

Efnasamsetning Þingvallavatns 2007–2015

RH-04-2016

Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gíslason
Jarðvísindastofnun Háskólans, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík.



Júní 2016

EFNISYFIRLIT

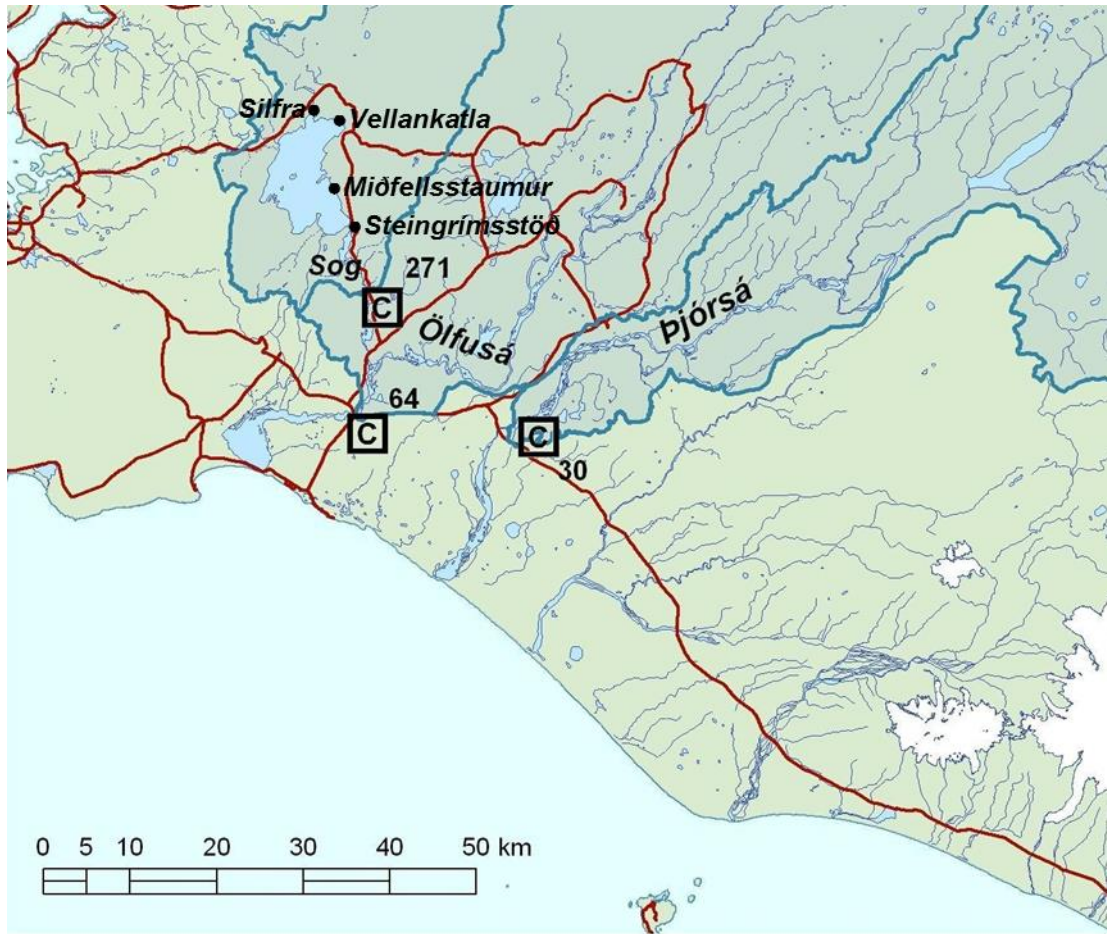
1. INNGANGUR	5
2. AÐFERÐIR	6
2.1 Sýnataka	6
2.2 Söfnun og meðhöndlun sýna.	8
2.3 Greiningar á leystum efnum og lífrænum svifaur.	9
3. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA	11
3.1 Styrkur leystra efna í Þingvallavatni	13
3.1.1 Aðalefni	13
3.1.2 Næringarefni	14
3.1.3 Snefilefni	15
3.1.4 Miðfellsstraumurinn	15
3.1.5 Samanburður á útfalli Þingvallavatns og Sogi við Þrastarlund	19
3.2 Meðaltal leystra efna í innflæði og útflæði Þingvallavatns	19
3.3 Samanburður við eldri gögn.	21
4. ÞAKKARORÐ	22
HEIMILDIR	23
TÖFLUR OG MYNDIR	25

Töflur

Tafla 1. Meðalefnasamsetning linda og útrennsli Þingvallavatns 1998-2015	27
Tafla 2a Niðurstöður mælinga á sýnum úr innflæði og útrennsli Þingvallavatns.	28
Tafla 2b Niðurstöður mælinga á sýnum úr innflæði og útrennsli Þingvallavatns.	29
Tafla 3a Niðurstöður mælinga á sýnum úr Silfru, Vellankötlu og útfalli Þingvallavatns.	30
Tafla 3b Niðurstöður mælinga á sýnum úr Silfru, Vellankötlu og útfalli Þingvallavatns.	31
Tafla 3b Næmi efnagreiningaraðferða og hlutfallsleg skekkja í mælingum.	40

Myndir

Mynd 1. Staðsetningar söfnunarstaða á Þingvallasvæðinu	4
Mynd 2. Söfnun úr Silfru	7
Mynd 3. Söfnun úr Vellankötlu	7
Mynd 3.1. Hlutföll fosfórs og niturs í inn- og útflæði Þingvallavatns	14
Mynd 3.2. Staðsetning sýnatökustaðar úr Miðfellsstraumi	16
Mynd 3.3. Söfnunarstaðir á Miðfells svæðinu	17
Mynd 3.4 Efnahlutföll í Miðfellsstraumi miðað við aðra söfnunarstaði á Þingvöllum	18
Mynd 4. Árstíðabundnar breytingar á efnapáttum í írennsli og útfalli Þingvallavatns	32
Mynd 5. Árstíðabundnar breytingar á efnapáttum í írennsli og útfalli Þingvallavatns	33
Mynd 6. Árstíðabundnar breytingar á efnapáttum í útfalli Þingvallavatns og Sogi	34
Mynd 7. Árstíðabundnar breytingar á efnapáttum í útfalli Þingvallavatns og Sogi	35
Mynd 8. Meðalstyrkur leystra efna í írennsli og útfalli Þingvallavatns	36
Mynd 9. Meðalstyrkur leystra efna í írennsli og útfalli Þingvallavatns	37
Mynd 10. Meðalstyrkur leystra efna í írennsli og útfalli Þingvallavatns	38
Mynd 11. Samanburður við eldri gögn úr Þingvallavatni	39



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 meginverkþætti og um hvern verkþátt sér framkvæmdaraðili í samræmi við þar að lútandi samning. Verkþættir 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 m³/s og samkvæmt Árnýju E. Sveinbjörnsdóttur og Sigfúsi J. Johnsen (1992) er um 90% runnið 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 Ólafsdraetti. Freysteinn Sigurðsson og Guttormur Sigbjarnason (2002) telja hins vegar að lindarvatnið skiptist í þrjá meginstrauma; Almannagjárstraum, með um 30 m³/s, Hrafnagjárstraum, um 20 m³/s af heildarrennslinu og Miðfellsstraum, um 25 m³/s heildarrennslis. Samkvæmt Freysteini og Guttormi er vatn í Silfru ættað frá Almannagjárstraumi og er talið að það sé að þriðjungi jökulvatn frá Langjökli. Í Vellankötlum kemur vatn frá Hrafnagjárstraumi sem er talið vera allt að helmingur jökulvatn frá Langjökli. Miðfellsstraumurinn kemur frá Skriðu og rennur á milli Kálfstinda og og Hrafnabjarga, er heldur hlýrra en Hrafnagjárstraumurinn. Efnastyrkur í þeim straumi hefur lítið verið kannaður (Freysteinn Sigurðsson og Guttormur Sigbjarnason, 2002).

Vatnssýnum hefur verið safnað 35 sinnum úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð og tíu sinnum úr lindunum Silfru og Vellankötlum á tímabilinu. Þremur sýnum var safnað úr Miðfellsstraumi á árinu 2015, tveimur í júní og einu í september. Gert var grein fyrir júnísýnunum í skýrslunni frá því í fyrra (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2015). Í þessari skýrslu er gert grein fyrir aðferðum og niðurstöðum mælinga sem fram hafa farið í sýnum úr innrennsli og útfalli Þingvallavatns á árunum 2007 til 2015 (Tölur 1 og 2).

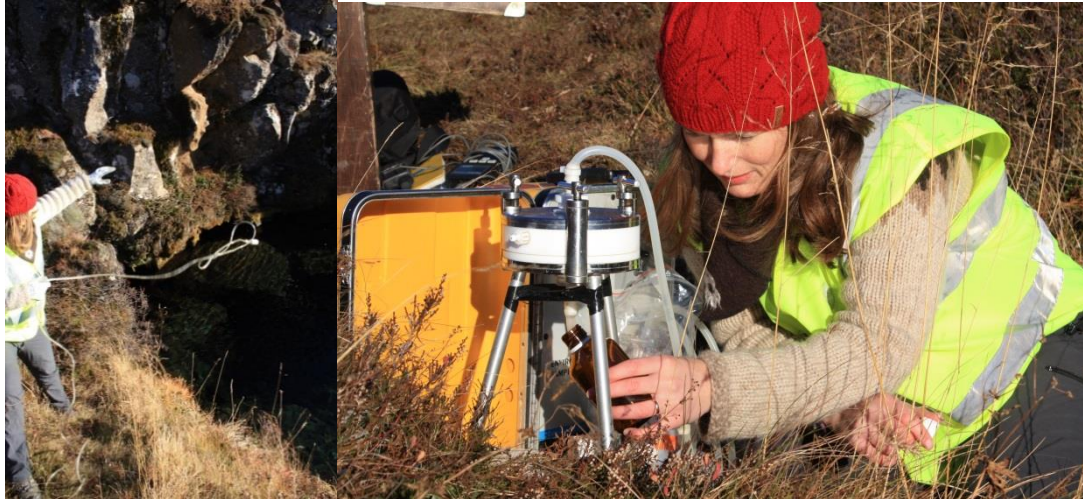
2. AÐFERÐIR

2.1 Sýnataka

Sýni til rannsókna á leystum efnum voru tekin úr Þingvallavatni af stíflu við Steingrímsstöð og úr lindunum Silfru og Vellankötlu. 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 Vellankötlu 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 Vellankötlu, heldur úr sprungu í klöpp, þeirri sömu og Vellankatla streymir um á nokkru dýpi í Þingvallavatni. Það var gert til að forðast áhrif frá efnasamsetningu stöðuvatnsins.

Svifaurssýni til mælinga á lífrænum ögnum (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 aftur upp úr því. Sýnið endurspeglar því styrk lífrænna agna í efstu 1,5 metrum útfallsins. Sýninu var safnað í sýrupvegnar 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 ögnum var ekki safnað úr lindunum.



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



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 sýnataka / vel þéttum brúsa fullum af vatni, til að hindra samskipti vatns og andrúmslofts. Vatnið var svo síað í gegnum 142 mm sellulósa asetat-síu með 0,2 μm porustærð. Peristaltik dæla með sílikon slöngum var notuð til að dæla sýninu í gegn um Sartorius® („in line pressure filter holder, SM16540“) teflon síuhaldara. Búnaðurinn var lofttæmdur og þveginnt með a.m.k. einum lítra af árvatni áður en söfnun sýnis hófst. Sýnaflöskurnar voru allar þvegnar þrisvar sinnum með síuðu árvatni áður en sýninu var safnað.

Öll sýni til mælinga á leystum efnum voru síuð og var sýnasöfnunin framkvæmd á eftirfarandi hátt:

1. Sýnum til mælinga á reikulum efnum (pH, leiðni og basavirkni) var safnað í tvær dökkar glerflöskur, 275 ml og 60 ml.
2. Sýnum til mælinga á brennisteinssamsætum var safnað í 1000 ml HDPE flösku.
3. Sýnum til mælinga á anjónum var safnað í 200 ml HDPE plastflösku.
4. Sýnum til mælinga á katjónum og snefilefnum var safnað í tvær 125 ml HDPE sýruþvegnar flöskur. Þessar flöskur voru sýruþvegnar af rannsóknaraðilanum ALS Scandinavia, sem annaðist greiningar á þessum efnum. Að síun lokinni var einum millilíter af fullsterkri hreinsaðri saltpéturssýru bætt út í sýnin.
5. Sýnum til mælinga á næringarsöltunum NO_3 , NO_2 , NH_4 , PO_4 var safnað á fjórar sýruþvegnar 20 ml HDPE flöskur. Sýnin voru geymd í kæli á meðan leiðangri stóð og fryst í lok hvers leiðangurs.
6. Sýnum til mælinga heildarmagni köfnunarefnis (N-total) var safnað í sýruþvegna 100 ml flösku. Sýnin voru geymd í kæli á meðan leiðangri stóð og fryst í lok hvers leiðangurs.
7. Sýnum til mælinga á leystu lífrænu kolefni (DOC) var síað í 30 ml sýruþvegna polycarbonate flösku. Flöskurnar voru sýruþvegnar í a.m.k. 4 klst fyrir söfnun. 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.

2.3 Greiningar á leystum 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 ALS Scandinavia með ICP-AES (Inductively coupled plasma with atomic emission spectroscopy), ICP-MS (Mass Spectrometry with Inductively Coupled Plasma) og atómljómun; AF (Atomic Fluorescence). Kalíum (K) var greint með ICP-AES en styrkur þess var stundum undir greiningarmörkum á ICP-AES og voru þau sýni mæld með katjónaskilju Jarðvísindastofnunar.

Styrkur flúors, klórs og súlfats var mældur með anjónaskilju á Jarðvísindastofnun á rannsóknartímabilinu. Alþjóðlegu staðlarnir BIGMOOSE-02 og MAURI 09 hafa verið notaðir til kvörðunar á greiningunum síðan árið 2011.

Frá 2007–2012 var styrkur PO_4 greindur með jónaskilju og frá 2009 til 2012 var styrkur NO_3 og N_{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. Gerður var samanburður á efnagreiningum á NO_3 og PO_4 með jónaskilju annars vegar og litrófsmæli hins vegar (Eydís Salome Eiríksdóttir, 2016). Greiningar á NO_3 komu nokkuð vel út með báðum tækjum þó litrófsmælirinn sé næmari. En mælingar á PO_4 komu illa út með jónaskilju og verður sú aðferð ekki notuð hér eftir. Næringarsöltin NO_2 , og NH_4 voru efnagreind á litrófsmæli. Sýni sem safnað var árið 2015 (að meðtöldu sýni frá janúar 2016) til næringarefnagreininga voru send til efnagreininga hjá ALS í Svíþjóð. Einnig var styrkur orthofosfats (PO_4) í sýnum úr útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð frá 2009 til 2012 endurmældur hjá ALS Scandinavia vorið 2016 þar sem eldri greiningarnar á jónaskilju voru ekki nægilega góðar. Næmi og samkvæmni þessara mælinga er gefið í töflu 4. Næringarsöltin sem mæld voru hjá ALS voru mæld með litrófsmælingu („autoanalyser“) eins og gert hafði verið á Jarðvísindastofnun Háskólans. Til viðbótar við P-total (P í töflu 3b og 5) sem greint hefur verið með ICP hjá ALS var einnig mælt P-total með ljósgleipnimælingu hjá ALS í sýnum frá 2015 (töflur 3b og 5).

