

Efnasamsetning Þingvallavatns 2007–2018

RH-02-2019

Eydís Salome Eiríksdóttir¹, Deirdre Clark², Carl-Magnus Mörtz³ og
Sigurður Reynir Gíslason²

¹Hafrannsóknastofnun, Skúlagata 4, 101 Reykjavík

²Jarðvísindastofnun Háskólans, Sturlugata 7, 101 Reykjavík

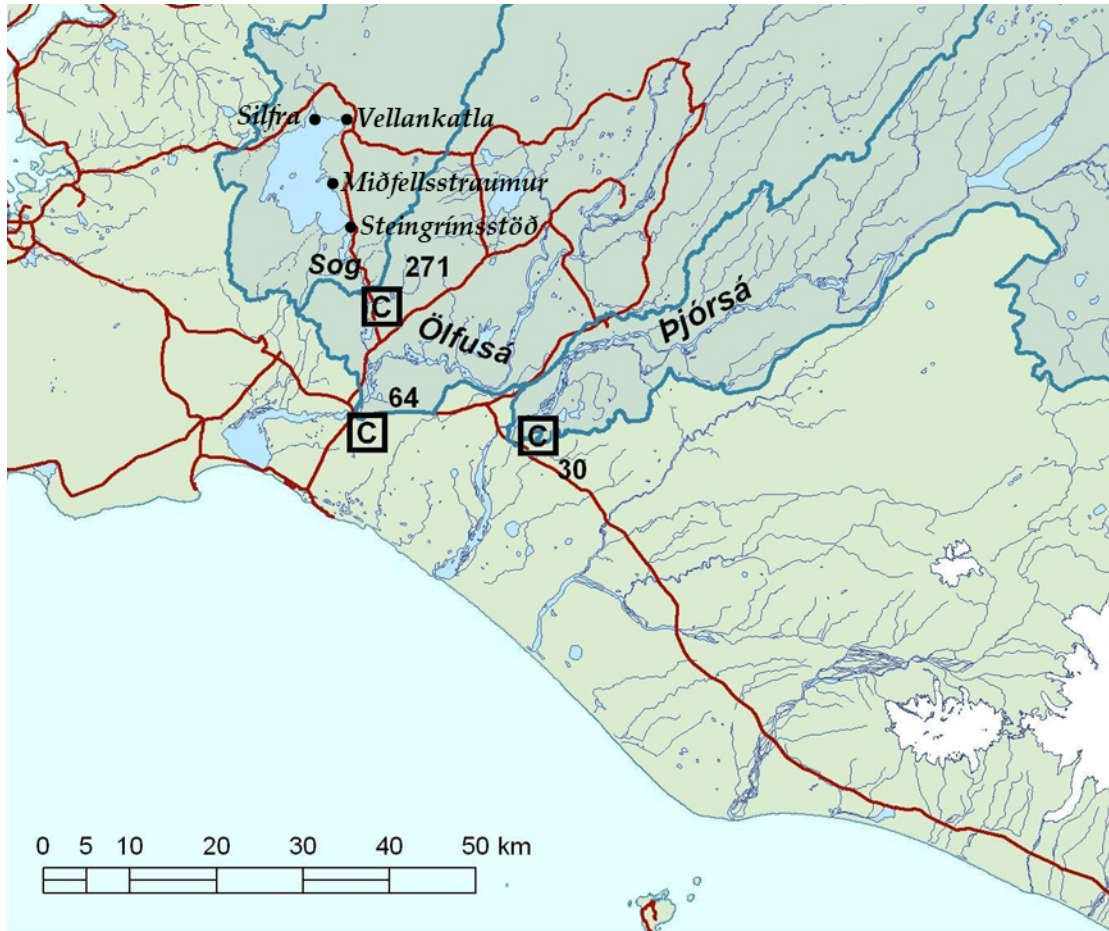
³Department of Geological Sciences, Stockholm University, 106 91 Stockholm, Sweden



Maí 2019

EFNISYFIRLIT

INNGANGUR	5
2. AÐFERÐIR	6
2.1 Sýnataka	6
2.2 Söfnun og meðhöndlun sýna.	9
2.3 Greiningar á leystum efnum og lífrænum svifaur.	10
3. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA	12
3.1 Um mælingarnar	12
3.2 Styrkur leystra efna í inn- og útrennsli Þingvallavatns	15
3.3 Samanburður á útfalli Þingvallavatns og Sogi við Þrastarlund	18
3.4 Meðaltal leystra efna í innflæði og útflæði Þingvallavatns	19
3.5 Samanburður við eldri gögn.	21
4. ÞAKKARORÐ	22
HEIMILDIR	23
TÖFLUR OG MYNDIR	25
Tafla 1a. Meðalefnasamsetning linda og útrennsli Þingvallavatns 1998-2018	26
Tafla 1b. Meðalstyrkur leystra efna í innstreymi og útrennsli Þingvallavatns árið 2018.	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	32
Tafla 4. Næmi efnagreiningaraðferða og hlutfallsleg skekkja í mælingum	42
Mynd 1. Staðsetningar sýnatökustaða á Suðurlandi og við Þingvallavatn	4
Mynd 2a. Við söfnun úr Silfru.	7
Mynd 2b. Sýnasöfnun úr Vellankötlu	7
Mynd 3. Sýnasöfnun úr Útfalli við Steingrímsstöð	8
Mynd 4. Kísilstyrkur í Sogi við Þrastarlund og í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð	16
Mynd 5. Hlutföll fosfórs og niturs í inn- og útflæði Þingvallavatns	17
Mynd 6. Árstíðabundnar breytingar á eðlisþáttum og leystum efnum í inn- og útflæði Þingvallavatns	34
Mynd 7. Árstíðabundnar breytingar í styrk leystra snefilefna í inn- og útflæði Þingvallavatns	35
Mynd 8. Árstíðabundnar breytingar í styrk leystra efna í útfalli Þingvallavatns og Sogi	36
Mynd 9. Árstíðabundnar breytingar í styrk leystra snefilefna í útfalli Þingvallavatns og Sogi	37
Mynd 10. Meðalstyrkur leystra aðalefna úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns	38
Mynd 11. Meðalstyrkur leystra aðalefna úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns	39
Mynd 12. Meðalstyrkur leystra aðalefna úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns	40
Mynd 13. Samanburður á styrk leystra efna í sýnum frá 2007-2018 og frá 1975	41



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

INNGANGUR

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

Írennsli til Þingvallavatns er um $100 \text{ m}^3/\text{s}$ og samkvæmt Árnýju E. Sveinbjörnsdóttur og Sigfúsi J. Johnsen (1992) er um 90% runnið í lindum sem falla í norðanvert vatnið. Samkvæmt Hákonu 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 47 sinnum úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð og 13 sinnum úr lindunum Silfru og Vellankötlum á tímabilinu. Þremur sýnum var safnað úr Miðfellsstraumi á árinu 2015 og einu í október 2016 og var gerð grein fyrir þeim sýnum í skýrslu frá 2017 (Eydís Salome Eiríksdóttur o. fl. 2017). Í þessari skýrslu er gerð grein fyrir aðferðum og niðurstöðum mælinga á sýnum úr innrennsli og útfalli Þingvallavatns á árunum 2007 til 2018 (Tölur 1–3).

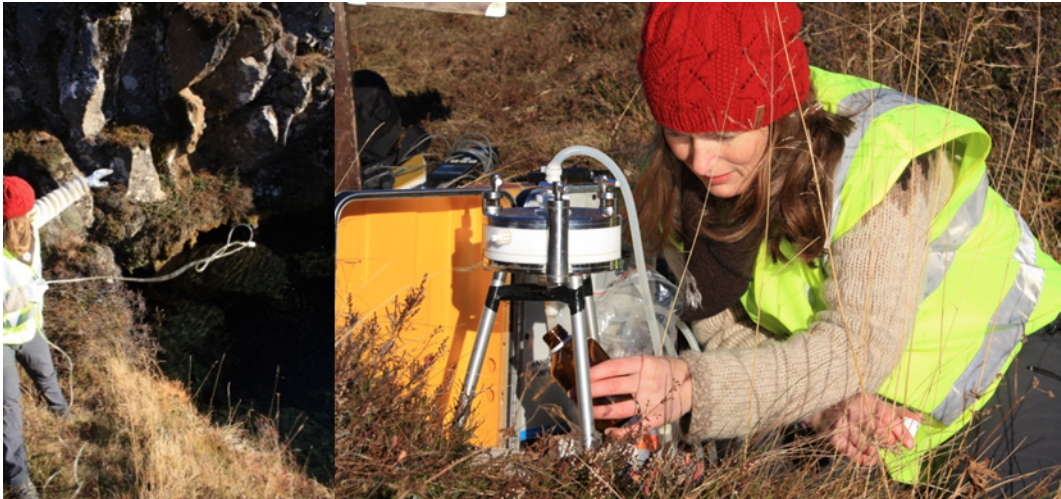
2. AÐFERÐIR

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 geymd á meðan keyrt var að Þrastarlundi þar sem þau voru meðhöndluð eins og lýst er í kafla 2.2. Á árunum 2007 til og með 2010 var safnað í 5 lítra Niskin safnara en því var hætt þar sem sýnin sem safnað var með honum virtust menguð af baríum.

Sýnum úr Silfru og Vellankötlu var dælt beint úr lindunum af um hálfis til eins metra dýpi, í gegnum síur og í sýnaflöskur eins og lýst er í kafla 2.2. 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 2a og b).

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



Mynd 2b. Sýnasöfnun úr Vellankötlu fór fram í sprungu sem tengd er við Vellankötlu til að forðast blöndun úr Þingvallavatni.



Mynd 3. Sýnasöfnun úr Útfalli við Steingrímsstöð 3. maí 2016.

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 þvegin 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 sýrupvegnar flöskur. Þessar flöskur voru sýrupvegnar 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 sýrupvegnar 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 sýrupvegna 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 sýrupvegna polycarbonate flösku. Flöskurnar voru sýrupvegnar 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 GFZ, German Research Center for Geosciences, í Potsdam í Þýsklandi til efnagreininga.

2.3 Greiningar á leystum efnum og lífrænum svifaur.

Efnagreiningar voru gerðar á Jarðvísindastofnun Háskólans, ALS Scandinavia í Luleå í Svíþjóð, við German Research Center for Geosciences (GFZ) í Potsdam í Þýskalandi 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 (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) og atómljómun; AF (Atomic Fluorescence).

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 til 2018 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-total¹ í töflu 2b) sem greint hefur verið með ICP-SFMS hjá ALS var einnig mælt P-total með ljósgleypnimælingu hjá ALS í sýnum frá 2015 til og með 2018 (Töflur 2b og 3b).

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 voru gerðir við Nýsköpunarstofnun um að mæla POC og PON í sýnum frá 2013 (2012) til loka árs 2016, og DOC í sýnum frá árinu 2016. Nokkuð vel gekk að mæla styrk DOC og birtast niðurstöður í töflu 2a. Greiningar á POC og PON gengu brösuglega hjá Nýsköpunarstofnun og fór svo að sýni frá 2013 til og með 2017 ásamt DOC sýnum frá 2017 voru sendar til GFZ, German Research Center for Geosciences, í Potsdam í Þýsklandi til efnagreininga í Þýskalandi. Á endanum fór það þannig að aðeins DOC sýnin frá 2018 voru greind í GFZ í Potsdam í Þýskalandi en ekki reynist hægt að greina POC og PON í Potsdam og þar við situr. Ekki hefur fengist endanleg niðurstaða í málið þegar þetta er ritað.

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 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). Hlé hafði verið á þessum mælingum frá árinu 2009 vegna veikinda Peter Torssander. Á síðast ári tókust samningar við Stokkhólmsháskóla um framhald þessara samsætumælinga undir stjórn Carl-Magnus Mörth prófessors við Stokkhólmsháskóla. Niðurstöður liggja fyrir til ársins 2017 en eru ekki tilbúnar fyrir nýjustu sýnin.

3. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

3.1 Um mælingarnar

Niðurstöður mælinga sem búið er að framkvæma eru sýndar í töflum 2a, 2b, 3a og 3b og á myndum 6 til 13. Í töflu 4 er næmi efnagreiningaraðferða og hlutfallsleg skekkja mælinga gefin. Langtímameðaltal mælinga fyrir söfnunarstaðina er sýnt í töflu 1a og meðaltal mælinga frá árinu 2018 er í töflu 1b. Niðurstöður mælinga á einstökum sýnum í tímaröð eru í töflu 2a og 2b. Niðurstöður mælinga á sýnum úr Silfru, Vellankötlum og útfalli Þingvallavatns eru gefnar í töflum 3a og 3b. Ástíðabundnar breytingar í styrk leystra efna í lindum og útfalli eru bornar saman á myndum 6 og 7, og árstíðabundnar breytingar í styrk leystra aðalefna í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð og Sogi við Þrastarlund eru bornar saman á myndum 8 og 9.

