

LÍFFRÆÐISTOFNUN HÁSKÓLANS

FJÖLRIT NR. 68

Botn- og svifdýr í Reykjavíkurtjörn,

könnun í ágúst 2002

Jón S. Ólafsson og Sesselja G. Sigurðardóttir

REYKJAVÍK 2003

EFNISYFIRLIT

Samantekt.....	2
Inngangur.....	3
Aðferðir.....	4
Niðurstöður.....	6
Þéttleiki og samsetning botndýrafánunnar.....	7
Lóðrétt dreifing botndýra.....	10
Svifdýr.....	12
Umræða og ályktanir.....	13
Þakkarorð.....	17
Heimildir.....	17

SAMANTEKT

- Megnimarkmið könnunarinnar var að meta núverandi ástand botndýra í Reykjavíkurtjörn, bera það saman við fyrri rannsóknarniðurstöður (1989) og spá fyrir um hugsanleg áhrif vegna byggingar bílastæðahúss undir Tjörninni.
- Sýnatökur fóru fram þann 6. ágúst 2002.
- Settar voru fram fjórar spurningar til að ná settu markmiði:

1 – Hver er þéttleiki og samsetning botn- og svifdýra á svæði sem kemur til með að verða fyrir röskun vegna byggingar bílastæðahúss, á svæði sem raskað var vegna byggingar Ráðhússins og á svæði sem engin röskun er fyrir séð ?

2 – Hvernig er lóðréttri dreifingu botndýra í botnsetinu á fyrrgreindum þremur svæðum háttáð og hver þarf setþykktin að vera til að botndýralíf geti þrífist sem áður ?

3 – Eru merkjanlegar breytingar á botndýrafánunni frá fyrri rannsókn sem framkvæmd var árið 1989 ?

4 – Hver verða hugsanleg áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á botndýrasamfélög í Tjörninni og hver verða hugsanleg áhrif á fæðuforða fyrir fugla ?

- Helstu niðurstöður og svör við framangreindum spurningum:

1 – Þéttleiki botndýra var mjög mikill á öllum stöðvum, einkum á stöð II (við Ráðhúsið), en þess ber að geta að staðalfrávik var hátt í öllum tilvikum. Mikill meirihluti botndýra tilheyrði einni tegund krabbadýra, vatnsflóartegundin *Alona quadrangularis*. Meðal svifdýra voru hjóldýr mest áberandi á öllum svæðunum.

2 – Mestur hluti botndýra fannst í efsta einum sentímetra botnsetsins, líklegt er að krabbadýrin hafi að mestu verið ofan setyfirborðs. Mýlirfur og ánar voru að mestu neðan setyfirborðs, niður á 5 - 10 cm og ánar a.m.k. niður á 15 cm dýpi. Að framansögðu þykir ráðlegt að gera ráð fyrir að setþykkt á þaki fyrirhugaðs bílastæðahúss verði u.þ.b. tvöfalt það dýpi sem mýlirfur fundust á, þ.e. 10-20 cm þykkt setlag.

3 – Mun meiri þéttleiki botndýra fannst í ágúst 2002 en á sama tíma 1989. Þar munar mestu um krabbadýrategundina *A. quadrangularis*, sem fannst reyndar ekki í botnsýnunum 1989. Ennfremur, var meira magn af rykmýinu *Procladius* og *Chironomus islandicus* 2002, en minna af rykmýstegundinni *C. aprilinus*.

4 – Verði setþykkt ofan á þaki bílastæðahússins 10 – 20 cm og nægjanlega mikil til að botnsetið myndi þétt lag, má ætla að botndýrafáan ná sér í “fyrra horf” á tveimur til þremur árum (2-3 kynslóðum rykmýs). Ef hinsvegar, setlagið á þaki hússins verður það þunnt að það verði á sífellndri hreyfingu, má gera ráð fyrir að mýlirfur nái tæplega að nema þar land nema í litlum mæli. Á hinn bóginn getur þéttleiki smákrabbadýra náð miklum þéttleika þrátt fyrir óstöðugt botnset. Rykmýslirfur ásamt stærri krabbadýrum er ein mikilvægasta fæða andarunga og er því brýnt að sú fæðuuppspretta skerðist sem minnst í kjölfar fyrirhugaðra framkvæmda.

INNGANGUR

Í ágúst 2002 tók Líffræðistofnun Háskólans að sér að gera úttekt á botndýralífi Tjarnarinnar í Reykjavík að beiðni Gunnars Ólafssonar efna- og líffræðings hjá Verkfræðistofunni Línuhönnun, fyrir hönd Bílastæðasjóðs Reykjavíkurborgar. Markmið rannsóknarinnar tengist fyrirhuguðum framkvæmdum við bílastæðahús, sem ráðgert er að byggja niðurgrafið undir Tjarnarbotninn. Framkvæmdin felur í sér nokkurt rask á yfirborði botnsins, sem markast af svæði norðaustan Tjarnarhólmans (1. mynd). Reiknað er með að raskið taki til um 10% af flatarmáli Tjarnarinnar (munnl. uppl. Gunnar Ólafsson).

Talið er að Tjörninn sé ekki mikið eldri en byggð fyrstu landnámsmanna í Reykjavík (Árni Einarsson og Sesselja Bjarnadóttir 1992). Í fyrstu mótaðist lífríki Tjarnarinnar af áhrifum seltu, en á 12. og fram á 17. öld er talið að vatnið í Tjörninni hafi verið ferskt. Þess bera bæði þörungar og botndýr merki, þegar saga lífríkis Tjarnarinnar er lesin úr setinu. Út frá samsetningu fánu og flóru á mismunandi dýptarbilum í setinu, álykta Árni og Sesselja (1992) að Tjörninn hafi fengið á sig núverandi mynd á 17. öld, þá hafi seltu aftur farið að gæta í henni og ákoma næringarefna aukist í kjölfar fólksfjölgunar í Reykjavík. Varla er hægt að draga í efa að frekari fólksfjölgun, á síðari öldum, hafi enn frekar aukið næringarefni auk mengandi efni s.s. ýmisskonar tjöruefni í Tjörninni. Nú er Tjörninn nánast fersk, því lokað var fyrir innflæði sjávar í hana fyrir rúmum tíu árum (munnl. uppl. Gísli Már Gíslason).

Ítarleg rannsókn var gerð á lífríki Tjarnarinnar 1985-1989. Niðurstöður rannsókna birtust í nokkrum skýrslum og síðar í bók sem ritstýrt var af Ólafi Karli Nielsen (Ólafur Karl Nielsen 1991, 1992ab, Ólafur Karl Nielsen, Erpur Snær Hansen og Jóhann Óli Hilmarsson 1991). Verða þessar rannsóknaniðurstöður bornar saman við þær sem kynntar eru í þessari skýrslu.

Megnimarkmið könnunarinnar var að meta núverandi ástand botndýra í Reykjavíkurtjörn, bera það saman við fyrri rannsóknarniðurstöður (1989) og spá fyrir um hugsanleg áhrif vegna byggingar bílsstæðahúss undir Tjörninni.

