

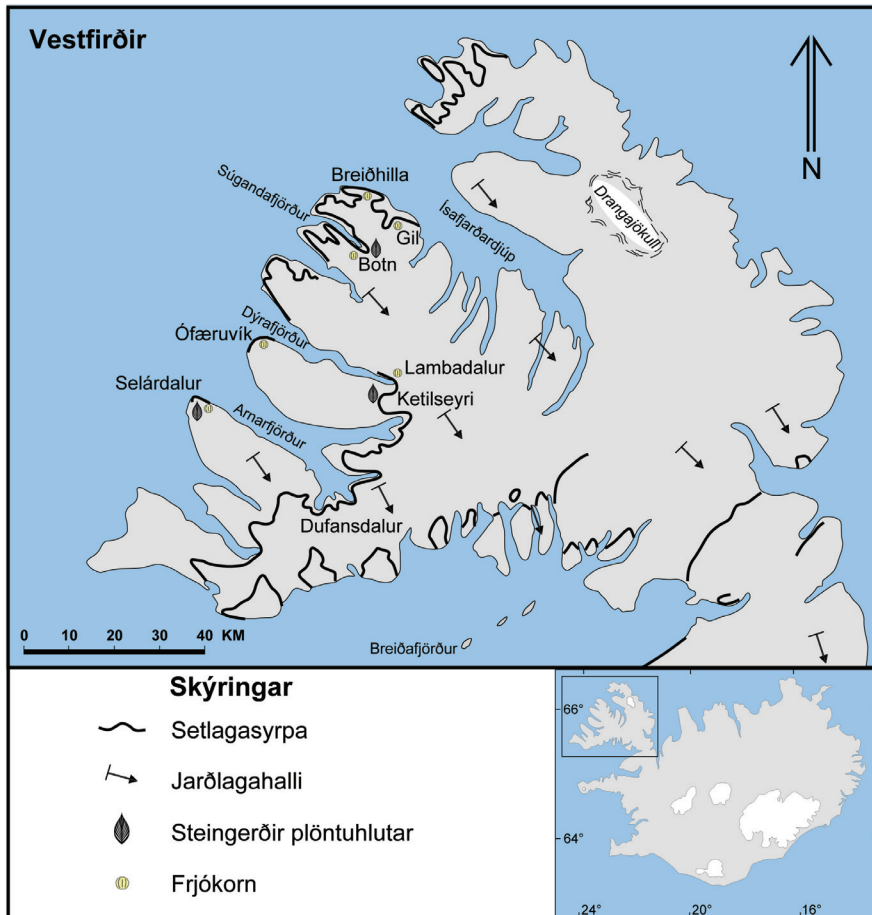
Friðgeir Grímsson, Leifur A. Símonarson og Thomas Denk

ELSTU FLÓRUR ÍSLANDS

Í greininni er lýst eins nákvæmlega og unnt er plöntusamfélögum úr elstu setlagasyrpum á Íslandi, en þær eru taldar 15 og 13,5 milljón ára. Allmargar plöntutegundanna sem hér verður fjallað um hafa ekki verið greindar áður úr íslenskum jarðlögum og sagt er frá nýrri tegund af linditré sem nýlega var nafngreind og fékk latneska nafnið *Tilia selardalense*¹, en við höfum kosið að nefna arnarlind á íslensku. Þegar bornir eru saman 15 milljón ára gamlir plöntusteingervingar frá Selárdal í Arnarfirði og Botni í Súgandafirði kemur í ljós að á þessum tíma þrífust hér mismunandi gerðir af plöntusamfélögum og geta þau gefið okkur töluverðar upplýsingar um ýmsa umhverfisþætti sem hér voru ríkjandi. Plöntuleifarnar í Selárdal og setlögin sem þær eru varðveittar í bera vott um frekar orkuríkt hálendissvæði markað af eldvirkni, en plöntuleifarnar og setlögin í Botni endurspeglar hins vegar plöntusamfélag á láglendi. Plöntusamfélagið í setlögum í Selárdal einkennist af lauftrjám og algengasta tegundin þar er arnarbeyki (*Fagus friedrichii*), en barrtré sem þrífast best í mýrum og fenjum, og einnig á þurrari svæðum, setja svip sinn á samfélagið í Botni. Plöntuleifarnar sem fundist hafa ofan Ketilseyrar í Dýrafirði eru yngri, eða um 13,5 milljón ára, og þar er flóran einhæfari og svipar meira til plöntusamfélagsins í Selárdal en í Botni. Litlar breytingar virðast hins vegar hafa orðið á samsetningu flórunnar á tímabilinu frá því fyrir 15 milljón árum og þar til fyrir 13,5 milljón árum. Íslensk plöntusamfélög á þessum tíma voru allrík af plöntum náskyldum núlifandi tegundum sem einkenna heittempruð miðjarðarsvæði, meðal annars vatnafuru (*Glyptostrobus*), magnólíu (*Magnolia*) og hjartartré (*Cercidiphyllum*). Benda plöntusamfélögin eindregið til þess að hér hafi verið frekar heitt og rakt heittemprað loftslag (svokallað Cfa-loftslag samkvæmt flokkunarkerfi Köppens).² Rannsóknir á dreifiháttum plöntuhópa úr elstu setlögum landsins sýna að sumir þeirra, eins og kastanía (*Aesculus*) og beyki (*Fagus*), hefðu ekki getað numið hér land ef frum-Ísland hefði verið aðskilið frá meginlöndum af víðáttumiklu hafi. Þar að auki dreifast flestar aðrar tegundir sem þarna finnast með vindi frekar stutt frá móðurplöntunni. Rannsóknir sýna að þegar plöntur námu land á frum-Íslandi var það enn tengt við meginland Evrópu eða Norður-Ameríku á einhvern hátt. Þetta landsvæði var hluti af Grænlands-Skotlands þverhryggnum, en vitað er að stór hluti hans var ofan sjávarmáls alveg frá upphafi nýlífsaldar og til loka ólígósentíma og ef til vill með einhverjum hætti allt fram á miðbik miósentíma.

INNGANGUR

Hinn tertíeri jarðlagastafla Íslands er að stærstum hluta gerður úr basalthraunum og eru þau elstu um 16 milljón ára. Vegna mikillar eldvirkni hafa tíð eldgos og hraunrennsli eftir yfirborði gert það að verkum að hraun hafa lagst yfir setlagasyrpur og víða varið setlögin gegn rofi. Í dag hafa verið borin kennsl á sex áberandi setlagasyrpur á Vestfjörðum og Vesturlandi (1. mynd): Selárdals-Botns setlagasyrpuna (15 milljón ára), Dufansdals-Ketilseyrar setlagasyrpuna (13,5 milljón ára), Brjánslækjar-Seljár setlagasyrpuna (12 milljón ára), Tröllatungu-Gautshamars setlagasyrpuna (10 milljón ára), Skarðsstrandar-Mókollsdals setlagasyrpuna (9–8 milljón ára) og Hreðavatns-Stafholts setlagasyrpuna (7–6 milljón ára). Setlögin í þessum syrpum eru að mestu rauðleitur forn jarðvegur eða foksandur, dökkleit eða svört kolalög, gosrænt set (gjóska) og margbreytilegt straum- og stöðuvatnaset. Í setlögum hafa víða fundist gró og frjökorn, steingerð laufblöð eða för eftir þau, barnálar, aldin, könglar, fræ og stöngulhlutar. Steingervingar úr setlögum frá síðmiósentíma (12 til 6 milljón ára) hafa verið rannsakaðir allmikið, m.a. af O. Heer³, Jóhannesi Áskelssyni⁴, W.L. Friedrich⁵ og Leifi



1. mynd. Kort af Vestfirðum sem sýnir fundarstaði þeirra steingervinga sem notaðir voru í þessari rannsókn og einnig þá staði þar sem M.A. Akhmetiev o.fl.⁸ og Leifur A. Símonarson o.fl.^{13,14} tóku frjósýni. Selárdalur, Ófærúvík, Botni, Breiðhilla og Gil tilheyra Selárdals-Botns setlagasyrpanni (15 milljón ára). Dufansdalur, Ketilseyri og Lambadalur tilheyra Dufansdals-Ketilseyrar setlagasyrpanni (13,5 milljón ára). – Map of northwestern Iceland showing sites with macrofossils used in the present study and origin of palynological samples taken by Akhmetiev et al.⁸ and Símonarson et al.^{13,14} Selárdalur, Ófærúvík, Botni, Breiðhilla and Gil belong to the Selárdalur-Botni Formation (15 Ma). Dufansdalur, Ketilseyri and Lambadalur belong to the Dufansdalur-Ketilseyri Formation (13.5 Ma).

A. Símonarsyni,^{6,7} M. A. Akhmetiev o.fl.,⁸ Friðgeiri Grímssyni⁹ og T. Denk o.fl.¹⁰ Aftur á móti eru steingervingar úr elstu setlagasyrpanum landsins, Selárdals-Botns setlagasyrpanni (15 milljón ára) og Dufansdals-Ketilseyrar setlagasyrpanni (13,5 milljón ára) minna þekktir, en helstu rannsóknir á þeim voru gerðar af Jóhannesi Áskelssyni^{11,12} um miðja síðustu öld og Leifi A. Símonarsyni o.fl.^{13,14} í upphafi þessarar. Friðgeir Grímsson og T. Denk¹⁵ lýstu nýlega nýrri tegund beykis frá Selárdal og Friðgeir Grímsson og Leifur A. Símonarson¹⁶ rannsökuðu útbreiðslu þess út frá steingerðum

laufblöðum, aldinum og fræjum frá Selárdal í Arnarfirði, Botni í Ségandafirði og Ketilseyri í Dýrafirði, og einnig var stuðst við frjógreiningar frá helstu setlagaopnum á Vestfirðum.⁸

Fáum gerðum laufblaða frá Selárdal (1. tafla) hefur verið lýst til þessa og þau flest talin til beykis, vínviðar (*Vitis*) og humalbeykis (*Ostrya*). Beykiblöðum hefur einnig verið lýst úr setlögum við Ketilseyri í Dýrafirði, en aðeins hefur verið greint frá greinum með barrnálmum frá Botni (2. mynd) og þær taldar tilheyra kinarauðviði (*Metasequoia*).

Í þessari grein er fjallað um stein-

gerð laufblöð, barrnálar, aldin, fræ og köngla frá Selárdal í Arnarfirði og Botni í Ségandafirði og áður nefndar plöntuleifar endurskoðaðar (1. tafla). Niðurstöður rannsókna á handsýnum voru bornar saman við frjógreiningar úr setlögnum frá Selárdal, Ófærúvík, Botni, Breiðhilla og Gili, en þessir fundarstaðir tilheyra allir Selárdals-Botns setlagasyrpanni (15 milljón ára). Á sama hátt voru handsýni frá Ketilseyri rannsökuð og borin saman við frjógreiningar úr setlögum í Lambadal, en báðir fundarstaðir tilheyra Dufansdals-Ketilseyrar setlagasyrpanni (13,5 milljón ára). Rannsókn okkar leiðir í ljós enn fleiri tegundir en fundist hafa áður í fyrrnefndum setlögum (2. tafla). Plöntusamfélögin úr 15 milljón ára gömlum setlögum í Selárdal og Botni eru borin saman og bent á líklegustu þróun íslensku flórunnar frá því fyrir 15 milljón árum og þar til fyrir 13,5 milljón árum. Að lokum eru dregnar ályktanir um loftslag þessa tíma út frá plöntuleifunum.

JARÐLÖG OG STEINGERVINGAR

Selárdals-Botns setlagasyrpan (15 milljón ára) kemur fram í norðvestri á útskögum Vestfjarða (1. mynd). Setlögin eru aðgengileg á mörgum stöðum, meðal annars í Selárdal í Arnarfirði, Ófærúvík við minni Dýrafjarðar, Botni í Ségandafirði og Breiðhilla og Gili í Bolungarvík. Í Selárdal í Arnarfirði eru setlögin með steingervingunum yfir 20 metra þykk og einkennast af gosrænum uppruna. Þau eru flest úr grófkorna gjóskuríkum sandsteini. Mikið er af gleri í flestum setlögnum og sumar setlagaeiningar hafa áberandi mikið af ljósleitum vikri. Einnig má þarna finna margs konar sandsteinslög og völuberg. Setlögin gefa til kynna uppsöfnun sets á frekar háttliggjandi svæði, hugsanlega í fjallshlíð í nágrenni eldkeilu; það sem styður

Þetta er ljósi vikurinn og hátt hlutfall gjósku í setlögum. Í Súgandafirði finnast plöntuleifar í setlögum við gömlu Botnsnámuna (1. mynd). Þar er setlagastaflinn mun þynnri og setlögin benda til að rofefni hafi safnast fyrir á láglendi þar sem grunnvatnsborð stóð hátt. Setlögin við námuna sjálfa eru um 4 m á þykkt, úr kolalögum og siltblönduðum fínkorna sandsteinslögum. Setlögin benda til setsöfnunar á mýrlendu flæðilandi með straumvötnum, þar sem lífrænt efni safnaðist fyrir í súrefnissnauðu umhverfi.

Dufansdals-Ketilseyrar setlagasyrpu (13,5 milljón ára) má rekja í fjallshlíðum við fjarðarbotna á suðvestanverðum Vestfjörðum (1. mynd). Setlögin eru aðgengileg í fjölda opna, meðal annars í Dufansdal í botni Arnarfjarðar, við Ketilseyri og í Lambadal innarlega í Dýrafirði. Setlögin í Lambadal eru um 10 m þykk sand- og siltsteinslög mynduð í stöðu- og straumvatni og þunn kolalög og völuberg sem sest hafa til í árfarvegi. Við Ketilseyri eru setlögin rauðleit silt- og sandsteinslög, foksandur og jarðvegur að uppruna.

PLÖNTUSTEINGERVINGAR FRÁ SELÁRDAL, BOTNI OG KETILSEYRI

Steingervingarnir sem rannsóknin byggist á eru flestir geymdir í safni Náttúrufræðistofnunar Íslands í Reykjavík og á Náttúrufræðisafni ríkisins í Stokkhólmi (Naturhistoriska Riksmuseet). Flestum þeirra var safnað á síðustu öld af Jóhannesi Áskelssyni, Finnboga Jónssyni, Helga Guðmundssyni, Samúel Jónssyni, Sveini P. Jakobssyni, Birgi Kjaran, Sigurði S. Jónssyni og Axel Kaaber. Michael A. Akhmetiev, Leifur A. Símonarson og samstarfsmenn þeirra söfnuðu sýnum frá Botni og Ketilseyri á árunum 1979 til 1981. Leifur A. Símonarson, Jón Eiríksson og Ólög E. Leifsdóttir

Staður	Fyrri rannsóknir	Þessi rannsókn
Ketilseyri	<i>Fagus ferruginea</i> Ait. ^g	<i>Fagus friedrichii</i> Grímsson & Denk
Botn	<i>Metasequoia occidentalis</i> Chaney ^f	<i>Sequoia abietina</i> (Brongn.) Knobl.
Selárdalur	<i>Carya</i> sp. ^a <i>Dicotyledonous</i> sp. ^b <i>Fagus antipodii</i> Heer ^c <i>Fagus deucalionis</i> Unger ^c <i>Fagus</i> cf. <i>ferruginea</i> Ait. ^{a, d} <i>Fagus friedrichii</i> Grímsson & Denk ^e <i>Magnolia</i> sp. ^d <i>Ostrya selárdaljana</i> Áskelsson ^{a, d} <i>Vitis oltriki</i> Heer ^c <i>Vitis</i> sp. ^d	<i>Aesculus</i> sp. <i>Fagus friedrichii</i> Grímsson & Denk <i>Fagus friedrichii</i> Grímsson & Denk <i>Fagus friedrichii</i> Grímsson & Denk <i>Fagus friedrichii</i> Grímsson & Denk <i>Fagus friedrichii</i> Grímsson & Denk <i>Tilia selardalense</i> Grímsson & Denk <i>Magnolia</i> sp. <i>Aesculus</i> sp. <i>Tilia selardalense</i> Grímsson, Denk & Símonarson <i>Tilia selardalense</i> Grímsson, Denk & Símonarson

1. tafla. Listi yfir greiningar fyrri rannsókna á handsýnum steingervinga frá Selárdals-Botns setlagasyrpu og Dufansdals-Ketilseyrar setlagasyrpu. ^aÁskelsson 1957¹², ^bÁskelsson 1956⁴, ^cÁskelsson 1946¹¹, ^dAkhmetiev o.fl. 1978⁸, ^eGrímsson og Denk 2005¹⁵, ^fSímonarson 1988⁶², ^gSímonarson o.fl. 2002¹⁴. – List of taxa previously recorded from the Selárdalur-Botn and the Dufansdalur-Ketilseyri Formations. ^aÁskelsson 1957¹², ^bÁskelsson 1956⁴, ^cÁskelsson 1946¹¹, ^dAkhmetiev et al. 1978⁸, ^eGrímsson and Denk 2005¹⁵, ^fSímonarson 1988⁶², ^gSímonarson et al. 2002¹⁴.

söfnuðu sýnum ofan við Ketilseyri og í Lambadal á árunum 1999–2001. Friðgeir Grímsson og samstarfsmenn hans söfnuðu töluverðu af sýnum í Selárdal á árunum 2000–2005.