Meðalstyrkur leystra efna í Silfru, Vellankötlum, Þingvallavatni við Steingrímsstöð og úr Sogi við Þrastarlund (Sigurður R. Gíslason o.fl. 2019) er svo sýndur á myndum 10 til 12 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 milli-, míkro eða nanómólum í lítra vatns (mmól/l, μ mól/l, nmól/l) í töflum 1–3. Á myndum er notað mM, μ M eða nM (M fyrir mól) fyrir sömu einingar til styttingar. Basavirkni eða „alkalinity“ (skammstöfuð Alk í töflum 2 og 3), er gefin sem „milliequivalent“ í lítra, sem jafngildir efnahleðslu. Styrkur lífrænna agna í árvatninu (POC og PON) er gefinn í míkrogrömmum í lítra (μ g/l).

Leiðni og pH vatns er hitastigsháð, þess vegna er getið um hitastig vatnsins þegar leiðni og pH voru mæld á rannsóknarstofu (T pH/leiðni í töflum 1–3). Alkalinity í vatni, einnig kallað basavirkni, 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 kísilsýru (HSiO_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 bikarbónats (Plummer og Busenberg 1982), K_{Si} er hitastigsháður kleyfnistuðull kísilsýru (Stefán Arnórsson o.fl. 1982), K_w er hitastigsháður kleyfnistuðull vatns (Sweeton o.fl. 1974) og Si_T er mældur styrkur Si (Tafla 2). Allar styrktölur eru í mólum á lítra nema „alkalinity“ sem er í „equivalentum“ á lítra. Þessi jafna gildir svo lengi sem pH vatnsins er lægra en 9 og heildarstyrkur 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 reiknilíkönunum eins og t.d. PHREEQC reiknilíkaninu (Eiríksdóttir ofl. 2013; Parkhurst og Apello 2013).

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⁻) sem er notað 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; 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 1,6%, sem verður að teljast gott þar sem skekkja milli einstakra mælinga er oftast yfir 3%.

3.2 Styrkur leystra efna í inn- og útrennsli Þingvallavatns

3.2.1 Aðalefni, pH og leiðni

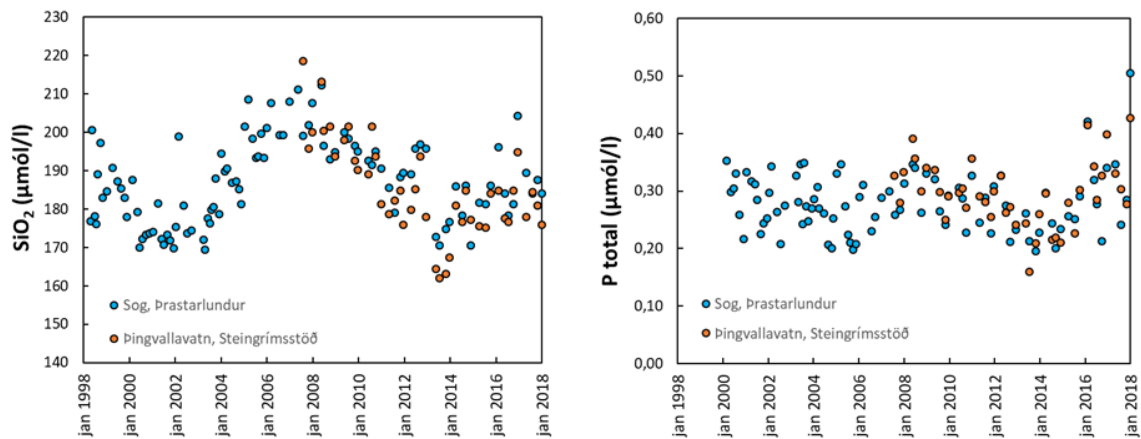
Niðurstöður úr mælingum á eðlisþáttum og greiningum á aðalefnum í inn- og útrennsli Þingvallavatns má sjá í töflum 2b og 3b og á myndum 5, 6 og 8.

Sýnum úr lindunum Silfru og Vellankötlu hefur yfirleitt verið safnað seinnipart árs en var safnað í vorleysingum 2014 (töflur 2a og 3a; mynd 6). 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 lítillægri 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 myndum 6 og 8.

Styrkur leystra aðalefna var 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 pH-gildi og alkalinity lægri í Vellankötlu. Styrkur DOC, P-total, 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 65 mg/l).

Niðurstöður mælinga á sýnum sem safnað var árið 2018 voru sambærilegar við niðurstöður á síðustu árum. Þó má sjá ákveðna pH lækkun í útfalli Þingvallavatns með tíma og virðist lækkunin hafa hafist um árið 2013. Þessi pH lækkun sést ekki í lindunum.

Styrkur leystra aðalefna breytist lítið með árstíðum í útfallinu við Steingrímsstöð. Það var helst pH gildið sem breytist yfir árið en það sveiflaðist frá 7,3 til 8,0 og er hærra á sumrin en á veturna (Mynd 6). Þó er styrkur næringarefninna SiO_2 og P-total breytilegur en hann lækkaði um 13% og 54% frá 2007 til 2014 en hefur hækkað síðan þá. Þegar gögnum úr Sogi er bætt við tímaröðina úr útfalli Þingvallavatns sést að þarna er um að ræða reglulega styrksveiflu sem lítur út fyrir að hafa u.þ.b. 10 ára endurkomutíma (Mynd 4). Þessi efni eru mikilvæg lífríkinu og styrkur þeirra í vatninu lækkar eftir því sem frumframleiðni eykst og öfugt. Gögn um styrkbreytingar á leystum kísil í útfalli Þingvallavatns eru túlkuð í grein eftir Eydísi S. Eiríksdóttur og Sigurð R. Gíslason (2019) sem er í prentun í Náttúrfræðingnum.



Mynd 4. Kísilstyrkur í Sogi við Prastarlund og í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð er sveiflukenndur 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.

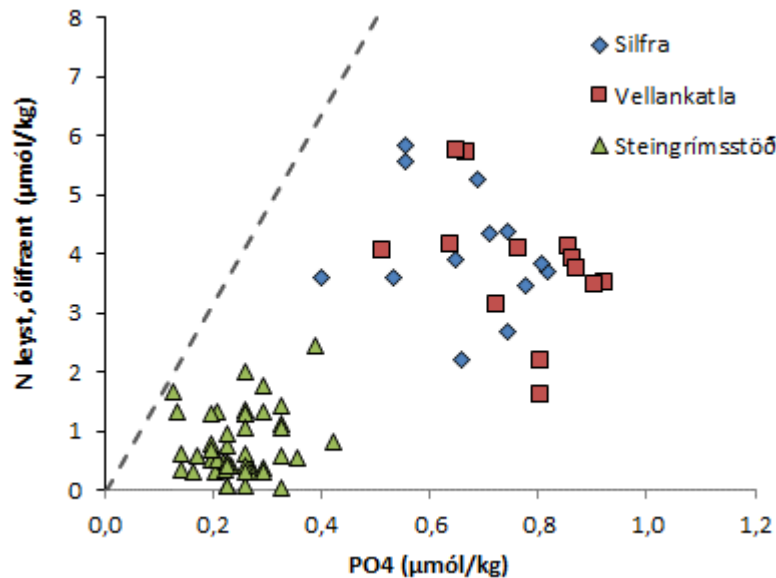
Styrkur SO_4 , Mg og Cl var hærri í útfalli við Steingrímsstöð en í lindunum, en þessi efni eru að stórum hluta úrkomuættuð. Styrkur þeirra í úrkomu minnkar með hæð yfir sjó og fjarlægð frá sjó (Freysteinn Sigurðsson og Kristinn Einarsson 1988; Sigurður R. Gíslason og Hans P. Eugster 1987). Þar að auki er SO_4 jarðhita- og kvikuættað og nálægð við jarðhitasvæði á Nesjavöllum og á Hellisheiði skýrir blandaðan uppruna ákoma brennisteins á vatnasviðið. Styrkur annarra aðalefna féll saman við styrk þeirra í Silfru, þaðan sem meginhluti vatnsins í Þingvallavatni er runninn (Hákon Aðalsteinsson 1992).

3.2.2 Næringarefni

Niðurstöður úr mælingum á næringarefnum má sjá í töflum 2b og 3b og á myndum 5, 6 og 8.

Styrkur næringarefna í sýnum frá 2018 er í flestum tilvikum sambærilegur við niðurstöður fyrri ára. Hins vegar sést glögglega að styrkur nitrats (NO_3) í Silfru og Vellankötlu er ekki einsleitur með tíma. Styrkur nitrats í sýninu sem safnað var í Vellankötlu árið 2017 var sá lægsti sem mælt hefur síðan söfnun hófst árið 2007 (1,4 $\mu\text{mól/l}$). Hæsti styrkur nitrats mældist í Vellankötlu í nóvember 2008, 4,64 $\mu\text{mól/l}$. Styrkur fosfórs (P-total og PO_4) hefur verið stöðugri en styrkur nitrats í lindunum.

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 útfæði Þingvallavatns (Mynd 5) sem þýðir að N getur verið takmarkandi fyrir vöxt ljóstillifandi 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 útflæði Þingvallavatns eru lægri en ljóstillífaði lífverur þurfa til viðhalds. Aukning á N myndi valda aukinni þörungavirkni í vatninu. Punktalínan í myndinni 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 $\text{N/P} = 16/1$ 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 1,0 $\mu\text{mol/kg}$ og $\sim 0,1$ til 0,4 $\mu\text{mol/kg}$ í útfallinu við Steingrímsstöð. Styrkur NO_3 í lindunum var frá 1,4 til 4,9 $\mu\text{mol/l}$. Niturstyrkurinn þyrfti að hækka fjórfalt til að falla á línuna á Mynd 5, sem táknar Redfield hlutfallið sem er það hlutfall sem þörungar þarfnast. Frekari aukning en það myndi valda því að fosfór yrði takmarkandi fyrir frumframleiðendur í vatninu. Árlegur meðalstyrkur NO_3 í úrkomu sem féll á Mjóanesi 2008–2012 er 8,64 $\mu\text{mol/l}$ og meðalstyrkur NH_4 í úrkomu á sama stað var 22 $\mu\text{mol/l}$. 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). Miðað við meðalstyrk þessara efna í útfallinu og meðalrennsli um útfall Þingvallavatns, um 100 m^3/s , er framburður við Steingrímsstöð af köfnunarefni eftirfarandi: NO_3 um 10,5 tonn/ári, NH_4 um 30 tonn/ári og NO_2 um 2 tonn/ári.

3.2.3 Snefilefni

Niðurstöður úr mælingum á næringarefnum má sjá í töflum 2b og 3b og á myndum 5, 6 og 8.

Ekki var að sjá neina árstíðabundna sveiflu nema helst í styrk Fe og Mn, sem hækkaði yfir sumarið, þegar pH-gildi vatnsins er hæst. Styrkur snefilefnanna Fe, Mn, Sr, Cu, Zn og Mo var

hærri í útfallinu við Steingrímsstöð en í lindunum, en styrkur Al og V var lægri. Styrkur Ni og Pb við Steingrímsstöð féll saman við styrk þeirra í lindunum. Arsen (As) var oftast undir greiningarmörkum í Vellankötlum í upphafi rannsóknartímabilsins en hefur verið mælanlegur frá 2015. Arsen var oftast mælanlegt í sýnum úr Silfru og ofan greiningarmarkanna í 36 sýnum af 47 í útfalli Þingvallavatns. Mælingar á sýnum úr útfallinu, Silfru og Vellankötlum gefa til kynna að styrkur As hafi hækkað frá árinu 2015. Fram að því var styrkur As tiltölulega stöðugur síðan 2008. Þetta má einnig sjá á öðrum sýnatökustöðum á Suðurlandi en ekki í Norðurá. Mælingar á As eru krefjandi og margt sem hefur áhrif á mælinguna. Framan af var styrkur As flöktandi en hafði síðan 2008 verið nokkuð stöðugur. Þessi skyndilega hækkun As á öllum sýnatökustöðum á Suðurlandi vekur upp spurningar, sérstaklega þegar þessi hækkun sést ekki í sýnum úr Norðurá sem er þó safnað á nákvæmlega sama hátt og sýnum úr ám af suðurlandi. Styrkur B var hærri í útfallinu við Steingrímsstöð en í lindunum, en B í sýnum frá 2018 var mældur með hærri greiningarmörkum en gert hefur verið fram að því. Styrkur Cr var svipaður í Vellankötlum 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 Vellankötlum. Það kemur heim og saman við mat á rennsli skv. Hákonu Aðalsteinssyni en síður við mat Freysteins Sigurðssonar og Guttorms Sigurbjarnarsonar (2002).

