

Vistfræðileg flokkun íslenskra straumvatna

Verkefni unnið fyrir Rammaáætlun um nýtingu vatnsafls og jarðvarma

Stöðuskýrsla

Gísli Már Gíslason*, Jón S. Ólafsson*

og

Hákon Aðalsteinsson**

*) Líffræðistofnun Háskólans, Grensásvegi 12, Reykjavík

***) Orkustofnun, Grensásvegi 9, Reykjavík

Líffræðistofnun Háskólans,

Reykjavík, janúar 2002

Inngangur

Jarðmyndanir á Íslandi spanna um 20 milljón ára sögu þar sem yngstu svæðin í miðju landsins eru innan við 800 þúsund ára gömul, en jarðlögin eldast út frá miðjunni (1. mynd). Þetta stafar af því að Ísland situr á Mið-Atlantshafshryggnum, þar sem tvær tektónískar plötur eru að fjarlægjast hvora aðra. Elstu jarðmyndanirnar eru 10 til 15 milljón ára gamlar og eru þær á Vestfjörðum og Austfjörðum (Þorleifur Einarsson 1994) (1. mynd).

Lífríki straumvatna er venjulega háð eðli vatnasviðanna, t.d. jarðfræði þeirra, landslagi, jarðvegi og gróðurþekju (Hynes 1975). Þekkt er að uppruni og aldur berglaga hefur áhrif á frjósemi vatna. Jarðfræði innan vatnasviðs getur haft áhrif á viðstöðutíma grunnvatnsins. Lekt yngstu berglaganna er mest, yfirborðsvatn lekur niður í eldri jarðlög og efnaveðrun á sér stað í grunnvatninu (Sigrúðar R. Gíslason og Stefán Arnórsson 1988, Sigurður R. Gíslason o.fl. 1996). Þetta leiðir til þess að steinefni sem koma af vatnasviðinu og eru nýtt í vötnum á vatnasviðum. Gróðurhulan er lítil á hálendinu, sérstaklega á yngstu svæðunum. Stöðuvötn eru algeng á eldri jarðmyndunum, og mörgum tilfellum hafa þau myndast við útgröft jökla á ísöld. Nú eru 37% af öllu afrennsli í landinu blandað jökulvatni (Hákon Aðalsteinsson o.fl. 2000).

Markmiðið með þessar skýrslu er að flokka vötn og vatnagerðir út frá útbreiðslu og samfélögum botndýra í þeim. Stefnt er að sú vinna nýtist í flokkun vatna í rammáæltun um nýting vatnsafls og jarðvarma og við undirbúning þess að taka upp Vatnatilskipun Evrópusambandsins (2000/60/EC).

Aðferðir

Aðferðafræðinni hefur verið lýst af Jóni S. Ólafssyni o.fl. (2002). Fullorðnum vatnaskordýrum var safnað frá maí til september/október á 81 stöð í 29 ám (2. mynd) í flugnagildrum (Erlendur Jónsson o.fl. 1986). Auk þess voru tekin botnsýni í september/október á sömu stöðvum. Þannig fengust upplýsingar um fjölda tegunda í ánni með stöðugri söfnun í gildrum auk þess þéttleika botndýra og tegundasamsentingu á botni. Á hverri stöð var rafveitt til að ákvarða hvaða tegundir af vatnafiskum eru í ánum. Eðlis- og efnafræðilegir þættir voru mældir (sjá Hákon Aðalsteinsson o.fl. 2000)