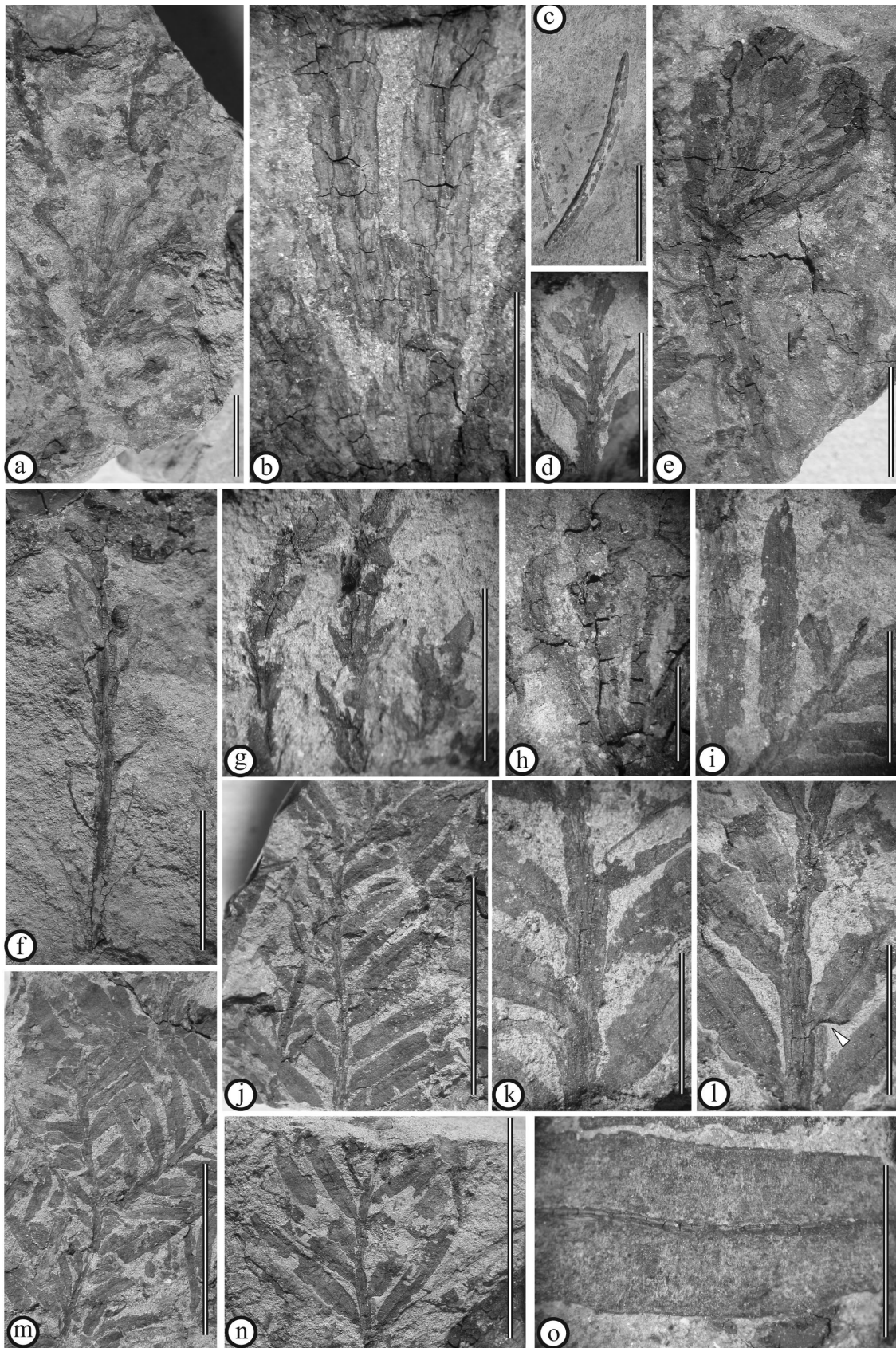
Steingervingarnir frá Selárdal í Arnarfirði (2. tafla) eru varðveittir í mjög glerríkum sandsteini. Algengast er að finna þar för eftir laufblöð sem mótast hafa í setið eftir að laufblöðin urðu innlyksa í gosefninu. Ekki er að sjá neinar svartkolaðar leifar sjálfrar blöðkunnar en oft má sjá hvítkolað strengjakerfi og stilk. Aldin, viðarbútar og greinabrot finnast einnig í setinu. Yfirborð steingerðra laufblaða er mun sléttara en brotletir setsins og margir steingervinganna hafa marglita veðrunar- eða ummyndunarkápu í rauðum og olíukenndum litum. Frá Selárdal er nú búið að bera kennsl á þó nokkurn fjölda tegunda. Blöð arnarbeykis (3. mynd b–c, f–g) eru mest áberandi og nýlega fannst þar einnig hvítkolað beykialdin (3. mynd e), raunar það eina sem fundist hefur í Selárdal. Allvel varðveitt blað lyngrósar (*Rhododendron*) (3. mynd a) hefur og fundist, en því miður hafa ekki fundist fleiri eintök lyngrósar. Álmbloð (*Ulmus*) (4.

mynd a–f) eru frekar algeng og auðþekkt á strengjakerfinu, einkum hliðarstrengjum sem klovna á sérstakan hátt. Steingerð laufblöð hjartartrés (4. mynd h–n) hafa hingað til verið óþekkt úr íslenskum jarðlögum, en hjartalaga form blaðbotnsins gaf plöntunni nafnið. Svo virðist sem hjartartréð hafi verið frekar áberandi í plöntusamfélaginu í Selárdal. Smáblöð af kastaníu (5. mynd a–k) eru ekki óalgeng en hingað til hafa þau ranglega verið talin til hikkoríu (*Carya*) og humalbeykis (1. tafla). Smáblöð þessi sýna verulegan formfræðilegan breytileika sem rekja má til þess að kastaníublöð eru samsett og því með mörg smáblöð af mismunandi stærð og lögun, en lögun smáblaðanna fer eftir staðsetningu þeirra í aðalblaðinu (miðlægt eða hliðarsmáblað). Laufblöð af arnarlind eru ekki fátíð (6. mynd a–j), en þau eru frekar stór, handstrengjött og oftast sepótt. Vegna útlitsins hefur þeim hingað til verið lýst sem vínviðarblöðum.¹¹ Nánari greining og samanburður við steingerðar og núlifandi plöntur gefur hins vegar til kynna að um sé að ræða laufblöð af lind. Aðrar gerðir laufblaða eru frekar sjaldgæfar í Selárdal, en þó

Flokkunareining	Plöntuhluti	Selárdals-Botns setlagasyrpan (15 milljón ára)		Dufansdals- Ketilseyrar setlagasyrpan (13,5 milljón ára)	Dreifing náskyldra núlifandi og stein- gerðra tegunda	Sambærilegir núlifandi plöntuhópar og tegundir
		Selárdalur	Botn			
Berfrævingar						
Evrópuvatnafura (<i>Glyptostrobus europaeus</i>)	Greinar, könglar		+		A, E†, N†,	<i>Glyptostrobus pensilis</i>
Fornrauðviður (<i>Sequoia abietina</i>)	Greinar, húðlag		+		A†, E†, N	<i>Sequoia sempervirens</i>
Grátviðarætt (Cupressaceae)	Greinar		+		A, E, N	Cupressaceae
Greni (<i>Picea</i> sp.)	Nálar	+			A, E, N	<i>Picea</i> sp.
Dulfrævingar						
Arnarbeyki (<i>Fagus friedrichii</i>)	Laufblöð, aldin, fræ	+	+	+	A, N	<i>F. grandifolia</i> , <i>F. crenata</i>
Arnarlind (<i>Tilia selardalense</i>)	Laufblöð	+		+?	A, E, N	<i>T. americana</i> , <i>T. platyphyllos</i>
Askur (<i>Fraxinus</i> sp.)	Aldin			+	A, E, N	<i>Fraxinus</i> sp.
Álmur (<i>Ulmus</i> sp.)	Laufblöð	+			A, E, N	<i>Ulmus</i> sp.
Birki (<i>Betula</i> sect. <i>Costatae</i>)	Rekilblöð	+			A, E†, N	<i>Betula</i> sect. <i>Costatae</i> , <i>B. delavayi</i>
Hjartartré (<i>Cercidiphyllum</i> sp.)	Laufblöð			+	A, E†, N†,	<i>C. japonicum</i> , <i>C. magnificum</i>
Hvitplatanviður (<i>Platanus leucophylla</i>)	Laufblöð	+		+?	E, N	<i>P. occidentalis</i> , <i>P. x aceroides</i>
Kastanía (<i>Aesculus</i> sp.)	Smáblöð	+			A†, ?, E†, N	<i>A. pavia</i> , <i>A. flava</i>
Lyngrós (<i>Rhododendron</i> sp.)	Laufblöð	+			A, E, N	<i>R. maximum</i> , <i>R. ponticum</i>
Magnólía (<i>Magnolia</i> sp.)	Laufblöð	+		+	A, E†, N	<i>Magnolia</i> sp.
Toppur (<i>Lonicera</i> sp.)	Laufblöð	+		+	A, E, N	<i>Lonicera xylosteum</i>

2. tafla. Plöntuhópar sem borin hafa verið kennsl á úr elstu setlögum landsins. Taflan sýnir þá staði þar sem plöntusteingervingar hafa fundist og útbreiðslu náskyldra steingerðra og núlifandi tegunda. Náskyldar eða sambærilegar núlifandi tegundir eða hópar eru einnig tilgreindir. † Flokkunareining ekki til staðar í núlifandi flóru, en var til staðar á nýlifsöld. A=Asía, E=Evrópa, N=Norður-Ameríka. – Occurrence of plant fossils at different Icelandic localities and their relations to modern and fossil taxa. † Taxon absent in modern flora, present during the Cenozoic. A=Asia, E=Europe, N=North America.

2. mynd. Steingerðar leifar barrtrjáa frá Selárdal í Arnarfirði (c) og Botni í Súgandafirði (a–b, d–o). a. Grátviðarætt, kvíslótt grein með smávaxnar nálar, IMNH 5002-01. b. Nærmynd af a sem sýnir röðun og einkenni barrnála. c. Greni, aflöng barrnál, IMNH 297-02. d. Evrópuvatnafura, stutt grein með þéttskipaðar smávaxnar barrnálar, IMNH 4982-01. e. Evrópuvatnafura, kvenkyns köngull með mörg köngulblöð, IMNH 5002-02. f. Evrópuvatnafura, löng grein með mjóar og aflangar nálar, breitt bil er á milli nála, IMNH 4975. g. Evrópuvatnafura, kvíslótt grein með stuttar og breiðar nálar sem liggja þétt saman, IMNH 4999. h. Evrópuvatnafura, nærmynd af köngulblaði á kvenkyns köngli, IMNH 4988. i. Fornrauðviður, nærmynd af nálarlaga blaði með frekar hvassan blaðodd, IMNH 4987. j. Fornrauðviður, grein með mikinn fjölda nála, IMNH 4979-01. k. Fornrauðviður, nærmynd af m sem sýnir röðun og festingu nála við greinarstöngul, IMNH 4998. l. Fornrauðviður, nærmynd af n sem sýnir röðun og festingu nála við greinarstöngul, IMNH 4976-01. m. Fornrauðviður, grein með mikinn fjölda nála, IMNH 4998. n. Fornrauðviður, grein með mikinn fjölda nála, IMNH 4976-01. o. Fornrauðviður, nærmynd af miðhluta nálar, IMNH 4979-01/4995. Mælikvarðinn er 2 cm á mynd j og m–n, 1 cm á mynd a–f, 5 mm á mynd g–i og k–l, og 2,5 mm á mynd o. IMNH: Safn Náttúrufræðistofnunar Íslands. – Gymnosperm fossils from Selárdalur in Arnarfjörður (c) and Botn in Súgandafjörður (a–b, d–o). a. Cupressaceae gen. et spec. indet., leafy axis showing branching pattern, IMNH 5002-01. b. Close-up of a showing arrangement of scale-like leaves. c. *Picea* sp. needle, IMNH 297-02. d. *Glyptostrobus europaeus*, short shoot axis with densely spaced, small leaves, IMNH 4982-01. e. *Glyptostrobus europaeus*, female cone with several cone scales, IMNH 5002-02. *Glyptostrobus europaeus*, long vegetative shoot with widely spaced, long and narrow leaves, IMNH 4975. g. *Glyptostrobus europaeus*, branched twiglet with scale-like small leaves, IMNH 4999. h. *Glyptostrobus europaeus*, close-up of cone-scale with umbo, IMNH 4988. i. *Sequoia abietina*, close-up of blade showing acute apex and parallel sides, IMNH 4987. j. *Sequoia abietina*, branchlet with numerous leaves, IMNH 4979-01. k. *Sequoia abietina*, close-up of m showing leaf attachment to axis as well as proximal parts of blades and adnate bases, IMNH 4998. l. *Sequoia abietina*, close-up of n showing leaf attachment to axis, proximal parts of blades and adnate bases, IMNH 4976-01. m. *Sequoia abietina*, branchlet with numerous leaves, IMNH 4998. n. *Sequoia abietina*, branchlet with numerous leaves, IMNH 4976-01. o. *Sequoia abietina*, close-up of blade showing distinct midvein and lateral facies of blade, IMNH 4979-01/4995. Scale bar is 2 cm in panel j and m–n, 1 cm in panel a–f, 5 mm in panel g–i and k–l, and 2.5 mm in panel o. IMNH: The Icelandic Museum of Natural History.

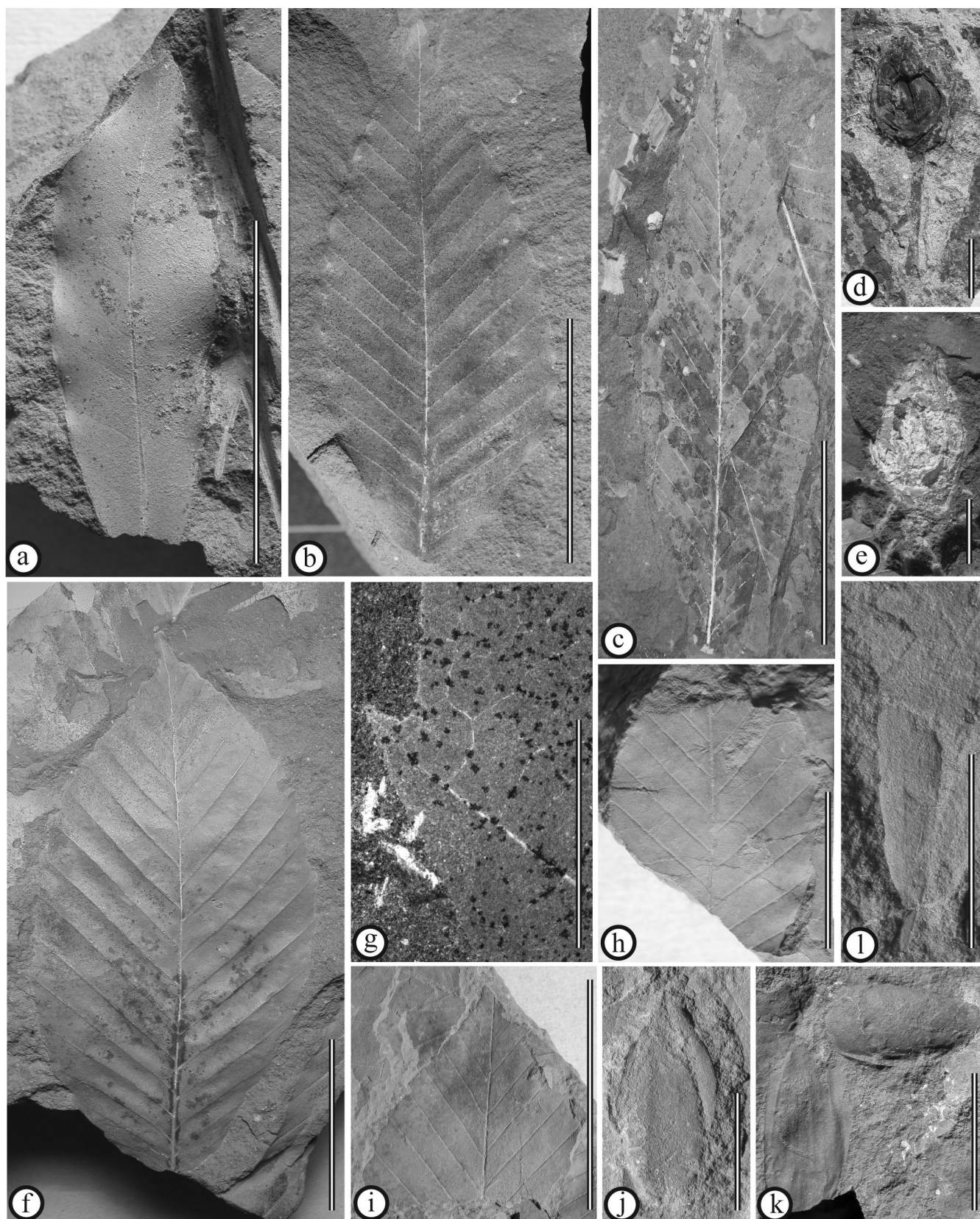


2. mynd. Steingerðar leifar barrtrjáa frá Selárdal í Arnarfirði og Botni í Ségandafirði. Sjá myndatexta á bls. 88.

