

Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Vesturlandi IV.

Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar

Eydís Salome Eiríksdóttir¹, Sigurður Reynir Gíslason¹, Árni Snorrason², Jórunn Harðardóttir², Svava Björk Þorláksdóttir, Kristjana G. Eyþórsdóttir² og Peter Torssander³

RH-21-2010

¹Raunvísindastofnun Háskólans, Dunhaga 3, 107 Reykjavík.

²Veðurstofa Íslands, Bústaðavegi 9, 150 Reykjavík.

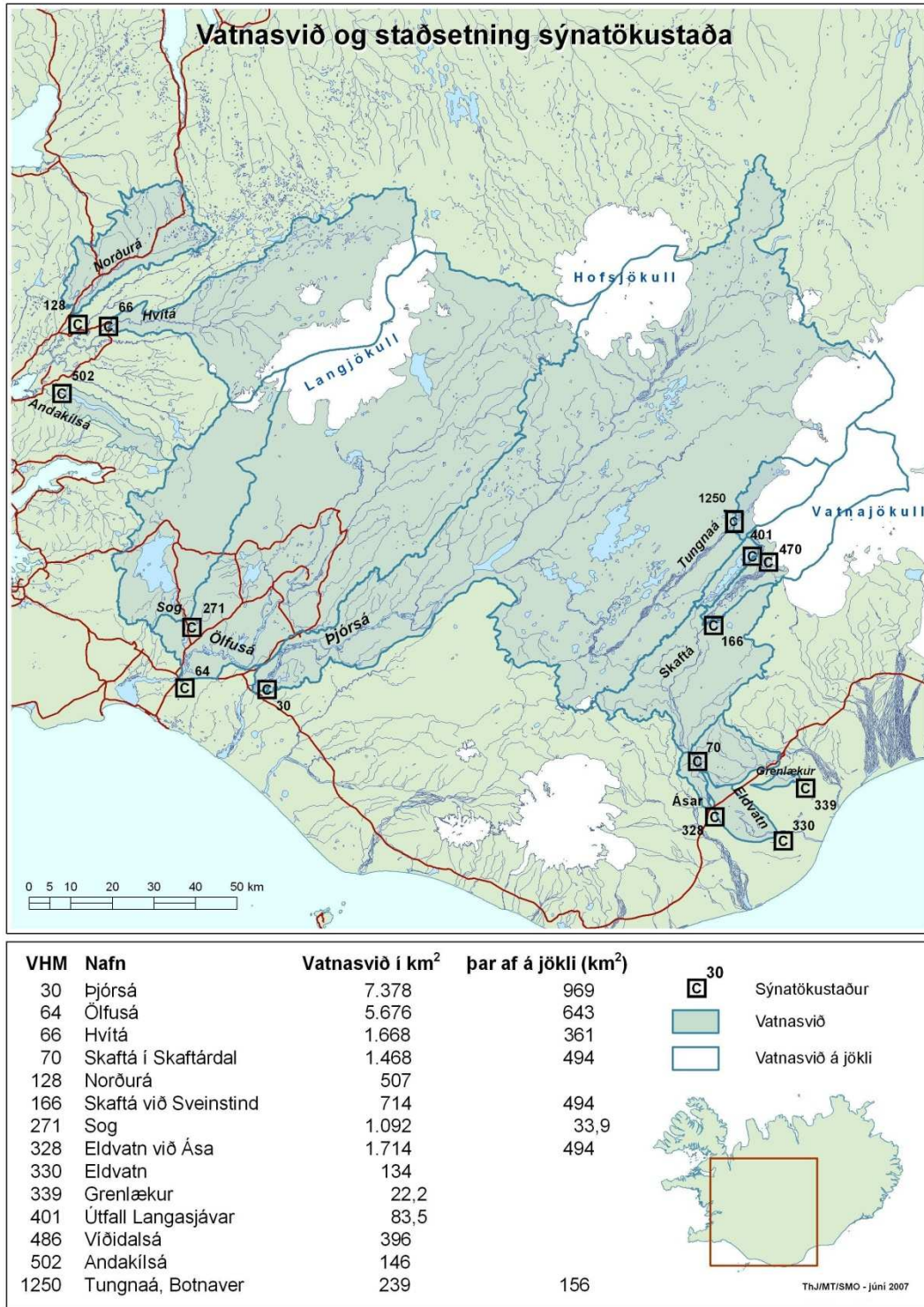
³Department of Geology and Geochemistry, Stockholm University, S-106 91 Stockholm, Sweden.



September 2010

EFNISYFIRLIT

EFNISYFIRLIT	3
INNGANGUR	5
Tilgangur	5
Fyrri efna-, rennslis- og aurburðarrannsóknir straumvatna á Vesturlandi	5
AÐFERÐIR	7
Reikningar á efnaframburði	10
NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA	10
Hleðslujafnvægi og hlutfallsleg skekkja í mælingum	12
Meðaltal einstakra straumvatna	12
Framburður straumvatna á Vesturlandi	13
Styrkbreytingar með rennsli	14
Breytingar með tíma	15
Samanburður við meðalefnasamsetningu ómengaðs árvatns á jörðinni	16
ÞAKKARORÐ	16
HEIMILDIR	17
TÖFLUR OG MYNDIR	23
Tafla 1. Meðalefnasamsetning straumvatna á Vesturlandi.....	24
Tafla 2. Árlegur framburður straumvatna á Vesturlandi	25
Tafla 3a. Tímaröð fyrir árnar á Vesturlandi 2006 - 2008	26
Tafla 3b. Tímaröð fyrir árnar á Vesturlandi 2006 - 2008	27
Tafla 4. Efnasamsetning, rennsli og aurburður Andakílsár við Engjanes 2007 - 2008.....	29
Tafla 5. Efnasamsetning, rennsli og aurburður Hvítár við Kljáfoss 2007 - 2008	35
Tafla 6. Efnasamsetning , rennsli og aurburður Norðurár við Stekk 2006 - 2007	41
Mynd 1. Staðsetning sýnatökustaða	4
Mynd 2. Rennslí Andakílsár við Engjanes 2006 - 2008	28
Mynd 3. Efnalyklar fyrir Andakílsá við Engjanes 2006 - 2008.....	30
Mynd 4. Efnalyklar fyrir Andakílsá við Engjanes 2006 - 2008.....	31
Mynd 5. Tímaraðir fyrir Andakílsá við Engjanes 2006 - 2008	32
Mynd 6. Tímaraðir fyrir Andakílsá við Engjanes 2006 - 2008	33
Mynd 7. Rennslí Hvítár við Kljáfoss 2006 - 2008	34
Mynd 8. Efnalyklar fyrir Hvítá við Kljáfoss 2006 - 2008	36
Mynd 9. Efnalyklar fyrir Hvítá við Kljáfoss 2006 - 2008	37
Mynd 10. Tímaraðir fyrir Hvítá við Kljáfoss 2006 - 2008	38
Mynd 11. Tímaraðir fyrir Hvítá við Kljáfoss 2006 - 2008	39
Mynd 12. Rennslí Norðurár við Stekk 2006 - 2008	40
Mynd 13. Efnalyklar fyrir Norðurá við Stekk 2004 - 2008.....	42
Mynd 14. Efnalyklar fyrir Norðurá við Stekk 2004 - 2008.....	43
Mynd 15. Tímaraðir fyrir Norðurá við Stekk 2004 - 2008.....	44
Mynd 16. Tímaraðir fyrir Norðurá við Stekk 2004 - 2008.....	45
Tafla 7. Næmi efnagreiningaraðferða og hlutfallsleg skekkja mælinga	46



Mynd 1. Vatnasvið og staðsetningar sýnatökustaða á Vesturlandi

INNGANGUR

Tilgangur

Tilgangurinn með þeim rannsóknum sem hér er greint frá er að: Skilgreina rennsli og styrk uppleystra og fastra efna í Norðurá í Borgarfirði við Stekk, Andakílsá við brú neðan Skorradalsvatns, og Hvítá við Kljáfoss og hvernig þessir þættir breytast með árstíðum. Tuttugu og tveimur sýnum hefur verið safnað úr Andakílsá og Hvítá við Kljáfoss yfir fjögurra ára tímabil (2006 – 2009) og 34 sýnum úr Norðurá yfir 6 ára tímabil (2004 – 2009). 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.

Að reikna árlegan framburð straumvatnanna á uppleystum efnum miðað við fyrirbyggjandi gögn.

Að skilgreina líkingar sem lýsa styrk uppleystra og fastra efna sem falli af rennsli, svokallaða efnalykla miðað við fyrirbyggjandi gögn (Sigurður R. Gíslason o.fl. 2006b).

Að skilgreina með myndum tímaraðir fyrir styrk valinna efna í straumvötnunum. Tímaraðir eru miðaðar við gögn frá 2006 til 2009 í Andakílsá og Hvítá við Kljáfoss og tímaraðir Norðurár frá 2004 til 2009 (Sigurður R. Gíslason o.fl. 2006b).

Sýni voru tekin sex sinnum á ári úr Andakílsá við brú neðan Skorradalsvatns, Hvítá við Kljáfoss á árunum 2006 – 2008 og úr Norðurá við Stekk frá 2004 til 2008. Árið 2009 var farið í fjóra sýnatöku leiðangra og eitt sýni tekið úr hverju vatnsfalli í hvert sinn. (1. mynd). Verkefnið er kostað af Umhverfisstofnun (AMSUM) og Orkuveitu Reykjavíkur. Rannsóknin er framhald rannsókna sem gerðar voru á Vesturlandi og Norðvesturlandi 2004 og 2005 (Sigurður R. Gíslason o.fl. 2006c, Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2007; 2008a, 2009). 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; (aðalefni) Na, K, Ca, Mg, Si, Cl, SO₄, (næringarefni) NO₃, NO₂, NH₄, PO₄, N_{tot}, P_{tot}, (snefilefni) 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.

Fyrri efna-, rennslis- og aurburðarrannsóknir straumvatna á Vesturlandi

Vatnamælingar Orkustofnunar hafa rekið fjölda vatnshæðarmæla 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).

Síðastliðin ár hefur nokkuð bæst við af gögnum um efnasamsetningu straumvatna á Vesturlandi. 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). 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). 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). Moulton og Berner (1998) og Moulton o.fl. (2000) rannsökuðu áhrif plantna á efnaveðrun á vatnasviði Andakílsár á árunum 1996-1998. Plöntur hröðuðu efnahvarfaveðrun og efnahvarfarofti og upptöku koltvíoxíðs úr andrúmslofti. Reglulegar mælingar voru gerðar frá maí 2001 til júní 2002 á afrennslismagni og styrk efna í afrennslisvatni af túnum 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 (NH_4+NO_3) og fosfórs (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). 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. Rannsóknir á samsætum osmíum (Os), lithíum (Li), magnesíum (Mg), thóríum (Th) og úraníum (U) í vatni, svifaur og botnskriði straumvatna í Borgarfirði og í sjó í Borgarfirði var gerð á árunum 2001 til 2002 (Abdelmouhcine o. fl. 2006; Vigier o. fl. 2006; Pogge von Strandmann 2006; 2007; 2008). Vensl uppleystra efna við vatnafarslega flokkun straumvatnanna (Stefanía Halldórsdóttir o. fl. 2006) var rannsökuð árið 2007 (Sigríður Magnea Óskarsdóttir 2007). Samspil efnahvarfarofs og aflræns rofs á Íslandi og þar með talið á vatnasviðum Hvítár ofan Kljáfoss og Norðurár ofan Stekks var rannsakað af Louvat ofl. (2008). Gögn um efnasamsetningu á úrkomu frá Írafossi, Rjúpnahæð, Vegatungu, Litla Skarði og Langjökli voru tekin saman í skýrslu árið 2008 (Eydís Salome Eiríksdóttir, 2008b). Í rannsókn á áhrifum loftslags á hraða efnahvarfa- og aflrænnar veðrunar voru notuð gögn úr vatnsföllum á Austurlandi ásamt loftslagsgögnum (Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2009). Einnig voru molibdenum (Mo) samsætur notaðar til að rannsaka veðrunarhraða basalts á vatnasviði Hvítár í Borgarfirði og á söndunum sunnan Vatnajökuls (Pearce o.fl. 2010).

AÐFERÐIR

Hér verður aðferðum við sýnatöku og efnagreiningar lýst ítarlega. Þetta er gert til þess að auðvelda mat á gæðum niðurstaðna.

Rennsli

Aurburðar- og efnasýni voru oftast tekin nærri síritandi vatnshæðarmælum í rekstri Vatnamælinga Orkustofnunar. Stöðvarnar eru reknar samkvæmt samningi fyrir hvern stað. Við sýnatöku var gengið úr skugga um að stöðvarnar væru 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.

Öll sýni, sem hér eru til umfjöllunar, voru tekin nærri síritandi vatnshæðarmælum og rennslið gefið upp sem augnabliksgildi þegar sýnataka fór fram. Augnabliksgildið er gefið í tímaraðatöflum fyrir einstök vatnsföll, og meðaltal augnabliksgildis fyrir einstök vatnsföll í Töflu 1. Augnabliksgildi rennslis geta verið töluvert frábrugðin dagsmeðalrennsli sem sýnd eru á myndum 2, 7 og 12.

Sýnataka

Sýni til efnarannsóknna voru tekin af brú, þar sem því var við komið, úr meginál ána með plastfötu og hellt í 5 l brúsa. Áður höfðu fatan og brúsinn verið þvegin vandlega með árvatninu. Hitastig árvatsins var mælt með „thermistor“ mæli og var hitaneminn látinn síga ofan af brú niður í meginál ána. Vatnsýni og aurburðarsýni úr Norðurá við Stekk voru tekin af bakka. Aurburðarsýni voru tekin á Vesturlandi með tvenns konar sýnasöfnurum. Í Norðurá við Stekk voru sýnin tekin af bakka með handsýnataka (DH48), sem festur var á stöng, og sýnið tekið úr miðjum flaumnum milli vatnshæðarmælis og veiðihúss. Aurburðarsýnum úr Andakílsá og Hvítá var safnað með aurburðarsafnara, sem festur var á spil, úr vatnsmesta streng ána (US-S49) en hann safnar heilduðu sýni frá vatnsborði að botni og að vatnsborði á nýjan leik. Aurburðarsýnið sem notað var til mælinga á lífrænum aurburði (POC) var tekið með sama hætti og fyrir ólífrænan aurburð. Það var ávallt tekið eftir að búið var að taka sýni fyrir ólífrænan aurburð. Sýninu var safnað í sýruþvegnar aurburðarflöskur 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 aurburð.

Meðhöndlun sýna

Sýni til rannsókna á uppleystum efnum voru meðhöndluð strax á sýnatökustað. Vatnið var síað í gegnum sellulósa asetat-síu með 0,2 µm porustærð. Þvermál síu var 142 mm og Sartorius® („in line pressure filter holder, SM16540“) síuhaldari úr tefloni notaður. Sýninu var þrýst 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 efnun, pH, leiðni og basavirkni, síað í tvær dökkar, 275 ml og 60 ml, glerflöskur. Næst var safnað í 1000 ml „high density pólýethelýn“ flösku til mælinga á brennisteinssamsætum. Síðan var vatn síað í 190 ml „low density pólýethelýn“ flösku til mælinga á styrk anjóna. Þá var safnað í tvær 90 ml „high density pólýethelýn“ sýruþvegnar flöskur til snefilefnagreininga. Þessar flöskur voru sýruþvegnar af rannsóknaraðilanum SGAB Analytica, 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 sýruþvegnar 20 ml „high density pólýethelýn“ flöskur. Flöskurnar voru þvegnar með 1 N HCl fyrir hvern leiðangur. Ein flaska var ætluð fyrir hverja mælingu eftirfarandi næringarsalta; NO₃, NO₂, NH₄, PO₄. Árið 2006 var farið að sýra sýni til mælinga á NH₄ og PO₄ með 0,5 ml af þynntri (1/100) brennisteinssýru. Það hefur svo komið í ljós að hluti af lífrænu fosfati brotnar niður í PO₄ við sýringu og því var hætt að sýra fosfórsýni á árinu 2008 og fosfat í frosnum, ósýrðum sýnum frá árinu 2007 endurmæld. Niðurstöður úr endurmældum sýnum frá árinu 2007 eru í gagnagrunninum og liggja á bak við reikninga á meðaltali og framburði (Töflur 1 og 2). Vatn ætlað til mælinga á heildarmagni á lífrænu og ólífrænu uppleystu næringarefnanna N og P var síað í sýruþvegna 100 ml flösku. Þessi sýni voru geymd í kæli söfnunardaginn en fryst í lok hvers dags. Sýni til mælinga á DOC var síað eins og önnur vatnssýni. Það var síað í 30 ml sýruþvegna „low density pólýethelýn 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. Aurburðarflöskurnar sem settar voru í aurburðartakann fyrir söfnun á POC voru þvegnar 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 þvegnar í 4 klukkustundir í 1 N HCl sýru.

Efnagreiningar og meðhöndlun sýna á rannsóknarstofu.

Efnagreiningar voru gerðar á Jarðvísindastofnun, ALS Global í Luleå í Svíþjóð, Umeå Marine Sciences Center í Umeå í Svíþjóð og við Stokkhólmsháskóla. Niðurstöður þeirra greininga sem búið er að framkvæma eru sýndar í Töflum 3a og 3b og í Töflum 4, 5 og 6. Meðalefnasamsetning straumvatnanna er gefin upp í Töflu 1 og reiknaður framburður í Töflu 2. Það er gert til að fljótlegt sé að bera saman straumvötnin. Að lokum eru næmi og samkvæmni mælinga gefin í Töflu 7.

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 SGAB Analytica með ICP-AES, ICP-MS (Mass Spectrometry with Inductively Coupled Plasma) og atómljómun; AF (Atomic Fluorescence). Notaðar voru tvær tegundir massageina með plasmanu; svokallað ICP-QMS, þar sem „quadrupole“ er notaður til að nema massa efnanna, og hins vegar ICP-SMS þar sem „a combination of a magnetic and an electrostatic sector“ er notað til að skilja að massa efnanna. Þegar styrkur efnanna var lítill var notast við ICP-SMS. Kalíum (K)

var greint með ICP-AES en styrkur þess var stundum undir næmi aðferðarinnar og voru þau sýni þá mæld með litgleypnimælingu (AA) á Íslenskum orkurannsóknum. Næringarsöltin NO_3 , NO_2 , NH_4 sem og heildarmagn af uppleystu lífrænu og ólífrænu nitri, N_{tot} , voru upphaflega greind með sjálfvirkum litrófsmæli Jarðvísindastofnunar („autoanalyzer“). Árið 2006 voru gerðar samanburðarmælingar á PO_4 og N_{total} á anjónaskilju Jarðvísindastofnunar, sem skiluðu góðum niðurstöðum, sem leiddi til þess að eru þessi efni, ásamt NO_3 , eru nú mæld með anjónaskilju (PO_4 árið 2007, N_{total} árið 2008 og NO_3 árið 2009). Styrkur fosfórs er yfirleitt lítill í árvatni á Íslandi og nálægt greiningarmörkum aðferðanna sem notaðar hafa verið, t.d. í Andakílsá og Norðurá þar sem ekki er hægt að meta hlut lífræns fosfórs því styrkur ólífræna hlutans er undir greiningarmörkum aðferðarinnar (Tafla 1).

Sýni til næringarsaltagreininga voru tekin úr frysti og látin standa við stofuhita nóttina fyrir efnagreiningu þannig að þau bráðnuðu að fullu. Sýni til mælinga á N_{tot} voru geisluð í kísilstautum í þar til gerðum geislunarbúnaði á Raunvísindastofnun. Fyrir geislun voru settir 0,17 μl 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 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; Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2007).

