

**Efnasamsetning, rennsli og aurburður
straumvatna á Suðurlandi VII.
Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og
Orkustofnunar.**

Sigurður Reynir Gíslason¹, Árni Snorrason², Bergur Sigfússon¹,
Eydís Salome Eiríksdóttir¹, Sverrir Óskar Elefsen², Jórunn Harðardóttir²,
Ásgeir Gunnarsson², Einar Örn Hreinsson², Peter Torssander³,

RH-06-2004

¹Raunvísindastofnun Háskólans, Dunhaga 3, 107 Reykjavík.

²Orkustofnun, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík.

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



Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi VII. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar.

Sigurður Reynir Gíslason¹, Árni Snorrason², Bergur Sigfússon¹,
Eydís Salome Eiríksdóttir¹, Sverrir Óskar Elefsen², Jórunn Harðardóttir²,
Ásgeir Gunnarsson², Einar Örn Hreinsson², Peter Torssander³,

RH-06-2004

¹Raunvísindastofnun Háskólans, Dunhaga 3, 107 Reykjavík.

²Orkustofnun, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík.

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



Efnisyfirlit

INNGANGUR.....	5
Tilgangur.....	5
Fyrri efna-, rennslis- og aurburðarrannsóknir á íslenskum straumvötnum	5
AÐFERÐIR	7
Rennsli	7
Sýnataka.....	8
Meðhöndlun sýna.....	8
Efnagreiningar og meðhöndlun sýna á rannsóknastofu að lokinni söfnun	8
Uppleyst efni.....	8
Aurburður	9
Reikningar á efnaframburði.....	9
NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA.....	9
Sýnataka og efnamælingar	10
Hleðslujafnvægi og hlutfallsleg skekkja í mælingum	11
Meðaltal einstakra straumvatna	11
Framburður straumvatna á Suðurlandi	11
Styrkbreytingar með rennsli	12
Breytingar með tíma.....	12
Samamburður við meðalefnasamsetningu ómengaðs árvatns á jörðinni.....	13
ÞAKKARORÐ.....	13
HEIMILDIR.....	14
TÖFLUR OG MYNDIR	18
1. mynd. Staðsetning sýnatökustaða	6
Tafla 1. Meðalefnasamsetning straumvatna á Suðurlandi	18
Tafla 2. Framburður straumvatna á Suðurlandi	19
Tafla 3a. Niðurstöður mælinga 2002-2003 í tímaröð	20
Tafla 3b. Niðurstöður mælinga 2002-2003 í tímaröð.....	21
2. mynd. Rennsli Sogsins við Þrastarlund og rennsli þegar sýni voru tekin úr ánni 1998 til 2000	22
Tafla 4. Efnasamsetning, rennsli og aurburður Sogsins við Þrastarlund 2002-2003	23
3. mynd. Vensl styrks aurburðar, uppleystra aðalefna og augnabliksrennslis þegar safnað var úr Soginu við Þrastarlund	24
4. mynd. Vensl styrks uppleystra aðalefna sem rekja uppruna sinn til veðrunar bergs og augnabliksrennslis þegar safnað var úr Soginu við Þrastarlund	25
5. mynd. Tímaraðir fyrir styrk valinna efna í Soginu við Þrastarlund 1998-2003	26
6. mynd. Tímaraðir fyrir styrk valinna efna í Soginu við Þrastarlund 1998-2003	27
7. mynd. Rennsli Ölfusár við Selfoss og rennsli þegar sýni voru tekin úr ánni 1998 til 2000	28
Tafla 5. Efnasamsetning, rennsli og aurburður Ölfusár við Selfoss 2002-2003	29
8. mynd. Vensl styrks aurburðar, uppleystra aðalefna og augnabliksrennslis þegar safnað var úr Ölfusá við Selfoss	30
9. mynd. Vensl styrks uppleystra aðalefna sem rekja uppruna sinn til veðrunar bergs og augnabliksrennslis þegar safnað var úr Ölfusá við Selfoss	31
10. mynd. Tímaraðir fyrir styrk valinna efna í Ölfusá við Selfoss 1998-2003	32
11. mynd. Tímaraðir fyrir styrk valinna efna í Ölfusá við Selfoss 1998-2003	33
12. mynd. Rennsli Þjórsár við Urriðafoss og rennsli þegar sýni voru tekin úr ánni 1998 til 2000.....	34
Tafla 6. Efnasamsetning, rennsli og aurburður Sogsins við Þrastarlund 2002-2003	35
13. mynd. Vensl styrks aurburðar, uppleystra aðalefna og augnabliksrennslis þegar safnað var úr Þjórsá við Urriðafoss.....	36
14. mynd. Vensl styrks uppleystra aðalefna sem rekja uppruna sinn til veðrunar bergs og augnabliksrennslis þegar safnað var úr Þjórsá við Urriðafoss.....	37
15. mynd. Tímaraðir fyrir styrk valinna efna í Þjórsá við Urriðafoss1998-2003.....	38
66. mynd. Tímaraðir fyrir styrk valinna efna í Þjórsá við Urriðafoss1998-2003.....	39
Tafla 7. Næmi efnagreiningaraðferða	40

INNGANGUR

Tilgangur

Tilgangurinn með þeim rannsóknum sem hér er greint frá er að:

1. Skilgreina rennsli og styrk uppleystra og fastra efna í völdum straumvötnum á Suðurlandi og hvernig þessir þættir breytast með árstíðum og rennsli frá 4. mars. 2003 til 12. desember 2003. 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.
2. Að reikna árlegan framburð straumvatnanna á uppleystum efnum miðað við gögn frá október 1996 til desember 2003.
3. Að skilgreina líkingar sem lýsa styrk uppleystra og fastra efna sem falli af rennsli, svokallaða efnalykla miðað við gögn frá 22. október 1996 til 12. desember 2003.
4. Að skilgreina með myndum tímaraðir fyrir styrk valinna efna í straumvötnunum. Tímaraðir eru miðaðar við gögn frá 1972 til 2003.

Sýni voru tekin á eftirfarandi stöðum frá 4. mars til 12. desember 2003. (1. mynd); Ölfusá við Selfoss, Sog við Þrastarlund, og Þjórsá við Urriðafoss. Verkefnið er kostað af Landsvirkjun og umhverfisráðuneytinu (AMSUM). Rannsóknin er framhald rannsókna sem gerðar voru á Suðurlandi 1996 til 2002 (Sigurður R. Gíslason o.fl. 1997a, 1998f, 2000, 2001, 2002; 2003; Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 1999; Davíð Egilsson o.fl. 1999). Rannsóknin var gerð til að halda samfellu í rannsóknum á vatnasviði Sogs, Ölfusár og Þjórsár. Rannsóknin hefur viðtækt vísindalegt gildi, ekki síst vegna þess hve margir þættir eru athugaðir samtímis. Lögð verður áhersla á að skilja þau ferli sem stjórna efnasamsetningu straumvatnanna.

Þessi áfangaskýrsla er fyrst og fremst ætluð til þess að gera grein fyrir aðferðum og niðurstöðum mælinga rannsóknartímabilsins. Samantekt á eldri gögnum var gerð árið 2002 (Sigurður R. Gíslason o.fl. 2002a).

Fyrri efna-, rennslis- og aurburðarrannsóknir straumvatna á Suðurlandi

Vatnamælingar Orkustofnunar hafa rekið fjölda vatnshæðarmæla í nokkra áratugi á Suðurlandi (t.d. Árni Snorrason 1990). Viðamikil gögn eru til um aurburð straumvatna á Suðurlandi og um heildarmagn uppleystra efna í ánum (Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1996; Svanur Pálsson o.fl. 2001a; 2001b; 2002a; 2002b; Jörunn Harðardóttir og Svava Björk Þorláksdóttir 2002a; 2002b). Síðastliðin ár hefur mikið bæst við af gögnum um efnasamsetningu straumvatna á Suður- og Vesturlandi. Viðamikil rannsókn var gerð á straumvötnum á Suður- og Vesturlandi á árunum 1970 til 1974 (Halldór Ármannsson 1970, 1971; Halldór Ármannsson o.fl. 1973, Sigurjón Rist 1974, 1986). Í rannsókninni, sem fór fram á Suðurlandi 1972 og 1973 (Halldór Ármannsson o.fl. 1973, Sigurjón Rist 1974), voru sýni til efnarannsókna 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). Verulega bættist við af gögnum um efnasamsetningu uppleystra aðalefna, næringarefna og snefilefna í úrkomu, sigvatni, lindarvatni, straumvatni, hlaupvatni og vatni og sjó í snertingu við nýfallna eldfjallagjósku á árunum 1997 til 2003 (Sigurður R. Gíslason o.fl. 1997a, 1998a, c, e, f og g, 1999, 2000, 2001, 2002a og b; 2003a Davíð Egilsson o.fl. 1999; Eydís S. Eiríksdóttir o.fl. 1999, 2002; Sigurður R. Gíslason, 1997a, 1997b, 2000; Stefán Arnórsson o.fl. 1999; Andri Stefánsson og Sigurður R. Gíslason 2000; Andri Stefánsson o. fl. 2001; Frogner o.fl. 2001). Nokkur gögn eru til um snefilefni í vötnum á Suðurlandi (Jón Ólafsson 1992; Sigurður R. Gíslason o.fl. 1992, Stefán Arnórsson og Auður Andrésdóttir 1995; Ingibjörg E. Björnsdóttir 1996; Sigurður R. Gíslason o.fl. 1996; Louvat, 1997; Sólveig R. Ólafsdóttir og Jón Ólafsson 1999).

Samsætur ýmissa efna í straumvatni á Suðurlandi hafa verið mældar af Braga Arnasyni (1976), Torssander (1986), Sigurði R. Gíslasyni o.fl. (1992; 2002b) og Stefáni Arnórssyni o.fl. (1993). Áhrifum Heklugosa á efnasamsetningu úrkomu, árvatns og grunnvatns hefur verið lýst af Guðmundi Kjartanssyni (1957), Nielsi Óskarssyni (1980), og Sigurði R. Gíslasyni o.fl. (1992). Áhrif jökulhlaupa á efnasamsetningu straumvatna, aðallega Skeiðarár, hafa verið rannsökuð allt frá 1954 (Sigurjón Rist 1955; Orkustofnun, óbirt gögn; Guðmundur Sigvaldason 1965; Sigurður Steinþórsson og Niels Óskarsson 1983; Helgi Björnsson og Hrefna Kristmannsdóttir 1984; Haukur Tómasson o.fl. 1985; Bjarni Kristinsson o.fl. 1986; Svanur Pálsson o.fl. 1992; Anna M. Ágústs dóttir og Susan Brantley 1994; Sigurður R. Gíslason o.fl. 1997c; 1998h; 2002b).

Styrkur ýmissa efna í íslenskri úrkomu hefur verið kannaður allt frá árinu 1958 að Rjúpnahæð við Reykjavík, Vegatungu á Suðurlandi, við Írafoss í Sogi, í Reykjavík, á Stórhöfða í Vestmannaeyjum, Langjökli og Vatnajökli (Veðráttan, 1958 til 1980; Jóhanna M. Thorlacius 1997; Sigurður R. Gíslason 1990, 1997b; Davíð Egilsson o.fl. 1999; Sigurður R. Gíslason o.fl. 2000).

Efnasamsetningu úrkomu, straumvatns og grunnvatns á vatnasviði ána á Suðurlandi hefur verið lýst, hún túlkuð og borin saman við meðalefnasamsetningu ómengaðra straumvatna á meginlöndunum í fjölda rannsókna (Ario 1985; Sigurður R. Gíslason 1989, 1990, 1993; Sigurður R. Gíslason og Stefán Arnórsson 1988, 1990, 1993; Meybeck 1979, 1982; Martin og Meybeck, 1979; Martin og Withfield, 1983). Framburður uppleystra efna með Þjorsá og áhrif blöndunar straumvatnsins við sjó var rannsökuð af Sólveigu R. Ólafsdóttur og Jóni Ólafssyni (1999).

Rannsóknin 1996-2004

Þann 22. október 1996 hófu Raunvísindastofnun, Orkustofnun og Hafrannsóknastofnun efnavöktun straumvatna á Suðurlandi. Umhverfissráðuneytið (AMSUM) kostaði rannsóknina. Sýni voru tekin úr Ölfusá af brú á Selfossi, Þjorsá af brú á Þjóðvegi 1, Ytri-Rangá ofan við Árbæjarfoss, Þjorsá af brú við Sandafell, Hvítá af brú við Brúarhlöð, Tungufljót af brú við Faxa og Brúará af brú við Efstadal. Sog við Þrastarlund bættist við 3. apríl 1998 og kostaði Landsvirkjun þann hluta rannsóknarinnar. Sýni voru tekin úr ánum á mánaðarfresti í 24 mánuði. Sýnatöku lauk 6. október 1998. Á þessu tímabili voru 7 sýni tekin úr Soginu.

Þann 18. desember 1998 hófu Raunvísindastofnun og Orkustofnun efnavöktun Ölfusár við Selfoss, Sogs við Þrastarlund, Hvítár við Brúarhlöð og Þjorsár við Urriðafoss. Nokkur óvissa var um verkið á fyrri hluta tímabilsins en Landsvirkjun kostaði rannsókn Sogsins og Þjorsár við Urriðafoss. Raunvísindastofnun og Orkustofnun báru annan kostnað af verkinu. Landsvirkjun og umhverfissráðuneytið (AMSUM) kostuðu rannsóknina frá 2001 til 2002. Tuttugu sýni voru tekin úr hverju ofangreindra straumvatna frá 18. desember 1998 til 31. janúar 2002.

Þriðji áfangi vöktunar á Suðurlandi hófst í 26. apríl 2002 með vöktun í Ölfusá, Sogi og Þjorsá, en vöktun Hvítár við Brúarhlöð var hætt. Straumvatnanna var vitjað 5 sinnum til 3. apríl 2003. Áhersla var lögð á breytileika í rennsli frekar en með árstíðum og voru 2 sýni "geymd" til næsta rannsóknartímabils til þess að ná betri upplýsingum þegar rennsli vatnsfallanna er í hámarki.

Árið 2003 var safnað 9 sinnum úr Ölfusá, Sogi og Þjorsá. Tveir fyrstu leiðangrarnir voru frá fyrri rannsóknartímabili. Ígildi tveggja leiðangra frá 2002 voru geymdir til 2004 og verða þá notaðir til að taka stór aurburðarsýni í einum aukaleiðangri eins og tekin hafa verið á Austurlandi (Sigurður R. Gíslason o.fl. 2002b). Sérstök áhersla verður á flóðasýni árið 2004.

Rannsóknunum á Suðurlandi svipar til rannsóknar sem gerð var á árunum 1972-1973 á Suðurlandi (Halldór Ármannsson o.fl. 1973, Sigurjón Rist 1974). Ekki voru þó taldir gerlar í rannsóknunum frá 1996-2002, en nú bætast við greiningar á fjölda snefilefna, heildarmagni uppleystra næringarsalta, P_{total} og N_{total} , uppleystu lífrænu kolefni, DOC („dissolved organic carbon”) og lífrænu efni í aurburði, POC („particular organic carbon”) og PON („particular organic nitrogen”) sem ekki voru mæld 1972-1973. Enn fremur gera mælingar á heildarmagni uppleystra næringarsalta, P_{total} og N_{total} og uppleystum ólífrænum hluta P (DIP) og N (DIN) það mögulegt að reikna uppleyst lífrænt fosfór (DOP) og nitur (DON).

Eftirfarandi þættir voru oftast mældir í rannsókninni frá 1996 til 2003: Rennsli, lífrænn aurburður (POC og PON) og ólífrænn, hitastig, pH, leiðni, basavirkni („alkalinity”), uppleyst lífrænt kolefni (DOC) og uppleystu efni; (aðalefni) Na, K, Ca, Mg, Si, Cl, SO_4 , (næringarefni) NO_3 , NO_2 , NH_4 , PO_4 , N_{tot} , P_{tot} , (snefilefni) F, Al, Fe, Mn, Sr, Ti, (þungmálmarnir) As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, og Zn. Styrkur snefilefnanna V, Be, Li, U, Sn og Sb var mældur fjórum sinnum í öllum straumvötnunum frá 27. febrúar 1998 til 26. júní 1998. DOC og POC var mælt frá og með 3. apríl 1998 en PON og samsætur brennisteins frá 18. desember 1998. Styrkur snefilefnisins B var mældur frá og með 2.11. 1999.

ADFERÐIR

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 siritandi 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 nálæggra vatnsfalla.

Öll sýni, sem hér eru til umfjöllunar voru tekin nærri siritandi vatnshæðarmælum og rennslið gefið upp sem augnabliksgildi.

Sýnataka

Sýni til efnarannsóknna voru tekin af brú 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. Aurburðarsýni voru tekin á Suðurlandi með tvenns konar sýnatökum. Í Þjórsá við Urriðafoss voru sýnin tekin með handsýnataka (DH48) sem festur var á stöng, og sýnið tekið ýmist af hægri eða vinstri bakka undir brúnni við Þjóðveg 1. Vitað er að sýnatakinn nær ekki út í ána þar sem aurstyrkur er mestur, þ.e. undir botn í aðalstrengnum, og því vanmeta þessi sýni heildaraurstyrk árinna (Jórunn Harðardóttir og Svava Björk Þorláksdóttir, 2002). Aurburðarsýni úr Ytri Rangá voru tekin með sama sýnataka.

Flest aurburðarsýnin, sem tekin eru úr Sogi, Ölfusá, Hvítá, Tungufljóti, Þjórsá við Sandafell og Brúará, voru tekin með aurburðarfiski (S49) á spili úr mesta streng ána, en hann safnar heilduðu sýni frá vatnsborði, að botni og að vatnsborði á nýjan leik. Ef ís var á ánum þurfti þó stundum að grípa til handsýnataka við sýnatökuna.

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 síruþvegna aurburðarflöskur sem höfðu verið þvegnar í 4 klst. í 1 N HCl síru 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 efnum: pH, leiðni og basavirkni, síað í tvær dökkar, 275 ml og 60 ml, glerflöskur. Síðan var vatn síað í tvær 190 ml „low density pólýethelýn“ flöskur. Sú fyrsta var ætluð til mælinga á styrk anjóna, önnur fyrir aðalefna- og snefilefnagreiningu á Raunvísindastofnun. Í seinni flöskuna var bætt einum millilítra af fullsterkri hreinsaðri saltþéturssýru í lok söfnunar á hverjum stað. Þá var safnað í 100 ml „high density pólýethelýn“ síruþvegna flösku til snefilefnagreininga. Þessi flaska var síruþvegin af rannsóknaraðilanum SGAB Analytica, sem annaðist snefilefnagreiningarnar og sumar aðalefnagreiningar. Út í þessa flösku var bætt einum millilítra af fullsterkri hreinsaðri saltþéturssýru í lok söfnunar á hverjum stað. Þá var síuðu árvatni safnað á fjórar síruþvegnar 20 ml „high density pólýethelýn“ flöskur. Flöskurnar voru þvegnar með 1 N HCl og stóð sýrulausnin a.m.k. 4 klst. í flöskunum fyrir söfnun, en þær tæmdar rétt fyrir leiðangur og skolaðar með afjónuðu vatni. Ein flaska var ætluð fyrir hverja mælingu eftirfarandi næringarsalta; NO₃, NO₂, NH₄, PO₄. Byrjað var að sýra NH₄ og PO₄ sýnin í janúar 2003. Safnað var sýrðum og ósýrðum sýnum í mars- og apríl-leiðöngnum, en einungis sýrðum sínum eftir það. Sýnin voru sýrð með 1 ml af þynntri (1/200) brennisteinssýru. Vatn ætlað til mælinga á heildarmagni á lífrænu og ólífrænu uppleystu næringarefnanna N og P var síað í síruþvegna 100 ml flösku. Þessi sýni voru geymd í kæli söfnunardaginn en fryst í lok hvers dags. Aurburðarflöskurnar sem settar voru í aurburðartakann fyrir söfnun á POC voru þvegnar í 4 klukkustundir í 1 N HCl síru áður en farið var í söfnunarleiðangur. Sýni til mælinga á DOC var síað eins og önnur vatnssýni, en í lok síunnar á hverjum sýnatökustað. Það var síað í 40 ml síruþvegna „low density pólýethelýn flösku“. 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. Allar flöskur og sprautur sem komu í snertingu við sýnin fyrir POC og DOC voru þvegnar í 4 klukkustundir í 1 N HCl síru.

