

**JARÐFRÆÐAFÉLAG ÍSLANDS**

**ÍSALDARLOK  
Á  
ÍSLANDI**

**Ráðstefna á Hótel Loftleiðum  
28. apríl 1987**

**DAGSKRÁ OG  
ÁGRIP ERINDA**

## ÍSALDARLOK Á ÍSLANDI

Ráðstefna á Hótel Loftleiðum 28. apríl 1987

### D A G S K R Á

- 8:45 - 9:10 Innritun.
- 9:10 - 9:15 Setning. Elsa G. Vilmundardóttir.
- 9:15 - 9:45 Guðmundur Ómar Friðleifsson: Áhrif ísaldarloka á jarðhitasvæðin í Reykjavík (s. 2).
- 9:45 - 10:15 Árni Hjartarson: Tímatal í ísaldarsögu Reykjavíkur (s. 4).
- 10:15 - 10:30 Kaffihlé.
- 10:30 - 11:00 Haukur Tómasson: Strandlínur á Kili og hamfarahlaup í Hvítá í Árnессýslu (s. 6).
- 11:00 - 11:30 Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson: Jökulhörfun á miðhálendinu (s. 8).
- 11:30 - 12:00 Bessi Aðalsteinson: Jökulhörfun á Brúaröræfum (s. 10).
- 12:00 - 13:00 Matarhlé.
- 13:00 - 13:30 Hreggviður Norðdahl og Þorleifur Einarsson: Hörfun jöklar og sjávarstöðubreytingar frá síðjökultíma á suðausturlandi. (s. 12).
- 13:30 - 14:00 Halldór G. Pétursson: Síðjökultími á vesturhluta Melrakkasléttu (s. 14).
- 14:00 - 14:30 Haukur Jóhannesson: Endasleppu hraunin undir Eyjafjöllum (s. 16).
- 14:30 - 15:00 Hreggviður Norðdahl og Christian Hjort: Aldur jökulhörfunar í Vopnafirði (s. 18).
- 15:00 - 15:30 Kaffihlé
- 15:30 - 16:00 Þorleifur Einarsson: Geislakolsaldursákvarðanir varðandi jökulhörfun og sjávarstöðubreytingar á síðjökuktíma og nútíma (s. 20).
- 16:00 - 16:30 Sigfús Johnsen: Lok síðasta jökulskeiðs í ljósi kjarnamælinga (s. 21).
- 16:00 - 17:30 Pallborðsumræður. Stjórnandi Kjartan Thors.

Fundarstjórar: Guttormur Sigbjarnarson og Jón Eiríksson.

## AHRIF ÍSALDARLOKA Á JARÐHITASVÆÐIN Í REYKJAVÍK

Guðmundur Ómar Friðleifsson  
Orkustofnun, Jarðhitadeild

Lýst er nýlegri rannsókn á ummyndun bergs í borholum RV-38 og RV-40 í Reykjavík. Rannsóknin fólst í því að lesa jarðhitasögu Laugarnessvæðisins út frá ummyndunarsteindum. Ummyndunarsteindum má aldursraða með því að skoða röðun steindana í holu- og sprungufyllingum bergsins. A virkum jarðhitasvæðum eru yngstu steindirnar næstar því að vera í jafnvægi við jarðhitavatnið og gefa því vísbendingu um samsetningu og hita vatnsins. Eldri steindir hafa hins vegar myndast í jarðhitavatni á fyrri tímabilum jarðsögunar og geyma því upplýsingar um hita- og efnabreytingar sem jarðhitasvæðið kann að hafa gengið í gegnum.

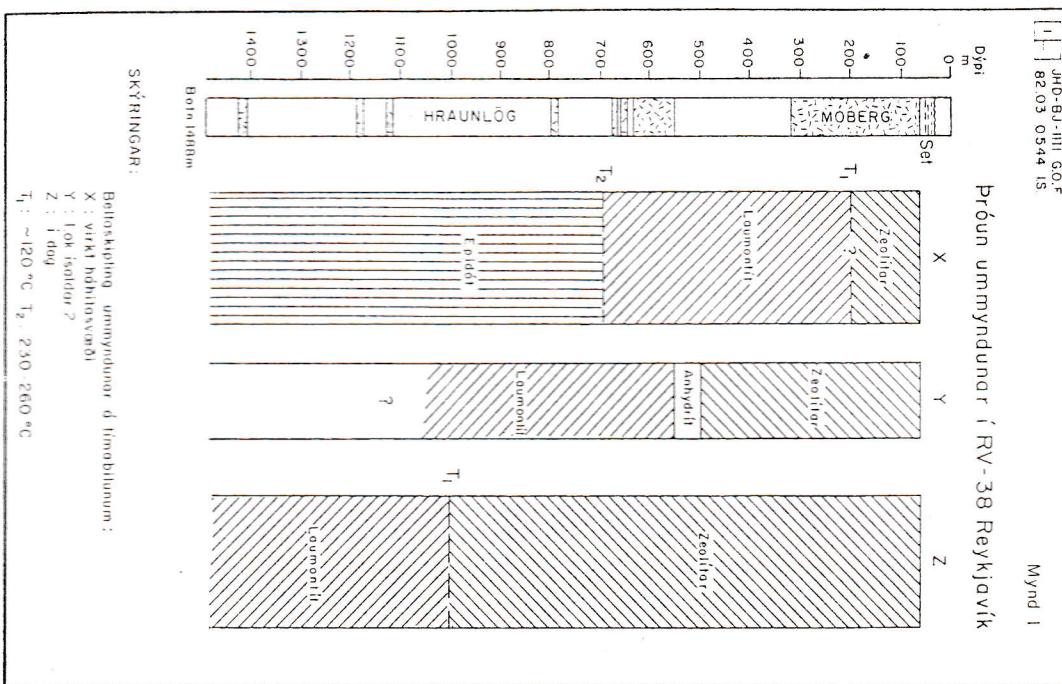
Niðurstöðurnar eru sýndar á myndum 1 og 2. Fyrri myndin sýnir beltaskiptingu ummyndunar með dýpi á þrem afmörkuðum tímiskeiðum séð út frá holu RV-38. Sú hola er staðsett nærri vegamótum Hátúns og Laugavegs. Seinni myndin gefur einskonar heildaryfirlit yfir þróun ummyndunar í Laugarnessvæðinu séð út frá holu RV-40, sem staðsett er nærri gömlu þvottalaugunum í Laugardal. Atburður sá sem ræddur er í erindinu er merktur sérstaklega á mynd 2 og sýndur með súlu Y á mynd 1. I stuttu máli sýnir rannsóknin að á ákveðnu tímabili seint í sögu jarðhitasvæðisins varð nokkuð snögg kólun í efri hluta svæðisins samfara því að selta jarhitavatnsins jókst. Þetta má lesa út úr athugunum á myndunartíma laumontíts, anhydríts og skólesíts og þekktum myndunarskilyrðum steindana. Laumontít myndast á hitabilinu  $120^{\circ}\text{C}$  til  $180^{\circ}\text{C}$  en skólesít við lægri hita en  $120^{\circ}\text{C}$ . Anhydrit myndast aftur á móti úr söltu vatni við svo lágan hita. Sem kunnugt er þá er hitaveituvatn í Reykjavík ósalt í dag og er umtalsverðum hluta þess dælt úr Laugarnessvæðinu. Anhydrítið, sem myndaðist á milli laumontíts og skólesíts í tíma, bendir hins vegar til að sjór hafi komist inn í Laugarnessvæðið fyrir ekki ýkja löngu - a.m.k. ekki á mælikvarða jarðsögunar. Áleitin spurning er því hvers vegna sá atburður varð og þá ekki síst m.t.t. þess hvort slíkur atburður kunni að endurtaka sig og valda verulegri röskun á vatnsvinnslu úr svæðinu.

