

Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns

Gagnaskýrsla fyrir árið 2010
Verkþáttur nr. 2:
Lífríki og efna- og eðlispættir í vatnsbol

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

Fjölrit nr. 1-11



Náttúrufræðistofa Kópavogs
Natural History Museum of Kópavogur

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


Landsvirkjun


Orkuveita
Reykjavíkur


ÞINGVELLIR
ÞJÓÐGARÐUR


UMHVERFISSTOFNUN

VÖKTUN Á LÍFRÍKI OG VATNSGÆÐUM ÞINGVALLAVATNS

Gagnaskýrsla fyrir árið 2010

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

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

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

Fjölrit nr. 1-11



Náttúrufræðistofa
Kópavogs

Hamraborg 6a - 200 Kópavogur - natkop.is

Ágrip

Árið 2007 hófst vöktunarverkefni á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns á vegum Umhverfisstofnunar, Landsvirkjunar, Orkuveitu Reykjavíkur og Þjóðgarðsins á Þingvöllum. Um er að ræða árlega sýnatöku og mælingar og er vöktuninni skipt í þrjá meginverkpætti. Náttúrufræðistofa Kópavogs hefur séð um verkþátt nr. 2 sem beinist aðallega að lífríki og efna- og eðlisþáttum í vatnsbolnum. Árið 2010 var gagna aflað á dýptarsniði á einni stöð úti fyrir miðju vatninu í maí, júní, ágúst, október og nóvember. Að auki fóru fram mælingar og sýnataka ofan og neðan við stíflu í útfalli vatnsins í janúar, febrúar, mars, maí, júní, ágúst, október, nóvember og desember. Sýnataka á murtum fór fram með veiðum dagana 6.–7. október. Alls voru farnar 15 vettvangsferðir á árinu og gekk framkvæmd verkþáttarins í heild samkvæmt áætlun.

Vatnshiti mældist 0,8–13,1 °C yfir allt árið. Hljýjast varð á um fjögurra vikna kafla síðsumars (20.7.–22.8.) þegar vatnið mældist 12–13 °C frá yfirborði og niður á 12–20 m dýpi. Kaldast var vatnið í desember–mars; 0,8–2,0 °C. Mælingar með hitasíritum á dýptarsniði úti í vatnsbolnum staðfestu að hitaskil mynduðust á 15–25 m dýpi á tímabilinu 22.7.–22.8. Þegar vatnshitinn í yfirborðslaginu (0–24 m) var að meðaltali 11,0 °C (st.sk. ± 0,02, n = 768) og 7,1 °C (± 0,02, n = 768) í undirlaginu (> 24 m). Sýrustig (pH) mældist 6,70–8,60 og uppleyst súrefni 10,1–12,3 mgO₂/l. Súrefnismettunin var jafnan 90–100%. Rafleiðni mældist 66–81 µS/cm og að meðaltali 73 µS/cm (st.sk. ± 0,4, n = 72) yfir allt tímabilið.

Alls voru greindar 97 tegundir og hópar af svifþörungum. Líkt og fyrri ár voru kísilþörungar ríkjandi, með fjöldahlutdeild 40–86% og lífþyngdarhlutdeild 97–99%. Langalgengastar voru stórvöxnu tegundirnar *Aulacoseira islandica* f. *curvata*, *A. islandica*, *A. italica* og *Asterionella formosa* ásamt *Stephanodiscus formosa*. Þetta er í samræmi við gögn frá 2007–2009 og frá sjöunda og áttunda áratugi síðustu aldar. Magn blaðgrænu-a úti í vatnsbolnum mældist 0,48–6,83 µg/l og að meðaltali 2,87 µg/l (st.sk. ± 0,401, n = 25) og var svipað og fyrri ár. Langmest var af blaðgrænni snemma vors (mars–apríl) og aftur snemma vetrar (október–nóvember) en minnst yfir sumarið (júní–ágúst). Þetta endurspegladist vel í sjóndýpinu sem var mest um sumarið (12–16 m) en minnst um vorið (8,5 m) og veturinn (8,0–11,0 m). Niðurstöður þörungamælinganna benda eindregið til þess að samdrátturinn í frumframleiðslu um sumarið hafi stafað af næringarefnaskorti (köfnunarefni) og lítur jafnframt út fyrir að hitaskilin í vatninu hafi ýtt undir næringarefnaskortinn með lagskiptingu milli yfirborðs- og undirlags.

Greindar voru sex tegundir og tegundahópar af sviflægum krabbadýrum; gárafló (*Alonella nana*), hjálmfló (*Acroperus harpae*), ranafló (*Bosmina coregonii*) og halafló (*Daphnia galeata*) auk svifdílategundar (*Diatomus*) og augndíla (*Cyclops* tegundir). Þéttleiki fullorðinna svifkrabba var 0–258 dýr/10 l yfir allt tímabilið og að meðaltali 73 dýr/10 l (st.sk. ± 12,8, n = 25). Í maí og júní voru árfætlur ríkjandi en í ágúst og október–nóvember ríktu halaflær. Af þyrildýrum greindust 14 ættkvíslir og hópar og var meðalþéttleikinn yfir allt tímabilið 592 dýr/10 l (st.sk. ± 134,3, n = 25). Langmest var af þyrildýrum í sumarbyrjun (28.6.) og mest áberandi þá sem endranær voru fjaðrþyrlur (*Polyarthra*) ásamt spaðrþyrlum (*Keratella cochlearis*).

Samkvæmt reglugerð nr. 650/2006 um framkvæmd verndunar vatnasviðs og lífríkis Þingvallavatns er Þingvallavatn og vatn á verndarsvæði þess skilgreint sem viðkvæmur viðtaki og skal vatnið vera í hæsta vatnsgæðaflokki (ástandsflokk A, ósnortið vatn, sbr. reglugerð nr. 796/1999). Vatnsgæði í vatnsbol Þingvallavatns árið 2010 voru ekki í samræmi við þetta viðmið hvað varðar fosfór (Tot-P) og einkum blaðgrænu-a. Af 25 svifþörungasýnum voru 40% innan viðmiðunarmarka fyrir ástandsflokk flokk A, 40% féllu í flokk B og 20% í flokk C.

Summary

In year 2007 a monitoring programme was started to assess chemical and biological quality of Lake Þingvallavatn Iceland. The programme is run by The Environment Agency of Iceland (Umhverfisstofnun), Landsvirkjun (the national power company), Reykjavík Energy (Orkuveita Reykjavíkur) and The Thingvellir National Park (Þjóðgarðurinn á Þingvöllum).

There are three major work tasks in the program: 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 Institute of Freshwater Fisheries (Veiðimálastofnun). In this report, results from work task no. 2 are given for the fourth year of sampling, 2010, based on field work in the pelagic habitat during May–November and at the lake outlet during the whole year.

Lake temperature measured 0.8–13.1 °C, highest during late summer (20.7.–22.8.) when the temperature remained 12–13 °C in the topmost 12–20 m and coldest, 0.8–2.0 °C, during Desember–March. A relatively strong thermocline (~ 1.0 °C m⁻¹) formed at 15–25 m depth during 22.7.–22.8. when temperature in the epilimnion (0–24 m) was on average 11.0 °C (s.e.m. ± 0.02 , n = 768) and 7.1 °C (s.e.m. ± 0.02 , n = 768) in the hypolimnion (> 24 m). pH measured 6.70–8.60, dissolved oxygen 10.1–12.3 mgO₂/l and oxygen saturation was 90–100%. Conductivity measured on average 73 μ S/cm (± 0.4 , n = 72). Tot-N measured 41–119 μ g/l, Tot-P was 13–16 μ g/l, TOC was 0.34–0.61 mg/l, and SiO₂ was 4.40–5.25 mg/l.

In all, 97 species and species groups of phytoplankton were identified. As in previous years, diatoms were the most dominant group, with a contribution by number of 40–86% and a contribution by biomass of 97–99%. *Aulacoseira islandica* f. *curvata*, *A. islandica*, *A. italica* and *Asterionella formosa* along with *Stephanodiscus formosa* were by far the most common species. Chlorophyll-a measured 0.48–6.83 μ g/l (average 2.87 ± 0.401 , n = 25), peaking in March–April and October–November with a low during June–August. Secchi depth measured 8.5 m in spring (May), 12.0–16.0 m in summer (June–August) and (8.0–11.0 m) in early winter (October–November). The results on chlorophyll-a indicate that the low in summer was because of nutrient (Tot-N) deficiency, apparently induced by development of the thermocline.

Six species and genera of crustacean zooplankton were identified; *Alonella nana*, *Acroperus harpae*, *Bosmina coregonii*, *Daphnia galeata*, *Diaptomus* sp. and *Cyclops* spp. Density during May–November was on average 73 ind./10 l (s.e.m. ± 12.8 , n = 25). Copepods were dominant during May–June whereas *D. galeata* dominated during October–November. Among rotifers, 14 genera and species groups were identified. Density during May–November was on average 592 ind./10 l (± 134.3 , n = 25), being far the highest in late June. The most dominant species were *Keratella cochlearis* and in particular *Polyarthra* sp.

According to reg. no. 650/2006 for the protection of water quality and biota of Þingvallavatn and its catchment, the lake and water within the catchment is defined as a sensitive receptor and water quality shall comply with the most stringent standards, i.e. class A (reg. no. 796/1999). In year 2010 this requirement was neither achieved regarding Tot-P nor, in particular, chlorophyll-a. Of 25 chlorophyll-a samples, only 40% were within criteria for class A, but 40% fell within class B and 20% in class C, the third water quality class. On the other hand, concentrations of Tot-N and TOC both fell within criteria for water quality class A.

Efnisyfirlit

Ágrip.....	4
Summary	5
Efnisyfirlit	6
Myndaskrá.....	7
Töfluskrá	7
1. Inngangur.....	8
2. Efni og aðferðir	9
2.1 Efna- og eðlisþættir	10
2.2 Svifþörungar	11
2.2.1 Tegundasamsetning	11
2.2.2 Bláðgræna-a.....	12
2.3 Svifdýr	12
2.4 Murta	12
3. Niðurstöður og umræður	14
3.1 Eðlisþættir.....	14
3.2 Næringarefni	20
3.3 Rýni	21
3.4 Svifþörungar	23
3.5 Svifdýr	33
3.6 Murta	37
4. Heimildir	42

Myndaskrá

Mynd 1.	Sýna- og mælistöðvar vegna vöktunar í Þingvallavatni árið 2010	10
Mynd 2.	Vatnshitaferlar samkvæmt siritum á stöð 2 í Þingvallavatni	15
Mynd 3a-c.	Vatnshiti, sýrustig og uppleyst súrefni á stöð 2 í Þingvallavatni	16
Mynd 4.	Sjóndýpi í Þingvallavatni 1974–82 og 2007–2010	22
Mynd 5.	Magn blaðgrænu–a á stöð 2 í Þingvallavatni árið 2010	23
Mynd 6.	Magn blaðgrænu–a á stöð 4 í Þingvallavatni árið 2010	24
Mynd 7.	Þéttleiki og lífþyngd helstu þörungahópa á stöð 2 í Þingvallavatni árið 2010	26
Mynd 8a.	Fjöldahlutdeild helstu þörungahópa á stöð 2 í Þingvallavatni árið 2010	26
Mynd 8b.	Þungahlutdeild helstu þörungahópa á stöð 2 í Þingvallavatni árið 2010	26
Mynd 9.	Þéttleiki og lífþyngd helstu þörungahópa á stöð 4 í Þingvallavatni árið 2010	32
Mynd 10a-b.	Þéttleiki svifkrabba á stöð 2 í maí, júní, ágúst, október og nóvember 2010	33
Mynd 11.	Þéttleiki þyrildýra á stöð 2 í maí, júní, ágúst, október og nóvember 2010	35
Mynd 12.	Murtuafli á sóknareiningu á tímabilinu 2000–2010	38
Mynd 13.	Lengd murta eftir möskvastærð árin 2007–2010	40
Mynd 14.	Þyngd murta eftir möskvastærð árin 2007–2010	41

Töfluskrá

Tafla 1.	Yfirlit yfir sýnatökur og mælingar	9
Tafla 2.	Mælingar á vatnshita með siritum á stöð 2 á tímabilinu 26.6.–26.10.2010	14
Tafla 3a-c.	Mælingar árið 2010 á efna- og eðlisþáttum á stöðvum 2, 4 og 5	17
Tafla 3d-f.	Mælingar árið 2010 á efna- og eðlisþáttum á stöðvum 2 og 4	18
Tafla 3g-i.	Mælingar árið 2010 á efna- og eðlisþáttum á stöðvum 2 og 4	19
Tafla 4.	Efnastyrkur á stöð 2 í júní, júlí og ágúst 2010	20
Tafla 5.	Magn blaðgrænu–a á stöðvum 2 og 4 í Þingvallavatni árið 2010	23
Tafla 6.	Magn blaðgrænu–a á stöðvum 4 og 5 í Þingvallavatni árið 2010	24
Tafla 7a.	Tegundasamsetning þörunga, þéttleiki og lífþyngd á stöð 2 í maí 2010	27
Tafla 7b.	Tegundasamsetning þörunga, þéttleiki og lífþyngd á stöð 2 í ágúst 2010	28
Tafla 7c.	Tegundasamsetning þörunga, þéttleiki og lífþyngd á stöð 2 í október 2010	29
Tafla 7d.	Tegundasamsetning þörunga, þéttleiki og lífþyngd á stöð 2 í október 2009	30
Tafla 7e.	Tegundasamsetning þörunga, þéttleiki og lífþyngd á stöð 2 í nóvember 2009	31
Tafla 8.	Tegundasamsetning krabbadýra og þéttleiki í Þingvallavatni árið 2010	34
Tafla 9.	Tegundasamsetning þyrildýra og þéttleiki í Þingvallavatni árið 2010	36
Tafla 10a-d.	Aflatölur fyrir silunga á tímabilinu 2007–2010	37
Tafla 11.	Lengd og þyngd murta á tímabilinu 2007–2010	39

1. Inngangur

Í þessari gagnaskýrslu er gerð grein fyrir framvindu og niðurstöðum fyrir árið 2010 í verkþætti nr. 2 á vegum Náttúrufræðistofu Kópavogs vegna vöktunar á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Vöktunarverkefni í Þingvallavatni hófst vorið 2007 þegar Umhverfisstofnun, Landsvirkjun, Orkuveita Reykjavíkur og Þjóðgarðurinn á Þingvöllum gerðu með sér þar að lútandi samkomulag og samstarfssamning (Samstarfssamningur 2007, Samkomulag 2007). Vöktunin nær til lykilþátta í lífríki og efna- og eðilsfræði vatnsins og litið er svo á að hún sé mikilvægt tæki varðandi verndun á vistkerfi Þingvallavatns.

Um Þingvallavatn gilda lög nr. 85/2005 ásamt reglugerð nr. 650/2006 sem skírskota sérstaklega til verndar á vatninu og vatnasviði þess.

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

Vöktunin felur í sér endurteknar, staðlaðar athuganir til margra ára í því augnamiði að greina hugsanlegar breytingar á ástandi lykilþátta í vistkerfinu yfir lengri tíma.

Vöktuninni er skipt í þrjá meginverkþætti og um hvern verkþátt sér framkvæmdaraðili í samræmi við þar að lútandi samning:

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

Náttúrufræðistofan kemur einnig að verkþætti nr. 3 ásamt Veiðimálastofnun, m.a. með sýnatöku á murtu á haustin.

Árið 2010 voru verkþættir nr. 1 og 2 framkvæmdir en ekki verkþáttur nr. 3 að murtuveiðum undanskildum á vegum Náttúrufræðistofunnar.

Fyrir vöktunarverkefninu fer verkefnisstjórn sem skipuð er einum manni frá hverjum framkvæmdaraðila. Umhverfisstofnun er umsýsluaðili verkefnisins og sér um fjárhagslega umsýslu verkþátta í vöktun Þingvallavatns. Verkefnisstjórn ræður einn verkefnisstjóra sem hefur faglega þekkingu á lífríki Þingvallavatns. Verkefnisstjóri vöktunarverkefna fyrir árið 2010 var Hilmar J. Malmquist, Náttúrufræðistofu Kópavogs.

Niðurstöður fyrri ára í vöktunarverkefninu hafa verið birtar í gagnaskýrslum (Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gíslason 2008, 2009, 2011; Hilmar J. Malmquist o.fl. 2008, 2009, 2010; Ingi Rúnar Jónsson og Guðni Guðbergsson 2009; Ingi Rúnar Jónsson o.fl. 2009).

2. Efni og aðferðir

Sýnataka og mælingar á árinu 2010 fór fram á þremur stöðvum (tafla 1, mynd 1). Fækkað var um tvær stöðvar úti í vatnsbolnum miðað við fyrri ár og eingöngu tekin sýni og mælt á dýptarsniði úti á vatninu á stöð 2. Stöðvum 1 og 3 var sleppt þar sem mæliniðurstöður á efna- og eðlisþáttum og blaðgrænu–a voru keimlíkar þeim á stöð 2. Við val á stöð 2 var auk miðlægrar staðsetningar og hentugs dýpis (~43 m) litið til þess að frá þeirri stöð eru til ítarlegustu gögnin um tegundasamsetningu og magn sviflægra þörunga og dýra.

