gíslason, S.R. and Paton, G.I., 2008. Pedogenesis and weathering rates of a Histic Andosol in Iceland: Field and experimental soil solution study. *Geoderma*, 144, 572-592
- Björn Þorsteinsson, Guðmundur Hrafn Jóhannesson, Þorsteinn Guðmundsson, 2004. Athuganir á afrennslismagni og efnaútskolun af túnnum á Hvanneyri. Fræðaging landbúnaðarins 2004: 77-83.
- Eugster, H. P., 1970. Chemistry and origin of the brines of Lake Magadi, Kenya. *Mineral. Soc. Am. Spec. Paper* 3, bls. 213-235.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Luiz Gabriel Quinn Camargo, Jórunn Harðardóttir, Kristjana G. Eyþórsdóttir, Svava Björk Þorláksdóttir, 2007. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Vesturlandi. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar. RH-14-2007. 41 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Luiz Gabriel Quinn Camargo, Jórunn Harðardóttir, Kristjana G. Eyþórsdóttir, Svava Björk Þorláksdóttir og Peter Torssander, 2008a. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Vesturlandi. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar. RH-06-2008, 43 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, 2008b. Efnasamsetning úrkomu á Íslandi. Samantekt gagna frá Rjúpnahæð, Írafossi, Vegatungu, Litla-Skarði og Langjökli. RH-01-2008. 28 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Jórunn Harðardóttir, Sigríður Magnea Óskarsdóttir, Kristjana G. Eyþórsdóttir, Njáll Fannar Reynisson og Peter Torssander, 2009. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Vesturlandi III. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar. RH-05-2009, 43 bls.



- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Jórunn Harðardóttir, Svava B. Þorlákssdóttir og Kristjana G. Eypórsdóttir, 2010. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Vesturlandi IV. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar. RH-21-2010, 46 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Jórunn Harðardóttir, Svava B. Þorlákssdóttir og Kristjana G. Eypórsdóttir, 2011. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Vesturlandi IV. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar. RH-06-2011, 46 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Jórunn Harðardóttir, Svava B. Þorlákssdóttir og Kristjana G. Eypórsdóttir, 2012. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Vesturlandi VI, Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Veðurstofunnar. RH-07-2012, 35 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Rebecca A. Neely, Svava B. Þorlákssdóttir og Sigurður Reynir Gíslason, 2013. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna í Norðurá í Norðurárdal II. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Veðurstofunnar. RH-05-2013, 39 bls.
- Hardy, L. A. og Eugster, H. P., 1970. The evolution of closed-basin brines. *Mineral. Soc. Am. Spec. Pub.* 3, bls. 273-290.
- Jones B. F., Eugster H. P. og Rettig S. L., 1977. Hydrochemistry of the Lake Magadi basin, Kenya. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 41, bls. 53-72.
- Jones M.T., Pearce C.R., Oelkers E.H., 2012a. An experimental study of the interaction of basaltic riverine particulate material and seawater. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 77, 108-120.
- Jones M., Pearce C.R., Jeandel C., Gíslason S.R., Eiríksdóttir E.S., Mavromatis V., Oelkers E.H., 2012b. Riverine particulate material dissolution as insignificant flux of strontium to the oceans. *Earth and Planetary Science Letters*, 355-356, bls. 51-59.
- Jones M.T., Gíslason S.R., Burton K.W., Pearce C.R., Mavromatis V., Pogge von Strandmann P.A.E., Oelkers E.H., 2014. Quantifying the impact of riverine particulate dissolution in seawater on ocean chemistry. *Earth and Planetary Science Letters*, 395, 91-100.
- Koroleff F., 1983. *Methods of Seawater Analysis*. Grasshoff K, Ehrhardt M. Kremling K. (Eds.). 2nd edition Verlag Chemie GmbH, Weinheim. Bls. 163-173.
- Likens, G.E., Bormann, R.H., and Johnsson, N.M., 1981, Interaction between major biogeochemical cycles in terrestrial ecosystems, in Likens, G.E., editor, *Some Perspectives of the Major Biogeochemical Cycles-SCOPE 17*: New York, John Wiley, bls. 93 – 112.
- Matthildur B. Stefánsdóttir, 2008. Umhverfisskýrsla 2008. Vegagerðin, 67 bls.
- Louvat P., Gíslason S.R., and Allégre C.J., 2008. Chemical and mechanical erosion rates in Iceland as deduced from river dissolved and solid material. *American Journal of Science*, 308, 679-726.
- Moulton K.L, Berner R.A., 1998. Quantification of the effect of plants on weathering: Studies in Iceland. *Geology*, 26, 895-898.
- Moulton K.L, West J, Berner R.A., 2000. Solute flux and mineral mass balance approaches to the quantification of plant effects on silicate weathering. *American Journal of Science*, 300, 539-570
- Opfergelt S., Burton K.W., Pogge von Strandmann P.A.E., Gíslason S.R., Halliday A.N., 2013. Riverine silicon isotope variations in glaciated basaltic terrains: Implications for the Si delivery to the ocean over glacial-interglacial intervals. *Earth and Planetary Science Letters* 369 – 370, 211 – 219.
- Oslo and Paris Commissions, 1995. *Implementation of the Joint Assessment and Monitoring Programme*, 68 bls.
- Parkhurst D.L, Appelo C.A.J. 1999. User's guide to PHREEQC (Version 2) – a computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport, and inverse geochemical calculations. Water resources investigations report 99-4259. Lakewood: US Geological Survey.
- Pearce C.R., Kevin W. Burton, Philip A.E. Pogge von Strandmann, Rachael H. James, Sigurður R. Gíslason, 2010. Molybdenum isotope behaviour accompanying weathering and riverine transport in a basaltic terrain. *EPSL*, 295, bls 104-114.
- Pearce, C.R., Jones, M.T., Oelkers, E.H., Pradoux, C., Jeandel, C., 2013. The effect of particulate dissolution on the neodymium (Nd) isotope and Rare Earth Element (REE) composition of seawater. *Earth and Planetary Science Letters*, 369-370, 138 – 147.

- Plummer, N.L., og Busenberg, E., 1982. The solubility of calcite, aragonite and vaterite in CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O solutions between 0 and 90°C, and an evaluation of the aqueous model for the system CaCO<sub>3</sub>-CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O: *Geochimica et Cosmochimica Acta* 46, bls. 1011-1040.
- Pogge von Strandmann, Kevin W. Burton, Rachael H. James, Peter van Calsteren, Sigurður R. Gíslason and Fatima Mokadem, 2006. Riverine behaviour of uranium and lithium isotopes in an actively glaciated basaltic terrain, *Earth and Planetary Science Letters*, 251, 134-147.
- Pogge von Strandmann, Philip A.E., Kevin W. Burton, Rachael H. James, Peter van Calsteren, Sigurður R. Gíslason, 2007. The influence of weathering processes on riverine magnesium isotopes in a basaltic terrain. *Earth and Planetary Science Letters*, 251, 134-147.
- Pogge von Strandmann, P.A.E., James, R.H., van Calsteren, P., Gíslason, S.R. and Burton, K.W., 2008. Lithium, magnesium and uranium isotope behaviour in the estuarine environment of basaltic islands. *Earth and Planetary Science Letters*, 274, 462-471.
- Pogge von Strandmann Philip A.E., Kevin W. Burton, Don Porcelli, Rachael H. James, Peter van Calsteren, Sigurður R. Gíslason, 2011. Transport and exchange of U-series nuclides between suspended material, dissolved load and colloids in rivers draining basaltic terrains. *Earth and Planetary Science Letters* 301, 125-136.
- Pogge von Strandmann, P.A.E., Opfergelt S., Lay Y.J. Sigfússon B., Gíslason S.R. and Burton K.W., 2012. Lithium, magnesium and silicon isotope behaviour accompanying weathering in a basaltic soil and pore water profile in Iceland. *Earth and Planetary Science Letters*, 339-340, 11-23.
- Roig B., Gonzalez C., Thomas O. 1999. Measurement of dissolved total nitrogen in wastewater by UV photooxidation with peroxodisulphate. *Analytica Chimica Acta* 389 bls 267-274.
- Sigríður Magnea Óskarsdóttir 2007. Spatial Distribution of Dissolved Constituents in Icelandic River Waters. MS-thesis in Geology, University of Iceland, Faculty of Science, Department of Geosciences, Reykjavík, June 2007, 67 bls.
- Sigríður Magnea Óskarsdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Stefánía Guðrún Halldórsdóttir, Guðún Gísladóttir, 2011. Spatial distribution of dissolved constituents in Icelandic river waters. *Journal of Hydrology*, Volume 397, Issues 3-4, 3 February 2011, Pages 175-190
- Sigurður R. Gíslason, Stefán Arnórsson og Halldór Ármannsson 1996. Chemical weathering of basalt in SW Iceland: Effects of runoff, age of rocks and vegetative/glacial cover. *American Journal of Science*, 296, bls. 837-907.
- Sigurður R. Gíslason, Jón Ólafsson, Árni Snorrason, Ingvi Gunnarsson og Snorri Zóphaníasson, 1998. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi II. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar, Hafrannsóknastofnunar og Vatnamælinga Orkustofnunar, RH-20-98, 39 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason, Eydís Salome Eiríksdóttir, Matthildur Bára Stefánsdóttir og Andri Stefánsson 1999. Vatnsrannsóknir í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Lokaskýrsla 15. júlí 1999. Unnið fyrir Norurál hf. og Íslenska járnblendifélagið hf., 143 bls.
- Sigurður R. Gíslason og Peter Torssander (2006). The response of Icelandic river sulfate concentration and isotope composition, to the decline in global atmospheric SO<sub>2</sub> emission to the North Atlantic region. *Environmental Science and Technology*, 40,680-686.
- Sigurdur Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Gudmundur Bjarki Ingvarsson, Bergur Sigfússon, Eydís Salome Eiríksdóttir, Sverrir Óskar Elefsen, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir and Peter Torssander (2006). Chemical composition, discharge and suspended matter of rivers in North-Western Iceland. The database of the Science Institute, University of Iceland, and the Hydrological Service of the National Energy Authority. RH-07-2006.
- Sigurjón Rist 1986. Efnarannsókn vatna. Borgarfjörður, einnig Elliðaár í Reykjavík: Reykjavík, Orkustofnun, OS-86070/VOD-03, 67 bls.
- Stefanía G. Halldórsdóttir, Sigurdsson, F., Jónsdóttir, J.F., Jóhannsson, Th., 2006. Hydrological classification for Icelandic Waters. *Nordic Water 2006: Experience and challenges in implementation of the EU Water Framework Directive*, Vingsted Denmark, August 6<sup>th</sup>-9<sup>th</sup> 2006. (Eds.) Jens Christian Refsgaard and Anker Lager Hojberg, bls. 219 – 236.

