

# Efnasamsetning Þingvallavatns 2007 – 2013

RH-04-2014

Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gíslason

Jarðvísindastofnun Háskólans, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík.



Júní 2014



## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	5
2. AÐFERÐIR	6
2.1 Sýnataka	6
2.2 Söfnun og meðhöndlun sýna.	7
2.3 Greiningar á uppleystum efnum og lífrænum svifaur.	8
3. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA	11
3.1 Styrkur uppleystra efna í Þingvallavatni	14
3.2 Meðaltal uppleystra efna í innflæði og útfllæði Þingvallavatns	16
3.3 Samanburður við eldri gögn.	188
4. ÞAKKARORÐ	19
HEIMILDIR	200

### Tölur

Tafla 1. Meðalstyrkur uppleystra efna í innstreymi og útrennsli Þingvallavatns.....	23
Tafla 2a. Niðurstöður mælinga á efnabáttum í innflæði og útrennsli Þingvallavatns.....	25
Tafla 2b. Niðurstöður mælinga á efnabáttum í innflæði og útrennsli Þingvallavatns.....	26
Tafla 2c. Niðurstöður mælinga á efnabáttum 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 4. Árstíðabundnar breytingar á efnabáttum í írennsli og útfalli Þingvallavatns.....	30
Mynd 5. Árstíðabundnar breytingar á efnabáttum 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 verkpátt 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.

Írennsli til Þingvallavatns er um 100 m<sup>3</sup>/s og samkvæmt Árnýju E. Sveinbjörnsdóttur og Sigfúsi J. Johnsen (1992) er um 90% upprunnið 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 Vellankötlum og öðrum lindum í Vatnsvíki, Davíðsgjá og Ólafsdreppi. Freysteinn Sigurðsson og Guttormur Sigbjarnason (2002) telja hins vegar að lindarvatnið skiptist í þrjá meginstrauma; Almannagjárstraum, með um 30 m<sup>3</sup>/s, Hrafnagjárstraum, um 20 m<sup>3</sup>/s af heildarrennslinu og Miðfellsstraum, um 25 m<sup>3</sup>/s heildarrennslis. Í Silfru er vatn frá Almannagjárstraumi og er talið að það sé að þriðjungi jökulvatn frá Langjökli. Í Vellankötlum kemur upp vatn frá Hrafnagjárstraumi sem er talið vera allt að helmingur jökulvatn frá Langjökli (Freysteinn Sigurðsson og Guttormur Sigbjarnason 2002).

Vatnssýnum hefur verið safnað 27 sinnum úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð og átta sinnum úr lindunum Silfru og Vellankötlum á tímabilinu. Í þessari skýrslu er gert grein fyrir aðferðum og niðurstöðum mælinga sem fram hafa farið í írennsli og útfalli Þingvallavatns á árunum 2007 til 2013. (Tölur 1 og 2).

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 ógegnær, 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.*

Svifaurssýni 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 Söfnun og meðhöndlun sýna.

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  $\mu\text{m}$  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.

Vatnið var síað í gegnum sellulósa asetat-síu með 0,2  $\mu\text{m}$  porustærð. Þvermál síu var 142 mm og Sartorius® („in line pressure filter holder, SM16540“) síuhaldari úr tefloni

notaður. Sýninu var dælt í gegnum síuna með „peristaltik“-dælu. Slöngur voru úr sílikoni. Síur, síuhaldari og slöngur voru þvegnar með því að dæla a.m.k. einum lítra af árvatni í gegnum síubúnaðinn og lofti var hleypt af síuhaldara með þar til gerðum loftventli. Áður en sýninu var safnað voru sýnaflöskurnar þvegnar þrisvar sinnum hver með síuðu árvatni.

Fyrst var vatn sem ætlað var til mælinga á reikulum efnum, pH, leiðni og basavirkni, síað í tvær dökkar, 275 ml og 60 ml, glerflöskur. Var dæluslangan látin ná í botn á glerflöskunum og fyllt frá botni og upp. Næst var safnað í 1000 ml HDPE flösku til mælinga á brennisteinssamsætum. Síðan var vatn síað í 190 ml plastflösku 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 saltpéturssýru í lok söfnunar á hverjum stað. Þá var síuðu árvatni safnað á fjórar sýruþvegnar 20 ml HDPE flöskur. Flöskurnar voru þvegnar með 1 N HCl fyrir hvern leiðangur. Ein flaska var ætluð fyrir hverja mælingu eftirfarandi næringarsalta; NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>. Sýni til mælinga á heildarmagni á lífrænu og ólífrænu uppleystu næringarefninu nitur (N) var síað í sýruþvegna 100 ml flösku. Þessi sýni voru geymd í kæli söfnunardaginn en fryst í lok hvers dags. Sýni til mælinga á DOC var síað í 30 ml sýruþvegna polycarbonate flösku. Sýrulausnin (1 N HCl) stóð a.m.k. 4 klst. í flöskunum fyrir söfnun, en þær tæmdar rétt fyrir leiðangur og skolaðar með afjónuðu vatni. Þessi sýni voru sýrð með 0,4 ml af 1,2 N HCl og geymd í kæli þar til þau voru send til Svíþjóðar þar sem þau voru greind. Glerflöskurnar sem notaðar voru undir POC sýnin voru þvegnar í 4 klukkustundir í 1 N HCl sýru áður en farið var í söfnunarleiðangur. Allar flöskur og sprautur sem komu í snertingu við sýnin fyrir POC og DOC voru þvegnar í 4 klukkustundir í 1 N HCl sýru.

### 2.3 Greiningar á uppleystum efnum og lífrænum svifaur.

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).

Frá 2007 – 2012 var styrkur  $\text{PO}_4$  greindur með jónaskilju og frá 2009 til 2012 var styrkur  $\text{NO}_3$  og  $\text{N}_{\text{total}}$  einnig greindur með jónaskilju. Árið 2013 var farið að nota sjálfvirkan litrófsmæli á Jarðvísindastofnun („autoanalyzer“) til greininga þessara efna eftir yfirhalningu á litrófsmælinum, þar sem þær mælingar eru næmari. Næringarsöltin  $\text{NO}_2$ , og  $\text{NH}_4$  voru efnagreind á „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  $\text{N}_{\text{tot}}$  voru geisluð í kísilstautum í útfjólubláu ljósi til að brjóta niður lífrænt efni í sýnunum. Fyrir geislun voru settir 0,17  $\mu\text{l}$  af fullsterku vetnisperoxíði og 1 ml af 1000 ppm bórsýrubuffer (pH 9) í 11 millilítra af sýni. Þessi sýni voru greind innan tveggja daga eftir geislun. Nauðsynlegt var að stilla pH sýnanna við 8,5 – 9 því að geislun veldur klofnar vatns og peroxíðs niður í  $\text{H}^+$  jónir, sem veldur sýringu sýnisins, og OH radikala, sem hvarfast við lífrænt efni í sýninu og brýtur það niður (Koroleff, 1982; Roig et al., 1999). Oxun efna er mjög háð pH í umhverfinu og hún gengur auðveldar fyrir sig við hátt pH en lágt (Koroleff, 1982; Roig et al., 1999). 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. Alþjóðlegi staðallinn BIGMOOSE-02 hefur verið notaður til kvörðunar á greiningunum síðan árið 2011.