Nærtækasta skýringin virðist vera sú að sjór hafi blandast jarðhitavatninu í lok ísaldar er meirihluti Reykjavíkursvæðisins vestan Árbæjar var undir sjó. Sjór gæti t.d. hafa streymt niður um sprungur sem haggast hafa eða myndast í landrisi því er fylgdi léttingu jöklarfargsins. Önnur skýring gæti verið sú að sjór hafi blandast jarðhitavatninu á Nútíma, t.d. vegna gos- og skjálftahrina á Trölladyngju brotabeltinu sem nær til Reykjavíkur. Í erindinu er fremur hallast að fyrri skýringunni þó rétt sé að leita leiða til fullvissu, m.a. vegna seltuvandamála sem skotið hafa upp kollinum á Laugarnessvæðinu vegna núverandi vatnstöku. Samanburðarrannsókn við Elliðaárvæðið og lághitasvæði á suðurlandi mætti t.d. að gera, og eins mætti e.t.v. aldursgreina vatn bundið í ummyndunarsteindunum á svipaðan hátt og vatn bundið í jöklum.

JHD-BJ-III-GÖF  
82.03.0544 IS

Mynd 1

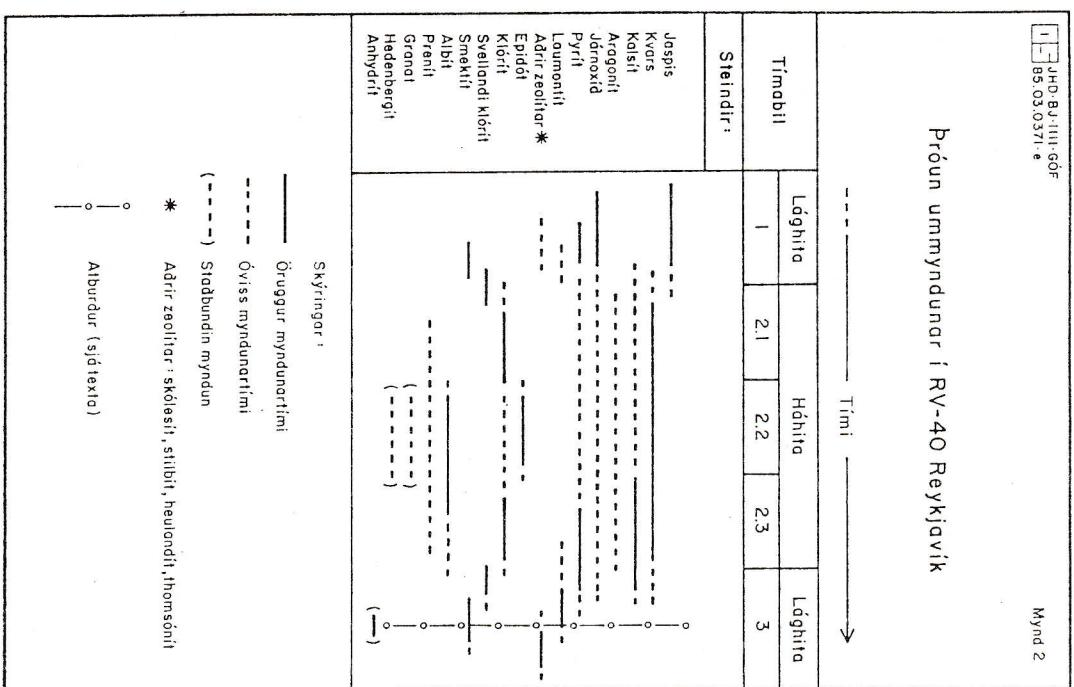
þróun ummyndunar í RV-38 Reykjavík



JHD-BJ-III-GÖF  
85.03.0371 e

Mynd 2

þróun ummyndunar í RV-40 Reykjavík



Arni Hjartarson

## TÍMATAL Í ÍSALDARSÖGU REYKJAVÍKUR

Hin fjölbreytilegu jarðög höfuðborgarsvæðisins hafa gert Reykjavík að sígildum sögustað í jarðsögu Íslands. Skeljalögin í Fossvogi hafa um langan aldur verið talin ísaldarlög (interglacial), líklega frá upphafi síðasta hlýskeiðs ísaldar, Eem (geislakols-aldurs- hlýskeiðsins og því um 120.000 ára gömul. Ný geislakols-aldursgreining á smyrslingu úr Nauthólsvík við Fossvog hefur nú gefið óvæntar niðurstöður, aldurinn mældist  $11.500 \pm 100$  BP. Þessi gamli "locus typicus" Eem hlýskeiðsins á Íslandi virðist því í raun vera frá Alleröd hlýindastigini í ísaldarlok. Þessi niðurstaða leiðir óhjákvæmilega til endurskoðunar á öllu tímatali seinni hluta ísaldar í Reykjavík. Jökulberg og ruðningur sem liggur ofan á skeljalögunum í Fossvogi verða t.d. þar af leiðandi teljast frá yngra Dryas (Búðastigi), en ekki frá eldra Dryas að Alftanesstigi) eða hámarki síðasta ísaldarskeiðs. Þetta gefur aftur til kynna mun meiri útbreiðslu jöklar á Reykjavíkursvæðinu í blálok ísaldarinnar en hingað til hefur verið gert ráð fyrir.

Í Kópavogi eru setlög sem um margt svipar til Fossvogslaganna en eru þó til muna fátækari af skeljum. Ekkert bendir til annars en þessari samaldra lög. Ofan á þeim liggur allþykkur jökulruðningur og jökulgarðasyrpa sem telja verður frá Búðastigi líkt og jökulurðina í Fossvogi. Alftanesgarðurinn virðist vera hluti af þessari garðasyrpu, en hann hefur hingað til verið talinn frá eldra Dryas, sem á Íslandi hefur verið nefnt Alftanesstig eftir garðinum. Alftanesgarðurinn virðist þó ekki marka ystu legu Búðastigsjökulsins yfir Reykjavík heldur hann legið enn utar. Efstu sjávarmörk í Reykjavík s.s. strandlina í 43 m y.s. í Öskjuhlíð er því frá því síðla á Búðastigi eða upphafi nútíma. Á Alleröd hefur sjór líklega staðið enn hærra.

Aldursgreining Fossvogslaganna ásamt með ýmsum rannsóknarniðurstöðum á jarðlagaskipan á Reykjavíkursvæðinu gera einnig kröfum til endurmats á aldri Elliðavogslaganna og berggrunnsins undir borginni í heild. Elliðavagslögin hafa verið talin frá næstsíðasta hlýskeiði ísaldar, Holstein hlýskeiðinu. Í ljósi borholugagna virðist málið þó flóknara. Elliðavagslögin sjálf virðast greinast upp í tvö eða þrjú setlög þegar til vesturs dregur frá vognum. Neðsta lagið ætti að halda Elliðavogsnavnini, en aðal einkenni þess er að það situr á segulskilum í jarðlagastaflanum. Efri lögini mætti kalla Reykjavíkurset en innan þeirra finnst sjávarset með skeljum, ármöl, jökulruiðningur og surtarbrandur. Með þessum lögum finnst baði móberg og grágrýti. Myndunartími þeirra gæti spennað tvö hlýskeið og jökulskeiðið þar á milli. Ofan á þessari jarðlagasyrpu er hið eiginlega Reykjavíkursvæði, sem myndar grunninn undir meirihluta Reykjavíkur. Upprunastaður þess er ókunnur. Undir Höfðabakkabréu á Elliðaáum sér í fornt jökulberg ofan á Reykjavíkursvæðinu sem greinir það frá yngri jarðlagasyrpu, sem hugsanlega er frá síðasta hlýskeiði ísaldar. Plagióklasdílótt hraunlag, sem finna má í berggrunni Arbæjar og Breiðholts er elst þessara laga en síðan skiptast á setlög og hraunlög, sem finna má í Breiðholti og Selási. Ofarlega í staflanum er Mosfellsheiðargrágrýtið, sem komið er upp í dyngjugíg sunnan Borgarhóla á Mosfellsheiði. Það virðist hvergi ná inn fyrir byggðamörk Reykjavíkur. Borgarhólar

sjálfir eru klettasker sem standa upp úr grágrýtinu.

