

Áhrif gróðurs á vatnasviðum á efnasamsetningu straumvatns og aðra eðlisþætti: fyrstu niðurstöður SkógVatns

Bjarni Diðrik Sigurðsson

Landbúnaðarháskóli Íslands, Keldnaholti, 112 Reykjavík; netfang:bjarni@lbhi.is

Útdráttur

Í þessari rannsókn voru áhrif gróðurfars á efnasamsetningu straumvatns rannsökuð. Leitað var svara við því hvaða áhrif endurheimt birkiskóga og skógrækt með barrtrjám hefur á rafleiðni, nítaratútskolun, sýrustig og vatnshita. Valin voru níu vatnasvið með dragalækjum á Fljótaldshéraði til rannsóknanna; þrjú skóglaus svæði, þrjú vaxin birkiskógum og þrjú vaxin miðaldra barrskógum. Fyrstu niðurstöður benda til að efnaútskolun sé meiri frá minna grónum vatnasviðum, ef til vill vegna meira jarðvegsrofs á þeim í leysingum og rigningatíð.

Inngangur

Hvaða máli skiptir gróðurfar landsins fyrir efnasamsetningu straumvatns sem um það rennur? Hafa breytingar á landnýtingu sem leiða til breytts gróðurfars á stórum samfelldum svæðum, svo sem landgræðsla og skógrækt, áhrif á straumvatn og þær lífverur sem það byggja? Þessar spurningar voru megin tilgátur rannsóknaverkefnisins SkógVatns, sem er samstarfsverkefni Landbúnaðarháskóla Íslands, Háskóla Íslands, Veiðimálastofnunar, Landgræðslu ríkisins, Skógræktar ríkisins og MATÍS, auk erlendra samstarfsaðila. Á Fræðapingi landbúnaðarins 2010 verða haldin þrjú erindi um hluta þeirra niðurstaðna sem nú liggja fyrir í verkefninu, og skal hér vísað í greinar Gintare Medelyte o.fl. (2010) og Helenu Mörtu Stefánsdóttur (2010) í því sambandi. Einnig skal bent á almenna umfjöllun um verkefnið í Helena Marta Stefánsdóttir (2008).

Erlendar rannsóknir benda til að gróðurfar landssvæða, eða skortur á því, geti haft veruleg áhrif á efnafræði straumvatna sem um þau renna (t.d. Petersen o.fl.1995; Ostwald o.fl. 2007). Einnig hafa breytingar á landnýtingu verið tengdar ýmsum breytingum á efnafræði og lífríki straumvatns (Gundersen o.fl. 2006; FAO 2008). Mikill áhugi hefur verið á rannsóknum á áhrifum ýmskonar landnýtingar á efnafræði vatns og vatnalíf undanfarin ár, ekki síst eftir að Evrópusambandið gaf út vatnatilskipun sína (e. Water Framework Directive). Þar er sú skylda lögð á herðar aðildarlöndum ESB að þau tryggi vatnsgæði straumvatna sinna og hafi á reidum höndum upplýsingar um hvernig mismunandi landnýting hefur áhrif á þau. Þar sem skilningur á tengslum landnýtingar og vatnsgæða var og er enn mjög brotakenndur, þá hefur þetta leitt til þess að miklir fjármundir hafa verið settir í slíkar rannsóknir erlendis. Einnig eru umtalsverðar breytingar að verða í landnýtingu í nágrennalöndunum vegna þessa. Til dæmis er að verða æ algengara að komið sé upp skógivöxnum svæðum meðfram lækjum, ám og vötnum (e. buffer strips) sem ekki eru nytjuð, til að tryggja að áhrif landnýtingar á vatnasviðunum séu sem jákvæðust fyrir bæði lífríki og efnafræði vatnsins (Gundersen o.fl. 2010).

