

HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Efnasamsetning Þingvallavatns. Gögn frá árinu 2023

Eydís Salome Eiríksdóttir

HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

MARINE & FRESHWATER RESEARCH INSTITUTE

Efnasamsetning Þingvallavatns.

Gögn frá árinu 2023

Höfundur	Eydís Salome Eiríksdóttir
Verkefnisstjóri	Eydís Salome Eiríksdóttir
Yfirfarið af	Rakel Guðmundsdóttir
Samþykkt af	Hrönn Egilsdóttir

Haf- og vatnarannsóknir / Marine and Freshwater Research in Iceland

Númer	HV 2024-25	ISSN	2298-9137
Dagsetning	12. júní 2024	Dreifing	Opin
Fjöldi síðna	28	Verknúmer	15193

© Hafrannsóknastofnun, rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

Ágrip

Í skýrslunni er fjallað um niðurstöður mælinga og efnagreininga á vatnssýnum sem safnað var í útfalli Þingvallavatns við Steingrímsstöð 2019–2023 og lindunum Vellankötlu og Silfru 2020–2022. Niðurstöður ársins 2023 eru sambærilegar við niðurstöður fyrra rannsóknartímabils sem staðið hefur frá árinu 2007. Niðurstöðurnar voru notaðar til að flokka Þingvallavatn í samræmi við lög um stjórn vatnamála (nr. 36/2011) og benda þær til þess að vatnshlotið Þingvallavatn sé í mjög góðu ástandi m.t.t. eðlisefnafræðilegra gæðapátta. Samanburður við reglugerð 796/1999 um varnir gegn mengun vatns benda til þess að vatnið sé í umhverfisflokki I og II.

Lykilorð: Efnavöktun, aðalefni, snefilefni, næringarefni, efnabúskapur, vatnsgæði, stjórn vatnamála, eðlisefnafræðilegir gæðapættir.

Abstract

This report presents the results of measurements and chemical analyzes of samples collected at the outlet of Þingvallavatn at Steingrímsstöð 2019–2023 and the springs Vellankatla and Silfra in 2020–2022. The results are compared with the results of the previous study period since 2007. The results were used to classify the lake according to criteria set forward in the water management act no. 36/2011 and suggest that the water body is in high status with respect to physico-chemical quality elements. Classification of the lake according to the Icelandic regulation no. 796/1999 suggests that the lake water is in classes I and II.

Keywords: Water monitoring, major elements, trace elements, nutrients, lake chemistry, lake water quality.

Efnisyfirlit

Myndaskrá.....	ii
Töfluskrá.....	iii
1 Inngangur.....	1
2 Eiginleikar vatnasviðsins.....	2
3 Framkvæmd vöktunar.....	4
3.1 Sýnataka.....	4
3.2 Meðhöndlun sýna og efnamælingar.....	5
4 Niðurstöður og umræður.....	6
4.1 Gæði niðurstaðna.....	6
4.2 Styrkur aðalefna.....	6
4.3 Styrkur næringarefna.....	7
4.4 Styrkur snefilefna.....	8
4.5 Samanburður við eldri gögn.....	9
4.6 Vatnsgæði í Þingvallavatni.....	10
5 Lokaorð.....	11
Þakkir.....	12
Heimildir.....	13
Viðauki.....	15

Myndaskrá

Mynd 1. Vatnasvið og staðsetningar sýnatökustaða í og við Þingvallavatn.....	3
Mynd 2. Sýnatökustaður í útfalli Þingvallavatns.....	16
Mynd 3. Styrkur aðalefna í útfalli Þingvallavatns 2019-2023.....	20
Mynd 4. Styrkur næringarefna í útfalli Þingvallavatns 2019-2023.....	21
Mynd 5. Styrkur snefilefna í útfalli Þingvallavatns 2019-2023.....	22
Mynd 6. Styrkur snefilefna í útfalli Þingvallavatns 2019-2023.....	23
Mynd 7. Niðurstöður mælinga í útfalli Þingvallavatns og í lindunum Silfru og Vellanköttlu: pH, leiðni, aðalefni og næringarefni.....	24
Mynd 8. Niðurstöður mælinga í útfalli Þingvallavatns og í lindunum Silfru og Vellanköttlu: snefilefni.....	25

Töfluskrá

Tafla 1. Meðalefnasamsetning í útfalli Þingvallavatns (2007–2023 og fyrir árið 2023) og í lindunum Silfru og Vellankötlum 2007-2022 (söfnun í lindunum fórst fyrir árið 2023).	17
Tafla 2. Efnasamsetning vatnssýna úr útfalli Þingvallavatns 2019 – 2023 og í lindunum Silfru og Vellankötlum 2019–2022 (söfnun í lindunum fórst fyrir árið 2023).	18
Tafla 2 - frh. Efnasamsetning vatnssýna úr útfalli Þingvallavatns og lindunum Silfru og Vellankötlum 2019–2023:	19
Tafla 3. Efri umhverfismörk málma og næringarefna í hverjum umhverfisflokki.....	26
Tafla 4. Vatnsgæði í Þingvallavatni árið 2023	26
Tafla 5. Ástand Þingvallavatns m.t.t. eðlisefnafræðilegra gæðapátta	27
Tafla 6. Næmi efnagreiningaraðferða og hlutfallsleg skekkja mælinga.....	28

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 var skipt í þrjá megin verkþætti og sáu Náttúrufræðistofa Kópavogs og Jarðvísindastofnun um vöktunarþætti í samræmi við samninga. Verkþættir og framkvæmdaraðilar voru eftirfarandi: 1. Efna- og eðlisþættir í írennsli og útfalli, Jarðvísindastofnun Háskólans, 2. Lífríkis-, efna- og eðlisþættir í vatnsbol, Náttúrufræðistofa Kópavogs og 3. Fiskistofnar, Veiðimálastofnun (nú Hafrannsóknastofnun).

Árið 2019 dró Umhverfisstofnun sig úr samstarfinu þegar vöktun samkvæmt stjórn vatnamála hófst í Þingvallavatni (Umhverfisstofnun 2019). Við það byrjaði nýr kafli í vöktuninni. Umhverfisstofnun gerði sérstaka samninga við Hafrannsóknastofnun og Náttúrufræðistofu Kópavogs um vöktun á eðlisefnafræðilegum gæðaþáttum og forgangsefnum í vatninu (Eydís Salome Eiríksdóttir 2020; 2021; 2022; 2023). Á sama tíma gerðu Landsvirkjun, Orkuveita Reykjavíkur, Þjóðgarðurinn á Þingvöllum, Bláskógabyggð og Grímsnes- og Grafningshreppur (hér eftir kallaðir samstarfsaðilar) með sér samstarfssamning um frekari vöktun á efnaþáttum, öðrum en þeim sem Umhverfisstofnun stóð fyrir, og lífríki í Þingvallavatni. Í kjölfarið gerðu samstarfsaðilar samning við Hafrannsóknastofnun og Náttúrustofu Kópavogs um framkvæmd vöktunar. Framkvæmd efnavöktunarinnar var áður á vegum Jarðvísindastofnunar Háskólans og voru gefnar út árlegar skýrslur um niðurstöðurnar (t.d. Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2019) og var hluti þeirra birtur í grein í Náttúrufræðingnum árið 2020 (Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gíslason 2020).

Í október 2022 gerði Hafrannsóknastofnun rannsókn á efnum í vatni, af náttúrulegum eða manngerðum uppruna, sem streymir fram í lindinni Silfru (Eydís Salome Eiríksdóttir 2023b). Rannsóknin var unnin fyrir Þingvallabjóðgarð og var viðbót við þá vöktun á efnastyrk í Silfru sem staðið hefur frá árinu 2007. Tilgangurinn með rannsókninni var að meta hvort starfsemi köfunarfyrirtækja í Silfru hefðu mælanleg áhrif á styrk efna í vatninu. Niðurstaða rannsóknarinnar benti til að starfsemin hefði ekki áhrif á styrk þeirra efna sem mæld voru í lindarvatninu en bent var á að mikilvægt væri að fylgjast með þróuninni svo hægt verði að bregðast við ef einhverjar breytingar verða á styrk efnanna í framtíðinni.

Í þessari skýrslu eru dregnar saman niðurstöður efnagreininga á sýnum sem tekin voru í útfalli Þingvallavatns af stíflu við inntak Steingrímsstöðvar 2019–2023 og í lindunum Silfru og Vellankötlum á árunum 2020 til 2022 (mynd 1). Þau leiðu mistök voru gerð árið 2023 að það fórst fyrir að safna sýnum úr lindunum Silfru og Vellankötlum.

Safnað hefur verið saman öllum efnagögnum, hvort sem þeirra var aflað fyrir Umhverfisstofnun eða samstarfsaðila um vöktun Þingvallavatns. Það er gert til að samantektin sé sem heildstæðust. Sýnatökustaðir eru þeir sömu og á fyrra rannsóknatímabili (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2019; Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gíslason 2020). Niðurstöðurnar eru birtar í töflum og myndum og fjallað eru um þær í texta og þær m.a. bornar saman við eldri niðurstöður til að draga fram hvort breytingar hafi orðið á vöktunartímanum.

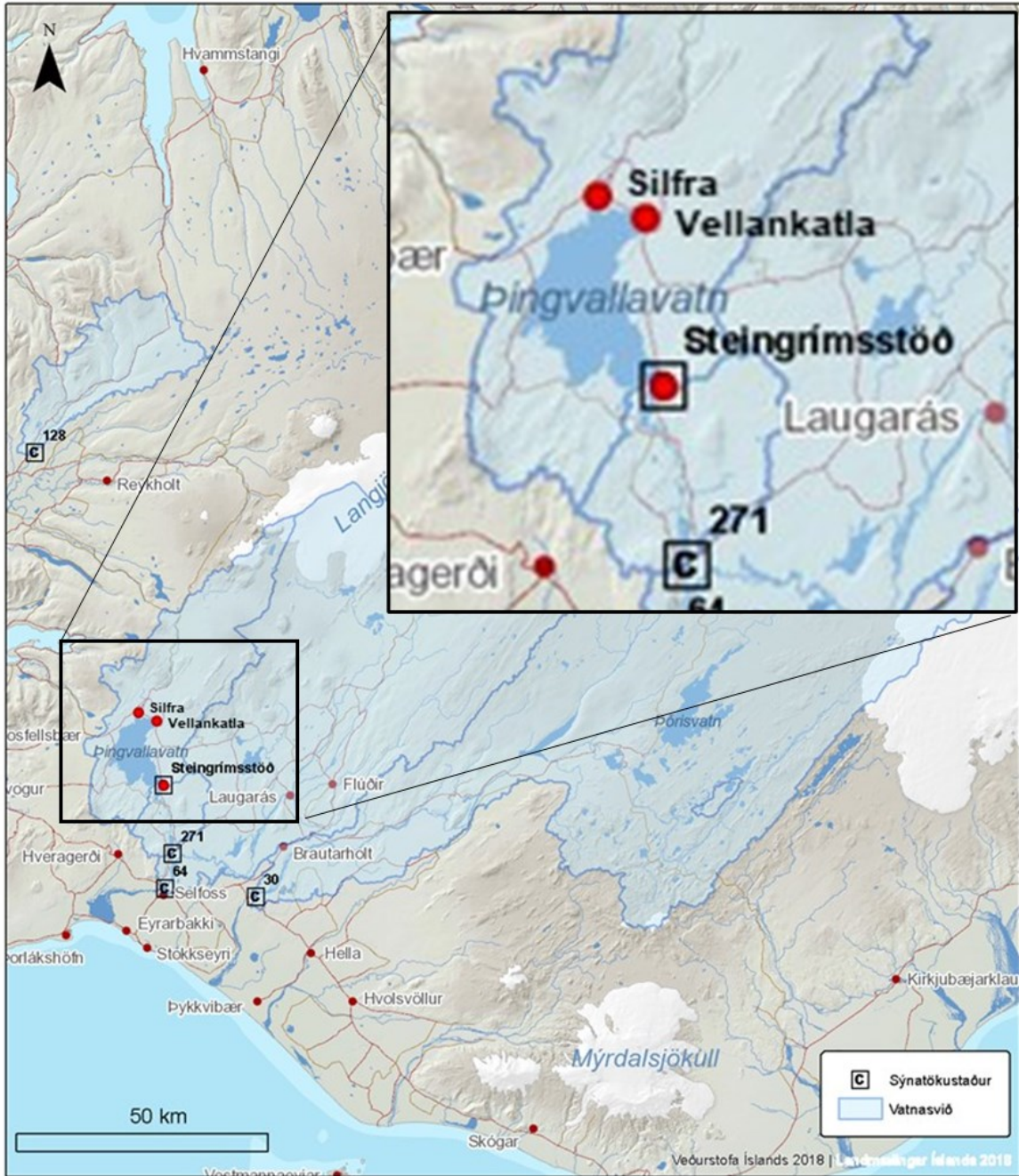
2 Eiginleikar vatnasviðsins

Þingvallavatn liggur í sigdalnum á Þingvöllum, þar sem hann sker grunnvatnsborðið. Vatnið er 84 km² að flatarmáli og er meðaldýpi um 34 m, en mesta dýpi er allt að 100 m (Árni Snorrason, 2002). Heildarrúmmál vatnsins er 3 km³ og meðalrennsli úr vatninu er um 100 m³/s. Dvalartími vatnsins í Þingvallavatni er því um 1 ár.

