

# **DÝRALÍF OG EFNAFRÆÐI Í HAMARKOTSLÆK OG ÁSTJÖRN**

**Hilmar J. Malmquist, Erlín E. Jóhannsdóttir og Finnur Ingimarsson**

**Náttúrufræðistofa Kópavogs**

**Október 2001**

**Unnið fyrir Hafnarfjarðarbæ**

## Ágrip

Gerð er grein fyrir niðurstöðum rannsókna Náttúrufræðistofu Kópavogs á dýralífi og efnafræði í Hamarkotslæk og Ástjörn sem unnin var fyrir Hafnarfjarðarbæ á tímabilinu maí 2000 til apríl 2001.

Markmið rannsókna var lýsa meginþætti vatnavistkerfanna m.t.t. helstu dýrasamfélaga og samspils þeirra við nokkra umhverfisþætti. Dýrasýnum var safnað á mismunandi stöðum og tímum í vatnakerfunum, efnainnihald vatns kannað og eðlisþættir skráðir.

### *Hamarkotslækur*

Efnastyrkur í Hamarkotslæk er að flestu leyti á svipuðu róli og þekkist í lindám og efnaríkum dragám á landinu. Nokkuð skýrar vísbendingar eru þó um auðgun köfnunarefnis og járnstýrnunar í læknum. Járnstyrkur í tjörninni við Flensborgarskóla og í læknum þar fyrir neðan er hærrí en leyfileg mörk kveða á um fyrir neysluvatn. Höfundum er hins vegar ekki kunnugt um viðmiðunarmörk járnstýrnunar fyrir smádyr í vötnum.

Styrksgildi allra efna sem mæld voru eru ekki af þeirri stærðargráðu að lífríkinu stafi bráð hætta af. Langtímaáhrif kunna hins vegar að vera neikvæð og athuga þyrfti betur þátt járnstýrnunar og fleiri efna í efnabúskap tjarnarinnar við Flensborgarskóla.

Um orsakir efnaauðgunarinnar er ekki hægt að fullyrða. Hún gæti verið náttúruleg og stafað af uppróti botnsets í tjörninni fyrir tilstilli vinds. Hluti efnaauðgunarinnar gæti verið komin til vegna ákomu með götuafrennsli frá byggðinni í námunda við vatnavegin. Styrksaukning í klór og natríum á neðstu stöðinni styðja að um áhrif af götuafrennsli sé að ræða. Einnig er hugsanlegt að brauðgjöf handa fuglum hafi áhrif til hækkunar á næringarsöltum. Brauðgjöf eykur auk þess mjög líklega á rotnun í setbotninum, sem kann að skýra að nokkru leyti lágt sýrustig neðst í læknum.

Efsta botnlag tjarnanna við Flensborgarskóla er óvenju laust í sér og rótast létt setefni auðveldlega upp þegar vind hreyfir. Þar sem botngróður er nánast engin í tjörninni og vart um neinn bakkagróður að ræða umhverfis hana er ekkert sem bindur botnrótið. Staragróður meðfram bökkum og síkjamari á botni utar í tjörninni ætti að takmarka mjög botnrót vegna vinds.

Umtalsverð gróska er í botndýralífi í Hamarkotslæk. Þéttleiki dýra á grjótundirlagi er allhár og svipar til þess sem mælist gjarnan í lífríkum lindarvatnsám, en Hamarkotslækur er þó í neðri kantinum.

Langmestur þéttleiki dýra jafnt á grjótundirlagi og í setbotni mældist síðsumars, en minnstur snemmsumars. Mikil þéttleiki fellur einkum saman við lok vaxtartímabils hjá rykmýi áður en það klekst út, en lítill þéttleiki fellur saman við meginklaktíma rykmýs.

Rykmý, einkum undirættin bogmý, er ráðandi hópur í dýrasamfélagi á grjótundirlagi í Hamarkotslæk. Þar á eftir koma ánar og krabbadyr. Þessi samfélagsgerð dýra er vel kunn í íslenskum straumvötnum.

Af dýrasamfélögum í setbotni í Hamarkotslæk eru botnkrabbar ráðandi hópur, en þar næst kemur rykmý, einkum undirættin þeymý, og þá ánar.

Heildarþéttleiki og hlutdeild einstakra dýrahópa og tegunda á setbotni og sér í lagi á grjótundirlagi breytist markvert eftir því sem fjær dregur upptökum Hamarkotslækjar. Þéttleiki á grjótundirlagi er minnstur neðst í læknum og er þetta mjög skýrt í september. Hlutdeild bogmýs, kulmýs, þeymýs og vatnamaura dvínar eftir því sem neðar dregur í vatnaveginum, en hlutdeild vatnaflóa og árfætlukrabba vex. Í setbotni vex hlutdeild vatnaflóa og árfætlukrabba því neðar sem dregur í vatnaveginum, en skelkrebbum, kulmýi og bogmýi fækkar. Hlutdeild ána á neðstu stöð er einnig minni en búast má við.

Hvorki bitmý né vorflugur fundust neðst í læknum, en hins vegar komu vatnabobbar einvörðungu fyrir þar. Athygli vekur að bitmý skuli ekki hafa fundist fyrir neðan tjörnina við Flensborgarskóla, en jafnan ber mikið á bitmýi við útfall úr tjörnum og stöðuvötnum.

Nokkur framangreind einkenni í fínu Hamarkotslækjar benda eindregið til þess að lífsskilyrði neðst í læknum séu ekki eins og búast má við undir náttúrulegum kringumstæðum. Með hliðsjón af niðurstöðum efna- og eðlisþátta berast böndin að vissu leyti að neikvæðum áhrifum þátta vegna ofauðgunar köfnunarefnis og sér í lagi járn. Ekki er loku fyrir það skotið að önnur efni sem ekki voru greind í rannsókninni komi hér við sögu.

Auk hugsanlegra áhrifa efnamengunar er einnig mögulegt að bæði gerð og stærð svifagna í reki úr tjörninni við Flensborgarskóla geti skýrt rýra fínu í læknum fyrir neðan tjörnina. Vera má að rek úr tjörninni sé af óhentugri stærð og eða af óhentugri gerð sem fæða fyrir dýr sem ella myndu þrífast fyrir neðan tjörnina.

Breytingar í gerð dýrasamfélaga í vatnavegi Hamarkotslækjar endurspeglar einnig áhrif af völdum umhverfisþátta af náttúrulegum toga. Til dæmis er þekkt í íslenskum straumvötnum að hlutdeild þey- og einkum bogmýs vex á kostnað kulmýs því neðar sem dregur í vatnavegum vatnsfalla. Þetta samband endurspeglar m.a. breytingar í magni og gerð fæðuagna auk vatnshita sem oft eiga sér stað eftir því sem lengra líður á vatnavegina.

### *Ástjörn*

Engar vísbendingar eru um efnamengun í Ástjörn. Styrkur langflestira efna er með áþekku móti og þekkist í öðrum grunnum vötnum á landinu af sambærilegri stærð.

Gróska botndýralífs í Ástjörn er í meðallagi hvað snertir þéttleika, sem er um helmingur þess sem gjarnan mælist í setbotni íslenskra stöðuvatna. Botndýralíf Ástjarnar sker sig einnig úr öðrum vötnum m.t.t. lítillar hlutdeildar krabbadýra, en í staðinn eru róránar áberandi og einnig er mjög mikið af blóðmaðki.

Botninn í Ástjörn er með öðru móti en gengur og gerist í íslenskum stöðuvötnum. Áberandi lítið er af fingerðum, mjúkum setefnum, en í staðinn er botninn töluvert grófur af völdum mikillar gróðurþekju, einkum vegna tjarnarlauks.

Grýtt fjörubelti er ekki að finna í Ástjörn að neinu marki og því koma ýmsar dýrategundir fyrir í litlum mæli sem ella eru algengar í þannig búsvæði. Til dæmis er lítið um vatnabobba, randavorflugur og örmlur.

Alls fundust um tíu tegundir krabbadýra í Ástjörn sem er nokkuð mikið, en á hinn bóginn er þéttleikinn lítill. Í vatnsbolnum mældist mestur þéttleiki um 7 dýr í lítra vatns í september, en það er aðeins um helmingur til einn fjórði þess sem jafnan mælist í vatnsbol íslenskra stöðuvatna. Smávaxnar tegundir eru mest áberandi í Ástjörn og athygli vekur að stærsta vatnaflóartegundin á Íslandi, kornáta (*Eurycercus lammellatus*), fannst ekki.

Hornsíla eru algeng í Ástjörn og miðað við önnur stöðuvötn virðist þéttleiki þeirra vera mjög mikill í tjörninni. Um vetur voru allir fiskarnir ókynþroska en um vor og að hausti var um fimmtungur kynþroska. Meðallengd hornsíla var 4,4 cm og meðalþyngd 0,9 g. Stærð hornsíla í Ástjörn er svipuð því sem jafnan finnst í íslenskum stöðuvötnum.

Helsta fæða hornsíla í Ástjörn eru rykmýslirfur, róránar, skelkrebbs og aðrir botnkrabbar og líkist fæðuvalið því sem gerist í öðrum stöðuvötnum að undanskildu áti rórána. Þýðing rórána í fæðu hornsíla í Ástjörn virðist endurspegla tiltölulega mikið framboð á þeim.

Ekki er ólíklegt að mergð hornsíla í Ástjörn hafi þau áhrif á smádýralíf að halda þéttleika þeirra niðri. Þetta á ekki hvað síst við um stór krabbadýr, en vísbendingar um slíkt eru þekktar í nokkrum stöðuvötnum.

Bæði mergð hornsíla og umtalsvert fuglalíf við Ástjörn gefa til kynna að framleiðsla lífræns efnis sé töluvert mikil. Fremur lítill þéttleiki botn- og svífdýra bendir til örs orkuflutnings miili fæðuþrepa.

## 4.1 Inngangur

Markmiðið með rannsóknum á vatnadýralífi og efnafræði í Hamarkotslæk og Ástjörn var að fá upplýsingar um megineinkenni vatnavistkerfanna m.t.t. helstu dýrasamfélaga og samspils þeirra við umhverfið. Í því augnamiði var dýrasýnum safnað á mismunandi stöðum og tímum í báðum vatnakerfunum. Að auki voru gerðar mælingar á efnainnihaldi vatns og upplýsingar skráðar um ýmsa eðlisþætti og umhverfisbreytur, s.s. hitastig, rafleiðni, botngerð o.fl. Gögnin eiga að geta nýst m.a. til að meta hvort um hugsanleg áhrif mengunarvalda sé að ræða í vatnakerfunum.

Samfélög dýra í straum- og stöðuvötnum taka breytingum eftir ýmsum umhverfisþáttum, einkum þó gerð undirlags, straumhraða, og árstíðum (Gordon o.fl. 1992). Jafnframt bregðast ólíkar tegundir á mismunandi hátt við tilteknum áreitum (Lindegaard 1995; Townsend & Scarsbrook 1997). Hið sama á oft við um mismunandi þroskastig innan tegundar. Að mörgu er því að hyggja þegar leitað er skýringa á breytingum í samfélagsmunstri vatnadýra. Óvenjuleg frávik í magni og samsetningu dýrasamfélaga miðað við væntingar út frá náttúrulegum kringumstæðum geta gefið vísbendingar um áhrif mengunarvalds á lífríkið. Mengunarvaldar kunna að vera tímabundnir og vara stutt, en áhrifin á lífríkið geta samt sem áður verið umtalsverð og langvarandi. Athuganir á dýralífi geta því varpað ljósi á hugsanlegan mengunarvald, janfvel þótt mengunaráreitið sé ekki stöðugt eða lengur til staðar.

Ekki er vitað til þess að áður hafi farið fram rannsóknir á vatnadýralífi í Ástjörn. Í Hamarkotslæk hefur ekki áður verið ráðist í jafn ítarlegar rannsóknir á vatnalíffræði og hér um ræðir. Hins vegar hafa nemar við líffræðiskor Háskóla Íslands gert líffræðiathuganir í læknum að vori til á sl. tveimur áratugum, en niðurstöður hafa ekki verið birtar (sjá þó Hilmar J. Malmquist o.fl. 1980). Á árunum 1974-75 var einnig gerð allitarleg rannsókn á vistfræði randavorflugunnar (*Apatania zonella*) í læknum (Gísli Már Gíslason 1987).

## 4.2 Aðferðir

### 4.2.1 Sýnastöðvar í Hamarkotslæk

Í Hamarkotslæk voru valdar þrjár sýnastöðvar (kort 1) og þær staðsettar með hliðsjón af hugsanlegum mengunarvöldum. Á hverri sýnastöð voru teknar tvær gerðir af sýnum með hliðsjón af helstu straumvatnabúsvæðum sem hryggleysingar þrífast í. Annars vegar voru tekin dýrasýni af grjóti, svokölluð áfána, sem einkum hýsir skordýr og vatnabobba. Hins vegar voru tekin dýrasýni úr setbotni (leðjubotni), svokölluð ífána, sem einkum hýsir ána, krabbadýr, efjuskeljar og mýlirfur.

Efsta sýnastöðin (stöð 1) í Hamarkotslæk var ofan Elliðavatnsvegar, nærri upptökum Hamarkotslækjar. Hér má búast við að lækurinn sé að mestu náttúrulegur. Stöðin þjónar því að vissu marki sem viðmiðunarstöð. Á þeim stað sem steinasýni voru tekin (stöð 1 B, ljósmynd 1) er lækurinn tiltölulega mjór, á bilinu 2-3 m, og 40-50 cm djúpur. Straumhraði í miðlungsrennsli er um 0,5 m/s. Botninn er að mestu samsettur úr grjóti (85% þekja) og hnúllungum (10% þekja), en lítið er af mól (5% þekja). Yfirborð grjótsins er í meðallagi gróft og töluvert gróft, þ.e. grjótið er hruft og alsett smáholum. Sýni (stöð 1 A, ljósmynd 2) voru tekin skammt fyrir ofan steinastöðina

í tilbúinni tjörn, um 40 m<sup>2</sup> að stærð. Botninn er úr mjög fingerðri leðju. Mesta mælt dýpi í tjörninni var 40 cm.

Miðstöð (stöð 2) var nærri Setbergsskóla, við ármót Urriðakotslækjar. Þar sem steinasýni voru tekin (stöð 2 A, ljósmynd 3) er lækurinn nokkuð breiður, 5-6 m, og dýpi yfirleitt um 30 cm. Straumhraði í miðlungsrennsli er um 0,3 m/s. Botninn er að mestu úr grjóti (60% þekja) og sandborinni leðju (40% þekja). Yfirborð grjótsins var í meðallagi gróft og slétt. Setsýni (stöð 2 B, ljósmynd 4) voru tekin skammt fyrir neðan steinastöðina og litlu neðar þar sem Urriðakotslækur sameinast Hamarkotslæk. Botninn er úr mjög finni leðju og dýpi á bilinu 40-60 cm.

