



Fjölrit nr. 3-06

GRUNNRANNSÓKN Á LÍFRÍKI RAUÐAVATNS

Unnið fyrir Umhverfissvið Reykjavíkurborgar

Hilmar J. Malmquist, Haraldur Rafn Ingvason og Finnur Ingimarsson

Október 2006



Náttúrufræðistofa
Kópavogs

Hamraborg 6 a - 200 Kópavogur - www.natkop.is

Ágrip

Gerð er grein fyrir niðurstöðum rannsóknar á lífríki Rauðavatns í Reykjavík sem Náttúrufræðistofa Kópavogs vann fyrir Umhverfissvið Reykjavíkurborgar á tímabilinu júní til nóvember 2005. Meginmarkmið rannsóknarinnar var að afla upplýsinga um lykilþætti í efnabúskap og lífríki vatnsins, m.a. í því skyni að meta hugsanleg áhrif framkvæmda vegna fyrirhugaðs íþróttasvæðis við norðvestanvert vatnið.

Rauðavatn er um 0,32 km², meðaldýpi um 1 m og mesta dýpi 1,4 m. Vatnið er afrennslislaust og vatnasviðið er á að giska 3 km². Miklar vatnsborðssveiflur einkenna Rauðavatn og benda þær til þess að vatnsbúskapurinn sé háður litlu vatnasviði. Svokallaður Mosfellsheiðarstraumur, sem er einn af fjórum stórum grunnvatnsstraumum á höfuðborgarsvæðinu, virðist ekki setja mark sitt á vatnsbúskap Rauðavatns.

Rafleiðni í Rauðavatni var á bilinu 126-160 µS/cm sem er há fyrir vötn á Íslandi. Styrkur uppleystra efna var einnig hár, einkum á meðal næringarefnanna fosfórs og niturs. Styrkur áls, flúors, magnesíum, klórs og natríum var einnig hár. Háan styrk þessara efna má rekja bæði til athafna mannsins og til þess hve vatnið er grunnt, sem auðveldar blöndun milli sets og vatnsmassa.

Á heildina litið er lífríki Rauðavatns gróskumikið. Mikil gróska er í vexti síkjamara og er hann sennilega mikilvægur í að koma í veg fyrir að Rauðavatn verði fúlt og gruggugt vegna botnróts og ofauðgunar. Botnlægar vatnaflær, ásamt augndílum, rykmýslirfum og sundánnum, eru algengustu smádýrahóparnir í Rauðavatni. Áhrif óstöðugs vatnsborðs á dýraríkið lýsa sér í því að vatnabobbar fundust ekki á fjörugrjóti, en ella eru þessir sniglar á meðal algengustu botndýra af stærri gerðinni í fjöruvist íslenskra vatna.

Ekki er vitað til þess að silungur sé í Rauðavatni en mjög mikið er af hornsílum. Uppistaðan í fæðu hornsíllanna voru vatnaflær, toppmýslirfur og árfætlur. Hornsílin voru töluvert sýkt af bandorminum *Scistocephalus solidus*. Tvær gerðir af sníkjudýrum sem tilheyra ögðum (Trematoda) fundust á sundlirfustigi í sýnum af fjörugrjóti. Um var að ræða ögður af ættinni Notocotylidae og hins vegar af ættkvíslinni *Trichobilharzia* en þær valda svokölluðum sundmannakláða.

Lauslegar athuganir á fuglalífi gefa tilefni til að ætla að Rauðavatn kunni að gegna nokkuð mikilvægu hlutverki sem uppeldisstöð fyrir ungviði nokkurra tegunda. Þá mældist mikill þéttleiki fullorðinna skúfanda á vatninu snemma í júní.

Í ljósi aðstæðna er mikilvægt að fyrirhugaðar framkvæmdir við íþróttasvæði hafi sem allra minnst áhrif á þætti sem snerta efnafræði vatnsins og vatnsmagn. Í þessu sambandi þarf einkum að varast að ofanvatn, t.d. af bílastæðum, renni óhreinsað beint út í vatnið. Samtímis þarf að varast að leiða vatn í burtu sem hefði í för með sér enn frekari minnkun á vatnasviðinu.

Til frambúðar er æskilegt að vakta valda lykilþætti í vistkerfi Rauðavatns með reglulegu millibili, t.d. á tveggja til þriggja ára fresti. Vöktunin ætti a.m.k. að taka til næringarefna, útbreiðslu síkjamara, vatnaflóa og fugla.

Efnisyfirlit

Ágrip.....	3
1. Inngangur.....	6
2. Efni og aðferðir	7
2.1 Rauðavatn	7
2.2 Sýnataka, mælingar og meðhöndlun gagna.....	8
2.2.1 Eðlis- og efnaþættir	9
2.2.2 Vatnsdýpi, botngerð og gróður.....	10
2.2.3 Smádýralíf	10
2.2.3.1 Grýtt fjörubelti – steinasýni, botndýr	10
2.2.3.2 Mjúkur setbotn – Kajaksýni	10
2.2.3.3 Mjúkur setbotn – gildrusýni	11
2.2.3.4 Vatnsbolur – svifsýni.....	11
2.2.4 Hornsíli	11
2.2.5 Fuglar.....	11
3. Niðurstöður og umræður	12
3.1 Dýpi og botngerð.....	12
3.2 Eðlisþættir.....	15
3.3 Þörungur og háplöntur	19
3.4 Smádýralíf	21
3.4.1 Grýtt fjörubelti – steinasýni.....	21
3.4.2 Mjúkur setbotn – gildrusýni	23
3.4.3 Vatnsbolur – svifsýni.....	24
3.4.4 Hornsíli	26
3.4.5 Fuglar.....	31
4. Samantekt og ábendingar	33
4.1 Vatnafræði, efna- og eðlisþættir	33
4.2 Lífriki.....	33
4.3 Ábendingar	34
5. Þakkir.....	35
6. Heimildir	35
7. Viðaukar	38

Myndaskrá

Mynd 1. Loftmynd af Rauðavatni tekin sumarið 2002.....	7
Mynd 2. Sýnatökustöðvar í Rauðavatni sumarið 2005.....	9
Mynd 3. Vatnsdýpi í Rauðavatni þann 10 júní 2005.....	12
Mynd 4. (a) Strandlína í Suðurvík 22. febrúar 2006 og; (b) 22. september 2005.....	13
Mynd 5. (a) Strandlína 22. febrúar 2006 og; (b) 22. september 2005.....	14
Mynd 6. Utan við grýtt fjörubelti tekur við mjúkur botn.....	14
Mynd 7. Rafleiðni í Rauðavatni og í 62 stöðuvötnum á Íslandi til samanburðar.....	15
Mynd 8. Rafleiðni í fjórum stöðuvötnum á höfuðborgarsvæðinu.....	16
Mynd 9. (a) Heildarstyrkur fosfórs og; (b) köfnunarefnis.....	17
Mynd 10. Gróðurþekja rótfastra háplantna í Rauðavatni.....	19
Mynd 11. Síkjarni myndar þéttar breiður í Rauðavatni.....	20
Mynd 12. Meðalþéttleiki botndýra í grýttu fjörubelti.....	21
Mynd 13. Lengd (mm) og þyngd (g) hornsíla í Rauðavatni.....	26
Mynd 14. Magafylli hornsíla í Rauðavatni.....	27
Mynd 15. Fæða hornsíla í Rauðavatni og framboð krabbadýra í trektagildrum.....	28
Mynd 16. Sýkingartíðni (%) hornsíla með bandorminn <i>Scistocephalus solidus</i>	29
Mynd 17. Bandormar af tegundinni <i>Scistocephalus solidus</i> í kviðarholi hornsílis.....	30
Mynd 18. Tvær ögðulirfur af ættinni Notocotyliidae.....	30
Mynd 19. Toppandarkolla með 16 stálpaða unga á Rauðavatni.....	32

Töfluskrá

Tafla 1. Yfirlit yfir sýnatökur og mælingar í Rauðavatni.....	8
Tafla 2. Niðurstöður vettvangsmælinga á eðlisþáttum í Rauðavatni.....	15
Tafla 3. Næringarefni og aðalefni í Rauðavatni.....	17
Tafla 4. Magn blaðgrænu-a í þörungum í vatnssýnum í Rauðavatni.....	20
Tafla 5. Helstu tegundir og hópar svifsýnum í Rauðavatni.....	21
Tafla 6. Þéttleiki dýra á fjörugrjóti á steinastöð 3 í Rauðavatni.....	22
Tafla 7. Þéttleiki helstu krabbadýra í trektagildrum í Rauðavatni.....	23
Tafla 8. Þéttleiki helstu tegunda og hópa krabbadýra í svifsýnum í Rauðavatni.....	25
Tafla 9. Þéttleiki helstu tegunda og hópa þyrildýra í svifsýnum í Rauðavatni.....	25
Tafla 10. Fjöldi veiddra hornsíla í Rauðavatni eftir veiðistað og veiðidag.....	26
Tafla 11. Meðallengd (mm) hornsíla í Rauðavatni og staðalskekkja (St.sk.).....	27
Tafla 12. Meðalþyngd (g) hornsíla í Rauðavatni og staðalskekkja (St.sk.).....	27
Tafla 13. Niðurstöður fuglatalninga 3. júní og 20. júlí 2005 á Rauðavatni.....	31

1. Inngangur

Í þessari skýrslu er greint frá niðurstöðum rannsóknar á lífríki Rauðavatns í Reykjavík sem Náttúrufræðistofa Kópavogs vann á tímabilinu júní til nóvember 2005. Verkefnið var unnið fyrir Umhverfissvið Reykjavíkurborgar í tengslum við skipulagsvinnu á íþróttasvæði sem fyrirhugað er í Sandvíkurlágum og Hádegismóum við norðvestanvert vatnið. Fyrir liggur tillaga að deiliskipulagi fyrir svæðið norðan Rauðavatns frá Erum arkitektum dagsett 27.01.2005 þar sem komið er fyrir aðstöðu til íþróttaiðkunar.

Meginmarkmið rannsóknarinnar var að afla upplýsinga um lykilþætti í lífríki og efnabúskap Rauðavatns, en ekki er vitað til þess að sambærilegar rannsóknir hafi áður farið fram í vatninu. Öðrum þæði miðaði rannsóknin að því að afla upplýsinga um grunnástand vatnsins áður en af fyrirhuguðum framkvæmdum verður, en þær kunna að hafa áhrif á lífríki vatnsins. Niðurstöður í rannsókninni ættu að nýtast vel sem viðmið í framtíðarvöktun á gæðum vatnsins.

Í rannsókninni var hugað að vatnafræðilegum atriðum, efna- og eðlisþáttum og líffræði vatnsins. Dýpi vatnsins var kannað og vatnið kortlagt m.t.t. botngróðurs. Hitastig, sýrustig og rafleiðni voru mæld, og vatnssýni voru tekin til mælinga á helstu snefil- og aðalefnum. Sýni af smádýralífi voru tekin í þremur helstu gerðum búsvæða smálífvera í stöðuvötnum, þ.e. í grýttu fjörubelti, mjúkum setbotni og vatnsbol. Samhliða sýnatöku á smádýrum var hornsílum safnað í gildrur og einnig var gerð lausleg könnun á fuglum á vatninu.

Farnar voru þrjár vettvangsferðir til að safna smádýrum og hornsílum, í júní, júlí og september. Þetta var gert m.a. í því augnamiði að fá upplýsingar um breytileika í tegundafjölda og magni tegunda og dýrahópa á mismunandi árstímum. Vatnssýni voru tekin í tvígang, í maí og júlí. Fuglar voru taldir í júní og júlí.

Þar eð lífríki Rauðavatns virðist ekki hafa verið kannað áður á heildstæðan hátt eru rannsóknir þar að lútandi mjög áhugaverðar í vísindalegu tilliti. Þá munu rannsóknaniðurstöður úr Rauðavatni vafalaust styrkja þann gagnagrunn sem byggst hefur upp á undanförunum árum um vistfræði stöðuvatna á höfuðborgarsvæðinu (sjá t.d. Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001a, 2003a, b, 2004, 2006, Tryggvi Þórðarson 2003, Þórólfur Antonsson og Guðni Guðbergsson 2000).

2. Efni og aðferðir

Rannsóknin á Rauðavatni laut að þremur meginatriðum. Í fyrsta lagi var hugað að vatnafræðilegum þáttum og í því skyni var vatnið m.a. dýptarmælt og gerð undirlags á vatnsbotninum athuguð. Einnig voru gerðar mælingar á helstu efna- og eðlisþáttum, þ.m.t. á hitastigi, sýrustigi og rafleiðni. Jafnframt voru næringarefni og málmar mældir í vatnssýnum. Í öðru lagi var hugað að jurtum og athuganir gerðar á þörungamagni og könnuð útbreiðsla og tegundasamsetning rófstra háplantna. Í þriðja lagi voru vatnadýr rannsökuð og gerðar athuganir á þéttleika og tegundasamsetningu hryggleysingja í grýttu fjörubelti, á mjúkum setbotni og í vatnsbol. Einnig voru hornsíli rannsökuð og fuglar taldir á vatninu.

Áður en greint er frá aðferðafræði og niðurstöðum í rannsókninni er stiklað á stóru um umgjörð Rauðavatns og vatnafræðileg einkenni.

2.1 Rauðavatn

Rauðavatn (mynd 1) er lítið vatn, um 0,32 km² (32 hektarar), og grunnt og er meðaldýpi nær því að vera um 1 m. Vatnið er staðsett í um 73 m h.y.s. og hvílir á fremur lekum grágrýtisgrunni frá síðkvarter (Árni Hjartarson o.fl. 1992; Helgi Torfason o.fl. 1993). Stærð vatnasviðsins er ekki þekkt með vissu, en hvað yfirborðsvatn snertir má ætla að vatnasviðið sé mjög lítið, eða ekki nema um 3 km² (mælt út frá hæðarlínunum á landakorti). Auk þess að þiggja vatn með yfirborðsrennsli af nærliggjandi svæðum og með úrkomu beint á vatnsflötinn. Þá er hugsanlegt að í Rauðavatn berist grunnvatn sem er komið lengra að ofan af Hengilssvæðinu og Mosfellsheiði, þ.e. grunnvatn sem tilheyrir svokölluðum Mosfellsheiðarstraumi (Árni Hjartarson o.fl. 1998).



Mynd 1. Loftmynd af Rauðavatni tekin sumarið 2002. Útlínur vatnsins sjást vel sem og hæsta og lægsta vatnsstaða (sjá örvar). Ljósmynd: Loftmyndir ehf.

Vatnið er afrennslislaust á yfirborði og hvorki er að sjá læki sem renna í vatnið né að lindavatn spretti fram í það. Þar sem vatnsborðssveiflur eru vel kunnar í Rauðavatni má í ljósi framangreindra vatnafræðilegra einkenna reikna með að vatnsbúskapur Rauðavatns sé háður ástandi grunnvatns á vatnasviðinu.