Anjónirnar flúor, klór og sulfat voru mældar með jónaskilju á Jarðvísindastofnun. Sýni til magngreininga á uppleystu lífrænu kolefni (DOC) og lífrænum aurburði (POC og PON) voru send til Umeå Marine Sciences Center í Umeå í Svíþjóð þegar búið var að sía POC og PON sýni í gegnum glersíur, eins og lýst verður hér á eftir. Sýni til mælinga á brennisteinssamsætum voru látin seytla í gegnum jónaskiptasúlu með sterku „anjóna-jónaskiptaresini“. Sýnaflöskur voru vigtaðar fyrir og eftir jónaskipti til þess að hægt væri að leggja mat á heildarmagn brennisteins í jónaskiptaefni. Þegar allt sýnið hafði seytlað í gegn og loft komist í jónaskiptasúlurnar var þeim lokað, og þær sendar til Stokkhólms til samsætumælinga. Loftið var látið komast inn í súlurnar til þess að tryggja að nægt súrefni væri í þeim svo að allur brennisteinn héldist á formi sulfats (SO_4).

Svifaur. Magn svifaurs og heildarmagn uppleystra efna ($\text{TDS}_{\text{mælt}}$) var mælt á Orkustofnun 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 sýrupvegnaðar aurburðarflöskur voru síuð í gengnum glersíur. Glersíurnar og álpappír sem notaður var til þökkunar á síunum voru „brennd“ við 450 °C í 4 klukkustundir fyrir síun. Síuhaldarar og vatnssprautur sem notaðar voru við síunina voru þvegnar í 4 klukkustundir í 1 N HCl. Allt vatn og aurburður sem var í aurburðarflöskunum 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 sendar til Umeå Marine Sciences Center í Svíþjóð til efnagreininga.

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):

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

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 langtíma meðalrennsli fyrir vatnsföllin (m^3/sek), n er fjöldi sýna sem safnað var á tímabilinu.

NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

Hér verður gerð grein fyrir niðurstöðum mælinga á vatni og svifaur úr Andakílsá, Hvítá og Norðurá og mat lagt á gæði þeirra.

Sýnataka og efnamælingar

Niðurstöður mælinga sem búið er að framkvæma eru sýndar í Töflu 1 og Töflum 3 til 6. Reiknaður framburður vatnsfallanna samkvæmt jöfnu 1 er sýndur í Töflu 2. Næmi og samkvæmni mælinga eru sýnt í Töflu 7.

Meðaltal mælinga fyrir vatnsföllin er sýnt í Töflu 1 miðað við gögn frá árunum 2006 og 2009 úr Andakílsá og Hvítá við Kljáfoss og frá árunum 2004 til 2009 úr Norðurá við Stekk. Meðaltal nokkurra aðalefna fyrir rannsóknartímabilið 1973-1974 er gefið upp fyrir vatnsföllin í töflu 1. Enn fremur er heimsmeðaltal fyrir ómenguð straumvötn gefið til samanburðar (Meybeck 1979, 1982; Martin og Meybeck, 1979; Martin og Withfield, 1983). Reiknaður framburður vatnsfallanna samkvæmt jöfnu 1 er sýndur í Töflu 2. Byrjað er á þessum tveimur töflum til þess að lesandinn fái strax tilfinningu fyrir mismun vatnsfallanna.

Í Töflu 3a og 3b eru niðurstöður mælinga og efnagreininga frá árunum 2008 – 2009 sýndar í tímaröð. Þetta er gagnlegt til þess að átta sig á mismun milli leiðangra og hugsanlegum mistökum við sýnatöku. Þá koma niðurstöður allra mælinga fyrir einstök vatnsföll í Töflum 4, 5 og 6 þar sem árstíðarsveiflan í efnasamsetningu einstakra vatnsfalla er dregin fram. Loks er næmi efnagreiningaraðferða sýnd í Töflu 7.

Styrkur NO_2 hefur ekki verið mældur í sýnum frá 2009 vegna bilunar í efnagreiningarþúnaði og fyrir mistök vantar einnig greiningar á PO_4 úr síðasta leiðangri á árinu 2009. Þessi sýni verða efnagreind fyrir næstu skýrslu.

Vanadíum, V, er ekki tekið með í þungmálmaframburðinum en vanadíum er léttara en járn. Þar sem styrkur vanadíums er mikill, af snefilefni að vera, myndi það skekkja samanburð á framburðarreikningum. Byrjað var að greina vanadíum því það er

mikilvægur málmur fyrir ensímvirkni baktería sem binda köfnunarefni og hefur þar með áhrif á frumframleiðni í vötnum (Sigurður R. Gíslason og Eydís S. Eiríksdóttir 2003).

Leiðni og pH vatns er hitastigsháð, þess vegna er getið um hitastig vatnsins þegar leiðni og pH voru mæld á rannsóknarstofu (Tafla 3 – 6). Styrkur uppleystra aðalefna er gefinn í millimólum í lítra vatns (mM), styrkur snefilefna sem míkromól (μM) eða nanómól í lítra vatns (nM). Basavirkni, skammstöfuð Alk („Alkalinity“) í Töflum 1, 3 - 6, er gefin upp sem „milliequivalent“ í kílógrammi vatns. Heildarmagn uppleysts ólífræns kolefnis (Dissolved Inorganic Carbon, DIC) er gefið sem millimól C í kíló í vatni í Töflum 1, 3 - 6. 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.

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

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 (Töflur 1, 3, 4, 5 og 6). 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 hærri 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;

$$TDS_{\text{reiknað}} = Na + K + Ca + Mg + SiO_2 + Cl + SO_4 + CO_3 \quad (3)$$

Heildarmagn uppleysts ólífræns kolefnis sem gefið er í millimólum DIC í hverjum lítra vatns í Töflum 1, 3, 4, 5 og 6 er umreiknað í karbónat (CO_3) í jöfnu 3. Ástæðan fyrir þessu er að þegar heildarmagn uppleystra efna er mælt eftir síun í gegnum 0,45 μm porur með því að láta ákveðið magn sýnis gufa upp breytist uppleyst ólífrænt kolefni að mestu í karbónat áður en það fellur út sem kalsít ($CaCO_3$) og loks sem tróna ($Na_2CO_3NaHCO_3$). Áður en að útfellingu trónu kemur tapast yfirleitt töluvert af CO_2 úr vatninu til andrúmslofts (Eugster 1970, Jones o.fl. 1977 og Hardy og Eugster 1970). Vegna þess að CO_2 tapast til andrúmslofts er $TDS_{\text{mælt}}$ yfirleitt alltaf

minna en TDS_{reikn} í efnagreiningartöflunum. Meðalstyrkur aurburðar í árvatninu er gefinn í milligrömmum í lítra (mg/l). Styrkur nitursambanda og fosfórs er gefinn í míkromólum í lítra vatns.

Næmi efnagreiningaraðferða er sýnd í Töflu 7. Þegar styrkur efna mælist minni en næmi efnagreiningaraðferðarinnar er hann skráður sem minni en (<) næmið sem sýnt er í Töflu 7. Þessi tölugildi eru tekin með í meðaltalsreikninga, en meðaltalið er þá gefið upp sem minna en (<) tölugildi meðaltalsins.

Öll sýni eru tvímæld á Jarðvísindastofnun. Meðalsamkvæmni milli mælinga er gefin í Töflu 7 sem hlutfallsleg skekkja milli mælinganna. Hún er breytileg milli mælinga og eftir styrk efnanna. Hún er hlutfallslega meiri fyrir lágan efnastyrk en háan. Styrkur næringarsalta er oft við greiningarmörk efnagreiningaraðferðanna. Af þessum sökum er skekkja mjög breytileg eftir styrk efnanna.

Hleðslujafnvægi og hlutfallsleg skekkja í mælingum

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 (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 er reiknað með eftirfarandi jöfnu:

$$\begin{aligned} \text{Hleðslujafnv.} &= \text{Katjónir} - \text{Anjónir} = \\ &(\text{Na} + \text{K} + 2 \text{Ca} + 2 \text{Mg}) - (\text{Alk} + \text{Cl} + 2 \text{SO}_4 + \text{F}) \end{aligned} \quad (4)$$

og mismunur sem hlutfallsleg skekkja

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

Niðurstöður þessara reikninga eru sýndar í Töflu 3 og í Töflum 4 til 6. Mismunurinn er lítil, að meðaltali 2% til 3% sem verður að teljast gott þar sem skekkja milli einstakra mælinga er oftast yfir 3%.

Meðaltal einstakra straumvatna

Meðaltal á heildarstyrk uppleystra efna (TDS; tafla 1) í Andakílsá, Hvítá við Kljáfoss og Norðurá er nokkuð svipaður, 53 – 57 mg/l en styrkur einstakra efna er ólíkur. Breytileikinn skýrist af mismunandi umhverfi vatnasviðanna.

Gildi pH er lægst í Andakílsá en hæst í Hvítá við Kljáfoss. Umtalsverður hluti Hvítár er lindavatn, sem hefur yfirleitt hátt pH, um og yfir 9 áður en það kemst í snertingu við andrúmsloft (Sigurður R. Gíslason o.fl. 1996). Alkalinity er lægst í Andakílsá sem bendir til að það vatn hafi veðrað minna af bergi en vatn hinna vatnsfallanna. Kísill er einnig í minnstum styrk í Andakílsá sem stafar líklega af minni veðrun bergs og/eða kísilnámi kísilþörungum í Skorradalsvatni. Styrkur klórs (Cl) er hæstur í Andakílsá og styrkur Na er einnig hár. Þetta stafar af nálægð vatnasviðsins við sjó og

uppgufun vatns úr Skorradalsvatni og í skóglendi á vatnasviðinu. Ólífrænn svifaur var lítill í Norðurá og Andakílsá (6,5 og 7,3 mg/l) en hann var að meðaltali 53 mg/l í Hvítá. Hluti lífrænna agna í aurburði (POC) í Norðurá og Andakílsá var 3,25 og 4,03% sem er með því hæsta sem mælt hefur verið í straumvötnum á Íslandi. Mólhlutfall kolefnis og niturs (C/N) segir til um uppruna lífræns efnis í aurburði vatnsfalla, en hlutfallið er 6,6 í þörungum í sjó og ferskvatni, 121 í landplöntum og 21 í lífrænum leifum í jarðvegi á Jörðinni (Likens ofl. 1981). Hlutfallið var lægst í Andakílsá um 8, en hærra í Hvítá og Norðurá, ~10 og ~9. Mestur hluti lífrænna leifa í Andakílsá má telja að sé upprunninn í þörungum í Skorradalsvatni en hlutfallið í Hvítá og Norðurá gefur til kynna meiri landræn áhrif á lífrænan aurburð. Uppleyst lífrænt kolefni (DOC) sem hlutfall af heildarstyrk lífræns efnis (POC+DOC) er hæst í Andakílsá og Norðurá, 70%, á meðan hann er 54% í Hvítá. Styrkur næringarefnisins forfórs (P) er mjög lítill í Norðurá og Andakílsá og er líklegt að hann takmarki frumframleiðni lífvera í þessum vötnum (Sigurður R. Gíslason o.fl. 1996; Sigurður R. Gíslason og Eydís S. Eiríksdóttir 2003). Snefilefnin Fe, Mo og V eru mikilvæg fyrir ensímvirgni í bakteríum sem binda köfnunarefni vatni (Sigurður R. Gíslason og Eydís S. Eiríksdóttir 2003). Það er eftirtektarvert að styrkur vanadíums (V) er um 10 sinnum lægri í vöktuðum vatnsföllum á Vesturlandi, en í Sogi, Ölfusá og Þjórsá á Suðurlandi. Sérstaklega er styrkurinn lítill í Andakílsá.

Framburður straumvatna á Vesturlandi

Árlegur framburður straumvatnanna er reiknaður með jöfnu 1 og er sýndur í Töflu 2. Reikningarnir miðast við gögn frá tímabilinu 2006 - 2009 úr Andakílsá og Hvítá en tímabilið 2004 til 2009 úr Norðurá. Meðalrennslið sem notað var í reikningana náði yfir tímabilið 2006 – 2009 fyrir Andakílsá og Hvítá en 2005 – 2009 fyrir Norðurá. Þar sem styrkur uppleystra efna hefur í einhverju tilfalli 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. Á þessu stigi er engin tilraun gerð til þess að greina framburðinn til uppruna.

Við reikninga á framburði straumvatnanna var notað langtímameðalrennsli. Það miðaðist við tímabilin 2006 – 2009 fyrir framburð Andakílsá og Hvítár en 2005 – 2009 fyrir framburð Norðurár.

Vanadíum, V, er ekki tekinn með í árlegum framburði þungmálma. Þetta er gert til samræmis við fyrri reikninga. 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, SO_4 . Mælingum á brennisteini með ICP-AES og IC ber vel saman (Töflur 1, 3-6), sem gefur til kynna að önnur brennisteinsefnasambönd en SO_4 eru í litlum styrk í vatninu. Í Töflu 2 er framburður brennisteins reiknaður miðað við báðar aðferðir og er framburður á heildarstyrk brennisteins á milli 8 til 15% hærri en framburður vatnsfallanna á SO_4 .

Styrkbreytingar með rennsli

Myndir 3, 4, 8, 9, 13 og 14 sýna styrk valinn uppleystra efna og svifaurs sem fall af rennsli. Þetta eru eins konar efnalyklar fyrir ólífrænan og lífrænan svifaur og valin uppleyst efni. Efnalyklarnir eru ekki hefðbundnir aurburðarlyklar. Aurburðarlyklar eru venjulega gefnir með svokölluðu q-falli, þar sem svifaurstyrkurinn er margfaldaður með rennsli og fæst þá aurburður kg/sek. Síðan eru vensl aurburðar og rennslis bestuð með annarrar gráðu veldisfalli og vex þá fylgni, R^2 , framburðarins við fallið. Á þessu stigi eru einungis vensl styrks uppleystra efna og rennslis skoðuð og þeim lýst með annarrar gráðu veldisfalli svipað og gert hefur verið fyrir q-fallið (Sigurður R. Gíslason ofl., 2009). Veldisfallið (efnalykillinn) og fylgnin (R^2) er sýnt við hverja mynd. Efnalyklarnir fyrir uppleystu aðalefnin sem rekja uppruna sinn til bergs og úrkomu eru tvenns konar: 1. Vensl á styrk uppleystu efnanna og augnabliksrennslis þegar safnað var er sýnt vinstra megin á opnunni. 2. Vensl styrks uppleystra efna sem rekja uppruna sinn til veðrunar bergs (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. Mælingar á svifaur úr vatnsföllunum frá árinu 2008 voru mun hærri en fyrri ár og eru þær tölur ská og feitletraðar í töflunum (sjá umræðu að ofan). Þau gögn eru ekki tekin með í meðaltals- og framburðarreikninga og ekki notaðar í myndum, né í aurburðarlyklunum eða tímaröðunum.

Styrkur ólífræns svifaurs óx með rennsli í Andakílsá. Eitt sýni var þó með lágan styrk svifaurs við mikið rennsli, en það var tekið í leysingum að vetri. Svifaursýni frá árinu 2008 úr Andakílsá og Norðurá eru áberandi há og um 10 sinnum hærri en frá árunum þar á undan. Þessi hækkun er líklega ekki raunveruleg styrk aukning svifaurs og líklegra að hér sé um að ræða skekkju í mælingum. Þessi sýni eru feit og skáletruð í töflum 1a, 2 og 4 og ekki tekin með í meðaltals- og framburðarreikninga og er einnig sleppt við gerð aurburðarlyklana. Styrkur uppleystra efna breyttist lítið með rennsli (3. og 4. mynd) sem bendir til að efnasamsetning Skorradalsvatns sé stöðug og breyttist lítið yfir árið. Þau gögn eru ekki tekin með í meðaltals- og framburðarreikninga og ekki notaðar í myndum 14 - 17

Styrkur ólífræns svifaurs hækkaði með rennsli í Hvítá við Kljáfoss, en lífrænn svifaur óx hraðar, sem er óvenjulegt (8. og 9. mynd). Styrkur annarra efna breyttist lítið með rennsli, nema hvað styrkur Ca og Mg hækkaði með rennsli, svipað og gildir um Ca í öðrum lindavötnum; Brúará, Tungufljót, Skaftá í Skaftárdal og Eldvatni í Meðallandi (Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 1998; 2007). Í febrúar 2009 var sýni safnað í leysingum við nokkuð mikið rennsli ($125 \text{ m}^3/\text{s}$). Það sýni er mikilvæg viðbót við efnalyklana.

Styrkur svifaurs óx með rennsli í Norðurá við Stekk og styrkur uppleystra aðalefna minnkaði með rennsli eins og almennt gildir um dragár og jökulár. Sterk fylgni er á milli molibdens og rennslis. Styrkur klórs er mun meira háður rennsli en önnur uppleyst aðalefni í Norðurá, og er hann um þrisvar sinnum hærri í lágu rennsli en háu. Fyrir vikið verður leiðrétting á uppleystum efnunum, tilkomnum vegna úrkomu, mjög mikil í Norðurá í lágrennsli. Líklega er leiðréttingin of mikil í lágrennsli, þar sem fundust tilvik um neikvæðan styrk Na eftir leiðréttingu. Þetta bendir til innkomu klórs sem er ekki sjávarættaður, hugsanlega vegna söltunar á þjóðveginn, en Norðurá rennur á löngum kafla nálægt þjóðvegi nr. 1. Sýni frá því í febrúar 2009 er tekið í leysingum og bætir því miklu við efnalyklana fyrir vatnsfallið.

Breytingar með tíma

Breytingar með tíma eru sýndar á tveimur myndasíðum fyrir valin efni fyrir hvert vatnsfall. Rannsóknir hafa nú staðið yfir í 6 ár í Norðurá, 2004 - 2009, en 4 ár í Andakílsá og Hvítá, 2006 - 2009.

Andakílsá. Styrkur uppleystra efna í Andakílsá var fremur stöðugur sem skýrist af stærð forðabúrsins Skorradalsvatns. Þó mátti sjá lítilsháttar breytingar í styrk SiO_2 , þar sem hann var lægri að sumri en að vetri. Það má skýra með kísilnámi kísilþörungum í vatninu. Styrkur Cl er hækkandi framan af rannsóknartímabilinu en lækkar svo 2009. Klór er fyrst og fremst tilkomið vegna sjávarættaðra efna sem berast yfir vatnasviðið með úrkomu. Breytingar í veðurhæð og vindátt hafa mikil áhrif á styrk sjávarættaðra efna. Fyrsta sýnið sem safnað var árið 2009 er safnað í leysingum þó að rennslíð gefi það ekki til kynna þar sem því er stjórnað í virkjuninni. Það er þó ekki ólíkt í styrk aðalefna en snefilefnin Fe, Mn og Co voru í mun hærri styrk í leysingunum 2009 en önnur sýni úr vatnsfallinu.

Hvítá við Kljáfoss. Styrkur uppleystra aðalefna var fremur stöðugur yfir árið en þó má greina að styrkur Na, Ca, Mg, SiO_2 og SO_4 var heldur lægri á sumrin en á veturna. Styrkur snefilefnanna Fe og Co er hins vegar mun hærri á sumrin en á veturna. Rennsli Hvítár er frekar stöðugt yfir árið og flest sýnin voru tekin við 65 – 85 m^3/s . Meðalrennsli árinna er yfirleitt herra á veturna og vorin en á sumrin vegna tíðari leysingatoppa (Eyðís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2009)

Norðurá við Stekk. Rennsli Norðurár er breytilegt allt árið um kring þar sem vatnasviðið er stórt og svarar allri ákomu fljótt. Styrkur uppleystra efna er rennslisháðari en í Andakílsá og Hvítá (myndir 3, 4, 8, 9, 13, 14) en vegna þess hve rennslíð er óreglulegt yfir árið er styrkur uppleystra efna fremur óreglulegur. Þó má greina að Na, Ca, Mg, Cl, SO_4 og Mn voru lægri á sumrin en á veturna.