- Stefán Arnórsson, Sven Sigurðsson og Hörður Svavarsson 1982. The chemistry of geothermal waters in Iceland. I. Calculation of aqueous speciations from 0° to 370 °C: *Geochimica et Cosmochimica Acta* 46, bls. 1513-1532.
- Stumm, W. og Morgan, J. 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.
- Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1998. Framburður svifaurs í Hvítá í Borgarfirði. Orkustofnun, Vatnamælingar, OS-98017, 21 bls.
- Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 2000. Leiðbeiningar um mælingar á svifaur og úrvinnslu gagna. Greinargerð SvP-GHV-2000-02, 13 bls.
- Sweewton R. H., Mesmer R. E. og Baes C. R. Jr. 1974. Acidity measurements at elevated temperatures. VII. Dissociation of water. *J. Soln. Chem.* 3, nr. 3 bls. 191-214.
- Vigier N., K.W. Burton, S.R. Gislason, N.W. Rogers, S. Duchene, L. Thomas, E. Hodge and B. Schaefer, 2006. The relationship between riverine U-series disequilibria and erosion rates in a basaltic terrain, *Earth and Planetary Science Letters* 249, bls. 258-273.
- Vigier, N., S.R. Gislason, K.W. Burton, R. Millot, F. Mokadem, 2009. The relationship between riverine lithium isotope composition and silicate weathering rates in Iceland. *Earth and Planetary Science Letters*, 287, Issues 3-4, 434-441. doi:10.1016/j.epsl.2009.08.026

## **Töflur og myndir**



Tafla 1. Meðalstyrkur uppleystra efna og svifaus í Norðurá á árunum 2004 – 2013. Meðaltal niðurstaðna frá rannsókninni 1973 – 1974 eru til samanburðar.

Norðurá v. Stekk	Rennsli m <sup>3</sup> /s	Vatns- °C	Loft- °C	pH	pH/leiðni °C	Leiðni µS/cm	SiO <sub>2</sub> mmol/kg	Na mmol/kg	K mmol/kg	Ca mmol/kg	Mg mmol/kg	Alk meq/l	DIC mmol/kg	S <sub>total</sub> mmol/kg	SO <sub>4</sub> mmol/kg	δ <sup>34</sup> S ‰	Cl mmol/kg	F µmol/kg
2004 - 2013*	15.1	5.66	7.54	7.53	21.3	69.3	0.180	0.272	0.009	0.106	0.071	0.371	0.382	0.021	0.0195	12.89	0.223	1.76
1973 - 1974**	13.9	4.36		7.32			0.178	0.290	0.0087	0.0975	0.068	0.438			0.0382		0.191	1.90
Norðurá v. Stekk	Hleðslujafnv. % skekkja meq/kg					TDS <sub>mælt</sub> mg/l	TDS <sub>reiknað</sub> mg/kg	DOC mmol/kg	POC µg/kg	PON µg/kg	C/N mól	Svifaur mg/l	P <sub>total</sub> µmól/kg	PO <sub>4</sub> -P µmól/kg	NO <sub>3</sub> -N µmól/kg	NO <sub>2</sub> -N µmól/kg	NH <sub>4</sub> -N µmól/kg	N <sub>total</sub> µmól/kg
2004 - 2013*				0.025	2.401	47.3	56.3	<0,055	221.2	<23	>12	7.6	<0,048	<0,156	<1,10	<0,054	<0,860	4.91
1973 - 1974**						46.6							0.055	2.21	0.062	2.19		
Norðurá v. Stekk	Al µmól/kg	Fe µmól/kg	B µmól/kg	Mn µmól/kg	Sr µmól/kg	As nmól/kg	Ba nmól/kg	Cd nmól/kg	Co nmól/kg	Cr nmól/kg	Cu nmól/kg	Ni nmól/kg	Pb nmól/kg	Zn nmól/kg	Hg nmól/kg	Mo nmól/kg	Ti nmól/kg	V mmól/l
2004 - 2013*	0.187	0.572	0.557	0.048	0.074	<2,08	0.789	<0,020	<0,246	0.816	5.79	<2,10	<0,084	13.3	<0,011	2.13	4.60	0.015

\*Einu flóðasýni var sleppt við útreikninga á meðalstyrk árið 2013.

\*\*Tveimur flóðasýnum var sleppt við útreikninga á meðalstyrk árin 1973 og 1974.





Tafla 2. Árlegur framburður Norðurár við Stekk frá 2004 – 2013. Langtímameðaltal á tímabilinu var 22,7 m<sup>3</sup>/s.

<b>Norðurá við Stekk</b>														
<b>árlegur framburður (tonn/ári)</b>														
	SiO <sub>2</sub>	Na	K	Ca	Mg	CO <sub>2</sub>	SO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>		Cl	F	TDS <sub>mælt</sub>	TDS <sub>reiknað</sub>	
reiknað með flóðasýni 2013	5.917	3.489	283	2.239	911	10.956	1.127	1.217		4.562	22	28.188	33.350	
reiknað án flóðasýnis 2013	6.800	3.919	307	2.609	1.056	11.192	1.276	1.195		4.976	21,7	30.608	35.936	
	DOC	POC	PON	Svifaur	P	PO <sub>4</sub> -P	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	N <sub>total</sub>	Al	Fe	B	Mn
reiknað með flóðasýni 2013	1.185			50.953	<1,37	<2,91	<8,41	<0,480	<14,5	46,7	5,9	26,3	3,0	2,33
reiknað án flóðasýnis 2013	1.213	187	<19,1	6.166	<1,17	<3,03	<8,75	<0,514	<18,0	47,8	4,95	24,8	3,52	2,01
	Sr	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg	Mo	Ti	V
reiknað með flóðasýni 2013	3,50	<0,073	0,067	<0,0015	<0,0147	0,0214	0,327	0,094	<0,0186	<0,609	<0,0014	<0,083	0,321	<0,437
reiknað án flóðasýnis 2013	4,05	<0,086	0,072	<0,0015	<0,0128	0,0246	0,277	0,085	<0,0151	<0,709	<0,0014	0,111	0,278	<0,482

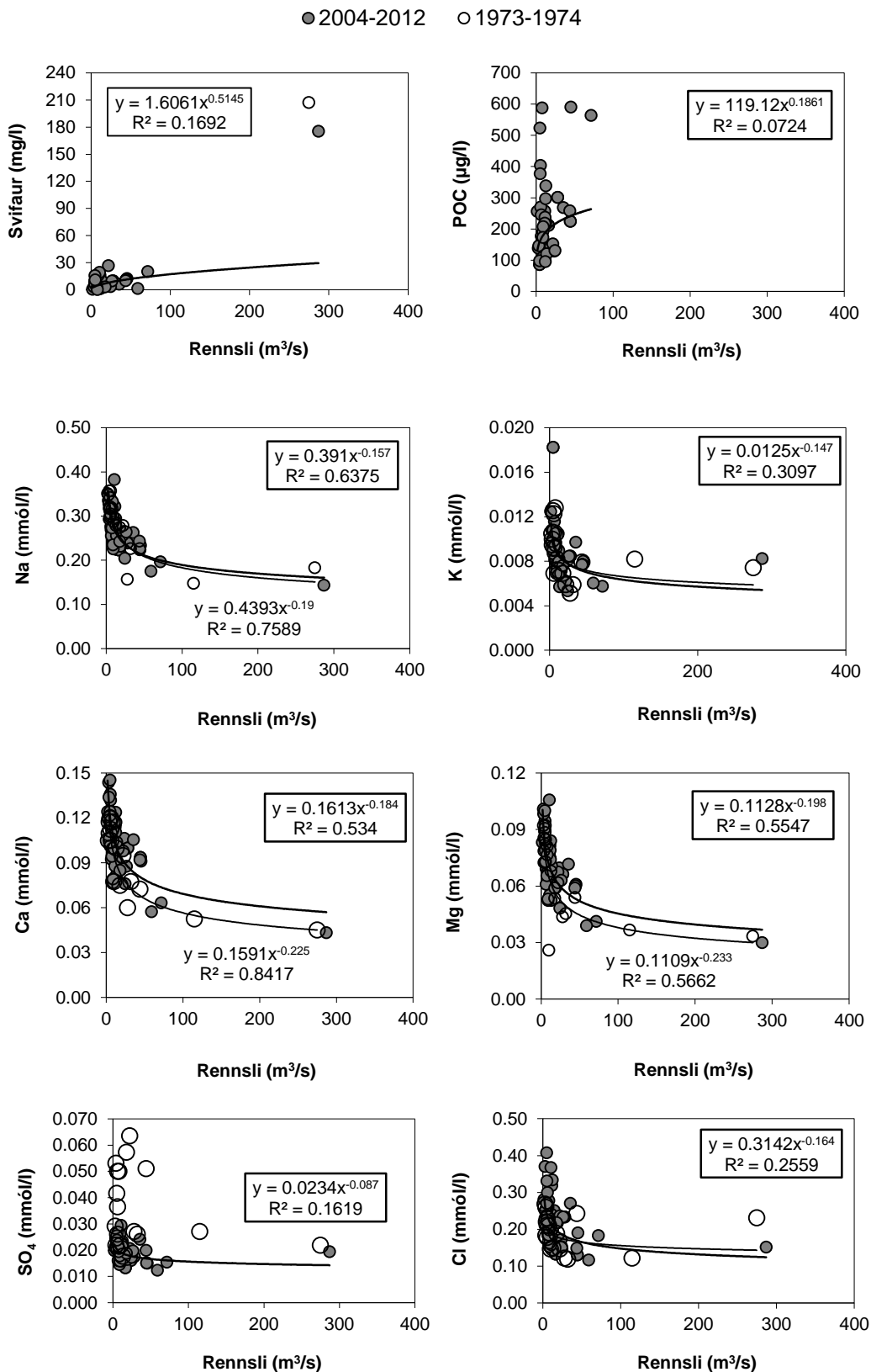
Samanlagður framburður þungmálma (As til Ti í töflunni) er <1,67 tonn/ári ef ekki er tekið tillit til flóðasýnis en <1,63 tonn/ári ef það er tekið með í reikninginn.

Tafla 3a. Styrkur uppleystra aðalefna, lífræns- og ólífræns svifaus í Norðurá við Stekk 2006 – 2013.

