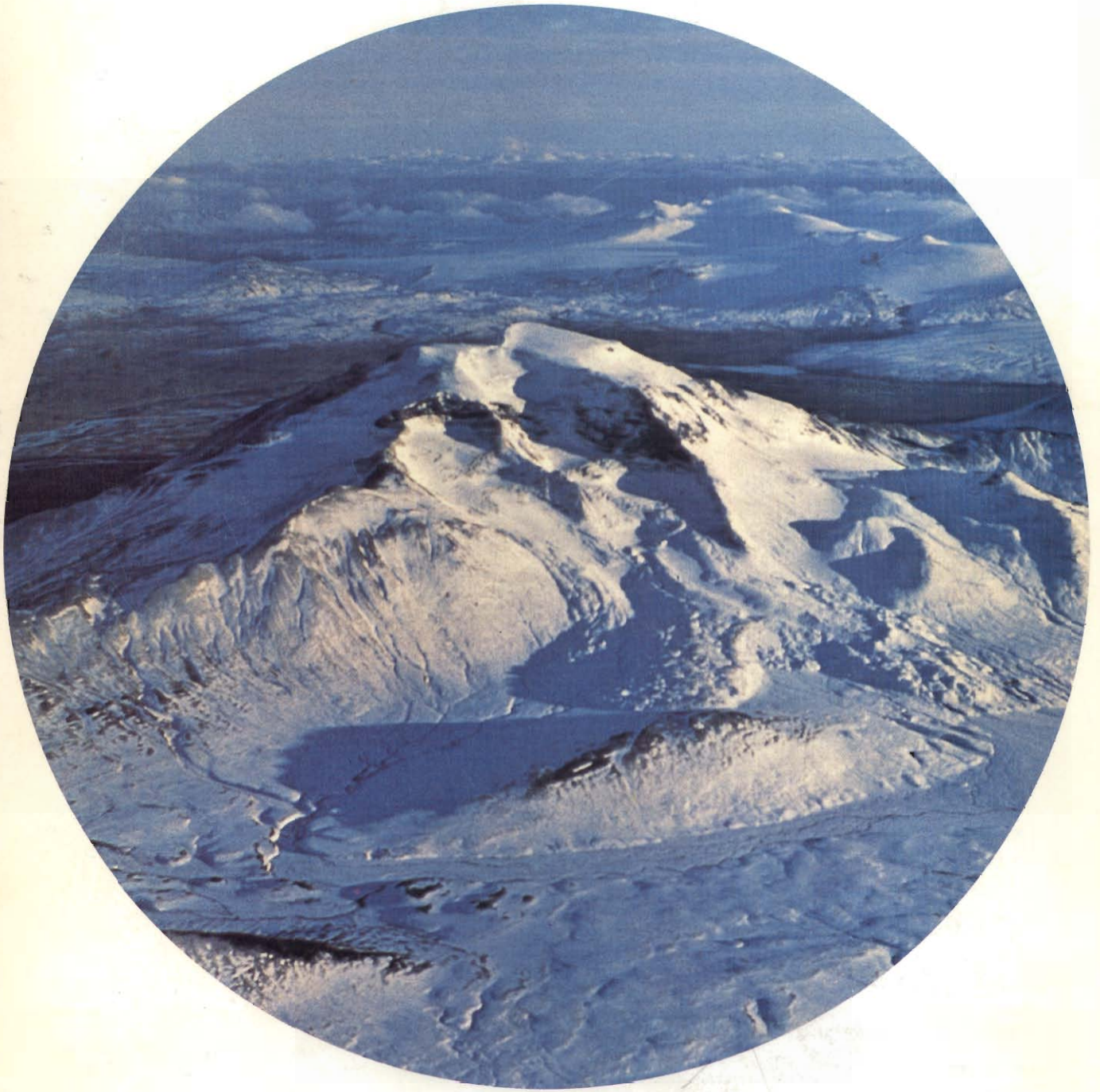


ORKUSTOFNUN-RAFORKUDEILD

Austurlandsvirkjun

FRUMKÖNNUN Á JARÐFRÆÐI MÚLA OG UMHVERFIS

Múlavirkjun



ÁGÚST GUÐMUNDSSON E.

OS ROD 7818

Reykjavík, júní 1978

AUSTURLANDSVIRKJUN - MÚLAVIRKJUN

FRUMKÖNNUN Á JARÐFRÆÐI MÚLA OG UMVERFIS

AGÚST GUEMUNDSSON

EFNISYFIRLIT

Skrá yfir skýringarmyndir	Bls.	2
Formáli	-	3
Ágrip	-	4
Fyrri rannsóknir	-	6
Berggrunnur	-	8
Flokkun bergs	-	9
Lýsing jarðlagastaflans	-	12
Jarðgrunnur	-	22
Flokkun jarðgrunnsins	-	22
Brotahreyfingar	-	26
Holufyllingar	-	29
Dreifing holufyllinga í basalti	-	31
Útbreiðsla holufyllingar í ólivín-basalti	-	34
Útbreiðsla holufyllingar í póleít-basalti	-	36
Holufyllingar í jarðlagastaflanum á Fljótsdal	-	37
Ummýndun bergs	-	39
Jarðhiti	-	39
Lokaorð (samanburður við fyrri rannsóknir)	-	40
Heimildaskrá	-	42
Ljósmyndir	-	44-50
Skýringarmyndir (1-4 í texta, aðrar aftast)		
Jarðfræðikort (í vasa)		