3.3 Samanburður á útfalli Þingvallavatns og Sogi við Þrastarlund

Á myndum 8 og 9 eru bornar saman niðurstöður á mælingum á sýnum úr útfalli Þingvallavatns og Sogi við Þrastarlund (Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2018). 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 Ljósafosstöð) og tvö önnur stöðuvötn (Úlfjótuvatn 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 styrksveifla fyrir P-total sem virðist hafa um 10 ára sveiflutíma (sjá mynd 4).
- Styrkur NO_3 var oft hærri í Sogi en við Steingrímsstöð.
- Álstyrkur er hærri á sumrin í Sogi en við Steingrímsstöð líklega 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 fyrri hluta tímabilsins á Myndum 7 og 9.

- Styrkur annarra aðal- og snefilefna var sambærilegur eða nánast sá sami á söfnunarstöðunum í útfalli Þingvallavatns og Sogi við Þrastarlund.

3.4 Meðaltal leystra efna í innflæði og útflæði Þingvallavatns

Langtíma meðalstyrkur leystra efna í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð, í lindunum Silfru og Vellankötlu og úr Miðfellsstraumi er að finna í töflu 1a og á myndum 10–12. Á myndunum eru einnig sambærileg gögn úr Sogi við Þrastarlund (Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2018). Meðalstyrkur leystra efna í sýnum úr útfalli Þingvallavatns frá árinu 2018 eru í töflu 1b.

Meðalstyrkur leystra efna í sýnum sem safnað var árið 2018 var yfirleitt svipaður og langtímameðalstyrkur efnanna og vék t.d. styrkur aðalefna aðeins 2–9% frá langtímameðalstyrk efnanna. Styrkur næringarefna í sýnum frá 2018 vék meira frá langtímameðaltali og var meðalstyrkur P-total og PO₄ árið 2018 25% hærra og N-total var 18% lægra en langtímameðalstyrkur. Heildarstyrkur ólífræns leysts köfnunarefnis (DIN) var 13% lægra en langtímameðalstyrkur. Meðalstyrkur snefilefna var ýmist hærra eða lægri en langtímameðaltal, mest viku Mn og As frá langtímameðaltali, Mn var 27% lægra og As 85% herra en langtímameðaltalið.

Alkalinity og meðalstyrkur Na, Ca, F, Cl og B í útfalli Þingvallavatns er svipaður eða lítillega hærra en í Silfru og herra en í Vellankötlu. 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 Vellankötlu er 9,33 og 9,24 sem er dæmigert fyrir lindavatn á basaltsvæðum sem er einangrað frá andrúmsloftinu. Meðalgildi pH í útfalli Þingvallavatns er 7,62 sem er lítillega lægra en í Soginu á sama tíma, 7,72 (Sigurður Reynir Gíslason o.fl. 2018; Mynd 10). Heildarstyrkur leystra efna (TDS) og leiðni í Silfru og í útfallinu við Steingrímsstöð er svipaður, en hann var lægri í Vellankötlu (tafla 1). Styrkur aðalefnanna Na, Mg, Ca, SO₄ og Cl var hærra í Silfru en í Vellankötlu og þar liggur munurinn á heildarstyrk leystra efna (TDS) og leiðni í lindunum tveimur.

Styrkur klórs, brennisteins og magnesíums var hærra 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 styrkukningu 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 11). Það á sérstaklega við um styrk NO_3 , sem var oftast við greiningarmörk í útfallinu en vel mælanlegt í lindunum. Þessi munur er vegna næringarefnaáms í Þingvallavatni. Styrkur NH_4 var að meðaltali minnstur í Silfru (0,52 μM), þá í Vellankötlu (0,66 μM) og mestur í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð (0,69 μM). NH_4 styrkurinn í útfallinu var þó mun minni en styrkur NO_3 í Silfru (3,8 μM) og Vellankötlu (3,8 μM).

Mynd 12 sýnir meðalstyrk ýmissa þungmálma og annarra snefilefna sem mældust fyrir ofan greiningarmörk. Meðalstyrkur málma var yfirleitt hærri í Silfru en í Vellankötlu. Sérstaklega var mikill munur á styrk Cr í lindunum en styrkur þess var að meðaltali 47 nmól/l í Silfru og 19 nmól/l í Vellankötlu. 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 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 hækkanði pH.

Styrkur Ba, Mn, Ti og Zn er hærri en breytilegur í Þingvallavatni við Steingrímsstöð en í lindunum (mynd 12) 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 3.2.

Styrkur arsens hefur hækkað undanfarin ár í inn- og útrennsli Þingvallavatns og í öðrum vöktuðum ám á Suðurlandi, en ekki í Norðurá. Ekki er ljóst hvort þetta er raunveruleg hækkan eða hvort þarna er um mengun við sýnatöku að ræða. Arsen er eitt þeirra efna í frárennsli Nesjavallavirkjunar sem berst að hluta til Þingvallavatns og veldur áhyggjum þar sem það er hættulegt lífríki. 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 óáreið 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 er yfirborðsvirkt efni sem ásogast á yfirborð basaltsins á svæðinu og hægir það á streymi arsens til Þingvallavatns. Líkanreikningar gera ráð fyrir að það muni byrja að skila sér í Þingvallavatn í kring aldamótin 2100 (Bergur Sigfússon o.fl. 2011). Efnagreining á arseni er erfið og hefur styrkur klórs í sýninu áhrif á greiningarmörk. Greiningarmörkin eru því ekki alltaf þau sömu frá einu sýni til annars en greiningarhæfni tækja sem notuð eru til As greininga hefur verið að aukast. Þar sem sýni mældust undir greiningarmörkum voru tölugildi niðurstaðna notuð við reikningana á meðalstyrk. Þá sést að meðalstyrkur As í útfallinu við Steingrímsstöð er lítillega hærri en í Silfru og Sogi, og töluvert hærri en í Vellankötlu (mynd 12). Munurinn er þó ekki marktækur þar sem breytileiki í styrk As er mikill.

3.5 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 13 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 yfirleitt hærri í núverandi vöktun en hann var í yfirborðssýnum sem safnað var á Stöð 1, sem var næst útfallinu 1975. Styrkur PO_4 í sýnum frá 2007–2018 er yfirleitt lægri en hann var í yfirborðssýnum frá Stöð 1 árið 1975 (Jón Ólafsson 1992) nema árið 2016 þegar styrkurinn mældist 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 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 hærri.

Samanburður á sýnum frá núverandi rannsóknartímabili við sýni sem safnað var úr Vellankötlu 1975–1981 er einnig sýndur á mynd 13. 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 2b). Gögnin úr Vellankötlu 1975–1981 falla alltaf á milli gagna úr Vellankötlu 2007–2016 og gagna úr útfallinu við Steingrímsstöð frá sama tíma. Nákvæm staðsetning sýnatökustaða í Vatnsvík (Jón Ólafsson 1992) hefur ekki fengist staðfest. Það er freistandi að draga þá ályktun að eldri sýnin hafi verið blanda af Vellankötlu og vatni úr Þingvallavatni. Leikur að tölum gefur til kynna að 25% blöndun Þingvallavatns (útfallsvatns við Steingrímsstöð) við 75% Vellankötlu 2007–2012 gæti skýrt styrk SiO_2 , Na, K, Ca, Mg, Cl og alkalinity sem var í sýnum frá 1975–1982 þannig að ekki muni meiru en 9% á styrktölunum.

4. ÞAKKARORÐ

Umhverfissráðuneytið, Orkuveita Reykjavíkur, Þjóðgarðurinn á Þingvöllum og Landsvirkjun kostuðu rannsóknina og hafa fulltrúar kostnaðaraðlanna 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 og Andrew A. Meharg, 2011. A field and reactive transport model study of arsenic in a basaltic rock aquifer. *Applied Geochemistry* 26, 553–564.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gislason, 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, Sigurður R. Gislason og Eric 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 Gislason, 2015. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XVIII. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar. RH-08-2015. 67 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gislason, 2016. Efnasamsetning Þingvallavatns 2007–2014. Raunvísindastofnun Háskólans, Reykjavík, RH-04-2016.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Svava Björk Þorláksdóttir, Jórunn Harðardóttir og Sigurður Reynir Gislason, 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, <https://hdl.handle.net/1946/23831>
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Deirdre Clark og Sigurður Reynir Gislason, 2017. Efnasamsetning Þingvallavatns, 2007–2016, RH-04-2017, 47 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gislason, 2018. Efnabúskapur Þingvallavatns. Náttúrufræðingurinn (samþykkt til prentunar).
- Eugster, H. P., 1970. Chemistry and origin of the brines of Lake Magadi, Kenya. *Mineral. Soc. Am. Spec. Pub.* 3, 213–235.
- Freysteinn Sigurðsson og Kristinn Einarsson, 1990. Groundwater resources of Iceland – availability and demand. *Jökull* 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, 120–135.
- Hardy, L. A. og Eugster, H. P., 1970. The evolution of closed-basin brines. *Mineral. Soc. Am. Spec. Pub.* 3, 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, 53–72.
- Jón Ólafsson, 1992. Chemical characteristics and trace elements of Thingvallavatn. *Oikos* 64, 151–160.
- Parkhurst, D. L. og Apello, C. A. J., 2013. Description of input and Examples for PHREEQC Version 3 – A Computer Program for Speciation, Batch-Reaction, One-Dimensional Transport, and Inverse Geochemical Calculations. U.S. Geological Survey Techniques. Methods Report, book 6, chapter A43, 497 bls.

- Plummer, N.L. og Busenberg, E., 1982. The solubility of calcite, aragonite and vaterite in CO₂-H₂O solutions between 0 and 90°C, and an evaluation of the aqueous model for the system CaCO₃-CO₂-H₂O: *Geochimica et Cosmochimica Acta* 46, 1011–1040.
- Sigurður Reynir Gíslason og Hans P. Eugster, 1987. Meteoric water-basalt interactions: II. A field study in NE Iceland. *Geochim. Cosmochim. Acta* 51, 2841–2855.
- 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.
- Sigurður Reynir Gíslason, Deirdre Clark, Svava Björk Þorláksdóttir, Jórunn Harðardóttir og Eydís Salome Eiríksdóttir, 2018. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XXI. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar, Reykjavík, RH-10-2018.
- Sigurður Reynir Gíslason, Deirdre Clark, Svava Björk Þorláksdóttir, Jórunn Harðardóttir og Eydís Salome Eiríksdóttir, 2018. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XXII. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar, Reykjavík, RH-03-2019.
- 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* 46, 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, 191–214.

TÖFLUR OG MYNDIR

Tafla 1a. Meðalstyrkur leystra efna í inn- og útrennsli Þingvallavatns 2007–2018. Einnig efri umhverfismörk næringarefna og málma til verndar lífríki skv. reglugerð 796/1999.

Staðsetning	Tímabil	n	Vatns-	Loft-	pH	T °C	Leiðni	SiO ₂	Na	K	Ca	Mg	Alkalinity ^a	DIC	S-total	SO ₄	δ ³⁴ S	δ ³³ S ^b	Cl	F	
			hiti °C	hiti °C																	(pH/leiðni)
Silfra, Þingvöllum	2007-2018	13	3,42	6,95	9,32	21,4	69,2	0,250	0,374	0,012	0,098	0,042	0,437	0,406	0,017	0,016	11,3	6,36	0,158	3,31	
Vellankatla, Þingvöllum	2007-2018	13	2,83	6,32	9,23	21,1	52,0	0,246	0,270	0,011	0,070	0,037	0,322	0,292	0,015	0,013	11,3	6,29	0,123	2,58	
Þingvallavatn, Steingrímsstöð	2007-2018	47	6,05	6,88	7,61	21,4	69,5	0,188	0,375	0,016	0,103	0,059	0,480	0,491	0,025	0,024	8,8	4,74	0,173	3,61	
										TDP	DIP	DOP	DON								
			Hleðslu-	Hleðslu																	
			jafnvægi	skekkja	TDS	DOC	POC	PON	C/N	P-total	PO ₄ -P	P _{tot} -PO ₄	DIP/DOP	N-total	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	DIN	N _{tot} -DIN	DIN/DON	
			mól	%	mg/kg	mmól/l	μg/kg	μg/kg	mól	μmól/l	μmól/l	μmól/l	mól	μmól/l	μmól/l	μmól/l	μmól/l	μmól/l	μmól/l	mól	
Silfra, Þingvöllum	2007-2018	13	0,02	1,80	61	0,031				0,762	0,663	0,099	6,7	5,75	3,63	<0,057	<0,477	4,160	1,590	2,62	
Vellankatla, Þingvöllum	2007-2018	13	0,03	1,68	49	0,058				0,881	0,790	0,092	8,6	4,71	3,31	<0,058	<0,586	<3,96	0,750	5,26	
Þingvallavatn, Steingrímsstöð	2007-2018	47	0,02	1,51	64	0,039	439	38,4	12,8	0,305	0,247	0,058	4,2	3,12	<0,232	<0,048	<0,683	<0,96	2,150	0,45	
Umhverfismörk ¹										1,3	0,8			54							
WHO Guidelines														806	65,2						
			Al	Fe	B	Mn	Sr	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg	Mo	Ti	V	
			μmól/l	μmól/l	μmól/l	μmól/l	μmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	nmól/l	μmól/l
Silfra, Þingvöllum	2007-2018	13	1,37	<0,009	0,613	<0,001	0,035	<1,21	0,98	<0,018	<0,083	46,6	<1,87	<1,63	<0,079	<8,23	<0,010	1,15	<0,894	0,474	
Vellankatla, Þingvöllum	2007-2018	13	1,22	<0,008	0,359	<0,001	0,040	<1,07	0,52	<0,034	<0,126	18,9	<1,69	<1,58	<0,081	<6,14	<0,010	0,93	0,807	0,425	
Þingvallavatn, Steingrímsstöð	2007-2018	47	0,30	0,091	0,724	0,011	0,060	<1,33	0,73	<0,022	0,120	16,9	<2,33	<1,59	<0,084	<8,62	<0,010	1,55	<2,87	0,348	
Umhverfismörk ¹																					
WHO Guidelines																					
					222 ^P	7,28 ^P		67		0,9		96	47	256	4,8	306					
							133	9470	27		962	31500	1190	48	45900 ^P	30	730				