Erfitt er að heimfæra niðurstöður erlendra rannsókna á íslenskar aðstæður sem eru að mörgu leyti ólíkar því sem gerist erlendis. Markvissar rannsóknir eru af skornum skammti fyrir íslensk straumvötn til að svara því hver eru áhrif gróðurfars á efnafræði þeirra eða vatnalíf (Hákon Aðalsteinsson og Gísli M. Gíslason 1998; Gísli Már Gíslason 2006). Þó hafa hér farið fram nokkur rannsóknaverkefni sem hafa tengt gróðurfar vatnasviða við efnafræði straumvatns. Má þar nefna umhverfisvöktunarverkefnið í Litla-Skarði í Borgarfirði, þar sem

fylgst er með breytingum á efnafræði og lífríki birkisvaxins vatnasviðs frá 1996 (Albert S. Sigurðsson o.fl. 2005). Einnig má nefna rannsóknir á efnafræði skóglausra og skógivaxinna vatnasviða í Skorradal (Moulton og Berner 1998). Nokkur verkefni hafa einnig rannsakað áhrif gróðurfars og annarra þátta á efnafræði jarðvegsvatns. Má þar nefna rannsóknir á áhrifum áburðargjafar í skógrækt (Bjarni D. Sigurðsson o.fl. 2004), áhrifum skógræktar með mismunandi tegundum (Ragnhildur Sigurðardóttir o.fl.) og áhrif aldurs íslenskra lerkiskóga á sýrustig jarðvegs og fleiri þætti (Hörður V. Haraldsson o.fl. 2007).

Efniviður og aðferðir

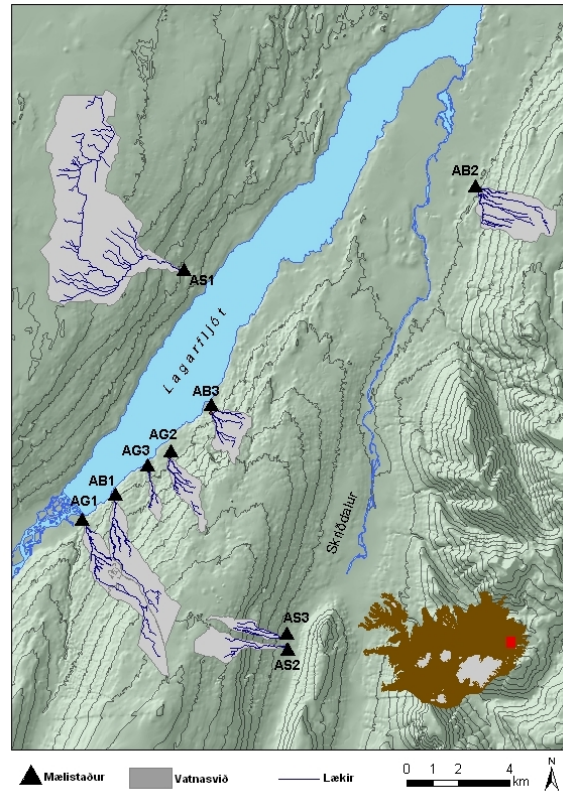
Rannsóknin var gerð á níu afmörkuðum vatnasviðum á Fljótsdalshéraði á Austurlandi (Tafla 1; 1. mynd). Berggrunnur svæðisins er að mestu blágrýti sem talið er hafa myndast fyrir meira en 9 milljón árum. Þar sem hann er mjög þéttur gætir mikilla dragaáhrifa í lækjum á svæðinu og eru þar talsverðar rennslissveiflur milli árstíða. Jarðvegsgerðin á rannsóknasvæðunum er brúnjörð og meðal árhiti 1960–1990 var 3,4 °C og ársúrcoma að meðaltali 738 mm.