SKRÁ YFIR SKÝRINGAMYNDIR

1. Þykktardreifing basaltgerða á Fljótsdal	Bls.	11
2. Línurit yfir stærð og fjölda misgengja á Fljótsdal	"	17
3. Dreifing holufyllinga í basalti	-	32
4. Samanburður á dreifingu geislasteinda í ól-bas. og þól-basalti	-	36
5. Afstöðumynd	Aftast	
6. Skipan jarðlagasniða í jarðlagastafla	-	
7. Jarðlagasnið í N-V hlíð Norðurdals	-	
8. " " S-A " "	-	
9. " " N-V " Suðurdals	-	
10. " " S-A " "	-	
11. Þverskurðarmyndir af Múla og dreifing holufyllingabelta	-	
12. Þverskurðarmynd af jarðgangaleið í Múla	-	
13. Jarðgrunnskort	-	
14. Ýmsar tölulegar upplýsingar um jarðlagastaflann á Fljótsdal	-	

Jarðfræðikort (í tvennu lagi í vasa)

Formáli

Vegna fyrirhugaðar virkjunar Jökulsár á Fljótsdal og nærliggjandi fallvatna á Múla við innanverðan Fljótsdal vann ég þar að jarðfræðikortagerð í ágúst og septembermánuði 1977. Mér til aðstoðar voru, fyrst Sigbjörn Pálsson og síðan Sigurður Einarsson.

Berggrunnsathuganir voru aðalviðfangsefnið og þá með jarðgangagerð í Múla sem aðalmarkmið en einnig var farið um nærliggjandi svæði til þess að fá fram almenna mynd af jarðfræði svæðisins.

Hlutur lausra jarðlaga kann að hafa verið nokkuð fyrir borð borinn en landið yfir dalbotnunum er ákaflega snautt af lausum jarðefnum.

Úrvinnsla gagna fór fram veturinn '77 - '78 og var verkið lagt fram sem svokallað 4. árs verkefni við jarðfræðiskor, verkfr. og raunv. deildar Háskóla Íslands.

Ágrip

Staðhættir við innanverðan Fljótsdal eru þannig að tveir u.þ.b. 500 m djúpir dalir með norð-austlaga stefnu eru grafnir niður í 600-700 m háa hásléttu. Rennur Jökulsá á Fljótsdal eftir nyrðri dalnum en Kelduá eftir þeim syðri. Á milli dalanna er nefndur Múli, jafnhár hásléttunni umhverfis og er áætlað að veita fyrrnefndum ám, ásamt fleiri vötnum út Múlann (til NA) og virkja fall þeirra niður í syðri dalinn nálægt bænum Arnaldsstöðum. Sjá ljósmyndir á bls. 44-46.

Berggrunnurinn í Múla og nágrenni er að mestu hlaðinn upp úr hraunlögum sem hafa myndast í síendurteknum sprungugosum, þar sem basísk kvika hefur komið upp. Hefur þetta gerst fyrir 6,6-2,1 milljónum ára. Líklega hefur oftast gosið utan svæðisins og hraunin þá runnið inn á svæðið úr vestri og suðri og á þetta sérstaklega við um efri hluta jarðlagastaflans. Ekki hefur þessi upphleðsla verið samfelld svo sem sjá má af fjölmörgum setlögum sem hafa myndast í goshléum. Sveiflur á upphleðsluhraðanum aukast í efsta hluta jarðlagastaflans. Efni setlaganna hefur oftast sest til í vatni (ýmist straumvatni eða stöðuvatni) eða það er loftborin gosaska. Útlit setlaganna ber stundum merki um nærveru jökuls og eru elstu jökuminjarnar tæplega 5,5 milljón ára gamlar. Ágerast þessar jökulminjar fyrir um 3 milljónum ára og verða jökulbergslögin eftir það fleiri og þykkari. Heildarþykkt jarðlagastaflans sem myndaðist á þessu 4,5 milljón ára tímabili er um 1600 m, þar af 69,2% hraunlög. 15,3% setlög og 15,5% eru eyður sem hylja líklega að meiri hluta setlög. Upphleðsluhraðinn er óvenju hægur eða líðlega 350 m á milljón árum.