Meðalrennsli grunnvatns til vatnsins er um 90 m³/s en 5 m³/s af yfirborðsvatni renna í vatnið (Öxará, Villingavatnsá og Ölfusvatnsá). Auk þess fellur úrkoma sem nemur um 4 m³/s á vatnið (Árni Snorrason, 2002). Samkvæmt Árnýju E. Sveinbjörnsdóttur og Sigfúsi J. Johnsen (1992) er um 90% vatnsins upprunnið í lindum sem falla í norðanvert vatnið. Grunnvatnið sem kemur upp í lindunum, hefur runnið allt frá Langjökli og ber með sér uppleyst efni úr bergi og jarðvegi út í vatnið (Hákon Aðalsteinsson o.fl., 1992; Jón Ólafsson, 1992).

Hákon Aðalsteinsson og félagar (1992) telja að um 64% af innstreymi til vatnsins sé úr Silfru og um 20% úr Vellankötlu og öðrum lindum í Vatnsvíki. Freysteinn Sigurðsson og Guttormur Sigbjarnason (2002) telja hins vegar að lindarvatnið skiptist í þrjá meginstrauma; Almannagjárstraumur (Silfra) 30 m³/s, Hrafnagjárstraumur (Vellankatla) um 20 m³/s og Miðfellsstraumur um 25 m³/s sem fellur í austanvert vatnið sunnan undan Miðfelli .

Auk leystra efna sem berast í vatnið með grunnvatnsstraumum berast sjávarættuð efni inn á vatnasviðið með úrkomu og önnur efni sem berast með yfirborðsvatni, sum vegna náttúrulegra ferla og önnur ekki. Óhvarfgjörn efni ferðast með vatnsmassanum að útfalli Þingvallavatns og berast til sjávar. Hvarfgjörn efni og næringarefni tefjast innan stöðuvatnsins vegna efnahvarfa og upptöku lífvera í vatninu.



VHM	Nafn	Vatnivið (km ²)	Þar af á jökli (km ²)
30	Þjórsá	7314	960
64	Ölfusá	5662	628
128	Norðurá	513	0
271	Sogið	1143	34
	Steingrímsstöð	949	34

Mynd 1. Vatnasvið og staðsetningar sýnatökustaða í og við Þingvallavatn

3 Framkvæmd vöktunar

3.1 Sýnataka

Sýni til rannsókna á efnasamsetningu Þingvallavatns voru tekin úr útfalli vatnsins af stíflu við Steingrímsstöð (64,13297 °N 21,02862 °V) (mynd 1). Sýnum var safnað mánaðarlega í útfallinu frá apríl til desember 2019, alls níu sýni, og fjórum sinnum á ári á árunum 2020-2023, á sama tíma og sýnum var safnað úr Þjórsá, Ölfusá og Sogi (Eydís Salome Eiríksdóttir og Svava Björk Þorláksdóttir 2022). Það er líkt og gert var á fyrri hluta rannsóknartímabilsins (2007–2018). Framkvæmdin við söfnun og mælingar eru sambærilegar og verið hefur frá því að vöktun á svæðinu hófst árið 2007. Þau mistök voru gerð árið 2023 að það fórst fyrir að safna sýnum úr lindunum Silfru og Vellankötlum.

Vatnssýnum var safnað með því að kasta fötu í bandi af stíflu Steingrímsstöðvar (Mynd 2). Söfnunin var gerð þeim megin sem opið var fyrir loku stíflunnar til að tryggja hreyfingu á vatninu við söfnun. Fatan var skoluð vandlega með vatninu og hún fyllt aftur til söfnunar vatnssýnis. Vatninu var hellt úr fötunni í brúsa sem áður hafði verið þveginn þrisvar sinnum með vatninu.

Mæling á sýrustigi (pH), leiðni og súrefnisstyrk/-mettun var gerð beint í vatninu á sama tíma og söfnunin fór fram. Mæling á pH var einnig gerð á rannsóknastofu. Sýnin voru síuð á staðnum með Cellulose Acetate síum með 0,2 µm möskvastærð, 142 mm í þvermál. Svokallaður „In-line“ síuhaldari úr teflon (Sartorius) var notaður til að sía sýnin og peristaltisk dæla (slöngudæla) var notuð til að dæla vatninu í gegnum síubúnaðinn. Áður voru flöskur hreinsaðar þrisvar sinnum með síuðu sýni. Fyrst var síað í 300 ml og 60 ml brúnar glerflöskur fyrir mælingar á basavirkni/alkalinity og pH. Flöskurnar voru fylltar frá botni og upp til að minnka snertingu vatns við andrúmsloft. Þá var síað í eina 1000 ml plastflösku til mælinga á brennisteinsísótópum. Að því loknu var síað í tvær 100 ml PE plastflöskur til mælinga á næringarefnum (NO₃, NO₂, NH₄, PO₄, N-total og P-total) og anjónum (Cl, F, SO₄) og síðast var vatn síað í 50 ml PE plastflösku til mælinga á katjónum og snefilmálmum (SiO₂, Na, K, Ca, Mg, Al, Fe, B, Mn, Sr, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Mo, Ti, V). Í síðustu flöskuna var bætt 0,5 ml af fullsterkri hreinsaðri saltpétursýru (HNO₃). Vatnssýni til mælinga á heildarstyrk lífræns kolefnis (TOC) var ekki síað heldur var því hellt beint úr brúsanum í 30 ml glersýnaglas og í það var bætt 0,3 ml af fullsterkri saltsýru (HCl). Þegar komið var á rannsóknastofu voru næringarefnasýni sett í frysti og TOC sýni í kæli og þau send eins fljótt og auðið var til greininga í Svíþjóð.

3.2 Meðhöndlun sýna og efnamælingar

Efnagreiningar voru gerðar á Hafrannsóknastofnun, Jarðvísindastofnun Háskólans og hjá ALS í Svíþjóð og Danmörku.

Mælingar á leiðni og pH voru gerðar á söfnunarstað samtímis sýnasöfnun en einnig var pH mælt á rannsóknastofnu samtímis mælingu á basavirkni. Basavirkni („alkalinity“) og pH var mælt með títrun og pH-rafskauti á Hafrannsóknastofnun að loknum söfnunarleiðangri. 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)¹, ICP-MS (Mass Spectrometry with Inductively Coupled Plasma)² og atómljómun; AF (Atomic Fluorescence)³. Styrkur flúors (F), klórs (Cl) og súlfats (SO₄) var mældur með anjónaskilju (Dionex IC2000) á Jarðvísindastofnun Háskólans sem kvörðuð var með VellAn innanhúss stöðlum. Innanhúss anjóna staðall var notaður við gæðaeftirlit. Styrkur næringarefna var mældur með sjálfvirkum litrófsmæli (Autoanalyser)⁴ hjá ALS í Danmörku. Heildarstyrkur lífræns kolefnis (TOC) var einnig mældur hjá ALS í Danmörku⁵.

¹ SS EN ISO 11885: 2009 and US EPA Method 200.7: 1994

² SS EN ISO 17294- 2: 2016 and US EPA Method 200.8: 1994

³ SS EN ISO 17852: 2008.

⁴ DS/EN ISO 11732:2005; DS/ISO 29441:2010; DS/EN ISO 6878:2004

⁵ DS/EN 1484:1997

4 Niðurstöður og umræður

4.1 Gæði niðurstaðna

Næmi efnagreiningaraðferða og upplýsingar um efnagreiningaraðferðir eru í töflu 6. Þar koma einnig fram greiningarmörk/næmi (limit of quantification; LOQ) fyrir hvert efni.

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 aðalefni og ríkjandi efnasambönd eru greind og mólstyrkur þeirra er réttur er magn neikvæðra og jákvæðra hleðslna í vatninu jafnt. Hleðslujafnvægið (katjónir – anjónir) og hlutfallsleg skekkja er reiknað með eftirfarandi jöfnum:

$$\text{Hleðslujafnvægi} = (Na + K + 2 * Ca + 2 * Mg) - (Alkalinity + Cl + 2 * SO_4 + F) \quad (\text{jafna 1})$$

$$\text{Mismunur (\%)} = \frac{\text{Hleðslujafnvægi}}{(k \text{ atjónir} + \text{anjónir})} * 100 \quad (\text{jafna 2})$$

Mólstyrkur kalsíums, magnesíum og súlfats (Ca, Mg og SO₄) er margfaldaður með tveimur þar sem þær jónir eru tvígildar og vega tvöfalt á við hinar aðaljónirnar sem notaðar eru til reikninganna (equivalent).

Mismunur katjóna og anjóna í þeim sýnum sem safnað var úr Þingvallavatni 2021 var að meðaltali 2,1 %. Það er sambærilegt við það sem verið hefur gert hefur verið grein fyrir í fyrri skýrslum Jarðvísindastofnunar (t.d. Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2019). Almenn mældist styrkur katjóna lítillega hærri en styrkur anjóna og getur það stafað af því að mögulega verður lítilsháttar afgösun á sýnum frá því þeim er safnað þangað til alkalinity (basavirkni) er mæld. Alkalinity í árvatninu er haldið uppi af bíkarbonat jónum, HCO₃⁻ sem er sú anjón sem mest er af í vatninu. Lítilsháttar afgösun getur því valdið því að heildarstyrkur anjóna getur lækkað aðeins í vatnssýnunum.

4.2 Styrkur aðalefna

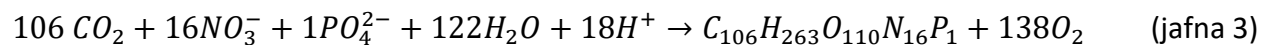
Til aðalefna í vatni teljast SiO₂, Na, K, Ca, Mg, SO₄, Cl, F og uppleyst ólífrænt kolefni (DIC). Meðaltal mælinga sem gerðar voru í útfalli Þingvallavatns, Silfru og Vellankötlu á eðlisfræðilegum þáttum og styrk aðalefna er sýndur í töflu 1 og niðurstöður einstakra mælinga frá 2019 til 2023 eru í töflu 2 og á mynd 3. Árið 2023 var leiðni í útfalli vatnsins stöðug frá 75–77 µS/cm og að meðaltali 76 µS/cm. Leiðni er óbein mæling á styrk hlaðinna efna (jóna) í lausn. Stöðugleiki leiðni í vatninu bendir til að styrkur uppleystra aðalefna breytist lítið yfir árið, innan árstíða og á milli ára. Gildi pH árið 2023 voru 7,54–8,15 í útfallinu. Súrefnismettun vatns í útfallinu var frá 94,6 til 110% og styrkur súrefnis var frá 12,9 til 15,1 mg/l. Styrkur súrefnis var lægri að sumri en vetri vegna þess að leysni súrefnis í vatni minnkar með auknum vatnshita. Heildarmagn uppleystra efna (TDS) 2023 var frá 64–67 mg/l. Hlutfallslega er mest magn (mg/l) af uppleystu kolefni (DIC í töflum 1 og

2) og þá koma í minnkandi röð $\text{SiO}_2 > \text{Na} > \text{Cl} > \text{Ca} > \text{SO}_4 > \text{Mg} > \text{K}$. Ef miðað er við fjölda móla (mól/l) breytist röðin og þá er mest af $\text{DIC} > \text{Na} > \text{SiO}_2 > \text{Cl} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{SO}_4 > \text{K}$.

Styrkur uppleystra aðalefna breytist lítið í útfalli Þingvallavatns eftir árstíðum. Efnin Na og Cl eru óhvarfgjörn efni sem taka lítið þátt í efnahvörfum í vatninu. Önnur efni (SiO_2 , Ca og Mg) eru hvarfgjarnari og geta fallið út eða verið tekin upp af lífverum í vatninu. Kísill (SiO_2) er aðalefni og er mikilvægt næringarefni fyrir kísilþörunga. Styrkur kísils ætti því að breytast eftir því hvernig frumframleiðni kísilþörunga er háttáð. Það væri því viðbúið að sjá lækkun á styrk kísils á sumrin en hækkun á veturna þegar frumframleiðni er takmörkuð af sólarljósi. Það er hins vegar ekki að sjá neina árstíðabundna breytingu á kísilstyrk í Þingvallavatni árin 2019–2023.