Þrjú vatnasvið voru valin á rýru skóglausu landi, þrjú vaxin birkiskógi (*Betula pubescens*) og þrjú runnu um barrskóga. Ríkjandi trjategund í barrskógum rannsóknasvæðanna var lerki (*Larix sibirica*) sem gróðursett var á árunum 1950–1970, en einnig var talsvert af gróðursettum, miðaldra, grenilundum (*Picea* spp.) og furulundum (*Pinus* spp.) innan svæðanna (1. mynd). Nánari lýsingu á gróðurfari og öðrum aðstæðum á vatnasviðunum er að finna í Helena Marta Stefánsdóttir o.fl. (2007; 2009).

Tafla 1: Nöfn og staðsetning dragalækja á Fljótsdalshéraði sem ýmist áttu upptök sín og runnu um skóglaus vatnasvið (mólendi) (AS#), um vatnasvið sem vaxin voru birkiskógum og -kjarri (AB#) eða um vatnasvið með gróðursettum barrskógum (AG#).

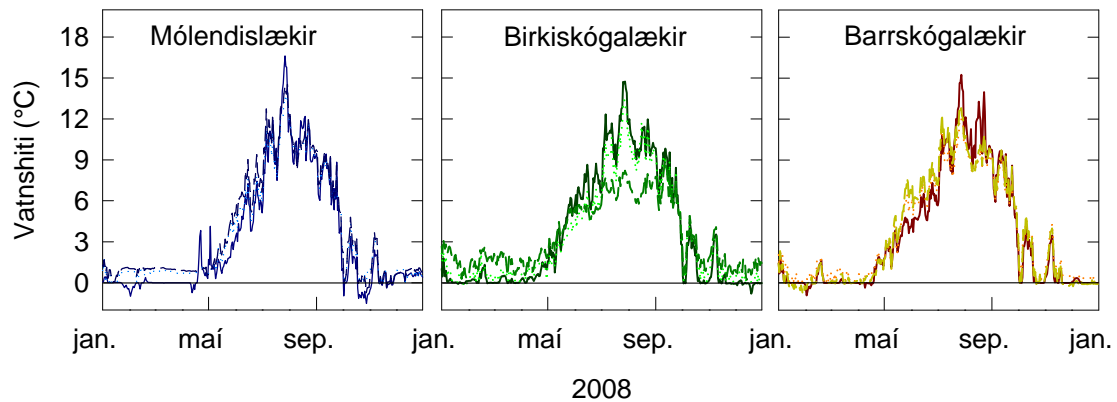
Nafn lækjar	Tákn	Lengdargráða	Breiddargráða
Mólendislaekir			
Hrafnsgerðisá	AS1	N65 09.247	W14 43.891
Fjallá	AS2	N65 01.261	W14 39.998
Nýlendulækur	AS3	N65 01.421	W14 39.995
Birkiskógarlaekir			
Klifá	AB1	N65 04.582	W14 48.126
Kaldá	AB2	N65 10.573	W14 28.999
Ormsstaðalækur	AB3	N65 06.240	W14 43.020
Barrskógarlaekir			
Buðlungavallaá	AG1	N65 04.173	W14 49.754
Kerlingará	AG2	N65 05.385	W14 45.260
Jökullækur	AG3	N65 05.126	W14 46.323

Komið var fyrir sjálfvirkum vatnshitamælum (TidBit v2 Data Logger, Onset Computer Corporation, Pocasset, MA, USA), í hverjum læk sem mældu vatnshita á 30 mín. fresti frá ágúst 2007 til maí 2009. Hver mælir var settur inn í stutt plaströr sem komið var þannig fyrir í lækjunum að vatn rann stöðugt í gegnum þau. Vatnshiti, sýrustig og rafleiðni lækjanna var einnig mæld reglulega með kvörðuðum sondu-mæli (YSI 600XLM Multi probe Sonde, Yellow Springs Instruments inc., Yellow Springs, USA). Samtímis voru einnig tekin vatnssýni úr lækjunum til efnagreininga. Þau voru sett í sýrupvegnar og skolaðar plastflöskur sem voru geymdar í frysti þar til efnagreiningar fóru fram. Allar efnagreiningar voru gerðar hjá Efnagreiningum Keldnaholti – Efnagreiningadeild Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands.