Landslag á myndunartíma jarðlaganna hefur verið mjög flatt. Einstök hraunlög hafa venjulega runnið langar leiðir. Einnig hafa setlögin mikla útbreiðslu og halda gjarnan svipaðri þykkt yfir stór svæði. Bendir þetta einnig til mishæðalítils landslags. Í jökulbergslög-

unum ofantil í jarðlagastaflanum (þriggja milljón ára og yngri) kemur fram lítilsháttar landslag, þar sem hæðir og hólar í lögunum hafa líklega náð 50-70 m hæð yfir umhverfið. Þegar upphleðslu jarðlagastaflans lauk hefur yfirborð hans sennilega legið 800-900 m yfir núverandi dalbotnum.

Jarðlögin hafa síðan hallast hægt og rólega í vesturátt (280°) eftir því sem staflinn hlóðst upp og hallar neðstu lögunum um 8° en hinum efstu nálægt 2° og er hallastefna yngstu laganna lítið eitt norðlægari en hinna eldri.

Brotalínur og gangar hafa flest norðlæga og norð-vestlæga stefnu og virðist meginbrotavirknin hafa átt sér stað samhliða og á síðari hluta upphleðslutíma jarðlaganna. (Þ.e. sum misgengi eru "virk").

Ummyndun og holufyllingar bergsins benda til þess að bergið sé sæmilega þétt neðan ca. 500 m hæðar (efri mörk kabasit-tomsonít beltisins eru í u.þ.b. 600 m hæð). Ofan 500-600 m hæðar er líklega hægt að finna hraunlög sem eru hæf til mólunar í steypuefni.

Rofið á jarðlagastaflanum gerist að mestu leyti á síðari hluta ísaldar og þá aðallega fyrir áhrif jökla. Hafa þeir haft norð-austlæga skriðstefnu undir lok ísaldarinnar og grafið sig niður þar sem einhver veikleiki var í undirlaginu og myndað núverandi dali en skrpað heiðarnar ofan við dalina. Jöklarnir hafa skilið mjög lítið eftir af lausu efni á Múla og í dölunum en á Fljótisdalsheiði finnst nokkuð af mórenu. Eftir ísöld hefur rennandi vatn grafið gil og dýpkað þá farvegi sem fyrir voru.

FYRRI RANNSÓKNIR (ágrip)

Þorvaldur Thoroddsen fór um Fljótsdal og þaðan yfir Hraun, allt suður í Lón sumarið 1894 og lýsti svæðinu í Ferðabók III.

H. Pflug athugaði jurtaleifar frá Hengifossá og Bessastaðaá og birti grein þar um árið 1959.

H. Wensink birti grein um vestanverða Fljótsdalsheiði og **Jökuldal** 1964. Þar sýnir hann kort yfir fornsegulmögnun svæðisins. Hann tengir seguldeildir í bergi á innanverðum Fljótsdal við samsvarandi deildir á ofanverðum Jökuldal og þaðan allt norður í Vopnafjörð.

Árið 1964 kemur G.P.L. Walker á Fljótsdal og lýsir jarðlagasniðum í norðurhlíð Norðurdals. Þessi snið tengir hann saman en gerir ekki samfelldt jarðfræðikort. Walker framkvæmdi þessar rannsóknir í sambandi við fornsegulmælingar og aldursákvarðanir sem fram fóru á Austfjarðabasaltinu á þessum árum (Dagley et al 1967).

Sumarið 1970 vann Elsa G. Vilmundardóttir ásamt jarðfræðistúdentum að jarðfræðirannsóknum á norðurhluta Norðurdals og Fljótsdalsheiði og birti skýrslu um verkið 1972.

Trausti Einarsson athugaði fornsegulmögnun bergs á vestanverðri Fljótsdalsheiði og ritaði um rannsóknir sínar 1972.

Arnþór Óli Arason vann að jarðfræðirannsóknum á syðsta hluta svæðisins og á Hraununum og birti greinargerð þar um 1976.

I. Mc Dougall, N. Watkins og Leó Kristjánsson unnu að aldursákvörðunum og athugun á fornsegulmögnun bergs í jarðlagastaflanum við Bessastaðaá. Þeir birtu grein um athuganir sínar árið 1976.

Haukur Tómasson skrifaði árið 1976 yfirlitsgrein um austurlandsvirkjun og rakti þar sögu virkjunarhugmynda og rannsókna. Í þeirri grein er að finna lista yfir þær greinar sem hafa verið skrifaðar í tengslum við virkjunarhugmyndir á þessu landssvæði og vísast til hennar um það efni.

Ross og Musset ákvörðuðu aldur basalts á Austurlandi 1976 og notuðu til þess kjarna, sem boraðir höfðu verið fyrir fornsegulmælingar árin 1964-5.

Wood birti grein um efnagreiningar á Austfjarðabasaltinu 1976 og komst m.a. að raun um að hraunlög sem eru í mikilli hæð yfir sjávarmáli eru gjarnan með frumstæðari efnasamsetningu en hraun sem lágt liggja og sé þetta líklega vegna þess að fyrrnefndu hraunin séu frekar upp komin utan gosbeltisins en hin síðarnefndu séu framleidd í gosbeltinu og því með þróaðri efnasamsetningu.