Neðsta stöðin (stöð 3) var neðan við Reykjanesbraut, þ.e. í tjörninni við Flensborgarskóla og í farveginum neðan stíflunnar við neðri tjörnina. Þessi staður endurspeglar hugsanleg áhrif frá Reykjanesbraut og gatnakerfinu í byggð þar í kring. Steinasýni (stöð 3 B, ljósmynd 5) voru tekin í farveginum milli stíflu og stokks sem lækurinn er leiddur um í sjó fram. Breidd lækjarins hér er um 5,5-6,8 m og dýpi jafnan aðeins um 10 cm. Straumhraði í miðlungsrennsli er um 0,6 m/s. Botninn er að mestu gerður úr mól (95% þekja) og stöku grjóti (5% þekja). Yfirborð grjótsins var í meðallagi gróft og slétt. Setsýni (stöð 3 A, ljósmynd 6) voru tekin á nokkrum stöðum í tjörninni ofan stíflunnar. Leðjan er mjög fingerð og óvenju laus í sér. Botndýpi var á bilinu 40-70 cm. Í öllum sýnaferðum kvað töluvert að fljótandi brúnleitem kísilþörungakekkjum (1-5 cm í þvermál) á tjörninni.

#### **4.2.2 Sýnastöðvar í Ástjörn**

Í Ástjörn voru dýrasýni tekin úr setbotni og svifsýni úr vatnsbol. Sýnastöðvar voru 5-6 og dreifðust um vatnið (kort 1). Flatarmál Ástjarnar er nokkuð breytilegt eftir árstíðum og árferði, en að jafnaði er það um 4,7 hektarar (sbr. kafla 3).

Nokkrar dýptarmælingar voru gerðar í vatninu. Meðaldýpi Ástjarnar er líklega nálægt 0,8 m, en mesta mældu dýpi reyndist 1,3 m. Dýpi vatnsins er það mikið að ólíklegt er að það botnfrjósi, nema þar sem er mjög grunnt. Mikið er af hornsílum í vatninu og staðfestir það að vatnið botnfrýs ekki, a.m.k. ekki að öllu leyti.

Botn vatnsins er á heildina litið mjög gróin og reyndist erfitt að taka setsýni. Grjót og mól eru af mjög skornum skammti og ekki er til staðar grýtt fjörubelti eins og jafnan má finna í vötnum af svipaðri stærð. Vegna skorts á grjóti voru engin áfánusýni tekin í vatninu.

#### **4.2.3 Sýnataka**

Dýrasýni í Hamarkotslæk og Ástjörn voru tekin nær samtímis á þremur tímabilum, þ.e. um vor (24.-26. maí 2000), síðsumars (5.-6. september 2000) og að vetri (30. mars 2001 og 4. apríl 2001). Með þessu móti var tekið tillit til ólíkra áhrifa árstíða á dýrasamfélögin.

Vatnssýni til efnagreiningar voru tekin samtímis dýrasýnum á nokkrum stöðvum í Hamarkotslæk og Ástjörn. Nánari lýsingu á sýnatöku vatnssýna og meðhöndlun þeirra er að finna í grein eftir Hilmar J. Malmquist o.fl. (2001a). Sýnin voru efnagreind hjá Norsk Institutt for Vattenforskning (NIVA) í Osló.

### ***Steinasýni í Hamarkotslæk***

Á hverri stöð voru tekin 5 steinasýni þvert yfir lækinn. Steini var lyft upp af botni og skaftháfi (25 x 25 cm rammaop) með 250 µm netpoka haldið undir og steinninn ásamt innihaldi skaftháfsins sett í fötu með vatni. Dýr og gróður voru burstuð af steininum með hálfstífum bursta og allt sýnið síað með 250 µm sigti og komið fyrir í sýnaíláti og varðveitt í 3-4 % formalínlausn.

Ofanvarp steins var fært á smjörpappír með því að draga upp útlínur steinsins með blýanti. Síðar var fersentimetraflötur ofanvarpsins talinn út og notaður til að reikna þéttleikatölur dýra á flatareiningu (fermetra). Meðalhæð (cm) steins var einnig mæld og yfirborðsáferð steinsins skráð m.t.t. grófleika.

### ***Setsýni í Hamarkotslæk og Ástjörn***

Sýni af dýrum í setbotni voru tekin annað hvort með Kajakröri (21,24 cm<sup>2</sup>) eða Ekmangreip (225 cm<sup>2</sup>). Á hverri stöð voru tekin 1-3 sýni og sýnin síuð með 250 µm sigti og komið fyrir í sýnaíláti og varðveitt í 3-4% formalínlausn.

### ***Svifsýni í Ástjörn***

Sýni af dýrasvifi í vatnsbol voru tekin með 125 µm netháfi. Á hverri stöð voru tekin 1-3 höl og ekki farið nær botni en 20 cm. Háfsýnin voru varðveitt með 5% lugollaun í hlutfallinu 1:100.

### ***Hornsíli***

Í rannsóknaráætlun var ekki gert ráð fyrir ítarlegum athugunum á fiski, enda fóru ekki miklar fiskisögur af þessum slóðum, sem síðar reyndist málum blandið (sbr. kafla 4.3.2.2). Sjálfsagt þótti þó að kanna a.m.k. tilvist hornsíla. Í því skyni voru lagðar 3-4 gildirur í Hamarkotslæk og Ástjörn. Í Hamarkotslæk voru 4 gildirur lagðar á víð og dreif um tjörnina við Flensborgarskóla og í Ástjörn voru einnig lagðar 4 gildirur hér og hvar um vatnið. Gildirurnar eru 50 cm langir vírnetshólkar, um 20 cm í þvermál þar sem þeir eru breiðastir, og er netmöskvaviddin 0,5 cm. Í báðum endum er innfellt, kónískt op, sem leiðir fisk inn en hamlar því að hann sleppi út aftur. Gildirurnar voru hafðar úti 12-15 klst. í senn.

#### ***4.2.4 Úrvinnsla og meðhöndlun sýna***

Við grófgreiningu og talningu í nokkrum dýrahópum, þ.á m. ána, krabbadýra og ryk- og bitmýs, þar sem einstaklingar eru jafnan smáir ( $\leq 5$  mm) og eða margir ( $\geq 200$ ), var beitt hlutsýnatöku á bilinu 1/2-1/20. Einstaklingar í hverjum dýrahópi voru taldir og greindir í mismörgum hlutum eða þar til a.m.k. 100 einstaklingar höfðu verið taldir og greindir. Sýnin voru greind og talin undir víðsjá við 5-20x stækkun.

Öll stór og fágæt dýr, þ. á m. vatnatítur, brunnskluður, steinflugur, vorflugur og aðrar stórar tvívængjur, voru talin í heilum sýnum og greind til tegunda.

Hornsíli voru lengdarmæld að næsta millimetra frá snoppu í miðjan sporðugga og blautvigt mæld að næsta 0,1 grammi. Kyn var greint og fiskar flokkaðir í kynþroska og ókynþroska fiska. Magafylli var metin eftir auganu í fjóra flokka, þ.e. tómur, vottur, hálfur og fullur magi.

Niðurstöður eru hér aðallega settar fram í þéttleikatölum, þ.e. að reiknaður er út fjöldi dýra á fermetra eða í lítra vatns. Fyrir hornsíli eru upplýsingar um fæðuval einnig settar fram sem lífþyngd. Við útreikninga á lífþyngd var fjöldi einstaklinga af tiltekinni tegund margfaldaður með meðallífþyngd (mg öskufrí þurrvigt) einstaklingsins (sbr. Hilmar J. Malmquist o.fl. 1992).

## 4.3 Niðurstöður

### 4.3.1 Eðlis- og efnabættir

#### 4.3.1.1 Hamarkotslækur

Töluverðar breytingar eiga sér stað í ýmsum eðlis- og efnabáttum vatnsins á leið niður eftir Hamarkotslæk (tafla 1 og 2). Að vetrinum undanskildum er lækurinn jafnan kaldastur efst þar sem lindarvatnið sprettur fram undan hrauninu í Lækjarbotnum, en á leið niður vatnavegin hitnar vatnið töluvert og, eins og sjá má af mæligildum snemma í september, getur munað um tæpar 7° C efst og neðst í læknum.

**Tafla 1.** Eðlisþættir í Hamarkotslæk.

Stöð	Dags.	Klukkan	Vatnshiti °C	Sýrustig pH	Leiðni µS/cm	Basavirkni meq/l	Grugg FNU
Lind	24.5.00	13:30	3,8	8,5	96	0,460	0,09
1B	24.5.00	14:00	4,5	8,4	83		
2A	24.5.00	15:00	7,2	8,0	100	0,468	0,36
3A	24.5.00	16:00	11,0	6,8	100		
3B	24.5.00	17:00	10,5	6,4	111	0,494	3,90
Lind	6.9.00	10:30	6,0		99	0,486	0,11
2A	6.9.00	13:30	9,0		101	0,494	0,37
3B	6.9.00	16:00			115	0,572	2,90
1B	30.3.01	14:00	3,8	9,1	98	0,479	0,38
2A	30.3.01	14:30	4,0	8,8	101	0,488	0,76
3B	30.3.01	15:00	3,0	8,1	120	0,540	3,94
1B	17.4.01	12:00	5,7	9,1	99		
2A	17.4.01	14:30	8,2	9,1	102		
3B	17.4.01	15:00	9,1	8,2	117		

Lindarvatnseiginleikar lækjarins endurspeglast strax á efstu stöðinni í háum mæligildum á rafleiðni og sýrustigi (tafla 1) og er um dæmigerð gildi að ræða fyrir lindarvatn á Suðvesturhorni landsins (sjá einnig kafla 3). Þegar fjær dregur upptökunum eykst rafleiðnin, en sýrustigið fellur hins vegar og er í öllum tilfellum lægst neðarlega í læknum. Í september er sýrustigið óvenju lágt á neðstu stöðvunum og gæti það bent til ofauðgunar og mikillar rotnunar í tjörninni við Flensborgarskóla. Eftirtektarvert er að rafleiðnin er mjög svipuð á öllum tímabilum og gefur það til kynna í fyrsta lagi sterk lindarvatnsáhrif í læknum (tiltölulega stöðugt efnainnihald) og í öðru lagi að ekki sé um að ræða efnamengun með innflæði málmjóna. Grugg (turbidity) í læknum eykst eftir því sem neðar dregur í vatnaveginum. Grugggildin eru í meðallagi, nema á neðstu stöð þar sem þau eru nokkuð há og stafar það vafalítið af uppróti og reki úr tjörninni við Flensborgarskóla.



Styrkur næringarsaltanna fosfats ( $\text{PO}_4$ ) og kísils ( $\text{SiO}_2$ ) (tafla 2) er mjög svipaður því sem mælist í efnaríkum dragám hér á landi (Davíð Egilsson o.fl.1999; Hákon Aðalsteinsson og Gísli Már Gíslason 1998; Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001a). Aftur á móti er styrkur niturs (Tot-N) og nítrats ( $\text{NO}_3$ ) óvenju hár. Aukning í járnstyrk eftir því sem neðar dregur í vatnaveginum er afbrigðilegt ferli og gagnstætt því sem mælst hefur í straumvötnum annars staðar á landinu (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001a). Styrkur járn á stöð 3A er í öllum tilfellum yfir leyfilegum mörkum fyrir neysluvatn (200  $\mu\text{g/l}$ ) (Reglugerð um neysluvatn, nr. 319. 30. maí 1995). Um orsakir auðgunar á fyrrgreindum efnum er erfitt að fullyrða. Auðgunin gæti stafað af uppróti botnsets í tjörninni við Flensborgarskóla vegna vindáhrifa og eða vegna áhrifa af götuafrennsli neðarlega í læknum.

Styrkur klórs, súlfats ( $\text{SO}_4$ ) og annarra aðalefna á borð við kalsíum, kalíum, magnesíum og natríum er á því sviði sem búast má við í dragám á Suðvesturlandi. Klór, súlfat og nitur eiga uppruna sinn að mestu í andrúmslofti og endurspeglar styrkur efnanna úrkomu og nánd við sjó. Vegna þess hve vatnavegur Hamarkotslæks er stuttur er ekki við því að búast að styrksmunur sé í framangreindum efnum milli stöðva. Eilítið stökk í styrk klórs og natríum á neðstu stöð miðað við efri stöðvarnar bendir því til áhrifa frá götuafrennsli.

**Tafla 2.** Efnabættir í Hamarkotslæk.

Stöð	Dags.	Tot-P/L $\mu\text{g/l}$	PO4-P $\mu\text{g/l}$	Tot-N $\mu\text{g/l}$	NO3 $\mu\text{g/l}$	TOC $\text{mg/l}$	Cl $\text{mg/l}$	SO4 $\text{mg/l}$	SiO2 $\text{mg/l}$	Al/R $\mu\text{g/l}$	Ca $\text{mg/l}$	Fe $\mu\text{g/l}$	K $\text{mg/l}$	Mg $\text{mg/l}$	Na $\text{mg/l}$
Lind	24.5.00	29	21	141	72	0,80	13,0	2,7	13,8	31	4,37	3	0,33	0,82	13,9
2A	24.5.00	16	14	160	119	0,28	13,5	2,8	12,6	24	4,48	41	0,41	1,10	13,9
3B	24.5.00	38	25	325	135	1,50	16,1	3,3	10,2	36	4,58	335	0,51	1,57	15,7
Lind	6.9.00	20	18	135	111	0,16	13,1	2,7	14,2	19	4,44	18	0,34	0,90	14,3
2A	6.9.00	19	14	265	85	0,24	13,4	2,9	13,2	29	4,35	51	0,40	1,14	14,5
3B	6.9.00	26	14	225	115	1,00	14,9	3,5	12,5	25	5,25	217	0,52	1,78	15,3
1B	30.3.01	10,0	18	129	116	0,22	13,4	2,8	13,5	22	8,00	26	0,33	0,90	14,2
2A	30.3.01	18,0	16	160	133	0,26	13,8	3,0	13,2	16	13,00	32	0,38	1,05	14,4
3B	30.3.01	36,0	24	310	170	0,52	17,0	3,8	12,9	13	13,00	313	0,53	1,63	16,2

#### 4.3.1.2 Ástjörn

Rafleiðni í Ástjörn (tafla 3) er í hærri kantinum miðað við það sem gengur og gerist í stöðuvötnum á landinu (Davið Egilsson o.fl. 1999; Hilmar J. Malmquist o.fl. 1999a; Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001a). Rafleiðni er mælikvarði á heildarstyrk uppleystra efna og gefur vísbendingar um mögulega getu vatnakerfis til frumframleiðslu.

