

Leifur A. Símonarson og Jón Eiríksson

STEINGERVINGAR OG SETLÖG Á ÍSLANDI

Á milli hraunlaga í íslensku blágrýtismynduninni eru víða misþykk setlög úr leirsteini, siltsteini, sandsteini eða völubergi og eru þau vatna- eða árset að uppruna. Hins vegar eru rauðleit, leirborin silt- og sandsteinslög að mestu leyti mynduð úr formum jarðvegi mun algengari. Efnaveðrun hefur losað um járn í lögnum og litað þau rauð og víða eru forn gjóskulög í þeim. Í setlögnum hafa víða fundist leifar plantna sem lifðu hér á landi á meðan blágrýtismyndunin hlóðst upp. Hér er reynt að rekja helstu breytingar sem urðu á íslenskum plöntusamfélögum samtímis hægfara kólunn á síðari hluta nýlífssaldar. Á Tjörnesi eru þrjár aðalsetlagasyrpur; elst og syðst eru Tjörneslög, þá koma setlög í Furuvík og yngst eru setlögin í Breiðuvík. Í krókskeljalögnum, yngsta lífbelti Tjörnesлага, hafa fundist allmargar tegundir sjávardýra sem virðast ættaðar úr Kyrrahafi; því er talið að miklir sædýraflutningar hafi átt sér stað úr Kyrrahafi yfir í Atlantshaf þegar þessi hluti Tjörnesлага myndaðist. Hefur það verið sett í samband við lokun Panamasunds (Central American Seaway) fyrir um 3,6 milljónum ára, en þá breyttust yfirborðsstraumar í Norður-Kyrrahafi þannig að mun sterkari straumur varð norður á bóginn í átt að Beringsundi og út úr sundinu, yfir í Íshafið og áfram í átt til Norður-Atlantshafs og þá suður á bóginn. Talið er að Tjörnes hafi verið einn af fyrstu viðkomustöðum þessara tegunda í Atlantshafi.

Jarðög frá ísöld eru frábrugðin jarðögum blágrýtismyndunarinnar að því leyti að þau bera þess oftast merki að jöklar hafi haft áhrif á myndun þeirra. Setlög frá ísöld eru af mismunandi uppruna, en talsvert hefur fundist í þeim af leifum hryggleysingja, einkum í vatna- og sjávarseti.

INNGANGUR

Jarðsaga Íslands mótað af eldsumbrotum, hraunrennsli og gjóskufalli. Elstu jarðög á landinu eru talin til íslensku blágrýtismyndunarinnar frá seinni hluta nýlífssaldar (tertítmábili) og hefur upphleðslu hennar lokið fyrir um það bil 2,6 milljónum ára. Blágrýtismyndunin nær aðallega yfir tvö svæði, annars vegar Vestur- og Norðurland frá Hvalfirði til Bárðardals og hins vegar Austurland frá Þistilfirði til Skeiðarársands. Nú á tínum skilja virk gosbelti þessar myndanir að, en jarðögnum hallar yfirleitt inn að miðju landsins í átt að gosbelt-

unum. Því mun elsta berg á landinu vera á norðvestanverðum Vestfjörðum og austast á Austfjörðum. Gera má ráð fyrir að enn eldra berg sé varðveitt undir sjávarmáli. Íslenska blágrýtið er talið myndað eftir að rek og gosvirkni færðist frá Ægishrygg og vestur á Kolbeins eyjarhrygg fyrir um 27 milljónum ára.¹ Blágrýtismyndunin íslenska er að mestu úr hraunögum, einkum blágrýti, og hefur meginhlutinn hlaðist upp í sprungugosum, sem skilja sjaldan eftir sig vel varðveittar eldstöðvar. Aðfærsluæðar þeirra eru hins vegar vel þekktar sem gangar er skerast í gegnum lögin. Dyngjur sjást hins vegar hér

og þar og eldkeilur og eldhryggir hafa víða varðveist sem svonefnar megineldstöðvar, en allmargar slíkar fornar eldstöðvar hafa fundist í blágrýtismynduninni báðum megin við gosbelti.

Frumkortlagning og aldursgreiningar á íslensku blágrýtismynduninni hafa leitt í ljós að yfirleitt líða fimm til tíu þúsund ár á milli þess að hraun rennur á tilteknu myndunarsvæði.² Myndun einstakra hraun- og gjóskulaga tekur því einungis nokkur augnablik, þegar litið er til þess langa tíma sem það tók að byggja upp jarðlagastaflann. Í ljós þess hvernig setlög myndast og varðveitast á Íslandi í dag er ekki erfitt að sjá fyrir sér uppruna sets sem varðveitt er í íslenska hraunlagastaflanum. Þetta skýrist af því að ríkjandi myndunarferli eru þau sömu nú og þá. Í fyrndinni, alveg eins og á okkar dögum, hefur landslagið mótað af höggun og eldvirkni á gosbeltum en af rofi og setmyndun utan þeirra. Öskufall á nokkurra ára fresti hefur stuðlað að hraðri jarðvegsmýndun og auðveldað gróðri að ná fóftfestu. Pessa sjást greinileg merki í víðáttumiklum, rauðum setlögum í hraunlagastaflanum, en í þeim er víða tölувart af stöngul- og blaðförum og koluðum plöntuleifum. Bendir það til þess að einkum sé um fornari jarðveg að ræða, en þessi fornari jarðveglög eru ekki einu setlögin sem varðveist hafa. Meginhluta þess tíma sem landið hefur verið að hlaðast upp ofan sjávarmáls hefur það verið eyja í Norður-Atlantshafi og veðurfar líklega tiltölulega rakt og vindasamt, dæmigert eyjaloftslag.



1. mynd. Völibergslag í Lambagili í Vatnsfirði á Barðaströnd. Lagið er um það bil 8 m á þykkt og aldur þess um 12 milljónir ára. – A 12 million-year-old conglomerate bed in Lambagil, Vatnsfjörður, Northwest Iceland. The bed is about 8 m thick.

Afrennsli hefur að einhverju leyti verið grunnvatnsstreymi, en um lægðir og sigdali hafa lækir og fallvötn leitað til stöðuvatna og sjávar rétt eins og nú. Þessa sjást viða merki í blágrýtismynduninni þar sem völibergslög og sandsteinslög bera vott um árframburð (1. mynd). Efnaveðrun og jarðhiti hafa sums staðar flýtt mjög fyrir þettingu berggrunnsins og skapað skilyrði til yfirborðsrennslis. Meðal þykkstu setlaganna í íslensku blágrýtismynduninni eru fínkorna siltsteins- og leirsteinslög með plöntusteingervingum. Þetta er stöðuvatnaset, sem safnast hefur fyrir í lægðum og döllum. Gera má ráð fyrir að svipaðar aðstæður hafi leitt til myndunar stöðuvatna þá og nú. Hratt landsig leiðir til hárrar grunnvatnsstöðu og helstu stöðuvötn á Íslandi nú á dögum eru mynduð við slíkar aðstæður, inni á virkum gosbeltum. Gruggugt árvatn, fok og lífræn ferli hafa smám saman fyllt þessar staðbundnu setlagadældir, og árframburður hefur að lokum kaffaert vatnasetið í óseyraseti. Allvíða eru merki um sérkennilegar stuðlamyndanir og kubbaberg í hraunlögum, sem hafa runnið út yfir slíkar setlagadældir. Efnaveðrun hefur losað um járn í jarðvegi og seti og viða litað lögin rauð.³ Sú veðrun

hefur vafalítið átt sér stað í röku og frekar hlyju loftslagi. Efnaskipti við súrefnirsíkt, heitt grunnvatn geta að einhverju leyti skýrt hinn rauða lit sem einkennir mörg setlög í blágrýtismynduninni. Í einstaka tilvikum gætu glóandi hraun hafa rauðbrennt efsta hluta setlaganna. Við Óshlíðarveg milli Bolungavíkur og Hnífsdals er margra metra þykkt rauð setlag með a.m.k. tveimur ljósum gjóskulögum, sem virðast hafa fallið á gróna jörð.⁴

Ísland er ungt land og saga þess nátengd Atlantshafinu. Á Íslandi mætast tveir neðansjávarhryggir, Mið-Atlantshafshryggurinn og Grænlands-Færeyjahryggurinn. Sá fyrnefndi er virkur rekhryggur en hinn síðarnefndi er af allt annarri gerð. Hann tengir hins vegar saman blágrýtissvæðin á Austur-Grænlandi annars vegar og Færeyjum og Bretlandseyjum hins vegar. Fyrir 70–60 milljónum ára lágu þessi svæði saman en þau hefur síðan rekioð í sundur. Ný eldvirkni hlóð fyrst upp blágrýtisstafla á meginlandsskorpu, en hún klofnaði brátt í tvennt; Grænland tók að reka í vestur en Evrópu í austur. Grænlands-Færeyjahryggurinn er raunar þykkildi á hafssbotni sem er rakið til framleiðslu blágrýtis við Ísland. Talið er næsta víst að allt

það berg sem nú er ofansjávar hér á landi hafi myndast eftir að öll þurr-lendistengsl við önnur landsvæði rofnuðu og núverandi Ísland varð til eftir að rek og eldvirkni fluttist frá Ægishrygg vestur á Kolbeinseyjarhrygg fyrir um það bil 27 milljónum ára.¹ Talið er að undir Íslandi sé til-toulega létt myndun sem beri landið uppi. Við sífellt rek hlaut að koma að því að þeir hlutar jarðlagastaflans sem lengst voru frá rekmiðju færuru að kólna og dragast saman. Þannig lækkar Íslandshvelfingin til beggja handa frá miðju hins léttu reits undir landinu. Tengsl við þurrleidi virðast fyrst hafa rofnað að austanverðu til Bretlandseyja og Færeyja en síðan vestur á bóginn til Austur-Grænlands, og það hefur ef til vill gerst um það leyti sem eldvirknin færðist frá Ægishrygg vestur á Kolbeins-eyjarhrygg. Gera má ráð fyrir því að meðan eldvirknin var á Ægis-hrygg hafi þar myndast eins konar Frum-Ísland. Eftir að Kolbeinseyjarhryggur og eldvirkni á hinu nýja Íslandi tóku við sér má gera ráð fyrir að landsamband hafi verið á milli þessara tveggja landsvæða sem mynduðust á sitt hvorum hryggnum áður en sa eldri kulnaði og sökk í sjó. Þannig gæti hvert landsambandið hafa tekið við af öðru og gert bæði plöntum og dýrum mögulegt að fara á milli og ná til núverandi Íslands í áföngum.

GRÓÐURFARSSAGA

Viða í setlögum í íslensku blágrýtismynduninni hafa fundist leifar plantna sem lifðu hér á síðari hluta nýlífssaldar.⁵ Sums staðar eru leifarnar svo vel varðveittar að greina má þær til ættkvíslar og jafnvældi tegundar, og hafa rannsóknir á leifum þessum gefið margvíslegar upplýsingar um loftslag, gróðurfar og dýralíf hér á landi til forna.

