



VÖKTUN Á LÍFRÍKI OG VATNSGÆÐUM ÞINGVALLAVATNS

Gagnaskýrsla fyrir árið 2007

Verkþáttur nr. 2:
Lífríki og efna- og eðlisþættir í vatnsbol

Unnið fyrir Umhverfisstofnun, Þjóðgarðinn á Þingvöllum,
Orkuveitu Reykjavíkur og Landsvirkjun

Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson,
Haraldur Rafn Ingvason og Stefán Már Stefánsson

Fjölrit nr. 2-08



Náttúrufræðistofa
Kópavogs

Hamraborg 6a - 200 Kópavogur - natkop.is

VÖKTUN Á LÍFRÍKI OG VATNSGÆÐUM ÞINGVALLAVATNS

Gagnaskýrsla fyrir árið 2007

Verkþáttur nr. 2:
Lífríki og efna- og eðlisþættir í vatnsbol

Unnið fyrir Umhverfisstofnun, Þjóðgarðinn á Þingvöllum,
Orkuveitu Reykjavíkur og Landsvirkjun

Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson,
Haraldur Rafn Ingvason og Stefán Már Stefánsson

Fjölrit nr. 2-08



Náttúrufræðistofa
Kópavogs

Hamraborg 6a - 200 Kópavogur - natkop.is

Ágrip

Árið 2007 hófst vöktunarverkefni á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns á vegum Umhverfisstofnunar, Þjóðgarðsins á Þingvöllum, Orkuveitu Reykjavíkur og Landsvirkjunar. Vöktuninni er skipt í þrjá meginverkhætti og sér Náttúrufræðistofa Kópavogs um verkþátt nr. 2 sem beinist að lífríki og efna- og eðlisþáttum í vatnsbol vatnsins. Árið 2007 var gagna aflað í maí, júní, ágúst og október á þremur stöðvum í vatninu. Framkvæmd verkefnisins gekk samkvæmt áætlun.

Vatnshiti mældist 3,6–10,7 °C yfir allt tímabilið. Vatnið var lagskipt í júlí–ágúst og voru hitaskil á 20–25 m dýpi. Vatnshitinn var um 10,5 °C í efra laginu og 8,5 °C í því neðra. Í maí og október var vatnið blandað frá yfirborði og niður á botn. Sýrustig mældist 7,6–8,6 pH og uppleyst súrefni 12,7–17,4 mgO₂/l og að meðaltali 14,4 mg O₂/l (± 0,10 st.sk.). Súrefnismettun var mikil, 97–147% og að meðaltali 120% (± 1,14). Rafleiðni mældist 67–77 µS/cm og 72 µS/cm (± 0,25) að meðaltali yfir allt tímabilið.

Styrkur fosfórs (Tot-P), fosfats (PO₄-P), köfnunarefnis (Tot-N) og lífræns kolefnis (TOC) var lítill og undir viðmiðunarmörkum fyrir lítt eða ósnortið vatn skv. reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Þingvallavatn fellur því í ástandsflokk A m.t.t. þessara efna í samræmi við reglugerð nr. 650/2006 um framkvæmd verndunar vatnasviðs og lífríkis Þingvallavatns. Hér ber þó að hafa í huga að efnin voru aðeins mæld í eitt skipti. Styrkur fosfats og nitrats árið 2007 var mjög svipaður því sem mældist árið 1975.

Greindar voru 52 tegundir og hópar af svifþörungum. Kísilþörungar voru ríkjandi með fjöldahlutdeild 34–98% og 84% að meðaltali og lífþyngdarhlutdeild 31–99,5% og 73% að meðaltali. Langalgengastar voru hinar stórvöxnu tegundir *Aulacoseira islandica* f. *curvata*, *A. islandica* (O. Müller) og *Asterionella formosa* og er það í samræmi við eldri gögn. Magn blaðgrænu-a var 0,45–5,52 µg/l yfir allt tímabilið og svipaði til þess sem mældist 1974–75, 1979 og 1981–82. Langmest var af þörungasvifinu í október en minnst í júní og ágúst og endurspegladist þetta í rýni vatnsins, sem mældist 5,0–12,0 m á öllu tímabilinu en mest í ágúst (10,3 ± 0,19 m) þegar minnst var af þörungasvifi og langminnst í október (5,8 ± 0,13 m) þegar þörungasvif var mest. Framangreint munstur fellur vel að eldri svifþörungamælingum og staðfestir að frumframleiðsla í Þingvallavatni er tvítoppa með háumörkum um vor og haust.

Greindar voru sex tegundir og af svifkröbbum, þ.e. vatnaflærnar *Alonella nana*, *Bosmina coregonii*, *Chydorus sphaericus* og *Daphnia galeata*, og árfætlurnar *Diaptomus* og *Cyclops*. Langmest var af svifkröbbunum í ágúst og október, 54–64 dýr/10 l, en mun minna í maí og júní, 2–8 dýr/10 l. Þrjár tegundir voru allsráðandi í ágúst og október, *D. galeata*, *Diaptomus* og *Bosmina coregonii*. Af þyrildýrum greindust 12 ættkvíslir og hópar og mest áberandi var tegundin *Polyarthra* sem stemmir við fyrri rannsóknir. Heildarþéttleiki þyrildýra yfir allt tímabilið var að meðaltali á bilinu 217 dýr/10 l (júní) til 433 dýr/10 l (október).

Á heildina litið bendir flest til þess að ástand Þingvallavatns árið 2007 m.t.t. efna- og eðlisþátta og þörung- og dýrasvifs úti í vatnsbolnum sé mjög gott og svipað því sem var fyrir um 30 árum.

Summary

Þingvallavatn is the largest lake in Iceland (84 km², mean depth 35 m), a cold, spring-fed, oligotrophic rift lake of high conservational value. In 2007 a monitoring programme was started to assess chemical and biological quality of the lake. The programme is run by The Environment Agency (Umhverfisstofnun), The Thingvellir National Park (Þjóðgarðurinn á Þingvöllum), Reykjavík Energy (Orkuveita Reykjavíkur) and The National Power Company (Landsvirkjun).

There are three major work tasks in the programme: 1) Physico- chemical factors in inlet and outlet water, executed by Institute of Earth Sciences (Jarðvísindastofnun), 2) Biological and physico- chemical factors in the pelagic habitat, executed by Natural History Museum of Kópavogur (Náttúrufræðistofa Kópavogs) and 3) Fish populations, executed by Freshwater Fisheries Institute (Veiðimálastofnun). In this report, results are given for the first year of sampling, 2007, in work task no. 2.

Lake temperature measured 3.6–10.7 °C for the whole period, being highest in August (9.7 ± 0.19 °C, mean ± s.e.m.) and lowest in May (3.8 ± 0.04 °C). A thermocline was present at 20–25 m depth in July and August with ca. 10.5 °C in the euphotic zone and ca. 8.5 °C below. pH measured 7.6–8.6, dissolved oxygen 12.7–17.4 mg O₂/l (14.4 ± 0.10 mg O₂/l) and oxygen saturation was 97–147% O₂ (120% ± 1.14). Conductivity measured 67–77 µS/cm (72 ± 0.25 µS/cm). Nutrients (measured in unsieved water samples) were low in concentrations; Tot-P (11 ± 0.3 µg/l), PO₄-P (8 ± 0.3 µg/l), Tot-N (38 ± 2.4 µg/l) and TOC (0.25 ± 0.05 mg/l).

In all, 52 species and species groups of phytoplankton were identified. Diatoms were far the most dominant group, with a mean contribution by number of 84% (34–98%) and a mean contribution by biomass of 73% (31–99.5%). *Aulacoseira islandica* f. *curvata*, *A. islandica* (O. Müller) and *Asterionella formosa* were by far the most common species. Chlorophyll-a measured 0.45–5.52 µg/l for the whole period, with a distinct peak in October and a low in June and August. The chlorophyll pattern was reflected in transparency, with Secchi depth measuring 5.0–12.0 m for the whole period, highest in August (10.3 ± 0.19 m) and lowest in October (5.8 ± 0.13 m).

Six species and genres were identified of crustacean zooplankton; *Alonella nana*, *Bosmina coregonii*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia galeata*, *Diaptomus* sp. and *Cyclops* sp. Densities were low in May and June (2–8 ind./10 l) but relatively high in August and October (54–64 ind./10 l), with *D. galeata*, *Diaptomus* sp. and *Bosmina coregonii* as dominant species. Among rotifers, 12 genres and species groups were identified, with *Polyarthra* sp. as the far most abundant species. Total densities of rotifers ranged from a geometric mean of 217 ind./10 l in June to 433 ind./10 l in October.

To sum up, water quality was high in the pelagic habitat of Lake Þingvallavatn in 2007 regarding physico- chemical parameters, phytoplankton and zooplankton, complying with pristine conditions (category A) as required and stated in reg. no. 650/2006 for the protection of water quality and biota of Þingvallavatn. The results from 2007 comply in general with results as measured in Þingvallavatn for ca. 30 years ago.

Efnisyfirlit

Ágrip.....	4
Summary	5
Myndaskrá.....	7
Töfluskra	7
1. Inngangur.....	8
2. Efni og aðferðir	9
2.1 Efna- og eðlisþættir	10
2.2 Þörungasvif.....	11
2.2.1 Tegundasamsetning	11
2.2.2 Blágræna-a.....	11
2.3 Dýrasvif	12
2.4 Murta	12
3. Niðurstöður og umræður	14
3.1 Efna- og eðlisþættir	14
3.2 Þörungasvif.....	26
3.3 Dýrasvif	32
4. Murta	35
5. Heimildir	36

Myndaskrá

Mynd 1.	Sýna- og mælistöðvar vegna vöktunar í Þingvallavatni	10
Mynd 2a.	Vatnshiti á stöðvum 1, 2 og 3 í Þingvallavatni	15
Mynd 2b.	Sýrustig á stöðvum 1, 2 og 3 í Þingvallavatni	16
Mynd 2c.	Uppleyst súrefni á stöðvum 1, 2 og 3 í Þingvallavatni	17
Mynd 2d.	Súrefnismettun á stöðvum 1, 2 og 3 í Þingvallavatni	18
Mynd 2e.	Rafleiðni á stöðvum 1, 2 og 3 í Þingvallavatni	19
Mynd 3.	Rýni í Þingvallavatni árið 2007	24
Mynd 4.	Rýni í Þingvallavatni 1974–79 og 1981–82 og árið 2007	24
Mynd 5.	Fjöldahlutdeild fjögurra helstu þörungahópa í Þingvallavatni	27
Mynd 6.	Pungahlutdeild fjögurra helstu þörungahópa í Þingvallavatni	27

Töfluskrá

Tafla 1.	Yfirlit yfir sýnatökur og mælingar	9
Tafla 2.	Skilgreiningar fyrir mat á kynþroskastigi bleikju	13
Tafla 3a.	Mælingar framkvæmdar 14. maí 2007 á efna- og eðlisþáttum	20
Tafla 3b.	Mælingar framkvæmdar 29. júní 2007 á efna- og eðlisþáttum	21
Tafla 3c.	Mælingar framkvæmdar 28. ágúst 2007 á efna- og eðlisþáttum	22
Tafla 3d.	Mælingar framkvæmdar 8. október 2007 á efna- og eðlisþáttum	23
Tafla 4a.	Niðurstöður efnamælinga (næringarefni o.fl.) 28. ágúst 2007 á stöð 2	25
Tafla 4b.	Niðurstöður efnamælinga (málmar o.fl.) 28. ágúst 2007 á stöð 2	25
Tafla 5.	Magn blaðgrænu-a í Þingvallavatni	26
Tafla 6a.	Tegundasamsetning þörunga, þéttleiki og lífþyngd á stöð 2, 14. maí 2007	28
Tafla 6b.	Tegundasamsetning þörunga, þéttleiki og lífþyngd á stöð 2, 29. júní 2007	29
Tafla 6c.	Tegundasamsetning þörunga, þéttleiki og lífþyngd á stöð 2, 28. ágúst 2007	30
Tafla 6d.	Tegundasamsetning þörunga, þéttleiki og lífþyngd á stöð 2, 8. október 2007	31
Tafla 7.	Tegundasamsetning krabbadýra og þéttleiki í Þingvallavatni árið 2007	33
Tafla 8.	Tegundasamsetning þyrildýra og þéttleiki í Þingvallavatni árið 2007	34
Tafla 9.	Skipting afla í murtuveiði í Þingvallavatni 10.–11. október 2007	35

1. Inngangur

Vorið 2007 gerðu Umhverfisstofnun, Þjóðgarðurinn á Þingvöllum, Orkuveita Reykjavíkur og Landsvirkjun með sér samkomulag og samstarfssamning um vöktun á lífríki og efna- og eðlisþáttum í Þingvallavatni (Samstarfssamningur 2007, Samkomulag 2007). Vöktunin nær til lykilorða í lífríki og efna- og eðilsfræði vatnsins og lítið er svo á að hún sé mikilvægt tæki til verndunar á vistkerfi Þingvallavatns.

Meginmarkmið vöktunarinnar er að kortleggja ástand og breytingar sem kunna að verða á lífríki og efna- og eðlisþáttum vegna hugsanlegra álagspáttá, jafnt af mannlegum sem náttúrulegum toga. Á meðal álagspáttá sem horft er til í þessu sambandi eru ofauðgun næringarefna, vatnsmiðlun, mengunaróhöpp og loftslagshlýnun.

Um Þingvallavatn og gilda lög ásamt reglugerð sem skírskota sérstaklega til verndunar á vatninu og vatnasviði þess. Þetta eru lög nr. 85/2005 um verndun Þingvallavatns og vatnasviðs þess og reglugerð nr. 650/2006 um framkvæmd verndunar vatnasviðs og lífríkis Þingvallavatns.

Vöktunin felur í sér endurteknar, staðlaðar athuganir til margra ára í því augnamiði að greina hugsanlegar breytingar á ástandi lykilorða í vistkerfinu yfir lengri tíma. Notagildi gagnagrunnsins mun því aukast jafnt og þétt eftir því sem árin líða og gögn safnast fyrir. Vöktunin kemur ekki í stað grunnrannsókna eða stakra rannsóknaverkefna þar sem fengist er við afmarkað viðfangsefni.

Vöktuninni er skipt í þrjá meginverkpætti og um hvern verkþátt sér framkvæmdaraðili í samræmi við þar að lútandi samning. Verkþættir og framkvæmdaraðilar á fyrsta ári vöktunarinnar (sýnataka á árinu 2007) eru eftirfarandi:

1. Efna- og eðlisþættir í írennsli og útfalli. Jarðvísindastofnun Háskólans.
2. Lífríkis- og efna- og eðlisþættir í vatnsbol. Náttúrufræðistofa Kópavogs.
3. Fiskistofnar. Veiðimálastofnun.