Settar voru fram fjórar spurningar til að ná settu markmiði:

- 1 – Hver er þéttleiki og samsetning botn- og svífdýra á: a) svæði sem kemur til með að verða fyrir röskun vegna byggingar bílastæðahúss, b) á svæði sem raskað var vegna byggingar Ráðhússins og c) á svæði sem engin röskun er fyrirséð ?

2 – Hvernig er lóðréttri dreifingu botndýra í botnsetinu á áður greindum þremur svæðum háttað og hver er þar setþykktin að vera til að botndýralíf geti þrífist sem áður ?

3 – Eru merkjanlegar breytingar á botndýrafánunni frá fyrri rannsókn (1989) ?

4 – Hver verða hugsanleg áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á botndýrasamfélög í Tjörninni og hver verða hugsanleg áhrif á fæðuforða fyrir fugla ?

AÐFERÐIR

Sýnataka fór fram 6. ágúst 2002 úr báti Líffræðistofnunar Háskólans. Tekin voru botnsýni til rannsókna á þéttleika og tegundasamsetningu botnfánunnar og flórunnar, setsýni til efna- og eðlisgreininga og vatnssýni til að meta magn svifdýra. Um sýnatöku sáu Jón S. Ólafsson Líffræðistofnun Háskólans og Gunnar Ólafson Línuhönnun. Í þessari skýrslu verður aðeins fjallað um botndýrahlutann auk svifdýrarannsóknarinnar.

Botndýrasýni og setsýni voru tekin með kjarnasýnataka, sem var 5 cm í þvermál að innanverðu. Sýnatakinn var látinn síga hægt til botns og síðan þrýst 15-20 cm niður í botnleðjuna. Tappi var settur í neðri enda kjarnatakans áður en hann var tekinn um borð í bátinn. Sýnatakanum var alltaf haldið lóðréttum og þess gætt að setyfirborð rótaðist ekki upp. Alls voru tekin 5 kjarnasýni á hverri stöð fyrir botndýrarannsóknirnar. Innihaldi hvers kjarnasýnis var þrýst gætilega upp úr kjarnanum. Efsti 1 cm af setinu var skafinn ofan af kjarnasýninu ásamt u.þ.b. 1 cm af vatni ofan sets. Næst var tekið sýni af 1-5 cm úr setkjarnanum og af 5-10 cm dýptarbili. Er komið var í land var 10% formalínlausn bætt á sýnin og þau lituð með Rose Bengal. Sýnin voru geymd í þessari lausn í 4-5 vikur, uns þau voru sigtuð og sett í 70% etanól áður en lífverur voru tíndar úr og greindar. Sýni úr efsta hlutanum voru sigtuð með 125µm sigti en neðri setsneiðarnar voru sigtaðar með 250µm sigti. Ástæður þess að mismunandi sigtastærð var notuð á setsýni af mismunandi dýptarbilum voru: 1) mikill vinnusparnaður felst í því að losna við sem mest af fínkorna seti og því var notað grófara sigti og 2) þekkt er að smæstu lífverurnar er einkum að finna í efsta lagi botnsetsins sem myndu tapast ef gróf sigti væru notuð, en stærri lífverur geta grafið sig dýpra í botnset stöðuvatna (Jón S. Ólafsson 1992). Öll dýr voru talin og greind eins ítarlega og greiningahandbækur leyfa. Ána (Oligochaeta) hefði verið hægt að greina frekar en gert var, með aðstoð innlendra og

erlendra sérfræðinga, en sú vinna er tímafrek og ekki álitin nauðsynleg til að ná settum markmiðum rannsóknarinnar. Einungis ættin Naididae (sundánar) var greind frá öðrum ánum, verður því eftirleiddis talað annars vegar um ána, sem eru þá allar ættir aðrar en Naididae og hins vegar um sundána (Naididae).

Vatnssýni var tekið á hverri stöð, úr því var sigtaður 1,5 lítri í gegnum 63µm sigti. Sýnin voru varðveitt eins og áður er lýst. Öll krabbadýr og þyrildýr voru greind í tegundir eða aðrar flokkunareiningar.

Á hverri stöð var vatnsdýpi mælt, stöðvarnar staðsettar með aðstoð GPS tækis. Leiðni og sýrustig vatnsins var hinsvegar aðeins mælt á einum stað (stöð III).

Stöð I var á milli Tjarnarhólmans og Fríkirkjuvegar, á þeim stað sem verður fyrir raski vegna framkvæmda við fyrirhugað bílastæðahús (1. mynd). Þessi stöð var á svipuðum slóðum og stöð 1 var staðsett í rannsókn á botndýrum í Tjörninni 27. júlí 1989 (Ólafur Karl Nielsen 1991).

Stöð II var við suðaustur horn Ráðhússins, á þeim stað sem varð fyrir röskun við byggingu Ráðhússins.

Stöð III var suðvestan við Tjarnarhólmann, sá staður varð ekki fyrir röskun vegna byggingar Ráðhússins og verður ekki fyrir neinni röskun vegna fyrirhugaðs bílastæðahúss. Þessi stöð var á svipuðum slóðum og stöð 5 í botndýrarrannsókninni 27. júlí 1989.



1. mynd. Loftmynd af Tjörninni þar sem sýndar eru sýnatökustöðvar, (hvítir punktar) og númer stöðva með rómverskum tölum. Myndin er úr "Tjörninn, saga og lífríki" (1992), viðauki 19, hún er tekin 10. september 1991. Athugið að þá eru enn ummerki eftir rask vegna byggingar Ráðhússins þar sem stöð II er staðsett.

NÆURSTÖÐUR

Eins og sjá má í töflu 1 var vatnsdýpi á öllum stöðvunum innan við einn metri. Vatnshiti, leiðni og sýrustig var aðeins mælt á einum stað, þar sem ólíklegt er að þeir umhverfisþættir séu marktækt frábrugðnir á milli svo nálægra sýnatökustöðva. Botnleðjan var mjög dökk á öllum stöðvunum, efsti 0,5-1 cm leðjunnar var þó yfirleitt ljósari. Þessi litamunur var mest áberandi á stöð III. Efstu sentímetrar botnleðjunnar voru yfirleitt vatnssósa, en neðan 5 cm var setið samanþjappað. Mikið grugg var í vatnsbolnum og var sjóndýpi innan við 10 cm.

Tafla 1. Staðsetning stöðva s.k.v. hnitum, gefið er dýpi, einkenni botnleðju, leiðni, sýrustig.