Þrátt fyrir þær breytingatillögur sem hér eru gerðar á jarðsögu-töflu Reykjavíkur er sem fyrr gert ráð fyrir að jarðlagasyrpan á svæðinu sé heillegri og spanni og spanni lengri hluta síðkvarter-tímans en aðrar þekktar jarðlagasyrpur þessa tímaskeiðs á Íslandi.

#### JARÐSÖGULEG TÍMATAFLA REYKJAVÍKUR

ALDUR	KLASSÍSKT TÍMATAL	NÝTT TÍMATAL	JARÐSÖGUSKEID
9.000	Fjörumór í Seltjörn	Fjörumór í Seltjörn	Holocene
10.200	Loftleiðaskeljar	Loftleiðaskeljar Strandlína í Öskjuhlíð Jökulgarðar í Kóp. v. Elliðaár og Keldur Alftanesgarðurinn	Y-Dryas
11.500	Hæsta sjávarstaða 42m	Fossvogsset	Alleröd
	Strandlína í Öskjuhlíð	Hæsta sjávarstaða >42m	
12.000	Alftanesgarður	Ekkert	E-Dryas
	Jökulurð ísaldar	Nauthólvíkurjökulb.	Weichsel
70.000		Mosfellsheiðargr.gr.	Eem
120.000	Fossvogsset	Plag.hr.+set+Breiðh.	
	Nauthólvíkurjökulb.	Jökulb. v. Höfðab.brú	Sale
	Reykjavíkurgrágrýti	Reykjavíkurgrágrýti	
	Elliðavogsset	Reykjavíkurset	Holstein
400.000	Artúnshöfðajökulrispur	Artúnshöfðajökulrispur	
	Jökulruðn.	Gelgjutanga	Elster
	Móberg við Arnarnes		
	Fornt grágrýti		
	Elliðavogsset	Cromer	
700.000	Segulskipti	Bruhnes/Matyuama	

STRANDLÍNUR Á KILI OG HAMFARAHLAUP  
I HVÍTÁ I ÁRNESSÝSLU  
eftir  
Hauk Tómasson

Í fyrirlestri í Nátturufræðifélaginu fyrir um tveimur áratugum og í skýrslu um jarðfræði Hvítár fjallaði höfundur um hamfarahlaup í Hvítá í Árnessýslu, en það átti sér stað í lok ísaldar. Þetta hlaup taldi höfundur upprunnið í jökulstífluðu vatni á Kili, lýst af Guðmundi Kjartanssyni. A síðasta ári rannsakaði og mældi höfundur strandlínur á Kili og fékk við það miklu fyllri mynd af því sem gerðist þarna í ísaldarlok.

Þegar saga vor hefst er meginjökull landsins hörfandi til suðurs á Kili milli Langjökuls og Hofsjökuls, sem eru kraftlítill sérstök jökulhvel í jaðri meginjökulsins, svipað og nú er Bárðarbunga í Vatnajökli. Meginstraumar aðaljökulsins koma úr suð-austri, sinn hvoru megin Kerlingafjalla inn á Kjöl. Milli þessara strauma myndast fyrstu vötnin vestan í Kerlingafjöllum sennilega með hjálp jarðhitans, sem þar er.

Með frekari hörfun meginjökulsins myndast geil milli Langjökuls og Hofsjökuls, sem stöðugt vex til suðurs. Í þessari geil myndast jökulstífluð vötn. Ór þessum vötnum rann fyrst til nordurs en síðar til suðurs, sennilega oftast í jökulhlaupum. Gos í Leggjabrjót hefur flýtt fyrir vexti þessarar geilar til suðurs.

Strandlínur að mynnsta kosti 12 vatna eru mældar. Raunverulegur fjöldi strandlína er örugglega töluvert hærri. Efsta strandlínan er í 645m hæð. Það vatn hefur náð að Baldheiði í suðri og að vatnaskilum í nágrenni við Rjúpnafell. Næstu strandlínur eru í 625m og 617m hæð og nær neðri línan suður í Leggjabrjót og er hraunbrún hans í þessari hæð. Þessi vötn höfðu afrennsli til Blöndu vestan við Hveravelli, en frá neðra vatninu hefur fyrsta jökulhlaupið til suðurs hlaupið.

Flestar strandlínur neðar eru ógreinilegri en þessar tvær efstu, enda hafa þau vötn yfirleitt ekki verið með fast útrennsli, heldur myndað strandlínur við hámarkshæð áður en hljóp. Undantekningar virðast þó vera á því og hafur þá runnið á yfirborði til suðurs. Ummerki um þetta eru á Bláfellshálsi í 575m hæð og í tveimur hæðum austan í Bláfelli. Heildarfjöldi strandlína er ekki bekktur því margar eru óglöggar en líklega eru þær yfir 20 og á hæðarlinu frá 610m til 440m.

Höfundur taldi það nánast sjálfsgagt að hamfarahlaupið ætti uppruna sinn í jökkullóninu, sem afrennsli hafði til Blöndu. Við nánari skoðun virðist það ólíklegt. Í eftirfarandi töflu er reynt að gera sér grein fyrir stærð nokkurra lóna ásamt hugsanlegri fallhæð og lengd vatnsvegar undir jökli.

Hæð m	Rúmmál km**3	Fall m	Lengd km	Halli F/L
617	13	330	22	0,015
575	20	290	12	0,024
550	15	250	10	0,025
490	6	180	6	0,030
440	3	70	3	0,023

Út frá heildarrúmmáli og halla má áætla að vötn nærri 575m hæð hafi myndað stærstu hlaupin og hamfarahlaupin voru sennilega fleiri en eitt.

Sunnan og austanundir Bláfelli eru ummerki um jökuljaðarinna að sunnan frá sama tíma og vötnin voru á Kili. Jökullinn hörfaði þar nánast beint í austur og þrennar jaðarurðir á þessu svæði sýna lögum hans og legu. Ysti jökulgarðurinn, sem gengur yfir Hvítá skammt ofan við Gullfoss gæti verið samtíma jökulgarði við vatnaskil á Kili. Sá jökulgarður er eldri en vötnin á Kili. Innsti jökulgarðurinn er aftur á móti lítið eitt eldri en síðasta hamfarahlaupið, sem skolað hefur burt lægsta hluta hans. Þessi garður er við ármót Sandár í Sandártungu.

Ummerki hamfarahlaupanna ná frá neðsta hluta Sandártungu og niður fyrir Hvítárgljúfur í um 50m hæð yfir sjó. Skipta má farveginum í 3 hluta. Efsti hlutinn niður að Gullfossgljúfrum einkennist af mjög breiðum farvegum, litlum greftri og greinilegum strandlínum hlaupfarvegsins. Miðhlutinn, Gullfossgljúfur eru að mestu grafin af hlaupunum. Neðsti hlutinn, neðan gljúfranna, er að mestu aurafarvegir hlaupanna, sem ná yfir stórt svæði milli Hvítár og Tungufljóts og jafnvel vesturfyrir það. Auk þess gróf það Hvítárgljúfrin sjálf.

Mat á stærð hlaupanna hefur verið gert með mælingum á strandlínum hlaupanna á kaflanum sunnan Bláfells. Út frá því má meta halla og þverskurðarflatarmál hlaupanna. Þessar stærðir má setja inn í straumfræðiformúlur, t.d. Manning og fæst þá hámarksrennsli. Samkvæmt þessu hefur hámarksrennsli verið um 300 000 tonn á sekúndu, eða um 100 falt hámarksflóð í Hvítá á vorum dögum.

Aldur jökulstífluðu vatnanna á Kili var talinn vera frá Búðastigi af þeim Guðmundi Kjartanssnyi og Þorleifi Einarssnyi. Ekkert bendir til kyrrstöðu eða framrásarskeiðs jöklusins á Kili. Þvert á móti virðist vera samfelld hörfun jöklusins. Stærstu vötnin hafa ekki getað hlaupið árlega vegna þess að það hefur tekið nokkur ár að endurfylla þau eftir tæmingu. Hörfun jöklusins af Kili hefur sennilega tekið 1 til 2 aldir.