Að lokum birtu Walker og Watkins grein um fornsegulmögnun bergs á Austurlandi og þar á meðal á Fljótsdal árið 1977, en hún er að mestu byggð á rannsóknum á sýnum sem tekin voru á árunum 1964 - 1965.

Auk þess hefur verið ritaður fjöldi greina um eystri hluta Austfjarðabasaltsins og kemur G.P.L. Walker þar mjög við sögu.

Berggrunnurinn

Áður fyrr og framan af öldinni þótti Tertíeri berggrunnurinn á Íslandi lítt heillandi viðfangsefni til jarðfræðilegrar kortlagningar sökum fábreytileika. Greint var á milli gamals og ungs basalts út frá litnum, þannig að gamalt basalt var dökkgrátt og ungt basalt var ljósgrátt, samanber gráa hæðin á austanverðu Norðurlandi og víðar.

En viðhorfið breyttist eftir að G. P. L. Walker frá Imperial College kom til Austfjarða árið 1954 og fór að kortleggja berggrunninn umhverfis Reyðarfjörð. Hann notfærði sér setlög og breytileika sem hann fann í berggerð storkubergsins til þess að flokka berggrunninn í jarðlagasyrpur, og rakti útbreiðslu þeirra líkt og setlöggeru kortlögð í vestanverðri Evrópu og víðar. Þessum leiðarlögum fylgdi hann síðan frá einu fjalli til annars og gat á þann hátt kortlagt útbreiðslu einstakra jarðmyndana. Á þennan hátt tókst honum að fá fram afstæða aldursröð fyrir þau svæði sem hann kortlagði.

Íslendingum hefur lærst að nota þessar aðferðir Walkers og auk þess kom fyrir allmörgum árum á markaðinn handhægur mælir til þess að mæla fornsegulmögnun í bergi, svokallað "flux-gate" mælir. Auðveldar hann til stórra muna alla berggrunnskortlagningu.

Með mæli þessum er hægt að finna hvort hraunkvika sem storknar á yfirborði eða sem innskotsberg, hefur storknað í segulsviði sem svipar til ríkjandi segulsviðs jarðar eða hvort segulsviðið hefur haft öfuga stefnu miðaða við það sem nú er. Í þessari grein er oft til hægðarauka talað um "rétt" og "öfugt" segulmagnað berg.

Trausti Einarsson beitti þessari aðferð við berggrunnskortlagningu víða á Íslandi og var brautryðjandi í því starfi ásamt Þorbirni Sigurgeirssyni.

FLOKKUN BERGS

Við flokkun storkubergs var farið eftir flokkunarkerfi því sem Walker notaði við kortlagningu á tertiera basaltinu á Austurlandi. Hann flokkar basískt gosberg í 3 flokka: Þóleít basalt, ólivín-basalt og dílabasalt. Fyrst skal bera saman og lýsa þóleít-basalti og ólivínbasalti,

Þóleít-basalt

Mjög fínkorna eða dulkorna.

Veðrunarhúð grá til fólbrún

Ávöl veðrun sjaldgæf

Holur tómar eða með seladóníti, kalsedón, kvarts og klorófæt, venjulega án geislasteina.

Vel þróað flæði eða rennslis-mynstur innan lagsins oft straum-flögótt.

Útfellingar í sprungum sjaldgæfar

Ólivín-basalt

Miklu grófara í korni þ.e. kristallar sýnilegir berum augum. Stundum sjást ólivín-kristallar.

Veðrunarhúð brún til svört

Ávöl veðrun algeng

Holur með geislasteinum

Eina flæðimynstrið sem sjáanlegt er, er bundið við uppröðun á blöðrum sem stundum sést.

Útfellingar í sprungum algengar.

Blandröð af þessum tveim gerðum basalts blandast saman í millistig og er þá stundum illmögulegt að þekkja þær sundur á vettvangi. Aðgreining á þessum basaltgerðum er þó venjulega möguleg með smá-sjárathugunum en þeirri aðferð beitti ég ekki þar sem þetta milli-stig sem ég hef kallað hér ól-þól-basalt kom tiltölulega sjaldan fyrir (1,7% af hraunlögum).

Aðrar nafngiftir er að finna hjá ýmsum höfundum og nefna má að það sem hér er nefnt ólivín-basalt er gjarnan nefnt ólivín-þóleít-basalt.

Þriðja gerð basalts er dílabasalt og einkennist það af plagióklas-fenókristöllum þ.e. hvítum dílum í fingerðum gráum millimassa. Efnasamsetning plagióklas kristallanna er af þeirri gerð er kallast bytownít til anorthít og eru dílarnir að magni til á bilinu 5-50% af massa bergsins. Oft fylgja svartir pyroxendílar með plagióklas-inu og stundum einnig grænir ólivíndílar.

Ísúrt berg er ekki að finna á svæðinu nema ef til vill tvö lög í Suðurdal sem eru á mörkum þess að vera þóleít eða andesít.