4.3 Styrkur næringarefna

Meðalstyrkur næringarefna er sýndur í töflu 1 og niðurstöður mælinga á styrk næringarefna í einstökum sýnum eru í töflu 2 og á mynd 4. Ljóstillífandi lífverur (frumframleiðendur) þarfnast sólarljóss og næringarefna til vaxtar (jafna 3). Næringarefni sem þurfa að vera til staðar í miklu magni, auk kolefnis (C), eru köfnunarefni (N) og fosfór (P) og ef um kísilþörunga er að ræða, kísill (Si). Ef sólarljós, styrkur næringarefna og hiti er nægilegur er ljóstillífun samfelld, en ef eitt þeirra næringarefna sem nauðsynleg eru frumframleiðendum klárast úr umhverfinu, stöðvast ljóstillífunin og þörungarnir taka að rotna (jafna 3 gengur til vinstri). Við það skilast næringarefni aftur inn í vistkerfið og geta nýst öðrum frumframleiðendum. Þannig myndast hringrás næringarefna innan vistkerfa og aðeins hluti þeirra skolest út úr kerfinu með straumvötnum.



Ljós er grundvallar forsenda fyrir ljóstillífun og skortur á því hefur takmarkandi áhrif á hana. Þess vegna er ljóstillífun og upptaka næringarefna lítil á dimmasta tíma ársins. Þá er niðurbrot lífræns efnis hins vegar meira og því er styrkur uppleystra næringarefna í vatninu yfirleitt meiri að vetri en að sumri.

Styrkur uppleysts ólífræns köfnunarefnis (NO_3 , NO_2 , NH_4) var alltaf lágur en í flestum tilvikum yfir greiningarmörkum aðferðarinnar sýnum sem safnað var árið 2023 og styrkur fosfats (P-total og PO_4) í sýnum frá 2023 var alltaf mælanlegur.

Mynd 4 sýnir styrk næringarefna 2019–2023. Þar má sjá að lítill munur er á heildarstyrk fosfórs (P-total) og ólífræns fosfats (PO_4). Munurinn á milli þessara tveggja mælipátta liggur í styrk lífrænna efnasambanda fosfórs. Það er því hlutfallslega lítill hluti fosfórs á lífrænu formi í útfalli Þingvallavatns, að meðaltali 7% af heildarstyrk fosfórs árið 2023 (Dissolved organic phosphorus, DOP; Tafla 1). Vöktun hefur leitt í ljós að almennt er mun meira af lífrænu köfnunarefni í útfalli Þingvallavatns en ólífrænu. Ef horft er framhjá grunsamlega háum mæligildum fyrir ammoníum (NH_4) í júlí 2021 og nitrats (NO_3) í desember sama ár (feitletuð í töflu 2), er lífrænt köfnunarefni

tvisvar til þrisvar sinnum hærra en ólífrænt. Það er í samræmi við niðurstöður eldri mælinga í Þingvallavatni (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2019). Þennan mun á heildarstyrk fosfórs og köfnunarefnis og ólífrænna efnasambanda þeirra efna má sjá á tveimur neðstu gröfunum á mynd 4.

Hlutfallslega er mun meira af uppleystu fosfati (P) en köfnunarefni (N) í Þingvallavatni miðað við þörf ljóstillífandi lífvera (jafna 3). Það er í takt við aðrar greiningar á styrk næringarefna í vatni sem rennur af ungu, auðleystu basalti á eldvirka beltinu á Íslandi (sjá t.d. samantekt í Sigríður Magnea Óskarsdóttir o.fl. 2011). Það bendir til þess að frumframleiðni í Þingvallavatni sé takmörkuð af styrk köfnunarefnis fremur en öðrum næringarefnum. Það endurspeglast einnig í því að styrkur köfnunarefnis er mjög lágur í útfalli Þingvallavatns, og oft undir greiningarmörkum, þar sem köfnunarefni er unnið úr vatnsfasa af frumframleiðandi lífverum á meðan dvalartíma vatnsins stóð. Það er hins vegar ekki raunin í lindarvatninu sem streymir inn í Þingvallavatn vegna þess að þar gætir ekki áhrifa af frumframleiðendum. Styrkur nítrats (NO_3) var að meðaltali 3,4 og 3,3 $\mu\text{mól/l}$ í Silfru og Vellankötlu (Tafla 1) á tímabilinu 2007–2022, sem er um 16 sinnum hærra en það sem mælist að meðaltali í útfallinu. Minna munar á styrk nítríts (NO_2) og ammóníums (NH_4) í innrennslinu og útfallinu.

Heildarstyrkur lífræns kolefnis (total organic carbon; TOC í töflu 2) var mældur í sýnunum en ekki styrkur lífræns kolefnis sem agnir (POC) og uppleyst lífrænt kolefni (DOC) eins á árunum 2007–2019. Styrkur TOC var oftast undir greiningarmörkum árið 2019 en árið 2020 fengust lægri greiningarmörk og hefur styrkur TOC alltaf mælst yfir greiningarmörkum eftir það. Árið 2023 var styrkur TOC frá 0,10 til 0,33 mg/l í útfallinu og að meðaltali 0,218 mg/l.

4.4 Styrkur snefilefna

Niðurstöður mælinga á styrk snefilefna í sýnum frá yfirstandandi rannsóknartímabili úr útfalli Þingvallavatns eru í töflu 2 og á myndum 5 og 6. Snefilefni eru efni sem eru í mjög litlu magni í vatninu og eru mörg hver nauðsynleg næringarefni fyrir lífverur í mjög litlu magni. Ólíklegt er þó að skortur á þeim fari að hamla framleiðni í Þingvallavatni miðað við það sem fram kemur í kafla 4.3 um næringarefni. Sum snefilefni eru hins vegar eitruð lífverum t.d. kadmín (Cd), blý (Pb), kvikasilfur (Hg) og arsen (As) og mikilvægt er að fylgjast með styrk þeirra, því styrkur margra snefilefna getur aukist vegna mengunar af völdum manna. Langtímabreytileiki í styrk snefilefna er sýndur á mynd 8. Þar sést að það hefur ekki orðið breyting á niðurstöðum mælinga á styrk snefilefna vegna tilfærslu á framkvæmd efnavöktunar frá Jarðvísindastofnun yfir til Hafrannsóknastofnunar 2019 og styrkur snefilefna er innan þess breytileika sem mælst hefur frá því að vöktun hófst árið 2007. Fjallað er um mat á vatnsgæðum Þingvallavatns m.t.t. snefilefna í kafla 4.6.

4.5 Samanburður við eldri gögn

Á myndum 7 og 8 eru niðurstöður úr útfallinu og lindunum frá árunum 2019 til 2023 settar með eldri mælingum (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2019) inn á gröf til að hægt sé að gera sér grein fyrir hvort einhverjar breytingar hafa orðið á efnastyrk með tíma, sérstaklega hvað varðar það þegar framkvæmd efnavöktunarinnar færðist frá Jarðvísindastofnun yfir til Hafrannsóknastofnunar. Það eru alltaf smávægilegar breytingar á efnastyrk en almennt skera gögn frá 2019–2023 sig ekki úr gagnasafninu, sérstaklega ekki hvað varðar aðalefni. Þó hafa orðið töluverðar breytingar á styrk uppleysts kísils (SiO_2) á rannsóknartímabilinu. Styrkurinn fór lækkandi frá árinu 2007 til 2013, frá 2014 til 2017 varð lítil breyting á kísilstyrk, árið 2018 hækkaði styrkurinn lítillega en frá árinu 2019 til 2021 varð mikil lækkun á kísilstyrk sem varð lægst að meðaltali 154 $\mu\text{mol/l}$. Það er 25% lægri styrkur en hæsti meðalstyrkur sem mældist á tímabilinu, 2007. Á tímabilinu 2021 til 2023 hefur styrkurinn hækkað aftur og var að meðaltali 192 $\mu\text{S/cm}$ árið 2023. Breytingar á kísilstyrk sjást einnig í Sogi við Þrastarlund (Eydís Salome Eiríksdóttir og Svava Björk Þorlákssdóttir 2023). Ekki er fyllilega ljóst af hverju þessi breyting stafar en ekki er að sjá sambærilega breytingu í Ölfusá, Þjórsá eða Norðurá, þar sem kísilstyrkur er einnig lágur líkt og í Þingvallavatni. Ekki er hægt að skýra þessa styrkbreytingu með breytingum á efnagreiningaraðferðum hjá ALS. Gögnin benda til að þetta sé raunveruleg breyting á kísilstyrk í Þingvallavatni sem líklegast er til komin vegna mismikillar upptöku kísilþörunga í vatninu. Skýringin liggur að öllum líkindum í því að kísill er næringarefni fyrir kísilþörunga sem nota þá til byggingar skelja sinna. Þess vegna má búast við að styrkur kísils í vatni sé hlutfallslega hár á tímabilum þegar framvinda kísilþörunga er lítil og hlutfallslega lágur ef framvinda kísilþörunga eykst.

Myndir 7 og 8 sýna að styrkur næringarefna er svipaður og verið hefur frá því að mælingar hófust árið 2007, en þó eru mælingar á N-total og NH_4 lægri en oft áður, líklega vegna aukinnar nákvæmni í mælingum. Mælingar á NH_4 eru viðkvæmar og mengun á sér auðveldlega stað, bæði við söfnun og mælingu.

Styrkur snefilefna (mynd 8) er yfirleitt breytilegri en styrkur aðalefna, og skýrist það af því hve lágur efnastyrkur þeirra efna er. Greiningartækni tekur sífelldum breytingum og tækin verða sífelld næmari. Styrkur snefilefna er lágur í Þingvallavatni. Söfnun sýna fyrir snefilefnagreiningar og efnagreiningarnar sjálfar eru mjög krefjandi og lítið þarf út af að bregða til þess að sýnið mengist. Styrkur flestra snefilefna hafa tekið litlum breytingum í Þingvallavatni og lindunum yfir rannsóknartímabilið en þó eru alltaf eitt og eitt sýni sem sker sig úr gagnasafninu hvað varðar styrk snefilefna.

Mynd 7 og 8 eru gagnlegar til að draga fram þær breytingar sem verða á efnasamsetningu vatnsins frá því að það rennur um lindir til Þingvallavatns og þar til það fellur úr vatninu, áfram niður vatnasviðið. Þar sést t.d. að pH í lindunum er mun hærra en í útfalli vatnsins. Það skýrist af

Því að lindarvatn á Íslandi hefur almennt hátt pH gildi vegna mikilla efnahvarfa við berg í umhverfi sem er einangrað frá andrúmsloftinu. Myndir 7 og 8 sýna einnig að styrkur flestra aðalefna (Na, Ca, Cl, F og alkalinity (DIC)) eru svipuð í Silfru og í útfallinu, en lægri í Vellankötlunni. Styrkur SiO₂, Mg og SO₄ eru sambærileg í báðum lindunum. Styrkur SiO₂ lækkar á dvalartíma vatnsins, vegna upptöku kísilþörungna, en styrkur Mg og SO₄ hækkar vegna ákomu þeirra efna á vatnið (t.d. með úrkomu). Mynd 7 sýnir að styrkur næringarefna í lindunum Silfru og Vellankötlunni er sambærilegur og hærri en styrkur þeirra í útfalli Þingvallavatns. Það skýrist af næringarefnauptöku ljóstillíffandi lífvera í vatninu á dvalartíma vatnsins. Mynd 8 sýnir langtímabreytingar snefilefna í Silfru, Vellankötlunni og útfalli Þingvallavatns. Þar sést að styrkur Fe, Mn, Sr, Cu, Ti og Mo er hærri í útfallinu en í lindunum. Styrkur Al er hins vegar lægri í útfallinu en í lindunum, líklega vegna þess hve leysni álsteinda er háð pH gildi vatnsins og lækkar með lækkandi pH. Styrkur vanadíns (V) er lítillega lægri í útfallinu en í lindunum en mest áberandi er munurinn sem er á krómstyrk (Cr) í Silfru miðað við það sem mælist í Vellankötlunni og útfalli Þingvallavatns. Það má rekja til þess að Cr styrkur í lindinni Silfru, aðaluppsprettu vatns í Þingvallavatni, er hár (47,3 nmól/l; Tafla 1). Ýmislegt hefur verið rætt varðandi það en helst þykir líklegt að vatnið renni um krómríkt berg og því til stuðnings hefur verið bent á að styrkur Cr í Hvítá í Borgarfirði er einnig hár (meðalstyrkur 23,6 nmól/l; Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2011). Vatnasvið Hvítár í Borgarfirði nær upp að Langjökli líkt og vatnasvið Þingvallavatns svo vatnið hefur hugsanlega runnið um sambærilegt berg á leið sinni niður vatnasviðið.

