

Efnasamsetning Þingvallavatns 2007–2016

RH-04-2017

Eydís Salome Eiríksdóttir¹, Deirdre Clark²
og Sigurður Reynir Gíslason²

¹Hafrannsóknastofnun, Skúlagötu 4, 101 Reykjavík

²Jarðvísindastofnun Háskólans, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík.



Júní 2017

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	7
2. AÐFERÐIR	9
2.1 Sýnataka	9
2.2 Söfnun og meðhöndlun sýna.	11
2.3 Greiningar á leystum efnum og lífrænum svifaur.	12
3. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA	15
3.1 Styrkur leystra efna í Þingvallavatni	17
3.1.1 Aðalefni	17
3.1.2 Næringarefni	19
3.1.3 Snefilefni	20
3.1.4 Miðfellsstraumurinn	20
3.1.5 Samanburður á útfalli Þingvallavatns og Sogi við Þrastarlund	23
3.2 Meðaltal leystra efna í innflæði og útfæði Þingvallavatns	24
3.3 Samanburður við eldri gögn.	25
4. ÞAKKARORÐ	26
HEIMILDIR	27
TÖFLUR OG MYNDIR	29

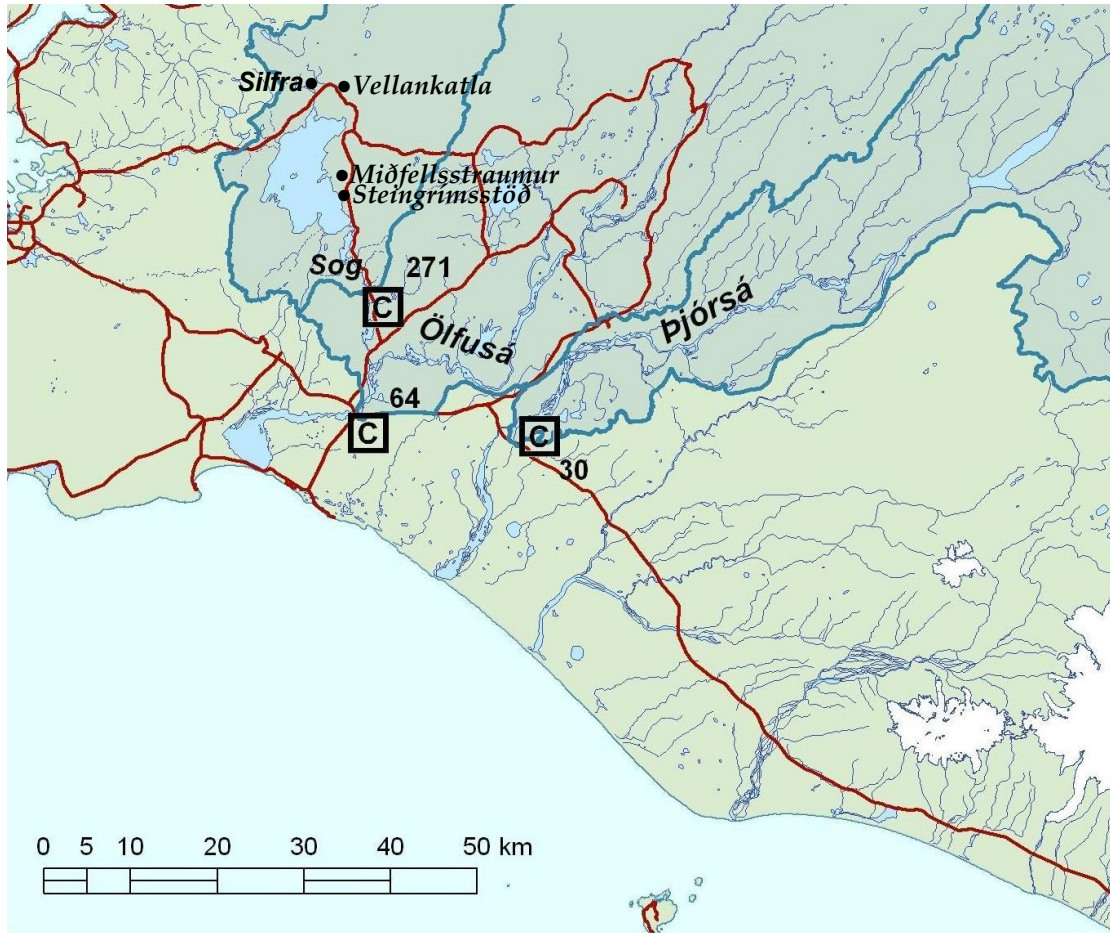
Töflur

Tafla 1. Meðalefnasamsetning linda og útrennsli Þingvallavatns 1998-2016	31
Tafla 2a Niðurstöður mælinga á sýnum úr innflæði og útrennsli Þingvallavatns.	32
Tafla 2b Niðurstöður mælinga á sýnum úr innflæði og útrennsli Þingvallavatns.	33
Tafla 3a Niðurstöður mælinga á sýnum úr Silfru, Vellankötlu og útfalli Þingvallavatns.	34
Tafla 3a frh. Niðurstöður mælinga á sýnum úr Silfru, Vellankötlu og útfalli Þingvallavatns.	35
Tafla 3b Niðurstöður mælinga á sýnum úr Silfru, Vellankötlu og útfalli Þingvallavatns.	36
Tafla 3b frh. Niðurstöður mælinga á sýnum úr Silfru, Vellankötlu og útfalli Þingvallavatns.	37
Tafla 4 Næmi efnagreiningaraðferða og hlutfallsleg skekkja í mælingum.	47

Myndir

Mynd 1. Staðsetningar sýnatökustaða á Suðurlandi og við Þingvallavatn.	5
Mynd 2. Við söfnun úr Silfru.	10
Mynd 3. Sýnasöfnun úr Vellankötlu.	10
Mynd 4. Kísilstyrkur í Sogi við Þrastarlund og í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð.	18
Mynd 5. Hlutföll fosfórs og niturs í inn- og útfæði Þingvallavatns.	19
Mynd 6. Myndir af botngróðri á Miðfellssvæðinu.	21
Mynd 7. Staðsetning sýnatökustaðar úr Miðfellsstraumi í Þingvallavatni.	21
Mynd 8. Hlutföll alkalinity, anjóna og nítrats í Silfru, Vellankötlu, Miðfellsstraumi og í útfalli Þingvallavatns.	22
Mynd 9. Árstíðabundnar breytingar á basavirkni, pH og styrk leystra aðal- og næringarefna í inn- og útfæði Þingvallavatns.	38
Mynd 10. Árstíðabundnar breytingar í styrk leystra snefilefna í inn- og útfæði Þingvallavatns.	39
Mynd 11. Árstíðabundnar breytingar í styrk leystra aðalefna í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð og Sogi við Þrastarlund.	40

Mynd 12. Árstíðabundnar breytingar í styrk leystra snefilefna í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð og Sogi við Þrastarlund.	41
Mynd 13. Meðalstyrkur leystra aðalefna (með 95% öryggismörkum) úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns.	42
Mynd 14. Meðalstyrkur lífræns kolefnis og leystra næringarefna (með 95% öryggismörkum) úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns.	43
Mynd 15. Meðalstyrkur leystra þungmálma og annarra snefilefna (með 95% öryggismörkum) úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns.	44
Mynd 16. Samanburður á styrk leystra efna.	45



Mynd 1. Staðsetningar sýnatökustaða á Suðurlandi og við Þingvallavatn. 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 $100 \text{ m}^3/\text{s}$ 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 $30 \text{ m}^3/\text{s}$, Hrafnagjárstraum, um $20 \text{ m}^3/\text{s}$ af heildarrennslinu og Miðfellsstraum, um $25 \text{ m}^3/\text{s}$ heildarrennslis. 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 39 sinnum úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð og ellefu sinnum úr lindunum Silfru og Vellankötlum á tímabilinu (Mynd 1). Þremur sýnum var safnað úr Miðfellsstraumi á árinu 2015 og einu í október 2016. Í þessari skýrslu er gert grein fyrir aðferðum og niðurstöðum mælinga á sýnum úr innrennsli og útfalli Þingvallavatns á árunum 2007 til 2016 (Tölur 1 -3).

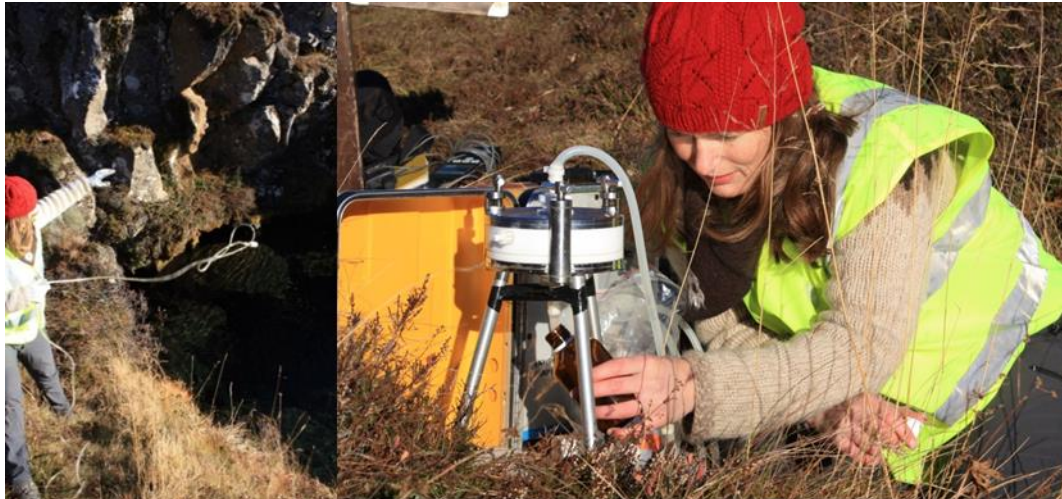
2. AÐFERÐIR

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 fötu af stíflu við Steingrímsstöð. Sýnum var hellt úr fötunni í brúsa þar sem þau voru á meðan keyrt var að Þrastarlundi þar sem þau voru meðhöndluð eins og lýst verður síðar. Á árunum 2007 til og með 2010 var safnað í 5 lítra Niskin safnara en því var hætt þar sem sýnin virtust menguð af baríum.

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. (*Mynd 2Mynd 3*)

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. 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 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 vel lokuðum plastbrúsa, 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 þveginn 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 Háskólans, ALS Scandinavia í Luleå í Svíþjóð, Nýsköpunarstofnun Íslands 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 Atomic Emission Spectroscopy, einnig kallað inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES), 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 og 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 ljósgleypnimælingu hjá ALS í sýnum frá 2015 og 2016 (töflur 3b og 5).

Heildarmagn leysts kolefnis (DOC) í sýnum frá 2007 til 2015 og lífræns aurburðar (POC og PON) frá 2007 til 2012 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° 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.

Samningar hafa tekist við Nýsköpunarstofnun um að mæla POC og PON í sýnum frá 2013 (2012) til loka árs 2016, og DOC í sýnum frá árinu 2016. Greiningum á DOC er lokið og eru niðustöður birtar í þessari skýrslu. Greiningar á POC og PON eru komnar af stað og verður vonandi lokið á næstu vikum. Gert verður grein fyrir þeim að ári.