Í hraunlögnum hafa einnig fundist menjar um gróður sem klæddi landið á efri hluta nýlífssaldar og eru holar og för eftir trjboli og greinar algengastar. Slíkar menjar eru vel varðveittar í Kotagili í Skagafirði, en einnig hefur fundist

töluvert af förum eftir trjáboli víða á Barðaströnd og í Jökulfjörðum. Víða má sjá för eftir trjábörk á holuveggjunum, en þá hefur börkurinn sprungið og kvika troðist inn í sprungurnar, sem oft mynduðu rétthyrnd net.⁶ Glóandi hraun rann þá yfir skógin og trén koludust án þess að brenna strax, þar sem lítið sem ekkert súrefni komst að til að viðhalda bruna, enda eru trjábolaförin aðallega neðst í hraunlögum og oft yfir allþykku setlagi. Síðan hafa trén eyðst og stóð þá eftir holan eða hraun tróðst inn í hana og myndaði afsteypu af trjábolnum.⁶ Slíkar afsteypur hafa fundist allvíða, t.d. í Húsavíkurkleif í Strandasýslu, á Barðaströnd, í Skagafjarðar döllum og í Óslandi í Hornafirði (2. mynd).^{6,7} Allvíða hefur hart efni eins og kísill sest í tréð áður en það eyddist. Þá varðveitist formið lítt skemmt og oft má telja árhringi í kíslrunnum stofnum.

Surtarbrandur er allvíða í setlögum á milli hraunlaga í blágrýtismynduninni, en hann er upphaflega trjábólir og mór sem hafa kolast. Surtarbrandslögin eru víðast frekar þunn, sjaldan meira en einn metri á þykk. Steinbrandur er lagskiptur og

einkum myndaður úr smágerðum jurtaleifum, t.d. greinum og blöðum, en viðarbrandur er myndaður úr trjábolum.⁸ Í viðarbrandi eru stofnarnir orðnir meira og minna flatir af jarðlagafargi, en viðargerðin er samt varðveitt. Viðarbrandur frá Vestfjörðum og Tjörnesi hefur verið greindur eftir viðargerð og virðast barrtré eins og fura, risafura, vatnfura og lerki vera algengustu tré í lögunum, en hér og þar ber einnig töluvert á leifum lauftrjáa, einkum á svæðum þar sem grunnvatn stóð hátt.^{4,5} Leirbrandur er dökkr eða svartur leir eða silt sem oft fylgir brandinum og hefur setið þá tekið í sig mismikið af kolefni úr jurtaleifunum.⁸

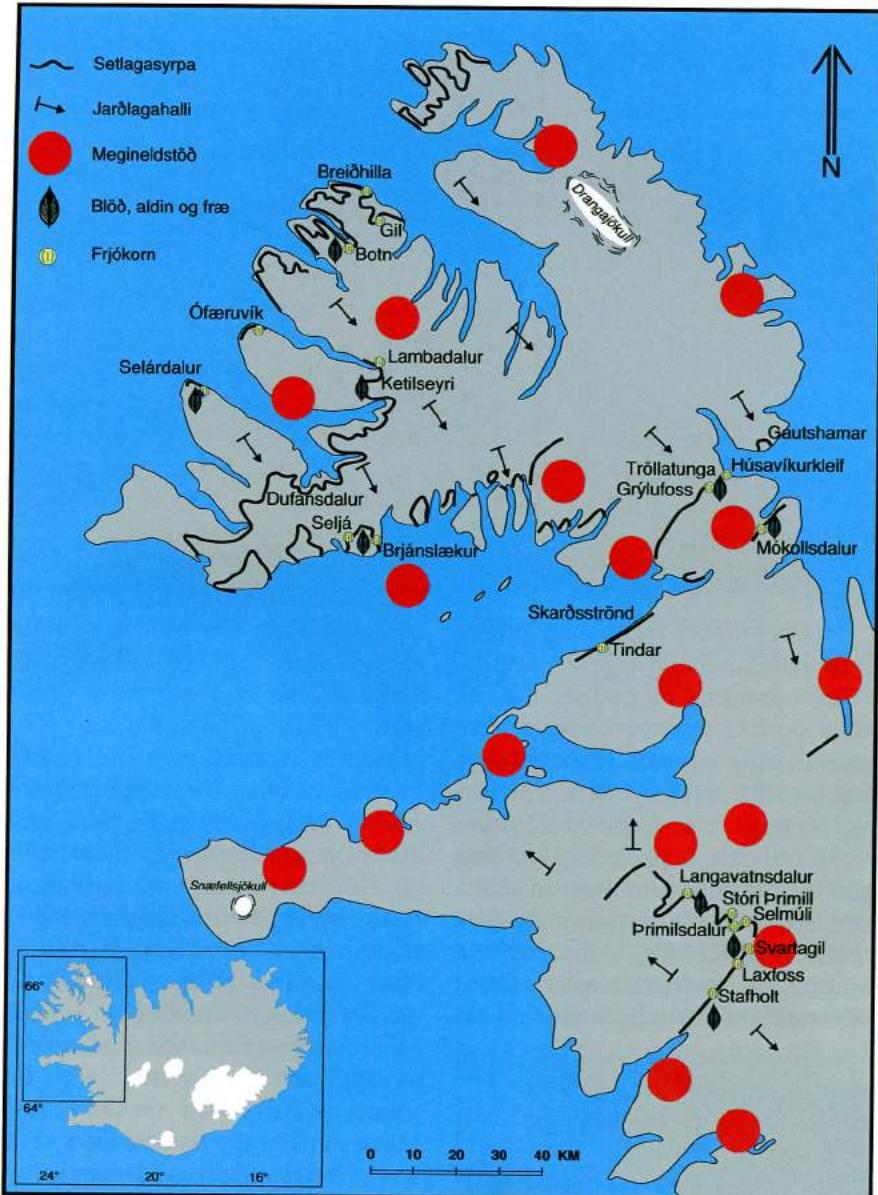
Í setlögum sem fylgja surtarbrandinum hafa fundist margs konar jurtaleifar; trjástofnar og greinar, blaðför, aldin og fræ, ásamt smásæjum frjókornum og gróum. Jurtaleifarnar eru einkum varðveittar í silt- eða sandkenndu vatnaseti, t.d. í Surtarbrandsgili hjá Brjánslæk. Fyrir um það bil 12 milljónum ára var stöðuvatn þar sem gilið er nú. Jurtaleifar sem bárust út í vatnið félle til botns og grófust í botneðjuna. Í vatninu lifðu nokkrar tegundir örsmárra kísl

þörunga. Vafaltið hafa margir tekið eftir því að flögur úr gilinu eru hvítar á annarri hliðinni en svartar á hinni. Eggert Ólafsson (1772)⁹ gat um það í Ferðabók sinni að svo væri sem fínkornótt eldfjallaaska hefði fallið á blöðin. Síðar kom í ljós að hvíta skorpan er samsett úr örsmáum kíslþörungum.¹⁰ Þeir sitja á blöðunum og raunar á öllum stærri flötum, en hafa að sjálfsögðu einnig botnfallið samhlíða öðru lífrænu og ólífrænu seti og blandast því. Dýptardreifing kíslþörunganna virðist eindregið benda til þess að vatnið hafi verið frekar grunnt. Að lokum hefur það grafist undir hrauni, en sjá má brota- og kubbaberg ofan á setinu þar sem kvikan hefur storknað hratt og sprungi þegar hún rann út í vatnið hálffullt af seti. Í Þrymildal og við Brekkuá upp af Hreðavatni hefur verið svo mikið af kíslþörungum í sumum vötnum, sem jurtaleifar bárust út í fyrir 7–6 milljónum ára, að setið er þar við næstum hvítt á litinn og afar létt.⁴ Við Tröllatungu og Húsavík í Steingrímsfirði hafa einnig verið stöðuvötn fyrir um það bil 10 milljónum ára og jurtaleifar borist út í þau. Syðstu stöðuvötnin við Tröllatungu hafa síðan grafist í miklu vikurgosi og er vikurinn líklegast ættaður úr megineldstöð sem var í Króksfirði um þetta leyti. Mikið af mýrarrauða hefur borist út í vatnið eða vötnir við Húsavík, og má sjá mikið af leirjárnsteinskúlum í lögunum í Húsavíkurkleif, en í þeim eru oft vel varðveittir för eftir laublöð. Í Hrútagili í Mókollsdal hafa jurtaleifar sest fyrir í gígvatni, sem myndaðist fyrir um 9–8 milljónum ára í tengslum við allstóra megineldstöð, en miðja hennar var rétt sunnar og innar í dalnum.⁴

Plöntusteingervingar eru best varðveittir í setlögum blágrýtismyndunarinnar á Vestfjörðum og Vesturlandi (3. mynd). Aðgengilegar og vel varðveittar plöntuleifar hafa fundist í Pórishlíðarfjalli í Selárdal, í Botni í Súgandafirði, við Ketilseyri í Dýrafirði, í Surtarbrandsgili hjá Brjánslæk, við Tröllatungu og í Húsavíkurkleif í Steingrímsfirði, í Mókollsdal í Kollafirði í Strandasýslu og í



2. mynd. Afsteypa af trjából í Húsavíkurkleif í Steingrímsfirði. Aldur hraunsins er um 10 milljónir ára. – A pseudomorph of a tree trunk in a Tertiary lava at Húsavíkurkleif, Steingrímsfjörður, Northwest Iceland. The age of the lava is about 10 Ma.