4.6 Vatnsgæði í Þingvallavatni

Niðurstöður mælinga á N og P total í útfalli Þingvallavatns árið 2023 bendir til þess að vatnið sé í umhverfisflokki I (næringarfátækt vatn) miðað við reglugerð nr. 796/1999 (töflur 3–4). Styrkur orthófosfats í vatninu hefur oft verið á mörkum umhverfisflokks I og II og var meðalstyrkur PO₄ árið 2022 í flokki II. Það sama má segja um heildarstyrk lífræns kolefnis (Total Organic Carbon, TOC) í útfallinu, en hann mældist að meðaltali 0,218 mg/l og er í umhverfisflokki I miðað við TOC í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Mat á gæðum vatns í Þingvallavatni árið 2023, byggt á þungmálmum, bendir til að vatnið sé í umhverfisflokki I miðað við efnin As, Cd, Cu, Ni, Pb og Zn. Eftir sem áður fellur styrkur Cr fellur í flokk II í reglugerð nr. 796/1999. Áður hefur verið bent á að styrkur Cr í Þingvallavatni er óvenju hár miðað við styrk þess í öðru ferskvatni á Íslandi (18,9 nmól/l; Tafla 1), eins og greint er frá í kafla 4.5.

Árið 2011 voru sett lög á Alþingi um stjórn vatnamála, nr. 36/2011, og á grundvelli þeirra reglugerð nr. 535/2011 um flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun sem og reglugerð um stjórn vatnamála nr. 935/2011. Meginmarkmið lagarammans er að vernda vatn og vatnavistkerfi og tryggja gæði vatns til lengri tíma. Samkvæmt lögnum hafa verið sett fram viðmið til að nota við ástandsflokkun m.t.t. lífríkis og eðlisefnafræði vatnanna (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020). Niðurstöður þeirra mælinga sem kynntar eru í þessari skýrslu nýtast til að

meta ástand Þingvallavatns m.t.t. eðlisefnafræðilegra gæðapátta; ársmeðaltali mælinga á pH, rafleiðni (leiðni), alkalinity (basavirkni) og styrks uppleystu næringarefnanna NO₃, PO₄ og NH₄. Meðaltal mælinga í útfalli Þingvallavatns (tafla 1) var notað ásamt þeim viðmiðunum sem birtar hafa verið til ástandsflokkunar straum- og stöðuvatna (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020) og benda niðurstöðurnar til að Þingvallavatn sé í mjög góðu ástandi (náttúrulegu ástandi) m.t.t. eðlisefnafræðilegra gæðapátta (tafla 5).

5 Lokaorð

Í þessari skýrslu eru teknar saman niðurstöður mælinga og efnagreiningar á sýnum úr Þingvallavatni frá árinu 2019–2023. Sýnunum var safnað mánaðarlega frá mars til desember 2019 en fjórum sinnum á ári á tímabilinu 2020–2023; um vor, sumar, haust og vetur, á sama tíma og úr Þjórsá, Ölfusá og Sogi. Sýnum hefur verið safnað nær árlega úr lindunum Silfru og Vellankötlu síðan árið 2007 en þau mistök voru gerð árið 2023 að það fórst fyrir að safna sýnum úr þeim.

Niðurstöður úr útfall Þingvallavatns eru bornar saman við niðurstöður úr lindunum Silfru og Vellankötlu og við eldri niðurstöður mælinga af sömu söfnunarstöðum á myndum, töflum og í texta. Ekki var hægt að greina breytingu á niðurstöðum mælinga á styrk einstakra efna á rannsóknatímabilinu. Niðurstöður mælinga á næringarefnum og snefilefnum voru notaðar til að meta vatnsgæði í Þingvallavatni skv. reglugerð um varnir gegn mengun vatns og eins til að meta ástand vatnsins m.t.t. eðlisefnafræðilegra gæðapátta, skv. viðmiðum sem lögð hafa verið fram vegna vinnu við stjórn vatnamála (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020). Ástand Þingvallavatns er mjög gott miðað við eðlisefnafræðilega gæðapætti og viðmið sett fram í tengslum við lög um stjórn vatnamála. Athugun á vatnsgæðum Þingvallavatns 2023 skv. reglugerð um varnir gegn mengun vatns (796/1999), bendir til þess að vatnið falli í umhverfisflokk I, nema styrkur fosfats (PO₄) og króms (Cr) sem lendir í umhverfisflokki II. Ástæðan fyrir háum krómstyrk er ekki talin vera vegna álags af mannavöldum heldur sé vatnið krómríkt frá náttúrunnar hendi.

Mikilvægt er að fylgjast áfram vel með ástandi lífríkis og efnastyrk í Þingvallavatni því það er viðkvæmt fyrir mengun af mannavöldum. Regluleg vöktun er því nauðsynleg til langs tíma þar sem sveiflur í lífríkinu hafa áhrif á efnastyrk í vatninu, bæði árstíðabundnar og til langs tíma. Eins er mikilvægt að halda áfram að vakta efnasamsetningu vatns sem streymir um lindirnar Silfru og Vellankötlu þar sem það vatn verður ekki fyrir breytingum í lífríki vatnsins en gæti orðið fyrir áhrifum af breytingum á eiginleikum ákomu sem fellur á vatnasviðið.

Þakkir

Bestu þakkir fær Svava Björk Þorláksdóttir fyrir frábæra samveru og samvinnu í við vöktun Þingvallavatns. Sigurður Reynir Gíslason á Jarðvísindastofnun Háskólans fær bestu þakkir fyrir samstarf um vöktun á efnasamsetningu Þingvallavatns síðan 2007, traust og vináttu í gegnum tíðina. Samstarfsaðilar um vöktun Þingvallavatns (Landsvirkjun, Orkuveita Reykjavíkur, Þjóðgarðurinn á Þingvöllum, Bláskógabyggð og Grímsnes- og Grafningshreppur), sérstakar þakkir fær Jóna Kolbrún Sigurjónsdóttir verkefnastjóri hjá Þjóðgarðinum á Þingvöllum. Marianne Jensdóttir Fjeld og Katrín Sóley Bjarnadóttir hjá Umhverfisstofnun fá þakkir fyrir áframhaldandi stuðning við verkefnið. Rákel Guðmundsdóttir las yfir skýrsluna og fær kærar þakkir fyrir hjálpina.

Heimildir

- Árni Snorrason 2002. Vatnafar á vatnasviði Þingvallavatns Í: Þingvallavatn. Undraheimur í mótun (ritstj. Pétur M. Jónasson & Páll Hersteinsson). (ritstj. Pétur M. Jónasson og Páll Hersteinsson), Mál og menning, bls. 110–119.
- 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.
- Eydís Salome Eiríksdóttir og Svava Björk Þorláksdóttir. Efnasamsetning, rennsli og aurburður vaktæðra straumvatna á Suðurlandi. Niðurstöður ársins 2022. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2023-27. 46 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir 2023a. Efnasamsetning Þingvallavatns. Gögn frá árinu 2022. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2023-29. 28 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir 2023b. Niðurstöður á efnamælingum í vatni í Silfru á Þingvöllum. Skýrsla Hafrannsóknna HV 2023-08. 11 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir 2022. Efnasamsetning Þingvallavatns. Gögn frá árinu 2021. Haf- og vatnarannsóknir, HV 2022-19. 28 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir og Svava Björk Þorláksdóttir 2022. Efnavöktun straumvatna á Suðurlandi. Niðurstöður ársins 2021. Haf- og vatnarannsóknir HV 2021-20. 44 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir og Svava Björk Þorláksdóttir 2021. Efnavöktun straumvatna á Suðurlandi. Niðurstöður ársins 2020. Haf- og vatnarannsóknir HV 2021-33. 54 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir 2021. Vöktun á eðlisefnafræðilegum gæðapáttum í Þingvallavatni 2020. Greinargerð Hafrannsóknastofnunar, KV 2021-3. 18 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sunna Björk Ragnarsdóttir, Gerður Stefánsdóttir, Agnes-Katharina Kreiling, Fjóla Rut Svavarsdóttir, Jón S. Ólafsson, Svava Björk Þorláksdóttir og Þóra Katrín Hrafnisdóttir. (2020). Vistfræðileg viðmið við ástandsflokkun straum- og stöðuvatna á Íslandi. Leiðrétt útgáfa nóvember 2022. VÍ 2020-009/HV 2020-42/NÍ-20010. 112 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir 2020. Efnavöktun í útfalli Þingvallavatns 2019. Greinargerð Hafrannsóknastofnunar. KV 2020-04, 16 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gíslason 2020. Efnabúskapur Þingvallavatns. Náttúrufræðingurinn 90 (1). Bls 65–79.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Alice Benoit-Cattin 2020. Efnasamsetning Þingvallavatns 2019. Haf- og vatnarannsóknir HV 2020-27. 22 bls.

- Eydís Salome Eiríksdóttir, Deirdre Clark, Carl-Magnus Mörth og Sigurður Reynir Gíslason 2019. Efnasamsetning Þingvallavatns 2007–2018, RH-02-2019, 42 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir, Kristjana G. Eypórsdóttir 2011. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Vesturlandi V. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar. Raunvísindastofnun Háskólans, Reykjavík, RH-06-2011, 46 bls.
- Freysteinn Sigurðsson og Guttormur Sigbjarnason 2002. Grunnvatnið til Þingvallavatns. Í: Þingvallavatn, undraheimur í mótun (ritstj. Pétur M. Jónasson og Páll Hersteinsson), Mál og menning. Bls. 120 – 135.
- Hákon Aðalsteinsson, Pétur M. Jónasson og Sigurjón Rist 1992. Physical characteristics of Thingvallavatn, Iceland. Oikos 64. Bls. 121-135.
- Jón Ólafsson 1992. Chemical characteristics and trace elements of Thingvallavatn. Oikos 64. 151– 161.
- Sigríður Magnea Óskarsdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Stefanía Guðrún Halldorsdóttir, Guðrún Gísladóttir 2011. Spatial distribution of dissolved constituents in Icelandic river waters. Journal of Hydrology 397, 175–190.
- Stumm, W. og J. Morgan, 1996. Aquatic Chemistry. Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters, 3rd ed. John Wiley & sons, New York, 1022 bls.

Viðauki



Mynd 2. Sýnatökustaður í útfalli Þingvallavatns. Sýnum var safnað í útfalli Þingvallavatns, á stíflunni, þeim megin sem botnlokan var opin (A og C). Mælingar á leiðni, pH og súrefni voru gerðar af bakka við inntak Steingreimsstöðvar, þar sem hreyfing var á vatninu (C).

Tafla 1. Meðalefnasamsetning í útfalli Þingvallavatns (2007–2023 og fyrir árið 2023) og í lindunum Silfru og Vellankötlum 2007-2022 (söfnun í lindunum fyrst fyrir árið 2023). Gögn eldri en 2019 hafa verið birt í árlegum skýrslum Jarðvísindastofnunar (t.d. Eyðis Salome Eiríksdóttir o.fl. 2019).