**Tafla 3.** Eðlisþættir í Ástjörn.

Stöð	Dags.	Klukkan	Vatnshiti °C	Sýrustig pH	Leiðni µS/cm	Basavirkn meq/l	Grugg FNU
	24.5.00	11:00	10,0	7,5	118,0	0,479	1,50
	5.9.00	11:00			122,3	0,573	4,40
	30.3.01	11:00	3,9	6,7	153	0,534	2,11
	30.3.01	12:00	4,3	6,9	158	0,575	1,68
	30.3.01	13:00	3,8	6,6	155	0,558	2,25

Í grunnnum vötnum eins og Ástjörn geta verið miklar dægursveiflur í vatnshita. Þær hitamælingar sem gerðar voru samhliða stopulli sýnatöku á dýrum gefa því aðeins hugmynd um vatnshitann í vatninu. Í kafla 3 er farið nánar í saumana á hitaferli vatnsins á ársgrundvelli. Hér verður látið nægja að benda á að hámarkshiti í vatninu hefur mælst í júní um 20° C.

Heildarstyrkur lífræns kolefnis (TOC) er býsna hár í Ástjörn (tafla 4) sem hangir vel saman við háa rafleiðni. Þetta bendir til allmikillar grósku í vatninu, en kolefnið gefur til kynna heildarmagn lífræns efnis sem er nýmyndað í lifandi vef, auk þess sem er dautt, uppleyst og sviflægt. Í samræmi við þetta er styrkur fosfats og kísils mjög lágur, sem skýrist aðallega af upptöku þörungna og annarra frumframleiðenda á næringarefnunum. Næringarsaltið nítrat, sem ekki kemur fram í töflunni, mældist einnig í mjög lágum styrk, eða undir 1 µg/l.

Styrkur annarra efna í Ástjörn er á mjög svipuðum nótum og mælst hefur í vötnum af sambærilegu dýpi. Engar vísbendingar eru um efnamengun í vatninu.

**Tafla 4.** Efnabættir í Ástjörn.

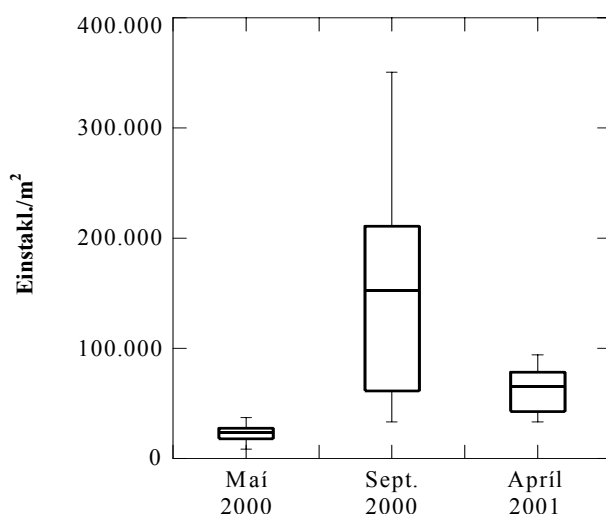
Dags.	Tot-P/L µg/l	PO4-P µg/l	Tot-N µg/l	NH4-N µg/l	TOC mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	SiO2 mg/l	Al/R µg/l	Ca mg/l	Fe µg/l	K mg/l	Mg mg/l	Na mg/l
24.5.00	9	<1	225	19	2,00	19,6	2,1	2,4	11	4,86	499	0,71	3,68	11,8
5.9.00	16	1	355	22	3,70	19,0	1,3	0,3	16	5,13	594	0,26	4,10	12,8
30.3.01	8,0	1	270	5,00	1,50	25,2	3,7	7,5	17	5,60	690	0,90	4,23	15,2
30.3.01	9,0	2	185	<5	1,50	27,6	3,8	7,3	15	6,03	581	0,98	4,54	16,2
30.3.01	19,0	3	144	<5	1,50	29,6	4,3	6,6	10	6,19	421	0,98	4,77	16,3

## 4.3.2 Dýralíf

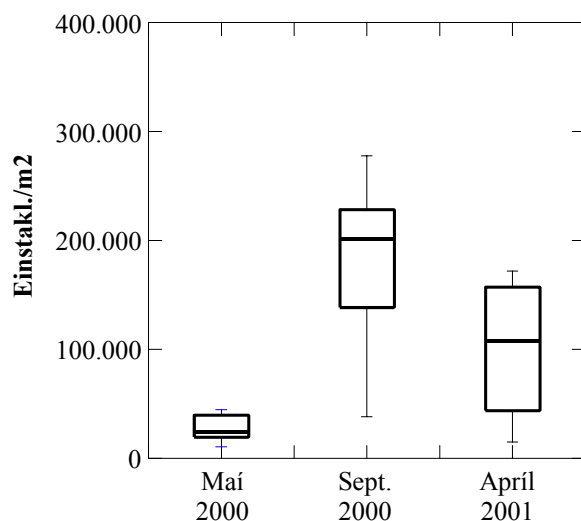
### 4.3.2.1 Hamarkotslækur

Heildarþéttleiki dýra í Hamarkotslæk, jafnt á grjótundirlagi (mynd 1) og í setbotni (mynd 2), var allbreytilegur milli sýnadaga, en langmestur var hann síðsumars (sýnataka 6. september 2000).

Marktækur munur var á meðalþéttleika á grjótundirlagi milli sýnadaga ( $F_{2,36} = 15.409$ ,  $P = 0.000$ ). Meðalþéttleiki á grjótundirlagi var  $157.604$  dýr/m<sup>2</sup> í september,  $22.218$  dýr/m<sup>2</sup> í maí og  $67.397$  dýr/m<sup>2</sup> í apríl. Meðalþéttleikinn í september var marktækt hærri en í maí (Tukeys  $P = 0.000$ ) og apríl (Tukeys  $P = 0.009$ ).



**Mynd 1.** Heildarþéttleiki dýra (fjöldi á fermetra) á grjótundirlagi í Hamarkotslæk eftir sýnadögum. Miðlína innan kassa er *miðgildi*, en lengd kassa endurspeglar 50% dreifingu gilda umhverfis miðgildi (milli 1. og 3. kvartils).

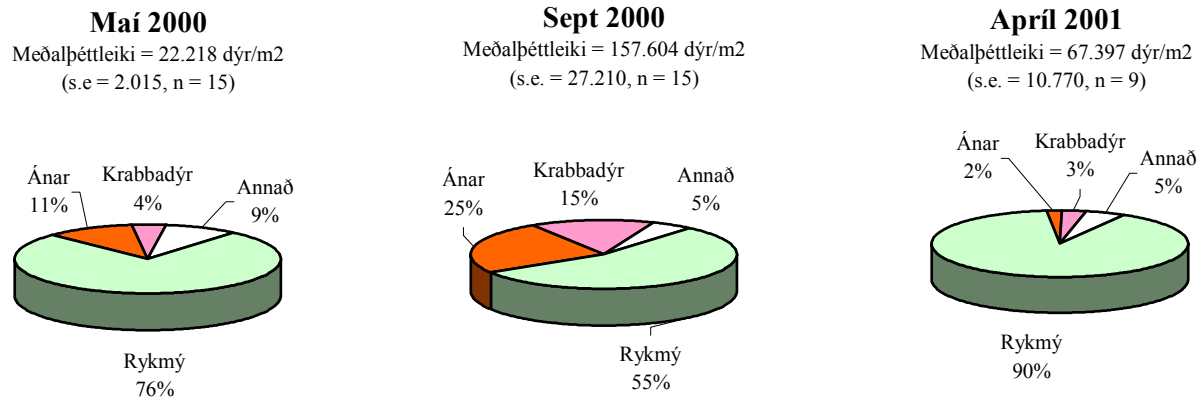


**Mynd 2.** Heildarþéttleiki dýra (fjöldi á fermetra) í setbotni í Hamarkotslæk eftir sýnatökudögum. Sjá skýringar við mynd 1.

Í setbotni var einnig marktækur munur á meðalþéttleika milli sýnadaga ( $F_{2,27} = 9.917$ ,  $P = 0.001$ ). Meðalþéttleiki í setbotni var  $180.058$  dýr/m<sup>2</sup> í september,  $33.342$  dýr/m<sup>2</sup> í

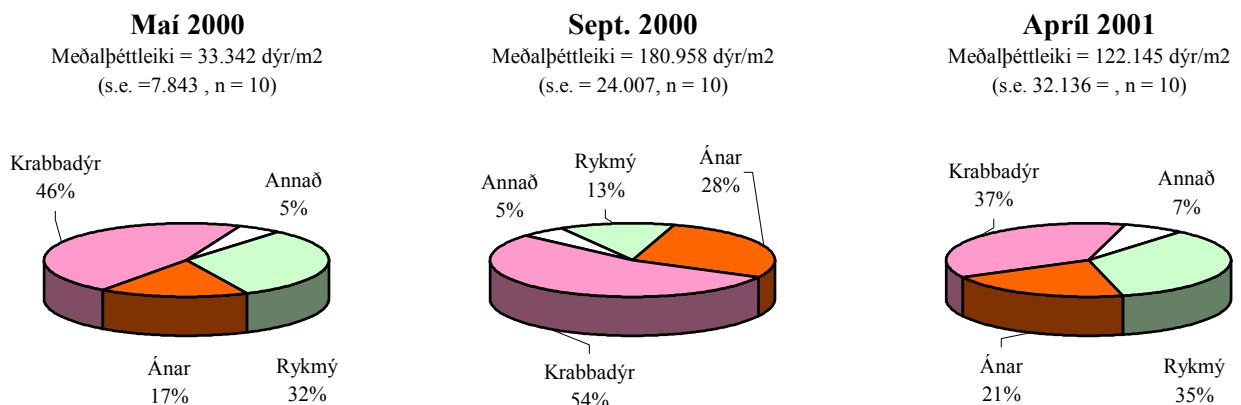
maí og 122.145 dýr/m<sup>2</sup> í apríl. Meðalþéttleikinn í september og apríl var marktækt hærri en í maí (sept.-maí Tukeys  $P = 0.000$ , apríl-maí Tukeys  $P = 0.034$ ), en ekki var marktækur munur í meðalþéttleika milli september og apríl (Tukeys  $P = 0.201$ ).

Rykmý, aðallega lirlfur, var langmest áberandi dýrahópurinn á grjótundirlagi á öllum tímum í Hamarkotslæk (mynd 3), með 55-90% hlutdeild af heildarþéttleika á sýnadögnum þremur. Minnst var hlutdeild rykmýs í september, en þá bar heldur meira á ánum og botnkröbbum en í maí og apríl.



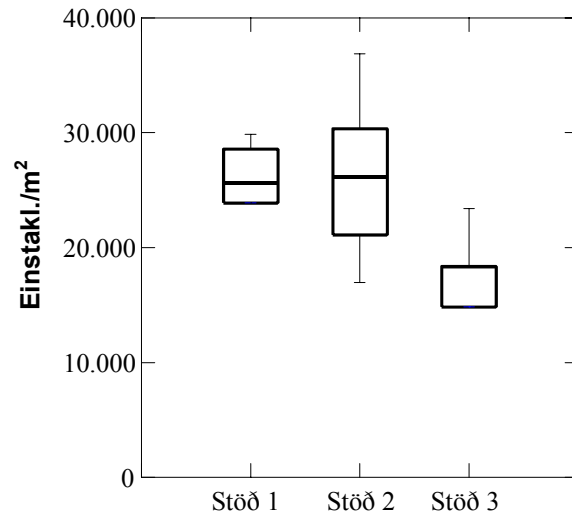
**Mynd 3.** Hundraðshlutdeild (% af meðalþéttleika á hvern fermetra) helstu dýrahópa á grjótundirlagi í Hamarkotslæk eftir sýnadögum. S.e. er staðalskekkja meðaltals og n er fjöldi sýna.

Í setbotninum (mynd 4) bar mest á botnkröbbum af einstökum dýrahópum, með 37-54% hlutdeild, en næst þeim koma rykmý með 13-35% hlutdeild og ánar með 17-28% hlutdeild. Líkt á grjótundirlagi er tiltölulega lítill munur milli sýnadaga í hlutdeild helstu dýrahópa.

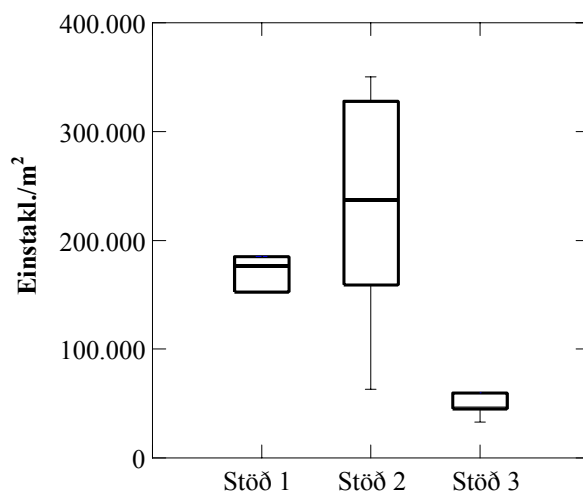


**Mynd 4.** Hundraðshlutdeild (% af meðalþéttleika á hvern fermetra) helstu dýrahópa í setbotni í Hamarkotslæk eftir sýnadögum. Sjá skýringar við mynd 3.

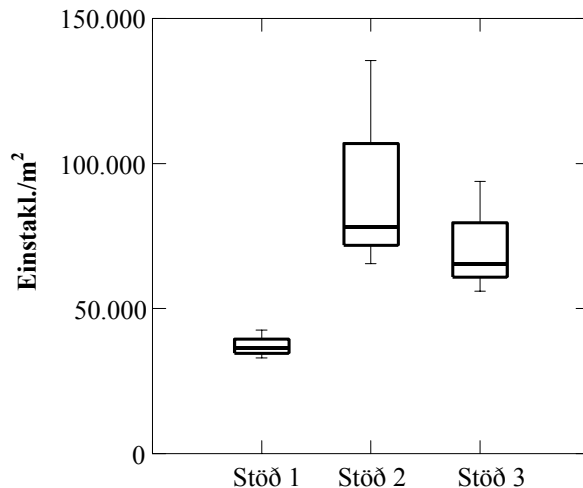
Töluverður munur kom fram milli stöðva á hverjum sýnadesi fyrir sig í þéttleika (mynd 5-7 og tafla 5) og samsetningu dýrahópa á grjótundirlagi (tafla 1). Í maí (mynd 5) og einkum í september (mynd 6) sker neðsta stöðin sig frá efri stöðvunum tveimur með mjög lítinn meðalþéttleika og er marktækur munur þar á milli ( $F_{2,12} = 7.029$ ,  $P = 0.010$ , stöð1-stöð3 Tukeys  $P = 0.039$ ; stöð2-stöð3 Tukeys  $P = 0.010$ ). Í apríl (mynd 7) er meðalþéttleiki aftur á móti lægstur á efstu stöðinni, en þó er ekki marktækur munur á meðalþéttleika meðal stöðvanna ( $F_{2,6} = 3.959$ ,  $P = 0.080$ ).