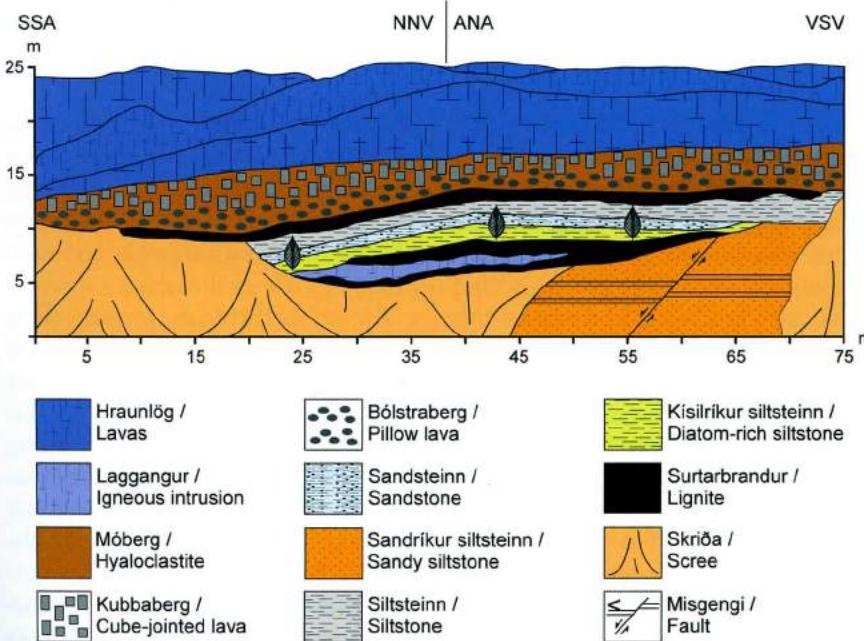
3. mynd. Yfirlit yfir setlagasyrpur með plöntusteingeringum á Vestfjörðum og Vesturlandi. Sýnd er afstaða setlagasyrpnanna til pekktra megineildstöðva, hallastefna þeirra og aldur í milljónum ára. – Map of the Northwest Peninsula and West Iceland, showing distribution of sediments (bold black lines), dip (arrows), known central volcanoes (red circles), macrofossils, such as leaves, cupules, and nuts (leaves), and pollen (yellow circles with triple striation).

nágrenni Hreðavatns og Stafholts í Borgarfirði.^{4,5} Einnig hafa fundist allgreinileg blaðför í gili fyrir ofan Illugastaði í Fnjóskadal. Miklu minna hefur fundist af jurtaleifum í setlögum í blágrýtismynduninni á Austurlandi, nema helst frjókornum og gróum.⁴

Gróðurmenjarnar í Þórishlíðarfjalli í Selárdal og Botni í Súganda-firði virðast um 15 milljón ára gamlar og gefa til kynna kulvísan skóglauft- og barrtrjáa sem lifðu í

heittempruðu loftslagi. Lauftré virðast hafa verið algengari en barrtré og mest ber á beyki, kastaníu, álmi, lind, magnólíu, hjartatré, vatnafuru, risafuru og fornrauðviði.^{5,11,12} Jurtaleifarar í Dufansdal í Fossfirði (í botni Arnarfjarðar) og við Ketilseyri í Dýrafirði eru taldar 13,5 milljón ára gamlar og endurspeglar bland-aðan, kulvísan gróður dulfrævinga og berfrævinga sem óx í tempruðu loftslagi. Mest ber á beyki, birki, agnbeyki og álmi og dulfrævingar eru

meira áberandi en berfrævingar.¹² Plöntuleifarar í Surtarbrandsgili hjá Brjánslæk (4. mynd) og við Seljá í Váðalsdal eru um 12 milljón ára gamlar og eru sumar kulvísustu tegundirnar, sem fundust í Þórishlíðarfjalli, Botni, Dufansdal og við Ketilseyri, horfnar eða farnar að láta mjög undan síga, einkum lind og platanviður. Mest áberandi er þinur, greni, risafura, lárvíður, magnólía, hlynur, elri, birki, víðir, túlípantré, álmur og hesliviður.^{5,10} Ljóst má vera að þinur, risafura, birki, hlynur, elri, magnólía og lárvíður voru ráðandi, þannig að allverulegar breyttingar virðast hafa orðið frá fyrri gróðurfélögum. Lauftré tóku að víkja fyrir barrtrjám og beyki var ekki lengur aðaltré. Næst stöðuvatninu, sem jurtaleifarar bárust út í við Brjánslæk, virðist hafa verið laufskógbælti þar sem elri og birki voru ríkjandi plöntur. Nokkru fjær vatninu, þar sem jarðvegur var ekki eins rakur, var einnig laufskógor; meira bar þar þó á túlípantré og magnólíu, en síðan tók við barrskógor þegar lengra dró frá vatninu og jarðvegur varð rakaminni og súrari.^{5,10} Fyrir 12–10 milljónum ára virðist þáttur furunnar fara vaxandi í gróðurfélögum og barrtré urðu algengari en lauftré.¹³ Gróðurmenjar í Gerpi á Austfjörðum eru taldar vera frá þessum tíma. Plöntuleifar úr setlögum við Tröllatungu og í Húsavíkurkleif í Steingrímsfirði og í Hólmatindi við Reyðarfjörð eru 10–9 milljón ára gamlar. Burknar (t.d. Osmunda), víðir, hlynur, magnólía, birki, valhnota og hikkoria virðast hafa verið ríkjandi í láglendisgróðri á þessum tíma.⁵ Í Hrútagili í Mókollsdal í Strandasýslu hafa fundist 9–8 milljón ára gamlar jurtaleifar þar sem beyki virðist aftur láta að sér kveða, en með því hafa einkum fundist elri, birki, hlynur, álmur, vænghnota (5. mynd) og hesliviður.⁵ Gróðurmenjar sem fundist hafa í nágrenni Hreðavatns eru taldar 7–6 milljón ára gamlar. Þar eru beyki og hikkoria og önnur álska kulvís tré sjaldgæf eða horfin úr gróðurfélögum, en birki, víðir og barrtré ríkjandi.⁵



4. mynd. Jarðlagasnið úr Surtarbrandsgili hjá Brjánslæk. Aldurinn er talinn vera um 12 milljónir ára. Blaðförin sýna lögin þar sem mest er af steingervingum. – Geological section from Surtarbrandsgil, a plant-bearing locality at Brjánslækur, Northwest Iceland. The sediments are about 12 million years old. The leaves show the most fossiliferous layers. Tekn./Drawing: Friðgeir Grímsson 2011.

Íslenskar gróðurleifar eldri en 10 milljón ára benda til skyldleika við gróður í laufskógabelti austanverðrar Norður-Ameríku og bera vitni um mildara loftslag en nú er hér á landi.^{4,5,10} Meðalárshiti hefur líklega verið á bilinu 8–12°C þegar plönturnar, sem nú finnast steingerðar í Selárdal, Botni, við Brjánslæk og Seljá, uxu hér.⁵ Frost hafa sennilega verið mjög fátið en úrkoma tölverð og jafndreifd á árið. Lítlisháttar kólnun gæti hafa valdið því að lind og platanviður dóu hér út fyrir 13,5–12 milljónum ára og magnólífa fyrir um 9 milljónum ára. Loftslag fór kólnandi á eftir hluta míosentíma, eins og jurtaleifarnar við Hreðavatn bera með sér. Þá benda gróðurleifar við Sleggjulæk í Borgarfirði til frekari kólnunar, en þær eru líklega um 3,5 milljón ára. Birkir, víðir og grös urðu sífellt meira áberandi á sama tíma og skógarinn fór minnkandi.⁵ Fyrir um 2,6 milljónum ára mynduðust jökulbergslög í ofanverðum Borgarfirði og vitna þau enn frekar um kólnandi loftslag.¹⁴

Á það hefur verið bent að íslenskar plöntur eldri en 10 milljón ára virð-

ast skyldar plöntum í laufskógabelti austanverðrar Norður-Ameríku.¹⁰ Blaðlús sem fannst í setlögunum í Mókollsdal í Strandásýslu virðist einnig benda til fánuskyldleika milli þessara svæða.¹⁵ Það er því sennilegt að einhvers konar landsamband hafi verið yfir Norður-Atlantshaf á fyrri hluta nýlifsaldar og blöndun orðið á flóru og fánu Norður-Ameríku og Íslands, eða nánar tiltekið milli Frum-Íslands og nyrðri hluta Norður-Ameríku þar sem skógurinn óx til forna. Skyldleiki íslensku fornflóunnar við núlifandi gróðurfélag í austanverðri Norður-Ameríku verður skiljanlegri þegar haft er í huga að tengslin í vesturátt rofnuðu að öllum líkindum seinna en þau í austur. Síðan eru allmög dæmi þess að eftir að þau rofnuðu hafi þróast hér tegundir í sívaxandi einangrun, tegundir sem ekki hafa fundist annars staðar. Þetta virðist eiga við um bæði víði, fjórmíðju, hlyn, vænghnotu og álm. Þessar nýju tegundir bera margar hverjar svipmót tegunda beggja vegna Atlantshafs.

Í Bakkabrúnum í Vífidal í Vestur-Húnnavatnssýslu eru um það bil 70 m

þykk setlög sem hafa sest til í stöðuvatni og virðast um 1,7 milljón ára gömul. Þau eru siltkennd neðst en verða sendnari þegar ofar dregur. Neðst í lögunum eru víða blaðför, aðallega eftir birki, víði, elri og lyng, og virðist Viðidalur því hafa verið vaxinn elri- og birkiskógi með víði og lyngi þegar lögin mynduðust.⁵ Ofarlega í Stöð á norðanverðu Snæfellsnesi eru skálæg óseyrarlög úr sandsteini og völubergi og sandsteinn myndaður í stöðuvatni. Í sandsteinum eru víða blaðför, einkum eftir víði og lyng, og er plöntusamfélagið ekki óáþekkt gróðurfélaginu í Bakkabrúnum þó að það sé nokkrum yngra (1,1 milljón ára).⁵

Menjar um svipaðan gróður og fundist hefur í Bakkabrúnum og á norðanverðu Snæfellsnesi hafa einnig fundist í um 120 m þykum setlögum í Svínafellssjalli í Öræfum.⁵ Setlögin eru að mestu leytti úr silt- og sandsteini og hafa greinilega sest til í stöðuvatni. Plöntusamfélagið er tæplega yngra en frá næstsíðasta hlýskeiði, en segulmælingar og aldursákvvarðanir með kalíum-argonaðferð benda til þess að það sé um 800 þúsund ára.¹⁶ Eftirtektarvert er að elri



5. mynd. Vænghnota (*Pterocarya sp.*) úr 9–8 milljón ára gömlum setlögum í Mókollsdal í Kollafirði á Ströndum. – *Pterocarya sp.* from 9–8 million-year-old sediments in Mókollsdalur, Kollafjörður, Northwest Iceland.

er til staðar í setinu í þó nokkrum mæli.

Í Elliðavogi hjá Reykjavík er um það bil 20 cm þykkt lag af koluðum viðarleifum, sem hvílir á völubergi, en viðarleifar eru rétt neðan við Reykjavíkurgrágrýtið. Í þessum lögum, sem líklegast eru frá því seint á ísöld, hafa fundist fræ og aldin af ýmsum nýlifandi plöntulegum, ásamt frjókornum af birki, víði og ýmsum jurtum.^{4,17}

Plöntuleifar hafa fundist neðst í setlögum í Breiðuvík á Tjörnesi. Ber þar mest á frjókornum af furu, elri, birki, víði og grósum, og því má vera ljóst að skógurinn var að mestu horfinn fyrir tæplega 2 milljónum ára en runnagróður tekinn við með einstaka barrtrjám og elri.¹³ Á síðustu hlýskeiðum ísaldar virðist birki hafa verið eina skógartré og gróður orðinn svipaður og nú er.