Heildarmagn uppleysts kolefnis (DOC) og lífræns aurburðar (POC og PON) var mælt hjá Umeå Marine Sciences Center í Umeå í Svíþjóð þegar búið var að sía 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 ( $\text{SO}_4$ ). Brennisteinssamsætur hafa ekki verið mældar frá árinu 2009 en vonir standa til að mælingar geti hafist aftur innan tíðar.

### 3. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

Niðurstöður mælinga sem búið er að framkvæma eru sýndar í Töflum 1 – 3 og á myndum 4 – 9. Meðaltal mælinga fyrir vatnsföllin er sýnt í Töflu 1 og niðurstöður mælinga á einstökum sýnum í Töflu 2. Niðurstöður um styrk uppleystra efna eru í tímaröð á myndum 4 – 5. Meðalstyrkur uppleystra efna í Silfru, Vellankötlum, Þingvallavatni við Steingrímsstöð og úr Sogi við Þrastarlund (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2014) er svo sýndur á myndum 6 – 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 bíkARBÓNATS (Plummer og Busenberg 1982),  $K_{Si}$  er hitastigsháður kleyfnistuðull kísilsýru (Stefán Arnórsson o.fl. 1982),  $K_w$  er hitastigsháður kleyfnistuðull vatns (Sweeton o.fl. 1974) og  $Si_T$  er mældur styrkur Si (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 ( $CO_3$ ) í jöfnu 2. Ástæðan fyrir þessu er að þegar heildarmagn uppleystra efna er mælt eftir síun í gegnum 0,45  $\mu$ m porur með því að láta ákveðið magn sýnis gufa upp, breytist uppleyst ólífrænt kolefni að mestu í karbónat áður en það fellur út sem kalsít ( $CaCO_3$ ) og loks sem tróna ( $Na_2CO_3NaHCO_3$ ). Áður en að útfellingu trónu kemur tapast yfirleitt töluvert af  $CO_2$  úr vatninu til andrúmslofts (Eugster 1970, Jones o.fl. 1977 og Hardy og Eugster 1970).

Kísill ( $SiO_2$ ) hefur verið endurmældur í sýnum frá 2007 til 2012. Þau gögn eru skáletruð í töflu 3a og 4. Það vöknudu grunsemdir um að kísilstyrkurinn gæti verið of hár í sumum tilfellum og því var farið í þessar endurmælingar. Niðurstaðan er að endurmælingarnar á styrk kísils voru sambærilegar (<10%) við eldri mælingar í Þingvallavatni, ólíkt því sem var t.d. í Soginu, en nýju mælingarnar eru notaðar engu að síður og eru skáletraðar í töflum 2a og 3a. Þó lítill munur hafi verið á mælingunum sýna nýju gögnin fram á það að kísilstyrkur í Þingvallavatni við Steingrímsstöð hefur verið að lækka smám saman, úr 0,2 í 0,168  $\mu$ mól/kg frá 2007 – 2013. Svipaða lækkun má sjá í fosfórstyrk. Árið 2005 – 2006 var tekið í notkun nýr massagreininir hjá ALS, sem sér um efnagreiningarnar á þessum sýnum, sem virðist hafa gefið of há gildi fyrir kísil. Þrátt fyrir það var þessu ekki veitt eftirtekt innan ALS þar sem gæðastaðallinn sem notaður er hjá ALS var alltaf innan við þau 10% sem þeir gefa sér. Nú hefur verið skipt um tæki og eftir það hefur styrkur kísils í gæðastaðlinum lækkað aftur, til samræmis sem hann var áður.

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 Jarðvísindastofnun. 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).

$$\text{Hleðslujafnvægi} = (Na + K + 2 * Ca + 2 * Mg) - (Alk + Cl + 2 * SO_4 + F) \quad (3)$$

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

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

Sýnum úr lindunum hefur yfirleitt verið safnað seinnipart árs og fram að þessu hefur styrkur uppleystra aðalefna í lindunum sem renna í Þingvallavatn breytist lítið sem ekkert yfir rannsóknartímabilið (mynd 4). Nú var hins vegar ákveðið að athuga hvort yfirborðsvatn hefði áhrif á efnasamsetningu lindanna og sýnum var safnað í lok mars 2014 þegar vorleysing var hafin. Það sýni var með mjög lága basavirkni (alkalinity) og styrk Cl, SO<sub>4</sub> og F. Önnur efni voru sambærileg við eldri sýni. Það veldur því að hleðslujafnvægi í þessum tveimur sýnum er lélegt, en alkalinity var svo lágt að það var nánast ógerningur að mæla það. Líklegast stafar þetta af því að leysingavatn, sem er með mjög lágt alkalinity, seytlar niður í sprungur á svæðinu og hefur áhrif á lindarvatnið. Skrítið er þó að það hafi ekki áhrif á styrk fleiri efna en Cl, SO<sub>4</sub> og F. Og þrátt fyrir lækun í alkalinity og anjónastyrk er hækkun í leiðni. Það er öfugt við það sem vænta mætti. Rannsókn á súrefnis- og vetnissamsætum hefur leitt í ljós að 9% af vatninu sem streymir fram í Vellankötlu er yfirborðsvatn og 25% vatnsins í Silfru (Árný E. Sveinbjörnsdóttir og Sigfús J. Johnsen, 1992).

Styrkur uppleystra aðalefna var yfirleitt lægri í Vellankötlu en í Silfru, nema styrkur kísils (SiO<sub>2</sub>) sem var eins á báðum stöðum. Einnig voru gildi pH og alkalinity lægri í Vellankötlu.

Styrkur uppleystra aðalefna breytist lítið í útfallinu við Steingrímsstöð. Það var helst pH gildið sem var breytilegt en það sveiflaðist frá 7,5 til um 8 og var hærra á sumrin en á veturna (mynd 4). Þó eru tvö efni sem hafa verið að lækka frá 2007 til 2013 og það eru næringarefni SiO<sub>2</sub> og P. Endurmælingar á kísli, eins og sagt er frá hér framar í kaflanum, sýna svo ekki verður um villst að styrkur SiO<sub>2</sub> í útfallinu hefur lækkað um 16% á tímabilinu. Sambærileg lækun er í styrk P<sub>total</sub> sem hefur lækkað um 11%. Þessi efni eru mikilvæg lífríkinu og styrkur þeirra í vatninu lækkar eftir því sem lífvirkni eykst. Styrkur SiO<sub>2</sub> var 20 – 30% lægri við Steingrímsstöð en í lindunum. Kísillækkunin í útfalli við Steingrímsstöð sem verið hefur yfir rannsóknartímabilið kom ekki fram í niðurstöðum upphaflegu mælinganna þar sem greiningarnar voru of dreifðar.

Styrkur NO<sub>3</sub> í lindunum var frá 2,2 til 4,86 µmol/l en árlegur meðalstyrkur þess í úrkomu sem fellur á Mjóanesi er 8,64 µmol/l (Eydís Salome Eiríksdóttir og Árni

Sigurðsson, 2014). Meðalstyrkur  $\text{NO}_3$  í útfallinu við Steingrímsstöð var 94% lægri en í lindunum og oftast undir greiningarmörkum.