Vatnsfall	Vatnshiti °C	Lofthiti °C	pH	Leiðni µS/sm	SiO ₂ µmól/l	Na µmól/l	K µmól/l	Ca µmól/l	Mg µmól/l	Alkalinity meq/l	DIC µmól/l	S-total µmól/l ICP-OES	SO ₄ µmól/l I.C.	δ ³⁴ S ‰	δ ³³ S ‰	Cl µmól/l	F µmól/l I.C.	TDS mg/l mælt	TDS mg/l reiknað
Þingvallavatn útfall 2007-2023	5,8	6,6	7,62	70,7	181	383	15,7	103	57,9	0,480	486	25,2	23,9	8,84	4,74	174	3,70		63
Þingvallavatn útfall 2023	4,0	5,0	7,80	76,1	192	394	16,0	97	55,3	0,495	493		24,8			188	3,62		65
Silfra 2007-2022	3,9	6,6	9,35	69,5	249	380	11,8	98,3	41,2	0,461	427	15,8	15,6	11,3	6,36	158	3,43		61
Vellankatla 2007-2022	3,2	6,2	9,26	52,5	247	274	10,8	70,6	36,8	0,335	303	13,6	12,2	11,3	6,29	123	2,66		49
Heimsmeðaltal					0,173	0,224	0,033	0,334	0,138		0,853	0,09	0,09				5,26	100	100
WHO Guidelines																	79		

Vatnsfall	DOC* µg/kg	POC* µg/kg	PON* µg/kg	C/N	TOC** mg/l	P _{total} µmól/l	DIP PO ₄ -P µmól/l	DOP P _{tot} -DIP µmól/l	DIP/ DOP	TDN 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	DOC/ (DOC+POC) %
Þingvallavatn útfall 2007-2023	483	439	38,4	12,8	0,576	0,325	0,264	0,061	4,32	<2,84	<0,238	<0,042	<0,502	0,782	2,06	0,380	52
Þingvallavatn útfall 2023					0,218	0,362	0,316	0,046	6,90	2,06	<0,212	<0,020	<0,416	0,94	1,12	0,838	
Silfra 2007-2022	396				0,720	0,755	0,690	0,065	10,6	<4,38	3,43	<0,051	<0,394	3,88	0,50	7,67	
Vellankatla 2007-2022	<444				0,275	0,888	0,782	0,106	7,40	<4,38	3,29	<0,067	<0,633	3,99	0,39	10,2	
Heimsmeðaltal						0,323			0,67		7,14	0,065	1,14	8,57	18,6	0,46	60
Umhverfismörk II						1,3	0,8			54							
WHO Guidelines											806	65,2					

Vatnsfall	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 útfall 2007-2023	0,281	0,081	<0,727	0,010	0,06225	1,47	0,871	<0,021	<0,117	16,9	<2,45	1,67	<0,082	<13,9	<0,012	1,56	<2,47	0,353
Þingvallavatn útfall 2023	0,252	0,042	1,086	0,010	0,0659	1,33	0,765	<0,026	<0,102	18,9	<3,60	0,90	<0,048	<7,00	<0,010	1,56	0,84	0,376
Silfra 2007-2022	1,35	<0,011	0,581	<0,001	0,0354	<1,23	0,881	<0,018	<0,083	47,3	<1,86	<1,64	<0,075	<7,68	<0,010	1,13	<0,905	0,477
Vellankatla 2007-2022	1,21	<0,007	<0,307	<0,001	0,0404	<1,06	0,518	<0,030	0,116	19,3	<1,75	<1,51	<0,075	<3,70	<0,011	0,948	<0,726	0,426
Heimsmeðaltal		0,716		1,85														
Umhverfismörk II						67		0,9		96	47	256	4,8	306				
WHO Guidelines			222	7,28		133	9470	26,7		962	31.500	1190	48,3	45.900	29,9	730		

Útfall 2007-2020 n=73; Silfra og Vellankatla n=17

Umhverfismörk II fyrir málma, næringarefni og lífrænt kolefni í yfirborðsvatni til verndar lífríki (flokkur B – Lítið snortið vatn, www.reglugerd.is/reglugerdir/allar/nr/796-1999)

Gögn um styrk DOC*, POC* og PON* eru aðeins aðgengilegar til ársins 2018

Gögn um styrk TOC** ná aftur til ársins 2019

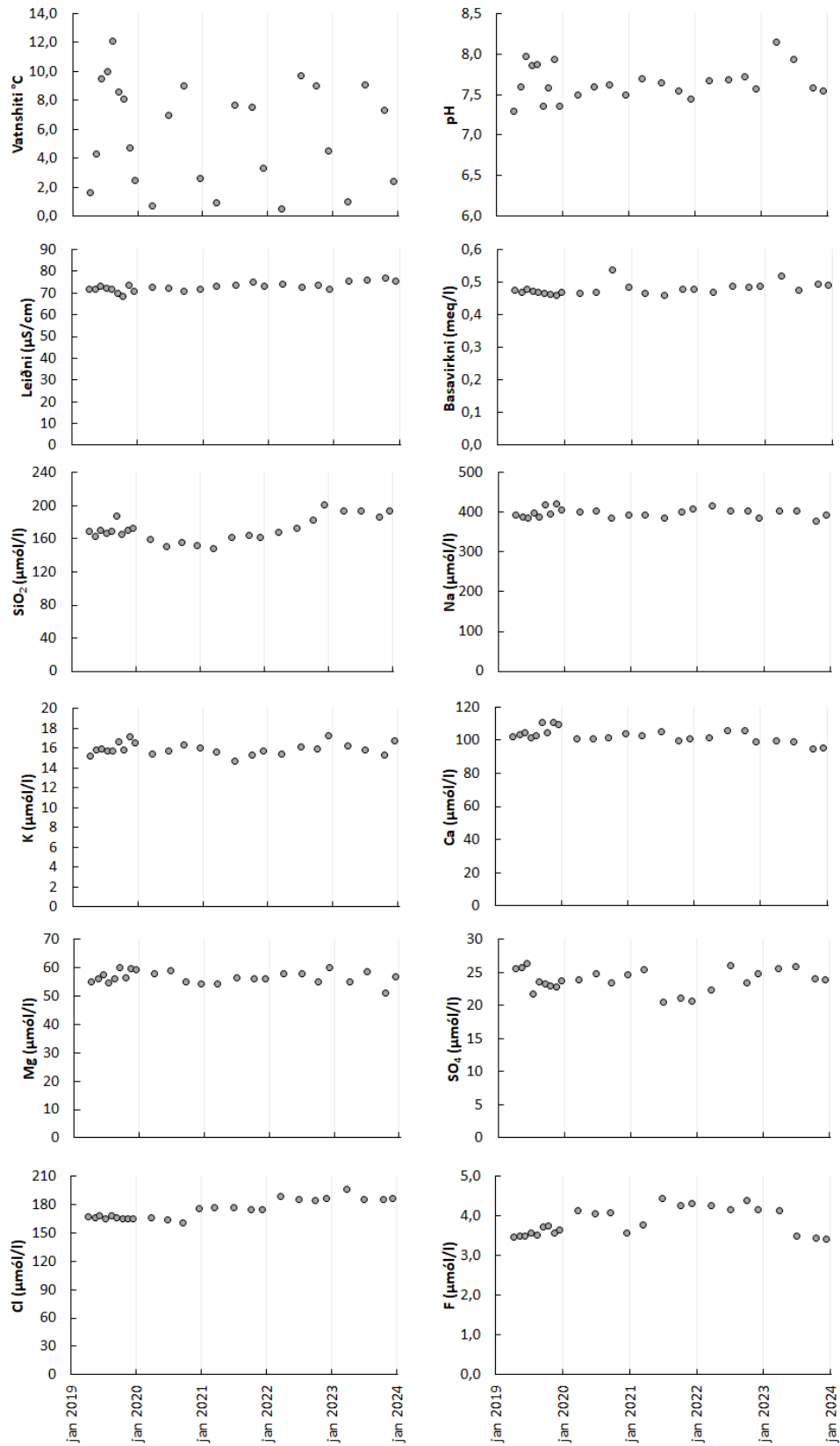
Tafla 2. Efnasamsetning vatnssýna úr útfalli Þingvallavatns 2019 – 2023 og í lindunum Silfru og Vellankötlu 2019–2022 (söfnun í lindunum fyrst fyrir árið 2023). Styrkur uppleystra aðalefna, súrefnis og heildarstyrks lífræns kolefnis (TOC).

Sýnanúmer	Vatnsfall	Dags	kl	Vatns-			Leidni µS/cm	SiO ₂ µmól/l	Na µmól/l	K µmól/l	Ca µmól/l	Mg µmól/l	Alkalinity meq/l	DIC µmól/l	SO ₄ µmól/l	Cl µmól/l	F µmól/l	Hleðslu-		TDS _{reikn.} mg/l	TOC mg/l	O ₂ %	O ₂ mg/l	TN	TP
				jafnvægi µmól	jafnvægi % skekkja	ósiuð sýni µmól/l												ósiuð sýni µmól/l							
20190408-11:40	Útfall	8.4.2019	11:40		1,6	7,29	71,8	169	392	15,2	102	55	0,475	475	25,5	167	3,46	25	1,80	62	<0,10	104,4	13,6		
20190514-11:30	Útfall	14.5.2019	11:30		4,3	7,59	71,7	162	388	15,8	103	56	0,468	468	25,7	166	3,48	33	2,30	61	0,38	109,6	12,5		
20190611-12:15	Útfall	11.6.2019	12:15		9,5	7,97	73,0	170	387	15,9	105	58	0,480	479	26,3	168	3,50	23	1,60	63	0,29	108,5	12,3		
20190715-12:30	Útfall	15.7.2019	12:30		10,0	7,86	72,3	166	399	15,7	102	55	0,472	472	21,7	165	3,58	43	3,10	61	0,21	105,0	11,3		
20190813-12:20	Útfall	13.8.2019	12:20		12,1	7,87	71,7	169	387	15,7	103	56	0,468	468	23,6	168	3,51	34	2,40	61	0,23	99,4	11,59		
20190916-12:15	Útfall	16.9.2019	12:15		8,6	7,36	70,1	188	419	16,6	111	60	0,466	466	23,3	166	3,73	94	6,50	64	<0,50	100,9	11,92		
20191015-12:00	Útfall	15.10.2019	12:30		8,1	7,58	68,4	165	396	15,9	105	56	0,463	462	22,9	165	3,76	56	4,00	61	<0,50	97,4	12,53		
20191118-12:15	Útfall	18.11.2019	12:15		4,7	7,93	73,5	171	421	17,1	111	60	0,460	459	22,8	165	3,57	105	7,20	62	<0,50	96,6	13,19		
20191216-11:30	Útfall	16.12.2019	11:30		2,5	7,36	70,6	173	405	16,5	109	59	0,469	469	23,7	165	3,65	75	5,20	62	<0,50	96,3	13,8		
20200324-13:30	Útfall	24.3.2020	13:30	2	0,7	7,50	72,7	160	402	15,4	101	58	0,465	465	23,8	166	4,1	52	3,65	61	0,56	ekki mælt		2,93	0,419
20200625-13:00	Útfall	25.6.2020	13:00	10	7,0	7,60	72,0	150	404	15,7	101	59	0,471	470	24,7	163	4,1	52	3,64	61	0,35	97,2	11,24		
20200917-13:15	Útfall	17.9.2020	13:15	10	9,0	7,62	70,9	156	385	16,4	101	55	0,538	538	23,4	160	4,1	40	2,39	64	0,14	101,1	13,8		
20201217-12:10	Útfall	17.12.2020	12:10	4	2,6	7,49	71,8	151	393	16,1	104	54	0,486	486	24,6	176	3,57	10	0,71	62	1,00	102,6	14,6		
20210317-12:24	Útfall	17.3.2021	12:24	8	0,9	7,70	73,0	149	394	15,6	103	54	0,468	467	25,4	177	3,8	25	1,70	53	0,66	102,6	14,6		
20210701-12:50	Útfall	1.7.2021	12:50	18	7,7	7,65	73,7	162	386	14,7	105	56	0,461	460	20,5	176	4,4	41	2,88	61	0,5				
20211006-13:00	Útfall	6.10.2021	13:00	7	7,5	7,54	75,1	164	401	15,3	100	56	0,478	478	21,0	175	4,3	28	1,96	62	0,15	99,8	12,0		
20211208-09:37	Útfall	8.12.2021	09:37	0	3,3	7,44	73,4	162	408	15,7	101	56	0,480	479	20,6	175	4,30	37	2,60	62	2,00				
20220322-12:55	Útfall	22.3.2022	12:55	8	0,5	7,67	74,2	167	417	15,4	101	58	0,470	469	22,3	188	4,25	44	3,00	63	0,51	98,7	14,1		
20220705-13:00	Útfall	5.7.2022	13:00	14	9,7	7,68	72,7	173	403	16,1	106	58	0,488	487	26,1	186	4,16	17	1,17	64	0,45	105,2	12,0		
20221004-13:25	Útfall	4.10.2022	13:25		9,0	7,72	73,5	182	403	15,9	106	55	0,485	484	23,4	185	4,38	19	1,32	64	0,29	98,4	11,4		
20221206-13:00	Útfall	6.12.2022	13:00	-4	4,5	7,57	71,6	201	385	17,2	99	60	0,489	488	24,8	186	4,17	9	0,62	65	1,50	96,3	12,4		
20230328-13:20	útfall	28.3.2023	13:20	1	1,0	8,15	41,1	194	402	16,2	100	55	0,519	515	25,6	196	4,12	0	2,78	67	0,28	107	15,1		
20230703-11:50	útfall	3.7.2023	11:50	15	9,1	7,94	76,0	193	404	15,8	99	58	0,476	474	25,9	185	3,49	0	1,22	64	0,16	110	12,7		
20231017-13:00	útfall	17.10.2023	13:00	6	7,3	7,58	77,0	186	377	15,3	95	51	0,493	493	24,0	185	3,45	0	3,26	64	0,10	99,4	12,0		
20231212-12:40	Útfall	12.12.2023	12:40	-6	2,4	7,54	75,7	194	394	16,8	95	57	0,491	491	23,9	187	3,43	0	1,04	65	0,33	94,6	12,9		
20201006-13:50	Silfra	6.10.2020	13:50	7	3,5	9,45	70,5	240	398	12,4	98	40	0,471	447	16,7	151	3,93	26	1,95	63					
20210930-14:00	Silfra	30.9.2021	14:00	8	3,6	9,49	70,7	246	408	11,2	97	40	0,470	403	13,3	166	4,08	26	1,92	61	0,72	95,5	12,6		
20221003-12:15	Silfra	3.10.2022	12:15	8	3,5	9,41	70,8	250	407	11,8	103	39	0,466	406	17,9	171	3,86	27	1,94	62	0,22				
20201006-14:50	Vellankatla	6.10.2020	14:50	7	2,9	9,37	54,6	237	282	12,1	71	36	0,358	338	13,0	116	3,06	60	0,62	51					
20210930-13:15	Vellankatla	30.9.2021	13:15	7	2,9	9,41	53,7	234	285	10,5	68	35	0,346	290	10,1	127	3,46	37	0,37	47	0,45	96,1	12,9		
20221003-14:15	Vellankatla	3.10.2022	14:15	8	2,9	9,33	55,2	246	292	11,5	75	36	0,345	295	14,6	133	3,00	14	1,40	50	<0,1				