Kulvísu trú, sem settu mjög svip sinn á elstu plöntufélögum á Íslandi, dóu flest út í frosthörkum og kuldum fyrstu jökulskeiðanna og áttu ekki afturkvæmt vegna einangrunar landsins. Gróður á ísöld færðist smám saman í núverandi horf. Íslenska ísaldar- og nútímaflóran hefur greinilega evrópskan svip, en elstu plöntusamfélögum sýna einnig skyldleika við plöntur í laufskógbelti austanverðrar Norður-Ameríku. Af þeim 440 tegundum háplantna sem lifa hér á landi finnast um 97% í Evrópu, en aðeins 10 teljast vera amerískar tegundir.¹⁸ Eftir að hafstraumar breyttust til núverandi horfs, fyrir um það bil 3,6 milljónum ára, og íshella fór að myndast á Grænlandi, fyrir um 2,6 milljónum ára, má segja að aðflutningsleiðir plantna úr vestri hafi orðið enn illfærari.

LANDDÝRALEIFAR

Leifar land- og ferskvatnsdýra hafa sjaldan fundist í setlögum í íslensku blágrýtismynduninni, enda geymast dýraleifar illa í kalksnauðum setlögum og leysast fljóttlega upp. Af ferskvatnsdýrum hafa fundist örsmá svipudýr og stoðnálar úr litlum svampdýrum innan

um plöntuleifarnar í Surtarbrandsgili hjá Brjánslæk.¹⁰ Vatnaflær hafa fundist í setlögum í Mókollsdal og Langavatnsdal.^{4,15} Í gili ofan Illugastaða í Fnjóskadal hafa fundist setkjarnar (innri kjarnar) úr samlokum sem líklega lifðu í fersku vatni, en allmikið er af plöntuleifum og kísilþörungum í setinu.¹⁹

Leifar landdýra hafa sjaldan fundist í íslenskum jarðlögum. Sagt hefur verið frá bjöllutegund úr lögnum í Surtarbrandsgili hjá Brjánslæk,²⁰ en líklegt má telja að þar hafi plöntuleif og skordýr ekki verið rétt greind.⁴ Skjaldlúsum hefur verið lýst úr setlögum við Tröllatungu í Steingrímsfirði, en ekki hefur verið unnt að endurskoða þá greiningu því eintökin virðast týnd. Í Hrútagili innarlega í Mókollsdal hafa hins vegar fundist vel varðveitt skordýr, bæði rykmý og blaðlús (6. mynd).¹⁵ Blaðlúsin tilheyrir tegundinni *Longistigma carya*, stóru hikkríublaðlúsinni, en hún lifir nú í áðurnefndu laufskógbelti í austurhluta Norður-Ameríku. Fundur hennar í íslenskum jarðlögum er um margt athyglisverður. Í fyrsta lagi virðist hér vera um að ræða elsta eintak nýlifandi blaðlúsartegundar. Í öðru lagi er hún ein stærsta blaðlús sem fundist hefur, en framvængirnir eru 8–9 mm langir og með stór vængmerki. Í þriðja lagi hefur hún töluverða sérstöðu innan aettar sinnar, því hún lifir á margs konar lauftrjám, t.d. hikkoríu, beyki, kastaníu, eik, hlyn, ösp og mjaðarlyngi. Sumar þessara plantna finnast með blaðlúsinni í setlögum í Mókollsdal og því er sennilegt að sambandið milli plöntu og blaðlúsar hafi verið svipað þegar setlögin voru að hlaðast upp í Mókollsdal fyrir 9–8 milljónum ára og það er í austanverðri Norður-Ameríku á okkar dögum.

Að lokum skal nefnt að fyrir nokkrum árum fundust leifar landspendýra í setlagi í Þuriðarárgili í Höfsárdal í Vopnafirði.²¹ Þær voru í rauðu siltsteinslagi í um það bil 330 m hæð yfir sjó og er allþykkt hraunlag ofan á siltsteininum. Þarna fundust beinaleifar úr herðasvæði ungs hjartardýrs og má m.a. greina

hluta úr herðablaði. Frekari greining til tegundar hefur ekki ennþá reynst gerleg. Aldur setlagsins með beinunum er 3,5–3 milljónir ára, þannig að dýrið hefur lifað hér áður en ísöld gekk í garð. Því má vera ljóst að dýr jafnt sem plöntur eingangruðust á landinu þegar það varð eyja í Norður-Atlantshafi.

Einu landdýraleifarnar sem komið hafa í ljós í hlýskeiðslögum hér á landi eru skordýr og vatnarkrabbar, sem fundust í setlögum með koluðum jurtaleifum í Elliðavogi við Reykjavík, og virðist eingöngu vera um nýlifandi tegundir að ræða.^{17,22} Þær eru líklega frá hlýskeiði á seinni hluta ísaldar.

Frekar lítið hefur fundist af landhryggdýraleifum úr lögum frá síðjökultíma við Elliðaár hjá Reykjavík hafa fundist fótspor eftir gleidgengen sundfugl, og hafa þau markast í mjúkan sandinn.²³ Ennfremur hafa bein úr æðarfugli fundist í sjávarsetlögum af svipuðum aldri í Melabökum í Melasveit.²⁴



6. mynd. Rykmý í 9–8 milljón ára gömlu vatnaseti í Mókollsdal í Kollafjörður á Ströndum. – *Bibionidae* sp. from 9–8 million-year-old sediments in Mókollsdalur, Kollafjörður, Northwest Iceland.

Tjörnes – sjávarset frá plíósen og ísöld

Á Tjörnesi eru þrjár meginþyrpur setlaga; elst og syðst eru Tjörneslög, þá koma Furuvíkurlög og yngst eru Breiðuvíkurlög. Setsyrrpur þessar hafa sest til í stórra setlagadæld sem myndaðist í norðurenda gosbeltisins á Tjörnesi og undir Skjálfsfanda. Í syrnum skiptast á sjávarset, vatnaset, árset, jökulberg og hraunlög. Sjávarsetlög mynduð áður en ísöld gekk í garð eru óvísida þekkt annars staðar á landinu. Í Mýrdal hafa þó fundist sethnyðlingar með sædýraleifum frá því fyrir ísöld og eru þeir komnir úr setlögum undir dalnum sem gosefni hafa rifið með sér á leið til yfirborðs.²⁵ Tjörneslögin, elstu syrpuna á Tjörnesi, má rekja um 6 km leið í sjávarbökkunum á vestanverðu nesinu frá Köldukvísl og norður til Höskuldsvíkur. Lögnum hallar allt að 10° í norðvestur; þau eru víða sprungin svo að ekki er auðvelt að segja nákvæmlega til um heildarþykkt þeirra, en hún mun þó varla minni en 500 m.^{4,26} Í sjávarseti Tjörneslaga hafa fundist mismunandi samfélög sædýra og hvergi hafa fundist fleiri tegundir sjávardýra í íslenskum setlögum. Mest ber á lindýrum, krabbadýrum og götungum.^{26,27,28,29} Einnig hafa fundist þar leifar fiska og sjávarspendýra, bæði sela, rostunga og hvala.

Tjörneslögum er skipt í þrjú lífbelti (e. *biozones*) og hefur hvert belti sína einkennisskel eða -skeljar.²⁶ Neðst og elst eru gáruskeljalög, þá koma tígulskeljalög og efst og yngst eru krókskeljalög. Gáruskeljalög eru kennd við gáruskeljar (*Venerupis-Tapes*) og hafa fundist þrjár tegundir gáruskelja í lögnum, en ein þeirra lifir nú ekki norðar en í Norðursjó. Miðbeltið, tígulskeljalög, er kennt við tígulskeljategund, *Spisula* (=*Mactra*) *arcuata*, sem nú er útdauð. Í gáruskeljalögum og neðri hluta tígulskeljalaga skiptast á sjávarset og kolalög (surtarbrandur) og er mestur hluti sjávarsetsins myndaður á grunnsævi, líklega í strandnánd. Svæðið hefur því ýmist verið ofan eða neðan sjávarmáls á myndunar-

tíma neðstu setlagasýrpnum á Tjörnesi.^{26,28} Efri hluti tígulskeljalaga er hins vegar nær alfarið myndaður úr sjávarseti (7. mynd). Lindýrategundir sem fundist hafa í góru- og tígulskeljalögum eru flestar þekktar úr álfka gömlum og eldri jarðögum annars staðar við Norður-Atlantshaf. Hins vegar lífa margar þeirra nú eingöngu í hlýrri sjó en þeim sem nú er hér við land. Súrefnissamsetur í sæskeljum geta sagt okkur til um sjávarhitann sem dýrin lifðu við og virðist sjávarhiti varla hafa verið lægri en 15°C þegar efstu setlögin í gáruskeljabeltinu mynduðust en farið lækkandi, allt niður í $7\text{--}8^{\circ}\text{C}$ efst í tígulskeljalögum.²⁹ Frjórnansóknir sem gerðar hafa verið á kolalögum í tígulskeljalögnum benda til mildara loftslags en nú, þó að nokkrar kulvísar tegundir sem eru þekktar úr eldri lögum séu horfnar úr gróðurfelögum.⁵ Meðalhiti kaldasta mánaðar hefur líklega verið hærri en 0°C , enda bendir tilvist kristþyrnis til þess.⁵

Allt frá miðri nítjándu öld hafa Tjörneslögin verið talin plíósen að aldri.³⁰ Aldursgreiningar á hraunum við botn gáruskeljalaganna³¹ og nýlegar rannsóknir á svipuþörungum í Tjörneslögnum benda til þess að lögin hafi byrjað að hlaðast

upp fyrir um það bil 5 milljónum ára.³²

Krókskeljalögini eru kennd við krókskel, *Serripes* (=*Cardium*) *groenlandicus*; má rekja þau frá Hallbjarnarstaðaá norður til Höskuldsvíkur. Lögin eru að mestu úr sjávarseti, en efst í þeim eru frekar þunn kolalög. Neðst í krókskeljalögum breytist sædýrafánan mikið með tilkomu tegunda sem áður voru óþekktar á svæðinu. Má þar nefna beitukóng, hafkóng, krókskel, hallloku og ratskel (*Hiatella arctica*, ekki *H. rugosa*), en síðan hafa þessar tegundir verið meðal algengustu skeldýrategunda hér við land.^{33,28} Í krókskeljalögum hafa fundist meira en 80 tegundir sælindýra, aðallega snigla- og samlokutegundir; sumar þeirra eru ekki þekktar úr eldri jarðögum. Virðist því sem mikilr sædýrafluttingar hafi átt sér stað úr Kyrrahafi yfir í Atlantshaf um það leyti sem neðsti hluti krókskeljalaga var að myndast.^{33,28} Þessir sædýrafluttingar eru settir í samband við lokun Panamasunds á milli Kyrrahafs og Atlantshafs fyrir um 3,6 milljónum ára, en þá breyttust yfirborðsstraumar í Norður-Kyrrahafi þannig að mun sterkari



7. mynd. Skeljalög í tígulskeljalögum á Tjörnesi. Einstök skeljalög hafa myndast við samansöfnun skelja og skeljabrota þegar straumar léku um botnsetið og skoluðu burtu setkornum, en skeljarnar sátu eftir þar sem þær eru þyngr. Aldur setlaganna er 4–3,5 milljónir ára. – Shell beds in the *Mactra* Zone of the Tjörnes beds, North Iceland. Concentrations of molluscs represent lag deposits. The age is 4–3.5 Ma.