^aAlkalinity eða basavirkni, ^bgögn fyrir δ³³S eru frá 2012–2018, ^PProvisional WHO Guidelines

¹Neðri umhverfismörk fyrir málma og næringarefni í yfirborðsvatni til verndar lífríki í flokki B – Lítið snortið vatn (Reglugerð 796/1999)

Tafla 1b. Meðalstyrkur leystra efna í innstreymi og útrennsli Þingvallavatns árið 2018. Einnig efri umhverfismörk næringarefna og málma til verndar lífríki skv. reglugerð 796/1999.

Staðsetning	Tímabil	n	Vatns- hiti °C	Loft- hiti °C	pH	T °C (pH/leiðni)	Leiðni µS/cm	SiO ₂ mmól/l	Na mmól/l	K mmól/l	Ca mmól/l	Mg mmól/l	Alkalinity meq./kg	DIC mmól/l	S-total mmól/l	SO ₄ mmól/l	δ ³⁴ S ‰	δ ³³ S ‰	Cl mmól/l	F µmól/l
Þingvallavatn, Steingrímsstöð	2018	4	5,53	6,40	7,54	22	70,68	0,192	0,392	0,016	0,103	0,056	0,481	0,480	0,025	0,024			0,173	3,74
			jafnvægi mól	skekkja %	TDS mg/kg	DOC mmól/l	POC µg/kg	PON µg/kg	C/N mól	TDP µmól/l	DIP µmól/l	DOP 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	N _{tot} -DIN µmól/l	DIN/DON mól
Þingvallavatn, Steingrímsstöð	2018	4	0,02	1,47	64	0				0,382	0,307	0,075	5,09	2,54	0,214	0,046	0,571	0,831	1,71	0,49
Umhverfismörk ¹ WHO Guidelines										1,3	0,8			54						
														806	65,2					
			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
Þingvallavatn, Steingrímsstöð	2018	4	0,26	0,08	<0,93	0	0,07	2,46	0,82	<0,022	0,16	18,62	<3,10	1,79	0,10	11,70	0,01	1,53	2,32	0,35
Umhverfismörk ¹ WHO Guidelines								67		0,9		96	47	256	4,8	306				
					222 ^P	7,28 ^P		133	9470	27		962	31500	1190	48	45900 ^P	30	730		

Tafla 3a. Niðurstöður mælinga á styrk leystra efna og lífræns svífs í Vellankötlum, Silfrum og útfalli Þingvallavatns við Steingrímstöð.

Sýna númer	Dagsetning	Vatns- kl.	Loft- hiti °C	T °C																	TDS							
				(pH/ leiðni)	Leiðni µS/sm	SiO ₂ mmól/l	Na mmól/l	K mmól/l	Ca mmól/l	Mg mmól/l	Alk ^a meq/l	DIC mmól/l	S _{total} mmól/l	SO ₄ mmól/l	δ ³⁴ S ‰	δ ³³ S ‰	Cl mmól/l	F µmól/l	Hleðslu- jafnvægi	skekkja %	mg/kg reiknað	DOC mmól/l	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	0,259	0,385	0,013	0,099	0,043	0,452	0,399	0,018	0,014	8,6		0,162	3,20	0,03	2,2	61,6	0,026				
08U002	31.5.2008	13:55	3,4	10,8	9,23	22,5	69,2	0,257	0,337	0,010	0,096	0,040	0,458	0,450	0,016	0,017	11,0		0,159	3,81	0,03	2,5	62,6	0,018				
08U006	17.11.2008	13:30	3,4	4,6	9,31	20,4	73	0,255	0,364	0,012	0,099	0,044	0,451	0,444	0,018	0,017	9,3		0,162	3,77	0,01	0,7	63,3	0,034				
09U004	28.10.2009	12:15	3,4	6,7	9,4	20,1	65,4	0,255	0,341	0,011	0,096	0,041	0,460	0,454	0,017	0,014			0,159	3,27	0,03	2,5	63,0	0,045				
10U005	20.12.2010	12:30	3,3	-3,4	9,4	19,3	66,8	0,254	0,352	0,012	0,099	0,045	0,461	0,409		0,015	10,0		0,163	2,88	0,01	0,5	61,8	0,009				
11U004	10.10.2011	13:25	3,4	5,0	9,38	22,4	75,3	0,254	0,357	0,012	0,091	0,041	0,442	0,386	0,018	0,016	12,4		0,162	3,20	0,01	0,9	60,1	0,075				
12U005	19.10.2012	14:20	3,5	6,0	9,31	20,5	68,8	0,254	0,369	0,013	0,101	0,043	0,455	0,410	0,018	0,016	12,4	6,3	0,158	3,16	0,02	1,6	61,9	0,033				
14U003	31.3.2014	13:29	3,4	8,5	9,32	21,6	82,5	0,247	0,377	0,011	0,094	0,042	0,172	0,128	0,017	0,012	12,9	6,6	0,132	2,21	0,33	33,5	42,7	0,033				
14H021	23.9.2014	10:50	3,2	6,9	9,37	21,1	54,7	0,244	0,384	0,011	0,093	0,040	0,477	0,430	0,016	0,017	12,2	6,1	0,152	3,56	0,00	0,3	61,4	<0,011				
15H017	4.9.2015	14:30	3,5	11,6	9,35	18,7	58,6	0,240	0,389	0,012	0,102	0,039	0,457	0,455	0,016	0,016	11,3	6,3	0,159	3,60	0,03	2,4	63,4	0,045				
16H021	15.10.2016	14:45	3,5	8,9	9,29	21,6	74,9	0,234	0,397	0,011	0,101	0,039	0,467	0,464	0,016	0,015	12,7	6,5	0,163	2,87	0,02	1,8	63,8	0,026				
17H010	27.9.2017	12:00	3,5	9,5	9,23	23,3	71,8	0,242	0,394	0,012	0,101	0,042	0,465	0,426	0,017	0,017			0,161	4,14	0,03	1,9	62,0	0,024				
18H014	17.10.2018	14:10	3,6	5,8	9,26	23,6	66,3	0,253	0,417	0,012	0,103	0,042	0,466	0,422	0,018	0,017			0,159	3,32	0,06	4,1	63,2	0,026				
Vellankatla, Þingvöllum																												
07U004	19.10.2007	17:05	2,8	10,2	9,3	23,3	51,7	0,272	0,267	0,011	0,070	0,038	0,319	0,273	0,014	0,012	9,1		0,126	2,52	0,02	1,9	48,3	0,028				
08U003	31.5.2008	14:50	2,8	2,8	9,12	21,3	51,8	0,204	0,241	0,011	0,069	0,036	0,319	0,305	0,014	0,014	10,3		0,126	3,16	0,01	1,4	49,1	0,008				
08U007	17.11.2008	14:45	2,8	5,1	9,2	20,3	54,4	0,258	0,264	0,011	0,069	0,038	0,322	0,307	0,016	0,014	10,7		0,124	3,18	0,01	1,0	49,8	0,116				
09U005	28.10.2009	13:20	2,8	6,7	9,25	20	49,1	0,260	0,260	0,013	0,071	0,038	0,323	0,305	0,015	0,012			0,124	2,44	0,01	1,3	50,6	0,047				
10U006	20.12.2010	13:40	2,8	-3,8	9,34	18,9	51,6	0,253	0,256	0,011	0,069	0,038	0,328	0,283		0,012	9,7		0,128	2,09	0,00	0,3	49,0	0,017				
11U005	10.10.2011	14:20	2,8	3,4	9,35	21,1	55,6	0,250	0,261	0,012	0,066	0,037	0,330	0,281	0,018	0,014	11,9		0,128	2,51	0,02	2,0	49,0	0,068				
12U004	19.10.2012	13:35	2,8	5,7	9,18	20,6	53,4	0,249	0,267	0,012	0,073	0,039	0,330	0,295	0,015	0,013	12,1	6,3	0,124	2,58	0,02	2,0	49,9	0,049				
14U002	31.3.2014	12:34	2,9	11,5	9,22	21,9	56	0,255	0,279	0,011	0,069	0,039	0,203	0,165	0,015		12,4	6,4	0,098	1,60	0,20	25,2	40,7	0,312				
14H022	23.9.2014	11:30	2,7	6,9	9,4	20,8	41,4	0,245	0,279	0,011	0,067	0,036	0,358	0,309	0,013	0,013	12,4	6,3	0,122	2,88	0,01	1,3	49,3	0,011				
15H015	4.9.2015	11:45	2,9	10,2	9,21	19,3	52,5	0,239	0,283	0,011	0,075	0,036	0,341	0,331	0,015	0,013	11,7	6,2	0,127	2,84	0,02	1,9	51,5	0,036				
16H020	15.10.2016	14:10	2,9	9,5	9,18	20,5	55,4	0,233	0,281	0,011	0,073	0,035	0,331	0,320	0,014	0,011	12,7	6,3	0,121	2,29	0,03	3,2	49,5	0,029				
17H009	27.9.2017	13:30	2,9	8,3	9,11	23,6	53	0,238	0,285	0,012	0,072	0,038	0,335	0,305	0,015	0,014			0,127	2,81	0,02	2,3	49,3	0,020				
18H013	17.10.2018	13:10	2,9	5,7	9,19	22,8	50,1	0,242	0,292	0,012	0,072	0,037	0,348	0,312	0,015	0,014			0,126	2,59	0,02	1,5	50,1	0,019				
Miðfellsstrumur, Þingvallavatn																												
15H007	2.6.2015	12:20	6,7	6,4	8,41	19,6	65,3	0,221	0,383	0,015	0,103	0,062	0,544	0,539	0,023	0,022			0,175	3,81	0,04	2,6	69,0	0,031				
15H008	2.6.2015	12:40	3,9	6,4	9,01	19,6	54,7	0,250	0,351	0,015	0,091	0,046	0,449	0,427	0,018	0,018			0,161	3,39	0,01	0,7	61,7	0,028				
15H016	4.9.2015	13:00	9,0		8,65	19,3	63,9	0,203	0,380	0,016	0,107	0,056	0,464	0,467	0,023	0,023	8,7	4,7	0,174	3,78	0,03	2,3	63,4	0,045				
16H019	15.10.2016	12:45	7,7	8,8	7,71	21,4	75,3	0,186	0,384	0,015	0,103	0,055	0,465	0,486	0,023	0,020	9,6	4,8	0,168	3,37	0,04	2,8	63,4	0,018				