Súrt berg sem þarna finnst er aðallega súr gosaska og eitt hraun úr líparíti, ásamt ignimbríti sem er að finna í Villingadal og í gili Strútsár.

Setberg á svæðinu er aðallega af tvennskonar uppruna, þ.e. loftborin gosefni og efni sem vatn eða jökull hafa sett af sér. Loftbornu efnin eru annaðhvort súr eða basísk gosaska og vikur eða ignimbrít sem stundum er sambrætt. (Ignimbrít er sambræddur ljós vikur). Gosaskan er oftast glerkennd og eðlislétt og líkist þannig stöku sinnum hörðnuðum móajarðvegi.

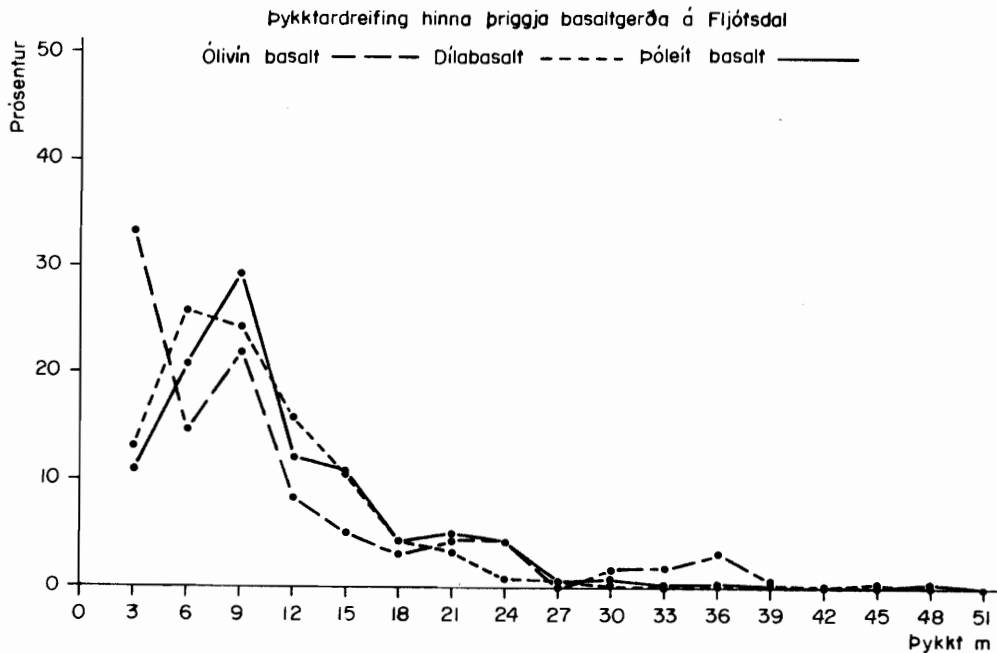
Vatnasetið er annaðhvort myndað í straumvatni (völuberg=conglomerat og skálaga sandsteinn) eða þá í kyrru stöðuvatni, en þar myndast gjarnan lagskiptur silt- eða sandsteinn sem stundum er úr glerkenndri gosösku.

Jökulberg getur oft líkst árseti en í jökulbergi er gjarnan gróft ólagskipt eða lítið lagskipt efni, völrur og hnellingar dreifðir í fínum ólagskiptum millimassa, sem hefur oft sérstakan ljósgráan svip. Oft var höfundur í vafa um, hvort flokka ætti setlög sem jökulberg eða völuberg og er á jarðlagasúlu sem teiknuð er á vinstri brún jarðfræðikorts valin sú leið að rita spurningarmerki framan við jökulbergstáknið (sem er þríhyrningur) ef flokkunin var ekki talin vera alveg örugg. Ef setlagið bar sterkan svip af nærveru jökuls í opnum víðsvegar um svæðið var það talið styrkja mjög jökulbergs-tilgátuna.

Walker komst m.a. að þeirri niðurstöðu að hraunlög sömu berggerðar mynda oft þykkar "syrpur" sem truflast þó gjarnan af einstökum hraunlögum annarrar berggerðar. Þetta lögmál virðist einnig eiga vel við á Fljótsdal og skal hér rakin lýsing á jaðlagsstaflanum eins og hann er settur fram á jarðfræðikortinu (þ.e. berggrunns-kortinu).

Við teikningu kortisins varð að sleppa ýmsum smærri einingum og var reynt að einfalda kortið þó svo að það missti samt ekki megindrættina. Reynt var að sýna allar samfelldar bergtegunda- og setlaga "syrpur" og ekki tekið tillit til þess að oft eru syrpuarnar klofnar eða truflaðar af einstökum lögum annarrar tegundar.