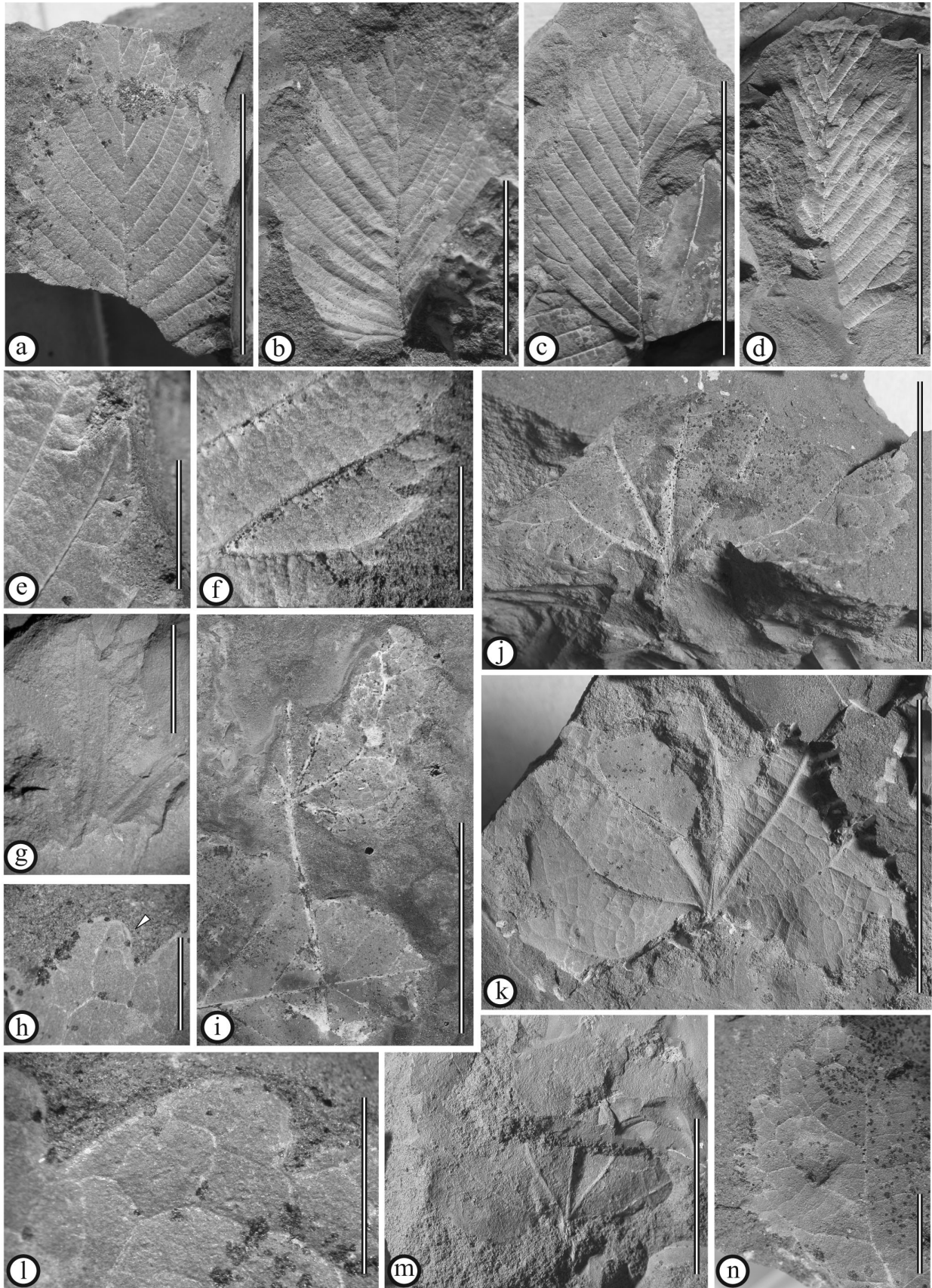
3. mynd. Steingerðar leifar lauftrjáa frá Selárdal í Arnarfirði (a–c og e–g), Botni í Súgandafirði (d), og Ketilseyri í Dýrafirði (h–l). a. Lyngrós með heilrenda blaðbrún og hliðarstrengi sem sveigjast upp meðfram blaðröndinni, IMNH 298-04. b. Arnarbeyki, meðalstórt laublað, lensu- til eggлага, með oddreginn blaðodd, S134403. c. Arnarbeyki, stórvaxið lensulaga laublað með mikinn fjölda hliðarstrengja, S134401-01. d. Arnarbeyki, aldin með stilk og afturbeygða króka, IMNH 5001-02. e. Arnarbeyki, illa varðveitt aldin þar sem þó má sjá skálarbotninn, IMNH 6684-02. f. Arnarbeyki, stórvaxið laublað með mikinn fjölda hliðarstrengja og oddreginn blaðodd, IMNH 3172. g. Arnarbeyki, nærmynd þar sem sjá má hluta af strengjakerfi og samhverfa þríhyrningslaga oddhvassa tönn, S134383. h. Arnarbeyki, smávaxið laublað, IMNH 6678. i. Arnarbeyki, efri hluti stórvaxins laublaðs, IMNH 6678. j. Arnarbeyki, vængjað fræ, IMNH 6698. k. Arnarbeyki, vængjuð fræ, IMNH 6681-01 og 6681-02. l. Askur, vængjað aldin, IMNH 5055. Mælikvarðinn er 5 cm á mynd a–c, f og i, 2 cm á mynd h, 1 cm á mynd d, g og j–l. S: Náttúrufræðisafn ríkisins í Stokkhólmi. – Angiosperm fossils from Selárdalur in Arnarfjörður (a–c and e–g), Botn in Súgandafjörður (d), and Ketilseyri in Dýrafjörður (h–l). a. *Rhododendron* sp., entire margined leaf with eucamptodromous (to brochidodromous) venation, IMNH 298-04. b. *Fagus friedrichii*, medium-sized narrow ovate-elliptic leaf with attenuate apex, S134403. c. *Fagus friedrichii*, large narrow elliptic leaf with numerous secondary veins, S134401-01. d. *Fagus friedrichii*, cupule with peduncle and spine-like recurved appendages, IMNH 5001-02. e. *Fagus friedrichii*, poorly preserved cupule showing thickened distal part of peduncle, IMNH 6684-02. f. *Fagus friedrichii*, large leaf with numerous secondary veins and attenuate apex, IMNH 3172. g. *Fagus friedrichii*, close-up showing higher-ordered venation and symmetrical-triangular tooth with acute apex, S134383. h. *Fagus friedrichii*, small leaf, IMNH 6678. i. *Fagus friedrichii*, apical part of a large leaf, IMNH 6678. j. *Fagus friedrichii*, a winged nut, IMNH 6698. k. *Fagus friedrichii*, winged nuts, IMNH 6681-01 and 6681-02. l. *Fraxinus* sp., samara, IMNH 5055. Scale bar is 5 cm in panel a–c, f, and i, 2 cm in panel h, 1 cm in panel d, g, and j–l. S: Swedish Museum of Natural History.

4. mynd. Steingerðar leifar lauftrjáa frá Selárdal í Arnarfirði (a–f og h–n) og Ketilseyri í Dýrafirði (g). a. Álmur, laublað með uppsveigða hliðarstrengi og tennta blaðrönd, IMNH 305. b. Álmur, laublað með klofinn hliðarstreng við blaðbotninn, IMNH 6684-04. c. Álmur, laublað með klofna hliðarstrengi í neðri hluta blaðs, IMNH 304. d. Álmur, laublað með mikinn fjölda hliðarstrengja og tennta blaðbrún, IMNH 6684-03. e. Álmur, nærmynd af a sem sýnir brún blaðbotns og kvíslun hliðarstrengja, IMNH 6684-03. g. Birki, þrísepótt rekilblað með aflanga sepa, IMNH 5056. h. Hjartartré, nærmynd af n sem sýnir tönn og strengjakerfi í blaðbrún, örín bendir á kirtil, IMNH 6686-B01. i. Hjartartré, smávaxið laublað með langan stilk, S134405-08. j. Hjartartré með fimm aðalstrengi, hjartalaga blaðbotn og bogtennta blaðbrún, IMNH 6686-A01. k. Hjartartré, laublað með fjölda aðalstrengja og hjartalaga blaðbotn, IMNH 6687-01. l. Hjartartré, nærmynd af n sem sýnir tönn og strengjakerfi í blaðbrún, IMNH 6686-B01. m. Hjartartré, smávaxið laublað með fjölda aðalstrengja og heilrenda blaðbrún, IMNH 6685. n. Hjartartré, hliðarstrengir og hluti af strengjakerfi ásamt blaðrönd og tönnum, IMNH 6686-B01. Mælikvarðinn er 5 cm á mynd c–d og j–k, 3 cm á mynd a, 2,5 cm á mynd i og 2 cm á mynd b og m, 1 cm á mynd n, 5 mm á mynd e–h og l. – Angiosperm fossils from Selárdalur in Arnarfjörður (a–f and h–n) and Ketilseyri in Dýrafjörður (g). a. *Ulmus* sp., leaf with slightly curved secondary veins and toothed margin, IMNH 305. b. *Ulmus* sp., leaf with forking secondary veins in basal part, IMNH 6684-04. c. *Ulmus* sp., leaf with numerous secondary veins, forking of secondary veins in basal part and toothed margin, IMNH 304. d. *Ulmus* sp., leaf with numerous forking secondary veins, IMNH 6684-03. e. *Ulmus* sp., close-up of a showing primary and secondary teeth and tertiary veins with enervating sinus, IMNH 305. f. *Ulmus* sp., close-up of d showing basal leaf margin with forking secondary vein, IMNH 6684-03. g. *Betula* sect. *Costatae*, scale of infructescence showing three narrow lobes, IMNH 5056. h. *Cercidiphyllum* sp., close-up of n showing teeth and marginal venation, arrow pointing at gland, IMNH 6686-B01. i. *Cercidiphyllum* sp., small leaf with long petiole, S134405-08. j. *Cercidiphyllum* sp., leaf with campylodromous venation, cordate base and crenate margin, IMNH 6686-A01. k. *Cercidiphyllum* sp., leaf with campylodromous venation and cordate base, IMNH 6687-01. l. *Cercidiphyllum* sp., close-up of n showing teeth, marginal venation and glands, IMNH 6686-B01. m. *Cercidiphyllum* sp., small leaf with campylodromous venation and entire margin, IMNH 6685. n. *Cercidiphyllum* sp., tertiary and higher ordered loops, margin and teeth, IMNH 6686-B01. Scale bar is 5 cm in panel c–d and j–k, 3 cm in panel a, 2,5 cm in panel i, 2 cm in panel b and m, 1 cm in panel n, 5 mm in panel e–h and l.

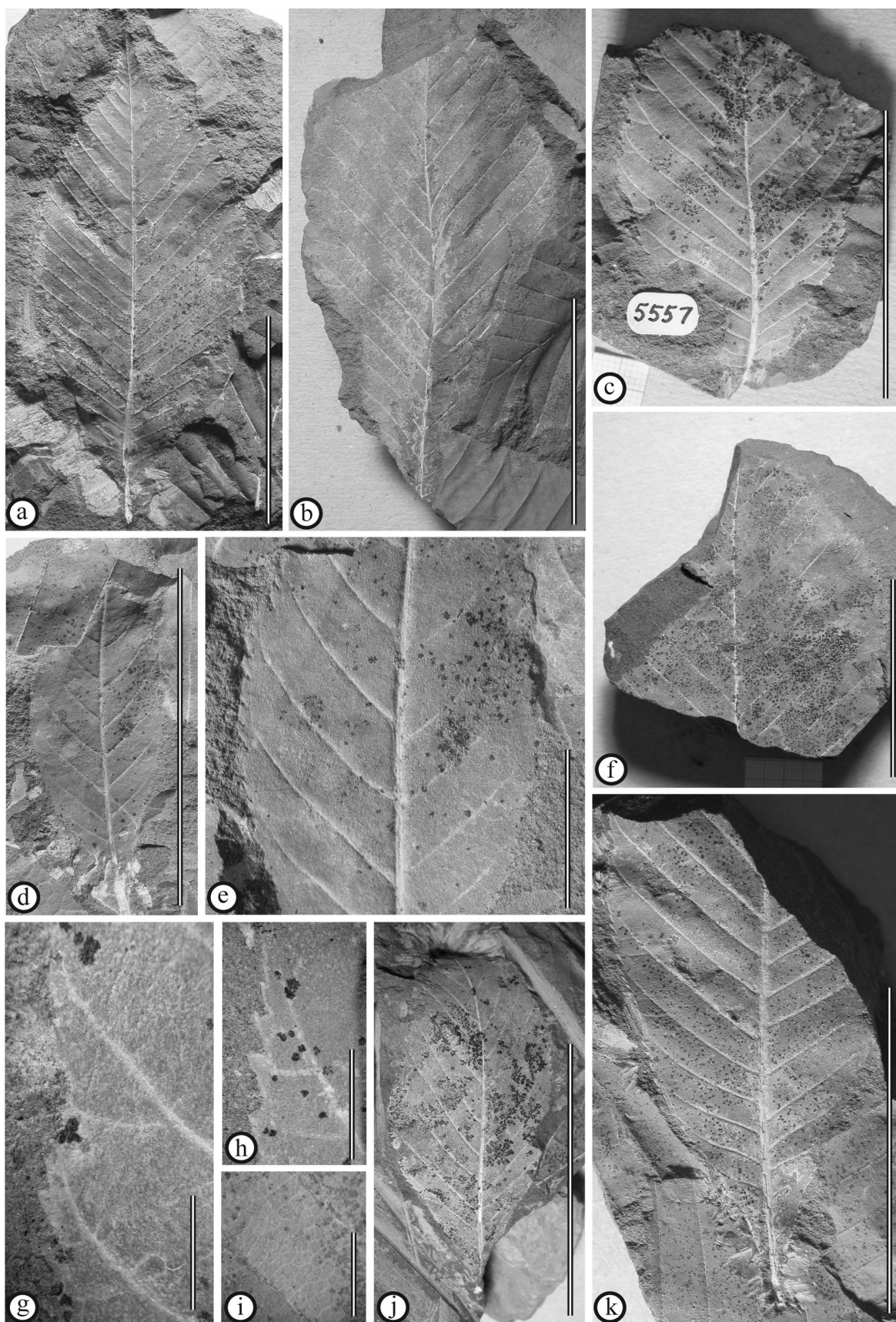
5. mynd. Steingerðar leifar lauftrjáa frá Selárdal í Arnarfirði. a. Kastanía, stórvaxið smáblað með þéttliggjandi hliðarstrengi, oddreginn blaðodd og inndreginn blaðbotn, IMNH 783. b. Kastanía, stórvaxið smáblað, IMNH 1953-A02. c. Kastanía, smáblað þar sem hliðarstrengir við blaðbotn stefna hornrétt út frá miðstrengnum, IMNH 5557. d. Kastanía, smávaxið smáblað, IMNH 6688-01. e. Kastanía, nærmynd af d sem sýnir blaðröndina, IMNH 6688-01. f. Kastanía, hluti stórvaxins smáblaðs, IMNH 352. g. Kastanía, nærmynd af c sem sýnir uppsveigða hliðarstrengi nálgað blaðröndina, IMNH 5557. h. Kastanía, nærmynd af j sem sýnir uppsveigða hliðarstrengi meðfram blaðrönd og þverstrengi sem stefna inn í tennur blaðrandar, IMNH 342-02. i. Kastanía, nærmynd af b sem sýnir þverstrengi og hornstrengi, IMNH 1953-A02. j. Kastanía, smáblað með litlar hvassar tennur á blaðröndinni, IMNH 342-02. k. Kastanía, neðri hluti hálfvaxins smáblaðs, IMNH 748. Mælikvarðinn er 5 cm á mynd a–d, f og j–k, 1 cm á mynd e, 5 mm á mynd g–i. – Angiosperm fossils from Selárdalur in Arnarfjörður. a. *Aesculus* sp., large leaflet with densely spaced secondary veins, acuminate apex and cuneate base, IMNH 783. b. *Aesculus* sp., large leaflet, IMNH 1953-A02. c. *Aesculus* sp., medium-sized leaflet with basal secondaries perpendicular to primary vein, IMNH 5557. d. *Aesculus* sp., small leaflet IMNH 6688-01. e. *Aesculus* sp., close-up of d showing the margin, IMNH 6688-01. f. *Aesculus* sp., part of a large leaflet, IMNH 352. g. *Aesculus* sp., close-up of c showing secondary veins curving upwards and approaching margin, IMNH 5557. h. *Aesculus* sp., close-up of j showing secondary veins curving upwards and sending of small veinlets into sharp teeth, IMNH 342-02. i. *Aesculus* sp., close-up of b showing tertiary and quaternary venation IMNH 1953-A02. j. *Aesculus* sp., leaflet with small and sharp teeth, IMNH 342-02. k. *Aesculus* sp., lower part of medium-sized leaflet, IMNH 748. Scale bar is 5 cm in panel a–d, f and j–k, 1 cm in panel e, and 5 mm in panel g–i.