Sýnum til mælinga á brennisteinssamsætum í straumvötnunum hefur verið safnað allt frá árinu 1998 í samstarfi við Peter Torssander prófessor við Stokkhólmsháskóla. Sýnin voru látin seytla í gegnum jónaskiptasúlu 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 (SO₄).

Hlé hefur verið á þessum mælingum frá árinu 2009 vegna veikinda Peter Torssander. Nú hafa samningar tekist við Stokkhólmsháskóla um framhald þessara samsætumælinga undir stjórn Carl-Magnus Morth prófessors við Stokkhólmsháskóla. Í þessari skýrslu bætast við mælingar til loka ársins 2011 og á næstu mánuðum gerir Magnus ráð fyrir að ljúka mælingum samsætnanna allt til loka ársins 2016 og verður gert grein fyrir þeim sýnum að ári.

3. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

Niðurstöður mælinga sem búið er að framkvæma eru sýndar í Töflum 1–3 og á Mynd 9 til Mynd 16. Í töflu 4 er næmi efnagreiningaraðferða og hlutfallsleg skekkja mælinga gefin. Meðaltal mælinga fyrir söfnunarstaðina er sýnt í Töflu 1 og niðurstöður mælinga á einstökum sýnum í tímaröð söfnunar í Töflu 2a og 2b. Niðurstöður einstakra linda og vatnsfalla eru gefnar í Töflum 3a og 3b. Ástíðabundnar breytingar í styrk leystra efna í lindum og útfalli eru bornar saman á Mynd 10 og Mynd 11, og árstíðabundnar breytingar í styrk leystra aðalefna í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð og Sogi við Þrastarlund eru bornar saman á Mynd 11Mynd 12.

Meðalstyrkur leystra efna í Silfru, Vellankötlu, Þingvallavatni við Steingrímsstöð úr núverandi rannsókn og úr Sogi við Þrastarlund (Sigurður R. Gíslason o.fl. 2017) er svo sýndur á Mynd 14 og Mynd 15 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 Þrastarlundi.

Styrkur leystra efna er gefinn í míkromólum í lítra vatns ($\mu\text{mól/l}$, μM) eða nanómólum í lítra vatns (nmól/l , nM). 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 leyst aðalefni gefin í millimólum í kílói 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 míkromólum. 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 1 (meðaltal), 2a og 3a). 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 basavirkinnar. 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 sem leysa úr læðingi 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 hennar

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: DIC = H₂CO₃ + HCO₃⁻ + CO₃²⁻) 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 heildarstyrk leysts kísils. Gert er ráð fyrir að virkni („activity“) og efnastyrkur („concentration“) sé eitt og hið sama.

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

K₁ er hitastigsháður kleyfnistuðull kolsýru (Plummer og Busenberg 1982), K₂ 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. Þá er DIC reiknað með reiknilíkönum eins og t.d. PHREEQC reiknilíkaninu (Eiríksdóttir ofl. 2013; Parkhurst og Apello 2005).

Heildarmagn leystra efna (TDS: „total dissolved solids“) er hér skilgreint sem 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 (CO₃²⁻) 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 (CaCO₃) og loks sem tróna (Na₂CO₃NaHCO₃). Áður en að útfellingu trónu kemur tapast yfirleitt töluvert af CO₂ úr vatninu til andrúmslofts (Eugster 1970, Jones o.fl. 1977 og Hardy og Eugster 1970).

Kísill (SiO₂) 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). 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).

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

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

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

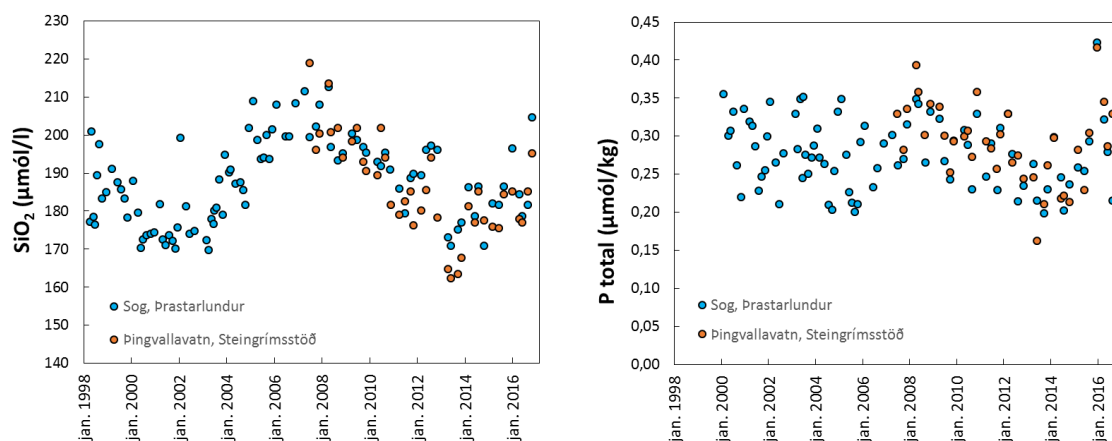
3.1.1 Aðalefni

Sýnum úr lindunum Silfru og Vellankötlu hefur yfirleitt verið safnað seinnipart árs en var safnað í vorleysingum 2014. Styrkur leystra efna er stöðugur í lindunum. Sýnið sem safnað var vorið 2014 sem skar sig úr (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2016) hefur verið endurmælt m.t.t. anjóna, katjóna og snefilefna og er svipað og önnur sýni úr lindunum. Klórstyrkur er þó lítillaga lægri í Vellankötlu í vorsýninu 2014. Það eina sem sker sig úr er alkalinity í þessum vorsýnum en því miður er ekki hægt að endurtaka þær mælingar. Það er þó hægt

að reikna alkalinity út frá pH og styrk leystra efna og það bendir til þess að títrun þessara sýna hafi misfarist. Hefur niðurstöðum títrunarinnar og afleiddum reikningum á DIC verið sleppt í reikningum á meðaltali og á Mynd 9 og Mynd 11.

Styrkur leystra aðalefna var yfirleitt lægri í Vellankötlu (TDS = 49 mg/l) en í Silfru (TDS = 61 mg/l), nema styrkur kísils (SiO_2) sem var eins á báðum stöðum. Einnig voru gildi pH og alkalinity lægri í Vellankötlu. Styrkur DOC, P, og PO_4 í vatnslausn er hæstur 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). Heildarstyrkur leystra efna í Miðfellsstraumnum er svipaður 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 7,3 til um 8,0 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 næringarefnin SiO_2 og P. Endurmælingar á kísli, eins og sagt er frá hér framar í kaflanum, sýna svo ekki verður um villst að styrkur SiO_2 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 2015 og hefur haldið áfram að hækka árið 2016. Þarna virðist vera um að ræða 10 ára styrksveflu sem kemur fram í styrk kísils og má einnig greina í styrk fosfórs (Mynd 4). Þessi efni eru mikilvæg lífríkinu og styrkur þeirra í vatninu lækkar eftir því sem frumframleiðni eykst og öfugt.



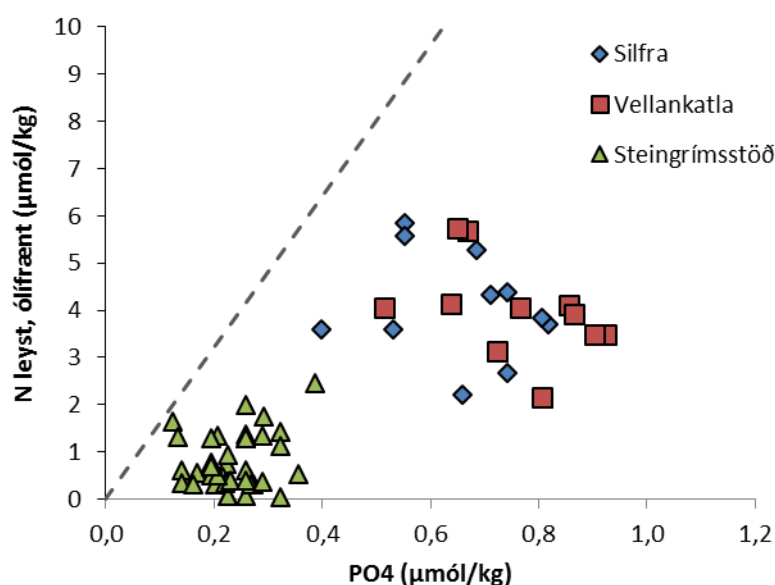
Mynd 4. Kísilstyrkur í Sogi við Prastarlund og í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð er sveiflукennður og hefur um 10 ára sveiflutíma. Svipaða sveiflu, en ógreinilegri, má sjá í heildarstyrk fosfórs á sömu söfnunarstöðum sem bendir til breytilegrar upptöku næringarefna úr vatninu.

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 jarðhitaættuð og kvikuættuð 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 5 Mynd 10. 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 útfleði Þingvallavatns (Mynd 5) sem þýðir að N getur verið 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 5. Hlutföll fosfórs og niturs í inn- og útfleði Þingvallavatns eru lægri en ljóstillífandi lífverur þurfa til viðhalds. Aukning á N myndi valda aukinni þörungavirkni í vatninu. Punktalínan í myndinn sýnir mólhlutföll N/P (16/1) í þörungum.

Þetta veldur því að nitur (aðallega NO_3) gengur til þurrðar í vatninu vegna næringarefnanáms þegar ljóstillífun er mikil, og eins og sést í fyrirbyggjandi 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, enda er mólhlutfall N/P = 16/1 í þörungum eins og sýnt er á myndinni. 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 ~0,1 til 0,4 $\mu\text{mol/kg}$ í útfallinu við Steingrímsstöð. Styrkur NO_3 í lindunum var frá 2,0 til 4,9 $\mu\text{mol/l}$. Niturstyrkurinn þyrfti að hækka fjórfalt til að falla á línuna á Mynd 5 og enn frekari aukning myndi valda því að

fosfór yrði takmarkandi fyrir frumframleiðendur í vatninu. Árlegur meðalstyrkur NO₃ (2008 – 2012) í úrkomu sem fellur á Mjóanesi er 8,64 µmol/l og meðalstyrkur NH₄ (2009 – 2012) var 22 µmol/kg. Bein ákoma köfnunarefnis á vatnið er um 18 tonn/ári þar af 5,6 tonn/ári af NO₃ og 12 tonn/ári af NH₄ (Eydís Salome Eiríksdóttir og Árni Sigurðsson, 2015). Miðað við meðalstyrk þessara efna í útfallinu og meðalrennsli um útfall Þingvallavatns um 100 m³/s er framburður við Steingrímsstöð af köfnunarefni eftirfarandi: NO₃ um 10,5 tonn/ári, NH₄ um 30 tonn/ári og NO₂ um 2 tonn/ári.

3.1.3 Snefilefni

Styrkur snefilefna breyttist óreglulega yfir árið við Steingrímsstöð (töflur 2b og 3b og Mynd 10). 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 27 sýnum af 39 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.