straumur varð norður á bóginn í átt að Beringssundi og út sundið yfir í Íshafið. Straumurinn tók með sér allmikið af tegundum sem lifðu norðarlega í Kyrrahafi og flutti þær yfir í Íshafið, en síðan bárust þær áfram í átt til Norður-Atlantshafs og þá suður á bóginn. Talið er að Tjörnes hafi verið einn af fyrstu viðkomustöðum þessara tegunda í Atlantshafi. Þessi straumabreyting er talin hafa styrkt Golfstrauminn úr Karibahafi, en samtímis urðu til eða styrktust kaldir straumar úr Íshafinu, bæði Labradorstraumur og Austur-Grænlandsstraumur. Straumakerfið, eins og við þekkjum það umhverfis Ísland á okkar dögum, hefur því líklega komist á um þetta leyti.²⁸ Dreifing svipþörunga í Tjörneslögunum bendir til þess að mörk krókskelja- og tígulskeljalaga séu ívið eldri en hingað til hefur verið talið.³²

Sjávarhiti virðst hafa farið lækkandi meðan neðstu lög í krókskeljalogum voru að myndast og fór líklega niður í 6°C um miðvik þeirra. Hann hækkaði síðan um 2–3°C, lækkaði þá aftur niður í 6°C, en hækkaði að lokum haegt og sígandi og var um 12°C þegar efstu lögin mynduðust.²⁹

Í Furuvík hvíla setlög á Höskuldsvíkurbasaltinu. Þar hafa aðeins fundist fáein skeljabrot sem benda til sjávarssets. Í Furuvík eru hins vegar tvö jökulbergslög og eru þau elstu menjar um jökul á nesinu. Neðra lagið er talið vera um 2,5 milljón ára gamalt.^{31,34} Hraunlög og setlög sem hvíla á efra jökulbergslaginu má rekja norður í Breiðuvík.

Í Breiðuvík er um 125 m þykk setlagasyrpa, mynduð til skiptis úr jökulbergi, óseyrarlögum, vatnaseti og sjávarseti með sædýraleifum, einkum götungum, krabbadýrum og lindýrum.^{35,36} Á milli jökulbergslagsa er viða sjávarset og hraunlög á stöku stað, hvort tveggja myndað á hlýskeiðum ísaldar. Sædýrafánan í setlögunum í Breiðuvík er líkari nútímafánunni hér við land en fáunni í eldri Tjörneslögum. Flestar tegundirnar lifa nú hér við land, nema samlokutegundirnar *Chlamys breidavicensis* og *Cyrtodaria angusta*, en síðarnefnda finnst einnig í Tjörneslögunum.³⁶ Pessar tegundir eru nú taldar útdauðar. Annars eru flestar kulvísu tegundirnar í Tjörneslögunum horfnar, en hins vegar hefur jökultodda (*Portlandia arctica*) fundist á a.m.k. þremur stöðum í

setlögunum í Breiðuvík. Tegund þessi er óþekkt í eldri setlögum hér á landi og lisir nú í köldum sjó norður í höfum, t.d. við Austur-Grænland.³⁷ Fyrst kemur hún í ljós í Hörgamynduninni vestast í Breiðuvík, en síðum er líklega um það bil 2,15 milljón ára gömul. Þar hefur hún lifað ásamt öðrum tegundum sem holdu bæði lágan sjávarhita og ísaltan sjó við jökuljáðarinn, þegar sjór gekk inn yfir dauðíslandslag og sjávarset settist í lægðir á milli malarkeilna, sem nú mynda m.a. Rakkadalsbjarg og Beitarhúsastapa (8. mynd). Annað slagið hafa malarbungar skriðið frá malarkeilunum út í eðjóttar lægðirnar og hrifið með sér fánu sem lifði utan í malarkeilunum, en hún er töluvert frábrugðin eðjubotnsfánunni.

Tjörnes liggr á mörkum rekássins um Öxarfjörð og þverbrotabeltissins sem tengir það við Kolbeinseyjarhrygg.²⁸ Skaginn hefur lyft upp miðað við landið sunnan Húsavíkursiggengisins og í Öxarfirði, og nemur afstæð lyfting meira en 1.000 metrum frá því að Tjörneslögin töku að setjast til í flóa sem var opinn í norður. Höggunarsaga Tjörness hefst á langvarandi landsigi, en land



8. mynd. Setlög í austurlhluta Breiðuvíkur á Tjörnesi. Lagaskipt sjávarset með skeldýraleifum hefur sest í dældir á milli malarkeilna, sem mynduðust þegar ísa leysti í lok jökulskeiðs fyrir um það bil 2,15 milljónum ára. Í sjávarsetinu eru elstu menjar um jökultoddu í íslenskum setlögum. – Sediments in Breiðavík, Tjörnes, North Iceland. Fossiliferous marine sediments occupy basins between kame deposits from a glaciation phase at about 2.15 Ma. Among the observed fossils are the oldest *Portlandia arctica* specimens found in Iceland.

fer svo að rísa miðað við sjávarmál fyrir um einni milljón ára. Tjörneslöginn snöruðust fyrst til vestnorðvesturs, en á ísöld hefur öll spildan snarast til norðurs og síðar norðausturs.

Í Mýrdal í Vestur-Skaftafellssýslu, þar sem flest fjöll eru úr móbergi, hafa fundist molar úr silt- eða sandsteini með skeldýraleifum hér og þar í móberginu, t.d. í Höfðabrekkuheiði, Skammadalsskómbum og Pétursey.²⁵ Svipaðir setmolar eða hnyðlingar hafa og fundist í Surtsey og Heimaey.⁴ Setmolar þessir hafa brotnað úr gosrásum, þegar hraunkvika braust gegnum setlögin á sjávarbotni, og borist upp með gosefnum. Við djúpborun í Heimaey árið 1964 komu í ljós um það bil 640 m þykk sjávarsetlög undir eyjunni og sethnyðlingarnir í Mýrdal, Surtsey og Heimaey benda til þess að allþykk setlög séu undir hluta af Suðurlandi og landgrunninu þar. Í hnyðlingunum sem hafa fundist í Mýrdalnum ber töluvert á útdauðum skeldýrum, en fánusamfélögunum svipar mjög til fánusamfélaga í krókskeljalögum á Tjörnesi.²⁵ Setlögin sem myrdælsku hnyðlingarnir eru úr eru því að öllum líkindum mynduð á svipuðum tíma og krókskeljalöginn á Tjörnesi, en móbergið sem þeir finnast í er töluvert yngra, ef til vill frá síðasta jökulskeiði. Í hnyðlingunum í Surtsey og Heimaey hefur hins vegar fundist frekar dæmigerð nútímafána, með þeirri undantekningu þó að í einum hnyðlingi frá Heimaey hefur fundist hjartaskel (*Cerastoderma edule*), sem virðist hafa lifað hér á myndunartíma krókskeljalaga en horfið í byrjun ísaldar og ekki komist hingað aftur fyrr en af mannavöldum á árum seinni heimsstyrjaldar um miðja tuttugustu öld.⁴ Því bendir aldursdreifing steingervinga til þess að setfleygur gangi inn undir Suðurland og út undir eyjar, þar sem hann er þykcastur, og elsta setið sé neðst og lengst í norðaustri undir Suðurlandi (Mýrdal). Gera má því ráð fyrir að þarna hafi myndast setlagadæld í suðurenda gosbeltisins sambærileg við setlagadældina sem myndaðist

í norðurenda gosbeltisins á Tjörnesvæðinu og hefur safnast í hana set fyrst og fremst úr norðri.

Á norðanverðu Snæfellsnesi frá Kirkjufelli vestur að Skarðslæk má rekja allt að 50 m þykkar setlagsyrspr. Bestu opnur í þær eru í Búlandshöfða og Stöð og umhverfis Ólafsvík.³⁸ Í Búlandshöfða liggja setlögin á jökulrákuðu blágrýti í um það bil 130 m hæð yfir sjó og hefur blágrýtishraunið greinilega runnið áður en ísöld gekk í garð. Neðst á hrauninu er blanda af sjávarseti og jökulbergi, en þá hefur jökull gengið í sjó fram og lagt til eigin framburð og blandað í sjávarset, sem varðveitt hefur skeljar og skeljabrot. Í þessum hluta laganna hafa fundist kalsjávartegundir og má þar nefna jökultoddu, trönuskel, lambasket, rataskel og turnrós.³⁸ Á neðstu lögunum er silt-eða sandsteinn með hlýsjávartegundum eins og kræklingi, kúskel og fjörudoppu. Steingervingarnir í Búlandshöfða benda því eindregið til hækkandi sjávarhita og því má gera ráð fyrir að lögin séu mynduð í lok jökulskeiðs og byrjun eftirfarandi hlýskeiðs. Lögin í Búlands höfða eru rúmlega 1,1 milljónar ára gömul samkvæmt kalium-argonaldursákvörðun á hraunlaginu sem hvílir á setinu.³⁸ Í Stöð vantar setið með hlýsjávarfánunni, en í stað þess eru skálæg óseyrarlög úr sandsteini og völubergi og sandsteinn myndadúr í stöðuvatni. Í sandsteininum eru víða blaðför, einkum eftir víði og lyng. Plöntusamfélagið er áþekkt gróðurfélaginu í lögunum í Bakkarbrúnum.⁵ Setlögin á norðanverðu Snæfellsnesi hafa að öllum líkindum sest til í setlagadæld sem fylltist úr aust-suðaustri, en lögin yngjast í vesturátt og eru líklega um 700 þúsund ára gömul við Ólafsvík.³⁸

Í Elliðavogi koma fram setlög undir Reykjavíkurgrágrýtinu. Í Háubökum er neðst siltsteinn með skeljum; gljáhnytlu, hallloku og smyrslungi, og er hann því greinilega myndaður í sjó.¹⁷ Á sjávarsetinu hvílir skálægur sandsteinn sem sennilega er árset að uppruna. Ofan á sandsteininum er jökulbergslag, en á því hvílir aftur völuberg og virðast

bæði þessi lög mynduð á landi. Á völubergslaginu er um 20 cm þykkt lag af koluðum viðarleifum beint undir Reykjavíkurgrágrýtinu, en í þeim hafa fundist fræ og aldin af ýmsum núlifandi plöntutegundum ásamt frjókornum af birki, víði og ýmsum jurtum.¹⁷ Elri hefur hins vegar ekki fundist í þessum hlýskeiðslögum frá því seitn á ísöld.