Vatnasvið Rauðavatns er vel gróið. Upp af vatninu norðanverðu eru allþéttar lúpínubreiður og að vatninu austanverðu liggur ræktaður skógur, einkum furutré. Byggð hefur þétt verulega á svæðinu á undanförunum áratugum og einn umferðapýngsti þjóðvegur landsins, Suðurlandsvegur, liggur fast upp við vatnið vestan- og norðvestanvert. Meðfram fjörunni að suðvestan- og sunnanverðu liggur fjölfarin reiðleið hestamanna og í suðausturhorninu, þar sem sprænur seytle til vatnsins, er vinsæll áningarstaður þar sem hestar míga og skíta.

2.2 Sýnataka, mælingar og meðhöndlun gagna

Alls voru farnar sex vettvangsferðir til sýnatöku og mælinga í Rauðavatn á tímabilinu júní til september 2005 (tafla 1).

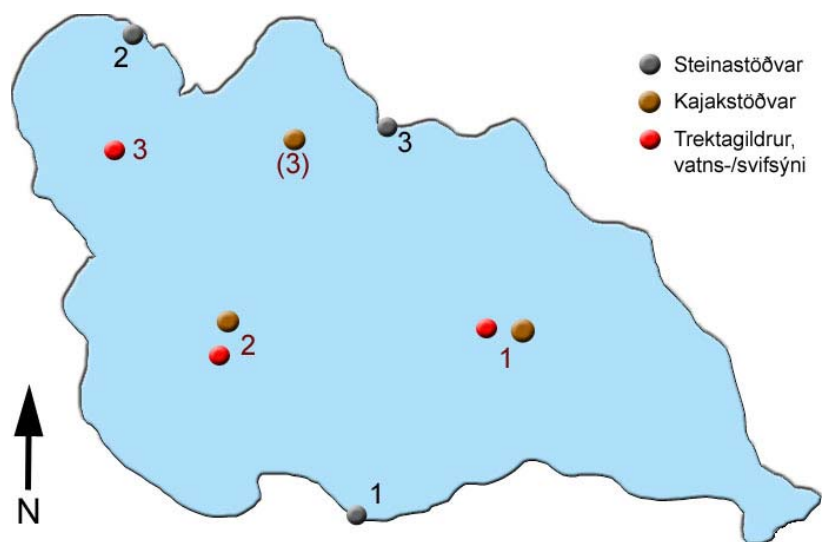
Tafla 1. Yfirlit yfir sýnatökur og mælingar í Rauðavatn á tímabilinu júní til september 2005.

Sýnatökur/Mælingar	3. júní	6. júní	9. júní - 10. júní	20. júlí	27. júlí - 28. júlí	21. sept. - 22. sept.
Fuglatalning	X			X		
Steinasýni í fjöru		X			X	X
Krabbagildirur á botni			X		X	X
Hornsílagildirur á botni			X		X	X
Svifsýni í vatnsbol			X		X	
Gróður greindur og þekja metin			X		X	X
Setsýni af botni			X		X	X
Dýpi mælt á sniðum			X			
Vatnssýni fyrir efnafræði			X		X	
Eðlisþáttamæling			X	X	X	X

Stöðvar til sýnatöku og mælinga (mynd 2) voru hnitaðar með GPS tæki (Garmin summit) í því skyni að endurtaka sýnatöku og mælingar á sama stað síðar. GPS-hnitun var einnig beitt við kortlagningu gróðurfars og botngerðar. Í upphaflegri rannsóknaráætlun var gert ráð fyrir ítarlegri sýnasöfnun heldur en raunin varð á og skipti kostnaður við úrvinnslu sýna þar mestu. Verkefnið var því einfaldað og einkum dregið úr úrvinnsluþættinum. Þetta gilti um sýni af setbotni sem tekin voru með svokölluðu Kajakröri. Tekin voru þrjú Kajaksýni þrisvar sinnum en úrvinnslu allra sýnanna frestað. Einnig var frestað úrvinnslu sýna af tveimur stöðvum í grýttu fjörubelti (stöð 1 og 2).

Á rannsóknastofu voru dýrasýnin greind undir víðsjá (50 x stækkun) til tegunda eða tegundahópa eftir því sem við var komið og fjöldi einstaklinga af hverri tegund eða dýrahópi talinn. Í nokkrum tilfellum voru dýrasýni skoðuð undir smásjá við allt að 400

x stækkun. Þéttleiki dýra var reiknaður sem fjöldi á flatar- eða rúmmálseiningu eftir gerð sýnis. Við tölfræðilega meðhöndlun á niðurstöðum, t.d. við samanburð á þéttleika dýra milli stöðva, var notuð útgáfa 10.2 af Systat tölfræðiforriti.



Mynd 2. Sýnatökustöðvar í Rauðavatni sumarið 2005.

2.2.1 Eðlis- og efnapættir

Á hverri stöð, utan steinastöðva, voru gerðar mælingar á vatnshita, sýrustigi og rafleiðni. Notaður var fjölþáttamælir af gerðinni YSI Model 63 sem er handmælir með innbyggðum örgjörva. Tækið mælir hitastig með 0,1 °C næmni ($\pm 0,1^\circ\text{C}$ mælinákvæmni) og sýrustig með 0,01 næmni ($\text{pH} \pm 0,01$ mælinákvæmni). Greiningarhæfni fyrir mælingu á rafleiðni er 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og mælinákvæmni $\pm 0,5\%$. Allar mæliniðurstöður á rafleiðni voru leiðréttar fyrir 25°C. Eðlisþáttamælingar voru ávallt gerðar á milli kl. 12 og 15.

Rafleiðni mælir heildarstyrk hlaðinna jóna og efnasambanda í vatnslausn og má nota hana m.a. til að spá fyrir um lífvænleika í vötnum. Þumalfingursreglan er að lífvænleiki vatns er þeim mun meiri eftir því sem rafleiðnin er hærra. Rafleiðni getur einnig gefið til kynna hvort efnamengun er til staðar eða hvort um er að ræða óvenjulega efnasamsetningu í vatni.

Í ljós kom bilun í fjölþáttamælinum á sýrustigsmælingu í vettvangsferðinni 27.-28. júlí og því eru ekki til mælingar á sýrustigi frá þeim tíma.

Vatnssýni fyrir greiningu á snefil- og aðalefnum var tekið á einni stöð fyrir miðju vatni í ferðunum 9. júní og 27. júlí. Efnagreining fór fram hjá NIVA í Osló (Norsk Instut for Vattenforskning, Kelsås, Osló). Alls voru valdar 17 efnabreytur til mælinga; heildarfosfór (Tot-P), fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$), heildarnitur (Tot-N), ammóníak ($\text{NH}_4\text{-N}$), nítrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), lífrænt kolefni (TOC), klór (Cl), flúor (F), sulfat (SO_4), kísill (SiO_2), ál (Al/R, Al/II), kalsíum (Ca), járn (Fe), kalíum (K), magnesíum (Mg) og natríum (Na).

2.2.2 Vatnsdýpi, botngerð og gróður

Dýpi Rauðavatns var mælt þ. 10. júní 2005 á 29 stöðum vítt og breitt um vatnið og til þess notuð kvörðuð lóðlína. Mælt var úr gúmmíbát og hver mælipunktur hnitaður með GPS og dreginn upp á kort.

Við kortlagningu botnsins m.t.t. gerðar undirlags var siglt á gúmmíbát eftir ákveðnum sniðum og botninn skimaður gróflega. Gerð undirlags var skilgreint í þrjá botnflokka; 1) fíngerður lífrænn efjubotn, 2) sandbotn og 3) grýttur botn. Hlutfallsleg þekja (% af flatareiningu botns) eftir botnflokkum var metin á um þriggja fermetra bletti með nokkuð jöfnu millibili á siglingasniðunum og niðurstöður færðar til bókar. Auk þess að meta botngerð úti á vatninu var gengið umhverfis vatnið og botngerðin meðfram ströndinni metin á sama hátt og að framan er getið.

Á sömu stöðvum og að framan greinir var hlutfallsleg þekja og tegundasamsetning rófstra háplantna metin. Gróðurþekja (% af flatareiningu botns) eftir tegundum háplantna var metin. Gróðursýni voru einnig tekin á nokkrum stöðum í vatninu til að greina plöntur til tegunda. Gróðurinn var kortlagður í sýnatökuferðunum í júní, júlí og september.

Magn sviflægra þörunga var metið með mælingu á magni blaðgrænu-a. Tekið var eitt 1 l vatnssýni á hverri stöð í sýnatökuferðunum í júní og júlí. Sökum þéttar gróðurþekju og lágrar vatnssstöðu var sýnatöku í september sleppt. Sýnin voru síuð í gegnum Whatman síupappír (Cat no 1822 047), og send til greiningar á rannsóknastofu Hafnarháskóla í Hillerød, Danmörku (síupappír leystur upp í asetón-lausn og blaðgræna-a (chlorophyll-a) mæld með ljósgleypnimæli).

2.2.3 Smádýralíf

Sýni af smádýralífi voru tekin í júní, júlí og september úr þremur helstu búsvæðagerðum smálífvera í stöðuvötnum, þ.e. úr grýttu fjörubelti, mjúkum setbotni og vatnsbol. Staðsetning stöðva eftir gerð sýna er sýnd á mynd 2.

2.2.3.1 Grýtt fjörubelti – steinasýni, botndýr

Valdar voru þrjár stöðvar (mynd 2). Á hverri stöð voru fimm steinar valdir af handahófi af 20-50 cm dýpi. Skaftháfi með 250 μ m möskvastærð í neti var haldið undir steinunum þegar þeir voru teknir upp og þeim komið fyrir í fötu með vatni. Smádýr voru þvegin með mjúkum bursta af steinunum ofan í fötunni og innihaldið sigtað í gegnum 250 μ m sigti. Það sem eftir sat í sigtinu var varðveitt í 80% etanóli og síðar athugað á rannsóknastofu. Til að magnbinda sýnatökuna var ofanvarpsflatarmál steinanna mælt. Eins og að framan greinir var einungis unnið úr sýnum af stöð 3.

2.2.3.2 Mjúkur setbotn – Kajaksýni

Til að ná í smádýr sem hafast við ofan í botnleðju var notað svokallað Kajakrör sem nær í kjarna úr efsta setlagi botnsins. Eitt Kajaksýni var tekið á hverri stöð (mynd 2). Innihald Kajaksýna var sigtað í 250 μ m sigti og það sem eftir sat af smádýrum hirt og varðveitt í 80% etanóli og síðar athugað á rannsóknastofu. Sýnatökufötur Kajakrörsins er 21 cm². Úrvinnslu Kajaksýnanna var frestað til síðari tíma.

2.2.3.3 Mjúkur setbotn – gildrusýni

Til að ná í dýr sem hafast við ofan á botni og nærri honum voru lagðar svokallaðar trektagildrur (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2006). Trektagildrurnar safna einkum botnlægum krabbadýrum. Einni trektagildru var komið fyrir á hverri stöð (mynd 2) og þær látnar liggja í sem næst 24 klst. Þá voru þær teknar upp og vatn úr gildrunum síað í gegnum 45 µm sigti til að safna dýrunum. Sýnin voru varðveitt í um 5% kalíumjoðlausn (Lugol) og dýrin síðar greind til tegunda og talin á rannsóknastofu.

2.2.3.4 Vatnsbolur – svifsýni

Sýnastöðvar fyrir svifdýr og svifþörunga voru úti í vatnsbol vatnsins og sköruðust við sýnastöðvar á dýrum á setbotni (mynd 2). Á hverri stöð voru tekin fimm 670 ml vatnssýni með sérstökum vatnssýnataka og sýnunum slengt saman í eitt 3,35 l sýni, sem síað var á staðnum með 45 µm sigti. Það sem eftir sat í sigtinu var hirt og varðveitt í um 5% kalíumjoðlausn (Lugol). Í vettvangsferðinni í september var þéttleiki síkjamara (*Myriophyllum alterniflorum*) á öllum stöðvum það mikill að ekki taldist vera um einlegu svifvist að ræða í vatninu. Svifsýnatöku var því sleppt í þetta skiptið.

2.2.4 Hornsíli

Ekki er vitað til þess að silungur þrífist í Rauðavatni en tilvist hornsíla er þekkt. Athugun á hornsílum fór fram með gildrum sem lagðar voru á svipuðum stað og setsýni af botni voru tekin (mynd 2). Gildruveiðar fóru fram í júní, júlí og september. Í júní voru notaðar gildrur úr plexíglari, en á einni stöðinni var einnig lögð víragildra („minnows trap“). Veiðni víragildrunnar var mun meiri og var því framvegis einvörðungu notast við víragildrur. Hornsíli voru veginn (votvigt að næsta 0,1 g), lengdarmæld (að næsta 1 mm frá snoppu í miðju sporðs), magannihald greint (hlutsýni úr veiðinni) og sníkjudýrabyrði í kviðarholi metin (fjöldi bandormalirfa talinn). Reynt var að aldursgreina nokkur hornsíli út frá kvörnum en horfið var frá því vegna erfiðleika við að greina áhringi. Út frá framangreindum gögnum var ráðið í vöxt, viðgang og stöðu hornsíllanna í vistkerfinu.

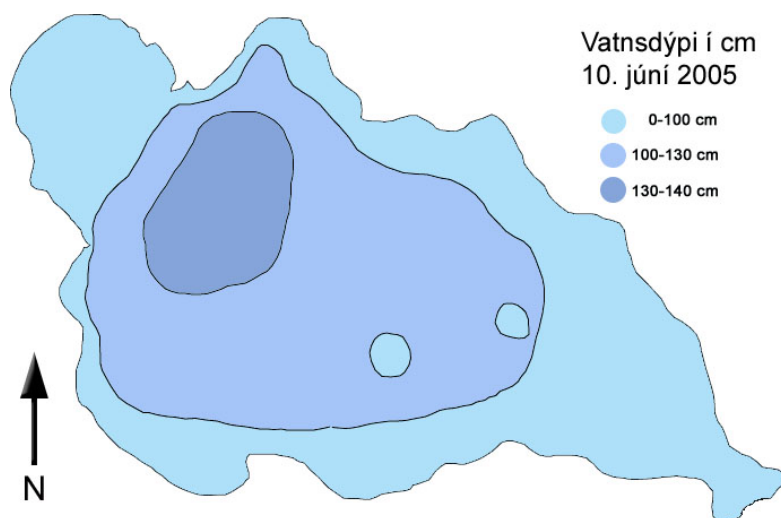
2.2.5 Fuglar

Dagana 3. júní og 20. júlí voru fuglar taldir á vatninu. Talið var frá norðurströndinni og skimað yfir allt vatnið með sjónauka. Skráður var fjöldi fugla, aldurshlutfall og tegundasamsetning. Út frá atferli fuglanna var einnig ráðið í tilgang viðveru þeirra á vatninu.