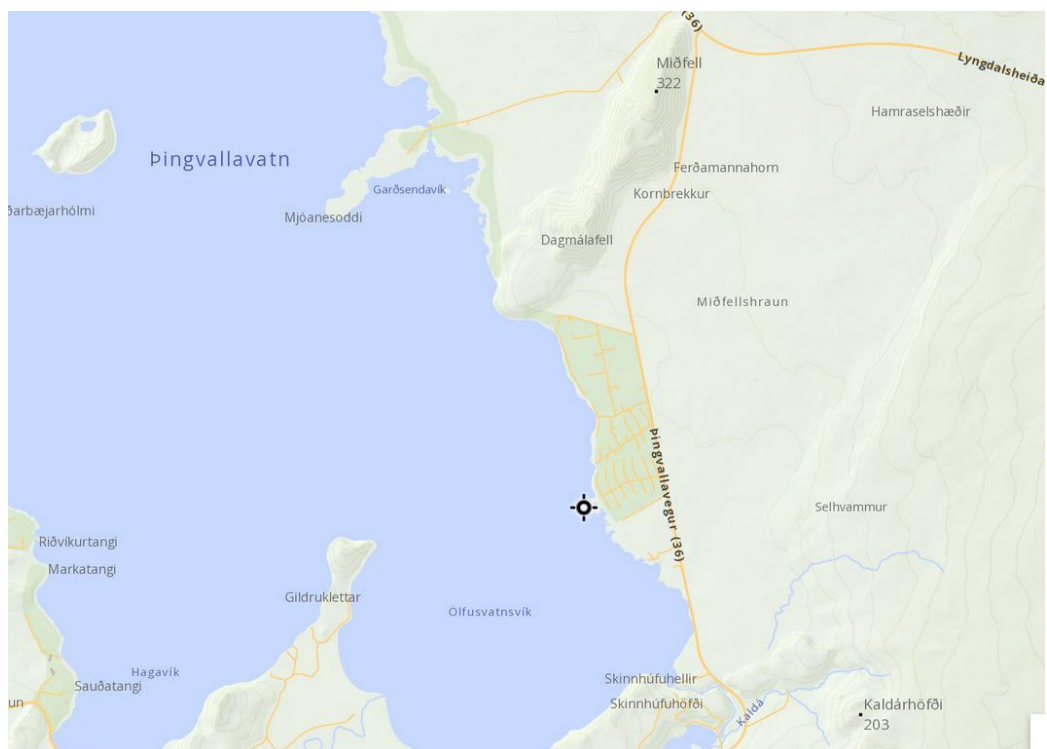
Hlutfall hreyfanlegu efnanna Cl og B getur hjálpað til við að rekja runa vatns (Stefán Arnórsson og Auður Andrésdóttir, 1995). Hlutfallið er svipað í Silfru og í útfallinu við Steingrímsstöð en lægra í Vellankötlu. Það kemur heim og saman við mat á rennsli skv. Hákonni Aðalsteinssyni en síður við mat Freysteins Sigurðssonar og Guttorms Sigurbjarnarsonar (2002).

3.1.4 Miðfellsstraumurinn

Tveimur sýnum var safnað úr Miðfellsstraumi, suðvestan og sunnan Miðfells 2. júní 2015 (sýni 15H007 64°10'183'' 21°04'04,0'' og sýni 15H008 64°09'53,9'' 21°03'21,8''), einu sýni 4. september 2015 (64°09'53,9'' 21°03'21,8''). Niðurstöður mælinga eru í töflum 1, 2 og 3. 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 (Mynd 6). 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 safnað sunnan Miðfells (Mynd 7 **Error! Reference source not found.**) og var safnað þar aftur 15. október 2016.



Mynd 6. Myndir af botngróðri á Miðfellssvæðinu. Efri t.v. botngróður vestan Miðfells þar sem sýni 14H007 var safnað. Efri t.h. lítill 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.

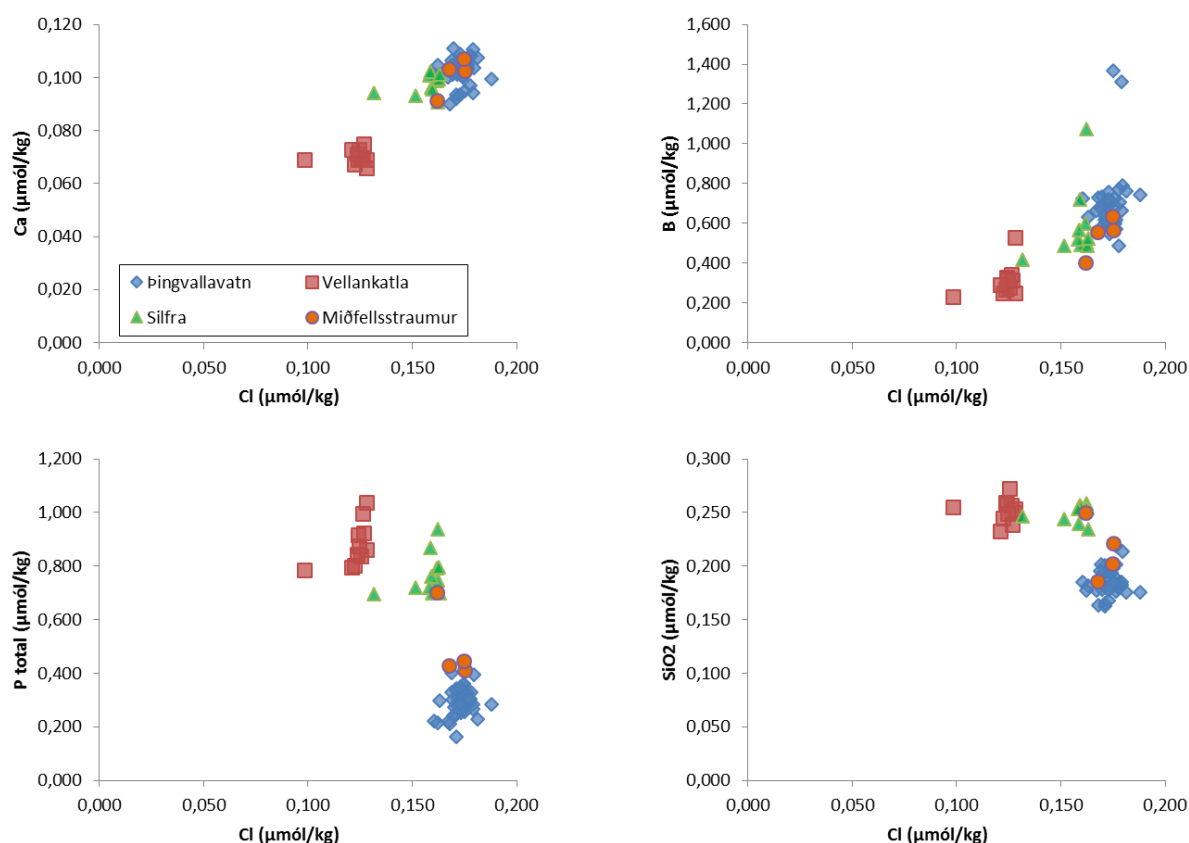


Mynd 7. Staðsetning sýnatökustaðar úr Miðfellsstraumi í Þingvallavatni (kort fengið af ja.is)

Niðurstöður úr mælingum sýnanna benda til þess að þau séu blanda af lindarvatni sem hefur svipaða aðalefnasamsetningu og Silfra og vatnsmegin Þingvallavatns í útfallinu (Mynd 8 til Mynd 10).

Sýni 15H008 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. Stórgrýtt var þar sem sýnið var tekið, sem skýldi söfnunarstaðnum á meðan söfnunarsvæði 15H007 var opið fyrir öldunni. Sýnatökustaðurinn þar sem 15H008 var safnað bar meiri grunnvatnseinkenni og því var ákveðið að nota þann söfnunarstað til frambúðar (Mynd 7). Sýnið sem aflað var 2016 var tekið á sama söfnunarstað og 15H008 (64°09'53,9" 21°03'21,8").

Nú þegar fjögur sýni hafa verið tekin af þeim stað sem Miðfellsstraumurinn er talinn vera þá er ekki hægt að gera greinarmun á sýnum sem safnað er þar og því vatni sem fellur úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð. Aðeins fyrsta sýnið 14H008 var ólíkt útfallinu og líktist helst vatni úr Silfru (Mynd 8).



Mynd 8. Hlutföll alkalinity, anjóna og nitrats 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.

Ekki eru ummerki um uppstreymi um botn við ströndina og því ekki gott að gera sér grein fyrir því hvar best er að komast í strauminn. Kunnugir hafa talað um að innstreymið sé á miklu dýpi utan við ströndina og að þar leggi Þingvallavatn ekki/síður á ísaárum. Blöndun úr vatnsbol Þingvallavatns við mögulegan Miðfellsstraum er mikil, sérstaklega þegar hreyfir vind. Líklega er ekki hægt að safna þessum straumi svo vel sé, án þess að hafa bát og kanna botn svæðisins frekar með tilliti til sprungna og strauma.

3.1.5 Samanburður á útfalli Þingvallavatns og Sogi við Þrastarlund

Á Mynd 11 og Mynd 12 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 Ljósafofsstöð) og tvö önnur stöðuvötn (Úlfljótuvatn 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.
- Ákveðin styrksveifla SiO_2 og ógreinilegri fyrir P-total sem virðist hafa um 10 ára sveiflutíma (sjá Mynd 4, bls. 14). Hugsanlega vegna breytinga vatnalífríkis á svæðinu.
- Heildarstyrkur brennisteins (opnir hringir á SO_4 grafinu) var hærri en styrkur SO_4 á fyrri hluta tímabilsins og lækkaði svo á sama tíma niður að styrk SO_4 .
- Styrkur NO_3 var hærri í Sogi en við Steingrímsstöð.
- Álstyrkur er hærri á sumrin í Sogi en við Steingrímsstöð vegna herra 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. Sökum þessa var ákveðið að gefa ekki upp styrk Ba og Zn úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð á Mynd 10Mynd 15.
- 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 Vellanköttlu og úr Miðfellsstraumi er að finna í Töflu 1 og á Mynd 13 til Mynd 15. Á myndunum eru einnig sambærileg gögn úr Sogi við Þrastarlund (Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2017).

Alkalinity og meðalstyrkur Na, Ca, F, Cl og B í útfalli Þingvallavatns er svipaður eða lítillega hærri en í Silfru og hærri en í Vellanköttlu. Hlutfall hreyfanlegu efnanna Cl og B (Stefán Arnórsson og Auður Andrésdóttir, 1995) í Silfru og í útfalli Þingvallavatns er svipað sem gefur vísbendingar um að þau séu af sama uppruna. Þetta gefur til kynna að megnið af vatninu í Þingvallavatni sé komið úr Silfru eða lindarvatni með svipaða efnasamsetningu og Silfra.

Meðalgildi pH í lindunum Silfru og Vellanköttlu er 9,34 og 9,25 sem er dæmigert fyrir lindavatn á basaltsvæðum sem er einangrað frá andrúmsloftinu. Meðalgildi pH í útfalli Þingvallavatns er 7,65 sem er lítillega lægra en í Soginu (Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2017; Mynd 11). 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, og e.t.v. grunnvatnsstraumi frá Nesjavallavirkjun 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 10% 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 13). 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. Styrkur NH₄ var að meðaltali minnstur í Silfru (0,48 µM), þá í Vellanköttlu (0,61 µM) og mestur í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð (0,65 µM). NH₄ styrkurinn í útfallinu var þó mun minni en styrkur NO₃ í Silfru (3,7 µM) og Vellanköttlu (3,5µM).