	Hnit		Dýpi (cm)	Vatnshiti (°C)	Leiðni (μ S/cm)	pH	O ₂ -ríkt lag (cm)	Athugasemdir
	N	V						
Stöð I	64.08.711	21.56.421	60	--	--	--	0,5-1	leðja laus í sér
Stöð II	64.08.737	21.56.802	48	--	--	--	--	þétt leðja neðan 5cm
Stöð III	64.08.685	21.56.515	75	17,2	402	8,8	0,5-1	leðja ljósari en á st.I og II

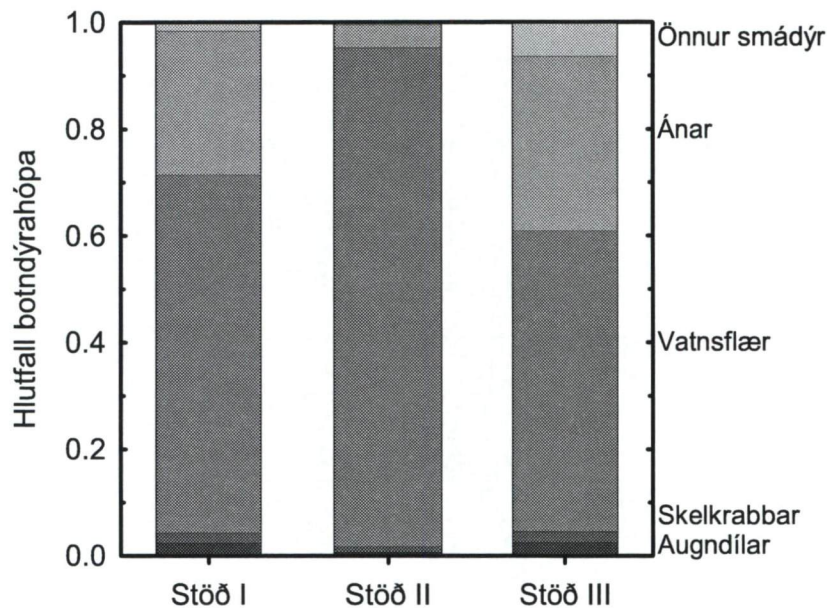
Þéttleiki og samsetning botndýrafánunnar

Alls voru greindar 16 tegundir eða flokkunareiningar (ætt, ættkvísl o.s.frv.) auk ungvíðis tveggja þeirra. Af þessum 16 fundust 14 á stöð I, 12 á stöð II og 13 á stöð III (Tafla 2).

Tafla 2. Þéttleiki botndýra á þremur stöðvum í Tjörninni 6. ágúst 2002. Sýnd eru meðaltöl fimm sýna á m³ auk staðalfrávik.

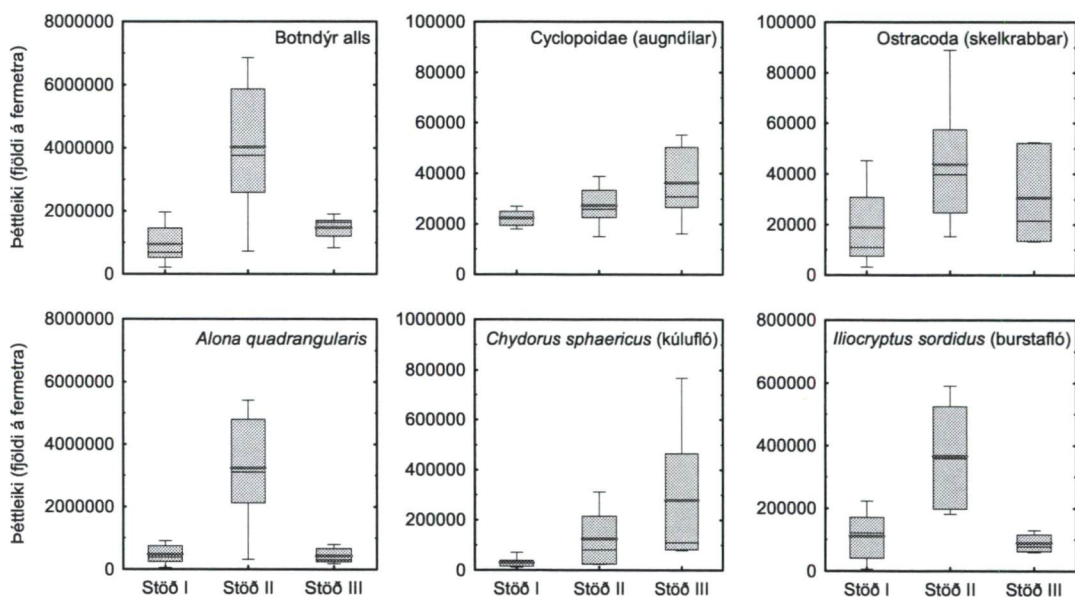
	Stöð I		Stöð II		Stöð III	
	Meðaltal	Staðalfrávik	Meðaltal	Staðalfrávik	Meðaltal	Staðalfrávik
Hveldýr (Hydrozoa)						
<i>Hydra</i>	0	0	0	0	102	228
Krabbadýr (Crustacea)						
Cyclopoidae (augndílar)	22.390	3.587	27.312	8.801	36.219	15.689
Cyclopoidae nauplii lírfur	102	228	0	0	748	1.673
Ostracoda (skelkrabbar)	18.845	17.038	43.782	27.972	30.557	20.042
<i>Daphnia longispina</i> (langhalafló)	102	228	0	0	0	0
<i>Alona quadrangularis</i>	472.899	333.652	3.225.230	1.955.408	436.469	262.444
<i>Alona ungvíði</i>	21.822	20.251	39.653	59.361	20.450	10.305
<i>Chydorus sphaericus</i> (kúlufló)	31.267	22.889	124.412	123.384	280.468	297.168
<i>Iliocryptus sordidus</i> (burstafló)	111.161	84.683	366.958	179.964	88.240	30.350
<i>Macrothrix hirsuticornis</i> (broddfló)	499	1.115	748	1.673	0	0
Ormar						
Oligochaeta (ánar)	115.917	25.283	112.265	29.168	198.306	73.488
Naididae (sundánar)	140.035	235.293	62.099	83.381	281.317	130.942
Nematoda (práðormar)	5.113	6.115	10.475	11.651	71.327	19.367
Rykmý (Chironomidae)						
<i>Procladius (Holotanypus) sp.</i>	8.518	5.236	5.803	3.191	15.983	2.959
<i>Chironomus apralinus</i>	204	279	102	228	3.767	2.959
<i>Chironomus islandicus</i>	1.222	925	102	228	2.138	1.103
<i>Tanytarsus sp.</i>	102	228	0	0	0	0
Vorflugur (Trichoptera)						
Ógreind vorflugulirfa	0	0	0	0	102	228
ALLS	950.197	687.508	4.018.939	2.341.602	1.466.191	409.351

Ríkjandi botndýr í Tjörninni voru krabbadýr einkum botnlægar vatnsflær (Cladocera) og ánar (Oligochaeta). Á stöð II voru vatnsflærnar nánast alls ráðandi (2. mynd). Augndílar (Cyclopoidae), skelkrabbar (Ostracoda) auk rykmýslirfa voru í hlutfallslegu litlu magni miðað við heildina.



2. mynd. Hlutfall ráðandi botndýrahópa í Tjörninni á þremur stöðvum 6. ágúst 2002. Hlutfallið byggir á heildarfjölda botndýra sem fundust.