Á vinstri brún jarðfræðikortsins er súla sem sýnir einfaldað jarðlagasnið fyrir allt svæðið. Þessi jarðlagasúla er síðan sett samliða segultímatali Talwani o.fl. frá 1971 og Mc.Dougall o.fl. frá 1977. Einnig eru þær aldursákvarðanir sem Mc.Dougall hefur gert á neðri hluta jarðlagastaflans látnar fylgja. Þá eru þar og merkt inn "sennileg" og "örugg" jökulbergslög. (táknun með þríhyrningi) sem fyrir segir.



Mynd 1 sýnir þykktardreifingu þriggja basaltgerða á Fljótssdal. Þykkustu ólivín basaltlögin eru beltaðar dyngjur.

LÝSING JARÐLAGASTAFLANS

Elstu jarðlög á svæðinu er að finna neðst í Hengifossá og í Víðivallahálsi. eru þau samkvæmt aldursgreiningu og samanburði við segultímatál 6,5 milljón ára gömul.

Á þessum stað í jarðlagastaflanum er ekki um það að ræða að flokka lögin saman í bergsyrpur því að þau eru af breytilegri berggerð frá einum stað til annars innan svæðisins. Neðsta lagið í Hengifossá og neðsta lagið, sem ég kortlagði í Víðivallahálsi eru úr þóleít-basalti með rétta segulstefnu.

Ofan á þetta þóleít leggst í Hengifossá (70 m hæð) um 30 m þykk ólivín-basalt dyngja með öfuga segulstefnu en í Víðivallahálsi (100 m hæð) er á sama stað í staflanum liðlega 40 m þykkt þóleít basaltlag sem líkist mjög andesíti, einnig með öfuga segulstefnu. Undir þessum síðastnefndu lögum er ljóst túff sem er mjög rauðlitað í Víðivallahálsi og um það breyttist segulstefna bergsins, "rétt" neðan, öfugt ofan túfflagsins.

Samkvæmt segulskala sem Talwani hefur birt og samanburði við aldursmælingar sem McDougall hefur gert við Bessastaðaá áttu þessi segulskipti sér stað fyrir u.þ.b. 6,6 milljónum ára.

Ofan á áðurnefnda dyngjusyrpu í Hengifossá leggjast þrjú dílótt lög sem hafa þynnst mjög í Bessastaðaá en þykkna aftur í Víðivallahálsi. Þessi lög hafa öfuga segulstefnu. Í Múla (100 m hæð) koma einnig fram þrjú dílótt lög í svipaðri hæð í jarðlagastaflanum en þar mældist segulstefna þeirra "rétt". Hugsanlega eru þetta sömu lögin (og þá skekkja í segulmælingum) en líklegra er þó að lögin í Múla séu aðeins herra í staflanum og þá yngri.

Ofan á þetta dílabasalt leggst lagskiptur sandsteinn sem nær um 6 m þykkt neðst í Bessastaðaá. Í þessum sandsteini eru ljós öskulög sem þykkna nokkuð til suðurs og benda til súrrar eldvirkni,

í þeirri átt. Setið hefur þynnst mjög í Hengifossá en ekki reyndist unnt að rekja það til suðvesturs. Ofan á þetta set leggst þóleít-lag sem McDougall hefur gert aldursákvarðanir á , með K-Ar aðferð. Hann fékk tvær tölur þ.e. 6.3 og 6.5 milljón ár og samkvæmt seguskala Talwani er það líklega um 6.4 milljón ára.

Því næst virðist hafa orðið nokkurt goshlé og þykk setlög lögðust yfir. Þau eru klofin af einu rétt segulmögnuðu lagi í Hengifossá en í Múla hafa að öllum líkingum nokkur dílabasaltlög bæst þar við. Í Víðivallahálsi eru setlögin líklega samfelld.

Neðra setlagið nær sennilega hámarksþykkt í Bessastaðaá (100 m hæð) um 35 m en þynnist í 20 m í Hengifossá (100 m hæð). Þetta set er að öllum líkindum myndað í stöðuvatni og er mjög lagskipt. Í Bessastaðaá er það að mestu úr fínni, glerjaðri, brúnni gosösku ásamt völubergi og 1 m þykkri ignimbrítlinsu en í Hengifossá er það nær eingöngu úr fínkorna efni, glerkenndu túffi og mjóum böndum úr ljósum vikri og ignimbríti. Í þessu lagi er surtarbrandur útbreiddur (fannst í Hengifossá, Bessastaðaá og í Múla). Efra setlagið nær hámarksþykkt í Hengifossá en þar hefur ofanálíggjandi hraun fyllt upp fornan lækjarfarveg í setinu og stuðlast mjög skemmtilega þar sem nú er Litlanesfoss. Þetta setlag er svipað að gerð og neðra setið, að mestu vatnaset úr glerkenndri gosösku og með ljósum böndum ásamt dálitlu af völubergi. Í Múla fannst surtarbrandur með óljósum förum eftir beinstrengja blöð. Í Víðivallahálsi (350 m hæð) bera setlögin öllu meiri einkenni ársets (völuberg og skálaga sandsteinn).