Þessir atburðir eiga sér stað töluvert eftir Búðastig. Meginjökull landsins hefur hörfað 25 km frá Búðaröð, þegar atburðarásin, sem hér er lýst hefst og 40 km þegar komið er að lokum hennar. Hvorttveggja er reiknað eftir dal Hvítár. Hamfarahlaupin binda saman atburði norðan og sunnan jökla. Telja má lílegt að jaðarurðir á Hofsafrétti kortlagðar af Skúla Víkingssnyi og Ingibjörgu Kaldal séu myndaðar á sama tíma og atburðarásin, sem hér hefur verið lýst, á sér stað.

## JÖKULHÖRFUN Á MIÐHÁLENDINU

Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson  
Orkustofnun

Á undanförnum árum höfum við unnið að gerð jarðgrunnskorta á ymsum stöðum á miðhálendi landsins. Hörfunarsaga ísaldar-jökulsins hefur smám saman tekið á sig skýrari mynd, þótt stór svæði séu enn aðeins að litlu leyti könnuð. Þar hefur, eftir því sem færi hefur gefist, verið reynt að fylla inn í myndina einkum með því að mæla jökulrakir og kortleggja kembur og jaðarmyndanir.

Með tímanum hefur það orðið æ betur ljóst hve ráðandi skriðstefnu jökuls hefur verið gert hátt undir höfði á kostnað bæði eldri og yngri rákakerfa. Hvalbök eru yfirleitt fljót að ummótað í samræmi við nýja skriðstefnu jökuls og verða þá litlir og vandfundir blettir eftir sem varðveita hina eldri stefnu. Nær jaðri hins yngra jökuls getur eldra rákakerfið hins vegar haldist sem ráðandi. Á þjórsárvæðinu ofanverðu allt að Vatnajökli eru hvalbök mótuð í samræmi við eldri skriðstefnu jökuls en yngra kerfi er oft aðeins sem óljóst kropp utan í hvalbökunum. Ástæðan er sú að þegar þær rákir mynduðust var jökullinn orðinn máttlaus og hafði ekki kraft til að endurmóta eldri hvalbök.

Norðaustan við Vatnajökul sýna elstu jökulrákir skrið úr vestri yfir Eyjabakka og Hraun og úr suðvestri yfir Fljóts-dalsheiði. Tungur þessa jökuls virðast hafa klofnað um Snæfell. Yngri jökulrákir eru úr suðri á Eyjabökkum og Fljótsdalsheiði en úr suðvestri á Hraunum, sem bendir til ísaskila um vatnaskil þau sem liggja frá Vatnajökli til norðausturs og greina milli Fljótsdalshéraðs og Austfjarða.

Í Holtum í Rangárvallasýslu sýna jökulrákir að jökull hefur komið eftir tveim meginfarvegum, en það eru dalir þeir sem Einnig gætir skriðs frá dal þeim sem verður milli Heklu og Tindfjallajökuls. Yngstu jökulrákir sýna að skrið frá þjórsárvæði var ráðandi, en eldri rákir sýna að einhvern tímann skreið jökull þarna yfir frá Hvítárvæði.

Ofar á Hvítárvæði hefur jökull skriðið bæði frá Langjökuls-svæðinu og úr norðaustri. Milli Bláfells og Geldingafells og allt vestur á Haukadalsheiði sýna yngstu jökulrákir skrið úr norðaustri.

Á Kili sýna elstu rákir skrið úr norðri og norðaustri þ. e.

frá meginvatnaskilum landsins í átt að Hvítárlægðinni. Yngstu rákir og kembur sýna skrið úr suðaustri. Sá jökull klofnaði um Kerlingarfjöll og stíflaði upp lón á Kili.

Elstu ummerki um jökuljaðar á miðhálendinu eru eftir jökul sem skriðið hefur frá Langjökulssvæðinu NA yfir farveg Blöndu. Jökulgarðar frá þessu stigi sem m.a. er þekkt við Vékelshauga við Blöndu, eru að öllum líkendum eldri en elstu garðar norðan við Hofsjökul (Rauðhólastig).

Garðarnir sunnan við Bláfell tengjast nokkuð örugglega garðabútum austan við Hvítárvatn og þeir hugsanlega görðum NV við Blágnípu en óljóst er hvernig þeir tengjast görðunum NA við Hofsjökul.

Næstir í aldri er röð jökulgarða N við Þjórsá frá Fitjaskógum inn að Þjórsárverum. Af jölkukembum og rákum innan við þessa garða má ráða hvernig ísaskil hafa flust til eftir því sem jökullinn hörfæði. Þegar jökullinn lá við vestustu garðana í Fitjaskógum var jökulskriðið svo til beint úr austri, en eftir því sem jökullinn hörfar lengra er skriðið meir úr suðaustri og ísaskil því að færast suður á bóginн. Einhver skil virðast vera nálægt Skrokkoldu á Sprengisandi því þar fyrir norðan fer að gæta áberandi skriðs úr suðri og suðvestri. Á því stigi gætir líka skriðs frá Hofsjökuls- svæðinu sem sameinast hefur þessari jökultungu.

Yngsti jökulgarðurinn er í Búðarhálsi sunnanverðum, og má rekja hann töluvert inn eftir hálsinum. Hugsanlega tengist hann stuttum garði við norðanverð Kjalvötn. Þar fyrir innan eru ekki þekktar neinar jaðarmyndanir fyrr en á svæðinu milli Gjáfjalla og Jökulheima þar sem merki eru um jaðarlón, sem myndast hafa framan við jökullinn. Á þeim slóðum hefur skriðið verið beint úr suðri frá síðustu ísaskilum við Langasjó.

Niðurstæðan er sú að þessi gögn falla í aðalatriðum vel að hinni gömlu mynd af hörfun jöklar á miðhálendinu, en jafnframt er bent á að hún á einungis við lokakafla hörfunar-sögunnar. Áður hefur jökull skriðið frá öðrum íasskilum miklu innar á landinu, líklega nálægt núverandi vatnaskilum.

## JÖKULHÖRFUN Á BRÚARÖRÆFUM

eftir Bessa Aðalsteinsson

Við berggrunnskortlagningu hafa fundist fjölmörg framrásarmörk jöкла á Brúaröræfum. Um er að ræða a.m.k. 10 stig, talin norðan frá:

Melstig  
 Einbúi  
 Botnastig  
 Skessa  
 Háfsvatnastig  
 Anavatnsstig  
 þverárstig (víða tvöfalt)  
 Kálfafellsstig  
 Búrfellsstig  
 þorláksmýrastig

Næst Brúarjökli er land fremur flatt og eru ummerki eldri jöklä í stíl við það sem núverandi jökkull hefur skilið eftir sig. Innstu tvö stigin eru á þessari hásléttu.

Næstu tvö mótaðar mjög af döllum þeim er skerast inn í hásléttuna, Hrafnkelsdal, Jökuldal og Laugarvalladal, sem Brúarjökull stundar enn. Skýringin á þessum framhlaupum er sú, að eftir framrás er jökkullinn "dauður" og með öllu hreyfingarlaus. Með tímanum styttist jökkullinn, jafnframt því sem sífellt safnast á hann ofan snælinu, uns að því kemur að hann missir jafnvægið og ryðst fram á ný nokkurra kílómetra veg. Við það ryður hann saman lauslegu efni sem oft myndar efnislitla grjótgarða, en þær sem lítið er um grjót, vilja ummerkin hverfa þegar fínefnið rennur burt. Það er raunar mjög einkennandi fyrir grjótdreifar á Brúaröræfum, hve dílótt berg er ríkjandi, og veðrast hægar en annað berg. Ekki virðist vera um að ræða jafnan gang í þessum jöklum sem hlaði þannig upp efnismiklum görðum. Ofanritað er talið eiga við flata jöкла eins og Brúarjökul, Dyngjujökul og marga fleiri.

Það er aðeins á tveim stöðum sem setmagn bendir til einhverrar teljandi viðstöðu jöklusins. Hið yngrar þessara er kennit við Anavatn, þær sem jökulgarður þverar vatnið mitt. Þó er fremur lítið um set austan fjallgarða, en þeim mun meira vestan þeirra, þær sem eru geysimiklir sandar frá vestur yfir Arnardalsöldu og niður undir Jökulsá á Fjöllum.