**Mynd 5.** Heildarþéttleiki dýra (fjöldi á fermetra) á grjótundirlagi eftir stöðvum í Hamarkotslæk í maí 2000. Sjá skýringar við mynd 1.



**Mynd 6.** Heildarþéttleiki dýra (fjöldi á fermetra) á grjótundirlagi eftir stöðvum í Hamarkotslæk í september 2000. Sjá skýringar við mynd 1.



**Mynd 7.** Heildarþéttleiki dýra (fjöldi á fermetra) á grjótundirlagi eftir stöðvum í Hamarkotslæk í apríl 2001. Sjá skýringar við mynd 1.

Rykmý er eins og áður segir sá dýrahópur sem langmest er af á grjótundirlagi í Hamarkotslæk. Um er að ræða fjórar undirættir af rykmýinu, þ.e. þey-, kul-, bog- og ránmý, en í öllum tilvikum nema einu, þ.e. á stöð 2 í september, er bogmý allsráðandi. Samsetning rykmýsins er að töluverðu leyti mismunandi eftir stöðvum í læknum (tafla 5). Meðal annars má greina munstur í þá veru að magn kulmýs minnkar eftir því sem neðar dregur í vatnaveginum, en á hverjum tíma er þéttleiki kulmýs langmestur á efstu stöðinni. Þeymý er á hinn bóginn ávallt í langmestum þéttleika á miðstöðinni. Af ránmýi er yfirleitt frekar lítið, en einna helst var það að finna á neðstu stöðinni.

Hvað varðar samsetningu annarra dýrahópa á grjótundirlagi (tafla 5) eru efri stöðvarnar tvær töluvert frábrugðnar neðstu stöðinni. Einna athygliverðast er að bitmý og vorflugur komu aldrei fyrir á neðstu stöðinni, en á hinum stöðvunum er nokkuð af þessum dýrum. Svipað gildir um ránfluguna, sem fannst í nokkrum mæli á báðum efri stöðvunum, en í mjög litlum mæli á neðstu stöðinni. Þá fundust hrossaflugur, vængdílafflugur og lækjaflugur einvörðungu á efstu stöðinni.

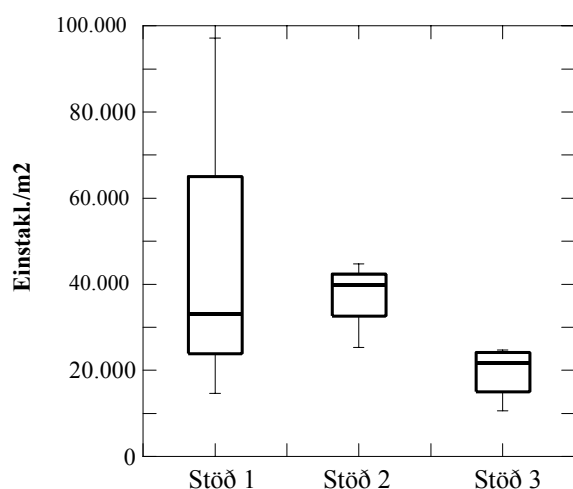
Öll framangreind dýr eru allstór meðal vatnaskordýra og því vekur fágæti þeirra á neðstu stöðinni athygli. Fjarvera bitmýs er sérstaklega athyglisverð þar eð útfall er úr allstórri tjörn skammt ofan stöðvarinnar, en yfirleitt er langmest um bitmý allranæst útfalli stöðuvatna. Því fjær sem dregur frá útfallinu þeim mun minna verður jafnan af bitmýinu. Þetta hangir saman við lífshætti bitmýslirfanna sem sía fæðuagnir sem reka með vatnsstraumnum, en því lengra sem líður frá útfallinu dvínar magn rekagnanna.

Enn eitt sem vekur athygli í samanburði á tegundasamsetningu milli stöðva er að vatnabobbi fannst aðeins á neðstu stöðinni, en aldrei á hinum stöðvunum. Þéttleiki vatnabobbana á neðstu stöðinni er töluvert mikill miðað við það sem gengur og gerist í íslenskum straumvötnum, en jafnan er vatnabobbi eitt af helstu einkennisdýrum í stöðuvötnum. Vatnabobbi heyrir til hinna stærri vatnadýra hérlendis og er eftirsótt fæða af silungi, líkt og bitmýs- og rykmýslirfur.

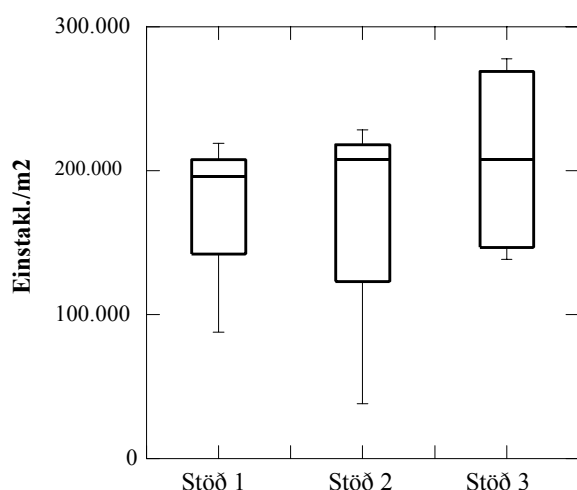
**Tafla 5.** Þéttleiki dýra (meðalfjöldi/m<sup>2</sup>) á grjótundirlagi í Hamarkotslæk. Flokkað eftir sýnadögum og sýnastöðvum. Auð hólf merkja að viðkomandi dýr fannst ekki.

	Maí 2000			September 2000			Apríl 2001		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Örmlur (Hydrozoa)					67			24	
Práðormar (Nematoda)	9		196	1.128	1.502	564	13	218	680
Ánar (Oligochaeta)									
<b>Sundánar</b> (Naididae)		1.633	4.440	350	46.762	4.400	30	4.784	557
<b>Röránar</b> (Tubificidae)									
<b>Pottormar</b> (Enchytraidae)		12		10		429		62	137
<b>Vatnsmaðkur</b> (Lumbricidae, <i>Eiseniella tetraedra</i> )			64						
<b>Blóðormar</b> (Lumbriculidae)						40		47	
Lindýr (Mollusca)									
<b>Vatnabobbi</b> ( <i>Lymnaea pereger</i> )			128			1.067			472
<b>Efjuskel</b> ( <i>Pisidium</i> spp)			12						
Vatnaflær (Cladocera)									
<b>Kúlufló</b> ( <i>Chydorus sphaericus</i> )				415	5.430	1.008			
<b>Mánaflær</b> ( <i>Alona</i> spp.)					130	284			
<b>Gárafló</b> ( <i>Alonella</i> sp.)					33	87			
<b>Hjálmló</b> ( <i>Acroperus harpae</i> )									
<b>Burstafló</b> ( <i>Iliocryptus sorditus</i> )						19			
<b>Broddafló</b> ( <i>Macrothrix hirsuticornis</i> )		12	20	2.384	1.757	72			46
Árfætlur (Copepoda)									
<b>Augndílaætt</b> (Cyclopidae)				995	1.337	5.607		145	42
<b>Rauðdílaætt</b> (Diaptomidae)									
<b>Ormdílaætt</b> (Canthocamptidae)				2.283	3.008	4.673		1.466	210
Skelkrebbski (Ostracoda)	14	1.299	309	5.194	20.010	4.004	426	7.894	212
Vorflugur (Trichoptera)									
<b>Randavorfluga</b> ( <i>Apatania zonella</i> )	444	673		506	49		237	163	
<b>Grávorfuga</b> ( <i>Limnophilus griseus</i> )					31			24	
Rykmý (Chironomidae)									
<b>Þeymý</b> (Chironominae)	244	2.468	11	12.940	40.342	6.186	129	4.704	749
<b>Kulmý</b> (Diamesinae)	7.659	450	1.195	17.334	1.581	1.751	4.586	79	
<b>Bogmý</b> (Orthocladiinae)	11.370	18.645	9.253	137.028	26.674	10.726	30.006	66.583	66.566
<b>Rámmý</b> (Tanypodinae)		20			593	5.930		392	80
Bitmý (Simuliidae)	1.903	118		181			1.285		
Hrossafluga (Tipulidae, <i>Tipula raufina</i> )				10					
Vængdílafluguætt (Limoniidae)				10					
Ránfluga (Empididae, <i>Clinocera stagnalis</i> )		341		1.854	3.725	53	96	683	
Lækjafluga (Muscidae, <i>Calliphrys riparia</i> )	55								
Vatnamaurar (Hydracarina)	1.980	571	232	959	2.471	2.503	489	5.046	1.174
Steinfluga (Plecoptera, <i>Capnia vidua</i> )		10							
Tjarnatíta (Hemiptera, <i>Arctocoris carinata</i> )		8		11					
Bessadýr (Tardigrada)				22	218				
Stökkmor (Collembola)				13	15	83			
<b>Heildarmeðaltal</b>	23.711	26.295	16.647	191.422	227.470	53.920	37.312	93.070	71.809
<b>Staðalskekkja (s.e.)</b>	3.451	3.480	2.477	25.549	53.395	8.735	2.822	21.521	11.352
<b>n</b>	5	5	5	5	5	5	3	3	3

Ólíkt því sem greina mátti í þéttleika dýra á grjóttundirlagi meðal stöðva var ekki um neinn sambærilegan mun að ræða í þéttleika dýra í setbotni (mynd 8-10 og tafla 2). Í maí (mynd 8) lék meðalþéttleiki meðal stöðvanna þriggja á bilinu 19.622-48.281 dýr/m<sup>2</sup> (tafla 2) og er ekki marktækur munur þar á milli ( $F_{2,7} = 0.344$ ,  $P = 0.344$ ). Í september (mynd 9) var meðalþéttleikinn á bilinu 158.214-207.892 dýr/m<sup>2</sup> (tafla 2) og er ekki um marktækan mun að ræða ( $F_{2,7} = 0.371$ ,  $P = 0.703$ ). Í apríl (mynd 10) var meðalþéttleiki meðal stöðvanna á bilinu 68.042-173.282 dýr/m<sup>2</sup>, sem er umtalsvert bil, en vegna mikils breytileika meðal sýna innan stöðva er ekki um marktækan mun að ræða ( $F_{2,7} = 1.014$ ,  $P = 0.410$ ).

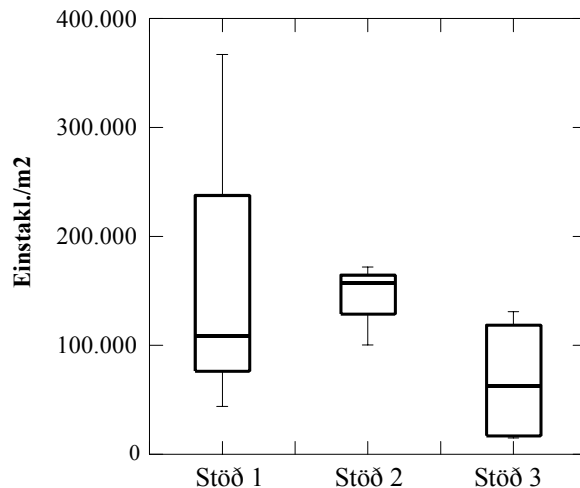


**Mynd 8.** Heildarþéttleiki dýra (fjöldi á fermetra) í setbotni eftir stöðvum í Hamarkotslæk í maí 2000. Sjá skýringar við mynd 1.



**Mynd 9.** Heildarþéttleiki dýra (fjöldi á fermetra) í setbotni eftir stöðvum í Hamarkotslæk í september 2000. Sjá skýringar við mynd 1.





**Mynd 10.** Heildarþéttleiki dýra (fjöldi á fermetra) í setbotni eftir stöðvum í Hamarkotslæk í apríl 2001. Sjá skýringar við mynd 1.

Krabbadýr ásamt ánum og rykmýi eru sem fyrr segir helstu dýrahóparnir sem lifa ofan í setbotni í Hamarkotslæk. Langalgengastir meðal krabbadýranna eru botnkrabbarnir burstafló og broddafló (tafla 6). Báðar tegundirnar eru eindregnar efulífverur og þrífast best á fingerðu groti eða lífrænu seti efst í botnlaginu. Sama á við um ánana og þeymýið, sem langmest er af miðað við aðrar undirættir rykmýs, en flestar þessar lífverur lifa meira eða minna niðurgfarnar í efstu sentimetrum leðjubotsins.

Nokkru munar milli stöðva í samsetningu dýrahópa í setbotni (tafla 5). Meðal annars gætir nokkuð greinilegrar tilhneigingar í þá átt að sund- og róránnum fari fjölgandi eftir því sem neðar dregur í vatnaveginum, en þéttleiki þessara dýra er langminnstur á efstu stöð í öll skipti. Á hinn bóginn er þéttleiki pottorma í öll skipti langmestur á efstu stöð, en mjög lítil og svipaður á hinum stöðvunum. Þá gætir allgreinilegs munsturs meðal vatnamaura í þá átt að þeim fækkar eftir því sem neðar dregur í vatnaveginum, og á þetta við um öll skiptin þrjú. Sambærilegt munstur, en þó ekki eins skýrt, kemur fram meðal krabbadýranna broddflóar, ormdíla og skelkrebba. Í september er greinilegt að þeymýi og ránmýi fjölga eftir því sem fjær dregur upptökum lækjarins.

Sérstaka athygli vekur hve lítið er af efjuskel í setbotni í Hamarkotslæk (tafla 6), en jafnan er mjög mikið af þessari samloku í setbotni tjarna og stöðuvatna.