Þörungar í vatninu eru þurftarfrekari á nitursambönd en á fosfór og þurfa P/N í mólhlutföllunum 1/16. Mólhlutfall fosfórs og niturs (P/N) er lægra en 1/16 sem þýðir að N er takmarkandi fyrir vöxt ljóstillífsandi lífvera, líkt og þekkist um næringarefnabúskap í gosbeltinu, þar sem fosfór leystist úr bergi en nitur berst inn á vatnasviðin með úrkomu. Þetta veldur því að nitur gengur til þurrðar í vatninu vegna næringarefnanáms, og eins og sést í fyrirbyggjandi gögnum lækkar styrkur niturs mikið í vatninu frá því að lindarvatnið streymir inn þar til vatnið fellur út um yfirfallsrennuna við Steingrímsstöð, á meðan styrkur fosfórs lækkar mun minna.

Styrkur  $\text{SO}_4$ , Mg og Cl var í útfalli við Steingrímsstöð en í lindunum, en þessi efni eru úrkomuættuð og falla því á vatnasviðið. Þar að auki er  $\text{SO}_4$  jarðhitaættað og ákoma þess á vatnasviðið er því af blönduðum uppruna. Styrkur annarra aðalefna féll saman við styrk þeirra í Silfru, þaðan sem megin þorri vatnsins í Þingvallavatni er upprunninn (Hákon Aðalsteinsson, 1992).

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, oftast mælanlegur í Silfru og ofan greiningarmarka í 18 sýnum af 28 í útfalli Þingvallavatns. Styrkur B var svipaður í Silfru og útfallinu við Steingrímsstöð 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 er 0,28 og 0,40 í Vellankötlu. Í útfallinu við Steingrímsstöð er það 0,26 sem bendir til þess að mestur hluti vatnsins í Þingvallavatni sé af sama uppruna og Silfra, sem kemur heim og saman við mat á rennsli skv. Hákon Aðalsteinssyni en síður við mat Freysteins Sigurðssonar og Guttorms Sigurbjarnarsonar (2002).

### 3.2 Meðaltal uppleystra efna í innflæði og útflæði 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 – 8 eru upplýsingar um meðalstyrk uppleystra efna sýndar á myndrænan hátt. Þar eru einnig sambærilegar upplýsingar um styrk efnanna í Sogi við Þrastarlund (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2014).

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. Hákon Aðalsteinsson (1992) leiðir líkur að því 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 þriðja meginstrauma sé að ræða, Almannagjárstraum, með um 30 m<sup>3</sup>/s, Hrafnagjárstraum með um 20 m<sup>3</sup>/s og Miðfellsstraum, um 25 m<sup>3</sup>/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 eru engin gögn úr þeim straumi sem er austastur og kallaður er Hrafnagjárstraumur.

Meðalgildi pH í lindunum Silfru og Vellankötlu er 9,34 og 9,24 sem er dæmigert fyrir lindavatn á basaltsvæðum sem er einangrað frá andrúmsloftinu. Meðalgildi pH í útfalli Þingvallavatns er 7,69 sem er svipað og í Soginu (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2014; mynd 6). 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, SO<sub>4</sub> og Cl var hærri í Silfru en í Vellankötlu og 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 var 10% hærri við Steingrímsstöð en í Silfru og heildarstyrkur brennisteins (S total) var 48% hærri. 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.

Mynd 8 sýnir meðalstyrk ýmissa þungmálma og annarra snefilefna sem mældust fyrir ofan greiningarmörk. Meðalstyrkur málma var yfirleitt hærri í Silfru en í Vellanköttlu. Sérstaklega var mikill munur á styrk Cr í lindunum en styrkur þess var að meðaltali 46 nmól/l í Silfru og 20 nmól/l í Vellanköttlu. 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 nmól/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.

Hátt pH í vatninu sem streymir upp í Silfru og Vellanköttlu skýrir háan styrk Al í lindunum en pH hefur mikil áhrif á leysni Al í vatni. 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 Vellanköttlu, 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 óáreitt 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 35% tilfella, As í sýnum úr Vellanköttlu voru í öllum tilfellum undir greiningarmörkum og tvö sýni af sjö 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 greiningarmörk). Þar sem sýni mældust undir greiningarmörkum voru tölugildi mælinganna notuð við reikningana á meðalstyrk. Þá sést að meðalstyrkur As í útfallinu við Steingrímsstöð er svipaður og í Silfru en lægri í Vellanköttlu (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  $\text{SiO}_2$  í útfallinu við Steingrímsstöð síðastliðin ár var lítillega hærrí í upphafi núverandi vöktunar en hann var í eldri gögnum á þeirri söfnunarstöð sem var næst útfallinu 1975 (Stöð 1) en fer lækandi. Styrkur  $\text{PO}_4$  hefur einnig lækkað yfir rannsóknartímabilið og mælist nú lægri en hann gerði 1975. Styrkur  $\text{NO}_3$  í útfallinu er sambærilegur við eldri niðurstöður Stöð 1 árið 1975.

Flosagjá er á sömu sprungurein og Silfru, aðeins ofar á vatnasviðinu, og er hér tekin til samanburðar við Silfru. Meðalgildi pH, Cl, Ca og  $\text{PO}_4$  í sýnum úr núverandi

rannsókn (nema alkalinity og Cl í sýninu frá 2014) voru sambærileg við niðurstöður mælinga í Flosagjá 1975. Alkalinity og styrkur Na er lægri í núverandi rannsókn en styrkur SiO<sub>2</sub>, Mg og NO<sub>3</sub> er hærri.

Samanburður á sýnum úr Vellankötlum 1975 – 1981 og frá núverandi rannsóknartímabili er einnig sýndur á mynd 9. Gögnin úr Vellankötlum 1975 – 1981 eru meðaltalsgögn úr þremur lindum í Vatnsvík en nýrri gögnin eru fengin úr sprungu í klöpp, þeirri sömu og fóðrar Vellankötlum neðan vatnsborðs, um einum metra utan við ströndina (mynd 4). Gögnin úr Vellankötlum 1975 – 1981 falla alltaf á milli gagna úr Vellankötlum 2007 til 2013 og gagna úr útfallinu við Steingrímsstöð frá sama tíma (nema alkalinity og Cl í sýninu frá 2014). 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 Vellankötlum og vatni úr Þingvallavatni. Leikur að tölum gefur til kynna að 25% blöndun Þingvallavatns (útfallsvatns við Steingrímsstöð) við 75% Vellankötlum 2007 – 2012 gæti skýrt styrk SiO<sub>2</sub>, Na, K, Ca, Mg, Cl og alkalinity sem var í sýnum frá 1975 – 1982 þannig að ekki muni meiru en 9%.

## 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 E. 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, Sigurður Reynir Gíslason, Jórunn Harðardóttir, og Svava Björk Þorláksdóttir, 2013. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XVI. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar. RH-14-2013. 58 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir og Árni Sigurðsson, 2014. Efnasamsetning úrkomu á Mjóanesi við Þingvallavatn 2008 – 2012. RH-01-2014, 45 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Svava Björk Þorláksdóttir, Jórunn Harðardóttir og Sigurður Reynir Gíslason, 2014. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XVII. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar. RH-03-2014. 67 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 Þingvallavatns. Í: Þingvallavatn, undraheimur í mótun (ritstj. Pétur M. Jónasson og Páll Hersteinsson), Mál og menning, bls. 120 – 135
- 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.
- 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 CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O solutions between 0 and 90°C, and an evaluation of the aqueous model for the system CaCO<sub>3</sub>-CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O: *Geochimica et Cosmochimica Acta* 46, 1011-1040.
- Seðlabanki Íslands, 2012. <http://www.seðlabanki.is/?PageID=31>
- 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.
- 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 2013.