Einnig heyrir verulegt setmagn til svonefndu Melstigi, sem er yst þeirra sem hér er fjallað um. Þar er landi mjög farið að halla til Vopnafjarðar og því ekki um sandamyndun að ræða. Bess í stað eru miklar malarásaflækjur innan stigsins við Háreksstaðakvísl og Gestreiðarstaðakvísl. Eiginlegir garðar frá þeim tíma hafa aðeins fundist austar, við Fellahlíð, og austur undir Sandfelli.

Óvist er um samband jökulgarðasyrpanna á heiðum uppi og daljökla í Jökuldal, sem kortlagt hafa Árni Hjartarson, Sigbjörn Guðjónsson og Freysteinn Sigurðsson. Sigbjörn hefur einnig komið allmikið við sögu þeirra rannsókna sem hér er fjallað um. Eins vantar tengingar niður í Vopnafjörð, en þaðan er helst að vænta aldursgreininga sem tengjast þessari syrpu.

Einungis þrjú stig hafa augljóst samband niður á Efra-Dal, þ.e. þverárstig við mynni Hrafnkelsdals, Ánavatnsstig við þórfell og Skessustig við Hnúksvatn. Aðeins er þekktur einn garður í austurhlíð Efra-Dals og er sá talinn frá Ánavatnsstigi. Að öðru leyti hefur lítt tekist að rekja þessa syrpu til austurs yfir á Fljótsdals- og Fellaheiðar.

Ekkert er vitað um aldur þessara garða annað en það, að þorláksmýrastig er frá lokum ísaldar en ekki frá Mýraskeiðinu yngra eins og Todtmann taldi. Engar tilraunir hafa enn verið gerðar til aldursgreininga utar á þessum heiðum. Ég tel líklegast að allir þessir garðar séu yngri en Búðastig, og að þeir verði best skýrðir sem merki hörfunar "Brúarjöklus hins forna" en ekki sem hluti meginjöklus.

**HÖRFUN JÖKLA OG SJÁVARSTÖÐUBREYTINGAR  
FRÁ SÍÐJÖKULTÍMA Á SUÐAUSTURLANDI**

Hreggviður Norðdahl  
Þorleifur Einarsson  
Raunvísindastofnun Háskólangs

Hæð efstu fjörumarka á Suðausturlandi er nokkuð breytileg, bæði milli einstakra fjarða svo og í hverjum firði. Hæðarmunur efstu fjörumarka í fjörðunum er tengdur útbreiðslu og hörfun skriðjöklar, enda er hæðarmunurinn greinilegastur við jökulgarða.

Hörfun jöklar á Suðausturlandi frá ystu stöðu þeirra og inn firði og dali varð í áföngum eins og fjöldi jökulgarða á svæðinu ber vitni um. Samfara þessari hörfun jöklanna breyttist innbyrðis afstaða láðs og lagar en sjávarborð stóð hæst samtímis því að frambrún jöklanna var í ytri hluta fjarðanna. Innan við suma jökulgarðana eru fjörumörk lægri en utan við þá og getur það munað 10-20 m. Á Breiðdal, í Fáskrúðsfirði og Reyðarfirði eru greinileg ummerki þess að sjávarborð hafi lækkað í þremur áföngum, en í öðrum fjörðum Suðausturlands eru ummerki tveggja áfanga greinileg.

Ummerki elsta áfanga eða stigs þessarar hörfunar jöklar og lækjunar sjávarborðs eru best varðveisitt við utanverðan Fáskrúðsfjörð og það því nefnt Fáskrúðsfjarðarstig. Miðstigið er nefnt Breiðalsstig enda eru ummerki þess gleggst þar. Yngsta stigið í hörfunarsögu jöklar á Suðausturlandi er kennt við Berufjörð, en þar eru greinilegir jökulgarðar frá þessum tíma.

Pegar jöklar hörfuðu frá jökulgörðum Fáskrúðsfjarðarstigsins hafði sjávarborð lækkað þar um a.m.k. 12 m. Sjór fylgdi eftir brún skriðjöklanna inn Reyðarfjörð og Fáskrúðsfjörð, en sunnan þeirra fylgdi sjór brún meginjökulsins inn í fjarðarmynnin. Hæð fjarðum Suðausturlands, á bilinu 40-60 m y.s.

Í Fáskrúðsfirði, Reyðarfirði og Eskifirði eru ummerki jökulbrúnar frá þessum tíma all glögg i botni fjarðanna, en í Norðfjarðardal eru þau ógreinileg. Þessir jökulgarðar Breiðalsstigs eiga það sameiginlegt að vera næstu jökulgarðar innan við

jökulgarða Fáskrúðsfjarðarstigsins. Frá Fáskrúðsfirði og suður í Lón eru jökulgarðar Breiðdalsstigs ystir jökulgarða í fjörðunum. Samkvæmt þessu var brún meginjökulsins þá komin inn fyrir núverandi strönd allt suður í Lón.

Þegar jöklar á Suðausturlandi hörfuðu frá jökulgörðum Breiðdalsstigs hafði sjávarborð lækkað þar um 10-20 m. Þessi lokahörfun jöklanna varð ekki án afturkippa, því innan við jökulgarða Breiðdalsstigs í Reyðarfirði, Fáskrúðsfirði, Breiðdal og Berufirði eru jökulgarðar sem mynduðust við tímabundna kyrrstöðu eða framrás jöklanna. Saman mynda þessir jökulgarðar Berufjarðarstig og eru yngstu ummerki meginjökuls landsins á Suðausturlandi.

Samspil ystu jökulgarða og hæstu sjávarstöðu á Suðausturlandi minnir mjög á samspil legu jöklra og stöðu sjávarborðs í Borgarfirði á Álftanesskeiði (Aldre Dryas). Niðurstaða okkar er því sú, að jökulgarðar Fáskrúðsfjarðarstigs tengjast framrás meginjökuls landsins fyrir um 12.000 árum B.P. og að jökulgarðar Breiðdalsstigs tengjast þar af leiðandi framrás hans í upphafi Búðaskeiðs (Yngre Dryas) fyrir um 11.000 árum. Jökulgarðar Berufjarðarstigs eru þá annað hvort frá lokum Búðaskeiðs eða upphafi nútíma (Preboreal).