Heildarmagn leysts 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 á Jarðvísindastofnun Háskólans. Áður höfðu glersíurnar verið hreinsaðar sérstaklega í $450^\circ C$ í brennsluofni til að brenna af allt lífrænt efni af síunum. POC og PON sýnin voru greind við $1030^\circ C$ 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” á Jarðvísindastofnun. 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 (SO_4). Brennisteinssamsætur hafa ekki verið mældar frá árinu 2009. Samstarfsaðili Jarðvísindastofnunar Háskólans við háskólann í Stokkhólmi, sem hefur mælt brennisteins samsæturnar um árabil, langt undir kosnaði, hefur smátt og smátt misst heilsuna og ræður ekki lengur við þessar greiningar.

3. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

Niðurstöður mælinga sem búið er að framkvæma eru sýndar í Töflum 1–3 og á myndum 4–11. Meðaltal mælinga fyrir vatnsföllin er sýnt í Töflu 1 og niðurstöður mælinga á einstökum sýnum í Töflu 2a og 2b. Niðurstöður um styrk leystra efna eru í tímaröð á myndum 4–5. Meðalstyrkur leystra efna í Silfru, Vellankötlu, Þingvallavatni við Steingrímsstöð og úr Sogi við Prastarlund (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2015 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 eru hafðar til viðmiðunar til að hægt sé að átta sig á hugsanlegum breytingum á efnasamsetningu vatnsins á leið frá Þingvallavatni að Prastarlundi.

Styrkur leystra efna er gefinn í míkrómólum í lítra vatns (mmól/l) eða nanómól í lítra vatns (nmól/l. Basavirkni eða „alkalinity“ (skammstöfuð Alk í töflum 1, 3, - 7), er gefin sem „míkróequivalent“ í kílógrammi vatns, sem jafngildir efnahleðslu. Styrkur lífrænna agna í árvatninu er gefinn í milligrömmum í lítra (mg/l). Í eldri skýrslum eru aðalefnin gefin í millimólum í kíló vatns en ákveðið var að breyta um einingu þar sem erfitt er að sjá fyrir sér svo lágar stærðir, en styrktölur í millimólum eru 1000 sinnum lægri en ef þær eru gefnar í míkrómólum. Til að breyta mólum í grömm þarf að margfalda með mólmassa efnanna sem um er að ræða.

Leiðni og pH vatns er hitastigsháð, þess vegna er getið um hitastig vatnsins þegar leiðni og pH voru mæld á rannsóknarstofu (Tafla 2).

Basavirkni („lútstyrkur“ einnig kallað „Alkalinity“, skammstafað Alk í töflum í skýrslunni) í vatni ræðst að mestu leyti á magni leysts ólífræns kolefnis sem er hlaðið ($\text{HCO}_3^- + 2 \text{CO}_3^{2-}$), og er óbein mælinga á því hve mikil efnaskipti hafa orðið á milli vatns og bergs á fyrstu stigum veðrunar. Þegar pH gildi vatns er hátt (>10) í ferskvatni, leggur anjón (HSiO_4^-) kísilsýrunnar (H_2SiO_4) einnig nokkuð til basavirkninnar. Basavirkni er einnig mælikvarði á það hve mikla sýringu þarf til að brjóta niður „búffer“ eiginleika vatnsins. Koltvíoxíð (CO_2) í andrúmslofti leysist í yfirborðsvatni og myndar kolsýru (H_2CO_3) sem klofnar í anjónina bíkarbónat (HCO_3^-) og H^+ , en bíkarbónat er sú anjón sem er í mestum styrk í fersku yfirborðsvatni á pH bilinu 6,5 til 10. Þegar pH gildi vatns er töluvert hærra en 10 er karbónat anjónin algengust (CO_3^{2-}), en hún myndast við klofnun bíkarbónats í karbónat og H^+ . Kolsýra og bíkarbónat eru veikar sýrur sem hvarfast við berggrunninn og leysir út þær jónir sem eru leysanlegastar á hverjum tíma. Þær jónir fara í lausn í vatnið og berast með því af veðrunarstaðnum. Bíkarbónat er sú anjón sem er í mestum styrk í fersku yfirborðsvatni og er styrkur henna nálægt heildarstyrk leyst ólífræns kolefnis (DIC). DIC styrkurinn er yfirleitt reiknuð út frá basavirkni eins og útskýrt er hér að neðan (jafna 1).

Heildarmagn leysts ólífræns kolefnis (Dissolved Inorganic Carbon: $\text{DIC} = \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$) er gefið sem millimól C í hverju kg vatns. Það er reiknað samkvæmt eftirfarandi jöfnu

út frá mælingum á pH, hitastigi sem pH-mælingin var gerð við, basavirkni og heildarstyrk leysts 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 leystra efna (TDS) er minni en u.þ.b. 100 mg/l. Við hærra pH þarf að taka tillit til fleiri efnasambanda við reikningana og við mikinn heildarstyrk þarf að nota virknistuðla til að leiðrétta fyrir mismun á virkni og efnastyrk.

Heildarmagn leystra efna (TDS: „total dissolved solids“) er samanlagður styrkur leystra 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 leysts ólífræns kolefnis sem gefið er í millimólum DIC í hverjum lítra vatns í Töflum 1 og 2 er umreiknað í karbónat (CO_3^{2-}) í jöfnu 2. Það er gert til þess að $TDS_{reiknað}$ og $TDS_{mælt}$ sé sambærilegt. Mæling á heildarmagni leystra efna ($TDS_{mælt}$) er mælt eftir síun í gegnum 0,45 μm porur með því að láta ákveðið magn sýnis gufa. Við það breytist leyst 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) var endurmældur af ALS Scandinavia í sýnum frá 2007 til 2012. Það vöknudu hjá okkur grunsemdir um að kísilstyrkurinn gæti verið of hár í sumum tilfellum og því var farið í þessar endurmælingar. Árið 2005–2006 var nýr massagreininir tekinn í notkun hjá efnagreiningaraðilanum ALS, sem gaf 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 á bls. 40).

Þessar tölur eru teknar með í meðaltalsreikninga, en meðaltalið er þá gefið sem minna en (<) tölugildi meðaltalsins. Öll sýni eru tvímæld á Jarðvísindastofnun. Meðalsamkvæmni milli mælinga er gefin í Töflu 4 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 2a. 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 leystra efna í Þingvallavatni

3.1.1 Aðalefni

Sýnum úr lindunum Silfru og Vellankötlu hefur yfirleitt verið safnað seinnipart árs og hefur styrkur leystra efna verið mjög stöðugur í þeim, ólíkt sýni sem safnað var í leysingum vorið 2014 (mynd 4). Það ríkir óvissa um niðurstöður úr greiningum á því sýni (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2015) og stendur til að endurmæla það. Styrkur leystra aðalefna var yfirleitt lægri í Vellankötlu (TDS = 48 mg/l) en í Silfru (TDS = 60 mg/l), nema styrkur kísils (SiO₂) sem var eins á báðum stöðum. Einnig voru gildi pH og alkalinity lægri í Vellankötlu. 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). Vatn í Miðfellsstraumnum hefur svipaða eiginleika og vatn í Silfru (TDS 64 mg/l).

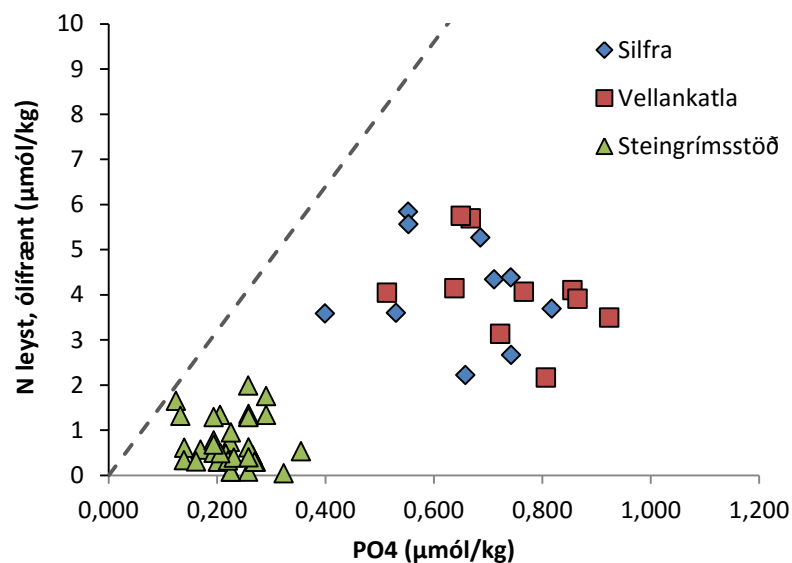
Styrkur leystra aðalefna breytist lítið í útfallinu við Steingrímsstöð. Það var helst pH gildið sem var breytilegt en það sveiflaðist frá 7,5 til um 8 og var hærra á sumrin en á veturna (mynd 4). Þó eru tvö efni sem hafa verið að lækka frá 2007 til 2014 og það eru næringarefni SiO₂ og P. Endurmælingar á kísli, eins og sagt er frá hér framar í kaflanum, sýna svo ekki verður um villst að styrkur SiO₂ í útfallinu lækkaði um 13% á frá 2007 til 2014. Sambærileg

lækkun er í styrk P_{total} sem lækkaði um 54% á tímabilinu 2007 til 2014. Styrkur þessara tveggja nauðsynlegu næringarefna hækkaði svo aftur á árinu 2015. Þessi efni eru mikilvæg lífríkinu og styrkur þeirra í vatninu lækkar eftir því sem frumframleiðni eykst. Styrkur SiO_2 var að meðaltali 33% lægri við Steingrímsstöð en í lindunum sem stafar af líftöku á efninu.

Styrkur SO_4 , Mg og Cl var hærri í útfalli við Steingrímsstöð en í lindunum, en þessi efni eru að stórum hluta úrkomuættuð. Styrkur þeirra í úrkomu minnkar með hæð yfir sjó og fjarlægð frá sjó (Freysteinn Sigurðsson og Kristinn Einarsson, 1988). Þar að auki er 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 meginhluti vatnsins í Þingvallavatni er runninn (Hákon Aðalsteinsson, 1992).

3.1.2 Næringarefni

Niðurstöður úr mælingum á næringarefnum má sjá í töflum 2b og 3b og á mynd 4. Þörungar í vatninu eru þurftarfrekari á nitursambönd (köfnunarefni, N) en á fosfór (PO_4) og þurfa P/N í mólhlutföllunum 1/16. Mólhlutfall fosfórs og niturs (P/N) er lægra en 1/16 í innflæði og útlæði Þingvallavatns (mynd 3.1) sem þýðir að N verður fyrr takmarkandi fyrir vöxt ljóstillífandi lífvera, líkt og þekkist um næringarefnabúskap í gosbeltinu, þar sem fosfór leystist úr bergi en nitur berst inn á vatnasviðin með úrkomu.



Mynd 3.1. Hlutföll fosfórs og niturs (köfnunarefnis) í inn- og útlæði Þingvallavatns eru lægri en ljóstillífandi lífverur þurfa til viðhalds. Aukning á N myndi líklega valda aukinni þörungavirkni í vatninu þegar styrkur þess er minnstur.

Þetta veldur því að nitur (aðallega NO_3) gengur til þurrðar í vatninu vegna næringarefnanáms, og eins og sést í fyrirliggjandi gögnum lækkar styrkur niturs mikið í

vatninu frá því að lindarvatnið streymir inn þar til vatnið fellur út við Steingrímsstöð, á meðan styrkur fosfórs lækkar mun minna. Meðalstyrkur ólífrænna köfnunarefnissambanda (DIN) var um 80% lægri í útfallinu við Steingrímsstöð en í lindunum (tafla 1).

Styrkur PO_4 í lindunum var frá 0,4 til 0,9 $\mu\text{mol/kg}$ og ~0,2 til 0,4 $\mu\text{mol/kg}$ í útfallinu við Steingrímsstöð. Styrkur NO_3 í lindunum var frá 2,2 til 4,86 $\mu\text{mol/l}$. Niturstyrkurinn þyrfti að hækka fjórfalt til að falla á línuna á mynd 3.1 og enn frekari aukning myndi valda því að fosfór yrði takmarkandi fyrir frumframleiðendur í vatninu. Árlegur meðalstyrkur NO_3 (2008 – 2012) í úrkomu sem fellur á Mjóanesi er 8,64 $\mu\text{mol/l}$ og meðalstyrkur NH_4 (2009 – 2012) var 22 $\mu\text{mol/kg}$. Bein ákoma köfnunarefnis á vatnið er um 18 tonn/ári þar af 5,6 tonn/ári af NO_3 og 12 tonn/ári af NH_4 (Eydís Salome Eiríksdóttir og Árni Sigurðsson, 2015).