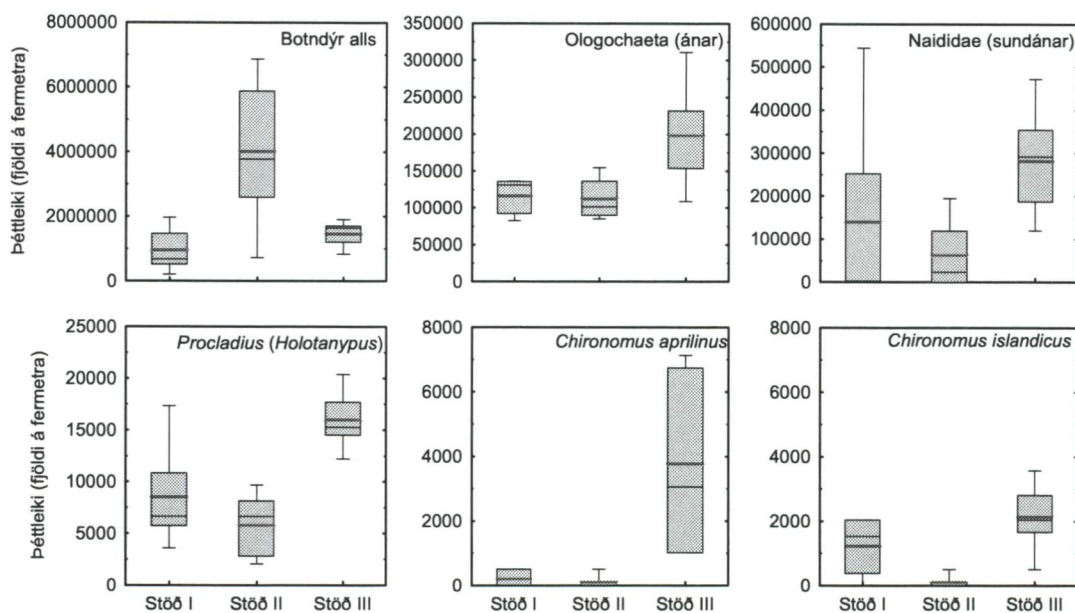
Þéttleiki botndýra var mestur á stöð II, rúmar 4 milljónir einstaklinga á fermetra (3. mynd). Þar munar mestu um botnkrabbadýrin, *Alona quadrangularis* sem mældist í rúmunum 3,2 milljónum einstaklinga á fermetra og burstafló (*Iliocryptus sordidus*) sem var tæp 367 þúsund einstaklingar á fermetra. Aðrir krabbadýrahópar voru hver vel innan við eina milljón einstaklinga á fermetra.



3. mynd. Þéttleiki algengustu botnkrabbadýra á þremur stöðvum í Tjörninni 6. ágúst 2002. Myndirnar sýna fjölda einstaklinga af krabbadýrum á fermetra og til viðmiðunar er heildarþéttleiki allra botndýra. Hver mynd sýnir meðaltal (lárétt feit lína) og miðgildi (lárétt grönn lína), kassarnir sýna 25% mörk um miðgildið og lóðréttu líurnar sýna dreifingu gagnanna innan neðri og efri marka (10 og 90%). Athugið að kvarðinn á y-ásunum er mismunandi á milli mynda.

Þéttleiki botndýra á stöðvum I og III var 950 og 1.466 þúsund einstaklingar á fermetra (3. mynd). Á þessum sýnatökustöðvum var hlutur *A. quadrangularis* ekki eins áberandi mikill og á stöð II (2. og 3. mynd). Þéttleiki burstaflóarinnar (*I. sordidus*) var áberandi mestur á stöð II (366.958 einst./m²), en ekki var marktækur munur á þéttleika burstaflóarinnar á stöðvum I og III (*Mann Whitney*; $T=29$, $P = 0,841$). Varðandi önnur botnlæg krabbadýr var þéttleiki augndíla (Cyclopoidae) og skelkrabba (Ostracoda) ekki marktækt frábrugðinn á milli stöðva (*Kruskal-Wallis*; $P>0,05$). Hins vegar, var marktækur munur á þéttleika kúluflóarinnar (*Chydorus sphaericus*) miðað við 95% líkur (*Kruskal-Wallis*; $H=6,86$, $P=0,032$) var þéttleiki hennar langmestur á stöð III (3. mynd). Myndirnar sýna ekki þéttleika ungvíðis augndílans, sem einkum varð vart á stöð III, né ungvíðis *Alona*, sem fannst í miklum mæli á öllum stöðvunum. Ennfremur fannst broddflóin (*Macrothrix hirsuticornis*) á stöðvum I og II (Tafla 2).

Þéttleiki orma, einkum sundána (Naididae), var mikill á stöðvum I og III, á milli 140 og 281 þúsund einstaklingar á fermetra (4. mynd). Hins vegar var þéttleiki bæði ána og þráðorma (Nematoda) mestur á stöð III (4. mynd og tafla 2).