Efnagreiningar og meðhöndlun sýna á rannsóknarstofu að lokinni söfnun

Efnagreiningar voru gerðar á Raunvísindastofnun, Orkustofnun, SGAB Analytica 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 Töflu 3a og b og í Töflum 4 til 6. Meðalefnasamsetning straumvatnanna er gefinn upp í Töflu 1 og reiknaður meðalfraumburður 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 títrator, rafskauti og leiðnimæli á Raunvísindastofnun að loknum sýnatökuleiðangri. 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 massagreina með plasmanu, svokallað ICP-QMS, þar sem „quadrapole“ 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 skilja að massa efnanna. Þegar styrkur efnanna var lítill var

notast við ICP-SMS. Kalí (K) var greint með ICP-AES, en styrkur þess var stundum undir næmi aðferðarinnar og voruð þau sýni þá mæld með litgleypmælingu (AA) á Orkustofnun. (Tafla 13). Næringarsöltin NO_3 , NO_2 , NH_4 , og PO_4 sem og heildarmagn af uppleystu lífrænu og ólífrænu nitri og fosfór, N_{tot} og P_{tot} voru greind með sjálfvirkum litrófsmæli Raunvísindastofnunar („autoanalyzer“). Sýni til næringarsaltgreininga voru tekin úr frysti og látin standa við stofuhita nóttina fyrir efnagreiningu þannig að þau bráðnuðu að fullu. Sýni til mælinga á P_{tot} og N_{tot} voru geisluð í kísilstautum í tvær klukkustundir í orkuríku útfjólubláu ljósi Hafrannsóknastofnunar. Fyrir geislun voru settir 0,02 ml af fullsterku vetnisperoxíði í 20 millilítra af sýni. Þessi sýni voru greind innan tveggja daga eftir geislun. Flúor, klór og sulfat voru mæld með jónaskilju sem staðsett er á Orkustofnun. Sýni til greininga á heildarmagni uppleysts kolefnis (DOC) og á magni lífræns aurburðar (POC og PON) voru send til Umeå Marine Sciences Center í Umeå í Svíþjóð strax og 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).

Aurburður. Magn aurburðar 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 sýrupvegnum aurburðarflöskurnar voru síuð í gengnum þar til gerðar glersíur. Glersíurnar og álpappír sem notaður var til þess að geyma síurnar í voru „brennd“ við $450\text{ }^\circ\text{C}$ í 4 klukkustundir fyrir síun. Síuhaldarar og vatnsprautur 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 álumslögum við um $50\text{ }^\circ\text{C}$ 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 langtímeðalrennsli 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 úr Sogi, Ölfusá og Þjórsá við Þjóðveg 1, og lagt mat á gæði þeirra. Fyrri mælingar í straumvötnum á Suðurlandi voru teknar saman árið 2003 (Sigurður R. Gíslason 2003a).

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 árin 1998 - 2003. 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 b eru niðurstöður mælinga og efnagreininga 2002 og 2003 sýndar í tímaröð. Þetta er gagnlegt til þess að átta sig á hugsanlegum mismun milli leiðangra og hugsanlegum mistökum í sýnatöku. Þá koma niðurstöður allra mælinga fyrir einstök vatnsföll í Töflum 4 til 6 þar sem árstíðarsveiflan í efnasamsetningu einstakra vatnsfalla er dregin fram. Loks er næmi efnagreiningaraðferða sýnd í Töflu 7.

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 (mmól/l) og styrkur snefilefna sem míkromól (µmól/l) eða nanómól í lítra vatns (nmól/l). Basavirkni, skammstöfuð Alk. („Alkalinity“) í Töflum 1, 3, - 6, er gefin upp sem „milliequivalent“ í lítra vatns. Heildarmagn uppleysts ólífræns kolefnis (Dissolved Inorganic Carbon, DIC) er gefið sem millimól C í hverju kg vatns í Töflum 1, 3 - 6. Reiknað er samkvæmt eftirfarandi jöfnu út frá mælingum á pH, hitastigi sem pH-mælingin var gerð við, basavirkni og styrk kísils.

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

K_1 er hitastigsháður kleyfnistuðull kolsýru (Plummer og Busenberg 1982), K_2 er hitastigsháður kleyfnistuðull bikarbonsýru (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 - 11). 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. Við hærri pH þarf að taka tillit til fleiri efnasambanda við reikningana.

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

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

Heildarmagn uppleysts ólífræns kolefnis sem gefið er í millimólum DIC í hverjum lítra vatns í Töflum 1, 3, 4 - 11 er umreiknað í karbónat (CO_3) í jöfnu 3. Ástæðan fyrir þessu er að þegar heildarmagn uppleystra efna er mælt 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 ($Na_2CO_3/NaHCO_3$). 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 $TDS_{mælt}$ yfirleitt alltaf minna en TDS_{reikn} í efnagreiningartöflunum. Meðalstyrkur aurburðar í árvatninu er gefin í milligrömmum í lítra (mg/l). Styrkur nitursambanda og fosförs er gefinn í míkromólum í kílóí 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. Þessar tölur eru teknar með í meðaltalsreikninga, en meðaltalið er þá gefið upp sem minna en (<) tölugildi meðaltalsins.

Öll sýni eru tvímæld á Raunvísindastofnun. 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. Næmi og skekkja fyrir heildarmagn lífræns og ólífræns fosfórs og niturs, P_{tot} og N_{tot} , er lakari en fyrir aðrar næringasaltagreiningar (Tafla 7). Þetta stafar af meðhöndlun sýna og geislun í útfjólubláu ljósi fyrir efnagreiningu.

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:

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

og mismunur sem hlutfallsleg skekkja

$$\text{Mism \%} = 100 \frac{\text{Hleðslujafnv.}}{\frac{(\text{Katjónir} + \text{anjónir})}{2}} \quad (5)$$

Niðurstöður þessara reikninga eru sýndar í Töflu 3 og fyrir tímabilið 1998 til 2003 fyrir þau vatnsföll sem við á í Töflum 4 til 6. Mismunurinn er lítill, að meðaltali undir 3%, sem verður að teljast gott þar sem skekkja milli einstakra mælinga er oftast yfir 3%.

Meðaltal einstakra straumvatna.

Meðaltal mældra þátta, fyrir tímabilið 1998-2003 er sýnt í Töflu 1. Meðaltalið fyrir Þjórsá, við Urriðafoss, Ölfusá og Sog nær fram til 12. desember 2003.

Styrkur flestra efna óx frá Brúará til austurs á svæðinu (Sigurður R. Gíslason o.fl. 2003a). Styrkurinn náði hámarki fyrir flest efni í Ytri-Rangá. Hann var yfirleitt meiri í Soginu en í Brúará, Tungufljóti og Hvítá. Undantekning frá þessu er styrkur næringarefnanna kísils (SiO_2) og nítrats (NO_3), en styrkur þeirra var lægstur í Sogi, Hvítá og Þjórsá. Líklegt er að frumframleiðni þörungna í stöðuvötnum á vatnasviði þessara vatnsfalla bindi töluvert af þessum næringarefnum. Nokkurra jarðhitaáhrifa gætti í vatni Sogsins, Tungufljóts, Hvítár og Þjórsár og eldfjallaáhrifa í Ytri-Rangá. Efnastyrkur var mun meiri í Rangá en öðrum straumvötnum á Suðurlandi. Þetta stafar af sýrumyndandi gastegundum sem streyma frá Heklu í nærliggjandi grunnvatnskerfi (Sigurður R. Gíslason o.fl. 1992). Sýrurnar í vatninu hafa nægan tíma til að leysa efni úr berginu og við það eyðast sýruáhrifin. Þess vegna verður efnastyrkur meiri og pH gildi vatnsins nokkuð hátt, eða um 8,0. Ennfremur er sláandi hvað styrkur flúors vex frá vestri til austurs á Suðurlandi og nær hámarki í gosbeltinu.

Ólífrænn svifaur var í mestum styrk í Þjórsá, þá í minnkandi styrk í Hvítá, Ölfusá, Tungufljóti, Ytri-Rangá, Brúará og hann var minnstur í Sogi. Lífrænn svifaur (POC) var lítill miðað við þann ólífræna en hluti hans var mestur í Sogi, eða tæplega 3% af öllum aurburði. Styrkur á uppleystu lífrænu kolefni (DOC) var við og undir greiningarmörkum (0,02 mmól/kg) í flestum vatnsfallana nema Sogi og Ölfusá. Styrkurinn var mestur í Ölfusá eða (0,056 mmól/kg).

Styrkur snefilefna er breytilegur eftir vatnsföllum og er oft mestur í Ytri-Rangá og Þjórsá.

Framburður straumvatna á Suðurlandi

Árlegur framburður straumvatnanna er reiknaður með jöfnu 1 og er sýndur í Töflu 2. Reikningarnir miðast við tímabilið 1998 til 2003.. 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. Framburðurinn 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.

Á rannsóknartímabilinu 1996-2003 var styrkur brennisteins mældur með tveimur aðferðum í straumvötnum á Suðurlandi. Frá 18.12. 1998 var styrkur brennisteins mældur með ICP-AES og jónaskilju. ICP-AES mælir heildarstyrk brennisteins en jónaskiljan mælir algengasta efnasamband brennisteins í köldu

súrefnisríku vatni. Báðum mælingum ber vel saman en ICP-AES mælingin er yfirleitt aðeins hærrí (Töflur 1, 3 - 6), sem gefur til kynna að önnur efnasambönd en SO_4 eru í litlum en mælanlegum styrk í vatninu. Í Töflu 2 er framburður brennisteins reiknaður miðað við báðar aðferðir og er munur þeirra ekki merkjanlegur í framburði.

Samanlagður árlegur heildarframburður uppleystra efna (TDS) í Ölfusá og Þjórsá er rétt rúmlega heildarframburður uppleystra efna í Grímsvatnahlaupinu 1996 sem stóð í tæpa tvo sólarhringa eftir Gjálpargosið (Sigurður R. Gíslason o.fl. 2002). Enn fremur er athyglisvert að Ölfusá ber fram meira af uppleystum efnum (TDS) en svifaur (Tafla 2)

Styrkbreytingar með rennsli

Á eftir töflunum fyrir hvert vatnsfall, og rennslismynd er ein opna með „aur-“ og „efnalyklum“ fyrir ólífrænan og lífrænan svifaur og valin uppleyst efni svipað og í skýrslu um Suðurland 2003 (Sigurður R. Gíslason 2003a). Aur- og efnalyklarnir eru ekki hefðbundnir aurburðarlyklar. Þeir eru venjulega gefnir með svokölluðu q-falli, þar sem svifaurstyrkurinn er margfaldaður með rennsli og fæst þá aurburður kg/sek. Síðan eru venzl aurburðar og rennslis bestuð með annarrar gráðu veldisfalli og vex þá fylgni, R^2 , framburðarins við fallið (t.d. Haukur Tómasson o.fl. 1996; Svanur Pálsson o.fl. 2000). Á þessu stigi eru einungis venzl styrks og rennslis skoðuð og þeim lýst með annarrar gráðu veldisfalli svipað og gert hefur verið fyrir q-fallið (t.d. Haukur Tómasson o.fl. 1996; Svanur Pálsson o.fl. 2000). Veldisfallið („lykillinn“) og fylgnin (R^2) er sýnt við hverja mynd. „Efnalyklarnir“ fyrir uppleystu aðalefni sem rekja uppruna sinn til bergs og úrkomu eru tvenns konar: 1. Venzl styrks uppleystu efnanna og augnabliksrennslis þegar safnað var er sýnt vinstra megin á opnunni. 2. Venzl styrks uppleystu efnanna sem rekja uppruna sinn til veðrunar bergs og augnabliksrennslis þegar safnað var er sýnt á myndunum á hægri hluta opunnar. Öll efnin á hægri síðunni rekja uppruna sinn eingöngu til bergs. Gagnagrunnurinn fyrir aur- og efnalykla einstakra vatnsfalla á Suðurlandi er misstór. Hann nær yfir lengst tímabil fyrir Þjórsá og Ölfusá; frá 22. október 1996 til 12. desember 2003. Rannsóknartímabilið nær frá 3. apríl 1998 til 12. desember 2003 í Sogi.

Eins og sjá má á 3. og 4. mynd fyrir Sogið þá hafði rennsli engin áhrif á styrk efna í vatninu. Tölugildi fylgnistuðulsins í öðru veldi (R^2) var alltaf minna en einn.

Venzl rennslis og styrks voru lítil í Ölfusá við Selfoss (9. og 10. mynd), sem endurspeglar lítil og stundum „viðsnún“ rennslisáhrif efna í Sogi, Brúará og Tungufljóti (Sigurður R. Gíslason o.fl. 2003a). Styrkur svifaus í Ölfusá jókst með rennsli en fylgnin er lítil (R^2 : 0,1-0,2). Styrkur flestra uppleystra efna minnkar með rennsli.

Styrkur svifaus, lífræns (R^2 : 0,06) og ólífræns (R^2 : 0,3), óx með rennsli í Þjórsá við Urriðafoss. Styrkur uppleystra efna minnkaði reglulega með rennsli (R^2 : 0,1 – 0,6) svipað og í Hvítá og í straumvötnum á Austurlandi. Fylgnin var mest fyrir natríum, alkalinity og kísil.

Breytingar með tíma.

Breytingar með tíma eru sýndar á tveimur myndasíðum fyrir valin efni fyrir hvert vatnsfall. Öll brennisteinsgögn allt frá 1996-2003 eru bestuð með línulegu falli til að átta sig á meðaltalsbreytingu með tíma. Í Soginu var styrkur ólífræns svifaus lítill og hann var óháður árstíðum. Lífrænn svifaur (POC) virðist fara heldur vaxandi og styrkur hans var mestur í apríl til júní og einu sinni í september. Engar klárar árstíðasveiflur eru í styrk uppleystra aðalefna. Ekki einu sinni áberandi kísillægð á vorin þegar kísilþörungur eru í hámarki. Styrkur klórs og járns virðist fara vaxandi, en styrkur kísils og brennisteins minnkandi.

Í Ölfusá við Selfoss var styrkur ólífræns svifaus oftast mestur seinni part sumars en styrkur lífræna svifausins er óháður árstíðum. Styrkur aðalefna og þeirra snefilefna sem sýndur er á myndunum breytist nokkuð reglulega með árstíðum. Hann var minnstur á sumrin.

Í Þjórsá við Urriðafoss breyttist styrkur ólífræns svifaus reglulega með árstíðum. Styrkurinn var mestur seinni part sumars. Styrkur lífræna aurburðarins var oftast mestur á sumrin. Styrkur aðalefna, alkalinity, Mo, Fe, Mn, Co og Cr breytist nokkuð reglulega með árstíðum. Hann var minnstur á sumrin. Styrkur brennisteins minnkaði reglulega á rannsóknartímabilinu.

Brennisteinn (SO_4) hefur minnkað mikið í öllum straumvötnunum miðað við rannsóknina 1972-1973 (Sigurður R. Gíslason o.fl. 2003a). Minnkunin er minnst í Þjórsá eða 10%, en milli 37% og 73% í hinum vatnsföllum og mestur í Tungufljóti og Brúará (Sigurður R. Gíslason o.fl. 2003a). Þetta er afgerandi breyting sem líklega stafar af minnkandi brennisteini í úrkomu. Útblástur brennisteins náði hámarki 1970 til 1980 í Norður Ameríku og Evrópu en hefur minnkað síðan (AMAP, 1997).

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 2%, en ef brennisteinn er upprunninn í súlfíðum eins og hveragasi (H₂S) 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 2% og 20%.

Eins og sjá má á tímaröðunum fyrir styrk brennisteins og samsætur brennisteins (6., 12. og 17. mynd) þá hefur styrkur brennisteins minnkað frá 1996-2003 í öllum straumvötnunum. Á myndunum eru gögnin bestuð með einföldu línulegu falli. Á sama tíma hefur brennisteinninn í straumvötnunum þýngst (Sigurður R. Gíslason o. fl. 2003a) eins og sjá má á 6., 12. og 17. mynd. Hlutur sjávarættaðs brennisteins í úrkomu, þ.e. salta og DMS (18% til 20%), hefur vaxið hlutfallslega miðað við brennistein ættuðum frá bruna lífrænna orkugjafa (2% til 5 %) í úrkomu á vatnasviðum straumvatnanna.

Samanburður við meðalefnasamsetningu ómengaðs árvatns á jörðinni

Styrkur efna í stóránnum Ölfusá og Þjórsá við Urriðafoss er nokkuð frábrugðin heimsmeðaltalinu sem ber mjög keim af efnahvarfarofi á kalksteini. Styrkur kísils er meiri í straumvötnum á Suðurlandi en að meðaltali í ám meginlandanna vegna auðleysanlegs basalts og basaltglers. Styrkur natríums er einnig hærri hér og vegur þar mest seltan frá sjónum, en rúmlega 30% natríums í straumvötnum á Suðurlandi eru ættuð frá sjó (Sigurður R. Gíslason o.fl. 1996). Kalí, kalsíum, magnesíum, kolefni og brennisteinn eru í lægri styrk í sunnlenskum ám en að meðaltali í heiminum. Styrkur klórs er svipaður heimsmeðaltalinu og heildarstyrkur uppleystra efna er minni á Suðurlandi. Að undanskildu járninu eru öll snefilefni, þar með talin næringarsölt, í minni styrk í sunnlenskum ám en í meðaltali ómengaðra straumvatna á meginlöndunum.

ÞAKKARORÐ

Ingvi Gunnarsson, Svanur Pálsson, og Kristján H. Sigurðsson hafa tekið þátt í þessum rannsóknum og þeim viljum við þakka vel unnin störf. Landsvirkjun og umhverfisráðuneytið (AMSUM) kostaði rannsóknina og hafa fulltrúar hennar sýnt verkefninu mikinn áhuga og stuðning. Sérstaklega viljum við þakka Sigmundi Freysteinsyni, Huguínu Gunnarsdóttur og Ragnheiði Ólafsdóttir frá Landsvirkjun og Helga Jenssyni og Gunnari Steini Jónssyni frá Hollustuvernd (AMSUM).