Vatnsfall	n	Rennsli Vatns-		pH	Leiðni	SiO <sub>2</sub>	Na	K	Ca	Mg	Alkalinity	DIC	S <sub>total</sub>	SO <sub>4</sub>	δ <sup>34</sup> S	Cl	F	TDS
		m <sup>3</sup> /sek	hiti °C															
													ICP-AES	I.C.	(b)	I.C.	I.C.	reiknað
Silfra 2007-2013	8	3,40	5,96	9,34	71,7	0,254	0,360	0,012	0,097	0,042	0,419	0,385	0,017	0,015	9,63	0,157	3,19	59,7
Vellankatla 2007-2013	8	2,81	5,20	9,24	53,0	0,257	0,262	0,012	0,069	0,038	0,309	0,277	0,015	0,013	10,1	0,122	2,51	48,3
Steingrímsst. 2007-2013	28	5,93	7,69	7,69	72,4	0,191	0,365	0,016	0,102	0,059	0,486	0,485	0,026	0,024	7,90	0,174	3,59	64,4
Heimsmeðaltal						0,173	0,224	0,033	0,334	0,138		0,853	0,090	0,090		0,162	5,26	100

Vatnsfall	n	DOC		PON	C/N	Svifaur	P <sub>total</sub>	DIP	DOP	TDN		NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	DIN	DON	DIN/
		µmól/l	µg/kg					µg/kg	mól	mg/l	µmól/l				µmól/l	µmól/l	µmól/l
Silfra 2007-2013	8	0,0344					0,768	0,614	0,154	4,97	7,01	3,84	0,057	0,523	4,42	2,59	1,71
Vellankatla 2007-2013	8	<0,048					0,894	0,717	0,177	5,06	5,82	3,77	<0,062	0,656	<4,49	>1,33	<3,37
Steingrímsst. 2007-2013	28	0,0452	438	38,4	13		0,293	<0,211	0,081	3,60	4,01	0,229	<0,045	0,688	<0,96	>3,05	<0,32
Heimsmeðaltal							0,323			0,67		7,14	0,065	1,14	8,57	18,60	0,46

Vatnsfall	n	Al	Fe	B	Mn	Sr	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg	Mo	Ti	V
		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	nmól/l
Silfra 2007-2013	8	1,36	<0,0089	0,602	<0,001	0,034	<1,13	1,29	<0,018	<0,079	45,7	<1,81	1,62	<0,071	<8,65	<0,010	1,10	<0,933	0,471
Vellankatla 2007-2013	8	1,22	<0,0072	0,318	<0,001	0,038	<0,920	0,544	<0,018	<0,094	19,5	<1,73	<1,55	<0,069	<8,00	<0,010	0,886	0,677	0,433
Steingrímsst. 2007-2013	28	0,311	0,095	0,692	0,010	0,058	<1,14	8,41	<0,020	<0,121	16,7	<2,17	<1,56	0,078	53,3	<0,010	1,52	3,41	0,347
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	Staðsetning	Dags.	Tími	Vatns	Loft	pH	T °C	Leiðni	SiO <sub>2</sub>	Na	K	Ca	Mg	Alk (a)	DIC	S <sub>total</sub>	SO <sub>4</sub>	δ <sup>34</sup> S	Cl	F
númer				hiti °C	hiti °C		(pH/leiðni	µS/sm	mmól/l	mmól/l	mmól/l	mmól/l	mmól/l	meq./kg	mmól/l	mmól/l	mmól/l	‰	mmól/l	µmól/l
09U001	Steingr.st	21.4.2009	14:55	2,1	6,1	7,63	20,2	73	0,198	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	0,202	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	0,193	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	0,255	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	0,260	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	0,190	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	0,189	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		0,202	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	0,194	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	0,182	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	0,254	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	0,253	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	0,179	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	0,183	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	0,185	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	0,254	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	0,250	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	0,176	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		0,180	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	0,186	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	0,194	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	0,249	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	0,254	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	0,178	0,372	0,017	0,111	0,064	0,541	0,540	0,028	0,025		0,1699	3,49
13U001	Steingr.st	29.4.2013	15:45	2,2	2,5	7,63	21	72,1	0,165	0,371	0,014	0,094	0,058	0,488	0,487	0,024	0,026		0,1711	3,62
13U002	Steingr.st	19.6.2013	16:00	5,5	10,8	7,53	20,2	72,9	0,162	0,363	0,014	0,092	0,056	0,473	0,473	0,024	0,026		0,1709	3,63
13U003	Steingr.st	3.10.2013	13:30	7,9	8,2	7,54	20,8	69,4	0,163	0,397	0,015	0,090	0,058	0,485	0,485	0,024	0,025		0,1679	3,63
13U004	Steingr.st	27.11.2013	13:00	3,7	3,4	7,29	22,8	74,2	0,168	0,398	0,015	0,093	0,062	0,515	0,515	0,026	0,028		0,173	3,58
14U002	Vellankatla	31.3.2014	12:34	2,9	11,5	9,22	21,9	56,0	0,255	0,279	0,011	0,069	0,039	0,203	0,165	0,015			0,0982	1,60
14U003	Silfra	31.3.2014	13:29	3,4	8,5	9,32	21,6	82,5	0,247	0,377	0,011	0,094	0,042	0,172	0,128	0,017	0,012		0,1317	2,21