Styrkur brennisteins og hlutfall stöðugra samsætna brennisteins, ^{32}S og ^{34}S , voru bestuð með línulegu falli til að átta sig á meðaltalsbreytingu frá 2004-2009. Á rannsóknartímabilinu hefur styrkur brennisteins hækkað lítillega í Andakílsá (2006-2009) og í Norðurá (2004-2009) en lækkað lítillega í Hvítá. Gögn um brennisteins samsætur hafa ekki borist fyrir árin 2008 – 2009 og því verður ekki haft mörg orð um hegðun þeirra. Styrkur brennisteins minnkaði í öllum straumvötnunum á Suðurlandi á rannsóknartímabilinu 1972 til 2004 (Sigurður R. Gíslason og Peter Torssander 2006). Hlutföll stöðugu brennisteinssamsætanna ^{32}S og ^{34}S geta hjálpað til við að rekja uppruna brennisteins í straumvötnum. Algengasta stöðuga samsæta brennisteins er ^{32}S eða um 95% brennisteins á yfirborði jarðar. Hún hefur massann 32 g/mól. Um 4,2% brennisteins hefur massann 34 g/mól. Hlutföllin eru gefin upp í prómill ($\delta^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ ‰) miðað við hlutföllin í Canon Diabolo-loftsteininum. Hlutföll samsætanna er um 20‰ í sjó, um 18‰ í DMS sem er brennisteinn ættaður úr lífrænum himnum í yfirborðslögum sjávar. Brennisteinn úr lífrænu eldsneyti er um 2‰ til 5 ‰ og brennisteinn úr basalti um 0‰, en ef brennisteinn er upprunninn í súlfíðum eins og hveragasi (H_2S) eða súlfíðsteindum (FeS), þá eru hlutföllin lægri en í basalti og jafnvel neikvæð. Ef brennisteinninn er að uppruna fyrst og fremst frá basalti og sjó, þ.e. sjávarættaður brennisteinn í úrkomu, ættu hlutföll brennisteinsins að vera á milli 0‰ og 20‰. Þrátt fyrir hækkun í styrk brennisteins í Andakílsá og

Norðurá, hafa hlutföll brennisteins samsætna hækkað. Ekki er þó hægt að draga miklar ályktanir út frá þessum fáu gögnum sem komin eru.

Samanburður við meðalefnasamsetningu ómengaðs árvatns á jörðinni

Styrkur uppleystra efna í Andakílsá, Hvítá við Kljáfoss og Norðurá er nokkuð frábrugðinn heimsmeðaltalinu, sem ber mjög keim af efnahvarfarofi á kalksteini. Styrkur kísils í Andakílsá og Norðurá er svipaður og meðaltal í ám meginlandanna, en hann er hærri í Hvítá, vegna auðleysanlegs ungs basalts og basaltglers. Styrkur klórs og natríum í Hvítá er svipaður heimsmeðaltalinu, en nokkru hærri í Andakílsá og Norðurá og vegur þar hæst seltan frá sjónum. Kalí, kalsíum, magnesíum, kolefni og brennisteinn eru í lægri styrk í ánum á Vesturlandi en að meðaltali í heiminum. Heildarstyrkur uppleystra efna var töluvert minni á Vesturlandi en meðaltal vatnsfalla í heiminum.

ÞAKKARORÐ

Umhverfissráðuneytið (AMSUM) og Orkuveita Reykjavíkur (OR) kostuðu rannsóknina og hafa fulltrúar hennar sýnt verkefninu mikinn áhuga og stuðning. Sérstaklega viljum við þakka Helga Jenssyni og Gunnari Steini Jónssyni frá Umhverfisstofnun og Einari Gunnlaugssyni frá Orkuveitu Reykjavíkur.

HEIMILDIR

- Abdelmouhcine, Gannoun, Kevin W. Burton, Nathalie Vigier, Sigurdur R. Gíslason, Nick Rogers, Fatima Mokadem and Bergur Sigfússon 200). 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.
- AMAP 1997. Arctic Pollution Issues: A State of the Arctic Environment Report. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway, 188 bls.
- 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 túnum á Hvanneyri. Fræðaðing 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 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. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Vesturlandi III, 2009. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar. RH-05-2009, 43 bls.
- Hardy, L. A. og Eugster, H. P. 1970. The evolution of closed-basin brines. *Mineral. Soc. Am. Spec. Pub.* 3, bls. 273-290.
- Jón Ólafsson J. 1979. The chemistry of Lake Myvatn and River Laxá. *Oikos* 32, 82–112.
- 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.
- 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 Johnson, N.M., 1981, Interaction between major biogeochemical cycles in terrestrial ecosystems, in Likens, G.E., editor, *Some Perspectives of the Major Biogeochemicals Cycles-SCOPE 17*: New York, John Wiley, bls. 93 – 112.
- Martin, J.M., og Meybeck, M. 1979. Elemental mass-balance of material carried by world major rivers: *Marine Chemistry*, v. 7, bls. 173 206.
- Martin, J.M., og Whitfield, M. 1983. The significance of the river input of chemical elements to the ocean, Í Wong, S.S.,ritstj., *Trace Metals in Seawater, Proceedings of the NATO Advanced Research Institute on Trace Metals in Seawater, March 1981*: Erice, Plenum Press, bls. 265-296.
- Meybeck, M. 1979. Concentrations des eaux fluviales en éléments majeurs et apports en solution aux océans: *Rev. Geologie Dynamique et Geographie Physique* 21, bls. 215 246.
- Meybeck, M. 1982. Carbon, nitrogen, and phosphorus transport by world rivers: *American Journal of Science* 282, bls. 401-450.
- 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 RA 1998. Quantification of the effect of plants on weathering: *Studies in Iceland. Geology* 26, 895-898.

- Moulton K.L, West J, Berner RA 2000. Solute flux and mineral mass balance approaches to the quantification of plant effects on silicate weathering. *American Journal of Science* 300, 539-570
- 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.
- Plummer, N.L., og Busenberg, E. 1982. The solubility of calcite, aragonite and vaterite in CO₂-H₂O solutions between 0 and 90°C, and an evaluation of the aqueous model for the system CaCO₃-CO₂-H₂O: *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., 2008b. Lithium, magnesium and uranium isotope behaviour in the estuarine environment of basaltic islands. *Earth and Planetary Science Letters*, 274(3-4).
- 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.
- 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 Zóphaniasson, 1998. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi II. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar, Hafrannsóknastofnunar og Vatnamælinga Orkustofnunar, RH-20-98, 39 bls.

- Sigurður Reynir Gíslason, Björn Þór Guðmundsson og Eydís Salome Eiríksdóttir 1998. Efnasamsetning Elliðaáanna 1997 til 1998. Raunvísindastofnun Háskólans, RH-19-98, 100 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 Reynir Gíslason, Matthildur Bára Stefánsdóttir og Eydís Salome Eiríksdóttir 2000. ARCTIS, regional investigation of arctic snow chemistry: Results from the Icelandic expeditions, 1997-1999. Raunvísindastofnun, Reykjavík, RH-05-2000, 48 bls.
- Sigurður R. Gíslason og Eydís S. Eiríksdóttir 2003. Molybdenum control of primary production in the terrestrial environment. In: Water-Rock Interactions (Wanta R. B. and Seal II R. R., eds.), 1119-1122. Taylor & Francis Group, London.
- Sigurður R. Gíslason og Peter Torssander 2006. The response of Icelandic river sulfate concentration and isotope composition, to the decline in global atmospheric SO₂ emission to the North Atlantic region. *Environmental Science and Technology*, 40,680-686.
- Sigurður R. Gíslason, Eric Oelkers og Árni Snorrason (2006b). The role of river suspended material in the global carbon cycle. *Geology* 34, 49–52.
- Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Guðmundur Bjarki Ingvarsson, Bergur Sigfússon, Eydís Salome Eiríksdóttir, Sverrir Óskar Elefsen, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir and Peter Torssander (2006c). 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.
- Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Luiz Gabriel Quinn Camargo, Eydís Salome Eiríksdóttir, Jórunn Harðardóttir og Svava Björk Þorláksdóttir, 2007. Efnasamsetning og rennsli straumvatna á slóðum Skaftár 2002 til 2006. RH-13-2007, 65 bls.
- Sigurður R. Gíslason, Eric H. Oelkers, Eydís S. Eiríksdóttir, Marin I. Kardjilov, Guðrun Gísladóttir, Bergur Sigfússon, Árni Snorrason, Sverrir Elefsen, Jórunn Harðardóttir, Peter Torssander, Niels Oskarsson, 2009. Direct evidence of the feedback between climate and weathering. *Earth and Planetary Science Letters*, 277, (1-2), bls. 213-222.
- 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 6th-9th 2006. (Eds.) Jens Christian Refsgaard and Anker Lager Højberg, 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 1999. Efnastyrkur í nokkrum jökulám. Orkustofnun, Vatnamælingar, OS-99019, 30 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.
- 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.

Töflur og myndir

Tafla 1. Meðalefnasamsetning vaktaðra straumvatna í Borgarfirði. Gögnin úr Andakílsá og Hvítá eru frá árunum 2006 til 2009, en gögnin úr Norðurá frá 2004 til 2009. Niðurstöður úr eldri rannsókn, frá 1972 – 1973, sett inn til samanburðar.

Vatnsfall	Rennsli m ³ /sek	Vatns- hiti °C	Loft- hiti °C	pH	Leiðni µS/sm	SiO ₂ mmól/l	Na mmól/l	K mmól/l	Ca mmól/l	Mg mmól/l	Alk (a) meq./k	DIC mmól/l	SO ₄ mmól/l	SO ₄ mmól/l	δ ³⁴ S ‰ (b)	Cl mmól/l	F µmól/l	TDS mg/l	TDS mg/l
													ICP-	I.C.		I.C.	I.C.	mælt	reiknað
Andakílsá	4,51	6,42	6,80	7,30	69,2	0,137	0,296	0,008	0,072	0,067	0,265	0,291	0,021	0,018	14,67	0,277	2,10	46	53
Andakílsá 73-74				7,14		0,111	0,302	0,008	0,062	0,055	0,309		0,0397	0,0397		0,242		40	
Hvítá, Kljáfoss	79,6	4,13	7,14	7,83	55,5	0,230	0,273	0,011	0,076	0,041	0,367	0,377	0,017	0,015	7,71	0,108	3,69	43	56
Hvítá 73-74	94,5			7,86		0,186	0,290	0,010	0,072	0,040	0,425		0,037	0,037		0,123		44	
Norðurá	14,5	5,61	7,05	7,50	69,6	0,184	0,273	0,009	0,108	0,073	0,368	0,387	0,021	0,019	12,72	0,231	1,82	48	57
Norðurá 72-73	35,2			7,26		0,165	0,275	0,009	0,092	0,064	0,417		0,0366	0,0366		0,190		44	
Heimsmeðaltal						0,173	0,224	0,033	0,334	0,138		0,853	0,090	0,090		0,162	5,26	100	100

Vatnsfall	DOC mmól/l	POC µg/kg	PON µg/kg	C/N	Svifaur mg/l	P _{total} µmól/l	DIP PO ₄ -P µmól/l	DOP P _{tot} -DIP µmól/l	DIP/ DOP	TDN N _{total} µmól/l	NO ₃ -N µmól/l	NO ₂ -N µmól/l	NH ₄ -N µmól/l	DIN µmól/l	DON µmól/l	DIN/ DON	POC/ Svifaur %	DOC/ (DOC+POC) %
						ICP-MS											reiknað	reiknað
Andakílsá	<0,051	265	<28,8	>9,73	6,57	<0,034	<0,176			5,95	<0,67	<0,036	<0,663	<1,37	>4,58	<0,30	4,03	<70
Hvítá, Kljáfoss	0,030	309	26,4	12,26	52,9	<0,649	0,607	0,042	14,6	5,93	2,54	<0,048	0,801	<3,39	>2,54	>1,33	0,583	<54
Norðurá	<0,044	236	<26	>11	7,25	0,049	<0,194			5,74	<1,16	<0,051	<0,816	<2,02	>3,41	<0,59	3,25	69
Heimsmeðaltal						0,323			0,67		7,14	0,065	1,14	8,57	18,60	0,46	1	60

Vatnsfall	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
Andakílsá	0,127	0,238	0,357	0,026	0,044	<1,57	0,378	<0,022	<0,137	0,488	4,58	<2,33	<0,092	32,1	<0,015	0,812	2,61	0,004
Hvítá, Kljáfoss	2,59	0,474	0,329	0,025	0,039	<1,21	0,498	<0,021	<0,248	25,0	5,81	2,32	<0,069	13,6	<0,018	2,30	27,0	0,548
Norðurá	0,184	0,589	0,540	0,059	0,075	<2,91	0,837	<0,021	<0,256	0,608	5,87	<2,13	<0,075	13,8	<0,012	2,13	4,29	0,015
Heimsmeðaltal	1,85	0,716		1,85	0,716												209	

(a) Alkalinity. (b) Gögn fyrir δ³⁴S eru frá 2004-2007.

Tafla 2. Árlegur framburður (tonn/ári) Andakílsár og Hvítár við Kljáfoss frá 2006 til 2009 og Norðurár við Stekk á árunum 2004 til 2009.

Vatnsfall	Rennsli m ³ /s (a)	SiO ₂	Na	K	Ca	Mg	CO ₂	SO ₄ ICP-AES	SO ₄ I.C.	Cl	F	TDS Mælt	TDS Reikn	DOC	POC
Andakílsá	7,77	2004	1627	72	691	392	5459	480	419	2255	9,4	10540	14660	764	58
Hvítá	89,0	38700	17619	1204	8503	2832	53787	4560	4212	10830	197	112520	156350	<2410	817
Nordurá	21,1	6998	3811	216	2610	1054	11379	1250	1133	4882	21	31184	35575	1524	201
Samtals	118	47702	23058	1492	11805	4278	70625	6290	5763	17967	227	154244	206585	4698	1075

Vatnsfall	PON	Svífaur	P	PO ₄ -P	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	N _{total}	Al	Fe	B	Mn	Sr
Andakílsá	6.69	1841	<0.25	< 1,10	<2.63	<0.13	<2.67	19.22	0.863	3.15	0.911	0.263	0.938
Hvítá	68	151428	<56,6	50,0	100,8	<1,52	32,0	289	192	74,7	9,93	4,00	9,61
Nordurá	21	6106	<1,11	<3,74	<9,51	<0,355	25,8	52,2	4,98	25,3	3,24	2,39	3,99
Samtals	96	159376	<58	<55	<113	<2	<60	360	198	103	14	7	15

Vatnsfall	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg	Mo	Ti	V	Þungmálmar (b)
Andakílsá	<0.029	0.015	<0.0022	<0.002	0.005	0.12	0.037	<0.023	0.74	<0.0007	0.019	0.032	<0.047	<1.02
Hvítá	<0,255	0,193	<0,0216	0,041	3,63	1,028	0,386	<0,040	<2,46	<0,010	0,62	3,57	77,5	<12,3
Nordurá	<0,117	0,073	<0,0016	<0,0134	0,0211	0,274	0,082	<0,0170	0,524	<0,0014	0,106	0,285	<0,456	<1,52
Samtals	<0,401	0,280	<0,025	<0,056	3,66	1,42	0,505	<0,080	<3,72	<0,012	0,742	3,89	<78,0	<14,8

(a) Meðalrennsli Andakílsár og Hvítár er frá 2006-2009 og Norðurár frá 2005-2009, (b) Þungmálmar eru As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Mo og Ti.

V er ekki reiknað með þungmálmum

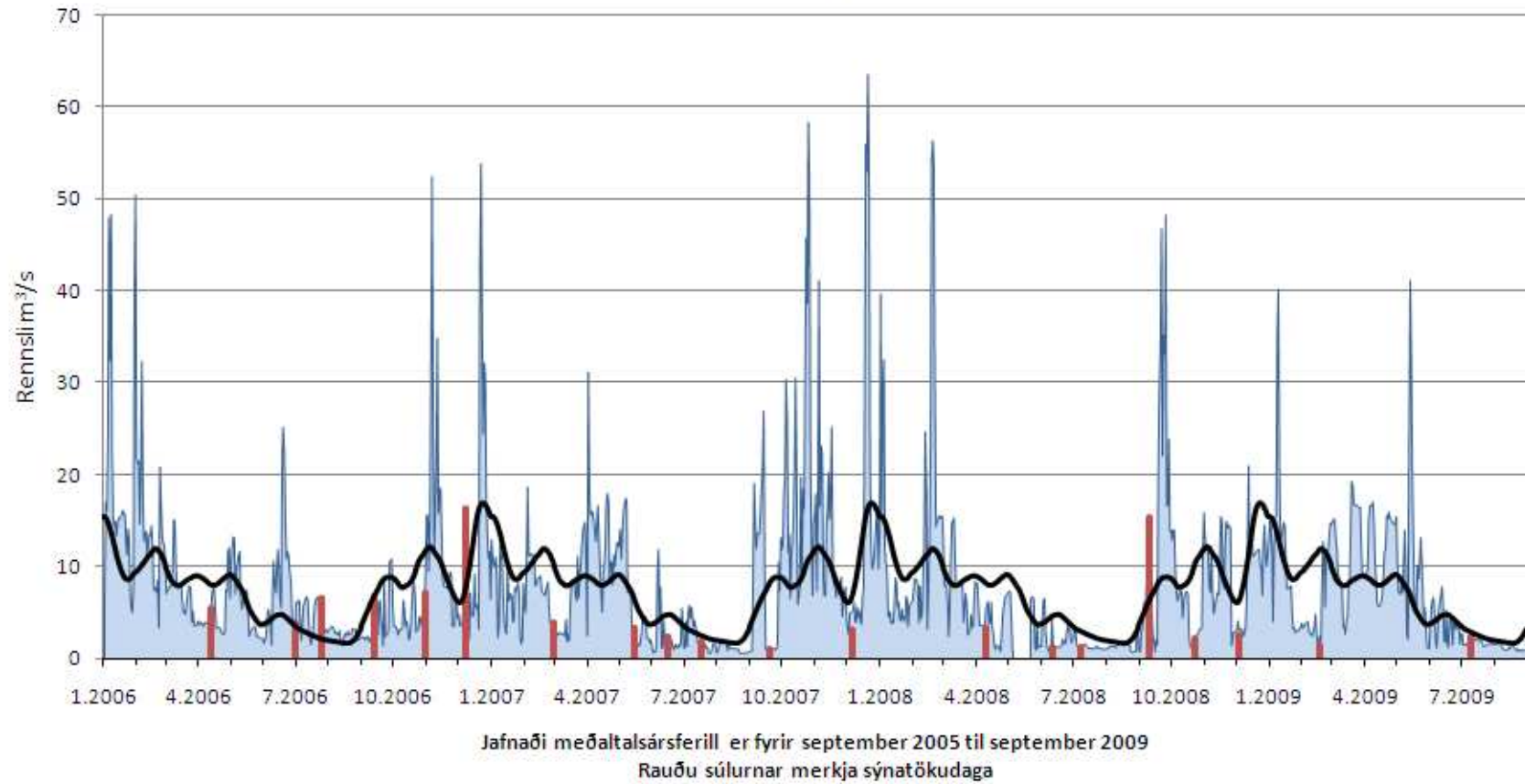
Tafla 3a. Tímaröð fyrir styrk uppleystra aðalefna, lífræns kolefnis, lífræns níturs og svifaus í vöktuðum ám á Vesturlandi 2008 og 2009.