HEIMILDIR

- 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.
- Andri Stefánsson, Sigurður Reynir Gíslason og Stefán Arnórsson (2001). Dissolution of primary minerals in natural waters II. Mineral saturation state. *Chemical Geology* 172, bls. 251-276.
- Anna María Ágústsdóttir og Susan L. Brantley 1994. Volatile fluxes integrated over four decades at Grímsvötn, *Journal of Geophysical Research*, 99 (B5), bls. 9505-9522.
- AMAP 1997. Arctic Pollution Issues: A State of the Arctic Environment Report. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway, 188 bls.
- Ario, J. 1985. Chemistry of cold groundwater in the Langjökull volcanic zone. Research report 8701. Nordic Volcanological Institute, Reykjavík, 26 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.
- Bjarni Kristinsson, Snorri Zophoníasson, Svanur Pálsson og Hrefna Kristmannsdóttir 1986. Hlaup á Skeiðarársandi 1986. Orkustofnun OS 86080/VOD-23 B, 39 bls.
- Bragi Árnason 1976. Groundwater systems in Iceland traced by deuterium. *Visindafélag Íslendinga*, Rit 42, 236 bls.
- Davíð Egilsson, Elísabet D. Ólafsdóttir, Eva Yngvadóttir, Helga Halldórsdóttir, Flosi Hrafn Sigurðsson, Gunnar Steinn Jónsson, Helgi Jensson, Karl Gunnarsson, Sigurður A. Þráinsson, Andri Stefánsson, Hallgrímur Daði Indriðason, Hreinn Hjartarson, Jóhanna Thorlacíus, Kristín Ólafsdóttir, Sigurður R. Gíslason og Jörundur Svavarsson 1999. Mælingar á mengandi efnum á og við Ísland. Niðurstöður vöktunarmælinga. Starfshópur um mengunarmælingar, mars 1999, Reykjavík. 138 bls.
- Driscoll, C. T., Baker, J. P., Bisogni, J.J. og Schofield, C.L. 1980. Effect of aluminium speciation on fish in dilute acidified waters. *Nature* 284, bls. 161-164.
- 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 og Ingvi Gunnarsson 1999. Næringarefni straumvatna á Suðurlandi. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar, Hafrannsóknarstofnunar og Orkustofnunar. Raunvísindastofnun Háskólans, RH-18-99, 36 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Sverrir Ó. Elefsen og Árni Snorrason (2002). The chemistry of rivers in NE Iceland: The influence of discharge on major and trace elemental fluxes to the ocean. *Geochemistry of Crustal fluids: The Role and Fate of Trace Elements in Crustal Fluids*. EURESCO Conference, Seefeld in Tirol, Austria, December 14-19, 2002, p. 62-63.
- Guðmundur Kjartansson 1957. The eruption of Hekla 1947-1948. III, 1. Some secondary effects of the Hekla eruption. *Soc. Scientiarum Islandica*: 1-42, Reykjavík.
- Guðmundur E. Sigvaldason 1965. The Grímsvötn thermal area. Chemical analysis of jökulhlaup water. *Jökull*, 15(3), bls. 125-128.
- Halldór Ármannsson 1970. Efnarannsókn á vatni Elliðaánna og aðrennslis þeirra. *Rannsóknarstofnun iðnaðarins*, fjölrit nr. 26, 67 bls.
- Halldór Ármannsson 1971. Efnarannsókn á vatni Elliðaánna og aðrennslis þeirra. II. tímabilið maí 1970 - janúar 1991. *Rannsóknarstofnun iðnaðarins*, fjölrit nr. 35, 56 bls.
- Halldór Ármannsson, Helgi R. Magnússon, Pétur Sigurðsson og Sigurjón Rist 1973. Efnarannsókn vatna. Vatnasvið Hvítár - Ölfusár; einnig Þjórsár við Urriðafoss: Orkustofnun, OS - RI, Reykjavík, 28 bls.
- Hardy, L. A. og Eugster, H. P. 1970. The evolution of closed-basin brines. *Mineral. Soc. Am. Spec. Pub.* 3, bls. 273-290.
- Haukur Tómasson, Hrefna Kristmannsdóttir, Svanur Pálsson og Páll Ingólfsson 1974. Efnisflutningar í Skeiðarárhlaupi 1972, Orkustofnun, OS-ROD-7407, 20 bls.
- Haukur Tómasson, Sigurjón Rist, Svanur Pálsson og Hrefna Kristmannsdóttir 1985. Skeiðarárhlaup 1983, rennslis, aurburður og efnainnihald. Orkustofnun OS-85041/VOD-18 B, 27 bls.
- Helgi Björnsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1984. The Grímsvötn geothermal area, Vatnajökull, Iceland. *Jökull*, 34, bls. 25-50.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Axel Björnsson, Svanur Pálsson og Árný E. Sveinbjörnsdóttir 1999. The impact of the 1996 subglacial volcanic eruption in Vatnajökull on the river Jökulsá á Fjöllum, North

- Iceland. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 92, bls. 359-372.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Árni Snorrason, Sigurður R. Gíslason, Hreinn Haraldsson, Ásgeir Gunnarsson, Sigvaldi Árnason, Snorri Zóphóníasson, Steinunn Hauksdóttir og Sverrir Elefsen 2000. Þróun efnavöktunarkerfis til varnar mannvirkjum við eldsumbrot í jökli. I. Bakgrunnur. Febrúarráðstefna 2000. Ágrip erinda og veggspjalda. Jarðfræðafélag Íslands, bls. 9-11.
- Ingibjörg E. Björnsdóttir 1996. Metals and metal speciation in waste water from the Nesjavellir Geothermal Power plant, SW-Iceland and possible effects on Lake Thingvallavatn. Meistaraprófsritgerð við Chalmers University of Technology, Gautaborg, Svíþjóð, 62 bls.
- 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.
- Jóhanna M. Thorlacius 1997. Heavy metals and persistent organic pollutants in air and precipitation in Iceland. *Veðurstofa Íslands, Report, VÍ-G97034-TA02, Reykjavík*, 20 bls. auk viðauka.
- Jón Ólafsson 1992. Chemical characteristics and trace elements of Thingvallavatn. *Oikos* 64, bls. 151-161.
- Jórunn Harðardóttir og Svava Björk Þorlákssdóttir 2002a. Total sediment transport in the lower reaches of Þjórsá at Krókur. *Orkustofnun, OS-2002/020*, 50 bls.
- Jórunn Harðardóttir og Svava Björk Þorlákssdóttir 2002b. Niðurstöður
- Louvat, Pascale 1997. Étude Géochimique de L'Erosion Fluviale D'Iles Volcaniques Á L'Aide des Bilans D'Éments Majeurs et Traces. Óútgefin doktorsritgerð við Institute de Physique du Globe de Paris, Frakklandi, 322 bls.
- Louvat, P., Gíslason S. R. and Allégre C. J. 1999. Chemical and mechanical erosion of major Icelandic rivers: Geochemical budgets. In Ármannsson, H. ed., *Geochemistry of the Earth's Surface*, Balkema, Rotterdam bls. 111-114.
- 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 Géographie Physique* 21, bls. 215-246.
- Meybeck, M. 1982. Carbon, nitrogen, and phosphorus transport by world rivers: *American Journal of Science* 282, bls. 401-450.
- Niels Óskarsson 1980. The interaction between volcanic gases and thephra; fluorine adhering to thephra of the 1970 Hekla eruption. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 8, bls. 251-266.
- Oslo and Paris Commissions 1995. Implementation of the Joint Assessment and Monitoring Programme, 68 bls.
- 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.
- Sigurður R. Gíslason 1989. Kinetics of water-air interactions in rivers: A field study in Iceland. *Water-Rock Interactions*, Miles D.L. (ritstj.), Balkema, Rotterdam, bls. 263-266.
- Sigurður Reynir Gíslason 1990. Chemistry of precipitation on the Vatnajökull glacier and the chemical fractionation caused by the partial melting of snow. *Jökull* 40, bls. 97-117.
- Sigurður Reynir Gíslason 1993. Efnifræði úrkomu, jökla, árvatns, stöðuvatna og grunnvatns á Íslandi. *Náttúrufræðingurinn* 63 (3-4), bls. 219-236.
- Sigurður Reynir Gíslason 1997a. Sólarhringssveifla í efnasamsetningu straumvatna í Fljótsdal á Austurlandi. *Raunvísindastofnun, RH-27-97*. 25 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason 1997b. ARCTIS, Regional Investigation of Arctic Snow Chemistry: Results from the Icelandic expeditions, 1996 and 1997. *Raunvísindastofnun RH-29-97*. 24 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason 2000. Koltvíoxíð frá Eyjafjallajökli og efnasamsetning linda og straumvatna í nágrenni Eyjafjallajökuls og Mýrdalsjökuls. *Raunvísindastofnun, Reykjavík, RH-06-2000*, 50 bls.
- Sigurður R. Gíslason og Stefán Arnórsson 1988. Efnifræði árvatns á Íslandi og hraði efnarofs. *Náttúrufræðingurinn* 58, bls. 183-197.
- Sigurður R. Gíslason og Stefán Arnórsson 1990. Saturation state of natural waters in Iceland relative to primary and secondary minerals in basalts. Í; *Fluid-Mineral Interactions: A Tribute to H.P. Eugster*. R.J. Spencer og I-Ming Chou (ritstj.). *Geochemical Society, Special Publication No. 2*, bls. 373 - 393.
- Sigurður R. Gíslason og Stefán Arnórsson 1993. Dissolution of primary basaltic minerals in natural waters: saturation state and kinetics. *Chemical Geology* 105, 117-135.

- Sigurður R. Gíslason, Auður Andrésdóttir, Árný E. Sveinbjörnsdóttir, Niels Óskarsson, Þorvaldur Þórðarson, Peter Torssander, Martin Novák og Karel Zák 1992. Local effects of volcanoes on the hydrosphere: Example from Hekla, southern Iceland. Í; Water-Rock Interaction, Kharaka, Y. K og Maest, A. S. (ritstj.). Balkema, Rotterdam, bls. 477-481.
- 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 og Árni Snorrason 1997a. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar, Hafrannsóknastofnunar og Orkustofnunar. Raunvísindastofnunarskýrsla, RH-25-97, 28 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason, Matthildur Bára Stefánsdóttir og Andri Stefánsson 1997b. Ferskvatns- og sigvatnsrannsóknir í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Áfangaskýrsla til Norðurál hf. 15. nóvember 1997, 15 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason, Hrefna Kristmannsdóttir, Steinunn Hauksdóttir og Ingvi Gunnarsson 1997c. Rannsóknir á efnasamsetningu árvatns á Skeiðarársandi eftir gosið í Vatnajökli 1966. Í; Vatnajökull, gos og hlaup 1996, Hreinn Haraldsson ritstj., bls. 139-171, Vegagerðin, Reykjavík.
- Sigurður Reynir Gíslason, Matthildur Bára Stefánsdóttir og Andri Stefánsson 1998a. Ferskvatns- og sigvatnsrannsóknir í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Áfangaskýrsla til Norðurál hf. 15. mars 1998, 16 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason, Andri Stefánsson og Matthildur Bára Stefánsdóttir 1998b. Vatnsrannsóknir í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Áfangaskýrsla með túlkunum. 15. apríl 1998. Unnið fyrir Norðurál hf. og Íslenska járnblendifélagið hf. 61 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason, Andri Stefánsson, Matthildur Bára Stefánsdóttir og Eydís Salome Eiríksdóttir 1998c. Vatnsrannsóknir í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Lokaskýrsla 15. júlí 1998. Unnið fyrir Norðurál hf. og Íslenska járnblendifélagið hf., 82 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason, Matthildur Bára Stefánsdóttir og Eydís Salome Eiríksdóttir 1998d. Vatnsrannsóknir í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Framvinduskýrsla 15. nóvember 1998. Unnið fyrir Norðurál hf. og Íslenska járnblendifélagið hf., 51 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason, Björn Þór Guðmundsson og Eydís Salome Eiríksdóttir 1998e. Efnasamsetning Elliðaáanna 1997 til 1998. Raunvísindastofnun Háskólans, RH-19-98, 100 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason, Jón Ólafsson, Árni Snorrason, Ingvi Gunnarsson og Snorri Zóphóníasson 1998f. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi, II. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar, Hafrannsóknarstofnunar og Orkustofnunar. Raunvísindastofnun Háskólans, RH-20-98, 39 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason, Eydís Salome Eiríksdóttir og Jón Sigurður Ólafsson 1998g. Efnasamsetning vatns í kísilgúr á botni Mývatns. Náttúrurannsóknarstöð við Mývatn. Fjölrit nr. 5, 1998, 30 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason, Snorrason, Á., Kristmannsdóttir H. K., and Sveinbjörnsdóttir Á. E. 1998h. The 1996 subglacial eruption and flood from the Vatnajökull glacier, Iceland: effects of volcanoes on the transient CO₂ storage in the ocean. Mineralogical Magazine, 62A, 523-524.
- 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 Norðurál 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 Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Eydís Salome Eiríksdóttir, Sverrir Óskar Elefsen, Ásgeir Gunnarsson og Peter Torssander (2000). Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi, III. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar. Raunvísindastofnun, RH-13-2000, 32 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Eydís Salome Eiríksdóttir, Sverrir Óskar Elefsen, Ásgeir Gunnarsson og Peter Torssander (2001). Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi, IV. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar. Raunvísindastofnun, RH-13-2000, 36 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Eydís Salome Eiríksdóttir, Bergur Sigfússon, Sverrir Óskar Elefsen, Jórunn Harðardóttir, Ásgeir Gunnarsson, og Peter Torssander, (2002a). Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi, V. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar. Raunvísindastofnun, RH-12-2002, 36 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Hrefna Kristmannsdóttir, Árný E. Sveinbjörnsdóttir, Peter Torssander, Jón Ólafsson, Silvie Castet, og Bernard Durpé (2002b). Effects of volcanic eruptions on the CO₂ content of the atmosphere and the oceans: the 1996 eruption and flood

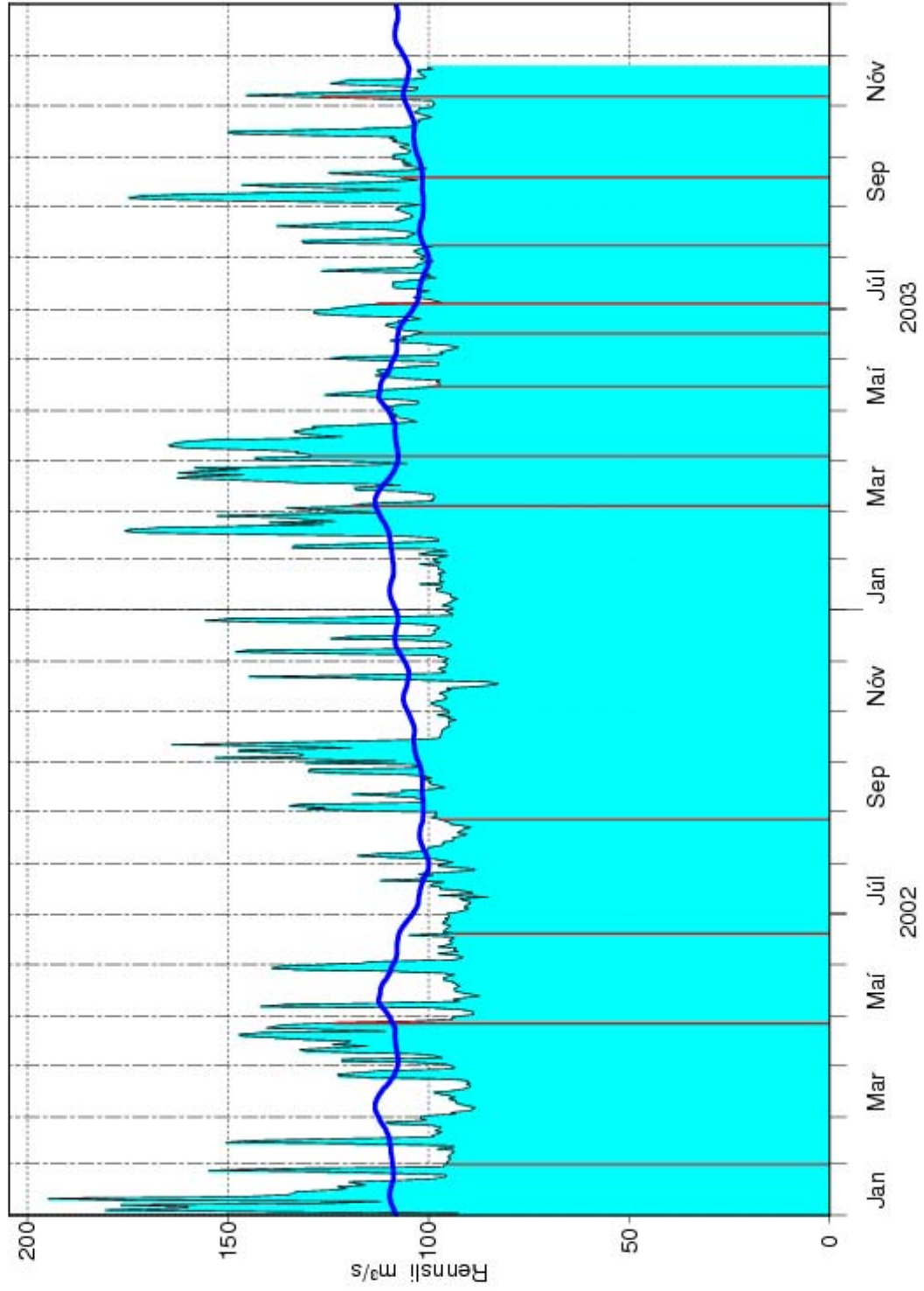
- within the Vatnajökull Glacier, Iceland. *Chemical Geology* 190, 181-205. Editors' Choice, *Science* 298, bls. 1681.
- Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Eydís Salome Eiríksdóttir, Bergur Sigfússon, Sverrir Óskar Elefsen, Jórunn Harðardóttir, Ásgeir Gunnarsson, og Peter Torssander, (2003a). Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi, VI. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar. Raunvísindastofnun, RH-03-2003, 85 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Eydís Salome Eiríksdóttir, Bergur Sigfússon, Sverrir Óskar Elefsen, Jórunn Harðardóttir, Ásgeir Gunnarsson, Einar Örn Hreinsson, Peter Torssander, Marin I. Kardjilov og Niels Örn Óskarsson (2003b). Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Austurlandi, IV. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar. Raunvísindastofnun, RH-04-2003, 97 bls.
- Sigurður Steinþórsson og Niels Óskarsson 1983. Chemical monitoring of jökulhlaup water in Skeiðará and the geothermal system in Grímsvötn Iceland, *Jökull*, 33, bls. 73-86.
- Sigurjón Rist 1955. Skeiðarárhlaup 1954. *Jökull*, 5, bls. 30-36.
- Sigurjón Rist 1974. Efnarannsókn vatna. Vatnasvið Hvítár - Ölfusár; einnig Þjórsár við Urriðafoss: Reykjavík, Orkustofnun, OSV7405, 29 bls.
- Sigurjón Rist 1986. Efnarannsókn vatna. Borgarfjörður, einnig Elliðaár í Reykjavík: Reykjavík, Orkustofnun, OS-86070/VOD-03, 67 bls.
- Sólveig R. Ólafsdóttir og Jón Ólafsson 1999. Input of dissolved constituents from River Þjórsá to S-Iceland costal waters. *Rit Fiskideildar* 126, bls. 79-88.
- Stefán Arnórsson og Auður Andrésdóttir 1995. Processes controlling the distribution of B and Cl in natural waters in Iceland: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 59, bls. 4125-4146.
- 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.
- Stefán Arnórsson, Auður Andrésdóttir og Árný E. Sveinbjörnsdóttir 1993. The distribution of Cl, B, δD and $\delta^{18}O$ in natural waters in the Southern Lowlands in Iceland. Í *Geofluids '93* (ritstj. J. Parnell, A.H. Ruffell og N.R. Moles). *British Gas*, bls. 313-318.
- Stefán Arnórsson, Jónas Eliasson og Björn Þór Guðmundsson 1999. 40 MW gufuaflstöð í Bjarnarflagi. Mat á áhrifum á grunnvatn og náttúrulegan jarðhita. Raunvísindastofnun, Reykjavík, RH-26-1999, 36 bls.
- Svanur Pálsson, Snorri Zóphóníasson, Oddur Sigurðsson, Hrefna Kristmannsdóttir og Hákon Aðalsteinsson 1992. Skeiðarárhlaup og framhlaup Skeiðarárjökuls 1991, Orkustofnun OS92035/VOD-19 B.
- 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 2000. Leiðbeiningar um mælingar á svifaur og úrvinnslu gagna. Greinargerð, SvP-GHV-2000-2, Orkustofnun, Reykjavík.
- Svanur Pálsson, Guðmundur H. Vigfússon & Jórunn Harðardóttir 2001a. Framburður svifaurs í Skaftá Orkustofnun, OS-2001/068, 57 bls.
- Svanur Pálsson, Guðmundur H. Vigfússon & Jórunn Harðardóttir 2001b. Framburður svifaurs í Markarfljóti við Emstrubru. Orkustofnun, greinargerð, SvP-GHV-JHa-2001/01, 6 bls.
- Svanur Pálsson, Guðmundur H. Vigfússon & Jórunn Harðardóttir 2002a. Framburður svifaurs í Hverfisfljóti við brú 1982-2000. Orkustofnun, greinargerð, SvP-GHV-JHa -2002/01, 9 bls.
- Svanur Pálsson, Guðmundur H. Vigfússon & Jórunn Harðardóttir 2002b. Framburður svifaurs í Djúpa í Fjótshverfi við brú 1963-2000. Orkustofnun, greinargerð, SvP-GHV-JHa -2002/02, 11 bls.
- Sverrir Óskar Elefsen, Sigvaldi Arnason, Gunnar Sigurðsson, Árni Snorrason, Hrefna Kristmannsdóttir Sigurður R. Gíslason og Hreinn Haraldsson 2000. Efnavöktunarkerfi til varnar mannvirkjum við eldsambrot í jökli. II. Kerfislýsing. Febrúarráðstefna 2000. Ágrip erinda og veggspjalda. Jarðfræðafélag Íslands, bls. 24-25.
- 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.
- Torssander, Peter 1986. Origin of volcanic sulfur in Iceland. A Sulfur Isotope Study. Útgefin doktorsritgerð. Meddelanden från Stockholms Universitets Geologiska Institution Nr. 268, Stockhólmi, 164 bls.
- Veðráttan, 1958 til 1981. Veðurstofa Íslands, Reykjavík