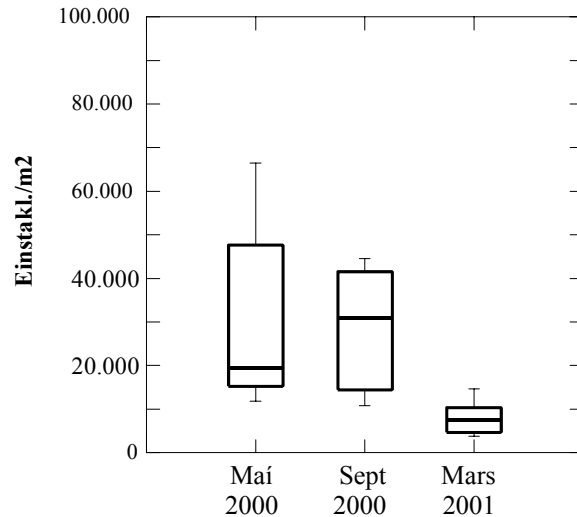
Í maí og september 2000 veiddust engir fiskar í gildrur sem lagðar voru í neðstu tjarnirnar tvær í Hamarkotslæk (leðjubotn, stöð 3). Í maí sást hins vegar til einnar silungsbröndu neðst í neðri tjörninni, ofan við stíflu. Í apríl 2001 varð vart við allmikið af silungi í læknum í hyl rétt neðan við ármót við Urriðakotslæk (stöð 2 B). Þá sáust 20-30 bleikjur og eða regnbogasilungar á stærðarbilinu 10-30 cm. Á sama tíma sáust 10-20 bleikjur eða regnbogasilungar á söð 3 B neðan við tjörnina og voru þær 10-15 cm langar. Forvitnilegt er að kanna þetta nánar sem og sagnir um silung fyrir á tímum í læknum.

**Tafla 6.** Þéttleiki dýra (meðalfjöldi/m<sup>2</sup>) í setbotni í Hamarkotslæk. Flokkað eftir sýnadögum og sýnastöðvum. Auð hólf merkja að viðkomandi dýr fannst ekki.

	Maí 2000			September 2000			Apríl 2001		
	Stöð			Stöð			Stöð		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Þráðormar</b> (Nematoda)	593	1.570	344	17.422	471	353	17.579	3.924	2.001
<b>Ánar</b> (Oligochaeta)									
<b>Sundánar</b> (Naididae)	89	267	789	4.551	20.248	13.302	471	11.929	7.887
<b>Röránar</b> (Tubificidae)		3.659	2.589	785	46.146	19.424		17.579	13.067
<b>Pottormar</b> (Enchytraidae)	4.030	207	344	35.630	157		28.880		235
<b>Blóðormar</b> (Lumbriculidae)									891
<b>Lindýr</b> (Mollusca)									
<b>Vatnabobbi</b> ( <i>Lymnaea pereger</i> )						235			
<b>Efjuskel</b> ( <i>Pisidium</i> spp.)			11						
<b>Vatnaflær</b> (Cladocera)									
<b>Kúlufló</b> ( <i>Chydorus sphaericus</i> )	1.719	74	89		3.453	8.711	157		
<b>Mánaflær</b> ( <i>Alona</i> spp.)		59	44		471	3.885			235
<b>Gárafló</b> ( <i>Alonella</i> sp.)					471	589			
<b>Hjálmfló</b> ( <i>Acroporus harpae</i> )						117			
<b>Burstafló</b> ( <i>Ilicryptus sorditus</i> )		44	2.622	314	2.511	44.969	157	3.924	3.532
<b>Broddafló</b> ( <i>Macrothrix hirsuticornis</i> )			2.822	41.594	19.934	15.539	6.749	628	2.119
<b>Árfætlur</b> (Copepoda)									
<b>Augndílaætt</b> (Cyclopidae)	2.341	1.867	4.844	1.413	6.749	34.373	1.099	5.651	4.120
<b>Rauðdílaætt</b> (Diaptomidae)									
<b>Ormdílaætt</b> (Canthocamptidae)		237	900	13.341	2.197	706	5.964	2.511	942
<b>Skelkrebbs</b> (Ostracoda)	10.459	6.889	4.167	44.262	34.060	25.780	11.144	62.313	9.535
<b>Vorflugur</b> (Trichoptera)									
<b>Randavorfluga</b> ( <i>Apatania zonella</i> )									
<b>Grávorfuga</b> ( <i>Limnophilus griseus</i> )	15								
<b>Rykmý</b> (Chironomidae)									
<b>Þeymý</b> (Chironominae)	24.948	17.274		2.511	10.045	34.374	88.368	16.795	17.540
<b>Kulmý</b> (Diamesinae)				157	3.924				
<b>Bogmý</b> (Orthocladiinae)	2.370	519		942			5.023	9.103	589
<b>Ránmý</b> (Tanypodinae)		3.348		785	5.337	5.297	471	4.866	4.944
<b>Bitmý</b> (Simuliidae)							157		
<b>Hrossafluga</b> (Tipulidae, <i>Tipula raufina</i> )							157		
<b>Vængdílaflugueytt</b> (Limoniidae)	459						628		
<b>Ránfluga</b> (Empididae, <i>Clinocera stagnalis</i> )	933	178	11	157	785		628	785	
<b>Lækjafluga</b> (Muscidae, <i>Calliphrys riparia</i> )		178	22						
<b>Vatnamaurar</b> (Hydracarina)	326	311	22	3.924	942	235	5.494	2.982	471
<b>Steinfluga</b> (Plecoptera, <i>Capnia vidua</i> )									
<b>Tjarnatita</b> (Hemiptera, <i>Arctocoris carinata</i> )					157				118
<b>Bessadýr</b> (Tardigrada)								157	
<b>Stökkmor</b> (Collembola)		15			157		157		
<b>Heildarmeðaltal</b>	48.281	36.696	19.622	167.789	158.214	207.892	173.282	143.146	68.042
<b>Staðalskekkja</b> (s.e.)	25.005	5.845	3.223	40.398	60.321	35.679	98.798	21.835	29.780
<b>n</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3

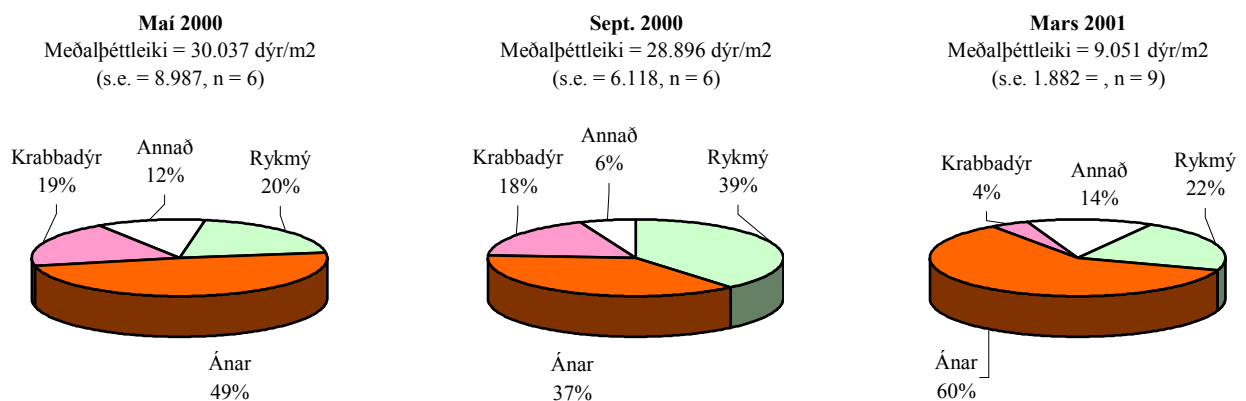
#### 4.3.2.2 Ástjörn

Heildarþéttleiki dýra í setbotni í Ástjörn var í meðallagi og mjög svipaður í maí og september, en langminnstur í mars (mynd 11 og tafla 7). Meðalþéttleiki í maí var 30.037 dýr/m<sup>2</sup>, 28.896 dýr/m<sup>2</sup> í september og 9.051 dýr/m<sup>2</sup> í mars. Meðalþéttleiki í mars er marktækt lægri en bæði í maí og september ( $F_{2,18} = 5.085$ ,  $P = 0.018$ ; .mars-maí Tukeys  $P = 0.034$ ; mars-sept. Tukeys  $P = 0.046$ ), en ekki er marktækur munur milli maí og september (Tukeys  $P = 0.990$ ).



**Mynd 11.** Heildarþéttleiki dýra (fjöldi á fermetra) í setbotni eftir sýnadögum í Ástjörn. Sjá skýringar við mynd 1.

Ánar eru mest áberandi dýrahópurinn í setbotni Ástjarnar, með 37-60% hlutdeild af meðalþéttleika hverju sinni (mynd 12). Næst kemur rykmý með 20-39% hlutdeild og



**Mynd 12.** Hundradshlutdeild (% af meðalþéttleika á hvern fermetra) helstu dýrahópa í setbotni í Ástjörn eftir sýnadögum. S.e. er staðalskekkingja meðaltals og n er fjöldi sýna.

Þá krabbadýr með 4-19% hlutdeild. Í samanburði við setbotn í Hamarkotslæk (sjá mynd 4) hefur hlutdeild ána og krabbadýra nánast snúist við í setbotni Ástjarnar. Að undanskildum maí er heildarþéttleiki allra dýrahópa í setbotni Ástjarnar hins vegar mun lægri en í setbotni í Hamarkotslæk. Í september er munurinn nær sexfaldur og í mars-apríl er hann um 13-faldur.

Ítarlegri samanburður á botndýrum milli Ástjarnar og Hamarkotslækjar leiðir ýmislegt forvitnilegt í ljós. Athyglisvert er m.a. að í Ástjörn er hlutfallslega mikið af róránnum og blóðmaðkinum (*Lumbriculus variegatus*, Lumbriculidae), en lítið af sundánnum og pottormum (tafla 7), en í Hamarkotslæk er þessu nánast öfugt farið. Einnig er mjög

**Tafla 7.** Þéttleiki dýra (meðalfjöldi/m<sup>2</sup>) í setbotni í Ástjörn. Flokkað eftir sýnadögum. Auð hólf merkja að viðkomandi dýr fannst ekki.

	Maí 2000	Sept. 2000	Mars 2001
<b>Þráðormar</b> (Nematoda)	407	356	628
<b>Ánar</b> (Oligochaeta)			
<b>Sundáanar</b> (Naididae)	1.407		
<b>Róránar</b> (Tubificidae)	10.430	11.133	5.389
<b>Pottormar</b> (Enchytraidae)		526	52
<b>Blóðormar</b> (Lumbriculidae)	2.363	7.407	
<b>Iglur</b> (Hirudinea)			
<b>Snigiligla</b> ( <i>Glossiphonia complanata</i> )	15		
<b>Ormigla</b> ( <i>Helobella stagnalis</i> )	37	67	157
<b>Lindýr</b> (Mollusca)			
<b>Vatnabobbi</b> ( <i>Lymnaea pereger</i> )		37	
<b>Efjuskel</b> ( <i>Pisidium</i> spp)	1.081	741	471
<b>Vatnaflær</b> (Cladocera)			
<b>Kúlufló</b> ( <i>Chydorus sphaericus</i> )	59	7	
<b>Mánaflær</b> ( <i>Alona</i> spp.)	607	1.822	
<b>Gárafló</b> ( <i>Alonella</i> sp.)		126	
<b>Hjálmfló</b> ( <i>Acroperus harpae</i> )	1.622		
<b>Burstafló</b> ( <i>Ilicocryptus sorditus</i> )	133		314
<b>Granfló</b> ( <i>Graptoleberis testudinaria</i> )		133	
<b>Broddafló</b> ( <i>Macrothrix hirsuticornis</i> )			
<b>Árfætlur</b> (Copepoda)			
<b>Augndílaætt</b> (Cyclopidae)	3.289	785	105
<b>Rauðdílaætt</b> (Diatomidae)			
<b>Ormdílaætt</b> (Canthocamptidae)	89		52
<b>Skelkrebbs</b> (Ostracoda)		2.481	
<b>Vorflugur</b> (Trichoptera)			
<b>Randavorfluga</b> ( <i>Apatania zonella</i> )			
<b>Grávorfluga</b> ( <i>Limnophilus griseus</i> )		15	
( <i>Agrypnia picta</i> )		7	
<b>Rykmý</b> (Chironomidae)			
<b>Þeymý</b> (Chironominae)	2.889	5.956	885
<b>Kulmý</b> (Diamesinae)			
<b>Bogmý</b> (Orthocladinae)	4.119	4.600	419
<b>Ránmý</b> (Tanypodinae)	304		157
<b>Brunnklukka</b> (Coleoptera, <i>A. bipustulatus</i> )		7	
<b>Vatnamaurar</b> (Hydracarina)		81	419
<b>Tjarnatíta</b> (Hemiptera, <i>Arctocoris carinata</i> )		7	
<b>Heildarmeðaltal</b>	30.037	28.896	9.051
<b>Staðalskekkja (s.e.)</b>	8.987	6.118	1.882
<b>n</b>	6	6	9

athyglisvert að þéttleiki efjuskelja er margfalt meiri í Ástjörn en á setbotni í Hamarkotslæk. Þá má benda á að kulmý fannst ekki í Ástjörn en það er nokkuð algengt bæði í setbotni og á grjótlundirlagi í Hamarkotslæk. Miðað við Hamarkotslæk er hlutdeild ránmýs einnig hlutfallslega lítil í Ástjörn. Varðandi krabbadýr er sláandi munur hvað snertir broddafló, en hún fannst ekki í Ástjörn en er hvað algengasta krabbadýrið í setbotni í Hamarkotslæk.

Hvað varðar samsetningu dýrahópa í setbotni m.t.t. sýnadaga sker mars sig einkum frá hinum tveimur mánuðunum (tafla 7). Lagmest munar um að í mars eru krabbadýr vart eða ekki komin á kreik.

Í svifinu úti í vatnsbol Ástjarnar fundust um níu tegundir af krabbadýrum (tafla 8). Meðalþéttleiki yfir alla sýnadagana lék á bilinu 1-71 dýr í hverjum 10 lítrum vatns, sem er fremur lítil þéttleiki í grunnnum vötnum eins og hér um ræðir. Í mars, þegar tjörnin var ísi lögð og vatnið enn kalt, eru krabbadýrin vart komin á kreik, en þá fundust aðeins lírfustig halaflóa (*Daphnia* spp.) og augndíla (*Cyclops* spp.).

**Tafla 8.** Þéttleiki krabbadýra (meðalfjöldi í 10 lítrum) í vatnsbol Ástjarnar. Flokkað eftir sýnadögum. Auð hólf tákna að viðkomandi dýr fannst ekki.