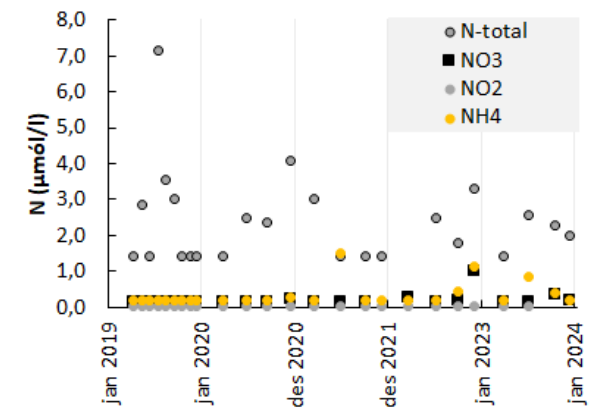
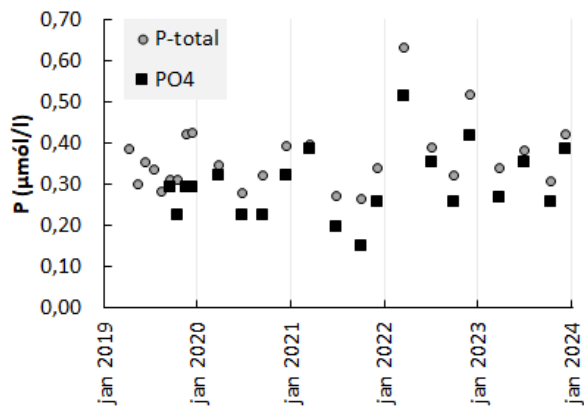
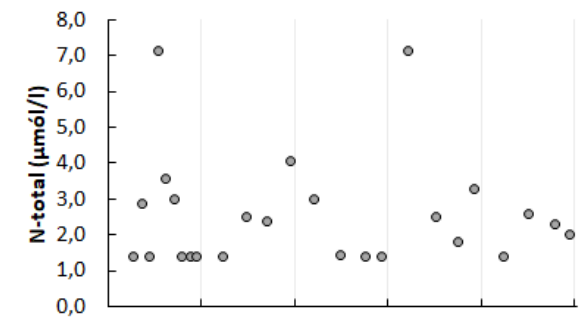
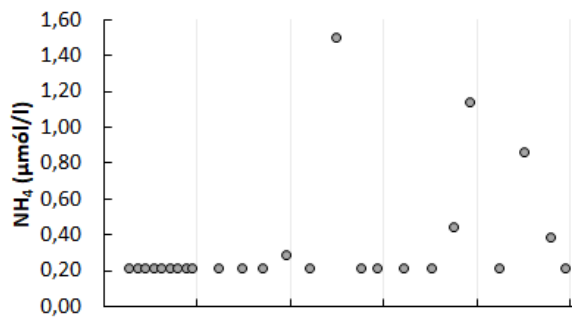
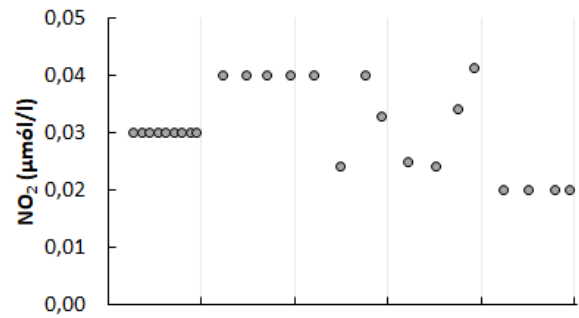
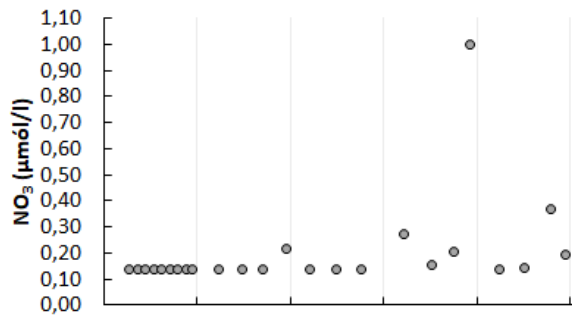
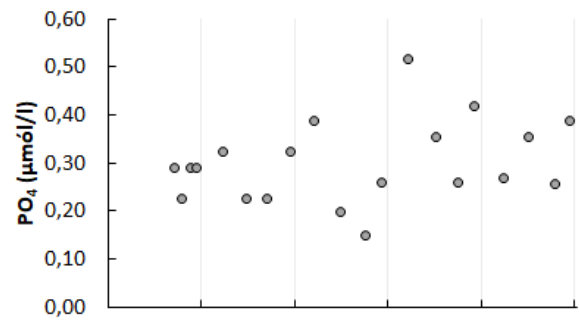
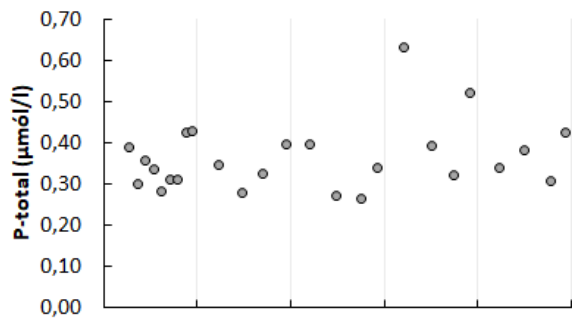
Tafla 3 - frh. Efnasamsetning vatnssýna úr útfalli Þingvallavatns og lindunum Silfru og Vellankötlu 2019–2023: Styrkur uppleystra næringarefna og snefilefna. Ská og feitletuð gildi eru útlagar og voru ekki tekin með í meðaltals- og framburðarreikningum.

Sýnanúmer	Vatnsfall	Dags	kl	Uppleyst næringarefni																											
				P-total ¹		NO ₃		NO ₂		NH ₄		N-total 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	μmól/l	μmól/l	μmól/l	μmól/l	μmól/l	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
20190408-11:40	Útfall	8.4.2019	11:40	0,387	<0,14	<0,03	<0,21	<1,40	0,129	0,192	0,024	0,793	0,003	0,063	1,775	0,867	<0,085	17,7	2,45	1,28	0,067	4,50	<0,010	2,75	<0,02	0,369					
20190514-11:30	Útfall	14.5.2019	11:30	0,299	<0,14	<0,03	<0,21	2,86	0,549	0,196	0,046	0,805	0,004	0,064	2,48	0,837	<0,085	18,0	1,81	1,07	0,058	<3,06	<0,010	1,61	0,19	0,371					
20190611-12:15	Útfall	11.6.2019	12:15	0,355	<0,14	<0,03	0,286	<1,40	0,387	0,234	0,029	0,845	0,006	0,066	2,12	0,852	<0,085	17,1	2,09	2,03	0,065	9,57	<0,010	1,45	0,51	0,359					
20190715-12:30	Útfall	15.7.2019	12:30	0,336	<0,14	<0,03	<0,21	7,14	0,323	0,255	0,042	0,832	0,0092	0,063	1,72	0,852	<0,085	16,7	2,90	1,93	0,109	5,34	<0,010	1,50	0,25	0,375					
20190813-12:20	Útfall	13.8.2019	12:20	0,281	<0,14	<0,03	<0,21	3,57	0,258	0,329	0,069	0,770	0,0066	0,064	1,74	1,049	<0,085	16,4	3,68	2,10	0,354	12,05	<0,010	1,42	1,99	0,369					
20190916-12:15	Útfall	16.9.2019	12:15	0,312	0,291	<0,14	<0,03	<0,21	3,00	0,323	0,254	0,115	0,708	0,0081	0,069	2,22	0,724	0,251	11,8	2,28	2,85	0,210	5,02	<0,010	1,50	0,95	0,357				
20191015-12:00	Útfall	15.10.2019	12:30	0,310	0,226	<0,14	<0,03	<0,21	<1,40	0,291	0,287	0,097	0,726	0,020	0,066	1,83	0,757	0,098	16,3	2,55	1,44	0,078	6,53	<0,010	1,49	2,97	0,328				
20191118-12:15	Útfall	18.11.2019	12:15	0,423	0,291	<0,14	<0,03	<0,21	<1,4	0,231	0,128	0,719	0,005	0,069	1,44	0,695	0,104	17,3	3,12	1,19	0,100	13,0	<0,010	1,72	7,85	0,349					
20191216-11:30	Útfall	16.12.2019	11:30	0,426	0,291	<0,14	<0,03	<0,21	1,40	0,387	0,146	0,031	0,722	0,002	0,068	1,07	0,679	<0,085	16,3	<0,002	2,11	<0,048	3,05	<0,010	1,50	<0,02	0,353				
20200324-13:30	Útfall	24.3.2020	13:30	0,345	0,32	<0,14	<0,04	<0,29	<1,4	0,29	0,142	0,026	0,58	0,002	0,066	1,94	0,608	<0,018	<0,085	17,9	1,81	1,47	<0,05	<3,0	<0,010	1,40	1,52	0,371			
20200625-13:00	Útfall	25.6.2020	13:00	0,279	0,226	<0,14	<0,04	<0,21	2,50	0,290	0,211	0,087	0,629	0,007	0,067	1,41	0,577	<0,018	<0,085	15,6	<1,57	1,36	0,052	<3,06	<0,010	1,33	2,08	0,355			
20200917-13:15	Útfall	17.9.2020	13:15	0,323	0,226	<0,14	<0,04	<0,21	2,36	0,355	0,236	0,072	0,708	0,013	0,063	1,59	0,772	0,023	<0,085	15,7	19,8	1,72	<0,048	3,52	<0,010	1,45	2,53	0,365			
20201217-12:10	Útfall	17.12.2020	12:10	0,394	0,323	0,214	<0,04	0,286	4,07	0,323	0,146	0,027	0,675	0,003	0,062	1,47	0,786	<0,018	<0,085	15,6	2,69	3,61	<0,048	4,77	0,039	1,52	1,37	0,338			
20210317-12:24	Útfall	17.3.2021	12:24	0,397	0,387	<0,14	<0,04	<0,21	3,00	0,48	0,219	0,038	0,68	0,002	0,062	1,55	0,939	<0,018	0,122	16,8	3,43	2,45	<0,048	6,13	0,056	1,46	2,57	0,363			
20210701-12:50	Útfall	1.7.2021	12:50	0,271	0,197	<0,14	0,024	1,50	1,43	0,516	0,248	0,052	0,549	0,007	0,065	1,29	0,722	<0,018	0,091	17,5	2,47	1,53	<0,048	9,11	0,021	1,40	1,76	0,357			
20211006-13:00	Útfall	6.10.2021	13:00	0,262	0,149	<0,14	<0,02	<0,21	<1,43	0,291	0,230	0,156	0,750	0,020	0,063	3,74	0,816	0,028	0,879	16,5	<1,57	1,65	<0,048	<3,06	<0,010	1,67	4,30	0,353			
20211208-09:37	Útfall	8.12.2021	09:37	0,339	0,258	2,21	0,033	<0,21	<1,43	0,258	0,239	0,129	0,826	0,004	0,064	1,90	0,961	<0,018	0,238	19,8	2,33	2,01	0,057	8,03	0,693	1,61	1,27	0,340			
20220322-12:55	Útfall	22.3.2022	12:55	0,633	0,517	0,27	0,025	<0,21	7,14	0,420	0,285	0,037	0,845	0,005	0,068	1,74	0,830	<0,018	0,290	14,4	3,23	7,72	<0,048	7,85	0,018	1,64	2,36	0,381			
20220705-13:00	Útfall	5.7.2022	13:00	0,391	0,355	0,16	0,024	<0,21	2,50	0,420	0,366	0,109	0,240	0,011	0,069	1,44	0,682	<0,018	<0,085	19,4	1,83	0,88	<0,048	4,95	0,014	1,58	3,55	0,385			
20221004-13:25	Útfall	4.10.2022	13:25	0,320	0,258	0,21	0,034	0,443	1,78	0,291	0,242	0,065	0,683	0,008	0,064	1,30	0,450	<0,018	0,092	16,0	<1,57	0,88	<0,048	<3,06	<0,01	1,31	2,15	0,322			
20221206-13:00	Útfall	6.12.2022	13:00	0,520	0,420	1,00	0,041	1,142	3,28	0,743	0,254	0,067	0,738	0,006	0,068	2,08	0,874	<0,018	0,100	17,9	3,48	0,86	0,088	6,27	<0,01	1,67	1,83	0,359			
20230328-13:20	útfall	28.3.2023	13:20	0,339	0,268	<0,14	<0,02	<0,21	<1,43	0,355	0,331	0,028	0,779	0,002	0,065	1,39	0,626	<0,018	0,140	18,4	2,03	<0,85	<0,048	<3,06	<0,01	1,54	0,49	0,369			
20230703-11:50	útfall	3.7.2023	11:50	0,381	0,355	0,14	<0,02	0,857	2,57	0,355	0,243	0,075	0,595	0,008	0,071	1,26	0,845	<0,018	<0,085	19,6	2,72	<0,85	<0,048	<3,06	<0,01	1,50	1,48	0,381			
20231017-13:00	útfall	17.10.2023	13:00	0,306	0,255	0,37	<0,02	0,386	2,28	0,355	4,67	0,033	1,12	0,029	0,062	1,30	0,816	0,048	<0,085	19,2	7,63	0,89	2,350	17,13	<0,01	1,63	0,93	0,385			
20231212-12:40	Útfall	12.12.2023	12:40	0,423	0,387	0,19	<0,02	<0,21	2,00	0,484	0,183	0,032	1,86	0,002	0,066	1,39	0,772	0,020	0,0994	18,2	2,00	0,99	<0,048	4,76	<0,01	1,57	0,44	0,371			
20201006-13:50	Silfra	6.10.2020	13:50	0,810	0,871	3,29	0,046	<0,21	4,00	0,806	1,40	0,020	0,55	0,001	0,037	1,55	0,542	<0,018	<0,085	50,4	1,89	1,33	<0,048	3,69	<0,01	1,21	0,70	0,495			
20210930-14:00	Silfra	30.9.2021	14:00	0,781	0,775	1,00	<0,02	0,257	<1,43	0,872	1,43	0,016	0,57	0,001	0,037	1,59	0,461	<0,018	<0,085	53,7	<1,57	1,00	<0,048	4,48	<0,01	1,05	1,26	0,524			
20221003-12:15	Silfra	3.10.2022	12:15	0,591	0,775	3,50	<0,02	0,264	3,86	0,678	1,02	0,012	0,56	0,001	0,037	0,771	0,352	<0,018	<0,085	46,5	2,05	2,62	<0,048	3,78	<0,01	0,91	1,44	0,444			
20201006-14:50	Vellankatla	6.10.2020	14:50	0,904	1,00	2,86	0,051	<0,21	<1,43	0,903	1,23	<0,007	0,28	0,001	0,043	0,754	0,661	<0,018	<0,085	20,4	2,88	2,28	<0,048	<3,06	<0,01	0,98	0,60	0,446			
20210930-13:15	Vellankatla	30.9.2021	13:15	1,017	0,65	3,64	<0,02	<0,21	3,78	0,775	1,17	0,008	0,32	0,005	0,041	3,537	0,504	<0,018	<0,085	21,0	<1,57	1,11	<0,048	<3,06	<0,01	1,19	<0,02	0,444			
20221003-14:15	Vellankatla	3.10.2022	14:15	0,878	0,87	3,07	<0,02	<0,21	3,57	0,710	1,09	0,014	0,29	<0,0005	0,044	0,691	0,489	<0,018	<0,085	20,6	<1,57	<0,85	<0,048	3,33	<0,01	0,91	1,00	0,397			