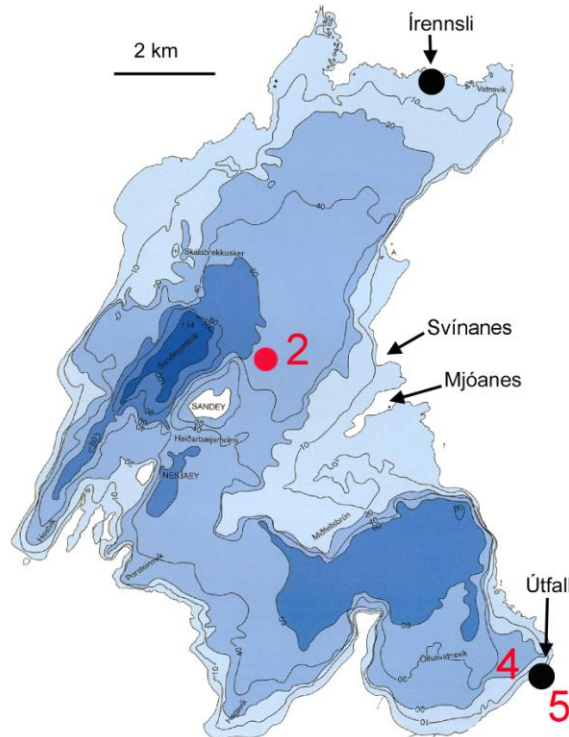
Mælingar á stöð 5 við útfallið hjá Steingrímsstöð stóðu yfir frá mars 2010 til mars 2011 og voru gerðar í því augnamiði að ganga úr skugga um ágæti staðsetningar á stöð 4 við stíflumannvirkin ofan við Steingrímsstöð. Grunur lék á sýni frá stöð 4 endurspegluðu einvörðungu ástandið í allra efstu lögum Þingvallavatns en ekki ástand vatnsins í heild (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2009). Sýni á stöð 4 voru tekin ofan af stíflumannvirkinu í útfalli vatnsins á 1,5 m dýpi. Á stöð 5 voru sýni tekin úr vatni sem berst um botnlökur á 5–10 m dýpi fyrir utan stíflumannvirkið skammt frá stöð 4.

Tafla 1. Yfirlit yfir sýnatökur og mælingar á vegum Náttúrufræðistofu Kópavogs vegna vöktunar í Þingvallavatni árið 2010.

Tegund sýnis	Mælibreytur/Dýpi	Stöð							
		2						4	5
		1 m	5 m	10	25	35	~43	1,5	1,5
Þörungasvíf									
Ósíað sýni, 3 lítrar	Tegundagreining og talning								
		X	X	X	X			X	
Ósíað sýni, 1 lítri	Blaðgræna-a	X	X	X	X	X		X	X
Dýrasvíf									
Síað sýni 9 lítrar, 45µm	Tegundagreining og talning								
		X	X	X	X	X		X	
Eðlisþættir									
Fjölpáttamælir	Vatnshiti	X	X	X	X	X	X	X	X
	Sýrustig	X	X	X	X	X	X	X	X
	Rafleiðni	X	X	X	X	X	X	X	X
	Súrefni	X	X	X	X	X	X		

Í júní 2010 var tíu hitasíritum komið fyrir á stöð 2 með 4 m millibili frá 4 m dýpi og niður á 40 m dýpi. Tilgangur þessara mælinga var að varpa skýrara ljósi á hitaferla í vatninu, einkum með hliðsjón af þróun hitaskila og lagskiptingar í vatnsbolnum sem geta skipt miklu máli fyrir vöxt þörunga og aðra þætti lífríkisins í vatninu. Til að fylgja eftir athugunum á hitaskilunum var bætt við sýnatöku á vatni til efnagreiningar á stöð 2 í júní, júlí og ágúst og voru sýni tekin á 5 m og 35 m dýpi.

Farnar voru 14 vettvangsferðir á tímabilinu janúar–desember 2010 vegna mælinga á efna- og eðlisþáttum og sýnatöku á þörungum og dýrasvífi. Þá var farin vettvangsferð 6.–7. október til veiða og sýnatöku á murtu.



Mynd 1. Þrjár sýna- og mælistöðvar (nr. 2, 4 og 5) á vegum Náttúrufræðistofu Kópavogs vegna vöktunar í Þingvallavatni árið 2010. Hnit stöðvar nr. 2 er N64°11,52' V21°08,60'. Stöð 4 er ofan á stíflumannvirkinu við útfall vatnsins og stöð 5 er við útfallið úr Steingrímsstöð. Stöðvar í svörtum lit (punktar) voru á vegum Jarðvísindastofnunar Háskólans.

2.1 Efna- og eðlisþættir

Mælingar á eðlisþáttum voru framkvæmdar með tveimur gerðum af fjölþáttamælum. Annars vegar var notaður mælir af gerðinni YSI 650MDS/6600 sem mælir hitastig, sýrustig, rafleiðni og súrefni, og hins vegar mælir af gerðinni YSI Model 63, sem býr yfir sömu mælinákvæmni og fyrrnefndi mælirinn og mælir sömu breytur nema súrefni. Á stöð 2 var notast við rúmlega 50 m langan kapal og mælt á dýptarsniði frá yfirborði og niður að botni á 40–50 m dýpi. Eftirfarandi breytur voru mældar: vatnshiti (0,01°C upplausn, ± 0,15°C mælinákvæmni), sýrustig (pH 0,01 ± 0,2), rafleiðni (1 µS/cm, ± 0,5%), uppleyst súrefni (0,01 mgO₂/l, ± 0,2%) og súrefnismettun (0,1%, ± 2%). Öll rafleiðnigildi voru leiðrétt fyrir 25°C.

Sjónnýpi (rýni, skyggni) í vatninu var mælt á hefðbundinn hátt með hvítum Secchi disk, 30 cm í þvermál. Rýni (m) var jafnan skráð sem meðaltal þriggja mælinga (mælt þegar diskurinn hverfur sjónum við að síga niður og aftur þegar hann birtist við að draga

hann upp). Náíð samband er á milli rýnis og þörungamagns og eða magns annarra sviflægra agna.

Mælingar á eðlisþáttum á stöð 4 fóru fram af stíflugarðinum við útfall vatnsins á um 1,5 m dýpi. Þar voru vatnssýni einnig tekin til mælinga á magni blaðgrænu-a. Á stöð 5 var staðið eins að mælingum og á stöð 4 og sýni tekin á 1,5 m dýpi.

Tíu hitasíritum var komið fyrir þann 28. júní 2010 á stöð 2 með 4 m millibili frá 4 m dýpi og niður á 40 m dýpi (4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 og 40 m). Botndýpi á stöðinni var um 43 m. Mælarnir voru stilltir á hitaskráningu á 1 klst. fresti og teknir upp til aflestrar 26. október 2010. Mælunum var komið fyrir á ný 28. október á stöð 2 til áframhaldandi skráningar á vatnshita. Síritarnir voru af gerðinni TidbiT-v2-Temp (Part # UTBI-001) frá bandaríska fyrirtækinu Onset Computer Corporation og mæla með 0,2°C nákvæmni á bilinu 0–50°C.

Til að fylgja eftir athugununum á hitaskilunum var bætt við sýnatöku á vatnssýnum til efnagreiningar á stöð 2 í júní, júlí og ágúst og voru sýni tekin á 5 m og 35 m dýpi. Vatnssýni voru tekin með því að stútfylla 1,0 l plastflöskur. Fyrir sýnatöku voru flöskurnar skolaðar 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: heildarmagn fosfórs (Tot-P), fosfat (PO₄), heildarmagn köfnunarefnis (Tot-N), ammóníak (NH₄), heildarmagn lífræns kolefnis (TOC) og kísill (SiO₂). Upplýsingar um aðferðafræði og mælinákvæmni við efnagreiningarnar er að finna í riti á vegum NIVA (NIVA 2004).

2.2 Svifþörungur

2.2.1 Tegundasamsetning

Sýni fyrir greiningu og talningu á sviflægum þörungum voru tekin með 10 lítra vatnssýnataka á stöð 2 (5, 10, 25 og 35 m dýpi) og við útfallið á stöð 4 (tafla 1). Tekið var 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 út í þau ~4 ml af 10% Lugol lausn.

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 (e. *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 lögun (Rott 1981) og eðlisþyngdinni 1,0. Rúmmál hvernar 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 gerðir samkvæmt tölvuforriti Hamiltons (Hamilton 1990).

Upplýsingar um heimildir sem Bio-limno Research & Consulting Inc. notaði við tegundagreiningu þörunganna er að finna í skýrslu Náttúrufræðistofunnar með niðurstöðum frá 2007 (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2008).

2.2.2 Blaðgræna-a

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

Sýni til mælinga á magni blaðgrænu-a voru tekin með 10 l vatnssýnataka á öllum þremur stöðvunum (tafla 1) og eins lítra hlutsýni hirt til mælinga. Sýnin voru höfð í kæli (~ 5°C) í 5–7 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 kæliskáp 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 Søndergaard og Riemann 1979, bls. 171).

2.3 Svifdýr

Sýni fyrir greiningu og talningu á dýrasvifi voru tekin með 10 lítra vatnssýnataka á stöð 2 og 4 (tafla 1). Af hverju sýni voru hirtir 9 lítrar og þeir síaðir 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 út í þau 0,2–0,5 ml af 10% Lugol lausn.

Svifdýrasýnin voru skoðuð í kvörðuðu íláti undir víðsjá af gerðinni Olympus SZX12 við 7–90-falda stækkun. Við fingreiningar (100–400-falda stækkun) var notuð smásjá af gerðinni Olympus CX41. 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 (Sigurður S. Snorrason o.fl. 1992, 2002). 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 þessarar samvinnu er lögð til grundvallar vöktuninni sem hér um ræðir (sjá einnig Hilmar J. Malmquist o.fl. 2008 og Ingi Rúnar Jónsson o.fl. 2009).

Sýnishorn er tekið úr murtustofninum með netveiði um mánaðamótin september–október þegar murtan gengur á grunn til hrygningar. Lengst af hefur verið veitt í eitt margmöska lagnet, alls 90 m² (30 m á lengd x 3 m á hæð), með fimm möskvastærðum; 10,0, 12,5, 15,5, 19,0 og 24,0 mm (legg í legg), þar sem hver möskvastærð spannar 18 m² (6 m á lengd x 3 m á hæð). Árið 2007 voru netin endurnýjuð og breytt um veiðiáttak. Hætt var við að nota minnstu möskvastærðina og veitt með 12,5, 15,5, 19,0 og 24,0 mm möskvum. Jafnframt voru nýju netin grynri en þau eldri, þ.e. 1,5 m á hæð og lengdabil hvers möska 10–15 m. Veiðiáttakið árið 2007 var 90 m² (4 net x 15 m x 1,5 m) en síðan hefur það verið 60 m² (4 net x 10 m x 1,5 m).

Í murtuveiðinni hefur verið lagt út af Svínanesi í landi Mjóaness (mynd 1) á 2–5 m dýpi og veitt í um 12 klst. yfir nótt.

Afli í net var skráður m.t.t. fjölda tegunda (bleikja eða urriði) og fjölda einstaklinga eftir bleikjuafbrigðum (murta, dverg-, kuðunga- og sílableikja). Fjöldi einstaklinga var jafnframt skráður eftir möskvastærð. Aflaskráningin býður upp á að reikna út grófan metil á hlutfallslega stofnstærð, þ.e. afla á sóknareiningu (e. *catch per unit effort*, *cpue*: fjöldi fiska/netfermetra/veiðiklst.). Eftirfarandi atriði voru einnig skráð og mæld á murtuúrtaki (um 100 fiskar úr hverri möskvastærð) sem valið var af handahófi: lengd (klauf lengd, 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 umfram þetta úrtak voru lengdarmældir og vegnir.

3. Niðurstöður og umræður

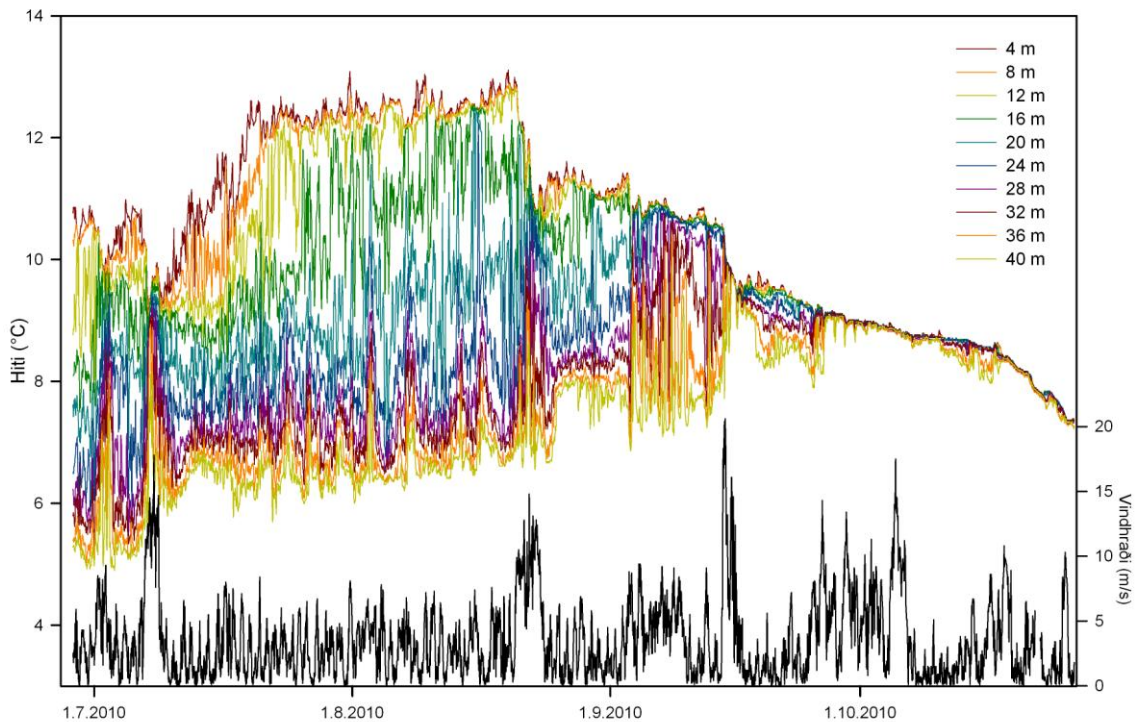
3.1 Eðlisþættir

Vatnshiti á stöð 4 mældist 0,8–11,5 °C á tímabilinu 8.1.–9.12.2010 (tafla 3a–i). Kaldast var vatnið í janúar, febrúar og mars þegar hitastigið var á bilinu 0,6–2,0 °C. Hlýjast var í júlí–ágúst þegar vatnshitinn mældist um 12 °C. Á stöð 2 úti í vatnsbolnum mældist vatnshitinn 4,9–13,1 °C á tímabilinu 26.6.–26.10.2010 (tafla 2, mynd 2). Hlýjast varð í vatninu á um fjögurra vikna kafla frá því síðla í júlí (um 20.7.) til seinnihluta ágúst (um 22.8.) en þá var vatnshitinn samfleytt um og yfir 12 °C frá yfirborði og niður á um 12 m dýpi. Um 12 °C mældust einnig á um tveggja vikna kafla (29.7.–16.8.) á 16 m dýpi og á 20 m dýpi mældust einnig 12–13 °C hiti um miðjan ágúst. Þennan langvarandi hlýindakafli í vatninu má rekja að hluta til til óvenju mikils lofthita á svæðinu á tímabilinu (Veðurstofa Íslands 2011).

Mælingar með hitasíritunum tíu úti í vatnsbol Þingvallavatns staðfestu að hitaskil mynduðust í vatninu á 12–24 m dýpi á um fjögurra vikna kafla síðsumars, þ.e. frá og

Tafla 2. Mælingar á vatnshita (°C) með tíu síritum á stöð 2 á tímabilinu 26.6.–26.10. 2010. FH er frávikshlutfall (e. *coefficient of variation*). Byggt á 2.881 mælingu á hverju dýpi fyrir sig. Neðri hluti töflunnar sýnir mismuninn á vatnshita milli tveggja aðliggjandi dýpa.