Yfir setlögin leggst öfugt segulmagnað dílabasalt í Hengifossá en þóleít annarsstaðar á svæðinu. Þessi hraunlög hefur McDougall aldursákvarðað og fengið aldurinn 6.1 milljón ár.

Yfir dílabasaltinu er þunnt setlag úr glerkenndri gosösku og súrum ljósum vikri. Dökki hluti lagsins virðist þykkna til norðurs (lagið nær hámarksþykkt í Hengifossá c.a. 10 m) en ljósi hlutinn þykknar til suðurs.

Næst kemur ólivín-basalt dyngja sem er eitt besta leiðarlagið á svæðinu. Hún er örþunn í Bessastaðaá (5m), hefur náð um 10 m þykkt ofan við Végarð og þykkar öll til suðurs eða suðvesturs. Í Múla (150m hæð) og Víðivallahálsi (400 m hæð) myndar hún 40-50 m háa hamra neðan við miðjar hlíðar og setur þannig talsverðan svip á Suðurdal.

Ofan við dyngjuna er þóleít lag sem nær líðlega 30 m þykkt í Hengifossá en þynnist til suðvesturs. Þá kemur líklega nokkuð langt goshlé meðan þykk setlög hlaðast upp á norðanverðu svæðinu. Þessi setlög eru líðlega 100 m þykk neðan við Hengifoss (250-350 m hæð) og þar eru þau líklega lögð til í stöðuvatni. Efni þeirra er þar að mestu glerkennd gosaska með fínum böndum af ignimbriti og súru túffi en einnig er surtarbrandur ofarlega í lögnum við Hengifoss. Þar er setlögnum skipt í sundur af einu þóleítlagi en setlögin þynnast mjög hratt til suðurs og að sama skapi kemur inn basalt þar á sama stað í jarðlagastaflanum. Ross og Mussett hafa gert Ar-Ar aldursákvarðanir á kjörnum úr ólivín-basaltlagi frá þessum stað í staflanum (undir setinu) og fengið aldurinn 5,8 milljón ár. Þegar sunnar dregur verður setið grófara og breytist víða yfir í straumvatnsset með skálögun sem sýnir norðlæga straumstefnu. Í Bessastaðaá (200 m hæð) er gamall árfarvegur um 15 m djúpur sem þetta set fyllir og eru þar stórir rúnnaðir hnúllungar sem benda til mikils flutningskrafts. Þá er og mikið af líparítvölum í setlögnum sem mér virðast út frá skálögun, og breytingu í grófleik, benda til rofs á líparíti í suðurátt. Setunum má fylgja um Norður- og Suðurdal enda þótt þykktin sé þar allbreytileg oftast 10-20 m. Walker notaði þessi setlög og stóru setlögin fyrir neðan þessi sem leiðarlög til þess að tengja saman jarðlagastaflana í Geithellnadal í Álftafirði og á Fljótsdal. Sjá ljósmyndir á bls. 47.

Fyrrgreindri setmyndum lýkur með því að yfir leggst syrpa af þóleít-basalti með setlögum á milli sem eru ýmist gerð úr ljósu túffi eða völubergi og stundum blöndu af hvort tveggja. Þessi

syrpa er klofin í tvennt af ólivín-basalt dyngju- og dílabasalti sem liggja á milli allmikilla setlaga (aðallega straumvatnsset) um miðbik þóleít syrpunnar og má fylgja þessum setlögum um mest allt svæðið.

Í þessum setlögum verður fyrst vart einkenna sem benda til kalds loftslags, þ.e. stórir kantaðir og rúnaðir hnullungar og völur í fínum ólagskiptum oft gráum millimassa og stundum finnst skrapað undirlag. Þarna tel ég vera fyrstu jökulminjar á þessu svæði og eru þær um 5,5 milljón ár samkv. segultímatali. Í gili Sturluár (230 m hæð) er gamall árfarvegur í einu þessara setlaga með stórum (≥ 1 m) rúnnum hnullungum og grófri lagskiptingu og bendir þetta til nokkurs rofs og sterkra flutningskrafta.

Undir þessum setum er í gili Villingadalsár og Strútsár, líparít-hraunlag sem er að minnsta kosti 50 m þykkt en ekki sér í undirlag þess. Lagið virðist koma frá suð-austri og líklega rennur Villingadalsá meðfram norð-vesturjaðri þess. Í Strútsá (200 m hæð) er sambrætt flikrubergr ofan á líparítinu, nokkuð frauðkennt og er þar sennilega vesturkantur hraunsins. Þetta líparítlag er sýnt á ljósmynd á bls. 46. Litlu ofar í þessari þóleít-syrpu eru mjög útbreidd setlög, 20-40 m þykk alls en víða klofin af hraunlögum. Þessi set eru að mestu gerð úr fínum sandsteini og glerkenndri gosösku með ignimbrítlinsum norðan til á svæðinu en sunnar skiptist á gróft straumvatnsset og völuberg sem ber ákaflega sterkan keim af jökulbergi í sumum opnunum. McDougall hefur aldursákveðið þóleítlag rétt undir þessum setum í Bessastaðaá og annað lag rétt ofan við setlögin í sömu á. Hann fékk aldurinn 5.0 milljón ár fyrir neðra lagið en 5.2 milljón ár fyrir það efra en samkvæmt segultímatali Talwani er aldur setlaganna líðlega 5.2 milljón ár og er þetta líklega nokkuð örugg tala.