3.1.3 Snefilefni

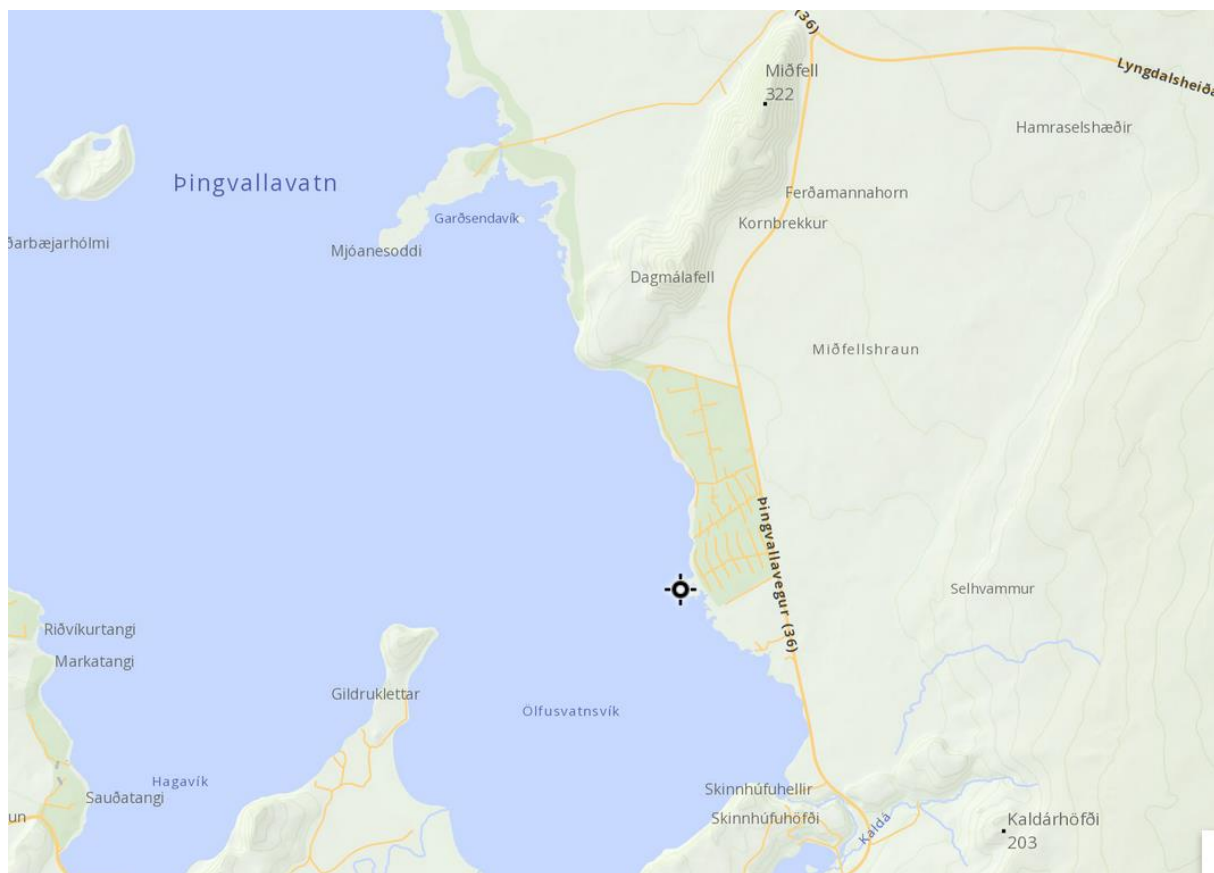
Styrkur snefilefna breyttist óreglulega yfir árið við Steingrímsstöð (töflur 2b og 3b og mynd 5). Ekki var að sjá neina árstíðabundna sveiflu nema helst í styrk Fe og Mn, sem hækkaði yfir sumarið, þegar pH-gildi vatnsins var hæst. Styrkur snefilefnanna Fe, Mn, Sr, Cu, Zn, Mo og Ti var hærri í útfallinu við Steingrímsstöð en í lindunum, en styrkur Al og V var lægri. Styrkur Ba var hærri í útfallinu framan af en hefur er oftast undir greiningarmörkum eftir 2011. 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 greiningarmarkna í 20 sýnum af 31 í útfalli Þingvallavatns. Styrkur As var svipaður í útfallinu og í Silfru nema í örfáum sýnum. 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). Hlutfallið er svipað í Silfru og í útfallinu við Steingrímsstöð en lægra í Vellankötlu. Það kemur heim og saman við mat á rennsli skv. Hákonni Aðalsteinssyni en síður við mat Freysteins Sigurðssonar og Guttorms Sigurbjarnarsonar (2002).

3.1.4 Miðfellsstraumurinn

Tveimur sýnum var safnað úr Miðfellsstraumi, suðvestan og sunnan Miðfells (sýni 15H007 64°10'183'' 21°04'04,0'' og sýni 15H008 64°09'53,9'' 21°03'21,8'') og einu sýni 2015 (64°09'53,9'' 21°03'21,8''). Niðurstöður mælinga eru í töflum 2a og 2b. Í samningi var gert ráð fyrir einu sýni úr þeim hluta innflæðisins en ekki reyndist auðvelt að ná sýni af straumnum þar sem mest af honum kemur á nokkru dýpi. Þó var hægt að sjá svæði með grænum botnþörungagróðri á stöku stað með svæðum án gróðurs inn á milli. Það var túlkað sem innflæði á grunnvatni með meiri styrk næringarefna en í vatnsmegin Þingvallavatns.

Því var ákveðið að taka tvö sýni til að geta betur metið val á sýnatökustað. Þegar farið var í september 2015 var ákveðið að safna sunnan Miðfells (mynd 3.2)



Mynd 3.2. Staðsetning sýnatökustaðar úr Miðfellsstraumi í Pingvallavatni (kort fengið af ja.is)

Niðurstöður úr mælingum sýnanna benda til þess að þau séu blanda af lindarvatni sem hefur svipaða aðalefnasamsetningu og Silfra og vatnsmegini Pingvallavatns í útfallinu (myndir 3.4 og myndir 8 - 10).

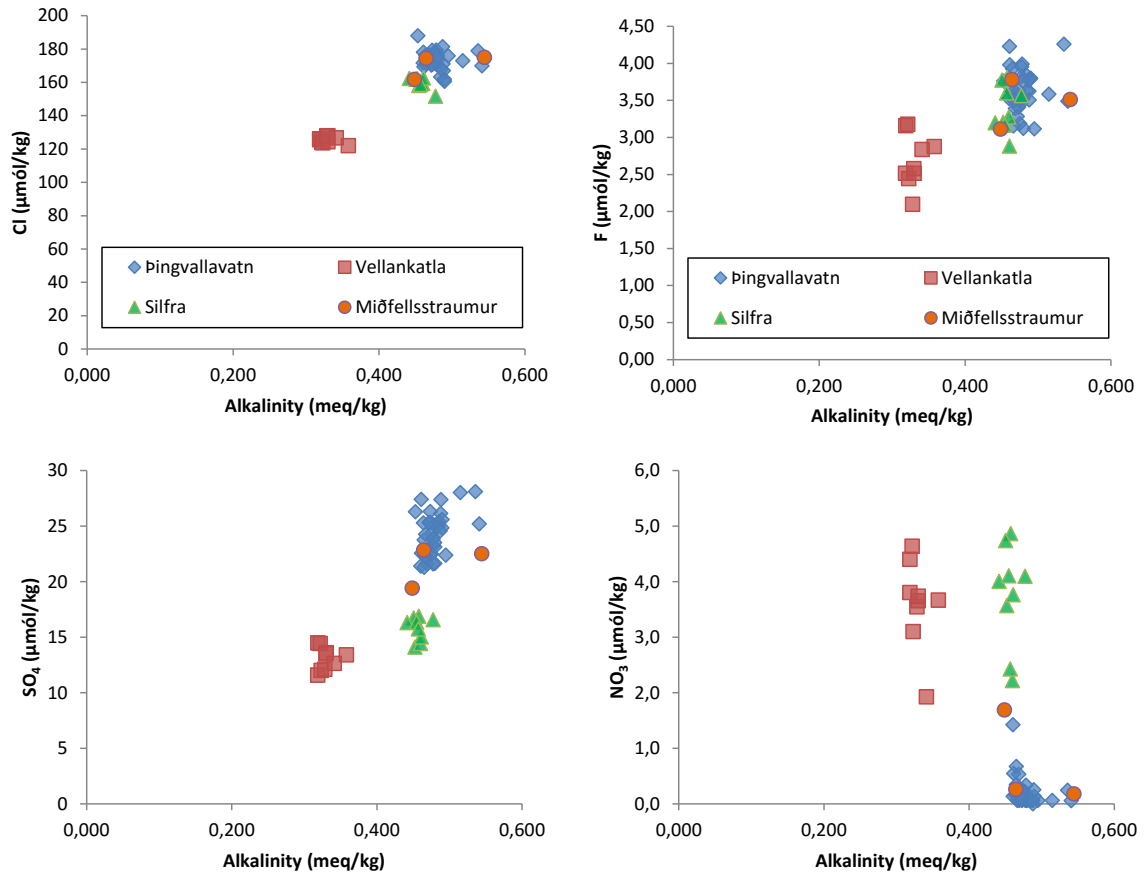
Sýni 14H008 sem safnað var sunnan Miðfells er meira lindarvatn en sýni 15H007, sem var meira blandað. Sýni 15H008 var með hærra pH (9,01) sem er einkennandi fyrir grunnvatn á basaltsvæðum. Stórgrytt var þar sem sýnið var tekið, sem skýldi söfnunarstaðnum á meðan söfnunarsvæði 15H007 var opið fyrir öldunni. Sýnatökustaðurinn sem þar sem 15H008 var safnað bar meiri grunnvatnseinkenni og því var ákveðið að nota þann söfnunarstað (mynd 3.2).



Mynd 3.3. Myndir af botngróðri á Miðfellssvæðinu. Efri t.v. botngróður vestan Miðfells þar sem sýni 14H007 var safnað. Efri t.h. lítil botngróður rétt sunnan Miðfells, engu sýni safnað þarna. Neðri t.h. og t.v. botngróður aðeins sunnan við Miðfell þar sem sýni 14H008 var safnað. Þykkur skærgrænn þörungagróður einkennir söfnunarstaðinn.

Styrkur NO_3 var lægri en í Silfru og Vellankötlum en hærra en í útfallinu. Líklegt er að næringarefnanám hafi farið fram á söfnunarstað ef marka má þörungagróðurinn á svæðinu. Styrkur NH_4 var undir greiningarmörkum eins og sýni úr lindum og útfalli Þingvallavatns undanfarin ár.

Mynd 8 sýnir að styrkur leystra aðalefna í sýni 14H008 var svipaður og í Silfru. Styrkur snefilefna (mynd 10) var hins vegar ólíkur, sérstaklega styrkur Mo, Al, Sr, Cr. Styrkur Mo og Sr var hærra í Miðfellsstraumi (sýni 14H008) en í Silfru en styrkur Al og Cr var lægri. Styrkur þessara efna í Miðfellsstraumi var líkari styrk þeirra í útfalli Þingvallavatns.



Mynd 3.4. Hlutföll alkalinity, anjóna og nítrats í Silfru, Vellankötlu, Miðfellsstraumi og í útfalli Þingvallavatns. Hlutföllin benda til þess að Miðfellsstraumurinn sé blanda af lindarvatni líku vatninu í Silfru og Þingvallavatns í útfallinu.

3.1.5 Samanburður á útfalli Þingvallavatns og Sogi við Þrastarlund

Á myndum 6 og 7 eru bornar saman niðurstöður á mælingum á sýnum úr útfalli Þingvallavatns og Sogi við Þrastarlund. Samanburðurinn leiðir í ljós að styrkur leystra efna er mjög líkur á þessum söfnunarstöðum þrátt fyrir að vatnið í Sogi hafi farið í gegn um tvær virkjanir (Steingrímsstöð og Ljósafossstöð) og tvö önnur stöðuvötn (Úlfjótsvatn og Álftavatn) á leið sinni að Þrastarlundi.

Hér eru nokkrir punktar varðandi niðurstöður úr Sogi og útfalli Þingvallavatns:

- pH gildi í Sogi fer hærra á sumrin sökum meiri ljóstillífunar sem orðið hefur í vatninu á leið sinni.
- Styrkur SiO_2 hefur lækkað á báðum sýnatökustöðum á rannsóknartímabilinu.
- Heildarstyrkur brennisteins í Útfalli og Sogi (opnir hringir á SO_4 grafinu) var hærri en SO_4 á fyrri hluta tímabilsins og lækkaði svo á sama tíma seinni hluta rannsóknartímans niður að styrk SO_4 í Útfalli og Sogi.
- P total hefur lækkað á báðum söfnunarstöðum. Síðasta sýnið sem tekið var í janúar 2016 er þó langhæst.
- Styrkur NO_3 var hærri í Sogi en við Steingrímsstöð.
- Álstyrkur er hærri á sumrin í Sogi en við Steingrímsstöð vegna hærra pH gildis í Sogi.
- Styrkur járns og mangans er hærri í Sogi en Þingvallavatni.
- Styrkur Ba og Zn var hærri á fyrri hluta söfnunartímabilsins í útfallinu en lækkaði svo. Styrkur þessara efna var alltaf lágur í Sogi. Telst líklegt að hafi komið mengun úr Niskin sýnasafnaranum sem notaður var á fyrri hluta tímabilsins í Þingvallavatni við útfallið. Í seinni tíð hefur sýnum verið safnað í plastbrúsa og lækkaði styrkur Ba og Zn eftir það. Sökum þessa var ákveðið að plotta ekki styrk Ba og Zn úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð á myndir 5 og 7.
- Styrkur annarra aðal- og snefilefna var sambærilegur eða nánast sá sami á söfnunarstöðunum.

3.2 Meðaltal leystra efna í innflæði og útflæði Þingvallavatns

Meðalstyrkur leystra efna í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð og í lindunum Silfru og Vellankötlum og úr Miðfellsstraumi er að finna í Töflu 1 og á myndum 8–10. Á myndunum eru einnig sambærilegar lýsingar um styrk efnanna í Sogi við Þrastarlund (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2015).

Alkalinity og meðalstyrkur Na, Ca, F, Cl og B í útfalli Þingvallavatns er svipaður eða lítillga hærri en í Silfru og hærra en í Vellankötlum. Hlutfall hreyfanlegu efnanna Cl og B (Stefán Arnórsson og Auður Andrésdóttir, 1995) í Silfru og í útfalli Þingvallavatns er svipað sem

gefur til kynna að þau séu af sama runa. Þetta gefur til kynna að megnið af vatninu í Þingvallavatni sé komið úr Silfru eða lindarvatni með svipaða efnasamsetningu og Silfra. Eins og kom fram í kafla 3.1.4 er Miðfellsstraumurinn líklega með svipaða aðalefnasamsetningu og Silfra, þó snefilefnin í Miðfellsstraumi og Silfru séu ólík.

Meðalgildi pH í lindunum Silfru og Vellanköttlu er 9,34 og 9,26 sem er dæmigert fyrir lindavatn á basaltsvæðum sem er einangrað frá andrúmsloftinu. Meðalgildi pH í útfalli Þingvallavatns er 7,88 sem er lítillega lægra en í Soginu (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2015; mynd 6). Heildarstyrkur leystra efna (TDS) og leiðni í Silfru og í útfallinu við Steingrímsstöð er svipaður en hann var lægri í Vellanköttlu (Tafla 1). Styrkur aðalefnanna Na, Mg, Ca, SO₄ og Cl var hærri í Silfru en í Vellanköttlu og þar liggur munurinn á heildarstyrk leystra efna (TDS) og leiðni 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 gufun valdið styrk aukningu í vatninu. Árný Sveinbjörnsdóttir og Sigfús Johnsen (1992) gerðu rannsókn á stöðugum samsætum súrefnis og vetnis, sem eru viðkvæmar gagnvart gufun, á Þingvallasvæðinu og samkvæmt þeirra niðurstöðum er gufun lítil sem engin í Þingvallavatni. Meðalstyrkur klórs var um 25% hærri við Steingrímsstöð en í Silfru og heildarstyrkur brennisteins (S total) var um 60% hærri. Styrkur snefilefnanna Sr, Fe, og Mn var einnig hærri í útfallinu en í lindunum, hugsanlega vegna innstreymis með öðrum lindum á svæðinu eða athafna mannsins.