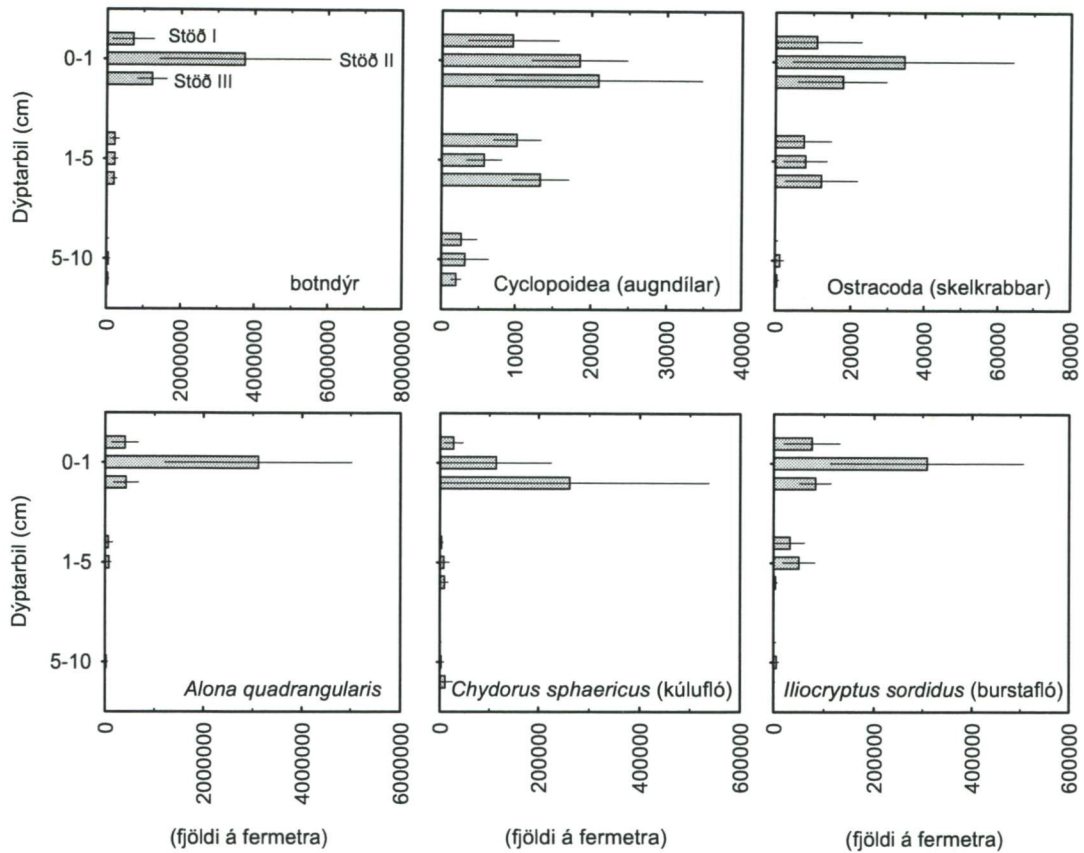


4. mynd. Þéttleiki orma og rykmýslirfa á þremur stöðvum í Tjörninni 6. ágúst 2002. Myndirnar sýna fjölda einstaklinga á fermetra og til viðmiðunar er heildarþéttleiki allra botndýra. Hver mynd sýnir meðaltal (lárétt feit lína) og miðgildi (lárétt grönn lína), kassarnir sýna 25% mörk um miðgildið og lóðréttu línurnar sýna dreifingu gagnanna innan neðri og efri marka (10 og 90%). Athugið að kvarðinn á y-ásunum er mismunandi á milli mynda.

Af rykmýi fundust fjórar tegundir, sem tilheyra þremur ættkvíslum. Aðallega voru þetta lirfur, en einstaka púpa af ættkvísl *Procladius* fannst í sýnunum. Mestur þéttleiki var á lirfum og púpum *Procladius*, á stöðvum I og III, 8.518 og 15.983 einstaklingar á fermetra (4. mynd). Líklega er um tegundina *P. islandicus* að ræða, en sú tegund hefur áður verið greind úr Tjörninni (Ólafur Karl Nielsen, Erpur Snær Hansen og Jóhann Óli Hilmarsson 1991). Tvær tegundir ættkvíslarinnar *Chironomus* fundust, *C. aprilinus* og *C. islandicus* (Tafla 2). Fyrri tegundin hefur áður verið greind úr Tjörninni. Þéttleiki *C. aprilinus* var mestur á stöð III, en lirfur þessarar tegundar voru í mjög litlum mæli á stöðvum I og II (204 og 102 einstaklingar/m²). Þéttleiki *C. islandicus*, sem ekki hefur verið lýst úr Tjörninni áður, var mun minni en *C. aprilinus* ef á heildina er litið. Tegundin fannst í mestum mæli á stöðvum I og III, 1.222 og 2.138 einstaklingar/m², en ekki nema 102 lirfur/m² á stöð II (4. mynd). Einungis einn einstaklingur (meðaltal: 102 einstaklingar/m²) fannst af *Tanytarsus* í sýnunum, sem var á stöð I, og ein vorflugulirfa, sem fannst á stöð III. Þá fannst einn einstaklingur af hveldýrinu *Hydra* á stöð III.

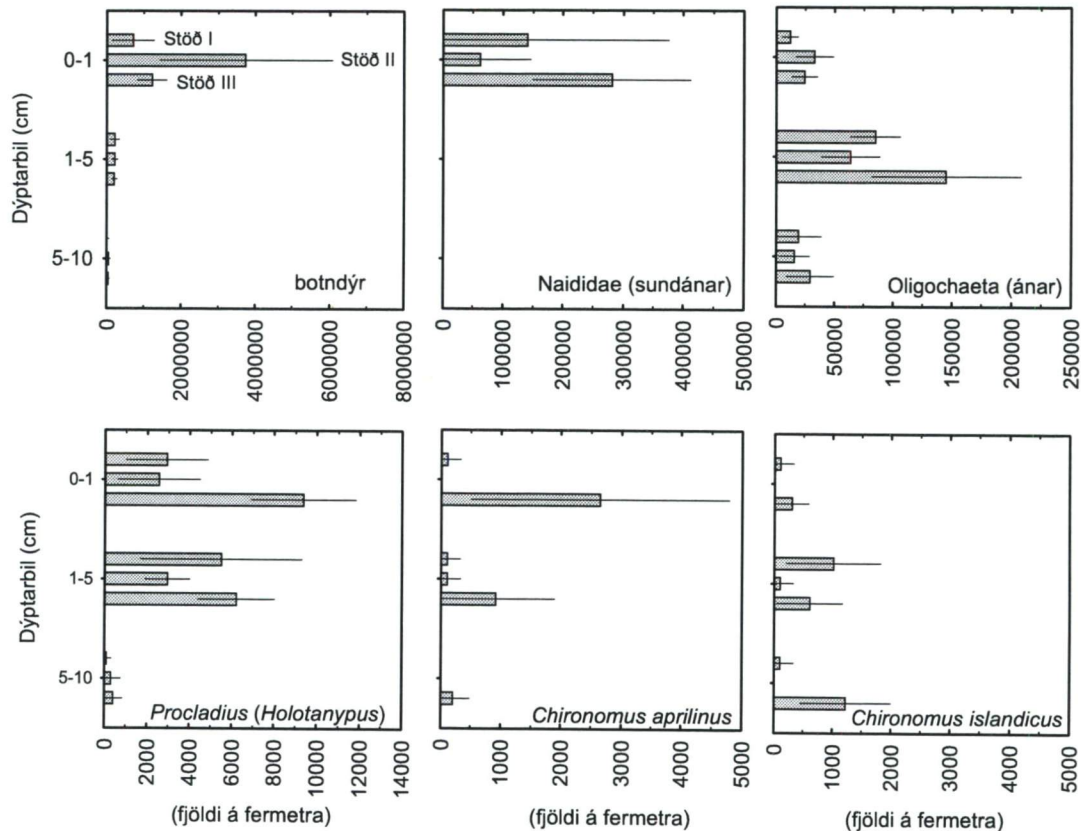
Lóðrétt dreifing botndýra

Öll botnsýnin voru sneidd niður í sneiðar sem skiptust í þrjú dýptarbil (0-1, 1-5 og 5-10 cm). Auk efsta lags botnsetsins var þess gætt að varðveita vatn sem samsvaraði 1cm ofan setyfírborðs. Þessi meðhöndlun kjarnasýnanna var gerð til að kanna hvar í botnsetinu einstakar tegundir halda sig. Ef á heildina er litið, sést glögg að meginþorri allra botndýra finnst ofan á setyfírborði og/eða í efsta sentímetra botnsetsins (5. mynd). Ef einstakir hópar krabbadýra eru sérstaklega skoðaðir, sést að þeir fylgja allir sama mynstrinu, mestur hluti var ofan á setyfírborði eða í efsta sentímetranum (5. mynd).



5. mynd. Lóðrétt dreifing helstu krabbadýrahópa á þremur stöðvum í Tjörninni 6. ágúst 2002. Til samanburðar er lóðrétt dreifing allra botndýra. Hver mynd sýnir meðalþéttleika á mismunandi dýptarbilum auk staðalfrávika, efstu súlurnar innan hvers dýptarbils eru fyrir stöð I og neðstu fyrir stöð III (sjá efstu mynd t.v.). Athugið að kvarðinn á x-ásunum er mismunandi á myndunum.