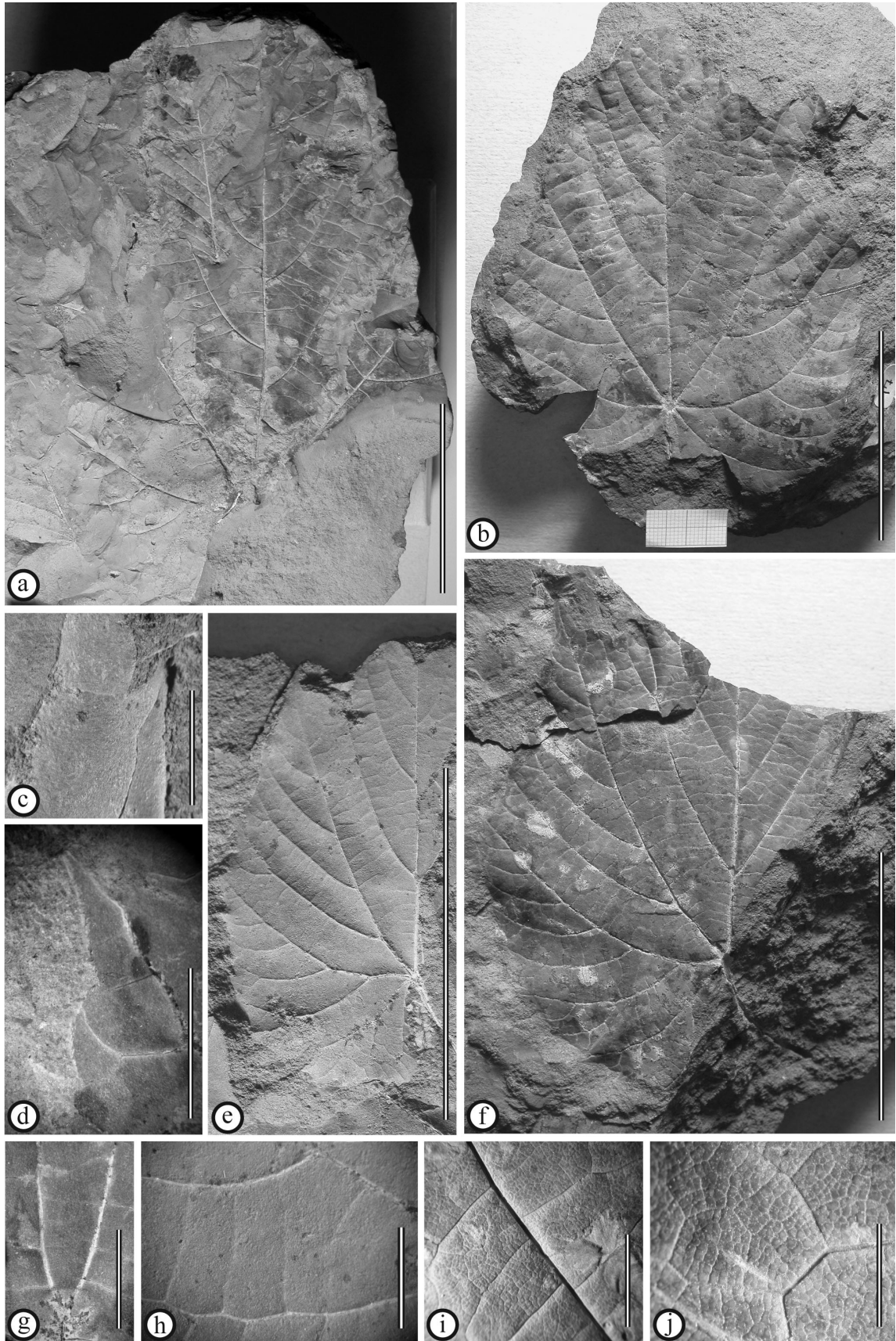
3. mynd. Steingerðar leifar lauftrjáa frá Selárdal í Arnarfirði, Botni í Ségandafirði og Ketilseyri í Dýrafirði. Sjá myndatexta á bls. 90.



4. mynd. Steingerðar leifar lauftrjáa frá Selárdal í Arnarfirði og Ketilseyri í Dýrafirði. Sjá myndatexta á bls. 90.



5. mynd. Steingerðar leifar lauftrjáa frá Selárdal í Arnarfirði. Sjá myndatexta á bls. 90.



6. mynd. Steingerðar leifar lauftrjáa frá Selárdal í Arnarfirði. Sjá myndatexta á bls. 95.

6. mynd. Steingerðar leifar lauftrjáa frá Selárdal í Arnarfirði. a. Arnarlind, stórvaxið sepótt laufblað, IMNH 1946-02. b. Arnarlind, hálfvaxið sepótt laufblað með hjartalaga blaðbotn og marga aðalstrengi. Fjöldi hliðarstrengja kvíslast út frá ytri aðalstrengjum, IMNH 17. c. Arnarlind, nærmynd af blaðrönd sem sýnir tönn og hliðartannlægt strengjakerfi, IMNH 310-02. d. Arnarlind, nærmynd af f sem sýnir aðal- og undirtönn, IMNH 5554. e. Arnarlind, smávaxið laufblað, IMNH 5555. f. Arnarlind, hálfvaxið laufblað með hliðartannlægt strengjakerfi og tennita blaðrönd, IMNH 5554. g. Arnarlind, nærmynd af f sem sýnir kvíslun hliðarstrengs og svæði eftir hárbúska þar sem kvíslun á sér stað, IMNH 5554. h. Arnarlind, nærmynd af þverstrengjakerfi, IMNH 1952. i. Arnarlind, nærmynd af a sem sýnir þverstrengi og hornstrengjakerfi, IMNH 1946-02. j. Arnarlind, nærmynd af a sem sýnir smástrengjakerfið (5° strengi), IMNH 1946-02. Mælikvarðinn er 5 cm á mynd a–b og e–f, 5 mm á mynd c–d og g–i, 2,5 mm á mynd j. – Angiosperm fossils from Selárdalur in Arnarfjörður. a. *Tilia selardalense*, large leaf, IMNH 1946-02. b. *Tilia selardalense*, median-sized leaf with cordate base and several primary veins, outer ones with numerous curved external veins, IMNH 17. c. *Tilia selardalense*, close-up of leaf margin showing semicraspedodromous venation and tooth, IMNH 310-02. d. *Tilia selardalense*, close-up of f showing primary and secondary teeth, IMNH 5554. e. *Tilia selardalense*, small leaf, IMNH 5555. f. *Tilia selardalense*, median-sized leaf with semicraspedodromous venation and toothed margin, IMNH 5554. g. *Tilia selardalense*, close-up of f showing forking of secondary veins with conspicuous pocket domatia in axils of branches, IMNH 5554. h. *Tilia selardalense*, close-up showing simple tertiary veins, IMNH 1952. i. *Tilia selardalense*, close-up of a showing tertiary and quaternary venation, IMNH 1946-02. j. *Tilia selardalense*, close-up of a showing quadrangular areoles, IMNH 1946-02. Scale bar is 5 cm in panel a–b and e–f, and 5 mm in panel c–d and g–i, and 2.5 mm in panel j.

hefur fundist þar magnólía (7. mynd a) og toppur (*Lonicera*) (7. mynd b), en laufblöð þessara ættkvísla eru mjög lík í útliti við fyrstu sýn. Þá hafa verið borin kennsl á hvítplatanvið (*Platanus leucophylla*) (7. mynd c–d). Nær allir steingerv-ingarnir frá Selárdal eru af blöðum lauftrjáa, en leifar barrtrjáa eru sjaldgæf sjón í setlögum í Selárdal og eingöngu hafa fundist örfáar greinárar (*Picea*) (2. mynd c).

Steingerv-ingarnir frá Botni í Súgandafirði (2. tafla) eru að ýmsu leyti frábrugðnir þeim í Selárdal. Í Botni ber mest á leifum barrtrjáa og laufblöð lauftrjáa finnast sjaldan. Þá eru varðveisluhættir um margt öðruvísi en í Selárdal. Steingerv-ingarnir finnast í rofseti sem er sandblandaður siltsteinn með kolalínsum. Þeir eru ýmist samanpressaðar kolaleifar, svartkolað blaðefni eða viður, en hann er mest áberandi. Mest ber á greinum fornrauðviðar (*Sequoia abietina*) (2. mynd i–o), en þær eru frekar breiðar og með aflangar nál-ar. Kolaðar greinar evrópuvatnafuru (*Glyptostrobus europaeus*) eru einnig algengar, en að auki hafa fundist könglar sömu tegundar (2. mynd e, h). Greinar hennar sýna töluverðan formfræðilegan breytileika og fundist hafa bæði langgreinar (2. mynd f) og stuttgreinar (2. mynd d, g). Þó að flestir steingerv-inganna frá Botni tilheyri forn-

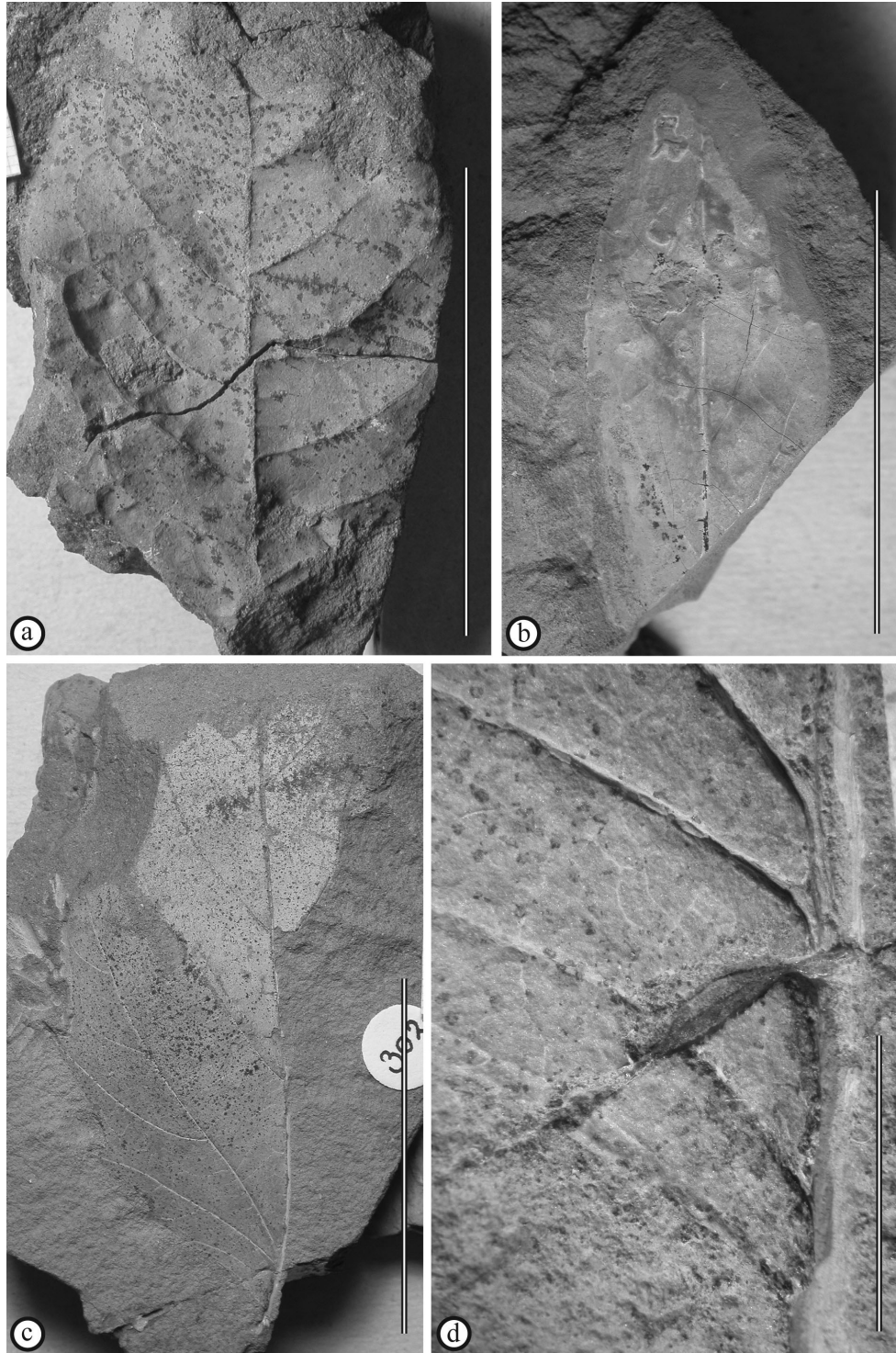
rauðviði og evrópuvatnafuru hafa einnig fundist leifar barrtrjáa af grátviðarætt (*Cupressaceae*) (2. mynd a–b), en þar sem einungis hafa fundist örfá eintök hefur nákvæmari greining reynst ógerleg. Þó að blöð lauftrjáa séu sjaldgæf í setlögum í Botni (einungis hafa fundist blaðbrot af arnarbeyki og elri) þá eru beykialdin frekar algeng (3. mynd d).

Steingerv-ingarnir frá Ketilseyri (2. tafla) eru varðveittir í rauðleikum silt- og sandsteini. Í setinu má greina för eftir plöntur (laufblöð, aldin, fræ). Leifarnar eru ekki kolaðar heldur einungis för sem hafa mótast í setið þegar það safnaðist fyrir, en það varð síðar að setbergi. Varðveisla steingerv-inga við Ketilseyri er frekar slæm og setið er greinilega mjög veðrað rofset, líklegast jarðvegur. Í setinu ber mest á blöðum arnarbeykis (3. mynd h–i), en einnig eru þar vængjuð beykifræ (3. mynd j–k). Þá hafa einnig fundist vængaldin asks (*Fraxinus*) (3. mynd l), rekilblað af birki (*Betula*) (4. mynd g) og laufblöð og blaðhlutar af magnólíu, toppi, hvítplatanviði og arnarlind.

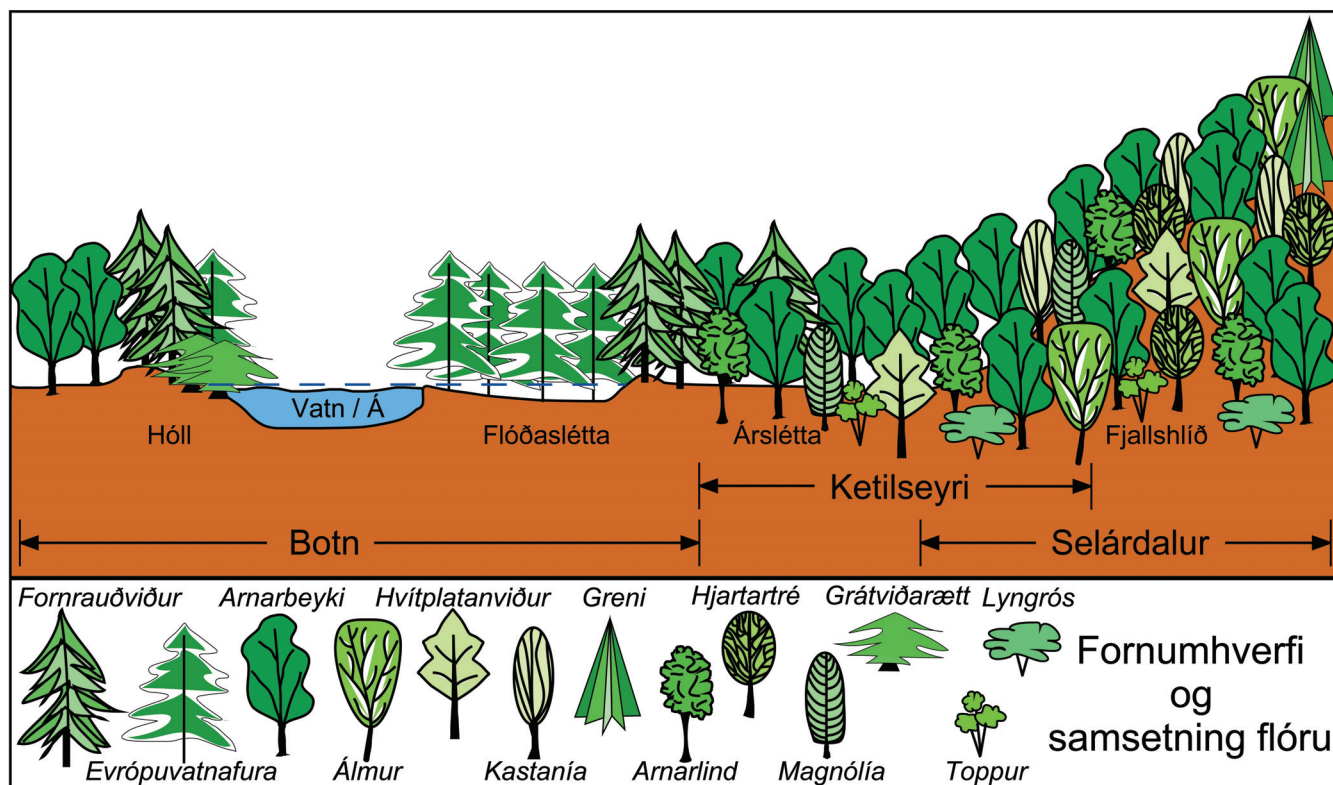
PLÖNTUSAMFÉLÖG OG VISTFRÆÐI

Eitt helsta einkenni plöntusamfélagsins frá Selárdal er hversu arn-

arbeyki er áberandi, en leifar þess finnast í yfir 90% þeirra hand-sýna sem þar hefur verið safnað. Samsetning flórunnar er einkennandi fyrir harðviðarskóga í heittempruðu og röku loftslagi eins og nú ríkir í austurhluta Norður-Am-eríku (í Appalachiafjöllum),¹⁷ austurhluta Evrópu og vesturhluta Asíu (við norðan- og austanvert Svartahaf og sunnanvert Kaspíahaf)¹⁸ og í Austur-Asíu (í Japan og Mið- og Austur-Kína).¹⁹ Algengar ættkvíslir eru m.a. lind og kastanía (2. tafla). Lítið sem ekkert finnst af víði (*Salix*), ösp (*Populus*) eða vatnafuru í setlögum í Selárdal, en þessar ættkvíslir eru einkennandi fyrir plöntusamfélög í nálægð við dældir þar sem setlagasöfnun á sér stað (m.a. myrlendi, stöðuvötn og ár). Plöntusamfélagið í Selárdal virðist endurspegla einskonar jaðarsamfélag („allochthonous“ eða „zonal samfélag) samanborið við plöntusamfélagið úr setlögum frá Botni, þar sem staðbundinn láglendisgróður („autochthonous“ eða „azonal“ samfélag) virðist hafa verið ríkjandi. Oft hefur verið bent á muninn á plöntusamfélögum á hálendari svæðum (eins og í Selárdal) annars vegar og á láglendi (eins og í Botni) hins vegar.^{20,21,22} Slík samfélög geta verið töluvert ólík þó að þau séu samtíma og hafi lifað í nánast eins loftslagi. Plöntusamfélagið í