Sýna númer	Vatnsfall	Dagsetning	Kl.	Rennsli m ³ /sek	Vatns- hiti °C	Loft- hiti °C	pH	T °C (pH og leiðni)	Leiðni µS/sm	SiO ₂ mM	Na mM	K mM	Ca mM	Mg mM	Alk (a) meq/kg	DIC mM	SO ₄ mM	SO ₄ mM	δ ³⁴ 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
08V001	Andakílsá	8.4.2008	10:45	3,34	1,9	-0,3	7,28	21,9	67,1	0,137	0,295	0,008	0,071	0,066	0,228	0,256	0,023	0,021	0,334	2,69	0,01	0,46	45	49	0,049	149	23,0	7,53	
08V002	Hvítá	8.4.2008	12:00	75,7	2,3	1	7,88	21,7	56,2	0,235	0,274	0,011	0,077	0,042	0,368	0,378	0,018	0,018	0,128	4,60	0,03	2,74	36	54	0,032	205	26,9	8,87	
08V003	Norðurá	8.4.2008	13:35	5,33	3,2	2,2	7,62	21,6	86,2	0,195	0,319	0,009	0,136	0,095	0,373	0,394	0,025	0,024	0,407	2,62	0,01	1,12	49	68	0,049	523	67,9	8,99	
08V004	Andakílsá	11.6.2008	10:40	1,26	9,9	13,7	7,34	22,4	64,8	0,129	0,300	0,008	0,072	0,068	0,224	0,248	0,021	0,020	0,309	2,77	0,05	2,78	100	47	0,069	353	34,3	12,0	
08V005	Hvítá	11.6.2008	11:45	75,6	6,8	13,7	7,99	22	51,9	0,214	0,271	0,010	0,073	0,040	0,344	0,351	0,016	0,017	0,109	4,41	0,01	0,89	66	50	0,037	294	24,9	13,8	
08V006	Norðurá	11.6.2008	13:25	12,7	11	15,8	7,51	21,9	55,4	0,163	0,244	0,008	0,091	0,060	0,276	0,296	0,018	0,017	0,199	2,57	0,02	1,72	43	47	0,050	222	24,7	10,5	
08V007	Andakílsá	7.7.2008	10:50	1,2	11,7	17,8	7,28	22	68,7/11,7	0,129	0,306	0,007	0,072	0,069	0,239	0,268	0,021	0,020	0,306	2,75	0,04	3,78	95	49	0,037				
08V008	Hvítá	7.7.2008	12:25	77	8,1	2,9	8,08	22	130,6/8,1	0,199	0,252	0,009	0,069	0,035	0,322	0,327	0,014	0,016	0,098	4,20	0,01	0,45	55	46	<0,008				
08V009	Norðurá	7.7.2008	13:45	4,02	16,9	16,9	7,7	22	74,1/16,9	0,170	0,293	0,010	0,106	0,072	0,358	0,375	0,022	0,022	0,255	2,90	0,02	1,88	40	57	0,029				
08V010	Andakílsá	9.9.2008	13:00	15,3	11,4	13,1	7,35	19,5	66,7	0,132	0,308	0,008	0,069	0,067	0,246	0,273	0,021	0,020	0,306	2,83	0,00	0,02	47	49	0,069	242	<13,7	<1,9	
08V011	Hvítá	9.9.2008	14:45	84,1	5,8	12,6	7,66	20,6	47,4	0,207	0,245	0,009	0,065	0,035	0,322	0,338	0,015	0,016	0,092	4,10	0,01	0,79	40	47	0,031	392	29,2	15,7	
08V012	Norðurá	9.9.2008	16:10	5,73	9,5	11,8	7,52	20,6	76,4	0,173	0,303	0,010	0,115	0,079	0,409	0,439	0,023	0,022	0,256	2,83	0,01	0,78	54	62	0,065	403	26,4	17,8	
08V013	Andakílsá	22.10.2008	12:05	2,25	4,6	2,1	7,32	20,9	77,7	0,135	0,314	0,008	0,073	0,069	0,290	0,323	0,022	0,021	0,323	2,84	0,01	0,98	414	53	0,057	252	<20,4	<0,9	
08V014	Hvítá	22.10.2008	14:20	92	4	2,3	7,89	20,6	56,3	0,243	0,288	0,011	0,078	0,044	0,394	0,405	0,019	0,018	0,124	4,46	0,05	4,19	343	56	0,046	1149	<25,3	<2,7	
08V015	Norðurá	22.10.2008	15:15	12,6	2,9	0,6	7,6	20,8	77,3	0,194	0,294	0,009	0,124	0,084	0,370	0,392	0,024	0,023	0,334	2,66	0,02	1,58	44	63	0,059	297	20,9	16,5	
08V016	Andakílsá	3.12.2008	11:00	2,52	1	-0,6	7,21	20,1	68,5	0,137	0,322	0,008	0,075	0,070	0,255	0,292	0,023	0,021	0,330	2,83	0,04	2,38	32	52	0,051	943	75,9	14,5	
08V017	Hvítá	3.12.2008	12:45	89,2	1,7	0,2	7,72	20,1	57,2	0,246	0,296	0,011	0,080	0,044	0,384	0,401	0,018	0,018	0,119	4,49	0,01	1,01	33	56	0,026				
08V018	Norðurá	3.12.2008	15:10	5,6	0	0,5	7,47	20,1	82,7	0,203	0,317	0,009	0,132	0,092	0,403	0,436	0,024	0,022	0,331	2,66	0,01	0,98	54	68	0,048	377	<15,2	<2,5	
09V001	Andakílsá	17.2.2009	10:35	1,52	0,8	5,2	7,09	20,3	65,3	0,147	0,317	0,008	0,075	0,069	0,243	0,243	0,023	0,021	0,311	2,73	0,01	1,1	41	49	0,105	325	22,8	16,6	
09V002	Hvítá	17.2.2009	11:50	125,5	2,4	6,5	7,57	19,9	48,6	0,220	0,256	0,010	0,070	0,042	0,326	0,325	0,017	0,016	0,109	4,07	0,02	2,0	38	48	0,147	313	27,0	13,5	
09V003	Norðurá	17.2.2009	14:10	71,6	0,6	6,5	7,1	19	43,6	0,112	0,196	0,006	0,063	0,041	0,182	0,182	0,017	0,015	0,183	2,23	0,01	1,6	58	34	0,124	564	50,4	13,1	
09V004	Andakílsá	9.7.2009	10:20	2,34	11,9	16,8	7,55	22,5	64,3	0,146	0,294	0,007	0,068	0,064	0,260	0,260	0,020	0,017	0,284	1,89	0,01	1,3	42	47	0,047	302	14,6	24,1	
09V005	Hvítá	9.7.2009	11:30	74,2	6,6	16,2	8,24	22,5	49,1	0,234	0,254	0,011	0,068	0,036	0,347	0,342	0,014	0,013	0,096	3,77	0,00	0,1	37	49	0,013	458	22,3	23,9	
09V006	Norðurá	9.7.2009	13:00	6,8	14,6	14,9	8,09	22,3	63,4	0,187	0,255	0,012	0,092	0,061	0,353	0,350	0,018	0,016	0,182	1,88	0,00	0,4	40	52	0,036	245	<9,8	29,1	
09V007	Andakílsá	6.10.2009	11:10	2,19	5,9	5,5	7,36	21,7	139,9/2,3	0,143	0,310	0,007	0,073	0,067	0,271	0,271	0,020	0,018	0,287	1,93	0,00	0,0	51	49	0,066	306	24,9	14,3	
09V008	Hvítá	6.10.2009	12:00	73,4	2,3		8,05	21,7	74,3/1,3	0,250	0,293	0,011	0,078	0,042	0,382	0,379	0,016	0,015	0,111	4,06	0,02	1,6	55	54	0,056	343	28,1	14,2	
09V009	Norðurá	6.10.2009	13:40	11,9	1,3		7,6	21,7	78,2/1,5	0,208	0,288	0,010	0,118	0,079	0,400	0,399	0,021	0,019	0,240	1,69	0,01	0,9	58	60	0,101	237	<12,9	>21,4	
09V010	Andakílsá	23.11.2009	11:00	2,82	2,7	1	7,31	20,3	62,4	0,144	0,307	0,008	0,077	0,070	0,265	0,265	0,021	0,018	0,283	1,97	0,02	1,8	41	49	0,107	235	<17	>16,1	
09V011	Hvítá	23.11.2009	12:00	71,9	2,1	1,3	7,96	20,1	51,6	0,255	0,289	0,012	0,079	0,041	0,374	0,372	0,018	0,015	0,106	4,03	0,03	2,5	38	54	0,040	431	<13,5	>37,2	
09V012	Norðurá	23.11.2009	13:30	4,97	0,5	1,3	7,59	19,4	72,4	0,214	0,299	0,009	0,124	0,085	0,414	0,413	0,024	0,020	0,248	1,83	0,02	1,5	60	63	0,047	98	<8,2	>14	

Tafla 3b. Tímaröð fyrir styrk uppleystra næringarsalta, þungmálma og annarra snefilefna í vöktuðum ám á Vesturlandi 2008 og 2009. (b) Ská- og feitletruð gögn ekki tekin með í meðaltals- eða framburðarreikninga

Sýna- númer	Vatnsfall	Dags.	Kl.	P µM	PO ₄ -P µM	NO ₃ -N µM	NO ₂ -N µM	NH ₄ -N µM	N _{total} µM	P _{total} µM	Al µM	Fe µM	B µM	Mn µM	Sr µM	As nM	Ba nM	Cd nM	Co nM	Cr nM	Cu nM	Ni nM	Pb nM	Zn nM	Hg nM	Mo nM	Ti nM	V µMl
08V001	Andakílsá	8.4.2008	10:45	<0,03	<0.2	1,65	0,032	0,997	4,75		0,556	0,208	0,427	0,043	0,046	<0,67	0,552	<0,018	0,204	0,415	4,86	4,34	<0,048	14,9	<0,01	0,676	4,16	0,004
08V002	Hvítá	8.4.2008	12:00	0,814	0,555	2,85	0,034	0,686	5,68		1,69	0,371	0,451	0,023	0,041	0,856	0,423	<0,018	0,134	24,0	4,12	4,05	<0,048	3,41	<0,01	2,41	5,87	0,616
08V003	Norðurá	8.4.2008	13:35	0,037	<0.2	0,84	0,030	0,620	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
08V004	Andakílsá	11.6.2008	10:40	<0,03	<0.2	<0,2	<0.04	0,390	4,33		0,109	0,147	0,417	0,026	0,044	<1,20	0,431	0,023	<0,085	0,308	4,08	2,35	0,144	14,6	<0,01	0,828	1,83	0,004
08V005	Hvítá	11.6.2008	11:45	0,743	0,538	1,76	0,078	0,653	4,28		2,67	0,519	0,379	0,021	0,035	1,077	0,692	0,020	0,244	26,9	6,50	2,25	0,075	7,08	<0,01	2,28	38,6	0,532
08V006	Norðurá	11.6.2008	13:25	0,046	<0.2	0,923	<0.04	0,554	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
08V007	Andakílsá	7.7.2008	10:50	<0,03	<0.2	0,545	<0.04	1,06	4,20		0,064	0,156	0,407	0,029	0,044	<1,33	0,757	<0,018	<0,085	0,302	4,72	2,57	0,120	10,8	0,065	0,816	0,437	0,004
08V008	Hvítá	7.7.2008	12:25	0,678	0,519	1,47	0,082	1,51	4,33		4,78	0,924	0,329	0,025	0,033	0,805	0,837	<0,018	0,495	26,7	12,4	2,81	0,056	3,75	0,179	2,08	84,0	0,534
08V009	Norðurá	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	1,82	0,027
08V010	Andakílsá	9.9.2008	13:00	<0,03	<0.2	0,629	0,072	1,21	4,75		0,101	0,315	0,361	0,008	0,047	<0,67	0,357	<0,018	<0,085	4,60	4,15	4,38	<0,048	21,6	<0,01	0,857	3,74	0,0047
08V011	Hvítá	9.9.2008	14:45	0,601	0,388	2,14	0,103	3,00	4,60		2,45	0,478	0,336	0,017	0,034	<0,67	0,472	<0,018	0,372	30,2	7,79	4,63	<0,048	17,3	<0,01	2,37	41,8	0,501
08V012	Norðurá	9.9.2008	16:10	<0,03	<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
08V013	Andakílsá	22.10.2008	12:05	<0,03	<0.2	0,881	<0.04	0,784	4,09		0,159	0,263	0,389	0,023	0,048	<0,67	0,392	<0,018	0,183	4,12	4,33	4,77	<0,048	19,9	<0,01	0,963	5,41	0,004
08V014	Hvítá	22.10.2008	14:20	0,781	0,508	2,94	0,060	0,571	4,87		2,10	0,432	0,300	0,026	0,043	0,801	0,401	<0,018	0,261	31,9	4,50	4,86	<0,048	15,2	<0,01	2,53	21,5	0,567
08V015	Norðurá	22.10.2008	15:15	0,043	<0.2	1,09	<0.04	0,669	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
08V016	Andakílsá	3.12.2008	11:00	<0,03	<0.2	0,503	<0.04	0,489	4,34		0,112	0,159	0,449	0,009	0,051	<0,93	4,92	<0,018	<0,085	0,762	3,19	2,25	0,099	58,0	<0,01	0,792	3,36	0,005
08V017	Hvítá	3.12.2008	12:45	0,794	0,551	3,48	<0.04	0,505	5,50		1,89	0,328	0,392	0,031	0,047	1,27	0,487	<0,018	0,253	27,5	3,46	2,39	0,080	7,31	<0,01	2,21	12,6	0,567
08V018	Norðurá	3.12.2008	15:10	0,058	<0.2	3,40	<0.04	0,440	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	0,098	31,4	<0,01	2,27	1,86	0,0139
09V001	Andakílsá	17.2.2009	10:35	0,040	0,129	1,24		1,31	14,05		0,126	0,689	0,318	0,123	0,047	<0,67	0,553	<0,018	0,351	0,412	7,22	2,08	0,337	36,4	<0,01	0,919	3,09	0,004
09V002	Hvítá	17.2.2009	11:50	0,591	0,475	2,73		1,02	4,70		1,679	0,664	0,267	0,044	0,041	0,869	0,519	<0,018	0,270	18,8	6,06	1,70	0,096	7,11	<0,01	1,74	28,0	0,371
09V003	Norðurá	17.2.2009	14:10	0,089	0,229	2,03		1,91	4,94		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
09V004	Andakílsá	9.7.2009	10:20	<0,03	<0.1	0,224		<0,2	3,86		0,086	0,220	0,321	0,016	0,041	<0,67	0,402	0,020	<0,085	0,438	4,25	<0,852	0,073	38,7	<0,01	0,740	3,03	0,004
09V005	Hvítá	9.7.2009	11:30	0,655	0,462	1,66		<0,2	2,18		5,596	1,130	0,290	0,028	0,034	0,718	0,750	0,041	0,490	29,0	10,7	1,51	0,076	7,2	<0,01	1,91	91,7	0,587
09V006	Norðurá	9.7.2009	13:00	0,048	<0.1	0,146		<0,2	1,83		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
09V007	Andakílsá	6.10.2009	11:10	<0,03	<0.1	0,387		<0,2	3,68		0,099	0,192	0,327	0,027	0,047	<0,67	0,237	0,044	0,258	0,942	4,61	1,86	0,064	22,9	0,015	0,766	2,32	0,003
09V008	Hvítá	6.10.2009	12:00	0,665	0,485	2,38		<0,2	3,01		2,268	0,414	0,294	0,028	0,042	<0,67	0,419	0,034	0,316	26,3	3,48	1,89	0,083	53,4	<0,01	2,12	20,7	0,583
09V009	Norðurá	6.10.2009	13:40	0,039	<0.1	1,09		<0,2	2,35		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
09V010	Andakílsá	23.11.2009	11:00	<0,03		0,383		0,723	5,25		0,103	0,281	0,279	0,020	0,043	<0,67	0,314	<0,018	0,139	0,510	4,93	1,34	0,097	21,9	<0,01	0,822	2,11	0,003
09V011	Hvítá	23.11.2009	12:00	0,717		3,15		1,704	5,78		2,06	0,274	0,318	0,018	0,035	0,896	0,429	<0,018	0,158	24,4	4,42	1,19	0,083	12,9	<0,01	2,20	8,94	0,609
09V012	Norðurá	23.11.2009	13:30	0,063		1,01		0,877	5,36		0,162	1,28	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

Andakílsá, Engjanes V502 janúar 2006 til ágúst 2009



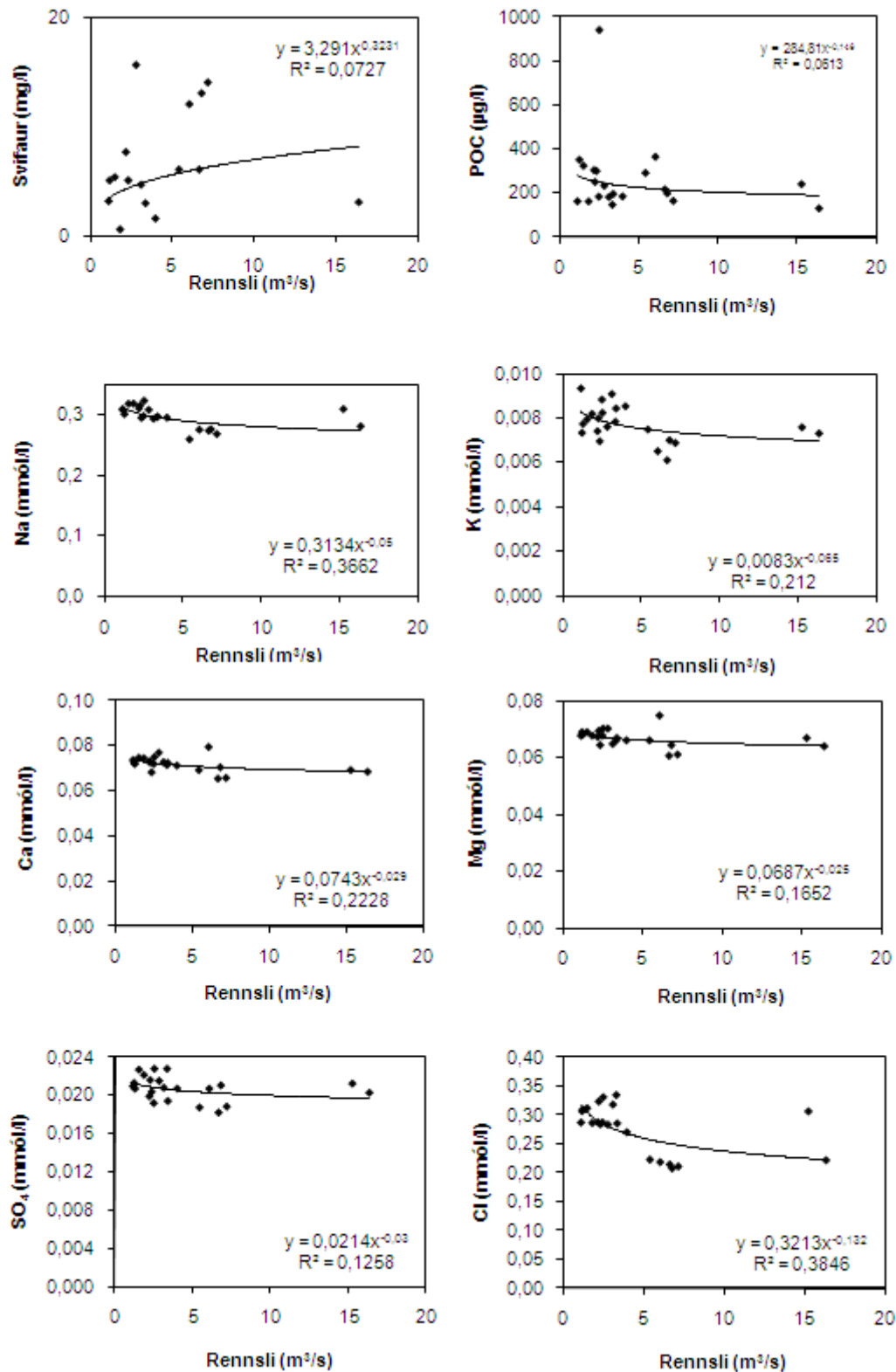
Mynd 2. Rennsli Andakílsár. Rauðu línurnar sýna hvenær sýni voru tekin 2006 til 2009.