	Maí 2000	Sept. 2000	Mars 2001
<b>Vatnaflær (Cladocera)</b>			
Halafær ( <i>Daphnia</i> spp.)	18.2		0.1
Kúlufló ( <i>Chydorus sphaericus</i> )	0.5	24.8	
Mánaflær ( <i>Alona</i> spp.)		0.9	
Gárafló ( <i>Alonella</i> sp.)		0.8	
Hjálmfló ( <i>Acroperus harpae</i> )	0.8	8.4	
Granfló ( <i>Graptoleberis testudinaria</i> )		6.1	
Ranafló ( <i>Bosmina coregoni</i> )		1.2	
<b>Árfætlur (Copepoda)</b>			
Augndili ( <i>Cyclops</i> spp.)	2.2	10.3	
Rauðdili ( <i>Diaptomus</i> spp.)	0.1	0.2	
Lírfustig árfætlna (Copepoda)	2.6	18.5	0.4
<b>Alls krabbadýr</b>	<b>24.4</b>	<b>71.2</b>	<b>0.5</b>
<b>Vatnaflær (% af heild)</b>	<b>80</b>	<b>59</b>	<b>20</b>
<b>Árfætlur (% af heild)</b>	<b>20</b>	<b>41</b>	<b>80</b>

Hlutdeild vatnaflóa var töluvert meiri en hlutdeild árfætlna, jafnt í september og þó einkum í maí. Veruleg umskipti áttu sér stað í tegundasamsetningu meðal vatnaflóanna milli maí og september. Í maí eru halaflærnar með um 75% hlutdeild af heildarfjölda krabbadýra, en í september fundust þær ekki, en þá taka kúlufær við sem ráðandi fulltrúi vatnaflóa og eru þær með 35% hlutdeild af heildarfjölda krabbadýra. Í september eru árfætlur einnig áberandi auk vatnaflóanna, en hlutdeild árfætlnanna þá er um 40% af heildarfjölda krabbadýra miðað við 20% í maí.

Í Ástjörn er mikið af hornsílum og veiddust í hvert skipti 20-150 hornsíli í hverja gildru. Miðað við önnur vötn af sambærilegri dýpt virðist þéttleiki hornsíla vera mjög mikill í Ástjörn. Til að vinna úr gögnum um hornsíli var tekið tilviljanakennt hlutsýni, eða um 30 fiskar á hverjum sýnadegi.

Kynjahlutfall hornsíla var mjög svipað í september og mars, nærri 1:1, en í maí veiddust mun fleiri hængar en hrygnur, eða sjö á móti hverri einni hrygnu (tafla 9). Í maí og september var um fimmtungur fiskanna kynþroska, en í mars voru allir ókynþroska (tafla 10).

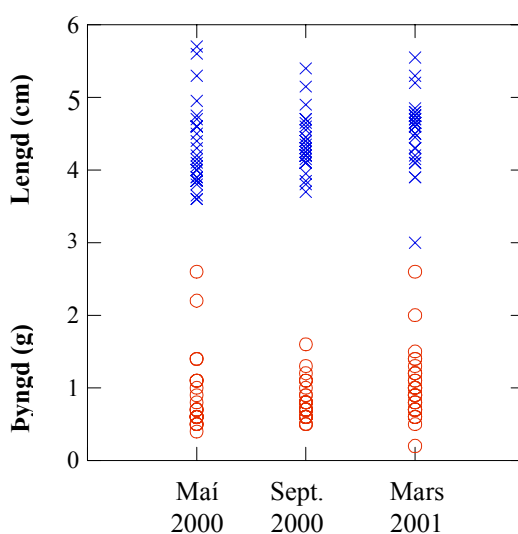
**Tafla 9.** Kynjahlutfall hornsíla í Ástjörn. Flokkað eftir sýnamánuðum.

	Maí 2000	Sept. 2000	Mars 2001
<b>Hængar</b>	21	15	17
<b>Hrygnur</b>	9	16	13
<b>Alls</b>	30	31	30

**Tafla 10.** Tíðni kynþroska og ókynþroska hornsíla í Ástjörn. Flokkað eftir sýnamánuðum.

	Maí 2000	Sept. 2000	Mars 2001
<b>Ókynþroska</b>	26	26	30
<b>Kynþroska</b>	4	5	0
<b>Alls</b>	30	31	30

Bæði lengd og þyngd hornsíla var mjög áþekkt milli sýnamánaða (mynd 13). Hvorki er marktækur munur í lengd fiska milli sýnamánaða ( $F_{2,88} = 1.834$ ,  $P = 0.166$ ), né í



**Mynd 13.** Lengd (bláir krossar) og þyngd (rauðir hringir) hornsíla í Ástjörn. Flokkað eftir sýnamánuðum. Byggt á hlutsýni, alls 91 fiskar.

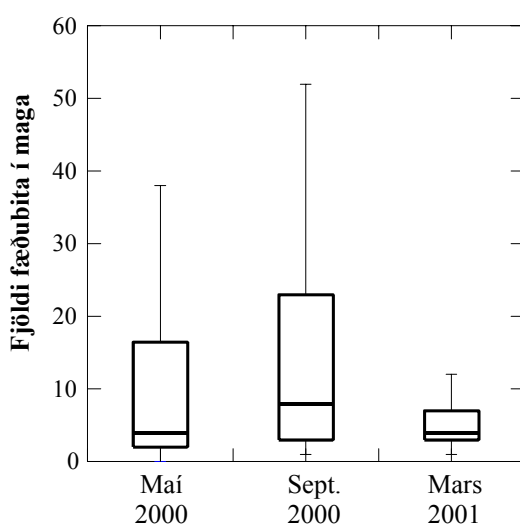
þyngd fiska milli sýnamánaða ( $F_{2,88} = 2.325$ ,  $P = 0.104$ ). Meðallengd allra hornsíla er 4,4 cm (s.e. = 0.050,  $n = 91$ ) og meðalþyngd allra hornsíla er 0,9 g (s.e. = 0.044,  $n = 91$ ). Ekki er heldur marktækur munur í lengd milli hænga og hrygna (t-próf,  $t = 0.806$ , frít. = 89,  $P = 0.422$ ) ( $t = -0.079$ , frít. = 89,  $P = 0.937$ ).

Í september og einkanlega í mars var hlutfall hornsíla með tóman maga mjög hátt (tafla 11). Um 70% hornsíla voru með tóman maga í mars og 48% voru með tóman maga í september. Í maí voru 23% fiskanna með tóman maga.

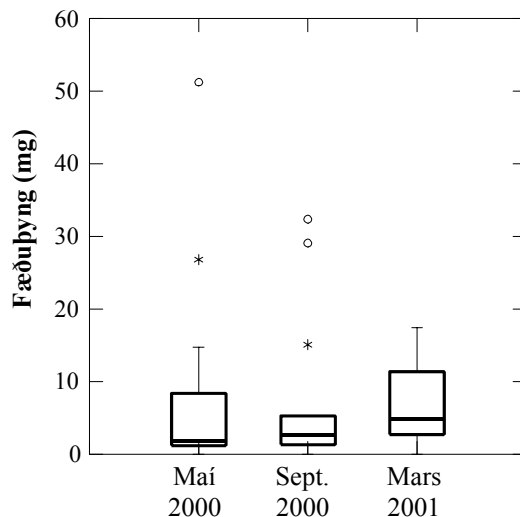
**Tafla 11.** Tíðni magafylliflokka meðal hornsíla í Ástjörn.

	Maí 2000	Sept. 2000	Mars 2001
<b>Tómur</b>	7	18	21
<b>Vottur</b>	9	9	2
<b>Hálfur</b>	10	2	4
<b>Fullur</b>	4	2	3
<b>Alls</b>	30	31	30

Að jafnaði voru 4 fæðudýr í maga hornsíla í maí, 8 í september og 4 í mars (mynd 14). Ekki er marktækur munur í fjölda fæðudýra í fiskmögum milli sýnamánaða (Kruskal-Wallis próf,  $K = 1.516$ , ft. = 2,  $P = 0.469$ ), en fjöldi fæðudýra var mjög breytilegur meðal fiska á hverjum tíma fyrir sig, síst þó í mars. Í september lék fjöldi fæðubita í fiskmögnum á bilinu 1-52 og á bilinu 1-38 í maí.



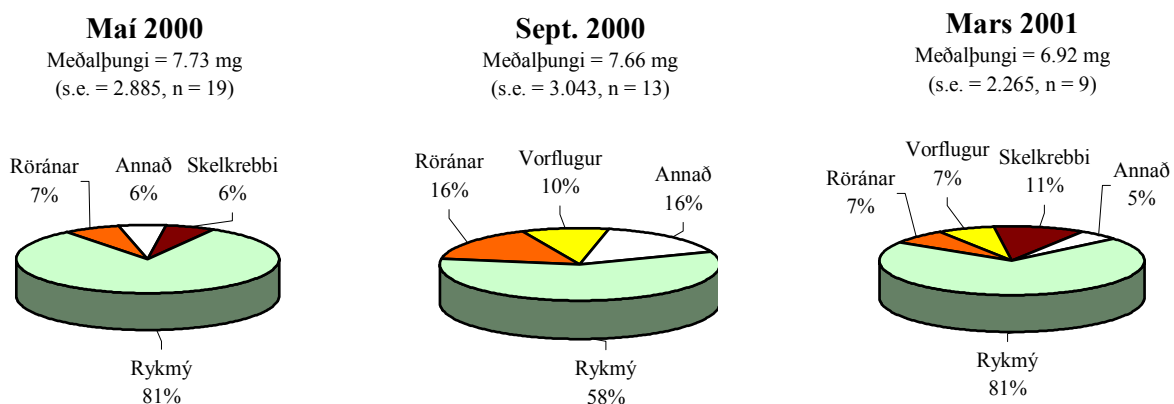
**Mynd 14.** Fjöldi fæðudýra í maga hornsíla í Ástjörn. Sjá skýringar við mynd 1.



**Mynd 15.** Þyngd magainnihalds (öskufri þurrvig, mg) hjá hornsilum í Ástjörn eftir sýnadögum (stakir punktar gefa til kynna útlagagildi). Sjá skýringar við mynd 1.

Þyngd magainnihalds hjá hornsilunum var ekki marktækt frábrugðin milli sýnamánaða (mynd 15.  $F_{2,38} = 0.018$ ,  $P = 0.982$ ). Meðlþyngd allra fiska með fæðu var 7,5 mg (s.e. = 1.68; n = 41).

Helsta fæða hornsila í Ástjörn eru einkum rykmýslirfur, ásamt róránum og skelkrebbum (mynd 16). Hlutdeild helstu fæðuhópanna var nokkuð áþekk alla sýnamánaðina. Meðal rykmýsins kom fram munur á þann hátt að bogmý var allsráðandi í fæðunni í maí, en í september og mars var þeymý mun meira áberandi. Þetta munstur í fæðuvali fellur saman við hlutfallslegt framboð á rykmýinu í leðjubotninum, en hlutfallslega er mest af bogmýi í maí (sjá töflu 7). Fæða hornsilanna í Ástjörn virðist svipuð því sem þekktist í öðrum vötnum, t.d. Þingvallavatni. Þó vekur athygli að róránar skuli étnir í þeim mæli sem raun ber vitni í Ástjörn, en almennt er fátítt að finna ána í fiskmögum. Í maí fundust hornsilaegg í tveimur hornsilum og staðfestir það að fiskarnir eru orðnir kynþroska þá og hrygning hafin.



**Mynd 16.** Fæða hornsila í Ástjörn. Hundraðshlutdeild helstu fæðuhópa af heildarþyngd (mg öskufri þurrvig) alls magainnihalds.



## 4.4 Umræður og ályktanir

### 4.4.1 Efnifræði

Styrkur aðal- og snefilefna í Ástjörn er með áþekku móti og þekkest í öðrum grunnum vötnum á landinu af sambærilegri stærð (Davíð Egilsson o.fl. 1999; Hilmar J. Malmquist o.fl. 1999a, 2001a). Engar vísbendingar eru um efnamengun í vatninu.

Á heildina litið er styrkur flestra efna í Hamarkotslæk á svipuðu róli og þekkest í lindám og efnaríkum dragám á landinu (Hákon Aðalsteinsson og Gísli Már Gíslason 1998; Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001a).

Nokkuð skýrar vísbendingar eru um auðgun tiltekinna efna neðst í Hamarkotslæk. Í læknum fyrir neðan tjörnina við Flensborgarskóla (stöð 3A) er styrkur niturs, nítrats og einkum járnshár og mun hærri en annars staðar í læknum. Sýrustig er einnig lægst á fyrrgreindum stöðvum og grugg langhæst. Járnstyrkur á stöð 3A er í öll þrjú skiptin sem sýni voru tekin hærri en leyfileg mörk (200 µg/l) kveða á um fyrir neysluvatn (Reglugerð um neysluvatn, nr. 319. 30. maí 1995).

Styrksgildi allra efna sem mæld voru eru ekki af þeirri stærðargráðu að lífríkinu stafi bráð hætta af. Langtímaáhrif kunna hins vegar að vera neikvæð og athuga þyrfti betur þátt járnsh í efnabúskap tjarnarinnar við Flensborgarskóla.

Um orsakir efnaauðgunarinnar er ekki hægt að fullyrða. Hún gæti verið náttúruleg og stafað af uppróti botnets í tjörninni fyrir tilstilli vinds. Hluti efnaauðgunarinnar gæti verið komin til vegna ákomu með götuafrennsli frá byggðinni í námunda við vatnavegin. Styrksaukning í klór og natríum á neðstu stöðinni styðja að um áhrif af götuafrennsli sé að ræða, þ.e. vegna saltausturs á götur. Einnig er hugsanlegt að brauðgjöf handa fuglum hafi áhrif til hækkunar á næringarsöltum. Brauðgjöf eykur auk þess mjög líklega á rotnun í setbotninum, sem kann að skýra að nokkru leyti lágt sýrustig neðst í læknum miðað við kafla ofar í honum.

Til að komast nær um orsakir og umfang efnaauðgunar í læknum er æskilegt að mæla efni sem tengjast sérstaklega bílaumferð, t.d. þungmálma á borð við sink (Zn) og blý (Pb), en einnig mælingar á arseni (As) og kopar (Cu). Einnig ættu gerlamælingar, súrefnismælingar og mælingar á fjölliða kolvetnissamböndum (PH-X) að varpa ljósi á lífræna mengun.

Efsta botnlag tjarnanna við Flensborgarskóla er óvenju laust í sér og rótast létt setefni auðveldlega upp þegar vind hreyfir. Þar sem botngróður er nánast engin í tjörnunum og ekki um neinn bakkagróður að ræða umhverfis tjarninar er ekkert sem bindur botnrótið. Staragróður meðfram bökkum og síkjamari á botni utar í tjörnunum ætti að takmarka mjög botnrót vegna vinds. Gróðurinn gæti auk þess stuðlað að hreinsun vatns af óæskilegum efnum.

