

Efnasamsetning Þingvallavatns 2007 – 2012

RH-16-2013

Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gíslason

Jarðvísindastofnun Háskólans, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík.



Júní 2013

EFNISYFIRLIT

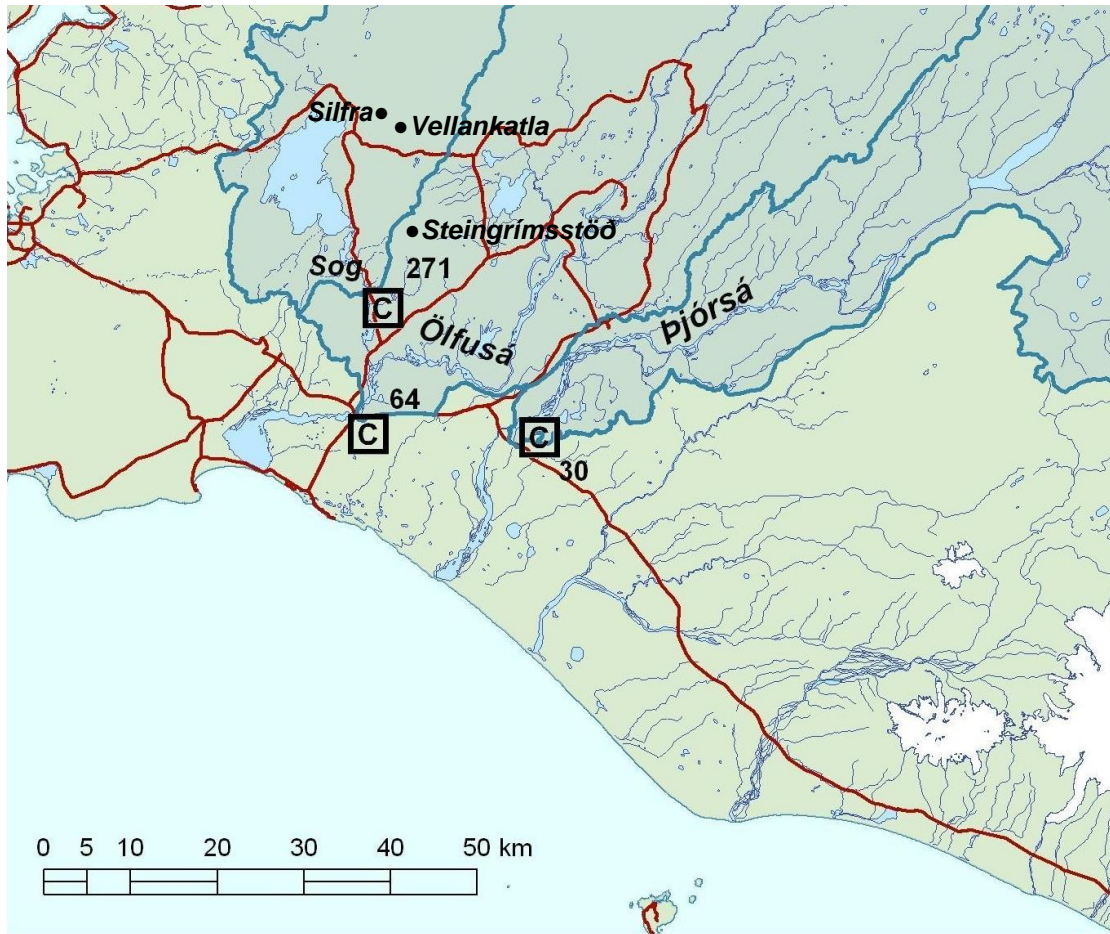
EFNISYFIRLIT	3
1. INNGANGUR	5
2. AÐFERÐIR	6
2.1 Sýnataka	6
2.2 Meðhöndlun sýna við söfnun	7
2.3 Efnagreiningar og meðhöndlun sýna á rannsóknarstofu	8
3. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA	10
3.1 Styrkur uppleystra efna í Þingvallavatni	12
3.2 Meðaltal uppleystra efna í innflæði og útfalli Þingvallavatns	13
3.3 Samanburður við eldri gögn.	16
4. ÞAKKARORÐ	18
HEIMILDIR	19
TÖFLUR OG MYNDIR	21

Töflur

Tafla 1. Meðalstyrkur uppleystra efna í innstreymi og útrennsli Þingvallavatns.....	23
Tafla 2. Niðurstöður mælinga á efnaþáttum í innflæði og útrennsli Þingvallavatns.....	25
Tafla 2b. Niðurstöður mælinga á efnaþáttum í innflæði og útrennsli Þingvallavatns.....	26
Tafla 2c. Niðurstöður mælinga á efnaþáttum í innflæði og útrennsli Þingvallavatns.....	27
Tafla 3a. Niðurstöður mælinga flokkaðar eftir söfnunarstöðum.....	28
Tafla 3b. Niðurstöður mælinga flokkaðar eftir söfnunarstöðum.....	29
Tafla 4. Næmi efnagreiningaraðferða og hlutfallsleg skekkja mælinga.....	36

Myndir

Mynd 1. Staðsetningar sýnatökustaða á Suðurlandi	4
Mynd 2. Söfnun úr Silfru.....	6
Mynd 3. Söfnun úr Vellankötlum.....	7
Mynd A. Styrkur kísils í Þingvallavatni og Sogi frá 1975 - 2012.....	14
Mynd B. Styrkur fosfórs og köfnunarefnis í Þingvallavatni og Sogi frá 1975 – 2012.....	17
Mynd 4. Árstíðabundnar breytingar á efnaþáttum í írennsli og útfalli Þingvallavatns.....	30
Mynd 5. Árstíðabundnar breytingar á efnaþáttum í írennsli og útfalli Þingvallavatns.....	31
Mynd 6. Meðalstyrkur uppleystra efna í írennsli og útfalli Þingvallavatns.....	32
Mynd 7. Meðalstyrkur uppleystra efna í írennsli og útfalli Þingvallavatns.....	33
Mynd 8. Meðalstyrkur uppleystra efna í írennsli og útfalli Þingvallavatns.....	34
Mynd 9. Samanburður við eldri gögn úr Þingvallavatni.....	35



Mynd 1. Staðsetningar sýnatökustaða á Suðurlandi. Hluti vatnasviða Sogs, Ölfusár og Þjórsár er skyggður

1. INNGANGUR

Vorið 2007 gerðu Umhverfisstofnun, Landsvirkjun, Orkuveita Reykjavíkur og Þjóðgarðurinn á Þingvöllum með sér samkomulag og samstarfssamning um vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Vöktuninni er skipt í þrjá meginverkpætti og um hvern verkþátt sér framkvæmdaraðili í samræmi við þar að lútandi samning. Verkpættir og framkvæmdaraðilar voru eftirfarandi: 1. Efna- og eðlisþættir í írennsli og útfalli, Jarðvísindastofnun Háskólans, 2. Lífríkis- og efna- og eðlisþættir í vatnsbol, Náttúrufræðistofa Kópavogs og 3. Fiskistofnar, Veiðimálastofnun.

Í þessari skýrslu er fjallað um niðurstöður á mælingum á efna- eðlisþætti í írennsli og útfalli Þingvallavatns á árunum 2007 til 2012. Vatnssýnum hefur verið safnað 23 sinnum úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð og sjö sinnum úr lindunum Silfru og Vellankötlu á tímabilinu (Töflur 1 og 2).

Írennsli til Þingvallavatns er um $100 \text{ m}^3/\text{s}$ og samkvæmt Árnýju E. Sveinbjörnsdóttur og Sigfúsi J. Johnsen (1992) er um 90% upprunið í lindum sem falla í norðanvert vatnið. Samkvæmt Hákonni Aðalsteinssyni og félögum (1992) er um 64% af vatninu sem fellur í Þingvallavatn komið úr Silfru og um 20% úr Vellankötlu og öðrum lindum í Vatnsvík, Davíðsgjá og Ólafsdreppi. Freystein Sigurðsson og Guttormur Sigbjarnason (2002) telja hins vegar að lindarvatnið skiptist í þrjá meginstrauma; Almannagjárstraum, með um $30 \text{ m}^3/\text{s}$, Hrafnagjárstraum, um $20 \text{ m}^3/\text{s}$ af heildarrennslinu og Miðfellsstraum, um $25 \text{ m}^3/\text{s}$ heildarrennslis. Í Silfru er vatn frá Almannagjárstraumi og er talið að það sé að þriðjungi jökulvatn frá Langjökli. Í Vellankötlu kemur upp vatn frá Hrafnagjárstraumi sem er talið vera allt að helmingur jökulvatn frá Langjökli (Freysteinn Sigurðsson og Guttormur Sigbjarnason 2002).

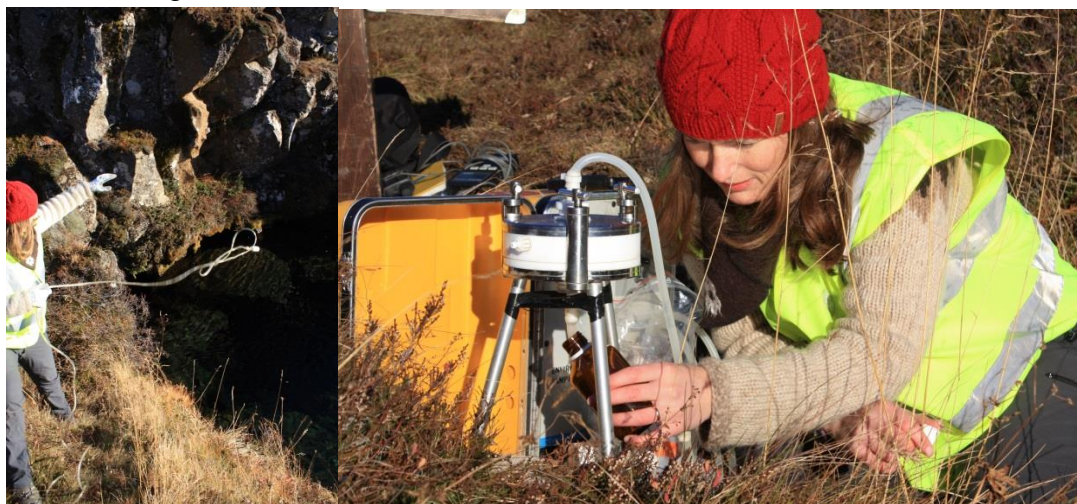
Verkefnið er kostað af Umhverfissráðuneytinu, Þjóðgarðinum á Þingvöllum, Orkuveitu Reykjavíkur og Landsvirkjun. Í þessari áfangaskýrsla er gert grein fyrir aðferðum og niðurstöðum mælinga á rannsóknartímabilinu.

2. AÐFERÐIR

2.1 Sýnataka

Sýni til rannsókna á uppleystum efnum voru tekin úr Þingvallavatni af stíflu við Steingrímsstöð og úr lindunum Silfru og Vellankötlum. Sýnum úr Þingvallavatni var safnað með 5 lítra Niskin safnara og var safnað á um eins metra dýpi. Sýnunum var safnað eftir að vatn hafði runnið í nokkurn tíma í gegn um safnarann til hreinsunar. Sýnin voru svo geymd í safnararum, sem er loftþéttur og ógegnsær, á meðan keyrt var að Þrastarlundi. Þar voru sýnin meðhöndluð eins og lýst verður síðar.

Sýnum úr Silfru og Vellankötlum var dælt beint úr lindunum af um hálf til eins metra dýpi, í gegnum síur og í sýnaflöskur eins og lýst er í næsta kafla. Reyndar var ekki tekið beint úr Vellankötlum, heldur úr sprungu í klöpp, þeirri sömu og Vellankatla streymir upp um á nokkru dýpi í Þingvallavatni. Það var gert til að forðast áhrif frá efnasamsetningu stöðuvatnsins.



Mynd 2. Við söfnun úr Silfru. Sýni er dælt beint úr lindinni í gegn um síu í söfnunarflöskurnar.

Svifaursýni til mælinga á lífrænum aurburði (POC) sem safnað var úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð var tekið með með handsýnataka (DH48) sem festur var á stöng og látinn síga um 1,5 m ofan í vatnið og upp aftur. Sýninu var safnað í sýruþvegnar aurburðarflöskur sem höfðu verið þvegnar í 4 klst. í 1 N HCl sýru fyrir sýnatöku. Flöskurnar voru merktar að utan, en ekki með pappírsmarki inni í flöskuhálsinum eins og tíðkast fyrir ólífrænan aurburð. Sýnum til mælinga á lífrænum aurburði var ekki safnað úr lindunum.



Mynd 3. Sýnasöfnun úr Vellankötlu fór fram í sprungu sem tengd er við Vellankötlu til að forðast blöndun úr Þingvallavatni.

2.2 Meðhöndlun sýna við söfnun

Áður en sýni frá Steingrímsstöð voru meðhöndluð var ekið að Þrastarlundi, í um 20 – 30 mínútur. Á meðan var sýnið geymt í loftþéttum sýnatakanum til að hindra samskipti vatns og andrúmslofts. Vatnið var síðan 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 loftventli. Áður en síuðu sýni var safnað, voru sýnaflöskurnar þvegnar þrisvar sinnum hver með síuðu árvatni.

Fyrst var vatn sem ætlað var til mælinga á reikulum efnum, pH, leiðni og basavirkni, síað í tvær dökkar, 275 ml og 60 ml, glerflöskur. Næst var safnað í 1000 ml HDPE flösku til mælinga á brennisteinssamsætum. Síðan var vatn síað í 190 ml HDPE flösku til mælinga á styrk anjóna. Þá var safnað í tvær 125 ml HDPE sýruþvegnar flöskur til snefilefnagreininga. Þessar flöskur voru sýruþvegnar af rannsóknaraðilanum ALS Scandinavia, sem annaðist snefilefnagreiningarnar og sumar aðalefnagreiningar. Út í þessar flöskur var bætt einum millilítra af fullsterkri hreinsaðri (suprapure) saltpéturssýru í lok söfnunar á hverjum stað. Þá var síuðu árvatni safnað á fjórar 20 ml HDPE flöskur sem höfðu verið láttnar liggja í 1N HCl. Ein flaska var ætluð fyrir hverja

mælingu eftirfarandi næringarsalta; NO₃, NO₂, NH₄, PO₄. Vatn ætlað til mælinga á heildarmagni á lífrænu og ólífrænu uppleystu næringarefninu nitur (N) var síað í sýrubvegna 100 ml flösku. Þessi sýni voru geymd í kæli söfnunardaginn en fryst í lok hvers dags. Allar flöskur og sprautur sem komu í sneringu við sýni fyrir POC og DOC voru þvegnar í 4 klukkustundir í 1 N HCl sýru. Sýni til mælinga á DOC var síað eins og önnur vatnssýni í 25 ml „polycarbonate“ flösku og sýrð með 0,4 ml af 1,2 N HCl. Sýnin voru geymd í kæli þar til þau voru send til Svíþjóðar þar sem þau voru greind.

2.3 Efnagreiningar og meðhöndlun sýna á rannsóknarstofu

Efnagreiningar voru gerðar á Jarðvísindastofnun, ALS Scandinavia í Luleå í Svíþjóð, Umeå Marine Sciences Center í Umeå í Svíþjóð og við Stokkhólmsháskóla.

Basavirkni („alkalinity“), leiðni og pH var mælt með títrun, rafskauti og leiðnimæli á Raunvísindastofnun að loknum sýnatökuleiðangri. Endapunktur títrunar var ákvarðaður með Gran-falli (Stumm og Morgan, 1996). Aðalefni og snefilefni voru mæld af AB Analytica með ICP-AES, ICP-MS (Mass Spectrometry with Inductively Coupled Plasma) og atómljómun; AF (Atomic Fluorescence). Næringarsöltin NO₂, og NH₄ voru efnagreind með sjálfvirkum litrófsmæli Jarðvísindastofnunar („autoanalyzer“). Heildarmagn af uppleystu nitri, N_{tot}, var mælt með jónaskilju (IC2000) sem og styrkur fosfórs (PO₄). Á árinu 2010 var farið að mæla styrk NO₃ með jónaskilju í sýnum frá árinu 2009 en áður höfðu þau sýni einnig verið mæld með litrófsmæli.