Tafla 4. Efnasamsetning, rennsli og aurburður Andakílsár þegar sýnum var safnað árin 2008 og 2009

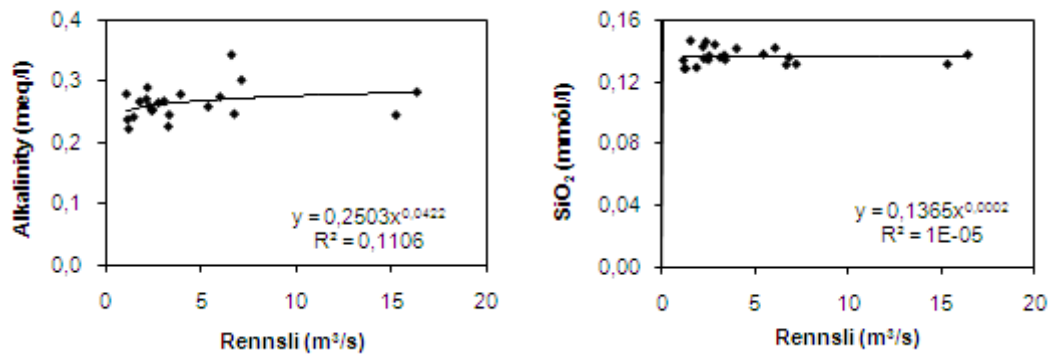
Sýna- númer	Dagsetnin	Kl.	Rennsli m ³ /sek	Vatns- hiti °C	Loft- hiti °C	pH	T °C (pH og leiðni)	Leiðni µS/sm	SiO ₂ mmól/l	Na mmól/l	K mmól/l	Ca mmól/l	Mg mmól/l	Alk meq/kg (a)	DIC mmól/l	SO ₄ mmól/l ICP-AES	SO ₄ mmól/l I.chrom	δ ³⁴ S ‰	Cl mmól/l I.chrom	F µmól/l I.chrom	Hleðslu- jafnvægi	Skekkja %	TDS mg/l mælt	TDS mg/kg reiknað	DOC mmól/l	POC µg/kg	PON µg/kg	C/N mól
08V001	8.4.2008	10:45	3.34	1.9	-0.3	7.28	21.9	67.1	0.137	0.295	0.0079	0.0714	0.0658	0.228	0.256	0.0228	0.021		0.334	2.69	0.01	0.46	45	49	0.049	149	23.0	7.53
08V004	11.6.2008	10:40	1.26	9.9	13.7	7.34	22.4	64.8	0.129	0.300	0.0078	0.072	0.068	0.224	0.248	0.0207	0.020		0.309	2.77	0.05	2.78	100	47	0.069	353	34.3	12.0
08V007	7.7.2008	10:50	1.2	11,7	17,8	7,28	22	68,7	0,129	0,306	0,0074	0,072	0,069	0,239	0,268	0,0213	0,020		0,306	2,75	0,04	3,78	95	49	0,037			
08V010	9.9.2008	13:00	15.3	11,4	13,1	7,35	19,5	66,7	0,132	0,308	0,0076	0,069	0,067	0,246	0,273	0,0212	0,020		0,306	2,83	0,00	0,02	47	49	0,069	242	<13,7	<1,9
08V013	22.10.2008	12:05	2.25	4,6	2,1	7,32	20,9	77,7	0,135	0,314	0,0080	0,073	0,069	0,290	0,323	0,0216	0,021		0,323	2,84	0,01	0,98	64	53	0,057	252	<20,4	<0,9
08V016	3.12.2008	11:00	2.52	1	-0.6	7,21	20,1	68,5	0,137	0,322	0,0083	0,0749	0,070	0,255	0,292	0,0228	0,021		0,330	2,83	0,04	2,38	32	52	0,051	943	75,9	14,5
09V001	17.2.2009	10:35	1.52	0,8	5,2	7,09	20,3	65,3	0,147	0,317	0,008	0,075	0,069	0,243	0,243	0,023	0,021		0,311	2,73	0,01	1,1	41	49	0,105	325	22,8	16,6
09V004	9.7.2009	10:20	2.34	11,9	16,8	7,55	22,5	64,3	0,146	0,294	0,007	0,068	0,064	0,260	0,260	0,020	0,017		0,284	1,89	0,01	1,3	42	47	0,047	302	14,6	24,1
09V007	6.10.2009	11:10	2.19	5,9	5,5	7,36	21,7	139	0,143	0,310	0,007	0,073	0,067	0,271	0,271	0,020	0,018		0,287	1,93	0,00	0,0	51	49	0,066	306	24,9	14,3
09V010	23.11.2009	11:00	2.82	2,7	1	7,31	20,3	62,4	0,144	0,307	0,008	0,077	0,070	0,265	0,265	0,021	0,018		0,283	1,97	0,02	1,8	41	49	0,107	235	<17	>16,1
Meðaltal	2006-2009		4.51	6,42	6,80	7,30	21,0	69,2	0,137	0,296	0,008	0,072	0,067	0,265	0,291	0,021	0,018	14,67	0,277	2,10	0,021	2,42	37	<53	<0,051	265	<28,8	>9,73

Sýna- númer	Dagsetnin	Kl.	Svifaur mg/l	P _{total} µmól/l	PO ₄ -P µmól/l	NO ₃ -N µmól/l	NO ₂ -N µmól/l	NH ₄ -N µmól/l	N _{total} µmól/l	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
08V001	8.4.2008	10:45	6.1	<0.032	<0.2	1.65	0.032	0.997	4.75	0.556	0.208	0.427	0.0426	0.0463	<0.67	0.552	<0.018	0.204	0.415	4.86	4.34	<0.048	14.9	<0.01	0.676	4.16	0.0039
08V004	11.6.2008	10:40	60.8	<0.032	<0.2	<0.2	<0.04	0.390	4.33	0.109	0.147	0.417	0.026	0.044	<1.20	0.431	0.023	<0.085	0.308	4.08	2.35	0.144	14.6	<0.01	0.828	1.83	0.004
08V007	7.7.2008	10:50	5	<0.032	<0.2	0.545	<0.04	1.06	4.20	0.064	0.156	0.407	0.029	0.044	<1.33	0.757	<0.018	<0.085	0.302	4.72	2.57	0.120	10.8	0.065	0.816	0.437	0.004
08V010	9.9.2008	13:00	10.3	<0.032	<0.2	0.629	0.072	1.21	4.75	0.101	0.315	0.361	0.0080	0.0474	<0.67	0.357	<0.018	<0.085	4.60	4.15	4.38	<0.048	21.6	<0.01	0.857	3.74	0.005
08V013	22.10.2008	12:05	77.6	<0.032	<0.2	0.881	<0.04	0.784	4.09	0.159	0.263	0.389	0.0235	0.0484	<0.67	0.392	<0.018	0.1833	4.12	4.33	4.77	<0.048	19.9	<0.01	0.963	5.41	0.004
08V016	3.12.2008	11:00	49.1	<0.032	<0.2	0.503	<0.04	0.489	4.34	0.1116	0.159	0.449	0.0088	0.0506	<0.93	4.92	<0.018	<0.085	0.762	3.19	2.25	0.0989	58.0	<0.01	0.792	3.36	0.0054
09V001	17.2.2009	10:35	5.3	0.040	0.129	1.24		1.31	14.05	0.126	0.689	0.318	0.123	0.047	<0.67	0.553	<0.018	0.351	0.412	7.22	2.08	0.337	36.4	<0.01	0.919	3.09	0.004
09V004	9.7.2009	10:20	5	<0.032	<0.1	0.224		<0.2	3.86	0.086	0.220	0.321	0.016	0.041	<0.67	0.402	0.020	<0.085	0.438	4.25	<0.852	0.073	38.7	<0.01	0.740	3.03	0.004
09V007	6.10.2009	11:10	7.6	<0.032	<0.1	0.387		<0.2	3.68	0.099	0.192	0.327	0.027	0.047	<0.67	0.237	0.044	0.258	0.942	4.61	1.86	0.064	22.9	0.015	0.766	2.32	0.003
09V010	23.11.2009	11:00	15.6	<0.032		0.383		0.723	5.25	0.103	0.281	0.279	0.020	0.043	<0.67	0.314	<0.018	0.139	0.510	4.93	1.34	0.097	21.869	<0.01	0.822	2.11	0.003
Meðaltal	2006-2009		6,57	0,034	0,176	0,673	0,036	0,663	5,95	0,127	0,238	0,357	0,026	0,044	<1,57	0,378	<0,022	<0,137	0,488	4,58	<2,33	<0,092	32,1	<0,015	0,812	2,61	0,004

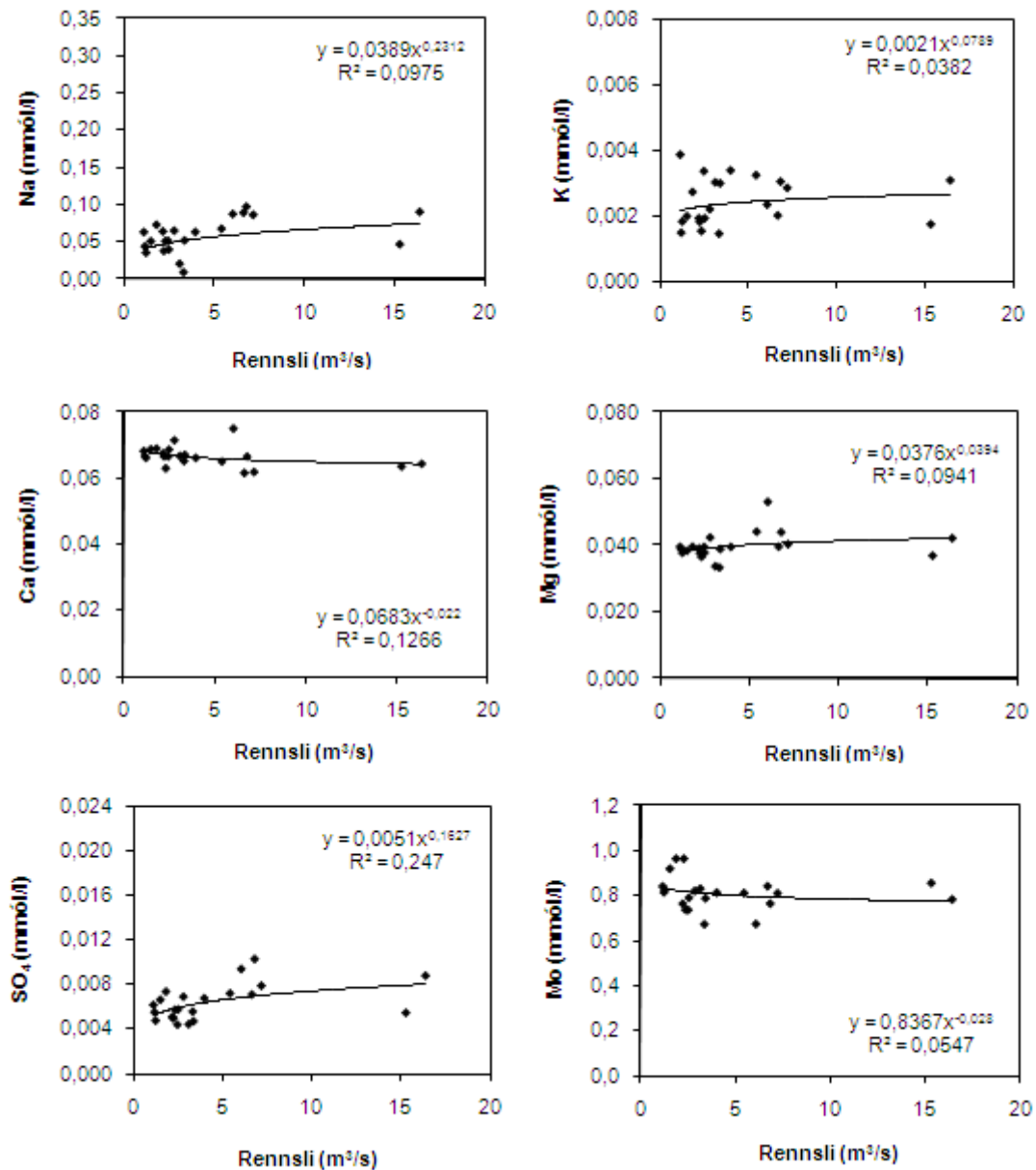
(a) Alkalinity, (b) Ská- og feitletuð gögn ekki tekin með í framburðar – eða meðaltalsreikninga



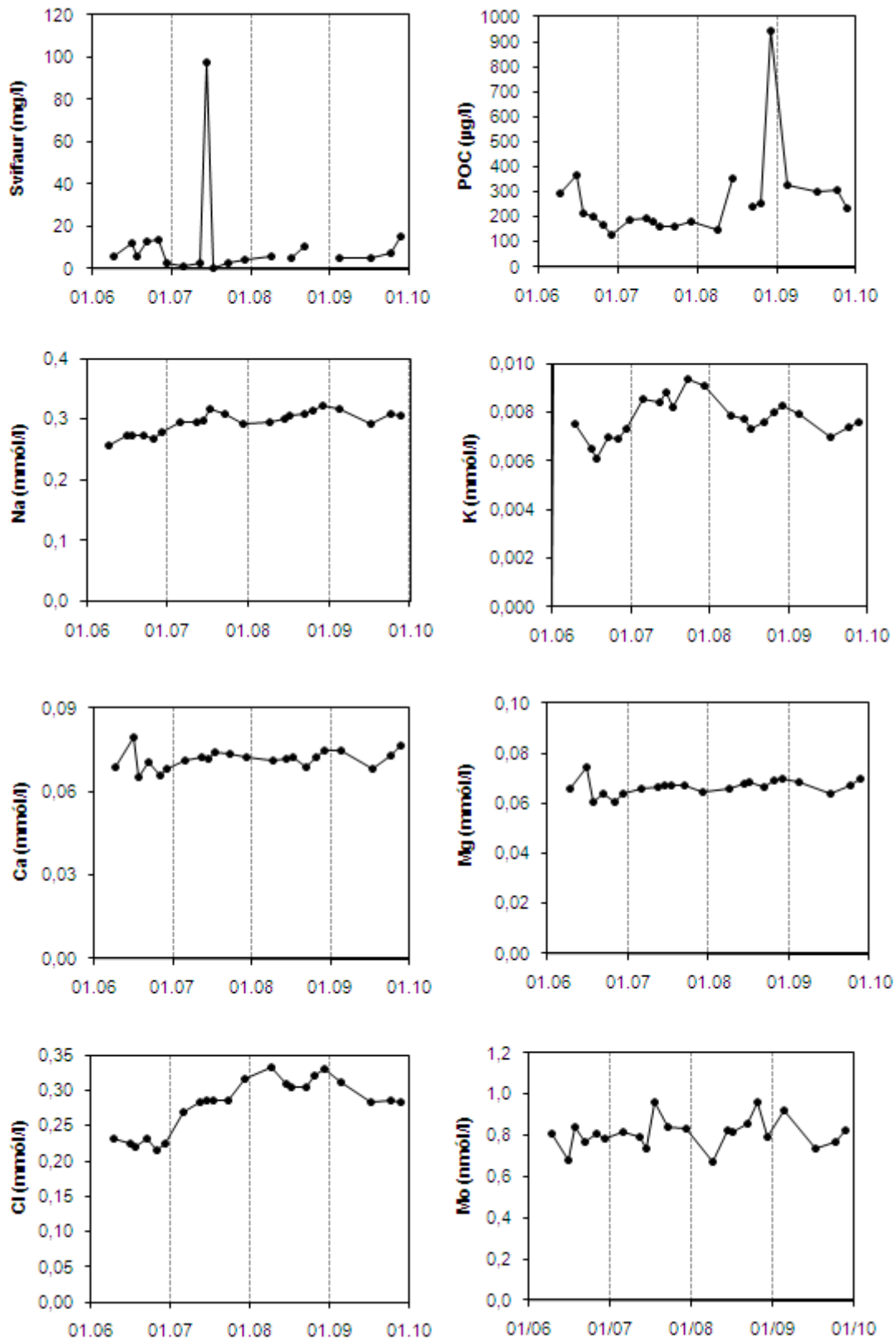
Mynd 3. Vensl augnabliksrennslis við styrk aurburðar og uppleyst aðalefni þegar safnað var úr Andakílsá þegar sýnum var safnað frá 2006-2009



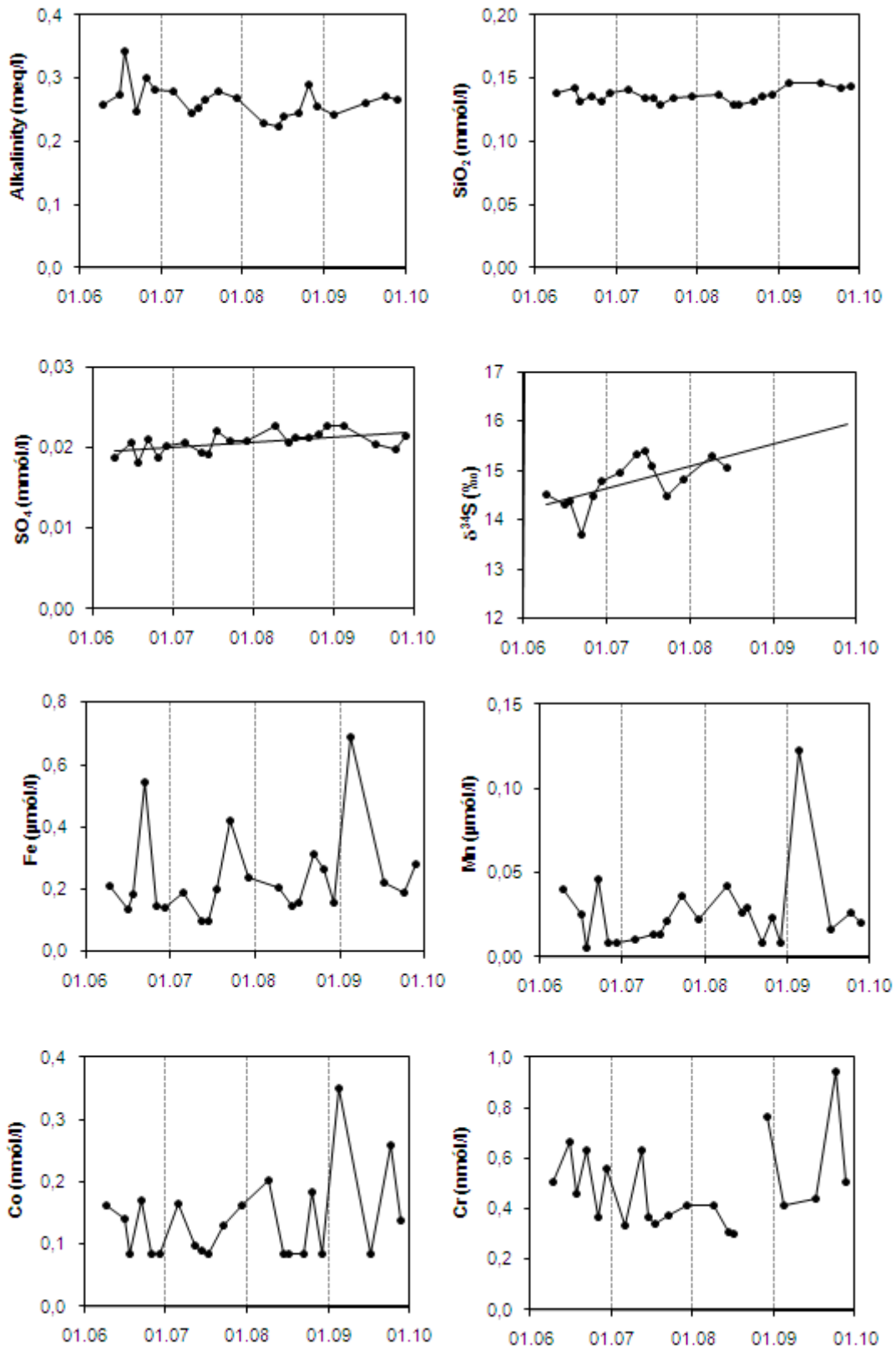
Gögn leiðrétt gagnvart úrkomu (að undanskildu Mo):



Mynd 4. Vensl styrks uppleystra aðalefna, sem rekja uppruna sinn til veðrunar bergs, við augnabliksrennsli þegar safnað var úr Andakílsá þegar sýnum var safnað frá 2006 til 2009