Við lága vatnsstöðu í Hamarkotslæk kemur gjarnan fram hvítleit skán á grjóti sem þornar í farveginum. Um er að ræða uppþornaða kísilþörunga sem hvítna þegar þeir drepast og er fyrirbærið vel þekkt í ám og stöðuvötnum hér á landi, sem annars staðar, þar sem breytingar eiga sér stað á vatnsborðshæð. Tekin voru tvö grjótýni úr læknum í ágúst 2001 og þörungarnir kannaðir af Hákonni Aðalsteinssyni vatnalíffræðingi á Orkustofnun. Fjölmargar tegundir kísilþörunga fundust, einkum þó af ættkvíslunum

*Pennata* og *Fragillaria*, en minna af blágrænuþörungum, sem líklega voru af ættkvíslinni *Lyngbia*. Einnig fannst kísilþörungategundin *Didymosphenia geminata*, en hún er allalgeng í ám hér á landi (Gunnar S. Jónsson o.fl. 2000). Þessi tegund kísilþörungs hefur allvíða heimsútbreiðslu í fjallendi og jafnframt kveður mikið að henni í ám þar sem vatnsrennsli er stjórnað (Skulberg 1982).

Varðandi kísilþörungategundir má geta þess að í athugun á fæðuvali randavorflugu í Hamarkotslæk voru greindar alls 17 ættkvíslar af kísilþörungum (Gísli Már Gíslason 1987). Rannsókn Gísla leiddi einnig í ljós að randavorflugan stundaði fæðunám allan ársins hring, enda þótt minnst hafi verið innbyrt um hávetur.

#### 4.4.2 Dýralíf í Hamarkotslæk

Þéttleiki dýra á grjótundirlagi í Hamarkotslæk er á heildina litið allhár og svipar til þess sem mælist gjarnan í lífríku lindarvatnsám, en Hamarkotslækur er þó í neðri kantinum (Hilmar J. Malmquist 1998).

Í Hólmsá, sem rennur í Elliðavatn, hefur meðalþéttleiki dýra á stöð skammt ofan við brúna yfir Suðurlandsbraut mælt á bilinu 91.000–372.000 dýr/m<sup>2</sup> og að jafnaði um 182.000 dýr/m<sup>2</sup> um mánaðamótin september-október á sex ára tímabili (1990–1996) (Jón S. Ólafsson o.fl. 1998). Meðalþéttleiki dýra á stöðvunum þremur í Hamarkotslæk í september er um 157.000 dýr/m<sup>2</sup>, en mestur þéttleiki mældist um 227.000 dýr/m<sup>2</sup> (sbr. töflu 5).

Í Elliðaánum hafa mælingar verið gerðar á nokkrum stöðvum í nokkur ár (Jón S. Ólafsson o.fl. 1998). Á gróskumestu stöðinni við útfallið úr Elliðavatni leikur þéttleiki dýra á grjótundirlagi á bilinu 14.000–612.000 dýr/m<sup>2</sup>, en á lífsnauðustu stöðinni við Efri Móhyl neðan rafstöðvar er þéttleikinn á bilinu 1.000–127.000 dýr/m<sup>2</sup> (Jón S. Ólafsson o.fl. 1998).

Þéttleiki dýra jafnt á grjótundirlagi og í setbotni var langtum meiri síðsumars (5.–6. september 2000) en að vori (4. apríl 2001) og þó einkum hærri en snemmsumars (24.–26. maí 2000). Mikill þéttleiki síðsumars fellur saman við lok vaxtartímabils rykmýs áður en það klekst út. Lítil þéttleiki dýra snemmsumars fellur saman við meginklaktíma rykmýs eins og þekkist m.a. í Elliðaánum (Jón S. Ólafsson o.fl. 1998). Lítil þéttleiki í snemmsumars gæti einnig stafað af áramun í klakarángri, en oft eru miklar sveiflur í stærð skordýrastofna milli ára, samanber Laxá í S.-Þingeyjarsýslu (Gísli Már Gíslason o.fl. 1994) og Elliðaárnar (Jón S. Ólafsson o.fl. 1998).

Rykmý, einkum undirættin bogmý, er ráðandi hópur í dýrasamfélagi á grjótundirlagi í Hamarkotslæk á öllum stöðvum og tímum sem sýnum var safnað. Þar á eftir koma ánar og krabbadýr. Þessi samfélagsgerð dýra er vel kunn í íslenskum straumvötnum (Hákon Aðalsteinsson og Gísli Már Gíslason 1998; Gísli Már Gíslason o.fl. 1999; Guðrún Lárusdóttir o.fl. 2000; Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001a).

Af dýrasamfélögum í setbotni í Hamarkotslæk eru botnkrabbar ráðandi hópur, en þar næst kemur rykmý, einkum undirættin þeymý, og þá ánar. Mismunur í samfélagsgerð dýra milli grjótundirlags og setbotns byggist mest á ólíkum kröfum sem dýrahóparnir gera til lífsskilyrða. Kröfurnar snúa aðallega að fæðugerð og gerð byggingarefnis fyrir

rörhýði sem margar tegundirnar búa utan um sig til hlífðar gegn hnjaski og því að vera étin.

Heildarþéttleiki og þéttleikahlutdeild einstakra dýrahópa og tegunda á setbotni og sér í lagi á grjótundirlagi breytist markvert eftir því sem fjær dregur upptökum Hamarkotslækjar. Í aðalatriðum er heildarþéttleiki á grjótundirlagi minnstur neðst í læknum og er þetta mjög skýrt í september. Hlutdeild bogmýs, kulmýs, þeymýs og vatnamaura dvínar eftir því sem neðar dregur í vatnaveginum, en hlutdeild vatnaflóa og árfætlukrabba vex. Í setbotni vex hlutdeild vatnaflóa og árfætlukrabba því neðar sem dregur í vatnaveginum, en skelkrebbum, kulmýi og bogmýi fækkar. Hlutdeild ána á neðstu stöð er einnig minni en búast má við í samanburði við hinar stöðvarnar tvær.

Hvorki bitmý né vorflugur fundust á neðstu stöðvunum tveimur í læknum, en hins vegar komu vatnabobbar einvörðungu fyrir þar. Athygli vekur að bitmý skuli ekki hafa fundist fyrir neðan tjörnina við Flensborgarskóla, en jafnan ber mikið á bitmýi við útfall úr tjörnum og stöðuvötnum (Vigfús Jóhannsson 1988; Jón S. Ólafsson o.fl. 1998). Á neðstu stöðvunum í tjörninni og lækjarstokknum er einnig langminnst af ránflugu og lækjaflugu.

Nokkur framangreind einkenni í fínu Hamarkotslækjar, einkum minnkandi heildarþéttleiki á grjóti og fækkun skelkrebba og bogmýs ásamt hlutfallslega lítilli hlutdeild ána og skorti á bitmýi og vorflugum, benda eindregið til þess að lífsskilyrði neðst í læknum séu ekki eins og búast má við undir náttúrulegum kringumstæðum. Með hliðsjón af niðurstöðum efna- og edlisþátta, sem rakin eru hér að framan, berast böndin að vissu leyti að neikvæðum áhrifum þátta vegna ofauðgunar köfnunarefnis (heildarnitur og níturat) og sér í lagi járn. Járnstyrkur í tjörninni við Flensborgarskóla mældist í öllum tilfellum hærra en viðmið fyrir neysluvatn. Höfundum er hins vegar ekki kunnugt um viðmiðunarmörk járn fyrir smádyr í vötnum. Ekki er loka fyrir það skotið að önnur efni sem ekki voru greind í rannsókninni komi hér við sögu.

Auk hugsanlegra áhrifa efnamengunar er einnig mögulegt að bæði gerð og stærð svifagna í reki úr tjörninni við Flensborgarskóla geti skýrt rýra fínu í læknum fyrir neðan tjörnina. Áður hefur verið bent á að botnsetið í tjörninni er óvenju laust í sér og að það rótist auðveldlega upp. Einnig hefur verið vikið að óvenju miklu magni þörungaskánar á tjörninni (sbr. kafla 4.2.1). Vera má að rek svifagna úr tjörninni sé af óhentugri stærð og eða af óhentugri gerð sem fæða fyrir dýr sem ella myndu þrífast fyrir neðan tjörnina. Þessi atriði voru ekki athuguð í núverandi rannsókn. Hvað snertir grugginnihald þá endurspeglar það m.a. magn svifagna, en það var ávallt hæst á neðstu stöðinni. Grugggildin eru hins vegar ekkert frábrugðin því sem mælst hefur í öðrum straum- og stöðuvötnum á landinu (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001a). Magn lífræns kolefnis mældist einnig ávallt hæst á neðstu stöðinni, en styrksgildin eru ekkert frábrugðin því sem mælst hefur í öðrum straum- eða stöðuvötnum á landinu (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001a).

Breytingar í gerð dýrasamfélaga í vatnavegi Hamarkotslækjar endurspeglar einnig áhrif af völdum umhverfisþátta af náttúrulegum toga. Til dæmis er þekkt í íslenskum straumvötnum að hlutdeild þey- og einkum bogmýs vex á kostnað kulmýs því neðar sem dregur í vatnavegum vatnsfalla (Jón S. Ólafsson o.fl. 2000; Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001a). Þetta samband endurspeglar m.a. breytingar í magni og gerð fæðuagna auk vatnshita sem oft eiga sér stað eftir því sem lengra líður á vatnavegina. Einnig er

þekkt að hlutdeild krabbadýra vaxi með aukinni fjarlægð frá upptökum straumvatns (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001a). Þetta endurspeglar aðallega uppsöfnun á krabbadýrum straumurinn hrífur með sér, en krabbadýrin ráða litlu um ferðir sínar.

Engin hornsíli veiddust í gildrum í Hamarkotslæk og þeirra varð ekki vart meðan á athugunum stóð. Hins vegar varð vart við silung í tvö skipti. Í seinna skiptið, apríl 2001, sáust silungar bæði við ármót við Urriðakotslæk og fyrir neðan stíflu við Flensborgarskóla. Á hvorum stað voru um 20 fiskar í torfu, 10-30 cm langir. Forvitnilegt er að rannsaka fiskana nánar, m.a. uppruna þeirra og hvernig þeir þrífast í læknum.

Niðurstöðum núverandi rannsóknar ber að takmörkuðu leyti saman við niðurstöður fyrri athugunar á dýralífi á grjóti í Hamarkotslæk sem gerð var haustið 1980 (Hilmar J. Malmquist o.fl. 1980). Í samanburði milli rannsókna verður að hafa í huga að áraskipti geta verið mikil í stofnum vatnaskordýra. Einnig hefur mikil breyting átt sér stað síðan 1980 í þróun íbúðabyggðar og fráveitumálum á vatnasviði Hamarkotslækjar. Í athuginni 1980 voru fjórar stöðvar kannaðar, þar af þrjár svo til þær sömu og nú, en heildarþéttleiki dýra breyttist ekki marktækt milli stöðva og var almennt lægri en nú, eða á bilinu 54.000–66.000 dýr/m<sup>2</sup>. Athyglisvert er að á neðstu stöð haustið 1980, sem er hin sama og neðsta stöð í núverandi rannsókn, kom bitmý fyrir í nokkrum mæli (1.173 dýr/m<sup>2</sup>).

Í rannsókn á botndýralífi í Elliðaánum (Jón S. Ólafsson o.fl. 1998), þar sem könnuð voru sérstaklega áhrif hvers kyns röskunar á dýralífið, kom fram á tilteknum kafla í ánni að bæði þéttleiki dýra og fjöldi tegunda var minni neðan við útrás göturæsis en ofan við það. Einnig kom fram að flóð og uppþurrkun í farveginum hafði neikvæð áhrif á þéttleika og einkum tegundafjölda (Jón S. Ólafsson o.fl. 1998).

Í rannsókn 1977-79 á Varmá í Mosfellssveit og Varmá í Ölfusi komu fram allskýr merki um áhrif skólpmengunar á dýralífið (Gísli Már Gíslason 1980). Niðurstöðum þeirrar rannsóknar ber saman í aðalatriðum við niðurstöður núverandi rannsóknar, þ.e. þéttleiki dýra og tegundafjöldi var í öfugu hlutfalli við rafleiðni og efnastyrk og minni neðarlega í straumvötnunum en búast mátti við.

#### **4.4.3 Dýralíf í Ástjörn**

Heildarþéttleiki botndýra í Ástjörn er í meðallagi og um helmingur þess sem mælist gjarnan í setbotni íslenskra stöðuvatna (Halla Jónsdóttir o.fl. 1998; Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001). Botndýralíf Ástjarnar sker sig einnig úr m.t.t. lítillar hlutdeildar krabbadýra, en í staðinn eru rörávar mjög áberandi og einnig er sérstaklega mikið af blóðmaðki (*Lumbriculus variegatus*).

Gerð setbotns í Ástjörn er með öðru móti en gengur og gerist í íslenskum stöðuvötnum. Áberandi lítið er af fingerðum, mjúkum setefnum, en í staðinn er botninn töluvert grófur með mikið af plöntugróðri, jafnt lifandi sem dauðum blaðstilkum og rótarrönglum, einkum af tjarnarlauki (sbr. kafla 5.3.5).

Grýtt fjörubelti er ekki að finna í Ástjörn að neinu marki og því koma ýmsar dýrategundir fyrir í litlum mæli sem ella eru oft algengar. Hér á meðal má nefna vatnabobba, randavorflugur og örmlur (Hilmar J. Malmquist o.fl. 1999b, 2000).

Alls fundust um tíu tegundir krabbadýra í Ástjörn sem er nokkuð mikið, en á hinn bóginn er þéttleiki dýranna lítill. Í vatnsbolnum mældist mestur þéttleiki um 7 dýr í lítra vatns í september, en það er aðeins um helmingur til einn fjórði þess sem jafnan mælist í vatnsbol íslenskra stöðuvatna (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001a).

Þéttleiki krabbadýra á setbotninum er einnig lítill miðað við það sem mælt hefur í heiðavötnum hér á landi (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001a). Smávaxnar tegundir eru mest áberandi í Ástjörn og athygli vekur að stærsta vatnaflóartegundin á Íslandi, kornáta (*Eurycercus lammellatus*), fannst ekki.