1. mynd. Nöfn og staðsetning dragalækja á Fljótsdalshéraði sem runnu um skóglaus vatnasvið vaxin mólendisgróðri (AS#), um vatnasvið sem vaxin voru birkiskógum og kjarri neðan um 400 m h.y.s. (AB#) og vatnsvið sem vaxin voru gróðursettum barrskógum neðan um 200 m h.y.s. (AG#). Sjá skýringar á táknum í Töflu 1.

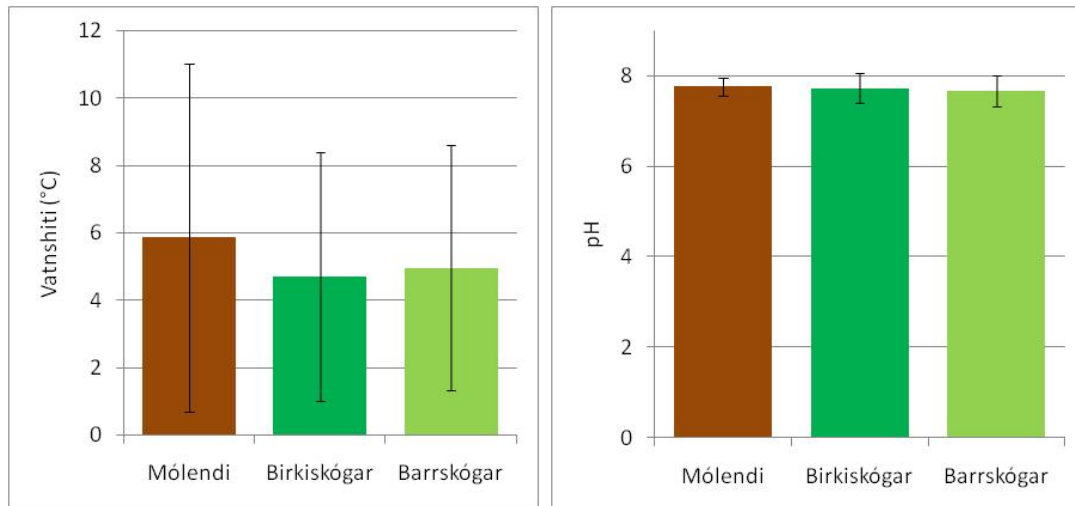
Niðurstöður og umræða



2. mynd. Árstíðasveifla í vatnshita lækja sem renna um misgróin vatnasvið á Fljótsdalshéraði.

Á 2. mynd má sjá hvernig vatnshiti sveiflaðist í rannsóknalækjunum með árstíðunum og í fljótu bragði var ekki merkjanlegur mikill munur á lækjum sem renna um skóglaut land og

lækjum sem renna í skjóli skóga, nema helst hjá einum af birkiskógalækjunum sem greinilega sýnir minni árssveiflu í hita. Hinsvegar þegar niðurstöður reglulegra mælinga á vatnshita voru bornar saman (3. mynd), kom í ljós að skógarlækirnir höfðu um einni gráðu lægri ársmeðalhita (5,9 í mólendinu á móti 4,7-5,0 °C í skógarlækjunum). Skógarlækirnir höfðu einnig minni hitasveiflu en lækir sem runnu um skóglaut land (hér sýnt sem staðalfrávik meðalhita; 3. mynd). Það er þekkt að skógaþekja dregur úr hitasveiflum í lækjum og skuggi laufþaksins lækki vatnshita, einkum að sumri (FAO 2008).