Tafla 2. Árilegur framburður Straumvatna á Suðurlandi miðað við 1998-2003 (tonn/ári)

Vatnsfall	meðalrennsli* m ³ /sek	SiO ₂	Na	K	Ca	Mg	CO ₂	SO ₄	SO ₄	Cl	F	TDS	TDS	DOC	POC
Sog v. Prastarlund	107	36305	28273	1924	13894	4751	66805	7739	7749	21839	242	92687	120828	<770	990
Ölfusá, Selfoss	384	159114	93886	6443	48610	17859	262297	29502	29720	64929	1165	341109	762185	<7931	5567
Þjórsá, Urriðafoss	354	135526	98076	5254	51213	17935	277574	58532	59102	43143	1897	352228	767393	<2673	2673
Samtals	845	330945	220235	13620	113716	40546	606676	95773	96571	129911	3304	786024	1650406	<11373	9230
Vatnsfall	PON	Svifaur	P	PO ₄ -P	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	N _{tot}	P _{tot}	Al	Fe	B	Mn	Sr	As
Sog v. Prastarlund	<108	31139	39,0	27,8	21,4	<2,33	<16,0	61	12,4	40,2	46,1	<19,9	5,92	17,9	<0,334
Ölfusá, Selfoss	<618	551935	205	158	<231	<11,4	<94,4	288	51,0	247	<753	<55,9	83,8	76,1	<0,853
Þjórsá, Urriðafoss	<295	827076	420	289	<220	<9,53	<79,4	266	90,8	185	<217	<92,0	39,3	72,4	<1,15
Samtals	<1021	1410150	664	474	<472	<23,3	<190	615	154	472	<1017	<168	129	166	<2,33
Vatnsfall	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg	Mo	Ti	Þung-málmar			
Sog v. Prastarlund	3,11	<0,012	0,055	2,88	0,790	<0,551	<0,076	<2,30	<0,007	0,522	0,358	<11,0			
Ölfusá, Selfoss	13,1	<0,051	0,513	6,69	4,79	<2,72	<0,436	<18,65	<0,026	3,10	13,51	<64,4			
Þjórsá, Urriðafoss	6,25	<0,055	0,437	2,15	2,72	<2,05	<1,28	<6,86	<0,410	5,81	11,39	<40,6			
Samtals	22	<0,118	1,01	11,7	8,30	<5,32	<1,79	<27,8	<0,443	9,44	25,3	<116			

*Langfímameðalrennsli Sogs fyrir árin 1972-2002, Ölfusár fyrir árin 1951-2003 og Þjórsár fyrir árin 1971-2003

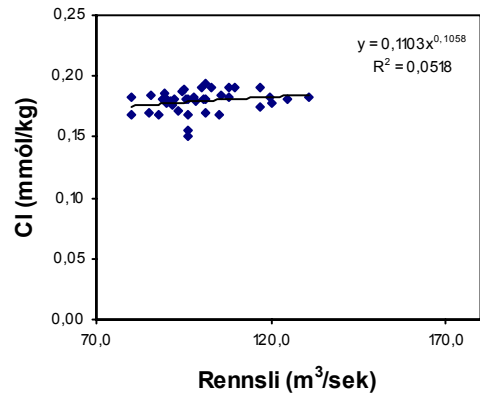
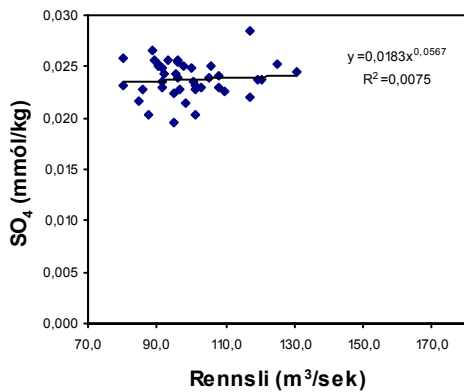
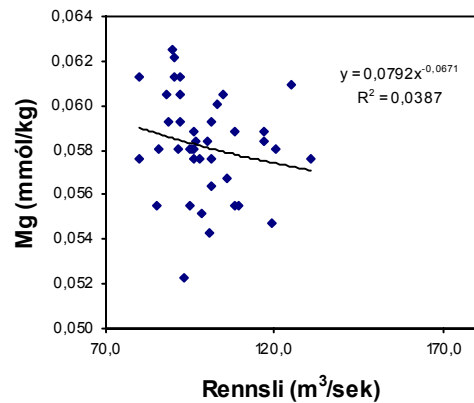
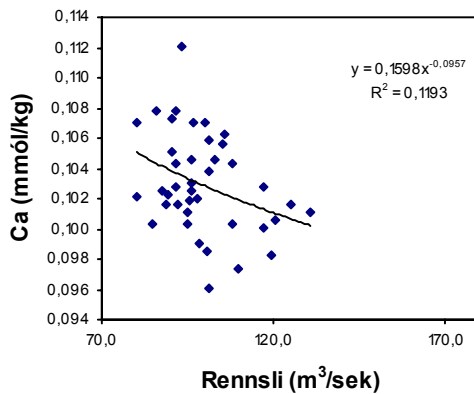
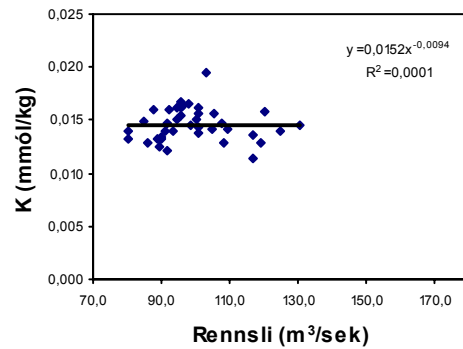
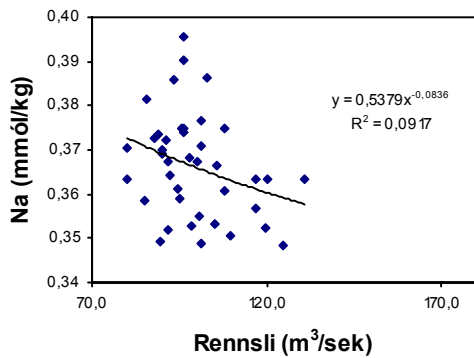
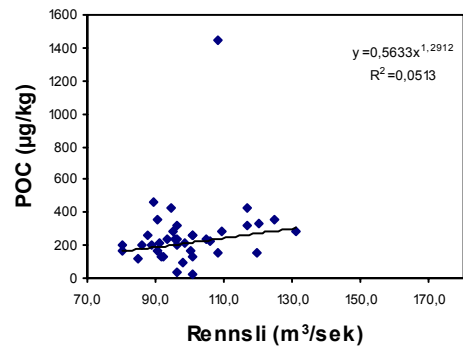
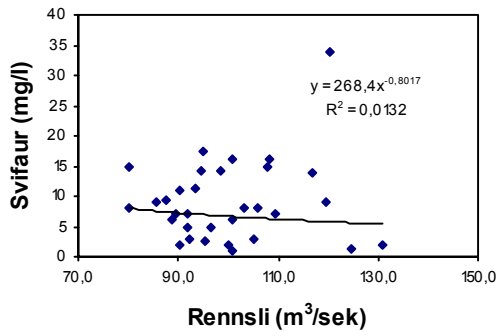
2. mynd. Rennsli Sogsins við Þrastarlund og rennsli þegar sýni voru tekin 2002-2003
Jafnaði meðaltalsársferillinn 1972-2002



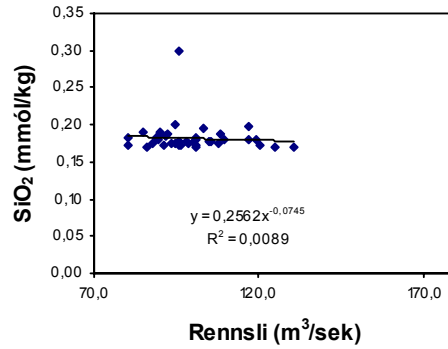
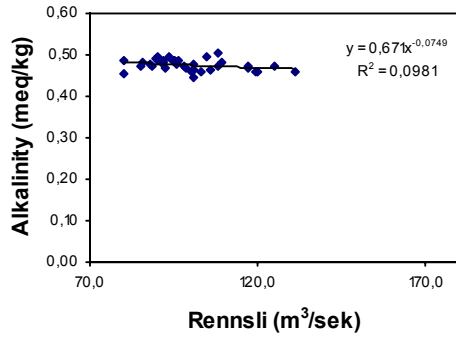
Tafla 4. Efnasamsetning, rennsli og aurburður Sogs við Þratarlund 2002-2003

Sýna númer	Dagsetning	Rennsli Vatns- m ³ /sek	Löf- hiti °C	pH	T °C	Leiðni µS/cm	SiO ₂	Na	K	Ca	Mg	Alk(a) neq./kg	DIC	SO ₄	SO ₄	SO ₄	SO ₄	SO ₄	Cl	F	Hleðslu jafnvægi	% skekkja	TDS mg/l	TDS reiknað mg/kg	DOC mmóll/l	POC µg/kg	PON µg/kg	C/N	Svifaur mg/kg
		ICP-AES I.chrom																											
		I.chrom																											
02-H004	31.1.2002	15:15	0,1	-0,9	7,7	14,8	75,3	0,199	0,359	0,016	0,100	0,058	0,486	0,512	0,022	0,025	8,14	0,189	3,58	3,58	-0,03	3,0	66	58	0,019	288	35,7	9,42	17,5
02-H007	26.4.2002	13:25	117	3,3	7,67	21,2	75,8	0,181	0,357	0,014	0,100	0,058	0,467	0,490	0,029	0,025	8,23	0,190	3,61	3,61	-0,03	2,9	49	56	0,016	425	41,8	17,6	13,9
02-H010	19.6.2002	14:10	94,7	8,2	7,74	25,8	76,6	0,174	0,361	0,015	0,101	0,056	0,484	0,504	0,020	0,024	8,18	0,187	3,61	3,61	-0,03	2,4	55	55	0,016	425	41,8	11,9	14,1
02-H013	27.8.2002	17:10	98,4	10,7	8,04	22	72,4	0,175	0,353	0,015	0,099	0,055	0,466	0,477	0,021	0,023	8,39	0,180	3,63	3,63	-0,02	1,7	50	54	0,050	217	25,6	9,9	14,1
03-H003	4.3.2003	16:05	120		7,52	19,3	75,5	0,172	0,363	0,016	0,101	0,058	0,461	0,235	0,024	0,023	8,47	0,178	3,45	3,45	0,01	0,6	49	49	0,014	332	36,0	10,8	34
03-H006	3.4.2003	13:50	131	3,4	7,56	22,7	75,2	0,170	0,363	0,015	0,101	0,058	0,460	0,232	0,024	0,023		0,183	3,47	3,47	0,00	0,0	49	49	0,019	289	38,7	8,7	2
03-H009	15.5.2003	12:50	100	7,7	11	23	76	0,178	0,368	0,015	0,107	0,058	0,460	0,478	0,025	0,026		0,191	3,84	3,84	0,01	1,2	66	66	0,021	160	23,6	7,9	2
03-H012	16.6.2003	14:08	106	9	12,1	19,4	70,3	0,177	0,367	0,016	0,106	0,057	0,463	0,476	0,025	0,025		0,185	3,79	3,79	0,01	1,1	65	65	0,017	223	30,8	8,4	8
03-H015	4.7.2003	13:15	119	11,2	14,7	8,0	71,9	0,180	0,352	0,013	0,098	0,055	0,457	0,468	0,024	0,024		0,182	3,82	3,82	-0,01	1,3	64	64	0,018	156	18,9	9,6	9
03-H016	8.8.2003	10:40	101	12,6	14,1	7,94	18	74,3	0,181	0,355	0,014	0,099	0,054	0,464	0,477	0,024	0,024		0,181	3,76	-0,01	1,3	65	65	0,022	260	22,5	13,5	6
03-H021	18.9.2003	13:15	108	8	5,7	7,78	16,8	73,9	0,188	0,361	0,013	0,100	0,056	0,471	0,491	0,023	0,024		0,183	3,97	-0,01	1,2	66	66	0,013	1450	158,3	10,7	16
03-H024	6.11.2003	13:25	110	5,3	7,4	7,49	22,1	73,1	0,179	0,351	0,014	0,097	0,056	0,484	0,361	0,023	0,023		0,190	4,11	-0,31	9,9	57	57	0,008	282	42,6	7,7	7
03-H027	12.12.2003	12:30	103	2,8	1,4	7,62	20,8	79	0,195	0,386	0,020	0,105	0,060	0,459	0,485	0,023	0,024		0,191	4,05	0,05	3,2	68	68	0,022				8
Meðaltal 2002-2003			108	6,9	8,1	7,72	20,7	74,6	0,181	0,361	0,015	0,101	0,057	0,457	0,437	0,024	0,024	8,28	0,185	3,75	-0,03	2	55	59	0,020	376	43,0	10,5	12

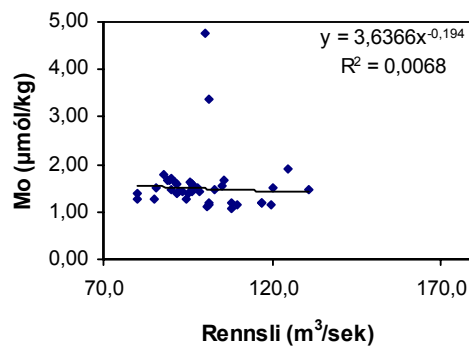
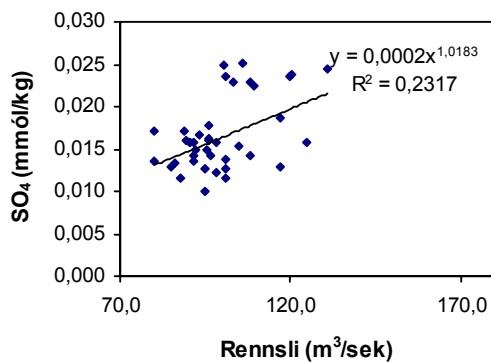
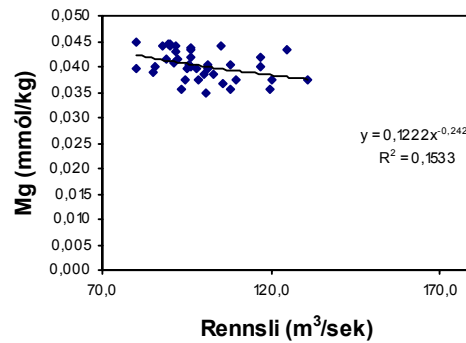
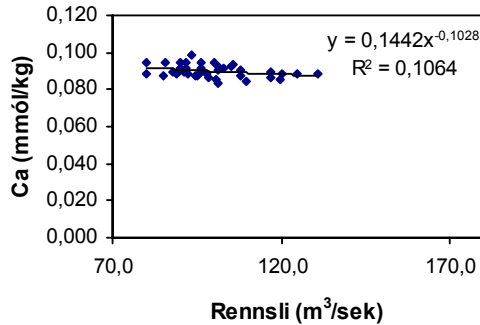
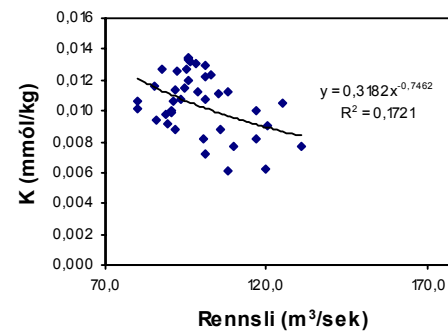
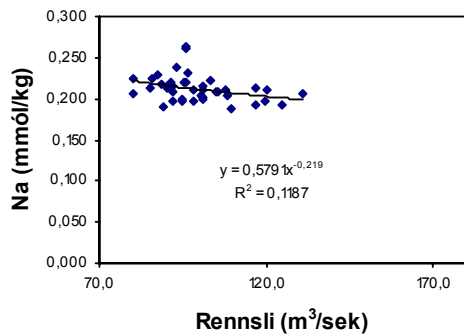
Sýna-númer	Dagsetning	P µmól/l	PO ₄ -P µmól/l	NO ₃ -N µmól/l	NO ₂ -N µmól/l	NH ₄ -N µmól/l	Ntot µmól/l	Prot µmól/l	Al µmól/l	Fe µmól/l	B µmól/l	Mn µmól/l	Sr µmól/l	As µmól/l	Ba µmól/l	Cd µmól/l	Co µmól/l	Cr µmól/l	Cu µmól/l	Ni µmól/l	Pb µmól/l	Zn µmól/l	Hg µmól/l	Mo µmól/l	Ti µmól/l
02-H004	31.1.2002	15:15	0,345	1,88	0,047	1,03	3,34		0,310	0,150	0,634	0,040	0,063	2,23	0,634	<0,018	0,272	16,33	2,05	1,40	<0,048	3,35	<0,010	1,39	1,42
02-H007	26.4.2002	13:25	0,266	0,513	2,01	0,053	3,34	0,345	0,226	0,353	0,353	0,076	0,058	0,654	0,801	0,066	0,119	14,83	<1,57	1,82	<0,048	4,59	<0,011	1,18	1,46
02-H010	19.6.2002	14:10	0,211	0,285	0,449	<0,04	1,51	0,497	0,399	0,395	0,029	0,057	0,057	0,814	13,87	<0,018	0,128	16,71	2,52	2,08	<0,048	5,81	<0,010	1,26	5,01
02-H013	27.8.2002	17:10	0,277	0,420	0,449	<0,04	0,821	0,586	0,349	0,625	0,024	0,024	0,059	1,415	11,1	<0,018	0,186	16,31	4,09	1,75	<0,048	8,26	<0,010	1,43	2,51
03-H003	4.3.2003	16:05	0,329	0,368	0,466	<0,04	<0,19	0,278	0,122	1,184	0,021	0,062	0,062	0,830	8,32	<0,018	0,209	14,71	3,46	1,94	0,150	9,48	<0,010	1,50	1,25
03-H006	3.4.2003	13:50	0,283	0,269	1,11	0,044	0,713	0,289	0,254	<0,323	0,027	0,061	<0,667	9,25	<0,018	0,151	14,65	4,09	1,82	0,217	13,0	<0,010	1,47	4,18	
03-H009	15.5.2003	12:50	0,349	0,242	0,812	0,067	<0,19	0,423	0,167	0,447	0,447	0,028	0,065	1,83	1,17	0,028	0,105	18,48	3,46	1,40	0,125	23,4	<0,010	4,74	2,72
03-H012	16.6.2003	14:08	0,245	0,240	0,024	0,056	<0,19	0,519	0,267	0,435	0,021	0,060	0,060	0,694	0,728	<0,018	0,105	18,21	3,46	1,57	0,159	5,49	<0,010	1,66	1,88
03-H015	4.7.2003	13:15	0,352	0,219	0,151	0,074	0,261	0,552	0,308	<0,323	0,015	0,060	0,060	2,216	0,393	<0,018	0,093	16,37	8,70	1,14	0,068	11,5	0,017	1,167	3,38
03-H016	8.8.2003	10:40	0,275	0,287	0,071	0,082	0,400	0,523	0,263	<0,323	0,016	0,059	1,842	0,466	0,466	0,023	0,105	17,21	4,44	1,33	<0,048	15,1	0,012	1,126	1,38
03-H021	18.9.2003	13:15	0,250	0,311	0,406	0,074	<0,19	0,419	0,349	<0,323	0,071	0,063	1,802	0,561	<0,018	0,233	15,21	3,97	1,47	<0,048	8,82	<0,010	1,053	2,97	
03-H024	6.11.2003	13:25	0,272	0,257			<0,19	0,269	0,299	<0,323	0,070	0,064	1,281	0,830	0,027	0,314	15,50	3,48	2,32	0,058	12,6	<0,010	1,157	1,73	
03-H027	12.12.2003	12:30	0,288			<0,19		0,272	0,199	1,073	0,041	0,056	1,068	0,728	0,019	0,291	14,46	2,36	2,76	<0,048	8,47	<0,010	1,459	1,25	
Meðaltal 2002-2003			0,288	0,315	0,711	<0,056	<0,569	3,05	#DIV/0!	0,406	0,258	0,037	0,061	<1,33	3,76	<0,024	0,178	16,1	<3,67	1,75	<0,086	10,0	<0,011	1,58	2,40