3. Niðurstöður og umræður

3.1 Dýpi og botngerð

Dýpi í Rauðavatni var mælt á 29 stöðum þ. 10. júní og reyndist þá meðaldýpi vera 1,06 m og mesta dýpi 1,37 m (mynd 3, viðauki 1). Vatnsborðssveiflur í Rauðavatni eru vel kunnar og það má glögg sjá á myndum sem teknar voru af vatninu í september 2005 og febrúar 2006 (mynd 4 og 5). Augljóst var af ummerkjum á strandlínu vatnsins þann 10. júní að vatnsborð hafði lækkað frá hæstu stöðu fyrr um vorið sem nam um 50 cm.



Mynd 3. Vatnsdýpi í Rauðavatni þann 10. júní 2005. Vatnsborð hafði lækkað frá hæstu stöðu fyrr um vorið, á að giska um 50 cm. Á tímabilinu 10. júní til 22. september lækkaði í vatninu enn frekar um u.þ.b. 70 cm.

Þann 22. september 2005 hafði vatnsstaðan lækkað enn frekar frá 10. júní um u.þ.b. 70 cm. Samkvæmt framangreindu má ætla að vatnsborðslækkunin í heild frá vori 2005 til 22. september 2005 hafi verið a.m.k. 1,2 m. Því er ljóst að hámarksdýpi í Rauðavatni gæti verið um 2,6 m þegar vatnsstaðan er hvað hæst. Jafnframt er ljóst að útslag vatnsborðssveiflu innan árs getur verið 1,0-1,5 m. Þetta er verulega mikil vatnsborðssveifla af náttúrulegum toga og að líkindum eru lífsskilyrði í fjörubelti vatnsins fyrir eindregin botndýr ekki góð vegna þessa óstöðugleika.

Þegar vatnsstaðan var hvað lægst í september var nánast allt grjót á strandsvæðum vatnsins komið á þurrt (mynd 4b og 5b). Á loftmynd af vatninu (mynd 1) má sjá gróðurlaust belt meðfram bökkum þess og sýnir það belt u.þ.b. það svæði sem fór á þurrt meðan á þessari rannsókn stóð.



Mynd 4. (a) Strandlína í Suðurvík 22. febrúar 2006 þegar vatnsstaðan var nálægt hámarki; (b) strandlínan á sama stað (tekin úr öfugri átt) 22. september 2005 þegar vatnsstaða var hvað lægst. Grýtt fjörubeltið er komið á þurr og einnig hluti setbotnsins sem tekur við þar fyrir neðan. Örin bendir á sama stein á myndunum.

Fjörubelti vatnsins er á heildina litið nokkuð stórgrýtt en utan þess tekur við gljúpur leðjukennður setbotn (mynd 6). Botngerðin í Sandvík í norðausturenda vatnsins víkur nokkuð frá þessu, en þar er malarbotn ráðandi. Einnig er gróinn moldarbakki í Austurvík og tekur leðjubotn við strax og honum sleppir. Botn vatnsskálarinnar virðist allur vera fremur sléttur og hallar lítillega að dýpsta stað í norðausturhluta vatnsins.



Mynd 5. (a) Strandlína í vík neðan Sauðaskyggjissvegur 22. febrúar 2006 þegar vatnsstaða var nálægt hámarki; (b) strandlínán á sama stað 22. september 2005 þegar vatnsstaða var hvað lægst. Örvar benda á sömu staði á myndunum.



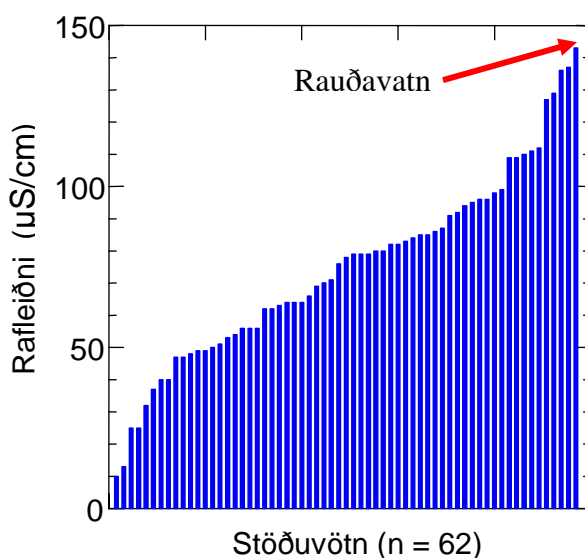
Mynd 6. Utan við grýtt fjörubelti tekur við mjúkur botn þar sem lífrænt set og ólífrænar agnir setjast fyrir og skapa undirlag fyrir rótfastar háplöntur. Hér sést síkjamari við norðanvert Rauðavatn. Myndin er tekin 27. júlí 2005.

3.2 Eðlisþættir

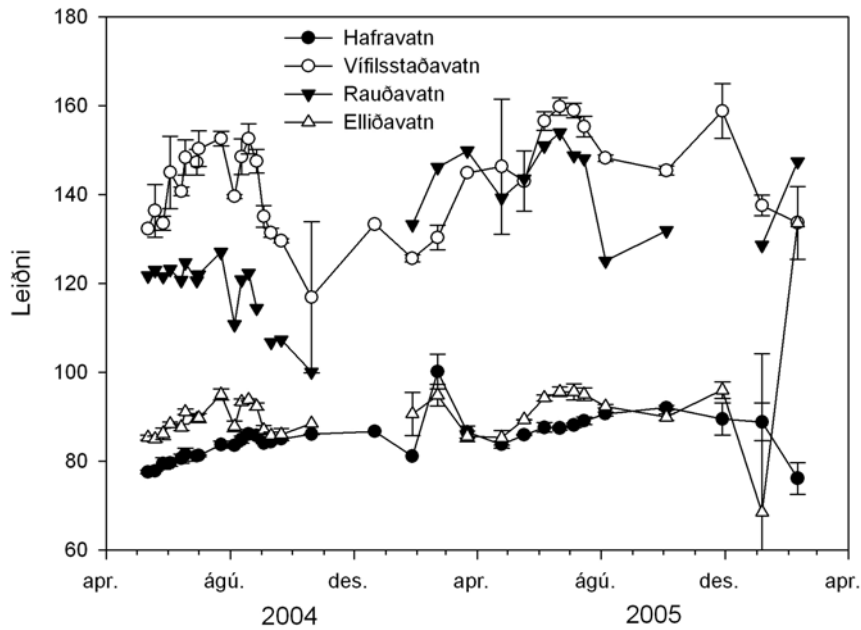
Rafleiðni í Rauðavatni mældist á bilinu 126-160 $\mu\text{S}/\text{cm}$ meðan á rannsókninni stóð (tafla 2). Meðaltal mælinganna tíu er 144 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Miðað við rafleiðnigildi í eindregnum ferskvötnum á Íslandi er rafleiðnin í Rauðavatni með allra mesta móti (mynd 7). Rafleiðnin í Rauðavatni svipar mjög til rafleiðni í Vífilsstaðavatni (mynd 8).

Tafla 2. Niðurstöður vettvangsmælinga á eðlisþáttum í Rauðavatni. Stöð vísar til sýnatökustaða úti á vatninu (sjá mynd 2). Rafleiðni og sýrustig eru leiðrétt fyrir 25 °C.

Dags.	Stöð	pH	Vatnshiti °C	Rafleiðni $\mu\text{S}/\text{cm}$
9.6.2005	1	9,7	10,9	149
9.6.2005	2	9,6	11,0	149
9.6.2005	3	8,9	11,0	147
20.7.2005		9,5	19,2	148
27.7.2005	1		17,4	160
27.7.2005	2	9,3	16,2	159
27.7.2005	3		19,0	138
12.9.2005	1	7,7	6,6	132
12.9.2005	2	7,3	6,5	126
12.9.2005	3	9,3	6,2	133



Mynd 7. Rafleiðni í Rauðavatni (meðaltal tíu mælinga, 144 $\mu\text{S}/\text{cm}$) og rafleiðni í 62 stöðuvötnum á Íslandi til samanburðar. Rafleiðninni er raðað eftir hækkandi gildum. Gögn úr gagnagrunni Yfirlitskönnunar á lífríki íslenskra vatna (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2003b).



Mynd 8. Rafleiðni í fjórum stöðuvötnum á höfuðborgarsvæðinu á tímabilinu maí 2004 til febrúar 2006. Úr gagnagrunni Náttúrufræðistofu Kópavogs.

Háa rafleiðni í Rauðavatni má að hluta til rekja til þess hversu grunnt vatnið er. Jafnan er efnastyrkur meiri í grunnum vötnum en djúpum og stafar það af sterkari ölduáhrifum sem leiðir til uppróts af botni og meiri efnaskipta á milli setbotns og vatnsmassa. Hækkun í rafleiðni frá júní til júlí samfara lækkun á vatnsborði bendir til þess að efnastyrkur í vatninu hafi fremur hækkað vegna uppgufunar vatns, en að efni hafi borist út í vatnið af vatnasviðinu, enda var sumarið hlýtt og óvenju úrkomulítið. Einnig er ólíklegt að upprót af botni skýri þessa aukningu í rafleiðni, sérstaklega m.t.t. þess hve síkjamari óx í þéttum og miklum breiðum út um nær allt vatnið. Lægri rafleiðni í september, þegar vatnsstaðan var hvað minnst, kann aftur á móti að skýrast af upptöku og bindingu frumframleiðenda á næringarefnum samfara lítilli ákomu efnanna, þ.e.a.s. að gróðurinn hafi gengið á næringarefni og þau ekki náð að endurnýjast.

Sýrustig í Rauðavatni mældist á bilinu pH 7,3 til 9,7 og var öllu herra um sumarið en haustið (tafla 2). Þetta eru nokkuð há gildi og endurspeglar mikla grósku í vexti svíflægra þörungna og rótfastra háplantna í vatninu.

Vatnshiti í Rauðavatni var nokkuð hár síðla í júlí og mældist þá mestur liðlega 19 °C (tafla 2). Búast má við að á sólríkum og stilltum dögum mælist hitinn öllu meiri, eða allt að 20-22 °C, enda er Rauðavatn í eðli sínu hlýtt vatn vegna þess hve grunnt það er og botninn dökkleitur.

Styrkur uppleystra efna í Rauðavatni var almennt talað hár, sem skýrir jafnframt háa rafleiðni í vatninu. Styrkur tveggja helstu næringarefnanna, fosfórs (Tot-P) og köfnunarefnis (Tot-N), var mjög hár síðla í júlí þegar vatnsstaðan var lág (tafla 3, mynd

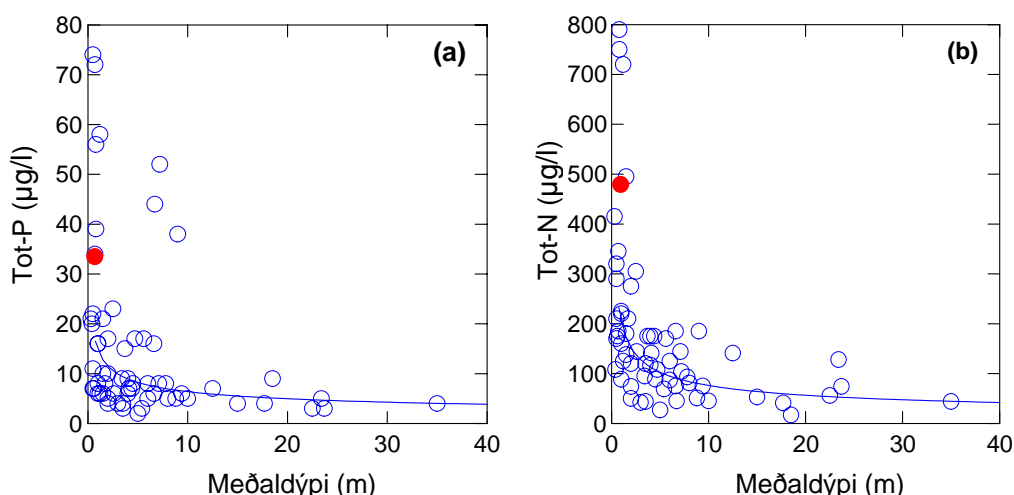
9). Hár styrkur fosfórs og köfnunarefnis stafar af hluta til af því hve vatnið er grunnt, þ.e.a.s. að greið efnablöndun á sér stað milli botnsets og vatnsmassans þar fyrir ofan.

Hár köfnunarefnisstyrkur í vatninu kann einnig að tengjast vexti lúpína (*Lupinus nootkatensis*) á vatnasviðinu, en hann er töluverður upp af vatninu norðan- og norðaustanverðu. Niturbindandi bakteríur lifa í sambyli við rôtarkerfi lúpína og er köfnunarefnisstyrkur í jarðvegi með lúpínum oft hár (Borgþór Magnússon o.fl. 1993). Á haustin þegar lúpínan fellur og plönturnar sölna og brotna niður má reikna með að útskolun niturs úr jarðveginum skili sér nokkuð greiðlega ofan í Rauðavatn.

Tafla 3. Næringarefni og aðalefni í Rauðavatni. Eitt vatnssýni var tekið hvorn dag fyrir miðju vatni, á 20-40 cm dýpi undir vatnsborði. Sýnin voru mæld ósúð af NIVA, Norsk Institutt for Vannforskning.

	Basavirkni Grugg/860 mmol/l	FNU	Tot-P µg/l	PO4-P µg/l	Tot-N µg/l	NH4-N µg/l	NO3-N µg/l	TOC mg/l	SiO2 mg/l
9.6.2005	7,58	1,02	9	4	155	3	5	1,7	0,04
27.7.2005	9,32	5,29	34	21	490	5	<1	5,6	0,08

	F µg/l	SO4 mg/l	Al/R µg/l	Ca mg/l	Fe µg/l	K mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	Cl mg/l
9.6.2005	33	1,62	37	4,47	43	0,21	2,37	8,23	12,8
27.7.2005	61	1,91	66	5,82	284	0,37	4,22	18,10	27,4



Mynd 9. Heildarstyrkur fosfórs (a) og heildarstyrkur köfnunarefnis (b) í Rauðavatni 27. júlí 2005 (rauðir punktar) og í 62 stöðuvötnum á Íslandi (bláir hringir). Raðað eftir meðaldýpi vatnanna. Ísölt vötn og jökulvötn eru ekki með í úrtakinu. Úr gagnagrunni Yfirlitskönnunar á lífríki íslenskra vatna (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2003b).

Ekki er ólíklegt að háan niturstyrk í Rauðavatni megi jafnframt rekja til hestaumferðar við vatnið, en í suðaustur horni þess er m.a. áningarstaður þar sem hestar skíta og míga. Þung bílaumferð jafn nærri Rauðavatni og raun ber vitni er vafalaust einnig umtalsverð uppspretta köfnunarefnis sem berst ofan í Rauðavatn.