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

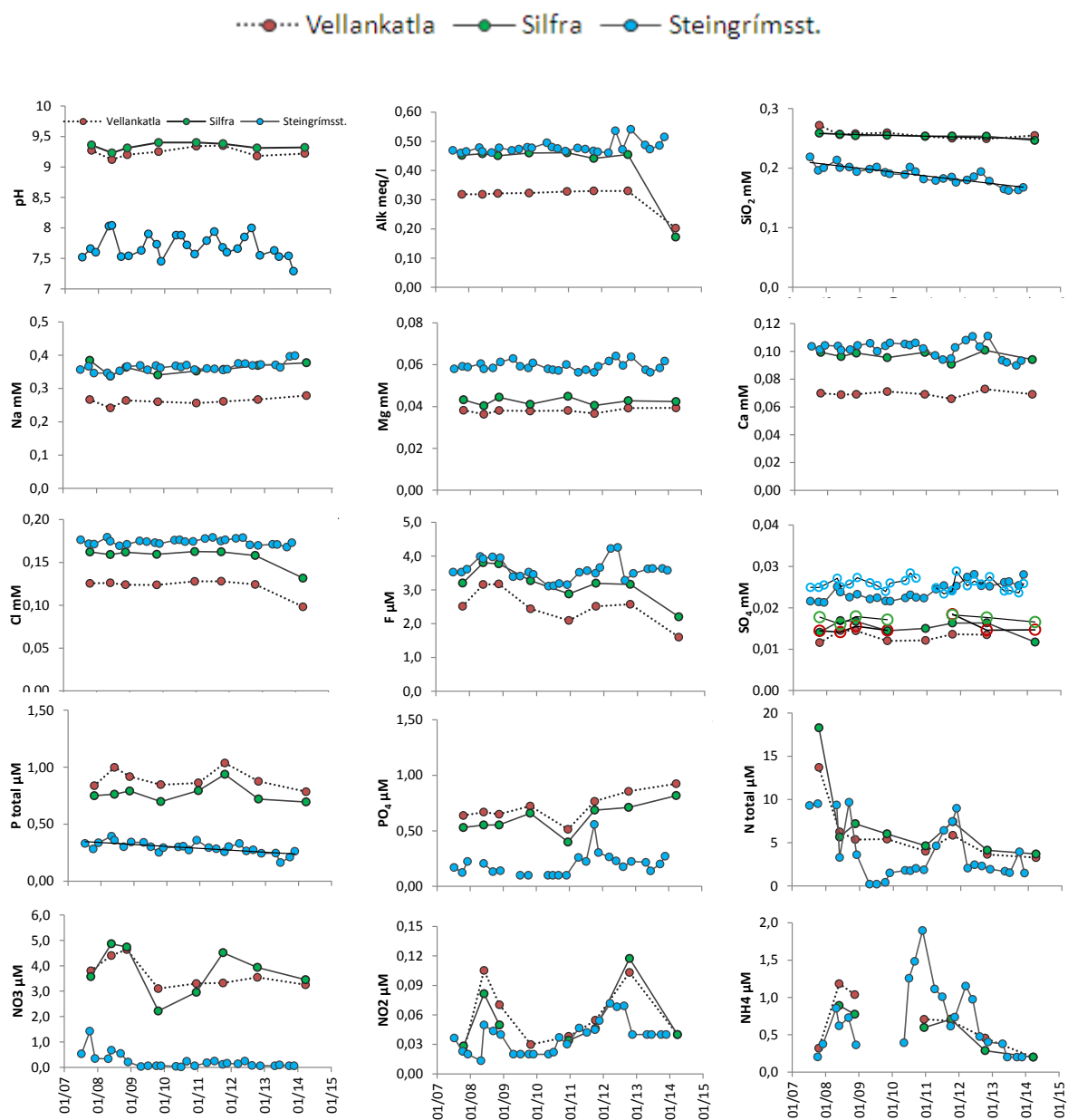
Sýna númer	Staðsetning	Dags.	Tími	Hleðslu- jafnvægi	% skekka	TDS <sub>reiknað</sub> mg/kg	DOC mmól/l	POC µg/kg	PON µg/kg	C/N mól	P <sub>total</sub> µmól/l	PO <sub>4</sub> -P µmól/l	NO <sub>3</sub> -N µmól/l	NO <sub>2</sub> -N µmól/l	NH <sub>4</sub> -N µmól/l	N <sub>tot</sub> µmól/l
09U001	Steingr.st	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	0,049				0,875	0,856	3,545	0,103	0,456	3,64
12U005	Silfra	19.10.2012	14:20	0,02	1,58	62	0,033				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	0,028				0,244	0,225	0,577	<0.04	0,402	1,93
13U001	Steingr.st	29.4.2013	15:45	0,023	1,679	62	0,025				0,246	0,216	<0,06	<0,04	0,379	1,69
13U002	Steingr.st	19.6.2013	16:00	0,023	1,663	60	<0,011				0,162	0,139	0,095	<0,04	<0,2	1,52
13U003	Steingr.st	3.10.2013	13:30	0,004	0,256	62	0,051				0,211	0,202	<0,06	<0,04	<0,2	3,93
13U004	Steingr.st	27.11.2013	13:00	0,020	1,363	65	0,039				0,262	0,272	<0,06	<0,04	<0,2	1,49
14U002	Vellankatla	31.3.2014	12:34	0,175	20,8	41					0,785	0,924	3,25	<0,04	<0,2	3,27
14U003	Silfra	31.3.2014	13:29	0,322	32,2	43					0,694	0,818	3,45	<0,04	<0,2	3,70

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

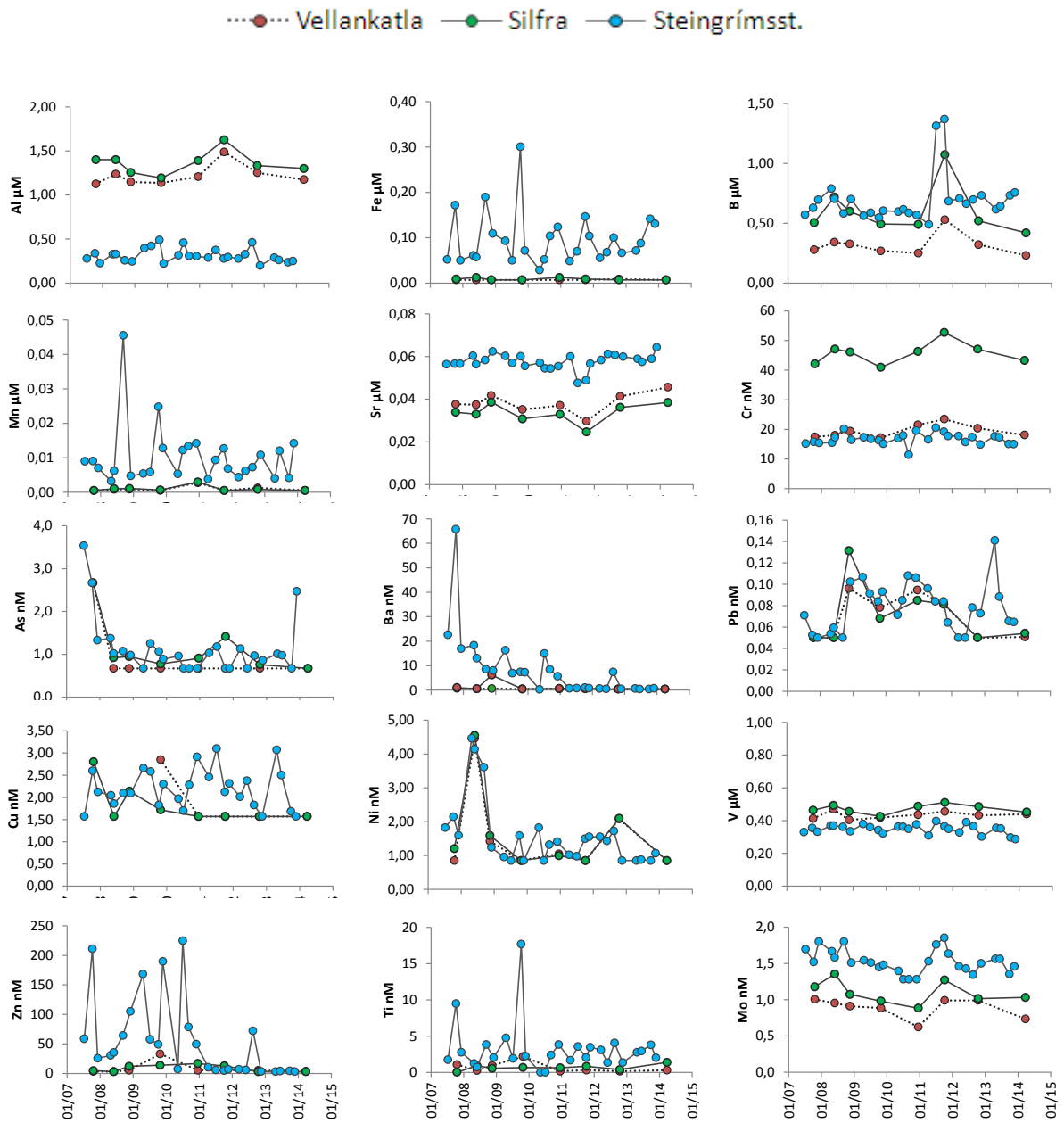
Sýna	Staðsetning	Dags. Tími	Al	Fe	B	Mn	Sr	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg	Mo	Ti	V
númer			µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	µmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	µmól/l
09U001	Steingr.st	21.4.2009 14:55	0,397	0,093	0,561	0,005	0,060	<0,67	16,3	<0,018	<0,085	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
13U001	Steingr.st	29.4.2013 15:45	0,289	0,072	0,616	0,004	0,059	1,01	0,690	<0,018	<0,085	17,7	3,07	<0,85	0,141	<3,05	<0,01	1,56	2,78	0,355
13U002	Steingr.st	19.6.2013 16:00	0,262	0,088	0,641	0,012	0,058	0,98	0,433	<0,018	<0,085	17,3	2,50	0,87	0,088	4,08	0,01	1,56	2,94	0,351
13U003	Steingr.st	3.10.2013 13:30	0,236	0,141	0,732	0,004	0,059	<0,67	0,41	<0,018	0,144	15,1	1,68	<0,85	0,066	4,24	<0,01	1,36	3,78	0,296
13U004	Steingr.st	27.11.2013 13:00	0,250	0,131	0,757	0,014	0,064	2,47	0,696	<0,018	<0,085	15,0	<1,57	1,07	0,065	<3,05	<0,01	1,46	2,01	0,287
14U002	Vellankatla	31.3.2014 12:34	1,175	<0,007	0,230	<0,0005	0,046	<0,67	0,411	<0,018	0,111	18,12	<1,57	<0,85	0,051	3,26	<0,01	0,73	0,30	0,440
14U003	Silfra	31.3.2014 13:29	1,301	<0,007	0,419	<0,0005	0,038	<0,67	0,438	0,02	<0,085	43,27	<1,57	<0,85	0,054	<3,05	<0,01	1,03	1,38	0,452