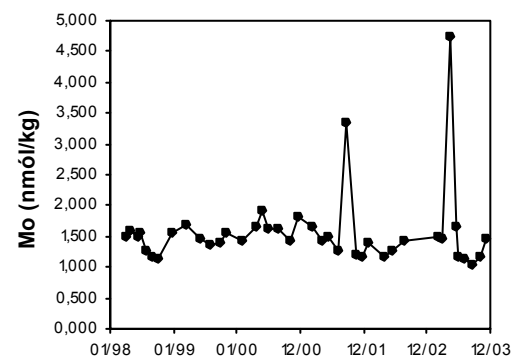
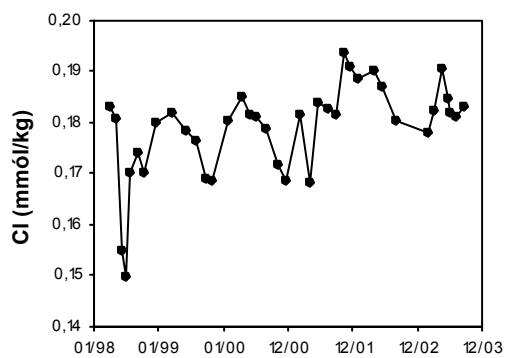
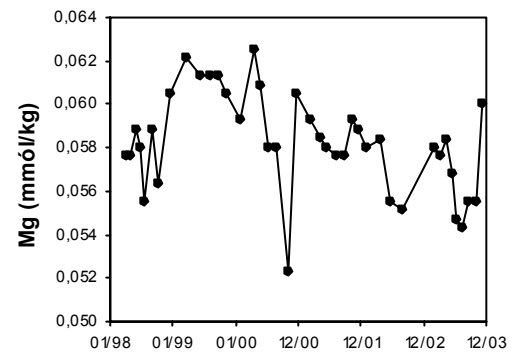
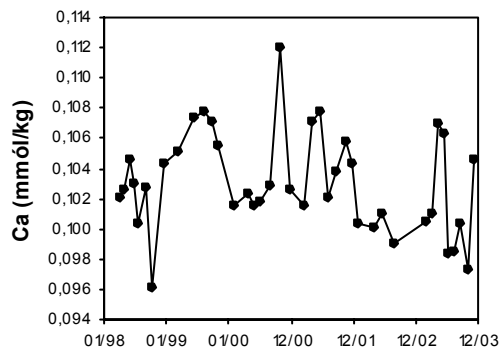
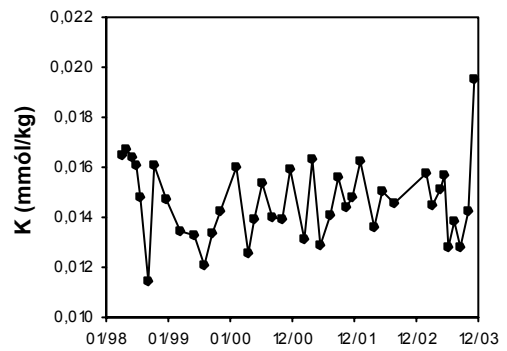
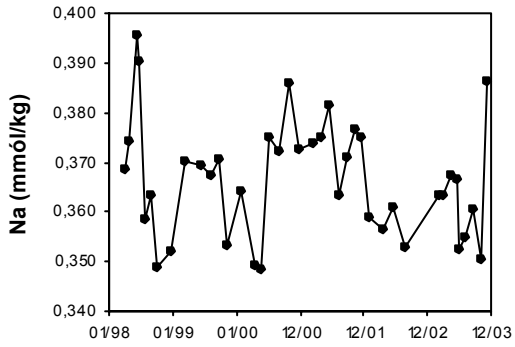
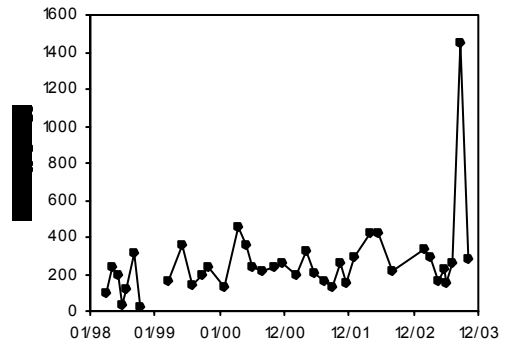
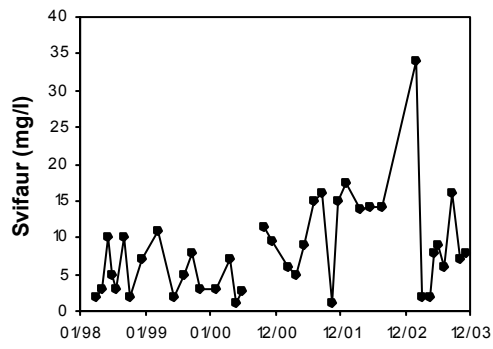
3. mynd. Vensl styrks aurburðar, uppleystra aðalefna og augnabliksrennslis þegar safnað var úr Sogi við Þrastarlund.



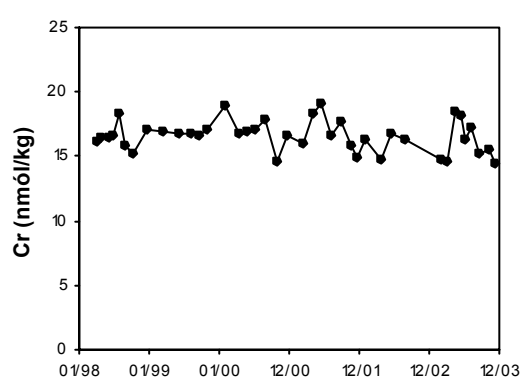
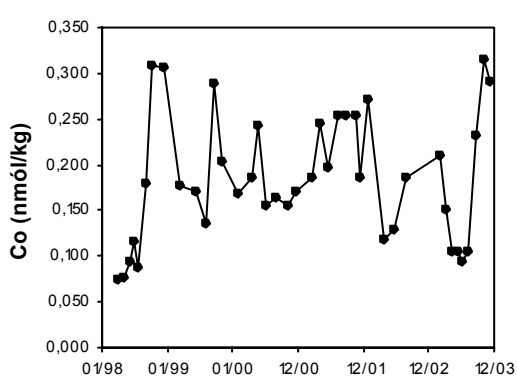
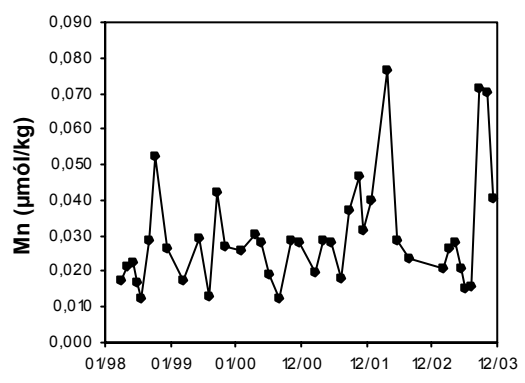
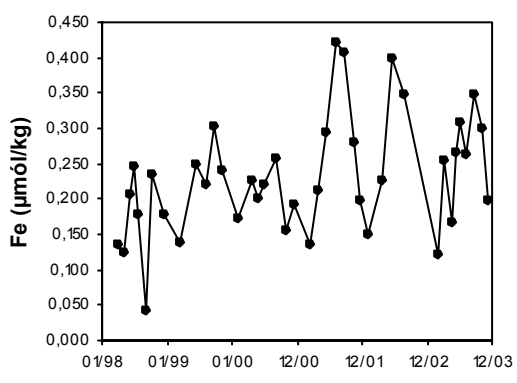
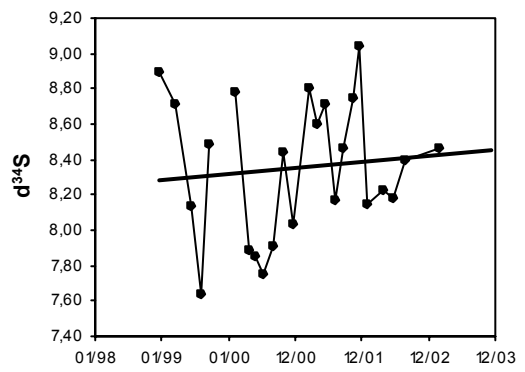
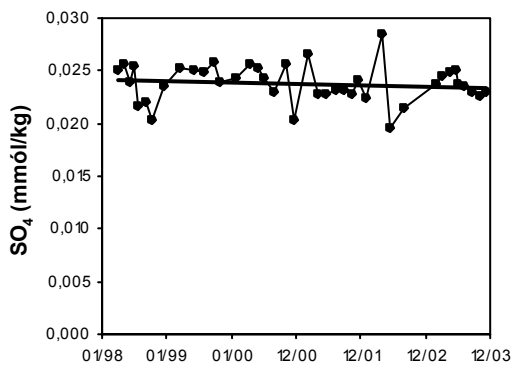
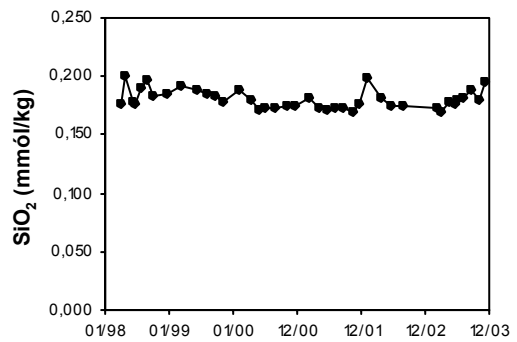
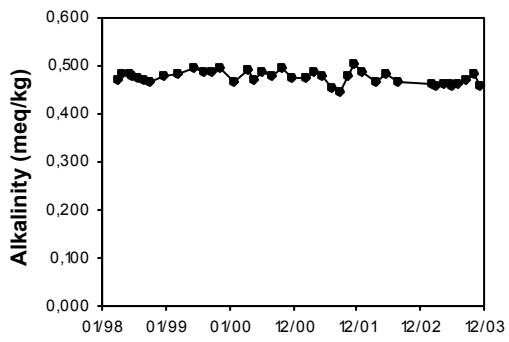
Gögn leiðrétt gagnvart úrkomu
að undanskildu Mo



4. mynd. Vensl styrks uppleystra aðalefna sem rekja uppruna sinn til veðrunar bergs og augnabliksrennslis þegar safnað var úr Sogi við Þrastarlund.

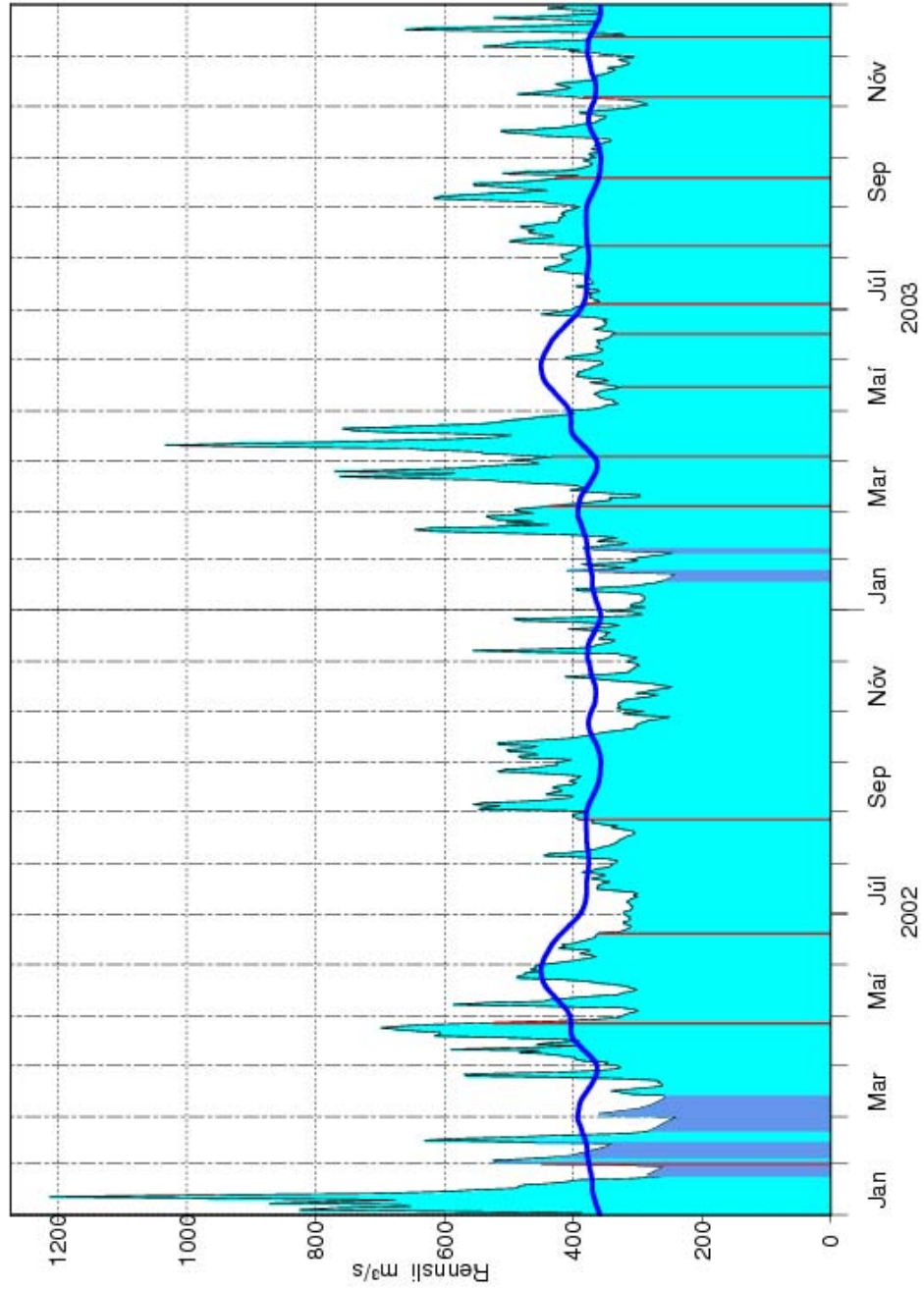


5. mynd. Tímaraðir fyrir styrk valinna efna í Sogi við Þrastarlund



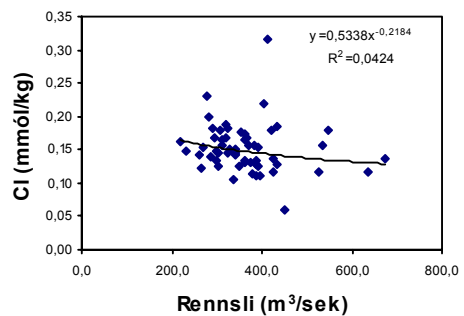
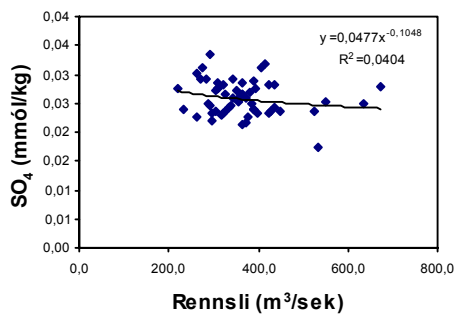
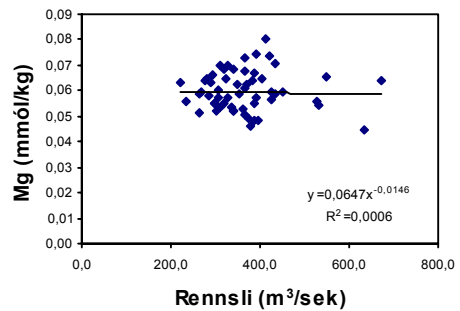
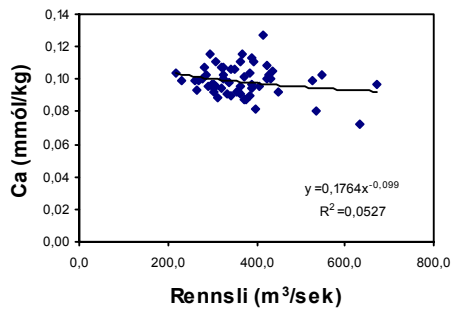
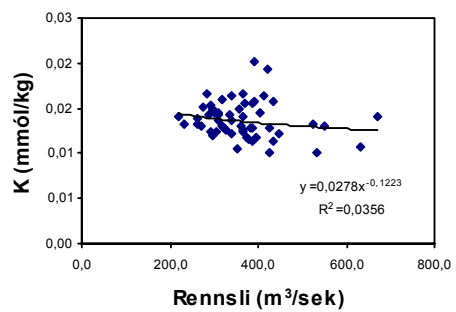
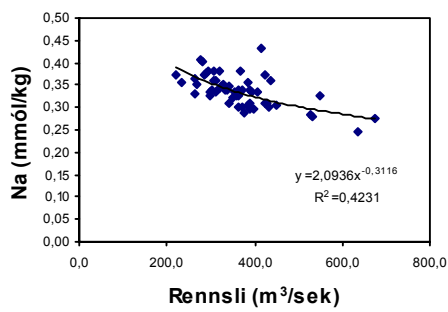
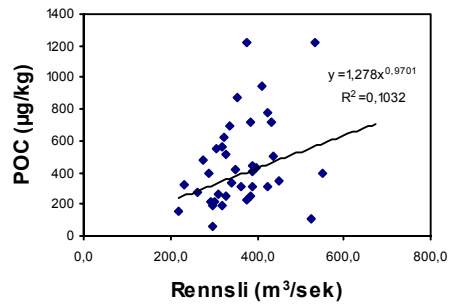
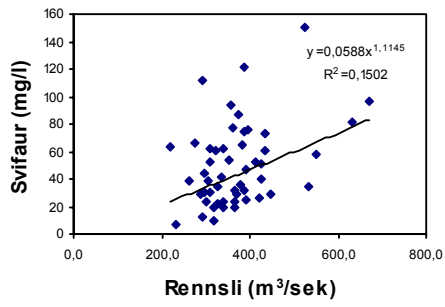
6. mynd. Tímaraðir fyrir styrk valinna efna í Sogi við Þrastarlund