Lóðrétt útbreiðsla sundána var svipuð og útbreiðsla krabbadýra (6. mynd). Aðrir ánar voru hins vegar mun meira áberandi í neðri lögum botnleðjunnar, einkum á 1-5 cm dýptarbili (6. mynd). Rykmýsættkvíslin *Procladius*, var mest áberandi í efstu 5 cm. Þar fyrir neðan fundust lirlfur *Procladius* í mjög litlum mæli. Mýlirlfur af ættkvísl *Chironomus* fundust á öllum dýptarbilunum (6. mynd). *C. apralinus* var algengari ofarlega í setinu, en *C. islandicus* var tíðari á meira dýpi.



6. mynd. Lóðrétt dreifing orma og rykmýs á þremur stöðvum í Tjörninni 6. ágúst 2002. Til samanburðar er lóðrétt dreifing allra botndýra. Hver mynd sýnir meðalþéttleika á mismunandi dýptarbílum auk staðalfrávika, efstu súlurnar innan hvers dýptarbils eru fyrir stöð I og neðstu fyrir stöð III (sjá efstu mynd t.v.). Athugið að kvarðinn á x-ásunum er mismunandi á myndunum.

Svifdýr

Þyrlidýrin voru algengust meðal svifdýra sem fundust í vatnsbolnum á öllum þremur stöðvunum. Alls voru greindar 10 tegundir eða flokkunareiningar. Af þessum 10 tilheyrðu 6 þyrlidýrum og 4 krabbadýrum. Algengustu tegundirnar voru *Filinia terminalis*, *Brachionus angularis* og *B. urceolaris* (Tafla 3).

Tafla 3. Magn svifdýra (fjöldi einstaklinga í lítra) á þremur stöðvum í Tjörninni 6. ágúst 2002.

	Stöð I	Stöð II	Stöð III
Þyrlidýr (Rotifera)			
<i>Filinia longiseta</i>	15	0	0
<i>Filinia terminalis</i> (spjótþyrla)	337	583	583
<i>Polyarthra dolichoptera</i> (fjaðrþyrla)	153	92	107
<i>Brachionus angularis</i>	276	15	920
<i>Brachionus urceolaris</i>	107	690	15
<i>Keratella quadrata</i> (broddþyrla)	92	15	77
Krabbadýr (Crustacea)			
Cyclopoidae (augndílar)	17	19	11
Nauplii lírfur	6	17	17
<i>Daphnia longispina</i> (langhalafló)	1	0	5
<i>Alona</i> sp.	0	2	0
<i>Chydorus sphaericus</i> (kúlufló)	0	20	14
ALLS	1.005	1.453	1.749

Ein tegund þyrildýra fannst aðeins á stöð I, sem var *F. longiseta*. Mestur þéttleiki svifdýra mældist á stöð III, 1.749 einstaklingar í lítra vatns, en minnstur var þéttleikinn á stöð I, rétt rúmlega þúsund einstaklingar.

UMRÆÐA OG ÁLYKTANIR

Mjög mikill þéttleiki botndýra, einkum krabbadýra, einkenndi allar þrjár sýnatökustöðvarnar í Tjörninni 6. ágúst 2002. Fjölbreytileiki botndýrafánunnar var ekki mikill, segja má að fánan sé fremur einsleit, þar sem ein tegund (*A. quadrangularis*) var svo ríkjandi sem raunin var. Þéttleiki krabbadýra var nokkuð áþekkur á milli stöðva, nema hvað margfalt meiri þéttleiki *A. quadrangularis* var á stöð II en á hinum stöðvunum og kúluflóin mældist í mun meiri þéttleika á stöð III en á stöðvum I og II. Krabbadýrin voru fyrst og fremst að finna ofan setyfirborðs eða í efsta sentímetra botnsetsins. Í samanburði við niðurstöður rannsókna á botndýrum Tjarnarinnar 27. júlí 1989 (Ólafur Karl Nielsen 1991), var þéttleiki botndýra þá mun minni en hann var í ágúst 2002, munar þar einkum um mikinn þéttleika *A. quadrangularis* og sundána (Naididae). Stöð I var á svipuðum slóðum og stöð 1 í rannsókn á botndýrum í Tjörninni 27. júlí 2002 og stöð III á svipuðum slóðum og stöð 5 í sömu rannsókn (Ólafur Karl Nielsen 1991). Ef þéttleiki botndýra á þessum stöðvum er borinn saman milli ára sést að ef *A. quadrangularis* er sleppt er meðalþéttleiki botndýra áþekkur milli ára. *A. quadrangularis* fannst ekki í sýnunum frá 1989, né aðrar tegundir sömu ættkvíslar. Þessi tegund fannst hins vegar í seti sem tekið var til að ráða í sögu lífríkis Tjarnarinnar (Árni Einarsson og Sesselja Bjarnadóttir 1992). Þar var tegundin einkum áberandi í seti frá þeim tíma þegar vatnið í Tjörninni er talið hafa verið ferskt, á 12. og fram á 17 öld (Árni Einarsson og Sesselja Bjarnadóttir 1992). Í rannsókn Árna og Sesselju, á sögu lífríkis Tjarnarinnar, kom fram að algengasta krabbadýrið í Tjörninni frá því aukinnar seltu og næringarefna fór að gæta á 17. öld var kúluflóin (*C. sphaericus*). Þessi tegund var þriðja algengasta krabbadýrið í Tjörninni í ágúst 2002, á eftir burstaflónni (*I. sordidus*). Í fyrri rannsókn var síðarnefnda tegundin algengasta krabbadýrategundin í Norðurtjörninni (Ólafur Karl Nielsen 1991). Önnur krabbadýr voru í mun meiri þéttleika í botnsýnunum í ágúst 2002 en þau voru 1989, nema *Daphnia* sem var algenari 1989.

Á eftir krabbadýrum komu ánar og sundánar næstir hvað þéttleika varðar. Þéttleiki ána var mestur á stöð III, en mun minni á hinum stöðvunum. Þéttleiki sundánanna var langminnstur á stöð II en álíka mikill á hinum stöðvunum tveimur. Þéttleiki orma var mun meiri í ágúst 2002 en hann var í júlí 1989. Meðalþéttleiki ána á samsvarandi stöðvum og I og III 1989 var tæplega 37 þúsund einstaklingar á fermetra en í þessari rannsókn var þéttleikinn á þessum stöðvum rúmlega 157 þúsund á fermetra. Í fyrri rannsókn á botndýralífi Tjarnarinnar voru greindar fjórar tegundir liðorma, af þeim tilheyrði ein tegundin sundánum (Naididae), *Nais elinguis* (Ólafur Karl Nielsen 1991). Lóðrétt útbreiðsla orma var mismunandi eftir hvort var um sundána eða aðra ána að ræða. Sundánarnir voru bundnir við efsta lag botnsetsins á meðan aðrir ánar fundust í miklum þéttleika í neðri setlögum, a.m.k. niður á 15 cm dýpi.