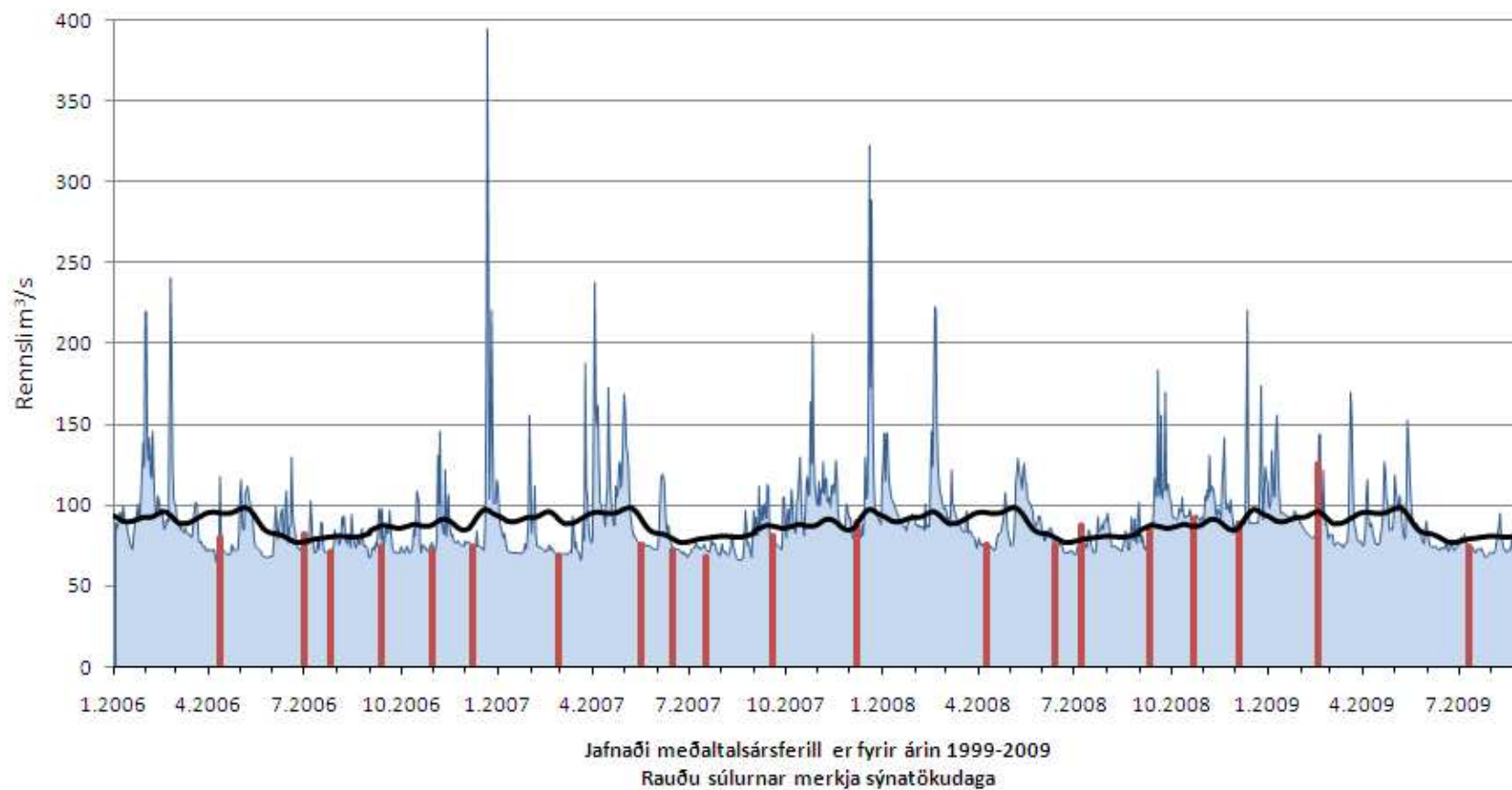


Mynd 5. Tímaraðir fyrir styrk aurburðar og valinna efna í Andakílsá



Mynd 6. Tímaraðir fyrir styrk valinna efna í Andakílsá 2006 – 2009

Hvítá, Kljáfoss V66 janúar 2006 til ágúst 2009

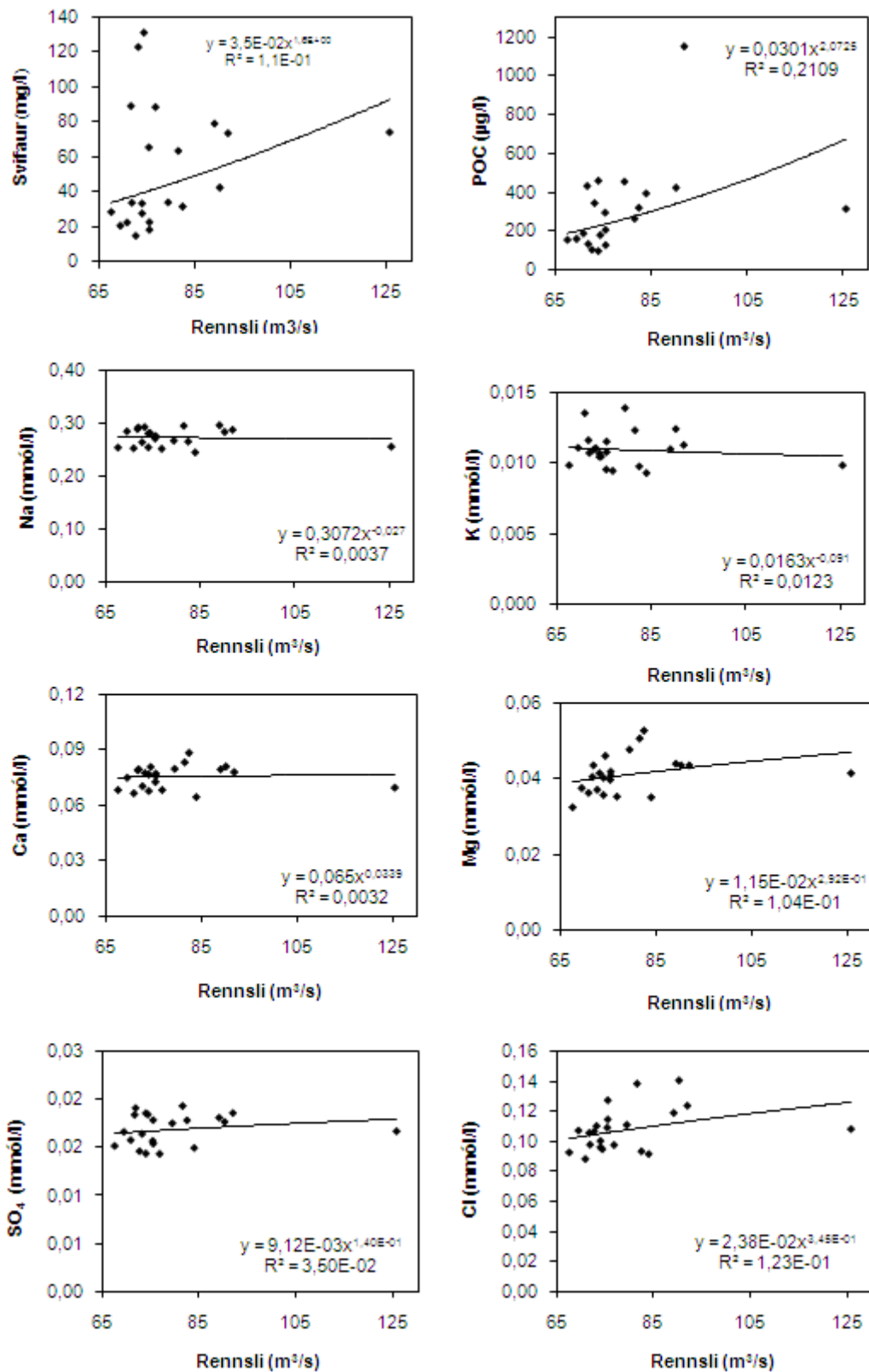


Tafla 5. Efnasamsetning, rennsli og aurburður Hvítár við Kljáfoss þegar safnað var á árunum 2008 til 2009.

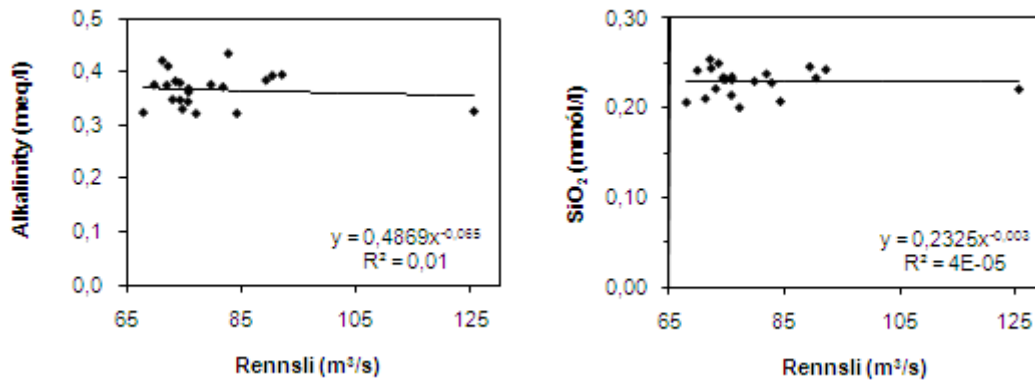
Sýna- númer	Dags.	Kl.	Renns- m ³ /se	Vatns- hiti °C	Loft- hiti	pH	T °C (pH og leiðni)	Leiðni µS/sm	SiO ₂ mmól/l	Na mmól/l	K mmól/l	Ca mmól/l	Mg mmól/l	Alk meq./k (a)	DIC mmól/l	SO ₄ mmól/l ICP-	SO ₄ mmól/l l.chrom	Cl mmól/l l.chrom	F µmól/l l.chrom	Hleðsl jafnvæ	Skekkj %	TDS mg/l mælt	TDS mg/kg reikn	DOC mmól/l	POC µg/kg	PON µg/kg	C/N mól
08V002	8.4.2008	12:00	75.7	2.3	1	7.88	21.7	56.2	0.235	0.274	0.011	0.077	0.042	0.368	0.378	0.018	0.018	0.128	4.60	0.03	2.74	36	54	0.032	205	26.9	8.87
08V005	11.6.2008	11:45	75.6	6.8	13.7	7.99	22	51.9	0.214	0.271	0.010	0.073	0.040	0.344	0.351	0.016	0.017	0.109	4.41	0.01	0.89	66	50	0.037	294	24.9	13.8
08V008	7.7.2008	12:25	77	8.1	2.9	8.08	22	130,6/8	0.199	0.252	0.001	0.069	0.035	0.322	0.327	0.014	0.016	0.098	4.20	0.01	0.45	55	46	<0,008			
08V011	9.9.2008	14:45	84.1	5.8	12.6	7.66	20.6	47.4	0.207	0.245	0.009	0.065	0.035	0.322	0.338	0.015	0.016	0.092	4.10	0.01	0.79	40	47	0.031	392	29.2	15.7
08V014	22.10.2008	14:20	92	4	2.3	7.89	20.6	56.3	0.243	0.288	0.011	0.078	0.044	0.394	0.405	0.019	0.018	0.124	4.46	0.05	4.19	33	56	0.046	1149	<25,3	<2.7
08V017	3.12.2008	12:45	89.2	1.7	0.2	7.72	20.1	57.2	0.246	0.296	0.011	0.079	0.044	0.384	0.401	0.018	0.018	0.119	4.49	0.01	1.01	33	56	0.026			
09V002	17.2.2009	11:50	125.5	2.4	6.5	7.57	19.9	48,6	0.220	0.256	0.010	0.070	0.042	0.326	0.325	0.017	0.016	0.109	4.07	0.02	2.0	38	48	0.147	313	27.0	13.5
09V005	9.7.2009	11:30	74.2	6.6	16.2	8.24	22.5	49,1	0.234	0.254	0.011	0.068	0.036	0.347	0.342	0.014	0.013	0.096	3.77	0.00	0.1	37	49	0.013	458	22,3	23.9
09V008	6.10.2009	12:00	73.4	2.3		8.05	21.7	74,3/1.	0.250	0.293	0.011	0.078	0.042	0.382	0.379	0.016	0.015	0.111	4.06	0.02	1.6	55	54	0.056	343	28.1	14.2
09V011	23.11.2009	12:00	71.9	2.1	1.3	7.96	20.1	51.6	0.255	0.289	0.012	0.079	0.041	0.374	0.372	0.018	0.015	0.106	4.03	0.03	2.5	38	54	0.040	431	<13.5	>37.2
Meðaltal 2006 - 2009			79.6	4,13	7.14	7,83	21.2	55,5	0.230	0,273	0.011	0,076	0.041	0,367	0,377	0,017	0,015	0,108	3.69	0,0131	1.88	43	<56	<0,03	309	<26,4	>12.3

Sýna- númer	Dags.	Kl.	Svifaur mg/l	P µmól/l	PO ₄ -P µmól/l	NO ₃ -N µmól/l	NO ₂ -N µmól/l	NH ₄ -N µmól/l	N _{total} µmól/l	Al µmól/l	Fe µmól/l	B µmól/l	Mn µmól/l	Sr µmól/l	As nmól/l	Ba nmól/l	Cd nmól/l (b)	Co nmól/l	Cr nmól/l	Cu nmól/l	Ni nmól/l	Pb nmól/l (b)	Zn nmól/l	Hg nmól/l	Mo nmól/l	Ti nmól/l	V µmól/l
08V002	8.4.2008	12:00	22.3	0.814	0.555	2.85	0.034	0.686	5.68	1.69	0.371	0.451	0.0235	0.0405	0.8596	0.423	<0.018	0.134	24.0	4.12	4.05	<0.048	3.41	<0.01	2.41	5.87	0.61
08V005	11.6.2008	11:45	65,1	0.743	0,538	1.76	0,0785	0.653	4,28	2.67	0,519	0.379	0,021	0.035	1,077	0.692	0.020	0.244	26,9	6.50	2,25	0.075	7,08	<0.01	2,28	38.6	0.53
08V008	7.7.2008	12:25	88,2	0.678	0,519	1.47	0,0816	1.51	4,33	4.78	0,924	0.329	0,025	0.033	0,805	0.837	<0,018	0.495	26,7	12.4	2,81	0.056	3,75	0.179	2,08	84.0	0.53
08V011	9.9.2008	14:45	363,4	0.601	0,388	2.14	0,1032	3.00	4,60	2.45	0,478	0.336	0,0168	0.0338	<0.67	0.472	<0,018	0.372	30,2	7.79	4,63	<0.048	17,3	<0.01	2,37	41.8	0.50
08V014	22.10.2008	14:20	73,2	0.781	0,508	2.94	0,0600	0.571	4,87	2.10	0,432	0.300	0,0258	0.0430	0.8008	0.401	<0,018	0.261	31,9	4.50	4,86	<0.048	15,2	<0.01	2,53	21.5	0.50
08V017	3.12.2008	12:45	78.7	0.794	0,551	3.48	<0.04	0.505	5,50	1.89	0,328	0.392	0,0308	0.0468	1.2667	0.487	<0,018	0.253	27,5	3.46	2,39	0.080	7,31	<0.01	2,21	12.6	0.50
09V002	17.2.2009	11:50	73,8	0.591	0,475	2.73		1.02	4,70	1.679	0,664	0.267	0,044	0.041	0.869	0.519	<0,018	0.270	18,8	6.06	1,70	0.096	7,111	<0.01	1,74	28.0	0.31
09V005	9.7.2009	11:30	33	0.655	0,462	1.66		<0.2	2,18	5.596	1,130	0.290	0,028	0.034	0.718	0.750	0.041	0.490	29,0	10.7	1,51	0.076	7,2	<0.01	1,91	91.7	0.50
09V008	6.10.2009	12:00	122,6	0.665	0,485	2.38		<0.2	3,01	2.268	0,414	0.294	0,028	0.042	<0.67	0.419	0.034	0.316	26,3	3.48	1,89	0.083	53,4	<0.01	2,12	20.7	0.50
09V011	23.11.2009	12:00	88,8	0.717		3.15		1.704	5,78	2.06	0,274	0.318	0,018	0.035	0.896	0.429	<0,018	0.158	24,4	4.42	1,19	0.083	12,907	<0.01	2,20	8.94	0.60
Meðaltal 2006 - 2009			53	<0,64	0,607	2,54	<0,048	<0,801	5,93	2,59	0,474	0,329	0,025	0,039	<1,21	0,498	<0,021	<0,248	25,0	5,81	2,32	<0,069	13,6	<0,01	2,30	27,0	0.50

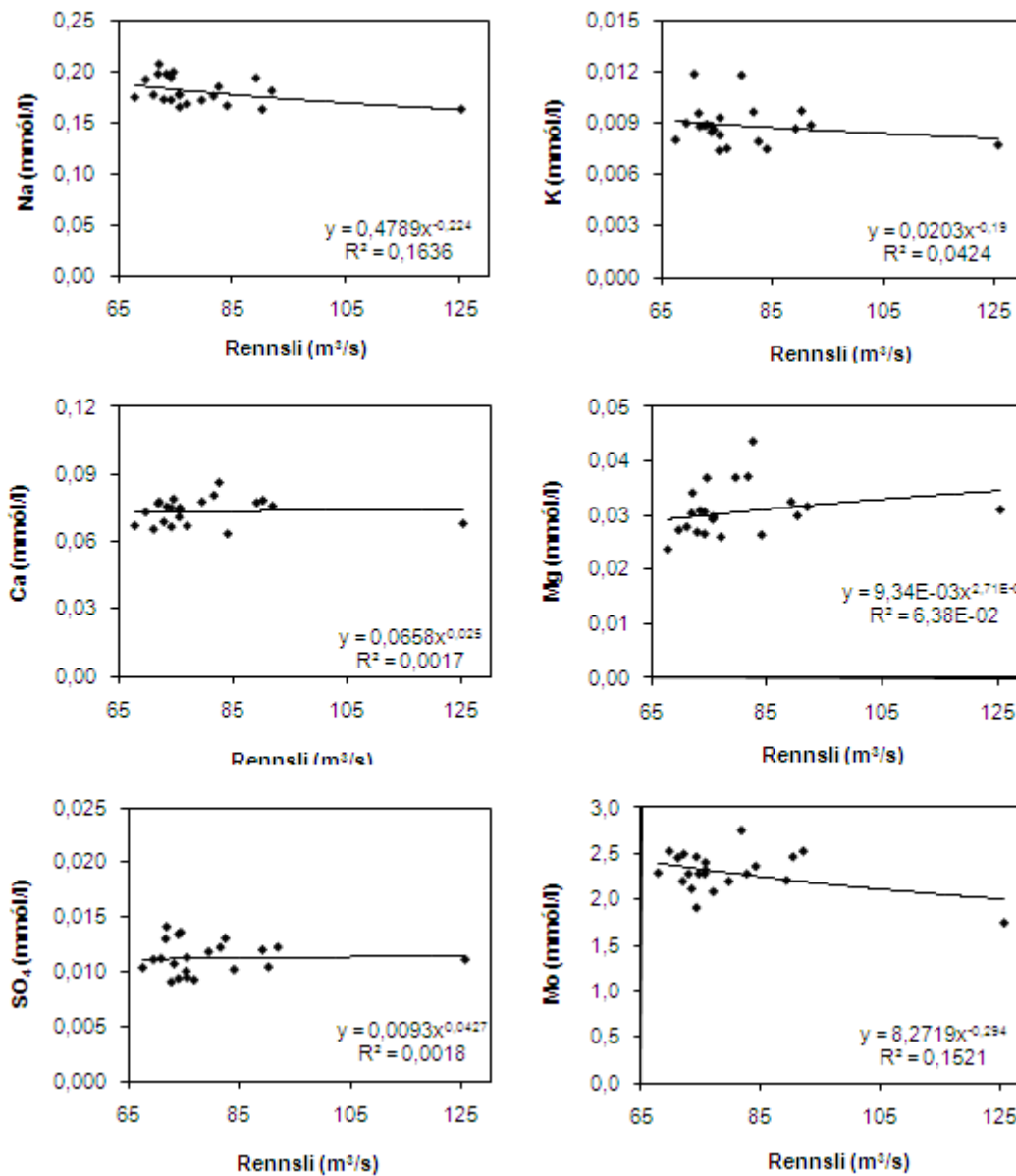
(a) Alkalinity, (b) Ská- og feitleuð gögn ekki tekin með í framburðar – eða meðaltalsreikninga