## HALLDÓR G. PÉTURSSON: SÍÐJÖKULTÍMI Á VESTURHLUTA MELRAKKASLÉTTU.

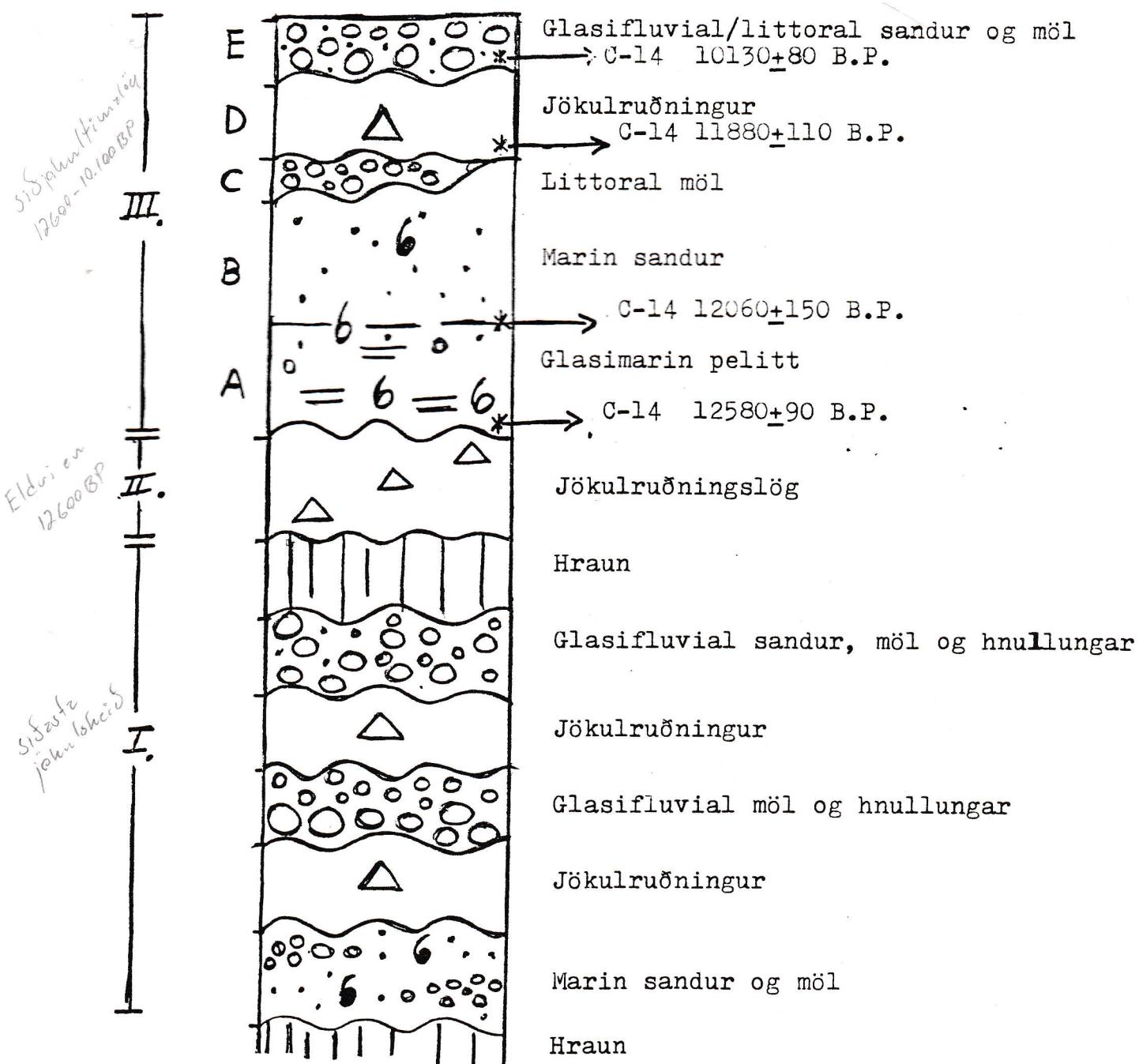
Á vesturhluta Melrakkasléttu hafa verið kortlögð setlög í fimm prófílum. Stratigrafiskt má greina setlögin að í þrjá hópa (sjá mynd).

- I. Eldri setlög og hraunlag, sem ýmist eru mynduð á íslausu landi af jöklum eða í hafi. Lög þessi eru talin mynduð á síðasta jökulskeiði.
  - II. Jökulruðningslög af mismunandi gerð og bykkt. Þessi jökulruðningslög eiga bað sameiginlegt að vera eldri en 12600 B.P.
  - III. Setlög frá síðjökultíma, aldursgreind 12600-10100 B.P.  
Setlög frá síðjökultíma mynda "stratigrafiskan sekvens" sem finnst í heild eða að hluta í öllum kortlögðum prófílum á Vestur-Sléttu (sjá mynd). Lýsing á "sekvensinum" er eftirfarandi:
- A) "Glasimarin pelitt" með völdum og hnullungum. Setið sem er lagskipt inniheldur bykkar skeljar af tegundunum *Mya truncata* og *Hiatella arctica*. Aldursgreining á skel neðst úr bessu seti í Hvalvík gaf aldurinn 12600 B.P. (12580+90 B.P.). Sandmagn eykst uppá við í setinu og eru óglögg mörk milli lags A og B.
  - B) "Marin sandur". Sandurinn er lagskiptur og inniheldur skeljaleifar og grafganga eftir skeldýr. Þykkastur er sandurinn u.b.b. 10m. Aldursgreining á skel á mörkum lags A og B í Hvalvík gaf aldurinn 12100 B.P. (12060+150 B.P.).
  - C) "Littoral möl". Í sandríkasta hluta Randarinnar finnast litlar roflautir, fylltar af vel rúnnaðri möl og hnullungum. Möl þessi er túkuð sem fjörumöl. Einstaka steinar af grænlenskum uppruna finnast í mölinni og jökulruðningum ofan við. Í fleiri af prófílunum finnst hreyfð malarlög á mörkum marin sands og jökulruðnings.
  - D) Jökulruðningur. Samfara jökulframrásinni sem myndaði pennan jökulruðning hafa eldri setlög á svæðinu verið rofin, hreyfð og felld. Yngsta rákastefna á Vestur-Sléttu er mynduð við bessa jökulframrás, en hún er frá austri til vesturs á meginhluta svæðisins. Aldursgreining á skeljabrotum úr jökulruðningi í Röndinni gaf aldurinn 11880+110 B.P. Gefur það hámarksaldur jökulframrásarinnar.
  - E) "Glasifluvial og littoral sandur og möl". Þetta set er myndað neðan við og við hæðstu óhreyfðu strandlinu á Vestur-Sléttu. Strandlinunni hallar um ca. 1 m/km frá suðri til norðurs. Á suðurhluta svæðisins eru fjörumörk í u.b.b. 20m y.s. Við Kópasker í u.b.b. 15m y.s. Nyrst á Melrakkasléttu gætu lög af þessum aldri legið neðan núverandi sjávarmáls. Aldursgreining á skeljum úr seti myndað við strandlinuna við Kópasker gaf aldurinn 10100 B.P. (10130+80 B.P.). Er það aldur síðustu jökulhörfunar á Vestur-Sléttu.

Jökulframrás átti sér stað á Melrakkasléttu milli 11900-10100 B.P. Hámarksaldur jökulframrásarinnar er 11900 B.P. Ýmiss rök benda bó til að framrásin hafi átt sér stað síðar og sé hluti af hinni útbreiddu jökulframrás sem átti sér stað á norðurhveli á Yngra Dryas (11000-10000 B.P.).

Lög sem liggja undir jökulruðningum (lag D) sína þróun frá glasimarínu setumhverfi (lag A) til marins (lag B) og að lokum littoral setumhverfis (lag C) sem finnst í roflautum í marinum lögum. Tölubarðar sjávarstöðubreytingar hafa verið í gangi á myndunartíma bessara laga. Glasimarin lög finnast hæðst í u.b.b. 40m y.s., má ætla að haf hafi staðið eitthvað hærra á myndunartíma. Littoral lög finnast í dag í u.b.b. 5m y.s. Þessar sjávarstöðubreytingar hafa átt sér stað á nokkrum tíma.

Skeljabrot þau sem aldursgreind voru úr jökulruðningum í Röndinni hafa komist í jökulruðninginn við rof jökuls á marinum lögum (lag B). Sennilegt er að aldursákvörðunin gefi frekar til kynna að jökk hafi rofið marin lög af aldrinum 11900 B.P. en aldur jökulframrásar. Rof í marin lög (lag B) í Röndinni og setmyndun littoral malar í roflautunum hefur því sennilega átt sér stað eftir 11900 B.P. Jökkhopun á Melrakkasléttu er af aldrinum 10100 B.P. Fellur það saman við lok Búðaskeiðs. Jöklar á Búðaskeiði hafa því haft meiri útbreiðslu á Norðausturlandi en áður var talinn. Aldur jökulframrásar á þessu svæði er enn sem komið ókunnur.