Athygli vekur hve styrkur nítrats (NO_3) og ammóníaks (NH_4) var lágur í Rauðavatni (tafla 3), en þessi nitursambönd eru lífverum nýtanleg á beinan hátt. Líkleg skýring á þessu er að gróðurinn, sem mjög mikið er af í vatninu, hafi bundið nær allan nýtanlegan nitur jafnskjótt og hann hefur orðið aðgengilegur í vatninu. Þetta þýðir m.ö.o. að nitur, en ekki fosfór, er sennilega takmarkandi næringarefni fyrir gróðurinn í vatninu, en það virðist einmitt vera tilfallið með mörg stöðuvötn á Íslandi. Undir þetta má renna frekari stoðum með því að líta á hlutfallið á milli fosfórs og niturs (N:P hlutfall). Jafnan er litið svo á að ef N:P hlutfallið er minna en 7,0 þá sé nitur hinn takmarkandi næringarefnabáttur. Hvað varðar heildarstyrk niturs og fosfórs (Tot-N:Tot-P hlutfall) í Rauðavatni þá er hlutfallstalan 14,4 fyrir júní og 17,2 fyrir júlí (sjá styrksgildi í töflu 3), sem undirstrikar gnægð niturs, þótt ekki sé það á því formi sem nýtist frumframleiðendum beint. Ef hins vegar er horft á hlutfall aðgengilegs niturs (NH_4 og NO_3) og aðgengilegs fosfórs (PO_4), þá kveður við allt annan tón. Fyrir júní er N:P hlutfallið 2,0 og 0,3 fyrir júlí, sem er langt undir hlutfallstölunni 7,0.

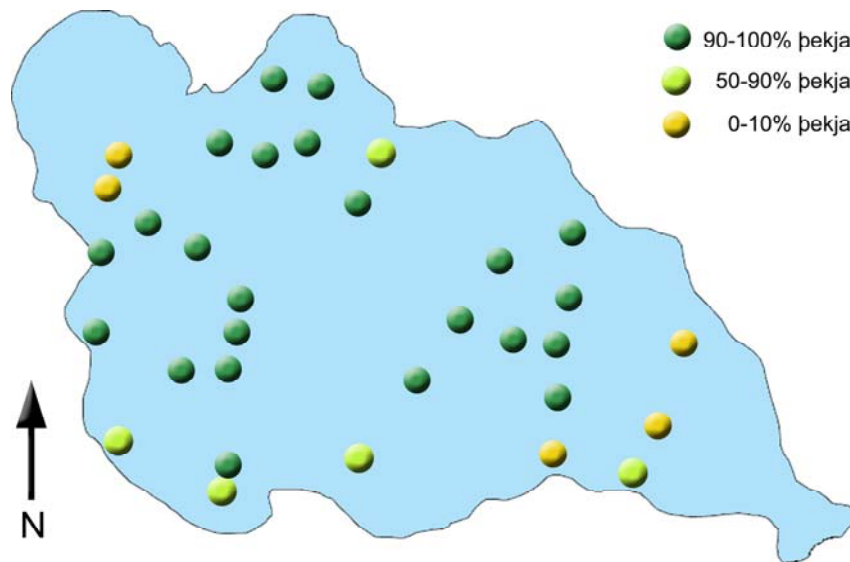
Eitt fárra efna sem mældist í litlum styrk í Rauðavatni var kísill (SiO_2) (tafla 3). Kísill (Si) er mikilvægt næringarefni fyrir jafnt þörunga sem háplöntur og kann lágur styrkur að stafa af því að hann sé bundinn jafnharðan í gróðrinum, líkt og virðist gilda um nítrat og ammóníak.

Hvað varðar flúor (F), magnesíum (Mg), klór (Cl) og natríum (Na) (tafla 3), þá er styrkur þessara efna í Rauðavatni í hærri kantinum miðað við vötn í landinu. Þetta á sérstaklega við um natríum og klór og tengist líklega nálægð vatnsins við sjó, en sjórinn er aðaluppspretta beggja efna og berast þau með lofti í vötnin. Hluti af natríum og klóri í Rauðavatni kann einnig að vera aðkominn með götusalti, en Suðurlandsvegur liggur þétt við vatnið suðvestanvert. Í samanburði við önnur nálæg vötn, þ.e. Hafravatn, Elliðavatn og Vífilsstaðavatn, eru gildin fyrir klór í Rauðavatni 30-65% hærri og bendir það til þess að götusalt ásamt loftbornu sjávarsalti uppspretta klórs í Rauðavatni.

Ál (Al/R) er enn eitt efnið sem mælist í miklum styrk í Rauðavatni (tafla 3). Reyndar eru bæði styrksgildin úr Rauðavatni þau hæstu sem mælst hafa í stöðuvatni hér á landi til þessa, a.m.k. með hliðsjón af 30 vatna úrtaki í gagnagrunni Yfirlitskönnunar á lífríki íslenskra vatna (sjá bls. 9, Hilmar J. Malmquist o.fl. 2004). Í samanburði við gögn úr fyrrnefndum gagnagrunni kemur í ljós að lægra styrksgildið í Rauðavatni er nær því að vera 70% hærra en næsthæsta mæligildið, 22 $\mu\text{g/l}$ í Elliðavatni (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2004).

3.3 Þörungar og háplöntur

Mikill vöxtur einkenndi rótfastar háplöntur á botni Rauðavatns enda þótt um fáar tegundir hafi verið að ræða. Setbotninn utan við strandsvæðin var nær alþakinn gróðri, þ.e. með 100% þekju (mynd 10). Síkjamarí (*Myriophyllum alterniflorum*) var nær allsráðandi háplanta, með um 90% þekju, en einnig fannst eilítið af fjallnykru (*Potamogeton alpinus*), einkum meðfram strönd þar sem grunnt var og minna af síkjamara en úti í vatninu. Útbreiðsla síkjarans virðist vera háð vatnsdýpi að verulegu leyti, en hann vex fyrst og fremst þar sem dýpi er um og yfir einn metri. Þetta stemmir við rannsóknir á síkjamara í Urriðavatni (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2006). Aðrar plöntutegundir, þ. á m. þráðnykra (*P. filiformis*) og hjartanykra (*P. perfoliatus*), fundust í svo litlum mæli að þær koma ekki fram í þekjumælingunni.



Mynd 10. Gróðurþekja rótfastra háplantna í Rauðavatni. Fyrir utan strandsvæðið er þekjan nær því að vera 100% og nær eingöngu er um síkjamara að ræða. Meðfram ströndum og við jaðra gróðurlausra svæða má einnig finna fjallnykru.

Síkjamarinn var ekki aðeins umfangsmikill í þekju, heldur uxu blómstönglar upp fyrir yfirborðið á stórum hluta vatnsins og gáfu vatninu áberandi rauðleitan blæ (mynd 11). Hugsanlegt er að nafn vatnsins tengist þessum lit síkjarans.

Magn sviflægra þörungna í Rauðavatni var fremur lítið (tafla 4) og svipar til þess sem mælst hefur í Urriðavatni í Garðabæ (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2006). Þetta kemur ekki á óvart m.t.t. þess hve vatnið er grunnt og eiginleg vatnsbolsvist fyrirferðarlítill í vatninu. Hærrí gildi blaðgrænu- og síðla í júlí miðað við snemma í júní endurspeglar aukna frumframleiðni með hækkingu á stöð 2 í júlí stafar líklega af smiti í vatnssýnið af ásætupörungum sem skolast hafa af síkjarastönglum.



Mynd 11. Síkjamari myndar þéttar breiður um nær allt Rauðavatn. Hér vex hann upp úr vatninu og blómgast. Myndin er tekin 20. júlí 2005.

Tafla 4. Magn blaðgræna-a í þörungum í vatnssýnum í Rauðavatni. Sýni voru ekki tekin í september.

Dags.	Stöð	Blaðgræna -a
		µg/l
9.6.2005	1	2,10
9.6.2005	2	1,81
9.6.2005	3	2,03
20.7.2005		
27.7.2005	1	5,22
27.7.2005	2	(18,26)
27.7.2005	3	3,37

Í svifsýnunum úr vatnsbolnum bar mikið á einfruma skorupörungum (*Ceratium* tegundir) en næst þeim komu keðjumyndandi kísilþörungar af ættkvíslinni *Tabellaria* (tafla 5). Þessir tveir hópar voru yfirgnæfandi í þörungasvifinu. Skorupörungar hafa þann eiginleika að geta þrífist á smágerðum fæðuögnum í umhverfinu og eru því ekki háðir uppleystum næringarefnum í sama mæli og flestir aðrir frumframleiðendur. Þetta virðist stemma ágætlega við kringumstæðurnar í Rauðavatni, þ.e.a.s. að magn lífræna kolefnisagna (TOC, tafla 3) var mjög mikið í vatninu og ætti það að gagnast skorupörungunum sérstaklega.

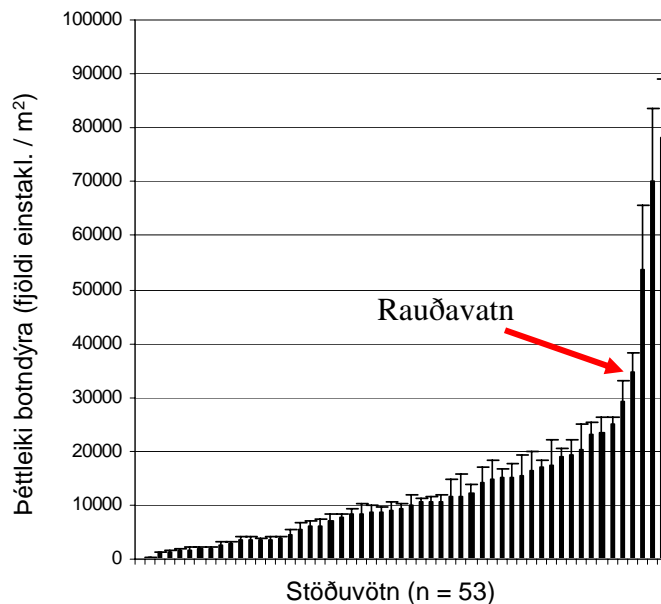
Tafla 5. Helstu tegundir og hópar svifþörungna í svifsýnum í Rauðavatni þ. 9. júní 2005. Sýndur er meðalfjöldi í lítra ásamt staðalskekkju (St.sk.).

	9.6.2005	
	Meðalfjöldi/l	St. sk.
Svifþörungar - stakir		
Skorubörungar, <i>Ceratium</i> tegund	1.351	158
Stýrisþörungar, <i>Pediastrum</i> tegundir	10	8
Alls stakir þörungar	1.362	160
Svifþörungar - keðjumyndandi		
Tafleskingur, <i>Tabellaria</i> tegundir	452	244
Aðrar ógreindar keðjur	96	23
Alls þörungakeðjur	548	266

3.4 Smádýralíf

3.4.1 Grýtt fjörubelti – steinasýni

Alls fundust 24 tegundir og dýrahópar á fjörugrjóti í Rauðavatni og var meðalþéttleiki dýra í vettvangsferðunum þremur á bilinu 4.997–36.824 dýr/m² (tafla 6). Þetta eru í senn nokkuð margar tegundir og dýrahópar og einnig er þéttleikinn hár, einkum í september, en þá var hann í hærri kantinum miðað við það sem mælst hefur í fjörubelti vatna hér á landi (mynd 12). Við túlkun þessara gagna verður þó að hafa í huga að vegna lækkandi vatnsborðs þurfti að flytja sýnatökustöðvar í fjörubelti neðar í vatnið.



Mynd 12. Meðalþéttleiki botndýra (fjöldi einstakl./m², + staðalskekkja) í grýttu fjörubelti í íslenskum stöðuvötnum raðað eftir vaxandi meðalþéttleika. Miðað við þéttleika dýra í september skiptar Rauðavatn sér í fjórða sæti. Úr gagnagrunni Yfirlitskönnunar á lífríki íslenskra vatna (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2000, 2003a).

Tafla 6. Þéttleiki dýra á fjörugrjóti á steinastöð 3 í Rauðavatni. Sýnd eru meðaltöl og staðalskekkja (St.sk.) fyrir þrjú steinasýni í hverri vettvangsferð.

	6.6.2005		27.7.2005		22.9.2005	
	Meðaltal	St.sk.	Meðaltal	St.sk.	Meðaltal	St.sk.
Ánar (Oligochaeta)						
Sundáanar (Naididae)	1.381	945	3.158	1.483	610	439
Skeggormar (Aelosomatidae)	22	22	454	265		
Röráanar (Tubificidae)					83	42
Samtals ánar	1.403	930	3.612	1.738	692	445
Vatnaflær (Cladocera)						
Mánafló, <i>Alona affinis</i>	315	217	448	144	3.384	600
Mánafló, <i>Alona quadrangularis</i>	22	22	1.148	1.148	217	126
Kúlufló, <i>Chydorus sphaericus</i>	53	53	767	608		
Hjálmflo, <i>Acroperus harpae</i>	124	8	89	46	299	86
Mánafló, <i>Alona guttata</i>			289	161		
Gárafló, <i>Alonella nana</i>			55	55	72	72
Kornáta, <i>Eurycercus lamellatus</i>					109	109
Samtals vatnaflær	515	251	2.796	1.477	4.080	662
Árfætlur (Copepoda)						
Augndfli (Cyclopidae)	993	480	1.549	477	4.591	46
Ormdfli (Canthocamptidae)	956	757	3.141	1.253	3.594	1.249
Svifdfli <i>Diaptomus</i> sp.	18	18				
Samtals árfætlur	1.968	1.224	4.691	1.024	8.185	1.289
Rykmý (Chironomidae)						
Vatnsmý (Orthocladinae)	417	178	4.870	855	13.955	551
Slæðumý (Tanytarsini)	224	93	1.541	742	6.411	710
Toppmý (Chironomini)			52	52	1.368	313
Ránmý (Tanypodinae)			129	67	72	36
Ógreint	22	22			736	21
Samtals rykmý	663	246	6.591	847	22.542	662
Vatnamaurar (Hydracarina)	348	152	1.644	656	1.160	416
Annað	80	41	216	145	165	57
Heildarþéttleiki allra dýra	4.977	2.279	19.551	5.164	36.824	2.732

Þéttleikatölur úr fjörubelti Rauðavatns í júlí og einkum september endurspeglar því mjög líklega öðruvísi búsvæði en í flestum örðum vötnum og þ.a.l. eru gögnin frá Rauðavatni ekki að fullu sambærileg.

Samsetning tegunda og tegundahópa í fjörubelti Rauðavatns er mjög áþekkt því sem gengur og gerist í fjörubúsvæði íslenskra stöðuvatna með einni undantekningu (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2000). Líkt og í flestum vötnum eru rykmý, ánar og vatnaflær algengustu hóparnir í Rauðavatni. Það sem veður hins vegar sérstaka athygli er að vatnabobbar (*Radix peregra*) fundust ekki á fjörugrjótinu í Rauðavatni, en ella eru þessir sniglar á meðal algengustu dýra af stærri gerðinni í fjöruvist íslenskra vatna. Skorturinn á vatnabobbum tengist sennilega vatnsborðssveiflum Rauðavatns. Vatnabobbar eru mjög hægfara dýr og borið saman við aðra fjöruhryggleysingja hér á landi eru þeir æði svifaseinir. Vatnabobbarnir hafa því mjög takmarkaða getu til að forða sér og fylgja eftir breytingum sem eiga sér stað á vatnsborðshæð. Lækki vatnsborð mjög hratt, eins og lítur fyrir að gerist með Rauðavatn, er hætt við að vatnabobbarnir sitji eftir, þorni upp og drepist. Þessi áhrif vatnsborðssveiflna á vatnabobba eru þekkt í

stöðuvötnum þar sem vatni er miðlað í tengslum við raforkuframleiðslu (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2003a).