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

Sýna númer	Dagsetning	kl.	Vatns- Loft- hiti °C hiti °C		T °C																TDS						
			pH	(pH/ leiðni)	Leiðni µS/cm	SiO ₂ mmól/l	Na mmól/l	K mmól/l	Ca mmól/l	Mg mmól/l	Alk ^a meq/l	DIC mmól/l	S _{total} mmól/l	SO ₄ mmól/l	δ ³⁴ S ‰	δ ³³ S ‰	Cl mmól/l	F µmól/l	Hleðslu- jafnvægi	skekkja %	mg/kg reiknað	DOC mmól/l	POC µg/kg	PON µg/kg	C/N mól		
Þingvallavatn, Steingrímsstöð																											
07U001	9.7.2007	14:05	11,7	17	7,52	19,4	60,6	0,219	0,357	0,016	0,104	0,058	0,469	0,468	0,025	0,022	6,8		0,176	3,53	0,00	0,2	63,3	0,063	250	37,0	7,9
07U002	8.10.2007	14:05	6,8	5,9	7,66	22,8	70,6	0,196	0,367	0,016	0,101	0,059	0,460	0,459	0,025	0,021	6,3		0,172	3,52	0,02	1,3	62,7	0,043	335	54,6	7,2
07U005	5.12.2007	13:55	3,7	3,2	7,6	20	71,8	0,200	0,346	0,015	0,104	0,059	0,465	0,464	0,025	0,021	7,8		0,171	3,61	0,00	0,3	62,4	0,037	150	17,9	9,8
08U001	28.4.2008	14:00	3,2	9,6	8,03	22	72	0,214	0,347	0,016	0,104	0,060	0,479	0,489	0,027	0,025	7,9		0,179	3,99	0,02	1,8	65,6	0,026	352	58,0	7,1
08U004	31.5.2008	16:00	6,7	9,5	8,04	22,2	72,2	0,257	0,338	0,014	0,101	0,058	0,465	0,475	0,025	0,024	8,2		0,175	3,93	0,03	1,9	62,9	0,009	296	32,2	10,7
08U005	10.9.2008	15:15	10	12,8	7,53	20,9	73,2	0,202	0,353	0,015	0,101	0,058	0,461	0,494	0,026	0,023	9,4		0,169	3,98	0,00	0,1	64,6	0,055	471	33,6	16,4
08U008	2.12.2008	16:45	2,9	-3,9	7,54	20,3	77,5	0,194	0,366	0,017	0,104	0,061	0,478	0,511	0,027	0,023	7,8		0,171	3,95	0,01	0,5	65,6	0,036	2392	112,6	24,8
09U001	21.4.2009	14:55	2,1	6,1	7,63	20,2	73	0,198	0,369	0,017	0,106	0,063	0,469	0,495	0,026	0,022	8,8		0,175	3,39	0,02	1,7	66,4	0,052	472	42,3	13,0
09U002	8.7.2009	13:20	11,1	13,6	7,9	22,6	73,7	0,202	0,356	0,018	0,100	0,059	0,473	0,487	0,025	0,022			0,174	3,41	0,01	0,6	65,3	0,031	639	51,7	14,4
09U003	8.10.2009	12:50	6,7	2,3	7,73	21,6	69,2	0,193	0,368	0,018	0,104	0,058	0,480	0,501	0,024	0,022			0,173	3,53	0,01	0,5	65,7	0,064	244	26,5	10,7
09U006	26.11.2009	12:30	4,4	-2,2	7,45	21	69,4	0,190	0,362	0,017	0,106	0,061	0,477	0,518	0,026	0,022			0,172	3,46	0,01	0,6	66,9	0,038	244	23,6	12,0
10U001	12.5.2010	13:00	3,3	8,3	7,88	22,1	71,1	0,189	0,368	0,016	0,105	0,058	0,495	0,493	0,027	0,022	7,8		0,176	3,11	0,08	5,5	65,2	0,067	335	31,1	12,6
10U002	6.7.2010	13:05	9,8	15,6	7,88	21,1		0,202	0,365	0,016	0,105	0,058	0,480	0,478	0,028	0,023			0,176	3,12	0,01	0,6	64,9	0,044	180	19,2	10,9
10U003	6.9.2010	13:15	8,7	10,7	7,72	21,2	72,4	0,194	0,370	0,016	0,106	0,057	0,475	0,474	0,027	0,022	7,4		0,174	3,19	0,00	0,1	64,4	0,008	240	30,3	9,2
10U004	2.12.2010	12:30			7,57	22,0	73,7	0,182	0,357	0,015	0,102	0,060	0,466	0,466		0,022	7,9		0,175	3,15	0,01	1,1	62,6	0,027	317	48,1	7,7
11U001	14.4.2011	13:17	1,4	2,6	7,79	19,3	75,3	0,179	0,360	0,015	0,097	0,056	0,477	0,476	0,025	0,024	9,5		0,178	3,52	0,03	1,9	63,1	0,072	399	34,0	13,7
11U002	7.7.2011	13:45	9,9	16,5	7,94	21,0	76,6	0,183	0,359	0,017	0,094	0,058	0,473	0,471	0,023	0,025	9,1		0,179	3,57	0,02	1,7	62,4	0,155	637	62,8	11,8
11U003	6.10.2011	12:45	7,9	7,5	7,68	20,0	78,3	0,185	0,355	0,018	0,095	0,056	0,467	0,466	0,024	0,024	9,3		0,175	3,50	0,02	1,3	62,2	0,063	417	30,8	15,8
11U006	22.11.2011	13:00	5,7	2,3	7,6	22,3	74,2	0,176	0,358	0,016	0,103	0,059	0,464	0,463	0,029	0,025	9,8		0,176	3,66	0,00	0,3	62,6	0,030	225	18,6	14,1
12U001	20.3.2012	12:40	0,8	1,7	7,66	22,7		0,180	0,375	0,012	0,108	0,062	0,461	0,460	0,025	0,027	8,6	4,8	0,178	4,23	0,03	2,0	62,9	0,070	415	43,5	11,1
12U002	4.6.2012	15:30	8,7	21,3	7,85	20,2	64,2	0,186	0,375	0,013	0,111	0,064	0,536	0,534	0,026	0,028	9,0	4,5	0,179	4,26	0,04	2,5	68,1	0,027	456	19,6	27,2
12U003	21.8.2012	15:50	11,2	18,6	8	21,9	75,4	0,194	0,369	0,016	0,103	0,060	0,472	0,470	0,026	0,025	9,0	4,5	0,170	3,28	0,02	1,1	63,6	0,048	181	15,9	13,3
12U006	20.11.2012	17:50	3,5	0,4	7,55	20,2	74,9	0,178	0,372	0,017	0,111	0,064	0,541	0,540	0,028	0,025	9,1	4,7	0,170	3,49	0,03	1,8	67,8	0,028			
13U001	29.4.2013	15:45	2,2	2,5	7,63	21,0	72,1	0,165	0,371	0,014	0,094	0,058	0,488	0,487	0,024	0,026	9,1	4,7	0,171	3,62	0,02	1,7	61,7	0,025			
13U002	19.6.2013	16:00	5,5	10,8	7,53	20,2	72,9	0,162	0,363	0,014	0,092	0,056	0,473	0,473	0,024	0,026	9,1	4,5	0,171	3,63	0,02	1,7	60,5	0,011			
13U003	3.10.2013	13:30	7,9	8,2	7,54	20,8	69,4	0,163	0,397	0,015	0,090	0,058	0,485	0,485	0,024	0,025	9,1	4,5	0,168	3,63	0,00	0,3	61,8	0,051			
13U004	27.11.2013	13:00	3,7	3,4	7,29	22,8	74,2	0,168	0,398	0,015	0,093	0,062	0,515	0,515	0,026	0,028	8,5	4,3	0,173	3,58	0,02	1,4	64,5	0,039			
14U001	12.3.2014	12:30	0,6	3,2	7,57	21,7	74,5	0,181	0,378	0,016	0,101	0,063	0,484	0,484	0,025	0,025	9,2	4,7	0,163	3,84	0,02	1,4	63,0	0,037			
14H012	23.6.2014	18:20	9,8	14,7	7,72	22,0	57,6	0,177	0,372	0,015	0,100	0,058	0,488	0,487	0,024	0,027	8,4	4,3	0,167	3,51	0,01	0,7	62,7	0,025			
14H019	14.8.2014	18:20	11,6		7,72	20,6	60,4	0,185	0,376	0,015	0,101	0,060	0,490	0,489	0,025	0,026	8,9	4,5	0,161	3,80	0,01	0,5	63,3	0,024			
14H028	6.11.2014	17:40	5,5	6,4	7,73	21,7	56,1	0,178	0,385	0,016	0,105	0,058	0,489	0,488	0,025	0,025	9,2	4,8	0,162	3,79	0,02	1,5	63,2	0,013			
15H001	17.3.2015	10:50	0,3	-1,2	7,36	20,6	51,5	0,176	0,396	0,015	0,099	0,058	0,453	0,500	0,026	0,026	9,3	5,1	0,188	3,76	0,03	2,1	36,3	0,025			
15H009	22.6.2015	10:00	12,1	5,9	7,48	21,4	57,3	0,176	0,396	0,016	0,108	0,058	0,487	0,525	0,025	0,025	8,9	4,8	0,181	3,77	0,02	1,5	64,1	0,030			
15H023	14.9.2015	17:40	9,0		7,71	20,3	56,7	0,184	0,387	0,016	0,108	0,057	0,477	0,500	0,025	0,024	9,5	4,6	0,178	3,82	0,03	1,9	63,7	0,042			
16H001	14.1.2016	10:10	0,8	-7,8	7,42	19,8	63	0,185	0,388	0,016	0,107	0,058	0,479	0,524	0,025	0,024	9,8	5,0	0,175	3,76	0,03	1,9	63,7	0,016			
16H009	3.5.2016	13:20	3,1	6,3	7,53	21,4	55,3	0,178	0,397	0,015	0,107	0,056	0,501	0,536	0,023	0,021	10,0	5,2	0,173	3,32	0,02	1,3	66,6	0,007			
16H013	20.6.2016	13:00	5,0	14,0	7,31	21,9	55,7	0,177	0,391	0,015	0,109	0,056	0,490	0,546	0,023	0,021	10,0	5,3	0,173	3,28	0,03	1,9	67,0	0,010			
16H017	8.9.2016	12:30	10,3	8,9	7,49	21,6	74	0,185	0,393	0,015	0,105	0,055	0,472	0,508	0,023	0,020	9,6	4,8	0,169	3,27	0,04	2,9	65,0	0,017			
16H024	21.11.2016	14:00	5,0	-3,5	7,46	21,9	74,5	0,195	0,392	0,015	0,106	0,056	0,471	0,509	0,023	0,021	9,4	4,8	0,169	3,23	0,05	3,2	65,7	0,023			
17H003	4.4.2017	13:45	2,0	0,1	7,11	22,2	73,7	0,178	0,391	0,015	0,102	0,058	0,477	0,477	0,024	0,021	9,5	5,0	0,173	3,20	0,03	2,2	62,5	0,038			
17H007	10.7.2017	13:20	9,7	14,8	7,54	22,8	71,3	0,185	0,393	0,016	0,106	0,060	0,487	0,486	0,025	0,024	9,8	5,1	0,173	3,65	0,03	2,0	64,0	0,031			
17H013	5.10.2017	13:00	8,2	7,8	7,59	23,5	79,1	0,181	0,394	0,016	0,105	0,059	0,477	0,476	0,024	0,024			0,172	3,92	0,04	2,6	63,1	0,029			
17H017	4.12.2017	14:25	3,5	3,0	7,13	22,8	77,6	0,176	0,405	0,017	0,105	0,060	0,487	0,487	0,024	0,024			0,172	3,79	0,04	2,7	63,8	0,102			
18H003	21.3.2018	12:50	1,9	2,9	7,56	22,6	80,5	0,194	0,395	0,016	0,105	0,059	0,498	0,498	0,026	0,026			0,175	3,88	0,01	0,7	65,6	0,028			
18H007	8.8.2018	13:00	9,3	14,2	7,75	22,7	66,5	0,184	0,381	0,015	0,102	0,055	0,474	0,472	0,025	0,023			0,185	4,19	0,00	0,0	63,1	0,054			