Meðalstyrkur næringarefna var lægri í útfallinu við Steingrímsstöð en í lindunum (Mynd 9). Það á sérstaklega við um styrk NO₃, sem var oftast við greiningarmörk í útfallinu en vel mælanlegt í lindunum. Þessi munur er vegna næringarefnanáms í Þingvallavatni.

Mynd 10 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. 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 í Langjökul líkt og vatnasvið Þingvallavatns og hugsanlega eru vatnasvið Hvítár og Silfru að taka vatn af svipuðu bergi. Styrkur snefilefna í Miðfellsstraumi var ólíkur snefilefnastyrk Silfru, sérstaklega styrkur Mo, Al, Sr, Cr. Styrkur Mo og Sr var hærri í Miðfellsstraumi en í Silfru en styrkur Al og Cr var lægri. Styrkur þessara efna í Miðfellsstraumi var líkari styrk þeirra í útfalli Þingvallavatns.

Hátt pH í vatninu sem streymir 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. Þó er líklegt að hár styrkur

Ba og Zn á fyrri hluta rannsóknartímabilsins sé til kominn vegna mengunar í sýnatökubúnaði, sjá umfjöllun í kafla 3.1.5.

Styrkur arsens, As, var oft undir greiningarmörkum og alltaf í Vellankötlu, en var haft með í þessarri 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. Leyst efni í vatni haga sér á ólíkan hátt þegar þau koma í snertingu við berg. Sum halda óareitt áfram án þess að „sjá“ bergið á meðan önnur hafa samskipti við bergið, annað hvort verða efnaskipti eða að leystu 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 31% tilfella, As í sýnum úr Vellankötlu voru í öllum tilfellum nema einu undir greiningarmörkum og tvö sýni af átta úr Silfru voru undir greiningarmörkum. Við gerð myndar 10 voru notuð gögn frá árunum frá 2008 til 2015 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 meðalstyrkur As í útfallinu við Steingrímsstöð 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 11 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 SiO₂ í útfallinu við Steingrímsstöð síðastliðin ár var lítillega hærrí í núverandi vöktun en hann var í yfirborðssýnum sem safnað var á Stöð 1, sem var næst útfallinu 1975, en fer lækandi. Styrkur PO₄ mælist nú lægri en hann gerði í yfirborðssýnum frá Stöð 1 árið 1975 (Jón Ólafsson, 1992). Styrkur NO₃ í útfallinu er sambærilegur við eldri niðurstöður Stöð 1 árið 1975.

Flosagjá er á sömu sprungurein og Silfra, aðeins ofar á vatnasviðinu, og er hér tekin til samanburðar við Silfru. Meðalgildi pH, Cl, Ca og PO₄ í sýnum úr núverandi rannsókn (nema alkalinity og Cl í sýninu frá 2015) voru sambærileg við niðurstöður mælinga í

Flosagjá 1975. Alkalinity og styrkur Na er lægri í núverandi rannsókn en styrkur SiO₂, Mg og NO₃ er hærra.

Samanburður á sýnum frá núverandi rannsóknartímabili við sýni sem safnað var úr Vellankötlu 1975 – 1981 er einnig sýndur á mynd 11. 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 2015 og gagna úr útfallinu við Steingrímsstöð frá sama tíma (nema alkalinity og Cl í sýninu frá 2015). 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 SiO₂, Na, K, Ca, Mg, Cl og alkalinity sem var í sýnum frá 1975 – 1982 þannig að ekki muni meiru en 9% á styrktölunum.

4. ÞAKKARORÐ

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

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. Gíslason, 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, 2015. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XVIII. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar. RH-08-2015. 67 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, 2016. Weathering and riverine fluxes in pristine and controlled river catchments in Iceland. Doktorsritgerð Háskóli Íslands, <http://hdl.handle.net/1946/23831>.
- 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 Kristinn Einarsson 1990. Groundwater resources of Iceland –availability and demand. *Jökull* v. 38, 35-53.
- 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 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>
- 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 leystra efna í innstreymi og útrenslu Þingvallavatns. Reikningarnir eru byggðir á gögnum frá 2007 til 2015.

Staðsetning	Tímabil	n	Vatns- hiti °C	Loft- hiti °C	pH	T °C	Leiðni (pH/ μS/cm leiðni)	SiO ₂ μmól/l	Na μmól/l	K μmól/l	Ca μmól/l	Mg μmól/l	Alkalinity μeq/kg	DIC μmól/l	S-total μmól/l	SO ₄ μmól/l	δ ³⁴ S ‰	Cl μmól/l	F μmól/l	
Silfra, Þingvöllum	2007 - 2015	10	3,39	6,62	9,34	21,0	68,7	252	365	11,9	97,0	41,9	428	397	15,4	15,4	9,63	157	3,27	
Vellankatla, Þingvöllum	2007 - 2015	10	2,81	5,87	9,25	20,8	51,8	248	266	11,5	69,8	37,6	317	285	13,4	11,8	10,1	123	2,58	
Þingvallavatn, Miðfellsstraumur	2015	3	6,53	6,40	8,69	19,5	61,3	225	371	15,5	100,3	54,6	486	478	21,3	21,1		170	3,66	
Þingvallavatn, Steingrímsstöð	2007 - 2015	35	6,15	7,05	7,67	21,1	69,2	188	369	15,6	102	59,2	480	489	24,8	24,3	7,90	173	3,63	
Staðsetning	Tímabil	n	Hleðslu- jafnvægi	% skekkja	TDS mg/kg	DOC mmól/l	POC μg/kg	PON μg/kg	C/N mól	P-total μmól/l	PO ₄ -P μmól/l	DIP μmól/l	DOP μmól/l	N-total μmól/l	NO ₃ -N μmól/l	NO ₂ -N μmól/l	NH ₄ -N μmól/l	DIN μmól/l	DON μmól/l	DIN/DON mól
Silfra, Þingvöllum	2007 - 2015	10	0,05	4,72	60,2	0,030				0,773	0,639	0,134	6,29	3,72	<0,063	<0,576	<4,36	>1,93	2,26	
Vellankatla, Þingvöllum	2007 - 2015	10	0,03	3,84	48,7	0,066				0,888	0,768	0,120	5,19	3,57	<0,057	<0,566	4,19	>1,00	3,90	
Þingvallavatn, Miðfellsstraumur	2015	3	0,03	1,90	64,7	0,020				0,521	0,474	0,047	1,88	0,47	<0,04	<0,252	<0,762	>1,12	0,680	
Þingvallavatn, Steingrímsstöð	2007 - 2015	35	0,02	1,16	56,0	0,039	275,646	24,1	8,0	0,288	0,226	0,062	3,40	<0,201	<0,045	<0,582	<0,828	>2,57	0,322	
Staðsetning	Tímabil	n	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	2007 - 2015	10	1,37	<0,009	0,587	<0,001	0,034	<1,12	1,13	<0,018	<0,078	46,4	<1,86	<1,67	<0,073	<9,56	<0,010	1,13	<0,890	0,476
Vellankatla, Þingvöllum	2007 - 2015	10	1,22	<0,007	0,311	<0,001	0,039	<1,01	0,538	<0,038	<0,134	19,1	<1,71	<1,54	<0,079	<7,45	<0,010	0,931	0,684	0,428
Þingvallavatn, Miðfellsstraumur	2015	3	0,52	<0,027	0,536	<0,002	0,073	<1,24	0,691	<0,018	<0,621	16,8	2,27	1,62	0,067	<3,52	<0,010	1,664	0,417	0,388
Þingvallavatn, Steingrímsstöð	2007 - 2015	35	0,303	0,100	0,690	0,011	0,059	<1,17	0,68	<0,022	0,119	16,6	<2,11	<1,51	<0,077	<6,95	<0,010	1,56	<3,04	0,344