Leifar land- og vatnadýra aðrar en bjöllurnar og krabbadýrin í Elliðavogslögum hafa ekki fundist í hlýskeiðslögum hér á landi. Hins vegar hafa víða fundist leifar sædýra, einkum götunga, krabbadýra, snigla, samlokna og ígulkerja. Kulvísu tegundirnar sem lifðu hér við land þegar Tjörneslöginn mynduðust hurfu smátt og smátt þegar sjávarhiti fór lækkandi, einkum meðan setlögin í Breiðuvík voru að myndast, og þá færðist skeldýrafánan í núverandi horf.

Sjávarhiti á hlýskeiðum virðist hafa verið svipaður hér við land og nú er. Í byrjun og lok jökulskeiða hefur meðalhiti sjávar hins vegar verið um 0°C eða lægri, og þá lifðu hér við strendur einkennisdýr ískalda sjávar svo sem jökultodda. Samfélög slíksra dýra eru einkum þekkt frá lokum jökulskeiða, t.d. í sjávarsetlögum við Saurbæ í Gilsfirði, í Geiradal í Króksfirði, við mynni Súluár í Melasveit og á Heynesi austan Akraness.³⁷

Setлагаásýndir á síðari hluta nýlífsaldar og ísöld

Jöklar hafa prýtt Ísland bæði á míósen og plíósen og á ísöld huldist landið af og til víðáttumiklum jökulskjöldum sem náðu í sjó fram. Af ásýnd setlaga í efri hluta blágrýtismyndunarinnar má ráða að fyrir um fimm milljónum ára fóru afrennslis hættir að breytast. Ekki er ósenilegt að það megi rekja til aukinna snjófyrninga á landi og tíðari vatnsflóða í asahlákum og vorleysingum. Þessi ferli endurspeglast í aurflóðaseti og grófkorna áframbröðri, sem gætir æ meir í jarðlagastaflanum uns fyrstu jökulbergslöginn og móbergslöginn benda til víðáttumikilla og þykkra

jökulskjálða.¹⁴ Ásýnd setлага og gosmyndana í íslenska jarðlagastaflanum, bæði í Borgarfirði, Tjörnesi, Jökuldal og Fljótsdal og á Miðsuðurlandi, benda til þess að mest allt landið hafi í fyrsta skipti hulist jöklí fyrir um 2,5 milljónum ára en staðbundnir jöklar hafi byrjað að stækka talsvert fyrir um 4 milljónum ára.^{39,40,41}

Ef til vill má fáera rök fyrir því að síðasta ísöld hefjist fyrir 2,6–2,5 milljónum ára, þegar fyrsta stóra jökluskeiðið á nýlifsöld skall á. Hins vegar er ljóst að nokkru áður voru jöklar þegar farnir að myndast á hálandum svæðum inni í landi, einkum suðaustanlands. Elsta jökulberg sem nær út að strönd hér á landi er hins vegar neðra lagið í Furuvík á Tjörnesi, en það er um 2,5 milljón ára gamalt.^{31,14}

A ísöld voru miklar sveiflur í loftslagi og skiptust á jökluskeið með mjög köldu loftslagi og hlýskieið með loftslagi svipuðu því sem nú er. Loftslagssveiflurnar hafa markað greinileg spor í jarðlögin, gosberg sem setlög, en saga veðurfars og þróun lífsins síðustu ármilljónirnar er skráð í þessar jarðmyndanir, einkum setlögini. Á jökluskeiðum breiddust jöklar yfir stór svæði, sem nú eru auð, en ekki er víst að allt landið hafi nokkurn tíma verið hulið jöklí. Líklegra er talið að smá svæði, einkum í fjöllum á Norðurlandi, hafi verið íslaus.⁴²

Jarðlöög frá ísöld eru frábrugðin jarðögum blágrýtismyndunarinnar að því leyti að þau bera þess oft merki að jöklar höfðu áhrif á myndun þeirra. Á hlýskieiðum runnu að vísu hraun sem mörg hver líkjast hraunlöögum blágrýtismyndunarinnar, en á jökluskeiðum hlóðst upp móberg, einkum við gos undir jöklí. Móberg er því fyrst og fremst einkennandi fyrir ísaldarlögini og heldur lítið er af því í eldri og yngri jarðmyndunum. Setlög frá ísöld eru af ólíkari uppruna en eldri setlög; ár- og vatnaset ásamt sjávarseti er varðveisit frá hlýskieiðum, jökulárset frá lokum jökluskeiða og jökulbergslög af ýmsu tagi frá jökluskeiðum. Í jökulbergi er venjulega jökulnúið grjót og lagskipting oft-

ast ógreinileg, en einkennandi er að setið er lítt aðgreint eftir kornastærð og gjarnan spunnið úr tveimur áberandi þáttum, silti annars vegar og steinvölum eða hnnullungum hins vegar (tvistberg). Slíkt berg hvílir oft á jökulrispuðu undirlagi. Set frá ísöld er venjulega samanlímmt og orðið að föstu bergi, leir-, silt- eða sandsteini, völubergi eða jökulbergi. Setlög frá ísöld eru víða allvel varðeitt hér á landi, einkum þar sem hraun hafa runnið yfir þau og verndað fyrir sliti og eyðingu.

Jökluskeiðin voru mislöng og sama er að segja um hlýskieiðin. Síðasta hlýskieið byrjaði líklega fyrir 130.000 til 120.000 árum og lauk fyrir um það bil 70.000 árum. Þá byrjaði síðasta jökluskeið, sem stóð í 60.000 ár, en því lauk fyrir 11.700 árum við upphaf nútíma. Löngum var álitíð að jökluskeiðin hefðu verið fjögur eða fimm, en nýrri rannsóknir gefa til kynna að þau hafi verið mun fleiri, varla færri en tíu.¹⁴

Lífveruleifar frá ísöld benda til þess að loftslag og sjávarhiti á hlýskieiðum hafi verið líkt og nú er. Hins vegar var miklu kaldara á jökluskeiðunum og þá hefur meðalárs-hiti verið 5–10°C lægri en hann er nú og snælína virðist hafa legið allt að 1.000 m neðar. Á síðasta jökluskeiði var landið að mestu þakið ís, en á Suðvesturlandi, bæði í Njarðvíkum og á Seltjarnarnesi, hafa fundist setlög með skeldýrum sem lifðu hér við land á síðasta jökluskeiði, fyrir 20.000–30.000 árum, og bendir það ótvíraett til þess að á þeim tíma hafi landið ekki allt verið ísi hulið.⁴³

Síðjökultími

Þegar hlýna tók í lok síðasta jökluskeiðs voru loftslagsbreytingarnar til hins betra ekki samfelldar og a.m.k. tvö kuldköst eru þekkt frá þessum tíma, síðjökultíma. Þá skriðu fram jöklar og skildu eftir sig allmikla jökulgarða, og eru þeir eldri, Álfтанesröðin, 12.500–12.000 ára en hinir yngri, Búðaröðin, um 11.000 ára.⁴⁴ Þegar jöklar minnkuðu við bráðunun hækkaði yfirborð sjávar frekar hratt og láglendið, sem kom

undan jöklum, fór undir sjó og á það hlóðst sjávarset. Síðan reis landið úr sæ þegar jökulmarginu létti, en landlyftingin var í byrjun miklu hægari en hækkun sjávarborðs. Hæstu sjávarmörk virðast vera af svipuðum aldri um land allt, um 11.000 ára, en landið hefur ekki allstaðar risið jafnmikið; t.d. eru hæstu fjörmörk í Árnes- og Rangárvalla-sýslum í um það bil 110 m hæð yfir sjó og um 120 m í Borgarfirði, en víða annars staðar um 60 m.⁴⁴ Í sjávarsetinu eru víða leifar götunga, krabbadýra og lindýra og bera þau víðast sama svip og nútíma sædýrasamfélög við strendur landsins (9. mynd). Þó hafa í elstu setlögunum fundist kaldsjávartegundir frá síðjökultíma, og má þar minna á jöktoddu sem ekki lifir hér lengur.

Allþykk setlög eru varðeitt á Sel-tjarnarnesi og í norðanverðum Foss-vogi þar sem þau hvíla á jökulrákuðu Reykjavíkurgrágrýti.^{45,46} Lög þessi eru að mestu úr silt- og sandsteini og í þeim er töluvert af leifum sædýra, einkum götunga, snigla, samlokna og krabbadýra. Pau hafa því myndast í sjó í lok síðasta jökluskeiðs (síðjökultíma), en þar til fyrir fáeinum árum voru lögin í Fossvogi talin mynduð á síðasta hlýskieiði ísaldar og lögin í Elliðavogi á því næstsíðasta.⁴⁵

Allvíða hafa fundist rostungsbein, svo sem hauskúpur, tennur, rifbein og reðurbein, í fornum marbökkum lágt yfir sjó á svæðinu frá Faxaflóa til Húnaflóa, en sumar þessara leifa eru hins vegar í setlögum sem sest hafa til á nútíma. Tungubein úr þorski hefur fundist í 75 m hæð yfir sjó, í sjávarseti frá síðjökultíma við Hellis-holtalæk í Hrunamannahreppi.²³

Nútími

Jarðlöög frá nútíma eru með ýmsu móti: hraunlög, gjóskulög, ár- og vatnaset ásamt sjávarseti. Jöklar hafa yfirleitt ekki farið yfir þessi lög eða raskað þeim nema þau séu mjög nálægt núverandi jöklum. Þannig hefur Breiðamerkurjökull ýtt upp sjávarseti frá miðhluta nútíma þegar hann skreið fram og dró sig síðan til



9. mynd. Lifför í setlögum frá ísaldarlokum í Hvalvík á Sléttu. Förin eru greinilega davalarför eftir samlokur, einkum smyrsling (*Mya truncata*). – Lateglacial ichnofossils of domichnia type formed by the burrowing bivalve *Mya truncata* from Hvalvík, Melrakkaslétta, Northeast Iceland.

baka og skildi eftir sig dældina þar sem nú er Jökulsárlón. Yfirleitt eru setlög frá nútíma lítt samanlímd og ekki tiltakanlega hörð.