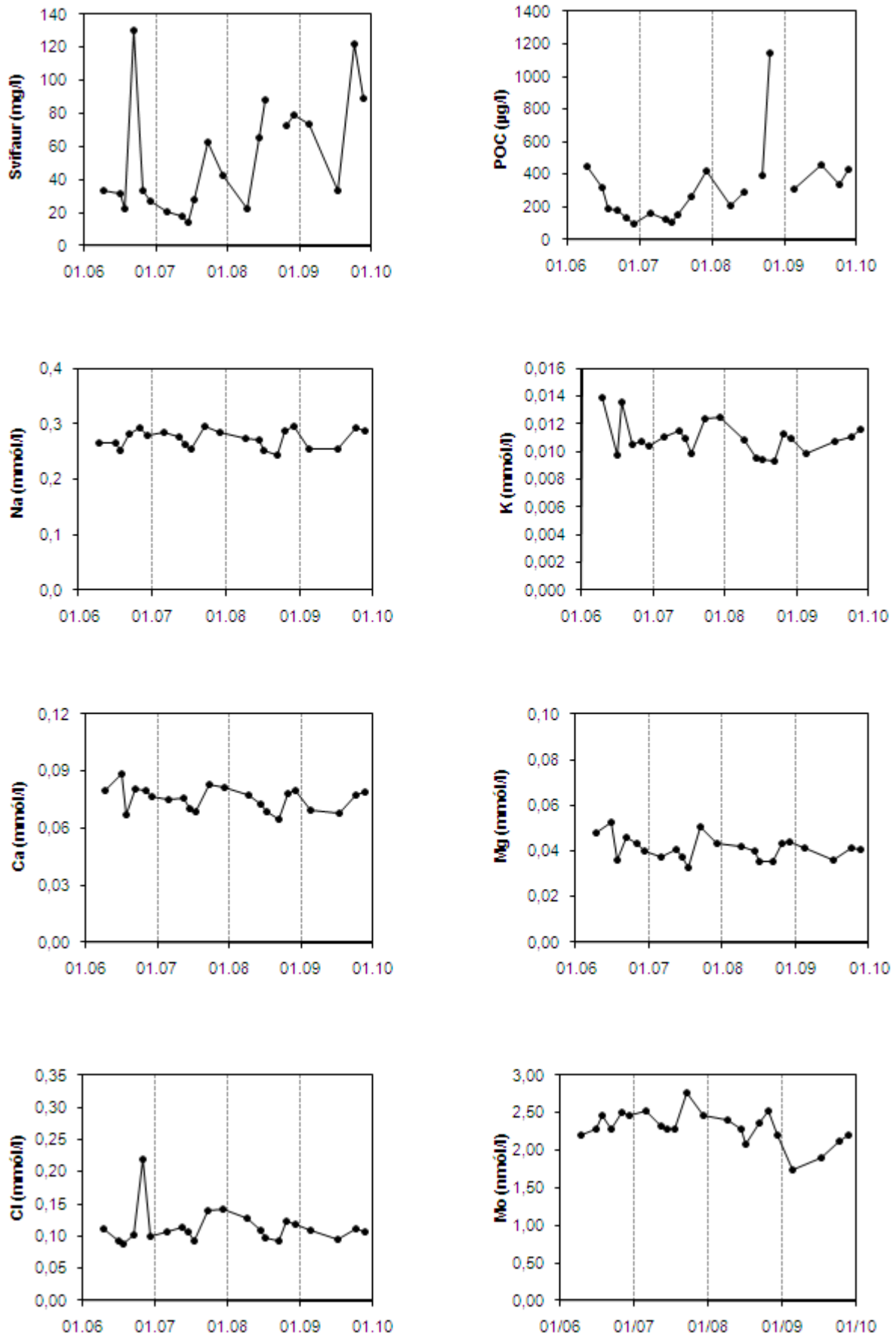
Mynd 8. Vensl augnabliksrennslis við styrk aurburðar og uppleyst aðalefni þegar sýnum var safnað úr Hvítá við Kljáfoss þegar safnað var frá 2006 til 2009.



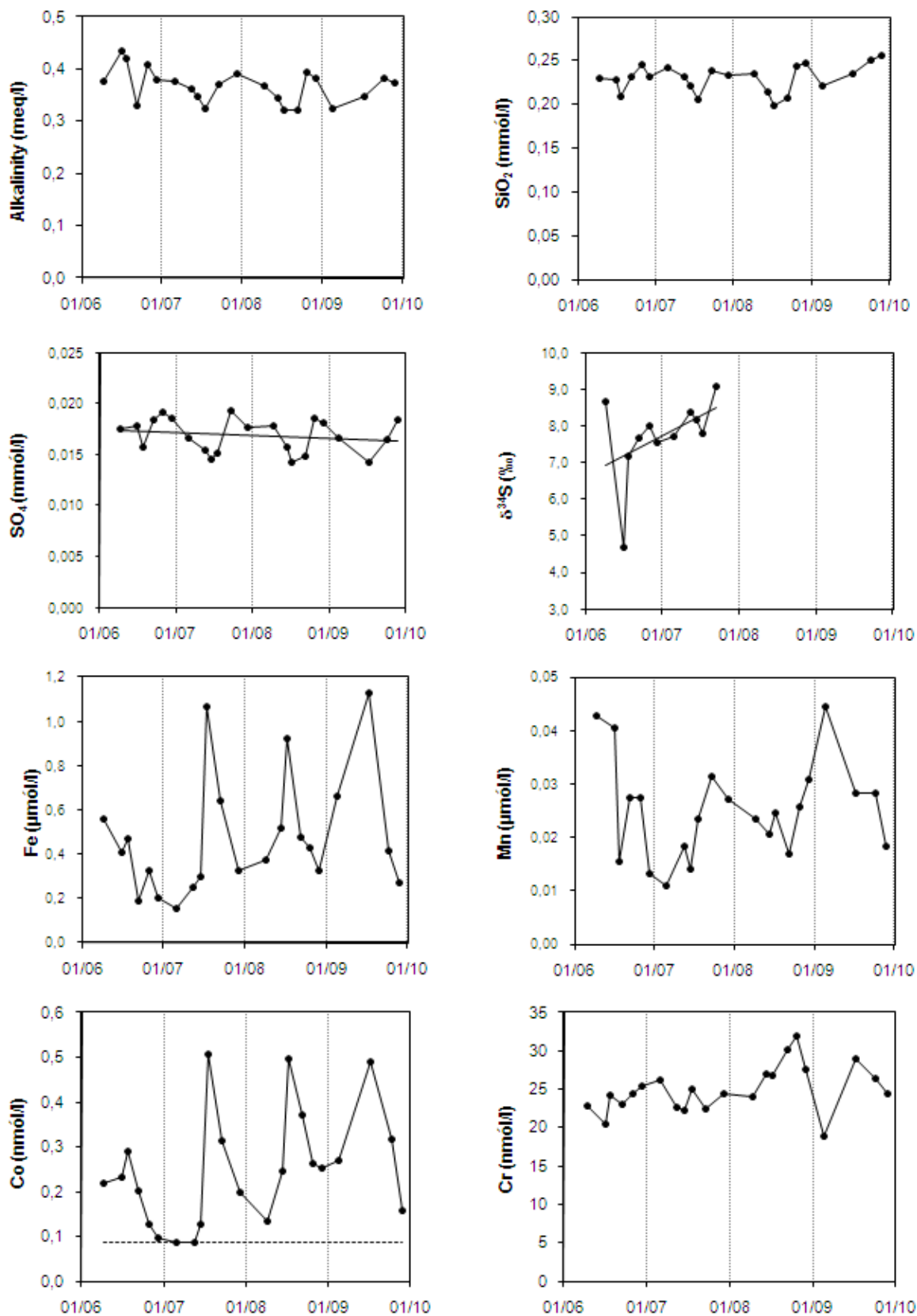
Gögn leiðrétt gagnvart úrkomu (að Mo undanskildu):



Mynd 9. Vensl styrks uppleystra aðalefna, sem rekja uppruna sinn til veðrunar bergs, við augnabliksrennsli þegar sýnum var safnað úr Hvítá við Kljáfoss frá 2006 til 2009.

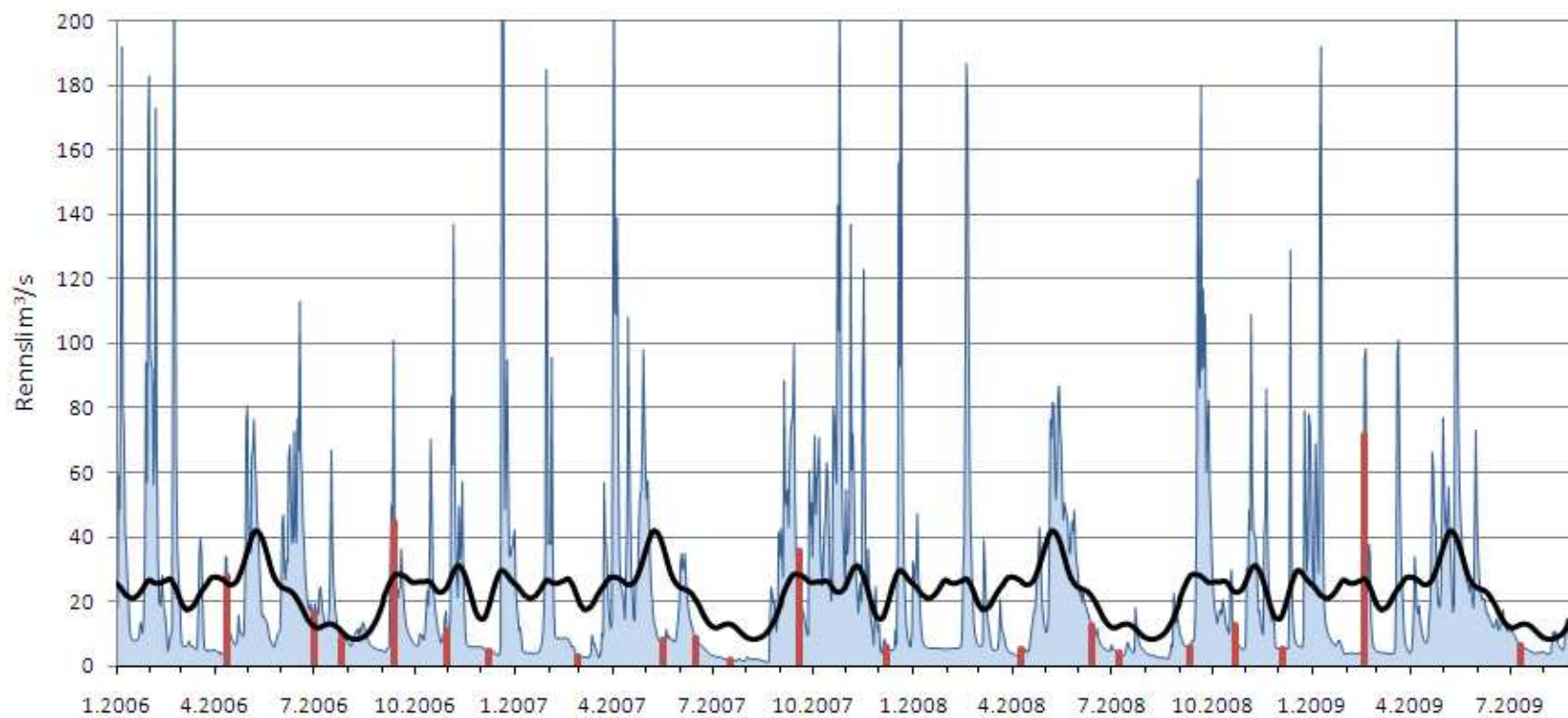


Mynd 10. Tímaraðir fyrir styrk aurburðar og valinna efna í Hvítá við Kljáfoss 2006 – 2009



Mynd 11. Tímaraðir fyrir styrk valinna efna í Hvítá við Kljáfoss, 2006 - 2009

Norðurá, Stekkur V128 janúar 2006 til ágúst 2009



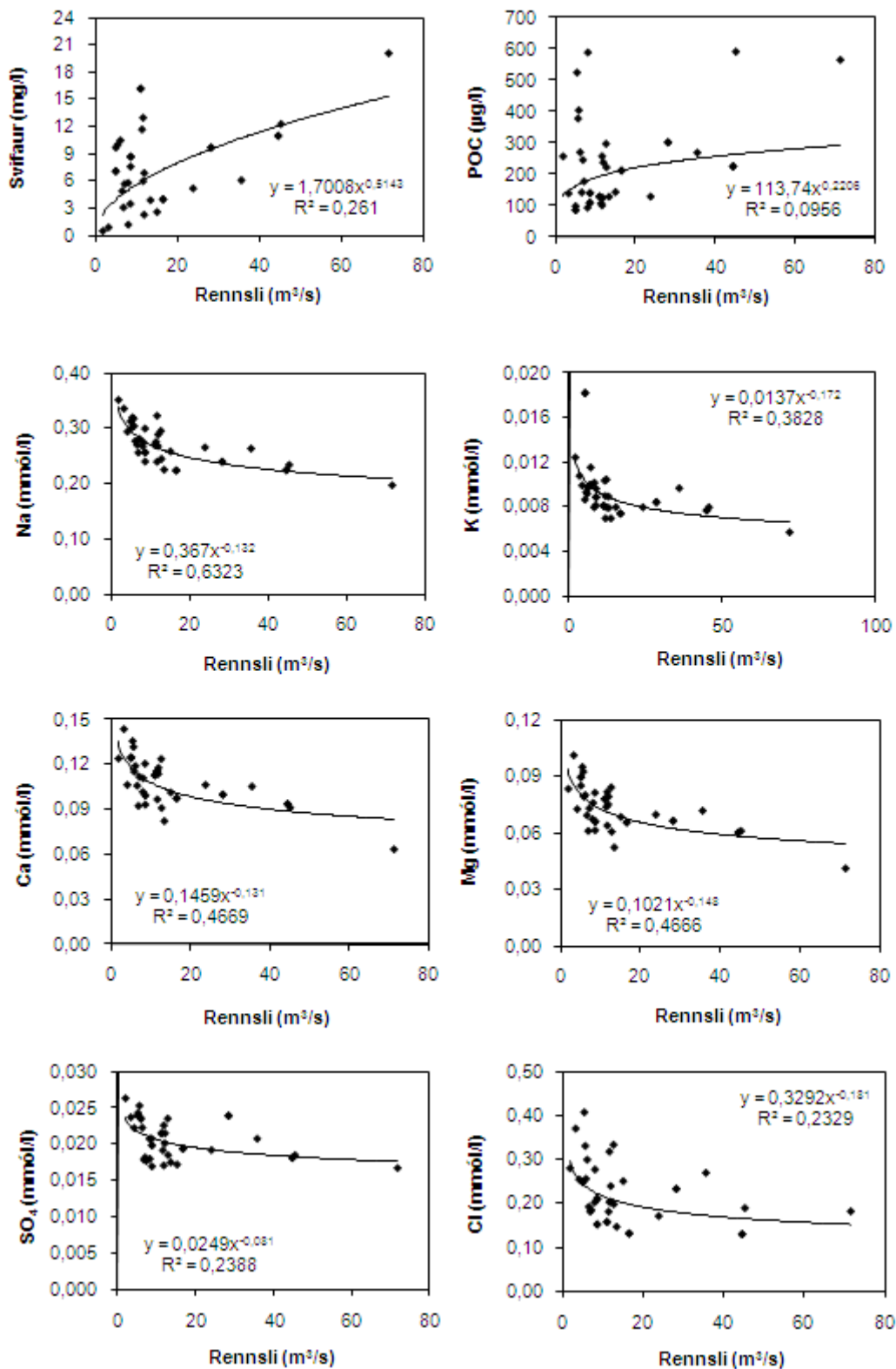
Jafnaði meðaltalsársferill er fyrir árin 1999-2009
Rauðu súlurnar merkja sýnatökudaga

Tafla 6. Efnasamsetning, rennsli og aurburður Norðurár við Stekk þegar sýnum var safnað á árunum 2008 og 2009.

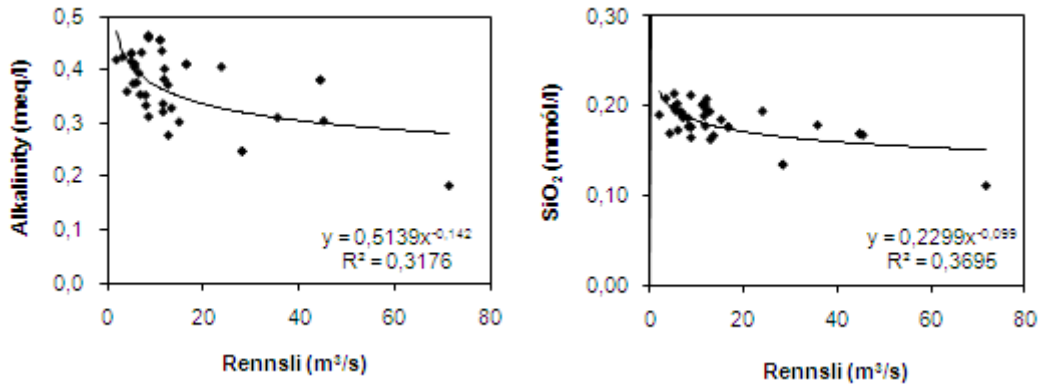
Sýna- númer	Dagsetning	Kl.	Rennsli m ³ /sek	Vatns- hiti °C	Loft- hiti °C	pH	T °C (pH og leiðni)	Leiðni µS/sm	SiO ₂ mM	Na mM	K mM	Ca mM	Mg mM	Alk meq./kg (a)	DIC mM	SO ₄ mM ICP-	SO ₄ mM I.C.	δ ³⁴ S ‰	Cl mM I.C.	F mM I.C.	Hleðslu- jafnvægi	Skekkja %	TDS mg/l mælt	TDS mg/kg reikn.	DOC mM	POC µg/kg	PON µg/kg	C/N mól
08V003	8.4.2008	13:35	5.33	3.2	2.2	7.62	21.6	86.2	0.195	0.319	0.0094	0.1357	0.0946	0.373	0.394	0.0254	0.024		0.407	2.62	0.01	1.12	49	68	0.049	523	67.9	8.99
08V006	11.6.2008	13:25	12.7	11	15.8	7.51	21.9	55.4	0.163	0.244	0.0080	0.091	0.060	0.276	0.296	0.0184	0.017		0.199	2.57	0.02	1.72	43	47	0.050	222	24.7	10.5
08V009	7.7.2008	13:45	4.02	16,9	16.9	7,7	22	74,1/16,9	0.170	0.293	0.0100	0.106	0.072	0.358	0.375	0,0222	0.022		0.255	2.90	0.02	1,88	40	57	0.029			
08V012	9.9.2008	16:10	5.73	9,5	11,8	7,52	20,6	76,4	0.173	0.303	0.0098	0.115	0.079	0.409	0.439	0,0235	0.022		0.256	2,83	0.01	0,78	54	62	0.065	403	26,4	17,8
08V015	22.10.2008	15:15	12.6	2,9	0,6	7,6	20,8	77,3	0.194	0.294	0.0090	0.124	0.084	0.370	0.392	0,0235	0.023		0.334	2,66	0.02	1,58	44	63	0.059	297	20,9	16,5
08V018	3.12.2008	15:10	5.6	0	0,5	7,47	20,1	82,7	0.203	0.317	0.0092	0.132	0.092	0.403	0.436	0,0237	0.022		0.331	2,66	0.01	0,98	54	68	0.048	377	<15,2	<2,5
09V003	17.2.2009	14:10	71.6	0,6	6,5	7,1	19	43,6	0.112	0.196	0.006	0.063	0.041	0.182	0.182	0.017	0.015		0.183	2,23	0.01	1,6	58	34	0.124	564	50,4	13,1
09V006	9.7.2009	13:00	6.8	14,6	14,9	8,09	22,3	63,4	0.187	0.255	0.012	0.092	0.061	0.353	0.350	0.018	0.016		0.182	1,88	0.00	0,4	40	52	0.036	245	<9,8	29,1
09V009	6.10.2009	13:40	11.9	1,3		7,6	21,7	78,2/1,5	0.208	0.288	0.010	0.118	0.079	0.400	0.399	0.021	0.019		0.240	1,69	0.01	0,9	58	60	0.101	237	<12,9	>21,4
09V012	23.11.2009	13:30	4.97	0,5	1,3	7,59	19,4	72,4	0.214	0.299	0.009	0.124	0.085	0.414	0.413	0.024	0.020		0.248	1,83	0.02	1,5	60	63	0.047	98	<8,2	>14
Meðaltal 2004 - 2009			14.5	5,61	7,05	7,50	21,2	69,6	0.184	0.273	0.009	0.108	0.073	0.368	0.387	0.021	0.019	12,72	0.231	1,82	0.0104	1,40	48	<57	<0.044	236	<26	>11