Fyrir vöktunarverkefninu fer verkefnisstjórn sem skipuð er einum manni frá hverjum framkvæmdaraðila. Umhverfisstofnun er umsýsluaðili verkefnisins og sér um fjárhagslega umsýslu verkefna sem beinast að vöktun Þingvallavatns. Verkefnisstjórn ræður einn verkefnisstjóra sem hefur faglega þekkingu á lífríki Þingvallavatns. Verkefnisstjóri vöktunarverkefna fyrir árið 2007 var Hilmar J. Malmquist, Náttúrufræðistofu Kópavogs.

Í þessari gagnaskýrslu er gerð grein fyrir framvindu og niðurstöðum í verkþætti nr. 2 um lífríki og efna- og eðlisþætti í vatnsbol Þingvallavatns sem Náttúrufræðistofa Kópavogs sá um, en fyrsta sýnataka í verkþættinum fór fram vorið 2007. Fjallað verður um alla þrjá verkþætti vöktunarinnar innan tíðar í sérstakri áfangaskýrslu.

2. Efni og aðferðir

Á fyrsta ári vöktunarverkefnisins í Þingvallavatni sá Náttúrufræðistofa Kópavogs um verkþátt nr. 2 sem tekur til þörung- og dýrasvifs, auk efna- og eðlisþátta úti í vatnsbol vatnsins. Náttúrufræðistofan kemur einnig að verkþætti nr. 3 ásamt Veidimálastofnun, m.a. með sýnatöku á murtu á haustin.

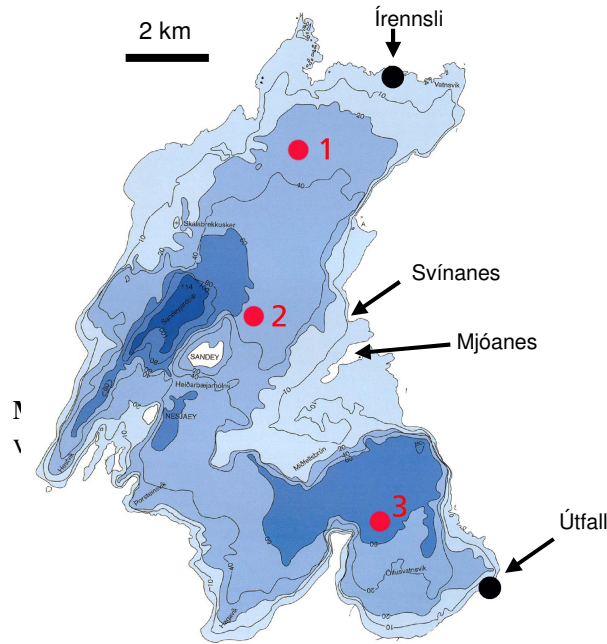
Í töflu 1 er gefið yfirlit yfir framkvæmd sýnatöku og mælinga á árinu 2007. Sýnastöðvar voru þrjár talsins (mynd 1) og sýni tekin á þremur dýpum á hverri stöð, 1 m, 5 m og 25 m dýpi (tafla 1).

Alls voru farnar fimm vettvangsferðir á árinu (tafla 1). Fjórar ferðir voru farnar í maí, júní, ágúst og október vegna mælinga á efna- og eðlisþáttum og sýnatöku á þörungum og dýrasvifi. Þá var ein ferð farin í október til sýnatöku á murtu.

Framangreind verk- og tímaáætlun með sýnatöku og mælingum á mismunandi árstíma, dýpi og stöðum í vatninu miðar að því m.a. að varpa ljósi á breytileika í þáttunum sem fylgst er með. Í framtíðinni er reiknað með að vöktunina megi einfalda, a.m.k. hvað varðar fjölda stöðva og dýpis.

Tafla 1. Yfirlit yfir sýnatökur og mælingar á vegum Náttúrufræðistofu Kópavogs vegna vöktunar í Þingvallavatni árið 2007. Tíðni segir til um fjölda sýnatökufærða á árinu.

Tegund sýnis	Mælibreytur	Stöð 1			Stöð 2			Stöð 3			Tíðni
		1 m	5 m	25 m	1 m	5 m	25 m	1 m	5 m	25 m	
Þörungasvif											
Síuð sýni 9 lítrar, 45 µm	Tegundagreining og talning	X	X	X	X	X	X	X	X	X	4
Ósíuð sýni 3 lítrar	Tegundagreining og talning				X	X	X				4
Ósíuð sýni 1 lítri	Blaðgræna-a	X	X	X	X	X	X	X	X	X	4
Dýrasvif											
Síuð sýni 10 lítrar, 45 µm	Tegundagreining og talning	X	X	X	X	X	X	X	X	X	4
Eðlisþættir											
Fjölþáttamælir	Vatnshiti	X	X	X	X	X	X	X	X	X	4
	Sýrustig	X	X	X	X	X	X	X	X	X	4
	Rafleiðni	X	X	X	X	X	X	X	X	X	4
	Súrefni	X	X	X	X	X	X	X	X	X	4
	Rýni	X	X	X	X	X	X	X	X	X	4
Fiskur – murta											
Rannsóknnetveiði og bændanet	Lengd, þyngd og aldur										1



Mynd 1. Sýna- og mælistöðvar vegna vöktunar í Þingvallavatni. Stöðvar nr. 1 ($64^{\circ}13,64' 21^{\circ}07,53'$), 2 ($64^{\circ}11,52' 21^{\circ}08,60'$) og 3 ($64^{\circ}09,11' 21^{\circ}04,73'$) í rauðum lit eru á vegum Náttúrufræðistofu Kópavogs. Stöðvar í svörtum lit (írennsli og útfall) eru á vegum Jarðvísindastofnunar Háskólans.

2.1 Efna- og eðlisþættir

Mælingar á efna- og eðlisþáttum voru framkvæmdar á staðnum með fjölþáttamæli af gerðinni YSI 650MDS/6600 og notast við rúmlega 50 m langan kapal. Mælt var á dýptarsniðum frá yfirborði og niður að botni (stöðvar 1 og 2) eða niður á um 50 m dýpi (stöð 3). Eftirfarandi breytur voru mældar: vatnshiti ($0,01^{\circ} \text{C}$ upplausn, $\pm 0,15^{\circ} \text{C}$ mælinákvæmni), sýrustig ($0,01 \text{ pH}$, $\pm 0,2 \text{ pH}$), rafleiðni ($1 \mu\text{S}/\text{cm}$, $\pm 0,5\%$), uppleyst súrefni ($0,01 \text{ mg O}_2/\text{l}$, $\pm 0,2\%$) og súrefnismettun ($0,1\%$, $\pm 2\%$).

Rýni (sjóndýpi, skyggni) í vatninu var mælt á hefðbundinn hátt með hvítum Secchi disk, 30 cm í þvermál. Rýni (m) var skráð á hverri stöð sem meðaltal sex mælinga (mælt þegar diskurinn hvarf sjónum við að síga niður og þegar hann birtist aftur þegar hann var dreginn upp). Náíð samband er á milli rýnis og þörungamagns.

Í ágúst var bætt við sýnatöku á vatnssýnum til efnagreiningar. Vatnssýni voru tekin á stöð 2 á 1 m, 5 m og 25 m dýpi með því að stútfylla 1,0 l plastflöskur. Ílátin voru fyrst skoluð með 0,1 N HCl og síðan með vatni á staðnum. Sýnin voru höfð í kælikassa í mesta lagi í sex klst. þar til þau voru fryst (-20°C) og síðar send til efnagreiningar hjá Norsk institutt for vannforskning (NIVA) í Osló. Efnagreiningarnar voru gerðar á ósíuðum sýnum. Eftirfarandi breytur voru mældar hjá NIVA: grugg (TURB860), heildarmagn fosfórs (Tot-P/L), fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$), heildarmagn köfnunarefnis (Tot-N/L), ammóníak ($\text{NH}_4\text{-N}$), nítat ($\text{NO}_3\text{-N}$), heildarmagn lífræns kolefnis (TOC), klór (Cl), sulfat (SO_4), flúor (F), ál (Al/r, Al/II, Al/ICP), kalsíum (Ca), járn (Fe/ICP), kalíum (K), magnesíum (Mg) og natríum (Na). Upplýsingar um aðferðafræði og mælinákvæmni við efnagreiningarnar eru að finna í riti á vegum NIVA (NIVA 2004).

2.2 Þörungasvif

2.2.1 Tegundasamsetning

Sýni fyrir greiningu og talningu á sviflægum þörungum voru tekin með 10 lítra vatnssýnataka á þremur dýpum á hverri stöð (1 m, 5 m og 25 m dýpi, tafla 1). Tekið var 10 l sýni og 9 l síaðir í gegnum 45 μm sigti og það sem eftir sat í sigtinu hirt til tegundagreiningar og talningar. Á stöð 2 var jafnframt tekið annað 10 l sýni á hverju dýpi og af því hirtir 3 l sem voru varðveittir ósíaðir til tegundagreiningar og talningar. Öll sýnin voru varðveitt á staðnum með því að bæta 10% Lugol lausn úti í þau.

Tilgangurinn með samhliða sýnatöku á síuðum og ósíuðum sýnum á stöð 2 var að kanna áhrif síunar (netmöskva) á niðurstöður tegundagreiningar og magn þörunga. Tegundasamsetning þörunga endurspeglar m.a. næringarefnaástand í vatninu og skiptir miklu mál sem fæða fyrir dýrasvif vatnsins.

Tegundagreining og talning á þörungasýnunum fór fram hjá Bio-limno Research & Consulting, Inc., í Halifax, Kanada. Við úrvinnslu sýna var beitt hefðbundnum greiningaraðferðum með *Utermö hl* útfellingu á hlutsýnum og smásjárskoðun (inverted, phase contrast Zeiss Axiovert 40 CFL microscope). Þörungaeiningar (stakar frumur, þræðir og sambýli) voru taldar á sniðum völdum á tilviljanakenndan hátt. Að lágmarki 400 þörungaeiningar voru taldar í hverju sýni og langflestar við 500-falda stækkun. Votvigt var reiknuð út frá mældum fjölda og mati á rúmmáli (specific biovolume) samkvæmt rúmfræðilegri lögum (Rott 1981) og eðlisþyngdinni 1,0. Rúmmál hverrar tegundar var metið út frá meðalstærð á 10–15 einstaklingum. Rúmmál sambýlistegunda var byggt á fjölda einstaklinga í sambýli. Allir útreikningar á þéttleika og þyngd voru gerðar samkvæmt tölvuforriti Hamiltons (Hamilton 1990).

Við tegundagreiningu var aðallega stuðst við eftirfarandi heimildir: Geitler (1932), Anton og Duthie (1981), Findlay og Kling (1976), Huber-Pestalozzi (1961, 1972, 1982, 1983), Tikkanen (1986), Prescott (1982), Whitford og Schumacher (1984), Starmach (1985), Krammer og Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, b), Wehr og Sheath (2003) og Komàrek og Anagnostidis (1998, 2005).

2.2.2 Blaðgræna-a

Mælingar á magni blaðgrænu-a veita upplýsingar um magn frumframleiðenda (þörungasvif) og endurspeglar jafnframt næringarefnaástand í vatninu og fæðuframboð fyrir dýrasvif sem murtan étur.

Sýni til mælinga á magni blaðgrænu-a voru tekin með 10 l vatnssýnataka á þremur dýpum á hverri stöð (1 m, 5 m og 25 m dýpi, tafla 1) og 1 l hlutsýni hirt til mælinga. Sýnin voru höfð í kæli (~ 5° C) í 5–12 klst., þá síuð á Whatman GF/C síupappír (Cat No 1822 047), síupappírinn frystur og blaðgrænan mæld síðar. Til að leysa blaðgrænuna úr sýninu var síupappírinn lagður í 96% etanól og hafður í myrkri í kælikáp í 24 klst. Blaðgræna-a var mæld við bylgjulengdina 665 nm með ljósgleypnimæli (HACH, DR 5000) á Veiðimálastofnun.

Heildarmagn blaðgrænu-a (Blaðgræna-a, µg/l) var reiknað samkvæmt jöfnunni

$$\text{Blaðgræna-a } (\mu\text{g/l}) = (\text{Abs.}_{(665-750\text{nm})} * L * 10^3) / 83,4 * V$$

þar sem *Abs.* (665–750 nm) er ljósgleypni við 665 nm að frádreginni ljósgleypni við 750 nm, *L* er rúmmál (ml) leysnivökva (etanóls) á síupappír, 83,4 er ljósgleypnistuðull fyrir etanól og *V* er rúmmál (l) sýnisins sem síað var (sjá Sønndergaard og Riemann 1979 bls. 171).

2.3 Dýrasvif

Sýni fyrir greiningu og talningu á dýrasvifi voru tekin með 10 lítra vatnssýnataka á þremur dýpum á hverri stöð (1 m, 5 m og 25 m dýpi, tafla 1). Hvert 10 l sýni var síað í gegnum 45 µm sigti og það sem eftir sat í sigtinu hirt til tegundagreiningar og talningar. Sýnin voru varðveitt á staðnum með því að bæta 0,5-2 ml af 10% Lugol lausn úti í þau.

Svifdýrasýnin voru skoðuð í kvörðuðu íláti undir víðsjá af gerðinni Olympus SZX12 við 7–90-falda stækkun. Við fíngreiningar (100–400-falda stækkun) var notuð smásjá af gerðinni Olympus CX 41. Krabbadýr voru talin og greind til tegunda og ættkvísla. Fjöldi krabbadýra í sýnunum var að jafnaði lítill og því voru allir einstaklingar greindir. Stuðst var við ýmsa greiningarlykla en aðallega hefti í ritröðinni *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World* (Benzie 2005) og *Fauna Iberica*, Vol. 7 (Alonso 1996).

2.4 Murta

Murtan er langalgengasta bleikjuafbrigðið í Þingvallavatni og gegnir lykilhlutverki í svifvistinni.

Fylgst hefur verið með murtustofninum árlega síðan 1983, lengst af í samvinnu milli Líffræðistofnunar Háskólans og Náttúrufræðistofu Kópavogs (Sigurður S. Snorrason o.fl. 1984, 1992, 1994, 2002). Aðferðafræði síðastnefndu rannsóknar er lögð til grundvallar vöktuninni sem hér um ræðir.

Sýnishorn er tekið úr murtustofninum með netveiði um mánaðamótin september–október þegar murtan gengur á grunn til hrygningar. Veitt hefur verið í eitt margmökva lagnet, 30 m á lengd og 3 m á hæð, með möskvastærðunum 10, 12,5, 15,5, 19 og 24 mm (legg í legg), þar sem hver möskvi er 6 m á lengd. Þessi möskvasamsetning á að gefa góðan þverskurð af stærðar- og aldurssamsetningu hjá hrygningarfiskinum. Lagt hefur verið út af Svínanesi í landi Mjóaness (mynd 1) á 2–5 m dýpi og netið legið yfir nótt í u.þ.b. 12 klst.