Mynd 15 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 47 nmól/l í Silfru og 19 nmól/l í Vellanköttlu. Krómstyrkur er líka hlutfallslega hár í Hvítá við Kljáfoss

(meðaltal 23 nmol/l, Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2012) í Borgafirði. Vatnasvið Hvítár í Borgafirði nær 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 Vellankötlu 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 15) 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 um þriðjung tilfella. Arsen í sýnum úr Vellankötlu voru í öllum tilfellum nema tveimur undir greiningarmörkum og tvö sýni af ellefu úr Silfru voru undir greiningarmörkum. Við gerð á Mynd 15 voru notuð gögn frá árunum frá 2008 til 2016 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 15).

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 16 hafa meðaltalsgögn úr rannsókninni frá árinu 1975 verið sett inn á tímaraðir úr núverandi rannsókn, þar sem sambærileg gögn voru til staðar. Þar má sjá að styrkur SiO_2 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 nú hækkandi. Styrkur PO_4 hefur mælst lægri en hann gerði í yfirborðssýnum frá Stöð 1 árið 1975 (Jón Ólafsson, 1992) en mælist 2016 svipaður í útfallinu og á Stöð 1 árið 1975. Styrkur NO_3 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 PO_4 í sýnum úr núverandi rannsókn (nema alkalinity og Cl í sýninu frá mars 2014) voru sambærileg við niðurstöður mælinga í Flosagjá 1975. Alkalinity og styrkur Na er lægri í núverandi rannsókn en styrkur SiO_2 , Mg og NO_3 er hærrí.

Samanburður á sýnum frá núverandi rannsóknartímabili við sýni sem safnað var úr Vellankötlu 1975 – 1981 er einnig sýndur á Mynd 16. 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 3). Gögnin úr Vellankötlu 1975–1981 falla alltaf á milli gagna úr Vellankötlu 2007 til 2016 og gagna úr útfallinu við Steingrímsstöð frá sama tíma (nema alkalinity og Cl í sýninu frá mars 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 Vellankötlu og vatni úr Þingvallavatni. Leikur að tölum gefur til kynna að 25% blöndun Þingvallavatns (útfallsvatns við Steingrímsstöð) við 75% Vellankötlu 2007 – 2012 gæti skýrt styrk SiO_2 , Na, K, Ca, Mg, Cl og alkalinity sem var í sýnum frá 1975 – 1982 þannig að ekki muni meiru en 9% 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. 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, S.R. Gislason, E.H. Oelkers (2013). Does temperature or runoff control the feedback between chemical denudation and climate? Insights from NE Iceland. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 107, 65-81.
- 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 og Sigurður Reynir Gíslason (2016). Efnasamsetning Þingvallavats 2007 – 2014. Raunvísindastofnun Háskólans, Reykjavík, RH-04-2016
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Svava Björk Þorláksdóttir, Jórunn Harðardóttir og Sigurður Reynir Gíslason (2016). Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XIX. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar. Raunvísindastofnun Háskólans, Reykjavík, RH-03-2016
- 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 Þingvallavats. 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.
- Parkhurst, D. L. and Apello, A. 2005. PHREEQC (Version 2) – A Computer Program for Speciation, Batch-Reaction, One-Dimensional Transport, and Inverse Geochemical Calculations.

- 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.
- Sigurður Reynir Gíslason, Deirdre Clark, Svava Björk Þorláksdóttir, Jórunn Harðardóttir og Eydís Salome Eiríksdóttir (2017). Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XX. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar, Reykjavík, RH-03-2017, 67 bls.
- Stefán Arnórsson og Hörður Svavarsson, 1982. The chemistry of geothermal waters in Iceland. I. Calculation of aqueous speciation from 0°C to 370°C. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol. 46, pp. 1513 - 1532.
- Stefán Arnórsson og Auður Andrésdóttir 1995. Processes controlling the distribution of boron and chlorine in natural waters in Iceland. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 59, 4125 – 4146.
- 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 útrennsli Þingvallavatns.

Staðsetning	Tímabil	n	Vatns- hiti °C	Lof- hiti °C	pH	T °C	Leiðni (pH/ 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 - 2016	11	3,40	6,83	9,34	21,0	69,2	250	368	11,7	97,4	41,6	458	430	15,5	15,3	10,27	159	3,23	
Vellankatla, Þingvöllum	2007 - 2016	11	2,82	6,20	9,25	20,7	52,1	247	267	11,4	70,1	37,3	330	301	13,5	12,8	10,4	125	2,55	
Þingvallavatn, Miðfellsstraumur	2015-2016	4	6,83	7,20	8,45	20,0	64,8	215	374	15,3	101,1	54,7	481	480	21,8	20,9		170	3,59	
Þingvallavatn, Steingrímsstöð	2007 - 2016	39	6,12	6,98	7,65	21,2	68,8	188	372	15,6	103	58,8	480	493	24,7	23,9	8,26	173	3,59	
Staðsetning	Tímabil	n	Hleðslu- jafnvægi	% skekkja	TDS mg/kg reiknað	DOC mmól/l	POC μg/kg	PON μg/kg	C/N mól	P-total μmól/l	DIP PO ₄ -P μmól/l	DOP P _{tot} - DIP μmól/l	DIP/DOP mól	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	11	0,05	4,46	61,0	0,032				0,767	0,655	0,112	6,84	6,06	3,66	0,057	0,477	4,20	1,86	2,26
Vellankatla, Þingvöllum	2007 - 2015	11	0,03	3,84	48,7	0,066				0,880	0,781	0,099	8,88	5,02	3,50	0,056	0,612	4,16	0,86	4,85
Þingvallavatn, Miðfellsstraumur	2015	4	0,03	1,90	64,7	0,030				0,498	0,436	0,062	8,01	2,55	0,44	0,046	0,314	0,797	1,75	0,455
Þingvallavatn, Steingrímsstöð	2007 - 2015	39	0,02	1,16	56,0	0,038	292,352	25,6	8,5	0,293	0,237	0,056	5,23	3,28	0,24	0,049	0,654	0,942	2,33	0,403
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	1,38	<0,009	0,581	<0,001	0,034	<1,19	1,07	<0,018	<0,082	46,7	<1,86	<1,55	<0,076	<8,55	<0,010	1,15	<0,832	0,477
Vellankatla, Þingvöllum	2007 - 2015	10	1,22	<0,007	0,309	<0,001	0,039	<0,990	0,528	<0,036	<0,130	19,1	<1,70	<1,48	<0,080	<6,68	<0,010	0,937	0,649	0,428
Þingvallavatn, Miðfellsstraumur	2015	3	0,49	<0,040	0,541	<0,004	0,069	<1,29	0,742	<0,023	<0,505	16,8	2,69	1,71	0,064	<6,0	<0,010	1,683	0,835	0,377
Þingvallavatn, Steingrímsstöð	2007 - 2015	35	0,310	0,095	0,690	0,012	0,059	<1,20	0,73	<0,022	0,120	16,7	<2,14	<1,55	<0,079	<7,61	<0,010	1,56	<2,96	0,345

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) µeq/kg	DIC µM	S _{total} µM	SO ₄ µM	δ ³⁴ S ‰	Cl µM	F µM	Hleðslu- jafnvægi	% skekkja	TDS mg/kg	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	10,0	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	12,4	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	14,2		155	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	45				
16H021	15.10.2016	14:45		3,5	8,9	9,29	21,6	74,9	234	397	10,5	101	38,6	467	464	16,5	14,9		163	2,87	0,02	1,8	63,8	26,0				
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	9,7	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	11,9	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	11,3		121	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	12,0		123	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	51				
16H020	15.10.2016	14:10		2,9	9,5	9,18	20,5	55,4	233	281	11,0	73	34,9	331	320	13,9	11,3		121	2,29	0,03	3,2	49,5	28,8				
Miðfellsstraumur, Þingvallavatn																												
15H007	2.6.2015	12:20		6,7	6,4	8,41	19,6	65,3	221	383	15,3	103	62,1	544	539	22,5	22,0		175	3,81	0,04	2,6	69,0	31,2				
15H008	2.6.2015	12:40		3,9	6,4	9,01	19,6	54,7	250	351	15,1	91	46,1	449	427	18,4	18,4		161	3,39	0,01	0,7	61,7	28,4				
15H016	4.9.2015	13:00		9,0		8,65	19,3	63,9	203	380	16,0	107	55,5	464	467	23,0	22,8		174	3,78	0,03	2,3	63,4	44,6				
16H019	15.10.2016	12:45		7,7	8,8	7,71	21,4	75,3	186	384	14,8	103	55,1	465	486	23,4	20,4		168	3,37	0,04	2,8	63,4	17,7				

Tafla 3a frh. Niðurstöður mælinga á styrk leystra efna og lífræns svifs í Vellankötlun, Silfru og útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð.