Sýna- númer	Dagsetning	Kl.	Svifaur mg/l	P µmol/l	PO ₄ -P µmol/l	NO ₃ -N µmol/l	NO ₂ -N µmol/l	NH ₄ -N µmol/l	N _{total} µmol/l	Al µmol/l	Fe µmol/l	B µmol/l	Mn µmol/l	Sr µmol/l	As nmol/l	Ba nmol/l	Cd nmol/l	Co nmol/l	Cr nmol/l	Cu nmol/l	Ni nmol/l	Pb nmol/l	Zn nmol/l	Hg nmol/l	Mo nmol/l	Ti nmol/l	V µmol/l
08V003	8.4.2008	13:35	189	0.037	<0.2	0.84	0.030	0.620	4.64	0.093	0.947	0.797	0.1059	0.0906	<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	58.2	0.046	<0.2	0.923	<0.04	0.554	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	42.6	0.050	0.259	<0.2	0.0497	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	28.8	<0.032	<0.2	<0.2	0.0415	1.13	5.14	0.116	0.355	0.742	0.0074	0.0851	<0.67	0.903	<0.018	0.1968	4.94	5.18	4.51	<0.048	15.9	<0.01	3.53	2.86	0.020
08V015	22.10.2008	15:15	58.2	0.043	<0.2	1.09	<0.04	0.669	4.00	0.103	0.460	0.584	0.0686	0.0895	<0.67	0.837	<0.018	0.3309	5.52	4.60	4.91	<0.048	16.7	<0.01	2.08	1.86	0.013
08V018	3.12.2008	15:10	189	0.058	<0.2	3.40	<0.04	0.440	4.85	0.0834	0.496	0.705	0.1338	0.0994	<0.80	1.03	<0.018	0.5905	0.865	4.19	2.28	0.0980	31.4	<0.01	2.27	1.86	0.0139
09V003	17.2.2009	14:10	20.1	0.089	0.229	2.03		1.91	4.94	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	3.1	0.048	<0.1	0.146		<0.2	1.83	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	6.9	0.039	<0.1	1.09		<0.2	2.35	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	9.7	0.063		1.01		0.877	5.36	0.162	1.28	0.554	0.029	0.082	0.695	0.786	<0.018	0.173	0.677	4.99	1.15	0.083	4.603	<0.01	2.62	5.22	0.015
Meðaltal 2004 - 2009			7,25	<0,049	<0,194	<1,15	<0,051	<0,816	5,43	0,184	0,589	0,540	0,059	0,075	<2,91	0,837	<0,021	<0,256	0,608	5,87	<2,13	<0,075	13,8	<0,012	2,13	4,29	0,015

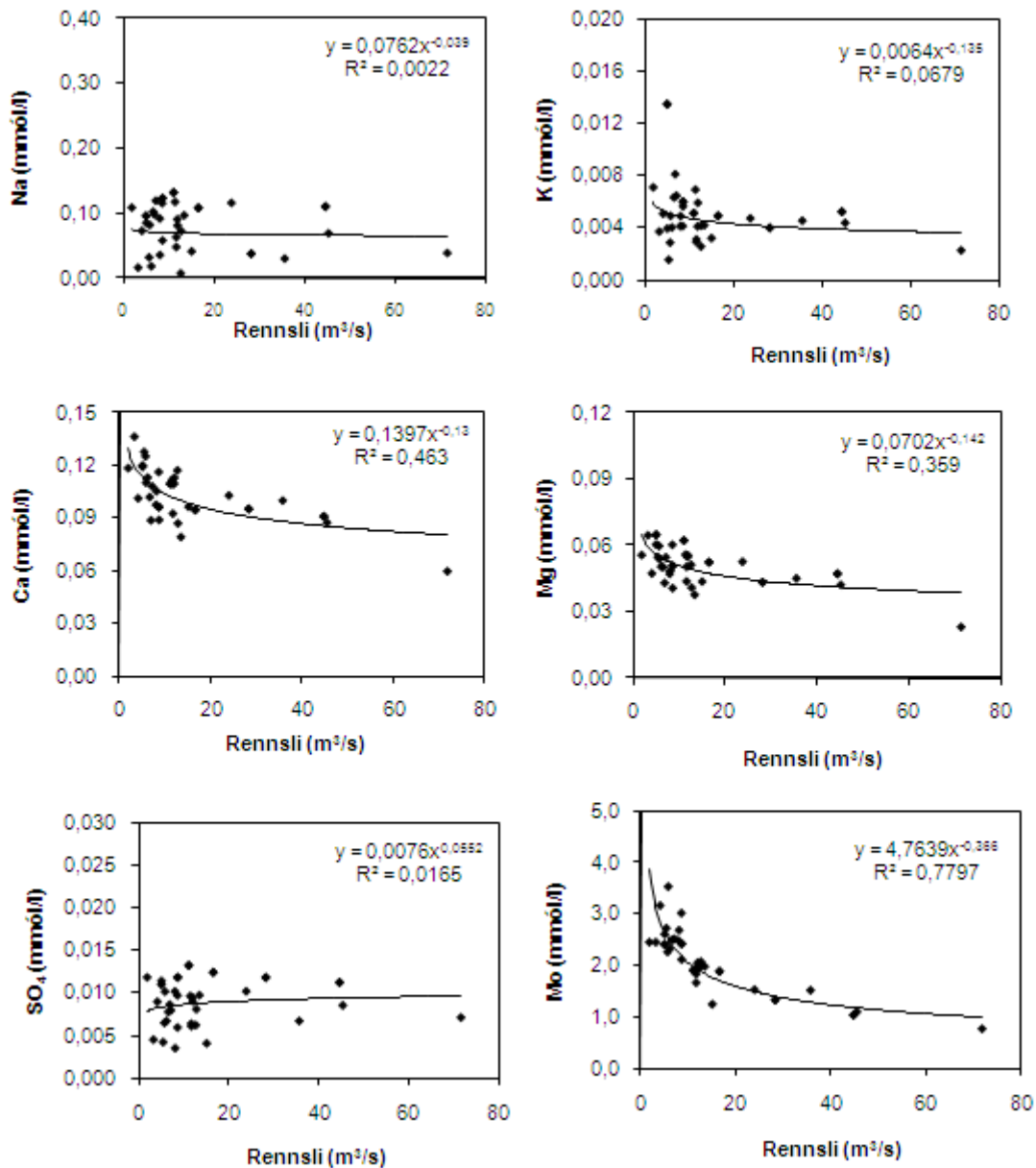
(a) Alkalinity



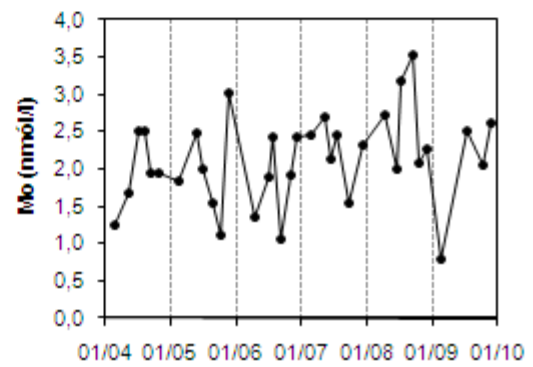
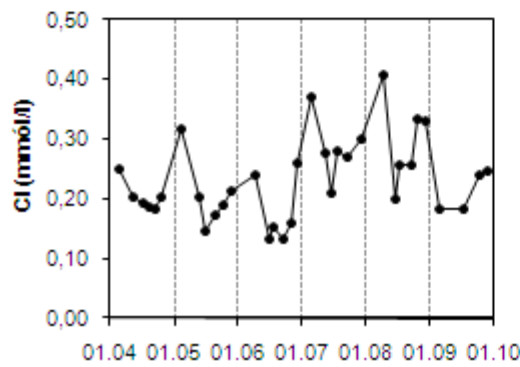
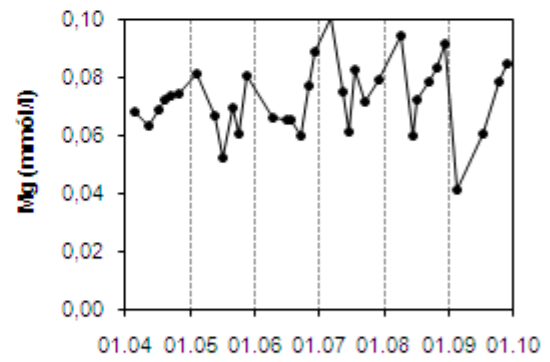
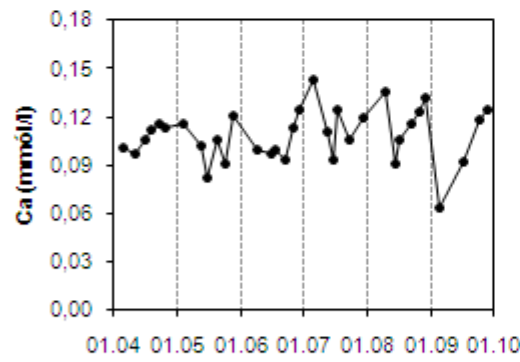
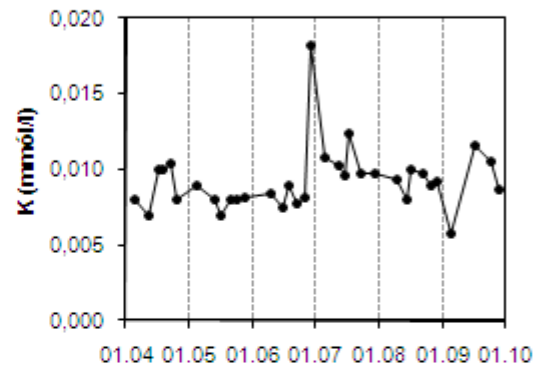
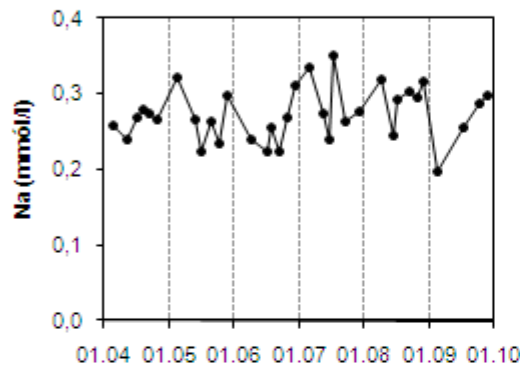
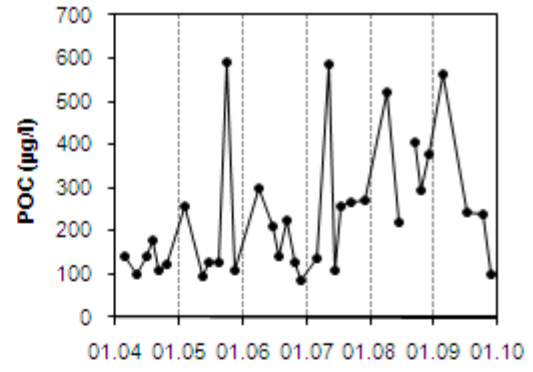
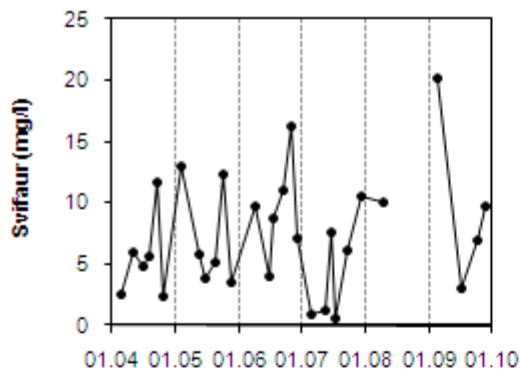
Mynd 13. Vensl augnabliksrennslið við styrk aurburðar og uppleyst aðalefni þegar safnað var úr Norðurá við Stekk þegar sýnum var safnað á árunum 2004 til 2009.



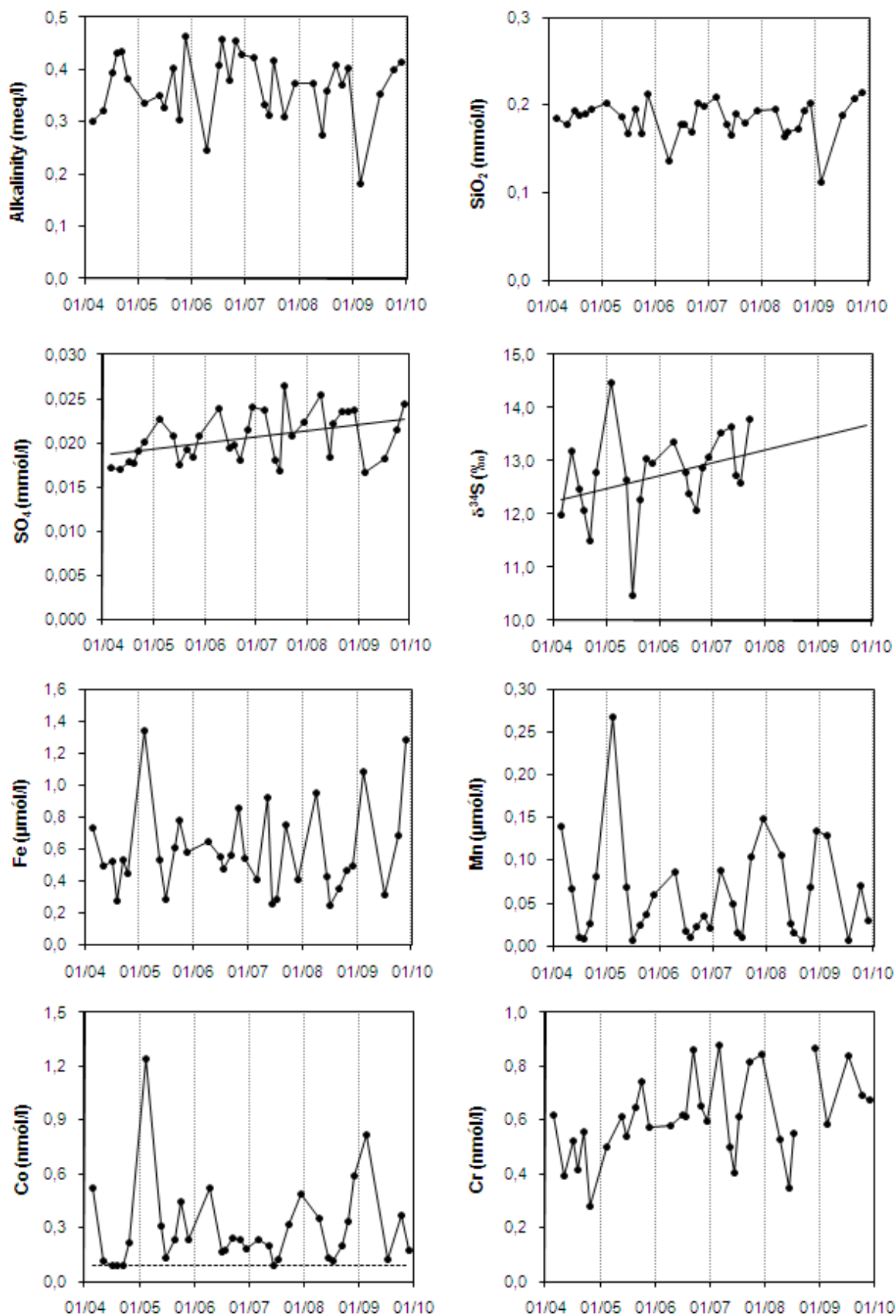
Gögn leiðrétt gagnvart úrkomu (að undanskildu Mo):



Mynd 14. Vensl styrks uppleystra aðalefna, sem rekja uppruna sinn til veðrunar bergs, við augnabliksrennsli þegar safnað var úr Norðurá við Stekk þegar sýnum var safnað á árunum 2004 til 2009.



Mynd 15. Tímaraðir fyrir styrk aurburðar og valinna efna í Norðurá við Stekk 2004 – 2009.



Mynd 16. Tímaraðir fyrir styrk valinna efna í Norðurá við Stekk 2004 – 2009

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

Measured element	Detection limit µmol/l	Error proportional error	Std. dev.
Conductivity		± 1.0	
T °C		± 0.1	
pH		± 0.05	
SiO ₂ ICP-AES (RH)	1.66	2%	1.8
SiO ₂ ICP-AES (SGAB)	1.00	4%	
Na ICP-AES (RH)	0.435	3.3%	2.8
Na ICP-AES (SGAB)	4.35	4%	
K Ion Chromatograph (RH)	1.28	3%	
K ICP-AES (RH)	12.8		
K ICP-AES (SGAB)	10.2	4%	
K AA	1.10	4%	
Ca ICP-AES (RH)	0.025	2.6%	1.6
Ca ICP-AES (SGAB)	2.50	4%	
Mg ICP-AES (RH)	0.206	1.6%	1.6
Mg ICP-AES (SGAB)	3.70	4%	
Alk.		3%	
CO ₂		3%	
SO ₄ ICP-AES (RH)	10.4	10%	8.2
SO ₄ HPLC	0.520	5%	
SO ₄ ICP-AES (SGAB)	1.67	15%	
Cl	28.2	5%	
F	1.05	1.05-1.58 µmol/l ±10%	
		>1.58 µmol/l ±3%	
P ICP-MS (SGAB)	0.032	3%	
P-PO ₄	0.065	0.065-0.484 µmol/l ±1 µmol/l	
		>0.484 µmol/l ±5%	
N-NO ₂	0.040	0.040-0.214 µmol/l ±0.014 µmol/l	
		>0.214 µmol/l ±5%	
N-NO ₃	0.143	0.142-0.714 µmol/l ±0.071 µmol/l	
		>0.714 µmol/l ±10%	
N-NH ₄	0.200	10%	
Al ICP-AES (RH)	0.371	3.8%	3.2
B ICP-AES (SGAB)	0.925		
B ICP-MS (SGAB)	0.037		
Sr ICP-AES (RH)	0.023	15%	
Sr ICP-MS (SGAB)	0.023	4%	
Ti ICP-MS (SGAB)	0.002	4%	
Fe ICP-AES (RH)	0.358	12%	15
Fe ICP-AES (SAGB)	0.143	10%	
Mn ICP-AES (RH)	0.109	26%	24
	nmol/l		
Mn ICP-MS (SGAB)	0.546	8%	
Al ICP-MS (SGAB)	7.412	12%	
As ICP-MS (SGAB)	a.m.k 0.667 (a)	9%	
Cr ICP-MS (SGAB)	0.192	9%	
Ba ICP-MS (SGAB)	0.073	6%	
Fe ICP-MS (SAGB)	7.162	4%	
Co ICP-MS (SGAB)	0.058	8%	
Ni ICP-MS (SGAB)	0.852	8%	
Cu ICP-MS (SGAB)	1.574	8%	
Zn ICP-MS (SGAB)	3.059	12%	
Mo ICP-MS (SGAB)	0.521	12%	
Cd ICP-MS (SGAB)	0.018	9%	
Hg ICP-AF (SGAB)	0.010	4%	
Pb ICP-MS (SGAB)	0.048	8%	
V ICP-MS (SGAB)	0.098	5%	
Th ICP-MS (SGAB)	0.039		
U ICP-MS (SGAB)	0.002	12%	
Sn ICP-MS (SGAB)	0.421	10%	
Sb ICP-MS (SGAB)	0.082	15%	