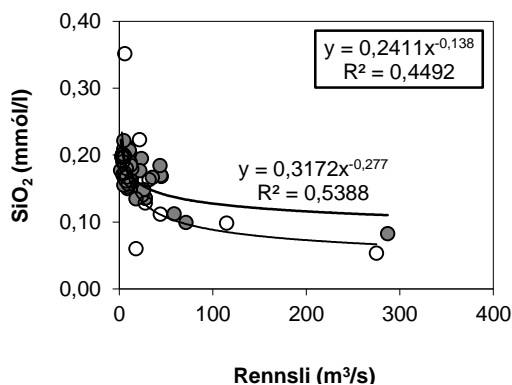
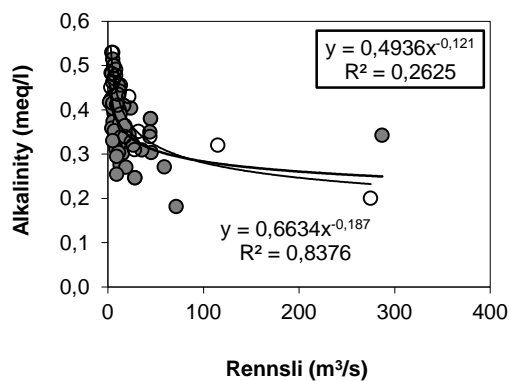
Sýnarnr.	Dags.	Tími	Rennslí m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	Vatnshiti °C	Lofthiti °C	pH	Ref T °C	Leiðni uS cm <sup>-1</sup>	SiO <sub>2</sub> * mM	Na mM	K mM	Ca mM	Mg mM	Alk meq/l	DIC mM	SO <sub>4</sub> mM	SO <sub>4</sub> mM	δ <sup>34</sup> S ‰	Cl mM	F µM	Hleðslu- jafnvægi	% skekkja	TDS mg/l	TDS mg/kg	DOC mM	POC µg/kg	PON µg/kg	C/N mól	Svifaur mg/l	
06V003	11.4.2006	15:00	28,2	1,3	2,7	7,18	21,8	59,8	0,135	0,239	0,008	0,100	0,066	0,246	0,284	0,024	0,020	13,37	0,240	2,16	0,05	4,6	36	45	0,075	301	38,8	9,0	10	
06V006	30.6.2006	15:15	16,5	9,1	9,8	7,61	21,0	58,1	0,177	0,223	0,007	0,097	0,065	0,409	0,433	0,019	0,016	12,77	0,133	2,46	-0,03	2,2	39	53	0,032	211	34,4	7,2	4	
06V009	25.7.2006	14:20	8,56	15,8	13,9	7,70	23,4	64,4	0,177	0,256	0,009	0,099	0,066	0,459	0,480	0,020	0,018	12,39	0,152	2,74	-0,06	4,6	31	57	0,026	140	23,7	6,9	9	
06V012	12.9.2006	14:20	44,6	7,5	9,5	6,81	21,6	65,8	0,169	0,224	0,008	0,094	0,060	0,380	0,518	0,018	0,018	12,06	0,133	2,46	-0,01	0,8	35	50	0,051	225	33,2	7,9	11	
06V015	30.10.2006	14:20	11,0	0,6	2,4	7,58	21,1	68,8	0,202	0,269	0,008	0,113	0,078	0,455	0,483	0,021	0,018	12,86	0,158	2,57	0,00	0,1	51	60	0,037	128	19,7	7,6	16	
06V018	7.12.2006	15:35	<b>4,95</b>	0,0	2,2	7,35	21,3	64,2	0,199	0,312	0,018	0,125	0,089	0,429	0,474	0,024	0,022	13,07	0,259	2,77	0,03	2,0	52	64	0,027	85	16,4	6,1	7	
07V003	27.2.2007	14:30	3,16	0	1,2	7,42	21,2	89,6	0,198	0,335	0,011	0,144	0,101	0,423	0,422	0,024	0,021	13,52	0,370	1,79	-0,06	3,3	66	67	0,017	138	21,1	7,7	0,9	
07V006	15.5.2007	13:45	8	7,8	12,7	7,52	20,1	87,2	0,169	0,274	0,010	0,111	0,076	0,332	0,332	0,018	0,016	13,63	0,277	1,66	-0,03	2,0	44	53	0,026	587	69,8	9,8	1,2	
07V009	15.6.2007	13:15	8,55	10,2	12,2	7,63	18,6	64,2	0,156	0,239	0,010	0,093	0,061	0,311	0,310	0,017	0,014	12,72	0,210	1,64	-0,03	2,3	41	48	0,022	109	17,6	7,2	7,6	
07V012	16.7.2007	13:55	1,79	14,4	-20	7,72	22,7	82,6	0,177	0,351	0,012	0,124	0,083	0,417	0,416	0,026	0,020	12,60	0,280	2,12	-0,01	1,0	58	63	0,056	256	32,9	9,1	0,5	
07V015	18.9.2007	14:40	35,6	6,2	9,9	7,51	21,5	73,3	0,166	0,263	0,010	0,105	0,072	0,309	0,309	0,021	0,024	13,78	0,270	1,88	0,00	0,3	53	51	0,062	268	35,1	8,9	6,1	
07V018	6.12.2007	17:45	6,07	-0,1	-6,5	7,45	20,1	72,0	0,185	0,276	0,010	0,119	0,080	0,374	0,374	0,022	0,027	13,3	0,300	1,85	-0,04	2,6	41	58	0,018	270	29,9	10,5	10,5	
08V003	8.4.2008	13:35	5,33	3,2	2,2	7,62	21,6	86,2	0,207	0,319	0,009	0,136	0,095	0,373	0,372	0,025	0,024	13,5	0,407	2,62	0,01	1,1	49	66	0,049	523	67,9	8,99	10	
08V006	11.6.2008	13:25	12,7	11	15,8	7,51	21,9	55,4	0,150	0,244	0,008	0,091	0,060	0,276	0,276	0,018	0,017	13,0	0,199	2,57	0,02	1,7	43	46	0,050	222	24,7	10,5	<b>189</b>	
08V009	7.7.2008	13:45	4,02	16,9	16,9	7,7	22	74,1	0,170	0,293	0,010	0,106	0,072	0,358	0,357	0,022	0,022	11,8	0,255	2,90	0,02	1,9	40	56	0,029				<b>58,2</b>	
08V012	9.9.2008	16:10	5,73	9,5	11,8	7,52	20,6	76,4	0,166	0,303	0,010	0,115	0,079	0,409	0,409	0,023	0,022	11,8	0,256	2,83	0,01	0,8	54	60	0,065	403	26,4	17,8	<b>42,6</b>	
08V015	22.10.2008	15:15	12,6	2,9	0,6	7,6	20,8	77,3	0,181	0,294	0,009	0,124	0,084	0,370	0,370	0,024	0,023	15,2	0,334	2,66	0,02	1,6	44	62	0,059	297	20,9	16,5	<b>28,8</b>	
08V018	3.12.2008	15:10	5,6	0	0,5	7,47	20,1	82,7	0,197	0,317	0,009	0,132	0,092	0,403	0,402	0,024	0,022	13,3	0,331	2,66	0,01	1,0	54	66	0,048	377	<15,2	>21,4	<b>26,3</b>	
09V003	17.2.2009	14:10	71,6	0,6	6,5	7,1	19	43,6	0,099	0,196	0,006	0,063	0,041	0,182	0,182	0,017	0,015	15,1	0,183	2,23	0,01	1,6	58	34	0,124	564	50,4	13,1	20,1	
09V006	9.7.2009	13:00	6,8	14,6	14,9	8,09	22,3	63,4	0,166	0,255	0,012	0,092	0,061	0,353	0,350	0,018	0,016	12,4	0,182	1,88	0,00	0,4	40	52	0,036	245	<9,8	29,1	3,1	
09V009	6.10.2009	13:40	11,9	1,3		7,6	21,7	78,2	0,189	0,288	0,010	0,118	0,079	0,400	0,399	0,021	0,019	13,3	0,240	1,69	0,01	0,9	58	60	0,101	237	<12,9	>21,4	6,9	
09V012	23.11.2009	13:30	4,97	0,5	1,3	7,59	19,4	72,4	0,209	0,299	0,009	0,124	0,085	0,414	0,413	0,024	0,020	12,9	0,248	1,83	0,02	1,5	60	63	0,047	98	<8,2	>14	9,7	
10V003	11.5.2010	13:15	11,3	7,3	11,2	7,7	21	54,2	0,156	0,231	0,007	0,088	0,055	0,303	0,303	0,020	0,016		0,178	1,20	0,01	0,6	46	46	0,042	218	20,2	12,6	0,9	
10V006	7.7.2010	13:15	9,13	11,9	13,4	7,8	22,1		0,172	0,298	0,011	0,113	0,075	0,411	0,410	0,025	0,019		0,220	1,58	0,01	1,3	51	59	0,072	191	17,1	13,1	3,6	
10V009	7.9.2010	12:30	12,7	6,7	9,9	7,76	22	67,9	0,171	0,275	0,008	0,117	0,071	0,390	0,388	0,028	0,022		0,209	1,29	0,02	1,5	46	57	0,046	338	34,7	11,4	6,7	
10V012	2.12.2010	12:50	3,6	0,2	-7,3	7,56	21,7	86,5	0,201	0,328	0,010	0,134	0,098	0,483	0,482		0,024		0,249	1,55	0,24	19,2	74	68	0,069	146	15,2	11,2	3,2	
11V001	31.5.2011	13:00	19	4,9	10,4	7,46	19,5	59,4	0,141	0,232	0,006	0,085	0,059	0,270	0,269		0,015	0,016		0,217	1,48	0,04	3,8	43	50	0,076	144	13,5	12,4	4,9
11V002	13.7.2011	14:27	9,2	10,6	15,4	7,76	22,8	58,0	0,150	0,225	0,007	0,077	0,052	0,295	0,294	0,017	0,016		0,174	1,92	0,02	1,7	37	47	0,148	207	9,6	25,1	13,6	
11V003	20.10.2011	12:50	22,1	3,4	6	7,55	21,6	67,9	0,176	0,257	0,006	0,098	0,067	0,344	0,343	0,020	0,021		0,236	1,68	0,01	0,5	26	58	0,086	152	7,7	23,1	26,6	
11V004	24.11.2011	10:45	13,8	0,2	-0,9	7,61	22,3		0,179	0,256	0,006	0,104	0,071	0,338	0,338	0,023	0,021		0,219	1,80	0,04	3,2	46	57	0,042	120	7,1	19,7	9,2	
12V001	3.6.2012	13:30	24,6	9,8	21,7	7,71	20,8	43,2	0,140	0,204	0,005	0,076	0,048	0,327	0,326	0,016	0,017		0,153	1,91	0,06	6,1	38	45	0,040	130	11,5	13	3,3	
12V002	2.7.2012	13:50	9	12,5	15	7,8	22,9		0,153	0,235	0,007	0,079	0,053	0,254	0,253	0,018	0,018		0,163	1,66	0,05	5,4	23	43	0,047	173	12,7	15,9	15,6	
12V003	13.8.2012	13:30	43,9	11,1	18	7,54	21,3		0,184	0,243	0,008	0,092	0,059	0,349	0,349	0,021	0,020		0,149	1,68	0,01	1,2	33	50	0,097	258	23,0	13,1	10	
12V004	4.10.2012	13:40	12,3	4,8	10,1	8,11	21,5	69,2	0,184	0,280	0,007	0,110	0,074	0,442	0,439	0,022	0,021		0,200	1,76	0,03	2,3	37	60		95	8,5	13,1	3	
12V005	8.11.2012	13:45	10,8	0,6	1,9	7,4	21,5	85,4	0,207	0,382	0,010	0,155	0,106	0,434	0,434	0,032	0,029		0,368	1,63	0,05	2,9	48	72	0,074				19,1	
12V006	11.12.2012	13:30	5,04	0,9	1,4	7,35	20,5	86,6	0,221	0,342	0,011	0,145	0,100	0,514	0,513	0,027	0,025		0,270	1,91	0,01	0,4	61	73	0,047				6	
13V001	16.1.2013	12:30	26,4	0,4	1,2	7,1	20,1	67,4	0,148	0,264	0,008	0,088	0,063	0,320	0,320	0,018	0,020		0,233	1,56	0,02	1,8	46	49	0,087				9,5	
13V002	11.2.2013	12:00	18	0,1	0,8	7,3	20,4	64,4	0,135	0,243	0,008	0,085	0,059	0,364	0,364	0,018	0,019		0,218	1,46	0,08	7,2	48	50						
13V003	26.2.2013	12:00	287	2,4	4,4	8,45	20,9	37,5	0,083	0,144	0,008	0,043	0,030	0,342	0,340	0,011	0,019		0,151	1,67	0,24	28,4	31	38	0,133				175,2	
13V004	30.4.2013	12:30	5,08	3,5	2,1	7,68	21,2	77,9	0,155	0,297	0,009	0,101	0,072	0,462	0,461	0,022	0,023		0,238	1,89	0,10	6,8	48	60	0,099				15,5	
13V005	4.6.2013	12:30	59	8,1	11,3	6,81	20,6	41,7	0,112	0,175	0,006	0,057	0,039	0,271	0,271	0,012	0,012		0,116	1,35	0,04	5,1	38	36	0,063				1,2	
13V006	4.7.2013	13:15	7,69	12,6	13,8	7,98	22,8	69,3	0,161	0,273	0,009	0,094	0,065	0,488	0,486	0,018	0,019		0,184	1,96	0,11	8,4	48	59	0,031				2,3	
13V007	15.8.2013	13:20	8,16	10,6	11,7	7,87	22,3	86,9	0,167	0,333	0,011	0,100	0,077	0,491																