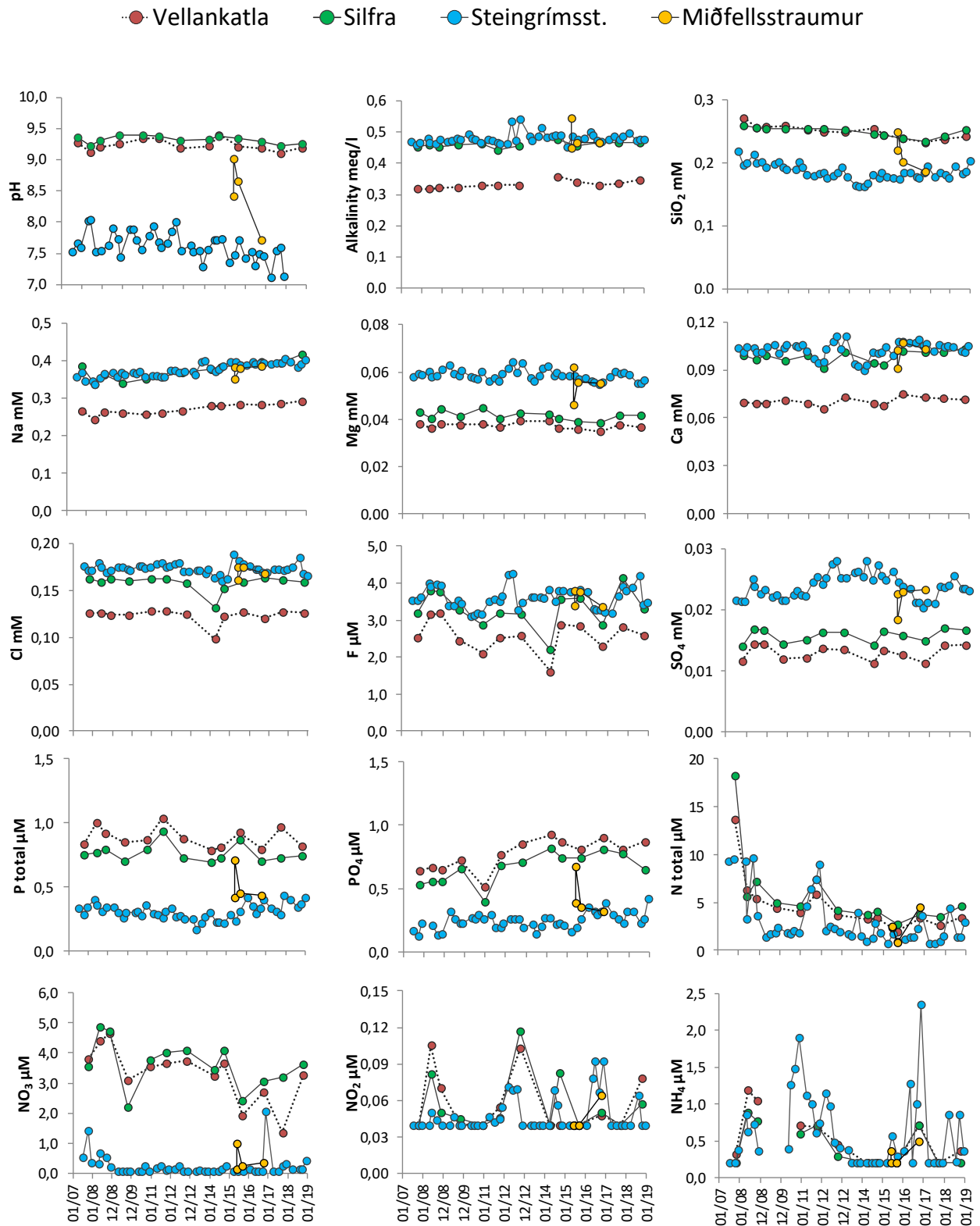
Tafla 3b. Niðurstöður mælinga á styrk næringarefna og snefilefna í Vellankötlu, Silfru og útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð.

Sýna númer	Dagsetning	kl.	P-total ¹ μmól/l	PO ₄ -P μmól/l	NO ₃ -N μmól/l	NO ₂ -N μmól/l	NH ₄ -N μmól/l	N-total μmól/l	P-total ² μmól/l	Al μmól/l	Fe μmól/l	B μmól/l	Mn μmól/l	Sr μmól/l	As nmól/l	Ba nmól/l	Cd nmól/l	Co nmól/l	Cr nmól/l	Cu nmól/l	Ni nmól/l	Pb nmól/l	Zn nmól/l	Hg nmól/l	Mo nmól/l	Ti nmól/l	V μmól/l
Silfra, Þingvöllum																											
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	0,743	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	0,807	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
17H010	27.9.2017	12:00	0,726	0,775	3,213	<0,04	<0,2	3,50	0,775	1,33	0,017	0,647	0,0010	0,0402	1,40	0,513	<0,018	<0,085	45,8	2,66	2,83	0,0874	6,0	<0,01	1,09	0,79	0,477
18H014	17.10.2018	14:10	0,743	0,646	3,641	0,057	<0,2	4,64	2,292	1,22	0,013	<0,925	0,0009	0,0411	1,78	0,493	<0,018	<0,085	46,7	1,70	1,35	0,0989	6,9	<0,01	1,23	1,69	0,444
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	0,775	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	0,743	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
17H009	27.9.2017	13:30	0,965	0,807	1,356	<0,04	<0,2	2,57	0,839	1,18	0,020	0,335	0,0020	0,0457	1,33	0,500	<0,018	<0,085	17,2	1,79	2,73	0,0845	<3,06	<0,01	0,92	1,98	0,420
18H013	17.10.2018	13:10	0,817	0,872	3,284	0,079	0,357	3,43	0,936	1,15	0,009	<0,925	0,0009	0,0462	1,67	0,430	<0,018	0,124	18,8	<1,5	1,50	0,0825	3,3	<0,01	0,89	1,37	0,391
Miðfellsstraumur, Þingvallavatn																											
15H007	2.6.2015	12:20	0,413	0,387	0,128	<0,04	0,357	2,36	0,452	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	0,743	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	0,323	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	0,420	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

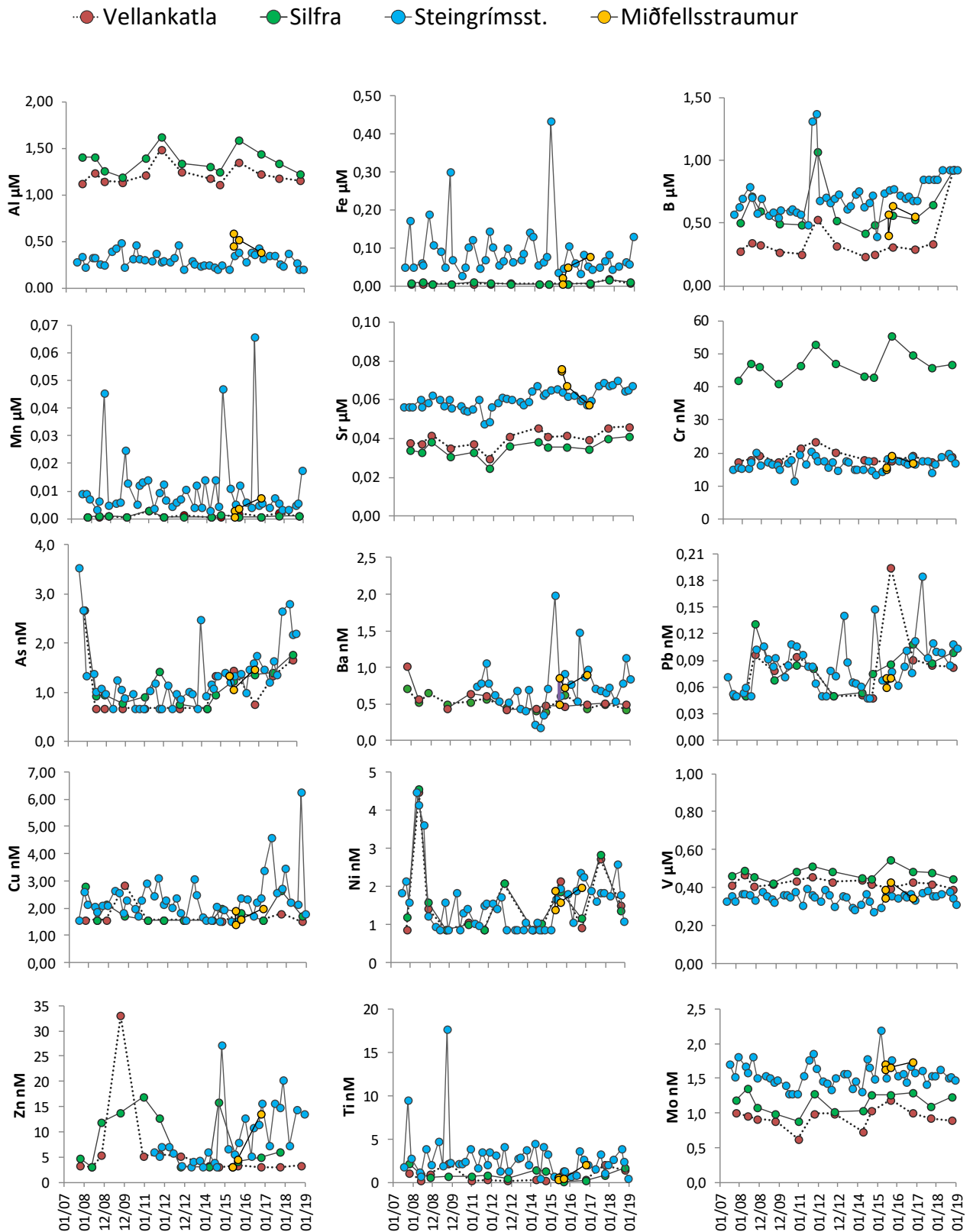
¹P-total mælt með ICP_SFMS, ²P-total mælt með autoanalyser

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

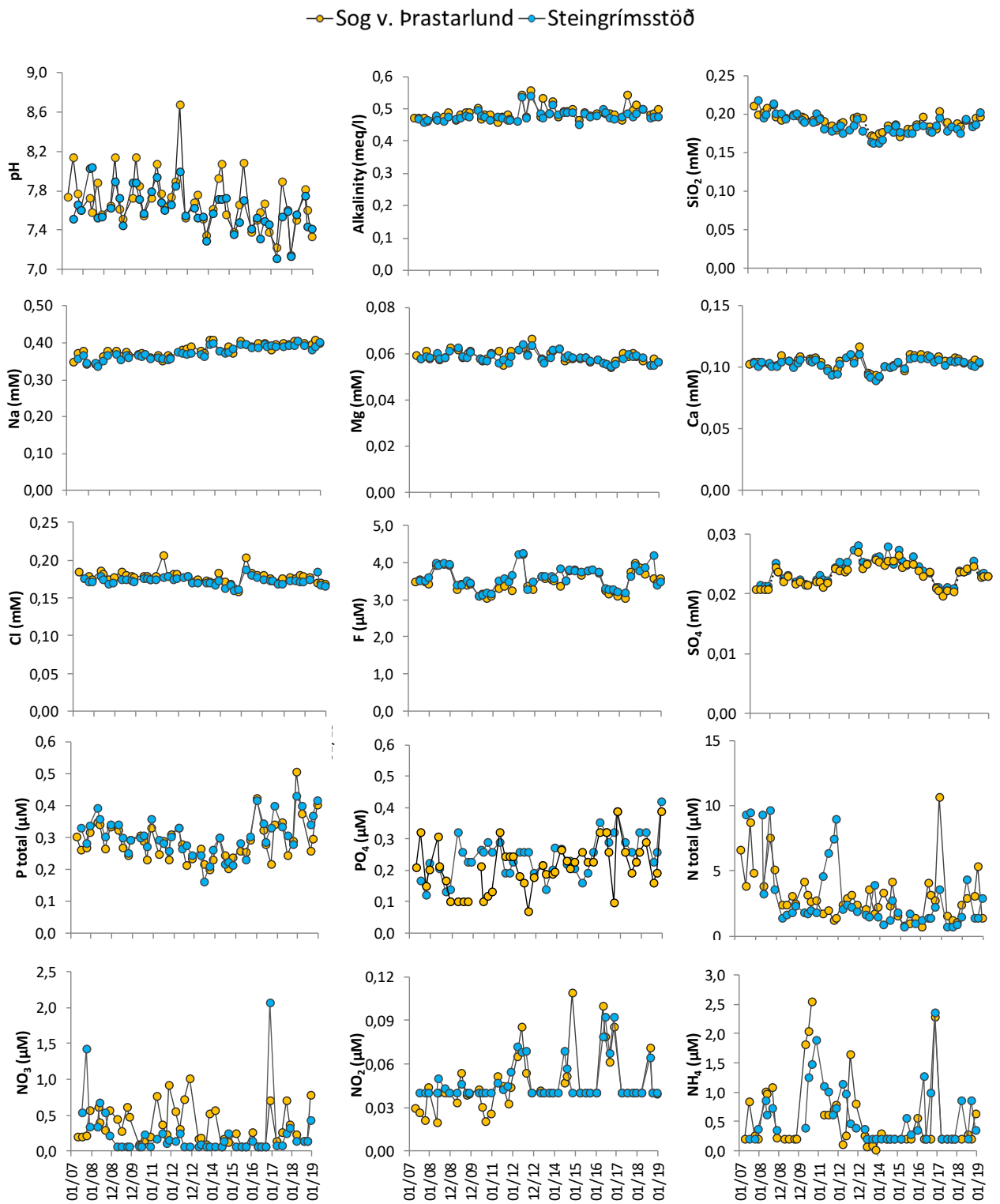
Sýna númer	Dagsetning	kl.	P-total ¹ µmól/l	PO ₄ -P µmól/l	NO ₃ -N µmól/l	NO ₂ -N µmól/l	NH ₄ -N µmól/l	N-total µmól/l	P-total ² µmól/l	Al µmól/l	Fe µmól/l	B µmól/l	Mn µmól/l	Sr µmól/l	As nmól/l	Ba nmól/l	Cd nmól/l	Co nmól/l	Cr nmól/l	Cu nmól/l	Ni nmól/l	Pb nmól/l	Zn nmól/l	Hg nmól/l	Mo nmól/l	Ti nmól/l	V µmól/l
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	<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
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	0,194	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	0,323	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	0,194	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	0,387	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	0,420	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	0,549	0,359	0,084	0,719	0,0657	0,0606	1,45	1,478	<0,018	0,133	16,7	2,23	1,89	0,101	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	0,420	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	0,420	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
17H003	4.4.2017	13:45	0,333	0,291	0,079	<0,04	<0,2	<0,7	<0,097	0,352	0,051	0,849	0,0041	0,0671	1,47	0,706	<0,018	<0,085	17,5	4,58	1,89	0,184	7,2	<0,01	1,61	1,58	0,373
17H007	10.7.2017	13:20	0,305	0,258	0,079	<0,04	<0,2	<0,7	0,387	0,353	0,069	0,846	0,0074	0,0687	1,22	0,679	<0,018	<0,085	17,8	2,55	1,62	0,0931	15,6	<0,01	1,42	3,22	0,387
17H013																											