Sýni til næringarsaltagreininga voru tekin úr frysti og látin standa við stofuhita nóttina fyrir efnagreiningu þannig að þau bráðnuðu að fullu. Sýni til mælinga á N_{tot} voru geisluð í kísilstautum í útfjólubláu ljósi til að brjóta niður lífrænt efni í sýnunum. Fyrir geislun voru settir 0,17 µl af fullsterku vetnisperoxíði og 1 ml af 1000 ppm bórsýrubuffer (pH 9) í 11 millilítra af sýni. Þessi sýni voru greind innan tveggja daga eftir geislun. Nauðsynlegt var að stilla pH sýnanna við 8,5 – 9 því að geislun veldur klofnar vatns og peroxíðs niður í H⁺ jónir, sem veldur sýringu sýnisins, og OH radikala, sem hvarfast við lífrænt efni í sýninu og brýtur það niður (Koroleff, 1982; Roig et al., 1999). Oxun efna er mjög háð pH í umhverfinu og hún gengur auðveldar fyrir sig við hátt pH en lágt (Koroleff, 1982; Roig et al., 1999). Þetta er sérstaklega nauðsynlegt á ferskvatni með lágt alkalinity (litla búffereiginleika), þar sem geislunin hefur mikil áhrif á pH gildi þess. Vatn með hátt alkalinity er með meiri möguleika á að stilla af pH gildið og þ.a.l. verður sýringin minni í því.

Anjónirnar flúor, klór og sulfat voru mæld með jónaskilju á Jarðvísindastofnun (IC 2000) á rannsóknartímabilinu.

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 þegar búið var að síá POC og PON sýni í gegnum glersíur. Áður höfðu glersíurnar

verið hreinsaðar sérstaklega í 450° C í brennsluofni til að brenna af allt lífrænt efni af síunum. POC og PON sýnin voru greind við 1030° C á „Carlo Erba model 1108 high temperature combustion elemental analyzer“ sem staðlað var með acetanilide. DOC sýnin voru greind á „Shimadzu TOC-L high temperature catalytic oxidation instrument“ sem var staðlað með potassium hydrogen phthalate.

Sýni til mælinga á brennisteinssamsætum voru látin seytla í gegnum jónaskiptasúlur 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 súlfats (SO₄).

3. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

Niðurstöður mælinga sem búið er að framkvæma eru sýndar í Töflum 1 til 3 og á myndum 4 og 9. Meðaltal mælinga fyrir vatnsföllin er sýnt í Töflu 1 og niðurstöður mælinga á einstökum sýnum í Töflu 2. Tímaraðir með niðurstöðum um styrk uppleystra efna eru á myndum 4 og 5. Meðalstyrkur uppleystra efna í Silfru, Vellankötlu, Þingvallavatni við Steingrímsstöð og úr Sogi við Þrastarlund (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2013) er svo sýndur á myndum 6 til 8 með 95% öryggismörkum. Það er gott til að átta sig á mismun á innstreymi og útrennsli Þingvallavatns. Niðurstöður úr Sogi er svo haft til viðmiðunar til að hægt sé að átta sig á hugsanlegum breytingum á efnasamsetningu vatnsins á leið frá Þingvallavatni að Þrastarlundi.

Leiðni og pH vatns er hitastigsháð, þess vegna er getið um hitastig vatnsins þegar leiðni og pH voru mæld á rannsóknarstofu (Tafla 2). Styrkur uppleystra aðalefna er gefinn í millimólum í lítra vatns (mmól/l), styrkur snefilefna sem míkromól ($\mu\text{mól/l}$) eða nanómól í lítra vatns (nmól/l). Basavirkni, skammstöfuð Alk („Alkalinity“) í Töflum 1 og 2 er gefin upp sem „milliequivalent“ í kílógrammi vatns. Þar er einnig gefið upp heildarmagn uppleysts ólífræns kolefnis (Dissolved Inorganic Carbon, DIC) er gefið sem millimól C í hverju kg vatns. Það er reiknað er samkvæmt eftirfarandi jöfnu út frá mælingum á pH, hitastigi sem pH-mælingin var gerð við, basavirkni og styrk kísils. Gert er ráð fyrir að virkni („activity“) og efnastyrkur („concentration“) sé eitt og hið sama.

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

K_1 er hitastigsháður kleyfnistuðull kolsýru (Plummer og Busenberg 1982), K_2 er hitastigsháður kleyfnistuðull bikarbónats (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 (Tafla 2). Allar styrktölur eru í mólum á lítra nema „alkalinity“ sem er í „equivalentum“ á lítra. Þessi jafna gildir svo lengi sem pH vatnsins er lægra en 9 og heildarstyrkur uppleystra efna (TDS) er minni en u.þ.b. 100 mg/l. Við herra pH þarf að taka tillit til fleiri efnasambanda við reikningana og við mikinn heildarstyrk þarf að nota virknistuðla til að leiðrétta fyrir mismun á virkni og efnastyrk.

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

$$TDS_{reiknað} = Na + K + Ca + Mg + SiO_2 + Cl + SO_4 + CO_3 \quad (2)$$

Heildarmagn uppleysts ólífræns kolefnis sem gefið er í millimólum DIC í hverjum lítra vatns í Töflum 1 og 2 er umreiknað í karbónat (CO₃) í jöfnu 2. Ástæðan fyrir þessu er að þegar heildarmagn uppleystra efna er mælt eftir síun í gegnum 0,45 µm porur með því að láta ákveðið magn sýnis gufa upp, breytist uppleyst ólífrænt kolefni að mestu í karbónat áður en það fellur út sem kalsít (CaCO₃) og loks sem tróna (Na₂CO₃NaHCO₃). Áður en að útfellingu trónu kemur tapast yfirleitt töluvert af CO₂ úr vatninu til andrúmslofts (Eugster 1970, Jones o.fl. 1977 og Hardy og Eugster 1970).

Næmi efnagreiningaraðferða er sýnt í Töflu 4. Þegar styrkur efna mælist minni en næmi efnagreiningaraðferðarinnar er hann skráður sem minni en (<) næmið (Tafla 4). 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 3 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.

Hægt er að leggja mat á gæði mælinga á aðalefnum eða hvort mælingar vanti á aðalefnum eða ráðandi efnasamböndum með því að skoða hleðslujafnvægi í lausn (Tafla 2). Ef öll höfuðefni og ríkjandi efnasambönd eru greind og styrkur þeirra er réttur er styrkur neikvætt hlaðinna efnasambanda og jákvætt hlaðinna efnasambanda jafn. Hleðslujafnvægið (katjónir – anjónir) er reiknað með jöfnu (3) og mismunurinn sem hlutfallsleg skekkja með jöfnu (4).

$$\text{Hleðslujafnvægi} = (Na + K + 2 * Ca + 2 * Mg) - (Alk + Cl + 2 * SO4 + F) \quad (3)$$

$$\text{Mismunur (\%)} = \frac{\text{Hleðslujafnvægi}}{(\text{katjónir} + \text{anjónir})} * 100 \quad (4)$$

Niðurstöður þessara reikninga eru sýndar í Töflu 2. Mismunurinn er lítill, að meðaltali 1,4%, sem verður að teljast gott þar sem skekkja milli einstakra mælinga er oftast yfir 3%.

3.1 Styrkur uppleystra efna í Þingvallavatni

Styrkur uppleystra aðalefna í lindunum sem renna í Þingvallavatn breytist lítið sem ekkert yfir rannsóknartímabilið (mynd 4). Styrkur uppleystra aðalefna var yfirleitt lægri í Vellankötlu en í Silfru, nema styrkur kísils (SiO_2) sem var eins á báðum stöðum. Einnig voru pH gildi og basavirkni (Alkalinity) lægri í Vellankötlu. Styrkur uppleystra aðalefna breyttist yfirleitt lítið í útfallinu við Steingrímsstöð. Það var helst pH gildið sem var breytilegt en það sveiflaðist frá 7,5 til um 8 og var hærri á sumrin en á veturna (mynd 4). Styrkur SiO_2 var lægri við Steingrímsstöð en í lindunum, líklegast vegna upptöku kísilþörunga í vatninu, og styrkur SO_4 , Mg og Cl var hærri, sennilega vegna ákomu þessara efna á vatnið. Styrkur annarra aðalefna féll saman við styrk þeirra í Silfru, þaðan sem megin þorri vatnsins í Þingvallavatni er upprunninn (Hákon Aðalsteinsson, 1992).

Styrkur næringarsaltanna NO_3 , PO_4 og P_{total} var alltaf lægri í útfallinu en í lindunum sem stafar af næringarefnanámi ljóstillífanði lífvera í vatninu. Styrkur NO_2 var yfirleitt lægri í útfallinu en í lindunum nema á árinu 2011 þar sem styrkurinn var jafn hár. Styrkur N_{total} og NH_4 var hins vegar óreglulegri (mynd 4). Þess má geta að NH_4 er erfitt í greiningu þar sem það mengast auðveldlega af NH_4 úr andrúmslofti. Sama má segja um N_{total} og einnig þar sem hvarfefnum er bætt við sýnin fyrir greiningu sem eykur mengunarhættu.

Styrkur NO_3 var breytilegur í lindunum. Sérstaklega var breytileikinn áberandi í Silfru þar sem styrkurinn fór úr 2 í 5 μmol á árunum 2007 – 2012. Þetta getur stafað af tillífun og rotnun á yfirborði vatnasviðsins og í tilfelli Silfru, í lindinni sjálfri. Sveiflur í samsætum vetnis og súrefnis í Silfru benda til blöndunar úrkomu og grunnvatns (Árnýju E. Sveinbjörnsdóttur og Sigfúsi J. Johnsen, 1992). Styrkur og ákoma NO_3 í úrkomu á Þingvallasvæðinu er breytileg (Eydís Salome Eiríksdóttir og Árni Sigurðsson, 2011) sem getur skýrt hluta af styrkbreytileika NO_3 í Silfru. Samsætur vetnis og súrefnis eru stöðugar í Vellankötlu sem bendir til lítilla áhrifa úrkomu á það lindarvatn.

Styrkur snefilefna breyttist óreglulega yfir árið við Steingrímsstöð (mynd 5). Ekki var að sjá neina árstíðabundna sveiflu nema helst í styrk Fe og Mn, sem hækkaði yfir sumarið, þegar pH-gildi vatnsins var hæst. Styrkur snefilefnanna Fe, Mn, Sr, Ba, Cu, Zn, Mo og Ti var hærri í útfallinu við Steingrímsstöð en í lindunum, en styrkur Al og V var lægri. Styrkur Ni og Pb við Steingrímsstöð féll saman við styrk þeirra í lindunum. Arsen (As) var oftast undir greiningarmörkum í Vellankötlu, alltaf mælanlegur í Silfru og ofan greiningarmarkna í 16 sýnum af 23. Styrkur B í Silfru og útfallinu var svipaður en hann var lægri í Vellankötlu. Styrkur Cr var svipaður í Vellankötlu og við Steingrímsstöð en mun hærri í Silfru. Styrkur Co, Hg og Cd var yfirleitt undir greiningarmörkum aðferðarinnar.

Hlutfall hreyfanlegu efnanna Cl og B getur hjálpað til við að rekja uppruna vatns (Stefán Arnórsson og Auður Andrésdóttir, 1995). Mólhlutfall Cl og B í Silfru og í

útfallinu er 0,27 en 0,4 í Vellankötlu. Það bendir því til þess að mestur hluti vatnsins í Þingvallavatni sé af sama uppruna og Silfru, sem kemur heim og saman við mat á rennsli skv. Hákonni Aðalsteinssyni en síður við mat Freysteins Sigurðssonar og Guttorms Sigurbjarnarsonar (2002).

3.2 Meðaltal uppleystra efna í innflæði og útfæði Þingvallavatns

Meðalstyrkur uppleystra efna í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð og í lindunum Silfru og Vellankötlu er að finna í Töflu 1 og á myndum 6 til 8 eru upplýsingar um meðalstyrk uppleystra efna sýndar á myndrænan hátt. Þar eru einnig sambærilegar upplýsingar um styrk efnanna í Sogi við Þrastarlund (gögn frá árunum 2007 til 2011).

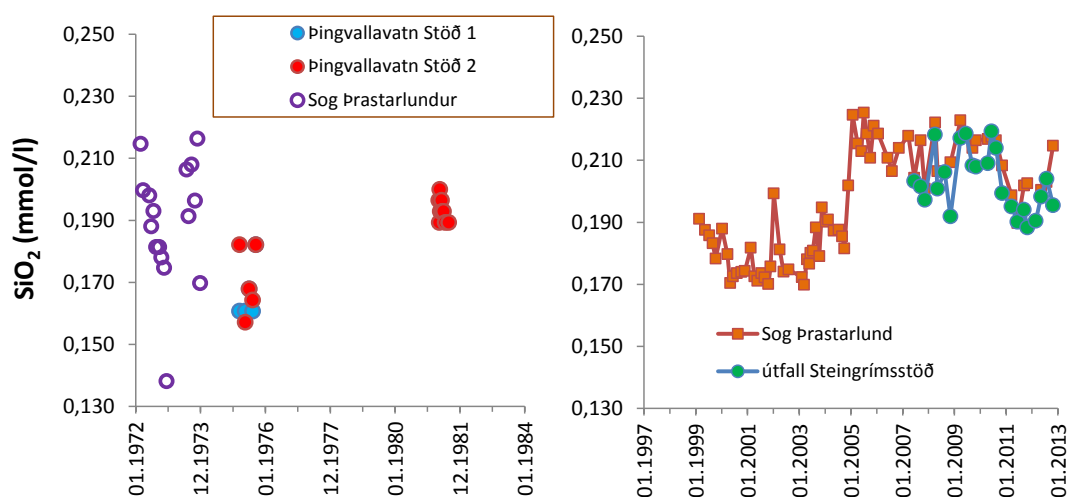
Alkalinity og meðalstyrkur Na, Ca, F, Cl og B í útfalli Þingvallavatns er svipaður og í Silfru. Á sama tíma voru þessir þættir lægri í Vellankötlu. Einnig er hlutfall hreyfanlegu efnanna Cl og B (Stefán Arnórsson og Auður Andrésdóttir, 1995)) í Silfru og í útfalli Þingvallavatns svipað sem gefur til kynna að þau séu af sama uppruna. Hlutfallið Cl/B er hærra í Vellankötlu. Allt þetta gefur til kynna að megnið af vatninu í Þingvallavatni sé komið úr sama vatnskerfinu og Silfru. Samkvæmt Hákonni Aðalsteinssyni (1992) er það lóðið, þar sem talið er að 64% vatnsins sé komið úr Silfru en 22% úr Vellankötlu og vatnskerfinu í Vatnsvík. Hins vegar hafa Freysteinn Sigurðsson og Guttormur Sigbjarnason (2002) metið út frá klórstyrk linda sem renna í Þingvallavatn að um þrjú meginstrauma sé að ræða, Almannagjárstraum, með um 30 m³/s, Hrafnagjárstraum með um 20 m³/s og Miðfellsstraum, um 25 m³/s. Samkvæmt þeim streymir vatn frá Almannagjárstraumi fram í Silfru og er talið að það sé að þriðjungi jökulvatn frá Langjökli. Í Vellankötlu kemur upp vatn frá Hrafnagjárstraumi sem er talið vera allt að helmingur jökulvatn frá Langjökli (Freysteinn Sigurðsson og Guttormur Sigbjarnason 2002). Í þessari efnavöktun höfum ekki nein gögn úr þeim straumi sem er austastur og kallaður er Hrafnagjárstraumur.

Meðalgildi pH í lindunum Silfru og Vellankötlu er hátt, eða 9,34 og 9,24, sem er dæmigert fyrir lindavatn á basaltsvæðum sem er einangrað frá andrúmsloftinu. Gildi pH í útfalli Þingvallavatns er lægra, eða 7,58, sem er svipað og sést í Soginu (mynd 3). Heildarstyrkur uppleystra efna (TDS) í Silfru og í útfallinu við Steingrímsstöð er svipaður en hann var lægri í Vellankötlu (Tafla 1). Styrkur aðalefnanna Na, Mg, Ca, SO₄ og Cl var hærri í Silfru en í Vellankötlu þar liggur munurinn á heildarstyrk uppleystra efna (TDS) í lindunum tveimur.