Tafla 3b. Styrkur uppleystra snefilefna, lífræns- og ólífræns svifaus í Norðurá við Stekk 2006 – 2013.

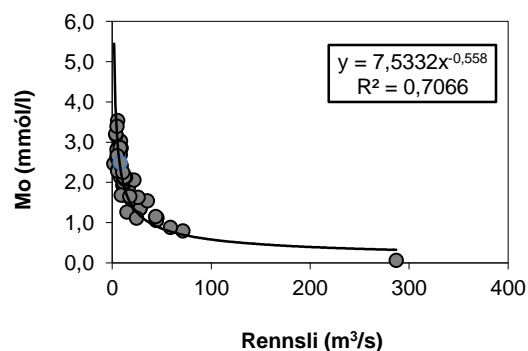
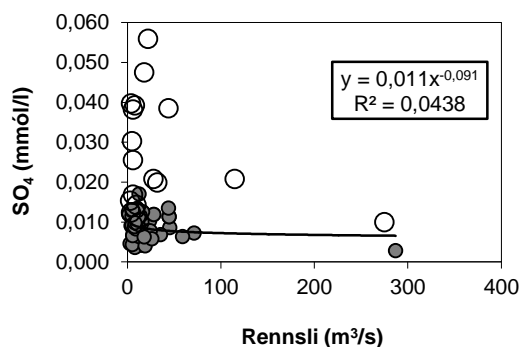
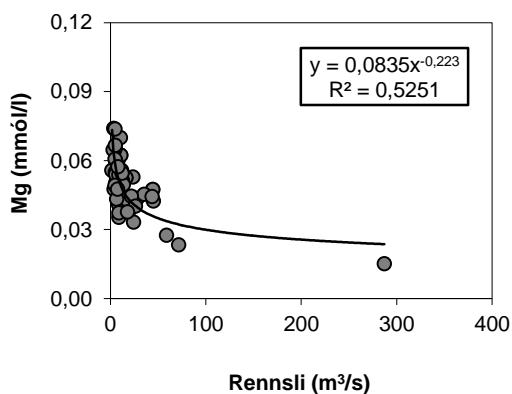
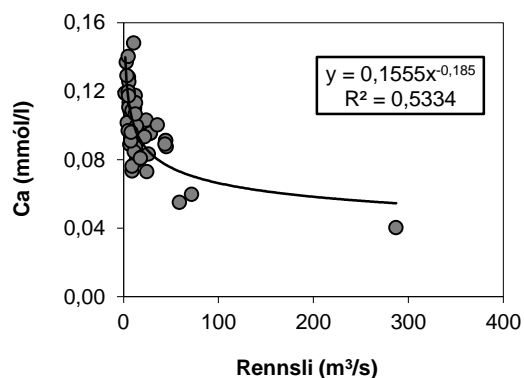
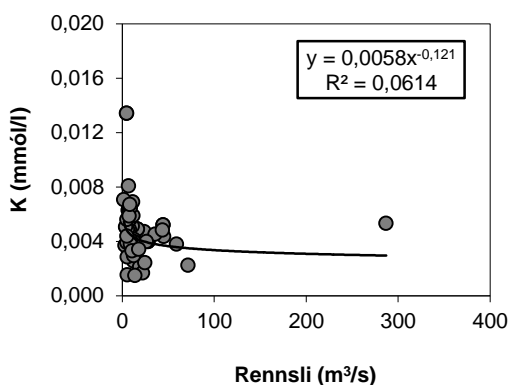
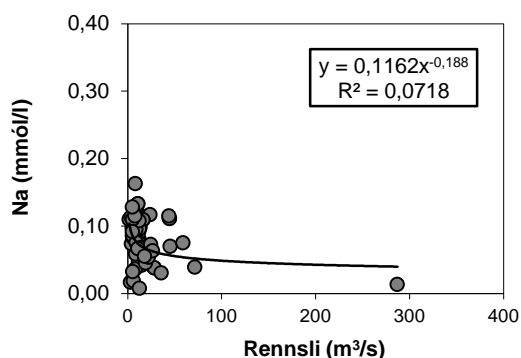
Sýnarnr.	Dags.	Tími	P	PO <sub>4</sub> -P	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	N <sub>tot</sub>	P <sub>tot</sub>	Al	Fe	B	Mn	Sr	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg	Mo	Ti	V
			µM	µM	µM	µM	µM	µM	µM	µM	µM	µM	µM	µM	nM	nM	nM	nM	nM	nM	nM	nM	nM	nM	nM	nM	µM
06V003	11.4.2006	15:00	0,076	<0,1	1,67	<0,04	0,73	5,6		0,315	0,648	0,440	0,087	0,056	<6,67	0,536	<0,018	0,519	0,58	7,63	2,50	0,070	15,2	<0,01	1,345	11,6	0,009
06V006	30.6.2006	15:15	0,040	<0,1	<0,15	<0,04	2,45	7,71		0,146	0,550	0,469	0,017	0,061	<4,0	0,550	<0,018	0,166	0,62	6,53	3,36	<0,048	9,30	<0,01	1,90	2,15	0,018
06V009	25.7.2006	14:20	0,061	<0,1	0,96	<0,04	0,73	10,36		0,586	0,478	0,597	0,011	0,073	<0,93	0,867	0,021	0,170	0,614	9,98	3,22	0,161	269	<0,01	2,43	3,61	0,023
06V012	12.9.2006	14:20	0,046	<0,1	0,68	<0,04	0,47	11,6		0,261	0,559	0,345	0,023	0,070	<0,80	0,565	1,094	0,244	0,864	7,46	1,74	7,58	11,6	<0,01	1,05	7,64	0,014
06V015	30.10.2006	14:20	0,035	<0,1	0,70	<0,04	0,36	5,30		0,146	0,852	0,418	0,035	0,080	<0,93	0,532	1,068	0,232	0,654	5,63	1,33	6,95	15,4	<0,01	1,92	3,74	0,013
06V018	7.12.2006	15:35	0,048	<0,1	4,89	<0,04	0,12	8,63		0,073	0,543	0,510	0,021	0,091	<1,20	0,750	0,979	0,180	0,596	4,63	2,10	6,95	44,8	<0,01	2,42	2,19	0,013
07V003	27.2.2007	14:30	0,036	0,103	1,59	<0,04	1,06	3,62		0,076	0,412	0,637	0,089	0,082	<0,67	1,085	1,041	0,234	0,881	4,67	2,03	6,42	52,1	<0,01	2,46	2,02	0,010
07V006	15.5.2007	13:45	0,035	<0,2	<0,2	<0,02	<0,2	4,39		0,149	0,922	0,652	0,049	0,068	<0,67	0,939	0,046	0,195	0,502	4,22	1,54	0,154	4,37	<0,01	2,69	3,28	0,013
07V009	15.6.2007	13:15	<0,032	<0,2	<0,2	<0,02	1,02	3,36		0,114	0,252	0,551	0,015	0,060	<0,67	0,750	0,035	0,087	0,406	4,04	2,47	0,112	8,87	<0,01	2,13	1,24	0,015
07V012	16.7.2007	13:55	<0,032	<0,2	0,46	0,054	0,76	6,73		0,191	0,283	0,701	0,010	0,089	<1,33	0,681	<0,018	0,126	0,612	7,55	2,13	<0,048	9,33	<0,01	2,46	1,99	0,021
07V015	18.9.2007	14:40	0,048	<0,2	0,29	0,026	0,50	7,18		0,236	0,748	0,423	0,104	0,077	<2,67	1,799	0,036	0,321	0,815	7,853	3,00	0,063	19,3	<0,01	1,53	6,89	0,014
07V018	6.12.2007	13:35	0,067	<0,2	3,62	0,026	0,22	4,34		0,101	0,406	0,511	0,149	0,081	<1,33	0,867	<0,018	0,485	0,842	4,33	1,93	<0,048	12,1	<0,01	2,33	2,06	0,012
08V003	8.4.2008	13:35	0,037	<0,2	0,84	0,030	0,62	4,64		0,093	0,947	0,797	0,106	0,091	<0,67	1,08	<0,018	0,350	0,529	4,26	4,04	<0,048	3,59	<0,01	2,73	1,47	0,0107
08V006	11.6.2008	13:25	0,046	<0,2	0,92	<0,04	0,55	3,34		0,192	0,430	0,533	0,026	0,064	<0,93	0,743	<0,018	0,134	0,350	5,07	2,03	0,092	9,25	<0,01	2,01	3,26	0,018
08V009	7.7.2008	13:45	0,050	0,259	<0,2	0,050	3,54	4,13		0,296	0,242	0,782	0,015	0,076	<1,20	1,07	<0,018	0,117	0,550	7,36	1,93	0,106	7,0	0,075	3,17	1,817	0,027
08V012	9.9.2008	16:10	<0,032	<0,2	<0,2	0,042	1,13	5,14		0,116	0,355	0,742	0,007	0,085	<0,67	0,903	<0,018	0,197	4,94	5,18	4,51	<0,048	15,9	<0,01	3,53	2,86	0,020
08V015	22.10.2008	15:15	0,043	<0,2	1,09	<0,04	0,67	4,00		0,103	0,460	0,584	0,069	0,089	<0,67	0,837	<0,018	0,331	5,52	4,60	4,91	<0,048	16,7	<0,01	2,08	1,86	0,013
08V018	3.12.2008	15:10	0,058	<0,2	3,40	<0,04	0,44	4,85		0,083	0,496	0,705	0,134	0,099	<0,80	1,03	<0,018	0,590	0,865	4,19	2,28	0,0980	31,4	<0,01	2,27	1,86	0,0139
09V003	17.2.2009	14:10	0,089	0,229	2,03	0,075	1,91	4,14		0,645	1,082	0,253	0,129	0,043	<0,67	0,457	<0,018	0,816	0,583	6,97	1,75	0,091	13,4	<0,01	0,786	27,6	0,010
09V006	9.7.2009	13:00	0,048	<0,1	0,15	0,024	<0,2	2,47		0,207	0,308	0,491	0,007	0,066	<0,67	0,518	0,037	0,126	0,839	5,93	<0,852	0,071	18,7	<0,01	2,51	0,97	0,024