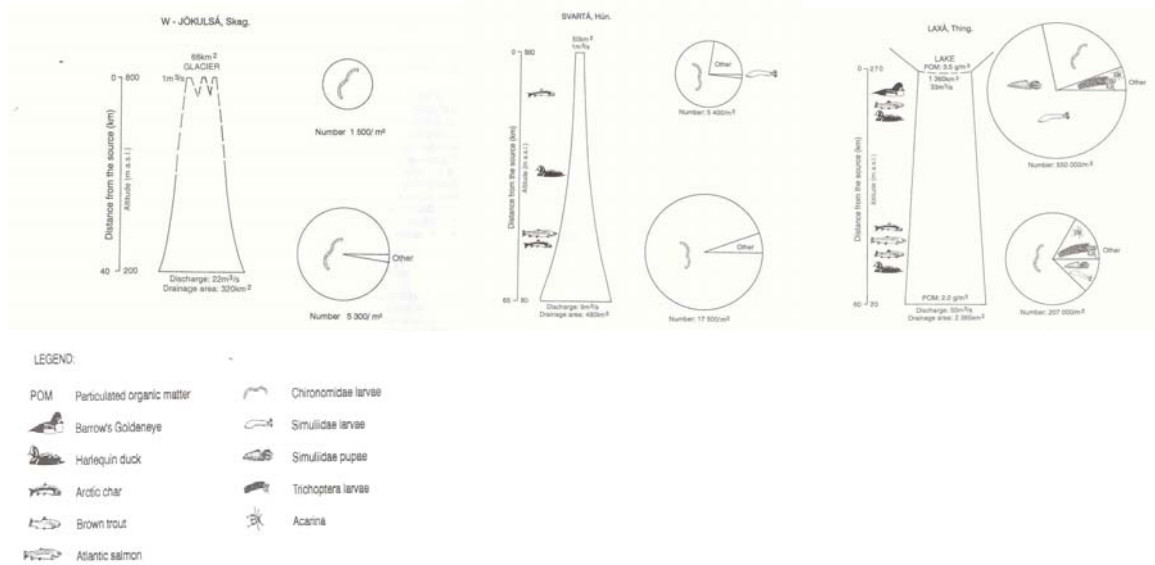
1. mynd. Jarðfræðikort af Íslandi. Yngsta bergið er ljósast og elsta dekkst. (Endurteiknað kort eftir Hauk Jóhannsson og Kristján Sæmundsson 1998).

Niðurstöður og ályktanir

Alls hafa 71 tegund eða tegundahópur verið greind í rannsóknunum. Meirihluti þeirra voru rykmýstegundir (Chironomidae) (3. mynd) alls 60 tegundir. Kulmý (Diamesinae) var ríkjandi á vatnasviðum í hálendinu, þar sem gróðurhulan var lítil og rafleiðni í ánum lág. Bæði bitmý (Simuliidae) (4 tegundir) og þeymý (Chironominae) voru algeng á láglandi þar sem stór hluti vatnasviðsins eru þakinn gróðir og rafleiðni var há. Flestar vorflugnategundir (Trichoptera) (7) fundust í lindám og í láglandishluta straumvatna. Almennst var tegundafjölbreytileikinn mestur á yngstu jarðmyndunum og minnkaði hann með aldri þeirra.



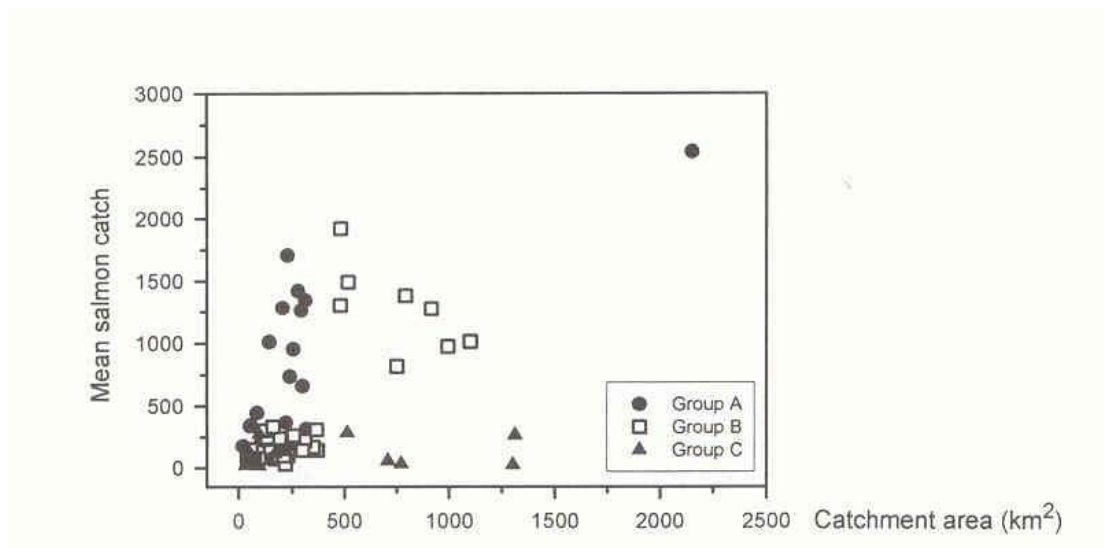
2. mynd. Vatnasvið sem hafa verið rannsökuð í verkefninu Vatnsföll á Íslandi.