Styrkur klórs, brennisteins og magnesíums var hærri við útfallið en í lindunum sem bendir til ákomu þessara efna í vatnið með úrkomu, en einnig getur uppgufun valdið styrk aukningu í vatninu. Árný Sveinbjörnsdóttir og Sigfús Johnsen (1992) gerðu rannsókn á stöðugum samsætum súrefnis og vetnis, sem eru viðkvæmar gagnvart uppgufun, á Þingvallasvæðinu og samkvæmt þeirra niðurstöðum er uppgufun lítil sem engin í Þingvallavatni. Meðalstyrkur klórs og brennisteins var um 8% og 34% hærri, í þeirri röð, við Steingrímsstöð en í Silfru. Styrkur snefilefnanna Sr, Fe, Mn og Zn var

einnig hærri í útfallinu en í lindunum, hugsanlega vegna innstreymis með öðrum lindum á svæðinu eða athafna mannsins.

Styrkur SiO_2 í lindunum var hærri en í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð sem bendir til kísilnáms kísilþörungna í vatninu. Meðalstyrkur kísils við Steingrímsstöð var svipaður meðalstyrk kísils í Sogi við Þrastarlund á tímabilinu 1997 – 2012. Bera tók á hækkun kísilstyrks í Sogi í lok árs 2004 miðað við rannsóknartímabilið frá 1998 til 2004 (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2011). Meðalstyrkur SiO_2 í Sogi var 0,181 mmol/l en frá febrúar 2005 til ársloka 2010 hefur styrkurinn verið 19% hærri að meðaltali, eða 0,215 mmól/l. Sú styrkukning hefur ekki verið skýrð. Mælingar á styrk kísils frá árinu 1975 (Jón Ólafsson 1992) á 4 sýnatökustöðum í Þingvallavatni, á stöðvum 1 til 4, sýna að styrkur kísils er hæstur nyrst í vatninu, í innstreyminu, en lækkar til suðurs, í átt að útfallinu (Stöðvar 1 og 2 á mynd A). Mynd A sýnir að styrkur kísils í Þingvallavatni og í Sogi við Þrastarlund hefur sveiflast umtalsvert á mismunandi rannsóknartímabilum og breytingin sem varð á milli 2005 til 2010 er innan þess sem sést í eldri gögnunum. Ekki er vitað hvað veldur þessum breytingum.



Mynd A. Styrkur kísils (SiO_2) í sýnum úr Sogi við Þrastarlund (Halldór Ármannsson o.fl. 1973; Sigurjón Rist, 1974; Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2013) og Þingvallavatni; Stöð 1 og Stöð 2 (Jón Ólafsson 1992) og útfalli við Steingrímsstöð (núverandi rannsókn), frá mismunandi tímabilum.

Í Töflu 1 eru meðalstyrkur og hlutföll næringarefna í vatninu tíundaður. Næringarefnin fosfór og nitur eru nauðsynlegur þáttur í ljóstillífun þörungna. Heildarstyrkur fosfórs (P_{total}) og ólífræns fosfórs (PO_4) í lindunum var að meðaltali hærri en við Steingrímsstöð (Tafla 1, mynd 8). Ólífrænn fosfór (DIP) var um fjórum sinnum hærri en lífrænn fosfór (DOP) (Tafla 1). Meðalstyrkur köfnunarefnissambanda, NO_3 , NO_2 , NH_4 og N_{total} , var einnig hærri í lindunum en við útfallið og var hluti ólífrænna og lífrænna nitursambanda svipaður í Silfru (DIN/DON~1), ólífræn nitursambönd voru að meðaltali um 2 sinnum hærri en lífræn í Vellankötlu og í útfallinu var um þriðjungur nitursambanda á ólífrænu formi (DIN/DON ~0,3; Tafla 1). Þessar niðurstöður

endurspeglar næringarefnanám vegna ljóstillífunar í Þingvallavatni. Hlutfall fosfórs og niturs (P/N) bendir til þess að N sé takmarkandi fyrir vöxt ljóstillífandi lífvera, en það er einmitt raunin fyrir næringarefnabúskap í gosbeltinu, þar sem fosfór leystist úr bergi en nitur berst inn á vatnasviðin með úrkomu. Þörungarnir eru þurftarfrekari á nitursambönd en á fosfór og það sést í fyrirbyggjandi gögnum að efnastyrkur niturs (DIN) lækkar mikið í vatninu eftir að lindirnar streyma inn í stöðuvatnið á meðal styrkur fosfórs lækkar hlutfallslega minna.

Mynd 8 sýnir meðalstyrk ýmissa þungmálma og annarra snefilefna sem mældust fyrir ofan greiningarmörk. Meðalstyrkur málma var yfirleitt hærri í Silfru en í Vellankötlu. Sérstaklega var mikill munur á styrk Cr í lindunum. Í því sambandi mætti kannski ímynda sér að myntin í Peningagjá hafi áhrif á styrk málma í vatninu, en það er ekki líklegt þar sem íslenskar myntir innihalda ekki Cr (5 og 10 krónu peningur er 75% kopar og 25% nikkell og 50 og 100 krónu myntirnar eru 70% kopar, 24% sink og 6% nikkell) (<http://www.sedlabanki.is>, 2012). Krómstyrkur er líka hlutfallslega hár í Hvítá við Kljáfoss (meðaltal 23 nmol/l, Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2012) í Borgafirði. Vatnasvið Hvítár í Borgafirði nær upp í Langjökul líkt og vatnasvið Þingvallavatns og hugsanlega eru vatnasvið Hvítár og Silfru að taka vatn af svipuðu bergi.

Al styrkur er mjög háður pH gildi vatnsins og það skýrir háan Al styrk í lindunum, þar sem pH fer upp undir 10. Styrkur annarra málma, t.d. Cr, Ni, Ti og B er einnig háður pH gildi vatnsins og ýmist hækkar eða lækkar með hækkandi pH.

Styrkur Ba, Mn, Ti og Zn er hærri, en breytilegur, í Þingvallavatni við Steingrímsstöð en í lindunum (Mynd 8) á meðan Cr styrkur er langhæstur í Silfru.

Styrkur arsens, As, var oft undir greiningarmörkum og alltaf í Vellankötlu, en var haft með í þessari samantekt þar sem mikið hefur bæst við af gögnum undanfarið um arsen og afdrif þess á Nesjavallasvæðinu (Bergur Sigfússon o.fl., 2011). Áður en farið var að dæla skiljuvatni frá Nesjavallavirkjun niður í djúpar borholur, rann það fyrst á yfirborði og leitaði síðan inn undir basísk jarðlög á svæðinu. Þaðan sytraði vatnið í átt að Þingvallavatni. Uppleyst efni í vatni haga sér á ólíkan hátt þegar þau koma í snertingu við berg. Sum halda óáreið áfram án þess að sjá bergið á meðan önnur fara að hafa samskipti við bergið, annað hvort verða efnaskipti eða að uppleystu efnin sogast að yfirborði bergsins. Klór frá skiljuvatni skilaði sér í Þingvallavatn nokkrum árum eftir að starfsemi Nesjavallavirkjunar hófst en arsen ásogast á yfirborð basaltsins á svæðinu og hægir það á streymi þess til Þingvallavatns. Líkanreikningar gera ráð fyrir að það muni byrja að skila sér í Þingvallavatn í kring um árið 2100 (Bergur Sigfússon o.fl. 2011). Efnagreining á arseni er erfið og hefur styrkur klórs í sýninu áhrif á greiningarmörk. Greiningarmörkin er því ekki alltaf þau sömu frá einu sýni til annars. Styrkur arsens í útfalli Þingvallavatns var neðan við greiningarmörk í 40% tilfella, As í sýnum úr Vellankötlu voru í öllum tilfellum undir greiningarmörkum og eitt sýni af sex úr Silfru voru undir greiningarmörkum. Við gerð myndar 9 voru notuð gögn frá árunum frá 2008 til 2012 þar sem virðast hafa verið erfiðleikar í greiningu As í sýnum

frá As (há greininarmörk). Þar sem sýni mældust undir greiningarmörkum voru tölugildi mælinganna notuð við reikningana á meðalstyrk. Þá sést að styrkur As í útfallinu er svipaður og í Silfru en lægri í Vellankötlu (mynd 8).

3.3 Samanburður við eldri gögn.

Árin 1975-1991 fór fram viðamikil rannsókn á Þingvallavatni (Jón Ólafsson, 1992). Þegar sýnum var safnað í írennsli og víða á Þingvallavatni (stöðvar 1 til 11) og á hverri stöð var safnað á mismunandi dýpi í vatninu. Gögn frá þessum tíma eru mikilvæg til samanburðar við þau gögn sem aflað hefur verið á þessu rannsóknartímabili.

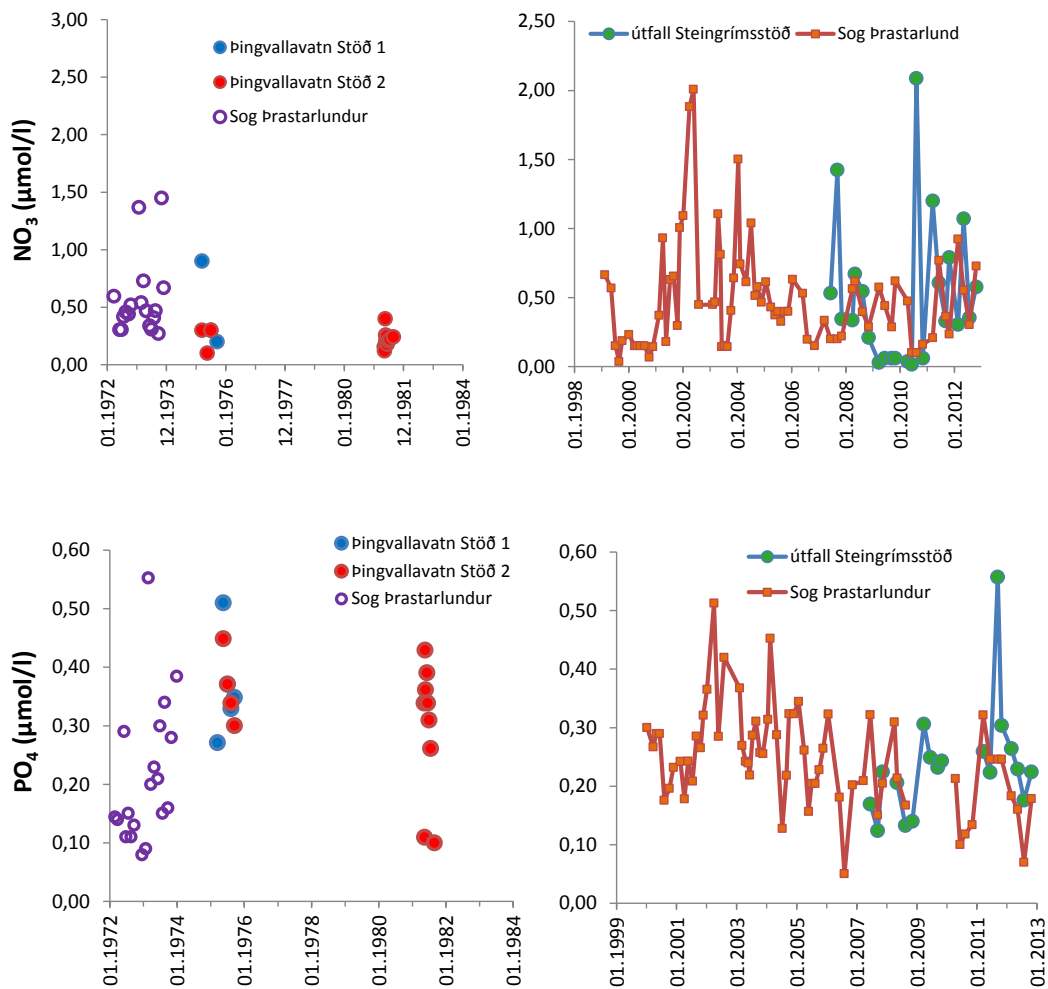
Á mynd 9 hafa meðaltalsgögn úr rannsókninni frá árinu 1975 verið sett inn á tímaraðir úr núverandi rannsókn, þar sem sambærileg gögn voru til staðar. Þar má sjá að styrkur SiO_2 og NO_3 í útfallinu við Steingrímsstöð síðastliðin ár var sambærilegur við styrkinn á sýnatökustöðinni sem var næst útfallinu (Stöð 1) árið 1975, en styrkur PO_4 var hærra í gagnasafninu frá 1975 en í núverandi rannsókn.

Flosagjá er á sömu sprungurein og Silfra, aðeins ofar á vatnasviðinu, og er hér tekin til samanburðar við Silfru. Meðalgildi pH, Cl, og Ca í Flosagjá 1975 voru sambærileg og var í Silfru 2007-2012, alkalinity, Na og PO_4 voru hærri í Flosagjá og SiO_2 , Mg og NO_3 voru lægri.

Samanburður á sýnum úr Vellankötlu 1975 – 1981 og frá núverandi rannsóknartímabili er einnig sýndur á mynd 10. Gögnin úr Vellankötlu 1975 – 1981 eru meðaltalsgögn úr þremur lindum í Vatnsvík en nýrri gögnin eru fengin úr sprungu í klöpp, þeirri sömu og fóðrar Vellankötlu neðan vatnsborðs, um einum metra utan við ströndina (mynd 4). Gögnin úr Vellankötlu 1975 – 1981 falla alltaf á milli gagna úr Vellankötlu 2007 til 2012 og gagna úr útfallinu við Steingrímsstöð frá sama tíma. Nákvæm staðsetning sýnatökustaða í Vatnsvík (Jón Ólafsson, 1992) hefur ekki fengist staðfest. Það er freistandi að draga þá ályktun að eldri sýnin hafi verið blanda af Vellankötlu og vatni úr Þingvallavatni. Leikur að tölum gefur til kynna að 25% blöndun Þingvallavatns (útfallsvatns við Steingrímsstöð) við 75% Vellankötlu 2007 – 2012 gæti skýrt styrk SiO_2 , Na, K, Ca, Mg, Cl og alkalinity sem var í sýnum frá 1975 – 1982 þannig að ekki muni meiru en 9%. Ekki er hægt að skýra styrk SO_4 , PO_4 eða NO_3 með þannig blöndun.

Mikil umræða hefur verið undanfarið um áhrif köfnunarefnisaukningar á Þingvallavatn (t.d. Hilmar J. Malmquist o.fl. 2012). Ljóstlílfandi lífverur þarfnast köfnunarefnis og fosfórs í mólhlutföllunum 16N:1P, ásamt öðrum næringarefnum, til að þrífast. Miðað við hlutföll N og P í vatni Þingvallavatns og Sogs, er uppleyst köfnunarefni takmarkandi fyrir vöxt ljóstlílfandi lífvera í vatni á Þingvallasvæðinu (Sigurður R. Gíslason o.fl 1996; Hákon Aðalsteinsson og Pétur M. Jónasson, 2002; núverandi rannsókn) og framboðsaukning á því veldur aukinni frumframleiðni í vatninu. Í

núverandi rannsókn er hlutfallið DIN/DIP að meðaltali 7N:1P í lindunum og 1:5 í útfallinu við Steingrímsstöð. Svifþörungar hafa meiri möguleika á að nýta sér loftborna ákomu þar sem þeir svífa í vatninu og geta nýtt sér sólarljós við yfirborð vatnsins. Aukinn svifþörungablómi í vatninu veldur minna gegnsæi í vatninu og minnkar því framboð á sólarljósi til dýpri laga vatnsins og takmarkar þar með möguleika botnlægra þörungna til frumframleiðni. Til að viðhalda tærleika vatnsins er því mikilvægt að raska ekki þessu viðkvæma jafnvægi næringarefna í vatninu (Hákon Aðalsteinsson og Pétur M. Jónasson 2002; Gunnar Steinn Jónsson o.fl. 2002). Að þessu sögðu er rétt að líta á fyrirbyggjandi gögn um styrk NO_3 og PO_4 í Þingvallavatni. Á mynd B er sýndur styrkur þessara efna í Þingvallavatni; stöð 1 og 2 (Jón Ólafsson 1992), útfalli við Steingrímsstöð (núverandi rannsókn) og Sogi við Þrastarlund (Halldór Ármannsson o.fl. 1973; Sigurjón Rist, 1974; Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2013).