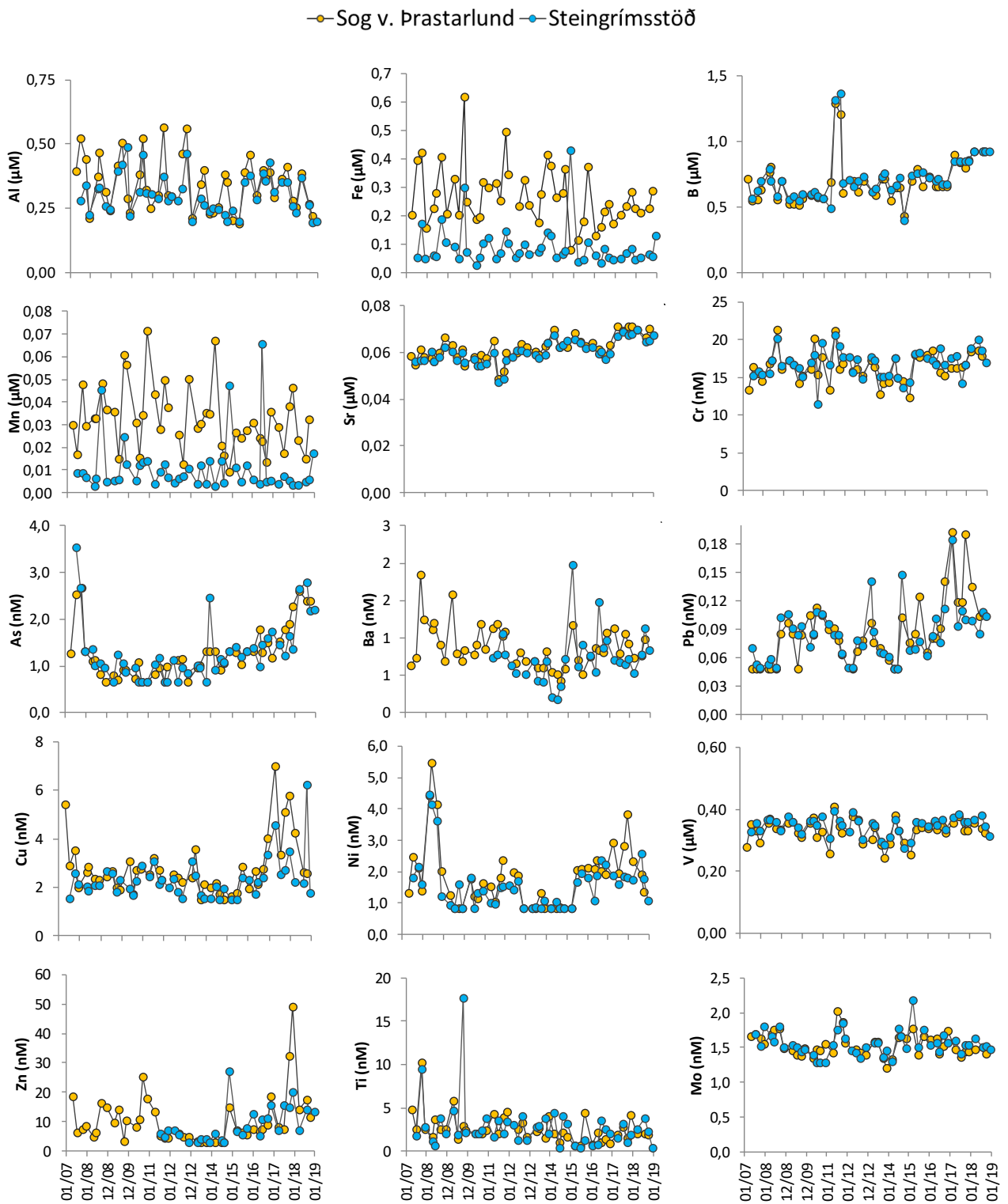
Mynd 6. Árstíðabundnar breytingar á basavirkni, pH og styrk leystra aðal- og næringarefna í inn- og útlæði þingvallavatns. Söfnunarstaðirnir eru táknaðir með mismunandi lit. Einingar eru í millimól/l (mM), milliekivalent í líter (meq/l) og míkrómól/l (μM).



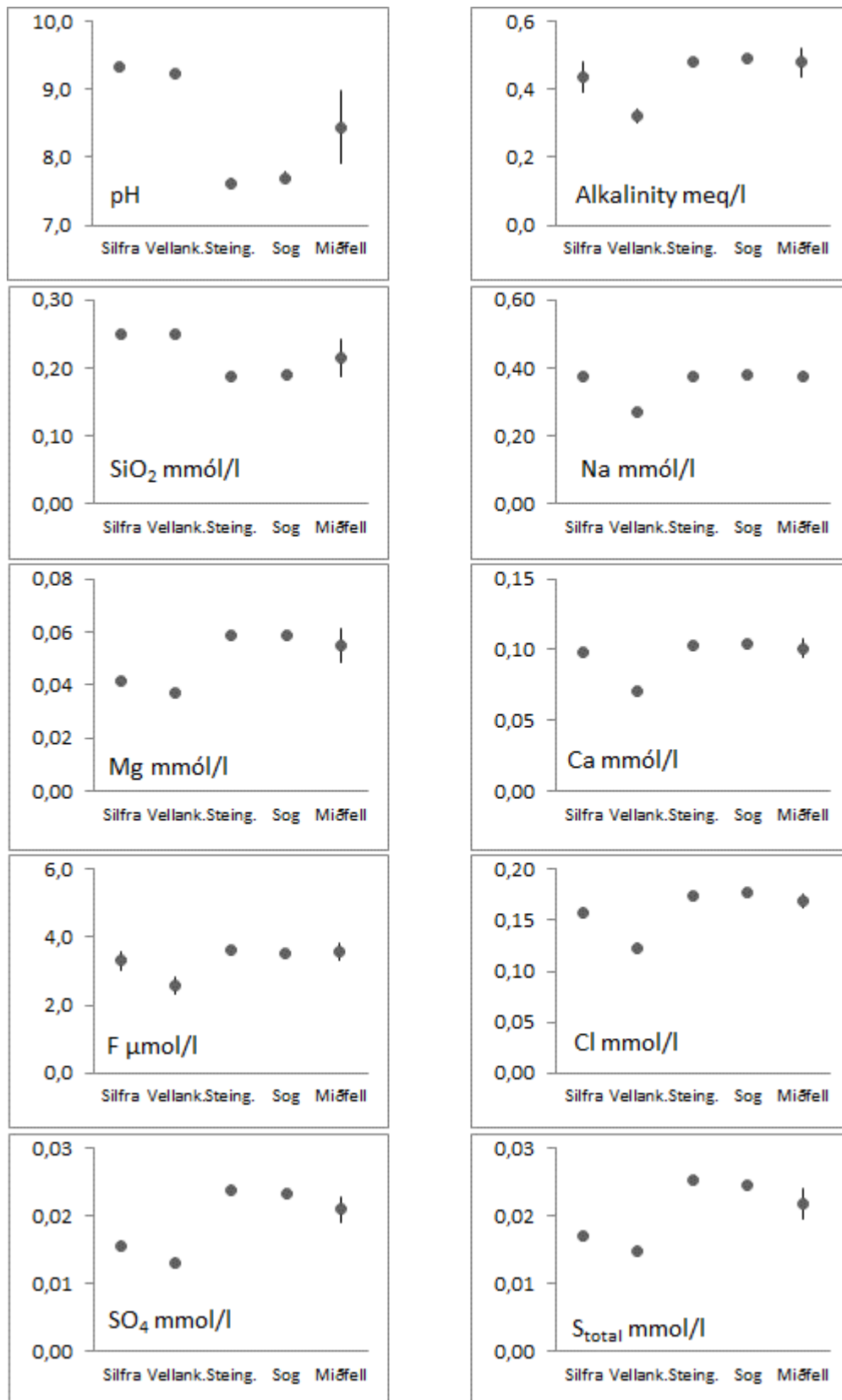
Mynd 7. Árstíðabundnar breytingar í styrk leystra snefilefna í inn- og útflæði Þingvallavatns. Söfnunarstaðirnir eru táknnaðir með mismunandi lit. Einingar eru í mikrómol/l (μM) og nanómól/l (nM).



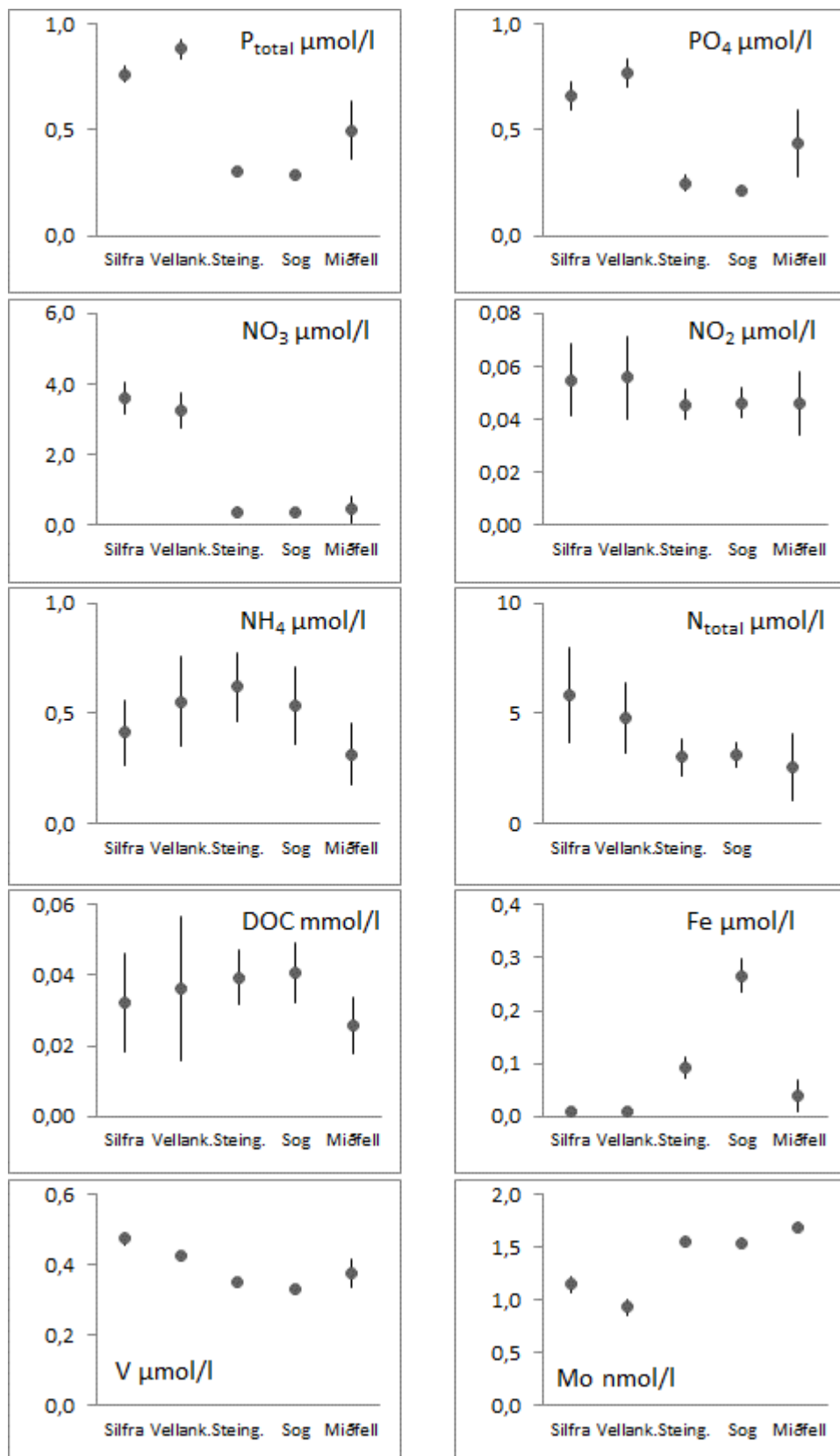
Mynd 8. Árstíðabundnar breytingar í styrk leystra aðalefna í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð og Sogi við Þrastarlund. Blár: Útfall úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð, Gulur: Sog við Þrastarlund. Einingar eru í millimól/l (mM) og míkromól/l (µM).