Afli í net er skráður m.t.t. fiskitegunda (bleikja, urriði) og fjölda einstaklinga eftir bleikjuafbrigðum (murtan, dverg-, kuðunga- og sílableikja). Fjöldi einstaklinga er jafnframt skráður eftir möskvastærð. Aflaskráningin býður upp á að reikna út á einfaldan og grófan hátt nokkurs konar metil á hlutfallslega stofnstærð, þ.e. afli á sóknareiningu (catch per unit effort, cpue: fjöldi fiska/net/klst.).

Auk framangreindra atriða eru eftirfarandi atriði skráð og mæld á murtuúrtaki (um 100 fiskar úr hverri möskvastærð) sem valið er að handahófi: lengd (klauflengd, mælt að næsta 0,5 cm frá snoppu í miðja sporðsýlingu), votvigt (óslægður fiskur mældur að næsta 1,0 g), kyn, kynþroski og aldur (lestur áhringja í kvörnum). Fiskar sem eru umfram þetta úrtak eru lengdarmældir og vegnir.

Við mat á kynþroskastigi murtu (tafla 2) er byggt á lýsingu Dahl (1917) og Sigurði S. Snorrasyni o.fl. (1984). Fiskur á kynþroskastigi 4 er skilgreindur sem kynþroska fiskur. Kynþroskastig 7 er ávallt á sniðinu $7/x$, þar sem x leikur á bilinu stig 2 til stig 7. Hænga sem hafa sætt á árum áður má þekkja á því að svilin ná alla leið aftur að rauf. Svilin eru auk þess oft gulgrá á lit og æðar áberandi. Hrygnur sem gotið hafa áður má þekkja á mjög breytilegri hrognastærð og að hrognasekkur er lengri en hálf líkamshol.

Tafla 2. Skilgreiningar fyrir mat á kynþroskastigi bleikju. Stuðst er við lýsingu í Dahl (1917) og Sigurði S. Snorrasyni o.fl. (1984).

Stig	Hængar (Male, M)	Hrygnur (Female, F)
1	Þunnur strengur, lítill vefur.	Þunnur, stuttur (> 1/2 líkamshol) strengur. Hrogn afar lítil.
2	Framhluti strengs eilítið sverari en aftari	Strengur stuttur (> 1/2 líkamshol), sverari en í nr. 1. Hrogn á við tituprjónshaus.
3	Strengur sver, ógreinóttur. Getur náð alla leið aftur.	Hrogn 2–5 mm.
4	Þykkur, hvítur og greinóttur strengur alla leið aftur.	Hrongasekkur fyllir út í líkamshol. Hrogn > 4 mm.
5	Rennandi svil.	Hrogn laus, himna að rifna.
6	Sæðandi.	Hrygnandi.
7	Búinn/sætt áður.	Búin/hrygnt áður (res. roes).

3. Niðurstöður og umræður

3.1 Efna- og eðlisþættir

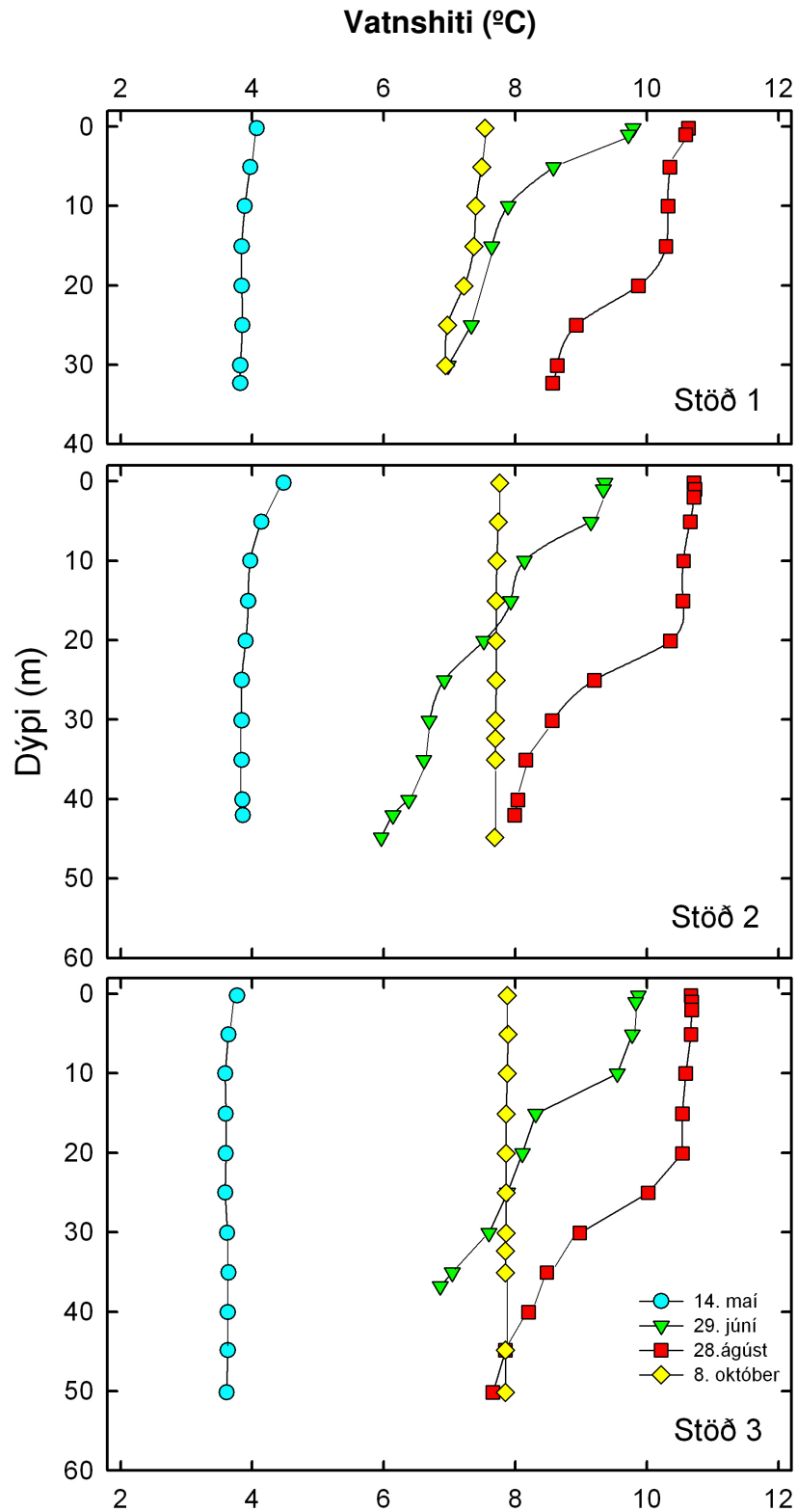
Vatnshiti mældist 3,6–10,7 °C yfir allt tímabilið (mynd 2a, töflur 3a–d). Hitastig var áþekkt á öllum þremur stöðvunum en í maí var hann þó marktækt lægri á stöð 3 en á stöð 1 og 2 ($F_{2,26} = 16,65$, $r = 0,75$, $p < 0,001$). Þessu var öfugt farið í október en þá var vatnshitinn marktækt hærri á stöð 3 en á hinum stöðvunum tveimur ($F_{2,26} = 65,32$, $r = 0,91$, $p < 0,001$). Þessi munur kann að stafa af áhrifum af innstreymi lindavatns í norðurhluta vatnsins.

Á mynd 2a má sjá að allgreinileg hitaskil höfðu myndast í vatninu í ágúst á um 20 m dýpi. Á u.þ.b. 5 m kafla (20–25 m dýpi) féll hitinn allskarpt eða um 1 °C. Vísir að lagskiptingunni var þegar farinn að myndast síðla í júní. Í mælingunni í ágúst var um 2 °C munur milli hitaaganna og var vatnshitinn um 10,5 °C í efra laginu (ljóstíllífunarlaginu) og 8,5 °C í neðra laginu. Vatnshitaferlarnir í maí og einkum október bera þess merki að hitaskilin voru ekki til staðar og að vatnið var meira eða minna blandað frá yfirborði og niður á botn.

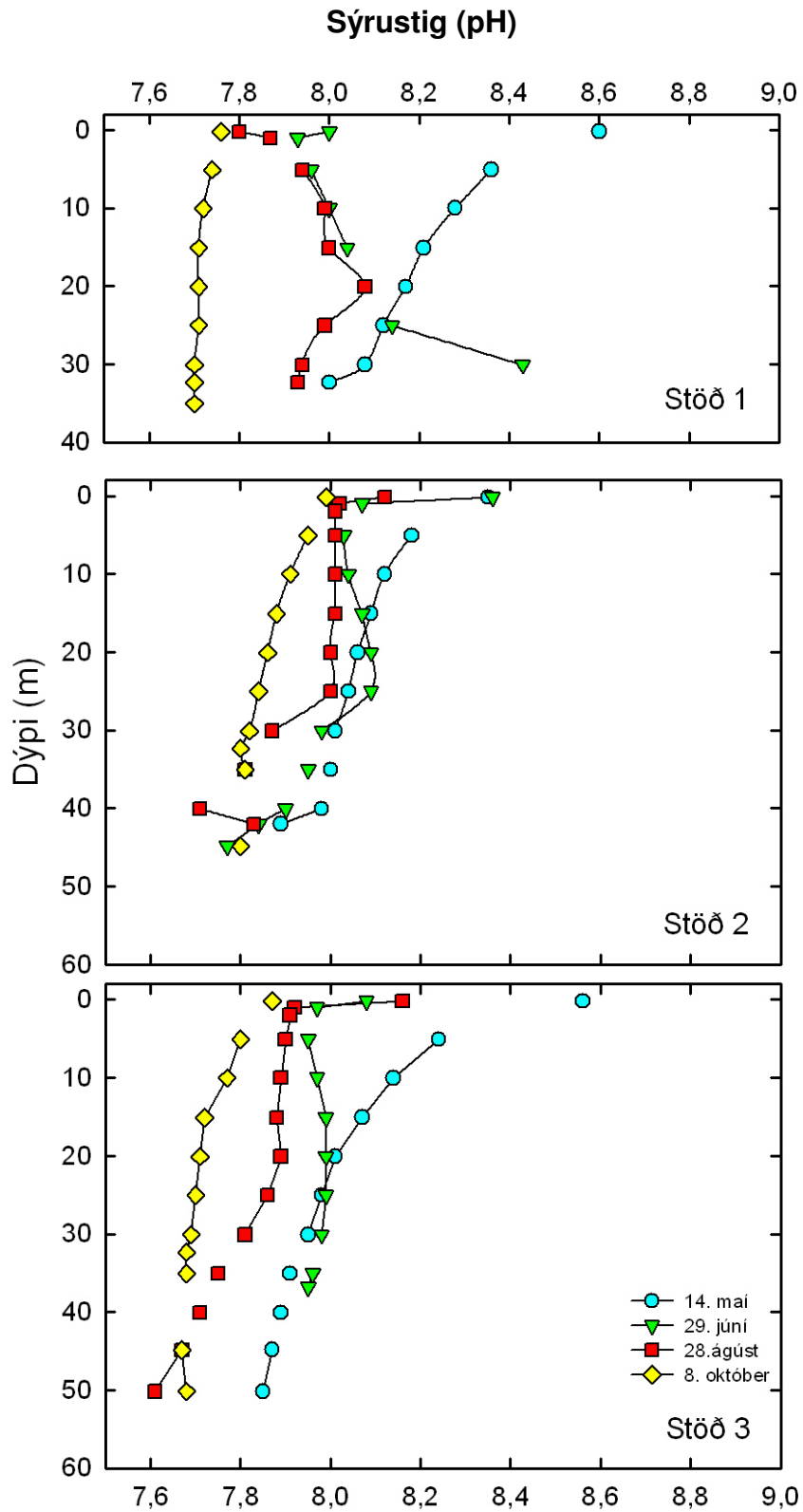
Sýrustig mældist 7,6–8,6 yfir allt tímabilið. Jafnan var sýrustig hæst nyrst í vatninu á stöð 1 og lægst syðst í vatninu á stöð 3 ($F_{2,120} = 12,11$, $r = 0,41$, $p < 0,001$). Þessarar tilhneigingar gætti alla mælidagana en skýrastur var munurinn í október ($F_{2,27} = 30,49$, $r = 0,83$, $p < 0,001$). Á öllum stöðvum var sýrustig hæst í maí ($8,1 \pm 0,04$ pH) og lægst í október ($7,9 \pm 0,04$ pH) og lækkaði sýrustig marktækt frá vori og fram á haust ($R = -0,45$ (ft. = 121, $p < 0,01$). Í júní og ágúst örlaði á lagskiptingu í sýrustigi á u.þ.b. 25 m dýpi, einkanlega á stöð 2 og 3 (mynd 2b), og stemmir það við hitaskilin sem mynduðust í vatninu á þessum tíma.

Uppleyst súrefni mældist iðulega mjög hátt, eða 12,7–17,4 mg/l og að meðaltali 14,4 mg/l ($\pm 0,10$) á öllum stöðvum samanlagt yfir allt tímabilið ($n = 123$). Súrefnismettunin var á bilinu 97–147% og að meðaltali 120% ($\pm 1,14$) sem er mikil mettnun. Hvorki var um að ræða marktækan mun milli stöðva í uppleystu súrefni ($F_{2,120} = 1,83$, $r = 0,17$, $p = 0,166$) né í súrefnismettun ($F_{2,120} = 1,29$, $r = 0,15$, $p = 0,280$). Báðar súrefnisbreyturnar hækkuðu marktækt frá vori og fram á haust (uppleyst súrefni: $R = 0,74$, ft. = 121, $p < 0,01$, súrefnismettun: $R = 0,86$, ft. = 121, $p < 0,01$) og skar október sig úr með langhæstu gildin í báðum breytunum (uppleyst súrefni: $F_{3,119} = 62,61$, $r = 0,78$, $p < 0,001$; súrefnismettun: $F_{3,119} = 121,64$, $r = 0,87$, $p < 0,001$). Í júní og einkum þó ágúst gætti augljóslega lagskiptingar í súrefnismettuninni á 20–25 m dýpi á öllum stöðvunum (mynd 2d). Þetta munstur endurspeglar hitaskilin sem voru í vatninu á þessum tíma.