Snemma á nútíma, fyrir 10–9 þúsund árum, virðist birki hafa vaxið viða á Norðurlandi, en ekki er ljóst hvort það óx þá sunnanlands. Petta gæti bent til þess að hluti íslensku flórunnar hafi lifað af harðindi síðasta jökluskeiðs á jökluskerjum á Norðurlandi.⁴² Á birkiskeiðinu fyrra, fyrir um 9.000 árum, breiddist birki allhratt út og virðist meginhluti láglandisins fljóttlega hafa klæðst birkiskógi eða birkikjarri, eins og sjá má af frjórannsóknunum og lurkalögum í mýrum.^{47,48,49} Þá hefur meðalárshiti verið um það bil 2°C hærri en nú er og eitthvað minni úrkoma. Fyrir um 6.500 árum jókst úrkoman og mýrar urðu útbreiddar á láglandi á mýraskeiðinu fyrra. Meðalárshiti hefur þó verið lítið eitt hærri en nú er, því að þá var svarðmosi frekar algengur og gróbær, en það er hann tæplega lengur hér á landi. Á birkiskeiðinu síðara, fyrir 5.000 árum, dró heldur úr úrkому og birki breiddist aftur út. Þá mun landið hafa verið fullrisið eftir að fargi ísaldarjöklusins létti. Einu menjar um hærri sjávarstöðu frá þessum tíma eru nákuðungs-lögin, en þau eru einkum þekkt við Húnaflóa annars vegar og á Eyrar-

bakka og Stokkseyri hins vegar.⁵⁰ Hæstu sjávarmörk virðast hafa verið í 5 m hæð yfir sjó og eru þau um það bil 5.000 ára gömul. Lögin virðast mynduð við sjávarborðshækkun vegna aukinnar bráðnunar jöklra um miðbik og á seinni hluta nútíma. Við Bæjará í Hrútafirði má sjá fleiri malarkamba, hvern neðan við annan, og hefur áfleði sjávar

greinilega gengið til baka í þrepum. Sjávarborðið tók að lækka á ný fyrir um 3.000 árum. Fánan í nákuðungslögnum er dæmigerð strandfána og eru doppur og nákuðungur einkennisdýr þeirra (10. mynd).⁵⁰ Nákuðungs varð fyrst vart á ný við norðurströndina upp úr 1920 og virðist því sem sjávarhiti hafi verið nokkru hærri á myndunartíma nákuðungslaganna en hann var á síðustu oldum og þá svipaður og nú er. Birkiskógar eyddust enn frekar upp úr landnámi, grös urðu útbreiddar og plöntutegundir sem fylgdu manninum skutu upp kollinum. Í kjölfarið fylgdi jarðvegseyðing af völdum vatns og vinda samhlíða búsetu og versnandi veðurfari.

Á síðustu árum hefur birst fjöldi greina um umhverfisbreytingar á Íslandi og í hafinu umhverfis landið á síðjökultíma og nútíma. Steingervingar hafa komið þar mjög við sögu, til dæmis skordýraleifar í stöðuvatnarannsóknunum⁵¹ og götungar,⁵² kokkólitar⁵³ og kísilþörungar⁵⁴ í sjávarseti. Gjóskulög og geislakolsgreiningar hafa verið notaðar til að tengja saman gögn frá hafi og landi⁵⁵ og fjölbreytilegra gagna um setlög í stöðuvötnum hefur verið aflað.⁵⁶



10. mynd. Þykustu samfelldu skeljalög á Íslandi. Skeljalögin eru frá seinni hluta nútíma, 2.700–2.200 ára gömul, og hafa skeljarnar líklegast safnast saman í lóni þar sem nú er Stokkseyri. Lögin eru skáskorin af áberandi roffleti, en eftir að hann myndaðist hefur skeljasöfnun halddi áfram. Efst eru allt að eins metra djúpar rofremur fylltar af jarðvegi. – The thickest, continuous shell layers in Iceland, formed in a lagoon during a transgression 2.7 to 2.2 thousand years ago at Stokkseyri, South Iceland. A distinct erosional contact is visible under the pebbly layer and a deep erosional channel filled up with sand mixed with soil.

SUMMARY

Fossils and sediments in Iceland

The paper presents an overview of fossils and sedimentary horizons in the Icelandic succession of volcanic rocks. The geological history of Iceland is characterized by volcanic processes including eruptions of lava and tephra. It is generally assumed that all rocks above the present sea level in Iceland have been formed after Iceland became a separate island in the North Atlantic following the extinction of the Aegir Ridge and initiation of rifting volcanism along the currently active Kolbeinsey and Reykjanes Ridges at c. 27 Ma. Studies of lava sequences in Iceland have revealed that a given site in a zone of accumulation may be expected to receive a lava flow every 5–10 thousand years. This provides ample time for the development of vegetation and soil, as well as deposition of sediments in basins associated with tectonic rifting or denudation. Numerous horizons of plant fossils preserved as leaf impressions in reddish sediments interpreted as soils or as both microfossils and macrofossils in more local lacustrine deposits. Locally, the tertiary plant remains occur as lignite seams, containing tree trunks and branches, including the genera *Pinus*, *Sequoia*, and *Glyptostrobus*, but deciduous genera are also preserved. In many cases, the lava flows have overrun forests, and molds and casts of trees have been preserved in the lavas. One of the oldest plant horizons in Iceland at Selárdalur and Botn in Vestfirðir dates from c. 15 Ma and contains evidence of a warm-temperate climate with a mixed

coniferous and deciduous forest. Successively younger plant horizons towards the presently active volcanic zones show changes in the plant assemblages reflecting a cooling trend from warm-temperate to temperate climate. The affinity of the flora is distinctly North-American before 10 Ma with annual mean air temperature close to 15°C. Late Miocene cooling is evidenced, becoming severe towards the end of the Pliocene with the first regional glaciation of Iceland at 2.5–2.6 Ma. The Quaternary fossil flora in Iceland has mainly been preserved in interglacial lake deposits, e.g. in Bakkabréunir, Vífidalur, North Iceland (about 2 Ma), in Stöð, Snæfellsnes, West Iceland (about 2 Ma), and in Svinafell, South Iceland (about 0.7 Ma). The most common tree genera are *Betula*, *Salix*, and *Alnus*.

Terrestrial animal fossils are rare in Icelandic sediments, but include sponges, insects and freshwater molluscs. The only known terrestrial mammal find is from Vopnafjörður, Northeast Iceland, where bones of a young deer have been found (3–3.5 Ma). Interglacial deposits in Ellíðavogur contain fresh water crustaceans and insects. These deposits also have preserved bird footprints. Polar bear teeth have been found in Lateglacial deposits in North Iceland, and eiderduck bones from the Lateglacial have been found in Melabakkar, West Iceland.

The marine Pliocene and Quaternary deposits on Tjörnes, North Iceland, contain a wealth of marine fossils. Mollusc assemblages form the basis of biostratigraphic zonation of the Tjörnes beds. The lowest biozone, the *Tapes* Zone, contains extinct species, and the fauna as

well as oxygen isotope data indicates sea temperature about or above 15°C. The second biozone (*Mactra* Zone) indicates temperature fluctuations, falling to 7–8°C towards the top, but the uppermost, *Serripes* Zone, shows a general cooling trend down to about 12°C towards the top. A dramatic increase of Pacific molluscs is observed at the base of the *Serripes* Zone, coeval with oceanographic changes in the Pacific and the closing of the Panama isthmus. The Pliocene deposits also contain marine microfossils, such as ostracods and foraminifera, as well as dinoflagellates and pollen. Terrestrial lignite horizons in the sequence contain plant fossils. Quaternary interglacial and deglacial deposits on Tjörnes also contain marine molluscs and foraminifera showing environmental changes consistent with the lithological evidence of glacial-interglacial cyclicity. Other Tertiary and early Quaternary localities containing marine fossils in Iceland include Mýrdalur in South Iceland and Snæfellsnes, West Iceland.

Lateglacial and Holocene fossiliferous sediments in Iceland are abundant and generally associated with sea-level changes due to isostatic adjustments to ice cover and eustatic changes due to variable terrestrial ice volumes. In addition to traditional lateglacial and early Holocene localities, increasing effort has been directed to the study of lake deposits and shelf sediments, applying tephrochronology to the dating of high resolution climate archives. Microfossils such as diatoms, chironomids, coccoliths, dinoflagellates and foraminifera play an important part of these recent and ongoing studies.

HEIMILDIR

1. Sigurður Steinþórsson 1981. Ísland og flekkenningin. Bls. 29–63 í: Náttúra Íslands 2. útg. (ritstj. Sigurður Þórarinsonn). Almenna bóka-félagið, Reykjavík.
2. Kristján Sæmundsson 1979. Outline of the geology of Iceland. Jökull 29. 7–28.
3. Roaldset, E. 1983. Tertiary (Miocene-Pliocene) interbasalt sediments, NW- and W-Iceland. Jökull 33. 39–56.
4. Leifur A. Símonarson 1981. Íslenskir steingervingar. Bls. 157–173 í: Náttúra Íslands 2. útg. (ritstj. Sigurður Þórarinsonn). Almenna bóka-félagið, Reykjavík.
5. Denk, T., Friðgeir Grímsson, Zetter, R. & Leifur A. Símonarson 2011. Late Cainozoic floras of Iceland. Topics in Geobiology 35. Springer, Heidelberg, London, New York. 854 bls.
6. Leifur A. Símonarson, Friedrich, W.L. & Páll Imsland. 1975. Hraunafsteypur af trjám í íslenskum tertíferlögum. Náttúrufræðingurinn 44. 140–149.
7. Magnús Á. Sigurgeirsson & Sveinn P. Jakobsson 1997. Trjábolaafsteypur í Skriðnaefellsnúpi á Barðaströnd. Náttúrufræðingurinn 67. 33–43.
8. Guðmundur G. Bárðarson 1918. Um surtarbrand. Andvari 43. 1–71.
9. Eggert Ólafsson 1772. Vice-Lavmand Eggerti Olafseni og Land-Physici Biarne Povelssens Reise igjennem Island, foranstaltet af Videnskabernes Selskab i København 1–2. Videnskabernes Selskab, Sorø. 1126 bls.
10. Friedrich, W.L. 1966. Zur Geologie von Brjánslaekur (Nordwest-Island) unter besonderer Berücksichtigung der fossilen Flora. Sonderveröffentlichungen des Geologischen Institutes der Universität Köln 10. 1–10.
11. Friðgeir Grímsson & Leifur A. Símonarson 2006. Beyki úr íslenskum setlögum. Náttúrufræðingurinn 74. 81–102.
12. Friðgeir Grímsson, Denk, T. & Leifur A. Símonarson 2007. Middle Miocene floras of Iceland – the early colonization of an island? Review of Palaeobotany and Palynology 144. 181–219.
13. Akhmetiev, M.A., Bratseva, G.M., Giterman, R.E., Golubeva, L.V. & Moiseyeva, A.I. 1978. Stratigrafija i flora pozdnego Kainozoiya Islandii [Late Cenozoic stratigraphy and flora of Iceland]. Trudy Geologicheskogo Instituta, Akademiya Nauk SSSR 316. 1–188 (á russnesku).