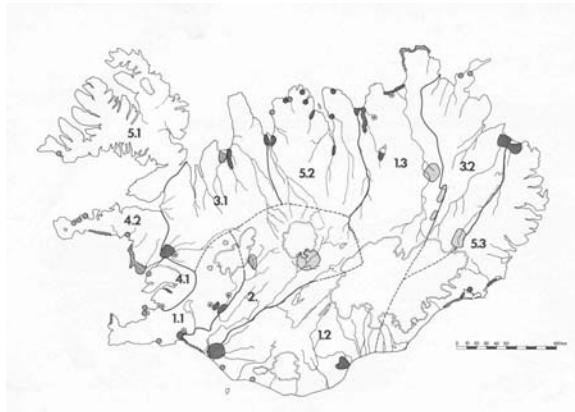
3. mynd. Botndýrasamfélög í jökulá, dragá og lindá með útfall úr stöðuvatni. Dýralíf í vötnum ræðst af gerðum vatnasviðanna.

Jökulárnar hafa minnstan þéttleika en ár sem koma úr frjósömum stöðuvötnum hafa mestan þéttleika (3. mynd).

Veiðin í flugnagildrum sýndi vel tegundasamsetningu á botni (óbirt gögn, Gísli Már Gíslason og Arnþór Garðarsson 1988).



4. mynd. Samband milli stærðar vatnasviða og meðalfjölda veiddra laxa. A táknar ár sem renna úr stöðuvötnum, B eru ár sem koma af velgrónum vatnasviðum og C er ár sem falla af ógrónum vatnasviðum. Ár sem enginn lax veiddist í voru ekki teknar með.



5. mynd. Vistfræðileg flokkun íslenskra vatna Arnþórs Garðarssonar (1979).

Framleiðni, sett fram sem meðalfjöldi laxa sem veiðast í ám á móti stærð vatnasviða, sýndi marktæka jákvæða fylgni þar sem vatnasvið voru vel gróin eða árnar runnu úr stöðuvötnum (4. mynd)

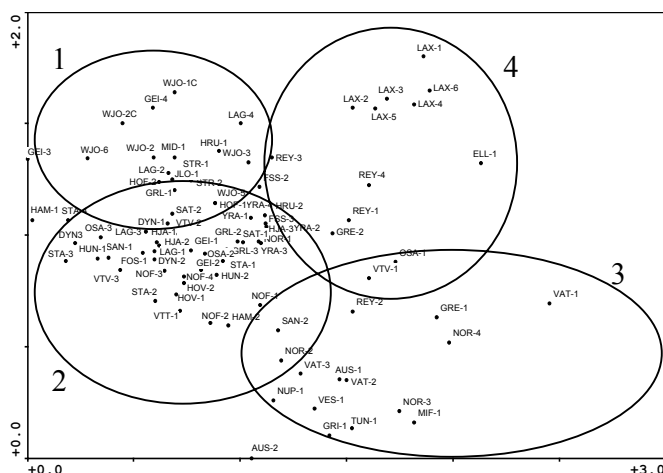
Arnþór Garðarsson (1979) lagði til vistfræðilega flokkun vatna, sem byggði á jarðfræði og landslagi (5. mynd). Hann skipti vötnum í 5 hópa á grundvelli jarðfræði og landsags: 1) Lindavötn á yngra móbergssvæðinu, 2) dragár á eldra móbergssvæðinu, 3) heiðavötn sem eiga uppruna á vel grónum vatnasviðum norðvestan og norðaustan jökla, 4) dalvötn sem koma úr tiltölulega djúpum stöðuvötnum mynduðum af jöklum og 5) dragavötn á tertíer basalti, sem eiga aðallega upptök á mosavöxnum fjöllum og renna síðan niður brattar fjallshlíðar, þar sem viðstaða veru lítil. Arnþór (1979) tók ekki jökulvötnin með.