## ENDASLEPPU HRAUNIN UNDIR EYJAFJÖLLUM

**eftir Hauk Jóhannesson, Náttúrufræðistofnun Íslands**

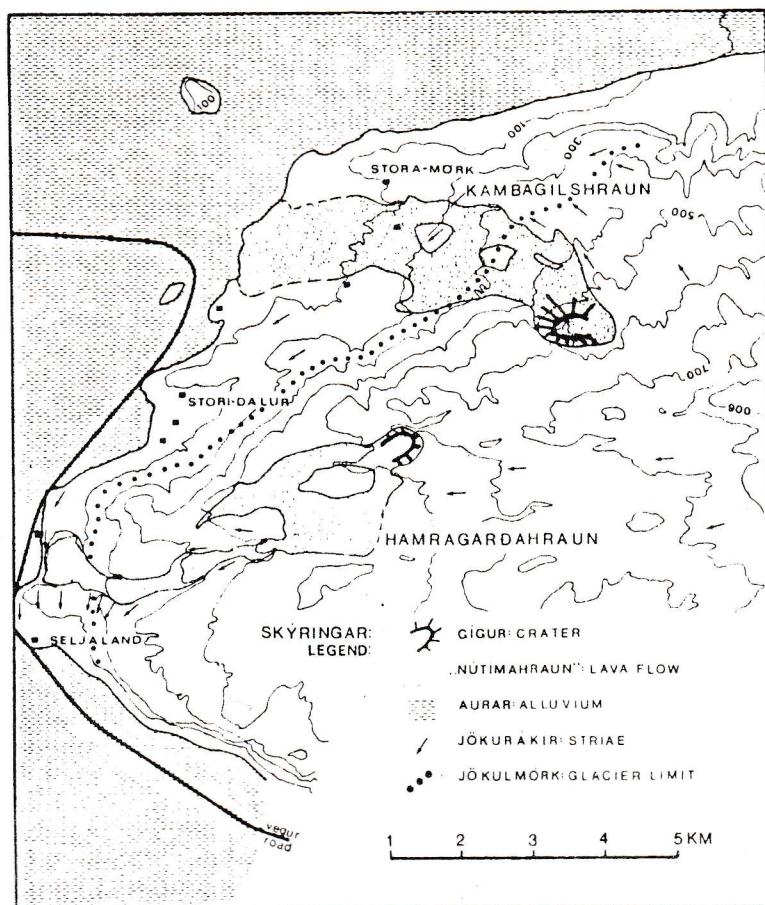
Tvö hraun frá því snemma á nútíma eru í vestanverðum Eyjafjöllum (1. Mynd). Þau eru Kambagilshraun (2. Mynd) ofan við Merkurbæina og Hamragarðahraun ofan við Hamragarða og Seljaland (3. Mynd). Guðmundur Kjartansson áleit að þau væru frá því í lok ísaldar og að Kambagilshraunið hefði runnið útá Búðajökulinn. Í erindinu er hraununum lýst og afstaða þeirra til jöklar rakin.

Hraunin eru reyndar misgömul þegar betur er að gáð. Kambagils-hraunið reyndist vera öllu eldra en Hamragarðahraunið. Þeði hraunin hafa runnið út yfir gróðurvana land.

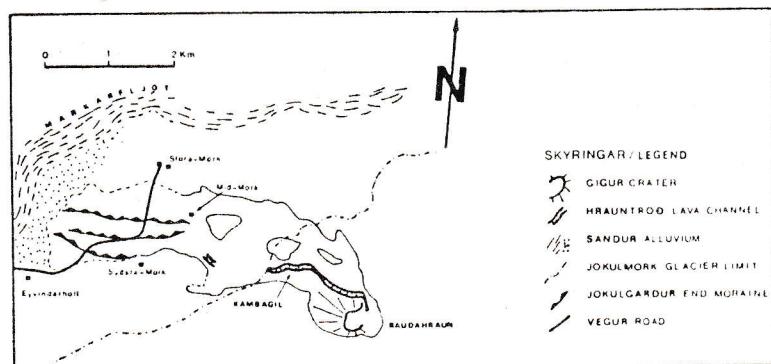
Það fyrrnefnda á upptök sín í gig sem nefnist Rauðahraun og hefir runnið niður á jafnsléttu milli Stóru-Merkur og Syðstu-Merkur. Eftir að hraunið rann hefir stór jökultunga (Markarfljótsjökull) skriðið fram dalinn milli Tindfjalla og Eyjafjalla. Hún skreið upp í miðjar hlíðar fyrir ofan Merkurbæina og hefir urið neðri hluta Kambagilshrauns. Á því méli hafði Hamragarðahraunið ekki verið til staðar því ofangreind jökultunga hefir gengið yfir það svæði sem Hamragarðahraun síðar rann yfir.

Jökullinn sem skóf neðri hluta Kambagilshrauns virðist vera hluti af jöklum þeim sem skildu eftir sig jökulgarða á Suðurlandi og hafa verið taldir frá svonefndu Búðastigi. Í erindinu er afstaða hraunanna í Eyjafjöllum og jökulgarðanna á Suðurlandi rakin.

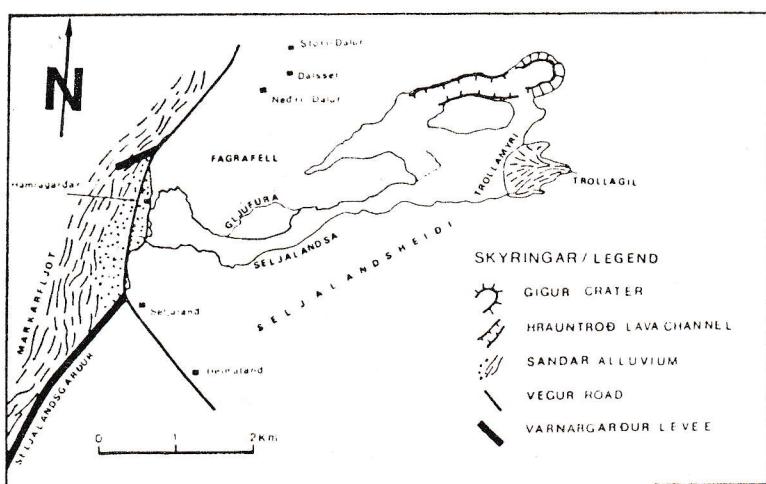
- 1. Mynd** Kort af vestanverðum Eyjafjöllum, sem sýnir hraunin og stefnu jökulráka. Punktalínan sýnir hæstu mörk svonefnds Markarfljótsjökuls.
- 2. Mynd** Kambagilshraun.
- 3. Mynd** Hamragarðahraun.



1. mynd



2. mynd



3. mynd

## ALDUR JÖKULHÖRFUNAR Í VOPNAFIRÐI

Hreggviður Norðahl, Raunvisindastofnun Háskólags  
Christian Hjort, Lunds Universitet

Hæð efstu fjörumarka við Vopnafjörð er um 60 m y.s. í mynni Selárdals og við Grenisöxl yst í Hofsárdal. Á báðum þessum stöðum eru greinileg ummerki þess að jökulbrún hafði þar gengið fram á ný eða verið kyrrstæð um tíma. Hörfun jökla í Vopnafirði frá ystu jökgulgörðum og inn Selárdal, Vesturárdal og Hofsárdal varð í áföngum, en um það vitna jökulgarðar sunnar í þessum dölum. Þegar jöklarnir stóðu við ystu garðana varð staða sjávarborðs hæst og efstu fjörumörk mynduðust í um 60 m h.y.s. en hafði lækkað um a.m.k. 10 m þegar þeir hörfuðu frá þessum görðum.

Í Vesturárdal fer hæð yngri fjörumarka vaxandi frá um 50 m y.s. við Nípslón upp í um 55 m y.s. á milli Ljótsstaða og Vakurstaða. Þar hefur jökulbrúnin staðnæmst um tíma eða gengið fram á ný. Þar fyrir sunnan eru fornir jökuláraur sem fara ört hækkandi yfir sjó suður undir Fremrihlíð, en þar hefur jökulbrúnin staðnæmst a.m.k. um tíma.

Í Hofsárdal er hæð yngri fjörumarka svipuð þeirri í Vesturárdal og vex úr um 40 m y.s. upp í 50-55 m y.s. nærri Hofi. Á milli Hofs og Teigs er greinilegur jökulgarður, sem hefur myndast við annað tveggja, framrás eða tímabundna kyrrstöðu jökulbrúnarinnar. Sunnan við Teig eru fornir jökuláraur sem mynduðust framan við jökulbrún sem um tíma var kyrrstæð nærri Burstafelli.