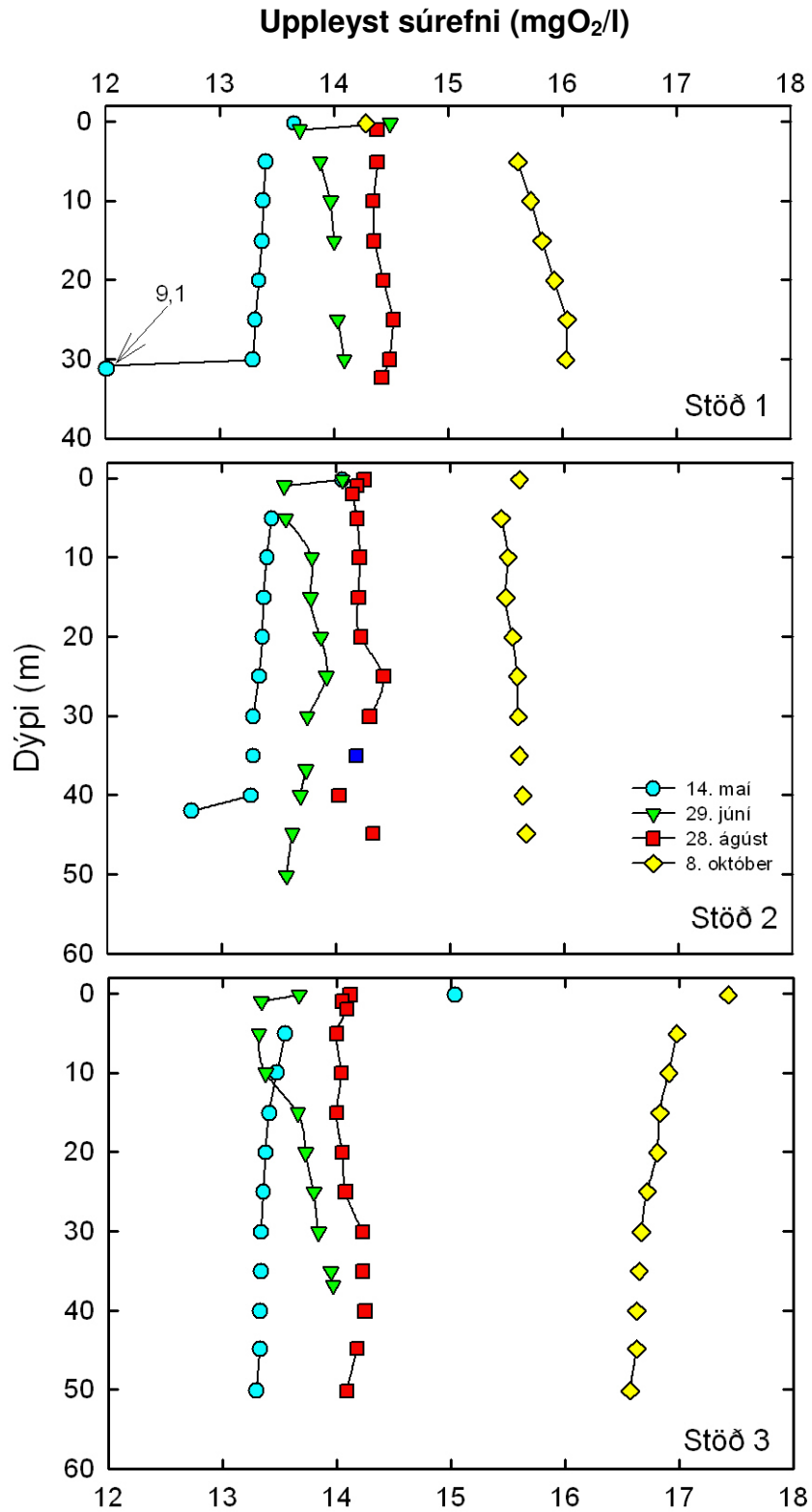
Rafleiðni mældist á bilinu 67–77 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og 72 ($\pm 0,25$) $\mu\text{S}/\text{cm}$ að meðaltali yfir allt tímabilið. Ekki var um marktækan mun að ræða í rafleiðninni milli stöðvanna þriggja ($F_{2,120} = 2,71$, $r = 0,21$, $p = 0,071$). Jafnframt breyttist rafleiðnin nánast ekki neitt m.t.t. dýpis (mynd 2e). Aftur á móti breyttist rafleiðnin mjög marktækt eftir mældögum ($F_{3,119} = 415,71$, $r = 0,96$, $p < 0,001$) og var hún hæst í ágúst ($76 \pm 0,07$ $\mu\text{S}/\text{cm}$) en lægst í júní ($69 \pm 0,16$ $\mu\text{S}/\text{cm}$).



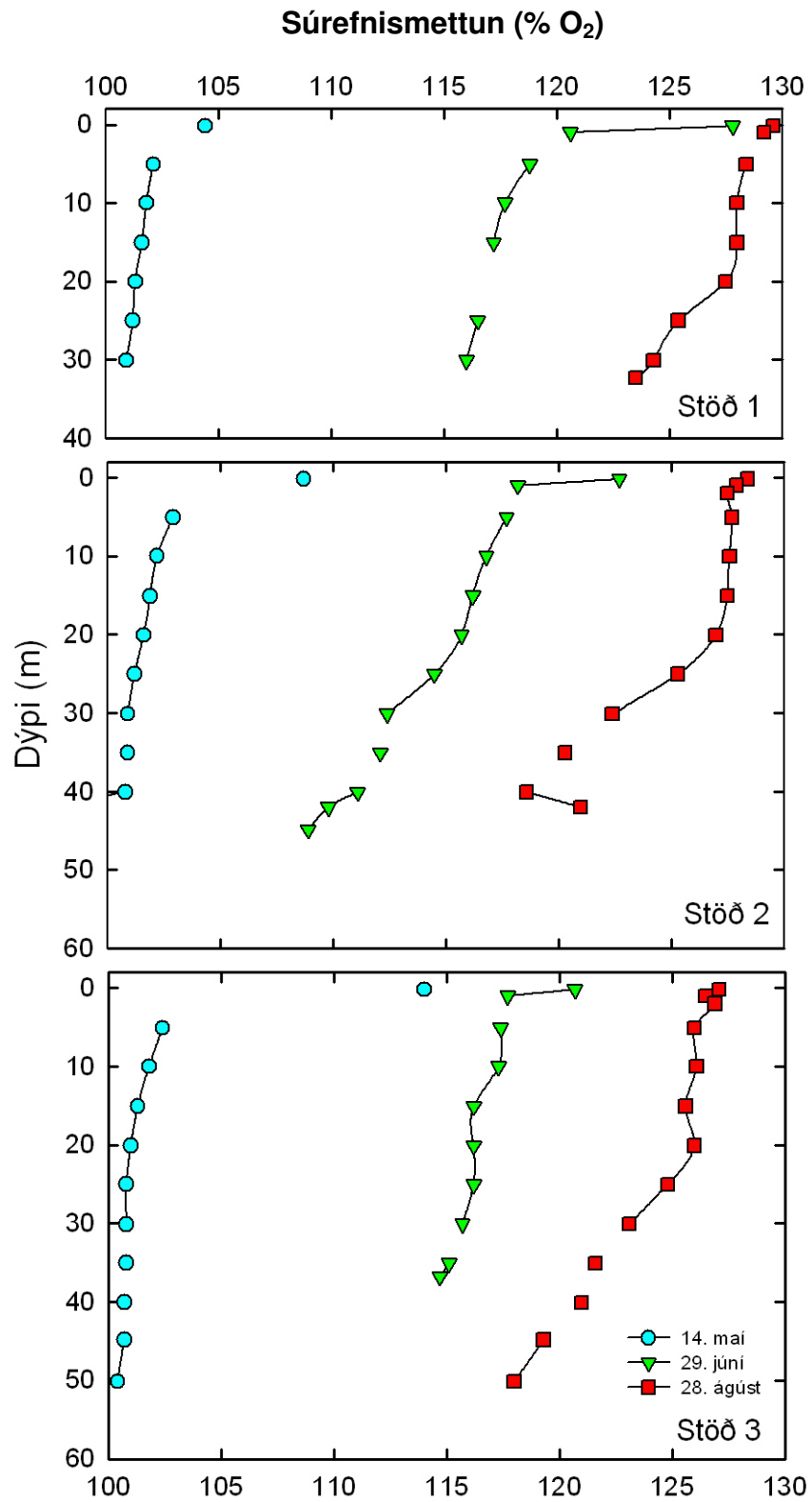
Mynd 2a. Vatnshiti (°C) á stöðvum 1, 2 og 3 í Þingvallavatni vegna vöktunar árið 2007.



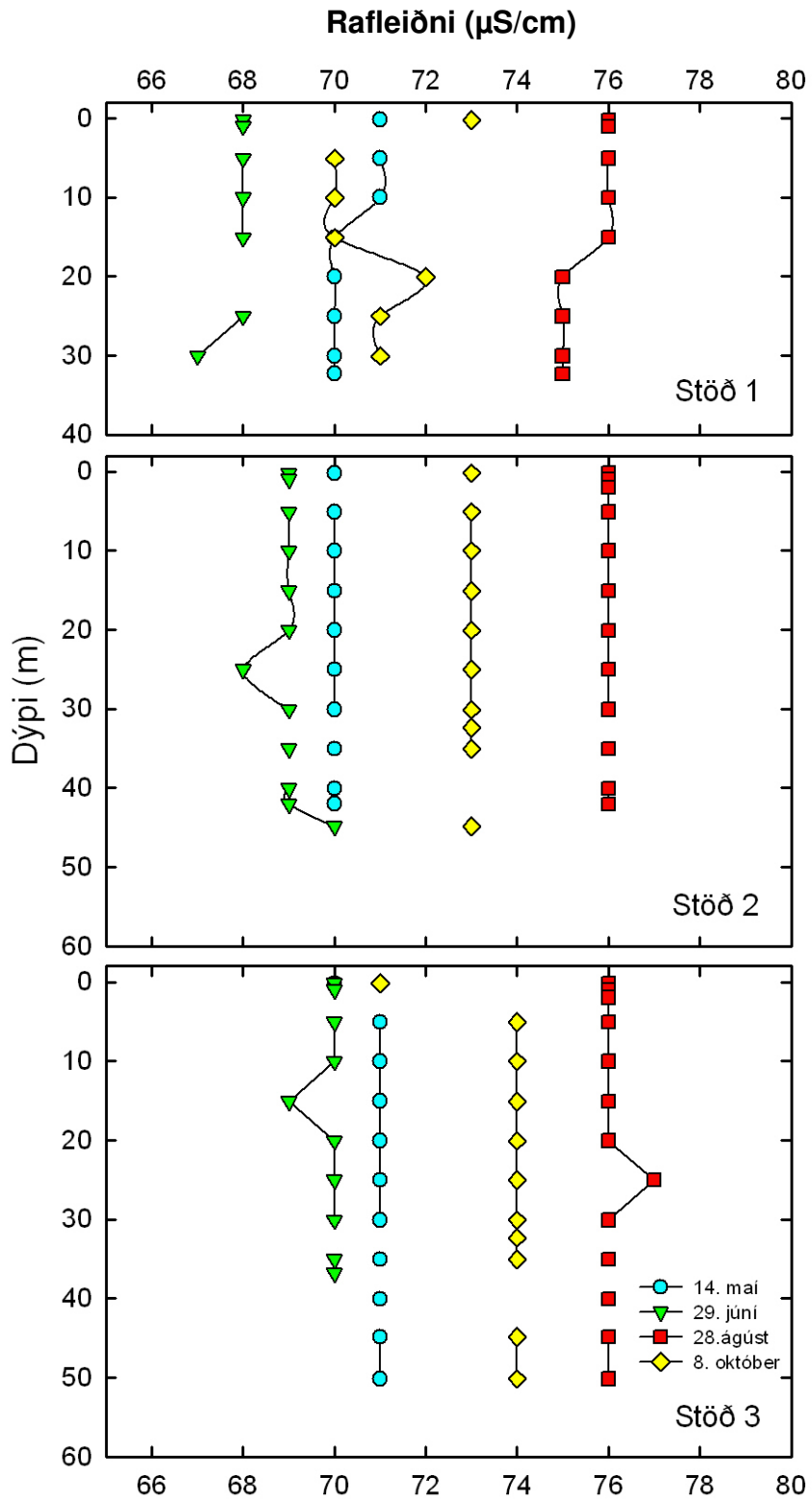
Mynd 2b. Sýrustig (pH) á stöðvum 1, 2 og 3 í Þingvallavatni vegna vöktunar árið 2007.



Mynd 2c. Uppleyst súrefni ($\text{mg O}_2/\text{l}$) á stöðvum 1, 2 og 3 í Þingvallavatni vegna vöktunar árið 2007.



Mynd 2d. Súrefnismettun (% O₂) á stöðvum 1, 2 og 3 í Þingvallavatni vegna vöktunar árið 2007.



Mynd 2e. Rafleiðni ($\mu\text{S/cm}$) á stöðvum 1, 2 og 3 í Þingvallavatni vegna vöktunar árið 2007. Gildin eru leiðrétt fyrir 25 °C.

Tafla 3a. Mælingar framkvæmdar 14. maí 2007 á efna- og eðlisþáttum vegna vöktunar á Þingvallavatni. Mælt með YSI 650MDS/6600 fjölþáttamæli og Secchi disk. Leiðnigildi eru leiðrétt fyrir 25° C. St.sk. er staðalskekkja (s.e.m.).

Stöð	Dýpi m	T °C	Leiðni µS/cm	pH	Uppl. O ₂ %	Uppl. O ₂ mg/l	Rýni m
1	0,1	4,1	71	8,6	104,4	13,7	9,2
1	5,1	4,0	71	8,4	102,1	13,4	8,0
1	10,0	3,9	71	8,3	101,8	13,4	8,5
1	15,1	3,8	70	8,2	101,6	13,4	9,0
1	20,1	3,8	70	8,2	101,3	13,3	9,0
1	25,0	3,9	70	8,1	101,2	13,3	8,5
1	30,1	3,8	70	8,1	100,9	13,3	
1	32,3	3,8	70	8,0	69,1	9,1	
Meðaltal		3,9	70	8,2	97,8	12,9	8,7
St.sk.		0,03	0,2	0,07	4,12	0,54	0,18
2	0,0	4,5	70	8,4	108,7	14,1	9,0
2	5,0	4,1	70	8,2	102,9	13,4	9,5
2	10,1	4,0	70	8,1	102,2	13,4	11,0
2	15,0	3,9	70	8,1	101,9	13,4	9,5
2	20,2	3,9	70	8,1	101,6	13,4	9,5
2	25,1	3,8	70	8,0	101,2	13,3	9,5
2	30,0	3,8	70	8,0	100,9	13,3	
2	35,1	3,8	70	8,0	100,9	13,3	
2	40,1	3,9	70	8,0	100,8	13,3	
2	42,0	3,9	70	7,9	96,9	12,7	
Meðaltal		4,0	70	8,1	101,8	13,4	9,7
St.sk.		0,06	0,0	0,04	0,92	0,10	0,28
3	0,1	3,8	70	8,6	114,0	15,0	9,2
3	5,1	3,6	71	8,2	102,4	13,6	9,0
3	10,0	3,6	71	8,1	101,8	13,5	8,5
3	15,2	3,6	71	8,1	101,3	13,4	8,5
3	20,0	3,6	71	8,0	101,0	13,4	9,0
3	25,0	3,6	71	8,0	100,8	13,4	9,0
3	30,1	3,6	71	8,0	100,8	13,3	
3	35,3	3,6	71	7,9	100,8	13,3	
3	40,1	3,6	71	7,9	100,7	13,3	
3	44,8	3,6	71	7,9	100,7	13,3	
3	50,2	3,6	71	7,9	100,4	13,3	
Meðaltal		3,6	71	8,0	102,2	13,5	8,9
St.sk.		0,02	0,1	0,06	1,19	0,15	0,12

Tafla 3b. Mælingar framkvæmdar 29. júní 2007 á efna- og eðlisþáttum vegna vöktunar á Þingvallavatni. Mælt með YSI 650MDS/6600 fjölþáttamæli og Secchi disk. Leiðnigildi eru leiðrétt fyrir 25° C. St.sk. er staðalskekkja (s.e.m.).