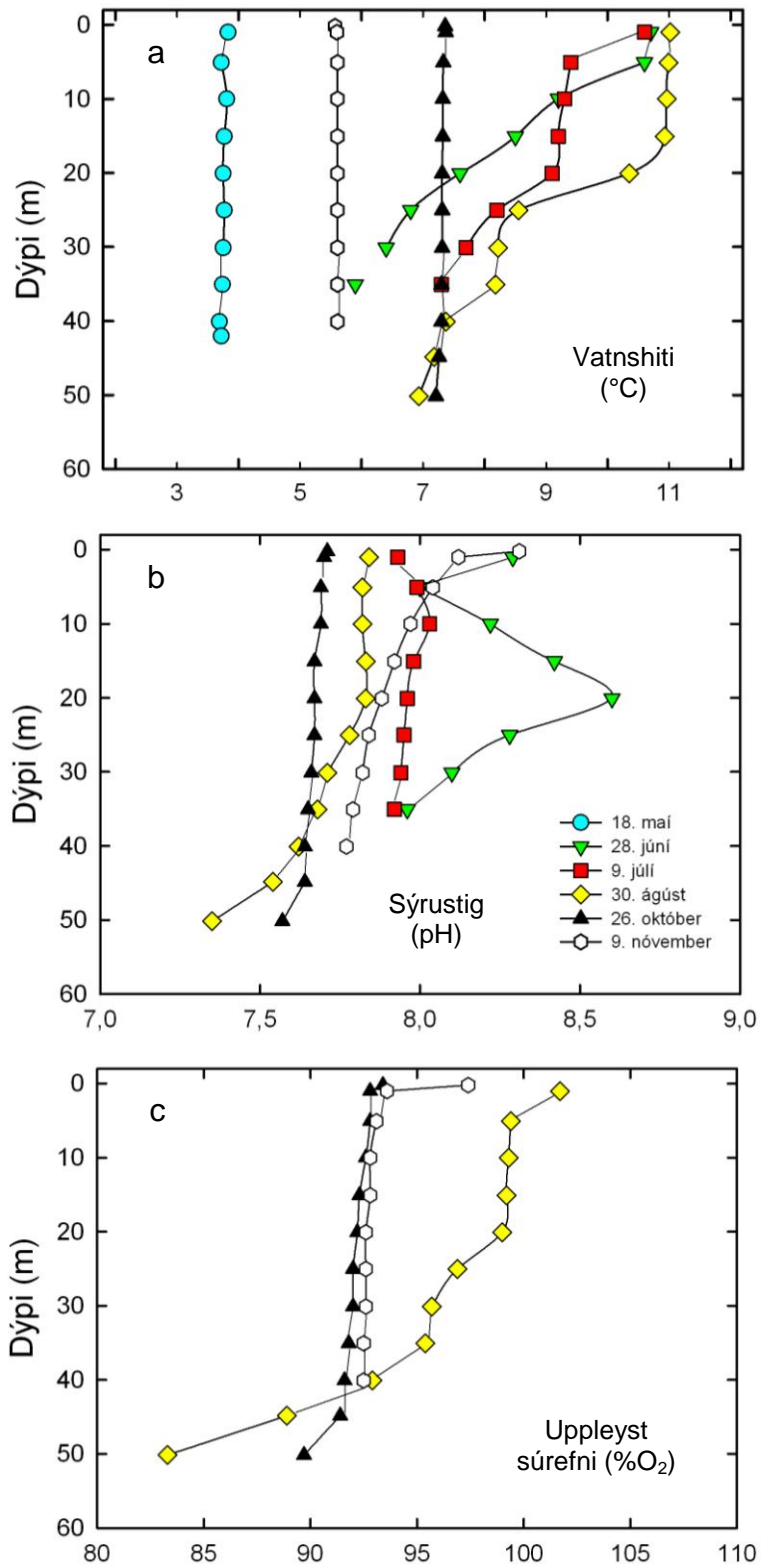
Dýpi (m)	Meðaltal	St.frv.	Lágmark	Hámark	FH
4 m	10,6	1,52	7,3	13,1	0,14
8 m	10,4	1,48	7,3	12,9	0,14
12 m	10,2	1,44	7,3	12,8	0,14
16 m	9,8	1,20	7,3	12,5	0,12
20 m	9,1	0,95	6,3	12,5	0,10
24 m	8,6	0,98	5,9	12,2	0,11
28 m	8,2	1,05	5,4	10,8	0,13
32 m	8,0	1,07	5,2	10,8	0,13
36 m	7,6	1,07	5,0	10,4	0,14
40 m	7,4	1,10	4,9	9,9	0,15
Mismunur					
4–8	0,131	0,272	0,000	1,806	2,07
8–12	0,193	0,349	0,000	2,695	1,81
12–16	0,438	0,630	0,000	3,050	1,44
16–20	0,667	0,795	0,000	4,426	1,19
20–24	0,526	0,595	0,000	3,873	1,13
24–28	0,429	0,404	0,024	3,899	0,94
28–32	0,277	0,305	0,000	2,299	1,10
32–36	0,354	0,342	0,000	2,987	0,96
36–40	0,263	0,308	0,000	2,776	1,17



Mynd 2. Hitastigsferlar samkvæmt síritum á tíu dýpum (4–40 m) á stöð 2 í Þingvallavatni á tímabilinu 26. júní til 26. október 2010. Mælt á 1 klst. fresti (alls 28.810 mælingar). Einnig er sýndur vindhraði (m/s, 10 mín. meðaltal) mældur á 1 klst. fresti á Þingvöllum á sama tímabili.

með 22. júlí til og með 22. ágúst (mynd 2). Á þessu tímabili var vatnshitinn í hlýja yfirborðslaginu (e. *epilimnion*) á 0–24 m dýpi að meðaltali 11,0 °C ($\pm 0,02$, $n = 768$) og á bilinu 9,7–12,4 °C. Í kalda undirlaginu (e. *hypolimnion*) fyrir neðan 24 m var vatnshitinn að meðaltali 7,1 °C ($\pm 0,02$, $n = 767$) og á bilinu 6,4–9,1 °C. Marktækur munur var á meðaltalsvatnshita á fyrrgreindu tímabili milli yfirborðs- og undirlagsins (t-próf, $t = 240,5$, $P \ll 0,001$, $ft. = 766$). Þegar hitaskilin milli yfirborðs- og undirlags voru hvað skörpust, einkum dagana 11.–16.8., féll vatnshitinn um 2–4 °C í millilaginu (e. *metalimnion*) á 20–24 m dýpi. Þegar vatnshitinn fellur um $\geq 1,0^\circ\text{C}/\text{m}$ í millilaginu er jafnan talað um að hitaskilin séu skörp eða eindregin (e. *direct stratification*, Moss 1998). Ljóst er að hitaskil af þessu tagi voru til staðar á 15–25 m dýpi í Þingvallavatni nokkra daga samfleytt í júlí og ágúst 2010. Staðsetning millilagsins sveiflaðist á þessum tíma milli 15 og 25 m en virðist að jafnaði hafa verið nærri 20 m. Vindknúin áhrif á vatnshita komu vel fram á mælitímabilinu. Þegar meðalvindhraðinn náði um og yfir 10 m/s blandaðist vatnið jafnan með þeim afleiðingum að yfirborðslagið (0–24 m) kólnaði en undirlagið (> 24 m) hlýnaði. Þetta kom glögglega fram 7.–8. júlí, 20.–23. ágúst og 14.–16. september þegar vindar blésu allstíft af norðri (mynd 2). Athygli vekur hve fljótt áhrif vindsins komu fram og ekki síður hve fljót þau voru að hverfa og vatnið að falla í fyrra horf með tilheyrandi hitaskilum.

Styrkur uppleysts súrefnis var almennt hár eða á bilinu 10,1–12,3 mg/l og súrefnismettunin var jafnan á bilinu 90–100% (mynd 3). Sýrustig (pH) mældist á bilinu 6,70–8,60 og að meðaltali 7,79 ($\pm 0,42$, $n = 82$).



Mynd 3a–c. Vatnshiti (a), sýrustig (b) og uppleyst súrefni (c) á stöð 2 í Þingvallavatni árið 2010.

Tafla 3a–c. Mælingar á efna- og eðlisþáttum vegna vöktunar í Þingvallavatni árið 2010. Mælt með fjölpáttamæli og Secchi disk (rýni). Leiðnigildi eru leiðrétt fyrir 25 °C. St.sk. er staðalskekkja (s.e.m.).

a	Stöð	Dags.	Dýpi m	T °C	Leiðni µS/cm	pH	Uppl. O ₂ %	Uppl. O ₂ mg/l	Rýni m
	4	8.1.2010	~1,0	1,6	75	7,92	ekki mælt		
	5	"	"	1,2	74	7,81			
	4	4.2.2010	"	2,0	71	7,80			
	5	"	"	1,7	72	7,81			
	4	2.3.2010	"	0,8	72	8,16			
	5	"	"	0,6	72	8,05			
	4	18.3.2010	"	1,2	69	7,95			
	5	"	"	1,1	71	7,92			
	4	30.3.2010	"	1,1	70	8,08			
	5	"	"	0,8	72	8,02			
			Meðaltal	1,2	72	7,95			
			St.sk.	0,14	0,1	0,04			

b	Stöð	Dags.	Dýpi m	T °C	Leiðni µS/cm	pH	Uppl. O ₂ %	Uppl. O ₂ mg/l	Rýni m
	2	18.5.2010	1	3,8	78	6,70	ekki mælt		
	2	"	5	3,7	78	6,89			
	2	"	10	3,8	78	6,92			
	2	"	15	3,8	78	6,92			
	2	"	20	3,8	78	6,91			
	2	"	25	3,8	78	6,91			
	2	"	30	3,8	78	6,88			
	2	"	35	3,7	78	6,80			
	2	"	40	3,7	78	6,80			
	2	"	43	3,7	78	6,76			
			Meðaltal	3,8	78	6,85			8,5
			St.sk.	0,01	0,1	0,02			
	4	18.5.2010	~1,0	4,0	71	8,23			

c	Stöð	Dags.	Dýpi m	T °C	Leiðni µS/cm	pH	Uppl. O ₂ %	Uppl. O ₂ mg/l	Rýni m
	2	28.6.2010	1	10,7	70	8,29	ekki mælt		
	2	"	5	10,6	70	8,00			
	2	"	10	9,2	70	8,22			
	2	"	15	8,5	70	8,42			
	2	"	20	7,6	70	8,60			
	2	"	25	6,8	70	8,28			
	2	"	30	6,4	71	8,10			
	2	"	35	5,9	71	7,96			
			Meðaltal	8,2	70	8,23			16,0
			St.sk.	0,65	0,2	0,08			
	4	28.6.2010	~1,0	11,0	70	8,31			

Tafla 3d–f. Mælingar á efna- og eðlisþáttum vegna vöktunar í Þingvallavatni árið 2010. Mælt með fjölþáttamæli og Secchi disk (rýni). Leiðnigildi eru leiðrétt fyrir 25 °C. St.sk. er staðalskekkja (s.e.m.).

d	Stöð	Dags.	Dýpi m	T °C	Leiðni µS/cm	pH	Uppl. O ₂ %	Uppl. O ₂ mg/l	Rýni m
	2	9.7.2010	1	10,6	70	7,93	ekki mælt		
	2	"	5	9,4	70	7,99			
	2	"	10	9,3	70	8,03			
	2	"	15	9,2	70	7,98			
	2	"	20	9,1	70	7,96			
	2	"	25	8,2	71	7,95			
	2	"	30	7,7	71	7,94			
	2	"	34	7,3	71	7,92			
	Meðaltal			8,9	70	7,96			12,0
	St.sk.			0,38	0,1	0,01			
e	Stöð	Dags.	Dýpi m	T °C	Leiðni µS/cm	pH	Uppl. O ₂ %	Uppl. O ₂ mg/l	Rýni m
	2	10.8.2010	1	12,8	71	8,17	ekki mælt		
	2	"	5	12,6	71	8,20			
	2	"	10	12,5	71	8,22			
	2	"	15	12,5	70	8,23			
	2	"	20	11,9	70	8,26			
	2	"	25	12,3	70	8,18			
	2	"	30	10,1	70	8,18			
	Meðaltal			12,1	70	8,21			15,0
	St.sk.			0,35	0,1	0,01			
f	Stöð	Dags.	Dýpi m	T °C	Leiðni µS/cm	pH	Uppl. O ₂ %	Uppl. O ₂ mg/l	Rýni m
	2	30.8.2010	1	11,0	74	7,84	101,7	11,2	
	2	"	5	11,0	78	7,82	99,4	11,0	
	2	"	10	11,0	74	7,82	99,3	11,0	
	2	"	15	10,9	74	7,83	99,2	11,0	
	2	"	20	10,4	74	7,83	99,0	11,1	
	2	"	25	8,6	74	7,78	96,9	11,3	
	2	"	30	8,2	74	7,71	95,7	11,3	
	2	"	35	8,2	74	7,68	95,4	11,3	
	2	"	40	7,4	78	7,62	92,9	11,2	
	2	"	45	7,2	74	7,54	88,9	10,7	
	2	"	48	6,9	79	7,35	83,3	10,1	
	Meðaltal			9,2	75	7,71	95,6	11,0	14,0
	St.sk.			0,51	0,6	0,05	1,64	0,10	
	4	30.8.2010	~1,0	11,5	75	7,92	102,5	11,16	

Tafla 3g–i. Mælingar á efna- og eðlisþáttum vegna vöktunar í Þingvallavatni árið 2010. Mælt með fjölpáttamæli og Secchi disk (rýni). Leiðnigildi eru leiðrétt fyrir 25 °C. St.sk. er staðalskekkja (s.e.m.).

g	Stöð	Dags.	Dýpi	T	Leiðni	Uppl. O ₂	Uppl. O ₂	Rýni	
			m	°C	µS/cm	pH	%	mg/l	m
	2	26.10.2010	0	7,4	73	7,71	93,4	11,2	
	2	"	1	7,4	73	7,70	92,8	11,2	
	2	"	5	7,3	73	7,69	92,8	11,2	
	2	"	10	7,3	73	7,69	92,6	11,2	
	2	"	15	7,3	73	7,67	92,3	11,1	
	2	"	20	7,3	66	7,67	92,2	11,1	
	2	"	25	7,3	73	7,67	92,0	11,1	
	2	"	30	7,3	73	7,66	92,0	11,1	
	2	"	35	7,3	73	7,65	91,8	11,1	
	2	"	40	7,3	73	7,64	91,6	11,0	
	2	"	45	7,3	73	7,64	91,4	11,0	
	2	"	47	7,2	73	7,58	90,0	10,9	
	2	"	49	7,2	73	7,57	89,7	10,8	
			Meðaltal	7,3	72	7,66	91,9	11,1	11,0
			St.sk.	0,01	0,5	0,01	0,29	0,03	

h	Stöð	Dags.	Dýpi	T	Leiðni	Uppl. O ₂	Uppl. O ₂	Rýni	
			m	°C	µS/cm	pH	%	mg/l	m
	2	9.11.2010	0	5,6	81	8,31	97,4	12,3	
	2	"	1	5,6	74	8,12	93,6	11,8	
	2	"	5	5,6	73	8,04	93,1	11,7	
	2	"	10	5,6	73	7,97	92,8	11,7	
	2	"	15	5,6	73	7,92	92,8	11,7	
	2	"	20	5,6	81	7,88	92,6	11,6	
	2	"	25	5,6	73	7,84	92,6	11,6	
	2	"	30	5,6	73	7,82	92,6	11,6	
	2	"	35	5,6	73	7,79	92,5	11,6	
	2	"	40	5,6	73	7,77	92,5	11,6	
			Meðaltal	5,6	75	7,95	93,3	11,7	8,0
			St.sk.	0,00	1,1	0,05	0,47	0,06	

i	Stöð	Dags.	Dýpi	T	Leiðni	Uppl. O ₂	Uppl. O ₂	Rýni
			m	°C	µS/cm	pH	%	mg/l
	2	23.11.2010	2	4,3	70	8,16	ekki mælt	
	2	"	5	4,3	71	8,03		
	2	"	10	4,3	70	7,97		
	2	"	25	4,3	71	7,90		
	2	"	35	4,3	71	7,84		
			Meðaltal	4,3	70	7,98	9,0	
			St.sk.	0,00	0,2	0,06		
	4	23.11.2010	~1,0	4,3	71	7,97		
	4	9.12.2010	~1,0	1,5	72	8,30		

3.2 Næringarefni

Styrkur næringarefna, lífræns kolefnis og kísils á stöð 2 var almennt lágur (tafla 4). Styrkur köfnunarefnis (Tot-N), sem er það næringarefni sem helst er takmarkandi fyrir vöxt frumframleiðenda í vatninu (Jón Ólafsson 1992, Pétur M. Jónasson o.fl. 1992, Hákon Aðalsteinsson og Pétur M. Jónasson 2002) var langt fyrir neðan viðmiðunarmörk fyrir umhverfismarkaflokk I (ástandsflokk A, ósnortið vatn) fyrir djúp vötn samkvæmt reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Aftur á móti var styrkur heildarfosfórs (Tot-P) í öllum tilfellum innan viðmiðunarmarka fyrir umhverfismarkaflokk II (ástandsflokk B, lítið snortið vatn).