Mynd B. Styrkur NO_3 og PO_4 í núverandi rannókna samanborið við sýni frá mismunandi rannsóknartímabilum í Þingvallavatni og Sogi við Þrastarlund (sjá texta)

Styrkur NO₃ í Sogi var frá greiningarmörkum í 1,5 µmól/kg á árunum 1972 – 1973 en frá greiningarmörkum í 2,0 µmól/kg. Hann var lægri á Stöð 1 og 2 í Þingvallavatni árin 1975 og 1981 en þá var aðeins safnað yfir sumartímann, þegar upptaka NO₃ var í hámarki. Á yfirstandandi rannsóknartímabili mældist styrkurinn frá greiningarmörkum upp í 1,5 µmól/kg nema í einu sýni sem var 2,0 µmól/kg. Ekki var að sjá neina breytingu á þessum gögnum sem er ekki að undra þar sem þetta er það efni sem er takmarkandi fyrir vöxt ljóstillífandi lífvera þ.a.l. notað upp til agna ef ljósmagn er til staðar.

Styrkur fosfórs í sömu sýnunum er frá 0,1 til 0,6 µmól/kg. Styrkbilið er svipað í sýnasöfnunum, nema 1975 á stöð 1 og 2 í Þingvallavatni þar sem það var frá 0,3 – 0,5 µmól/kg. Í sýnum frá Sogi við Þrastarlund má sjá árstíðabundnar breytingar, þar sem styrkurinn er lægri á sumrin en á veturna. Á rannsóknartímabilinu 1998 – 2012 í Sogi má sjá lækkun í PO₄ með tíma (mynd B). Það getur bent til þess að meira sé tekið upp af fosfór vegna ljóstillífunar nú en áður. Það þýðir þá að ákoma köfnunarefnis aukist á þessu tímabili. Það er þó vert að hafa þann fyrirvara á að á þessu tímabili hefur verið skipt um efnagreiningarkost á Jarðvísindastofnun. En hins vegar sést einnig lítilsháttar lækkun (ómarktæk) í heildarstyrk fosfórs (P) sem mældur er með ICP-MS aðferðinni í Svíþjóð sem bendir til að lækkunin sé raunveruleg en ekki tilkomin vegna ólíkra efnagreininga aðferða.

Ef lækkun á styrk fosfórs (mynd B) er til komin vegna aukinnar upptöku ljóstillífandi lífvera þýðir það einnig aukna ákomu köfnunarefnis á svæðinu. Ekki er gott að benda á einhverja eina ástæðu fyrir aukinni köfnunarefnisákomu en köfnunarefni hefur marga uppruna, náttúrulega og manngerða. Þeir náttúrulegu eru t.d. klofnun N₂ í andrúmslofti vegna eldingavirkni og rotnun lífræns efnis. Mest af köfnunarefnisákomu er til komin vegna athafna mannsins svo sem áburðargjöf, afrennsli frá rotþróum og NO_x mengun vegna bruna lífræna orkugjafa (Eydís Salome Eiríksdóttir og Árni Sigurðsson 2011).

Árið 2012 kom út skýrsla með yfirliti yfir niðurstöður mælinga á lífríki Þingvallavatns á árunum 2007 – 2011 og samantekt og tölfræðileg úttekt á fyrirliggjandi gögnum um uppleyst efni í Þingvallavatni (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2012). Þar kemur fram að marktækar breytingar hafa átt sér stað í lífríki og efna- og eðlisþáttum, t.d. hefur vatnið hlýnað, magn þörungasvifs hefur tvö- til fjórfaldast frá árinu 1975 og styrkur köfnunarefnis aukist í írennslinu miðað við gögnin frá 1975 (Jón Ólafsson, 1992; sjá mynd 10). Aukning svifþörungna í Þingvallavatni styður að lækkun fosfórs í Sogi (mynd B) sé til komin vegna aukinnar upptöku fosfórs vegna ljóstillífunar. Hins vegar eru gögn um næringarefni í írennsli Þingvallavatns af skornum skammti og eins og sjá má á myndum 4 og 9 er styrkur köfnunarefnis og fosfórs í írennslinu breytilegur. Samanburður á styrk næringarefna við birt gögn er því erfiður. Frekari sýnasöfnun úr írennslinu væri því æskileg til að henda reiður á árstíðabreytileika næringarefna.

4. ÞAKKARORÐ

Umhverfisráðuneytið, Orkuveita Reykjavíkur, Þjóðgarðurinn á Þingvöllum og Landsvirkjun kostuðu rannsóknina og hafa fulltrúar hennar sýnt verkefninu mikinn

áhuga og stuðning. Einnig fá hjálparhellurnar mínar, Baldur og Arnaldur, bestu þakkir fyrir dugnað við söfnun úr lindunum.

HEIMILDIR

- Árný Sveinbjörnsdóttir og Sigfús J. Johnsen 1992. Stable isotope study of the Thingvallavatn area. Groundwater origin, age and evaporation models. *Oikos*, 64, 136-150.
- Bergur Sigfusson, Sigurdur R. Gislason, Andrew A. Meharg 2011. A field and reactive transport model study of arsenic in a basaltic rock aquifer. *Applied Geochemistry*, 26, bls. 553-564
- Eydís Salome Eiríksdóttir, 2008. Efnasamsetning úrkomu á Íslandi. Samantekt gagna frá Rjúpnahæð, Írafossi, Vegatungu, Litla-Skarði og Langjökli. Jarðvísindastofnun Háskólans, RH-01-2008, 30 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir 2010. Efnasamsetning úrkomu á Mjóanesi við Þingvallavatn 2008 – 2009, RH-13-2010, Jarðvísindastofnun Háskólans, 22 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir og Árni Sigurðsson, 2011. Efnasamsetning úrkomu á Mjóanesi við Þingvallavatn 2008 – 2011. RH-19-2011, 37 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Jórunn Harðardóttir, Kristjana G. Eyþórsdóttir og Svava Björk Þorlákssdóttir, Peter Torssander, 2012. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XV. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar, RH-06-2012, 52 bls
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Jórunn Harðardóttir, og Svava Björk Þorlákssdóttir, 2013. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XVI. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofnunar. RH-14-2013. 58 bls.
- Eugster, H. P. 1970. Chemistry and origin of the brines of Lake Magadi, Kenya. *Mineral. Soc. Am. Spec. Paper* 3, bls. 213-235.
- Freysteinn Sigurðsson og Guttormur Sigbjarnason 2002. Grunnvatnið til Þingvallavats. Í: Þingvallavatn, undraheimur í mótun (ritstj. Pétur M. Jónasson og Páll Hersteinsson), Mál og menning, bls. 120 – 135
- Gunnar Steinn Jónsson, Karl Gunnarsson og Pétur M. Jónasson, 2002. Gróður og dýralíf á botni Í: Þingvallavatn, undraheimur í mótun (ritstj. Pétur M. Jónasson og Páll Hersteinsson), Mál og menning, bls. 159 – 176
- Koroleff F. 1983. *Methods of Seawater Analysis*. Grasshoff K, Ehrhardt M. Kremling K. (Eds.). 2nd edition Verlag Chemie GmbH, Weinheim. Bls. 163-173
- Hardy, L. A. og Eugster, H. P. 1970. The evolution of closed-basin brines. *Mineral. Soc. Am. Spec. Pub.* 3, bls. 273-290.
- Hákon Aðalsteinsson, Pétur M. Jónasson og Sigurjón Rist, 1992. Physical characteristics of Thingvallavatn, Iceland. *Oikos*, 64, 121-135.
- Hákon Aðalsteinsson og Pétur M. Jónasson, 2002. Svifið og forsendur lífs í vatnsbolnum. Í: Þingvallavatn, undraheimur í mótun (ritstj. Pétur M. Jónasson og Páll Hersteinsson), Mál og menning, bls. 149 – 158

- Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson, Haraldur Rafn Ingvason, Stefán Már Stefánsson og Þóra Hrafnadóttir, 2012. Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Yfirlit yfir fimm fyrstu vöktunarárin 2007–2011 og samanburður við eldri gögn. Náttúrufræðistofa Kópavogs, Fjölrit nr. 3-2012
- 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.
- Jón Ólafsson 1992. Chemical characteristics and trace elements of Thingvallavatn. *Oikos* 64, bls 151-16
- 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, 1011-1040.
- Seðlabanki Íslands, 2012. <http://www.sedlabanki.is/?PageID=31>
- Sigurður Reynir Gíslason, Stefán Arnórsson og Halldór Ármannsson (1996). Chemical weathering of basalt in southwest Iceland: Effects of runoff, age of rocks and vegetative/glacial cover. *American Journal of Science*, 296, 837 – 907.
- Sigurjón Rist 1974. Efnarannsókn vatna. Vatnasvið Hvítár - Ölfusár; einnig Þjórsár við Urriðafoss: Reykjavík, Orkustofnun, OSV7405, 29 bls.
- Stefán Arnórsson og Hörður Svavarsson, 1982. The chemistry of geothermal waters in Iceland. I. Calculation of aqueous speciation from 0°C to 370°C. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol. 46, pp. 1513 - 1532.
- Stefán Arnórsson og Auður Andrésdóttir 1995. Processes controlling the distribution of boron and chlorine in natural waters in Iceland. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 59, 4125 – 4146.
- Stumm, W. og Morgan, J. 1996. *Aquatic chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters*. John Willey. New York.
- Sweeton 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.

TÖFLUR OG MYNDIR

Tafla 1. Meðalstyrkur uppleystra efna í innstreymi og útrennsli Þingvallavatns. Reikningarnir eru byggðir á gögnum frá 2007 til 2012.

Vatnsfall	n	Rennsli Vatns-		pH	Leiðni	SiO ₂	Na	K	Ca	Mg	Alkalinity	DIC	SO ₄	SO ₄	δ ³⁴ S	Cl	F	TDS
		m ³ /sek	hiti °C															
													ICP-AES	I.C.	(b)	I.C.	I.C.	reiknað
Silfra 2007-2011	7	3,40	5,60	9,34	70,14	0,2627	0,358	0,012	0,097	0,042	0,454	0,422	0,017	0,016	9,633	0,161	3,33	62
Vellankatla 2007-2011	7	2,80	4,30	9,24	52,5	0,263	0,259	0,012	0,070	0,038	0,324	0,293	0,015	0,013	10,1	0,126	2,640	49,4
Steingrímsst. 2007-2011	23	6,95	7,58	7,73	72,3	0,203	0,361	0,016	0,103	0,059	0,478	0,485	0,026	0,024	7,90	0,175	3,58	64
Heimsmeðaltal						0,173	0,224	0,033	0,334	0,138		0,853	0,090	0,090		0,162	5,26	100

Vatnsfall	DOC	POC	PON	C/N	Svifaur	P _{total}	DIP		DOP		TDN			DIN		DON	DIN/ DON
							PO ₄ -P	P _{tot} -DIP	DIP/ DOP	N _{total}	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	µmól/l	µmól/l		
	mmól/l	µg/kg	µg/kg	mól	mg/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	
Silfra 2007-2011	7	0,035				0,779	0,584	0,194	4,01	7,48	3,83	0,047	0,562	4,44	3,04	1,46	
Vellankatla 2007-2011	7	<0,047				0,910	0,68787	0,222	4,10	6,18	3,73	<0,053	0,689	<4,47	>1,71	<2,62	
Steingrímsst. 2007-2011	23	0,050	439	38,4	13	0,305	<0,214	0,091	3,35	4,35	0,509	<0,035	0,666	<1,21	>3,14	<0,39	
Heimsmeðaltal						0,323			0,67		7,14	0,065	1,14	8,57	18,60	0,46	

Vatnsfall	Al	Fe	B	Mn	Sr	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg	Mo	Ti	V	
																			µmól/l
Silfra 2007-2011	7	1,38	<0,0092	0,628	<0,001	0,0329	<1,20	0,617	<0,018	<0,063	46,1	<1,85	1,73	<0,074	<9,5	<0,01	1,11	<0,869	0,474
Vellankatla 2007-2011	7	1,23	<0,007	0,331	<0,001	0,037	<0,956	0,583	<0,018	<0,077	19,6	<1,75	<1,65	<0,071	<8,68	<0,01	0,908	0,731	0,432
Steingrímsst. 2007-2011	23	0,323	0,095	0,695	0,010	0,057	<1,13	10,13	<0,021	<0,117	16,85	<2,19	<1,75	0,077	64,00	<0,010	1,54	3,45	0,353
Heimsmeðaltal		1,85	0,716		1,85	0,716													209

a) Alkalinity eða basavirkni.

Tafla 2a. Niðurstöður mælinga á styrk uppleystra efna, lífræns kolefnis og lífræns níturs í innflæði og útrennsli Þingvallavatns.

Sýna númer	Staðsetning	Dags. Tími	Vatns- hiti °C	Loft- hiti °C	pH	T °C	Leiðni (pH/leiðni µS/sm)	SiO ₂ mmól/l	Na mmól/l	K mmól/l	Ca mmól/l	Mg mmól/l	Alk (a) meq/kg	DIC mmól/l	S _{total} mmól/l	SO ₄ mmól/l	δ ³⁴ S ‰	Cl mmól/l	F µmól/l
08U001	Steingr.st	28.4.2008 14:00	3,2	9,6	8,03	22	72,0	0,218	0,347	0,016	0,104	0,060	0,479	0,489	0,027	0,025	7,9	0,179	3,99
08U002	Silfra	31.5.2008 13:55	3,4	10,8	9,23	22,5	69,2	0,256	0,337	0,010	0,096	0,040	0,458	0,450	0,016	0,017	11	0,159	3,81
08U003	Vellankatla	31.5.2008 14:50	2,8	2,8	9,12	21,3	51,8	0,256	0,241	0,011	0,069	0,036	0,319	0,305	0,014	0,014	10	0,126	3,16
08U004	Steingr.st	31.5.2008 16:00	6,7	9,5	8,04	22,2	72,2	0,201	0,338	0,014	0,101	0,058	0,465	0,475	0,025	0,024	8,2	0,175	3,93
08U005	Steingr.st	10.9.2008 15:15	10	12,8	7,53	20,9	73,2	0,206	0,353	0,015	0,101	0,058	0,461	0,494	0,026	0,023	9,4	0,169	3,98
08U006	Silfra	17.11.2008 13:30	3,4	4,6	9,31	20,4	73	0,256	0,364	0,012	0,099	0,044	0,451	0,444	0,018	0,017	9,3	0,162	3,77
08U007	Vellankatla	17.11.2008 14:45	2,8	5,1	9,2	20,3	54,4	0,254	0,264	0,011	0,069	0,038	0,322	0,307	0,016	0,014	11	0,124	3,18
08U008	Steingr.st	2.12.2008 16:45	2,9	-3,9	7,54	20,3	77,5	0,192	0,366	0,017	0,104	0,061	0,478	0,511	0,027	0,023	7,8	0,171	3,95
09U001	Steingr.st	21.4.2009 14:55	2,1	6,1	7,63	20,2	73	0,217	0,369	0,017	0,106	0,063	0,469	0,495	0,026	0,022	8,8	0,175	3,39
09U002	Steingr.st	8.7.2009 13:20	11,1	13,6	7,9	22,6	73,7	0,219	0,356	0,018	0,100	0,059	0,473	0,487	0,025	0,022		0,174	3,41
09U003	Steingr.st	8.10.2009 12:50	6,7	2,3	7,73	21,6	69,2	0,208	0,368	0,018	0,104	0,058	0,480	0,501	0,024	0,022		0,173	3,53
09U004	Silfra	28.10.2009 12:15	3,4	6,7	9,4	20,1	65,4	0,256	0,341	0,011	0,096	0,041	0,460	0,454	0,017	0,014		0,159	3,27
09U005	Vellankatla	28.10.2009 13:20	2,8	6,7	9,25	20	49,1	0,270	0,260	0,013	0,071	0,038	0,323	0,305	0,015	0,012		0,124	2,44
09U006	Steingr.st	26.11.2009 12:30	4,4	-2,2	7,45	21	69,4	0,208	0,362	0,017	0,106	0,061	0,477	0,518	0,026	0,022		0,172	3,46
10U001	Steingr.st	12.5.2010 13:00	3,3	8,3	7,88	22,1	71,1	0,209	0,368	0,016	0,105	0,058	0,495	0,493	0,027	0,022		0,176	3,11
10U002	Steingr.st	6.7.2010 13:05	9,8	15,6	7,88	21,1		0,219	0,365	0,016	0,105	0,058	0,480	0,478	0,028	0,023		0,176	3,12
10U003	Steingr.st	6.9.2010 13:15	8,7	10,7	7,72	21,2	72,4	0,214	0,370	0,016	0,106	0,057	0,475	0,474	0,027	0,022		0,174	3,19
10U004	Steingr.st	2.12.2010 12:30			7,57	22	73,7	0,199	0,357	0,015	0,102	0,060	0,466	0,466		0,022		0,175	3,15
10U005	Silfra	20.12.2010 12:30	3,3	-3,4	9,4	19,3	66,8	0,274	0,352	0,012	0,099	0,045	0,461	0,409		0,015		0,163	2,88
10U006	Vellankatla	20.12.2010 13:40	2,8	-3,8	9,34	18,9	51,6	0,271	0,256	0,011	0,069	0,038	0,328	0,283		0,012		0,128	2,09
11U001	Steingr.st	14.4.2011 13:17	1,4	2,6	7,79	19,3	75,3	0,195	0,360	0,015	0,097	0,056	0,477	0,476	0,025	0,024		0,178	3,52
11U002	Steingr.st	7.7.2011 13:45	9,9	16,5	7,94	21	76,6	0,190	0,359	0,017	0,094	0,058	0,473	0,471	0,023	0,025		0,179	3,57
11U003	Steingr.st	6.10.2011 12:45	7,9	7,5	7,68	20	78,3	0,194	0,355	0,018	0,095	0,056	0,467	0,466	0,024	0,024		0,175	3,50
11U004	Silfra	10.10.2011 13:25	3,4	5,0	9,38	22,4	75,3	0,268	0,357	0,012	0,091	0,041	0,442	0,386	0,018	0,016		0,162	3,20
11U005	Vellankatla	10.10.2011 14:20	2,8	3,4	9,35	21,1	55,6	0,264	0,261	0,012	0,066	0,037	0,330	0,281	0,018	0,014		0,128	2,51
11U006	Steingr.st	22.11.2011 13:00	5,7	2,3	7,6	22,3	74,2	0,188	0,358	0,016	0,103	0,059	0,464	0,463	0,029	0,025		0,176	3,66
12U001	Steingr.st	20.3.2012 12:40	0,8	1,7	7,66	22,7		0,190	0,375	0,012	0,108	0,062	0,461	0,460	0,025	0,027		0,178	4,23
12U002	Steingr.st	4.6.2012 15:30	8,7	21,3	7,85	20,2	64,2	0,198	0,375	0,013	0,111	0,064	0,536	0,534	0,026	0,028		0,179	4,26
12U003	Steingr.st	21.8.2012 15:50	11,2	18,6	8,00	21,9	75,4	0,204	0,369	0,016	0,103	0,060	0,472	0,470	0,026	0,025		0,1704	3,28
12U004	Vellankatla	19.10.2012 13:35	2,8	5,7	9,18	20,6	53,4	0,266	0,267	0,012	0,073	0,039	0,330	0,295	0,015	0,013		0,1243	2,58
12U005	Silfra	19.10.2012 14:20	3,5	6,0	9,31	20,5	68,8	0,266	0,369	0,013	0,101	0,043	0,455	0,410	0,018	0,016		0,1581	3,16
12U006	Steingr.st	20.11.2012 17:50	3,5	0,4	7,55	20,2	74,9	0,195	0,372	0,017	0,111	0,064	0,541	0,540	0,028	0,025		0,1699	3,49