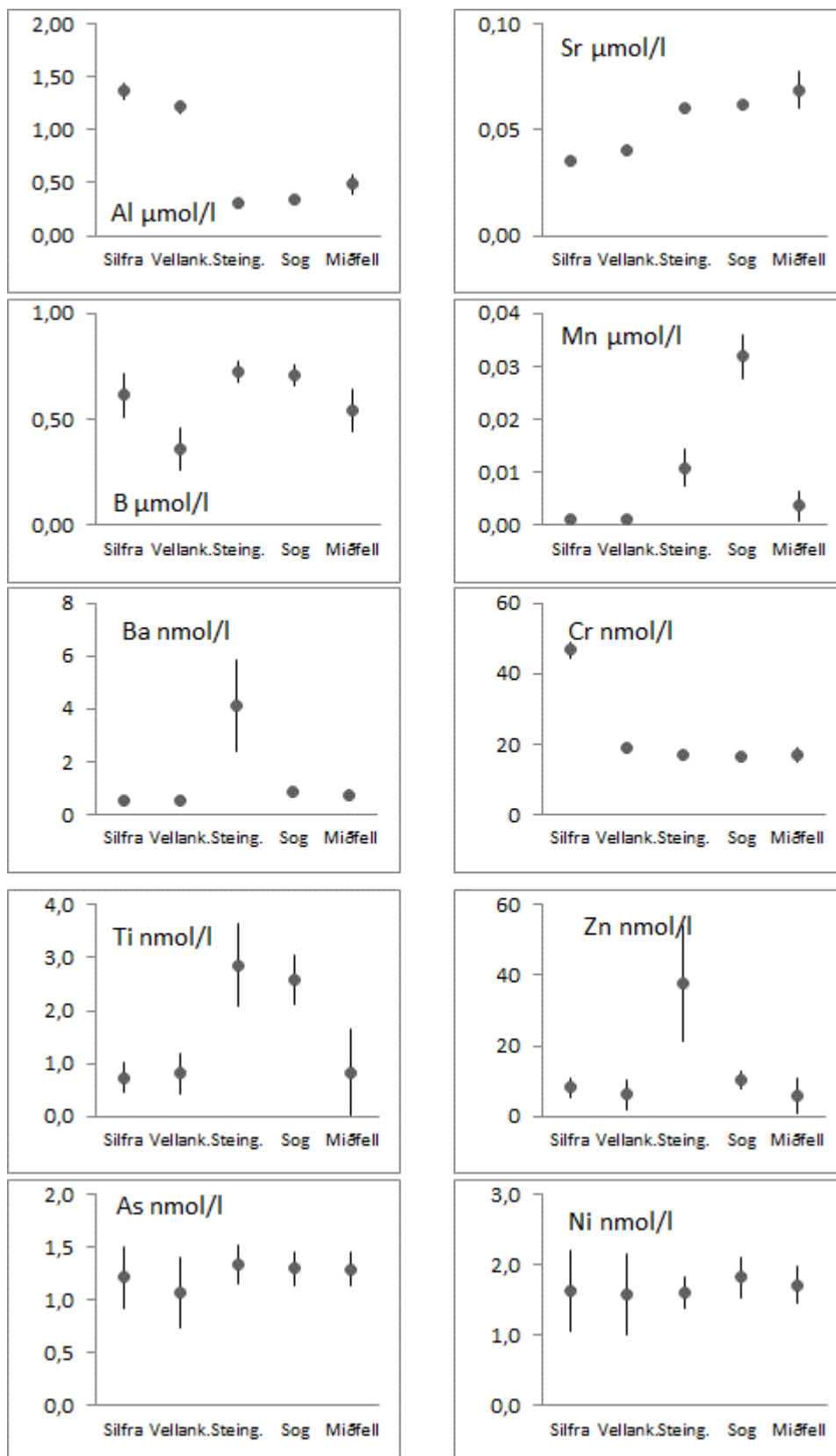
Mynd 9. Árstíðabundnar breytingar í styrk leystra snefilefna í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð og Sogi við Þrastarlund. Blár: Útfall úr Þingvallavatni við Steingrímsstöð, Gulur: Sog við Þrastarlund. Einingar eru í míkromól/l (μM) og nanómól/l (nM).



Mynd 10. Meðalstyrkur leystra aðalefna (með 95% öryggismörkum) úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns. Gögn úr Sogi við Þrastarlund frá 2007 til 2018 eru til samanburðar. Aðeins eru fjögur sýni úr Miðfellsstraumi.

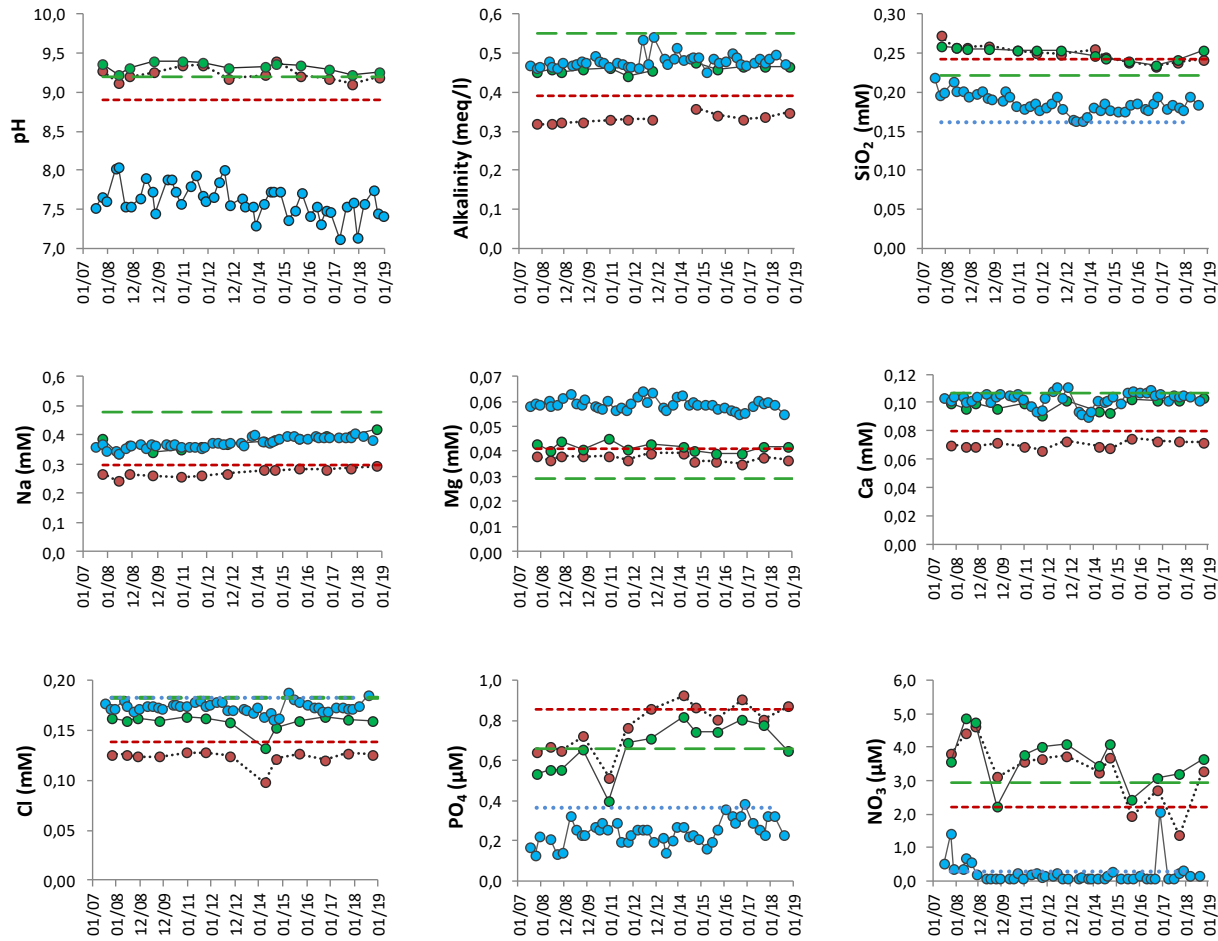


Mynd 11. Meðalstyrkur lífræns kolefnis og leystra næringarefna (með 95% öryggismörkum) úr inn- og útrennsli Þingvallavatns. Gögn úr Sogi við Þrastarlund frá 2007 til 2018 eru til samanburðar. Aðeins eru fjögur sýni úr Miðfellsstraumi.



Mynd 12. Meðalstyrkur leystra þungmálma og annarra snefilefna (með 95% öryggismörkum) úr innstreymi og útrennsli Þingvallavatns. Gögn úr Sogi við Þrastarlund frá 2007 til 2018 eru til samanburðar. Aðeins eru fjögur sýni úr Miðfellsstraumi.

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



Mynd 13. Samanburður á styrk leystra efna í sýnum frá 2007-2018 við gögn sem safnað var á árunum 1975 úr Þingvallavatni og lindum sem renna í vatnið (Jón Ólafsson 1992).

Tafla 4. Næmi efnagreiningaraðferða og hlutfallsleg skekkja mælinga.

Efni	Rannsóknarstofa	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
Svífaur	IMO		mg/l	1,0	
SiO ₂	ALS	ICP-AES	µmól/l	1,07	
Na	ALS	ICP-AES	µmól/l	4,35	
K	ALS	ICP-AES	µmól/l	10,2	
Ca	ALS	ICP-AES	µmól/l	2,50	
Mg	ALS	ICP-AES	µmól/l	3,70	
Alkalinity	JHÍ	Títrun	meq/l		3%
CO ₂	JHÍ	Jónaskilja	µmól/l		3%
SO ₄	JHÍ	Jónaskilja	µmól/l	10,4	10%
S	ALS	ICP-AES	µmól/l	6,24	
Cl	JHÍ	Jónaskilja	µmól/l	28,2	5%
F	JHÍ	Jónaskilja	µmól/l	1,05	1,05 - 1,58 ± 10% >1,58 ± 3%
N-NO ₂	ALS	Autoanalyser	µmól/l	0,036	
N-NO ₃	ALS	Autoanalyser	µmól/l	0,071	
N-NH ₄	ALS	Autoanalyser	µmól/l	0,286	
N-total	ALS	Autoanalyser	µmól/l	0,714	
P-PO ₄	ALS	Autoanalyser	µmól/l	0,032	
P-total	ALS	Autoanalyser	µmól/l	0,097	
P	ALS	ICP-AES	µmól/l	0,032	
Al	ALS	ICP-SFMS	µmól/l	0,007	
B	ALS	ICP-SFMS	µmól/l	0,925	
Fe	ALS	ICP-SFMS	µmól/l	0,007	
Sr	ALS	ICP-SFMS	µmól/l	0,023	
Ti	ALS	ICP-SFMS	µmól/l	0,001	
Mn	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,546	
As	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,667	
Cr	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,192	
Ba	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,073	
Co	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,085	
Ni	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,852	
Cu	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	1,57	
Zn	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	3,06	
Mo	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,521	
Cd	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,018	
Hg	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,010	
Pb	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,048	
V	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,098	
Th	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,086	
U	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,002	
Sn	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,421	
Sb	ALS	ICP-SFMS	nmól/l	0,082	
DOC	Umeå	Carlo Erba 1108	µmól/l	8,0	
DOC	NMÍ		µmól/l	9,0	
POC	Umeå	Shimadzu TOC5000	µg		
POC	NMÍ		µg µg/l µg/l	2,00 10,0 ¹ 6,67 ²	6,50%
PON	Umeå	Shimadzu TOC5000	µg	1,5	
PON	NMÍ		µg µg/l µg/l	0,40 2,00 ¹ 1,33 ²	11%
POP	NMÍ		µg µg/l µg/l	0,40 2,00 ¹ 1,33 ²	

¹Næmi ef vatnssýni er 200 ml, ²Næmi ef vatnssýni er 300 ml

Greiningar hjá ALS eru LOQ. Allar greiningar eru gerðar undir staðlaðri EPA aðferð nr. 200.7 fyrir ICP-AES og nr. 200.8 fyrir ICP-SFMS.

Hg greiningar með AFS eru gerðar skv. SS-EN ISO 17852:2008.