7. mynd. Rennsli Ölfusár við Selfoss og rennsli þegar sýni voru tekin 2002-2003
Jafnaði meðaltalsársferillinn er fyrir árin 1951-2003

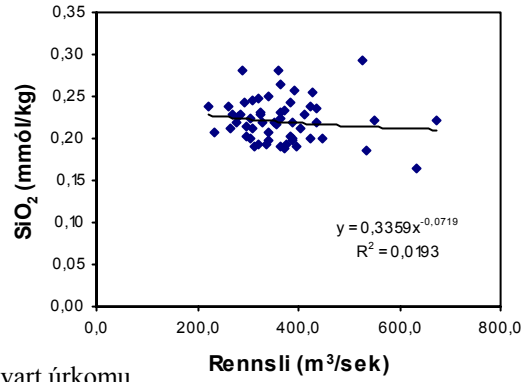
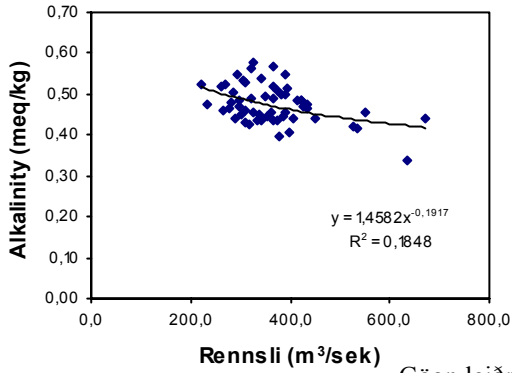


Tafla 5. Efnasamsetning, rennsli og aurburður Ölfusár við Selfoss 2002-2003

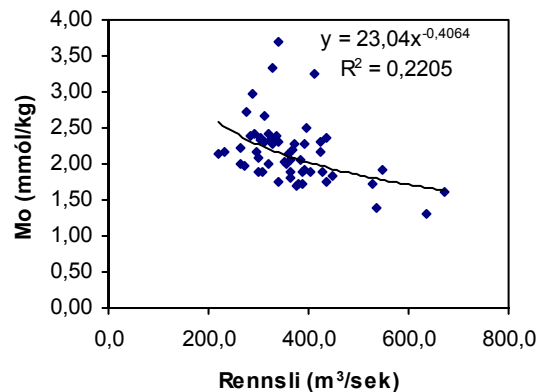
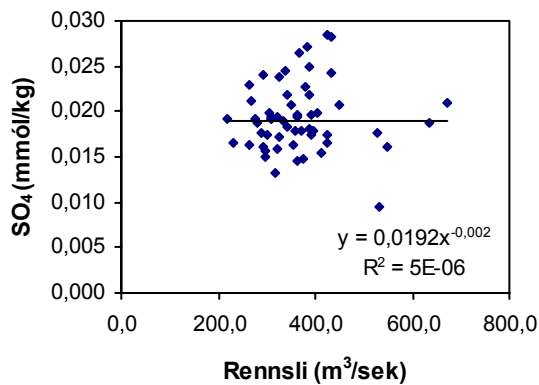
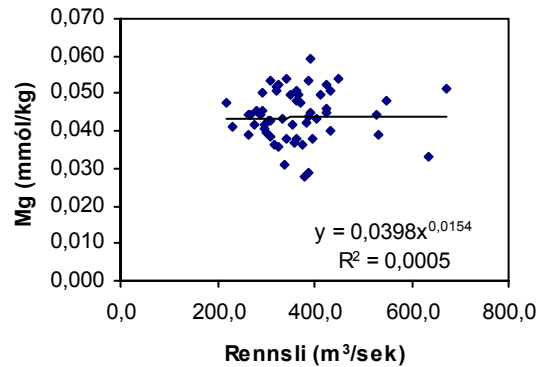
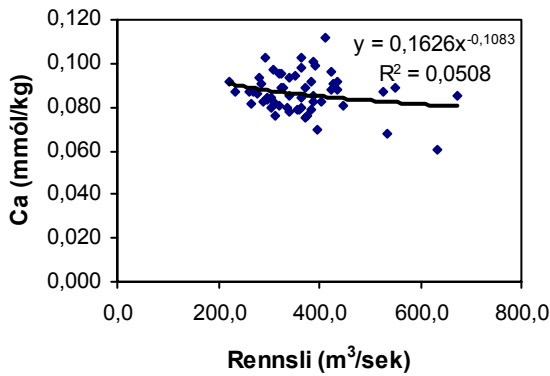
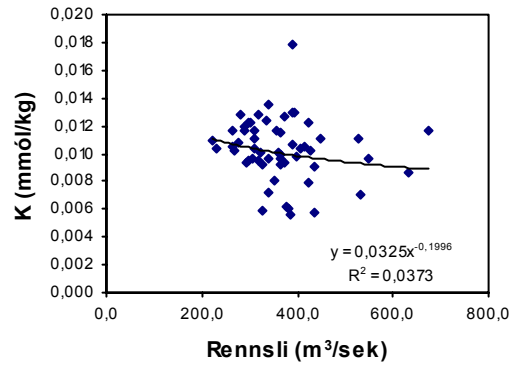
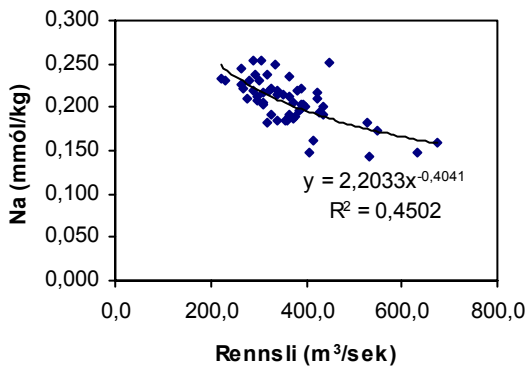
Sýna númer	Dagsetning	Rennsli m ³ /sek	Vatns- hiti °C	Löft- hiti °C	pH	T °C (pH/leibni)	Leiðni µS/cm	SiO ₂ mmól/l	Na mmól/l	K mmól/l	Ca mmól/l	Mg mmól/l	Alk (a) meq/kg	DIC mmól/l	SO ₄ mmól/l	SO ₄ mmól/l	SO ₄ mmól/l	δ ³⁴ S ‰	Cl mmól/l	F µmól/l	Hleðslu- jafnvægi %	TDS mg/l	TDS mg/kg	DOC mmól/l	POC µg/kg	PON µg/kg	CIN mól	Svifaur mg/kg	
02-H001	31.1.2002 10:05		0,0	-2,0	7,57	15,2	79,4	0,263	0,383	0,014	0,105	0,066	0,532	0,569	0,026	0,027	7,84	0,177	4,90	-0,03	2,4	52	65	0,029	268	33,7	9,28	28,9	
02-H005	26.4.2002 10:40	534	1,5	-1,5	7,43	22,3	63,1	0,185	0,278	0,011	0,080	0,054	0,417	0,453	0,017	0,022	8,59	0,156	3,87	-0,05	5,9	42	50	0,030	1220	118,5	11,8	33,8	
02-H008	19.6.2002 11:00	370	7,1	11,6	7,7	25,7	65,2	0,189	0,299	0,012	0,088	0,049	0,435	0,455	0,022	0,024	6,57	0,130	4,42	-0,03	3,3	50	50	0,013	1220	118,5	12,0	86,4	
02-H011	27.8.2002 14:20	390	9,7	10,9	7,61	22,1	64,9	0,197	0,310	0,020	0,097	0,057	0,455	0,481	0,024	0,026	6,59	0,125	4,24	0,01	0,7	48	53	0,068	410	49,3	9,7	46,6	
03-H001	4.3.2003 11:35	435	1,8	4,6	7,74	19,7	82	0,236	0,359	0,016	0,105	0,070	0,465	0,323	0,028	0,026	9,24	0,185	4,74	0,01	1,2	60	60	0,067	506	37,3	15,8	7,3	
03-H004	3.4.2003 11:15	423	2,8	7,3	7,45	22,3	78,3	0,239	0,372	0,019	0,109	0,074	0,487	0,326	0,028	0,027		0,180	4,37	0,03	2,6	60	60	0,113	783	100	9,1	26	
03-H007	15.5.2003 10:30	327	7,2	9,2	7,61	23,3	72,7	0,219	0,351	0,013	0,101	0,057	0,454	0,479	0,024	0,025		0,152	4,76	0,03	2,5	66	66	0,023	257	35,8	8,4	22	
03-H010	16.6.2003 11:53	339	8,7	10,1	7,73	19,8	66,3	0,208	0,338	0,014	0,098	0,052	0,451	0,472	0,024	0,028		0,144	5,08	0,00	0,5	64	64	0,025	332	46,9	8,3	19	
03-H013	4.7.2003 11:00	386	11,4	13,5	7,38	23,4	64,4	0,202	0,307	0,011	0,090	0,048	0,445	0,488	0,025	0,025		0,128	4,55	-0,03	3,3	63	63	0,027	251	36,5	8,0	32	
03-H017	8.8.2003 11:25	378	12,9	14,8	7,66	19,6	61,6	0,193	0,288	0,012	0,088	0,046	0,396	0,417	0,023	0,022		0,115	4,42	0,01	1,1	57	57	0,012	226	31,0	8,5	36	
03-H019	18.9.2003 10:40	434	5,9	4,5	7,58	17,6	68,8	0,219	0,301	0,011	0,100	0,059	0,473	0,505	0,024	0,024		0,128	4,58	-0,02	2,3	66	66	0,022	721	78,8	10,7	61	
03-H022	6.11.2003 10:46	383	1,5	6,1	7,34	20,8	74,2	0,244	0,354	0,013	0,104	0,064	0,568	0,630	0,027	0,028		0,157	5,26	-0,04	3	79	79	0,017	721	80,9	10,4	65	
03-H025	12.12.2003 10:00	366	0,7	1,7	7,54	16,8	83	0,265	0,379	0,017	0,115	0,073	0,568	0,610	0,027	0,027		0,167	5,00	0,10	1,8	80	80	0,027				23	
Meðaltal 2002-2003		397	5,5	7,0	7,55	20,7	71,1	0,220	0,332	0,014	0,098	0,059	0,473	0,477	0,025	0,025	7,77	0,150	4,63	0,00	3	48	63	0,037	576	64,0	10,2	43	
Sýna númer	Dagsetning	P µmól/l	PO ₄ -P µmól/l	NO ₃ -N µmól/l	NO ₂ -N µmól/l	NH ₄ -N µmól/l	Ntot µmól/l	Ptot µmól/l	Al µmól/l	Fe µmól/l	B µmól/l	Mn µmól/l	Sr µmól/l	As µmól/l	Ba µmól/l	Cd µmól/l	Co µmól/l	Cr µmól/l	Cu µmól/l	Ni µmól/l	Pb µmól/l	Zn µmól/l	Hg µmól/l	Mo µmól/l	Ti µmól/l				
02-H001	31.1.2002 10:05	0,329	0,436	3,575	0,063	5,77	4,84	0,589	1,38	0,562	0,217	0,080	1,33	0,562	<0,018	0,798	13,38	3,49	2,28	0,101	5,23	<0,010	2,46	22,14					
02-H005	26.4.2002 10:40	0,217	0,339	1,761	0,060	1,22	3,68	0,967	2,13	0,228	0,040	0,063	0,561	1,019	<0,018	0,424	8,46	4,41	2,45	<0,048	8,11	<0,011	1,40	48,66					
02-H008	19.6.2002 11:00	0,230	0,539	0,942	0,053	0,646	1,93	0,430	0,149	0,272	0,053	0,051	0,521	8,32	<0,018	0,186	10,08	3,15	2,16	<0,048	9,48	<0,010	1,69	8,15					
02-H011	27.8.2002 14:20	0,387	0,574	3,314	0,109	1,44	6,20	0,882	0,439	0,252	0,080	0,059	0,481	7,40	0,125	0,291	9,50	4,72	2,10	0,07	22,02	<0,010	1,92	28,82					
03-H001	4.3.2003 11:35	1,094	0,982	4,225	0,053	0,526		0,682	2,793	<0,323	0,213	0,087	1,16	13,9	0,055	0,687	8,37	4,56	3,54	0,449	38,39	<0,010	2,37	31,95					
03-H004	3.4.2003 11:15	2,063	1,89		0,141	1,162		1,001	3,366	<0,323	0,189	0,095	<0,667	16,6	0,026	0,803	9,31	6,77	2,90	0,676	18,20	<0,010	2,31	40,52					
03-H007	15.5.2003 10:30	0,310	0,355	0,27	0,049	<0,19		0,953	1,67	0,327	0,099	0,076	<0,667	1,019	0,045	0,279	14,00	7,08	2,74	0,236	78,91	<0,010	2,27	38,6					
03-H010	16.6.2003 11:53	0,358	0,376	0,51	0,056	<0,19		1,79	1,51	0,317	0,081	0,066	0,707	1,46	0,023	0,361	15,79	9,60	3,73	0,372	33,19	<0,010	3,70	92,9					
03-H013	4.7.2003 11:00	0,488	0,314	0,27	0,053	<0,19		0,723	0,251	<0,323	0,055	0,064	2,122	0,532	<0,018	0,081	13,06	12,07	2,32	<0,048	78,61	<0,010	1,730	12,8					
03-H017	8.8.2003 11:25	0,345	0,311	0,59	0,094	0,787		0,723	0,122	<0,323	0,052	0,057	<0,667	0,364	<0,018	0,209	11,31	7,00	1,43	0,072	9,97	0,015	1,720	7,37					
03-H019	18.9.2003 10:40	0,323	0,269	1,42	0,103	0,940		0,993	0,421	<0,323	0,116	0,072	0,787	0,546	0,052	0,396	9,69	7,87	2,78	<0,048	14,97	<0,010	1,751	22,8					
03-H022	6.11.2003 10:46	0,306	0,192			1,087		0,738	1,844	<0,323	0,433	0,077	0,934	0,852	<0,018	1,059	9,27	6,18	4,07	<0,048	31,50	<0,010	2,064	30,7					
03-H025	12.12.2003 10:00	0,289						0,423	1,590	1,267	0,249	0,077	<0,667	0,728	0,037	0,919	8,10	6,80	4,45	<0,048	22,94	<0,010	2,189	9,82					
Meðaltal 2002-2003		0,518	0,548	1,69	0,076	<1,13	4,16	0,838	1,359	<0,387	0,144	0,071	<0,867	4,10	<0,036	0,499	10,8	6,44	2,84	<0,174	28,6	<0,010	2,12	30,41					



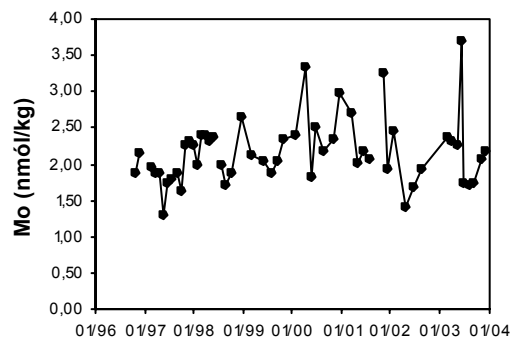
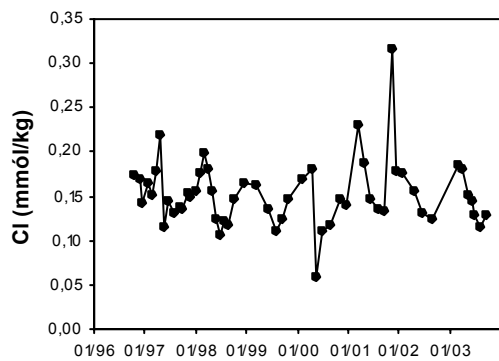
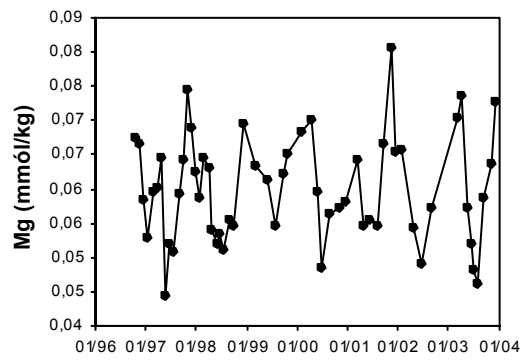
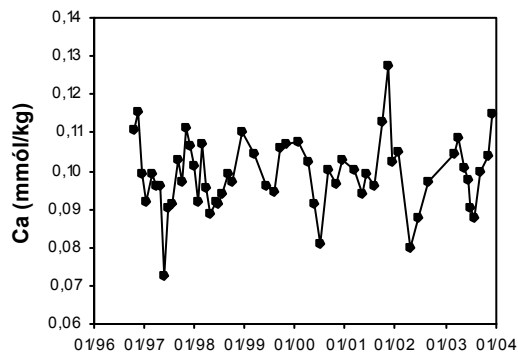
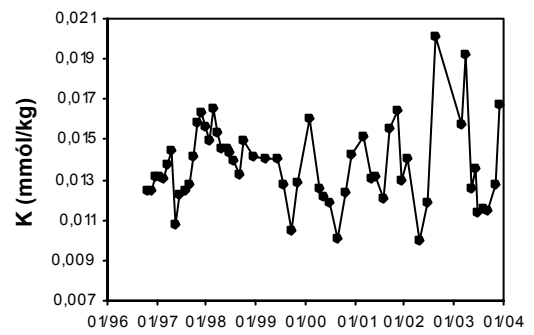
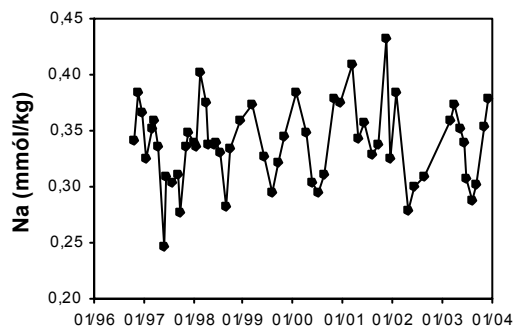
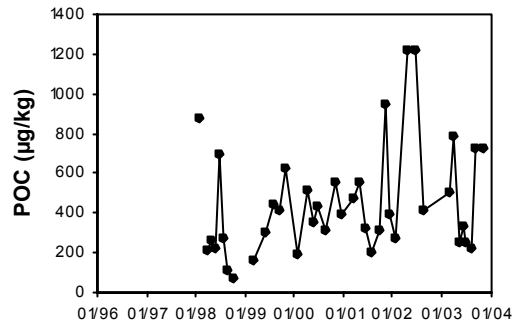
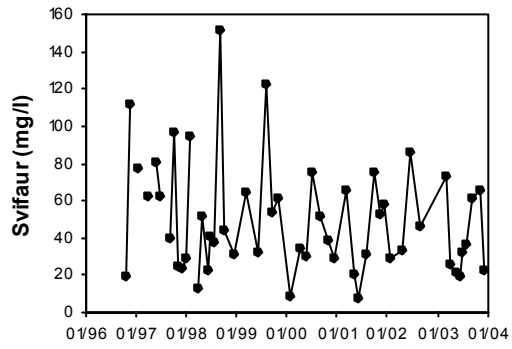
8. mynd. Vensl styrks aurburðar, uppleystra aðalefna og augnabliksrennslis þegar safnað var úr Ölfusá við Selfoss