Hornsíli eru algeng í Ástjörn og miðað við önnur stöðuvötn virðist þéttleiki þeirra vera mjög mikill í tjörninni. Um vetur (mars) voru allir fiskarnir ókynþroska en um vor (maí) og að hausti (september) var um fimmtingur kynþroska. Engin marktækur munur kom fram í lengd eða þyngd fiska eftir árstímum. Skýringu á þessu er að leita í söfnunaraðferðinni, en gildrurnar sem notaðar voru til veiðanna veiða aðeins fiska sem náð hafa tiltekinni lengd.

Meðallengd hornsíla var 4,4 cm og meðalþyngd 0,9 g. Stærð hornsíla í Ástjörn er svipuð því sem finnst í Þingvallavatni (Sandlund o.fl. 1992), en snöggtum minni en þekkist í Mývatni þar sem 8–10 cm löng hornsíli eru ekki óalgeng (Hákon Aðalsteinsson 1979).

Helsta fæða hornsíla í Ástjörn eru rykmýslirfur, róránar, skelkrebbs og aðrir botnkrabbar og líkist fæðuvalið því sem gerist í öðrum stöðuvötnum að undanskildu áti rórána (Hákon Aðalsteinsson 1979; Sandlund o.fl. 1992; Bjarni K. Kristjánsson 2001; Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001b). Þýðing rórána í fæðu hornsíla í Ástjörn virðist endurspeglar tiltölulega mikið framboð á þeim.

Ekki er ólíklegt að mergð hornsíla í Ástjörn hafi þau áhrif á smádýralíf að halda þéttleika þeirra niðri. Þetta á ekki hvað síst við um krabbadýr, en vísbendingar um slíkt eru þekktar í nokkrum stöðuvötnum (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001a, b).

Bæði mergð hornsíla og umtalsvert fuglalíf við Ástjörn (sbr. kafla 6.4.4) gefa til kynna að framleiðsla lífræns efnis sé töluvert mikil í tjörninni. Fremur lítill þéttleiki botn- og svifdýra bendir til örs orkuflutnings miili fæðuþrepa.

## 4.5 Heimildir

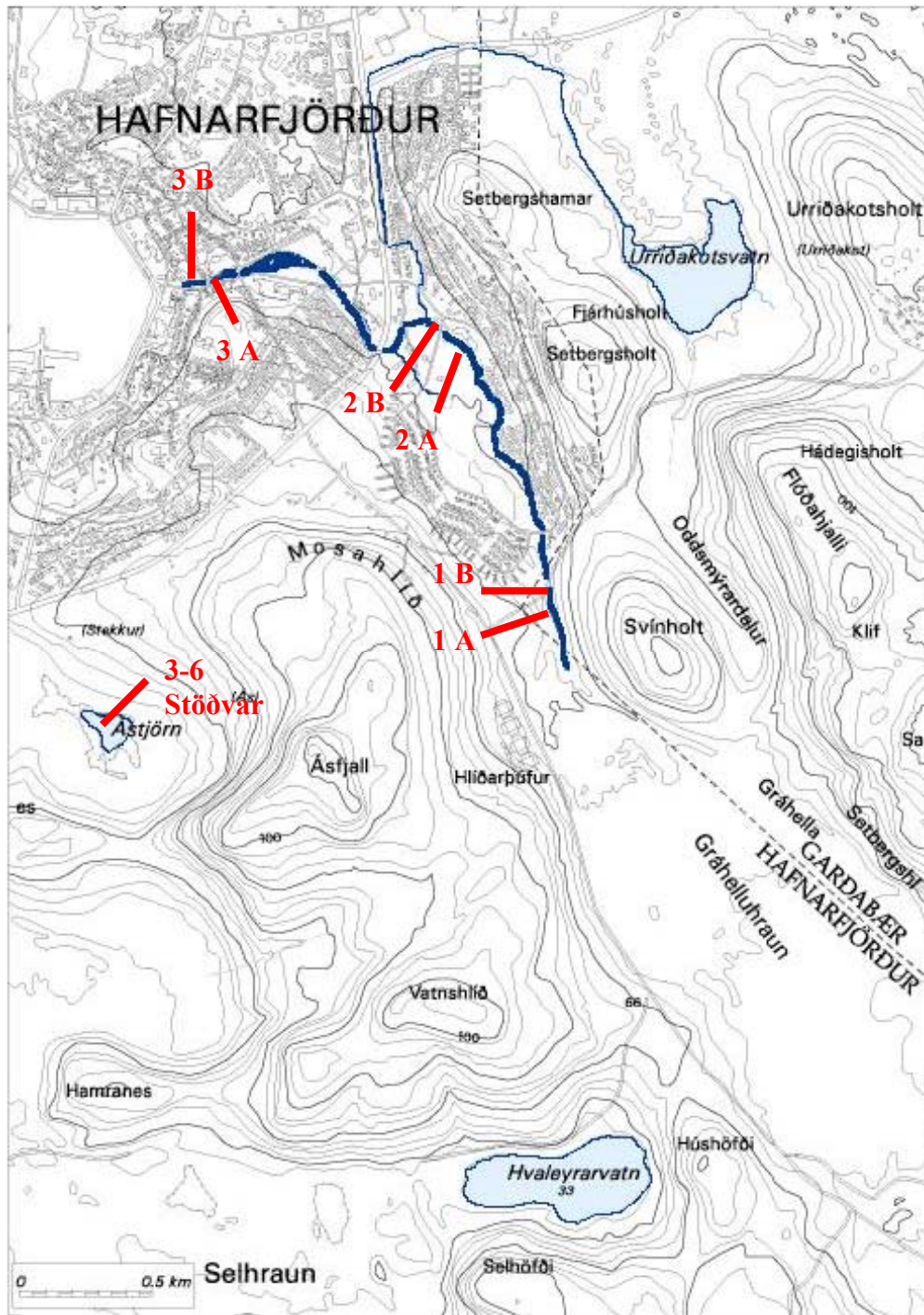
Bjarni K. Kristjánsson. 2001. Divergence of Icelandic threespine stickleback, *Gasterosteus aculeatus*, to two substrate types in lakes and recently formed lagoon.

Meistarprófsritgerð. University of Guelph, Ontario, Canada. 86 Bls.

Davíð Egilsson, Elísabet D. Ólafsdóttir, Eva Yngvadóttir, Helga Halldórsdóttir, Flosi Hrafn Sigurðsson, Gunnar Steinn Jónsson, Helgi Jensson, Karl Gunnarsson, Sigurður A. Þráinsson, Andri Stefánsson, Hallgrímur Daði Indriðason, Hreinn Hjartarson, Jóhanna Thorlacius, Kristín Ólafsdóttir, Sigurður R. Gíslason & Jörundur Svavarsson. 1999. Mælingar á mengandi efnum á og við ísland. Niðurstöður vöktunarmælinga. Starfshópur um mengunarmælingar, mars 1999, Reykjavík. 138 bls. Steindórsprent - Gutenberg.

- Gísli Már Gíslason. 1980. Áhrif mengunar á dýralíf í varmám. *Náttúrufræðingurinn*. 50: 35-45.
- Gísli Már Gíslason. 1987. The life cycle and food of *Apatania zonella* (Zett.) in a spring-fed stream in SW Iceland (Trichoptera: Limnephilidae). Proc. 5<sup>th</sup> Int. Symp. on Trichoptera. Bls. 237-242.
- Gísli Már Gíslason, Jón S. Ólafsson & Hákon Aðalsteinsson. 1999. Macroinvertebrate communities in rivers in Iceland. Bls. 53-61. Í: *Biodiversity in Benthic Ecology* (N. Friberg & J.D. Carl ritsstj.). Proc. Nord. Benthol. Meeting, Silkeborg, Denmark. 13.–14. Nov. 1997. NERI Technical Report. No. 266.
- Gísli Már Gíslason, Þóra Hrafnisdóttir & Arnþór Garðarsson. 1994. Long-term monitoring of numbers of Chironomidae and Simuliidae in the River Laxá, North Iceland. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25: 1492-1495.
- Gordon, D.N., McMahon, T.A. & Finlayson, B.L. 1992. Stream hydrology. An introduction for ecologists. John Wiley & Sons.
- Guðrún Lárusdóttir, Hákon Aðalsteinsson, Jón S. Ólafsson & Gísli Már Gíslason. 2000. River ecosystems in Iceland. Catchment characteristics and river communities. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27: X-Y.
- Gunnar S. Jónsson, I.R. Jónsson, M. Björnsson & S.M. Einarsson. 2000. Using regionalization in mapping the distribution of the diatom species *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) M. Smith in Icelandic rivers. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27: 340-343.
- Halla Jónsdóttir, H.J. Malmquist, S.S. Snorrason, G. Guðbergsson & S. Guðmundsdóttir. 1998. Epidemiology of *Renibacterium salmoninarum* in wild Arctic charr and brown trout in Iceland. *J. Fish Biol.* 53: 322–339.
- Hákon Aðalsteinsson. 1979. Size and food of arctic char *Salvelinus alpinus* and stickleback *Gasterosteus aculeatus* in Lake Mývatn. *Oikos* 32: 228-231.
- Hákon Aðalsteinsson og Gísli Már Gíslason. 1998. Áhrif landrænna þátta á líf í straumvötnum. *Náttúrufræðingurinn*. 68: 97-112.
- Hilmar J. Malmquist. 1998. *Ár og vötn á Íslandi: vistfræði og votlendistengsl*. Bls. 37-55. Í: Íslensk votlendi. Verndun og nýting (Jón S. Ólafsson ritstj.). Háskólaútgáfan.
- Hilmar J. Malmquist, Erlín E. Jóhannsdóttir & 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 Sation. 58 Bls.
- Hilmar J. Malmquist, Gunnar St. Jónsson, Sigurður S. Snorrason & Kristinn Einarsson. 1999a. Næringarefni í íslenskum stöðuvötnum. Útdráttur. Bls. 94. Í: *Líffræðirannsóknir á Íslandi*. Afmælisráðstefna Líffræðifélags Íslands og Líffræðistofnunar Háskólans. Hótel Loftleiðum 18.-20. Nóvember 1999. Háskólaútgáfan. Háskóli Íslands.
- Hilmar J. Malmquist, Sigmar Arnar Steingrímsson, Skúli Skúlason & Þorleifur Eiríksson. 1980. Könnun á dýralífi og fleiri þáttum í Hafnafjarðarlæk, með sérstöku tilliti til hugsanlegrar mengunar. Nemendaritgerð. Líffræðiskor Háskóla Íslands. 14 Bls.
- Hilmar J. Malmquist, Antonsson, Th., Guðbergsson, G., Skúlason, S. & Snorrason, S.S. 2000. Biodiversity of macroinvertebrates on rocky substrate in the surf zone of Icelandic lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27: 121-127.
- Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson, Þórólfur Antonsson, Guðni Guðbergsson, Skúli Skúlason & Sigurður S. Snorrason. 1999b. Líffræðileg fjölbreytni í fjöruvist íslenskra stöðuvatna. Veggspjald og útdráttur. Bls. 95. Í: *Líffræðirannsóknir á Íslandi*. Afmælisráðstefna Líffræðifélags Íslands og Líffræðistofnunar Háskólans. Hótel Loftleiðum 18.-20. Nóvember 1999. Háskólaútgáfan. Háskóli Íslands.
- Hilmar J. Malmquist, S.S. Snorrason, S. Skúlason, O.T. Sandlund, B. Jonsson & P.M. Jónasson. 1992. Diet differentiation in polymorphic Arctic charr in Thingvallavatn, Iceland. *J. Anim. Ecol.* 61: 21-35.
- Hilmar J. Malmquist, Guðni Guðbergsson, Ingi Rúnar Jónsson, Jón S. Ólafsson, Finnur

- Ingimarsson, Erlín E. Jóhannsdóttir, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Sesselja, G. Sigurðardóttir, Stefán Már Stefánsson, Íris Hansen & Sigurður S. Snorrason. 2001a. Vatnalífriki á virkjanaslóð. Áhrif fyrirhugaðrar Kárahnjúkavirkjnar ásamt Laugarfellsveitu, Bessastaðaárveitu, Jökulsárveitu, Hafursárveitu og Hraunaveitum á vistfræði vatnakerfa. Unnið fyrir Náttúrufræðistofnun Íslands og Landsvirkjun (LV-2001/025). 254 Bls.
- Jón S. Ólafsson, Gísli Már Gíslason & Hákon Aðalsteinsson. 2000. Chironomids in glacial and non-glacial rivers in Iceland: A comparative study. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27: 720-726.
- Jón S. Ólafsson, Guðrún Lárusdóttir & Gísli Már Gíslason. 1998. Botndýralíf í Elliðanánum. Fjölrit 41. Líffræðistofnun Háskólans. 51 Bls.
- Lindegaard, C. 1995. classification of water-bodies and pollution. Í: The Cironomindae: Bilogy and ecology of non-biting midges (Armitage, P.D., Cranston, P.S. og Pinder, L.C.V. ritstj.). Chapman og Hall.
- Sandlund, O.T., P. M. Jónasson, B. Jonsson, H.J. Malmquist, S. Skúlason & 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 R. Gíslason. 1993. Efnafræði úrkomu, jökla, árvatns, stöðuvatna og grunnvatns á Íslandi. *Náttúrufræðingurinn*. 63: 219-236.
- Skulberg, O.M. 1982. Effects of stream regulation on algal vegetation. Bls. 107-124. Í: Regulated river (Lillehammer, A. & Saltveit, S.J. ritstj.). Universitetsforlaget, Oslo.
- Townsend, C. & Scarsbrook, M.R. 1997. Quantifying disturbance in streams: alternative measures of disturbance in relation to macroinvertebrate species traits and species richness. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 16: 531-544.
- Vigfús Jóhannsson. 1988. The life cycles of *Simulium vittatum* Zett. in Icelandic lake-outlets. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 23: 2170-2178.



Kort 1. Sýnastöðvar í rannsókn á dýralífi og efnafræði í Hamarkotslæk og Ástjörn.





Ljósmynd 1. Hamarkotslækur. Stöð 1 A, setsýni. Maí 2000.



Ljósmynd 2. Hamarkotslækur. Stöð 1 B, steinasýni. Maí 2000.



Ljósmynd 3. Hamarkotslækur við Setbergsskóla. Stöð 2 A, steinasýni. Maí 2000.



Ljósmynd 4. Hamarkotslækur við ármót Urriðakotslækjar. Stöð 2 B, setsýni. Maí 2000.





Ljósmynd 5. Hamarkotslækur við Flensborgarskóla. Stöð 3 A, setsýni. Okt. 2001.



Ljósmynd 6. Hamarkotslækur í botnlanga Lækjargötu. Stöð 3 B, steinasýni. Okt. 2001.