14. Jón Eiríksson 2008. Glaciation events in the Pliocene-Pleistocene volcanic succession of Iceland. *Jökull* 58. 315–329.
15. Friedrich, W.L., Leifur A. Símonarson & Heie, O.E. 1972. Steingervin gar í millilögum í Mókollsdal. Náttúrufræðingurinn 42. 4–17.
16. Jóhann Helgason 2007. Skaftafell. Berggrunnorkort 1:25 000. Jarðfræðistofan Ekra, Reykjavík.
17. Þorkell Þorkelsson 1935. A fossiliferous interglacial layer at Elliðaár-vogur, Reykjavík. *Vísindafélag Íslands*, Greinar 1. 78–91.
18. Eyþór Einarsson 1963. The elements and affinities of the Icelandic flora. Bls. 297–302 f: North Atlantic biota and their history (ritstj. Áskell Löve & Doris Löve). Pergamon Press, Oxford.
19. Oddur Sigurðsson 1975. Steingervingar í Selárgili í Fnjóskadal. Týli 5. 1–6.
20. Heer, O. 1868. Flora fossilis arctica 1. Die fossile Flora der Polarländer enthaltend die in Nordgrönland, auf der Melville-Insel, im Banksland, am Mackenzie, in Island und in Spitzbergen entdeckten fossilen Pflanzen. F. Schulthess, Zürich. 192 bls.
21. Leifur A. Símonarson 1990. Fyrstu landspendýraleifarnar úr íslenskum tertíflögum. Náttúrufræðingurinn 59. 189–195.
22. Árni Einarsson 1981. Krabbadýr frá hlýskeiði ísaldar. Náttúrufræðingurinn 51. 47–53.
23. Jóhannes Áskelsson 1961. Um íslenska steingervinga. Bls. 47–63 f: Náttúra Íslands (ritstj. Sigurður Þórarinsson). Almenna bókafélagið, Reykjavík.
24. Ólafur Ingólfsson 1984. Æðarfuglsbein í Melabökkum. Náttúrufræðingurinn 53. 97–100.
25. Jóhannes Áskelsson 1960. Fossiliferous xenoliths in the Móberg Formation of South Iceland. *Acta Naturalia Islandica* 2 (3). 1–30.
26. Guðmundur G. Bárðarson 1925. A stratigraphical survey of the Pliocene deposits at Tjörnes, in northern Iceland. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Meddelelser 4 (5). 1–118.
27. Gladenkov, Y.B., Norton, P. & Spaink, G. 1980. Verknyi Kainozoi Islandii [Upper Cenozoic of Iceland]. Trudy Geologicheskogo Instituta, Akademija Nauk SSSR 345. 1–116 (á russnesku).
28. Leifur A. Símonarson & Jón Eiríksson 2008. Tjörnes – Pliocene and Pleistocene sediments and faunas. *Jökull* 58. 331–342.
29. Buchardt, B. & Leifur A. Símonarson 2003. Isotope palaeotemperatures from the Tjörnes beds in Iceland: evidence of Pliocene cooling. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 189. 71–95.
30. Jón Eiríksson 1981. Tjörnes, North Iceland: A bibliographical review of the geological research history. *Jökull* 30. 1–20.
31. Kristinn J. Albertsson 1978. Um aldur jarðlaga á Tjörnesi. Náttúrufræðingurinn 48. 1–8.
32. Verhoeven, K., Louwye, S., Jón Eiríksson & De Schepper, S. 2011. A new age model for the Pliocene-Pleistocene Tjörnes section on Iceland: Its implication for the timing of North Atlantic-Pacific palaeoceanographic pathways. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 309 (1–2). 33–52.
33. Durham, J.W. & MacNeil, F.S. 1967. Cenozoic migrations of marine invertebrates through the Bering Strait Region. Bls. 326–349 f: The Bering Land Bridge (ritstj. Hopkins, D.M.). University Press, Stanford.
34. Jón Eiríksson, Andrés I. Guðmundsson, Leó Kristjánsson & Karl Gunnarsson 1990. Palaeomagnetism of Pliocene-Pleistocene sediments and lava flows on Tjörnes and Flatey, North Iceland. *Boreas* 19. 39–55.
35. Jón Eiríksson 1981. Lithostratigraphy of the upper Tjörnes sequence, North Iceland: The Breidavík Group. *Acta Naturalia Islandica* 29. 1–37.
36. Már Vilhjálmsson 1985. The Lower Pleistocene mollusc fauna of the Breidavík Beds, Tjörnes, North Iceland. Óbirt kandfádsritgerð. Kaupmannahafnarháskóli. 207 bls.
37. Leifur A. Símonarson & Ólaf E. Leifsdóttir 2002. Jökultodda á Íslandi. Náttúrufræðingurinn 71. 72–78.
38. Ólaf E. Leifsdóttir 1999. Ísaldar�og á norðanverðu Snæfellsnesi. Set�og og skeldýrafánum. Óbirt MS-ritgerð. Háskóli Íslands, Reykjavík. 101 bls.
39. Jón Eiríksson 1973. Jarðlagaskipan Ytra Miðsuðurlands. Óbirt BS-ritgerð. Háskóli Íslands, Reykjavík. 98 bls.
40. Aronson, J.L. & Kristján Sæmundsson 1974. Relatively old basalts from structurally high areas in central Iceland. *Earth and Planetary Science Letters* 28. 83–97.
41. Áslaug Geirsþóttir & Jón Eiríksson 1994. Growth of an intermittent ice sheet in Iceland during the Late Pliocene and Early Pleistocene. *Quaternary Research* 42. 115–130.
42. Steindór Steindórrsson 1962. On the age and immigration of the Icelandic flora. *Vísindafélag Íslands*, rit 35. 1–157.
43. Jón Eiríksson, Leifur A. Símonarson, Knudsen, K.L. & Kristensen, P. 1997. Fluctuations of the Weichselian ice sheet in SW Iceland: A glaciomarine sequence from Sudurnes, Seltjarnarnes. *Quaternary Science Reviews* 16. 221–240.
44. Hreggvíður Nordahl & Halldór G. Pétursson 2005. Relative sea-level changes in Iceland: new aspects of the Weichselian deglaciation of Iceland. f: Iceland – Modern processes and past environments. *Developments in Quaternary Science* 5. 25–78.
45. Jón Eiríksson, Áslaug Geirsþóttir & Leifur A. Símonarson 1991. A review of the Late Pleistocene stratigraphy of Reykjavík, Iceland. *Quaternary International* 10–12. 143–150.
46. Jón Eiríksson, Knudsen, K.L. & Leifur A. Símonarson 2004. Lateglacial oceanographic conditions off Southwest Iceland inferred from shallow-marine deposits in Reykjavík and Seltjarnarnes Peninsula. *Boreas* 33. 269–283.
47. Þorleifur Einarsson 1961. Pollenanalytische Untersuchungen zur spät- und postglazialen Klimgeschichte Islands. Sonderveröffentlichungen des Geologischen Institutes der Universität Köln 6. 1–52.
48. Margrét Hallsdóttir 1995. On the pre-settlement history of the Icelandic vegetation. *Icelandic Agricultural Sciences* 9. 17–29.
49. Margrét Hallsdóttir & Caseldine, C. 2005. The Holocene vegetation history of Iceland, state of the art and future research. Bls. 319–334 f: Iceland – Modern Processes and Past Environments (ritstj. Caseldine, C., Russel, A., Jórunn Harðardóttir & Óskar Knudsen). *Developments in Quaternary Science* 5.
50. Leifur A. Símonarson & Ólaf E. Leifsdóttir 2002. Late-Holocene sea-level changes in south and southwest Iceland reconstructed from littoral molluscan stratigraphy. *Holocene* 12 (2). 149–158.
51. Axford, Y., Áslaug Geirsþóttir, Miller, G.H. & Langdon, P. 2008. Climate of the Little Ice Age and the past 2000 years in northeastern Iceland inferred from chironomids and other lake sediment proxies. *Journal of Paleolimnology*. doi:10.1007/s10933-008-9251-1.
52. Knudsen, K.L., Jiang, H., Jansen, E., Jón Eiríksson, Heinemeier, J. & Seidenkrantz, M.-S. 2004. Environmental changes off North Iceland during the deglaciation and the Holocene: foraminifera, diatoms and stable isotopes. *Marine Micropaleontology* 50. 273–305.
53. Andrews, J.T. & Giraudet, J. 2003. Multi-proxy records showing significant Holocene environmental variability: the inner N. Iceland Shelf (Húnafjöldi). *Quaternary Science Reviews* 22. 175–193.
54. Ran, L.H., Jiang, H., Knudsen, K.L. & Jón Eiríksson 2008. A high-resolution Holocene diatom record on the North Icelandic shelf. *Boreas* 37. 399–413.
55. Jón Eiríksson, Knudsen, K.L., Guðrún Larsen, Olsen, J., Heinemeier, J., Helga B. Bartels-Jónsdóttir, Jiang, H., Ran, L. & Leifur A. Símonarson 2011. Coupling of palaeoceanographic shifts and changes in marine reservoir ages off North Iceland through the last millennium. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 302. 95–108.
56. Áslaug Geirsþóttir, Miller, G.H., Þorvaldur Þórdarson & Kristín B. Ólafsdóttir 2009. A 2000 year record of climate variations reconstructed from Haukadalsvatn, West Iceland. *Journal of Paleolimnology* 41. 95–115.

UM HÖFUNDANA



Leifur A. Símonarson (f. 1941) lauk magistersprófi í jarðfræði frá Kaupmannahafnarháskóla 1971 og licentiat-prófi frá sama skóla 1978. Hann er nú professor í steingervingarfræði við Háskóla Íslands og hefur einkum fengist við rannsóknir á tertíflöru Íslands og sældýrafánum frá síðari hluta tertíer, ísöld og nútíma á Íslandi og Grænlandi.



Jón Eiríksson (f. 1944) lauk BS-prófi í jarðfræði frá Háskóla Íslands 1973 og Ph.D.-prófi í jarðfræði frá University of East Anglia í Norwich 1979. Hann er vísinda-maður við Jarðvísindastofnun Háskólags, og hefur stundað rannsóknir á sjávarseti við Ísland, ásamt loftlagssögu og ísaldarjarðfræði.

PÓST- OG NETFÖNG HÖFUNDA/AUTHORS' ADDRESSES

Leifur A. Símonarson
Jarðvísindastofnun Háskólags
Öskju, Sturlugötu 7
IS-101 Reykjavík
leifuras@raunvis.hi.is

Jón Eiríksson
Jarðvísindastofnun Háskólags
Öskju, Sturlugötu 7
IS-101 Reykjavík
jeir@hi.is

NÁTTÚRU FRÆÐINGURINN

82. árg. 1.-4. hefti 2012

Hið íslenska
náttúrufræðifélag
Stofnað 1889



Leifur A. Símonarson og Jón Eiríksson

STEINGERVINGAR OG SETLÖG Á ÍSLANDI



Eitas. Ívar Örn Benediktsson



Ljósmynd: Sverrir A. Jónsson



113

Sveinn Jakobsson og
Magnús T. Guðmundsson
MÓBERGSMYNDUNIN
OG GOS UNDIR JÖKLUM



135

Árný E. Sveinbjörnsdóttir og
Sigfús J. Johnsen
FORNVEÐURFAR LESID
ÚR GRÆNLANDSJÖKLI

35

Ívar Örn Benediktsson
MYNDUN HRAUKA Í
KRINGILSÁRRANA

87

Sverrir A. Jónsson o.fl.
SKÓGARSAGA
FLJÓTSDALSHÉRAÐS
SÍDUSTU 2000 ÁRIN