09V009	6.10.2009	13:40	0,039	<0,1	1,09	0,038	<0,2	2,73		0,153	0,679	0,400	0,070	0,084	<0,67	0,852	0,021	0,370	0,694	4,93	1,84	0,079	3,6	<0,01	2,06	4,20	0,013
09V012	23.11.2009	13:30	0,063		1,01	0,059	0,88	4,52		0,162	1,280	0,554	0,029	0,082	0,695	0,786	<0,018	0,173	0,677	4,99	1,15	0,083	4,60	<0,01	2,62	5,22	0,015
10V003	11.5.2010	13:15	0,051	<0,1	0,16	0,023	0,36	4,01		0,225	0,705	0,476	0,0137	0,0587	<0,67	0,465	<0,018	0,161	0,535	4,44	1,24	0,069	3,43	<0,01	2,00	4,43	0,014
10V006	7.7.2010	13:15	0,037	<0,1	0,02	0,038	3,20	4,65		0,261	0,602	0,687	0,0097	0,0778	1,3067	0,526	<0,018	0,207	0,650	8,18	1,94	0,079	5,02	<0,01	2,85	4,59	0,020
10V009	7.9.2010	12:30	<0,032	<0,1	0,13	0,067	1,34	3,38		0,132	0,310	0,531	0,0082	0,0759	<0,67	0,772	<0,018	0,304	0,525	5,54	1,46	0,100	21,7	<0,01	2,07	2,30	0,017
10V012	2.12.2010	12:50	0,040	<0,1	4,32	0,046	1,81	6,53		0,106	0,607	0,741	0,008	0,091	<0,67	1,151	<0,018	0,148	1,15	3,97	1,11	0,087	<3,05	<0,01	3,20	2,99	0,015
11V001	31.5.2011	13:00	0,038	0,148	0,32	0,051	0,66	9,87		0,194	1,142	0,736	0,024	0,067	<0,67	0,599	<0,018	0,182	0,427	4,71	1,46	0,092	10,5	<0,01	1,58	5,30	0,012
11V002	13.7.2011	14:27	<0,032	0,121	0,15	0,060	0,67	4,18		0,179	0,251	0,918	0,009	0,049	1,482	0,697	<0,018	0,122	0,210	5,82	2,249	0,079	6,07	<0,01	2,41	2,76	0,020
11V003	20.10.2011	12:50	0,042	0,104	0,80	0,047	0,98	4,77		0,244	0,505	0,738	0,051	0,064	<0,67	1,194	<0,018	0,365	1,208	5,87	2,794	0,107	20,34	<0,01	2,05	10,9	0,015
11V004	24.11.2011	10:45	0,077	0,108	2,54	0,057	1,42	5,68		0,176	0,892	0,499	0,103	0,070	<0,67	0,881	<0,018	0,501	0,363	5,29	1,82	0,050	3,56	<0,01	2,13	4,85	0,014
12V001	3.6.2012	13:30	0,049	<0,07	0,09	0,063	0,88	3,11		0,216	0,389	0,393	0,018	0,053	<0,67	0,588	<0,018	0,158	0,567	4,12	1,704	<0,048	5,35	<0,01	1,10	6,12	0,015
12V002	2.7.2012	13:50	0,039	<0,07	0,34	0,083	0,50	2,61		0,157	0,161	0,499	0,006	0,061	<0,67	0,366	<0,018	0,120	0,833	4,97	2,062	0,061	4,92	<0,01	1,68	2,34	0,019
12V003	13.8.2012	13:30	0,087	<0,07	0,93	0,103	0,23	4,69		0,493	0,757	0,499	0,020	0,069	<0,67	0,678	<0,018	0,346	0,646	8,95	3,288	0,059	7,52	<0,01	1,15	15,9	0,017
12V004	4.10.2012	13:40	<0,032	<0,07	0,44	0,063	0,35	3,82		0,099	0,265	0,571	0,017	0,080	<0,67	0,570	<0,018	0,160	0,727	4,23	2,845	<0,048	<3,05	<0,01	2,13	2,55	0,014
12V005	8.11.2012	13:45	0,034	<0,07	1,84	0,068	1,24	4,31		0,114	0,372	0,707	0,036	0,104	<0,67	0,881	<0,018	0,178	0,879	4,20	2,86	0,0763	3,72	<0,01	2,24	2,74	0,010
12V006	11.12.2012	13:30	0,037	<0,07	4,41	0,089	0,23	7,25		0,055	0,460	0,741	0,015	0,097	<0,67	1,085	<0,018	<0,085	0,577	4,15	1,00	0,0652	3,73	<0,01	2,81	1,42	0,011
13V001	16.1.2013	12:30	0,089	0,106	1,44	<0,04	<0,2	3,92		0,244	0,874	0,379	0,096	0,066	<0,67	0,837	<0,018	0,338	0,844	6,17	1,53	0,092	<3,05	<0,01	1,63	10,1	0,010
13V002	11.2.2013	12:00	0,067	0,073	1,41	<0,04	<0,2	3,23		0,215	0,623	0,334	0,113	0,062	<0,67	0,534	<0,018	0,378	0,833	6,44	1,31	0,093	6,53	<0,01	1,65	7,8	0,010
13V003	26.2.2013	12:00	0,091	0,121	0,77	<0,04	0,45	4,52		0,456	0,802	0,216	0,086	0,032	<0,67	0,614	<0,018	0,502	0,340	10,65	2,98	0,194	7,25	<0,01	<0,052	13,5	0,009
13V004	30.4.2013	12:30	0,035	<0,07	0,14	<0,04	<0,2	2,70		0,213	1,151	0,644	0,033	0,072	<0,67	0,874	<0,018	0,283	10,1	7,41	5,18	0,521	12,1	<0,01	3,39	4,5	0,014
13V005	4.6.2013	12:30	0,062	<0,07	<0,06	<0,04	<0,2	2,20		0,322	0,539	0,266	0,025	0,045	<0,67	0,398	<0,018	0,331	0,490	6,74	1,91	0,091	79,5	<0,01	0,88	10,4	0,012
13V006	4.7.2013	13:15	<0,032	<0,07	<0,06	<0,04	0,46	2,67		0,165	0,297	0,553	0,007	0,073	<0,67	0,537	<0,018	0,102	0,525	7,08	1,25	0,102	19,9	<0,01	2,66		



Mynd 6. Áhrif rennslis á styrk svifaurs og uppleystra efna í Norðurá við Stekk. Sambærileg gögn fyrir tímabilið 1973 – 1974 voru sett inn á þar sem þau voru til staðar. Innrömmuðu jöfnurnar lýsa efnalyklum frá 2004 – 2013.