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

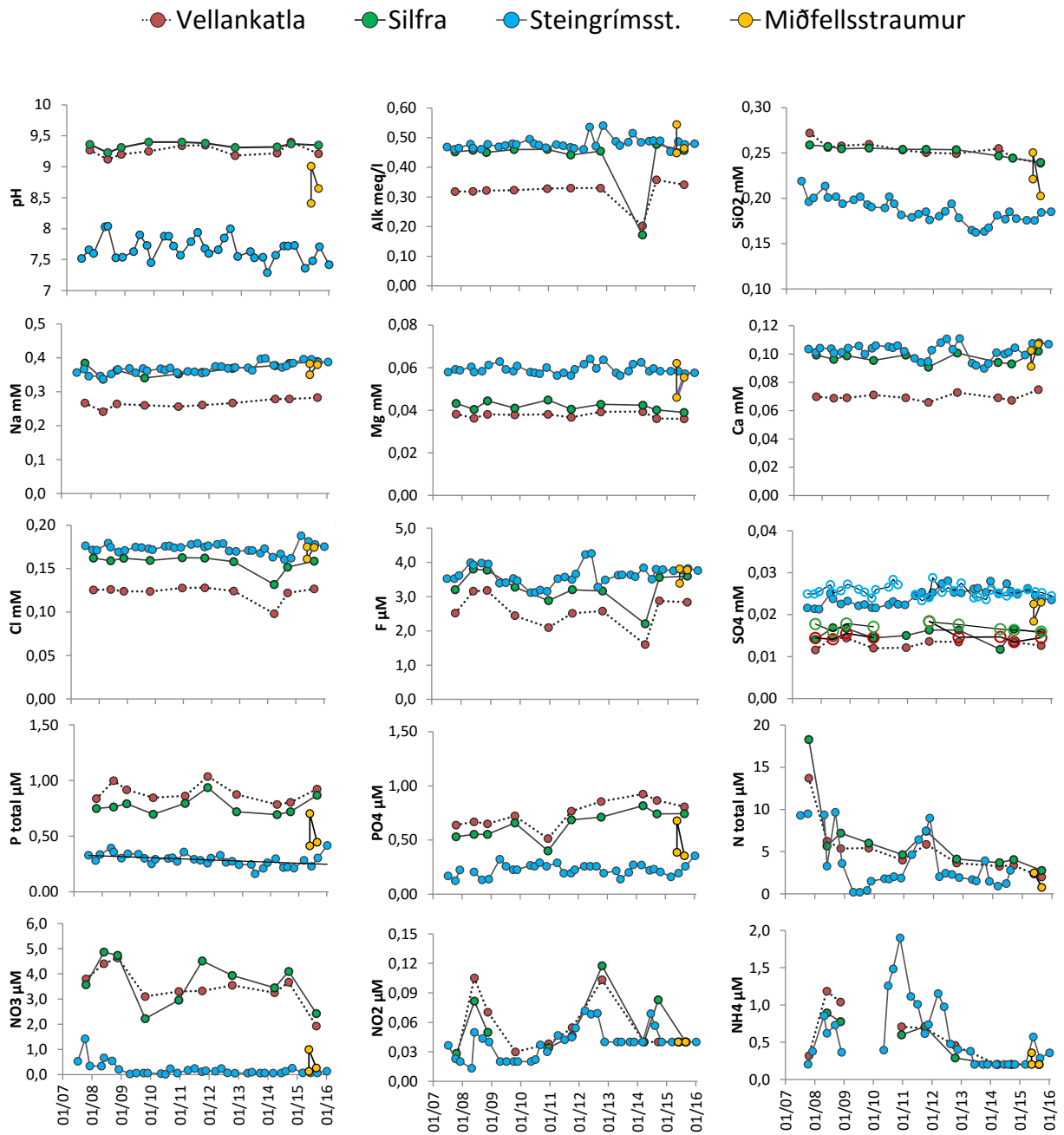
Sýna númer	Staðsetning	Dagsetning	kl.	Rennsli m ³ /sek	Vatns- hiti °C	Loft- hiti °C	pH	T °C	Leiðni (pH/ leiðni)	SiO ₂ µM	Na µM	K µM	Ca µM	Mg µM	Alk (a) µeq/kg	DIC µM	S _{total} µM	SO ₄ µM	δ ³⁴ S ‰	Cl µM	F µM	Hledslu- jafnvægi	% skekkja	TDS		DOC µM	POC µg/kg	PON µg/kg	C/N mól
																								mg/l maelt	mg/kg reiknað				
07U001	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	9.7.2007	14:05		11,7	17	7,52	19,4	60,6	219	357	15,9	104	58,0	469	468	24,9	21,6	6,8	176	3,53	0,00	0,2		63,3	63,3	250	37,0	7,9
07U002	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	8.10.2007	14:05		6,8	5,9	7,66	22,8	70,6	196	367	15,6	101	59,2	460	459	24,9	21,4	6,3	172	3,52	0,02	1,3		62,7	43,3	335	54,6	7,2
07U003	Silfra, Þingvöllum	19.10.2007	14:50		3,4	9,5	9,36	22,9	72,5	259	385	13,4	99	43,2	452	399	17,7	14,1	8,6	162	3,20	0,03	2,2		61,6	25,8			
07U004	Vellankatla, Þingvöllum	19.10.2007	17:05		2,8	10,2	9,3	23,3	51,7	272	267	11,1	70	38,2	319	273	14,4	11,6	9,1	126	2,52	0,02	1,9		48,3	28,3			
07U005	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	5.12.2007	13:55		3,7	3,2	7,6	20	71,8	200	346	14,6	104	58,8	465	464	25,5	21,3	7,8	171	3,61	0,00	0,3		62,4	36,6	150	17,9	9,8
08U001	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	28.4.2008	14:00		3,2	9,6	8,03	22	72	214	347	16,1	104	60,5	479	489	27,1	25,1	7,9	179	3,99	0,02	1,8		65,6	25,8	352	58,0	7,1
08U002	Silfra, Þingvöllum	31.5.2008	13:55		3,4	10,8	9,23	22,5	69,2	257	337	10,4	96	40,4	458	450	16,0	16,9	11,0	159	3,81	0,03	2,5		62,6	18,3			
08U003	Vellankatla, Þingvöllum	31.5.2008	14:50		2,8	2,8	9,12	21,3	51,8	257	241	10,9	69	36,3	319	305	14,1	14,5	10,3	126	3,16	0,01	1,4		49,1	<8			
08U004	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	31.5.2008	16:00		6,7	9,5	8,04	22,2	72,2	201	338	13,5	101	58,0	465	475	25,1	23,8	8,2	175	3,93	0,03	1,9		62,9	9,2	296	32,2	10,7
08U005	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	10.9.2008	15:15		10	12,8	7,53	20,9	73,2	202	353	14,7	101	58,4	461	494	25,7	22,6	9,4	169	3,98	0,00	0,1		64,6	54,9	471	33,6	16,4
08U006	Silfra, Þingvöllum	17.11.2008	13:30		3,4	4,6	9,31	20,4	73	255	364	11,8	99	44,4	451	444	17,9	16,7	9,3	162	3,77	0,01	0,7		63,3	34,1			
08U007	Vellankatla, Þingvöllum	17.11.2008	14:45		2,8	5,1	9,2	20,3	54,4	258	264	11,4	69	38,1	322	307	15,6	14,4	10,7	124	3,18	0,01	1,0		49,8	115,7			
08U008	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	2.12.2008	16:45		2,9	-3,9	7,54	20,3	77,5	194	366	16,9	104	61,3	478	511	27,3	23,3	7,8	171	3,95	0,01	0,5		65,6	35,8	2392	112,6	24,8
09U001	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	21.4.2009	14:55		2,1	6,1	7,63	20,2	73	198	369	16,7	106	63,0	469	495	26,0	22,1	8,8	175	3,39	0,02	1,7		66,4	51,6	472	42,3	13,0
09U002	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	8.7.2009	13:20		11,1	13,6	7,9	22,6	73,7	202	356	18,2	100	59,2	473	487	25,4	22,4	17,4	34,1	0,01	0,6			65,3	30,8	639	51,7	14,4
09U003	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	8.10.2009	12:50		6,7	2,3	7,73	21,6	69,2	193	368	17,5	104	58,4	480	501	24,0	21,6		173	3,53	0,01	0,5		65,7	64,1	244	26,5	10,7
09U004	Silfra, Þingvöllum	28.10.2009	12:15		3,4	6,7	9,4	20,1	65,4	255	341	11,4	96	41,1	460	454	17,1	14,4		159	3,27	0,03	2,5		63,0	45,0			
09U005	Vellankatla, Þingvöllum	28.10.2009	13:20		2,8	6,7	9,25	20	49,1	260	260	12,7	71	37,9	323	305	14,5	12,0		124	2,44	0,01	1,3		50,6	46,6			
09U006	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	26.11.2009	12:30		4,4	-2,2	7,45	21	69,4	190	362	17,4	106	60,9	477	518	26,0	21,6		172	3,46	0,01	0,6		66,9	38,3	244	23,6	12,0
10U001	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	12.5.2010	13:00		3,3	8,3	7,88	22,1	71,1	189	368	15,8	105	58,0	495	493	26,6	22,4		176	3,11	0,08	5,5		65,2	67,0	335	31,1	12,6
10U002	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	6.7.2010	13:05		9,8	15,6	7,88	21,1		202	365	15,5	105	57,6	480	478	28,4	23,1		176	3,12	0,01	0,6		64,9	44,1	180	19,2	10,9
10U003	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	6.9.2010	13:15		8,7	10,7	7,72	21,2	72,4	194	370	15,7	106	57,2	475	474	27,2	22,5		174	3,19	0,00	0,1		64,4	<11	240	30,3	9,2
10U004	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	2.12.2010	12:30				7,57	22,0	73,7	182	357	15,4	102	60,1	466	466	0,0	22,3		175	3,15	0,01	1,1		62,6	26,6	317	48,1	7,7
10U005	Silfra, Þingvöllum	20.12.2010	12:30		3,3	-3,4	9,4	19,3	66,8	254	352	11,6	99	44,8	461	409	0,0	15,0		163	2,88	0,01	0,5		61,8	9,2			
10U006	Vellankatla, Þingvöllum	20.12.2010	13:40		2,8	-3,8	9,34	18,9	51,6	253	256	10,9	69	38,1	328	283	0,0	12,1		128	2,09	0,00	0,3		49,0	17,5			
11U001	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	14.4.2011	13:17		1,4	2,6	7,79	19,3	75,3	179	360	15,4	97	56,4	477	476	24,8	24,5		178	3,52	0,03	1,9		63,1	71,6	399	34,0	13,7
11U002	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	7.7.2011	13:45		9,9	16,5	7,94	21,0	76,6	183	359	16,9	94	57,6	473	471	23,4	25,4		179	3,57	0,02	1,7		62,4	154,9	637	62,8	11,8
11U003	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	6.10.2011	12:45		7,9	7,5	7,68	20,0	78,3	185	355	18,3	95	56,4	467	466	24,1	24,3		175	3,50	0,02	1,3		62,2	63,3	417	30,8	15,8
11U004	Silfra, Þingvöllum	10.10.2011	13:25		3,4	5,0	9,38	22,4	75,3	254	357	12,0	91	40,5	442	386	18,3	16,3		162	3,20	0,01	0,9		60,1	74,9			
11U005	Vellankatla, Þingvöllum	10.10.2011	14:20		2,8	3,4	9,35	21,1	55,6	250	261	11,7	66	36,7	330	281	18,4	13,6		128	2,51	0,02	2,0		49,0	68,3			
11U006	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	22.11.2011	13:00		5,7	2,3	7,6	22,3	74,2	176	358	16,1	103	59,2	464	463	28,8	25,3		176	3,66	0,00	0,3		62,6	30,0	225	18,6	14,1
12U001	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	20.3.2012	12:40		0,8	1,7	7,66	22,7		180	375	11,9	108	61,7	461	460	25,3	27,4		178	4,23	0,03	2,0		62,9	69,9	415	43,5	11,1
12U002	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	4.6.2012	15:30		8,7	21,3	7,85	20,2	64,2	186	375	12,9	111	64,2	536	534	26,4	28,1		179	4,26	0,04	2,5		68,1	27,5	456	19,6	27,2
12U003	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	21.8.2012	15:50		11,2	18,6	8	21,9	75,4	194	369	16,0	103	59,7	472	470	25,7	25,3		170	3,28	0,02	1,1		63,6	48,3	181	15,9	13,3
12U004	Vellankatla, Þingvöllum	19.10.2012	13:35		2,8	5,7	9,18	20,6	53,4	249	267	12,5	73	39,3	330	295	14,6	13,5		124	2,58	0,02	2,0		49,9	49,1			
12U005	Silfra, Þingvöllum	19.10.2012	14:20		3,5	6,0	9,31	20,5	68,8	254	369	12,9	101	42,8	455	410	17,7	16,4		158	3,16	0,02	1,6		61,9	33,3			
12U006	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	20.11.2012	17:50		3,5	0,4	7,55	20,2	74,9	178	372	16,8	111	63,8	541	540	27,5	25,2		170	3,49	0,03	1,8		67,8	28,3			
13U001	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	29.4.2013	15:45		2,2	2,5	7,63	21,0	72,1	165	371	14,2	94	57,6	488	487	24,0	26,1		171	3,62	0,02	1,7		61,7	25,0			
13U002	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	19.6.2013	16:00		5,5	10,8	7,53	20,2	72,9	162	363	13,7	92	56,4	473	473	24,3	26,3		171	3,63	0,02	1,7		60,5	<11			
13U003	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	3.10.2013	13:30		7,9	8,2	7,54	20,8	69,4	163	397	14,6	90	58,4	485	485	23,6	25,4		168	3,63	0,00	0,3		61,8	50,8			
13U004	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	27.11.2013	13:00		3,7	3,4	7,29	22,8	74,2	168	398	14,7	93	61,7	515	515	25,9	28,0		173	3,58	0,02	1,4		64,5	39,1			
14U001	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	12.3.2014	12:30		0,6	3,2	7,57	21,7	74,5	181	378	15,7	101	62,5	484	484	25,1	25,0		163	3,84	0,02	1,4		63,0	37,5			
14U002	Vellankatla, Þingvöllum	31.3.2014	12:34		2,9	11,5	9,22	21,9	56	255	279	11,3	69	39,3	303	165	14,7	0,0		98	1,60	0,20	25,2		40,7	312,3			
14U003	Silfra, Þingvöllum	31.3.2014	13:29		3,4	8,5	9,32	21,6	82,5	247	377	11,4	94	42,4	472	128	16,6	11,7		132	2,21	0,33	33,5		42,7	32,9			
14H012	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	23.6.2014	18:20		9,8	14,7	7,72	22,0	57,6	177	372	15,2	100	58,4	488	487	24,5	27,4		167	3,51	0,01	0,7		62,7	25,3			
14H019	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	14.8.2014	18:20		11,6		7,72	20,6	60,4	185	376	15,4																	