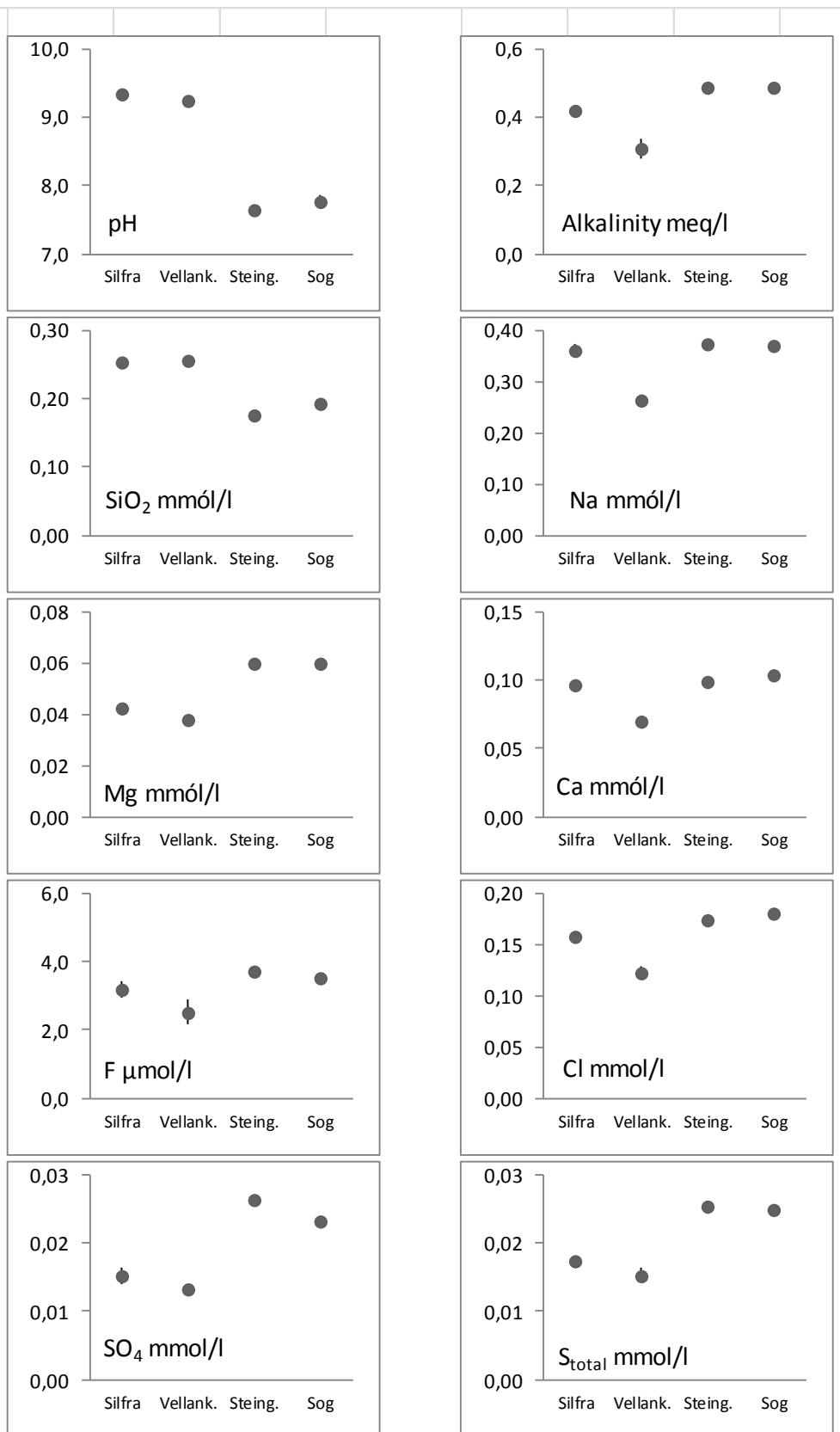




Mynd 4. Árstíðabundnar breytingar á basavirkni (Alk), pH og styrk uppleystra aðal- og næringarefna í inn- og útflæði Þingvallavatns. Söfnunarstaðirnir eru táknaðir með mismunandi lit. Blár: Útfall úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð, Grænn: Silfra, Rauður: Vellankatla. Opnu hringirnir á  $SO_4$  grafinu tákna heildarstyrk S. Litirnir vísa til söfnunarstaðanna.