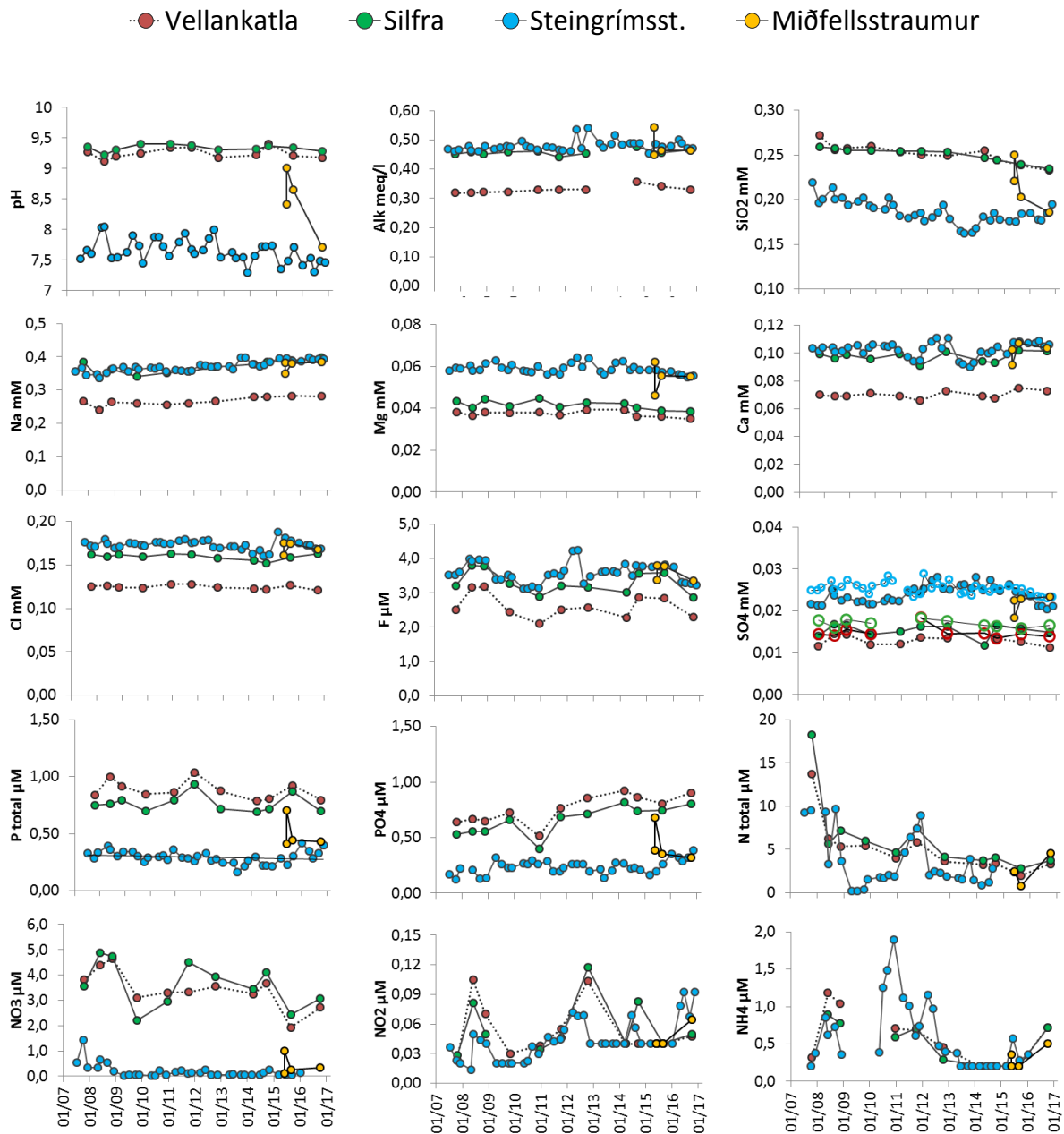
Sýna númer	Dagsetning	kl.	Rennsli m ³ /sek	Vatns- hiti °C	Loft- hiti °C	pH	T °C	Leiðni (pH/ µS/sm)	SiO ₂ µM	Na µM	K µM	Ca µM	Mg µM	Alk (a) µeq/kg	DIC µM	S _{total} µM	SO ₄ µM	δ ³⁴ S ‰	Cl µM	F µM	Hleðslu- jafnvægi	% skekkja	TDS mg/kg	DOC µM	POC µg/kg	PON µg/kg	C/N mól											
															leiðni)												reiknað											
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	7,8	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	7,4	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	7,9	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	9,5	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	9,1	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	9,3	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	9,8	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	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	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	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	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	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	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														
14H012	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	14.8.2014	18:20		11,6		7,72	20,6	60,4	185	376	15,4	101	59,7	490	489	25,3	25,6		161	3,80	0,01	0,5	63,3	24,1														
14H028	6.11.2014	17:40		5,5	6,4	7,73	21,7	56,1	178	385	16,1	105	58,4	489	488	25,1	24,9		162	3,79	0,02	1,5	63,2	13,3														
15H001	17.3.2015	10:50		0,3	-1,2	7,36	20,6	51,5	176	396	15,4	99	58,4	453	500	26,0	26,3		188	3,76	0,03	2,1	36,3	25														
15H009	22.6.2015	10:00		12,1	5,9	7,48	21,4	57,3	176	396	16,0	108	58,4	487	525	25,4	24,6		181	3,77	0,02	1,5	64,1	30														
15H023	14.9.2015	17:40		9,0		7,71	20,3	56,7	184	387	16,2	108	57,2	477	500	25,2	23,8		178	3,82	0,03	1,9	63,7	42														
16H001	14.1.2016	10:10		0,8	-7,8	7,42	19,8	63	185	388	16,2	107	57,6	479	524	24,5	23,5		175	3,76	0,03	1,9	63,7	16														
16H009	3.5.2016	13:20		3,1	6,3	7,53	21,4	55,3	178	397	14,6	107	56,4	501	536	23,5	21,2		173	3,32	0,02	1,3	66,6	7,3														
16H013	20.6.2016	13:00		5,0	14,0	7,31	21,9	55,7	177	391	14,9	109	56,0	490	546	23,3	21,1		173	3,28	0,03	1,9	67,0	10,5														
16H017	8.9.2016	12:30		10,3	8,9	7,49	21,6	74	185	393	14,9	105	54,7	472	508	22,9	20,4		169	3,27	0,04	2,9	65,0	17,5														
16H024	21.11.2016	14:00		5,0	-3,5	7,46	21,9	74,5	195	392	15,1	106	55,5	471	509	23,4	21,2		169	3,23	0,05	3,2	65,7	23,0														

Tafla 3b. Niðurstöður mælinga á styrk næringarefna og snefilefna í Vellankötlum, Silfru og útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð.

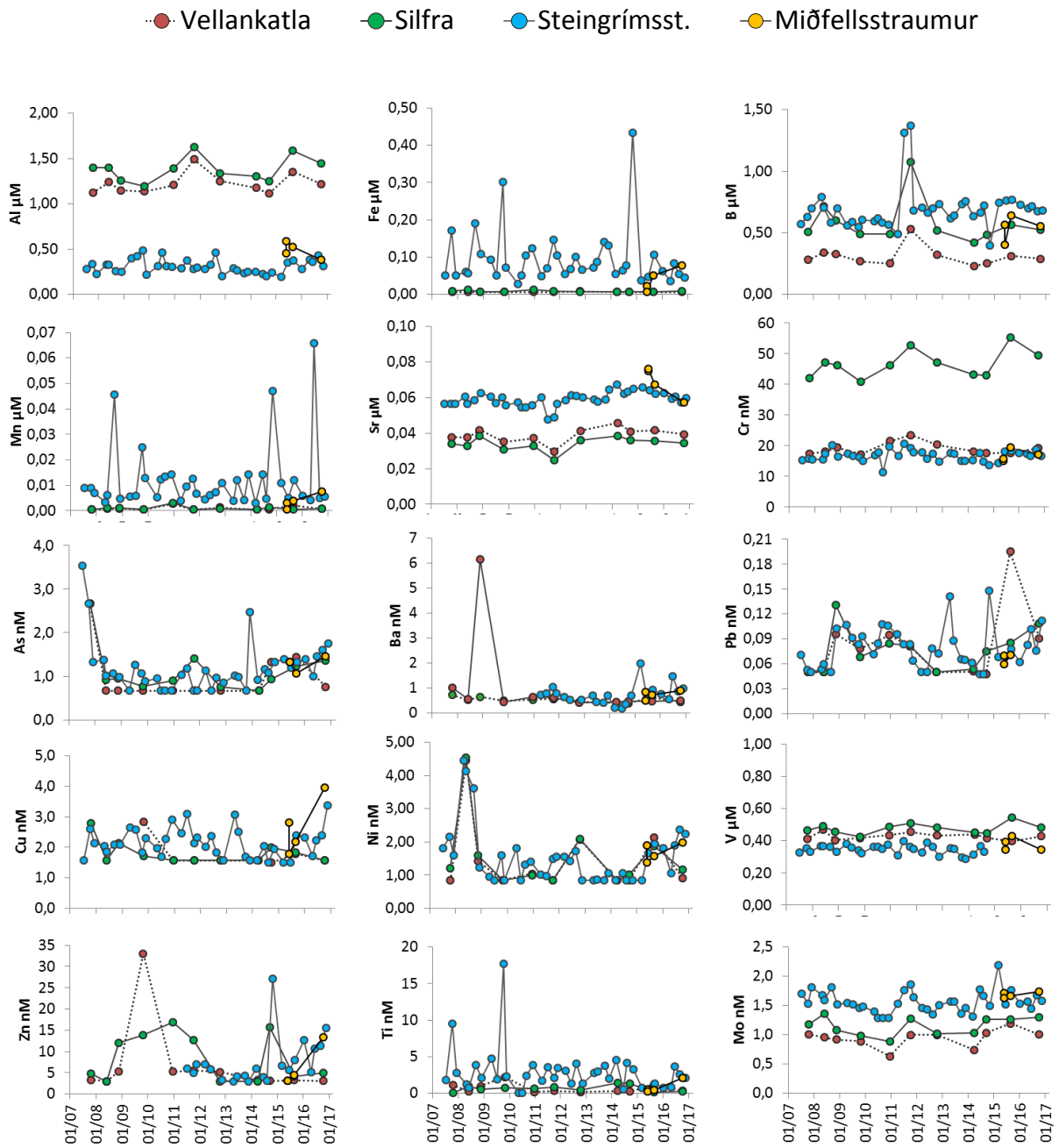
Sýna númer	Dagsetning	kl.	P-total µM	PO ₄ -P µM	NO ₃ -N µM	NO ₂ -N µM	NH ₄ -N µM	N-total µM	Al µM	Fe µM	B µM	Mn µM	Sr µM	As nM	Ba nM	Cd nM	Co nM	Cr nM	Cu nM	Ni nM	Pb nM	Zn nM	Hg nM	Mo nM	Ti nM	V µM	
Silfra, Þingvöllum																											
07U003	19.10.2007	14:50	0,749	0,530	3,57	<0,04	<0,2	18,3	1,40	0,009	0,505	<0,0005	0,0339	<2,67	1,01	<0,018	<0,085	42,1	2,80	1,20	<0,05	4,74	<0,01	1,18	<2,1	0,463	
08U002	31.5.2008	13:55	0,762	0,553	4,86	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	
08U006	17.11.2008	13:30	0,791	0,553	4,74	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	
09U004	28.10.2009	12:15	0,697	0,658	2,22	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	
10U005	20.12.2010	12:30	0,794	0,400	3,77	<0,04	0,596	4,64	1,39	0,013	0,489	0,0029	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	
11U004	10.10.2011	13:25	0,936	0,686	4,00	0,046	0,709	7,43	1,63	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	
12U005	19.10.2012	14:20	0,720	0,711	4,10	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	
14U003	31.3.2014	13:29	0,694	0,818	3,45	<0,04	<0,2	3,70	1,30	<0,007	0,419	<0,0005	0,0385	<0,67	0,438	0,021	<0,085	43,3	<1,57	<0,85	0,0541	<3,05	<0,01	1,03	1,38	0,452	
14H021	23.9.2014	10:50	0,720	0,742	4,10	0,083	<0,2	4,06	1,25	<0,007	0,487	0,0012	0,0358	0,94	0,486	<0,018	<0,097	42,9	2,00	1,02	0,0748	15,8	0,012	1,26	1,34	0,448	
15H017	4.9.2015	14:30	0,868	0,743	2,427	<0,04	<0,2	2,78	1,59	<0,007	0,564	<0,0006	0,0355	1,22	0,472	<0,018	<0,097	55,4	1,84	1,87	0,0854	4,1	<0,01	1,26	0,10	0,544	
16H021	15.10.2016	14:45	0,701	0,807	3,070	0,050	0,714	3,71	1,45	0,009	0,525	0,0008	0,0344	1,36	0,490	<0,018	<0,085	49,6	<1,57	1,18	0,1086	5,0	<0,01	1,29	0,25	0,485	
Vellankatla, Þingvöllum																											
07U004	19.10.2007	17:05	0,836	0,638	3,80	<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	3,36	<0,01	1,00	1,08		
08U003	31.5.2008	14:50	0,998	0,668	4,40	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	0,953	0,251	0,469	
08U007	17.11.2008	14:45	0,917	0,650	4,64	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	5,35	<0,01	0,911	0,961	0,404	
09U005	28.10.2009	13:20	0,846	0,723	3,10	<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	0,885	2,19	0,418	
10U006	20.12.2010	13:40	0,862	0,514	3,55	<0,04	0,707	4,01	1,21	<0,007	0,251	0,0027	0,0371	<0,67	0,531	<0,018	0,107	21,5	<1,57	1,05	0,0946	5,25	<0,01	0,623	0,157	0,436	
11U005	10.10.2011	14:20	1,04	0,766	3,66	0,055	0,687	5,86	1,49	<0,007	0,529	<0,0005	0,0297	<0,67	0,572	<0,018	<0,085	23,5	<1,57	<0,85	0,0811	5,57	<0,01	0,990	0,313	0,455	
12U004	19.10.2012	13:35	0,875	0,856	3,74	0,103	0,456	3,64	1,25	0,009	0,321	0,0012	0,0413	<0,67	0,451	<0,018	<0,085	20,4	<1,57	2,08	<0,05	5,17	<0,01	0,990	0,163	0,432	
14U002	31.3.2014	12:34	0,785	0,924	3,25	<0,04	<0,2	3,27	1,17	<0,007	0,230	<0,0005	0,0457	<0,67	0,411	<0,018	0,111	18,1	<1,57	<0,85	0,0507	3,26	<0,01	0,734	0,301	0,440	
14H022	23.9.2014	11:30	0,804	0,865	3,67	0,040	<0,2	3,37	1,11	<0,007	0,252	<0,0006	0,0409	<1,33	0,391	<0,018	<0,097	17,6	<1,5	<0,852	<0,048	<3,06	<0,01	1,03	0,190	0,418	
15H015	4.9.2015	11:45	0,923	0,807	1,927	<0,04	<0,2	2,00	1,35	<0,007	0,313	0,0019	0,0414	1,44	0,630	0,221	0,495	17,7	1,79	2,13	0,1950	3,3	<0,01	1,19	1,24	0,399	
16H020	15.10.2016	14:10	0,794	0,904	2,713	0,048	0,714	3,36	1,22	<0,007	0,290	0,0007	0,0394	0,76	0,435	<0,018	<0,085	19,2	<1,57	0,91	0,0907	<3,06	<0,01	1,00	0,30	0,428	
Miðfellsstraumur, Þingvallavatn																											
15H007	2.6.2015	12:20	0,413	0,387	0,128	<0,04	0,357	2,36	0,452	0,023	0,568	0,0030	0,0748	<1,33	0,492	<0,018	1,668	15,2	2,82	1,89	0,0700	<3,06	<0,01	1,71	0,54	0,344	
15H008	2.6.2015	12:40	0,704	0,678	0,999	<0,04	<0,2	2,50	0,586	<0,007	0,403	<0,0006	0,0762	<1,33	0,852	<0,018	<0,097	15,7	1,79	1,39	0,0594	<3,06	<0,01	1,63	0,26	0,393	
15H016	4.9.2015	13:00	0,446	0,355	0,264	<0,04	<0,2	0,79	0,523	0,050	0,638	0,0038	0,0671	1,06	0,728	<0,018	<0,097	19,4	2,19	1,58	0,0705	4,4	<0,01	1,66	0,45	0,428	
16H019	15.10.2016	12:45	0,429	0,323	0,357	0,064	0,500	4,57	0,382	0,078	0,555	0,0076	0,0573	1,45	0,896	0,036	0,160	17,1	3,97	1,98	0,0545	13,4	<0,01	1,74	2,09	0,344	