Stöð	Dýpi m	T °C	Leiðni µS/cm	pH	Uppl. O ₂ %	Uppl. O ₂ mg/l	Rýni m
1	0,1	9,8	68	8,0	127,8	14,5	9,0
1	1,0	9,7	68	7,9	120,6	13,7	9,5
1	5,0	8,6	68	8,0	118,8	13,9	10,0
1	10,0	7,9	68	8,0	117,7	14,0	10,5
1	14,9	7,6	68	8,0	117,2	14,0	9,5
1	25,0	7,3	68	8,1	116,5	14,0	9,5
1	29,8	7,0	67	8,4	116,0	14,1	
Meðaltal		8,3	68	8,1	119,2	14,0	9,7
St.sk.		0,43	0,1	0,06	1,54	0,09	0,21
2	0,1	9,4	69	8,4	122,7	14,1	8,5
2	1,1	9,3	69	8,1	118,2	13,6	8,0
2	5,1	9,2	69	8,0	117,7	13,6	7,5
2	10,1	8,1	69	8,0	116,8	13,8	7,0
2	15,0	7,9	69	8,1	116,2	13,8	7,5
2	20,0	7,5	69	8,1	115,7	13,9	7,5
2	25,0	6,9	68	8,1	114,5	13,9	
2	30,1	6,7	69	8,0	112,4	13,8	
2	30,2	6,7	69	8,0	112,2	13,7	
2	35,3	6,6	69	8,0	112,1	13,7	
2	40,0	6,4	69	7,9	111,1	13,7	
2	45,2	6,1	69	7,8	109,8	13,6	
2	49,4	6,0	70	7,8	108,9	13,6	
Meðaltal		7,4	69	8,0	114,5	13,7	7,7
St.sk.		0,34	0,1	0,04	1,08	0,04	0,21
3	0,1	9,9	70	8,1	120,7	13,7	8,5
3	1,0	9,8	70	8,0	117,7	13,3	8,0
3	4,9	9,8	70	8,0	117,4	13,3	8,5
3	10,1	9,6	70	8,0	117,3	13,4	9,0
3	15,2	8,3	69	8,0	116,2	13,7	9,0
3	20,7	8,1	70	8,0	116,2	13,7	9,0
3	25,2	7,9	70	8,0	116,2	13,8	
3	30,4	7,6	70	8,0	115,7	13,8	
3	34,9	7,0	70	8,0	115,1	14,0	
3	36,8	6,9	70	8,0	114,7	14,0	
Meðaltal		8,5	70	8,0	116,7	13,7	8,7
St.sk.		0,37	0,1	0,01	0,54	0,08	0,17

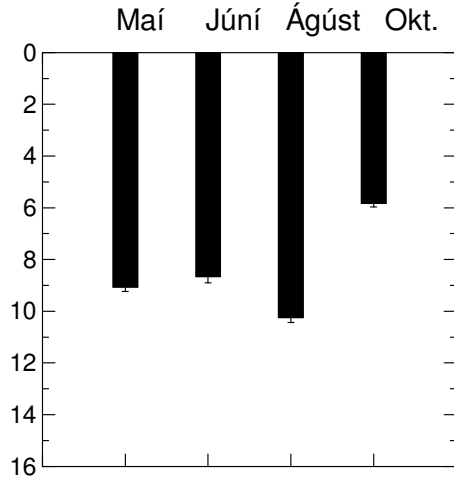
Tafla 3c. Mælingar framkvæmdar 28. ágúst 2007 á efna- og eðlisþáttum vegna vöktunar á Þingvallavatni. Mælt með YSI 650MDS/6600 fjölþáttamæli og Secchi disk. Leiðnigildi eru leiðrétt fyrir 25° C. St.sk. er staðalskekkja (s.e.m.).

Stöð	Dýpi m	T °C	Leiðni µS/cm	pH	Uppl. O ₂ %	Uppl. O ₂ mg/l	Rýni m
1	0,6	10,6	76	7,8	129,6	14,4	10,0
1	0,9	10,6	76	7,9	129,2	14,4	12,0
1	5,0	10,4	76	7,9	128,4	14,4	11,0
1	10,0	10,3	76	8,0	128,0	14,3	10,5
1	15,1	10,3	76	8,0	128,0	14,4	11,0
1	20,1	9,9	75	8,1	127,5	14,4	11,0
1	25,0	8,9	75	8,0	125,4	14,5	
1	30,1	8,6	75	7,9	124,3	14,5	
1	32,2	8,6	75	7,9	123,5	14,4	
Meðaltal		9,8	76	7,9	127,1	14,4	10,9
St.sk.		0,28	0,18	0,0	0,72	0,02	0,27
2	0,6	10,7	76	8,1	128,4	14,3	10,0
2	1,0	10,7	76	8,0	127,9	14,2	10,0
2	1,9	10,7	76	8,0	127,5	14,2	9,0
2	5,1	10,7	76	8,0	127,7	14,2	10,0
2	10,1	10,6	76	8,0	127,6	14,2	9,5
2	14,9	10,6	76	8,0	127,5	14,2	11,0
2	19,9	10,4	76	8,0	127,0	14,2	
2	25,0	9,2	76	8,0	125,3	14,4	
2	30,2	8,6	76	7,9	122,4	14,3	
2	35,3	8,2	76	7,8	120,3	14,2	
2	40,0	8,0	76	7,7	118,6	14,0	
2	44,0	8,0	76	7,8	121,0	14,3	
Meðaltal		9,7	76	8,0	125,1	14,2	9,9
St.sk.		0,34	0,0	0,03	1,02	0,03	0,27
3	0,5	10,7	76	8,2	127,1	14,1	10,0
3	1,0	10,7	76	7,9	126,5	14,1	10,0
3	2,1	10,7	76	7,9	126,9	14,1	9,0
3	5,0	10,7	76	7,9	126,0	14,0	10,0
3	10,1	10,6	76	7,9	126,1	14,0	9,5
3	15,0	10,5	76	7,9	125,6	14,0	11,0
3	20,0	10,5	76	7,9	126,0	14,1	
3	24,8	10,0	77	7,9	124,8	14,1	
3	30,1	9,0	76	7,8	123,1	14,2	
3	35,0	8,5	76	7,8	121,6	14,2	
3	39,9	8,2	76	7,7	121,0	14,3	
3	45,3	7,9	76	7,7	119,3	14,2	
3	50,3	7,7	76	7,6	118,0	14,1	
Meðaltal		9,7	76	7,8	124,0	14,1	9,9
St.sk.		0,34	0,1	0,04	0,85	0,02	0,27

Tafla 3d. Mælingar framkvæmdar 8. október 2007 á efna- og eðlisþáttum vegna vöktunar á Þingvallavatni. Mælt með YSI 650MDS/6600 fjölþáttamæli og Secchi disk. Leiðnigildi eru leiðrétt fyrir 25° C. St.sk. er staðalskekkingja (s.e.m.).

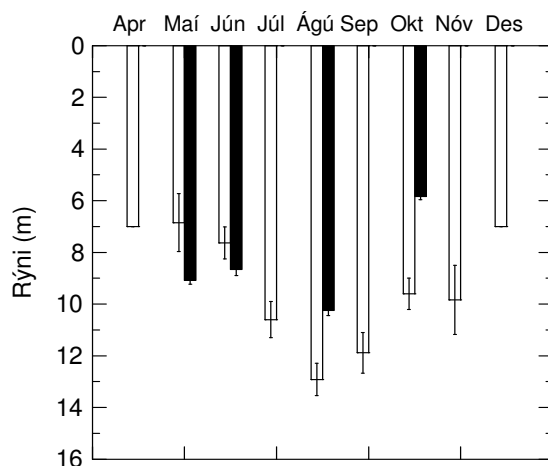
Stöð	Dýpi m	T °C	Leiðni µS/cm	pH	Uppl. O ₂ %	Uppl. O ₂ mg/l	Rýni m
1	0,3	7,5	73	8,4	119,3	14,3	5,0
1	5,0	7,5	70	8,0	130,1	15,6	5,0
1	9,9	7,4	70	8,0	130,8	15,7	5,5
1	15,1	7,4	70	7,9	131,6	15,8	6,5
1	20,1	7,2	72	8,4	131,9	15,9	6,0
1	25,0	7,0	71	8,4	132,1	16,0	6,0
1	28,0	6,9	71	8,4	131,9	16,0	
Meðaltal		7,3	71	8,2	129,7	15,6	5,7
St.sk.		0,09	0,4	0,09	1,75	0,23	0,25
2	0,2	7,8	73	8,0	131,1	15,6	5,5
2	5,0	7,7	73	8,0	129,7	15,5	6,0
2	10,0	7,7	73	7,9	130,1	15,5	6,0
2	15,1	7,7	73	7,9	129,9	15,5	6,5
2	20,2	7,7	73	7,9	130,4	15,6	6,5
2	25,2	7,7	73	7,8	130,7	15,6	6,5
2	30,0	7,7	73	7,8	130,8	15,6	
2	35,0	7,7	73	7,8	130,8	15,6	
2	40,1	7,7	73	7,8	131,1	15,6	
2	45,0	7,7	73	7,8	131,3	15,7	
2	46,2	7,7	73	7,7	84,2	10,1	
Meðaltal		7,7	73	7,9	126,4	15,1	6,2
St.sk.		0,01	0,00	0,02	4,22	0,50	0,17
3	0,2	7,9	71	7,9	146,7	17,4	6,0
3	5,0	7,9	74	7,8	143,0	17,0	5,0
3	10,1	7,9	74	7,8	142,3	16,9	5,5
3	15,1	7,9	74	7,7	141,7	16,8	6,5
3	20,1	7,9	74	7,7	141,4	16,8	5,5
3	25,0	7,9	74	7,7	140,7	16,7	5,5
3	30,2	7,9	74	7,7	140,3	16,7	
3	34,9	7,9	74	7,7	140,1	16,7	
3	40,1	7,9	74	7,7	139,9	16,6	
3	45,1	7,9	74	7,7	139,9	16,6	
3	50,1	7,9	74	7,7	139,4	16,6	
3	53,4	7,9	74	7,7	139,6	16,6	
Meðaltal		7,9	74	7,7	141,3	16,8	5,7
St.sk.		0,00	0,3	0,02	0,59	0,07	0,21

Rýni mældist 5,0–12,0 m á öllu tímabilinu og að meðaltali 8,5 m ($\pm 0,21$, $n = 72$) og var það áþekkt á öllum þremur stöðvunum (töflur 3a–d, mynd 3). Mest var rýnið í ágúst (10,3 $\pm 0,19$ m) en langminnst í október (5,8 $\pm 0,13$ m) og var mjög marktækur munur í rýni milli mældaganna fjögurra ($F_{3,68} = 112,75$, $r = 0,91$, $p < 0,001$).



Mynd 3. Rýni (skyggni, m) í Þingvallavatni 14. maí, 29. júní, 28. ágúst og 8. október 2007. Hver súla sýnir meðaltal (\pm staðalskekkju) reiknað út fyrir stöðvarnar þrjár á sérhverjum mældegi.

Rýni í maí 2007 (9,1 $\pm 0,15$ m) var marktækt meira en í maí á árabilinu 1974–79 og 1981–82 (6,9 $\pm 0,94$ m, $t = -4,03$, $ft. = 20$, $p < 0,001$, mynd 4). Hins vegar var rýni í ágúst og október 2007 marktækt minna en í ágúst á fyrrnefndu árabili (12,9 $\pm 0,57$ m, $t = 5,90$, $ft. = 22$, $p < 0,001$) og október (9,6 $\pm 0,47$ m, $t = 10,52$, $ft. = 19$, $p < 0,001$). Á framangreindu árabili mældist rýni alls á bilinu 5,2 m til 15,0 m. Gögn frá fyrri tíð eru fengin frá Pétri M. Jónassyni o.fl. (1992).



Mynd 4. Rýni (skyggni, m) í Þingvallavatni annars vegar á árunum 1974–79 og 1981–82 (ófylltar súlur) og árið 2007 (svartar súlur). Hver súla sýnir meðaltal (\pm staðalskekkju). Gögn frá fyrri tíð eru fengin frá Pétri M. Jónassyni o.fl. (1992).

Styrkur fosfórs (Tot-P), fosfats (PO₄-P), köfnunarefnis (Tot-N) og lífræns kolefnis (TOC) á stöð 2 var almennt lágur (tafla 4a) og var undir viðmiðunarmörkum fyrir umhverfismarkaflokk I samkvæmt reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Þingvallavatn fellur því í ástandsflokk A sem ósnortið vatn m.t.t. þessara efna eins og kveðið er á um í 5. gr. reglugerðar nr. 650/2006 um framkvæmd verndunar vatnasviðs og lífríkis Þingvallavatns. Hér ber þó að hafa í huga að efnin voru aðeins mæld í eitt skipti.

Styrksgildi fosfats (PO₄-P) og nitrats (NO₃-N) árið 2007 reyndust á mjög svipuðu róli og mældist í vatninu¹ í mars, maí, júlí, ágúst og september árið 1975 (Jón Ólafsson 1992). Klór (Cl) mældist hins vegar mun meiri árið 2007 en 1975, eða nær tvöfalt hærri. Ekki liggja fyrir eldri mælingar úti í Þingvallavatni á öðrum efnum sem tilgreind eru í töflum 4a og b. Hins vegar voru gerðar efnamælingar á írennslisvatni á nokkrum stöðum á árinu 1975, þ. á m. í Vellankötlu í Vatnsvíkinu (Jón Ólafsson 1992). Samanburður á sulfati (SO₄), kalsíum (Ca), kalíum (K), magnesíum (Mg) og natríum (Na) leiðir í ljós að styrkur þessara efna var mjög svipaður á árunum 1975 og 2007.

Tafla 4a. Niðurstöður efnamælinga (næringarefni o.fl.) á vatnssýnum sem tekin voru 28. ágúst 2007 á stöð 2 í Þingvallavatni.