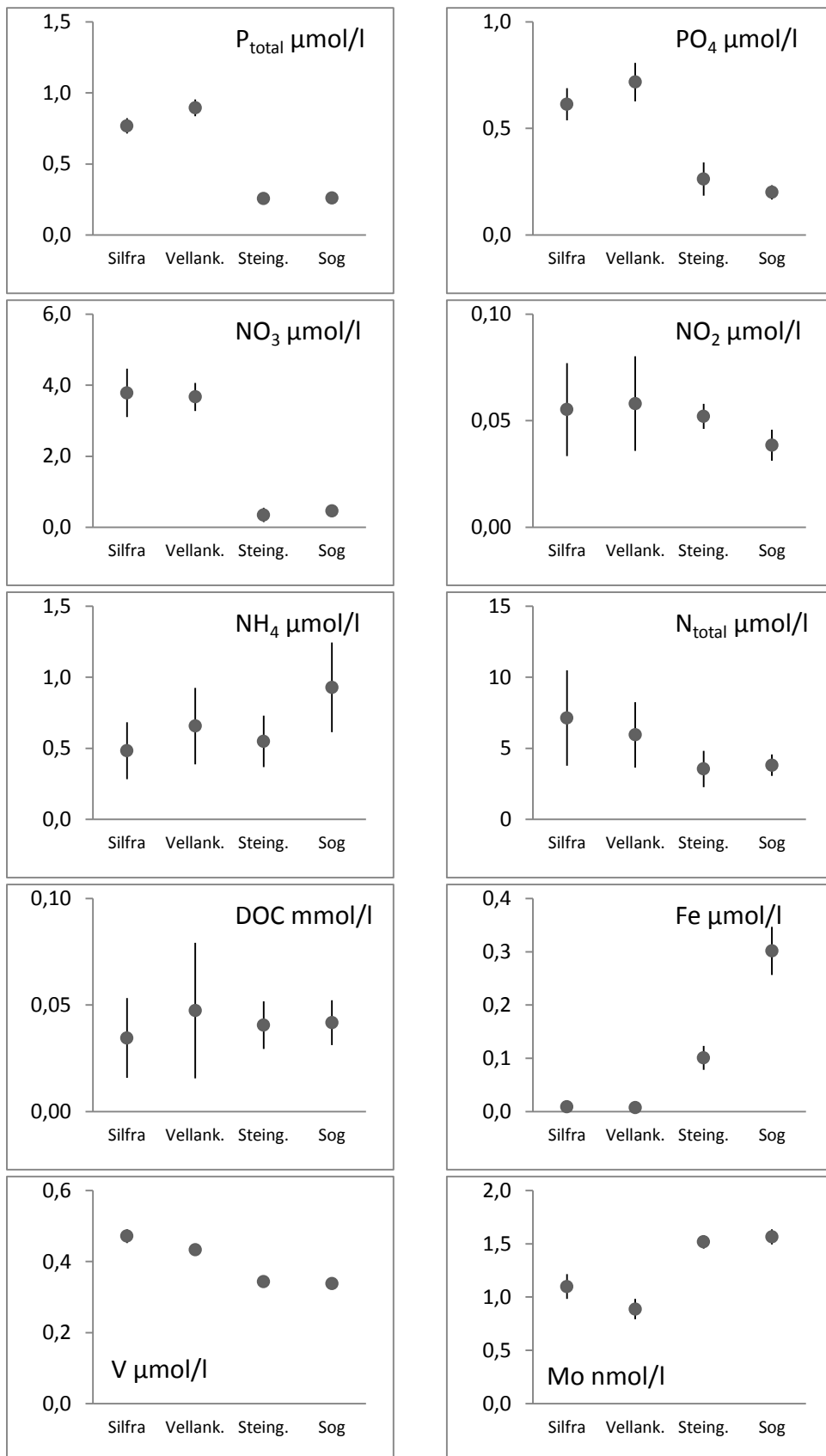


Mynd 5. Árstíðabundnar breytingar í styrk uppleystra snefilefna í inn- og útflæði Þingvallavatns. Söfnunarstaðirnir eru táknaðir með mismunandi lit. Blár: Útfall úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð, Grænn: Silfra, Rauður: Vellankatla.

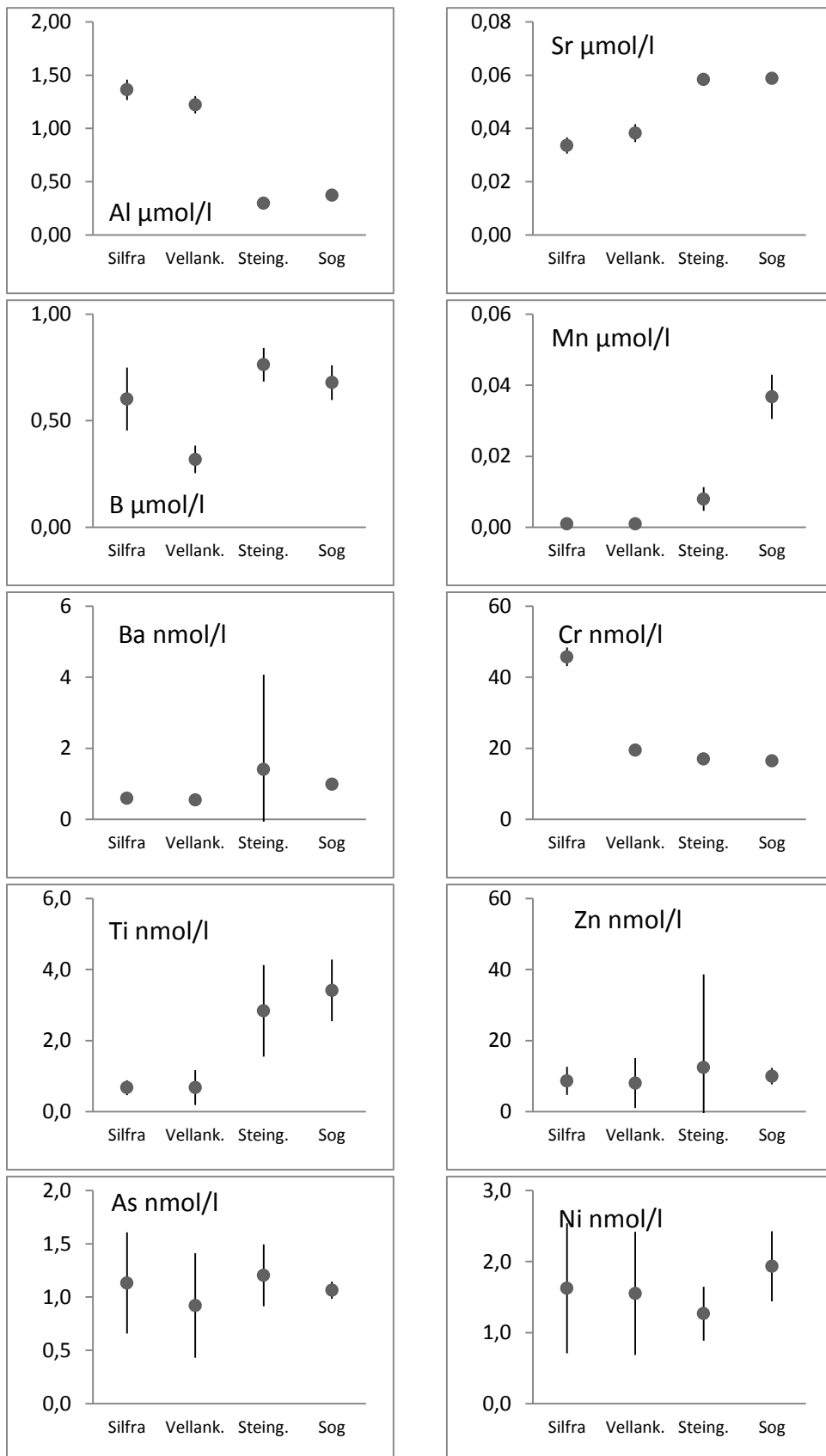


Mynd 6. Meðalstyrkur uppleystra aðalefna (með 95% öryggismörkum) úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns. Gögn úr Sogi við Þrastarlund frá 2007 til 2013 eru til samanburðar.