Samkvæmt 5. gr. reglugerðar nr. 650/2006 um framkvæmd verndunar vatnasviðs og lífríkis Þingvallavatns er tekið fram að Þingvallavatn og vatn á verndarsvæði Þingvallavatns sé viðkvæmur viðtaki og skuli vera í ástandsflokki A („ósnortið vatn“) m.t.t. framangreindra efna. Ástand vatnsins skal m.ö.o. endurspeгла að þar séu engar eða litlar vísbendingar um áhrif frá mannlegri starfsemi á lífríki eða á efna- og eðlisfræðilegt umhverfi þess. Styrkur heildarfosfórs gæti bent til áhrifa af völdum starfsemi manna, en hafa verður í huga að frávikið frá skilgreindu, náttúrulegu bakgrunnsgildi er lítið og að mælingarnar voru fáar og bundnar við sumarið. Til að varpa skýrara ljósi á ástand vatnsins m.t.t. næringarefna er æskilegt að bæta efnagreiningum við vöktunarverkefnið bæði snemma árs og síðla.

Ekki verður séð að lagskipting vegna hitaskila hafi haft glögg áhrif á efnastyrk á dýpunum tveimur sem sýni til efnagreiningar voru tekin á. Hér verður þó að hafa í huga að sýnataka stóð fremur stutt yfir og mælingar voru stopular. Þá má jafnframt reikna með því að þar sem næringarefnin eru almennt af skornum skammti, sér í lagi köfnunarefni, þá séu þau tekin upp af þörungunum jafnharðan og þau verða aðgengileg.

Tafla 4. Styrkur næringarefna, lífræns kolefnis og kísils á stöð 2 í Þingvallavatni árið 2010.. Einnig eru sýnd viðmiðunarmörk fyrir umhverfismarkaflokka í djúpum vötnum skv. reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns.

Dags.	Stöð	Dýpi (m)	Tot-P		Tot-N		NH ₄ -N µg N/l C 4-3	TOC mg C/l G 4-2	SiO ₂ mg Si/l E 9-5
			µg /l D 2-1	µg P/l D 1-3	µg N/l D 6-1	µg N/l C 4-3			
28.6.2010	2	5	14	11	119	<2	0,55	4,64	
"	2	35	15	12	44	<2	0,39	4,71	
9.7.2010	2	5	13	11	41	<2	0,34	4,40	
"	2	35	16	12	41	<2	0,38	5,13	
10.8.2010	2	5	13	10	91	<2	0,54	5,22	
"	2	35	16	12	106	<2	0,61	5,25	
Meðaltal			15	11	74	<2	0,47	5	
Staðalskekkja			0,6	0,3	14,6		0,05	0,1	
Geometrískt meðaltal			14	11	66	<2	0,46	5	
Umhverfismarkaflokkur I			<10		<300	Næringarefnasnautt			
Umhverfismarkaflokkur II			10–30		300–750	Næringarefnalítið			
Umhverfismarkaflokkur III			31–50		751–1500	Næringarefnaríkt			
Umhverfismarkaflokkur IV			51–100		1500–2500	Næringarefnauuðugt			
Umhverfismarkaflokkur V			>100		>2500	Ofauðugt			

Að undanskildu ammóníaki mældist styrkur næringarefnanna og lífræns kolefnis ívið hærri nú en í ágúst 2007 þegar mælingar voru gerðar á sýnum af 1, 5 og 25 m dýpi (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2008). Þann 28. ágúst 2007 var styrkur heildarfosfórs 11–12 µg/l, fosfats 8–9 µg/l, heildarköfnunarefnis 33–41 µg/l og lífræns kolefnis 0,20–0,29 mg/l. Styrkur ammóníaks var undir greiningarmörkum (< 2 µg/l) árið 2007 rétt eins og nú.

Seint í maí 2008 voru sýni frá stöð 4 á 1 m dýpi einnig mæld m.t.t. næringarefna og lífræns kolefnis (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2009). Styrkur heildarfosfórs og fosfats var ívið hærri þá en nú (Tot-P 20 µg/l, PO₄ 14 µg/l) en styrkur heildarköfnunarefnis og lífræns kolefnis var svipaður (Tot-N 59 µg/l, TOC 0,44 mg/l). Kísill var einnig mældur í maí 2008 og var styrkurinn þá öllu lægri en nú mældist, eða 1,93 mg/l (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2009).

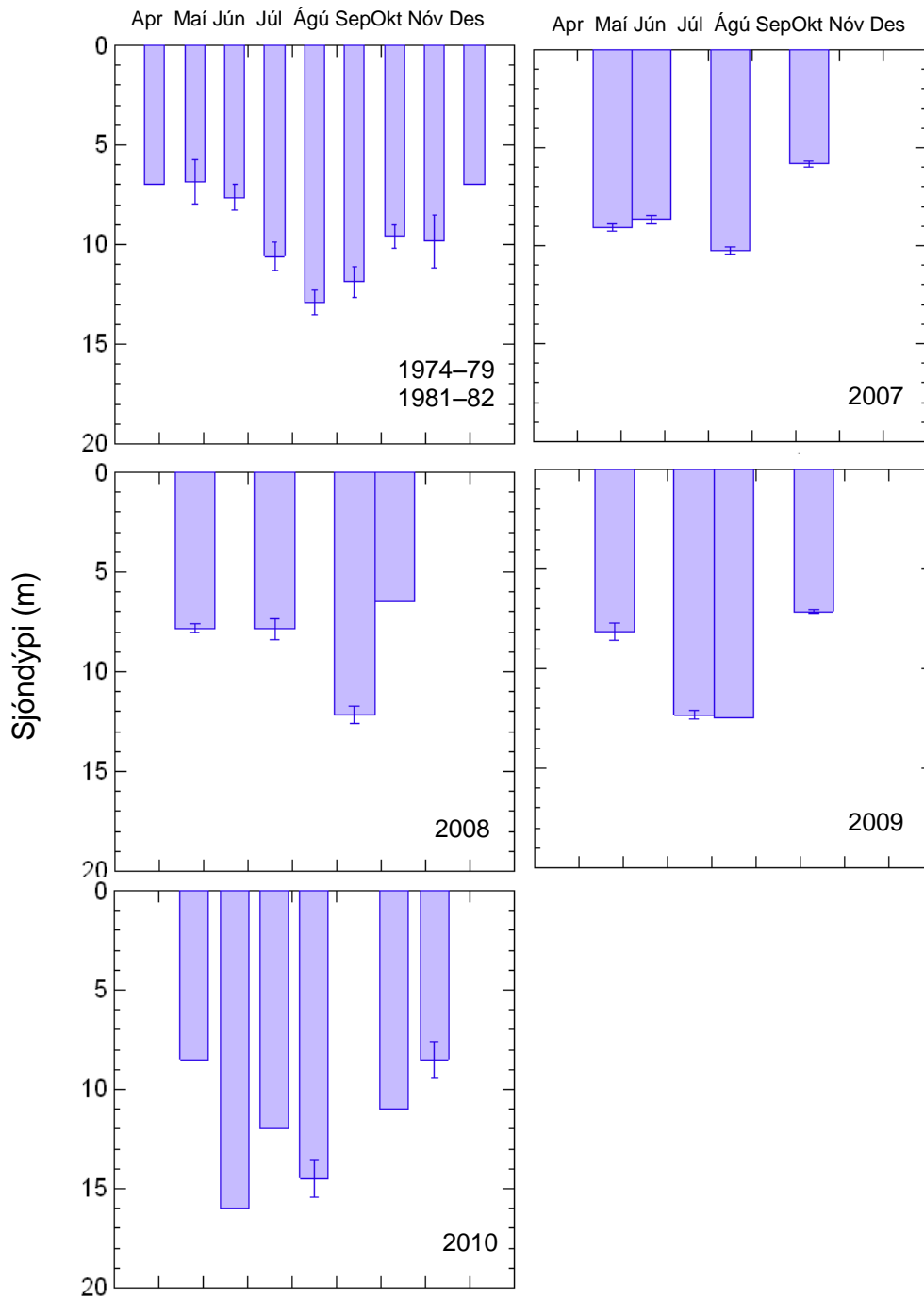
Samanburður við efnamælingar í Þingvallavatni frá því um miðjan áttunda áratuginn bendir til þess að styrkur helstu næringarefnanna tveggja hafi verið svipaður þá og nú. Heildarstyrkur köfnunarefnis við yfirborð og á 20 m og 50 m dýpi á Miðfellsdýpi mældist 40–75 µg/l á tímabilinu 15. mars til 17. september 1975 (Pétur M. Jónasson o.fl. 1992). Þann 3. júlí og 10. ágúst 1975 mældist fosfatstyrkur 10,2–17,0 µg/l við yfirborð og á 20 m dýpi á Miðfellsdýpi (Jón Ólafsson 1992).

3.3 Rýni

Sjónkýpi mældist 8,0–16,0 m á öllu tímabilinu árið 2010 og að meðaltali 11,7 m (± 1,09, n = 8) (tafla 3a–i, mynd 4). Langmest rýni var frá lokum júní til loka ágúst, eða 12–16 m, en minnst var rýnið í maí, 8,5 m, og nóvember, 8,0–9,0 m. Eins og við er að búast fellur þetta árstíðamunstur í sjónkýpi vel að samsvarandi munstri fyrir magn blaðgrænu-a á stöð 2 (mynd 5).

Eins og síðastliðin þrjú ár (2007–2009) var tilhneiging í þá veru árið 2010 að sjónkýpi var minna síðla hausts/snemma vetrar en mældist á áttunda og níunda áratug síðustu aldar (mynd 4). Rýni á tímabilinu 26. október til 23. nóvember 2010 mældist að jafnaði 6,0 m (8,0–11,0 m) en um miðjan sjöunda áratuginn mældist rýnið á svipuðum tíma í október og nóvember að meðaltali 9,7 m (± 0,46 m). Þetta kann að benda til breytinga í vaxtarferli þörungasvifsins í þá veru að þörungavöxtur haldist uppi lengur fram eftir árinu en áður fyrr. Slíkar breytingar kunna að stafa af auknu framboði næringarefna í tengslum við loftslagshlýnun (sbr. Hilmar J. Malmquist o.fl. 2010). Fleiri mælingar þarf til að skera úr um þetta atriði.

Athygli vekur hve sjónkýpi var mikið um hásumarið 2010, þ.e. á tímabilinu 28. júní til 30. ágúst (tafla 3c–f), en þá mældist það á bilinu 12–16 m. Miðað við fyrri mælingar er þetta óvenju mikið sjónkýpi en jafnan hefur sjónkýpið ekki mælst meira en 13 m á fyrrgreindu tímabili (mynd 4). Skýringin á óvenju tæru vatni og miklu sjónkýpi sumarið 2010 kann að hafa stafað af lagskiptingunni vegna hitaskilanna sem voru óvenju sterk árið 2010.



Mynd 4. Sjónkýpi (m) í Þingvallavatni á mismunandi tímabilum. Sýnd eru meðaltöl (\pm staðalskekkja). Gögn frá 1974–79 og 1981–82 eru fengin frá Péttri M. Jónassyni o.fl. (1992). Sjá nánar gögn fyrir árið 2010 í töflu 3a–i.

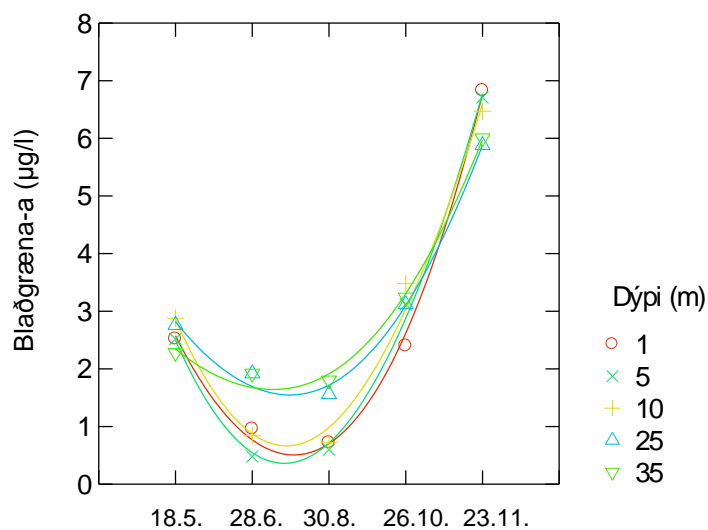
3.4 Svifþörungur

Magn blaðgrænu-a á stöð 2 mældist á bilinu 0,48–6,83 µg/l og að meðaltali 2,87 µg/l ($\pm 0,401$, $n = 25$) yfir allt tímabilið árið 2010 (tafla 5, mynd 5). Mjög marktækur munur var í blaðgrænumagni eftir mældögum ($F_{4,20} = 100,5$, $R^2 = 0,98$, $P << 0,001$). Á stöð 4 þar sem sýni voru tekin yfir lengra tímabil á árinu (mynd 6, tafla 6) var langmest af blaðgrænumagni snemma vors (mars) og aftur snemma vetrar (nóvember) en minnst yfir sumarið (júní–ágúst).

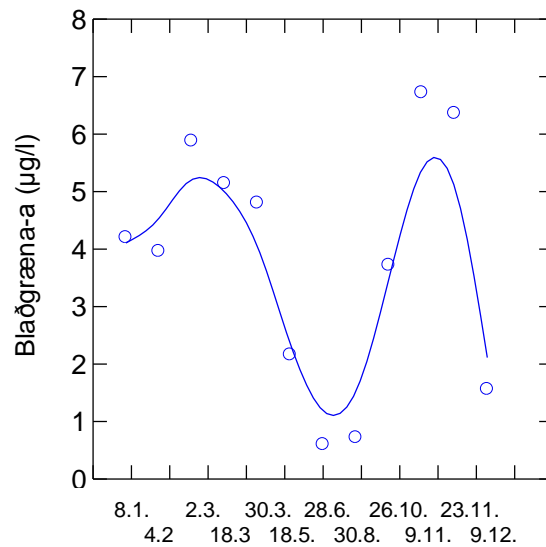
Áhrif lagskiptingar vegna hitaskila á þörungavöxt í vatninu má lesa úr mismunandi magni blaðgrænu eftir dýpi í vatnsbolnum (mynd 5). Í júní og ágúst var blaðgrænumagn marktækt minna (rúmlega helmingi) í efstu 10 m vatnsbolsins (sýnadýpin 1, 5 og 10 m) heldur en á 25 m og 35 m dýpi (t-próf, júní; $t = -6,202$, $ft. = 3$, $P = 0,008$; ágúst; $t = -9,682$, $ft. = 3$, $P = 0,002$).

Tafla 5. Magn blaðgrænu-a (µg/l) á stöð 2 og 4 í Þingvallavatni árið 2010. St.sk. er staðalskekkja (s.e.m.), Gm. er geómetrískt meðaltal.

Stöð	Dýpi (m)	18.5.10	28.6.10	30.8.10	26.10.10	23.11.10	Meðaltal	St.sk.	Gm.
2	1	2,52	0,96	0,72	2,40	6,83	2,69	1,099	1,95
2	5	2,52	0,48	0,60	3,12	6,71	2,69	1,133	1,72
2	10	2,88	0,84	0,72	3,48	6,47	2,88	1,051	2,08
2	25	2,76	1,92	1,56	3,12	5,88	3,05	0,761	2,73
2	35	2,28	1,92	1,80	3,24	6,00	3,05	0,779	2,73
Meðaltal		2,59	1,22	1,08	3,07	6,38			
St.sk.		0,105	0,295	0,249	0,180	0,191			
Gm.		2,58	1,07	0,97	3,05	6,37			
4	~1,0	2,16	0,60	0,72	3,72	6,36	2,71	0,731	1,36



Mynd 5. Magn blaðgrænu-a (µg/l) á fimm mismunandi dýpum á stöð 2 í vatnsbol Þingvallavatns árið 2010. Vegnar línur eru dregnar milli mæligilda með aðferð minnstu kvaðrata (DWLS). Sjá dagsetningar og mæligildi í töflu 5.



Mynd 6. Magn blaðgrænu-a ($\mu\text{g/l}$) á stöð 4 við útfall á stíflumannvirki Steingrímsstöðvar árið 2010. Vegnar línur eru dregnar milli mæligilda með aðferð minnstu kvaðrata (DWLS). Sjá töflu 6.

Mælingarnar á blaðgrænumagninu árið 2010 ber í aðalatriðum vel saman við niðurstöður fyrri ára í vöktunarverkefnum (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2008, 2009, 2010). Niðurstöðurnar eru einnig í allgóðu samræmi við niðurstöður frá áttunda áratugnum (Pétur M. Jónasson o.fl. 1992) og staðfesta að frumframleiðsla í Þingvallavatni er tvítoppa með hámarki að vori og aftur síðla hausts–snemma vetrar og lágmarki yfir sumarið. Lægðin í frumframleiðslu um hásumarið stafar mjög sennilega af skorti á köfnunarefni sem að hluta til virðist mega rekja til lagskiptingar vegna hitaskila í vatninu á tímabilinu júlí–ágúst (mynd 2).

Tafla 6. Magn blaðgrænu-a ($\mu\text{g/l}$) á stöð 4 og 5 í Þingvallavatni árið 2010.