Alls fundust fjórar rykmýstegundir í sýnunum, þar af var einungis einn einstaklingur af einni (*Tanytarsus* sp.). Lögð var áhersla á að greina rykmýið til ættkvíslar eða tegundar á sama hátt og gert var við krabbadýrin, því tegundasamsetning þessara dýra getur gefið heilmiklar vísbendingar um næringarástand, mengun eða seltu vatnsins. Af ættkvíslinni *Procladius*, hefur tegundin *Procladius islandicus* áður verið greind úr Tjörninni (Ólafur Karl Nielsen, Erpur Snær Hansen og Jóhann Óli Hilmarsson 1991) og má ætla að lifurnar sem fundust í ágúst 2002 séu af sömu tegund. Þetta var algengasta rykmýstegundin í Tjörninni í ágúst 2002, hún var í mestum mæli á stöð III, en í mun minna mæli á stöðvum I og II. *Procladius* fannst fyrst og fremst í efstu 5 cm botnsetsins. Magn þessarar tegundar kemur ekki á óvart, þar sem þekkt er að lifurnar lifa á smáum krabbadýrum (Jón S. Ólafsson 1992). Tvær tegundir ættkvíslarinnar *Chironomus* komu fyrir í sýnunum, *C. aprilinus* fannst einkum á stöð III, þá helst í efstu 5 cm setsins. Lifur tegundarinnar *C. islandicus* fundust í mestum mæli á stöðvum I og III, þar sem þær var helst að finna á dýpri dýptarbilunum (1-5 og 5-10 cm). Tegundin *C. aprilinus* hefur verið greind úr Tjörninni áður (Ólafur Karl Nielsen, Erpur Snær Hansen og Jóhann Óli Hilmarsson 1991), en *C. islandicus* ekki. Lifur *C. aprilinus* lifa helst þar sem einhverrar seltu gætir, en *C. islandicus* finnst helst þar sem vatn er ferskt. Hugsanleg skýring getur legið í því að tekið hefur verið fyrir sjávarinnflæði í Tjörnina síðan rannsóknir voru gerðar 1989, með því að veita Læknum í gegnum skólpdælustöð 1989 (Ólafur Karl Nielsen 1992a). Það getur verið hugsanleg skýring á tilkomu *C. islandicus* í Tjörninni og hugsanlega gæti það einnig skýrt aðrar breytingar á fánunni á síðastliðnum 13 árum. Í rannsókninni frá 1989 voru rykmýslifur úr botnsýnunum ekki greindar til ættkvíslar eða tegundar líkt og hér var

gert, heldur niður í undirættir. Þéttleiki rykmýslirfa sem af undirættinni Tanypodinae (ránmý), en innan þess hóps er *Procladius*, var mjög lítil í júlí 1989, að meðaltali 21 einstaklingur á fermetra í Norðurtjörninni (sjö stöðvar), þéttleikinn var hinsvegar rúmlega 10 þúsund einstaklingar á fermetra að meðaltali á stöðvunum þremur í ágúst 2002. Hinsvegar var þéttleiki *Chironomus* mun meiri 1989, eða rúmlega 17 þúsund einstaklingar á fermetra, en ekki nema rúmlega 2500 einstaklingar á fermetra í ágúst 2002.

Samfélög svifdýra einkenndust af þyrildýrum fyrst og fremst, lítið var af langhalafloinni sem fannst í töluverðu magni í rannsókninni 1989. Í fyrri rannsókn voru ekki tekin sýni úr svifi og því ekki um samanburð að ræða.

Áður en farið var af stað með þessa rannsókn var eitt af markmiðunum að bera saman botndýralíf milli svæða sem hér segir: á svæði sem fyrirhugað er að botninn raskist í tengslum við bílastæðahús (stöð I), á svæði sem raskað var þegar Ráðhúsið var byggt (stöð II) og svæði sem ekki hefur orðið fyrir röskun og ekki er fyrirsjáanleg röskun á botni (stöð III). Síðastnefnda svæðið er því sem einskonar viðmiðunarsvæði m.t.t. hugsanlegrar vöktunar í framtíðinni. Af niðurstöðum þessarar rannsóknar er ljóst að þéttleiki lífvera er síst minni á þeim svæðum þar sem umtalsverð röskun hefur orðið á botninum. Á hinn bóginn ber að hafa í huga að fjölbreytni var nokkru minni þar en á hinum stöðvunum, auk þess ber að athuga að þéttleiki rykmýslirfa var áberandi minnstur á stöð II. Þetta þarf ekki endilega að tengjast röskun þeirri sem varð vegna byggingar Ráðhússins, heldur hugsanlegra breytinga sem kunna að hafa orðið af nálægð hússins og þá e.t.v. breytingar á straumum, næringarefnaákomu og mengun. Sá mikli munur sem kom fram í magni botnlífvera milli rannsókna 1989 og 2002, þrátt fyrir að þær væru framkvæmdar á svipuðum árstíma, má skoða í ljósi eftirfarandi þátta.

- 1) Munur á sýnatökuaðferðum; í sýnatökum 1989 voru þrjú stór (hvert 234 cm^2) sýni tekin af hverri stöð og sigtuð í gegnum $250\mu\text{m}$ sigti. Í ágúst 2002 voru fimm lítil sýni (hvert $19,6 \text{ cm}^2$) tekin á hverri stöð og efsti hlutinn sigtaður í gegnum $125\mu\text{m}$ sigti en neðri hlutarnir í gegnum $250\mu\text{m}$ sigti. Þessi munur á sýnatökum skýrir ekki nema að litlu leyti þann mun sem var á þéttleika botndýra. Til að mynda er ólíklegt að þetta sé ástæðan fyrir að *A. quadrangularis* hafi fundist 2002 en ekki 1989, þessi tegund er nokkru stærri en kúlufloin, sem kom fyrir í miklu magni bæði árin.

- 2) “Sprenging” í stofnstærð krabbadýra, einkum *A. quadrangularis*, slíkt er vel hugsanlegt, en magn annarra botndýrahópa var einnig í meira mæli 2002 en sömu hópar voru 1989, t.d. ánar og *Procladius*.
- 3) Náttúrlegur breytileiki í stofnstærð einstakra tegunda/hópa er mikill. Til þessarar skýringar er oft gripið og ekki af ástæðulausu. Alþekkt er að einstakar lífverutegundir ganga í gegnum miklar sveiflur í magni milli tímabila. Í Mývatni, þar sem lengst hefur verið fylgst með breytingum í stofnstærð vatnadýra má sjá mjög miklar breytingar milli tímabila í stofnstærð einstakra tegunda (sjá t.d. Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1991). Því er oft erfitt um vik þegar verið er að bera saman einstakar mælingar og út frá þeim reynt að spá fyrir um það sem verða kann, a.m.k. hvað magn varðar.