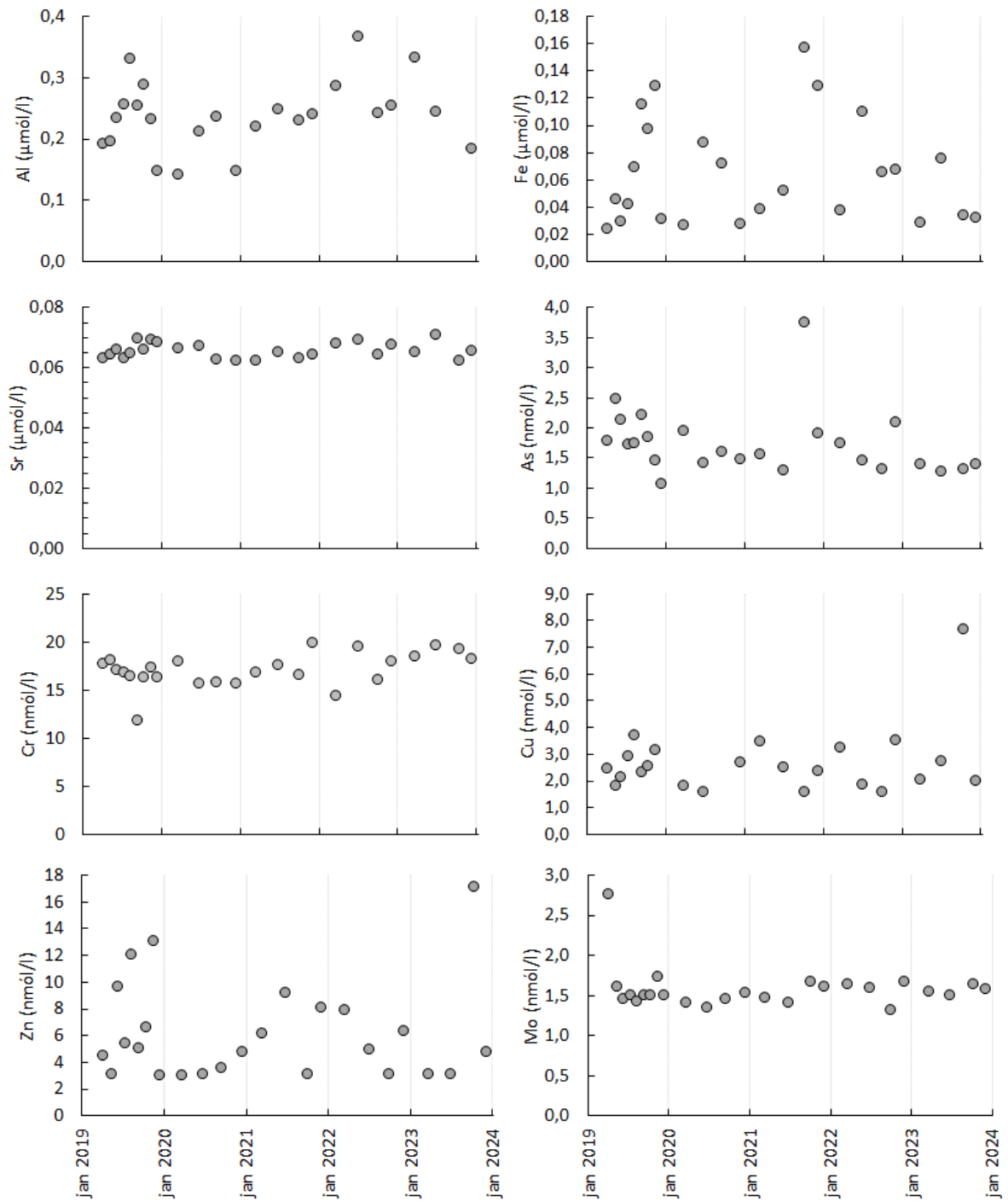
¹Heildarstyrkur uppleysts fosfórs (P-total) mældur með ICP-OES; ² Heildarstyrkur uppleysts fosfórs (P-total) mældur með litrófsmæli



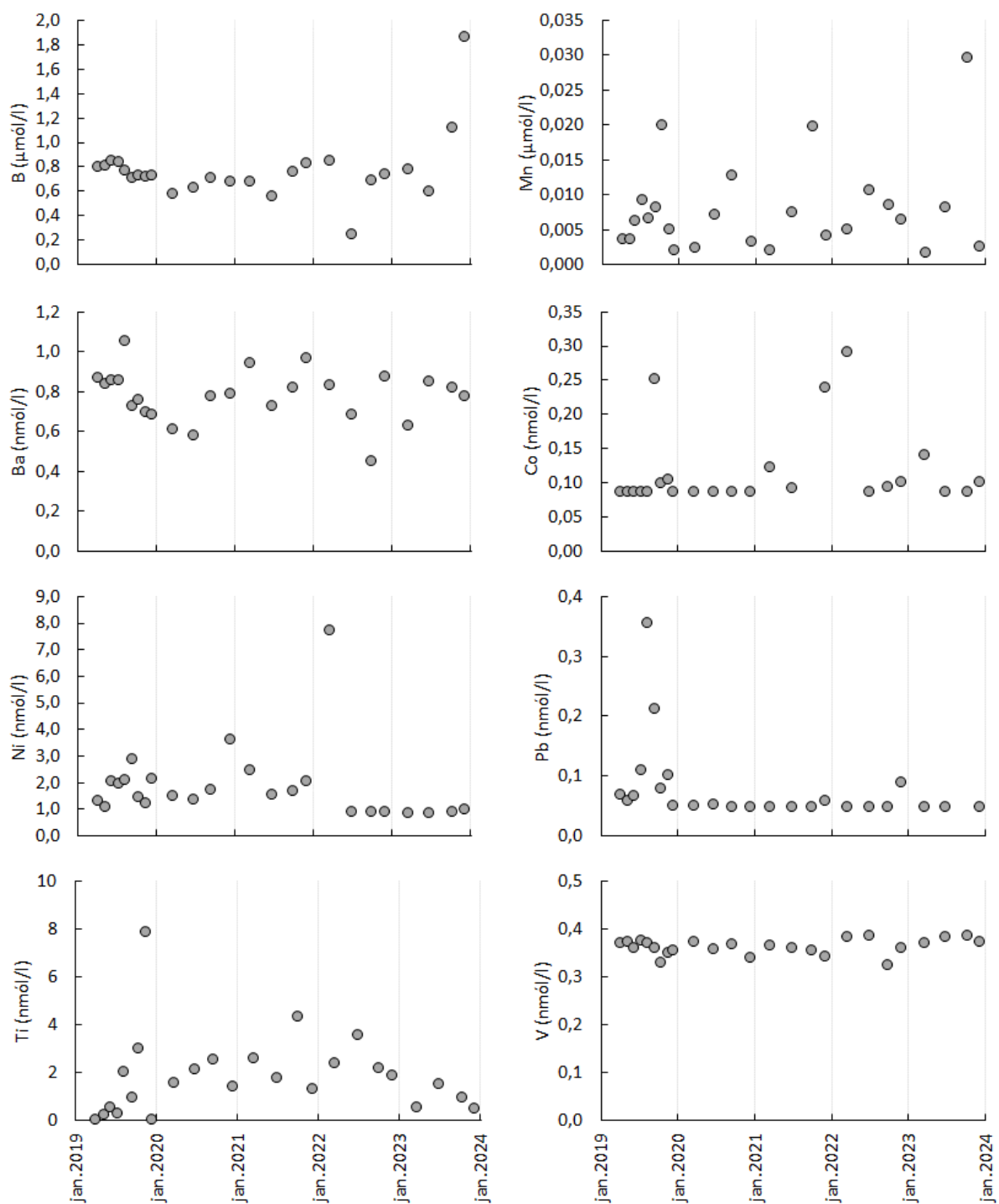
Mynd 3. Styrkur aðalefna í útfalli þingvallavatns 2019-2023