Dags.	Stöð	Dýpi (m)	Rafleiðni	Basavirkni	Grugg 860	Tot-P	PO ₄ -P	Tot-N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TOC
			µS/cm A 2	mmol/l C 1	FNU A 4-2	µg/l P D 2-1	µg/l P D 1-1	µg/l N D 6-1	µg/l N C 4-3	µg/l N C 4-3	mg/l C G 4-2
28.8.2007	2	1	80	0,261	0,50	12	9	41	<2	<1	0,29
28.8.2007	2	5	130		0,47	11	8	39	<2	<1	0,25
28.8.2007	2	25	93		0,55	11	8	33	<2	<1	0,20
Meðaltal			101		0,51	11	8	38	<2	<1	0,25
Staðalskekkja			25,9		0,023	0,3	0,3	2,4			0,045
Geometrískt meðaltal			99		0,51	11	8	38	<2	<1	0,24
Fjöldi sýna/mælinga (n)			3	1	3	3	3	3			3

Tafla 4b. Niðurstöður efnamælinga (málmar o.fl.) á vatnssýnum sem tekin voru 28. ágúst 2007 á stöð 2 í Þingvallavatni.

Dags.	Stöð	Dýpi (m)	Cl	SO ₄	F	Al/R	Al/II	Al/ICP	Ca	Fe/ICP	K	Mg	Na
			mg/l C 4-3	mg/l C 4-3	µg/l C 4-3	µg/l E 3-2	µg/l E 3-2	µg/l E 9-5	mg/l C 4-3	µg/l E 9-5	mg/l C 4-3	mg/l C 4-3	mg/l C 4-3
28.8.2007	2	1	13,9	2,00	67	<5		0,01	4,31	10,0	0,57	1,31	8,11
28.8.2007	2	5	25,4	1,94	57	28	<5	0,01	3,76	11,0	0,43	1,19	6,82
28.8.2007	2	25	19,9	1,77	55	11		0,01	3,43	9,7	0,44	1,07	6,54
Meðaltal			19,7	1,90	60	20		0,01	3,83	10,2	0,48	1,19	7,16
Staðalskekkja			3,32	0,069	3,7	8,5		0,000	0,257	0,393	0,045	0,069	0,483
Geometrískt meðaltal			19,2	1,90	59	18		0,01	3,82	10,2	0,48	1,19	7,13
Fjöldi sýna/mælinga (n)			3	3	3	2		3	3	3	3	3	3

¹ Mælt á Miðfellsdýpi (0, 20, 30 og 70 m dýpi), sem stöð 3 kemur næst að staðsetningu, og á Sandeyjardýpi (1, 6, 15 og 40 m dýpi) (Jón Ólafsson 1992).

3.2 Þörungasvif

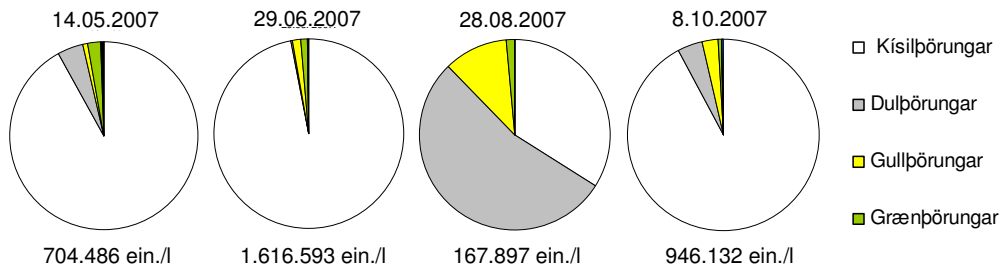
Magn blaðgrænu-a mældist 0,45–5,52 µg/l yfir allt tímabilið (tafla 5) og var á svipuðu róli og mældist í vatninu á árunum 1974–75, 1979 og 1981–82, þ.e. 0,5–4,0 mg/m³ (Pétur M. Jónasson o.fl. 1992). Ekki var um marktækan mun að ræða í blaðgrænumagni milli stöðva á hverjum mælidegi fyrir sig ($p > 0,05$, Tukey pörunarpróf í fervikagreiningu). Aftur á móti var mjög marktækur munur í blaðgrænumagninu eftir mældidögum ($F_{3,32} = 183,40$, $r = 0,97$, $p < 0,001$) og var það langsamlega mest í október en minnst í júní og ágúst. Þetta munstur fellur vel að fyrri mælingum á magni svifþörungna í vatninu (Pétur M. Jónasson o.fl. 1992) og staðfestir að frumframleiðsla í Þingvallavatni er tvítoppa. Hún nær hámarki um vor, minnkar yfir sumarið, líklega vegna lagskiptingar í vatninu og skorts á köfnunarefni, en vex aftur um haustið þegar lagskiptingin hverfur vegna blöndunar á vatni úr neðri lögum með tilheyrandi aukningu á köfnunarefni.

Tafla 5. Magn (µg/l) blaðgrænu-a í Þingvallavatni. St.sk. er staðalskekkja (s.e.m.), Gm. er geómetrískt meðaltal.

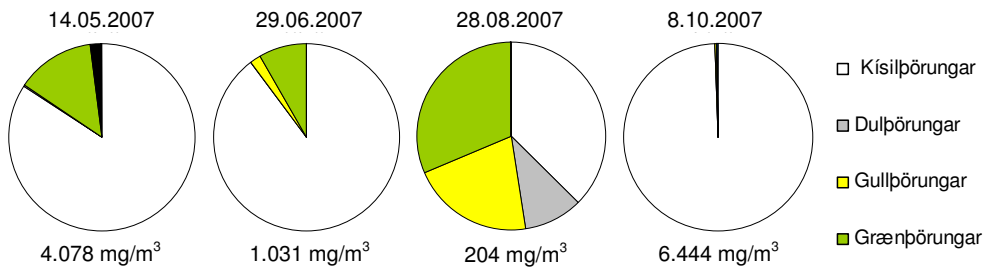
Stöð	Dýpi (m)	14.5.2007	29.6.2007	28.8.2007	8.10.2007	Meðaltal	St.sk.	Gm.
1	1	1,50	0,75	1,32	4,08	1,91	0,854	1,57
1	5	1,35	0,75	0,84	3,84	1,69	0,839	1,34
1	25	1,65	1,08	0,97	5,16	2,21	1,146	1,73
2	1	1,35	0,60	0,96	3,96	1,72	0,880	1,32
2	5	0,45	0,72	0,85	5,28	1,82	1,332	1,10
2	25	1,65	0,96	0,96	5,52	2,27	1,263	1,70
3	1	1,92	0,63	0,73	4,92	2,05	1,155	1,44
3	5	1,80	0,60	0,74	5,28	2,10	1,259	1,43
3	25	1,92	0,60	0,96	5,40	2,22	1,265	1,56
Meðaltal		1,51	0,74	0,92	4,82			
St.sk.		0,151	0,057	0,059	0,224			
Gm.		1,41	0,73	0,91	4,78			

Á myndum 5 og 6 og í töflum 6a-d eru birtar niðurstöður á tegundagreiningu þörunganna og magni þeirra. Alls voru greindar 52 flokkunarfræðilegar einingar (tegundir, tegundahópar og ógreindar tegundir, töflur 6a–d). Af þeim sjö aðalhópum þörungna sem greindust voru kísilþörungar yfirleitt ríkjandi með fjöldahlutdeild á bilinu 34–98% og 84% að meðaltali og með lífþyngdarhlutdeild á bilinu 31–99,5% og 73% að meðaltali. Af einstökum tegundum voru hinir stórvöxnu kísilþörungar *Aulacoseira islandica* f. *curvata*, *A. islandica* og *Asterionella formosa* jafnan langalgengastir líkt og þekkt er úr fyrri rannsóknum (Pétur M. Jónasson o.fl. 1992).

Hvað varðar lífþyngd þörunganna á heildina lítið var minnst af þeim um sumarið, einkum í ágústlok, en mest um vorið og sér í lagi um haustið (mynd 6). Í ágúst var tiltölulega lítið um stórvaxna kísilþörungna en þess í stað var hlutdeild dul-, gull- og grænþörungna mikil.



Mynd 5. Fjöldahlutdeild fjögurra helstu þörungahópa í þörungaflóru Þingvallavatns á 5 m dýpi á stöð 2 í maí, júní, ágúst og október 2007. Kökurnar eru byggðar á hundraðshlutdeild (%) af heildarþéttleika (fjölda eininga í lítra, tölur undir kökum) allra þörungna í ósíuðum sýnum. Þörungahópum með < 1% hlutdeild var sleppt við gerð kökuritanna.



Mynd 6. Þungahlutdeild fjögurra helstu þörungahópa í þörungaflóru Þingvallavatns á 5 m dýpi á stöð 2 í maí, júní, ágúst og október 2007. Kökurnar eru byggðar á hundraðshlutdeild (%) af heildarlífþyngd (mg/m³, tölur undir kökum) allra þörungna í ósíuðum sýnum. Þörungahópum með < 1% hlutdeild var sleppt við gerð kökuritanna.

Samanburður á fjölda flokkunarfræðieininga í síuðum og ósíuðum sýnum af 5 m dýpi á stöð 2 leiðir í ljós að tegundafjöldi í ósíuðum sýnum var nær því að vera tvöfalt meiri, þ.e. hann var 39 í ósíuðum sýnum en aðeins 20 í þeim sem voru síuð. Mestu munar um smágerða kísil- og grænþörungna sem fara í gegnum möskvana (45 µm) á sigtinu. Hið sama á einnig við um skoru- og dílpörungna og blágrænar bakteríur.

Í ljósi þess hve miklu munar í fjölda tegunda í síuðum og ósíuðum sýnum þykir ekki annað fært en að vinna framvegis með ósíuð sýni til greiningar á þörungasvifi.

Tafla 6a. Tegundasamsetning þörungna, þéttleiki (fjöldi í lítra) og líffþyngd (mg/m³) á stöð 2 í Þingvallavatni 14. maí 2007.

FLOKKUNAREINING	14.5.2007							
	1 m - síað		5 m - síað		25 m - síað		5 m - ósíað	
	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³
DIATOMEA – Kísilþörungar	119.112	2.688,0	237.478	7.346,0	242.772	4.127,3	648.332	3.432,5
<i>Amphora</i> sp.								
<i>Asterionella formosa</i> Hansall	49.914	45,5	74.874	46,8	115.714	92,0	37.436	26,1
<i>Aulacoseira islandica</i> f. <i>curvata</i> (Ehrenberg) O. Muller	53.317	1.920,5	136.134	5.821,4	81.680	2.793,5	39.138	2.280,9
<i>Aulacoseira islandica</i> (O. Muller) Simonsen-straight form	12.478	708,3	18.907	1.446,6	38.571	1.229,4	13.613	862,4
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	1.134	6,4	4.538	23,1			3.403	17,5
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kuetzing) Cleve & Mueller					510	0,1	456.386	179,2
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kuetzing) Cleve & Mueller-large					567	0,9	20.420	32,8
<i>Stephanodiscus parvus</i> Stoermer & Hakansson					57	0,0	50.710	19,9
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	378	0,3					1.702	1,5
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton								
<i>Fragilaria virescens</i> Ralfs			756	1,2	567	2,0	1.702	0,2
<i>Navicula</i> sp.			756	1,9	567	1,3		
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kuetzing) W. Smith								
<i>Nitzschia dissipata</i> (Hantzsch) Grunow								
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kuetzing) W. Smith								
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch							8.508	2,6
<i>Nitzschia</i> sp.					2.269	0,4		
<i>Rhizosolenia longiseta</i> Ehrenberg							13.613	1,4
<i>Syndera acus</i> var. <i>radians</i> (Kuetzing) Hustedt	378	0,1	756	0,3				
<i>Syndera</i> spp.	378	0,1			1.134	0,2		
<i>Syndera ulna</i> (Nitzsch) Ehr.	1.134	6,8	756	4,7	1.134	7,4	1.702	7,9
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kuetzing								
<i>Rhopalodia</i> sp.								
CRYPTOPHYCEAE – Dulþörungar	0	0,0	0	0,0	1.134	0,7	30.630	10,2
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg					567	0,5	1.702	3,1
<i>Rhodomonas lens</i> Pascher & Ruttner							1.702	0,9
<i>Rhodomonas minuta</i> Skuja					567	0,1	27.226	6,2
CHRYSOPHYCEAE – Gullþörungar	1.134	8,2	2.269	12,6	5.672	9,2	5.105	0,7
<i>Bicosoeca kenaiensis</i> Hillard								
<i>Dinobryon bavaricum</i> Imhof								
<i>Dinobryon bavaricum</i> var. <i>medium</i> (Lemmermann) Krieger								
<i>Dinobryon</i> (monad)								
<i>Ochromonas</i> sp.					567	0,1		
<i>Paraphysomonas</i> sp.	1.134	8,2	2.269	12,6	1.134	8,2		
<i>Spiniferomonas bourrellyi</i> Takahashi								
<i>Spiniferomonas bilacunosa</i> Takahashi					567	0,3		
<i>Spiniferomonas takahashi</i> Nichols								
<i>Spiniferomonas</i> sp.								
Haptophyte					1.134	0,0		
Unidentified naked Chrysophyte sp (<i>Ochromonas/Chromulina</i>)-large					2.269	0,5	5.105	0,7
Unidentified naked Chrysophyte sp (<i>Ochromonas/Chromulina</i>)-small								
CHLOROPHYCEAE – Grænþörungar	20.041	678,6	27.983	899,9	55.021	1.123,0	17.016	554,1
<i>Chlamydomonas</i> sp.	756	0,2						
<i>Gloeoecystis planctonica</i> (W. & G.S. West) Lemmermann								
<i>Gloeoecystis</i> sp.					567	0,3	1.702	0,8
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komarkova-Legenerova								
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komarkova-Legenerova								
<i>Mougeotia</i> sp. Agardh	19.285	678,4	27.227	898,1	54.454	1.122,7	15.315	553,3
<i>Oocystis borgei</i> Snow								
<i>Pandorina charkowiensis</i> Korshikov								
<i>Staurastrum pingue</i> Teiling								
<i>Staurastrum</i> sp.			756	1,8				
DINOPHYCEAE – Skorupörungar	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3.403	80,2
<i>Gymnodinium helveticum</i> Pen.							3.403	80,2
CYANOBACTERIA – Blágrænar bakteríur	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Limnothrix</i> sp.								
EUGLENOPHYCEAE – Dílþörungar	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg								
Alls	140.287	3.374,8	267.730	8.258,6	304.600	5.260,1	704.486	4.077,6

Tafla 6b. Tegundasamsetning þörungna, þéttleiki (fjöldi í lítra) og lífþyngd (mg/m³) á stöð 2 í Þingvallavatni 29. júní 2007.