Dags.	Stöð 4	Stöð 5
8.1.10	4,20	3,72
4.2.10	3,96	3,36
2.3.10	5,88	6,00
18.3.10	5,14	5,25
30.3.10	4,80	4,63
18.5.10	2,16	
28.6.10	0,60	
30.8.10	0,72	
26.10.10	3,72	
9.11.10	6,72	
23.11.10	6,36	
9.12.10	1,56	

Ekki reyndist marktækur munur í magni blaðgrænu milli stöðvar 4 (meðaltal 4,79 µg/l) og stöðvar 5 (meðaltal 4,59 µg/l) (t-próf, $t = 1,379$, $ft. = 4$, $P = 0,240$) (tafla 6). Jafnframt er ljóst að blaðgrænumagn á stöð 4 við útfall vatnsins svipar mjög til þess sem mælist úti í vatnsbolnum á stöð 2 (tafla 5). Þessum niðurstöðum ber mjög vel saman við niðurstöðurnar frá síðasta ári (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2010). Því bendir flest til þess að vel megi velja aðra hvora stöðina 4 eða 5 til að fylgjast með magni blaðgrænu-a í útfallinu.

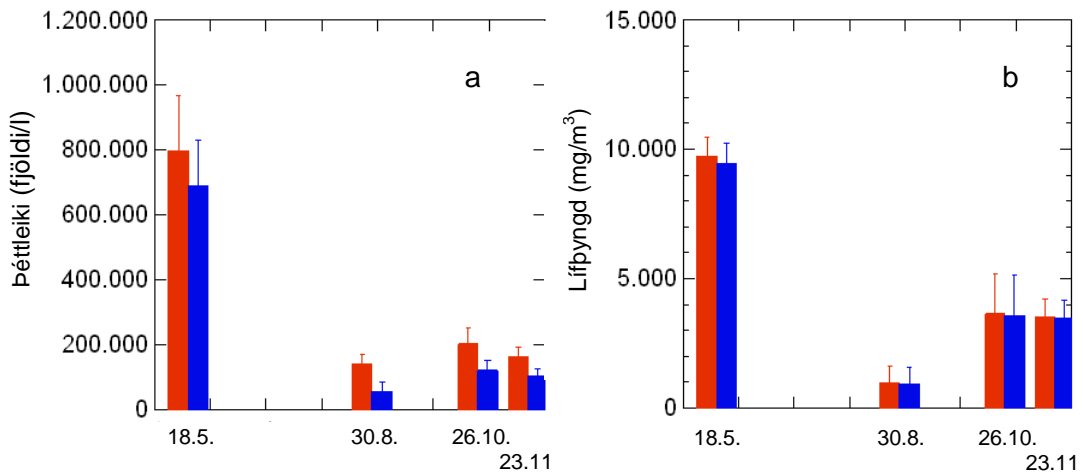
Af þeim 25 blaðgrænumælingum sem liggja fyrir frá árinu 2010 á stöð 2 voru 40% þeirra undir viðmiðunarmörkum (< 2 µg/l) fyrir umhverfismarkaflokk I (næringarefnasnautt) í djúpum vötnum samkvæmt reglugerð nr. 796/1999, en 40% féllu í flokk II (2–5 µg/l, næringarefnalítið) og 20% í flokk III (5–10 µg/l, næringarefnaríkt). Á stöð 4 voru 25% sýna innan viðmiðunarmarka fyrir flokk I, 42% í flokki II og 33% í flokki III. Samkvæmt 5. gr. reglugerðar nr. 650/2006 er Þingvallavatn og vatn á verndarsvæði þess skilgreint sem viðkvæmur viðtaki og skal falla í vatnsgæðaflokk A (umhverfismarkaflokk I) sem ósnortið vatn. Þetta skilyrði var því ekki uppfyllt hvað varða magn blaðgrænu-a stærstan hluta ársins 2010. Magn blaðgrænu-a mældist heldur hærra nú en í fyrra en meginskýring á því er að sýnatökur voru umfangsmeiri og stóðu lengur fram á haust–vetrarbyrjun þegar magn blaðgrænu var með mesta móti.

Viðbótarsýnataka á blaðgrænu úti í vatnsbol Þingvallavatns í nóvember 2010, þegar mest mældist af blaðgrænu-a, staðfestir að nauðsynlegt er að mæla blaðgrænu yfir allt árið m.t.t. reglugerðar nr. 796/1999. Mikil frumframleiðsla á sér augljóslega stað löngu eftir að hefðbundnu sumri hallar.

Alls voru greindar 97 flokkunarfræðieiningar (tegundir, tegundahópar og ættkvíslir) af svifþörungum í sýnunum frá 2010 (tafla 7a–e). Þar af tilheyrðu 43% tegundanna kísilþörungum, 24% grænþörungum, 12% gullþörungum, 8% dulþörungum, 6% blágrænum bakteríum, 5% skorupþörungum og 2% haftþörungum (*Erkenia* og *Chrysochromulina* tegund). Þetta eru mun fleiri flokkunareiningar en greinst hafa áður í vöktuninni. Árið 2007 voru 50 flokkunareiningar greindar en 78 árin 2008 og 2009. Ein skýringin á þessu er vafalaust sú að fyrsta árið sem vöktunin fór fram, árið 2007, voru svifþörungasýni síuð með 45 µm netmöska en síðan hafa sýnin verið greind ósíuð. Önnur líkleg skýring er að árið 2010 stóð sýnataka mun lengur yfir og tók til allra árstíðanna fjögurra ólíkt því sem gildi um sýnatökuna fyrstu þrjú ár vöktunarinnar.

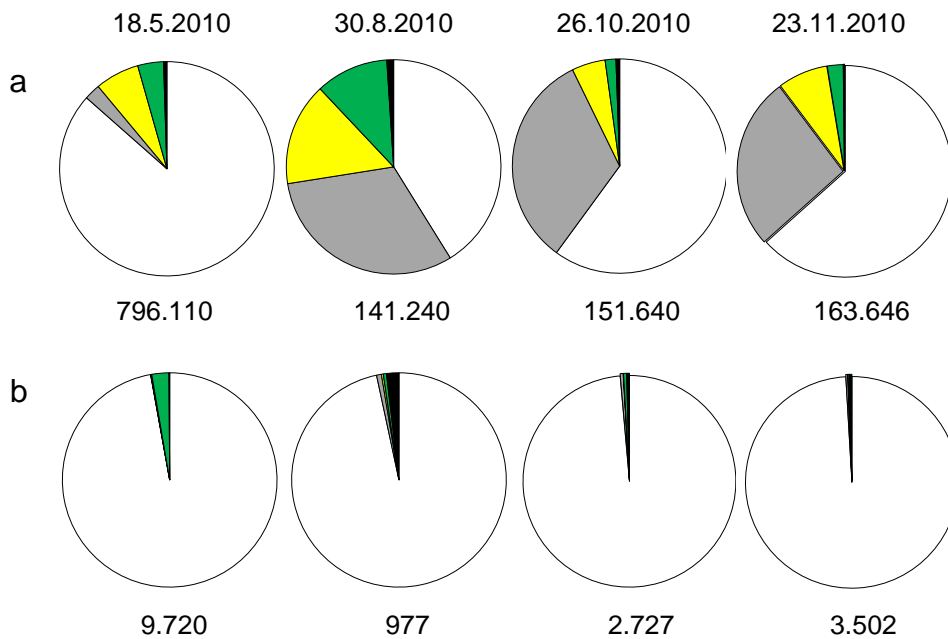
Ekki reyndist marktækur munur á heildarþéttleika svifþörunga eftir dýpi á stöð 2 úti í vatnsbolnum (ANOVA; $F_{3,11} = 0,113$, $P = 0,951$, $R^2 = 0,173$). Sama gildi um heildarlífþyngd svifþörunga ($F_{3,11} = 0,363$, $P = 0,781$, $R^2 = 0,300$). Hins vegar var marktækur munur á heildarþéttleika ($F_{3,11} = 44,827$, $P < 0,001$, $R^2 = 0,961$) og heildarlífþyngd ($F_{3,11} = 19,080$, $P < 0,001$, $R^2 = 0,916$) eftir sýnatökudögum og skar vorið sig úr með langmestan þéttleika og lífþyngd (mynd 7a og b).

Eins og fyrri ár voru kísilþörungur ríkjandi í öll skipti sem sýnataka fór fram árið 2010. Fjöldahlutdeild kísilþörunga lék á bilinu 40–86% og lífþyngdarhlutdeild á bilinu 97–99% (mynd 8a og b). Næst á eftir kísilþörungum komu dulþörungur með fjöldahlutdeild á bilinu 2–33% og lífþyngdarhlutdeild innan við 1%. Af einstökum tegundum kísilþör-



Mynd 7. Heildarþéttleiki (a) og heildarlífþyngd (b) svifþörungna (rauðar súlur) á stöð 2 úti í vatnsbol Þingvallavatns eftir sýnatökudögum árið 2010. Bláar súlur sýna þéttleika og lífþyngd kísilþörungna. Sýnd eru meðaltöl (\pm staðalskekkja) fjögurra dýpa (5, 10, 25 og 35 m).

unga voru einna mest áberandi hinar stórvöxnu *Aulacoseira islandica* f. *curvata*, *A. islandica*, *A. italica* og *Asterionella formosa*, ásamt *Stephanodiscus minutulus* og *S.*



Mynd 8. Fjöldahlutdeild (a) og lífþyngdarhlutdeild (b) helstu svifþörungahópa á stöð 2 í vatnsbol Þingvallavatns árið 2010. Tölur undir kökum eru meðaltöl allra fjögurra dýpa sem sýni voru tekin á (5, 10, 25 og 35 m). Kökurnar eru byggðar á hundraðshlutdeild (%) þörungahópa af meðaltali heildarþéttleika (fjöldi eininga í lítra) og heildarlífþyngd (mg/m^3) allra þörungahópa. Hvítt = kísilþörungar; grátt = dulþörungar; gult = gullþörungar; grænt = grænþörungar; svart = skorubörungar, augnþörungar, haftþörungar og blágrænar bakteríur.

alpinus. Þessar tegundir hafa einnig verið áberandi hin þrjú ár vöktunarinnar.

Tafla 7a. Tegundasamsetning þörungna, þéttleiki (fjöldi í lítra) og lífþyngd (mg/m³) 18. maí 2010 á stöð 2 í Þingvallavatn.

FLOKKUNAREINING	5 m		10 m		25 m		35 m	
	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³
DIATOMEA – Kísilþörungar	710.174	9.079	932.529	8.246	746.477	9.094	364.162	11.351
<i>Achnanthes minutissima</i> Kuetzing	2.269	0						
<i>Asterionella formosa</i> Hansall	190.590	65	276.809	106	245.044	97	58.992	23
<i>Aulacoseira islandica</i> (O. Müller) Simonsen	11.345	171			6.807	114	2.269	143
<i>Aulacoseira islandica</i> f. <i>curvata</i> (Ehrenberg) O. Müller	163.363	8.476	167.901	7.894	133.867	8.553	131.598	11.018
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	36.303	217	15.882	41	36.303	196	20.420	130
<i>Epithemia adnata</i> (Kuetzing) Brebisson	2.269	19						
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	2.269	0	2.269	0			3.403	1
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières					2.269	9	1.134	0
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg					2.269	2		
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow					2.269	5	1.134	1
<i>Mastogloia smithii</i> Thwaites ex. W. Smith							1.134	0
<i>Navicula</i> tegund			4.538	9	2.269	1		
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kuetzing) W. Smith	4.538	1			4.538	1		
<i>Nitzschia</i> tegund (>50 µm)	9.076	3	20.420	6			1.134	0
<i>Nitzschia</i> tegund (18–50 µm)	11.345	2	15.882	2	34.034	2	1.134	0
<i>Rhizosolenia eriensis</i> H.L. Smith	2.269	1	2.269	1				
<i>Rhizosolenia longiseta</i> Ehrenberg	9.076	1	40.841	2	27.227	1	18.151	1
<i>Stephanodiscus alpinus</i> Hustedt	56.723	38	81.681	67	45.379	31	15.882	11
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kuetzing) Cleve & Mueller	157.917	60	241.414	93	145.211	56	83.497	17
<i>Stephanodiscus parvus</i> Stoermer & Hakansson	39.479	15	60.353	23	36.303	14	20.874	4
<i>Synedra</i> tegund (30–50 µm)					15.882	3	1.134	0
<i>Synedra</i> tegund (>50 µm)	9.076	3	2.269	1			1.134	0
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehr.	2.269	6			6.807	8		
<i>Synedra/Nitzschia</i> tegund (>50 µm)							1.134	0
CRYPTOPHYCEAE – Dulþörungar	15.882	4	18.151	3	34.034	8	9.076	2
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg					2.269	3		
<i>Katablepharis ovalis</i> Skuja			4.538	0	4.538	1		
<i>Rhodomonas lens</i> Pascher & Ruttner							1.134	1
<i>Rhodomonas minuta</i> Skuja	15.882	4	13.614	2	27.227	4	7.941	1
CHRYSOPHYCEAE – Gullþörungar	68.068	17	49.916	16	79.412	14	14.748	3
<i>Bicosoeca pulchra</i> Hilliard			2.269	4				
<i>Dicronema</i> cf. <i>vlkianum</i> Prauser	2.269	0			4.538	0	1.134	0
Ógr. nakin tegund (<i>Ochromonas/Chromulina</i>) - stór	61.261	17	43.110	12	68.068	14	12.479	3
Ógr., nakin tegund (<i>Ochromonas/Chromulina</i>) - lítill	4.538	0	4.538	0	6.807	0	1.134	0
HAPTOPHYTA – Haftþörungar	0	0	0	0	0	0	0	0
CHLOROPHYCEAE – Grænþörungar	40.841	394	54.454	338	20.420	173	7.941	96
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Kors	4.538	0	4.538	0	4.538	0		
<i>Cosmarium depressum</i> Nageli (Lund)							1.134	8
<i>Cosmarium</i> tegund							1.134	74
<i>Elakatothrix genevensis</i> (Reverdin) Hindak	2.269	0			2.269	0		
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komarkova-Legenerova	22.689	1	36.303	2	4.538	0	4.538	0
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komarkova-Legenerova			2.269	0				
<i>Mougeotia</i> tegund Agardh	11.345	393	11.345	335	6.807	171	1.134	14
<i>Oocystis solitaria</i> Wittrock					2.269	1		
DINOPHYCEAE – Skorupþörungar	4.538	5	6.807	8	4.538	30	0	0
<i>Glenodinium</i> tegund	2.269	3	2.269	5				
<i>Gymnodinium helveticum</i> Pen.					2.269	29		
<i>Gymnodinium ordinatum</i> Skuja	2.269	2	4.538	3	2.269	1		
CYANOBACTERIA – Blágrænar bakteríur	2.269	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limnothrix</i> tegund	2.269	0						
XANTHOPHYCEAE – Gullþörungar	0	0	0	0	0	0	0	0
EUGLENOPHYCEAE – Augnþörungar	0	0	0	0	0	0	0	0
Alls	841.772	9.499	1.061.858	8.610	884.881	9.319	395.927	11.452

Tafla 7b. Tegundasamsetning þörunga, þéttleiki (fjöldi í lítra) og lífþyngd (mg/m³) 30. ágúst 2010 á stöð 2 í Þingvallavatni.