Tafla 2b. Niðurstöður mælinga á styrk uppleystra efna, lífræns kolefnis og lífræns níturs í innflæði og útrennsli Þingvallavatns.

Sýna númer	Staðsetning	Dags.	Tími	Hleðslu- jafnvægi	% skekka	TDS _{reiknað} mg/kg	DOC mmól/l	POC µg/kg	PON µg/kg	C/N	P µmól/l	PO ₄ -P µmól/l	NO ₃ -N µmól/l	NO ₂ -N µmól/l	NH ₄ -N µmól/l	N _{tot} µmól/l
08U001	Steingr.st	28.4.2008	14:00	0,025	1,77	66	0,026	352	58,0	7,1	0,394		0,336	0,013	0,856	9,36
08U002	Silfra	31.5.2008	13:55	0,032	2,49	63	0,018				0,762	0,553	4,865	0,082	0,893	5,67
08U003	Vellankatla	31.5.2008	14:50	0,013	1,43	49	<0,1				0,998	0,668	4,403	0,105	1,185	6,25
08U004	Steingr.st	31.5.2008	16:00	0,025	1,85	63	0,009	296	32,2	11	0,358	0,206	0,671	0,050	0,619	3,30
08U005	Steingr.st	10.9.2008	15:15	0,001	0,06	65	0,0549	471	33,6	16	0,302	0,133	0,545	0,044	0,728	9,68
08U006	Silfra	17.11.2008	13:30	0,010	0,75	63	0,034				0,791	0,553	4,739	0,050	0,774	7,19
08U007	Vellankatla	17.11.2008	14:45	0,010	1,02	50	0,1157				0,917	0,650	4,638	0,070	1,039	5,37
08U008	Steingr.st	2.12.2008	16:45	0,007	0,46	66	0,0358	2392	112	25	0,342		0,210	<0,04	0,363	3,61
09U001	Steingr.st	21.4.2009	14:55	0,02	1,67	66	0,0516	472	42,3	13	0,339	0,770	0,028	0,024		<0,2
09U002	Steingr.st	8.7.2009	13:20	0,01	0,63	65	0,0308	639	51,7	14	0,301	<0,1	<0,06	0,046		<0,2
09U003	Steingr.st	8.10.2009	12:50	0,01	0,47	66	0,0641	244	26,5	11	0,252	<0,1	<0,06	0,039		0,407
09U004	Silfra	28.10.2009	12:15	0,03	2,48	63	0,0450				0,697	0,658	2,221	0,044		6,01
09U005	Vellankatla	28.10.2009	13:20	0,01	1,29	51	0,0466				0,846	0,723	3,102	0,030		5,42
09U006	Steingr.st	26.11.2009	12:30	0,01	0,62	67	0,0383	244	23,6	12	0,293		<0,06	0,027		1,51
10U001	Steingr.st	12.5.2010	13:00	0,08	5,49	65	0,067	335	31,1	13	0,300	<0,1	0,037	<0,02	0,39	1,80
10U002	Steingr.st	6.7.2010	13:05	0,01	0,58	65	0,044	180	19,2	11	0,307	<0,1	0,016	0,022	1,26	1,75
10U003	Steingr.st	6.9.2010	13:15	0,00	0,09	64	<0,008	240	30,3	9,2	0,273	<0,1	2,09	0,037	1,48	2,04
10U004	Steingr.st	2.12.2010	12:30	0,01	1,06	63	0,027	317	48,1	7,7	0,358	<0,1	<0,06	0,030	1,90	1,87
10U005	Silfra	20.12.2010	12:30	0,01	0,55	62	0,009				0,794	0,400	2,96	0,034	0,60	4,64
10U006	Vellankatla	20.12.2010	13:40	0,00	0,33	49	0,017				0,862	0,514	3,30	0,038	0,71	4,01
11U001	Steingr.st	14.4.2011	13:17	0,03	1,87	63	0,072	399	34,0	14	0,293	0,259	1,20	0,047	1,11	4,64
11U002	Steingr.st	7.7.2011	13:45	0,02	1,70	62	0,155	637	62,8	12	0,284	0,224	0,61	0,042	1,01	6,42
11U003	Steingr.st	6.10.2011	12:45	0,02	1,30	62	0,063	417	30,8	16	0,257	0,557	0,33	0,045	0,615	7,45
11U004	Silfra	10.10.2011	13:25	0,01	0,92	60	0,075				0,936	0,686	4,52	0,046	0,709	7,43
11U005	Vellankatla	10.10.2011	14:20	0,02	2,01	49	0,068				1,036	0,766	3,32	0,055	0,687	5,86
11U006	Steingr.st	22.11.2011	13:00	0,00	0,29	63	0,030	225	18,6	14	0,303	0,304	0,79	0,054	0,737	9,0
12U001	Steingr.st	20.3.2012	12:40	0,03	1,99	63	0,070	415	43,5	11	0,329	0,264	0,304	0,072	1,153	2,05
12U002	Steingr.st	4.6.2012	15:30	0,04	2,50	68	0,027	456	19,6	27	0,265	0,229	1,072	0,068	0,976	2,46
12U003	Steingr.st	21.8.2012	15:50	0,02	1,08	64	0,048	181	15,9	13	0,275	0,176	0,354	0,069	0,476	2,30
12U004	Vellankatla	19.10.2012	13:35	0,02	1,98	50					0,875	0,856	3,545	0,103	0,456	3,64
12U005	Silfra	19.10.2012	14:20	0,02	1,58	62					0,720	0,711	3,94	0,117	0,287	4,13
12U006	Steingr.st	20.11.2012	17:50	0,03	1,76	68					0,244	0,225	0,577	<0,04	0,402	1,93

Tafla 2c. Niðurstöður mælinga á styrk uppleystra efna, lífræns kolefnis og lífræns níturs í innflæði og útrennsli Þingvallavatns.

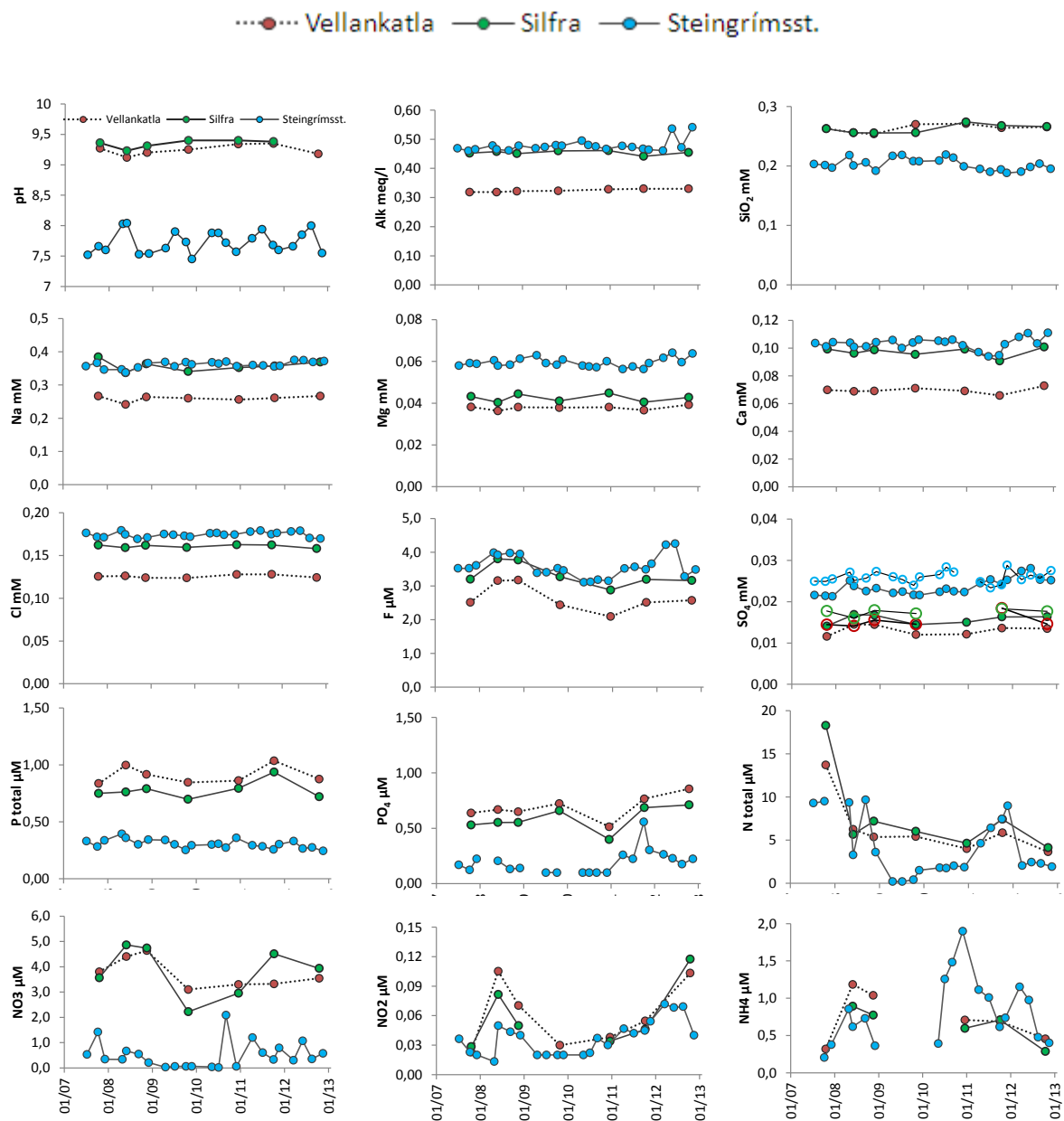
Sýna	Staðsetning	Dags.	Tími	Al	Fe	B	Mn	Sr	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg	Mo	Ti	V
númer				µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	µmól/l
08U001	Steingr.st	28.4.2008	14:00	0,328	0,061	0,789	0,003	0,060	1,37	18,3	<0,018	0,120	15,5	2,05	4,46	0,054	30,4	<0,01	1,67	1,23	0,369
08U002	Silfra	31.5.2008	13:55	1,40	0,013	0,718	0,001	0,033	0,918	0,571	<0,018	<0,085	47,1	<1,57	4,55	<0,05	<3,05	<0,01	1,36	0,91	0,493
08U003	Vellankatla	31.5.2008	14:50	1,24	<0,007	0,341	0,001	0,037	<0,67	0,520	<0,018	<0,085	18,0	<1,57	4,46	<0,05	<3,05	<0,01	0,95	0,25	0,469
08U004	Steingr.st	31.5.2008	16:00	0,330	0,057	0,704	0,006	0,056	1,02	13,0	<0,018	0,107	17,3	1,86	4,14	0,059	35,3	<0,01	1,58	0,72	0,369
08U005	Steingr.st	10.9.2008	15:15	0,259	0,190	0,581	0,046	0,058	1,07	8,52	<0,018	0,158	20,2	2,09	3,61	<0,05	64,2	<0,01	1,80	3,84	0,361
08U006	Silfra	17.11.2008	13:30	1,26	<0,007	0,599	0,001	0,039	0,946	6,15	<0,018	<0,085	46,2	2,14	1,59	0,131	11,97	<0,01	1,07	0,56	0,455
08U007	Vellankatla	17.11.2008	14:45	1,15	<0,007	0,327	0,001	0,042	<0,67	0,655	<0,018	0,107	19,4	<1,57	1,42	0,096	5,35	<0,01	0,91	0,96	0,404
08U008	Steingr.st	2.12.2008	16:45	0,246	0,109	0,700	0,005	0,062	0,977	8,01	<0,018	0,129	16,5	2,09	1,24	0,102	105,21	<0,01	1,51	2,05	0,334
09U001	Steingr.st	21.4.2009	14:55	0,397	0,093	0,561	0,005	0,060	<0,67	16,3	<0,018	<0,085	17,3	2,66	0,95	0,107	168	<0,01	1,54	4,76	0,379
09U002	Steingr.st	8.7.2009	13:20	0,423	0,050	0,587	0,006	0,057	1,25	6,90	0,04	<0,085	16,8	2,58	<0,85	0,091	57,7	<0,01	1,51	1,91	0,359
09U003	Steingr.st	8.10.2009	12:50	0,489	0,301	0,547	0,025	0,060	1,06	7,43	0,05	0,343	16,3	1,83	1,59	0,084	49,2	<0,01	1,45	17,69	0,342
09U004	Silfra	28.10.2009	12:15	1,20	0,007	0,493	0,001	0,031	0,774	0,444	<0,018	<0,085	41,0	1,72	<0,85	0,068	13,82	<0,01	0,98	0,67	0,426
09U005	Vellankatla	28.10.2009	13:20	1,14	<0,007	0,268	<0,001	0,035	<0,67	0,498	<0,018	<0,085	17,2	2,85	<0,85	0,078	33,03	<0,01	0,88	2,19	0,418
09U006	Steingr.st	26.11.2009	12:30	0,221	0,072	0,604	0,013	0,056	0,88	7,28	<0,018	0,182	15,1	2,30	<0,85	0,093	189,63	<0,01	1,48	2,23	0,322
10U001	Steingr.st	12.5.2010	13:00	0,315	0,029	0,597	0,005	0,057	0,96	0,315	<0,018	0,104	17,04	1,97	1,82	0,071	7,28	<0,01	1,40	<2,1	0,363
10U002	Steingr.st	6.7.2010	13:05	0,460	0,052	0,616	0,012	0,054	<0,67	14,9	<0,018	0,107	17,96	1,70	<0,85	0,085	224,81	<0,01	1,28	<2,1	0,363
10U003	Steingr.st	6.9.2010	13:15	0,309	0,104	0,586	0,013	0,054	<0,67	8,45	<0,018	0,149	11,44	2,28	1,32	0,108	78,61	<0,01	1,28	2,38	0,349
10U004	Steingr.st	2.12.2010	12:30	0,305	0,124	0,568	0,014	0,055	<0,67	5,69	0,03	0,158	19,62	2,91	1,41	0,106	49,40	<0,01	1,28	3,84	0,377
10U005	Silfra	20.12.2010	12:30	1,390	0,013	0,489	0,003	0,033	0,906	0,643	<0,018	<0,034	46,35	<1,57	0,99	0,085	16,82	<0,01	0,88	0,63	0,487
10U006	Vellankatla	20.12.2010	13:40	1,208	<0,007	0,251	0,003	0,037	<0,67	0,531	<0,018	0,107	21,54	<1,57	1,05	0,095	5,25	<0,01	0,62	0,16	0,436
11U001	Steingr.st	14.4.2011	13:17	0,288	0,048	0,489	0,004	0,060	1,03	0,735	<0,018	<0,034	16,64	2,45	1,02	0,096	10,41	<0,01	1,53	1,68	0,308
11U002	Steingr.st	7.7.2011	13:45	0,374	0,070	1,31	0,009	0,048	1,18	0,779	<0,018	<0,034	20,58	3,10	0,97	0,084	5,95	<0,01	1,76	3,55	0,397
11U003	Steingr.st	6.10.2011	12:45	0,279	0,147	1,37	0,013	0,049	<0,67	1,06	<0,018	0,100	19,23	2,12	1,49	0,084	5,06	<0,01	1,86	2,04	0,365
11U004	Silfra	10.10.2011	13:25	1,63	0,009	1,07	<0,0005	0,025	1,41	0,609	<0,018	<0,034	52,70	<1,57	<0,85	0,082	12,71	<0,01	1,27	0,83	0,510
11U005	Vellankatla	10.10.2011	14:20	1,49	<0,007	0,529	<0,0005	0,030	<0,67	0,572	<0,018	<0,034	23,46	<1,57	<0,85	0,081	5,57	<0,01	0,99	0,31	0,455
11U006	Steingr.st	22.11.2011	13:00	0,296	0,104	0,684	0,007	0,057	<0,67	0,786	<0,018	0,112	17,75	2,31	1,55	0,064	7,05	<0,01	1,64	3,47	0,349
12U001	Steingr.st	20.3.2012	12:40	0,279	0,056	0,707	0,004	0,058	1,13	0,631	<0,018	0,114	17,77	2,01	1,55	<0,05	6,99	<0,01	1,46	3,09	0,328
12U002	Steingr.st	4.6.2012	15:30	0,329	0,068	0,662	0,006	0,061	<0,67	0,533	<0,018	<0,034	15,73	2,38	1,43	<0,05	5,81	<0,01	1,43	1,34	0,391
12U003	Steingr.st	21.8.2012	15:50	0,463	0,100	0,697	0,007	0,061	0,966	7,43	0,02	<0,034	17,41	1,83	1,72	0,078	72,18	<0,01	1,34	4,05	0,365
12U004	Vellankatla	19.10.2012	13:35	1,253	0,009	0,321	0,001	0,041	<0,67	0,451	<0,018	<0,034	20,39	<1,57	2,08	<0,05	5,17	<0,01	0,99	0,16	0,432
12U005	Silfra	19.10.2012	14:20	1,334	<0,007	0,519	0,001	0,036	0,758	0,423	<0,018	<0,034	47,12	<1,57	2,10	<0,05	<3,05	<0,01	1,02	0,39	0,485
12U006	Steingr.st	20.11.2012	17:50	0,199	0,066	0,733	0,011	0,060	0,857	0,518	<0,018	0,224	14,89	<1,57	<0,85	0,073	3,26	<0,01	1,50	1,34	0,302