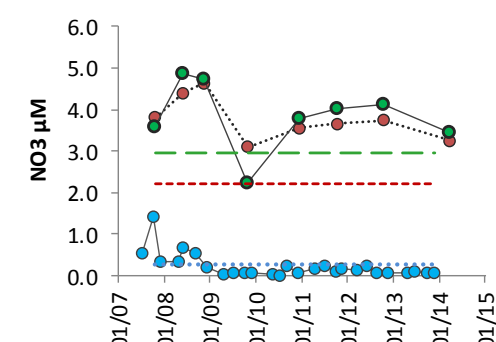
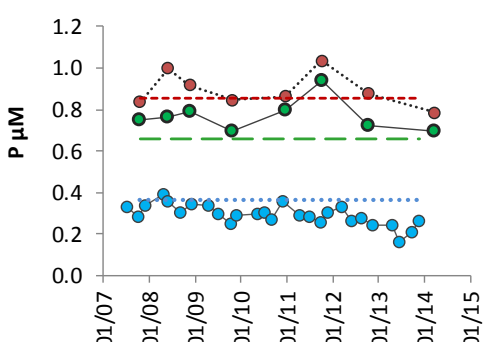
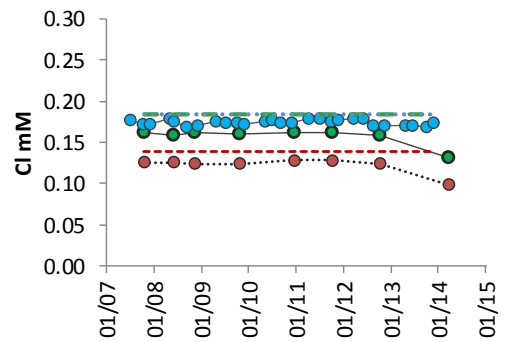
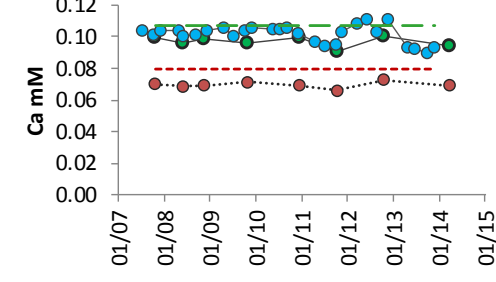
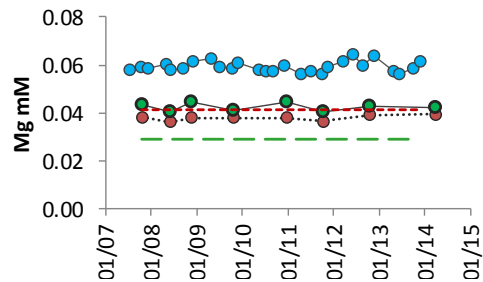
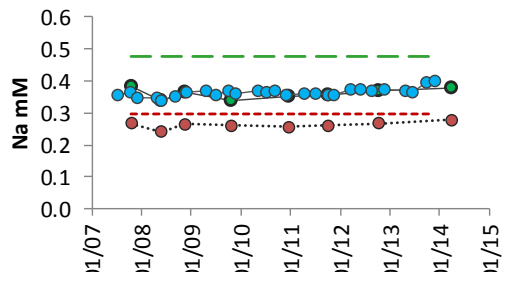
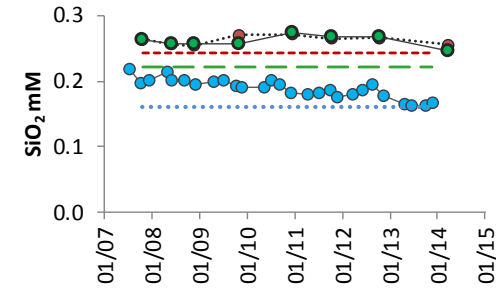
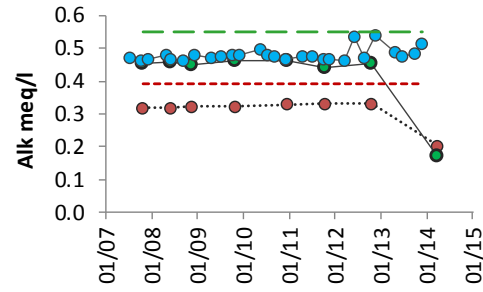
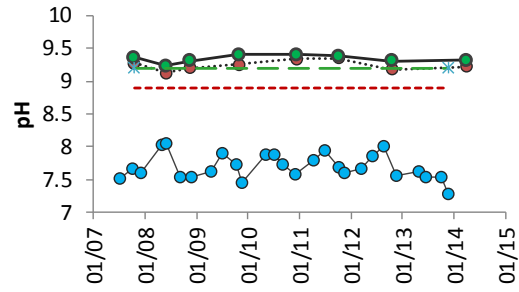


Mynd 7. Meðalstyrkur lífræns kolefnis og uppleystra næringarefna (með 95% öryggismörkum) úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns. Gögn úr Sogi við Þrastarlund frá 2007 til 2013 eru til samanburðar.



Mynd 8. Meðalstyrkur uppleystra þungmálma og annarra snefilefna (með 95% öryggismörkum) úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns. Gögn úr Sogi við Þrastarlund frá 2007 til 2013 eru til samanburðar.

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



Mynd 9. Samanburður á gögnum frá 2007-2013 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 <sub>2</sub> ICP-AES (RH)	1,66	2,00%	1,8								
SiO <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub>		3%					x				
SO <sub>4</sub> ICP-AES (RH)	10,4	10%	8,2								
SO <sub>4</sub> HPCL	0,52	5%									
SO <sub>4</sub> ICP-AES	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 <sub>4</sub>	0,065	0,065-0,484 µmól/l ±1 µmól/l >0,484 µmól/l ±5%									x
N-NO <sub>2</sub>	0,04	0,040-0,214 µmól/l ±0,014 µmól/l >0,214 µmól/l ±5%									x
N-NO <sub>3</sub>	0,143	0,142-0,714 µmól/l ±0,071 µmól/l >0,714 µmól/l ±10%									x
N-NH <sub>4</sub>	0,2	10%									x
Al ICP-AES (RH)	0,371	3,80%	3,2								
B ICP-AES (SGAB)	0,925										
B ICP-MS (SGAB)	0,037			x							
Sr ICP-AES (RH)	0,023	15%									
Sr ICP-MS (SGAB)	0,023	4%			x						
Ti ICP-MS (SGAB)	0,002	4%			x						
Fe ICP-AES (RH)	0,358	12%	15								
Fe ICP-AES (SGAB)	0,143	10%		x							
Mn ICP-AES (RH)	0,109	26%	24								
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