Tafla 3b frh. Niðurstöður mælinga á styrk næringarefna og snefilefna í Vellanköttlu, Silfru og útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð.

Sýna númer	Dagsetning	kl.	P-total µM	PO ₄ -P µM	NO ₃ -N µM	NO ₂ -N µM	NH ₄ -N µM	N-total µM	Al µM	Fe µM	B µM	Mn µM	Sr µM	As nM	Ba nM	Cd nM	Co nM	Cr nM	Cu nM	Ni nM	Pb nM	Zn nM	Hg nM	Mo nM	Ti nM	V µM
Þingvallavatn, Steingrímsstöð																										
07U001	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	8.10.2007	14:05	0,282	0,124	1,42	<0,04	0,203	9,50	0,338	0,172	0,628	0,0090	0,0566	<1,33	17,0	<0,018	<0,085	15,8	2,60	2,15	0,0526	211	<0,01	1,52	9,48	0,355
07U005	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	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
08U004	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	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
08U008	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	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	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	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	17,7	0,342
09U006	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	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	0,315	<0,018	0,104	17,0	1,97	1,82	0,0714	7,28	<0,01	1,40	<2,1	0,363
10U002	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	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	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
11U001	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	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	5,95	<0,01	1,76	3,55	0,397
11U003	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	5,06	<0,01	1,86	2,04	0,365
11U006	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	7,05	<0,01	1,64	3,47	0,349
12U001	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	0,0583	1,13	0,631	<0,018	0,114	17,8	2,01	1,55	<0,05	6,99	<0,01	1,46	3,09	0,328
12U002	4.6.2012	15:30	0,265	0,258	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	5,81	<0,01	1,43	1,34	0,391
12U003	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
12U006	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	3,26	<0,01	1,50	1,34	0,302
13U001	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	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	4,08	0,011	1,56	2,94	0,351
13U003	3.10.2013	13:30	0,211	0,202	<0,06	<0,04	<0,2	3,93	0,236	0,141	0,732	0,0042	0,0589	<0,67	0,407	<0,018	0,144	15,1	1,68	<0,85	0,0656	4,24	<0,01	1,36	3,78	0,296
13U004	27.11.2013	13:00	0,262	0,272	<0,06	<0,04	<0,2	1,49	0,250	0,131	0,757	0,0142	0,0644	2,47	0,696	<0,018	<0,085	15,0	<1,57	1,07	0,0647	<3,05	<0,01	1,46	2,01	0,287
14U001	12.3.2014	12:30	0,298	0,269	<0,06	<0,04	<0,2	0,92	0,248	0,056	0,634	0,0029	0,0673	0,92	0,216	<0,018	0,097	15,3	<1,57	<0,85	0,0613	6,0	<0,01	1,30	4,49	0,312
14H012	23.6.2014	18:20	0,218	0,221	<0,06	0,069	<0,2	1,23	0,226	0,064	0,664	0,0142	0,0622	1,16	0,184	0,031	0,086	17,5	2,05	1,06	<0,048	4,0	<0,01	1,77	0,480	0,367
14H019	14.8.2014	18:20	0,222	0,231	0,136	0,057	<0,2	2,80	0,200	0,078	0,722	0,0046	0,0632	1,08	0,358	<0,018	0,118	14,9	<1,5	<0,852	<0,048	<3,06	0,021	1,66	4,09	0,332
14H028	6.11.2014	17:40	0,213	0,206	0,254	<0,04	<0,2	1,83	0,241	0,433	0,398	0,0471	0,0649	<1,33	0,715	<0,018	0,169	13,6	1,95	<0,852	0,1477	27,1	<0,01	1,49	3,24	0,275
15H001	17.3.2015	10:50	0,282	0,161	<0,07	<0,04	<0,2	<0,7	0,198	0,038	0,743	0,0110	0,0656	1,40	1,981	0,090	0,120	14,4	<1,5	<0,852	0,0681	6,6	<0,01	2,19	0,70	0,294
15H009	22.6.2015	10:00	0,229	0,194	<0,07	<0,04	0,571	1,71	0,351	0,048	0,761	0,0051	0,0641	1,20	0,612	<0,018	<0,097	18,2	<1,5	1,66	0,0690	5,6	<0,01	1,51	0,46	0,361
15H023	14.9.2015	17:40	0,304	0,258	<0,07	<0,04	0,286	1,00	0,378	0,107	0,770	0,0120	0,0620	<1,33	0,917	<0,018	<0,097	18,3	2,39	1,94	0,0777	7,9	<0,01	1,76	1,33	0,357
16H001	14.1.2016	10:10	0,416	0,355	0,136	<0,04	0,357	1,21	0,285	0,063	0,726	0,0060	0,0623	1,39	0,765	<0,018	<0,097	17,6	2,33	1,81	0,0623	12,7	<0,01	1,53	0,73	0,347
16H009	3.5.2016	13:20	0,345	0,323	<0,07	0,079	1,285	1,43	0,385	0,035	0,700	0,0042	0,0593	1,00	0,545	<0,018	0,087	17,3	1,72	1,07	0,0830	5,2	<0,01	1,56	0,77	0,365
16H013	20.6.2016	13:00	0,287	0,291	<0,07	0,093	<0,2	1,43	0,359	0,084	0,719	0,0657	0,0606	1,45	1,478	<0,018	0,133	16,7	2,23	1,89	0,1014	10,7	<0,01	1,44	3,61	0,349
16H017	8.9.2016	12:30	0,329	0,323	<0,07	0,067	1,000	2,28	0,430	0,055	0,678	0,0050	0,0573	1,60	0,874	0,021	0,119	18,9	2,39	2,37	0,0763	11,4	<0,01	1,68	2,61	0,369
16H024	21.11.2016	14:00	0,400	0,387	2,070	0,093	2,356	3,64	0,314	0,046	0,679	0,0054	0,0596	1,75	0,976	<0,018	0,159	16,7	3,37	2,25	0,1120	15,6	<0,01	1,57	2,07	0,336

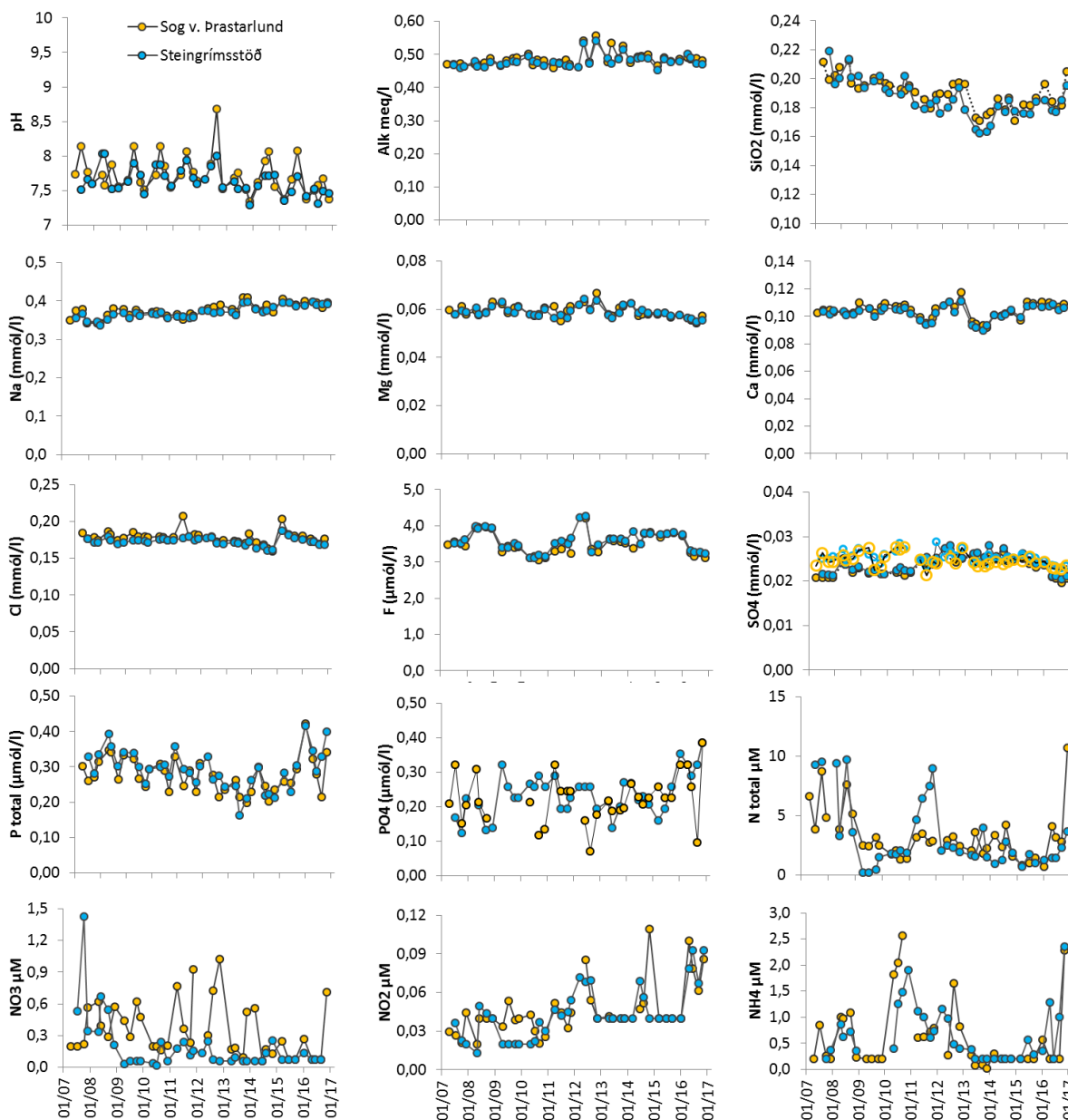


Mynd 9. Árstíðabundnar breytingar á basavirkni, pH og styrk leystra aðal- og næringarefna í inn- og útlæði Þingvallavatns. Söfnunarstaðirnir eru táknadír með mismunandi lit. Einingar eru í millimól/l (mM) og míkromól/l (μ M). Alk: Alkalinity/basavirkni