Tafla 3a. Niðurstöður mælinga á styrk uppleystra efna, lífræns kolefnis og lífræns niturs í Vellankötlum, Silfru og útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð.

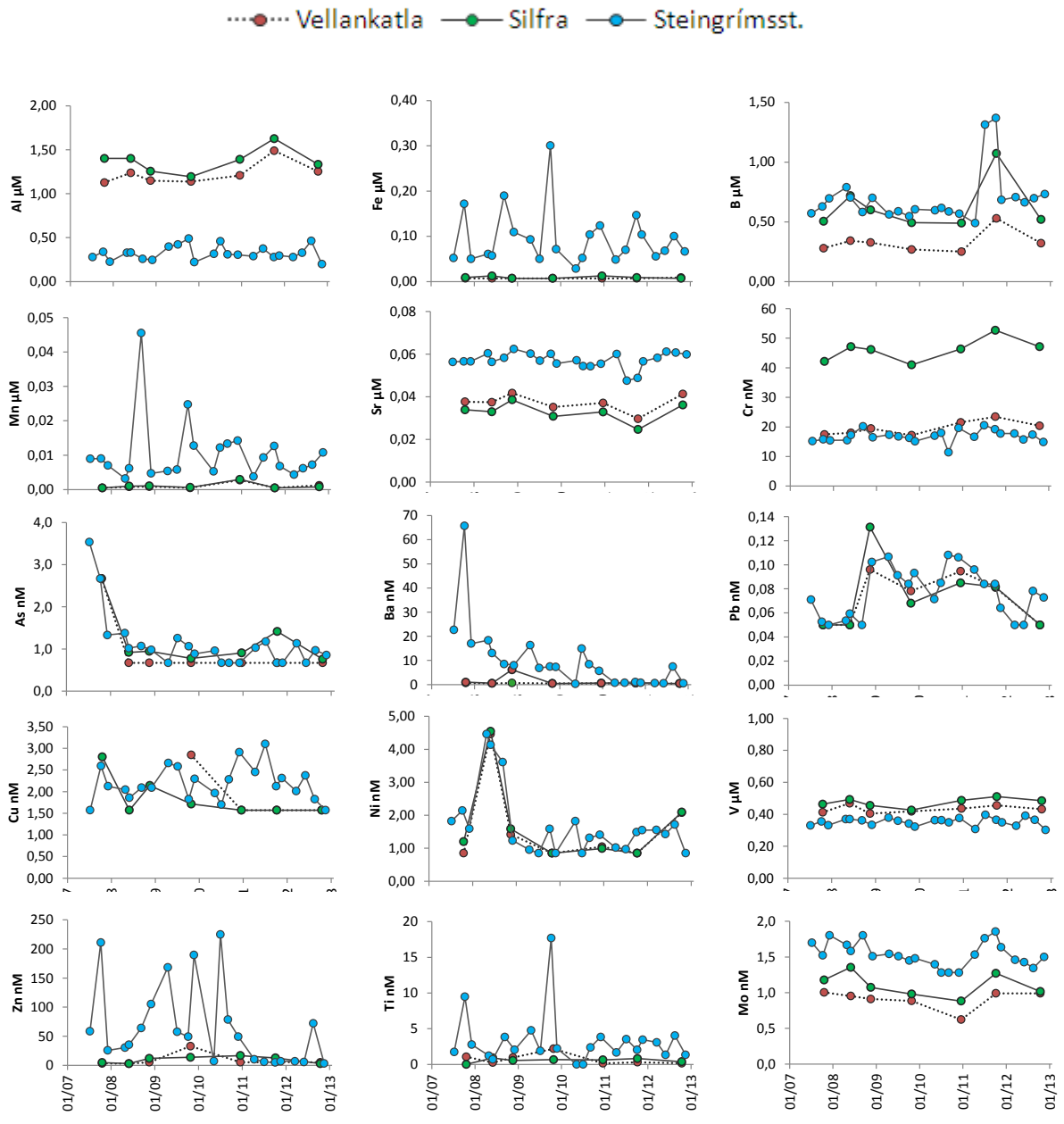
Sýna númer	Dagsetning	Tími	Vatns- hiti °C	Loft- hiti °C	pH	T °C (pH/leiðni)	Leiðni µS/cm	SiO ₂ mmól/l	Na mmól/l	K mmól/l	Ca mmól/l	Mg mmól/l	Alk (a) meq/kg	DIC mmól/l	SO ₄ mmól/l	SO ₄ mmól/l	δ ³⁴ S ‰	Cl mmól/l	F µmól/l	Hleðslu- jafnvægis	% skekkja	TDS mg/kg	DOC mmól/l	POC µg/kg	PON µg/kg	C/N mól		
															ICP-AES	I.C.			I.C.	I.C.				reiknað				
Silfra, Þingvöllum																												
08U002	31.5.2008	13:55	3,4	10,8	9,23	22,5	69,2	0,256	0,337	0,010	0,096	0,040	0,458	0,450	0,016	0,017	10,95	0,159	3,81	0,032	2,49	63	0,018					
08U006	17.11.2008	13:30	3,4	4,6	9,31	20,4	73	0,256	0,364	0,012	0,099	0,044	0,451	0,444	0,018	0,017	9,343	0,162	3,77	0,010	0,75	63	0,034					
09U004	28.10.2009	12:15	3,4	6,7	9,40	20,1	65,4	0,256	0,341	0,011	0,096	0,041	0,460	0,454	0,017	0,014		0,159	3,27	0,03	2,48	63	0,045					
10U005	20.12.2010	12:30	3,3	-3,4	9,40	19,3	66,8	0,274	0,352	0,012	0,099	0,045	0,461	0,409		0,015		0,163	2,88	0,01	0,55	62	0,009					
11U004	10.10.2011	13:25	3,4	5,0	9,38	22,4	75,3	0,268	0,357	0,012	0,091	0,041	0,442	0,386	0,018	0,016		0,162	3,20	0,01	0,92	60	0,075					
12U005	19.10.2012	14:20	3,5	6,0	9,31	20,5	68,8	0,266	0,369	0,013	0,101	0,043	0,455	0,410	0,018	0,016		0,158	3,16	0,02	1,58	62						
Vellankatla, Þingvöllum																												
08U003	31.5.2008	14:50	2,8	2,8	9,12	21,3	51,8	0,256	0,241	0,011	0,069	0,036	0,319	0,305	0,014	0,014	10,34	0,126	3,16	0,013	1,43	49	<0.008					
08U007	17.11.2008	14:45	2,8	5,1	9,20	20,3	54,4	0,254	0,264	0,011	0,069	0,038	0,322	0,307	0,016	0,014	10,72	0,124	3,18	0,010	1,02	50	0,116					
09U005	28.10.2009	13:20	2,8	6,7	9,25	20	49,1	0,270	0,260	0,013	0,071	0,038	0,323	0,305	0,015	0,012		0,124	2,44	0,01	1,29	51	0,047					
10U006	20.12.2010	13:40	2,8	-3,8	9,34	18,9	51,6	0,271	0,256	0,011	0,069	0,038	0,328	0,283		0,012		0,128	2,09	0,00	0,33	49	0,017					
11U005	10.10.2011	14:20	2,8	3,4	9,35	21,1	55,6	0,264	0,261	0,012	0,066	0,037	0,330	0,281	0,018	0,014		0,128	2,51	0,02	2,01	49	0,068					
12U004	19.10.2012	13:35	2,8	5,7	9,18	20,6	53,4	0,266	0,267	0,012	0,073	0,039	0,330	0,295	0,015	0,013		0,124	2,58	0,02	1,98	50						
Þingvallavatn, Steingrímsstöð																												
08U001	28.4.2008	14:00	3,2	9,6	8,03	22	72,0	0,218	0,347	0,016	0,104	0,060	0,479	0,489	0,027	0,025	7,941	0,179	3,99	0,025	1,77	66	0,026	352	58,0	7,1		
08U004	31.5.2008	16:00	6,7	9,5	8,04	22,2	72,2	0,201	0,338	0,014	0,101	0,058	0,465	0,475	0,025	0,024	8,216	0,175	3,93	0,025	1,85	63	0,009	296	32,2	10,7		
08U005	10.9.2008	15:15	10,0	12,8	7,53	20,9	73,2	0,206	0,353	0,015	0,101	0,058	0,461	0,494	0,026	0,023	9,416	0,169	3,98	0,001	0,06	65	0,055	471	33,6	16,4		
08U008	2.12.2008	16:45	2,9	-3,9	7,54	20,3	77,5	0,192	0,366	0,017	0,104	0,061	0,478	0,511	0,027	0,023	7,799	0,171	3,95	0,007	0,46	66	0,036	2392	112,6	24,8		
09U001	21.4.2009	14:55	2,1	6,1	7,63	20,2	73	0,217	0,369	0,017	0,106	0,063	0,469	0,495	0,026	0,022	8,791	0,175	3,39	0,02	1,67	66	0,052	472	42,3	13,0		
09U002	8.7.2009	13:20	11,1	13,6	7,90	22,6	73,7	0,219	0,356	0,018	0,100	0,059	0,473	0,487	0,025	0,022		0,174	3,41	0,01	0,63	65	0,031	639	51,7	14,4		
09U003	8.10.2009	12:50	6,7	2,3	7,73	21,6	69,2	0,208	0,368	0,018	0,104	0,058	0,480	0,501	0,024	0,022		0,173	3,53	0,01	0,47	66	0,064	244	26,5	10,7		
09U006	26.11.2009	12:30	4,4	-2,2	7,45	21	69,4	0,208	0,362	0,017	0,106	0,061	0,477	0,518	0,026	0,022		0,172	3,46	0,01	0,62	67	0,038	244	23,6	12,0		
10U001	12.5.2010	13:00	3,3	8,3	7,88	22,1	71,1	0,209	0,368	0,016	0,105	0,058	0,495	0,493	0,027	0,022		0,176	3,11	0,08	5,49	65	0,067	335	31,1	12,6		
10U002	6.7.2010	13:05	9,8	15,6	7,88	21,1		0,219	0,365	0,016	0,105	0,058	0,480	0,478	0,028	0,023		0,176	3,12	0,01	0,58	65	0,044	180	19,2	10,9		
10U003	6.9.2010	13:15	8,7	10,7	7,72	21,2	72,4	0,214	0,370	0,016	0,106	0,057	0,475	0,474	0,027	0,022		0,174	3,19	0,00	0,09	64	<0.008	240	30,3	9,2		
10U004	2.12.2010	12:30			7,57	22	73,7	0,199	0,357	0,015	0,102	0,060	0,466	0,466		0,022		0,175	3,15	0,01	1,06	63	0,027	317	48,1	7,7		
11U001	14.4.2011	13:17	1,4	2,6	7,79	19,3	75,3	0,195	0,360	0,015	0,097	0,056	0,477	0,476	0,025	0,024		0,178	3,52	0,03	1,87	63	0,072	399	34,0	13,7		
11U002	7.7.2011	13:45	9,9	16,5	7,94	21	76,6	0,190	0,359	0,017	0,094	0,058	0,473	0,471	0,023	0,025		0,179	3,57	0,02	1,70	62	0,155	637	62,8	11,8		
11U003	6.10.2011	12:45	7,9	7,5	7,68	20	78,3	0,194	0,355	0,018	0,095	0,056	0,467	0,466	0,024	0,024		0,175	3,50	0,02	1,30	62	0,063	417	30,8	15,8		
11U006	22.11.2011	13:00	5,7	2,3	7,60	22,3	74,2	0,188	0,358	0,016	0,103	0,059	0,464	0,463	0,029	0,025		0,176	3,66	0,00	0,29	63	0,030	225	18,6	14,1		
12U001	20.3.2012	12:40	0,8	1,7	7,66	22,7		0,190	0,375	0,012	0,108	0,062	0,461	0,460	0,025	0,027		0,178	4,23	0,03	1,99	63	0,070	415	43,5	11,1		
12U002	4.6.2012	15:30	8,7	21,3	7,85	20,2	64,2	0,198	0,375	0,013	0,111	0,064	0,536	0,534	0,026	0,028		0,179	4,26	0,04	2,50	68	0,027	456	19,6	27,2		
12U003	21.8.2012	15:50	11,2	18,6	8,00	21,9	75,4	0,204	0,369	0,016	0,103	0,060	0,472	0,470	0,026	0,025		0,170	3,28	0,02	1,08	64	0,048	181	15,9	13,3		
12U006	20.11.2012	17:50	3,5	0,4	7,55	20,2	74,9	0,195	0,372	0,017	0,111	0,064	0,541	0,540	0,028	0,025		0,170	3,49	0,03	1,76	68						

Tafla 3b. Niðurstöður mælinga á styrk uppleystra efna, lífræns kolefnis og lífræns niturs í Vellankötlu, Silfru og útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð.