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

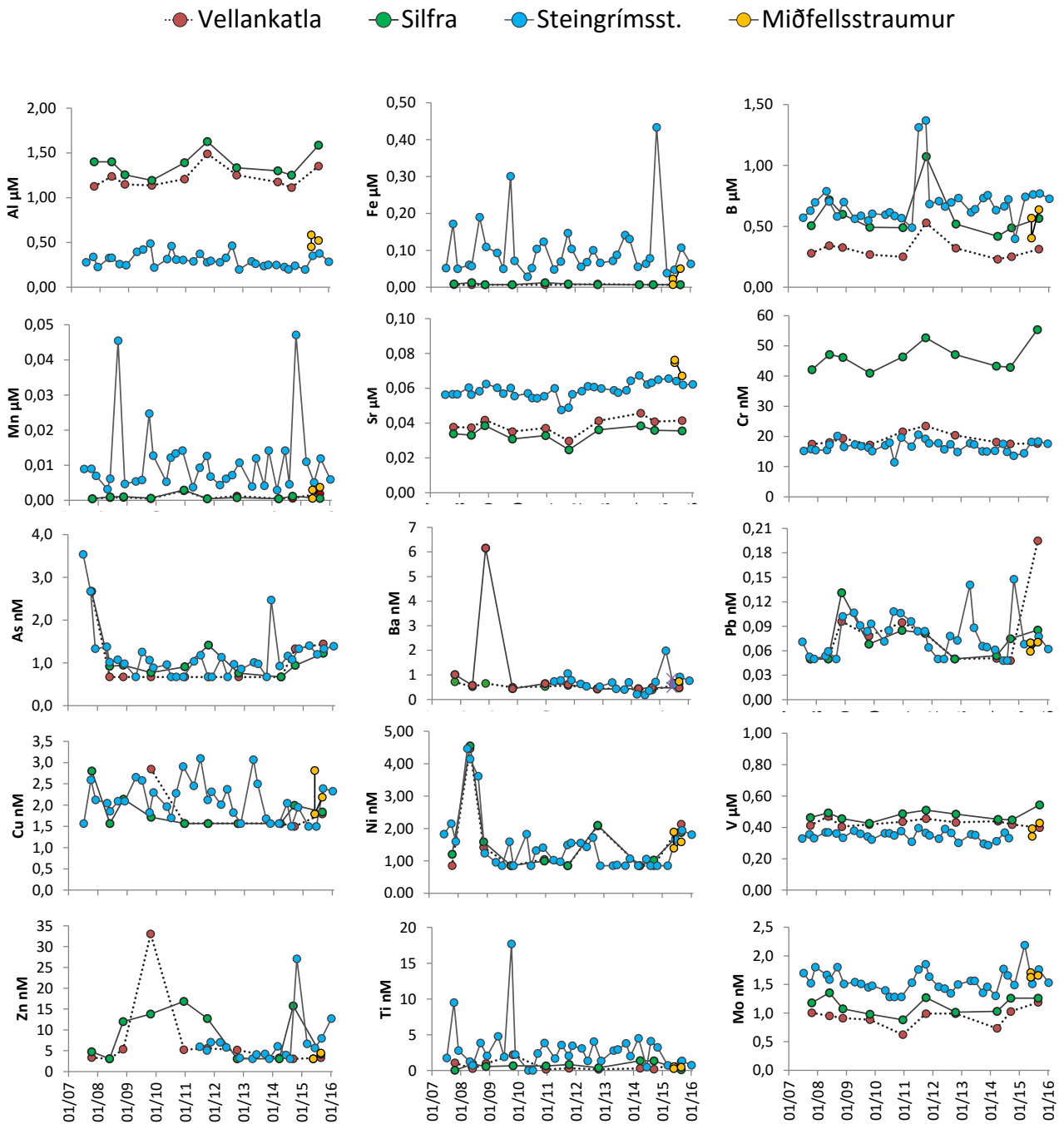
Sýna númer	Staðsetning	Dagsetning	kl.	P	PO ₄ -P	NO ₂ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ntot	Ptot	Al	Fe	B	Mn	Sr	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg	Mo	Ti	V	
				μM	μM	μM	μM	μM	μM	μM	μM	μM	μM	μM	μM	nM	nM	nM	nM	nM	nM	nM	nM	nM	nM	nM	nM	nM	μM
07U001	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	9.7.2007	14:05	0,329	0,170	0,532	<0,04	<0,2	9,30		0,279	0,052	0,571	0,0090	0,0564	3,54	22,6	<0,018	<0,085	15,2	<1,57	1,82	0,0709	58,6	<0,01	1,70	1,75	0,330	
07U002	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	8.10.2007	14:05	0,282	0,124	1,424	<0,04	0,203	9,50		0,338	0,172	0,628	0,0090	0,0566	<2,67	65,8	<0,018	<0,085	15,8	2,60	2,15	0,0526	211	<0,01	1,52	9,48	0,355	
07U003	Sílfra, Þingvöllum	19.10.2007	14:50	0,749	0,530	3,568	<0,04	<0,2	18,3		1,401	0,009	0,505	<0,0005	0,0339	<2,67	1,01	<0,018	<0,085	42,1	2,80	1,20	<0,05	4,7	<0,01	1,18	<2,1	0,463	
07U004	Vellankatla, Þingvöllum	19.10.2007	17:05	0,836	0,638	3,803	<0,04	0,318	13,7		1,13	<0,007	0,279	<0,0005	0,0377	<2,67	0,717	<0,018	<0,085	17,5	<1,57	<0,85	<0,05	3,4	<0,01	1,00	1,08		
07U005	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	5.12.2007	13:55	0,336	0,224	0,344	0,040	0,376			0,226	0,050	0,697	0,0070	0,0566	<1,33	17,0	<0,018	0,112	15,4	2,12	1,59	<0,05	25,7	0,011	1,80	2,78	0,332	
08U001	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	28.4.2008	14:00	0,394		0,336	<0,04	0,856	9,36		0,328	0,061	0,789	0,0032	0,0604	1,37	18,3	<0,018	0,120	15,5	2,05	4,46	0,0536	30,4	<0,01	1,67	1,23	0,369	
08U002	Sílfra, Þingvöllum	31.5.2008	13:55	0,762	0,553	4,865	0,082	0,893	5,67		1,40	0,013	0,718	0,0010	0,0330	0,92	0,571	<0,018	<0,085	47,1	<1,57	4,55	<0,05	<3,05	<0,01	1,36	0,915	0,493	
08U003	Vellankatla, Þingvöllum	31.5.2008	14:50	0,998	0,668	4,403	0,105	1,185	6,25		1,24	<0,007	0,341	0,0008	0,0374	<0,67	0,520	<0,018	<0,085	18,0	<1,57	4,46	<0,05	<3,05	<0,01	0,95	0,251	0,469	
08U004	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	31.5.2008	16:00	0,358	0,206	0,671	0,050	0,619	3,30		0,330	0,057	0,704	0,0062	0,0564	1,02	13,0	<0,018	0,107	17,3	1,86	4,14	0,0594	35,3	<0,01	1,58	0,723	0,369	
08U005	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	10.9.2008	15:15	0,302	0,133	0,545	0,044	0,728	9,68		0,259	0,190	0,581	0,0455	0,0583	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	Sílfra, Þingvöllum	17.11.2008	13:30	0,791	0,553	4,739	0,050	0,774	7,19		1,26	<0,007	0,599	0,0011	0,0386	0,95	6,15	<0,018	<0,085	46,2	2,14	1,59	0,1313	12,0	<0,01	1,07	0,556	0,455	
08U007	Vellankatla, Þingvöllum	17.11.2008	14:45	0,917	0,650	4,638	0,070	1,039	5,37		1,15	<0,007	0,327	0,0009	0,0418	<0,67	0,655	<0,018	0,107	19,4	<1,57	1,42	0,0960	5,4	<0,01	0,91	0,961	0,404	
08U008	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	2.12.2008	16:45	0,342	0,140	0,210	<0,04	0,363	3,61		0,246	0,109	0,700	0,0047	0,0624	0,98	8,01	<0,018	0,129	16,5	2,09	1,24	0,1023	105	<0,01	1,51	2,05	0,334	
09U001	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	21.4.2009	14:55	0,339	0,323	<0,06	<0,04		1,41		0,397	0,093	0,561	0,0054	0,0603	<0,67	16,3	<0,018	<0,085	17,3	2,66	0,954	0,1067	168	<0,01	1,54	4,76	0,379	
09U002	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	8.7.2009	13:20	0,301	0,258	<0,06	0,046		1,68		0,423	0,050	0,587	0,0058	0,0570	1,25	6,90	0,038	<0,085	16,8	2,58	<0,85	0,0912	57,7	<0,01	1,51	1,91	0,359	
09U003	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	8.10.2009	12:50	0,252	0,226	<0,06	<0,04	1,86			0,489	0,301	0,547	0,0248	0,0601	1,06	7,43	0,047	0,343	16,3	1,83	1,59	0,0840	49,2	<0,01	1,45	1,77	0,342	
09U004	Sílfra, Þingvöllum	28.10.2009	12:15	0,697	0,658	2,221	0,044		5,01		1,19	0,007	0,493	0,0006	0,0308	0,77	0,444	<0,018	<0,085	41,0	1,72	<0,85	0,0681	13,8	<0,01	0,98	0,670	0,426	
09U005	Vellankatla, Þingvöllum	28.10.2009	13:20	0,846	0,723	3,102	<0,04		4,42		1,14	<0,007	0,268	<0,0005	0,0352	<0,67	0,498	<0,018	<0,085	17,2	2,85	<0,85	0,0782	33,0	<0,01	0,88	2,19	0,418	
09U006	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	26.11.2009	12:30	0,293	0,226	<0,06	<0,04		2,35		0,221	0,072	0,604	0,0128	0,0556	0,88	7,28	<0,018	0,182	15,1	2,30	<0,85	0,0931	190	<0,01	1,48	2,23	0,322	
10U001	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	12.5.2010	13:00	0,300	0,266	<0,06	0,040	0,392	1,80		0,315	0,029	0,597	0,0053	0,0571	0,96	3,15	<0,018	0,104	17,0	1,97	1,82	0,0714	7,3	<0,01	1,40	<2,1	0,363	
10U002	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	6.7.2010	13:05	0,307	0,258	<0,06	<0,04	1,257	1,75		0,460	0,052	0,616	0,0122	0,0544	<0,67	14,9	<0,018	0,107	18,0	1,70	<0,85	0,0849	225	<0,01	1,28	<2,1	0,363	
10U003	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	6.9.2010	13:15	0,273	0,291	0,236	<0,04	1,483	2,04		0,309	0,104	0,586	0,0134	0,0543	<0,67	8,45	<0,018	0,149	11,4	2,28	1,32	0,1081	78,6	<0,01	1,28	2,38	0,349	
10U004	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	2.12.2010	12:30	0,358	0,258	<0,06	<0,04	1,898	1,87		0,305	0,124	0,568	0,0142	0,0555	<0,67	5,69	0,03	0,158	19,6	2,91	1,41	0,1062	49,4	<0,01	1,28	3,84	0,377	
10U005	Sílfra, Þingvöllum	20.12.2010	12:30	0,794	0,400	3,767	<0,04	0,596	4,64		1,390	0,013	0,489	0,0229	0,0329	0,91	0,643	<0,018	<0,085	46,3	<1,57	0,99	0,0849	16,8	<0,01	0,88	0,629	0,487	
10U006	Vellankatla, Þingvöllum	20.12.2010	13:40	0,862	0,514	3,547	<0,04	0,707	4,01		1,208	<0,007	0,251	0,0027	0,0371	<0,67	0,531	<0,018	0,107	21,5	<1,57	1,05	0,0946	5,2	<0,01	0,62	0,157	0,436	
11U001	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	14.4.2011	13:17	0,293	0,291	0,177	0,047	1,113	4,64		0,288	0,048	0,489	0,0038	0,0600	1,03	0,735	<0,018	<0,085	16,6	2,45	1,02	0,0960	10,4	<0,01	1,53	1,68	0,308	
11U002	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	7.7.2011	13:45	0,284	0,194	0,240	0,042	1,008	6,42		0,374	0,070	1,313	0,0093	0,0476	1,18	0,78	<0,018	<0,085	20,6	3,10	0,975	0,0840	5,9	<0,01	1,76	3,55	0,397	
11U003	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	6.10.2011	12:45	0,257	0,194	0,114	0,045	0,615	7,45		0,279	0,147	1,369	0,0127	0,0488	<0,67	1,06	<0,018	0,100	19,2	2,12	1,49	0,0840	5,1	<0,01	1,86	2,04	0,365	
11U004	Sílfra, Þingvöllum	10.10.2011	13:25	0,936	0,686	4,003	0,046	0,709	7,43		1,627	0,009	1,073	<0,0005	0,0247	1,41	0,609	<0,018	<0,034	52,7	<1,57	<0,85	0,0816	12,7	<0,01	1,27	0,827	0,510	
11U005	Vellankatla, Þingvöllum	10.10.2011	14:20	1,036	0,766	3,658	0,055	0,687	5,86		1,490	<0,007	0,529	<0,0005	0,0297	<0,67	0,572	<0,018	<0,085	23,5	<1,57	<0,85	0,0811	5,6	<0,01	0,99	0,313	0,455	
11U006	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	22.11.2011	13:00	0,303	0,226	0,156	0,054	0,737	8,98		0,296	0,104	0,684	0,0068	0,0566	<0,67	0,786	<0,018	0,112	17,8	2,31	1,55	0,0642	7,1	<0,01	1,64	3,47	0,349	
12U001	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	20.3.2012	12:40	0,329	0,258	0,134	0,072	1,153	2,05		0,279	0,056	0,707	0,0044	0,0531	<1,63	0,631	<0,018	0,114	17,8	2,01	1,55	<0,05	7,0	<0,01	1,46	3,09	0,328	
12U002	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	4.6.2012	15:30	0,265	0,258	0,245	0,068	0,976	2,46		0,329	0,068	0,662	0,0062	0,0612	<0,67	0,533	<0,018	<0,085	15,7	2,38	1,43	<0,05	5,8	<0,01	1,43	1,34	0,391	
12U003	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	21.8.2012	15:50	0,275	0,258	0,070	0,069	0,476	2,30		0,463	0,100	0,697	0,0072	0,0607	0,97	7,427	0,020	<0,085	17,4	1,83	1,72	0,0782	72,2	<0,01	1,34	4,05	0,365	
12U004	Vellankatla, Þingvöllum	19.10.2012	13:35	0,875	0,856	3,738	0,103	0,456	3,64		1,25	0,009	0,391	0,0012	0,0413	<0,67	0,451	<0,018	<0,085	20,4	<1,57	2,08	<0,05	5,2	<0,01	0,99	0,163	0,432	
12U005	Sílfra, Þingvöllum	19.10.2012	14:20	0,720	0,711	4,105	0,117	0,287	4,13		1,33	<0,007	0,519	0,0008	0,0362	0,76	0,423	<0,018	<0,085	47,1	<1,57	2,10	<0,05	<3,05	<0,01	1,02	0,386	0,485	
12U006	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	20.11.2012	17:50	0,244	0,194	0,059	<0,04	0,402	1,93		0,199	0,066	0,733	0,0108	0,0599	0,86	0,518	<0,018	0,224	14,9	<1,57	<0,85	0,0729	3,3	<0,01	1,50	1,34	0,302	
13U001	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	29.4.2013	15:45	0,246	0,216	<0,06	<0,04	0,379	1,69		0,289	0,072	0,616	0,0040	0,0589	1,01	0,690	<0,018	<0,085	17,7	3,07	<0,85	0,1409	<3,05	<0,01	1,56	2,78	0,355	
13U002	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	19.6.2013	16:00	0,162	0,139	0,095	<0,04	<0,2	1,52		0,262	0,088	0,641	0,0120	0,0575	0,98	0,433	<0,018	<0,085	17,3	2,50	0,874	0,0883	4,1	0,011	1,56	2,94	0,351	
13U003	Þingvallavatn, Steingrímsstöð	3.10.2013	13:3																										

Tafla 3a. Niðurstöður mælinga á styrk leystra efna og lífræns svífs í Vellankötlu, Silfru og útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð.

Sýna númer	Dagsetning	kl.	Rennsli m ³ /sek	Vatns- hiti °C	Loft- hiti °C	pH	T °C (pH/ leiðni)	Leiðni µS/sm	SiO ₂ µM	Na µM	K µM	Ca µM	Mg µM	Alk (a) meq/kg	DIC µM	S _{total} µM	SO ₄ µM	δ ³⁴ S ‰	Cl µM	F µM	Hleðslu- jafnvægi	% skekki	TDS mg/kg reiknað	DOC µM	POC µg/kg	PON µg/kg	C/N mól		
Silfra, Þingvöllum																													
07U003	19.10.2007	14:50		3,4	9,5	9,36	22,9	72,5	259	385	13,4	99	43,2	452	399	17,7	14,1	8,6	162	3,20	0,03	2,2	61,6	25,8					
08U002	31.5.2008	13:55		3,4	10,8	9,23	22,5	69,2	257	337	10,4	96	40,4	458	450	16,0	16,9	11,0	159	3,81	0,03	2,5	62,6	18,3					
08U006	17.11.2008	13:30		3,4	4,6	9,31	20,4	73	255	364	11,8	99	44,4	451	444	17,9	16,7	9,3	162	3,77	0,01	0,7	63,3	34,1					
09U004	28.10.2009	12:15		3,4	6,7	9,4	20,1	65,4	255	341	11,4	96	41,1	460	454	17,1	14,4		159	3,27	0,03	2,5	63,0	45,0					
10U005	20.12.2010	12:30		3,3	-3,4	9,4	19,3	66,8	254	352	11,6	99	44,8	461	409	0,0	15,0		163	2,88	0,01	0,5	61,8	9,2					
11U004	10.10.2011	13:25		3,4	5,0	9,38	22,4	75,3	254	357	12,0	91	40,5	442	386	18,3	16,3		162	3,20	0,01	0,9	60,1	74,9					
12U005	19.10.2012	14:20		3,5	6,0	9,31	20,5	68,8	254	369	12,9	101	42,8	455	410	17,7	16,4		158	3,16	0,02	1,6	61,9	33,3					
14U003	31.3.2014	13:29		3,4	8,5	9,32	21,6	82,5	247	377	11,4	94	42,4	172	128	16,6	11,7		132	2,21	0,33	33,5	42,7	32,9					
14H021	23.9.2014	10:50		3,2	6,9	9,37	21,1	54,7	244	384	11,4	93	40,2	477	430	16,3	16,6		152	3,56	0,00	0,3	61,4	<11					
15H017	4.9.2015	14:30		3,5	11,6	9,35	18,7	58,6	240	389	12,1	102	39,0	457	455	15,9	15,7		159	3,60	0,03	2,4	63,4						
Vellankatla, Þingvöllum																													
07U004	19.10.2007	17:05		2,8	10,2	9,3	23,3	51,7	272	267	11,1	70	38,2	319	273	14,4	11,6	9,1	126	2,52	0,02	1,9	48,3	28,3					
08U003	31.5.2008	14:50		2,8	2,8	9,12	21,3	51,8	257	241	10,9	69	36,3	319	305	14,1	14,5	10,3	126	3,16	0,01	1,4	49,1	<8					
08U007	17.11.2008	14:45		2,8	5,1	9,2	20,3	54,4	258	264	11,4	69	38,1	322	307	15,6	14,4	10,7	124	3,18	0,01	1,0	49,8	115,7					
09U005	28.10.2009	13:20		2,8	6,7	9,25	20	49,1	260	260	12,7	71	37,9	323	305	14,5	12,0		124	2,44	0,01	1,3	50,6	46,6					
10U006	20.12.2010	13:40		2,8	-3,8	9,34	18,9	51,6	253	256	10,9	69	38,1	328	283	0,0	12,1		128	2,09	0,00	0,3	49,0	17,5					
11U005	10.10.2011	14:20		2,8	3,4	9,35	21,1	55,6	250	261	11,7	66	36,7	330	281	18,4	13,6		128	2,51	0,02	2,0	49,0	68,3					
12U004	19.10.2012	13:35		2,8	5,7	9,18	20,6	53,4	249	267	12,5	73	39,3	330	295	14,6	13,5		124	2,58	0,02	2,0	49,9	49,1					
14U002	31.3.2014	12:34		2,9	11,5	9,22	21,9	56	255	279	11,3	69	39,3	203	165	14,7	0,0		98	1,60	0,20	25,2	40,7	312,3					
14H022	23.9.2014	11:30		2,7	6,9	9,4	20,8	41,4	245	279	11,1	67	36,1	358	309	13,5	13,4		122	2,88	0,01	1,3	49,3	10,9					
15H015	4.9.2015	11:45		2,9	10,2	9,21	19,3	52,5	239	283	11,1	75	36,0	341	331	14,5	12,6		127	2,84	0,02	1,9	51,5						
Þingvallavatn, Steingrímsstöð																													
07U001	9.7.2007	14:05		11,7	17	7,52	19,4	60,6	219	357	15,9	104	58,0	469	468	24,9	21,6	6,8	176	3,53	0,00	0,2	63,3	63,3	250	37,0	7,9		
07U002	8.10.2007	14:05		6,8	5,9	7,66	22,8	70,6	196	367	15,6	101	59,2	460	459	24,9	21,4	6,3	172	3,52	0,02	1,3	62,7	43,3	335	54,6	7,2		
07U005	5.12.2007	13:55		3,7	3,2	7,6	20	71,8	200	346	14,6	104	58,8	465	464	25,5	21,3	7,8	171	3,61	0,00	0,3	62,4	36,6	150	17,9	9,8		
08U001	28.4.2008	14:00		3,2	9,6	8,03	22	72	214	347	16,1	104	60,5	479	489	27,1	25,1	7,9	179	3,99	0,02	1,8	65,6	25,8	352	58,0	7,1		
08U004	31.5.2008	16:00		6,7	9,5	8,04	22,2	72,2	201	338	13,5	101	58,0	465	475	25,1	23,8	8,2	175	3,93	0,03	1,9	62,9	9,2	296	32,2	10,7		
08U005	10.9.2008	15:15		10	12,8	7,53	20,9	73,2	202	353	14,7	101	58,4	461	494	25,7	22,6	9,4	169	3,98	0,00	0,1	64,6	54,9	471	33,6	16,4		
08U008	2.12.2008	16:45		2,9	-3,9	7,54	20,3	77,5	194	366	16,9	104	61,3	478	511	27,3	23,3	7,8	171	3,95	0,01	0,5	65,6	35,8	2392	112,6	24,8		
09U001	21.4.2009	14:55		2,1	6,1	7,63	20,2	73	198	369	16,7	106	63,0	469	495	26,0	22,1	8,8	175	3,39	0,02	1,7	66,4	51,6	472	42,3	13,0		
09U002	8.7.2009	13:20		11,1	13,6	7,9	22,6	73,7	202	356	18,2	100	59,2	473	487	25,4	22,4		174	3,41	0,01	0,6	65,3	30,8	639	51,7	14,4		
09U003	8.10.2009	12:50		6,7	2,3	7,73	21,6	69,2	193	368	17,5	104	58,4	480	501	24,0	21,6		173	3,53	0,01	0,5	65,7	64,1	244	26,5	10,7		
09U006	26.11.2009	12:30		4,4	-2,2	7,45	21	69,4	190	362	17,4	106	60,9	477	518	26,0	21,6		172	3,46	0,01	0,6	66,9	38,3	244	23,6	12,0		
10U001	12.5.2010	13:00		3,3	8,3	7,88	22,1	71,1	189	368	15,8	105	58,0	495	493	26,6	22,4		176	3,11	0,08	5,5	65,2	67,0	335	31,1	12,6		
10U002	6.7.2010	13:05		9,8	15,6	7,88	21,1		202	365	15,5	105	57,6	480	478	28,4	23,1		176	3,12	0,01	0,6	64,9	44,1	180	19,2	10,9		
10U003	6.9.2010	13:15		8,7	10,7	7,72	21,2	72,4	194	370	15,7	106	57,2	475	474	27,2	22,5		174	3,19	0,00	0,1	64,4	<11	240	30,3	9,2		
10U004	2.12.2010	12:30				7,57	22,0	73,7	182	357	15,4	102	60,1	466	466	0,0	22,3		175	3,15	0,01	1,1	62,6	26,6	317	48,1	7,7		
11U001	14.4.2011	13:17		1,4	2,6	7,79	19,3	75,3	179	360	15,4	97	56,4	477	476	24,8	24,5		178	3,52	0,03	1,9	63,1	71,6	399	34,0	13,7		
11U002	7.7.2011	13:45		9,9	16,5	7,94	21,0	76,6	183	359	16,9	94	57,6	473	471	23,4	25,4		179	3,57	0,02	1,7	62,4	154,9	637	62,8	11,8		
11U003	6.10.2011	12:45		7,9	7,5	7,68	20,0	78,3	185	355	18,3	95	56,4	467	466	24,1	24,3		175	3,50	0,02	1,3	62,2	63,3	417	30,8	15,8		
11U006	22.11.2011	13:00		5,7	2,3	7,6	22,3	74,2	176	358	16,1	103	59,2	464	463	28,8	25,3		176	3,66	0,00	0,3	62,6	30,0	225	18,6	14,1		
12U001	20.3.2012	12:40		0,8	1,7	7,66	22,7		180	375	11,9	108	61,7	461	460	25,3	27,4		178	4,23	0,03	2,0	62,9	69,9	415	43,5	11,1		
12U002	4.6.2012	15:30		8,7	21,3	7,85	20,2	64,2	186	375	12,9	111	64,2	536	534	26,4	28,1		179	4,26	0,04	2,5	68,1	27,5	456	19,6	27,2		
12U003	21.8.2012	15:50		11,2	18,6	8	21,9	75,4	194	369	16,0	103	59,7	472	470	25,7	25,3		170	3,28	0,02	1,1	63,6	48,3	181	15,9	13,3		
12U006	20.11.2012	17:50		3,5	0,4	7,55	20,2																						