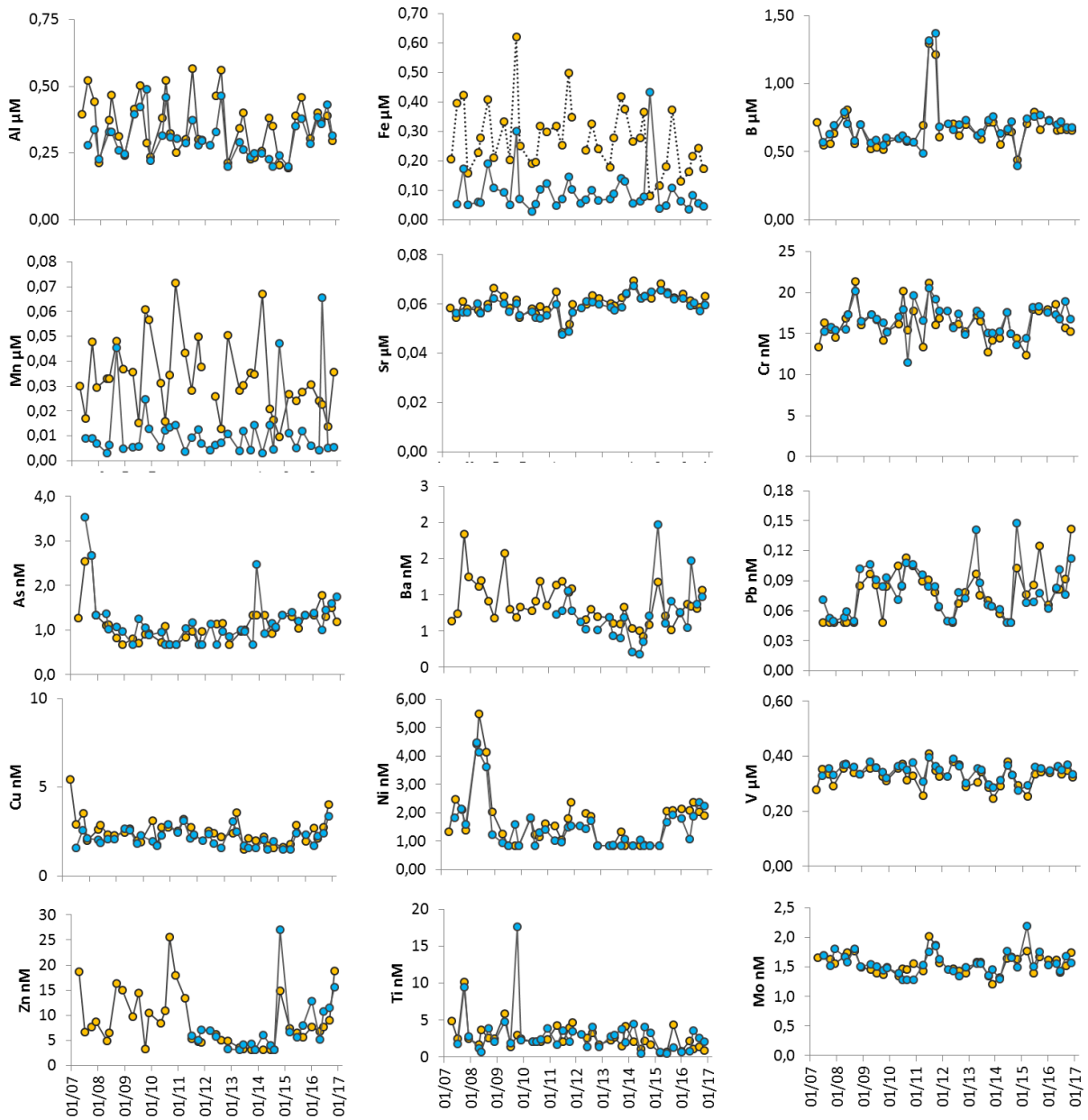
Mynd 10. Árstíðabundnar breytingar í styrk leystra snefilefna í inn- og útflæði Þingvallavatns. Söfnunarstaðirnir eru táknáðir með mismunandi lit. Einingar eru í míkromól/l (μM) og nanómól/l (nM).

—●— Sog v. Prastarlund —●— Steingrímsstöð

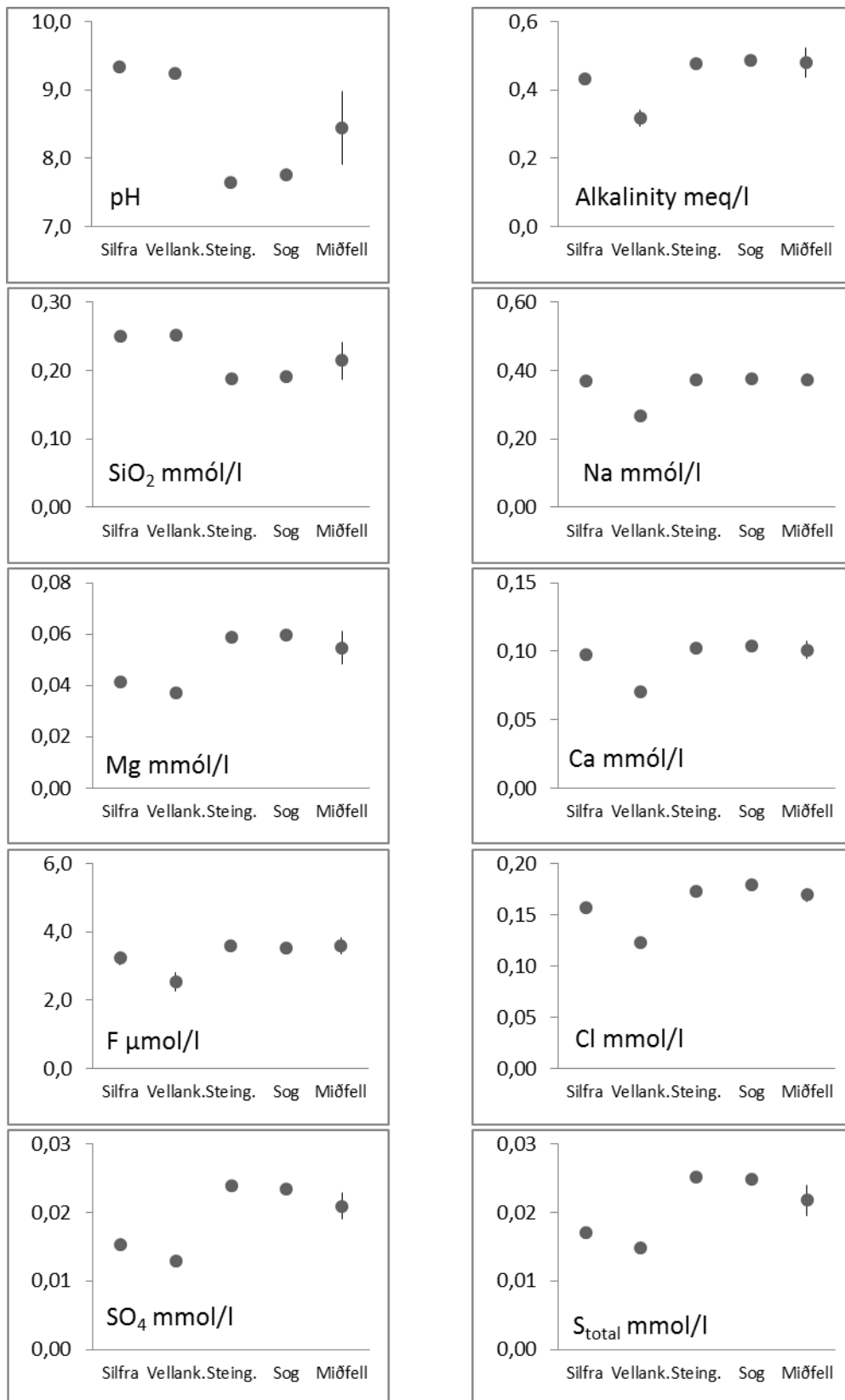


Mynd 11. Árstíðabundnar breytingar í styrk leystra aðalefna í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð og Sogi við Prastarlund. Blár: Útfall úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð, Gulur: Sog við Prastarlund. Einingar eru í millimól/l (mM) og míkromól/l (µM).