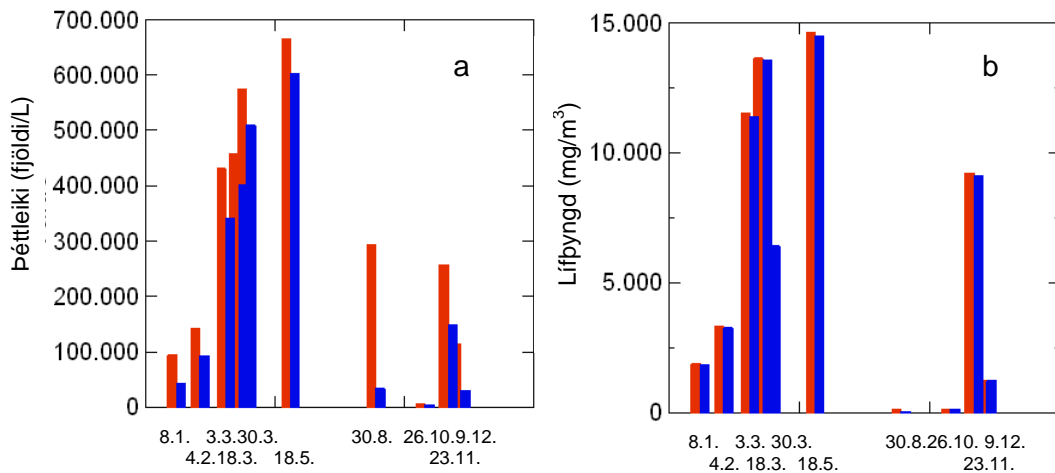
FLOKKUNAREINING	5 m		10 m		25 m		35 m	
	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³
DIATOMEA – Kisilþörungar	14.748	29	18.151	84	103.236	1.708	91.891	1.951
<i>Achnanthes minutissima</i> Kuetzing							4.538	0
<i>Asterionella formosa</i> Hansall	3.403	1	3.782	1	6.807	9	1.134	3
<i>Aulacoseira islandica</i> (O. Müller) Simonsen							3.403	100
<i>Aulacoseira islandica</i> f. <i>curvata</i> (Ehrenberg) O. Müller	1.134	18	3.025	74	35.168	1.624	27.227	1.761
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	3.403	7	1.513	2	22.689	56	28.362	83
<i>Cocconeis pacentula</i> Eherenberg							1.134	1
<i>Cymbella</i> tegund	1.134	1			1.134	2		
<i>Epithemia adnata</i> (Kuetzing) Brebisson			756	1				
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	1.134	1			5.672	2	1.134	0
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres					1.134	0		
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow							1.134	1
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehrenberg) de Toni			756	2				
<i>Navicula</i> tegund			756	0				
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kuetzing) W. Smith	1.134	0						
<i>Nitzschia</i> tegund (>50 µm)							1.134	0
<i>Nitzschia</i> tegund (18–50 µm)	1.134	0						
<i>Rhizosolenia eriensis</i> H.L. Smith							1.134	0
<i>Rhizosolenia longiseta</i> Ehrenberg					3.403	0	5.672	0
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller					1.134	1		
<i>Stephanodiscus alpinus</i> Hustedt			756	1	3.403	2		
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kuetzing) Cleve & Mueller	908	0	5.445	2	16.336	6	8.168	1
<i>Stephanodiscus parvus</i> Stoermer & Hakansson	227	0	1.361	1	4.084	2	2.042	0
<i>Synedra</i> tegund (>50 µm)					1.134	0	4.538	1
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehr.					1.134	3		
<i>Synedra/Nitzschia</i> tegund (36–50 µm)							1.134	0
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kuetzing	1.134	1						
CRYPTOPHYCEAE – Dulþörungar	21.555	4	95.295	15	54.454	8	2.269	2
<i>Cryptomonas marsonii</i> Skuja							1.134	1
Cryptophyte tegund	11.345	2						
<i>Katablepharis ovalis</i> Skuja	1.134	0	756	0	4.538	0	1.134	0
<i>Rhodomonas minuta</i> Skuja	9.076	1	94.539	15	49.916	8		
CHRYSTOPHYCEAE – Gullþörungar	29.496	2	27.983	5	20.420	3	7.941	1
<i>Dicronema</i> cf. <i>vlkianum</i> Prauser	7.941	0			6.807	0	1.134	0
<i>Dinobryon bavaricum</i> Imhof	1.134	0	3.025	1				
<i>Dinobryon bavaricum</i> var. <i>medium</i> (Lemmermann) Krieger	2.269	0	3.025	1			1.134	0
<i>Dinobryon</i> tegund (stakar frumur, e. <i>loose monad</i>)	3.403	1	2.269	1				
<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>stipitatum</i> (Stein) Lemmermann			756	0	1.134	0		
Ógr. nakin tegund (<i>Ochromonas/Chromulina</i>) - stór			12.101	3	7.941	2	2.269	1
Ógr., nakin tegund (<i>Ochromonas/Chromulina</i>) - lítil	14.748	0	6.807	0	4.538	0	3.403	0
HAPTOPHYTA – Haftþörungar	6.807	0	0	0	1.134	0	0	0
CHLOROPHYCEAE – Grænþörungar	18.151	8	30.252	4	7.941	1	4.538	5
<i>Ankyra lanceolata</i> (Kors) Fott	6.807	0	10.588	0	3.403	0		
<i>Monoraphidium braunii</i> Naegeli	1.134	0	756	0			1.134	0
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komarkova-Legererova			3.025	0	1.134	0	1.134	0
<i>Oocystis borgei</i> Snow	2.269	4	3.025	3				
<i>Oocystis parva</i> W. & G.S. West	7.941	3	12.857	1	3.403	1		
<i>Oocystis pusilla</i> Hansgörg							1.134	0
<i>Staurastrum</i> tegund							1.134	5
DINOPHYCEAE – Skorupþörungar	4.538	5	0	0	0	0	1.134	68
<i>Gymnodinium helveticum</i> Pen.							1.134	68
<i>Gymnodinium ordinatum</i> Skuja	4.538	5						
CYANOBACTERIA – Blágrænar bakteirur	1.134	0	756	0	1.134	6	0	0
<i>Anabaena</i> tegund	1.134	0						
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. & G.S. West			756	0				
<i>Oscillatoria</i> tegund					1.134	6		
XANTHOPHYCEAE – Gulþörungar	0	0	0	0	0	0	0	0
EUGLENOPHYCEAE – Augnþörungar	0	0	0	0	0	0	0	0
Alls	96.429	48	172.438	109	188.320	1.726	107.773	2.027

Tafla 7c. Tegundasamsetning þörunga, þéttleiki (fjöldi í lítra) og líffþyngd (mg/m³) 26. október 2010 á stöð 2 í Þingvallavatni. Sýni af 25 m misfórst.

FLOKKUNAREINING	5 m		10 m		25 m		35 m	
	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³
DIATOMEA – Kísilþörungar	63.530	2.242	77.143	1.351			154.287	5.266
<i>Asterionella formosa</i> Hansall	9.076	6	18.908	20			13.614	25
<i>Aulacoseira islandica</i> (O. Müller) Simonsen	0	0	5.294	83			4.538	29
<i>Aulacoseira islandica</i> f. <i>curvata</i> (Ehrenberg) O. Müller	48.782	2.233	35.546	1.232			113.446	5.193
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen			3.782	12			5.672	11
<i>Epithemia adnata</i> (Kuetzing) Brebisson							1.134	4
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	1.134	1					3.403	2
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	0	0					1.134	1
<i>Gomphonema</i> tegund	0	0	1.513	1			1.134	0
<i>Navicula</i> tegund			756	0				
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kuetzing) W. Smith			756	0				
<i>Nitzschia</i> tegund (>50 µm)							1.134	0
<i>Stephanodiscus alpinus</i> Hustedt			756	1			1.134	1
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kuetzing) Cleve & Mueller	3.630	1	7.261	1			5.445	1
<i>Stephanodiscus parvus</i> Stoermer & Hakansson	908	0	1.815	0			1.361	0
<i>Synedra</i> tegund (>50 µm)							1.134	0
<i>Synedra/Nitzschia</i> tegund (>50 µm)			756	0				
CRYPTOPHYCEAE – Dulþörungar	54.454	14	36.303	14			68.068	13
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg			1.513	3			1.134	2
<i>Cryptomonas marsonii</i> Skuja							1.134	1
<i>Cryptomonas reflexa</i> Skuja	2.269	6	2.269	5				
<i>Katablepharis ovalis</i> Skuja	0	0					1.134	0
<i>Rhodomonas minuta</i> Skuja	52.185	8	32.521	5			64.664	10
CHRYSOPHYCEAE – Gullþörungar	10.210	2	9.076	1			13.614	3
<i>Dicronema</i> cf. <i>vlkianum</i> Prauser	0	0	3.782	0			2.269	0
Ógr. nakin tegund (<i>Ochromonas/Chromulina</i>) - stór	7.941	2	3.025	1			9.076	3
Ógr., nakin tegund (<i>Ochromonas/Chromulina</i>) - lítill	2.269	0	2.269	0			2.269	0
HAPTOPHYTA – Haftþörungar	0	0	0	0			0	0
CHLOROPHYCEAE – Grænþörungar	1.134	0	3.025	2			3.403	49
<i>Ankyra lanceolata</i> (Kors) Fott			1.513	0				
<i>Cosmarium depressum</i> Nageli (Lund)							1.134	10
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komarkova-Legenerova			756	0				
<i>Mougeotia</i> tegund Agardh							1.134	37
<i>Oocystis borgei</i> Snow							1.134	1
<i>Oocystis gigas</i> Archer			756	2				
<i>Oocystis parva</i> W. & G.S. West	1.134	0						
DINOPHYCEAE – Skorupþörungar	2.269	32	0	0			1.134	14
<i>Gymnodinium helveticum</i> Pen.	0	0					1.134	14
CYANOBACTERIA – Blágrænar bakteirur	0	0	0	0			0	0
XANTHOPHYCEAE – Gulþörungar	0	0	0	0			0	0
EUGLENOPHYCEAE – Augnþörungar	0	0	0	0			0	0
Alls	131.598	2.291	125.547	1.368			240.505	5.345

Tafla 7d. Tegundasamsetning þörunga, þéttleiki (fjöldi í lítra) og lífþyngd (mg/m³) 23. nóvember 2010 á stöð 2 í Þingvallavatni.

FLOKKUNAREINING	5 m		10 m		25 m		35 m	
	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³	Fjöldi/l	mg/m ³
DIATOMEA – Kísilþörungar	85.085	3.715	114.581	3.870	156.556	4.936	98.698	2.957
<i>Achnanthes subatomoides</i> (Hustedt) Lange-Bertalot					1.134	5		
<i>Amphipleura pellucida</i> Kuetzing					21.555	47		
<i>Asterionella formosa</i> Hansall	10.210	11	17.017	25			15.882	26
<i>Aulacoseira islandica</i> (O. Müller) Simonsen					110.043	4.829		
<i>Aulacoseira islandica</i> f. <i>curvata</i> (Ehrenberg) O. Müller	58.992	3.685	87.354	3.835	17.017	44	58.992	2.895
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	5.672	15	0	0			13.614	30
<i>Eunotia</i> tegundir					3.403	1		
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	1.134	1	5.672	8			2.269	3
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres							1.134	1
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow							1.134	0
<i>Gomphonema</i> tegund							1.134	1
<i>Stephanodiscus alpinus</i> Hustedt					908	0		
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kuetzing) Cleve & Mueller	4.538	2	3.630	1	227	0	3.630	1
<i>Stephanodiscus parvus</i> Stoermer & Hakansson	1.134	0	908	0			908	0
<i>Synedra</i> tegund (>50 µm)	2.269	1			2.269	9		
<i>Synedra/Nitzschia</i> tegund (>50 µm)	1.134	0						
CRYPTOPHYCEAE – Dulþörungar	21.555	5	90.757	24	55.589	11	38.572	6
<i>Cryptomonas reflexa</i> Skuja			5.672	10	1.134	2		
<i>Katablepharis ovalis</i> Skuja	2.269	0					1.134	0
<i>Rhodomonas lens</i> Pascher & Ruttner					2.269	1		
<i>Rhodomonas minuta</i> Skuja	19.286	4	85.085	13	52.185	8	37.437	6
CHRYSOPHYCEAE – Gullþörungar	12.479	2	5.672	1	19.286	3	7.941	1
<i>Dicronema</i> cf. <i>vlkianum</i> Prauser	3.403	0			1.134	0	3.403	0
Ógr. nakin tegund (<i>Ochromonas/Chromulina</i>) - stór	6.807	2	4.538	1	14.748	3	3.403	1
Ógr., nakin tegund (<i>Ochromonas/Chromulina</i>) - lítill	2.269	0	1.134	0	3.403	0	1.134	0
HAPTOPHYTA – Haftþörungar	0	0	0	0	0	0	0	0
CHLOROPHYCEAE – Grænþörungar	6.807	2	0	0	4.538	16	3.403	10
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Kors	1.134	0						
<i>Cosmarium depressum</i> Nageli (Lund)							1.134	9
<i>Elakatothrix genevensis</i> (Reverdin) Hindak							1.134	0
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komarkova-Legenerova					1.134	0		
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komarkova-Legenerova					1.134	0		
<i>Mougeotia</i> tegund Agardh					1.134	16		
<i>Oocystis borgei</i> Snow							1.134	1
<i>Oocystis parva</i> W. & G.S. West	3.403	1	0	0				
<i>Oocystis pusilla</i> Hansgirg					1.134	0		
<i>Schroderia setigera</i> (Schroed.) Lemmermann	1.134	0						
<i>Staurastrum paradoxum</i> Meyen	1.134	2						
DINOPHYCEAE – Skorupþörungar	0	0	0	0	1.134	51	0	0
<i>Gymnodinium helveticum</i> Pen.					1.134	51		
CYANOBACTERIA – Blágrænar bakteirur	0	0	0	0	0	0	1.134	0
<i>Anabaena</i> tegund							1.134	0
XANTHOPHYCEAE – Gulþörungar	0	0	0	0	0	0	0	0
EUGLENOPHYCEAE – Augnþörungar	0	0	0	0	0	0	0	0
Alls	125.925	3.725	211.010	3.895	237.102	5.018	149.748	2.974



Mynd 9. Heildarþéttleiki (a) og heildarlífþyngd (b) svifþörunga (rauðar súlur) á stöð 4 við efra útfall Þingvallavatns eftir sýnatökudögum árið 2010. Bláar súlur sýna þéttleika og lífþyngd kísilþörunga.

Fjöldi tegunda og tegundasamsetning svifþörunga á stöð 4 (tafla 7e) var nær hin sama og á stöð 2 (tafla 7a–d). Alls voru greindar 36 flokkunarfræðieiningar af kísilþörungum á stöð 4 en 32 á stöð 2. Á meðal kísilþörunga fundust sjö tegundir á stöð 4 en ekki á stöð 2 og fjórar tegundir fundust á stöð 2 en ekki á stöð 4. Meðal gullþörunga fundust fjórar tegundir á stöð 4 en ekki á stöð 2 og tvær tegundir fundust á stöð 2 en ekki á stöð 4. Meðal skorubörunga fundust tvær tegundir á stöð 4 en ekki á stöð 2. Í öðrum þörungahópum var jafnmikið af tegundum á hvorri stöð fyrir sig.

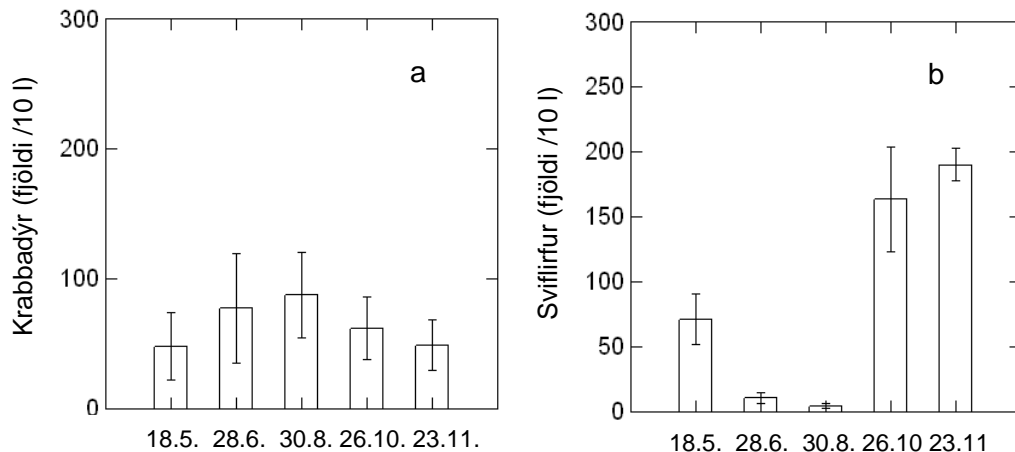
Líkt og gildi um sýnatöku á blaðgrænu-a á stöð 4 (mynd 6) stóð sýnataka á svifþörungum fyrir tegundagreiningu á þeirri stöð einnig yfir lungan úr árinu, þ.e. alls tíu sýnatökur á tímabilinu 8.1.–9.12.2010 (tafla 7e). Slík sýnataka veitir upplýsingar um árstíðabundnar breytingar meðal þörunganna. Af mynd 9 má ráða að frumframleiðsla í Þingvallavatni hófst mjög snemma árs 2010 og náði líklega hámarki í lok mars. Hún hélst mikil áfram út vorið en upp úr því dalaði hún og náði lágmarki síðsumars og hélst lítil út október. Í byrjun nóvember náði framleiðslan sér aftur á strik tímabundið, mjög líklega vegna vindknúinnar blöndunar vatns og aukins aðgangs að næringarefnum. Um miðjan desember var frumframleiðslan komin á svipað ról og í upphafi ársins.

Kísilþörungar voru allsráðandi á stöð 4 meira eða minna allt árið (mynd 9, tafla 7e), einkanlega með hliðsjón af lífþyngd þar sem hlutdeild þeirra var 98–99% í öll skipti nema í ágúst en þá datt hún niður í 48%. Blómaskeið dulþörunga var seinnihluta ársins, þ.e. frá ágústlokum til loka nóvember. Aðrir þörungahópar uxu nokkuð jafnt yfir allt tímabilið. Samanburður á gögnum frá stöð 4 sem byggjast annars vegar á reiknaðri heildarlífþyngd svifþörunga (mynd 9b) og hins vegar á mældu magni blaðgrænu-a (mynd 6) leiðir í ljós að ferlar þessara tveggja breyta á þörungamagni eru mjög áþekkir. Það eykur tiltrú á ágæti beggja aðferða til að fylgljast með þörungamagni.