Undir safnheitinu Annað í töflu 6 getur að finna tvær dýrategundir og þrjá dýrahópa. Þarna er um að ræða brunnskluður (*Agabus bipistulatus*), vorflugur (*Limnephilus affinis*), skelkrebbs (Ostracoda), ógreindar tvívængjur (Diptera) og stökkmor (Collembola).

3.4.2 Mjúkur setbotn – gildrusýni

Alls fundust 19 tegundir og hópar af krabbadýrum í trektagildrunum í Rauðavatni og var meðalþéttleiki allra dýra í vettvangsferðunum þremur á bilinu 12.405–45.709 dýr/m² (tafla 7). Í einstökum trektagildrusýnum mældist þéttleikinn allt að 70.304 dýr/m² (viðauki 3). Þetta er mjög mikill þéttleiki þó ekki sé um einsdæmi að ræða, en álfka þéttleiki krabbadýra þekktist t.d. í Elliðavatni (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2004). Hámarki náði þéttleiki krabbadýranna í Rauðavatni í júlí, en minnstur var hann í september, þegar vatnið var farið að kólna og lífsskilyrði að versna fyrir krabbadýrin.

Auk krabbadýranna veiddust í trektagildrunar vatnamaurar (Hydracarina), brunnskluður (*A. bipistulatus*) og tjarnartítur (*Arctocorisa corinata*). Töluvert var af tjarnartítunum, eða um 224 dýr/m² í júlí, en sjaldgæft er að þær veiðist svo einhverju nemi í trektagildrunum.

Tafla 7. Þéttleiki (fjöldi einstaklinga/m²) helstu krabbadýra í trektagildrunum í Rauðavatni. Sýnd eru meðaltöl og staðalskekkja (St.sk.) byggð á þremur sýnatökustöðvum í hverri vettvangsferð. Niðurstöðunum er raðað eftir minnkandi meðalþéttleika vatnaflóa í júlí þegar mest var af krabbadýrum.

	6.6.2005		27.7.2005		22.9.2005	
	Meðaltal	St. sk.	Meðaltal	St. sk.	Meðaltal	St. sk.
Vatnaflær (Cladocera)						
Goggfló <i>Camptocercus rectirostris</i>	4	4,2	7.063	4.113	4	4,2
Kúlufló, <i>Chydorus sphaericus</i>	2.624	1.187	6.882	4.142	806	347
Gárafló, <i>Alonella nana</i>	1.143	502	4.726	1.132	1.409	866
Hjálmfló, <i>Acroperus harpae</i>	97	36,1	4.515	2.520	1.093	619
Mánafló, <i>Alona guttata</i>			1.658	1.595		
Mánaflær, <i>Alona</i> spp.			1.447	748	30	4,2
Granfló, <i>Graptoleberis testudinaria</i>			1.169	1.106	97	67,9
Mánafló, <i>Alona affinis</i>			823	823		
Hakafló, <i>Simocephalus vetulus</i>	8	4,2	215	58,5	13	12,7
Hakafló, <i>Simocephalus serrulatus</i>			114	55,2	13	0,0
Glerfló, <i>Sida crystallina</i>			46	29,5	13	7,3
Broddfló, <i>Macrothrix hirsuticornis</i>					4	4,2
Hakafló, <i>Simocephalus</i> spp.					13	7,3
Kornáta, <i>Eurycercus lamellatus</i>					51	44,5
Mánafló, <i>Alona quadrangularis</i>	17	16,9			8	4,2
Mánafló, <i>Alona rectangula</i>					8	8,4
Ungviði, ógreint			1.253	287	148	129
Samtals	3.895	1.640	23.030	8.885	3.709	1.810
Árfætlur (Copepoda)						
Augndíli (Cyclopidae)	7.654	2.352,96	15.616	6.463	3.380	1.145
Ormdíli (Canthocamptidae)			13	12,7		
Svífdíli <i>Diaptomus</i> sp.	46	46,4	51	50,6		
Ungviði, ógreint	810	478	7.181	2.149	59	22,3
Samtals	8.511	1.844	22.861	4.845	3.439	1.166
Heildarþéttleiki krabbadýra	12.405	3.458	45.709	13.573	7.148	2.413

Tegundasamsetning krabbadýranna í Rauðavatni sver sig að sumu leyti í ætt við það sem þekkt er í grunnum vötum hér á landi, en að öðru leyti er hún frábrugðin. Á meðal vatnaflónna voru kúlufló (*Chydorus sphaericus*), gárafló (*Alonella nana*) og hjálmfló (*Acroperus harpae*) hvað algengastar í Rauðavatni. Goggfló (*Camptocercus rectirostris*), granfló (*Graptoleberis testudinaria*) ásamt þremur mánaflóategundum komu einnig fyrir í umtalsverðum mæli, en hámarksvöxtur í stofnum þessara tegunda varði mun skemur en á meðal algengustu tegundanna þriggja.

Að kúlufló og goggfló undanskildum svipar krabbadýrafánu Rauðavatns mjög til þess sem þekkt er t.d. í Elliðavatni (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2004) og Urriðavatni í Garðabæ (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2006). Hlutfallsleg samsetning árfætlanna er einnig svipuð meðal framangreindra vatna. Hvað varðar háa hlutdeild kúluflóar og goggflóar víkur krabbadýrafána Rauðavatns frá fánu flestra annarra sambærilegra vatna, þ.m.t. Elliðavatns og Urriðavatns.

Samfélög krabbaflóa í vötum geta gefið vísbendingar um næringarefnaástand þeirra. (sjá t.d. de Eyto og Irvine 2001, de Eyto o.fl. 2003). Há hlutdeild gáraflóar og hjálmflóar ásamt lágrri hlutdeild mánaflóar (*Alona rectangula*) er gjarnan tekin sem vísbending um að vatnsgæði séu mikil með hliðsjón af næringarefnum, þ.e.a.s. að ekki gæti áhrifa vegna ofauðgunar af völdum fosfórs og/eða köfnunarefnis. Hins vegar er há hlutdeild kúluflóar oft talin til marks um aukna ákomu næringarefna. Í Rauðavatni eru allar ofangreindar krabbaflær algengar (tafla 8), en óvenjuhá hlutdeild kúluflóar, t.d. í samanburði við Urriðavatn og Elliðavatn, gæti bent til álags af völdum næringarefna. Há hlutdeild gáraflóar er einnig oft talin vitna um að viðkomandi vatn sé hlýtt (de Eyto o.fl. 2003) og hið sama virðist eiga við um goggfló (Miroslaw-Grabowska og Niska 2005).

Flestar krabbadýrategundirnar í Rauðavatni eru fremur botnlæg dýr en sviflæg og halda dýrin sig á og við botninn eða á gróðri þar sem þau nærast á lífrænu groti og þörungum. Eindregin sviflæg krabbadýr á borð við langhalafló (*Daphnia longispina*) og ranafló (*Bosmina coregonii*) komu hvorki fram í trektagildrunum né í svifsýnum í vatnsbol (sbr. kafla 3.4.3), enda er vatnið mjög grunnt og vatnsbolur, kjörbúsvæði svifdýra, vart til staðar.

3.4.3 Vatnsbolur – svifsýni

Í svifsýnum úr vatnsbol Rauðavatns fundust um tíu tegundir og hópar af krabbadýrum og var meðalþéttleiki allra dýra samanlagt á bilinu 66-1.320 dýr í hverjum tíu lítrum vatns (tafla 8). Þetta er í senn töluverður fjölbreytileiki og mikill þéttleiki miðað við það sem gengur og gerist í íslenskum stöðuvötum. Allar tegundirnar sem fundust í svifsýnunum komu einnig fyrir í trektagildrunum, enda eru langflestar tegundirnar nokkuð eindregin botnlæg dýr.

Kúlufló er algengasta vatnaflóin í vatnsbol Rauðavatns, en þessi tegund er jafnframt sú vatnafló sem hvað síst er bundin öðru hvoru búsvæðinu, vatnsbol eða botni. Því er ljóst að fjöldahlutdeild kúluflóa er mikil í vatninu á heildina litið.

Tafla 8. Þéttleiki (fjöldi einstaklinga/10 l) helstu tegunda og hópa krabbadýra í svifsýnum í Rauðavatni. Birt eru meðaltöl og staðalskekkja (St.sk.) byggð á þremur sýnum í hvorri vettvangsferð. Niðurstöðunum er raðað eftir minnkandi meðalþéttleika vatnaflóa í seinni vettvangsferðinni.

	6.6.2005		27.7.2005	
	Meðaltal	St.sk.	Meðaltal	St.sk.
Vatnaflær (Cladocera)				
Kúlufló, <i>Chydorus sphaericus</i>	38	22	248	139
Hjálmfló, <i>Acroperus harpae</i>	2	1	99	63
Gárafló, <i>Alonella nana</i>	5	2	68	22
Granfló, <i>Graptoleberis testudinaria</i>			57	21
Hakafló, <i>Simocephalus serrulatus</i>			29	22
Glerfló, <i>Sida crystallina</i>			6	3
Hakafló, <i>Simocephalus vetulus</i>	0,2	0	5	5
Mánafló, <i>Alona guttata</i>			4	1
Ungviði			10	7
Samtals vatnaflær	45	24	526	258
Árfætlur (Copepoda)				
Augndíli (Cyclopidae)	4	3	708	383
Svifdíli, <i>Diaptomus</i> sp.	1	0	2	2
Ungviði (nauplius)	17	13	84	29
Samtals árfætlur	21	15	794	410
Heildarþéttleiki svifkrabba	66	39	1.320	679

Á meðal sviflægra þyrildýra í Rauðavatni reyndust spaðapyrla (*Keratella cochlearis*) og fjaðrapyrla (*Polyarthra* tegund) einna algengastar ásamt tegund sem bíður þess að verða greind (tafla 9). Fyrir utan ógreindu tegundina þá svipar þyrildýrasamfélaginu í Rauðavatni mjög til þess sem þekktist í Urriðavatni og Elliðavatni, bæði m.t.t. tegunda og þéttleika þeirra ((Hilmar J. Malmquist o.fl. 2004, 2006).

Tafla 9. Þéttleiki (fjöldi einstaklinga/l) helstu tegunda og hópa þyrildýra í svifsýnum í Rauðavatni. Birt eru meðaltöl og staðalskekkja (St.sk.) byggð á þremur sýnum.

	9.6.2005	
	Meðaltal	St.sk.
Þyrildýr (Rotifera)		
Spaðapyrla, <i>Keratella cochlearis</i>	1.073	185
Fjaðrapyrla, <i>Polyarthra</i> ssp.	860	147
Ógreind þyrildýr	927	279
Alls þyrildýr	2.860	569

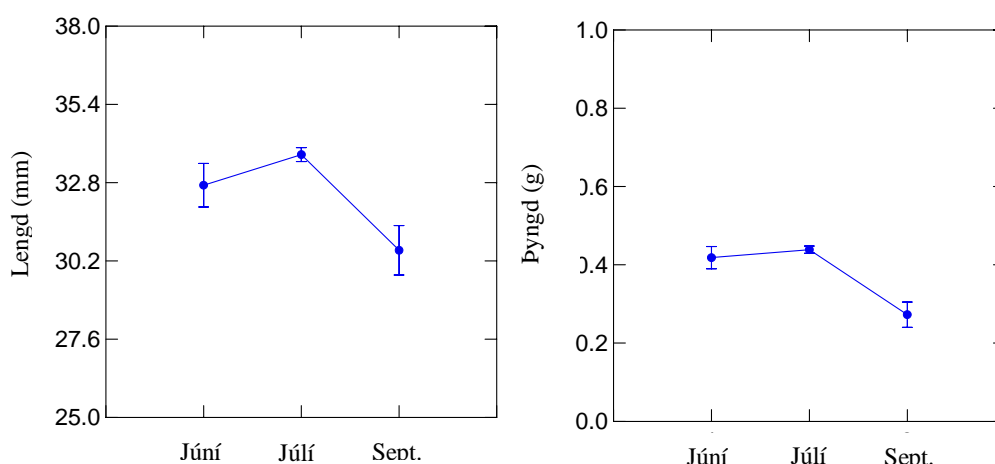
3.4.4 Hornsíli

Þéttleiki hornsíla í Rauðavatni var á heildina litið mikill en langmest veiddist þó í júlí, þegar afli á sóknareiningu var þrisvar til fjórum sinnum meiri en í júní og allt að 30 sinnum meiri en í september (tafla 10). Aflatölur frá júlí og september eru fyllilega sambærilegar þar eð þær byggjast á sömu veiðiaðferð með víragildrum. Í júní var notast við gildrum úr plexigleri og eru aflatölur úr þeim gildrum ekki að fullu sambærilegar við veiðina í víragildrunum. Töluvert meira var af hornsílum á stöð 1 en á hinum stöðvunum tveimur bæði í júlí og september og var afli á sóknareiningu á bilinu 1,5-2,4 sinnum meiri á stöð 1.

Tafla 10. Fjöldi veiddra hornsíla í Rauðavatni með hliðsjón af veiðistað og dagsetningu. ASE merkir aflu á sóknareiningu (fjöldi hornsíla í gildru á klst.).

Dags	Stöð	Alls veidd	ASE
10.6.2005	2	49	2,06
28.7.2005	1	220	9,02
28.7.2005	2	104	4,24
28.7.2005	3	153	6,22
23.9.2005	1	19	0,76
23.9.2005	2	11	0,44
23.9.2005	3	8	0,32
Samtals		564	

Umtalsverður breytileiki kom fram bæði í lengd hornsíla og þyngd þeirra. Lengd einstakra fiska var á bilinu 20-50 mm og þyngd mældist á bilinu 0,04-1,5 g. Hornsílin voru bæði marktækt minni og léttari að hausti en sumri (mynd 13). Þetta átti þó ekki við



Mynd 13. Lengd (mm) og þyngd (g) hornsíla í Rauðavatni í vettvangsferðunum þremur 2005. Sýnd eru meðaltöl ásamt staðalskekkju. Í september voru hornsíli bæði marktækt minni en í júní og júlí ($F_{2,564} = 7,519$, $R = 0,162$, $P = 0,001$) og marktækt léttari ($F_{2,564} = 12,222$, $R = 0,204$, $P < 0,001$).

um hornsíli á stöð 1. Auk breytileika í lengd og þyngd eftir árstíma kom fram munur á milli stöðva hvað varðar báða þessa lífsöguþætti (tafla 11 og 12). Í júlí voru t.d. hornsíli á stöð 1 bæði marktækt minni ($F_{2,474} = 35,825$, $R = 0,362$, $P < 0,001$) og léttari ($F_{2,474} = 61,606$, $R = 0,454$, $P < 0,001$) en á hinum stöðvunum tveimur. Þetta snerist nær algjörlega við í september, en þá voru hornsíli á stöð 1 marktækt lengri en á hinum stöðvunum tveimur ($F_{2,35} = 4,168$, $R = 0,439$, $P = 0,024$) og marktækt þyngri en á stöð 3 ($t = 2,503$, $df. = 25$, $P = 0,019$).