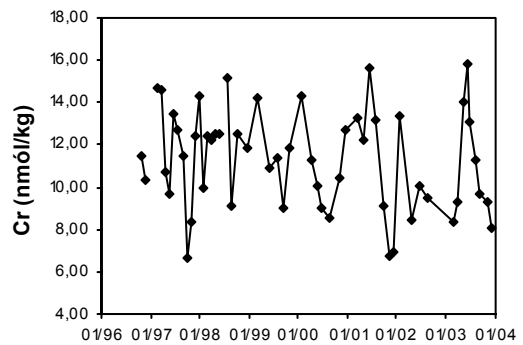
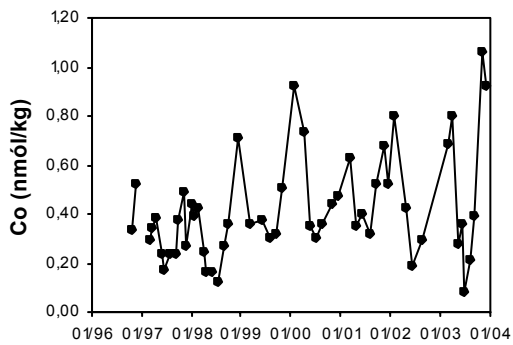
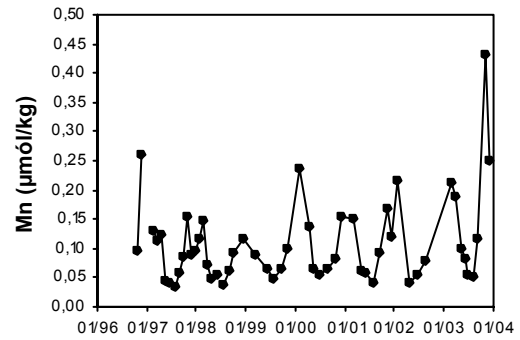
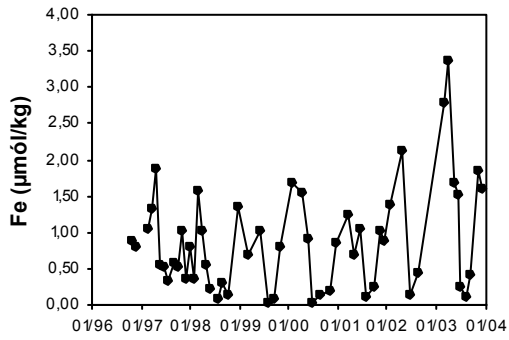
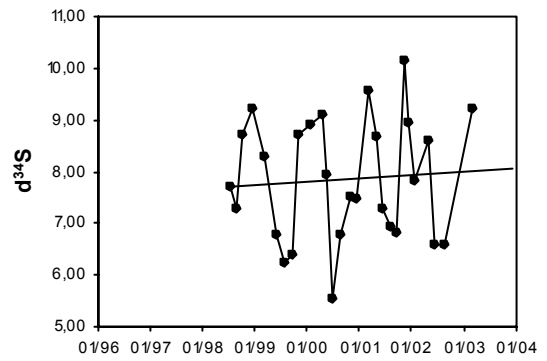
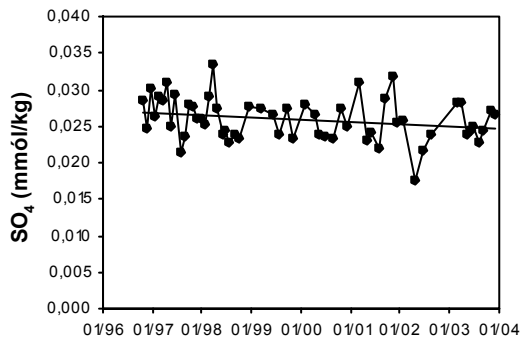
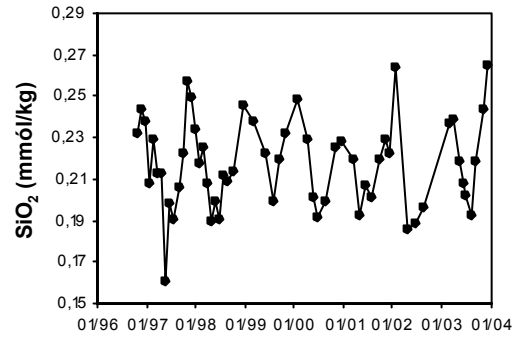
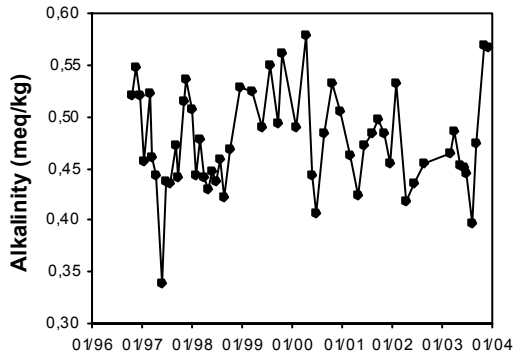
Gögn leiðrétt gagnvart úrkomu
að undanskildu Mo



9. mynd. Vensl styrks uppleystra aðalefna sem rekja uppruna sinn til veðrunar bergs og augnabliksrennslis þegar safnað var úr Ölfusá við Selfoss

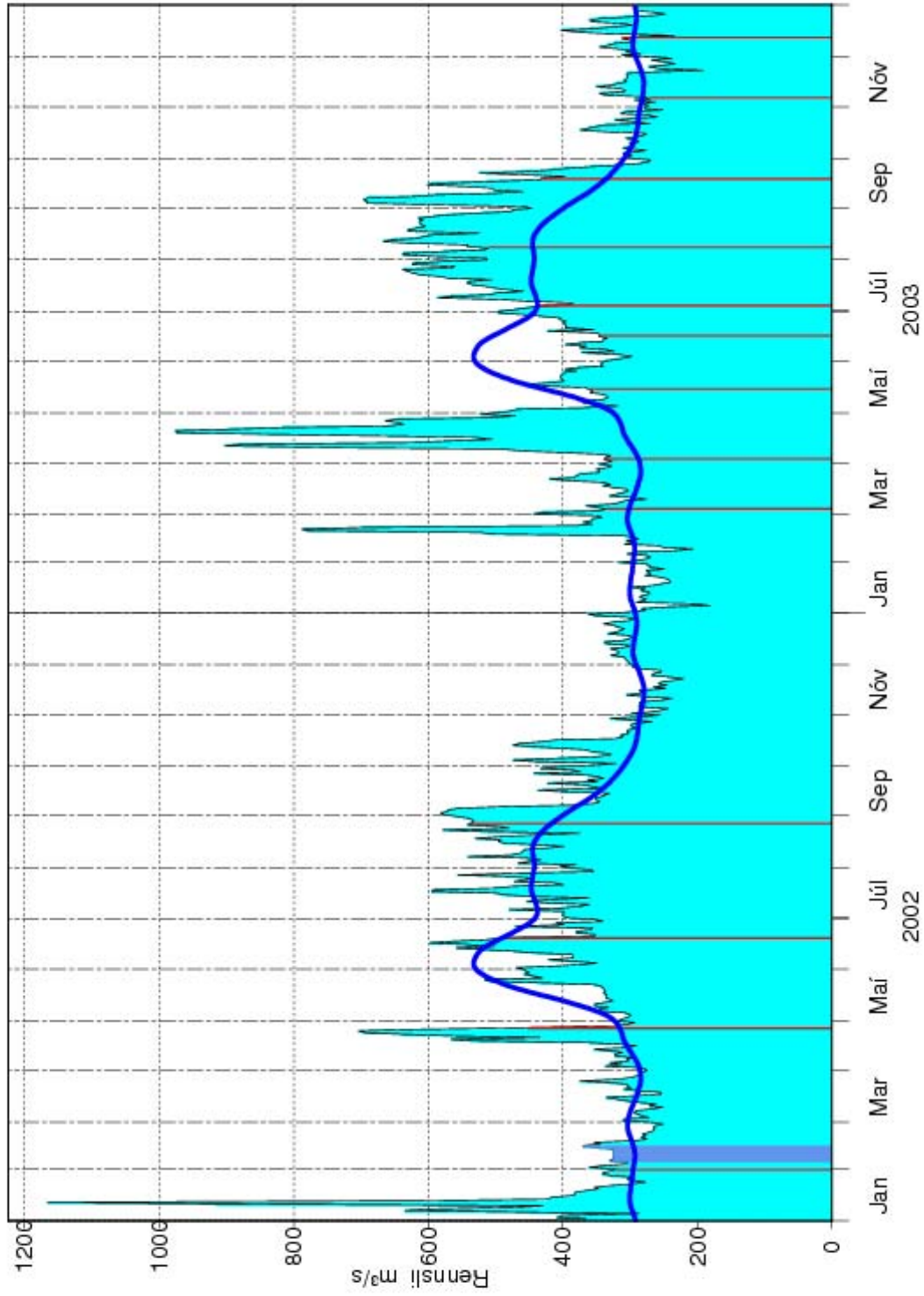


10. mynd. Tímaraðir fyrir styrk valinna efna í Ölfusá við Selfoss



11. mynd. Tímaraðir fyrir styrk valinna efna í Ölfusá við Selfoss

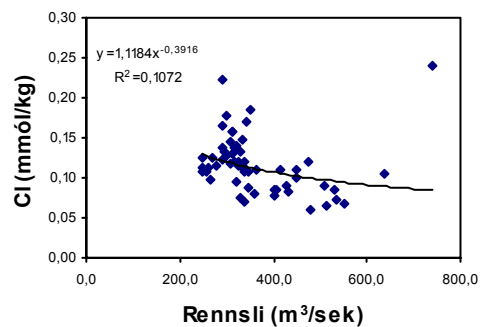
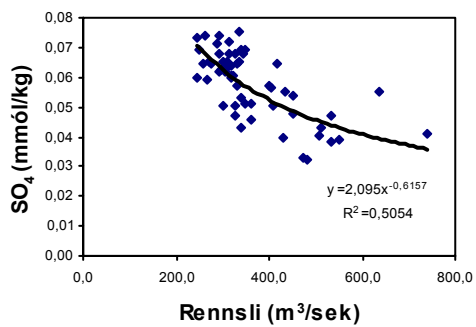
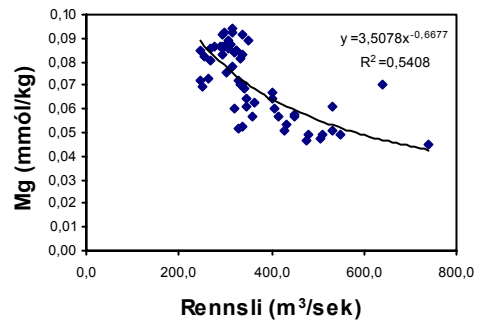
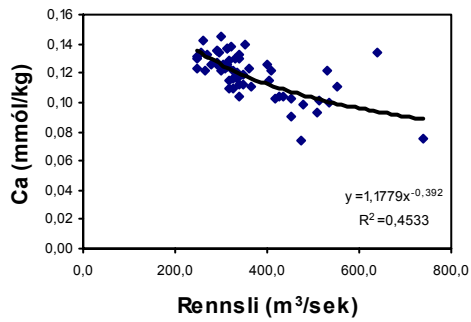
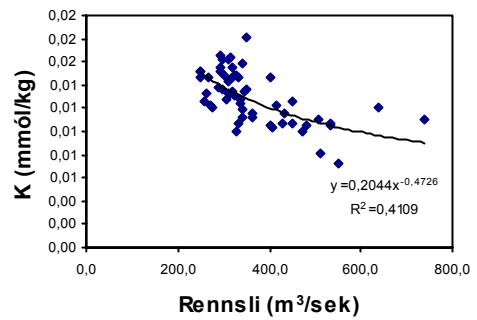
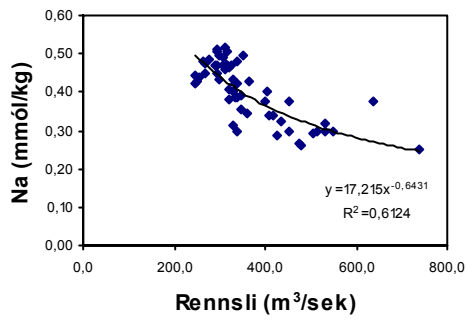
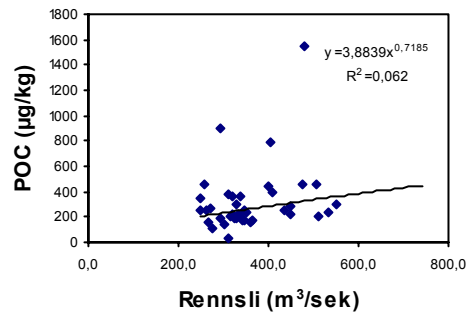
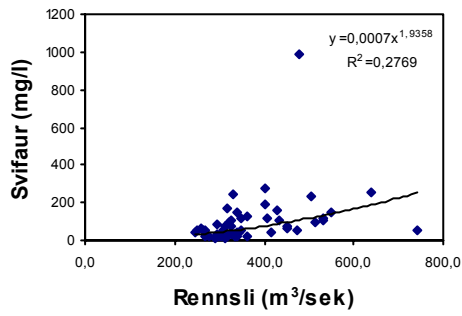
† 12. mynd. Rennsli Þjórsár við Urriðafoss og rennsli þegar sýni voru tekin 2002-2003
 Jafnaði meðaltalsársferillinn er fyrir árin 1971-2003



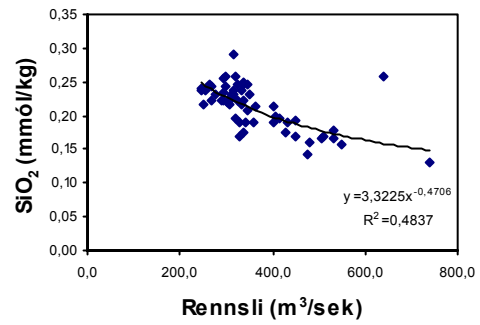
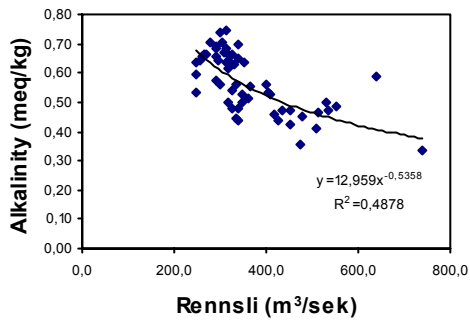
Tafla 6. Efnasamsetning, rennsli og aurburður Þjórsár við Urriðafoss 2002-2003

Sýna númer	Dagsetning	Rennsli Vatns-		Loft- hiti °C	pH	T °C (pH/ leišni)	Leišni µS/cm	SiO ₂ mmól/l	Na mmól/l	K mmól/l	Ca mmól/l	Mg mmól/l	Alk(a) meq./kg	DIC mmól/l	SO ₄ mmól/l	SO ₄ mmól/l	SO ₄ ‰	Cl mmól/l	F µmól/l	Hleðslu- % jafnvægi	TDS mg/l mælt	TDS mmól/l reiknað	DOC µg/kg	POC µg/kg	PON µg/kg	C/N mól	Svifaur mg/kg
		m ³ /sek hiti °C	hiti °C																								
02-H002	31.1.2002 11:20	319	0,0	-2,1	7,58	15,2	97,4	0,259	0,465	0,013	0,128	0,084	0,661	0,707	0,069	0,064	2,97	0,141	10,3	-0,04	71	76	0,019	222	20,1	12,9	23
02-H006	26.4.2002 12:05	474	0,3	0	7,4	22,3	58,4	0,143	0,267	0,008	0,074	0,046	0,354	0,387	0,033	0,038	4,15	0,119	6,29	-0,02	38	44	0,023	451	53,1	18,0	51,4
02-H009	19.6.2002 12:45	507	7,8	11,2	7,65	25,7	76,1	0,166	0,293	0,011	0,093	0,048	0,414	0,434	0,040	0,045	2,67	0,089	7,92	0,00	46,5	48	<0,008	451	53,1	9,90	232,8
02-H012	27.8.2002 15:35	534	9,6	10,3	7,62	22,2	65,8	0,167	0,298	0,011	0,100	0,051	0,475	0,502	0,038	0,044	2,37	0,073	6,87	-0,02	38	51	0,049	236	30,9	8,9	107,4
03-H002	4.3.2003 14:15	340	1,6	3,6	7,53	19,6	82,1	0,188	0,385	0,012	0,104	0,068	0,440	0,257	0,053	0,053	3,81	0,169	7,95	0,02	1,5	55	0,016	169	20,05	9,9	26
03-H005	3.4.2003 12:40	333	3,6	6,6	7,71	22,2	90,1	0,215	0,424	0,015	0,120	0,081	0,561	0,294	0,065	0,062	0,148	0,32	-0,01	0,6	61	0,020	224	32,77	8,0	18	18
03-H008	15.5.2003 11:45	363	5,9	12,3	7,75	23,1	82,2	0,214	0,426	0,012	0,111	0,063	0,551	0,574	0,051	0,051	0,111	0,74	0,01	1,2	76	0,019	172	25,34	7,9	24	24
03-H011	16.6.2003 12:57	346	9,7	11,1	7,71	18,8	76,3	0,209	0,392	0,014	0,119	0,065	0,502	0,526	0,068	0,069	0,107	10,2	0,02	2,1	73	0,016	251	39,80	7,4	47	47
03-H014	4.7.2003 12:20	434	11,8	11,8	7,6	23,8	70,2	0,191	0,322	0,012	0,104	0,053	0,475	0,502	0,055	0,059	0,083	9,37	-0,03	2,6	66	<0,017	247	35,12	8,2	108	108
03-H018	8.8.2003 12:35	512	12,6	13,6	7,68	19,9	66,3	0,168	0,298	0,008	0,101	0,049	0,466	0,490	0,043	0,043	0,066	7,37	-0,01	1,6	61	<0,017	204	37,71	10,0	100	100
03-H020	18.9.2003 12:10	408	5,5	7,6	7,59	18,5	75,8	0,199	0,341	0,010	0,121	0,060	0,529	0,563	0,050	0,052	0,085	8,21	-0,01	0,5	71	<0,017	400	38,49	12,1	113	113
03-H023	6.11.2003 12:20	269	1,2	5,6	7,66	20,7	93,9	0,244	0,448	0,012	0,133	0,080	0,932	0,982	0,065	0,070	0,125	10,9	-0,05	5,1	108	0,012	265	35,33	8,8	53	53
03-H026	12.12.2003 11:10	296	2,7	3	7,67	20	115	0,257	0,505	0,016	0,134	0,086	0,644	0,677	0,062	0,067	0,133	10,6	-0,02	3,5	91	0,018				25	25
Meðaltal 2002-2003		395	5,6	7,3	8	20,9	80,7	0,202	0,374	0,012	0,111	0,064	0,539	0,530	0,053	0,056	3,20	0,111	8,77	-0,01	3	68	0,021	274	34,0	10,2	71