3.5 Svifdýr

Alls voru greindar sex tegundir og flokkunareiningar af krabbadýrum (tafla 8). Þar af voru fjórar tegundir af vatnaflóm (Cladocera), þ.e. gárafló (*Alonella nana*), hjálmfló (*Acroperus harpae*), ranafló (*Bosmina coregonii*) og halafló (*Daphnia galeata*), auk a.m.k. þriggja tegunda af árfætlum (Copepoda), þ.e. dílategund (*Diaptomus*) og augndíli (*Cyclops* tegundir) ásamt sviflirfustigi árfætlanna (nauplius). Þetta eru sömu tegundir og flokkunareiningar og fundust árin 2008 og 2009 að kúlufló (*Chydorus sphaericus*) undanskilinni, en almennt hefur hún verið fágæt í sýnum úr Þingvallavatni.

Þéttleiki fullorðinna krabbadýra á stöð 2 lék á bilinu 0–258 dýr/10 l og var að jafnaði 73 dýr/10 l ($\pm 12,8$, $n = 25$) yfir allt tímabilið. Þetta er álíka þéttleiki og verið hefur á stöð 2 sl. þrjú ár. Eins og fyrri ár óx þéttleiki fullorðinna krabba frá vori og fram í byrjun hausts en dalaði síðan er líða tók á veturinn (mynd 10a). Langmestur þéttleiki fullorðinna krabbadýra var að jafnaði á 10 m dýpi (tafla 8) og skar það dýpi sig marktækt frá hinum fjórum dýpunum ($F_{4,20} = 4,382$, $P = 0,010$, $R^2 = 0,683$). Eins og búast mátti við var mikið um sviflirfur árfætlanna að vori en lítið yfir sumarið þegar ungviðið hafði vaxið og þroskast í fullorðin dýr (mynd 10b). Síðla hausts óx þéttleiki sviflirfanna aftur í kjölfarið á klaki eggja hjá fullorðnu árfætlunum.



Mynd 10. Þéttleiki fullorðinna krabbadýra (a) og sviflirfa (nauplius) meðal árfætlna (b) á stöð 2 árið 2010. Hver súla sýnir meðaltal (\pm st.sk.) fimm dýpa (1, 5, 10, 25 og 35 m).

Fjórar tegundir svifkrabba voru ráðandi (tafla 8). Í maí bar mest á *Cyclops* augndílum (94% af heildarþéttleika fullorðinna krabbadýra) og þá var þéttleiki þeirra mestur miðað við aðra mældidaga. Fyrrihluta sumars (júní–júlí) réðu *Diaptomus* árfætlur ríkjum (um 65% af heildarþéttleika seint í júní), en síðsumars og langt fram eftir hausti bar mest á halaflónni *D. galeata* (58–85%) og *Diaptomus* (5–32%).

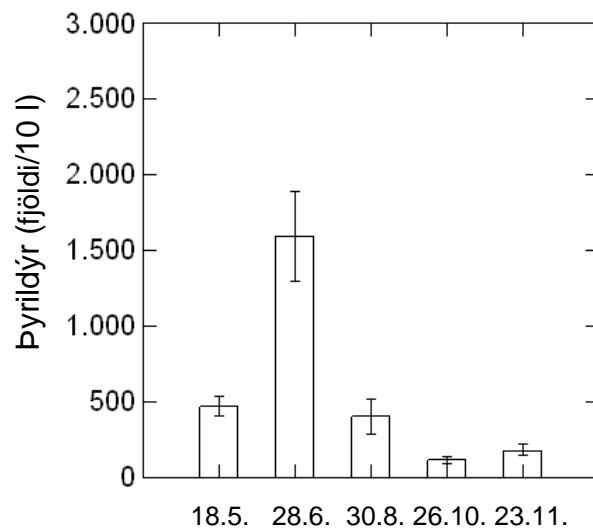
Eins og fyrri ár var þéttleiki krabbadýra á stöð 4 við stíflugarð Steingrímssstöðvar úr takt og oftast umtalsvert minni miðað við þéttleikann á sýnastöðvunum úti í vatnsbolnum (tafla 8). Nokkuð einsýnt er að útfallið hentar ekki sem sýnatökustaður fyrir krabbadýr hvað sem líður öðrum þáttum.

Tafla 8. Tegundasamsetning krabbadýra (Crustacea) og þéttleiki (fjöldi einstaklinga í 10 lítrum) í Þingvallavatni árið 2010. Meðaltöl, st.sk. (staðalskekkja) og Gm. (geómetrískt meðaltal) eru reiknuð fyrir stöð 2 úti í vatnsbolnum.

Dags.	Stöð	Dýpi m	<i>Alonella nana</i>	<i>Acroporus harpae</i>	<i>Bosmina coregonii</i>	<i>Daphnia galeata</i>	<i>Diaptomus</i> tegund	<i>Cyclops</i> tegundir	Sviflirfur (nauplius)	Alls (± nauplius)
18.5.10	2	1						3	11	3
"	"	5						39	116	39
"	"	10			1	6	2	111	83	120
"	"	25		1		3	1	77	71	1
"	"	35				4		71	74	76
Meðaltal										48
St.sk.										22.6
Gm.										16
28.6.10	2	1							1	0
"	"	5					23		11	23
"	"	10				10	248		23	258
"	"	25				19	8	59	12	86
"	"	35				6	1	57	7	63
"	4	~1,0					33	1	4	34
Meðaltal										86
St.sk.										45.5
Gm.										32
30.8.10	2	1				1	30		1	31
"	"	5				51	73	2	1	127
"	"	10			2	162	39	4	2	208
"	"	25			2	70	17	2	9	91
"	"	35			13	13	4	23	9	54
"	4	~1,0				2	12			14
Meðaltal										102
St.sk.										31
Gm.										84
26.10.10	2	1	1		1	3	7		24	12
"	"	5				94	13	4	191	112
"	"	10	1		1	120	12	7	186	141
"	"	25			2	27	9	14	221	52
"	"	35			6	11	10	12	196	39
"	4	~1,0			3	6	6		169	14
Meðaltal										71
St.sk.										24
Gm.										52
23.11.10	2	1	1		1	96	2	3	166	103
"	"	5				92	6	4	173	102
"	"	10				24	1	10	180	36
"	"	25			1	16	2	9	222	28
"	"	35			2	9	2	4	209	18
"	4	~1,0			2	2	1	1	231	7
Meðaltal										57
St.sk.										19
Gm.										45

Á meðal þyrildýra voru 14 tegundir greindar auk hóps með ógreindum þyrildýrum (tafla 9). Langmest var af þyrildýrum á sýnatökudeginum 26. júní og skar sá dagur sig marktækt frá öðrum sýnatökudögum ($F_{4,20}=33,25$, $R^2=0,93$, $P<<0,001$) (mynd 11, tafla 9). Í júní þegar heildarþéttleiki þyrildýra var mestur bar langmest á fjaðrabýrlum (*Polyarthra*) og var hlutdeild þeirra af heildarþéttleika þá um 85%. Af öðrum þyrildýrum sem eitthvað kvað að, einkum um vorið eða seint um haustið, má nefna spaðabýrlur (*Keratella cochlearis*), pokaþýrlur (*Asplanchna priodonta*), skottþýrlur (*Trichocerca*) og spjótþýrlur (*Filina terminalis*).

Þéttleiki þyrildýra á stöð 2 mældist 18–2486 dýr 10 L^{-1} (tafla 9) og að meðatali 592 dýr/10 l ($\pm 134,3$, $n = 25$) yfir allt tímabilið. Þéttleikatölur árið 2010 voru svipaðar því sem mælst hefur fyrri þrjú ár.



Mynd 11. Þéttleiki þyrildýra (fjöldi einstaklinga í 10 lítrum) í vatnsbol Þingvallavatns árið 2010. Hver súla sýnir meðaltal (\pm st.sk.) af fimm dýpum (1, 5, 10, 25 og 35 m). Sjá töflu 9 til frekari glöggvunar.

Tafla 9. Tegundasamsetning þyrildýra (Rotifera) og þéttleiki (fjöldi einstaklinga í 10 lítrum) í Þingvallavatni árið 2010. Meðaltöl, st.sk. (staðalskekkja, s.e.m.) og Gm. (geómetrískt meðaltöl) eru reiknuð fyrir stöð 2 úti í vatnsbolnum.

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> teg.	<i>Trichocerca</i> teg.	<i>Trichotria</i> teg.	<i>Filinia terminalis</i>	<i>Notholca foliacea</i>	<i>Notholca squamula</i>	<i>Synchaeta</i> teg.	<i>Ploesoma</i> tegundir	Þyrildýr-ógreind	Alls
18.5.10	2	1		9	52	36	62	80			9					36	283
"	"	5			71	36	53	160			62	9				44	436
"	"	10			80	44	89	213			80					9	516
"	"	25		9	66	44	178	240			62					27	626
"	"	35			59	53	89	169			80		9			36	494
Meðaltal																	
St.sk.																	
Gm.																	
28.6.10	2	1						1591									1591
"	"	5				40		1609								40	1689
"	"	10		27		258		818								9	1111
"	"	25		80	261	124		1991			27				2		2486
"	"	35		98	289	36	102	1378			133						2036
"	4	~1,0		62		18		569									649
Meðaltal																	
St.sk.																	
Gm.																	
30.8.10	2	1		53		36		89						89		9	276
"	"	5		80		0		71						80		18	249
"	"	10		44		36		116						44	3	9	252
"	"	25		98		151		240			142			9	7	9	656
"	"	35		320	6	249		89			116				3	27	809
"	4	~1,0				53		44						62	1	18	179
Meðaltal																	
St.sk.																	
Gm.																	
26.10.10	2	1						9						9			18
"	"	5				22		31	27		1			22		13	117
"	"	10	17			30		50	22		8			26		8	160
"	"	25		7		46	2	17	22		26			7		7	132
"	"	35		3		42	2	20	18		21			10	4	10	131
"	4	~1,0		7		54		21	16		9			30		18	155
Meðaltal																	
St.sk.																	
Gm.																	
23.11.10	2	1	1	4		53		40			9			4		2	114
"	"	5	1			30		16	60		7		1	1		14	130
"	"	10	1		4	49		18	71		4	4				13	166
"	"	25		1		43		14	84		16			4		7	170
"	"	35		3	1	39	3	10	78		3			7		14	159
"	4	~1,0	1	2	1	36	1	11	239	1	16	1	1	8		24	342
9.12.10	"	"	1	2		59		158	19		3			87		46	374
Meðaltal																	
St.sk.																	
Gm.																	

3.6 Murta

Haustið 2010 veiddust alls 382 bleikjur en enginn urriði (tafla 10a). Fjöldahlutdeild murtu var 90,8%, dvergbleikju 5,7% og kuðungableikju 3,5%. Hlutdeild murtu eftir möskvastærðum árið 2010 var með svipuðu móti og á árunum 2007–2009 (tafla 10b–d).

Tafla 10a–d. Fjöldi veiddra fiska og hundraðshlutdeild af fjölda eftir tegundum og bleikjuafbrigðum í Þingvallavatni. (a) 6.–7. október 2010 (4 net x 10 m x 1,5 m = 60m²), (b) 6.–7. október 2009 (4 net x 10 m x 1,5 m = 60 m²), (c) 11.–12. október 2008 (4 net x 10 m x 1,5 m = 60 m²) og (d) 10.–11. október 2007 (4 net x 15 m x 1,5 m = 90 m²).

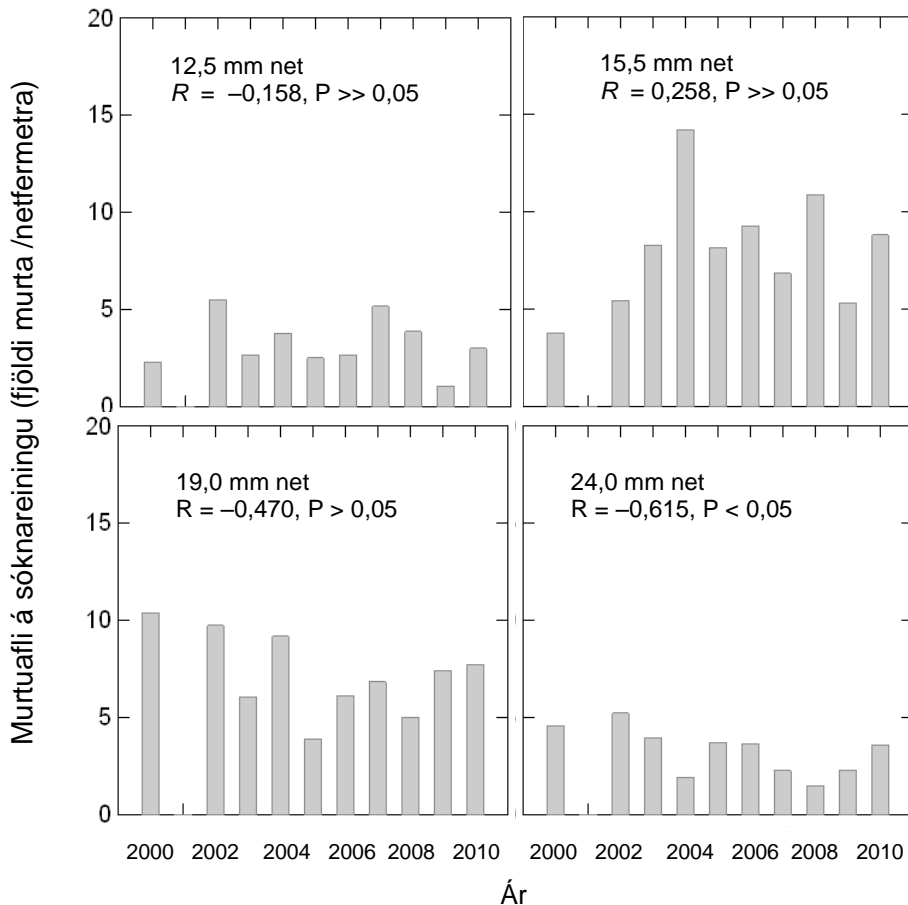
a 2010	Möskvastærð (mm)								Alls fjöldi
	12,5		15,5		19,0		24,0		
	Fjöldi	%	Fjöldi	%	Fjöldi	%	Fjöldi	%	
Murta	45	11,8	132	34,6	116	30,4	54	14,1	347
Dvergbleikja	11	2,9	7	1,8	3	0,8	1	0,3	22
Kuðungableikja	6	1,6	6	1,6	1	0,3		0,0	13
Sílablekja									0
Urriði									0
Alls	62	16,2	145	38,0	120	31,4	55	14,4	382

b 2009	Möskvastærð (mm)								Alls fjöldi
	12,5		15,5		19,0		24,0		
	Fjöldi	%	Fjöldi	%	Fjöldi	%	Fjöldi	%	
Murta	16	6,5	80	32,4	111	44,9	34	13,8	241
Dvergbleikja	3	1,2	2	0,8					5
Kuðungableikja									0
Sílablekja							1	0,4	1
Urriði									0
Alls	19	7,7	82	33,2	111	44,9	35	14,2	247

c 2008	Möskvastærð (mm)								Alls fjöldi
	12,5		15,5		19,0		24,0		
	Fjöldi	%	Fjöldi	%	Fjöldi	%	Fjöldi	%	
Murta	58	16,7	163	47,0	75	21,6	22	6,3	318
Dvergbleikja	10	2,9	11	3,2		0,0	1	0,3	22
Kuðungableikja	2	0,6	1	0,3		0,0	1	0,3	4
Sílablekja							3		3
Urriði									0
Alls	70	20,2	175	50,4	75	21,6	27	6,9	347

d 2007	Möskvastærð (mm)								Alls fjöldi
	12,5		15,5		19,0		24,0		
	Fjöldi	%	Fjöldi	%	Fjöldi	%	Fjöldi	%	
Murta	116	22,7	154	30,1	154	30,1	51	10,0	475
Dvergbleikja	9	1,8	7	1,4			1	0,2	17
Kuðungableikja	10	2,0	2	0,4	2	0,4	2	0,4	16
Sílablekja							2	0,4	2
Urriði							1	0,2	1
Alls	135	26,4	163	31,9	156	30,5	57	11,2	511

Vísbendingar eru um að stórum murtum hafi fækkað á síðastliðnum áratug (mynd 12). Þetta kemur fram í marktæku neikvæðu sambandi milli sýnatökuára og murtuafla í net með 24,0 mm möskvastærð. Svipuð tilhneiging á sér stað í murtuafla í net með 19,0 mm möskva, en sambandið er á mörkum þess að vera tölfræðilega marktækt. Þessi vísbending um fækkun stórrar murtu var heldur sterkari á síðasta ári en nú.