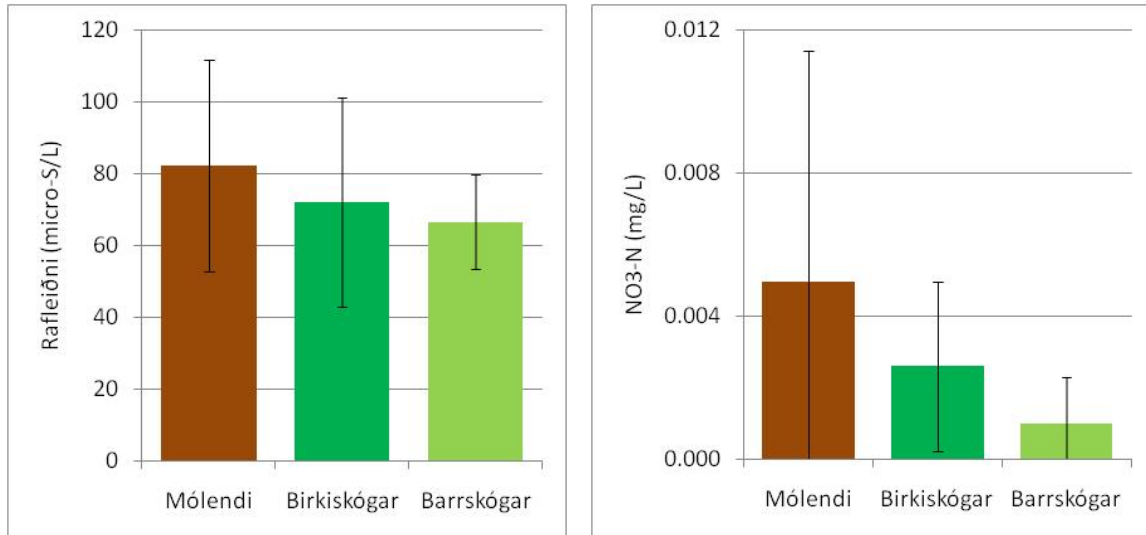


2. mynd. Meðaltal og staðalfrávik allra punktmælinga á vatnshita (t.v) og sýrustigi (t.h.) lækja sem renna um misgróin vatnasvið á Fljótsdalshéraði.

Áhrif skóganna á sýrustig lækjanna var lítið, og enginn munur var á sýrustigi vatns sem rann um barrskóga og birkiskóga (2. mynd). Þessar niðurstöður eru í samræmi við mælingar á sýrustigi jarðvegs í mólendi, birkiskógum og lerkiskógum á Fljótsdalshéraði (Bjarni D. Sigurðsson o.fl. 2005). Þetta styður því fyrri niðurstöður um að íslenskur skógajarðvegur, með sína háu jónarýmnd (Hörður V. Haraldsson o.fl. 2008), sýni lítil merki súrnunar í gróðursettum barrskógum. Varast skal að blanda umræðu um mikla súrnun jarðvegs í kjölfar gróðursetningar barrtrjáa í löndum þar sem loftmengun er mikil við hvað líklega gerist á Íslandi. Í þessum löndum er jarðvegur yfirleitt myndaður á súrari berggrunni (graníti) og þar er mestur hluti súrnunarinnar af völdum smásærra loftmengunaragna sem barrtrén fanga meira af úr andrúmslofti en önnur gróðurlendi. Jarðvegurinn súrnar þegar þau skolast niður í jarðveginn með regnvatni. Á Íslandi er ekki sambærileg loftmengun, né jarðvegsgerð, því er ólíklegt að sambærileg vandamál skapist hér.

Á 3. mynd má sjá hvernig rafleiðni lækjanna var mismunandi eftir vatnasviðsgerð þeirra. Hún var að meðaltali hæst í lækjum sem runnu um skóglaut land, en lægst í lækjum sem runnu um land klætt barrskógum (um 20% lægri). Þessar niðurstöður komu á óvart, þar sem bent hefur verið á að nota megi rafleiðni sem ódýran og einfaldan metil á magn uppleystra lífrænna efna og næringarefna í íslensku straumvatni (Hákon Aðalsteinsson og Gísli Már Gíslason 1998). Fyrirfram var búist við því að rafleiðni væri mun meiri í grónari vistkerfum. Rafleiðni var einnig mun hærrí í lækjum sem runnu um nær alveg gróðursnautt land í nágrenni Heklu en í lækjum sem runnu um land klætt birkiskógum (gögn ekki sýnd). Hugsanlega eru þarna á ferðinni einhver rafleiðandi rofefni úr jarðvegi minna grónu vatnasviðanna, en það krefst frekari rannsókna að svara því með óyggjandi hætti.