FLOKKUNAREINING	29.6.2007							
	1 m - sífað		5 m - sífað		25 m - sífað		5 m - ósifað	
	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³
DIATOMEA – Kísilþörungar	671.216	628,2	663.637	579,5	360.179	801,6	1.568.947	925,1
<i>Amphora</i> sp.							3.403	0,3
<i>Asterionella formosa</i> Hansall	642.855	192,4	635.277	208,3	323.311	177,0	112.311	74,3
<i>Aulacoseira islandica</i> f. <i>curvata</i> (Ehrenberg) O. Muller	5.672	366,7	5.672	331,2				
<i>Aulacoseira islandica</i> (O. Muller) Simonsen-straight form	1.891	36,4	2.836	29,7	17.016	606,2	6.807	377,2
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	5.672	20,9	2.836	7,2	5.672	13,5	3.403	2,9
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kuetzing) Cleve & Mueller	3.403	1,3			2.552	1,0	918.907	360,9
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kuetzing) Cleve & Mueller-large							30.630	49,3
<i>Stephanodiscus parvus</i> Stoermer & Hakansson	378	0,1			284	0,1	102.101	40,1
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow								
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton								
<i>Fragilaria virescens</i> Ralfs					2.836	1,4		
<i>Navicula</i> sp.								
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kuetzing) W. Smith	1.891	0,5	2.836	0,8			13.613	3,8
<i>Nitzschia dissipata</i> (Hantzsch) Grunow							3.403	5,0
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kuetzing) W. Smith			5.672	1,1				
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch								
<i>Nitzschia</i> sp.	3.781	1,1	8.508	1,3				
<i>Rhizosolenia longiseta</i> Ehrenberg	3.781	0,2					357.352	5,6
<i>Synerda acus</i> var. <i>radians</i> (Kuetzing) Hustedt							17.016	5,7
<i>Syndera</i> spp.					8.508	2,5		
<i>Syndera ulna</i> (Nitzsch) Ehr.	1.891	8,5						
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kuetzing								
<i>Rhopalodia</i> sp.								
CRYPTOPHYCEAE – Dulþörungar	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3.403	0,0
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	0		0		0		0	
<i>Rhodomonas lens</i> Pascher & Ruttner	0		0		0		0	
<i>Rhodomonas minuta</i> Skuja	0		0		0		3.403	
CHRYSOPHYCEAE – Gullþörungar	73.739	29,9	102.098	48,1	158.819	65,4	23.823	19,6
<i>Bicosoeca kenaiensis</i> Hillard								
<i>Dinobryon bavaricum</i> Imhof	1.891	2,1			5.672	3,8		
<i>Dinobryon bavaricum</i> var. <i>medium</i> (Lemmermann) Krieger	62.395	25,7	96.426	46,8	59.557	40,4	13.613	14,2
<i>Dinobryon</i> (monad)	1.891	0,4			5.672	1,3		
<i>Ochromonas</i> sp.								
<i>Paraphysomonas</i> sp.								
<i>Spiniferomonas bourrellyi</i> Takahashi								
<i>Spiniferomonas bilacumosa</i> Takahashi								
<i>Spiniferomonas takahashi</i> Nichols							10.210	5,3
<i>Spiniferomonas</i> sp.								
Haptophyte								
Unidentified naked Chrysophyte sp (<i>Ochromonas/Chromulina</i>)-large	7.563	1,7	5.672	1,3	87.918	19,9		
Unidentified naked Chrysophyte sp (<i>Ochromonas/Chromulina</i>)-small								
CHLOROPHYCEAE – Grænþörungar	54.832	1.030,3	51.049	1.241,3	34.033	879,1	17.016	86,2
<i>Chlamydomonas</i> sp.								
<i>Gloeocystis planctonica</i> (W. & G.S. West) Lemmermann							3.403	7,3
<i>Gloeocystis</i> sp.	7.563	1,9	8.508	5,1				
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komarkova-Legenerova							6.807	1,3
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komarkova-Legenerova							3.403	0,1
<i>Mougeotia</i> sp. Agardh	45.378	974,2	42.541	1.236,2	31.197	855,3	3.403	77,5
<i>Oocystis borgei</i> Snow								
<i>Pandorina charkowiensis</i> Korshikov								
<i>Staurastrum pingue</i> Teiling								
<i>Staurastrum</i> sp.	1.891	54,2			2.836	23,8		
DINOPHYCEAE – Skorþörungar	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Gymnodinium helveticum</i> Pen.								
CYANOBACTERIA – Blágrænar bakteríur	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3.403	0,5
<i>Limnothrix</i> sp.							3.403	0,5
EUGLENOPHYCEAE – Dillþörungar	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg								
Alls	799.787	1.688,4	816.784	1.868,9	553.031	1.746,1	1.616.593	1.031,4

Tafla 6c. Tegundasamsetning þörungna, þéttleiki (fjöldi í lítra) og lífþyngd (mg/m³) á stöð 2 í Þingvallavatni 28. ágúst 2007.

FLOKKUNAREINING	28.8.2007							
	1 m - síað		5 m - síað		25 m - síað		5 m - ósíað	
	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³
DIATOMEA – Kísilþörungar	315.752	691,8	242.014	807,4	233.978	431,9	56.722	76,3
<i>Amphora</i> sp.								
<i>Asterionella formosa</i> Hansall	311.971	560,9	232.560	370,3	232.560	423,4	40.840	69,7
<i>Aulacoseira islandica</i> f. <i>curvata</i> (Ehrenberg) O. Muller			5.672	300,2				
<i>Aulacoseira islandica</i> (O. Muller) Simonsen-straight form	3.781	130,9	3.781	136,9				
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen							2.269	1,3
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kuetzing) Cleve & Mueller							12.252	4,8
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kuetzing) Cleve & Mueller-large								
<i>Stephanodiscus parvus</i> Stoermer & Hakansson							1.361	0,5
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow								
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton								
<i>Fragilaria virescens</i> Ralfs								
<i>Navicula</i> sp.								
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kuetzing) W. Smith								
<i>Nitzschia dissipata</i> (Hantzsch) Grunow								
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kuetzing) W. Smith								
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch								
<i>Nitzschia</i> sp.								
<i>Rhizosolenia longiseta</i> Ehrenberg								
<i>Synerda acus</i> var. <i>radians</i> (Kuetzing) Hustedt								
<i>Synedra</i> spp.								
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehr.					1.418	8,5		
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kuetzing								
<i>Rhopalodia</i> sp.								
CRYPTOPHYCEAE – Dulþörungar	1.891	3,4	1.891	0,4	1.418	0,3	90.756	20,5
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	1.891	3,4						
<i>Rhodomonas lens</i> Pascher & Ruttner								
<i>Rhodomonas minuta</i> Skuja			1.891	0,4	1.418	0,3	90.756	20,5
CHRYSOPHYCEAE – Grullþörungar	41.596	30,8	34.033	96,3	22.689	46,1	18.150	42,9
<i>Bicosoeca kenaiensis</i> Hillard								
<i>Dinobryon bavaricum</i> Imhof	1.891	0,9			1.418	9,6		
<i>Dinobryon bavaricum</i> var. <i>medium</i> (Lemmermann) Krieger	32.142	28,2	26.470	15,1	17.017	15,7	4.538	8,2
<i>Dinobryon</i> (monad)								
<i>Ochromonas</i> sp.	7.563	1,7						
<i>Paraphysomonas</i> sp.			5.672	80,2	2.836	20,5	2.269	32,1
<i>Spiniferomonas bourrellyi</i> Takahashi								
<i>Spiniferomonas bilacunosa</i> Takahashi								
<i>Spiniferomonas takahashi</i> Nichols							2.269	1,2
<i>Spiniferomonas</i> sp.			1.891	1,0				
Haptophyte								
Unidentified naked Chrysophyte sp (<i>Ochromonas/Chromulina</i>)-large					1.418	0,3		
Unidentified naked Chrysophyte sp (<i>Ochromonas/Chromulina</i>)-small							9.076	1,4
CHLOROPHYCEAE – Grænþörungar	3.781	44,5	3.781	157,4	15.599	387,8	2.269	64,2
<i>Chlamydomonas</i> sp.								
<i>Gloeoecystis planctonica</i> (W. & G.S. West) Lemmermann								
<i>Gloeoecystis</i> sp.								
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komarkova-Legenerova								
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komarkova-Legenerova								
<i>Mougeotia</i> sp. Agardh	3.781	44,5	3.781	157,4	11.344	357,6	2.269	64,2
<i>Oocystis borgei</i> Snow								
<i>Pandorina charkowiensis</i> Korshikov					1.418	23,8		
<i>Staurastrum pingue</i> Teiling					1.418	3,2		
<i>Staurastrum</i> sp.					1.418	3,2		
DINOPHYCEAE – Skorupþörungar	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Gymnodinium helveticum</i> Pen.								
CYANOBACTERIA – Blágrænar bakteríur	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Limnothrix</i> sp.								
EUGLENOPHYCEAE – Dúlþörungar	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg								
Alls	363.021	770,5	281.719	1.061,5	273.683	866,1	167.897	203,9

Tafla 6d. Tegundasmætning þörungna, þéttleiki (fjöldi í lítra) og líffþyngd (mg/m³) á stöð 2 í Þingvallavatni 8. október 2007.

FLOKKUNAREINING	8.10.2007							
	1 m - síað		5 m - síað		25 m - síað		5 m - ósíað	
	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³
DIATOMEA – Kísilþörungar	986.980	8.985,1	1.104.208	12.414,1	1.843.498	15.012,0	871.258	6.412,6
<i>Amphora</i> sp.								
<i>Asterionella formosa</i> Hansall	828.156	1.527,4	873.534	1.456,6	1.599.589	2.888,8	687.478	1.218,7
<i>Aulacoseira islandica</i> f. <i>curvata</i> (Ehrenberg) O. Muller	151.261	7.169,0	192.858	9.559,5	170.169	9.258,4	125.924	4.803,7
<i>Aulacoseira islandica</i> (O. Muller) Simonsen-straight form	7.563	288,7	26.471	1.227,9	56.723	2.827,8	23.823	334,9
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen			11.345	170,0	5.672	19,2	13.613	15,0
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kuetzing) Cleve & Mueller								
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kuetzing) Cleve & Mueller-large								
<i>Stephanodiscus parvus</i> Stoermer & Hakansson								
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow								
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton							6.807	17,7
<i>Fragilaria virescens</i> Ralfs					11.345	17,7		
<i>Navicula</i> sp.								
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kuetzing) W. Smith								
<i>Nitzschia dissipata</i> (Hantzsch) Grunow								
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kuetzing) W. Smith								
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch								
<i>Nitzschia</i> sp.								
<i>Rhizosolenia longiseta</i> Ehrenberg							3.403	0,1
<i>Synedra acus</i> var. <i>radians</i> (Kuetzing) Hustedt								
<i>Synedra</i> spp.								
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehr.							3.403	15,8
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kuetzing							3.403	1,4
<i>Rhopalodia</i> sp.							3.403	5,4
CRYPTOPHYCEAE – Dulþörungar	3.782	0,9	0	0,0	11.345	2,6	40.840	0,0
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg								
<i>Rhodomonas lens</i> Pascher & Ruttner								
<i>Rhodomonas minuta</i> Skuja	3.782	0,9			11.345	2,6	40.840	
CHRYSOPHYCEAE – Gullþörungar	26.471	35,1	18.908	31,0	17.017	7,7	27.226	15,9
<i>Bicosoeca kenaiensis</i> Hillard	3.782	12,8	3.782	19,2			6.807	8,2
<i>Dinobryon bavaricum</i> Imhof					5.672	1,3		
<i>Dinobryon bavaricum</i> var. <i>medium</i> (Lemmermann) Krieger	18.908	21,4	15.126	11,9	11.345	6,4	10.210	3,1
<i>Dinobryon</i> (monad)	3.782	0,9					6.807	1,5
<i>Ochromonas</i> sp.								
<i>Paraphysomonas</i> sp.								
<i>Spiniferomonas bourrellyi</i> Takahashi							3.403	3,1
<i>Spiniferomonas bilacunosa</i> Takahashi								
<i>Spiniferomonas takahashi</i> Nichols								
<i>Spiniferomonas</i> sp.								
Haptophyte								
Unidentified naked Chrysohyte sp (<i>Ochromonas/Chromulina</i>)-large								
Unidentified naked Chrysohyte sp (<i>Ochromonas/Chromulina</i>)-small								
CHLOROPHYCEAE – Grænþörungar	18.908	589,0	7.563	213,8	17.017	700,9	3.403	3,1
<i>Chlamydomonas</i> sp.							3.403	3,1
<i>Gloeocystis planctonica</i> (W. & G.S. West) Lemmermann								
<i>Gloeocystis</i> sp.								
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komarkova-Legenerova								
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komarkova-Legenerova								
<i>Mougeotia</i> sp. Agardh	11.345	513,5	7.563	213,8	11.345	641,5		
<i>Oocystis borgei</i> Snow	3.782	7,1				0,0		
<i>Pandorina charkowiensis</i> Korshikov	3.782	68,4			5.672	59,4		
<i>Staurastrum pingue</i> Teiling								
<i>Staurastrum</i> sp.								
DINOPHYCEAE – Skorupörungar	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Gymnodinium helveticum</i> Pen.								
CYANOBACTERIA – Blágrænar bakteríur	0	0,0	0	0,0	5.672	1,0	0	0,0
<i>Limnothrix</i> sp.					5.672	1,0		
EUGLENOPHYCEAE – Dilþörungar	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3.403	12,2
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg							3.403	12,2
Alls	1.036.140	9.610,1	1.130.678	12.659,0	1.894.548	15.724,2	946.132	6.443,8

3.3 Dýrasvif

Alls voru greindar sex tegundir/flokkunareiningar af sviflægum krabbadýrum (tafla 7). Þar af voru fjórar tegundir af vatnaflóm (Cladocera), þ.e. gárafló (*Alonella nana*), ranafló (*Bosmina coregonii*), kúlufló (*Chydorus sphaericus*) og halafló (*Daphnia galeata*)², og tvær tegundir af árfætlum (Copepoda), þ.e. dílategund (*Diaptomus* sp.) og augndíli (*Cyclops* sp.) ásamt sviflirfustigi árfætlanna (nauplius).

Þéttleiki svifdýranna var langmestur í ágúst og október, eða 54–64 dýr/10 l, og marktækt meiri þá en í maí og júní þegar þéttleikinn var aðeins 2–8 dýr/10 l ($F_{3,27} = 13,24$, $r = 0,77$, $p < 0,001$). Þrjár tegundir báru uppi svifdýrafánuna í ágúst og október, þ.e. *D. galeata*, *Diaptomus* sp. og *Bosmina coregonii*.

Á heildina litið ber þéttleikatölum frá ágúst árið 2007 ágætlega saman við gögn frá ágúst 1983 (Úlfar Antonsson 1992). Það vekur hins vegar athygli hve þéttleiki *Cyclops* sp. árið 2007 er lítil miðað við 1983, en þá var *Cyclops* sp. algengasta dýrasvifstegundin og mældust þá allt að 45 dýr/10 l á 0–30 m dýptarbili.