7. mynd. Steingerðar leifar lauftrjáa frá Selárdal í Arnarfirði. a. Magnólía, laufblað með boglægt hliðarstrengjakerfi og millistrengi út frá hliðarstrengjum, IMNH 89. b. Toppur, laufblað þar sem hliðarstrengir eru með óreglulegu millibili og greinast frá miðstrengnum undir misstóru horni, hliðarstrengir mynda lykkjur við blaðröndina, IMNH 294. c. Hvítplatanviður, sepótt laufblað þar sem hliðlægir aðalstrengir greinast frá miðstrengnum ofan blaðbotnsins, IMNH 302. d. Hvítplatanviður, nærmynd af c sem sýnir upptök hliðlægra aðalstrengja, IMNH 302. Mælikvarðinn er 5 cm á mynd a–c og 5 mm á mynd d. – Angiosperm fossils from Selárdalur in Arnarfjörður. a. *Magnolia* sp., leaf with brochidodromous venation, intersecondary veins, IMNH 89. b. *Lonicera* sp., leaf with irregularly spaced secondary veins, diverging at different angles from primary vein and forming loops, IMNH 294. c. *Platanus leucophylla*, leaf with suprabasal origin of lateral primary veins, IMNH 302. d. *Platanus leucophylla*, close-up of c showing suprabasal origin of lateral primary veins and the opadial vein, IMNH 302. Scale bar is 5 cm in panel a–c, and 5 mm in panel d.



8. mynd. Plöntusamfélög í Selárdal, Botni og við Ketilseyri um miðbik miósentíma fyrir 15–13,5 milljón árum. Líkan byggt á steingerðum plöntuleifum; blöðum, aldinum og fræjum. – Reconstruction of the Middle Miocene vegetation of the Selárdalur, Botni and Ketilseyri based on macrofossils.

Selárdal endurspeglar sumar- og sígræna beykilaufskóga í hálendis- hliðum þar sem vatn streymdi í gegnum jarðveginn en safnaðist ekki fyrir (8. mynd). Hingað til hafa eingöngu verið borin kennsl á fáein- ar ættkvíslir úr setlögum í Botni í Súgandafirði. Af þeim eru evrópu- vatnafura og fornrauðviður mest áberandi, en fundist hefur fjöldi stöngla, nála og köngla sem tilheyra þeim. Leifar arnarbeykis eru frekar fágætar þar; þó hafa fundist aldin og fræ, en aðeins örfá blaðbrot. Einnig hafa fundist þar blaðbrot el- ris (*Alnus*). Samsetning plöntusam- félagsins og setlagagerðir í Botni gefa til kynna að plöntuleifarnar hafi fallið til á staðnum og séu ein- kennandi fyrir gróðurinn sem óx á láglendisvæðinu („autochthonous“ eða „azonal“ samfélag). Evrópuvatnafurur og að hluta til forn- rauðviður hafa vaxið á flæðilandi eða í tengslum við einhvers konar vatnakerfi. Evrópuvatnafuran lifði þar sem grunnvatn stóð hátt, m.a. á

opnum vatnasvæðum og fenjum, en fornrauðviðurinn var frekar á þurrari svæðum og líklegt að hann hafi haldið til á hæðum og ásum og verið þar í bland við aðrar harðvið- arættkvíslir eins og arnarbeyki. Lík- legt er að þessi láglendisgróður hafi runnið saman við harðviðarskóga þegar ofar dró í landinu og þá líkst meira og meira Selárdalsflórunni (8. mynd).

SAMANBURÐUR Á FRJÓGREIN- INGUM OG HANDSÝNUM

Frjógreiningar úr setlögum Selár- dals-Botns setlagasyrpu (15 milljón ára) sýna hátt hlutfall frjóa er tilheyra fenjakýprusættinni (*Taxodiaceae*), beyki og lind (3. tafla). Með því að bera saman nið- urstöður frjógreininga og greiningu handsýna má áætla að fornrauðvið- urinn og evrópuvatnafuran, ásamt arnarbeyki og arnarlind, hafi verið mest áberandi tegundirnar í plöntu- samfélagunum í Selárdal og Botni.

Frjógreiningar úr yngri setlögum Dufansdals-Ketilseyrar setlagasyrpu- unnar (13,5 milljón ára) sýna lægra hlutfall frjóa er tilheyra fenja- kýprusættinni og beykiættkvíslinni og áberandi er að lindifrjó eru mun sjaldgæfari en áður.

Frjógreining úr Selárdal leiðir í ljós hátt hlutfall af furu (*Pinus*), plöntum af fenjakýprusætt, beyki og lind. Frjókorn elris, birkis, álms og sérstaklega plantna af magnólíu- ætt eru sjaldgæfari. Meðal hand- sýna eru arnarbeyki, arnarlind, kastanía, hjartaré og álmur al- gengust, en mun minna er af hvít- platanviði, magnólíu og greni. Frjó- greiningar frá Botni sýna mun meira af frjóum barrtrjáa, eins og plantna af fenjakýprusætt, grátvið- arætt og vatnafuru. Frjó lauftrjáa til- heyra að mestu beyki og lind; einnig er töluvert af frjóum víðis, el- ris, álms og hlyns. Steingervingar í handsýnum eru að mestu fornrauð- viður, evrópuvatnafura og aldin arnarbeykis; einnig eru þar stein-

Flokkunareining	Selárdals-Botns setlagasyrpan						Dufansdals-Ketilseyrar setlagasyrpan			
	Selárdalur	Ófæruvík	Botn		Breiðhilla	Gil	Lambadalur			
			A	B			A	B	C	D
Musteristrjáætt (<i>Ginkgoaceae</i>)				4						
Pállarætt (<i>Pinaceae</i>)		8	6	7	19	24	3			
Fura (<i>Pinus</i>)	10			1	12	13	7	4	5	4
Greni (<i>Picea</i>)		5					61	62	59	66
Fenjakýprusætt (<i>Taxodiaceae</i>)	50	27	41	71	56				22	42
Vatnafura (<i>Glyptostrobus</i>)				6	12					
Japansrauðviður (<i>Cryptomeria</i>)					10					
Grátviðarætt (<i>Cupressaceae</i>)				24						6
Viðir (<i>Salix</i>)			3	20	10	2				
Valhnotutré (<i>Juglans</i>)						5		1	1	1
Vængnota (<i>Pterocarya</i>)				3		1				1
Pors (<i>Myrica</i>)					5					
Elri (<i>Alnus</i>)	7		8	45		13	2	3	1	10
Birki (<i>Betula</i>)	3		1	6	1	1	7	9	8	15
Agnbeyki (<i>Carpinus</i>)				5			3	6		10
Hesli (<i>Corylus</i>)							1			
Beyki (<i>Fagus</i>)	16	11	9	40	13	75	8	16	8	47
Eik (<i>Quercus</i>)							5			
Álmur (<i>Ulmus</i>)	6		2	32	6	12	1	5	1	7
Fornelmi (<i>Zelkova</i>)				2	2					
Magnóliuætt (<i>Magnoliaceae</i>)	2									
Ertublómaætt (<i>Leguminosae</i>)				16						
Pýrnir (<i>Ilex</i>)				6	13	23	1			
Beinviður (<i>Euonymus</i>)				15						
Hjartaaldin (<i>Rhus</i>)										2
Hlynur (<i>Acer</i>)				23						
Lind (<i>Tilia</i>)	11	16	6	11	20	15		3		5
Smjörviðarætt (<i>Oleaceae</i>)						2	2	3		3
Rósaætt (<i>Rosaceae</i>)				4						
Lyngætt (<i>Ericaceae</i>)				6						
Dúnhamarsætt (<i>Typhaceae</i>)				2						
Nykra (<i>Potamogeton</i>)				3						
Hornblaðka (<i>Menyanthes</i>)				1						
Liljuætt (<i>Liliaceae</i>)				3						
Sæturótarætt (<i>Polypodiaceae</i>)				50	9	5	17	28		
Kóngaburkni (<i>Osmunda</i>)	1				36					
Jafnaætt (<i>Lycopodiaceae</i>)			1		1					6
Gró (<i>Punctatisporites</i>)				3						

3. tafla. Frjögveiningar úr Selárdals-Botns setlagasyrpanni og Dufansdals-Ketilseyrar setlagasyrpanni (frá Akhmetiev o.fl.⁸, Leifi A. Símonarsyni o.fl.^{13,14}). Tölurnar sýna fjölda frókorna í sýnunum. – Pollen record from the Selárdalur-Botn and the Ketilseyri-Dufansdalur Formations (from Akhmetiev et al.⁸, Símonarson et al.^{13,14}). Numbers are pollen count in total nos.

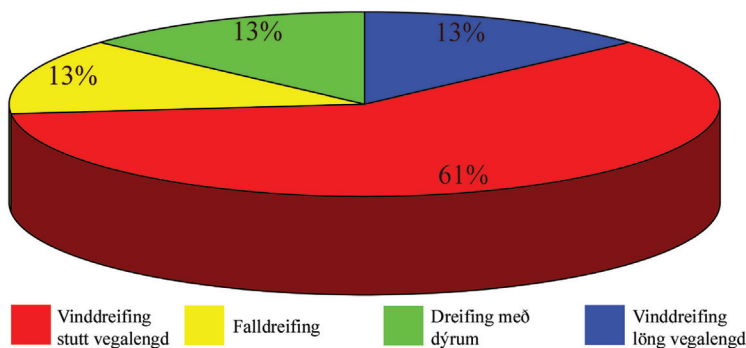
gervingar plantna af grátviðarætt, en þeir eru mun sjaldgæfari. Laufblöð, barrnalar, stönglar, aldin, fræ og frjókorn úr setlögum Selárdals-Botns setlagasyrpannar (15 milljón ára) endurspeglar sumar- og sígræna laufskóga með barrtrjáaflákum sem þöktu fjallshlíðar, gil og gljúfur (8. mynd). Laufskógarnir einkenndust af arnarbeyki, arnarlind, kastaníu, álmi, hjartartré, hvítplatanviði, magnólíu, lyngrós og toppi. Í og við dalbotna urðu ættkvíslir eins og elri, víðir og hlynur meira áberandi samfara hærri grunnvatnsstöðu. Á svæðum þar sem grunnvatn stóð hátt, í dölum,

umhverfis stöðuvötn og straumvötn, á flæðilöndum og við óseyrar voru barrtré, aðallega evrópuvatnafuran og elri mest áberandi (8. mynd). Á þurrari svæðum, hæðum og hólum og í nálægð vatnasvæða bar hins vegar meira á fornrauðviði. Rannsóknir á plöntuleifum úr setlögum Dufansdals-Ketilseyrar setlagasyrpannar (13,5 milljón ára) sýna ekki áberandi breytingar á laufskógum landsins nema hvað hlutfall lindifrjókorna lækkar (3. tafla), en þessi ættkvísl var mjög áberandi í eldri plöntusamfélögum í Selárdal og Botni. Meiri breytinga verður vart hjá barrtrjám þar sem

hlutur fenjakýprusættarinnar verður minna áberandi og frjókorn grenis verða ráðandi meðal frjókorna þallarættar (*Pinaceae*).

DREIFING OG LANDNÁM PLANTNA

Tveir þriðju hlutar tegunda úr elstu plöntusamfélögum Íslands dreifa frjóum sínum með vindi en þriðjungur bæði með skordýrum og vindum (4. tafla). Þetta bendir til þess að skordýr hafi verið á Íslandi þegar elstu setlög landsins mynduðust, en steingerð skordýr eru nær eingöngu



9. mynd. Skifurit sem sýnir hlutfallslega skiptingu plantna eftir dreifileið aldina og fræja frá móðurplöntunni. Áberandi er að flestar plönturnar (61%) úr elstu setlögum landsins dreifast stuttar vegalengdir með vindi. Einnig má sjá að 13% plantnanna hafa falldreifingu en þá fellur aldin/fræ plöntunnar beint til jarðar og dreifist mjög stutt frá móðurplöntunni, eins og t.d. hjá kastaníu og beyki. – A 3-D pie chart that shows the percentage of taxa from the oldest floras of Iceland, 15–13.5 Ma. Most of the plants (61%) are dispersed by wind over short distances (anemochory, short distance). It is interesting to note that 13% of the plants have an extremely limited dispersal radius (dyschory), for instance *Aesculus* and *Fagus*.

þekkt úr yngri setlagasyrþum eins og Skarðsstrandar-Mókollsdals setlagasyrþunni (9–8 milljón ára).⁶²³ Fræ og aldin flestra plöntutegunda frá Selárdal og Botni berast stuttar vegalengdir með vindi og á það við um barrtré, hjartartré, ask, platanvið og álm. Einungis fræ mjög fárra tegunda geta borist langar vegalengdir með vindi og á það við um birki og lyngrós (4. tafla, 9. mynd). Fræ annarra tegunda dreifast með dýrum, annaðhvort frekar stuttar vegalengd-

ir, eins og þekkt er hjá beyki og kastaníu sem dreifast með spendýrum, eða á mismunandi hátt um langan eða stuttan veg, eins og hjá magnólíu og toppi. Síðastnefndar plöntur dreifast innvortis (endozoochory) með fuglum en platanviður dreifist útvortis (exozoochory) með spendýrum eða fuglum.

Steingerðar leifar landhryggdýra úr íslenskum setlögum eru mjög sjaldgæfar. Aðeins hafa fundist örfá beinbrot lítils hjartardýrs úr setlög-

um frá plíósentíma.²⁴ Plöntuleifar gefa til kynna að hér hafi verið landdýr á miósentíma, en svo virðist sem skortur á landhryggdýraleifum stafi að mestu af því að varðveislumöguleikar þeirra voru hverfandi. Bein landhryggdýra hafa í allflestum tilvikum leyst upp vegna efnaðrunar. Dreifiháttur plantna í elstu plöntusamfélögum á Íslandi (frá miðmíósen, 15 milljón ára) bendir til þess að þær hafi komið hingað um landveg eða yfir frekar mjótt haf. Að minnsta kosti hafa beyki og kastanía enga möguleika á dreifingu yfir úthöf og álmur, askur og lind hafa tiltölulega stuttan dreifiradíus.²⁵ Það eru einungis birki og lyngrós sem geta hafa náð róttfestu á Íslandi með dreifingu yfir víðáttumikil höf. Plöntuleifar úr elstu setlögum landsins benda því til landsambands yfir til Grænlands (Norður-Ameríku) eða Færeyja (Evrópa/Asía) þegar þessir plöntuhópar námu hér land.