Reyndar var einnig mun meiri nítrat-útskolun með mólendislægjunum en með skógarlægjunum, og þeir sýndu einnig mestu sveifluna (3. Mynd; sjá staðalfrávik). Það síðarnefnda getur bent til að nítratútskolunin verði einkum vegna vatnsrofs á jarðvegi á skóglausu svæðunum, en hluti vatnasviða þeirra var illa gróinn og því ef til vill hættara við rofi. Þess ber þó að geta að allt eru þetta lágur útskolunartölur miðað við það sem gerist í löndunum í kringum okkur (Gundersen o.fl. 2006).



3. mynd. Meðaltal og staðalfrávik allra punktmælinga á rafleiðni (t.v.) og nítratútskolun (t.h.) lækja sem renna um misgróin vatnasvið á Fljótsdalshéraði.

Nítratútskolunin var minnst þar sem barrskógar uxu á vatnasviðunum (3. mynd). Þessar niðurstöður eru áhugaverðar, t.d. vegna umræðu sem hefur skapast ítrekað um hugsanleg neikvæð áhrif skógræktar með barrtrjám á vatnsgæði, til dæmis á Þingvallavatn. Hér er fátt sem styður slíkar hugmyndir, þvert á móti virðist sem nítratútskolun minnki með meiri skógarþekju. Reyndar má vekja athygli á því að sama skýring er á aukinni nítratútskolun frá barrskógum í löndum þar sem loftmengun er mikil og áður var getið fyrir súrnun jarðvegs. Það er, barrheldnu trén fanga meira af köfnunarefnisögnum úr andrúmsloftinu en graslendi eða laufskógar, einkum að vetri (Gundersen o.fl. 2006). Þær berast svo niður í jarðveginn með regni. Þar sem mikil mengun er verða vistkerfin smátt og smátt köfnunarefnismettuð og mikið af nítrati sleppur þá út í grunnvatn og læki frá jarðvegi.

Fyrstu niðurstöður benda til að efnaútskolun sé í raun meiri frá minna grónum vatnasviðum hérlendis, e.t.v. vegna meira jarðvegsrofs á þeim.

Þakkir

Þakkir til UOOR-sjóðs Orkuveitu Reykjavíkur, norræna CAR-ES verkefnisins, ALCAN á Íslandi, Framleiðnisjóðs landbúnaðarins, Landsvirkjunar og Hekluskága fyrir fjárhagslegan stuðning við verkefnið. Við þökkum Sigurði Reyni Gíslasyni veitta fyrir aðstoð við skipulagningu verkefnisins. SkógVatn er helgað minningu Freysteins Sigurðssonar, heitins, jarðfræðings, sem hóf verkefnið með okkur og er enn með okkur í anda.

Heimildir

Albert S. Sigurðsson, Sigurður H. Magnússon, Jóhanna M. Thorlacius, Hreinn Hjartarson, Páll Jónsson, Bjarni D. Sigurðsson, Borgþór Magnússon, and Hlynur Óskarsson. 2005. Integrated monitoring at Litla-Skard, Iceland. Pjobject overview 1996-2004. Skýrsla. Umhverfisstofnun.

Bjarni Diðrik Sigurðsson, Ásrún Elmarsdóttir, and Borgþór Magnússon 2005. Áhrif skógræktar á sýrustig jarðvegs og gróðurfar. Rit Fræðafþings landbúnaðarins 2005: 303-306.