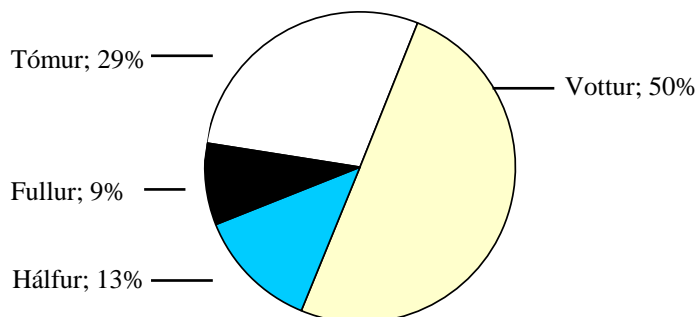
Tafla 11. Meðallengd (mm) hornsíla í Rauðavatni og staðalskekkja (St.sk.) raðað eftir veiðidögum og veiðistöðum.

	Stöð 1			Stöð 2			Stöð 3		
	Meðaltal	St.sk.	n	Meðaltal	St.sk.	n	Meðaltal	St.sk.	n
10. júní 2005				32,7	0,90	49			
28. júlí 2005	31,9	0,33	220	36,0	0,42	104	34,8	0,30	153
22. september 2005	33,2	1,30	19	29,4	2,31	11	26,0	1,59	8

Tafla 12. Meðalþyngd (g) hornsíla í Rauðavatni og staðalskekkja (St.sk.) raðað eftir veiðidögum og veiðistöðum.

	Stöð 1			Stöð 2			Stöð 3		
	Meðaltal	St.sk.	n	Meðaltal	St.sk.	n	Meðaltal	St.sk.	n
10. júní 2005				0,42	0,05	49			
28. júlí 2005	0,35	0,01	220	0,46	0,02	104	0,54	0,01	153
22. september 2005	0,32	0,04	19	0,28	0,06	11	0,16	0,03	8

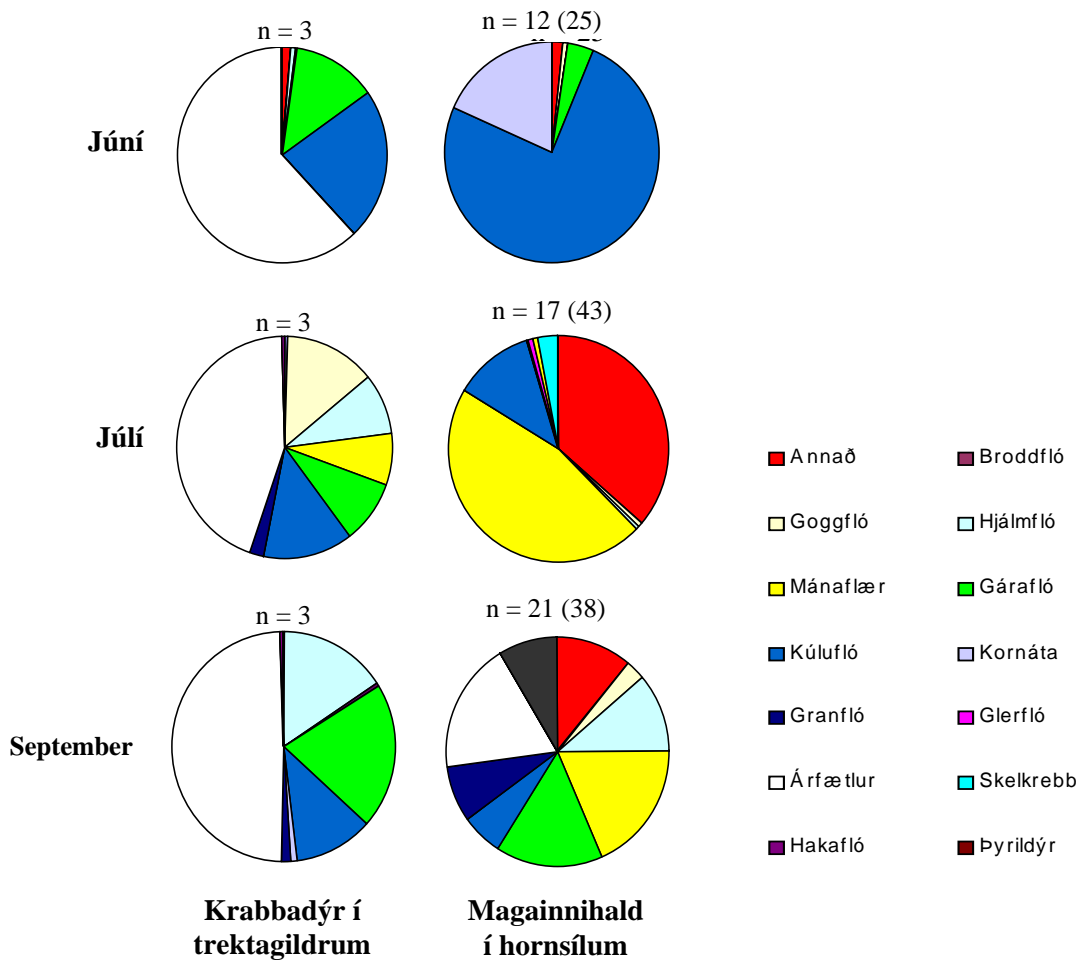
Magafylli hornsíla í Rauðavatni var rýr á heildina litið. Um þriðjungur hornsíla sem voru krufin, alls 123 talsins, reyndust vera með tóman maga og helmingur var einungis með vott af fæðu (mynd 14). Álíka tölur um fremur litla magafylli á meðal hornsíla eru vel kunnar úr öðrum vötnum, eins og t.d. Ástjörn í Hafnarfirði (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001).



Mynd 14. Magafylli hornsíla í Rauðavatni. Byggt á 123 hornsílum sem voru krufin í rannsókninni.

Fæða hornsíllanna var nokkuð fjölbreytt og afar mismunandi eftir árstímum (mynd 15). Í júní voru kúluflær uppistaðan í fæðunni, með 75% hlutdeild af fjölda fæðueininga. Í júlí tóku mánaflær við af kúluflóm, með rúma 45% hlutdeild, ásamt lirfum toppmýs, með liðlega 35% hlutdeild. Í september var fæðan mjög blönduð þar sem helstu fæðugerðirnar voru árfætlur, mánaflær, gáraflær og toppmýslirfur, hver fæðugerð með 10-18% hlutdeild. Alls voru greindir 23 fæðuflokkar í hornsílamögunum (viðauki 4).

Þegar hlutfall krabbadýra í fæðu hornsíllanna er borið saman við hlutfall krabbadýra eins og það kom fram í trektagildrunum er ljóst að hornsílin velja úr tiltekna tegundir sem ekki er í samræmi við framboð þeirra hvað fjölda áhrærir. Þannig er t.d. ljóst að hornsíli sniðganga að einhverju marki og/eða ráða illa við að éta árfætlur. Þetta er hugsanlega vegna þess að árfætlur eru betri sunddýr og sneggri að víkja sér undan árásum hornsíla en vatnaflær. Þá er ljóst að í júlí og september velja hornsíli mánaflær fram yfir framboð



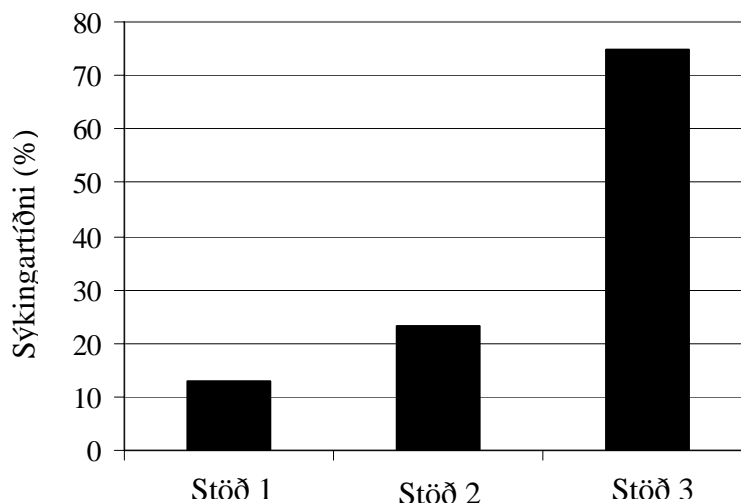
Mynd 15. Fæða hornsíla í Rauðavatni og framboð krabbadýra samkvæmt veiði í trektagildrum. Kökurnar sýna hundraðshlut hvernar einingar miðað við heildarfjölda þeirra. Fæðuflokkurinn Annað inniheldur að langmestu leyti rykmýslirfur, en einnig tjarnartítur, vatnamaura, ertuskeljar og vatnabobba. Tölur að baki sérhverri köku merkja annars vegar fjölda trektagildra og hins vegar fjölda hornsíla með fæðu (í sviga er heildarfjöldi hornsíla sem fæða var athuguð í).

þeirra samkvæmt trektagildrunum, og á þetta einnig við um framboð mánaflóa í svifsýnum (sjá töflu 8). Einnig vekur athygli að goggflær skuli ekki vera meira áberandi í fæðunni í júlí, en þá var þéttleiki þessarar botnlægu vatnaflóartegundar mjög mikill (sjá töflu 7).

Fæðu hornsíla í Rauðavatni svipar mjög til þess sem þekkist í öðrum vötnum þar sem rykmýslirfur og botnlæg krabbadýr skipa veigamestan sess (Hákon Aðalsteinsson 1979; Sandlund o.fl. 1992; Bjarni K. Kristjánsson 2001; Himar J. Malmquist o.fl. 2001b).

Sníkjudýrabyrði í hornsílum var könnuð m.t.t. bandormsins *Scistocephalus solidus*, en hann mun vera algengt sníkjudýr í hornsílum hér á landi (Siguður H. Richter 1982). Hornsíli eru millihýslar þessa bandorms og lifir lirfan í kviðarholi fiskanna. Lokahýslar eru fuglar, þ. á m. máfar og fiskiendur. Egg kynþroska bandorma berast í vatn með driti fuglanna og þar smitast fyrsti millihýsillinn, sem eru augndúlategundir (*Cyclops*) og fleiri tegundir af árfætlum. Hornsíli smitast síðan við að éta sýktar árfætlur.

Í Rauðavatni var sýkingartíðni hornsíla með þennan bandorm mjög breytileg eftir stöðvum, en langhæst var sýkingartíðnin á stöð 3, eða um 75% (mynd 16). Freistandi er að skýra þennan mun á milli stöðva út frá mismunandi dreifingu máfa á og við vatnið, en svo lítur út fyrir að máfar haldi sig mun meira við stöð 3 en á hinum stöðvunum (sbr. kafla 3.4.5). Hin háa sýkingartíðni á stöð 3 bendir einnig til þess að hornsílin í Rauðavatni séu fremur staðbundin, sem vert væri að rannsaka nánar.



Mynd 16. Sýkingartíðni (%) hornsíla í Rauðavatni sem sýkt eru af bandorminum *Scistocephalus solidus*. Raðað eftir veiðistöðvum.

Sníkjudýrabyrði hornsíllanna var í sumum tilfellum með ólíkindum og í einstökum fiskum voru ormar svo tugum skipti í kviðarholinu (mynd 17). Hornsíli með mikla sníkjudýrabyrði eru oft með þaninn kvið og eiga mjög erfitt með sund. Þegar þannig er ástatt um þau eru þau auðveld bráð fyrir máfa og fleiri fugla.



Mynd 17. Bandormar af tegundinni *Scistocephalus solidus* í kviðarholi hornsílis. Í þessum eina fiski, sem er um 6,5 cm á lengd, fundust nær 40 ormar!

Til viðbótar bandorminum *S. solidus* í hornsílu fundust tvær aðrar gerðir af sníkjudýrum í Rauðavatni. Þetta voru ögður (Trematoda) á sundlirfustigi sem fundust í sýnum af fjörugrjóti á stöð 3 (mynd 18). Grunur lék á að þarna væru á ferð ögður sem valda svokölluðum sundmannakláða og voru sýnin afhent dr. Karli SkírniSSyni, dýrafræðingi á Tilraunastöð Háskólans í meinafræðum að Keldum, til greiningar. Grunurinn reyndist á rökum reistur og var annars vegar um að ræða sundmannakláðalirfur af ættkvíslinni *Trichobilharzia* og hins vegar ögðulirfur af ættinni Notocotylidae. Báðar gerðir af ögðunum eiga það sameiginlegt að hafa andfugla sem lokahýsla en vatnabobba (*R. peregra*) sem millihýsla.



Mynd 18. Tvær ögðulirfur af ættinni Notocotylidae. Sjá má bók með svörtum augndeplum og sundhala aftur úr búknum. Lirfurnar eru u.þ.b. einn mm á lengd og fundust í sýni sem tekið var af fjörugrjóti á stöð 3 í Rauðavatni.

Sundmannakláði var fyrst staðfestur hér landi síðsumars 1997 þegar í ljós kom að kláðabólur sem börn höfðu fengið við leik í vaðtjörn í Húsdýragarðinum í Reykjavík mátti rekja til *Trichobilharzia* sundlirfa (Karl Skírnisson o.fl. 1999). Síðan hefur sundmannakláða orðið vart á nær hverju ári á landinu, þ. á m. í Landmannalaugum og Botnsvatni við Húsavík (Karl Skírnisson og Libusa Kolarova 2005).

Þegar sundmannakláðalirfur yfirgefa millihýsil sinn þurfa þær að komast í lokahýsil áður en langt um líður. Það gera þær með því að rjúfa gat á húðina, jafnan á fótum andfugla, og bora sig inn í hold lokahýsilsins. Lirfur sundmannakláðans virðast ekki gera neinn greinarmun á húð manna og fugla og komist þær í gegnum mannshúð getur ónæmiskerfið brugðist hart við í kjölfarið með kláða og útbrotum þar sem lirfurnar boruðu sig inn í húðina. Óvíst er hve lengi lirfurnar geta lifað í vefjum manna (Karl Skírnisson og Libusa Kolarova 2005).

Ögður af ættinni Notocotylidae leggjast ekki á mannfólk. Sundstig lirfunnar varir venjulega í stuttan tíma, jafnan í nokkrar mínútur, en þá missa lirfurnar sundhalann, ummyndast í kúlulaga form og setjast fyrir á gróðri. Á plöntunum bíða ögðurnar þess að vera étnar af lokhýslinum, sem eru grasbitar á borð við álftir, endur og gæsir. Í fuglunum lifa fullorðnar ögðurnar í botnlöngum eða aftast í meltingarvegi.