Í rannsóknum okkar notuðum við flokkunarfræði Arnþórs (1979) sem grunn til að ákvarða sýnatöku og til að sannreyna flokkunarfræði hans á grundvelli tegundasamsetningar dýra í ánum (Gísli Már Gíslason o.fl. 1998, Jón S. Ólafsson o.fl. 2001). Tegundafjölbreytiliki virðist vera mestur í ám á jarðfræðilega yngstum svæðum.

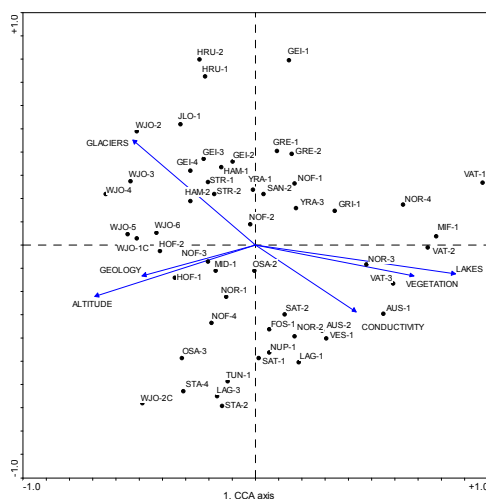
Fyrstu tveir ásarnir í DCA greiningu (Detrended Correspondence Analysis) skýrði 20% af breytileikanum í tegundasamsetningu (5. mynd). Þar flokkast stöðvar eftir tegundasamsetningu. Jökulár og ár á hálendinu mynda einn hóp, ár á lítt grónum vatnasviðum annan hóp, þriðji hópurinn eru ár af velgrónum vatnasvæðum og fjórði hópurinn eru lindár, flestar með stöðuvatnaáhrif.

Breytistærðir sem höfðu mest áhrif á tegundasamsetningu í ám voru jöklar, stöðuvötn, gróðurþekja, rafleiðni, hæð yfir sjó og jarðlagaaldur (7. mynd). Einnig sést hvaða stöðvar í ánum sem voru rannsakaðar verða fyrir mestum áhrifum, eins og Vestari-Jökulá (WJO) verður fyrir mestum áhrifum af jökli, ár af heiðunum norðvestan jökla, Vatnsdalsá og Norðurá (VAT, og NOR) verða fyrir mestum áhrifum frá stöðuvötnum og gróðurþekju, ár eins og Fossá (FOS), Austurá (AUS) raðast eftir rafleiðni og Hofsá (HOF) og Miðhlutará (MID) af hæð yfir jávarmáli.

Fjörlbreytileikinn jókst með aukinni rafleiðni vatnanna (Jón S. Ólafsson o.fl. 2002). Fjörlbreytileiki hryggleysingja í íslenskum stöðuvötnum sýndu svipaða fylgni (Hilmar Malmquist o.fl. 2000). Rafleiðni er há á eldvirka beltinu vegna þess að jónir og steinefni eru auðleysanlegri úr nýlegu berg en úr eldra tertíer basalti á Austfjörðum og Vestfjörðum, sem er ekki eins lekt og nýlega runnin hraun. Smádýralíf getur engu að síður verið fjölbreytilegt á tertíer basaltsvæðum, þar sem mikill fjöldi smárra stöðuvatna og votlendissvæða eru á vatnasviðunum (Arnhórf Garðarsson 1979, Gísli Már Gíslason o.fl. 1998). Það bendir því flest til þess að tegundasamsetning í vötnum styðji flokkunarfræði Arnhórs (1979) og hægt sé að flokka vötn og vatnagerðir á smádýralífinu sem finnst í þeim.