Bjarni Diðrik Sigurðsson, Brynhildur Bjarnadóttir, Ian B. Strachan og Friðrik Pálmason. 2004. Tilraunaskógurinn í Gunnarsholti II. Vatnið í skóginum. Skógræktarritið 2004(1): 55-64.

FAO. 2008. Forests and water. FAO Forestry Paper 155. 155 bls.

Gísli Már Gíslason. 2006. Hvernig hafa Íslendingar umgengist vötn og vatnasvið? Áhrif 11 hundruð ára búsetu Rit Fræðafþings landbúnaðarins 2006: 76.

Gundersen, Per, A. Laurén, L. Finér, E. Ring, H. Koivusalo, M. Sætersdal, J.-O. Weslien, B. D. Sigurdsson, L. Högbom, J. Laine og K. Hansen. 2010. Environmental services provided from forests by the water in the Nordic countries. Ambio (submitted).

Gundersen, P., I. K. Schmidt og K. Raulund-Rasmussen. 2006. Leaching of nitrate from temperate forests - effects of air pollution and forest management. Environmental Reviews 14: 1-57.

Hákon Aðalsteinsson & Gísli Már Gíslason, 1998. Áhrif landrænna þátta á líf í straumvötnum. Náttúrufræðingurinn 68: 97-112.

Helena Marta Stefánsdóttir, Bjarni Diðrik Sigurðsson, Brynhildur Bjarnadóttir, Edda S. Oddsdóttir og Jón S. Ólafsson. 2010. Áhrif gróðurs á vatnasviðum á magn lífræns efnis sem berst út í læki Rit Fræðafþings landbúnaðarins 7: xx-xx.

Helena Marta Stefánsdóttir, Karólína Einarsdóttir, Berglind Orradóttir, Brynhildur Bjarnadóttir, Edda S. Oddsdóttir, Franklín Georgsson, Freysteinn Sigurðsson, Gintare Medelyte, Gísli Már Gíslason, Guðmundur Halldórsson, Hlynur Óskarsson, Hreinn Óskarsson, Jón S. Ólafsson, Julia Broska, Nikolai Friberg, Sigurður Guðjónsson & Bjarni Diðrik Sigurðsson. 2008. SkógVatn - Kynning á rannsóknarverkefni um áhrif skógræktar og landgræðslu á vatnavistkerfi. Rit Fræðafþ. landb. 5: 515-519.

Hörður V. Haraldsson, Harald Sverdrup, Salim Belyazid, Bjarni D. Sigurdsson og Guðmundur Halldórsson. 2007. Assessment of effects of afforestation on soil properties in Iceland, using Systems Analysis and System Dynamic methods. Icel. Agric. Sci. 20: 107-123.

Medelyte, G., Gíslason, G.M., and Ólafsson, J.S., 2010. Effects of afforestation on stream ecosystem structure. Rit Fræðafþings landbúnaðarins, 7: (þetta hefti).

Moulton, K. L. & R. A. Berner. 1998. Quantification of the effect of plants on weathering: Studies in Iceland. Geology 26: 895-898.

Ostwald, M., E. Simelton, D. Chen og A. Liu. 2007. Relation between vegetation changes, climate variables and land-use policy in Shaanxi province, China. Geographical Annals 89A(4): 223-236.

Petersen, Jr., R.C., Gísli Már Gíslason & L. B.-M. Vought, L. B. M., 1995. Rivers of the Nordic Countries. Chapter 10. In: C.E. Cushing, K.W. Cummins and G.W. Minshall (ritstj.) Ecosystems of the World, Vol. 22. River and Stream Ecosystems. Elsevier Press, Amsterdam: 295-341 bls.

Ragnhildur Sigurdardóttir, K. A. Vogt og D. J. Vogt 1999. Effects of different forest types on soil leachates in eastern Iceland. Í: Geochemistry of the Earth's Surface. H. Ármannsson (ritstj.). Balkema, Rotterdam Reykjavík, 397-402.