3.4.5 Fuglar

Alls voru greindar sjö tegundir af fuglum á Rauðavatni í könnunarferðunum þremur (tafla 13). Þar sem talningaferðir voru aðeins tvær er varasamt að draga viðtækar ályktanir af mikilvægi vatnsins fyrir vatnafugla. Af gögnunum má þó ráða eitt og annað. Þannig er nokkuð ljóst að vatnið nýtist a.m.k. stökköndum og grágæsum að einhverju leyti sem fædulind fyrir unga, en svo virðist sem þessar tvær tegundir hafi orpið í námunda við vatnið. Einnig er ljóst að töluvert af kríum nýtir vatnið til hornsílaveiða og kríuvarp var á bökkum upp af vatninu norðanverðu. Ein toppönd sást í talningunni 20.

Tafla 13. Niðurstöður fuglatalninga 3. júní og 20. júlí 2005 á Rauðavatni.

Dags.	Tegundir	Fjöldi full-orðinna fugla	Fjöldi karlfugla	Fjöldi kvenfugla	Fjöldi unga	Alls
3.6.2005	Grágæs		1	1	6	8
"	Hettumáfur	1				1
"	Kría	6				6
"	Stökkönd			1	4	5
"	Sílamáfur	2				2
"	Skúfönd		32	22		54
20.7.2005	Grágæs	10				10
"	Kría	40-60				40-60
"	Toppönd			1		1
"	Sílamáfur	20-30				20-30
	Alls	20-100	33	25	10	150-200

júlí en auk þess sást toppandarkolla með hvorki meira en minna en 16 unga í vettvangsferðinni þ. 27. júlí (mynd 19). Toppendur á Rauðavatni eru vafalaust að éta hornsíli, en þau eru aðalfæða þessarar tegundar fiskiandar hér á landi.



Mynd 19. Toppandarkolla (lengst t.v.) með 16 stálpaða unga á Rauðavatni þ. 27. júlí 2005. Jafnan verpir toppönd 7-13 eggjum (Ævar Petersen 1999) en afföll eru iðulega mikil, allt að 50%, strax eftir að ungar hafa skriðið úr eggjum. Líklegt er að toppandarkollan á Rauðavatni gengið í móðurstað fyrir unga annarrar kollu.

Fjöldi skúfanda í júní á Rauðavatni vekur nokkra athygli, en þetta er mikill þéttleiki af fuglum og svipaður og talinn hefur verið á vötnum á höfuðborgarsvæðinu (Jóhann Óli Hilmarsson munnl. uðppl., Ólafur K. Nielsen 1993). Skúfandarhópurinn á Rauðavatni var sennilega að fita sig fyrir varp, en skúfendur lifa að verulegum hluta á mýlirfum sem þær kafa eftir niður á botn grunnra vatna (Arnþór Garðarsson 1992).

Sílamáfar héldu sig gjarna á rífi við austanverða Sandvík, í námunda við sýnatökustöð 3, og virtust helst nýta vatnið sem baðstað.

4. Samantekt og ábendingar

4.1 Vatnafræði, efna- og eðlisþættir

Rauðavatn er lítið vatn, aðeins um 0,32 km², og mjög grunnt, en mælt meðaldýpi um miðjan júní var 1,06 m og mesta dýpi 1,37 m. Rúmmál vatnsins miðað við framangreint meðaldýpi og flatarmál eru 0,35 Gl. Vatnið er afrennslislaust á yfirborði og vatnasviðið er mjög lítið, á að giska 3 km². Ekki er vitað til þess að lindavatn berist í Rauðavatn, a.m.k. ekki með yfirborðsrennsli.

Miklar vatnsborðssveiflur eru vel kunnar í Rauðavatni. Á meðan á rannsókninni stóð lækkaði í vatninu um 70 cm frá 10. júní til 22. september. Síðla í júlí var vatnsstaðan þegar orðin lág og nálægt því sem hún var lægst í september. Af ummerkjum í fjörunni þ. 10. júní var einnig ljóst að vatnsborðið hafði staðið nær 50 cm hærra fyrir um vorið. Lækkun vatnsborðs Rauðvatns frá vori til hausts árið 2005 var því alls um 1,2 m. Þetta er töluvert hröð og mikil vatnsborðssveifla af náttúrulegum toga.

Óstöðugleiki í vatnsborði Rauðavatns bendir eindregið til þess að vatnsbúskapurinn sé í senn háður mjög litlu vatnasviði (nær 3 km²) og að yfirborðsvatn og staðbundið grunnvatn ráði þar ríkjum, fremur en lindavatn eða lengra að komið grunnvatn. Svokallaður Mosfellsheiðarstraumur, sem er einn af fjórum stórum grunnvatnsstraumum á höfuðborgarsvæðinu, virðist ekki setja mark sitt á vatnsbúskap Rauðavatns sem neinu nemur. Ef svo væri mætti reikna með að vatnsborðssveiflur væru mun minni en raun ber vitni.

Rafleiðni í Rauðavatni mældist á bilinu 126-160 µS/cm sem er mikið miðað við vötn almennt í landinu. Í samræmi við háa rafleiðni var styrkur uppleystra efna einnig almennt hár. Þetta átti einkum við um tvö helstu næringarefni, þ.e. fosfór (Tot-P) og köfnunarefni (Tot-N), sem og ál (Al), flúor (F), magnesíum (Mg), klór (Cl) og natríum (Na). Hár styrkur þessara efna og fleiri jóna sem mældar voru benda til áhrifa sem rekja má að hluta til til athafna mannsins. Aukna ákomu fosfórs og niturs má líklega rekja til hesta- og bílaumferðar meðfram vatninu. Einnig má ætla að lúpínubreiður við vatnið norðanvert skili af sér auknu nitri út í vatnið. Þá má búast við að götusalt (NaCl) og fleiri efni skolist af Suðurlandsvegi ofan í vatnið og setjist þar fyrir.

4.2 Lífríki

Á heildina lítið er lífríki Rauðavatns gróskumikið bæði hvað varðar gróður og dýralíf. Þetta kemur að vissu leyti á óvart miðað við hve sveiflur í vatnsborði eru miklar. Síkjamarí (*Myriophyllum alterniflorum*) er nær allsráðandi á meðal rótfasta háplatna og er vöxtur hans óvenjumikill og þéttur í vatninu. Með upptöku næringarefna og með því að lægja öldur skiptir síkjamarinn líklega mjög miklu máli við að koma í veg fyrir að Rauðavatn verði fúlt og gruggugt.

Botnlægar vatnaflær (Cladocera), einkum kúlufló (*Chydorus sphaericus*), gárafló (*Alonella nana*) og hjálmfló (*Acroperus harpae*), ásamt augndílum (*Cyclops tegundir*), rykmýslirfum (Chironomidae) og sundánnum (Naididae), eru algengustu smádyrahóp-

arnir í Rauðavatni. Allir framangreindir dýrahópar lifa að verulegu leyti ofan í og/eða ofan á mjúkum setbotni þar sem dýrin finna bæði næringu og skjól. Há hlutdeild kúluflóa í vatninu rennir stöðum undir að vatnið kunni að vera undir álagi af völdum næringarefna.

Tegundafjöldi og þéttleiki botndýra í grýttu fjörubelti Rauðavatns er töluvert mikill miðað við hve búsvæðið er óstöðugt m.t.t. vatnsborðssveiflna. Áhrif óstöðugs vatnsborðs á dýraríkið leyna sér þó ekki, eins og sést best á því að vatnabobbar (*Radix peregra*) fundust ekki á fjörugrjóti, en ella eru þessir sniglar á meðal algengustu, eindregnu botndýra af stærri gerðinni í fjöruvist íslenskra vatna. Eindregnar sviflægar lífverur eru í takmörkuðum mæli í vatninu, enda er vatnið afar grunnt og kjörbúsvæði sviflífvera því vart fyrir hendi.

Ekki er vitað til þess að silungur sé í Rauðavatni en mjög mikið er af hornsílum. Uppistaðan í fæðu hornsíllanna voru vatnaflær, einkum kúlu- og mánaflær, toppmýslirfur (Chironomini) og árfætlur (Copepoda). Hornsílin voru töluvert sýkt af bandorminum *Scistocephalus solidus*, en hann notar hornsíli sem millihýsil, árfætlur sem frumhýsil og máfa og fiskiendur sem lokahýsil. Hornsíli í vatninu norðvestanverðu voru mun meira sýkt en annars staðar. Þetta stafar líklega af misjafnri dreifingu sílamáfa við vatnið, en þeir eru lokahýslar bandormsins og halda sig mest á grjótrifi við vatnið norðvestanvert.

Tvær gerðir af sníkjudýrum á sundlirfustigi sem tilheyra ögðum (Trematoda) fundust í sýnum af fjörugrjóti í Rauðavatni. Annars vegar voru það ögður af ættinni Notocotylidae og hins vegar agða af ættkvíslinni *Trichobilharzia*. Ögðurnar nota vatnabobba sem frumhýsla og andfugla sem lokahýsla. Ekki er vitað til þess að Notocotylidae ögður hrjái mannfólk, en *Trichobilharzia* ögður valda svokölluðum sudmannakláða komist þær í gegnum mannshúð.

Lauslegar athuganir á fuglalífi gefa tilefni til að ætla að Rauðavatn kunni að gegna mikilvægu hlutverki sem uppeldisstöð fyrir ungvíði nokkurra tegunda, m.a. fyrir stökkendur, toppendur, grágæsir og kríur. Þá mældist mikill þéttleiki fullorðinna skúfanda á vatninu snemma í júní.

4.3 Ábendingar

Í ljósi þess að Rauðavatn er afrennslislaust og að vatnsbúskapurinn virðist í senn vera sveiflukenndur og háður mjög litlu vatnasviði er mikilvægt að fyrirhugaðar framkvæmdir við íþróttasvæði hafi sem allra minnst áhrif á þætti sem snerta efnafræði vatnsins og vatnsmagn. Í þessu sambandi þarf einkum að varast að ofanvatn, t.d. af bílastæðum, renni óhreinsað beint út í vatnið. Samtímis þarf að varast að leiða vatn í burtu sem hefði í för með sér enn frekari minnkun á vatnasviðinu.

Þar sem Rauðavatn er afrennslislaust og engin úrskolun efna á sér stað og endurnýjunartími vatnsins að líkindum langur er hætt við tiltölulega hraðri uppsöfnun efna í botnsetinu. Á meðan síkjarinn hefur undan við að binda næringarefni og koma í veg fyrir upprót af botninum helst Rauðavatn í nokkuð tæru og góðu ásigkomulagi. Aukist ákoma efna hins vegar enn frekar má búast við vandamálum, jafnvel þannig að

vatnsgæði rýrni það mikið að síkjamari láti undan síga. Vísbendingar eru um að hestaumferð við vatnið stuðli að aukinni ákomu næringarefna og kann að vera skynsamlegt að gera ráðstafanir í því sambandi. Æskilegt er þó að gera fyrst ítarlegri efnafræðiúttekt í vatninu með þetta í huga. Einnig er æskilegt að mæla efni í tengslum við ofanvatn, t.d. sink (Zn) og tvær til þrjár tegundir af fjölliða kolvetnissamböndum (PAH-SX, t.d. acenaften og naftalen).

Fugalíf á Rauðavatni þyrfti að rannsaka mun betur en gert hefur verið, en vísbendingar eru um að mikilvægi vatnsins fyrir andfugla sé meira en ætla mætti við fyrstu sýn. Til frambúðar er æskilegt að vakta valda lykíþætti vistkerfisins með reglulegu millibili, t.d. á tveggja til þriggja ára fresti. Vöktunin ætti a.m.k. að taka til næringarefna, útbreiðslu síkajamara, vatnaflóa og fugla.

5. Þakkir

Þóreyju Ingimundardóttur, fyrrum starfsmanni á Náttúrufræðistofu Kópavogs er þökkuð vettvangsvinna og úrvinnsla á sýnum í verkefninu. Karli Skírnisssyni, dýrafræðingi á Tilraunastöð Háskólans í meinafræðum að Keldum, er þakkað liðsinni við greiningu á ögðulirfum. Þóra Hrafnisdóttir, starfsmaður Náttúrufræðistofu Kópavogs, aðstoðaði við vettvangsvinnu og las skýrsluna yfir og færði ýmislegt til betri vegar. Henni eru færðar þakkir fyrir.

6. Heimildir

Arnþór Garðarsson. 1992. Fugalíf við Mývatn og Laxá. 9. kafli, bls. 279-319. Í: *Náttúra Mývatns*, Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson (ritstjórar). Hið íslenska náttúrufræðifélag. Reykjavík.

Árni Hjartarson, Freysteinn Sigurðsson og Kristján Sæmundsson 1998: Mat á framtíðar- eða varavatnshólum fyrir Vatnsveitu Reykjavíkur. OS-98016, Orkustofnun, Reykjavík, 17 bls. + kort.

Árni Hjartarson, Einar Gunnlaugsson, Freysteinn Sigurðsson, Jón Jónsson og Kristján Sæmundsson. 1992. Vatnafarskort, Elliðavatn 1613 III SV, 1:25.000. Landmælingar Íslands, Orkustofnun, Hafnarfjarðarbær, Garðabær, Kópavogsbær, Seltjarnarnesbær og Reykjavík.

Bjarni K. Kristjánsson 2001. Divergence of Icelandic threespine stickleback, *Gasterosteus aculeatus*, to two substrate types in lakes and recently formed lagoon. Meistarprófsritgerð. University of Guelph, Ontario, Canada. 86 bls.

Borgþór Magnússon, Sigurður H. Magnússon og Bjarni Diðrik Sigurðsson. 1993. Gróðurframvinda í lúpínubreiðum (Vegetation succession in areas colonized by the introduced Nootka lupin (*Lupinus nootkatensis*) in Iceland). Fjölrit Rala númer 207. Rannsóknastofnun landbúnaðarins. 100 bls.

de Eyto, E. & Irvine, K. 2001. The response of three chydorid species to temperature, pH and food. *Hydrobiologia*, 459: 165–172.

de Eyto, E., Irvine, K., Garcia-Criado, F., Gyllström, M., Jeppesen, E., Kornijow, R., Miracle, M. R., Nykänen, M., Bareiss, C., Cerbin, Slaved., Salujõe, J., Frandsen, R., Stephins, D., & Moss, B. 2003. The distribution of chydorids (Branchiopoda, Anomopoda) in European shallow lakes and its application to ecological quality monitoring. *Arch. Hydrobiol.*, 156, 2: 181 – 202.

Hákon Aðalsteinsson. 1979. Size and food of arctic char *Salvelinus alpinus* and stickleback *Gasterosteus aculeatus* in Lake Mývatn. *Oikos*, 32: 228-231.