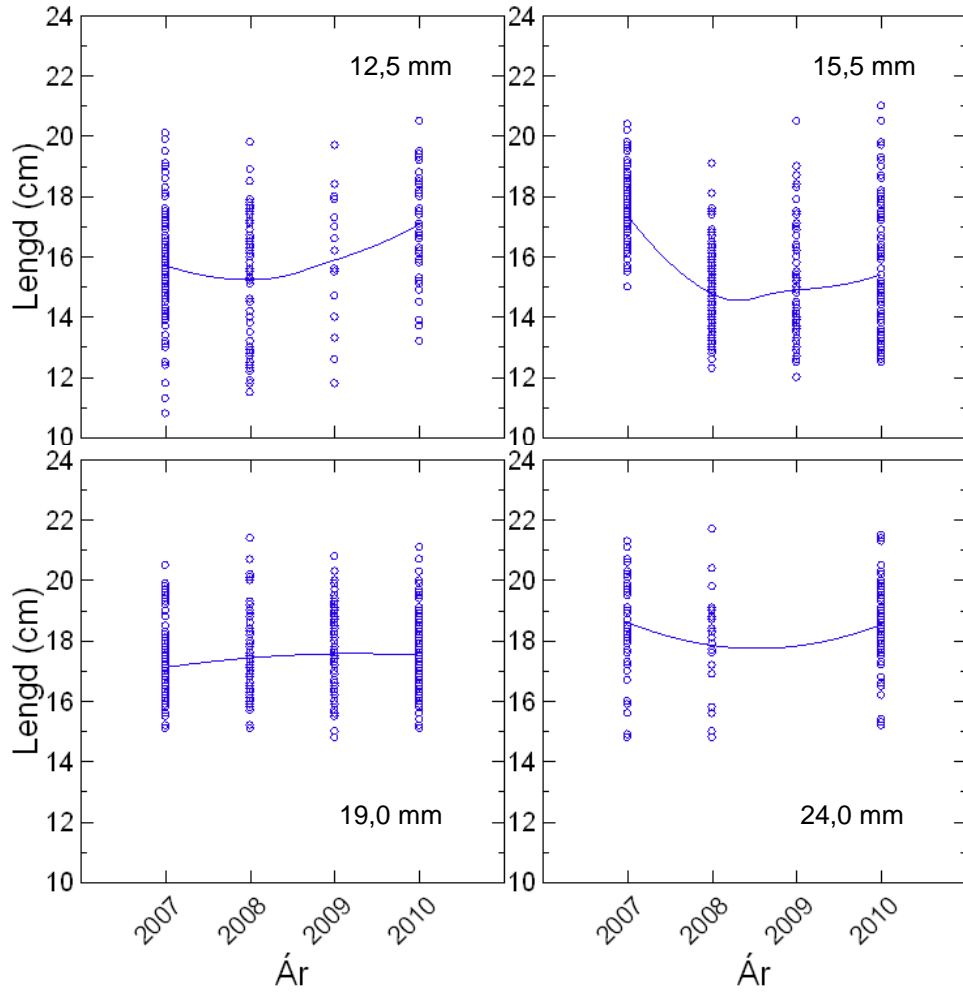


Mynd 12. Murtuafla á sóknareiningu í vöktun Þingvallavatns á árunum 2000 og 2002–2010. Sýndur er heildarfjöldi veiddra murta í hvern fermetra nets með möskvastærðunum 12,5 mm, 15,5 mm, 19,0 mm og 24,0 mm. Veiðar féllu niður árið 2001. R er Pearsons fylgnistuðull milli afla á sóknareiningu og ára (n = 10).

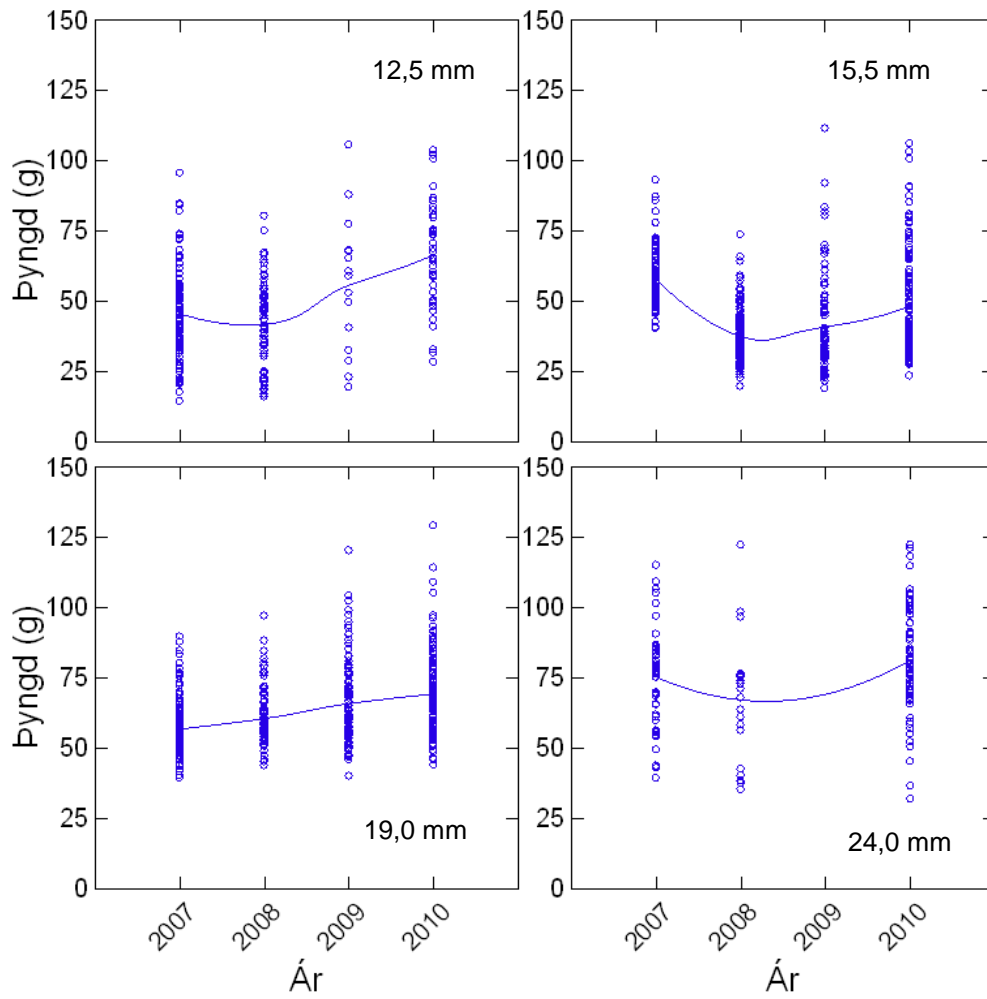
Niðurstöður mælinga á lengd og þyngd murta eru birtar í töflu 11 og myndum 13 og 14. Aldursgreiningar á murtum frá 2007–2009 liggja fyrir en eftir er að greina aldur murta sem veiddist 2010. Nánari grein verður gerð fyrir þessum atriðum í samantektarskýrslu sem væntanleg er á næsta ári og veita mun yfirlit yfir þróun mála síðan 2007.

Tafla 11. Lengd (cm) og þyngd murtu í vöktunarverkefni Þingvallavatns. Raðað eftir möskvastærð (mm) neta. Mtal = meðaltal, st.sk. = staðalskekkja (s.e.m.), lág = lágmark og hám = hámark. Gögn úr 24 mm netmöska frá 2009 liggja ekki fyrir.

Möskvi	Ár	Lengd (cm)				Þyngd (g)				Fjöldi		
		Mtal	st.sk.	lág	hám	Mtal	st.sk.	lág	hám	Hæng	Hrygn	Alls
12,5	2007	15,7	0,18	10,8	20,1	45,6	1,44	14,4	95,5	74	42	116
"	2008	15,2	0,27	11,5	19,8	41,8	2,12	16,0	80,2	48	11	59
"	2009	15,9	0,59	11,8	19,7	55,8	6,30	19,4	105,5	8	7	15
"	2010	17,1	0,25	13,2	20,5	66,5	2,70	28,3	103,6	41	4	45
15,5	2007	17,4	0,12	15,0	20,4	57,8	1,01	40,3	93,0	65	37	102
"	2008	14,8	0,10	12,3	19,1	37,5	0,75	19,7	73,6	113	46	159
"	2009	14,9	0,19	12,0	20,5	40,8	2,00	18,9	111,3	67	12	79
"	2010	15,4	0,17	12,5	21,0	48,2	1,61	23,4	106,0	126	4	130
19,0	2007	17,1	0,09	15,1	20,5	56,8	0,76	39,4	89,6	111	44	155
"	2008	17,4	0,15	15,1	21,4	60,6	1,24	43,7	97,0	46	30	76
"	2009	17,6	0,12	14,8	20,8	65,9	1,39	40,0	120,2	64	47	111
"	2010	17,5	0,12	15,1	21,1	69,3	1,42	44,0	129,0	100	16	116
24,0	2007	18,6	0,23	14,8	21,3	75,3	2,78	39,3	115,0	24	25	49
"	2008	17,9	0,38	14,8	21,7	67,2	1,24	35,2	122,1	13	9	22
"	2009											
"	2010	18,6	0,18	15,2	21,5	81,4	2,28	31,9	122,2	54	16	70



Mynd 13. Lengd (klauf lengd, cm) murta eftir möskvastærð neta (mm legg í legg) í vöktunarverkefni Þingvallavatns. Vegnar línur eru dregnar milli mæligilda með aðferð minnstu kvaðrata (DWLS). Gögn úr 24 mm netmökva frá 2009 liggja ekki fyrir.



Mynd 14. Þyngd (votvigt, g) murta eftir möskvastærð neta (mm legg í legg) í vöktunarverkefni Þingvallavatns. Vegnar línur eru dregnar milli mæligilda með aðferð minnstu kvaðrata (DWLS). Gögn úr 24 mm netmökva frá 2009 liggja ekki fyrir.

4. Heimildir

- 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.
- Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gíslason. 2008. Efnasamsetning Þingvallavatns 2007. Raunvísindastofnun Háskólans, Reykjavík. RH-09-2008. 15 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gíslason. 2009. Efnasamsetning Þingvallavatns 2007–2008. Raunvísindastofnun Háskólans, Reykjavík. RH-07-2009. 20 bls.
- Eydís Salome Eiríksdóttir og Sigurður Reynir Gíslason. 2011. Efnasamsetning Þingvallavatns 2007–2010. Raunvísindastofnun Háskólans, Reykjavík. RH-07-2011. 25 bls.
- Hamilton, P. 1990. The revised edition of a computerized counter for plankton, periphyton and sediment diatom analysis. *Hydrobiologia* 194: 23–30.
- Hákon Aðalsteinsson og Pétur M. Jónasson. 2002. Svifið og forsendur lífs í vatnsbolnum. Í: Pétur M. Jónasson og Páll Hersteinsson (ritstj.): Þingvallavatn . Undraheimur í mótun. Bls. 144–158. Mál og menning, Reykjavík.
- Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson, Haraldur Rafn Ingvason og Stefán Már Stefánsson. 2008. Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Gagnaskýrsla fyrir árið 2007. Verkbáttur nr. 2: Lífríki og efna- og eðlisþættir í vatnsbol. Fjölrit nr. 2-08. 38 bls. (English summary).
- Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson, Haraldur Rafn Ingvason og Stefán Már Stefánsson. 2009. Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Gagnaskýrsla fyrir árið 2008. Verkbáttur nr. 2: Lífríki og efna- og eðlisþættir í vatnsbol. Fjölrit nr. 2-09. 35 bls. (English summary).
- Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson, Haraldur Rafn Ingvason og Stefán Már Stefánsson. 2010. Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Gagnaskýrsla fyrir árið 2009. Verkbáttur nr. 2: Lífríki og efna- og eðlisþættir í vatnsbol. Fjölrit nr. 2-09. 35 bls. (English summary).
- Ingi Rúnar Jónsson, Guðni Guðbergsson og Finnur Ingimarsson. 2009. Aldursgreining og bakreikningar vaxtar murtu úr Þingvallavatni 2006, 2007 og 2008. Áfangaskýrsla I. Veiðimálastofnun og Náttúrufræðistofa Kópavogs. VMST/09033. 32 bls.
- Ingi Rúnar Jónsson og Guðni Guðbergsson. 2009. Bergmálmælingar á murtu í Þingvallavatni haustið 2008. Áfangaskýrsla I. VMST/09046. 18 bls.
- Jón Ólafsson. 1992. Chemical characteristics and trace elements of Thingvallavatn. *OIKOS* 64: 151–161.
- Moss, B. 1998. Ecology of Fresh Waters. Third edition. Blackwell Publishing.
- 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.
- 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.

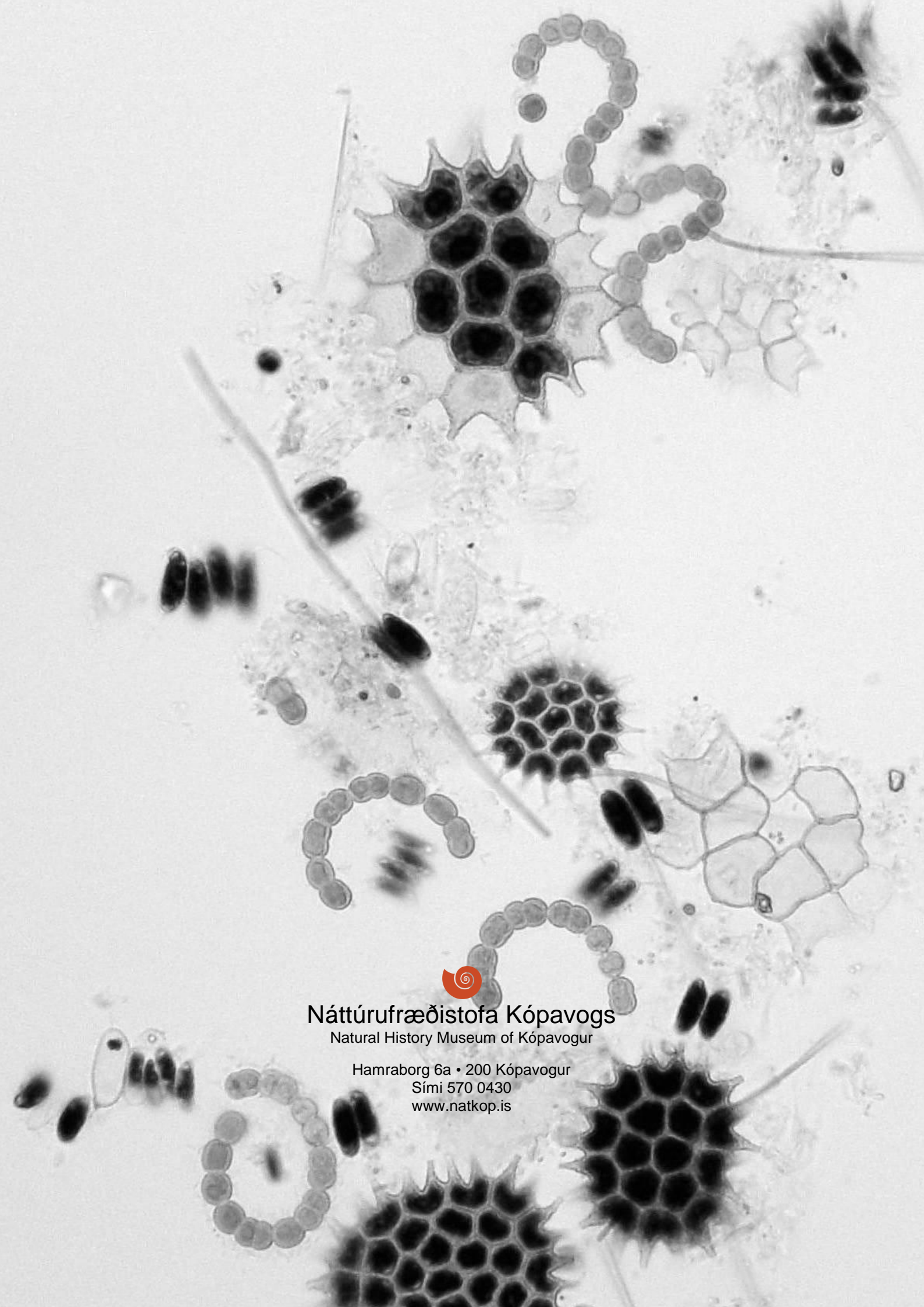
Sigurður S. Snorrason, Hilmar J. Malmquist og Skúli Skúlason. 2002. Bleikjan. Í: Pétur M. Jónasson og Páll Hersteinsson (ritstj.): Þingvallavatn. Undraheimur í mótun. Bls. 179–196. Mál og Menning, Reykjavík.

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.

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

Veðurstofa Íslands. 2011. Sótt af: <http://www.vedur.is/vedur/vedurfar/manadayfirlit/2010> (15.8.2011).



Náttúrufræðistofa Kópavogs

Natural History Museum of Kópavogur

Hamraborg 6a • 200 Kópavogur

Sími 570 0430

www.natkop.is