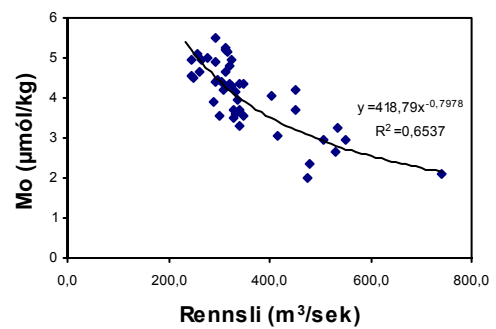
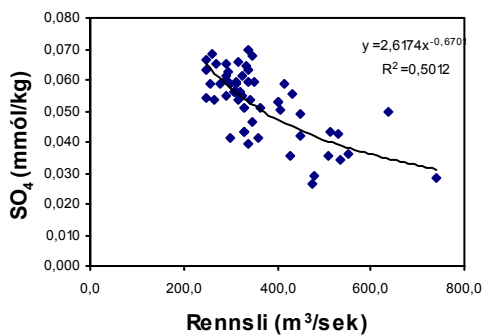
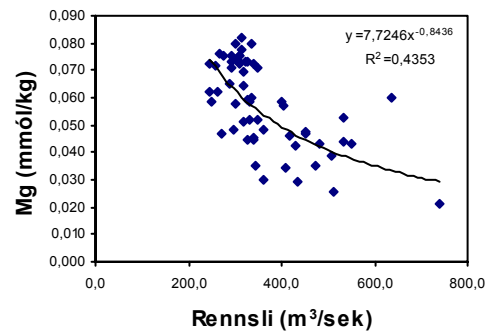
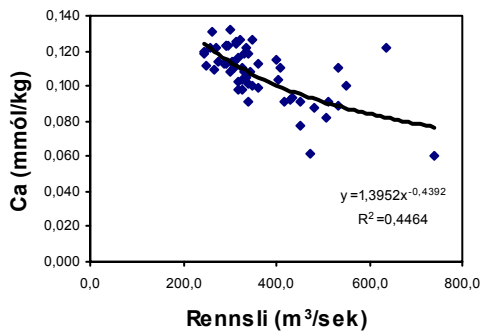
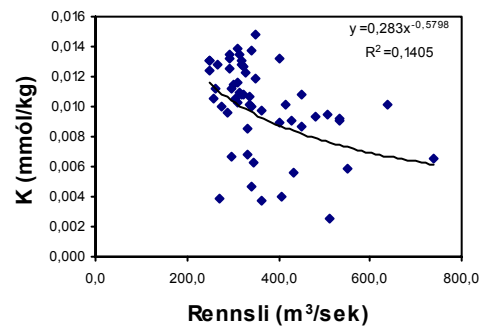
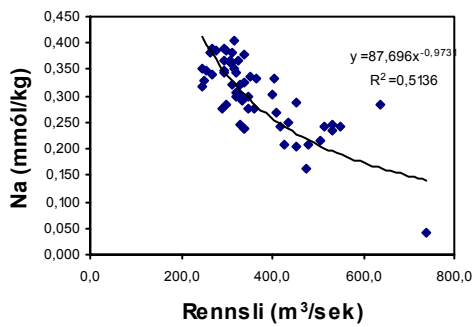
Sýna- númer	Dagsetning	P µmól/l	PO ₄ -P µmól/l	NO ₂ -N µmól/l	NO ₃ -N µmól/l	NH ₄ -N µmól/l	Nföt µmól/l	Ptot µmól/l	Al µmól/l	Fe µmól/l	B µmól/l	Mn µmól/l	Sr µmól/l	As mmól/l	Ba mmól/l	Cd mmól/l	Co mmól/l	Cr mmól/l	Cu mmól/l	Ni mmól/l	Pb mmól/l	Zn mmól/l	Hg mmól/l	Mo mmól/l	Ti mmól/l
02-H002	31.1.2002 11:20	4,779	1,106	3,554	0,060	0,646	5,01	0,471	0,281	1,230	0,086	0,090	2,44	1,23	<0,018	0,424	4,25	2,93	2,01	<0,048	3,49	<0,010	4,78	22,97	
02-H006	26.4.2002 12:05	0,497	0,680	0,713	0,066	1,09	2,62	0,841	0,901	0,348	0,087	0,047	0,801	0,583	0,036	0,288	2,12	2,99	2,86	0,053	4,74	<0,011	2,02	63,70	
02-H009	19.6.2002 12:45	0,626	0,673	1,453	0,063	0,821	3,50	0,667	0,244	0,546	0,032	0,037	1,068	5,55	<0,018	0,128	2,85	2,36	2,20	<0,048	5,96	<0,010	2,95	20,89	
02-H012	27.8.2002 15:35	0,714	0,969	1,411	0,053	0,910	2,13	0,597	0,030	0,622	0,030	0,045	0,894	2,77	0,045	0,081	2,96	3,46	1,84	<0,048	11,01	<0,010	3,25	2,51	
03-H002	4.3.2003 14:15	0,804	0,869	4,375	0,053	<0,19		0,556	0,808	1,304	0,099	0,078	1,04	7,40	0,049	0,419	2,27	4,72	1,50	0,251	17,13	<0,010	3,70	44,90	
03-H005	3.4.2003 12:40	0,917	0,984	2,57	<0,04	<0,19		0,549	0,976	1,202	0,118	0,097	1,30	7,40	<0,018	0,361	2,65	5,04	1,98	0,285	7,03	<0,010	4,15	32,58	
03-H008	15.5.2003 11:45	0,846	0,839	0,58	0,049	<0,19		1,02	0,731	0,584	0,044	0,066	1,15	0,655	0,028	0,221	5,29	5,67	1,58	0,101	29,36	<0,010	6,67	67,3	
03-H011	16.6.2003 12:57	0,752	0,800	0,19	0,058	<0,19		0,660	0,152	0,724	0,027	0,067	1,04	0,364	<0,018	0,093	3,12	3,78	3,78	0,101	4,25	<0,010	4,53	21,93	
03-H014	4.7.2003 12:20	0,820	0,780	0,91	0,071	<0,19		0,660	0,036	<0,323	0,029	0,051	1,375	0,481	<0,018	0,081	2,87	4,00	1,16	<0,048	29,82	<0,010	3,440	3,07	
03-H018	8.8.2003 12:35	0,694	0,699	1,32	0,067	<0,19		0,756	0,048	<0,323	0,025	0,040	0,707	0,481	0,054	0,105	3,02	2,49	0,92	0,068	3,56	<0,010	2,887	5,35	
03-H020	18.9.2003 12:10	0,755	0,759	1,47	0,074	<0,19		1,012	0,353	<0,323	0,061	0,055	0,894	0,255	0,021	0,198	3,75	3,53	1,82	<0,048	6,06	<0,010	3,210	46,6	
03-H023	6.11.2003 12:20	1,056	1,12		1,250			0,368	0,158	1,378	0,125	0,076	1,215	0,240	<0,018	0,314	4,23	3,73	2,96	<0,048	9,89	<0,010	4,472	9,77	
03-H026	12.12.2003 11:10	0,972			1,270			0,370	0,329	1,128	0,114	0,079	1,335	2,913	0,022	0,477	3,96	3,89	3,17	<0,048	11,96	<0,010	4,795	11,1	
Meðaltal 2002-2003		1,095	0,856	1,685	0,0615	0,998	3,31	0,655	0,388		0,067	0,064		2,31		0,245	3,3			2,14	11,1		3,91	27,12	



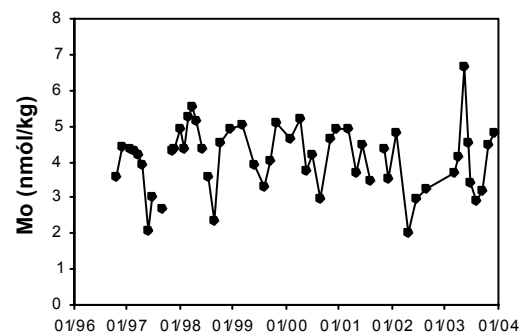
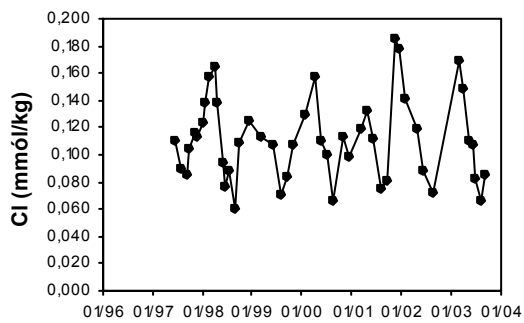
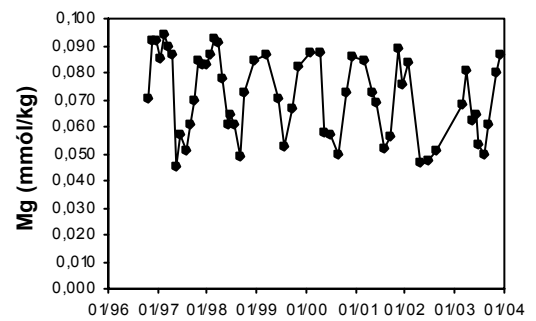
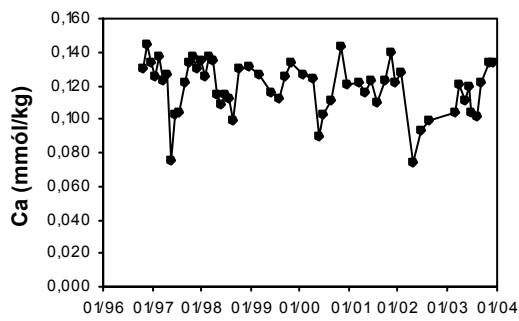
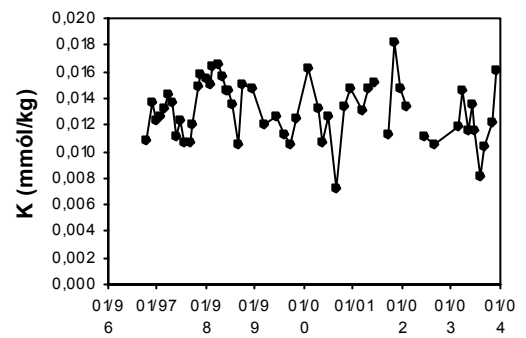
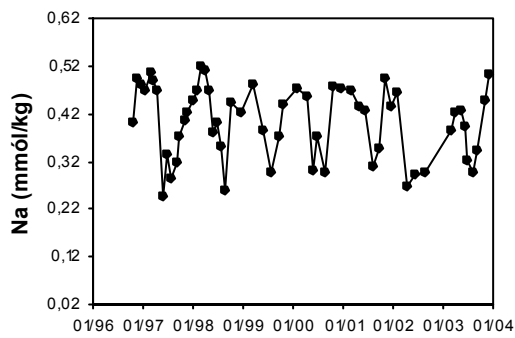
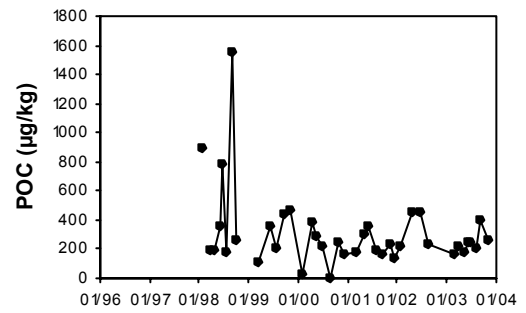
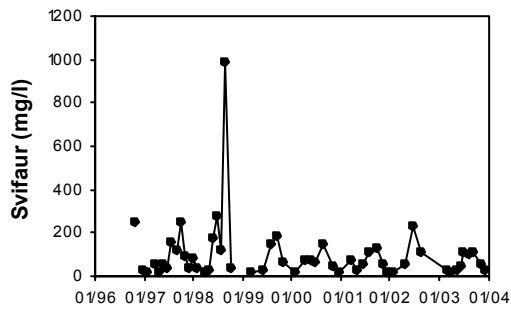
13. mynd. Vensl styrks aurburðar, uppleystra aðalefna og augnabliksrennslis þegar safnað var úr Þjórsá við Urriðafoss



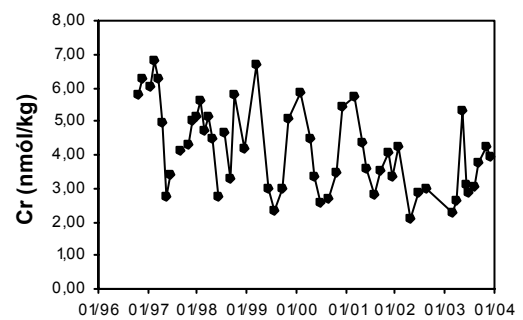
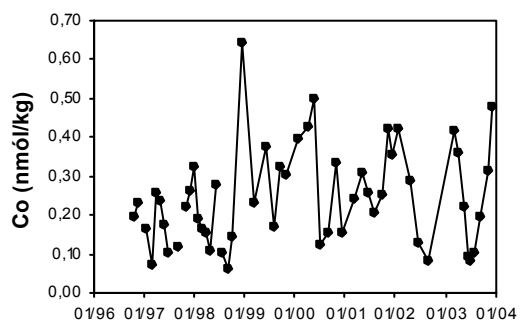
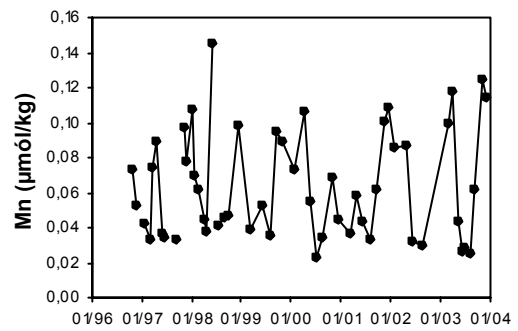
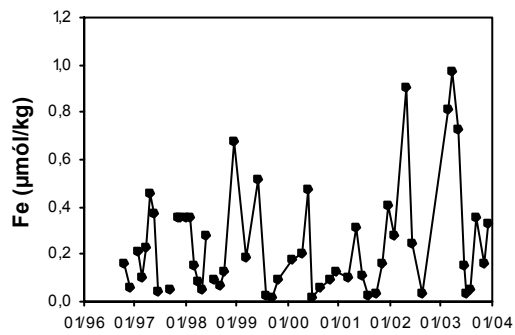
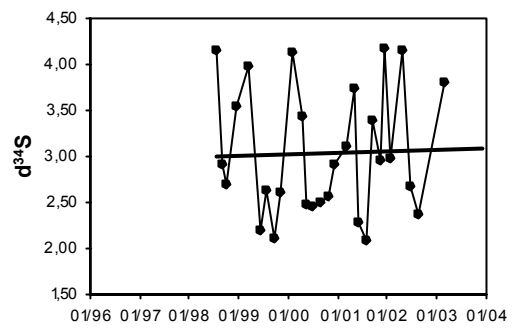
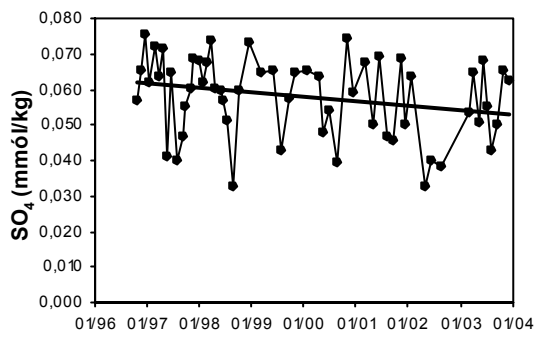
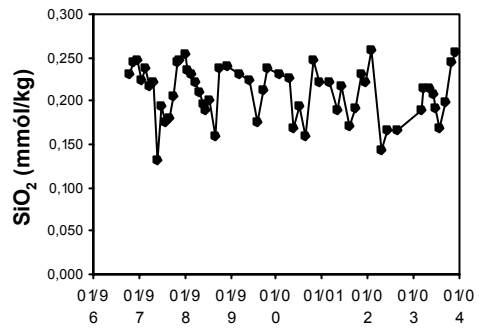
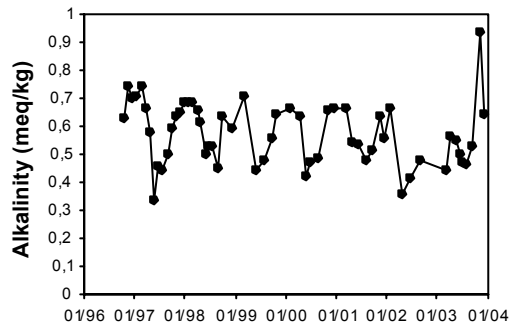
Gögn leiðrétt gagnvart úrkomu að undanskildu Mo



14. mynd. Vensl styrks uppleystra aðalefna sem rekja uppruna sinn til veðrunar bergs og augnabliksrennslis þegar safnað var úr Þjórsá við Urriðafoss



15. mynd. Tímaraðir fyrir styrk valinna efna í Þjórsá við Urriðafoss



16. mynd. Tímaraðir fyrir styrk valinna efna í Þjórsá við Urríðafoss

Tafla 7. Næmi efnagreiningaraðferða og hlutfallsleg skekkja milli mælinga

Efni	Næmi µmól/l	Skekkja hlutfallsleg skekkja	Staðalfrávik
Leiðni		± 1,0	
T°C		± 0,1	
pH		± 0,05	
SiO ₂ ICP-AES (RH)	1,66	2,0%	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 Jónaskilja (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 HPCL	0,520	5%	
SO ₄ ICP-AES (SGAB)	1,67	15%	
Cl	28,2	5%	
F	1,05	1,05-1,58 µmól/l ±10% >1,58µmól/l ±3%	
P ICP-MS (SGAB)	0,032	3%	
P-PO ₄	0,065	0,065-0,484 µmól/l ±1 µmól/l >0,484 µmól/l ±5%	
N-NO ₂	0,040	0,040-0,214 µmól/l ±0,014 µmól/l >0,214 µmól/l ±5%	
N-NO ₃	0,143	0,142-0,714 µmól/l ±0,071 µmól/l >0,714 µmól/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
	nmól/l		
Mn ICP-MS (SGAB)	0,546	8%	
Al ICP-MS (SGAB)	7,412	12%	
As ICP-MS (SGAB)	0,667	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%	