5. mynd. . Röðun sýnatökustöðva í samræmi við tegundasamsetningu á hverjum stað með DCA greiningu (Detrended Correspondence Analysis). Sýnatökustöðvar innan svæðis 1 eru í jökulám eða straumvötnum sem liggja hátt á hálendinu, svæði 2 eru sýnatökustöðvar í ám með líttgrónum vatnasviðum, venjulega á eldri jarðmyndunum, svæði 3 eru dragár á heiðavatnasvæðum, þar sem vatnasvið eru vel gróin og svæði 4 eru stöðvar í lindám.



7. mynd. CCA hnitunargreining (Canoco Correspondence Analysis) á hvaða þættir ráða mestu um tegundasamsetningu í ám á Íslandi.

Þakkir

Fjölmargir hafa komið að þessum rannsóknum og lagt hönd á plóginn svo að verkið mætti takast. Þau eru Guðrún Lárusdóttir, Sveinn Guðmundsson, Elín Ásgeirsdóttir, Iris Hansen, Ólöf Y. Atladóttir, Þóra Hrafnadóttir og Stefán Ó. Steingrímsson sem tóku þátt í söfnunarvinnuninni. Iris Hansen og Þóra Hrafnadóttir greindu rykmýstegundirnar. Er þeim öllum færðar bestu þakkir fyrir þeirra framlag. Verkið hefur verið styrkt af Rannsóknarráði Íslands, Rannsóknasjóði Háskóla Íslands og Orkubúi Vestfjarða.

Heimildir

Arnþór Garðarsson 1979: Vistfræðileg flokkun íslenskra vatna [An ecological classification of Icelandic freshwaters]. *Týli* **9**:1-10.

Erlendur Jónsson, Arnþór Garðarsson & Gísli Már Gíslason 1986: A new window trap used in assessment of the flight periods of Chironomidae and Simuliidae. *Freshwater Biology*. **16**: 711-719.

Gísli Már Gíslason, Jón S. Ólafsson & Hákon Aðalsteinsson 1998: Animal communities in Icelandic rivers in relation to catchment characteristics and water chemistry. Preliminary results. *Nordic Hydrology* **29**, 129-148.

- Gísli Már Gíslason. & Arnþór Garðarsson 1988: Long term studies on *Simulium vittatum* Zett. (Diptera: Simuliidae) in the River Laxá, North Iceland, with particular reference to different methods used in assessing population changes. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* **23**: 2179-2188.
- Hákon Aðalsteinsson, Gísli Már Gíslason, Sigurður R. Gíslason & Árni Snorrason 2000: Physical and chemical characteristics of glacial rivers in Iceland, with particular reference to the River W-Jökulsá, North Iceland. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* **27**: 735-739.
- Haukur Jóhannesson & Kristján Sæmundsson 1998: *Geological map of Iceland. 1:500,000. Tectonics*. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík.
- Hilmar J. Malmquist, Þórólfur Antonsson, Guðni Guðbergsson, Skúli Skúlason. & Sigurður S. Snorrason 2000: Biodiversity of macroinvertebrates on rocky substrate in the surf zone of Icelandic lakes. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* **27**: 121-127.
- Hynes, H.B.N. 1975: The stream and its valley. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* **19**:1-15.
- Jón S. Ólafsson, Hákon Aðalsteinsson & Gísli Már Gíslason 2001. Classification of running waters in Iceland, based on catchment characteristics. Í *Classification of Ecological Status of Lakes and Rivers* (ritstj. S. Bäck & K. Karttunen) *TemaNord 2001*: **584**: 57-59.
- Jón S. Ólafsson, Hákon Aðalsteinsson, Gísli Már Gíslason, Iris Hansen & Þóra Hrafnisdóttir 2002: Spatial heterogeneity in lotic chironomids and simuliids in relation to catchment characteristics in Iceland. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* **28**: (í prentun).
- Sigurður R. Gíslason og Stefán Arnórsson 1988. Efnifræði árvatns á Íslandi og hraði efnarofs [English summary: Chemistry of rivers in Iceland and the rate of chemical denudation]. *Náttúrufræðingurinn* **58**: 183-197.