Mynd 4. Árstíðabundnar breytingar á basavirkni (Alk), pH og styrk leystra aðal- og næringarefna í inn- og útflæði Þingvallavatns. Söfnunarstaðirnir eru táknaðir með mismunandi lit. Einingar eru í millimól/l (mM) og míkromól/l (μM).



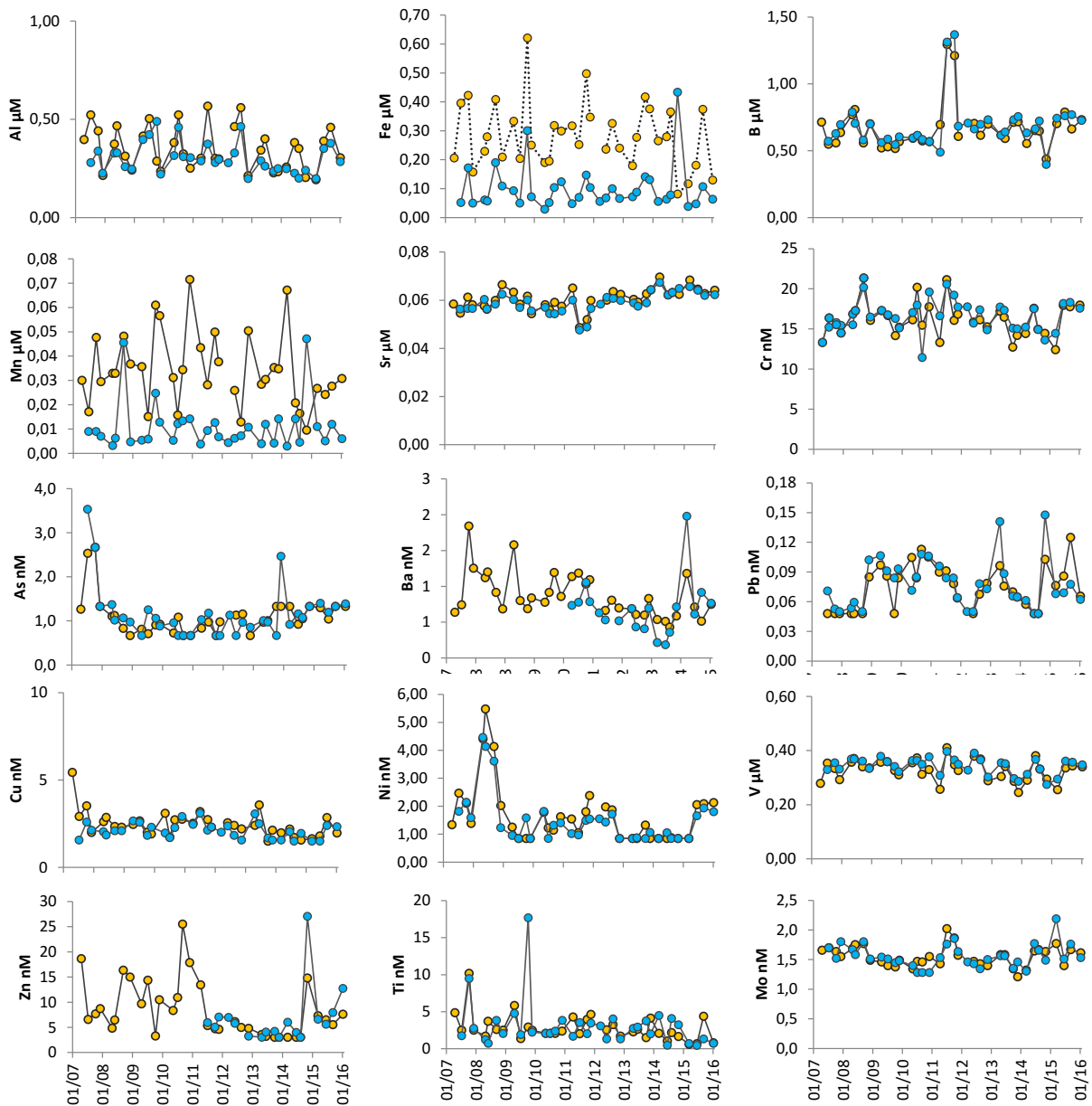
Mynd 5. Árstíðabundnar breytingar í styrk leystra snefilefna í inn- og útflæði Þingvallavatns. Söfnunarstaðirnir eru táknnaðir með mismunandi lit. Einingar eru í míkromól/l (μM) og nanómól/l (nM).

—●— Sog v. Þrastarlund —●— Steingrímsstöð

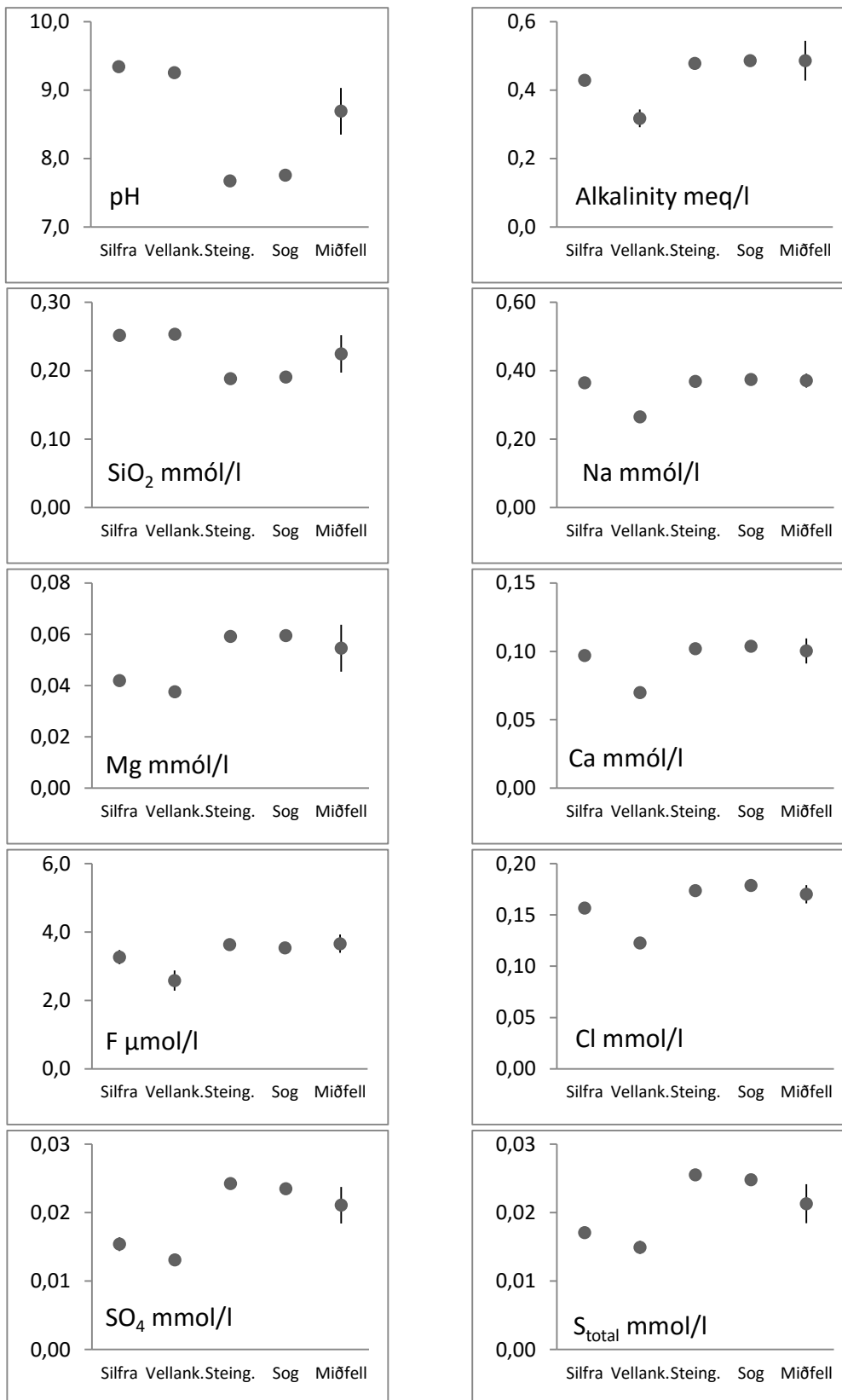


Mynd 6. Árstíðabundnar breytingar í styrk leystra aðalefna í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð og Sogi við Þrastarlund. Blár: Útfall úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð, Gulur: Sog við Þrastarlund. Einingar eru í millimól/l (mM) og míkromól/l (μM).