Annað af meginmarkmiðum þessarar rannsóknar var að varpa ljósi á magn fæðu fyrir fugla og hvort áhrif af framkvæmdum við bílastæðahús undir Tjörninni hefðu áhrif á fæðuframboðið. Fæða fuglanna samanstendur að miklu leyti af skordýrum á öllum lífsferilsstigum og krabbadýrum (Arnþór Garðarsson 1991, Ólafur Karl Nielsen 1990, 1992c). Ólafur Karl, kannaði fæðusvæði, fæðunám og fæðuval andarunga við Tjörnina 1990. Fylgst var með litlum dúnungum stökkandar, gargandar, duggandar, skúfandar og æðar í fæðuleit. Ungarnir voru innan við viku gamlir, þegar athugunin var gerð. Síðar var nokkrum ungum stökkanda, æðar og dugganda safnað og fæðan greind úr maga þeirra. Niðurstöður Ólafs Karls gáfu til kynna að ungarnir héldu sig mest upp við bakka Tjarnarinnar, einkum ungar stökkanda og garganda. Þeir ýmist óðu eða syntu og tíndu eða síuðu fæðuagnir úr vatnsskorpunni (1990). Algengasta fæða stökkandarunga var fræ og skordýr. Duggandar- og skúfandarungar köfuðu eftir æti, en einnig tíndu þeir æti úr vatnsborðinu. Duggandarungar voru helst að éta mýflugur og mýlirfur. Fullorðnar æðarkollur aðstoðuðu unga sína við fæðuöflun með því að róta upp æti af botni, ungarnir köfuðu síðan til hálfis eftir ætinu. Aðalfæða æðarunga á Tjörninni voru krabbadýr af ættbálki Copepoda (t.d. augndílar), burstafló (*I. sordidus*) og mý (Ólafur Karl Nielsen 1990). Á Mývatni er algengasta fæða duggandar- og skúfandarunga mýlirfur og stór krabbadýr, lítið hefur fundist af smáum krabbadýrum s.s. *Alona* eða *Cyclops* í þeim. Rykmý og stærri krabbadýr er étið af stálpuðum ungum og fullorðnum andfuglum (Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 2003). Að framansögðu er því ekki ljóst af hve miklu leyti það botndýr sem fannst í mestum mæli í Tjörninni nýtist fuglunum þar. Á meðan á framkvæmd við bílastæðahúsið stendur má ætla að aðgengileg fæðusvæði fyrir fugla raskist.

Ennfremur er líklegt að það taki svæðið nokkurn tíma að komast í “fyrri” horf, að framkvæmd lokinni, eins og lýst verður frekar hér á eftir. Rykmý og stærri krabbadýr virðist lykilmæði anda og því mikilvægt að þessi fæðuuppspretta verði ekki fyrir miklum áföllum í kjölfar fyrirhugaðra framkvæmda við bílastæðahús undir Tjörninni. Einn af mikilvægum þáttum til að mýlirfur geti þrífist í botnseti vatna er stöðugleiki setsins, til að lirfurnar geti búið um sig í þáttum í setinu. Þar sem mýið virðist skipa stóran sess í fæðukeðju Tjarnarinnar teljum við mikilvægt að þess sé gætt að setþykktin sé nægjanlega mikil til að stöðugleiki myndist sem fyrst að framkvæmd lokinni. Ennfremur, að setið sé af svipaðir kornastærð og það set sem fyrir er.

Eins og fyrr segir er líklegt að einhver tími líði áður en botnsetið kemst í “fyrri” horf. Líklegt er að minna verði af rykmýslirfum en var áður á meðan setið er enn laust í sér. Sumar rykmýslirfur, einkum tegundir innan ættkvíslarinnar *Chironomus*, grafa sig niður í setið allt að 6-8 cm (Jón S. Ólafsson 1992). Í setinu búa lirfurnar um sig í göngum. Með stöðugum bylgjuhreyfingum dæla lirfurnar niður í súrefnisríku vatni og fæðu. Á meðan setið er enn vatnssósa og laust í sér, er það lítt ákjósanlegt fyrir lirfurnar, einkum vegna þess hversu óstöðugt slíkt búsvæði er. Þannig er líklegt að fyrst eftir að framkvæmunum er lokið nýtist botnsetið rykmýslirfum illa, en hinsvegar má gera ráð fyrir að krabbadýr og jafnvel ormar nýti sér það fljótlega eftir að seti verður komið fyrir á þaki bílastæðahússins. Að framansögðu er mælt með því að setþykktin verði það mikil að mýlirfur nái að grafa sig niður í það og að setþykktin verði það mikil að setið verði ekki á sífelldri hreyfingu. Í því sambandi teljum við rétt að miða við setþykktin verði a.m.k. helmingi meiri en lirfur finnast á (5-10 cm), sem þýðir setþykkt upp á 10-20 cm.

ÞAKKARORÐ

Við þökkum eftirfarandi aðilum marghátaða aðstoð, Gísli Már Gíslason og Arnþór Garðarsson lásu handrit af skýrslunni yfir og komu með fjölmargar góðar ábendingar til bóta. Gunnar Ólafsson aðstoðaði við sýnatökur, Árni Einarsson aðstoðaði við greiningar á krabbadýrum.

HEIMILDIR

- Arnþór Garðarsson 1991. Fuglalíf við Mývatn og Laxá. Í: Náttúra Mývatns (ritstj. Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson). Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík. Bls. 279-319.
- Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 1991. Lífið á botni Mývatns. Í: Náttúra Mývatns (ritstj. Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson). Hið íslenska náttúrufræðifélag, Reykjavík. Bls. 191-217.
- Arnþór Garðarsson og Árni Einarsson 2003. The food relations of the waterbirds of Lake Myvatn, Iceland. Verh. Int. Verein. Limnol. 28: í prentun.
- Árni Einarsson og Sesselja Bjarnadóttir 1992. Saga lífríkis í Tjörninni. Í: Tjörnin, saga og lífríki (ritstj. Ólafur Karl Nielsen). Reykjavíkurborg, Reykjavík. Bls. 19-29.
- Jón S. Ólafsson 1992. The feeding biology and micro-distribution of certain chironomid larvae (Diptera:Insecta) in a lentic environment, with emphasis on first instar larvae. Óbirt doktorsritgerð, dýrafræðideild háskólans í Bristol, Englandi, 230 bls.
- Ólafur Karl Nielsen 1990. Fuglarannsóknir við Tjörnina 1990. Verkefni unnið fyrir Lífríkisnefnd Tjarnarinnar, 26 bls.
- Ólafur Karl Nielsen 1991. Dýralíf í botni Tjarnarinnar. Verkefni unnið fyrir Lífríkisnefnd Tjarnarinnar, 27 bls.
- Ólafur Karl Nielsen 1992a. Vistkerfið. Í: Tjörnin, saga og lífríki (ritstj. Ólafur Karl Nielsen). Reykjavíkurborg, Reykjavík. Bls. 75-91.
- Ólafur Karl Nielsen (ritstj.) 1992b. Tjörnin, saga og lífríki. Reykjavíkurborg, Reykjavík 197 bls.
- Ólafur Karl Nielsen 1992c. Tjarnarfuglar. Í: Tjörnin, saga og lífríki (ritstj. Ólafur Karl Nielsen). Reykjavíkurborg, Reykjavík. Bls. 93-153.
- Ólafur Karl Nielsen, Erpur Snær Hansen og Jóhann Óli Hilmarsson 1991. Rykmý (Chironomidae) við Tjörnina í Reykjavík. Verkefni unnið fyrir Lífríkisnefnd Tjarnarinnar, 37 bls.