Helgi Torfason, Árni Hjartarson, Haukur Jóhannesson, Jón Jónsson og Kristján Sæmundsson. 1993. Berggrunnskort, Elliðavatn 1613 III SV-B, 1:25.000. Landmælingar Íslands, Orkustofnun, Hafnarfjarðarbær, Garðabær, Kópavogsbær, Seltjarnarnesbær og Reykjavíkurborg.

Hilmar J. Malmquist, Þórólfur Antonsson, Guðni Guðbergsson, Skúli Skúlason & Sigurður S. Snorrason. 2000. Biodiversity of macroinvertebrates on rocky substrate in the surf zone of Icelandic lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 27: 121-127.

Hilmar J. Malmquist, Erlín E. Jóhannsdóttir og Finnur Ingimarsson. 2001a. Smádyralíf og efnaþættir í Hamarkotslæk og Ástjörn. Bls. 45-79. Í: *Náttúrufar á vatnasvæðum í landi Hafnarfjarðar. Umhverfisúttekt* (Ingibjörg Kaldal ritstj.). Orkustofnun, OS-2001/064. Unnið fyrir Hafnarfjarðarbæ. 140 bls.

Hilmar J. Malmquist, Erlín E. Jóhannsdóttir og Finnur Ingimarsson 2001b. Contrasting crustacean communities in two adjacent, shallow lakes in the highlands NE of Iceland. Bls. 31. Útdráttur. Í: Twin Symposium on Cold Aquatic Environment. Lake Mývatn 13–16 2001. Abstracts. Nordic Benthological Society. Mývatn research Station. 58 bls.

Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson og Haraldur Rafn Ingvason. 2003a. Áhrif vatnsmiðlunar á vatnalífríki Skorradalvatns: Forkönnun og rannsóknatillögur. Greinargerð unnin fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. Náttúrufræðistofa Kópavogs. Fjölrit nr. 2-03. 34 bls.

Hilmar J. Malmquist, Jón S. Ólafsson, Guðni Guðbergsson, Þórólfur Antonsson, Skúli Skúlason og Sigurður S. Snorrason. 2003b. Vistfræði- og verndarflokkun íslenskra stöðuvatna. Verkefni unnið fyrir Rammaáætlun um nýtingu vatnsafls og jarðvarma. Áfangaskýrsla. Fjölrit nr. 1-03, Náttúrufræðistofa Kópavogs. 33 bls.

Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson og Haraldur Rafn Ingvason. 2004. Vöktun á lífríki Elliðavatns: Forkönnun og rannsóknatillögur. Greinargerð unnin fyrir Reykjavíkurborg og Kópavogsbæ. Náttúrufræðistofa Kópavogs. Fjölrit nr. 1-04. 43 bls.

Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson og Haraldur Rafn Ingvason. 2006. *Grunnrannsókn á lífríki Urriðavatns*. Unnið fyrir Garðabæ og Þekkingarhúsið ehf. Náttúrufræðistofa Kópavogs. Fjölrit nr. 1-06. 44 bls.

Karl Skírnisson og Libusa Kolarova. 2005. Sundmannakláði í Landmannalaugum. *Læknablaðið*, 91: 729-736.

Karl Skírnisson, J. Magnússon, Þ. Kristjánsdóttir og L. Kolarova. 1999. Sundmannakláði staðfestur á Íslandi. *Læknablaðið*, 84 (Fylgirit 37): 59.

Mirosaw-Grabowska J. og Niska, M. 2005. Isotopic and Cladocera records of climate changes of Early Eemian at Besiekierz (Central Poland). *Geol. Quart.*, 49 (1): 67–74.

Ólafur K. Nielsen. 1993. Fuglalíf við vötn ofan Hafnarfjarðar og Garðabæjar. Verkefni unnið fyrir Hafnarfjarðarbæ og Garðabæ. 33 s.

Sandlund, O.T., P. M. Jónasson, B. Jonsson, H.J. Malmquist, S. Skúlason og S.S. Snorrason 1992. Threespine stickleback *Gasterosteus aculeatus* in Thingvallavatn: habitat and food in a lake dominated by arctic charr *Salvelinus alpinus*. *Oikos*, 64: 365-370.

Sigurður H. Richter. 1982. Sníkjudýr vatnafiska. III. *Veiðimaðurinn*, 109: 19-23.

Tryggvi Þórðarson. 2003. Mengunarstaða Elliðavatns 2001-2002. Unnið fyrir Umhverfis- og heilbrigðisvið Reykjavíkur. Háskólasetrið í Hveragerði. 60 bls.

Ævar Petersen. *Íslenskir Fuglar*. 1999. Vaka-Helgafell. 312 bls.

Þórólfur Antonsson og Guðni Guðbergsson. 2000. Silungur í Elliðavatni. Samantekt rannsókna 1987-1999. Veidimálastofnun VMST-R/0018. 33 bls.

7. Viðaukar

Viðauki 1. Mælt dýpi í Rauðavatni á 29 GPS hnitasettum punktum þ. 10. júní 2005.

Staðsetning mælipunkta	Vatnsdýpi (cm)
N 64° 06.431 - W 21° 45.900	98
N 64° 06.433 - W 21° 45.898	88
N 64° 06.350 - W 21° 46.386	88
N 64° 06.440 - W 21° 46.372	118
N 64° 06.565 - W 21° 46.271	128
N 64° 06.538 - W 21° 46.568	83
N 64° 06.434 - W 21° 45.699	85
N 64° 06.378 - W 21° 45.732	85
N 64° 06.345 - W 21° 45.776	77
N 64° 06.359 - W 21° 45.895	72
N 64° 06.397 - W 21° 45.887	100
N 64° 06.459 - W 21° 45.874	108
N 64° 06.506 - W 21° 45.865	96
N 64° 06.487 - W 21° 45.977	117
N 64° 06.446 - W 21° 46.037	115
N 64° 06.409 - W 21° 46.104	96
N 64° 06.357 - W 21° 46.191	100
N 64° 06.334 - W 21° 46.398	84
N 64° 06.367 - W 21° 46.554	92
N 64° 06.415 - W 21° 46.463	120
N 64° 06.458 - W 21° 46.365	130
N 64° 06.527 - W 21° 46.187	124
N 64° 06.602 - W 21° 46.244	95
N 64° 06.557 - W 21° 46.330	137
N 64° 06.496 - W 21° 46.434	133
N 64° 06.438 - W 21° 46.586	110
N 64° 06.608 - W 21° 46.315	120
N 64° 06.494 - W 21° 46.591	105
N 64° 06.565 - W 21° 46.399	135
N 64° 06.513 - W 21° 46.503	128
Meðaldýpi	105,6
Hámarksdýpi	137

Lífriki Rauðavatns

Viðauki 2. Steinasýni úr fjörubelti Rauðavatns. Fjöldi einstaklinga á fermetra.

Dagur	Tafarnúmer stöna	Stað	Sýni nr.	Hydrozoa	Aelosoma	Naididae	Chloogaster sp.	Tubificidae	Limnephilus sp.	Agabus bipustulatus	Chironomidae (lítra)	Tanyptodinae (lítra)	Orthocladinae (lítra)	Chironomini (lítra)	Tanaisiini (lítra)	Hydracarina	Other flies	Collembola	Acroperus harpae	Alona affinis	Alona quadrangulatis	Alona guttata	Alonella nana	Chydorus sphaericus	Euryceerus lamellatus	Canthocamptidae	Diaplemons sp.	Cyclops spp.	Ostracoda	Alls	Fj. Teg.	
6.6.2005	0.0187	3	1	0	0	53	642	0	53	0	214	588	0	53	107	749	0	0	0	0	0	0	0	160	0	267	53	428	0	3904		
6.6.2005	0.0149	3	2	0	67	67	134	0	67	67	67	67	0	134	134	67	67	0	0	0	0	0	0	0	0	134	0	604	0	1678		
6.6.2005	0.0077	3	3	0	0	0	3117	0	0	0	390	390	0	130	130	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2468	0	1948	0	9351		
Mebaltal				0	22	83	1298	0	18	22	224	348	22	18	124	315	22	0	0	0	0	0	0	53	0	956	18	993	0	4977	19	
SE				0	22	24	921	0	18	22	93	152	22	18	8	217	22	0	0	0	0	0	0	53	0	757	18	480	0	2279		
27.7.2005	0.009	3	1	0	222	0	1222	0	0	0	2889	889	0	0	111	556	0	0	0	0	0	0	0	333	0	2444	0	1000	0	15222		
27.7.2005	0.0064	3	2	0	156	313	1875	0	0	0	1406	1094	0	156	156	625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1406	0	2500	0	13594		
27.7.2005	0.0061	3	3	492	984	984	5082	0	0	0	328	2951	0	0	0	164	0	0	0	0	0	0	164	1967	0	5574	0	1148	0	29836		
Mebaltal				164	454	432	2726	0	0	0	129	4870	52	1541	1644	0	52	89	448	0	0	0	1437	55	767	0	3141	0	19551	17		
SE				164	265	290	1193	0	0	0	67	855	52	742	656	0	52	46	144	0	0	0	1005	55	608	0	1253	0	5164			
22.9.2005	0.0072	3	1	0	0	139	278	139	0	0	13333	1944	556	0	139	4306	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2222	0	4583	278	33889		
22.9.2005	0.0092	3	2	0	0	109	1304	109	0	0	761	109	13478	870	717	1957	0	0	435	3587	435	0	217	0	0	326	6087	0	4674	109	42283	
22.9.2005	0.0093	3	3	0	0	0	0	0	0	0	753	108	13054	1290	6237	968	0	108	323	2258	215	0	0	0	0	2473	0	4516	0	34501		
Mebaltal				0	0	83	527	83	0	0	736	72	13955	1368	6411	1160	0	36	299	3384	217	0	72	0	0	109	3594	0	4591	129	36824	19
SE				0	0	42	397	42	0	0	21	36	551	313	710	416	0	36	86	600	126	0	72	0	0	109	1249	0	46	81	2732	

Lífriki Rauðavatns

Viðauki 3. Sýni úr trektagildrum í Rauðavatni. Fjöldi einstaklinga á fermetra.

Dags.	Stöð	<i>Agabus bipunctatus</i>	<i>Arctocoris carinata</i>	<i>Hydracarina</i>	<i>Acroperus harpae</i>	<i>Alona spp.</i>	<i>Alona affinis</i>	<i>Alona rectangularis</i>	<i>Alona quadrangulata</i>	<i>Alona guttata</i>	<i>Alonella nana</i>	<i>Camlocercus rectirostris</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>	<i>Eurycerus lamellatus</i>	<i>Grabobers testudinaria</i>	<i>Macrobrachium hirsuticornis</i>	<i>Sida cristallina</i>	<i>Simcephalus male</i>	<i>Simcephalus vetulus</i>	<i>Simcephalus servatus</i>	Ögrent ungvíði	Canthocamptidae	<i>Diaptomus sp.</i>	<i>Cyclops spp.</i>	Nauplius	Alls	Fj. Teg.
38.509	1	0	13	25	139	0	0	0	0	0	962	13	3.924	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	10.101	506	15.096	
38.509	2	0	241	0	127	0	0	0	51	0	2.089	0	3.696	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	9.911	177	16.304	
38.509	3	13	25	51	25	0	0	0	0	0	380	0	253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139	2.949	1.747	5.582	
Meðaltal		4	93	25	97	0	0	0	17	0	1.143	4	2.624	0	0	0	0	0	8	0	0	0	46	7.654	810	12.527	11
SE		4	74	15	36	0	0	0	17	0	502	4	1.187	0	0	0	0	0	4	0	0	0	46	2.353	478	3.477	
38.560	1	0	582	316	8.759	1.797	0	0	0	101	6.430	0	14.759	0	3.380	0	0	0	215	215	1.684	0	0	26.367	5.696	70.304	
38.560	2	0	0	0	4.747	2.532	0	0	0	4.848	5.165	0	5.165	0	101	0	101	0	316	101	1.367	0	0	16.456	4.430	45.329	
38.560	3	0	89	25	38	13	2.468	0	0	25	2.582	0	722	0	25	0	38	0	114	25	709	38	152	4.025	11.418	22.506	
Meðaltal		0	224	114	4.515	1.447	823	0	0	1.658	4.726	0	6.882	0	1.169	0	46	0	215	114	1.253	13	51	15.616	7.181	46.046	14
SE		0	181	102	2.520	748	823	0	0	1.595	1.132	0	4.142	0	1.106	0	30	0	58	55	287	13	51	6.463	2.149	13.803	
38.617	1	0	13	0	810	38	0	0	13	0	608	0	1.203	0	0	0	13	13	0	13	25	0	0	5.316	101	8.165	
38.617	2	0	13	0	2.278	25	0	0	0	0	3.139	13	1.101	13	228	0	0	0	0	13	405	0	0	3.468	51	10.747	
38.617	3	0	0	0	190	25	0	25	13	0	481	0	114	139	63	13	25	25	38	13	13	0	0	1.354	25	2.557	
Meðaltal		0	8	0	1.093	30	0	8	8	0	1.409	4	806	51	97	4	13	13	13	13	148	0	0	3.380	59	7.156	16
SE		0	4	0	619	4	0	8	4	0	866	4	347	44	68	4	7	7	13	13	129	0	0	1.145	22	2.417	

Viðauki 4. Fæðuval hornsíla. Tíðni (%) fæðugerða segir til um fjölda fiska sem tiltekin fæðugerð fannst í (reiknað út frá heildarfjölda fiska með fæðu).

Fæðugerð	Fjöldi eininga	Fjöldi fiska	Tíðni (%) fæðugerða
Kúlufló, <i>Chydorus sphaericus</i>	170	21	17,1
Mánaflær <i>Alona</i> ssp.	160	20	16,3
Toppmý (Chironomina), lirlfur	79	27	22,0
Gárafló, <i>Alonella nana</i>	36	8	6,5
Augndfli, <i>Cyclops</i> spp.	36	4	3,3
Kornáta, <i>Eurycerus lamellatus</i>	31	3	2,4
Hjálmfló, <i>Acroperus harpae</i>	23	8	6,5
Granfló, <i>Graptoleberis testudinaria</i>	16	4	3,3
Þyrldýr (Rotifera)	16	1	0,8
Ránmý (Tanypodinae), lirlfur	15	9	7,3
Ógreindar mýpúpur	10	8	6,5
Tjarnatítur, <i>Arctocorisa carinata</i>	9	3	2,4
Skelkrebbs (Ostracoda)	8	5	4,1
Vatnsmý (Orthocladinae), lirlfur	7	5	4,1
Vatnamaurar (Hydracarina)	4	4	3,3
Vatnabobbi, <i>Radix peregra</i>	3	2	1,6
Glerfló, <i>Sida crystallina</i>	2	1	0,8
Ertuskel, <i>Pisidium</i> sp.	1	1	0,8
Iglur (Hirudinea)	1	1	0,8
Ógreindar mýlirlfur	1	1	0,8
Toppmý, púpur	1	1	0,8
Árftæur, ungvíði	1	1	0,8
Gróðurleifar	+	5	4,1