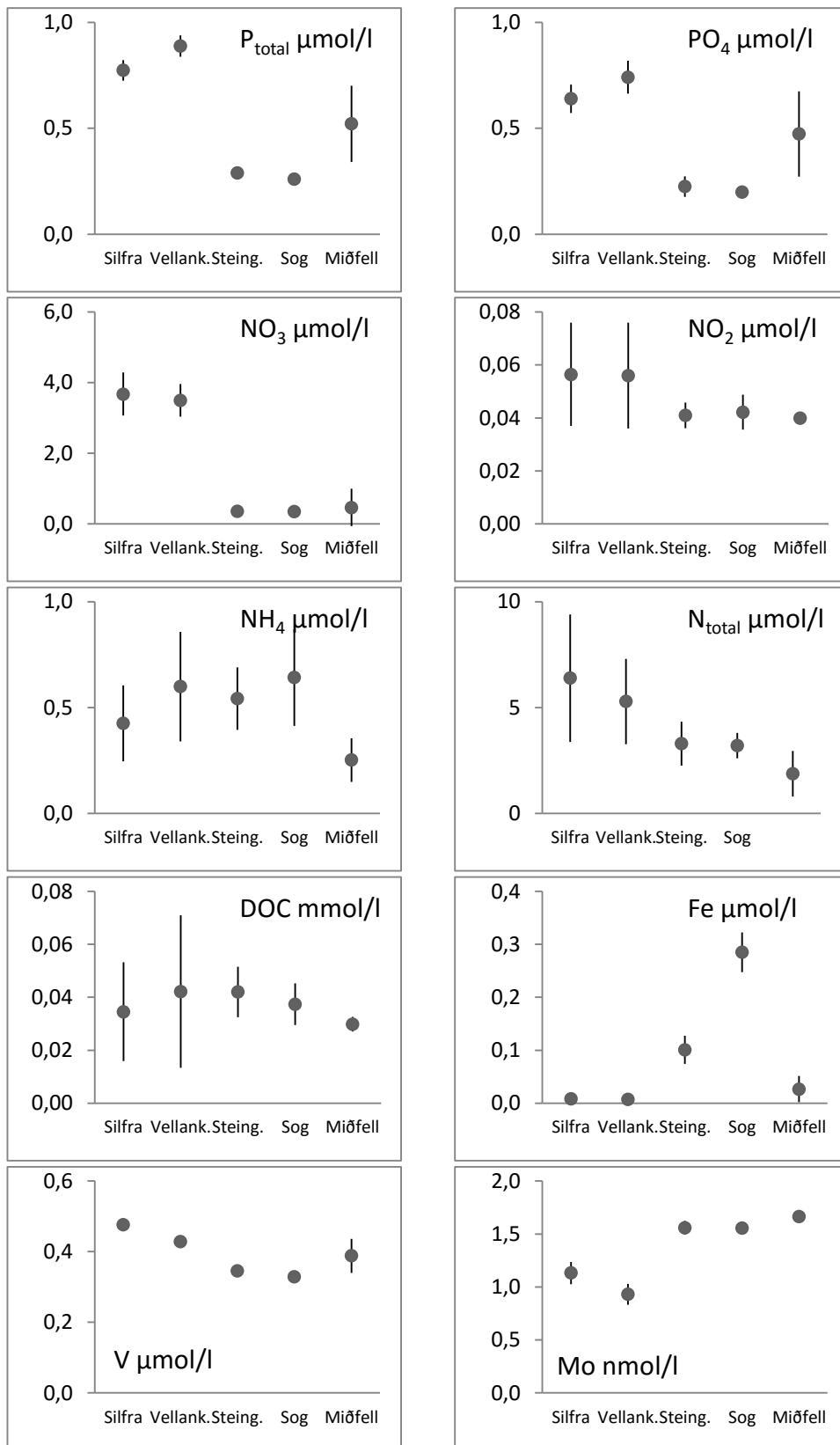
—●— Sog v. Prastarlund —●— Steingrímsstöð



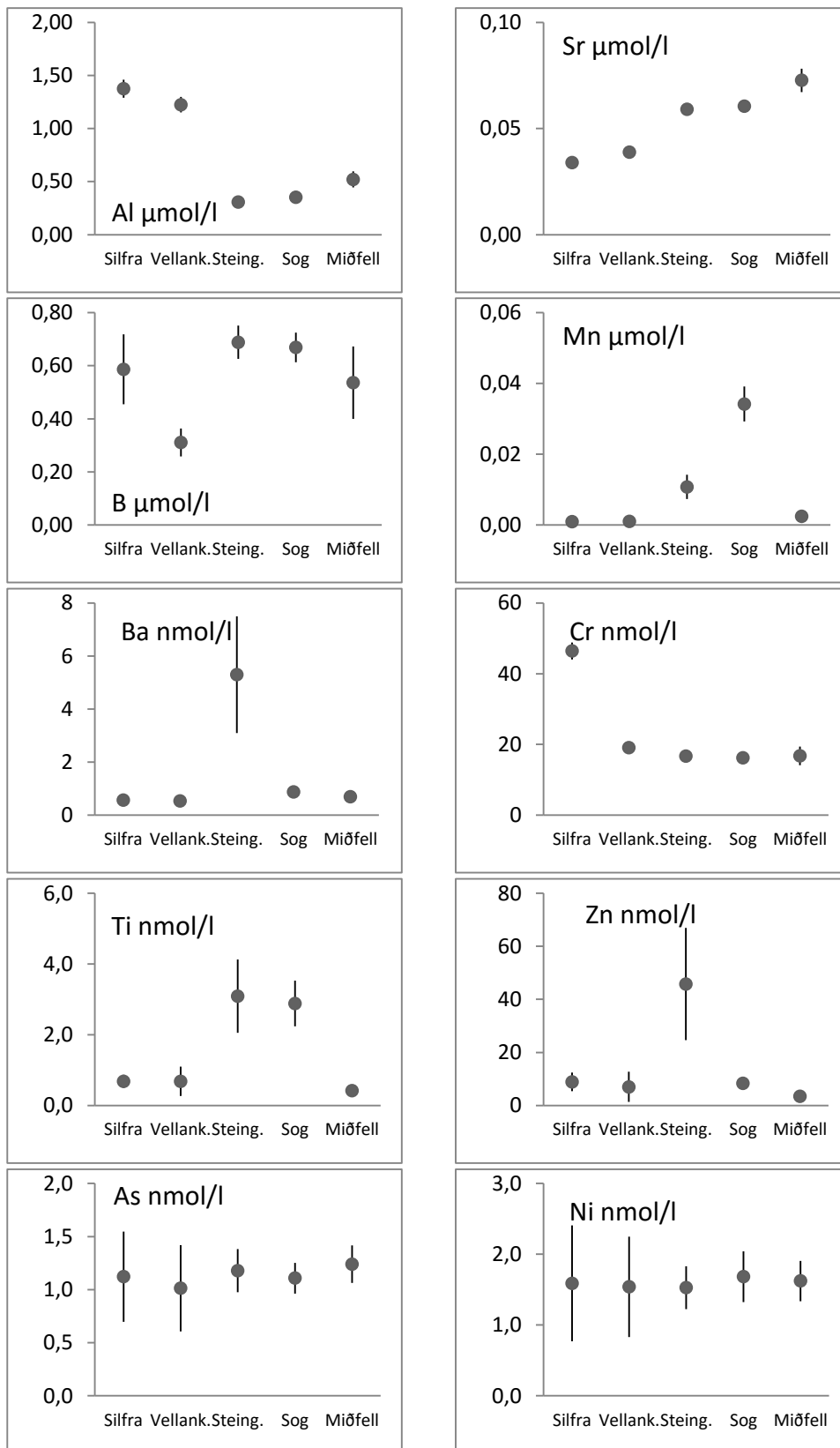
Mynd 7. Árstíðabundnar breytingar í styrk leystra snefilefna í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð og Sogi við Prastarlund. Blár: Útfall úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð, Gulur: Sog við Prastarlund. Einingar eru í míkromól/l (μM) og nanómól/l (nM).



Mynd 8. Meðalstyrkur leystra aðlefna (með 95% öryggismörkum) úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns. Gögn úr Sogi við Þrastarlund frá 2007 til 2015 eru til samanburðar. Aðeins eru þrjú sýni úr Miðfellsstraumi.

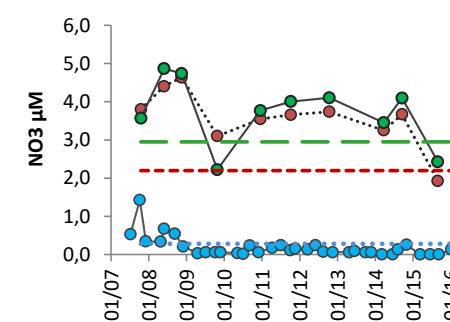
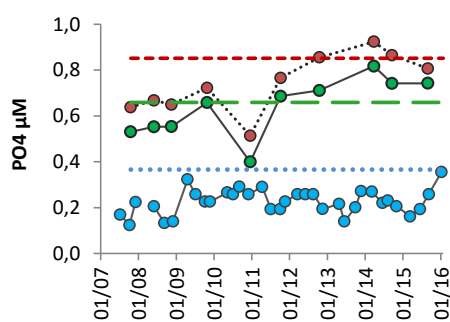
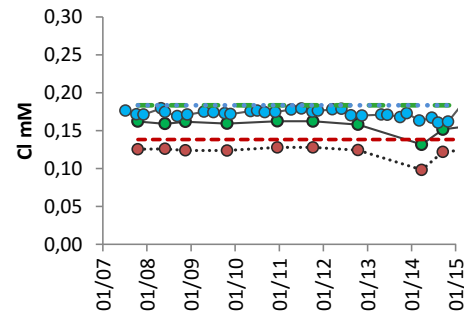
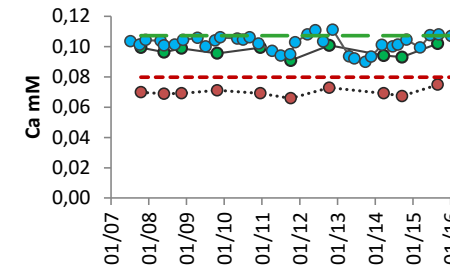
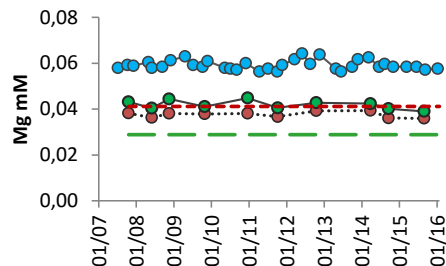
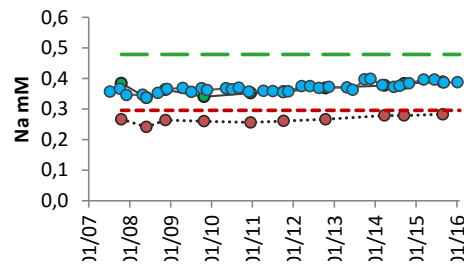
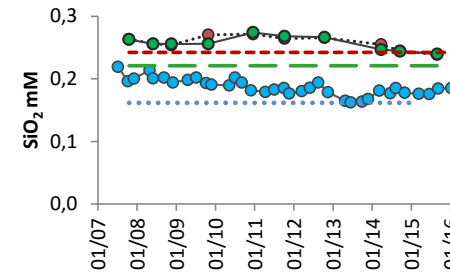
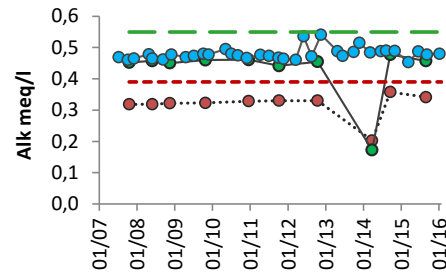
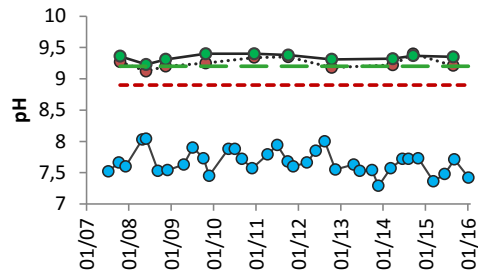


Mynd 9. Meðalstyrkur lífræns kolefnis og leystra næringarefna (með 95% öryggismörkum) úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns. Gögn úr Sogi við Þrastarlund frá 2007 til 2015 eru til samanburðar. Aðeins eru þrjú sýni úr Miðfellsstraumi.



Mynd 10. Meðalstyrkur leystra þungmálma og annarra snefilefna (með 95% öryggismörkum) úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns. Gögn úr Sogi við Þrastarlund frá 2007 til 2015 eru til samanburðar. Aðeins eru þrjú sýni úr Miðfellsstraumi.

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



Mynd 11. Samanburður á styrk leystra efna í sýnum frá 2007-2015 við gögn sem aflað var á árunum 1975 úr Þingvallavatni og lindum sem renna í vatnið (Jón Ólafsson, 1992).

Tafla 4. Næmi efnagreiningaraðferða og hlutfallsleg skekkja mælinga.

Efni	Greiningar staður	Aðferð Tæki	Einingar	Næmi	Skekkja %
Leiðni	JHÍ	Leiðnimælir	μS/cm		± 1.0
T°C	JHÍ	Hitamælir	°C		± 0,1
pH	JHÍ	pH mælir			± 0,05
SiO ₂	JHÍ	ICP-OES	μmól/l	1,66	2,00%
SiO ₂	ALS	ICP-OES	μmól/l	1	4%
Na		ICP-OES	μmól/l	0,435	3,30%
Na	ALS	ICP-OES	μmól/l	4,35	4%
K	JHÍ	Jónaskilja	μmól/l	1,28	3%
K	ALS	ICP-OES	μmól/l	10,2	4%
Ca	ALS	ICP-OES	μmól/l	2,5	4%
Mg	ALS	ICP-OES	μmól/l	3,7	4%
Alkalinity	JHÍ	Títurun	meq/l		3%
CO ₂	JHÍ	Jónaskilja	μmól/l		3%
SO ₄	JHÍ	Jónaskilja	μmól/l	10,4	10%
SO ₄	ALS	ICP-OES	μmól/l	1,67	15%
Cl	JHÍ	Jónaskilja	μmól/l	28,2	5%
F	JHÍ	Jónaskilja	μmól/l	1,05	1,05-1,58 ± 10%
					>1,58±3%
P	ALS	ICP-OES	μmól/l	0,032	3%
P-PO ₄	JHÍ	Autoanalyser	μmól/l	0,065	0,065-0,484 ±1 μmól/l
					>0,484 ±5%
P-PO ₄	ALS	Autoanalyser	μmól/l	0,032	
N-NO ₂	JHÍ	Autoanalyser	μmól/l	0,04	0,040-0,214 ±0,014 μmól/l
N-NO ₂	ALS	Autoanalyser	μmól/l	0,04	>0,214 ±5%
N-NO ₃	JHÍ	Autoanalyser	μmól/l	0,143	0,142-0,714±0,071 μmól/l
		Autoanalyser	μmól/l		>0,714 ±10%
N-NO ₃	ALS	Autoanalyser	μmól/l	0,04	
N-NH ₄	JHÍ	Autoanalyser	μmól/l	0,2	10%
P-total	ALS	Autoanalyser	μmól/l	0,001	
N-total	ALS	Autoanalyser	μmól/l	0,7	
Al	JHÍ		μmól/l	0,371	3,80%
B	ALS	ICP-SFMS	μmól/l	0,925	
B	ALS	ICP-SFMS	μmól/l	0,037	
Sr	JHÍ		μmól/l	0,023	15%
Sr	ALS	ICP-SFMS	μmól/l	0,023	4%
Ti	ALS	ICP-SFMS	μmól/l	0,002	4%
Fe	JHÍ		μmól/l	0,358	12%
Fe	ALS	ICP-SFMS	μmól/l	0,143	10%
Mn	JHÍ		μmól/l	0,109	26%
Mn	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,546	8%
Al	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	7,412	12%
As	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,667	9%
Cr	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,192	9%
Ba	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,073	6%
Fe	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	7,162	4%
Co	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,058	8%
Ni	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,852	8%
Cu	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	1,574	8%
Zn	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	3,059	12%
Mo	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,521	12%
Cd	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,018	9%
Hg	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,01	4%
Pb	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,048	8%
V	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,098	5%
Th	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,039	
U	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,002	12%
Sn	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,421	10%
Sb	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,082	15%