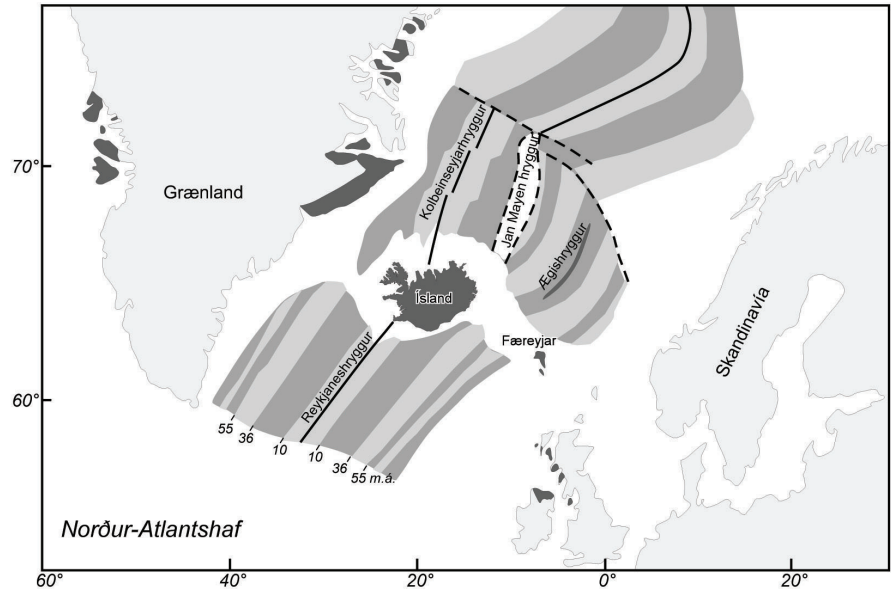
UPPRUNI ELSTU PLÖNTUSAMFÉLAGA Á ÍSLANDI

Ísland er hluti af Grænlands-Skotlands þverhryggnum. Elsta aldursgreinda berg á landinu er um 16 milljón ára og setlögin sem inni-

Flokkunareining	Frævun	Dreifiháttur fræja og aldina
Berfrævingar		
Evrópuvatnafura (<i>Glyptostrobus europaeus</i>)	Vindfrævun	Vinddreifing (stutt vegalengd); takmörkuð vatnsdreifing
Fornrauðviður (<i>Sequoia abietina</i>)	Vindfrævun	Vinddreifing (stutt vegalengd); takmörkuð vatnsdreifing
Grátviðarætt (<i>Cupressaceae</i>)	Vindfrævun	Vinddreifing (stutt vegalengd); takmörkuð vatnsdreifing
Greni (<i>Picea</i> sp.)	Vindfrævun	Vinddreifing (stutt vegalengd); takmörkuð vatnsdreifing
Dulfrævingar		
Arnarbeyki (<i>Fagus friedrichii</i>)	Vindfrævun	Falldreifing; dreifing með dýrum (fuglar, spendýr)
Arnarlind (<i>Tilia selardalense</i>)	Skordýra/vindfrævun	Vinddreifing (stutt vegalengd)
Askur (<i>Fraxinus</i> sp.)	Skordýra/vindfrævun	Vinddreifing (stutt vegalengd)
Álmur (<i>Ulmus</i> sp.)	Vindfrævun	Vinddreifing (stutt vegalengd); innvortis með dýrum
Birki (<i>Betula</i> sect. <i>Costatae</i>)	Vindfrævun	Vinddreifing (löng vegalengd)
Hjartartré (<i>Cercidiphyllum</i> sp.)	Vindfrævun	Vinddreifing (stutt vegalengd); dreifing með dýrum
Kastanía (<i>Aesculus</i> sp.)	Skordýrafrævun	Falldreifing; dreifing með dýrum (spendýr)
Lyngrós (<i>Rhododendron</i> sp.)	Skordýrafrævun	Vinddreifing (löng vegalengd)
Magnólía (<i>Magnolia</i> sp.)	Skordýrafrævun	Innvortis dreifing með dýrum (fuglar)
Hvítplatanviður (<i>Platanus leucophylla</i>)	Vindfrævun	Vinddreifing (stutt vegalengd); útvortis með dýrum
Toppur (<i>Lonicera</i> sp.)	Skordýrafrævun	Innvortis dreifing með dýrum (fuglar)

4. tafla. Dreifiháttir plöntuhópa úr elstu setlögum Íslands (byggt á Ridley 1930²⁵). – Dispersal mechanisms of recorded taxa from the oldest sediments in Iceland (based on Ridley 1930²⁵).

halda elstu plöntuleifar landsins eru um 15 milljón ára.^{26,27,28,29} Almennt er talið að Ísland hafi þegar verið orðið eyja þegar þessi setlög settust til, en lítið er vitað um hvort aðrir hlutar þverhryggjarins hafi þá verið ofansjávar og, ef svo var, hversu langt þeir voru frá Íslandi. Flestar tegundir plantna, sem borin hafa verið kennsl á úr elstu setlögum landsins, gefa ekki til kynna eiginlegt upprunaland tegundanna (Norður-Ameríka/Grænland eða Færeyjar/Evrópa, 2. tafla) heldur tilheyra plönturnar flóru sem hafði mikla útbreiðslu á norðurhveli jarðar á fyrri hluta og um miðbik míósentíma. Má þar nefna tegundir ættkvísla sem tilheyra fenjakýprusættinni, hjartaré, magnólíu, plataníð, álm, topp og lyngrós,^{30,31} og gætu plönturnar því hafa komist til Íslands bæði úr vestri og austri. Það vekur athygli að margar ættkvíslanna (*Glyptostrobus*, *Cercidiphyllum*, *Aesculus*, *Platanus*, *Ulmus*, *Magnolia*) voru áberandi í „Brito-Arctic Igneous Province (BIP) flórnum“, en þær eru að minnsta kosti 20 milljón árum eldri en elstu íslensku plöntusamfélögin.^{32,33,34,35} Tegundirnar sem finnast í íslenskum míósen-setlögum eru frábrugðnar tegundum í áðurnefndum BIP-flórnum, nema evrópuvatnafuran virðist sú sama. Plöntuleifar úr íslenskum setlögum benda eindregið til dreifingar og flutnings plantna yfir frum-Ísland löngu eftir að leifar BIP-flóranna grófust í setlög. Hversu lengi þessi dreifing og flutningur stóð yfir og hvenær þessar flutningsleiðir urðu ófærar plöntum með stuttan dreifiradíus er ekki alveg ljóst.^{36,37,38,39,40,41} Ef gert er ráð fyrir því að hluti af Grænlands-Skotlands þverhryggnum hafi verið ofansjávar löngu fyrir myndun elstu setlaga landsins, þá er hugsanlegt að flóran eða hluti hennar hafi numið hér land fyrir þann tíma og þróast á frum-Íslandi áður en setlögin í Selárdal og Botni söfnuðust fyrir.

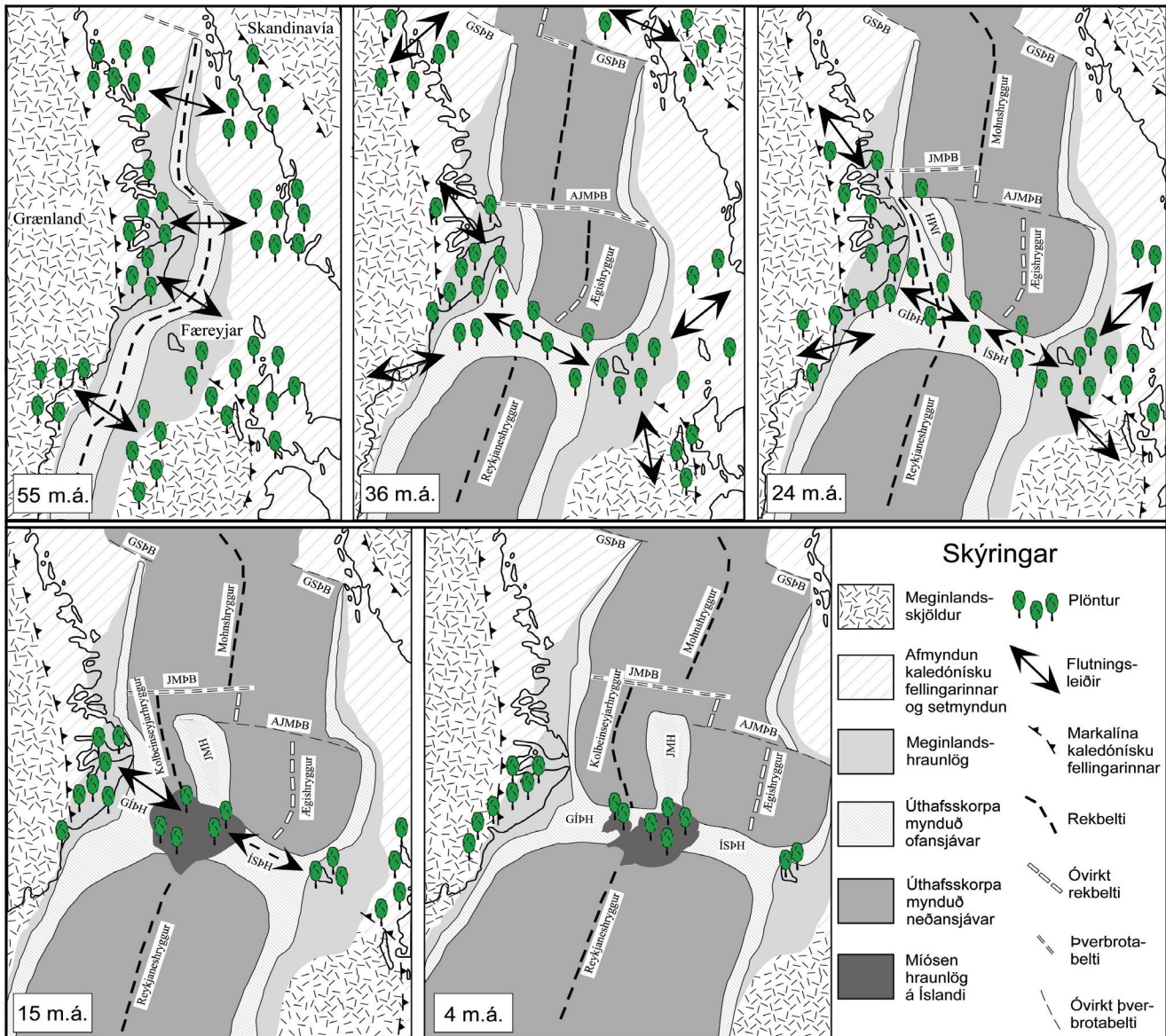


10. mynd. Mið-Atlantshafshryggurinn liggur í gegnum Ísland, Reykjaneshryggurinn við suðvesturströndina og Kolbeinseyjarhryggurinn úti fyrir Norðurlandi. Grænlands-Skotlands þverhryggurinn nær yfir mestan hluta sjávarbotnsins milli meginlandanna. Basaltmyndanir nýlífsaldar eru sýndar með dökkgráum lit. Sýndar eru jafnaldurslínur (anómaliur) og aldur sjávarbotns í kringum landið. (Byggt á Talwani og Eldholm 1977⁴⁷; Larsen 1980⁵³ og Sigurði Steinþórssyni 1981⁵⁵). – The Mid-Atlantic Ridge crosses Iceland, with the Reykjanes Ridge on the south-western side and the Kolbeinsey Ridge on the northern side. The Greenland-Scotland Transverse Ridge reaches over most of the ocean floor. Tertiary terrestrial basalt formations are indicated with dark grey colour. Anomalies and relative age of the ocean floor are shown (modified after Talwani and Elholm 1977⁴⁷; Larsen 1980⁵³; Steinþórsson 1981⁵⁵).

FORNLANDFRÆÐI OG DREIFILEIÐIR PLANTNA

Möttulstrókurinn undir Íslandi, nálægt flekaskilunum í Norður-Atlantshafi, er talinn frumorsök þess að mikið af möttulefni streymir upp og safnast á hryggjarásinn.⁴² Því er uppstreymi basaltkviku meira hér á landi en á öðrum nálægum svæðum og jarðskorpan undir Íslandi því þykkari en ella. Samfara miklu uppstreymi möttulefnis á flekaskilunum rekur flekana í sundur og þannig flytjast storkubergsmyndanir frá flekaskilunum (10. mynd). Við þetta hægfara ferli myndast þverhryggur. Möttulstrókurinn við flekaskilin er talinn hafa flutt með sér til yfirborðs storkuberg sem í fyrstu myndaði landtengingu á milli Norður-Ameríku og Evrópu um Íslandssvæðið þegar meginlöndin byrjaði að reka í sundur í lok krítartímabils og upphafi tertíertímabils.^{28,43} Þverhryggur-

inn sem myndaði landbrúna er þekktur sem Grænlands-Skotlands þverhryggurinn. Í byrjun nýlífsaldar voru meginlöndin það nálægt hvort öðru að heiti reiturinn hélt uppi landsvæðinu (landbrúnni) á milli þeirra, en eftir því sem leið á nýlífsöld kólnuðu útjaðrar hryggjarins og sigu jafnt og þétt í sjó. Ekki eru allir sammála um það hvernig og hvenær þetta gerðist, en sumir telja að um miðbik míósentíma hafi einhverjir hlutar þverhryggjarins (utan Íslands) enn verið ofansjávar.^{43,44} Þessi þverhryggur náði yfir svæðið þar sem Ísland er nú og líklega hafa þessi landsvæði verið meira og minna þakin gróðri. Mikið magn frjókorna og gróa í setkjörnum frá óligósen- og míósentímum, sem fengust við djúphafsboranir (ODP) meðfram norðurhlið Grænlands-Skotlands þverhryggjarins, styðja kenningu um gróður á sjálfum þverhryggnum.⁴⁵

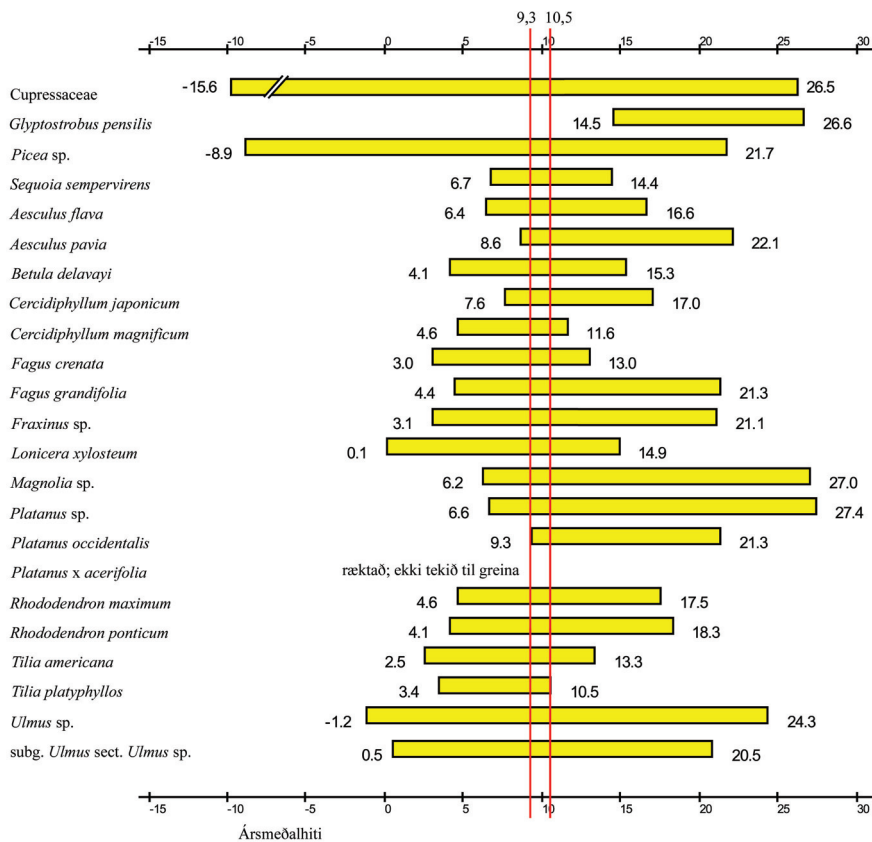


11. mynd. Myndaröðin sýnir opnun Norður-Atlantshafs og hugsanlegar dreifileiðir plantna á mismunandi tímum nýlfsaldar. Fyrir um 55 milljón árum var Norður-Atlantshafið frekar mjótt innhaf og plöntur gátu dreift sér að vild á milli Norður-Ameríku/Grænlands og Evrópu/Asíu. Síðar þróaðist innhafið yfir í víðáttumikið úthaf og fyrir um 36 milljón árum voru einungis tvær mögulegar dreifileiðir fyrir plöntur með stuttan dreifiradius, í fyrsta lagi frá Evrópu eða Grænlandi yfir Færeyjar og frum-Ísland, eða þá lengra í norðri yfir Svalbarða. Fyrir um 24 milljón árum hafði hafið breikkað enn meira og dreifileið plantna frá Færeyjum yfir til Íslands varð sífellt illfærari. Dreifileiðin milli frum-Íslands og Grænlands var enn greiðfær. Um miðbik miósen, fyrir 15 milljón árum, kulnaði Vestfjarðarekbeltið og Snæfellsnesrekbeltið varð virkt, en við það rofnaði landsambandið við Grænland. Fyrir um 4 milljón árum hafði flóran verið einangruð á Íslandi í milljónir ára, þar sem plöntur með stuttan dreifiradius höfðu ekki möguleika á að berast til landsins. GSPB – Grænland-Senja þverbrotabeltið, AJMPB – Austur-Jan Mayen þverbrotabeltið, JMBP – Jan Mayen þverbrotabeltið, JMH – Jan Mayen hryggurinn, GÍPH – Grænland-Ísland þverhryggurinn, ÍSPH – Ísland-Skotland þverhryggurinn. (Einkum byggt á gögnum frá Larsen 1980⁵³, 1988⁶¹ og Vink 1984⁴²). – Reconstruction showing the opening of the North Atlantic Ocean and possible plant migration routes during different times in the Cenozoic Era. Around 55 Ma the North Atlantic was a narrow inland sea and plants could migrate freely between North America/Greenland and Eurasia. Later the inland sea progressed towards an open and vast ocean and around 36 Ma there were only two ways for plants with limited dispersal radius to cross the ocean in this region, from Europe or Greenland via the Faeroes and proto-Iceland, or further north through Svalbard. Around 24 Ma the oceans had widened even further and plant migration from the Faeroes to proto-Iceland became increasingly difficult, while the migration route between proto-Iceland and Greenland was still open. In the Middle Miocene, 15 Ma, the North West Iceland Rift Zone became inactive and the Snæfellsnes Rift Zone became active; during this time the land connection to Greenland broke up. At 4 Ma plants with limited dispersal radius had been isolated in Iceland for millions of years. GSPB – Greenland-Senja Fracture Zone, AJMPB – East Jan Mayen Fracture Zone, JMBP – Jan Mayen Fracture Zone, JMH – Jan Mayen Ridge, GÍPH – Greenland-Iceland Transverse Ridge, ÍSPH – Iceland-Scotland Transverse Ridge. (Mainly based on data from Larsen 1980⁵³, 1988⁶¹ and Vink 1984⁴²).