Setlagamyndanir sem tengjast efstu fjörumörkum eru ekki miklar að vöxtum, enda hefur mestur hluti framburðar jökuláa þess tíma lent utan við núverandi strönd. Í mynni Selárdals eru setlög frá tíma efstu fjörumarka. Aftur á móti eru setlagamyndanir sem tengjast yngri fjörumörkunum mun meiri að vöxtum, bæði sjávarset (óseyrar) og jökulárset (sandar).

Þegar sjávarset var að hlaðast upp, bæði í Vesturárdal og Hofsárdal lifðu þar nokkrar tegundir lindýra. Þar hafa fundist brot, stakar skeljar svo og heilar samlokur af m.a. tegunda rataskel og smyrslingi. Aldursgreining þessara lífrænu leifa með geislakolsaðferð ( $^{14}\text{C}$ -aðferð) gaf aldurinn 9980 og 10.230 ár B.P.

AHH Hörfunar  
John L. Brown

fyrir skeljar úr Hofsárdal en 10.050 ár B.P. fyrir skeljar úr Vesturárdal.

Aldur þessara skelja er jafnframt aldur setlaganna sem þær eru fundnar í, en þau tilheyra myndun yngri fjörumarkanna í Vopnafirði. Þau tengjast myndun jökulgarðanna á milli Ljótsstaða og Vakurstaða í Vesturárdal og á milli Hofs og Teigs í Hofsárdal. Þeir mynduðust því fyrir um 10.000 árum B.P. Ystu jökulgarðarnir, þeir í mynni Selárdals og við Grenisöxl eru eldri og myndaðir fyrir meira en 10.000 árum B.P.

Samanburður ofangreindarar jarðsögu í Vopnafirði við almenna skiptingu síðjökultímans á Íslandi og á Norðurlöndum er mögulegur. Ystu og elstu jökulgarðarnir ásamt efstu fjörumörkum í Vopnafirði tengjast framrás íslenska meginjökulsins fyrir um 11.000 árum B.P. í upphafi Búðaskeiðs (Yngre Dryas). Jöklarnir hafa hörfað frá þessum jökulgörðum á um það bil miðju Búðaskeiði þegar sjávarborð hafði lækkað um a.m.k. 10 m. Önnur og yngri framrás jöklanna varð á tímabilinu 9980-10.230 ár B.P. og á sama tíma hélst staða sjávarborðs sem næst óbreytt. Afflæði sjávar og enn frekari hörfun jökla í Vopnafirði varð í upphafi nútíma (Preboreal).

**GEISLAKOLSALDURSÁKVARDANIR VARÐANDI JÖKULHÖRFUN OG  
SJÁVARSTÖÐUBREYTINGAR Á SÍÐJÖKULTÍMA OG NÚTÍMA**

Þorleifur Einarsson  
Raunvísindastofnun Háskólangs

Á undanförnum þrem áratugum hafa verið gerðar nokkrir tugir  $C^{14}$ -aldursákvardana varðandi jökulhörfun og sjávarstöðubreytingar á síðjökultíma og nútíma. Aldursákvörðuðu sýnin eru einkum skeljar frá síðjökultíma og plöntuleifar, aðalega mó�, frá nútíma. Niðurstöður aldursákvardananna er gefnar í  $C^{14}$ -árum, B.P.

$C^{14}$ -aldursákvörðuð sýni veita m.a. vitneskju um hvenær svæði urðu jökullaus, breytingar á stærð jöklar, lágmarkshæð fjörumarka, afflæði, lægstu stöðu sjávarborðs og áflæði.

Helstu ályktanir sem draga má af  $C^{14}$ -aldursákvörðunum eru þessar: Land var orðið jökullaust í lágsveitum Borgarfjarðar og í mynni Hvalfjarðar svo og við Kópasker fyrir 12.800 árum (Kópaskersskeið). Jöklar gengu fram fyrir um 12.000 árum á þessum svæðum (Álftanesskeið). Jöklar hörfuðu og fyrir 11.600 árum voru Hnappadalur og Saurbær í Dalasýslu orðin jökullaus (Saurbæjarskeið). Jöklar gengu fram á þessum svæðum á ný svo og á Suðurlandi líklega fyrir 11.000 árum og hörfuðu frá jökulgörðum fyrir um 10.000 árum.

Efstu fjörumörk eru misgömul eftir landshlutum. Elst eru þau líklega frá Kópaskersskeiði á Vestfjörðum og Austfjörðum. Á Suðvesturlandi var sjávarstaða sennilega hæst á Álftanesskeiði en á Suðurlandsundirlendi líklega á Saurbæjarskeiði. Sjávarborð varð lægst fyrir 8000-9000 árum um 20 m lægra en nú.

Sigfús Johann Johnsen

Raunvisindastofnun Háskóla Íslands

Gögn sem fengin eru úr setlagakjörnum hverskonar (ísl., vatnaset og sjávarset) hafa það umfram hefðbundin gögn eða geta gefið samféllda og oft á tíðum nákvæma mynd af ymsum báttum úr sogu jarðar.

Þessi staðhæfing verður augljós begar skoðaðar eru þær rannsóknir sem eru í gangi á iskjörnum úr Grónlandsjökli og Suðurskautslandinu. Niðurstöður sem begar liggja fyrir gefa örðið mjög greinagóða mynd af ástandi loftþjúps jarðar síðastliðin 130 búsund ár.

I erindinu verður gefið yfirlit yfir helstu niðurstöður sem fengist hafa við mælingar á vatnsisótópum kjarnanna og kolsýrustyrk andrúmsloftssins en í ljós kemur að mjög sterk fylgni er á milli bessara stærða á öllum timaskölum. Sama má segja um gögn yfir rykinnihald kjarnanna og styrk snefileina. Af bessu virðist mega draga þá ályktun að CO<sub>2</sub> styrkur andrúmsloftssins hafi valdið miklu um þróun veðurfars jarðarinnar á síðasta jökluskeiði í nánum tengslum við hrif Milankowits. Mjög öflugar veðurfars sveiflur virðast einkenna síðari hluta síðasta jökluskeiðs við norðanvert Atlantshaf og endaði jökluskeiði í einni slikri sveiflu (Allerød / Younger Dryas) eins og sést á mynd hér að neðan.

#### *Ice-Core Dating of the Pleistocene/Holocene Boundary*

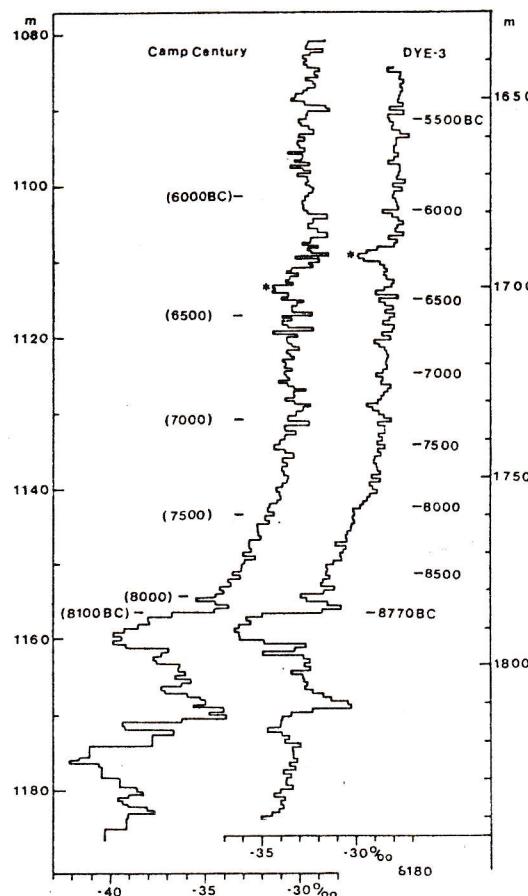


Fig 3. Comparison between dates and  $\delta^{18}\text{O}$  profiles of the Camp Century core (Hammer et al, 1978) and the Dye 3 core. The YD/PB boundary and the strong  $\delta$  oscillations (\*) in the two cores are supposed to be simultaneous. The ages (in brackets) for the lower part of the Camp Century core therefore need considerable correction in order to agree with the more accurate dates of the Dye 3 core.