Sigurður R. Gíslason, Stefán Arnórsson & Halldór Ármannsson 1996: Chemical weathering of basalt in Southwest Iceland: effects of runoff, age of rocks and vegetative/glacial cover. *American Journal of Science* **296**: 837-907.

Þorleifur Einarsson 1994: *Geology of Iceland : rocks and landscape* (translated by G. Douglas). Mál og Menning, Reykjavík, 309 pp.

Rit sem hafa komið út og fjalla um flokkun vatnsfalla

- Boon, P., Gísli M. Gíslason, Sam Lake, Bonnie Ellis, Christian Frank, Andrew Boulton 2002. Competition for water: international case studies of river management and conflict resolution. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* **28** (í prentun).
- Boulton, A., P., Boon, S. Muhar and Gísli Már Gíslason 2000. Making river conservation work: integrating science, legislative policy, and public attitudes. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* **27**: 661-668.
- Brittain, J.E., Hákon Aðalsteinsson, E. Castella, Gísli Már Gíslason, V. Lencioni, B. Lods-Crozet, B. Maiolini, A.M. Milner, G.E. Petts & S.J. Saltveit 2000. Towards a conceptual understanding of Arctic and alpine streams. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* **27**:740-743.
- Castella, E., Hákon Aðalsteinsson, J. E. Brittain, Gísli Már Gíslason, A. Lehmann, V. Lencioni, B. Lods-Crozet, B. Maiollini, A.M. Milner, Jón S. Ólafsson, S.J. Saltveit & D. L. Snook 2001. Macrobenthic invertebrate richness and composition along a latitudinal gradient of European glacier-fed streams. *Freshwater Biology* **46**: 1811-1831
- Gísli Már Gíslason & Árni Einarsson 2001. Integrated monitoring of River Laxá and Lake Mývatn. Results from 25 years study and their uses. *Proceeding from the Monitoring and Assessment of Ecological Status of Aquatic Environments. Implementing the Water Framework Directive*. Helsinki.
- Gísli Már Gíslason & Hákon Aðalsteinsson 1996 . Animal communities in Icelandic rivers in relation to catchment basins. Preliminary results from a study in Iceland. Proceedings of the XIX Nordic Hydrological Conference (NHK-96), 15 bls, Akureyri 13-15 August 1996.
- Gísli Már Gíslason 1999. Áhrif lóns á vatnalíf á áhrifasvæði Norðlingaölduveitu. Líffræðistofnun Háskólans, Fjölrit **45**: 11 bls.

- Gísli Már Gíslason og Jón S. Ólafsson 2001. *Lífriki Hnífár í Þjórsárverum. Könnun gerð í ágúst 2001*. Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr. **56**, 17 bls.
- Gísli Már Gíslason, Hákon Aðalsteinsson & Jón S. Ólafsson 1998. Animal communities in Icelandic rivers in relation to catchment characteristics and water chemistry. Preliminary results. *Nordic Hydrology. An International Journal* **29**(2): 129-148.
- Gísli Már Gíslason, Hákon Aðalsteinsson & Jón S. Ólafsson 1999. Macroinvertebrate communities in Rivers in Iceland. Bls. 53-61 í *Biodiversity in Benthic Ecology*. Proceedings fro Nordic Benthological Meeting in Silkeborg, Denmark, 13-14 November 1997. NERI Technical Report No. **266**. National Environmental Research Institute , Denmark. 142 pp.
- Gísli Már Gíslason, Hákon Aðalsteinsson, Iris Hansen, Jón S. Ólafsson & Kristín Svavarsdóttir 2001. Longitudinal changes in macroinvertebrate assemblages along a glacial river system in central Iceland. *Freshwater Biology* **46**: 1737-1751
- Gísli Már Gíslason, Hákon Aðalsteinsson, Jón S. Ólafsson & Iris Hansen 2000. Invertebrate communities of glacial and alpine rivers in the central highland of Iceland. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* **27**:1602-1606.
- Gísli Már Gíslason, Jón S. Ólafsson & Hákon Aðalsteinsson 2000. Life in Glacial and Alpine Rivers in Central Iceland in Relation to Physical and Chemical Parameters. *Nordic Hydrology. An International Journal* **31**(4/5): 411-422.
- Gísli Már Gíslason, Hákon Aðalsteinsson & Jón S. Ólafsson 1999. Studies on arctic and alpine streams in Europe with special emphasis on glacial rivers in Iceland. Bls. 83-92 í *Proceedings of Northern Research Basins. Twelfth International Symposium and Workshop*. Iceland University Press, Reykjavík
- Guðrún Lárusdóttir, Hákon Aðalsteinsson, Jón S. Ólafsson & Gísli Már Gíslason 2000. River ecosystems in Iceland: catchment characteristics and river communities. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* **27**: 1607-1610.