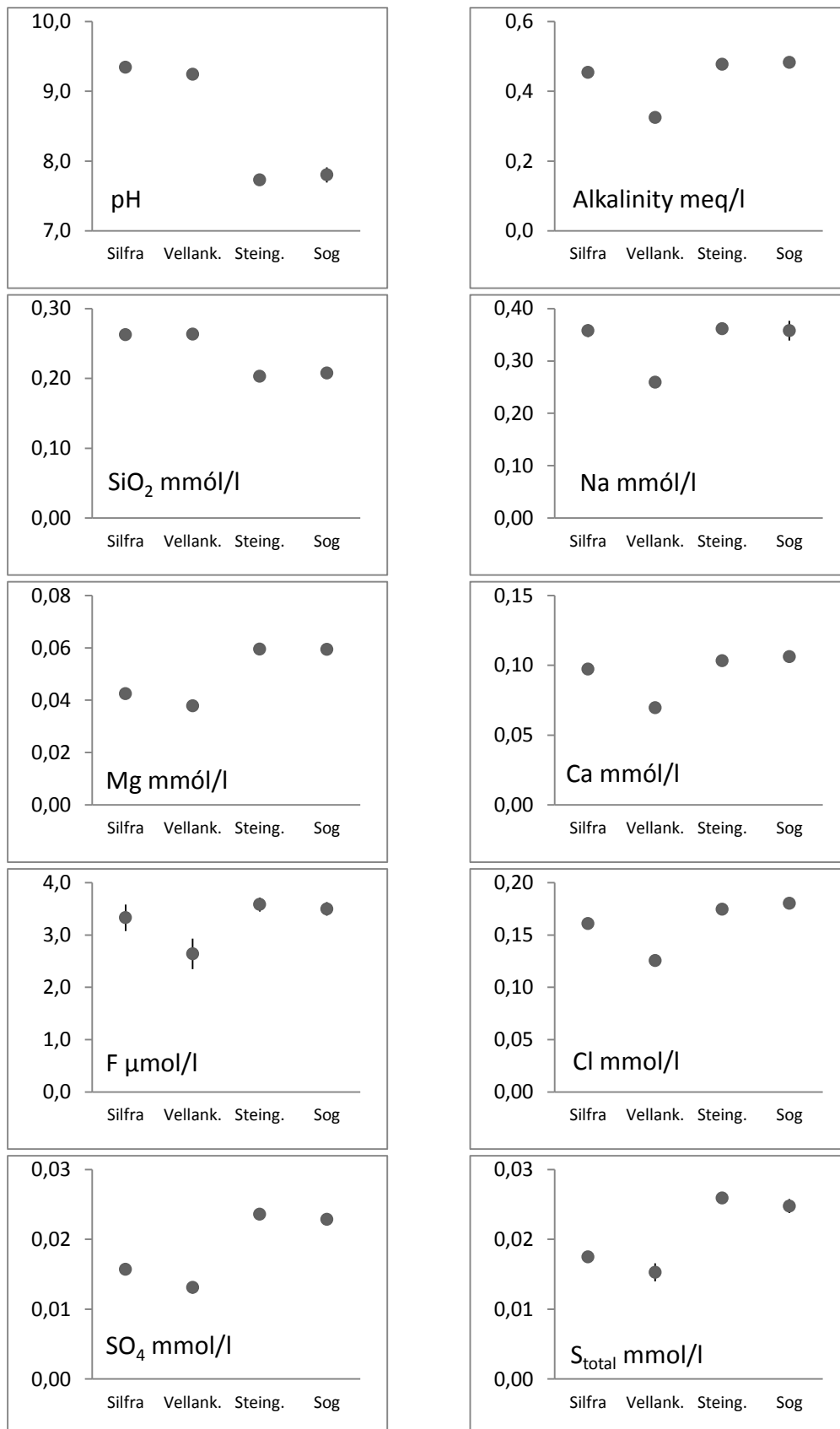
Sýna númer	Dagsetning	Tími	P µmól/l	PO ₄ -P µmól/l	NO ₃ -N µmól/l	NO ₂ -N µmól/l	NH ₄ -N µmól/l	Ntot µmól/l	Al µmól/l	Fe µmól/l	B µmól/l	Mn µmól/l	Sr µmól/l	As nmól/l	Ba nmól/l	Cd nmól/l	Co nmól/l	Cr nmól/l	Cu nmól/l	Ni nmól/l	Pb nmól/l	Zn nmól/l	Hg nmól/l	Mo nmól/l	Ti nmól/l	V µmól/l	
Silfra, Þingvöllum																											
08U002	31.5.2008	13:55	0,762	0,553	4,86	0,082	0,89	5,67	1,401	0,013	0,718	0,001	0,033	0,918	0,571	<0,018	<0,085	47,1	<1,57	4,55	<0,05	<3,05	<0,01	1,36	0,91	0,493	
08U006	17.11.2008	13:30	0,791	0,553	4,74	0,050	0,77	7,19	1,256	<0,007	0,599	0,001	0,039	0,946	6,15	<0,018	<0,085	46,16	2,14	1,59	0,131	11,97	<0,01	1,07	0,56	0,455	
09U004	28.10.2009	12:15	0,697	0,658	2,22	0,044		5,01	1,193	0,007	0,493	0,001	0,031	0,774	0,444	<0,018	<0,085	40,96	1,72	<0,85	0,068	13,82	<0,01	0,98	0,67	0,426	
10U005	20.12.2010	12:30	0,794	0,400	2,96	<0,04	0,60	4,64	1,390	0,013	0,489	0,003	0,033	0,906	0,643	<0,018	<0,034	46,35	<1,57	0,99	0,085	16,82	<0,01	0,88	0,63	0,487	
11U004	10.10.2011	13:25	0,936	0,686	4,52	0,046	0,709	7,43	1,63	0,009	1,07	<0,0005	0,025	1,41	0,609	<0,018	<0,034	52,70	<1,57	<0,85	0,082	12,71	<0,01	1,27	0,83	0,510	
12U005	19.10.2012	14:20	0,720	0,711	3,94	0,117	0,287	4,13	1,334	<0,007	0,519	0,001	0,036	0,758	0,423	<0,018	<0,034	47,12	<1,57	2,10	<0,05	<3,05	<0,01	1,02	0,39	0,485	
Vellankatla, Þingvöllum																											
08U003	31.5.2008	14:50	0,998	0,668	4,403	0,105	1,18	6,25	1,238	<0,007	0,341	0,001	0,037	<0,67	0,520	<0,018	<0,085	18,0	<1,57	4,46	<0,05	<3,05	<0,01	0,95	0,25	0,469	
08U007	17.11.2008	14:45	0,917	0,650	4,638	0,070	1,04	5,37	1,149	<0,007	0,327	0,001	0,042	<0,67	0,655	<0,018	0,107	19,42	<1,57	1,42	0,096	5,35	<0,01	0,91	0,96	0,404	
09U005	28.10.2009	13:20	0,846	0,723	3,10	<0,04		4,42	1,138	<0,007	0,268	<0,0005	0,035	<0,67	0,498	<0,018	<0,085	17,19	2,85	<0,85	0,078	33,03	<0,01	0,88	2,19	0,418	
10U006	20.12.2010	13:40	0,862	0,514	3,30	<0,04	0,71	4,01	1,21	<0,007	0,251	0,003	0,037	<0,67	0,531	<0,018	0,107	21,54	<1,57	1,05	0,095	5,25	<0,01	0,62	0,16	0,436	
11U005	10.10.2011	14:20	1,036	0,766	3,32	0,055	0,687	5,86	1,49	<0,007	0,529	<0,0005	0,030	<0,67	0,572	<0,018	<0,034	23,46	<1,57	<0,85	0,081	5,57	<0,01	0,99	0,31	0,455	
12U004	19.10.2012	13:35	0,875	0,856	3,545	0,103	0,456	3,64	1,253	0,009	0,321	0,001	0,041	<0,67	0,451	<0,018	<0,034	20,39	<1,57	2,08	<0,05	5,17	<0,01	0,99	0,16	0,432	
Þingvallavatn, Steingrímsstöð																											
08U001	28.4.2008	14:00	0,394		0,336	<0,04	0,86	9,36	0,328	0,061	0,789	0,003	0,060	1,37	18,3	<0,018	0,120	15,5	2,05	4,46	0,054	30,4	<0,01	1,67	1,23	0,369	
08U004	31.5.2008	16:00	0,358	0,206	0,671	0,050	0,62	3,30	0,330	0,057	0,704	0,006	0,056	1,02	13,0	<0,018	0,107	17,3	1,86	4,14	0,059	35,3	<0,01	1,58	0,72	0,369	
08U005	10.9.2008	15:15	0,302	0,133	0,545	0,044	0,73	9,68	0,259	0,190	0,581	0,046	0,058	1,07	8,52	<0,018	0,158	20,2	2,09	3,61	<0,05	64,2	<0,01	1,80	3,84	0,361	
08U008	2.12.2008	16:45	0,342	0,140	0,210	<0,04	0,36	3,61	0,246	0,109	0,700	0,005	0,062	0,977	8,01	<0,018	0,129	16,50	2,09	1,24	0,102	105	<0,01	1,51	2,05	0,334	
09U001	21.4.2009	14:55	0,339	0,306	<0,06	<0,04		1,41	0,397	0,093	0,561	0,005	0,060	<0,67	16,3	<0,018	<0,085	17,33	2,66	0,95	0,107	168	<0,01	1,54	4,76	0,379	
09U002	8.7.2009	13:20	0,301	0,249	<0,06	0,046		1,68	0,423	0,050	0,587	0,006	0,057	1,25	6,90	0,04	<0,085	16,77	2,58	<0,85	0,091	57,7	<0,01	1,51	1,91	0,359	
09U003	8.10.2009	12:50	0,252	0,232	<0,06	<0,04		1,86	0,489	0,301	0,547	0,025	0,060	1,06	7,43	0,05	0,343	16,31	1,83	1,59	0,084	49,2	<0,01	1,45	17,69	0,342	
09U006	26.11.2009	12:30	0,293	0,243	<0,06	<0,04		2,35	0,221	0,072	0,604	0,013	0,056	0,88	7,28	<0,018	0,182	15,14	2,30	<0,85	0,093	190	<0,01	1,48	2,23	0,322	
10U001	12.5.2010	13:00	0,300		<0,06	0,040	0,39	1,80	0,315	0,029	0,597	0,005	0,057	0,96	0,315	<0,018	0,104	17,04	1,97	1,82	0,071	7,28	<0,01	1,40	<2,1	0,363	
10U002	6.7.2010	13:05	0,307		<0,06	<0,04	1,26	1,75	0,460	0,052	0,616	0,012	0,054	<0,67	14,9	<0,018	0,107	17,96	1,70	<0,85	0,085	225	<0,01	1,28	<2,1	0,363	
10U003	6.9.2010	13:15	0,273		2,09	<0,04	1,48	2,04	0,309	0,104	0,586	0,013	0,054	<0,67	8,45	<0,018	0,149	11,44	2,28	1,32	0,108	78,61	<0,01	1,28	2,38	0,349	
10U004	2.12.2010		0,358		<0,06	<0,04	1,90	1,87	0,305	0,124	0,568	0,014	0,055	<0,67	5,69	0,03	0,158	19,62	2,91	1,41	0,106	49,40	<0,01	1,28	3,84	0,377	
11U001	14.4.2011	13:17	0,293	0,259	1,20	0,047	1,11	4,64	0,288	0,048	0,489	0,004	0,060	1,03	0,735	<0,018	<0,034	16,64	2,45	1,02	0,096	10,41	<0,01	1,53	1,68	0,308	
11U002	7.7.2011	13:45	0,284	0,224	0,61	0,042	1,01	6,42	0,374	0,070	1,31	0,009	0,048	1,18	0,779	<0,018	<0,034	20,58	3,10	0,97	0,084	5,95	<0,01	1,76	3,55	0,397	
11U003	6.10.2011	12:45	0,257	0,557	0,33	0,045	0,615	7,45	0,279	0,147	1,37	0,013	0,049	<0,67	1,06	<0,018	0,100	19,23	2,12	1,49	0,084	5,06	<0,01	1,86	2,04	0,365	
11U006	22.11.2011	13:00	0,303	0,304	0,79	0,054	0,737	9,0	0,296	0,104	0,684	0,007	0,057	<0,67	0,786	<0,018	0,112	17,75	2,31	1,55	0,064	7,05	<0,01	1,64	3,47	0,349	
12U001	20.3.2012	12:40	0,329	0,264	0,304	0,072	1,153	2,05	0,279	0,056	0,707	0,004	0,058	1,13	0,631	<0,018	0,114	17,77	2,01	1,55	<0,05	6,99	<0,01	1,46	3,09	0,328	
12U002	4.6.2012	15:30	0,265	0,229	1,072	0,068	0,976	2,46	0,329	0,068	0,662	0,006	0,061	<0,67	0,533	<0,018	<0,034	15,73	2,38	1,43	<0,05	5,81	<0,01	1,43	1,34	0,391	
12U003	21.8.2012	15:50	0,275	0,176	0,354	0,069	0,476	2,30	0,463	0,100	0,697	0,007	0,061	0,966	7,43	0,02	<0,034	17,41	1,83	1,72	0,078	72,18	<0,01	1,34	4,05	0,365	
12U006	20.11.2012	17:50	0,244	0,225	0,577	<0,04	0,402	1,93	0,199	0,066	0,733	0,011	0,060	0,857	0,518	<0,018	0,224	14,89	<1,57	<0,85	0,073	3,26	<0,01	1,50	1,34	0,302	