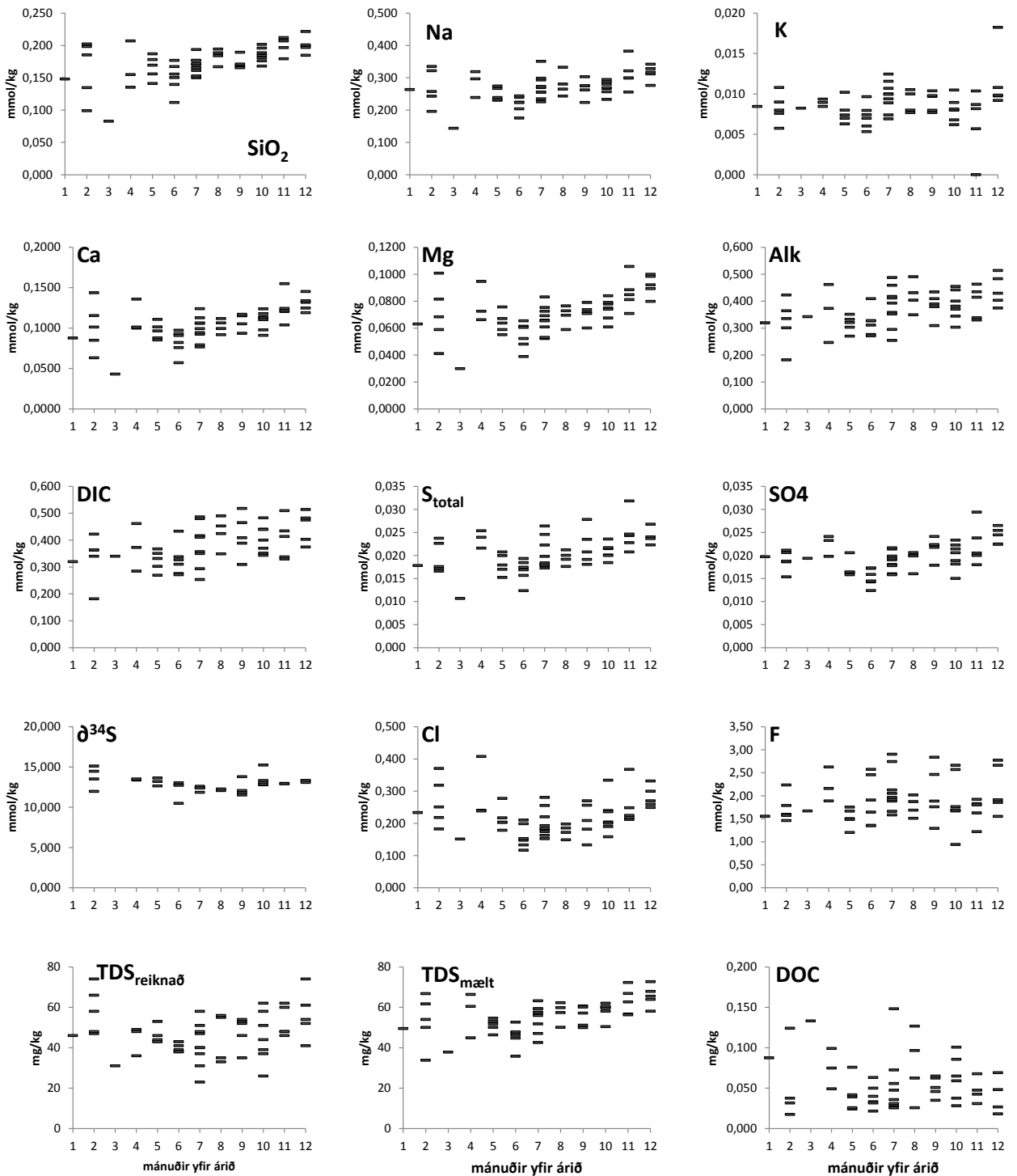


Gögn leiðrétt gagnvart úrkomu (að Mo undanskildu)

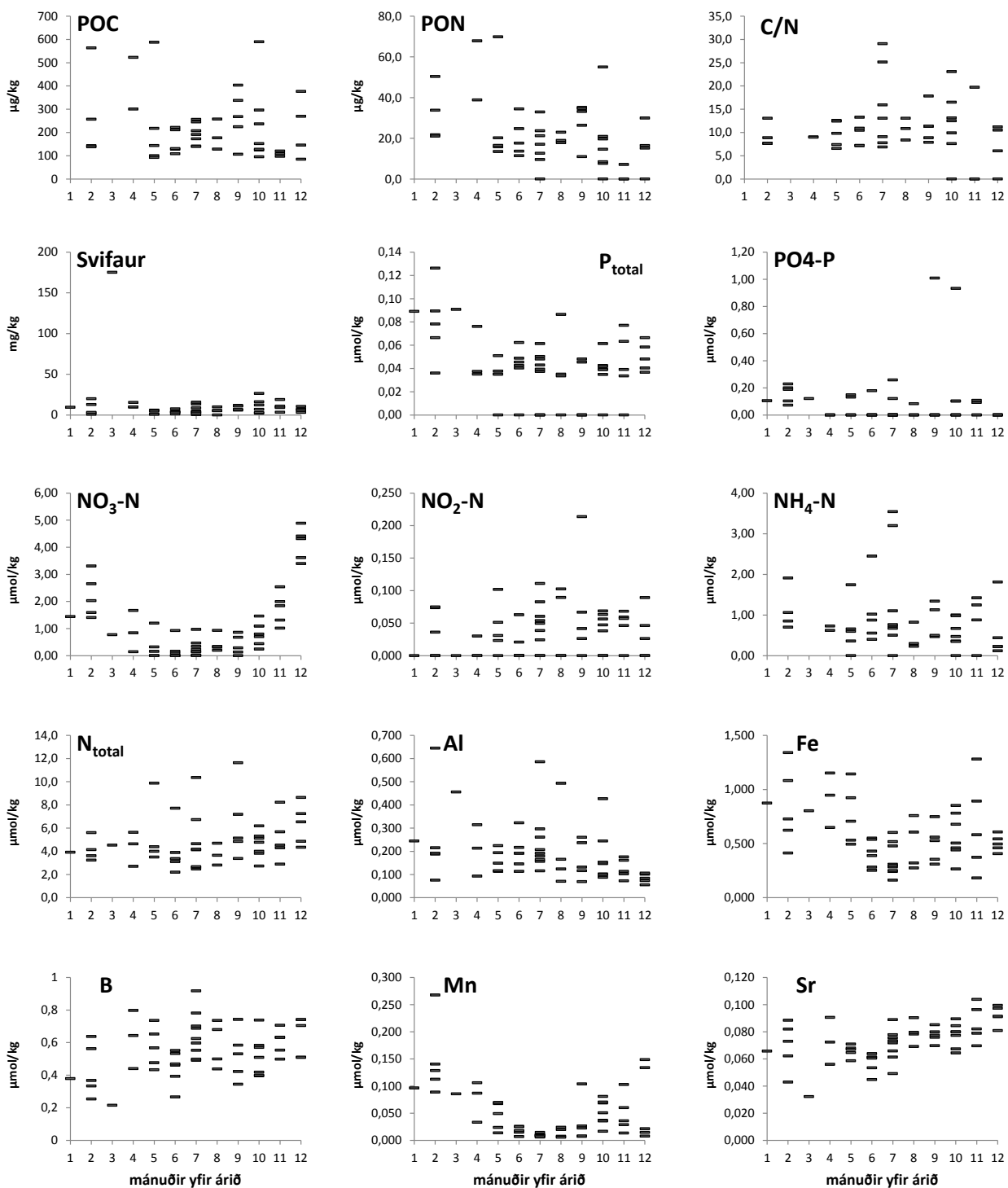


Mynd 7. Áhrif rennslis á styrk uppleystra, bergættaðra efna í Norðurá við Stekk. Sambærileg gögn fyrir tímabilið 1973 – 1974 voru sett inn á gröfin fyrir Alkalinity og SiO<sub>2</sub>. Innrömmuðu jöfnurnar lýsa efnlyklum frá 2004 – 2013.



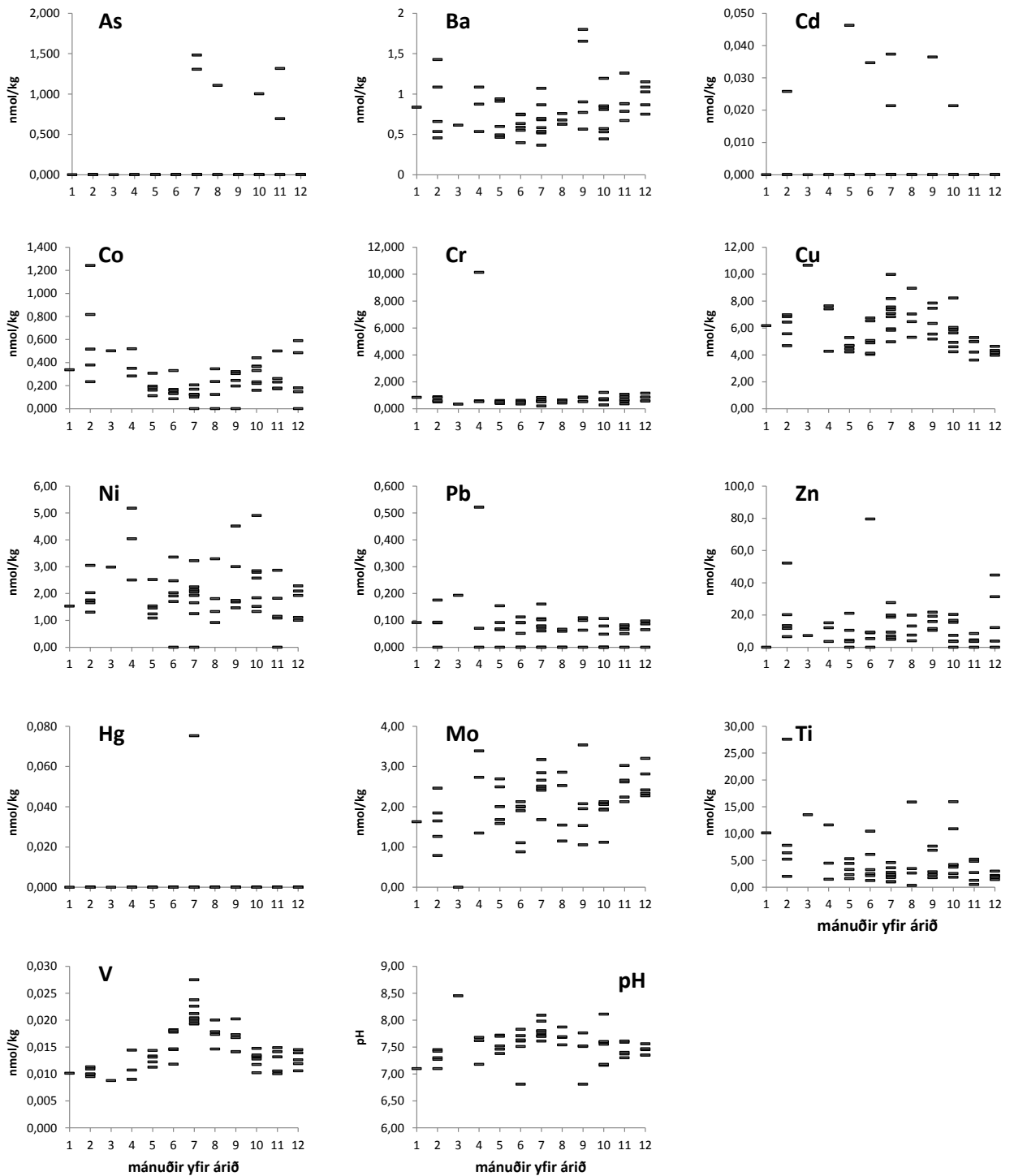


Mynd 8. Greining á árstíðabundnum sveiflum í styrk uppleystra efna í Norðurá við Stekk.