Ísland varð til við brot meginlandsskorpu og myndun flekaskila og úthafsskorpu á milli Norður-Ameríku og Grænlands annars vegar og Norðvestur-Evrópu hins vegar fyrir um 55 milljón árum.⁴⁶ Við upphaflega gliðnun meginlandanna mynduðust víðáttumikil storkubergssvæði á Norður-Atlantshafi (10. mynd). Á milli gosbergslaga á þessu svæði eru víða vel þekktar setlagasyrpur með plöntuleifum.³⁵ Þannig benda jarðfræðileg gögn eindregið til þess að Grænland og Norðvestur-Evrópa hafi verið hluti af sama norðlæga meginlandinu og

að landbrún Austur-Grænlands hafi loks skilist frá landbrún Norðvestur-Evrópu vegna gliðnunar á rekhygg (miðhafshrygg) snemma á nýlífsöld (á mörkum paleósen- og eósentíma), nálægt jafnaldurslínu (anómalfu) 24.^{47,48,49} Eftir upphaflega gliðnun og landræna eldvirkni á Norður-Atlantshafshryggnum varð eldvirkni neðansjávar og eiginlegur úthafshryggur varð til í Norður-Atlantshafi, en heiti reiturinn hélt þó enn Grænlands-Skotlands þverhryggnum ofan sjávarmáls. Á þessum tímum, fyrir 60–50 milljón árum, gátu plöntur dreift sér að vild milli

Norðvestur-Evrópu og Grænlands og voru óháðar takmarkandi flutningsleiðir yfir landbrýr (11. mynd; fyrir 55 milljón árum). Samkvæmt líkani Vinks⁴² um færslu heita reitsins undir Íslandi og út frá legu jafnaldurslína⁵⁰ er talið að fyrir 55 milljón árum (við jafnaldurslínu 23) hafi heiti reiturinn verið undir Grænlandi, vestan við Scoresbysund. Basísk innskot á því svæði hafa verið aldursgreind og eru talin 60–55 milljón ára.⁵¹ Fyrir um það bil 36 milljón árum (nálægt jafnaldurslínu 13) fór áhrifa heita reitsins að gæta undir meginlandsbrún Grænlands og var hann þá undir úthafsskorpu. Líklegast er að Ísland-Færeyja hluti Grænlands-Skotlands þverhryggjarins hafi þá þegar verið myndaður. Á þessum tímum er líklegast að flutningsleiðir plantna milli Norður-Ameríku og Grænlands annars vegar og Norðvestur-Evrópu hins vegar hafi orðið þeim sífellt erfiðari og ákveðnar flutnings- eða dreifingarleiðir komist á. Líklegast var þá um tvær flutningsleiðir að ræða, aðra yfir Svalbarða og hina um Færeyjar og frum-Ísland (11. mynd; fyrir 36 milljón árum). Austan megin við Ísland eru jafnaldurslínur 23–13 á bilinu 55–36 milljón ára og rekja uppruna sinn til Ægishryggjar (10. mynd). Yngri jafnaldurslínur rekja uppruna sinn til Reykjaneshryggjar og Grænlands-Íslands hluti Grænlands-Skotlands þverhryggjarins hefur verið að byggjast upp síðan. Á þessum tíma er talið að dregið hafi úr gliðnun á Ægishrygg og hún færst frá Íslands-Færeyja hluta þverhryggjarins yfir að heita reitnum, og þá hafi Kolbeinseyjarhryggur orðið virkur (11. mynd; fyrir 36–24 milljón árum). Þegar gliðnun lauk á Ægishrygg og hann kulnaði fyrir um 27 milljón árum tók Kolbeinseyjarhryggur við.^{52,53} Það er talið hafa orðið til þess að Jan Mayen losnaði frá landgrunnsbrún Austur-Grænlands (11. mynd).^{47,54} Fyrir um 20 milljón árum (nálægt jafnaldurslínu 6) var myndun nýrrar hafsbottsskorpu alfarið á Kolbeinseyjarhrygg.⁴² Á



12. mynd. Yfirlit yfir núlifandi plöntur sem eru sambærilegar steingerðu plöntunum frá Selárdal, Botni og Ketilseyri, og þann ársmeðalhita sem þær þrífast við í dag. Samanburður steingervinga við núlifandi tegundir bendir til þess að ársmeðalhiti hér á landi, fyrir um 15–13,5 milljón árum, hafi verið á bilinu 9,3°C til 10,5°C. Þetta hitabil er markað af rauðu lóðréttu línunum. Neðri mörk hitabilsins markast af platanvöðartegundinni *Platanus occidentalis* og efri mörkin markast af linditegundinni *Tilia platyphyllos*. – List of all modern living analogues that are comparable to the fossil plants found in Selárdalur, Botni and Ketilseyri and the mean annual temperature where these plants are living today. Comparison of fossils to modern living taxa indicates that the mean annual temperature in Iceland 15–13.5 Ma was between 9.3°C and 10.5°C. This temperature range is marked by the two red-coloured vertical lines. The lower boundary is set by *Platanus occidentalis* and the upper boundary by *Tilia platyphyllos*.

Þessum tímum, þegar Norður-Atlantshafið breikkaði sífellt, er talið að flutningsleiðin yfir Svalbarða hafi rofnað og líklegt er að sá hluti af Grænlands-Skotlands þverhryggnum sem lá um Færeyjar og frum-Ísland hafi þá orðið illfær plöntum með stuttan dreifiradíus. Plöntur höfðu þó enn góða möguleika á að dreifa sér milli frum-Íslands og Grænlands þar sem nýmyndaður Kolbeinseyjarhryggur og möttulefni frá heita reitnum tengdu ennþá frum-Ísland við Grænland (11. mynd; fyrir 15 milljón árum). Vegna gliðnunar Norður-Atlantshafshryggjarins á Íslandi ætti landið að lengjast um 20 km á einni ármilljón út frá rekhryggnum, en roföflin sverfa af landinu vestan- og austanmegin samfara því að þungt bergið sigur í sjó þegar fjarlægðin frá heita reitnum er orðin svo mikil að uppdrifsins frá honum nýtur ekki lengur við. Því lengist landið varla teljandi við núverandi aðstæður.⁵⁵ Í dag virðast rekbelti landsins hafa ákveðinn líftíma og loks kulna þau og ný rekbelti taka við nær heita reitnum. Rekbeltin færast því nær honum og möttulefnum sem þar koma til yfirborðs. Rannsóknir á rekbeltum Íslands sýna endurtekna og snögga austurfærslu þeirra eða „stökk“ sem viðbrögð við hægfara vesturfærslu flekaskilanna (á milljónum ára) vegna staðsetningar heita reitsins. Fyrir 24 til 15 milljón árum var gliðnunin á svonefndu Vestfjarðarekbelti (nú neðansjávar norðvestan við Vestfirði),²⁸ en fyrir um 15 milljón árum varð nýtt rekbelti virkt og er það kennt við Snæfellsnes. Plöntusteingervingar og jarðhníksferli benda til þess að samfara því að Grænlands-Íslands hluti Grænlands-Skotlands þverhryggjarins lengdist hafi heiti reiturinn ekki lengur getað haldið öllu landsvæðinu ofan sjávarmáls. Þar sem nýja Snæfellsnesrekbeltið varð sífellt virkara meðan virkni Vestfjarðarekbeltisins minnkaði stöðugt, uns það að lokum kulnaði, má gera ráð fyrir því að vestasti hluti landsins hafi

kólnað og sigið niður fyrir sjávarmál. Þegar þetta gerðist rofnaði landsambandið við Grænland og plöntur með stuttan dreifiradíus gátu ekki lengur flust eða dreift sér á milli landanna. Fyrir um 7–6 milljón árum dró úr virkni á suðurhluta Snæfellsnesrekbeltisins og núverandi Reykjanesrekbelti varð virkt. Nyrðri hluti þessa forna rekbeltis kólnaði síðan og varð óvirkur fyrir um 4–3 milljón árum en þá varð nýtt rekbelti virkt á Norðausturlandi og er það enn.⁵⁶ Á þessum tímum var Ísland orðið eyja og hafði raunar verið í milljónir ára (11. mynd).

LOFTSLAG OG GRÓÐURFAR Á ÍSLANDI FYRIR 15 TIL 13,5 MILLJÓN ÁRUM

Rannsóknir á djúpsjávarseti benda til þess að sú hnattræna hlýnun sem varð um miðbik miósentíma hafi náð hámarki fyrir 16–15 milljón árum.⁵⁷ Sú staðreynd að hér finnast í jarðlögum plöntur af grátviðarætt, evrópuvatnafura, hvítplatanviður, magnólía og kastanía bendir til þess að hér hafi ríkt frekar heittemprað og rakt loftslag, en það er í góðu samræmi við túlkanir vísindamanna á loftslagi út frá suðlægari flórum í jarðlögum á meginlandi Evrópu og Norður-Ameríku.^{58,59,60} Plöntuhópar eins og vatnafura, hjartarétt og kastanía benda til þess að hér hafi verið milt miðjarðarloftslag, án þurrkatímabíla en með heit sumur (Cfa-loftslag). Strandrauðviður (*Sequoia sempervirens*) er eina núlifandi tegundin sem er náskyld fornrauðviðnum og vex í röku miðjarðarloftslagi (Csa-loftslagi) á svæðum þar sem tíðar þokur bæta fyrir úrkomuleysi. Þetta bendir til þess að fornrauðviður miósentíma hafi þurft á frekar röku og hlýju loftslagi að halda án langvarandi þurrkatímabíla til þess að dafna vel. Einnig er athyglisvert hversu flóran hefur áberandi yfirbragð tempraðs loftslags og má í því sambandi nefna ættkvíslirnar beyki, ál, lind, hlyn og elri.

Nánari upplýsingar um hitastig á Íslandi á miósentíma má fá með því að bera steingerðu plönturnar frá Selárdal, Botni og Ketilseyri saman við náskylda núlifandi plöntuhópa eða tegundir (12. mynd). Ef mögulegt er að greina steingervinga til tegunda út frá formfræðilegum einkennum er oft hægt að bera þá saman við núlifandi tegundir með sömu eða svipuð einkenni. Nú á dögum er útbreiðsla trjáplantna allvel þekkt og gróðurfarskort og loftslagskort (t.d. ársmeðalhiti landsvæða) aðgengileg flestum. Með samnýtingu þessara gagna má finna þann ársmeðalhita sem ákveðin trjáplanta þrífst við í dag. Til þess að fá sem nákvæmastar upplýsingar um ársmeðalhita sem ríkti þegar ákveðnar plöntur lifðu á fyrri jarðsögutímum er nauðsynlegt að vanda vel til greiningar plöntuleifa úr jarðlögum og einnig fást betri niðurstöður ef fleiri en færri tegundir steingerðra og núlifandi plantna eru bornar saman. Í þessu sambandi má benda á að oft er ársmeðalhiti sem tiltekin tegund þrífst við ekki sá sami og aðrar tegundir sömu ættkvíslar kjósa. Ef tekið er mið af ættkvíslinni í heild fæst því oft ársmeðalhiti á breiðara bili en ef eingöngu er notast við tiltekna tegund. Á 12. mynd má sjá þá plöntuhópa og tegundir sem eru sambærilegar plöntunum úr elstu setlögum á Íslandi. Plöntur þessar vaxa í dag í tempruðum og heittempruðum skógum Norður-Ameríku, Evrópu og Asíu. Þær gefa til kynna að ársmeðalhiti hér á landi fyrir 15–13,5 milljón árum hafi verið á bilinu 9,3–10,5°C. Bent skal á að eina núlifandi vatnafuran, *Glyptostrobus pensilis* eða kínavatnafura, sem vex í Kína og Víetnam, fellur utan við þetta hitastigsbil, en talið er að núverandi útbreiðsla tegundarinnar sé til kominn seint á nýlífsöld og vitað er að hún hafði mun meiri útbreiðslu áður fyrr og var þá algeng í plöntusamfélögum á norðlægum slóðum. Fyrr á nýlífsöld er hún því talin hafa þrífist við lægra hitastig en hún

gerir í dag. Núverandi útbreiðsla virðist tilkomin eftir að síðasta jökulskeiði ísaldar lauk.

SUMMARY

Late Langhian to early Serravallian floras of Iceland

The oldest Miocene floras known today are found on the Northwestern Peninsula, in the 15 Ma (late Langhian) sediments on Mount Þórisliðarfjall, Selárdalur, and in the Botn sediments, Súgandafjörður. The sediments are referred to as the Selárdalur-Botn Formation. The second oldest flora is found in the 13.5 Ma (early Serravallian) sediments on Mount Tafla close to the Ketilseyri farm and in Lambadalur, referred to as the Dufansdalur-Ketilseyri Formation.

The most characteristic feature of the 15 Ma Selárdalur flora is the dominance of *Fagus* (> 90% of macrofossils). Components of the Selárdalur flora are typical representatives of hardwood forests with a humid warm temperate appearance as found today in eastern North America (Appalachians), western Eurasia (northern and eastern Black Sea, southern Caspian Sea), and East Asia (Japan, central and eastern China). Typical taxa are, among others, *Tilia* and *Aesculus*. The Selárdalur flora represents broadleaved deciduous and evergreen (beech) forests found mainly on well-drained slopes. Only few taxa have been recorded from the Botn sediments. The most prominent ones are *Glyptostrobus* and *Sequoia*, which are represented by vegetative and fruiting twigs, whereas *Fagus* is mostly represented there by cupules and nuts and only very few fragmentary leaves. It is likely that *Glyptostrobus* and partly *Sequoia* where elements of floodplains adjacent to lakes. While *Glyptostrobus* tolerates high ground water table, *Sequoia* may have grown in slightly more elevated areas (hummocks), intermixed with some other hardwood taxa, such as *Fagus*. This lowland type of vegetation is likely to have merged into a hardwood forest similar to the one known from Selárdalur.

The pollen and macrofossil data from the Selárdalur-Botn Formation (15 Ma)

give the impression of a broadleaved deciduous and evergreen forest with an admixture of conifers that covered mountain slopes and canyons. These forests were dominated by *Fagus friedrichii*, *Tilia selardalense*, *Aesculus* sp., *Ulmus* sp., *Cercidiphyllum* sp., *Platanus leucophylla*, *Magnolia* sp., *Rhododendron* sp., and *Lonicera* sp. At the bottoms of valleys elements such as *Alnus* sp. and *Salix* sp. became more prominent as the groundwater level rose. In areas with high groundwater table, in valleys, around lakes and rivers, on floodplains, and in delta regions, conifers, mostly *Glyptostrobus europaeus*, and *Alnus* sp., dominated the floral assemblages. On hummocks, alluvial plains and well-drained lowland sites *Sequoia abietina* may have been more prominent. The pollen and macrofossil data from the Dufansdalur-Ketilseyri Formation (13.5 Ma) do not indicate significant changes in the broadleaved forests except for the sudden decrease of *Tilia* type pollen that was so conspicuous in the older (15 Ma) formation. A more prominent shift is seen in the conifers where the amount of Taxodiaceae pollen decreases considerably and *Picea* pollen become prominent.

Most of the taxa recognized from the 15 Ma formation have diaspores that are dispersed over short distances by wind (Coniferales, *Cercidiphyllum*, *Platanus*, *Ulmus*), while only few may be transported over long distances (*Betula* and *Rhododendron*). Diaspores of the remaining taxa are dispersed by animals over short distances (*Fagus* and *Aesculus* by mammals), or long distances in various ways (*Magnolia* and *Lonicera* by birds, endozoochory; *Platanus* by mammals or birds, exozoochory). Terrestrial mammals from Icelandic sediments are extremely rare and only a few bones belonging to a small deer have been recovered from Pliocene sediments (3.5–3.0 Ma). Plant fossils indicate the presence of terrestrial vertebrates long before that time and it seems that the lack of terrestrial vertebrate fossils is mainly due to the unfavourable conditions for calcareous bones to be preserved.

The dispersal mechanisms encountered in late Langhian (15 Ma) plants from

Iceland strongly indicate that colonization took place via land or over short seaways. At least *Fagus* and *Aesculus* have no potential for long-distance dispersal and taxa such as *Ulmus*, *Fraxinus*, and *Tilia* have a restricted dispersal radius. Only *Betula* and *Rhododendron* would have had the possibility to reach Iceland crossing extensive water masses. This indicates the presence of an almost continuous land connection to either Greenland/North America or the Faeroe Islands/Europe when these taxa colonized proto-Iceland. Most of the elements of the early floras from Iceland do not indicate a particular source area (North America/Greenland versus Faeroe Islands/Europe), but belong to a widespread Northern Hemispheric element (all taxodiaceous taxa, *Cercidiphyllum*, *Magnolia*, *Platanus*, *Ulmus*, *Lonicera*, *Rhododendron*) and could have reached proto-Iceland both from the east and west. Interestingly, a considerable number of higher taxa (*Glyptostrobus*, *Cercidiphyllum*, *Aesculus*, *Platanus*, *Ulmus*, *Magnolia* etc.) were also part of the Brito-Arctic Igneous Province (BIP) floras, although these floras are at least 20 million years older. All species found in Icelandic Miocene sediments differ from the ones in the BIP floras, with the exception of *Glyptostrobus europaeus*.