- Hákon Aðalsteinsson & Gísli Már Gíslason 1998. Áhrif landrænna þátta á líf í straumvötnum (English summary: Terrestrial influence on the biota in Icelandic rivers). *Náttúrufræðingurinn* **68**: 97-112
- Hákon Aðalsteinsson, Gísli Már Gíslason, Sigurður R. Gíslason and Árni Snorrason 2000. Physical and chemical characteristics of glacial rivers in Iceland, with particular reference to the River W-Jökulsá, North Iceland. . *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* **27**: 735-739.
- 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, Iris Hansen og Sigurður S. Snorrason 2001. *Vatnalíf á virkjanaslóð: Áhrif fyrirhugaðrar Kárahnjúkavirkjunar ásamt Laugafellsveitu, Bessastaðaárveitu, Jökulsárveitu, Hafursárveitu og Hraunaveitu á vistfræði vatnakerfa. Skýrsla unnin fyrir Náttúrufræðistofnun Íslands og Landsvirkjun. LV-2001/025, 254 bls.*
- Johnson, R.K., K. Aagard, K.J. Aanes, N. Freiberg, Gísli Már Gíslason, H. Lax, & L Sandin. Macroinvertebrates 2001. Bls. 43-51 í *Biological monitoring in Nordic rivers and lakes* (ritstj. J. Skriver). *TemaNord. 2001*: **513**, 109 bls. Nordisk Ministerråd, København.
- Jón S. Ólafsson, Gísli Már Gíslason & Hákon Aðalsteinsson 2000. Chironomids of glacial and non-glacial rivers in Iceland: a comparative study. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* **27**: 720-726.
- Jón S. Ólafsson, Gísli Már Gíslason, Sesselja G. Sigurðardóttir & Stefán Már Stefánsson 2001. *Botndýr í Úlfarsá: Könnun í maí 1999*. Líffræðistofnun Háskólans Fjölrít **54**: 31 s.
- Jón S. Ólafsson, Guðrún Lárusdóttir & Gísli Már Gíslason 1998. *Botndýralíf í Elliðaánum. Rannsóknir unnar fyrir Borgarverkfræðinginn í Reykjavík og Rafmagnsveitu Reykjavíkur*. Líffræðistofnun Háskólans, Fjölrít **41**: 51 bls
- Jón S. Ólafsson, Hákon Adalsteinsson & Gísli Már Gíslason 2001. Classification of running waters in Iceland, based on catchment characteristics. Í *Classification*

of Ecological Status of Lakes and Rivers (ritstj. S. Bäck & K. Karttunen)
TemaNord 2001: 584: 57-59.

Jón S. Ólafsson, Hákon Aðalsteinsson, Gísli Már Gíslason, Iris Hansen
& Thóra Hrafnisdóttir 2002. Spatial heterogeneity in lotic
chironomids and simuliids in relation to catchment characteristics
in Iceland. *Verhandlungen der Internationale Vereinigung für
Theoretische und Angewandte Limnologie* **28** (í prentun).

Jón S. Ólafsson og Gísli Már Gíslason 2002. *Smádýralíf í vötnum á
Hellisheiði. Könnun gerði í júlí 2001*. Líffræðistofnun Háskólans.
Fjölrit xx. (í vinnslu)

Lods-Crozet, B. V. Lencioni, Jón S. Ólafsson, D.L. Snook, G. Velle, J.E. Brittain, E.
Castella & B Rossaro 2001. Chironomid (Diptera: Chironomidae) communities
in six European glacier-fed streams. *Freshwater Biology* **46**: 1791-1810.