Á meðal þyrildýra voru 12 tegundir greindar auk hóps með ógreindum tegundum (tafla 8). Langmest áberandi tegundin nær alla mældagana, síst þó í október, var *Polyarthra* sp. og stemmir það við fyrri rannsóknir (Úlfar Antonsson 1992). Aðrar tegundir, s.s. *Asplachna priodonta*, *Conochilus unicornis*, *Trichocerca* sp. og *Filinia terminalis*, komu fyrir í mun minni þéttleika og eða vörðu í skemmri tíma.

Heildarþéttleiki þyrildýranna var mjög áþekkur mældagana fjóra og ekki um marktækan mun að ræða þar á milli ($F_{3,32} = 0,25$, $r = 0,15$, $p = 0,863$).

² *Daphnia galeata* hefur til þessa verið nefnd *D. longispina* á Íslandi, en um er að ræða *D. galeata* skv. uppl. frá dr. J. P. Nilssen (Niels Henrik Abel Centre, Gjerstad, Noregi) og dr. A. Hobæk (Norwegian Institute for Water Research, Bergen, Noregi) sem hafa haft til athugunar vatnaflær frá Íslandi í fórum Náttúrufræðistofunnar.

Tafla 7. Tegundasamsetning krabbadýra (Crustacea) og þéttleiki (fjöldi einstaklinga í 10 lítrum) í Þingvallavatni árið 2007. St.sk. er staðalskekkja (s.e.m.) og Gm. er geómetrískt meðaltal.

Dags.	Stöð	Dýpi m	<i>Alonella nana</i>	<i>Bosmina coregoni</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>	<i>Daphnia galeata</i>	<i>Diaptomus</i> sp.	<i>Cyclops</i> spp.	Sviflur (nauplius)	Alls (± nauplius)
14.5.2007	1	1							28	
14.5.2007	1	5					2		84	2
14.5.2007	1	25				6	4		61	10
14.5.2007	2	1								
14.5.2007	2	5								
14.5.2007	2	25					5		69	5
14.5.2007	3	1					1	1	14	2
14.5.2007	3	5		1		1	1	40	60	43
14.5.2007	3	25		1			1	33	62	35
Meðaltal									54	16
St.sk.									9,2	7
Gm.									47	8
29.6.2007	1	1			1			1		2
29.6.2007	1	5								
29.6.2007	1	25								
29.6.2007	2	1				1				1
29.6.2007	2	5					7		6	7
29.6.2007	2	25				1	10		3	11
29.6.2007	3	1				1			1	1
29.6.2007	3	5					1			1
29.6.2007	3	25				1			1	1
Meðaltal									3	3
St.sk.									1,2	2
Gm.									2	2
28.8.2007	1	1	1			3	1			5
28.8.2007	1	5				355	55			410
28.8.2007	1	25				111	54		1	165
28.8.2007	2	1		2		2	5		1	9
28.8.2007	2	5	1	5		8	9			23
28.8.2007	2	25		6		20	9			35
28.8.2007	3	1		10		24	21			55
28.8.2007	3	5		38		66	26	1		131
28.8.2007	3	25		76		98	43	1	2	218
Meðaltal										117
St.sk.										44
Gm.										54
8.10.2007	1	1		2		4	9	1	1	16
8.10.2007	1	5		14		78	23	4	2	119
8.10.2007	1	25		40		42	8		3	90
8.10.2007	2	1		5		1	9			15
8.10.2007	2	5		38		69	21		1	128
8.10.2007	2	25	1	37		35	17	2	1	92
8.10.2007	3	1	2	46		42	19		5	109
8.10.2007	3	5		20		34	18	1	3	73
8.10.2007	3	25	1	25		37	14	1	4	78
Meðaltal										80
St.sk.										14
Gm.										64

Tafla 8. Tegundasamsetning þyrildýra (Rotifera) og þéttleiki (fjöldi einstaklinga í 10 lítrum) í Þingvallavatni árið 2007. St.sk. er staðalskekkja (s.e.m.) og Gm. er geómetrískt meðaltal.

Dags.	Stöð	Dýpi m	<i>Conochilus unicornis</i>	<i>C. unicornis</i> (stakar)	<i>Asplanchna priodonta</i>	<i>Keratella cochlearis</i>	<i>Keratella quadrata</i>	<i>Polyarthra</i> sp.	<i>Trichocerca</i> sp.	<i>Trichotria</i> sp.	<i>Filinia terminalis</i>	<i>Notholca foliacea</i>	<i>Notholca squamula</i>	<i>Synchaeta</i> sp.	Þyrildýr-ógreind	Alls
14.5.2007	1	1			6	15		217			2				30	270
14.5.2007	1	5			5	27		902			7				45	986
14.5.2007	1	25			13	42	4	936			35	2	1		44	1077
14.5.2007	2	1				3		11							5	19
14.5.2007	2	5				4		28							3	35
14.5.2007	2	25	1		22	31	2	1896			15	5	1		40	2013
14.5.2007	3	1			6	44		432			26		1	2	43	554
14.5.2007	3	5	1		16	65	3	1120			59	1		3	50	1318
14.5.2007	3	25	2		14	68	4	1436			73	4	3		76	1680
Meðaltal																884
St.sk.																239
Gm.																427
29.6.2007	1	1				12		4							12	28
29.6.2007	1	5				4								4	4	12
29.6.2007	1	25						44							20	64
29.6.2007	2	1						28							60	88
29.6.2007	2	5						848							600	1448
29.6.2007	2	25						376							204	580
29.6.2007	3	1				4		1328							176	1508
29.6.2007	3	5						1580							76	1656
29.6.2007	3	25						1684							292	1976
Meðaltal																818
St.sk.																273
Gm.																271
28.8.2007	1	1						60	8					12	136	216
28.8.2007	1	5	8			68		292	4						140	512
28.8.2007	1	25	12		4	84		164			4				164	432
28.8.2007	2	1						200							224	424
28.8.2007	2	5				16		172					4	204	396	
28.8.2007	2	25				20		284					12	164	480	
28.8.2007	3	1	4			8		256							80	348
28.8.2007	3	5	4			8		308						4	108	432
28.8.2007	3	25	32			128		376	8		20			4	92	660
Meðaltal																433
St.sk.																40
Gm.																417
8.10.2007	1	1	8			40		136	48						256	488
8.10.2007	1	5	32			72		88	88		24				128	432
8.10.2007	1	25	64			96		32	472		32				56	752
8.10.2007	2	1				8		112	40					8	224	392
8.10.2007	2	5			8	64		48	320						56	496
8.10.2007	2	25				64		40	232	8	64				96	504
8.10.2007	3	1	7			11		11	62		3				18	112
8.10.2007	3	5	24	20		26		56	254		4			2	148	534
8.10.2007	3	25	64			56		40	288		32				96	576
Meðaltal																476
St.sk.																57
Gm.																433

4. Murta

Net til murtuveiða voru lögð við Svínanes (mynd 1) seinnipart dags 10. október og tekin upp að morgni 11. október 2007. Alls veiddust 511 fiskar (tafla 9), þar af 510 bleikjur (99,8%) og einn urriði (0,2%). Á meðal bleikjanna var fjöldahlutdeild murta 93,1%, dvergbleikjur 3,3%, kuðungableikjur 3,1% og sílableikjur 0,4%.

Á meðal murtanna veiddust 27% í 12,5 mm möskva, 32% í 15,5 mm, 31% í 19 mm og 11% í 24 mm netmöska.

Tafla 9. Skipting afla í murtuveiði í Þingvallavatni 10.–11. október 2007.

	Möskvastærð (mm)				Alls
	12,5	15,5	19,0	24,0	
Murta	116	154	154	51	475
Dvergbleikja	9	7		1	17
Kuðungableikja	10	2	2	2	16
Sílableikja				2	2
Urriði				1	1
Alls	135	163	156	57	511

Úrvinnslu á murtusýnunum var ekki lokið við skil á þessari skýrslu.

5. Heimildir

Anton, A. and Duthie, H.C. 1981. Use of cluster analysis in the systematics of the algal genus *Cryptomonas*. *Can J. Bot.* 59: 992-1002.

Alonso, M. 1996. Crustacea, Branchiopoda. Í: Ramos M. A. o.fl. (ritstj.): Fauna Ibérica, Vol. 7. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid. 486 bls.

Benzie, A.H. 2005. Cladocera: The Genus *Daphnia* (including *Daphniosis*). Í: Dumont, H. J. F. (ritstj.): Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Backhuys Publishers, Leiden. 376 bls.

Dahl, K. 1917. Trout and trout waters in Norway. Salmon and Trout Magazine Nos. 17 and 18. Studier og forsøk over ørret og ørretvand. Centraltrykkeriet, Kristiania.

Findlay, D.L. and Kling, H.J. 1976. A species list and pictorial reference to the phytoplankton of central and northern Canada. Fisheries and Environment Canada, Fisheries and Marine Service, Manuscript Report No. 1503. 619 bls.

Geitler, L. 1932. Cyanophyceae. Í: Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. L. Rabenhorst (ritstj.). Vol. 14. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig. 1.196 bls.

Hamilton, P. 1990. The revised edition of a computerized counter for plankton, periphyton and sediment diatom analysis. *Hydrobiologia* 194: 23-30.

Huber-Pestalozzi, G. 1961. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. 5. Teil, Chlorophyceae (Grünalgen). Ordnung: Volvocales. Die Binnengewässer (Band XVI). E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. 728 bls.

Huber-Pestalozzi, G. 1972. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. 6. Teil, Chlorophyceae (Grünalgen). Ordnung: Tetrasporales von B. Fott. Die Binnengewässer (Band XVI). E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. 47 bls.

Huber-Pestalozzi, G. 1982. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. 8. Teil, 1. Hälfte. Conjugatophyceae, Zygnematales und Desmidiiales von Kurt Förster, Pfronten/Allgäu. Die Binnengewässer (Band XVI). E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. 543 bls.

Huber-Pestalozzi, G. 1983. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. 7. Teil, 1. Hälfte. Chlorophyceae (Grünalgen). Ordnung: Chlorococcales von J. Komarek und B. Fott. Die Binnengewässer (Band XVI). E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. 1.044 bls.

Jón Ólafsson. 1992. Chemical characteristics and trace elements of Thingvallavatn. *OIKOS* 64: 151–161.

Komarek J. and Anagnostidis, K. 1998. Cyanoprokaryota. Part 1: Chroococcales. Í: Ettl, H. o.fl. (ritstj.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. B Spektrum Akademischer Verlag. Volume 19/1. Gustav Fischer. 584 bls.

Komàrek J. and Anagnostidis, K. 2005. Cyanoprokaryota. Part 2: Oscillatoriales. Í: B. Büdel o.fl. (ritstj.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Elsevier Spektrum Akademischer Verlag. Volume Band 19/2. 757 bls.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. Í: Ettl, H. o.fl. (ritstj.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Begründet von A. Pascher. Band 2/1. Stuttgart-Jena. 876 bls.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1988. Bacillariophyceae. 2 Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Í: Ettl, H. o.fl. (ritstj.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Begründet von A. Pascher Band 2/2. Stuttgart-Jena. 596 bls.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1991a. Bacillariophyceae. 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Unter Mitarbet von H. Håkansson & M. Nörpel. Í: Ettl, H. o.fl. (ritstj.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Begründet von A. Pascher Band 2/3. Stuttgart-Jena. 576 bls.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. 1991b. Bacillariophyceae. 4 Teil: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Í: Ettl, H. o.fl. (ritstj.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/4. Stuttgart-Jena. 437 bls.

NIVA. 2004. Anvendelse og prinsipp for analysemetodene. Informasjonsdokument til eksternt bruk. NIVA-dokument nr. Y 12. Norsk institutt for vannforskning. Utgave nr. 6. Dato: 2004-09-30. 99 bls.

Pétur M. Jónasson, Hákon Aðalsteinsson og Gunnar St. Jónsson. 1992. Production and nutrient supply of phytoplankton in subarctic, dimictic Thingvallavatn, Iceland. *OIKOS* 64: 162–187.

Prescott, G.W. 1982. Algae of the western Great Lakes. Otto Koeltz Science Publishers. 977 bls.

Rott, E. 1981. Some results from phytoplankton counting inter-calibrations. *Schweiz Z. Hydrol.* 24: 15-24.

Samkomulag 2007. Samkomulag Umhverfisstofnunar, Þjóðgarðsins á Þingvöllum, Orkuveitu Reykjavíkur og Landsvirkjunar að samstarfi um vöktun á lífríki Þingvallavatns. Undirritað 2. Apríl 2007. 4 bls.

Samstarfssamningur 2007. Samstarfssamningur milli Umhverfisstofnunar, Landsvirkjunar, Orkuveitu Reykjavíkur og Þjóðgarðsins á Þingvöllum um vöktun á lífríki Þingvallavatns árið 2007. Undirritað 2. apríl 2007. 2 bls.

Sigurður S. Snorrason, Hilmar J. Malmquist og Skúli Skúlason. 1984. Murturannsóknir 1983. Fjölrit Líffræðistofnunar Háskólans. 25 bls.

Sigurður S. Snorrason, Hilmar J. Malmquist og Skúli Skúlason. 2002. Bleikjan. Í: Þingvallavatn. Undraheimur í mótun (Pétur M. Jónasson & Páll Hersteinsson, ritstj.). Bls. 179-196. Mál & Menning, Reykjavík.

Sigurður S. Snorrason, Hilmar J. Malmquist, Bror Jonsson, Pétur M. Jónasson, Odd Terje Sandlund and Skúli Skúlason. 1994. Modifications in life history characteristics of planktivorous arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Thingvallavatn, Iceland. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25: 2108-2112.

Sigurður S. Snorrason, P.M. Jónasson, B. Jonsson, T. Lindem, H.J. Malmquist, O.T. Sandlund and S. Skúlason. 1992. Population dynamics of the planktivorous arctic charr *Salvelinus alpinus* („murta“) in Thingvallavatn. *OIKOS* 64: 352-364.

Starmach, K. 1985. Chrysophyceae und Haptophyceae. Í: Ettl, H.o.fl. (ritstj.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Begründet von A. Pascher. Band 1. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena. 515 bls.

Søndergaard, M. og Riemann, B. 1979. Ferskvandsbiologiske analysemetoder. Akademisk Forlag, Universitetsforlaget i København. 227 bls.

Tikkanen, T. 1986. Kasviplantonopas. Suomen Luonnosuojelun Tuki Oy. 278 bls.

Úlfar Antonsson. 1992. The structure and function of zooplankton in Thingvallavatn, Iceland. *OIKOS* 64: 188–221.

Wehr, J.D. og Sheath, R.G. 2003. Freshwater Algae of North America. Academic Press. 918 bls.

Whitford, L.A. og Schumacher, G.J. 1984. A manual of Freshwater Algae. Sparks Press, N.C. 337 bls.