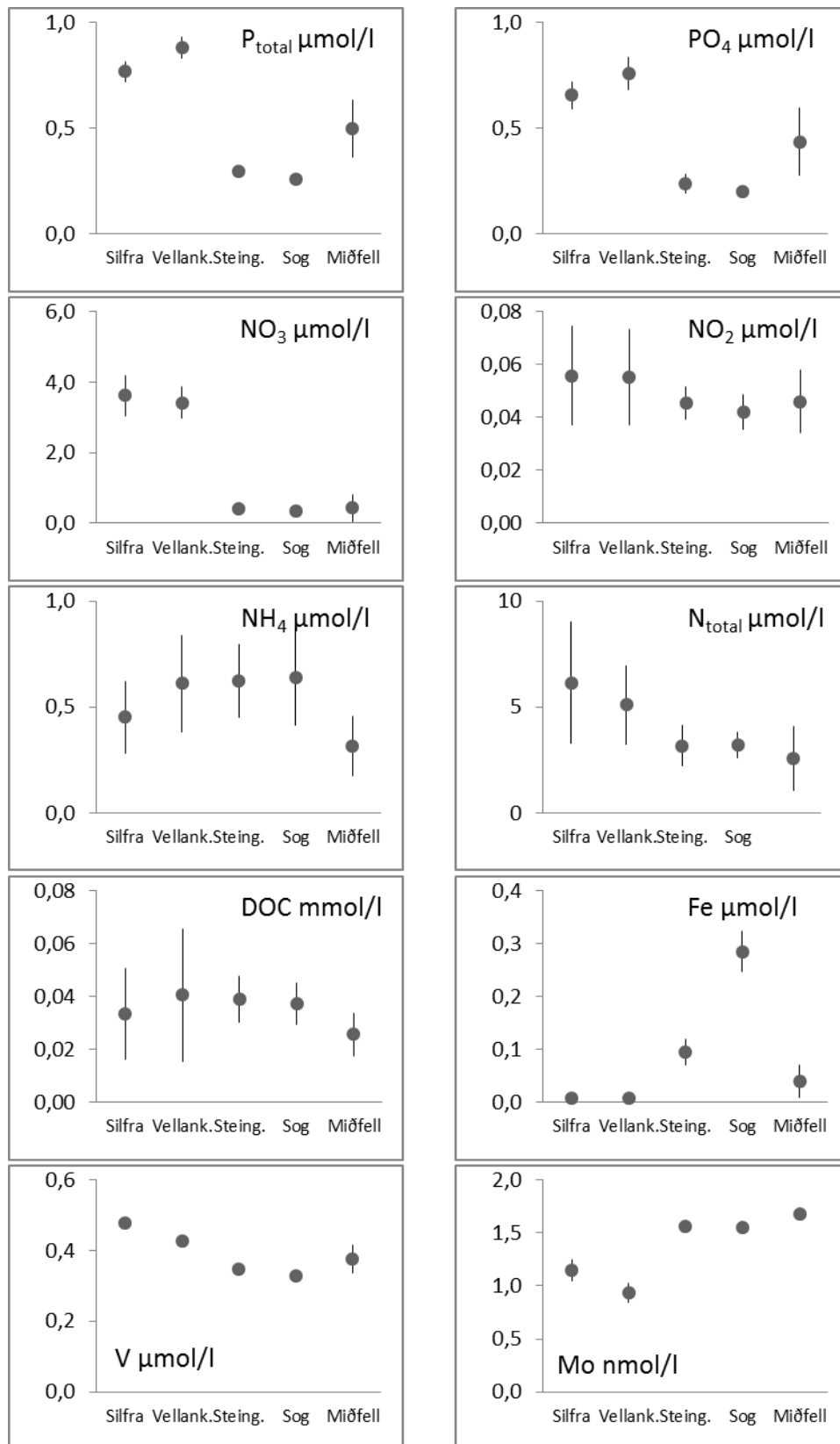
—●— Sog v. Prastarlund —●— Steingrímsstöð



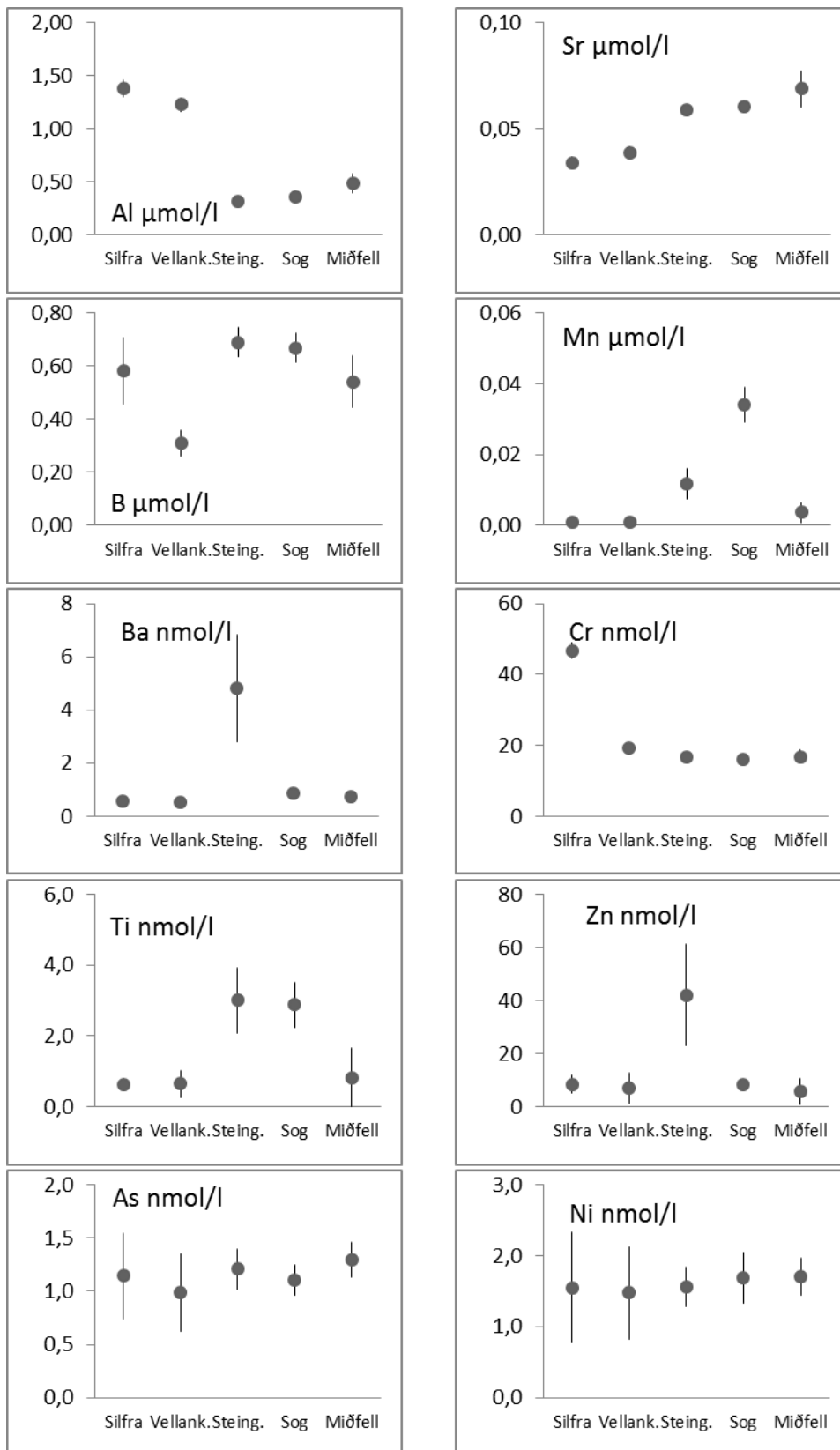
Mynd 12. Árstíðabundnar breytingar í styrk leystra snefilefna í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð og Sogi við Þrastarlund. Blár: Útfall úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð, Gulur: Sog við Þrastarlund. Einingar eru í míkromól/l (μM) og nanómól/l (nM).



Mynd 13. Meðalstyrkur leysta aðalefna (með 95% öryggismörkum) úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns. Gögn úr Sogi við Þrastarlund frá 2007 til 2016 eru til samanburðar. Aðeins eru fjögur sýni úr Miðfellsstraumi.

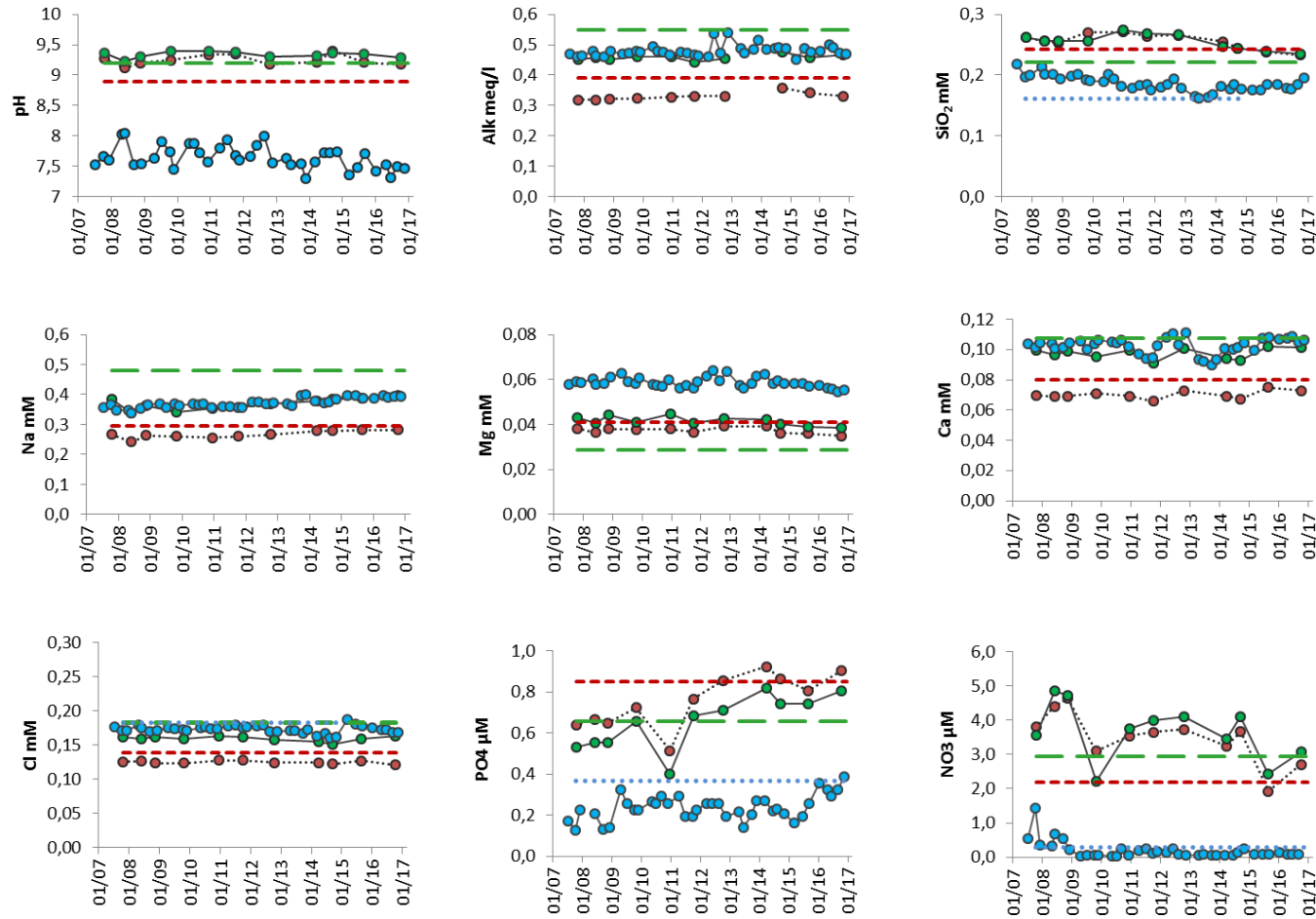


Mynd 14. Meðalstyrkur lífræns kolefnis og leysta næringarefna (með 95% öryggismörkum) úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns. Gögn úr Sogi við Þrastarlund frá 2007 til 2016 eru til samanburðar. Aðeins eru fjögur sýni úr Miðfellsstraumi.



Mynd 15. Meðalstyrkur leystra þungmálma og annarra snefilefna (með 95% öryggismörkum) úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns. Gögn úr Sogi við Þrastarlund frá 2007 til 2016 eru til samanburðar. Aðeins eru fjögur sýni úr Miðfellsstraumi.

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



Mynd 16. Samanburður á styrk leystra efna í sýnum frá 2007-2016 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
			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%