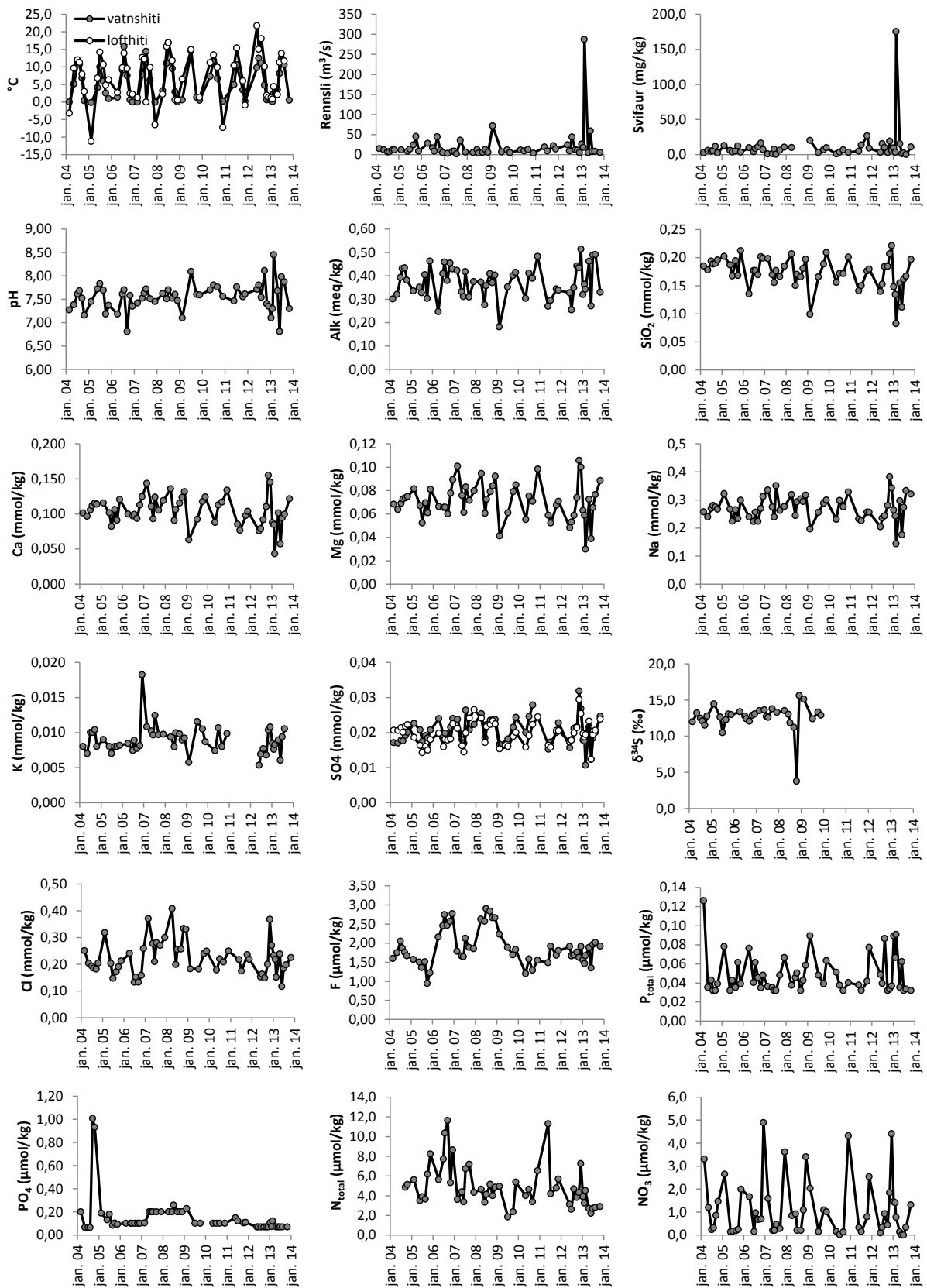


Mynd 9. Greining á árstíðabundnum sveiflum í styrk svifaurs og uppleystra efna í Norðurá við Stekk.

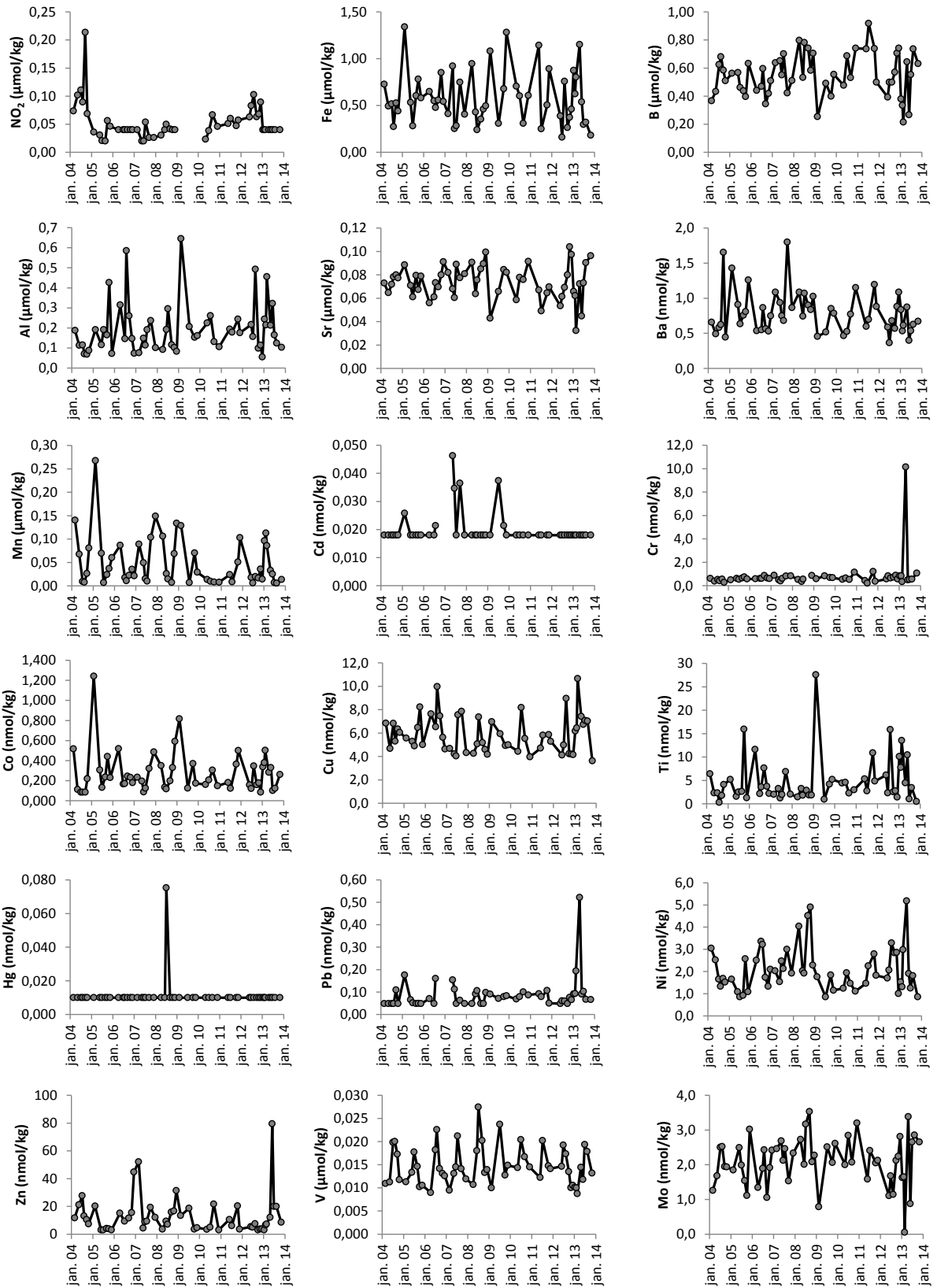




Mynd 10. Greining á árstíðabundnum sveiflum í styrk uppleystra efna í Norðurá við Stekk.

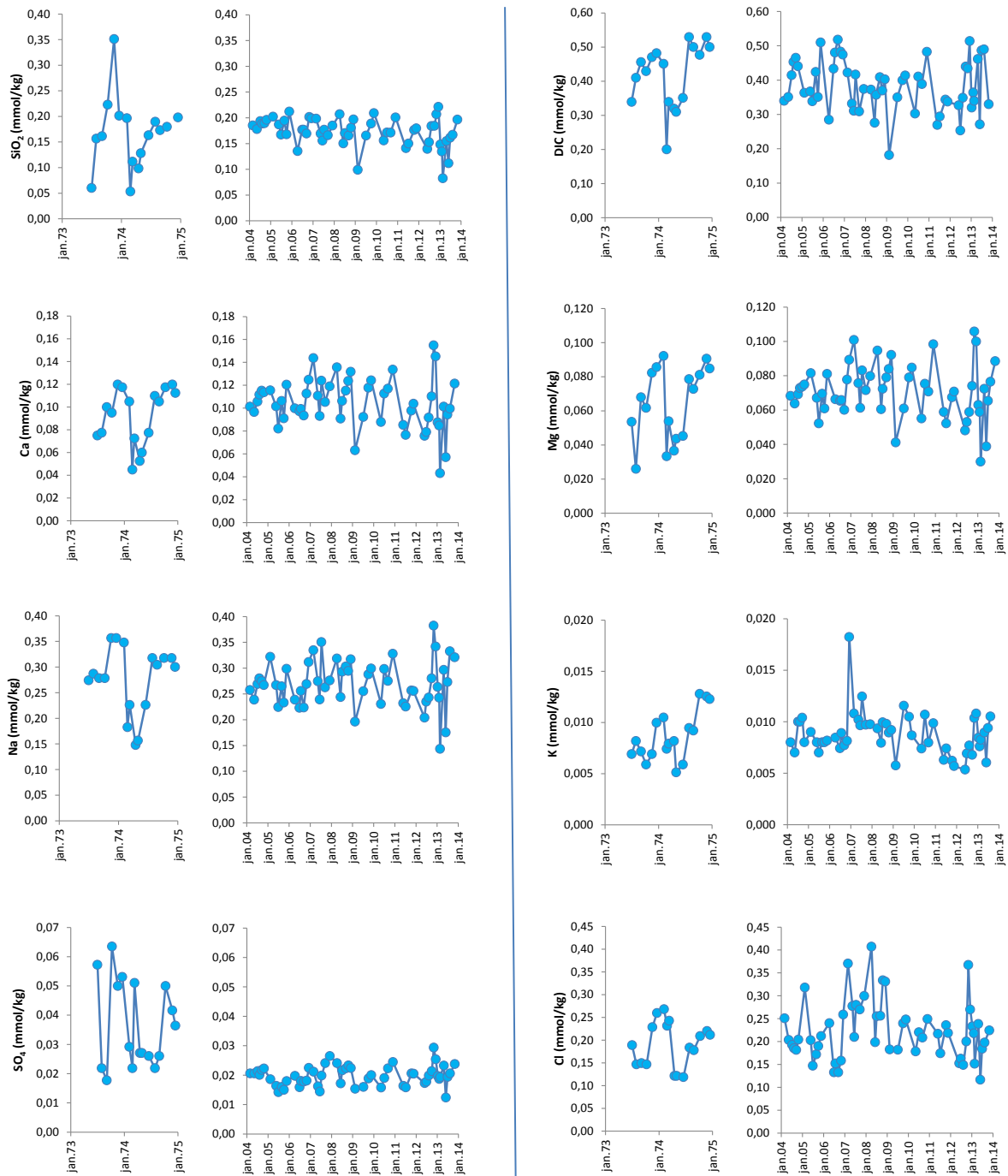


Mynd 11. Hitastig, rennsli og styrkur uppleystra efna og svifaurs í Norðurá við Stekk.