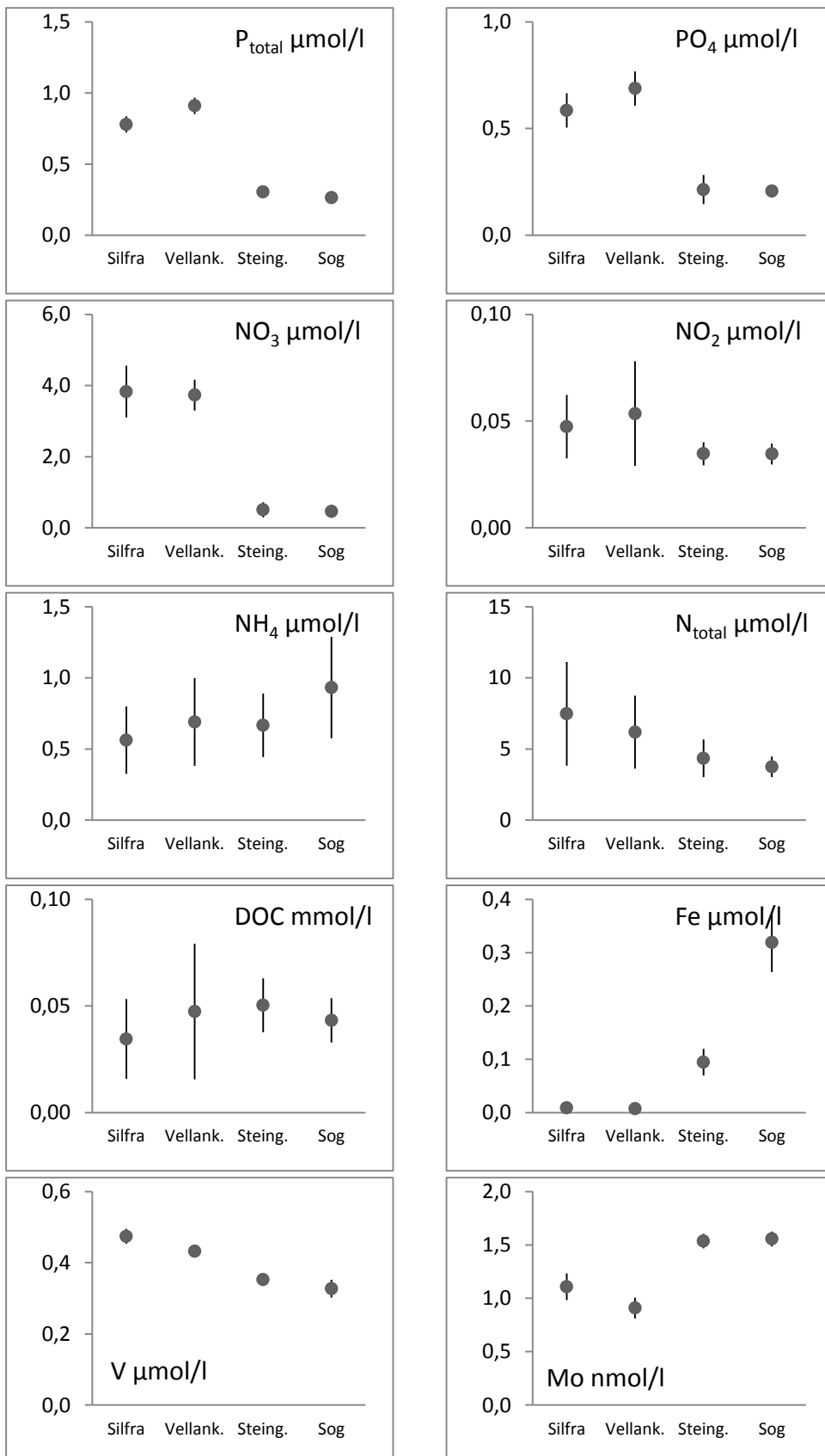
Mynd 4. Árstíðabundnar breytingar á basavirkni (Alk), pH og styrk uppleystra aðal- og næringarefna í inn- og útlæði Þingvallavatns. Söfnunarstaðirnir eru táknadír með mismunandi lit. Blár: Útfall úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð, Grænn: Silfra, Rauður: Vellankatla. Lóðréttu, brotnu línurnar tákna upphaf hvers árs þannig að gildin á milli tveggja lína eru niðurstöður úr sýnum sem safnað var á einu ári. Opnu hringirnir á SO_4 grafinu tákna heildarstyrk S. Litirnir vísa til söfnunarstaðanna.



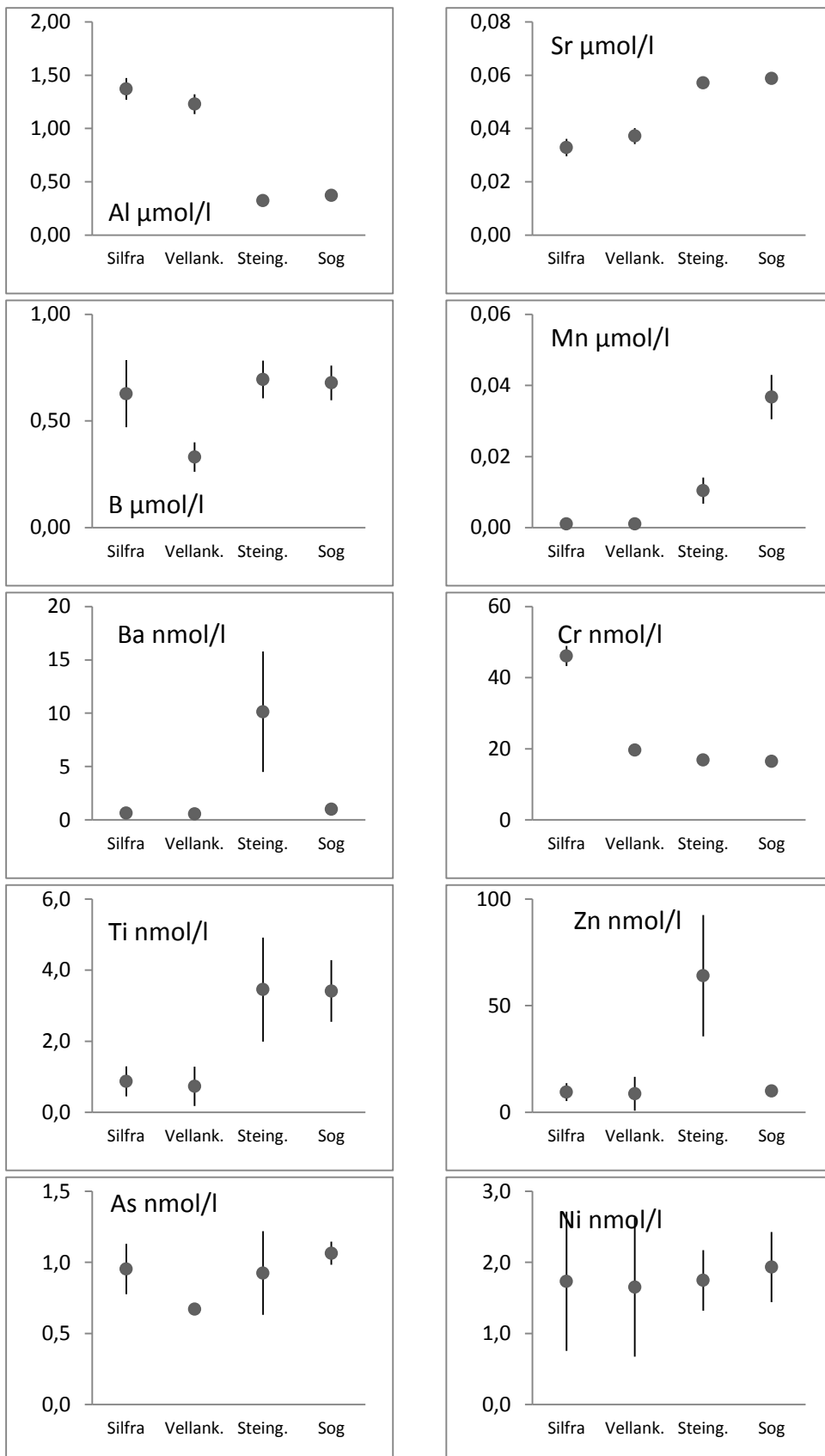
Mynd 5. Árstíðabundnar breytingar í styrk uppleystra snefilefna í inn- og útflæði Þingvallavatns. Söfnunarstaðirnir eru táknadír með mismunandi lit. Blár: Útfall úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð, Grænn: Silfra, Rauður: Vellankatla. Lóðréttu, brotnu línurnar tákna upphaf hvers árs þannig að gildin á milli tveggja lína eru niðurstöður úr sýnum sem safnað var á einu ári.



Mynd 6. Meðalstyrkur uppleystra aðalefna (með 95% öryggismörkum) úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns. Gögn úr Sogi við Þrastarlund frá 2007 til 2012 eru til samanburðar.

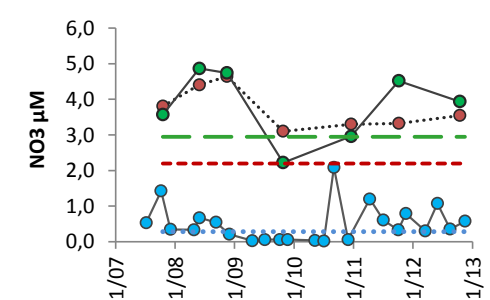
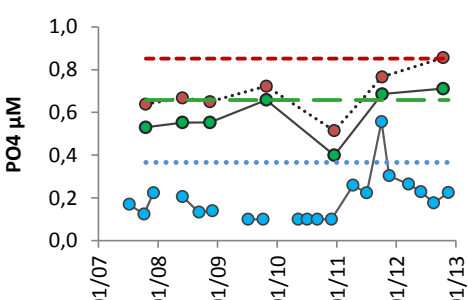
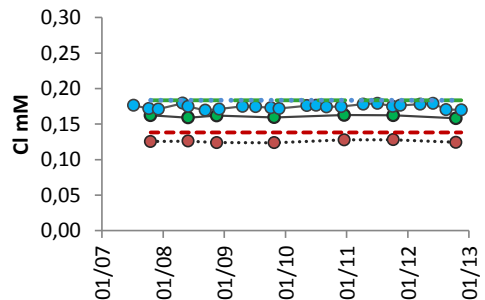
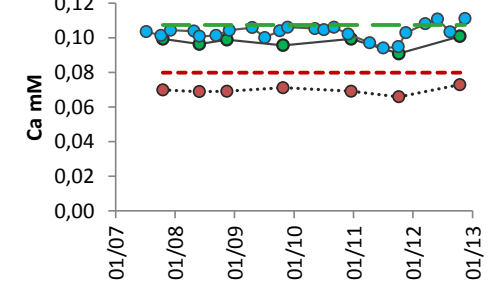
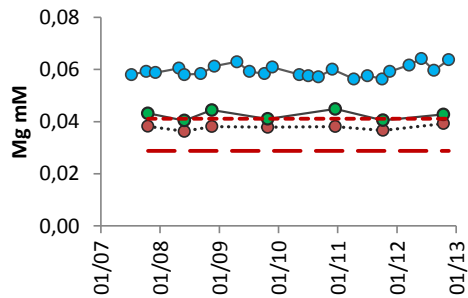
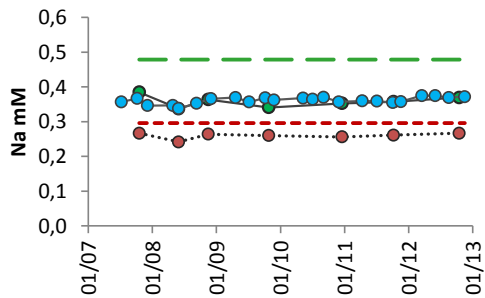
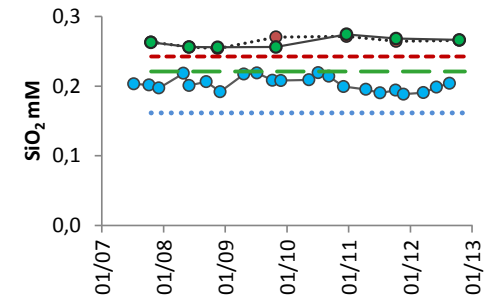
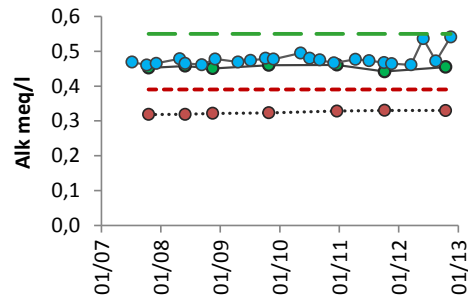
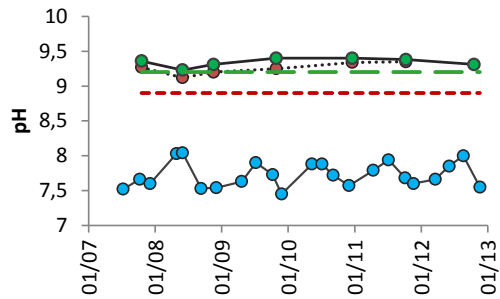


Mynd 7. Meðalstyrkur lífræns kolefnis og uppleystra næringarefna (með 95% öryggismörkum) úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns. Gögn úr Sogi við Þrastarlund frá 2007 til 2012 eru til samanburðar.



Mynd 8. Meðalstyrkur uppleystra þungmálma og annarra snefilefna (með 95% öryggismörkum) úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns. Gögn úr Sogi við Þrastarlund frá 2007 til 2011 eru til samanburðar.

● --- Vellankatla
 ● --- Silfra
 ● --- Steingrímsst.
 --- Vellankatla 1975-1981
 --- Flosagjá 1975-1981
 ● --- Stöð 1



Mynd 9. Samanburður á gögnum frá 2007-2012 við gögn sem aflað var á árunum 1975 til 1991 úr Þingvallavatni og úr lindum sem renna í vatnið (Jón Ólafsson, 1992).

Tafla 4. Næmi efnagreiningaraðferða og hlutfallsleg skekkja mælinga.

Efni	Næmi µmól/l	Skekkja hlutfallsleg skekkja	Staðal frávik	ICP- SFMS	ICP- AES	AFS	IC	AA	Raf- skaut	Títrun	Auto analyser
Leiðni		± 1.0									
T°C		± 0,1									
pH		± 0,05							x		
SiO ₂ ICP-AES (RH)	1,66	2,00%	1,8								
SiO ₂ ICP-AES	1	4%			x						
Na ICP-AES (RH)	0,435	3,30%	2,8								
Na ICP-AES	4,35	4%			x						
K Jónaskilja (RH)	1,28	3%									
K ICP-AES (RH)	12,8										
K ICP-AES (SGAB)	10,2	4%			x						
K AA	1,1	4%									
Ca ICP-AES (RH)	0,025	2,60%	1,6								
Ca ICP-AES	2,5	4%			x						
Mg ICP-AES (RH)	0,206	1,60%	1,6								
P-AES (SGAB)	3,7	4%			x						
Alk.		3%								x	
CO ₂		3%					x				
SO ₄ ICP-AES (RH)	10,4	10%	8,2								
SO ₄ HPCL	0,52	5%									
SO ₄ ICP-AES	1,67	15%			x						
Cl	28,2	5%					x				
F	1,05	1,05-1,58 µmól/l ±10% >1,58µmól/l ±3%					x				
P ICP-MS (SGAB)	0,032	3%			x						
P-PO ₄	0,065	0,065-0,484 µmól/l ±1 µmól/l >0,484 µmól/l ±5%									x
N-NO ₂	0,04	0,040-0,214 µmól/l ±0,014 µmól/l >0,214 µmól/l ±5%									x
N-NO ₃	0,143	0,142-0,714 µmól/l ±0,071 µmól/l >0,714 µmól/l ±10%									x
N-NH ₄	0,2	10%									x
Al ICP-AES (RH)	0,371	3,80%	3,2								
B ICP-AES (SGAB)	0,925										
B ICP-MS (SGAB)	0,037			x							
Sr ICP-AES (RH)	0,023	15%									
Sr ICP-MS (SGAB)	0,023	4%			x						
Ti ICP-MS (SGAB)	0,002	4%			x						
Fe ICP-AES (RH)	0,358	12%	15								
Fe ICP-AES (SGAB)	0,143	10%		x							
Mn ICP-AES (RH)	0,109	26%	24								
Mn ICP-MS (SGAB)	0,546	8%		x							
Al ICP-MS (SGAB)	7,412	12%		x							
As ICP-MS (SGAB)	0,667	9%		x							
Cr ICP-MS (SGAB)	0,192	9%		x							
Ba ICP-MS (SGAB)	0,073	6%		x							
Fe ICP-MS (SGAB)	7,162	4%		x							
Co ICP-MS (SGAB)	0,058	8%		x							
Ni ICP-MS (SGAB)	0,852	8%		x							
Cu ICP-MS (SGAB)	1,574	8%		x							
Efni	Næmi µmól/l	Skekkja hlutfallsleg skekkja	Staðal frávik	ICP- SFMS	ICP- AES	AFS	IC	AA	Raf- skaut	Títrun	Auto analyser
Zn ICP-MS (SGAB)	3,059	12%		x							
Mo ICP-MS (SGAB)	0,521	12%		x							
Cd ICP-MS (SGAB)	0,018	9%		x							
Hg ICP-AF (SGAB)	0,01	4%				x					
Pb ICP-MS (SGAB)	0,048	8%		x							
V ICP-MS (SGAB)	0,098	5%		x							
Th ICP-MS (SGAB)	0,039			x							
U ICP-MS (SGAB)	0,002	12%		x							
Sn ICP-MS (SGAB)	0,421	10%		x							
Sb ICP-MS (SGAB)	0,082	15%		x							

ICP-SFMS: Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry
 ICP-AES: Inductively coupled plasma optical emission
 AFS: Atomic Fluoriscence
 IC2000 Ion Chromatograph Dionex 2000
 AA: Atomic adsorption