Palaeobotanical data from Icelandic sediments indicate migration of plants over the proto-Iceland region long after the accumulation of the BIP floras. It is a matter of speculation, however, how long these migration routes were open during the Neogene. Considering a subaerial Greenland-Scotland Transverse Ridge in this region long before 16 Ma (the oldest rocks in Iceland) it cannot be ruled out that at least parts of this flora arrived much earlier in proto-Iceland and persisted until the accumulation of the 15 Ma Selárdalur and Botn sediments.

Comparison of fossils to modern living taxa indicates that the mean annual temperature in Iceland 15–13.5 Ma was between 9.3°C and 10.5°C.

ÞAKKIR

Við viljum þakka öllum þeim sem hjálpuðu til við söfnun steingervinga í gegnum árin og við marvisleg önnur störf úti í náttúrunni: Gerwin Gruber, Guri Bugge, Halldóri Inga Jónssyni, Jakobi Vinther, Jóni Eiríkssyni, Jóni Má Halldórssyni, Magnúsi Helga Jónssyni, Ólöfu Ernu Leifsdóttur, Snorra Gíslasyni og Thomas Mörs. Hluta steingervinganna var safnað af Michael A. Akhmetiev og samstarfsmönnum hans á árunum kringum 1980. Rannsóknarnámssjóði er þakkað fyrir að styrkja rannsóknir Friðgeirs Grímssonar. Sænska rannsóknaráððið (Swedish Research Council) fjármagnaði rannsóknarferð til Íslands sumarið 2003. Sænska heimskautarannsóknastofnunin (Swedish Polar Research Secretariat) útvegaði og tæki og tól til útivinnunnar. Við viljum einnig þakka Margréti Hallsdóttur á Náttúrufræðistofnun Íslands fyrir að veita okkur aðgang að steingervingasafni stofnunarinnar og fyrir aðstoðu til myndatöku. Sigurði Steinþórssyni eru þakkaðar góðar ábendingar um basaltsvæði Norður-Atlantshafs, myndun Íslands og rekbeltaflutninga.

HEIMILDIR

1. Friðgeir Grímsson, Denk. T. & Leifur A. Simonarson 2007. Middle Miocene floras of Iceland – the early colonization of an island. Review of Palaeobotany & Palynology 144. 181–219.
2. Köppen, W.P. 1936. Das geographische System der Klimate. Í: Handbuch der Klimatologie 1 C (ritstj. Köppen W.P., Graz W. & Geiger R.). Bornträger, Berlin. Bls. 1–44.
3. 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.
4. Jóhannes Áskelsson 1956. Myndir úr jarðfræði Íslands IV. Fáeinir plöntur úr surlarbrandslögunum. Náttúrufræðingurinn 26. 42–48.
5. Friedrich, W.L. 1966. Zur Geologie von Brjánslaekur (Nordwest-Island) unter besonderer Berücksichtigung der fossilen Flora. Sonderveröffentlichungen des Geologischen Institutes der Universität Köln 10. 1–108.
6. Friedrich, W.L., Leifur A. Simonarson & Heie, O.E. 1972. Steingervingar í millilögum í Mókollsdal. Náttúrufræðingurinn 42. 4–17.
7. Friedrich, W.L. & Leifur A. Simonarson 1982. *Acer*-Funde aus dem Neogen von Island und ihre stratigraphische Stellung. Palaeontographica 182 Bls. 151–166.
8. Akhmetiev, M.A., Bratzeva, G.M., Giterman, R.E., Golubeva, L.V. & Moiseyeva, A.I. 1978. Stratigrafiya i flora pozdnego Kainozoa Islandii [Late Cenozoic stratigraphy and flora of Iceland]. Trudy Geologicheskogo Instituta, Academia Nauk SSSR 316. 1–188 (á rússnesku).
9. Friðgeir Grímsson 2002. The Hreðavatn Member of the Hreðavatn-Staðholt Formation and its fossil flora. Öbirt kandidatsritgerð við háskólann í Kaupmannahöfn. 229 bls.
10. Denk, T., Friðgeir Grímsson & Kvaček, Z. 2005. The Miocene floras of Iceland and their significance for late Cainozoic North Atlantic biogeography. Botanical Journal of the Linnean Society 149. 369–417.
11. Jóhannes Áskelsson 1946. Um gróðurmenjar í Þórisliðarfalli við Selárdal. Andvari 71. 80–86.
12. Jóhannes Áskelsson 1957. Myndir úr jarðfræði Íslands VI. Þrjár nýjar plöntur úr surlarbrandslögunum í Þórisliðarfalli. Náttúrufræðingurinn 27. 22–29.
13. Leifur A. Simonarson, Akhmetiev, M.A., Ólöf E. Leifsdóttir, Friedrich, W.L. & Jón Eiríksson 2000. Rannsóknir á tertíerflóru í Dýrafirði. Ágrip erinda og veggspjalda. Vorráðstefna Jarðfræðifélags Íslands 2000. 31–33.
14. Leifur A. Simonarson, Akhmetiev, M.A., Ólöf E. Leifsdóttir, Friedrich, W.L. & Jón Eiríksson 2002. The Upper Miocene Dufansdalur-Ketilsseyri plant-bearing horizon in Northwest Iceland. Abstracts of the 25th Nordic Geologic Winter Meeting Reykjavík. Bls. 189.
15. Friðgeir Grímsson & Denk, T. 2005. *Fagus* from the Miocene of Iceland: systematics and biogeographical considerations. Review of Palaeobotany and Palynology 134. 27–54.
16. Friðgeir Grímsson & Leifur A. Simonarson 2006. Beyki úr íslenskum setlögum. Náttúrufræðingurinn 74. 81–102.
17. Maycock, P.F. 1994. The ecology of beech (*Fagus grandifolia* Ehrh.) forests of the deciduous forests of southeastern North America, and a comparison with the beech (*Fagus crenata*) forests of Japan. Í: Vegetation in eastern North America. Vegetation system and dynamics under human activity in the eastern North American cultural region in comparison with Japan (ritstj. Miyawaki, A. Iwatsuki, K. & Grandtner, M.M.). University of Tokyo Press, Tokyo. Bls. 351–407.
18. Zohary, M. 1973. Geobotanical foundations of the Middle East. Gustav Fischer, Stuttgart. 738 bls.
19. Wang, C.-W. 1961. The forests of China, with a survey of grassland and

desert vegetation. Maria Moors Cabot Foundation, Publication 5. Harvard University, Cambridge. 282 bls.

20. Knobloch, E. 1969. Tertiäre Floren von Mähren. Moravské Museum Brno and Musejní Spolek Brno, Brno. 201 bls.
21. Walther, H. 1996. Das Tertiärvorkommen von Seifhennersdorf (Oberlausitz, Deutschland). Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen 200. 5–26.
22. Hably, L. & Kvaček, Z. 1997. Early Pliocene plant megafossils from the volcanic area in West Hungary. Í: Early Pliocene volcanic environment, flora and fauna from Transdanubia, West Hungary (ritstj. Hably, L.). Hungarian Natural History Museum, Budapest. Bls. 5–151.
23. Heie, O.E. & Friedrich, W.L. 1971. A fossil specimen of the North American Hickory Aphid (*Longistigma caryae* Harris) found in Tertiary deposits in Iceland. Entomologica Scandinavica 2. 74–80.
24. Leifur A. Simonarson 1990. Fyrstu landspendýraleifarnar úr íslenskum tertíerlögum. Náttúrufræðingurinn 59. 189–195.
25. Ridley, H.N. 1930. The dispersal of plants throughout the world. L. Reeve & Co., Ashford, Kent. 744 bls.
26. Moorbath, S., Haraldur Sigurðsson & Goodwin, R. 1968. K-Ar ages of the oldest exposed rocks in Iceland. Earth and Planetary Science Letters 4. 197–205.
27. McDougall, L., Leó Kristjánsson & Kristján Sæmundsson 1984. Magnetostratigraphy and geochronology of northwest Iceland. Journal of Geophysical Research 89. 7029–7060.
28. Björn S. Harðarson, Fitton, J.G., Ellam, R.M. & Pringle, M.S. 1997. Rift relocation – a geochemical and geochronological investigation of a palaeo-rift in northwest Iceland. Earth and Planetary Science. Letters 153. 181–196.
29. Leó Kristjánsson, Björn S. Harðarson & Haraldur Auðunsson 2003. A detailed palaeomagnetic study of the oldest (approximate to 15 Myr) lava sequences in Northwest Iceland. Geophysical Journal International 155. 991–1005.
30. Mai, H.D. 1995. Tertiäre Vegetationsgeschichte Europas. Gustav Fischer, Jena. 691 bls.
31. Manchester, S.R. 1999. Biogeographical relationships of North American Tertiary floras. Annals of the Missouri Botanical Garden 86. 472–522.
32. Heer, O. 1883. Flora fossilis arctica 7. Die Fossile Flora der Polarländer enthaltend den zweiten Theil der fossilen Flora Grönlands. J. Wurster & Compagnie, Zürich. 275 bls.
33. Schloemer-Jäger, A. 1958. Alttertiäre Pflanzen aus Flösen der Brögger-Halbinsel Spitzbergens. Palaeontographica 30 Bls. 39–103.
34. Koch, E. 1963. Fossil plants from the Lower Paleocene of the Agatdalen (Angmártussut) Area, Central Nûgssuaq Peninsula, Northwest Greenland. Meddelelser om Grønland 172 (5). 1–120.
35. Boulter, M.C. & Kvaček, Z. 1989. The Palaeocene flora of the Isle of Mull. Special Papers in Palaeontology 42. The Palaeontological Association, London. 149 bls.
36. Strauch, F. 1970. Die Thule-Landbrücke als Wanderungs- und Faunen-scheide zwischen Atlantik im Tertiär. Geologische Rundschau 60. 381–417.
37. Strauch, F. 1972. Phylogese, Adaptation, und Migration einiger nordischer mariner Molluskengenera (*Neptunea*, *Panomya*, *Cyrtodaria* und *Mya*). Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft 531. 1–211.
38. Grønlie, G. 1979. Tertiary paleogeography of the Norwegian-Greenland Sea. Norsk Polarinstitutt Skrifter 170. 49–61.
39. Haniš, J. 1983. The structural evolution of the northeast Atlantic region. Geologisches Jahrbuch 52 Bls. 1–37.
40. McKenna, M.C. 1983. Cenozoic paleogeography of North Atlantic land bridges. Í: Structure and development of the Greenland-Scotland Ridge: New Methods and Concepts (ritstj. Bott, M.H.P., Saxov, S., Talwani M. & J. Thiede). Plenum Press, New York. Bls. 351–399.
41. Tiffney, B.H. 1985. The Eocene North Atlantic land bridge: its importance in Tertiary and modern phytogeography of the northern hemisphere. Journal of the Arnold Arboretum 66. 243–273.
42. Vink, G.E. 1984. A hotspot model for Iceland and the Vøring Plateau. Journal of Geophysical Research 87. 10677–10688.
43. Nilsen, T.H. 1978. Lower Tertiary laterite on the Iceland-Faeroe Ridge and the Thulean land bridge. Nature 274. 786–788.
44. Thiede, J. & Eldholm, O. 1983. Speculations about the paleodepth of the Greenland-Scotland Ridge during late Mesozoic and Cenozoic times. Í: Structure and Development of the Greenland-Scotland Ridge: New Methods and Concepts (ritstj. Bott, M.H.P., Saxov, S., Talwani, M. & Thiede, J.). Plenum, New York. Bls. 445–456.
45. Manum, S.B., Boulter, M.C., Helga Gunnarsdóttir, Rangnes, K. & Scholze, A. 1989. Eocene to Miocene Palynology of the Norwegian Sea (ODP Leg 104). Í: Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results 104 (ritstj. Eldholm, O., Thiede, J. & Taylor, E.). Bls. 611–662.

46. Eldholm, O., Myhre, A.M. & Thiede, J. 1994. Cenozoic tectono-magmatic events in the North Atlantic: Potential palaeoenvironmental implications. Í: Cenozoic Plants and Climates of the Arctic (ritstj. Boulter, M.C. & Fisher, H.C.). NATO ASI Series, 127. Springer, Berlin & Heidelberg. Bls. 35–55.
47. Talwani, M. & Eldholm, O. 1977. Evolution of the Norwegian-Greenland Sea. Geological Society of America Bulletin 88. 969–999.
48. Soper, N.J., Higgins, A.C., Downie, C., Matthews, D.W. & Brown, P.E. 1976. Late Cretaceous – early Tertiary stratigraphy of the Kangerdlugsuaq area, East Greenland, and the age of the opening of the north-east Atlantic. Journal of the Geological Society of London 132. 85–104.
49. Larsen, H.C. 1978. Offshore continuation of East Greenland dyke swarm and North Atlantic Ocean formation. Nature 274. 220–223.
50. LaBrecque, J.L., Kent, D.V. & Cande, S.C. 1977. Revised magnetic polarity time scale for Late Cretaceous and Cenozoic time. Geology 5. 330–335.
51. Beckinsale, R.D., Brooks, C.K. & Rex, D.C. 1970. K-Ar ages for the Tertiary of East Greenland. Bulletin of the Geological Society of Denmark 20. 27–37.
52. Vogt, P.R., Johnson, G.L. & Leó Kristjánsson 1980. Morphology and magnetic anomalies north of Iceland. Í: Iceland – evolution, active tectonics and structure. Journal of geophysical research 47. 67–80.
53. Larsen, H.C. 1980. Geological perspectives of the East Greenland continental margin. Bulletin of the Geological Society of Denmark 29. 77–101.
54. Talwani, M. & Udintsev, G. 1976. Tectonic synthesis. Initial Report of the Deep-sea Drilling Project 38. 1213–1242.
55. Sigurður Steinþórsson 1981. Ísland og flekakenningin. Í: Náttúra Íslands 2. útg. (ritstj. Sigurður Þórarinnsson). Almenna bókafélagið, Reykjavík. Bls. 29–63.
56. Haukur Jóhannesson 1980. Jarðlagaskipan og þróun rekbelta á Vesturlandi. Náttúrufræðingurinn 50. 13–31.
57. Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E. & Billups, K. 2001. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present. Science 191. 686–693.
58. Shvareva, I.J. 1983. The Miocene flora of the Predkarpátye. Kyiv Academy of Sciences. 160 bls. (á rússnesku).
59. Kovar-Eder, J., Kváček, Z. & Hermann-Ströbitzer, M. 2004. The Miocene flora of Parschlug (Styria, Austria) – revision and synthesis. Annalen des naturhistorischen Museums in Wien 105 A. 45–159.
60. Graham, A. 1999. Late Cretaceous and Cenozoic history of North American vegetation. Oxford University Press, New York. 350 bls.
61. Larsen, H.C. 1988. A multiple and propagating rift model for the NE Atlantic. Í: Early Tertiary volcanism and the opening of the NE Atlantic (ritstj. Morton, A.C. & Parson, L.M.). Geological Society of London, Special Publication 39. 157–158.
62. Leifur A. Símonarson. Kínarauðviður (*Metasequoia*) frá Súgandafirði. Náttúrufræðingurinn 58. 21–26.

PÓST- OG NETFÖNG HÖFUNDA/AUTHORS' ADDRESSES

Friðgeir Grímsson
fossil@hi.is
Jarðvísindastofnun Háskólans
Öskju, Sturlugötu 7
IS-101 Reykjavík

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

Thomas Denk
thomas.denk@nrm.se
Department of Palaeobotany,
Swedish Museum of Natural History
Box 50007
SE-104 05 Stockholm

UM HÖFUNDANA



Friðgeir Grímsson (f. 1976) lauk BS-prófi í jarðfræði frá Háskóla Íslands vorið 1999, kandidatsprófi frá Kaupmannahafnarháskóla sumarið 2002 og doktorsprófi frá Háskóla Íslands í febrúar 2007. Hann hefur aðallega fengist við rannsóknir á miosensetlögum og steingerðum plöntum frá Vestfjörðum og Vesturlandi, einkum með tilliti til þróunar flóru og loftslagsbreytinga.



Leifur A. Símonarson (f. 1941) lauk mastersprófi í jarðfræði frá Kaupmannahafnarháskóla 1971 og licentiatprófi frá sama skóla 1978. Hann er nú prófessor í steingervingafræði við Háskóla Íslands og hefur einkum fengist við rannsóknir á tertíerflóru Íslands og sælindýrafánum frá síðari hluta tertíer, ísöld og nútíma á Íslandi og Grænlandi.



Thomas Denk (f. 1969) lauk MS-prófi með grasafræði sem aðalgrein og plöntusteingervingafræði sem auka- grein frá háskólanum í Vín í Austurríki árið 1995 og PhD-prófi frá sama skóla 1998. Hann er nú Senior Curator í plöntusteingervingafræði við Náttúrufræðistofnun ríkisins í Stokkhólmi og hefur aðallega fengist við rannsóknir á trjáplöntum nýlífsaldar í Evrópu, Asíu og Norður-Ameríku, með áherslu á formfræðilegan breytileika og nýmyndun tegunda. Eitt af helstu viðfangsefnum hans eru núlifandi plöntusamfélög og hvernig fornar plöntur hafa einangrast á núverandi vistsvæðum sínum.