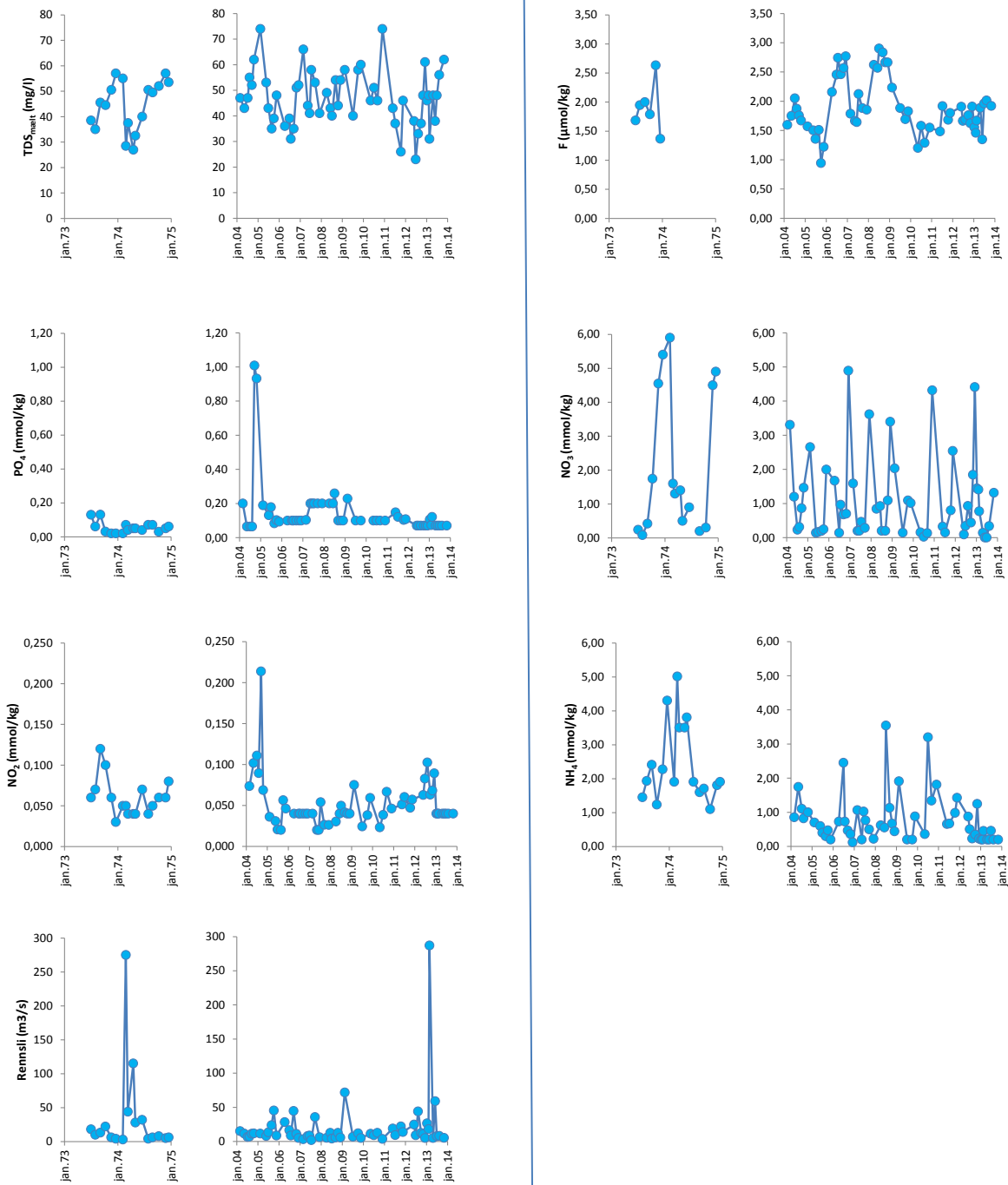


Mynd 12. Styrkur uppleystra snefilefna í Norðurá við Stekk





Mynd 13. Samanburður á efnasamsetningu Norðurár við Stekk 1973 – 1974 og 2004 – 2013. Á rannsóknartímabilinu 1993 – 1974 urðu tvö flóð, það fyrra í febrúar 1974 og það seinna í apríl 1974. Einnig varð flóð í febrúar 2013. Þessi flóð höfðu mikil áhrif á efnasamsetningu árvatnsins og efnastyrkur þeirra sýna eru ekki einkennandi fyrir efnastyrk vatnsfallsins.



Mynd 14. Samanburður á rennsli og efnasamsetningu Norðurár við Stekk 1973 – 1974 og 2004 – 2013. Á rannsóknartímabilinu 1993 – 1974 urðu tvö flóð, það fyrra í febrúar 1974 og það seinna í apríl 1974. Einnig varð flóð í febrúar 2013. Þessi flóð höfðu mikil áhrif á efnasamsetningu árvatnsins og efnastyrkur þeirra sýna eru ekki einkennandi fyrir efnastyrk vatnsfallsins.

Tafla 4. Næmi efnagreininga á uppleystum efnum og hlutfallsleg skekkja.

	Næmi μmól/l	Skekkja hlutfallsleg skekkja	Stað frávi	ICP- SFM	ICP- AES	AFS	IC	AA	Raf- skau	Títuru	Auto analyser	
Leiðni		± 1.0										
T°C		± 0,1										
pH		± 0,05							x			
SiO <sub>2</sub> ICP-AES (RH)	1,66	2,00%	1,8									
SiO <sub>2</sub> ICP-AES (SGAB)	1	4%			x							
Na ICP-AES (RH)	0,435	3,30%	2,8									
Na ICP-AES (SGAB)	4,35	4%			x							
K Jónaskilja (RH)	1,28	3%										
K ICP-AES (RH)	12,8											
K ICP-AES (SGAB)	10,2	4%			x							
K AA	1,1	4%										
Ca ICP-AES (RH)	0,025	2,60%	1,6									
Ca ICP-AES (SGAB)	2,5	4%			x							
Mg ICP-AES (RH)	0,206	1,60%	1,6									
Mg ICP-AES (SGAB)	3,7	4%			x							
Alk.		3%								x		
CO <sub>2</sub>		3%					x					
SO <sub>4</sub> ICP-AES (RH)	10,4	10%	8,2									
SO <sub>4</sub> HPCL	0,52	5%										
SO <sub>4</sub> ICP-AES (SGAB)	1,67	15%			x							
Cl	28,2	5%					x					
F	1,05	1,05-1,58					x					
P ICP-MS (SGAB)	0,032	>1,58μmól/l 3%			x							
P-PO <sub>4</sub>	0,065	0,065-0,484 >0,484									x	
N-NO <sub>2</sub>	0,04	0,040-0,214 >0,214									x	
N-NO <sub>3</sub>	0,143	0,142-0,714 >0,714									x	
N-NH <sub>4</sub>	0,2	10%									x	
Al ICP-AES (RH)	0,371	3,80%	3,2									
B ICP-AES (SGAB)	0,925											
B ICP-MS (SGAB)	0,037			x								
Sr ICP-AES (RH)	0,023	15%										
Sr ICP-MS (SGAB)	0,023	4%			x							
Ti ICP-MS (SGAB)	0,002	4%			x							
Fe ICP-AES (RH)	0,358	12%	15									
Fe ICP-AES (SGAB)	0,143	10%		x								
Mn ICP-AES (RH)	0,109	26%	24									
		<b>nmól/l</b>										
Mn ICP-MS (SGAB)	0,546	8%		x								
Al ICP-MS (SGAB)	7,412	12%		x								
As ICP-MS (SGAB)	0,667	9%		x								
Cr ICP-MS (SGAB)	0,192	9%		x								
Ba ICP-MS (SGAB)	0,073	6%		x								
Fe ICP-MS (SGAB)	7,162	4%		x								
Co ICP-MS (SGAB)	0,058	8%		x								
Ni ICP-MS (SGAB)	0,852	8%		x								
Cu ICP-MS (SGAB)	1,574	8%		x								
	<b>Efni</b>	<b>Næmi</b>	<b>Skekkja</b>	<b>Stað</b>	<b>ICP-</b>	<b>ICP-</b>	<b>AFS</b>	<b>IC</b>	<b>AA</b>	<b>Raf-</b>	<b>Títuru</b>	<b>Auto</b>
		<b>μmól/l</b>	<b>hlutfallsleg</b>	<b>frávi</b>	<b>SFM</b>	<b>AES</b>				<b>skau</b>		<b>analyser</b>
Zn ICP-MS (SGAB)	3,059	12%			x							
Mo ICP-MS (SGAB)	0,521	12%			x							
Cd ICP-MS (SGAB)	0,018	9%			x							
Hg ICP-AF (SGAB)	0,01	4%					x					
Pb ICP-MS (SGAB)	0,048	8%			x							
V ICP-MS (SGAB)	0,098	5%			x							
Th ICP-MS (SGAB)	0,039				x							
U ICP-MS (SGAB)	0,002	12%			x							
Sn ICP-MS (SGAB)	0,421	10%			x							
Sb ICP-MS (SGAB)	0,082	15%			x							

ICP-SFMS: Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry

ICP-AES: Inductively coupled plasma optical emission spectrometer

AFS: Atomic Fluoriscence

AA: Atomic adsorption

IC2000 Ion Chromatograph Dionex 2000