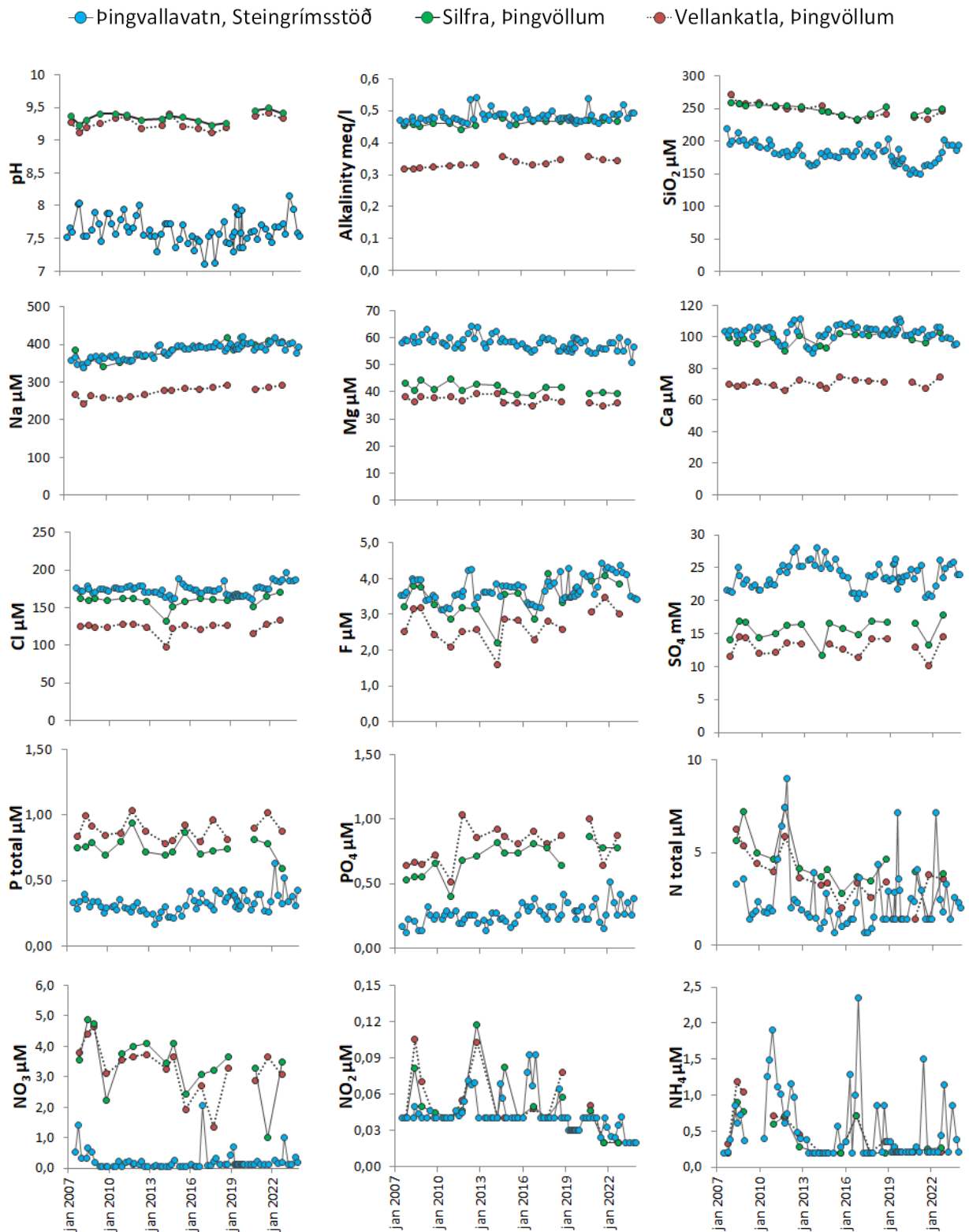
Mynd 4. Styrkur næringarefna í útfalli Þingvallavatns 2019-2023



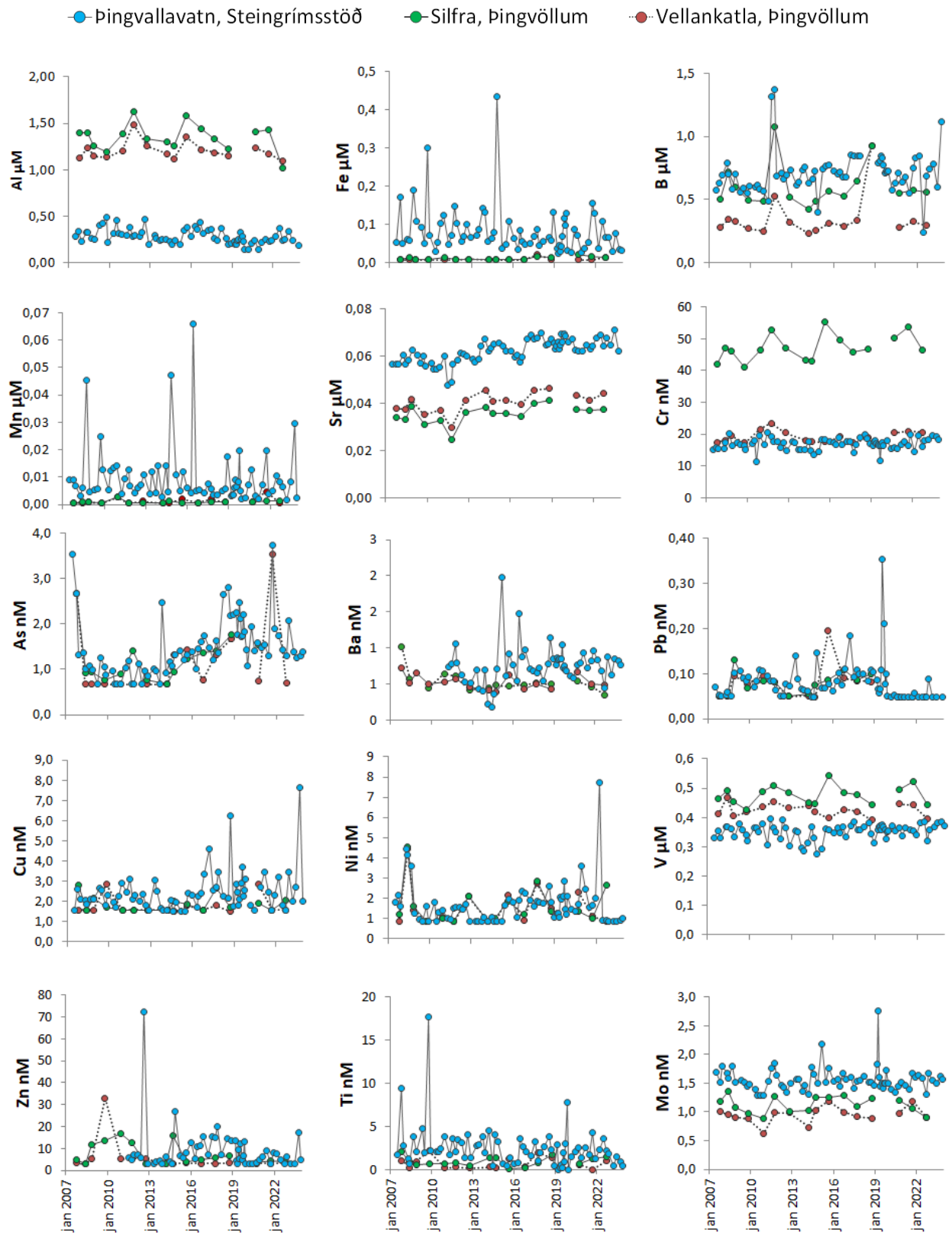
Mynd 5. Styrkur snefilefna í útfalli Þingvallavatns 2019-2023



Mynd 6. Styrkur snefilefna í útfalli Þingvallavatns 2019-2023



Mynd 7. Niðurstöður mælinga í útfalli Þingvallavatns og í lindunum Silfru og Vellankötlu: pH, leiðni, aðalefni og næringarefni



Mynd 8. Niðurstöður mælinga í útfalli Þingvallavatns og í lindunum Silfru og Vellankötlu: snefilefni

Tafla 4. Efri umhverfismörk málma og næringarefna í hverjum umhverfisflokki til verndar lífríki í yfirborðsvatni samkvæmt reglugerð 796/1999. Styrkur umreiknaður í nmól/l og μmól/l til að nota til samanburðar við þau gögn sem birt eru í skýrslunni.

A. Efri umhverfismörk málma og næringarefna í yfirborðsvatni til verndar lífríki						
Málmar í yfirborðsvatni		A	B	C	D	E
Kopar	nmól/l	<7,6	47	142	708	>708
Zink	nmól/l	<76	306	918	4589	>4589
Kadmíum	nmól/l	<0,1	0,9	2,7	13,3	>13,3
Blý	nmól/l	<1,0	4,8	14,5	72	>72
Króm	nmól/l	<5,8	96	288	1442	>1442
Nikkel	nmól/l	<12	256	767	3833	>3833
Arsenik	nmól/l	<5,3	67	200	1001	>1001
Næringarefni í ám						
P-total	μmól/l	<0,6	1,3	2,9	4,8	>4,8
PO ₄ -P	μmól/l	<0,3	0,8	1,6	3,2	>3,2
NH ₃	μmól/l	<0,6	1,5	5,9	14,7	>14,7
N-total	μmól/l	<21	54	107	178	>178

Tafla 5. Vatnsgæði í Þingvallavatni árið 2023 byggt á meðalefnastyrk þeirra efna sem miðað er við í reglugerð um varnir gegn mengun vatns nr. 796/1999. Sjá mörk flokka og litamerkingu í töflu 3.

Þingvallavatn, útfall		
P_{total}	μmól/l	0,362
PO₄-P	μmól/l	0,316
N_{total}	μmól/l	2,06
TOC	mg/l	0,218
As	nmól/l	1,33
Cd	nmól/l	<0,026
Cr	nmól/l	18,9
Cu	nmól/l	<3,60
Ni	nmól/l	0,90
Pb	nmól/l	<0,048
Zn	nmól/l	<7,00

Tafla 6. Ástand Þingvallavatns m.t.t. eðlisefnafræðilegra gæðapátta sem mældir voru árið 2023 miðað við viðmið sem gefin eru upp í skýrslu fagstofnanna um vistfræðilega ástandsflokkur(Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2020). Blár litur og nEQR á milli 0,8 og 1,0 tákna mjög gott (náttúrulegt) ástand.

Matsþættir	Einingar	Mæligildi	EQR	nEQR	Litakóði ástands-flokkunar
Leiðni	µS/cm	76,1	1,00	1,00	
pH		7,80	1,00	1,00	
Basavirkni	meq/l	0,494	1,00	1,00	
Meðaltal nEQR súrnunarástand				1,00	
PO ₄	µmól/l	0,316	0,95	0,97	
NO ₃	µmól/l	0,212	1,00	1,00	
NH ₄	µmól/l	0,416	1,00	1,00	
Meðaltal nEQR næringarefni				0,99	

Tafla 7. Næmi efnagreiningaraðferða og hlutfallsleg skekkja mælinga.

Efni	Rannsóknarstofa	Aðferð/Tæki	Einingar	Næmi	Skekkja
Leiðni	Hafró	Leiðnimælir	µS/cm		± 1.0
T°C	Hafró	Hitamælir	°C		± 0,1
pH	Hafró	pH mælir			± 0,05
Svifaur	Veðurstofan		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	Hafró	Títrun	meq/l		3%
CO ₂	Hafró	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	10%
N-NO ₂	ALS	Autoanalyser	µmól/l	0,036	
N-NO ₃	ALS	Autoanalyser	µmól/l	0,14	
N-NH ₄	ALS	Autoanalyser	µmól/l	0,29	
N-total	ALS	Autoanalyser	µmól/l	1,43	
P-PO ₄	ALS	Autoanalyser	µmól/l	0,03	
P-total	ALS	Autoanalyser	µmól/l	0,1	
P	ALS	ICP-AES	µmól/l	0,032	
Al	ALS	ICP-SFMS	µmól/l	0,007	
B	ALS	ICP-SFMS	µmól/l	0,05/0,93	
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	
TOC	ALS	Skalar Formacs TON/TN	mg/l	0,1	
DOC	Umeå	Carlo Erba 1108	µmól/l	8,0	
DOC	NMÍ		µmól/l	9,0	
POC	NMÍ		µg	2,00	6,50%
			µg/l ¹	10,0	
			µg/l ²	6,67	
PON	Umeå	Shimadzu TOC5000	µg	1,5	
PON	NMÍ		µg	0,40	11%
			µg/l ¹	2,00	
			µg/l ²	1,33	
POP	NMÍ		µg	0,40	
			µg/l ¹	2,00	
			µg/l ²	1,33	

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.