Ross og Mussett hafa einnig aldursmælt lög frá þessum stað í staflanum í læk í Norðurdal sem heitir Melgræfur og fengu þeir aldurinn 5.3 milljón ár.

Á þessum tíma hafa mjög sterk flutningsöfl verið að verki á sunnanverðu svæðinu. Í Marklæk í Suðurdal (sem er besta opnan í þennan hluta staflans) er undirlag tveggja setlaga (130 og 300 m hæð) mjög slípað og er annað undirlagið með rispúr sem stefna til norðurs (10°). Einnig bendir skálögun setlaganna til þess að straumvötnin hafi á þessum tíma haft norðlaga stefnu. Á ljósm. á bls. 49 er sýnd mynd af jökulbergslagi sem finnst í 300 m hæð í Marklæk.

Ofan á þessi setlög leggjast nokkur póleítlög (alls 30-40 m) og er heildarþykkt allrar póleítsyrpunnar um 250 m. Neðri hluti hennar er að mestu með "réttu" segulstefnu en efrihlutinn er "öfugt" segulmagnaður.

Þá tekur við 30-40 m þykk syrpa af dílabasalti sem sumstaðar er klofin af póleítlagi. Þessari syrpu sem er "öfugt" segulmögnuð, má fylgja frá Bessastaðaá (270 m hæð) um Norðurdal þar sem hún myndar áberandi brík, fyrir Múla (440 m hæð á hryggnum) og allt inn í Villingadal, þar sem hún þynnist mjög, jafnframt því sem póleít-lögunum sem kljúfa hana fjölgar. Þessi syrpa er allgott leiðarlag. Mc Dougall hefur aldursákvarðað tvö lög af þessu dílabasalti í Bessastaðaá og fengið aldurinn um 5.0 milljón ár.

Ofan á þessa dílasyrpu leggst póleítsyrpa, að mestu "öfugt" segulmögnuð. Í þessari syrpu er setlag sem sumstaðar er klofið og þykknar það til suðvesturs, þar sem það verður einnig grófara og ber þar víðast mikinn svip af jökulbergi. Þykkt þessarar póleítsyrpu er nokkuð breytileg, 50-100 m og í heild veðrast hún fremur hratt miðað við bergið ofan og neðan við hana. Myndar hún því mikla hjalla í Norður- og Suðurdal og eru fáar opnur í hana. Ross og Mussett hafa aldursákvarðað póleítbasaltlag neðarlega í þessari syrpu í Melgræfum og fengu þeir aldurinn 4.3 milljón ára sem er líklega of lágur aldur ef miðað er við seguskala Talwani og niðurstöður McDougalls sem gefa um 4.8 milljónir ára.

Fyrir ofan fyrrgreint póleít tekur við "rétt" segulmögnuð um 100 m þykk syrpa úr dílabasalti að mestu án millilaga og beltuð á köflum (þ.e. lögin eru oft með ógreinileg, gjallkennd lagmót).

Þessi syrpa myndar leiðarlag um allt svæðið frá Bessastaðaá og inn í botn Villingadals. Er hún í Hólsbjargi (400 m hæð), Glúmsstaðabjargi, efst í austurbrúnum Múla (500 m hæð) og Kiðufells (500 m hæð) og myndar allsstaðar áberandi klettabelti. Hámarksþykkt þessarar syrpu virðist vera nálægt miðjum Múla ef mælt er eftir strikstefnunni en syrpan þykknar einnig undan jarðlagahallanum til vesturs. Syðst virðast þóleítlög vera farin að renna inn á milli dílabasaltslaganna. Bendir þetta líklega til gosvirkni á tveimur stöðum á þessum tíma. Það er framleiðsla á díla-basalti í vesturátt en framleiðsla þóleít-basalts í suðurátt og hafi lögin runnið inn á svæðið og fléttast saman sunnantil.

Því næst leggst yfir hraunlagasyrpa úr þóleítbasalti með 5-6 setlögum að mestu straumvatnssetlög og má rekja sum þeirra um mestallt svæðið. Þessi syrpa er einnig klofin upp af tveim ólivín-basaltþyngjum. Neðri þyngjan er allt að 30 m þykkt vestast á svæðinu en hún þynnist til suð-austurs og deyr að lokum út í miðjum Múla. Efri þyngjan nær yfir mikinn hluta kortlagða svæðisins og myndar hún áberandi stall í miðjum hlíðum (250 m) ofan við bæinn Kleif í Norðurdal og mætti kenna þyngjuna við þann bæ. Ofan við þessa þyngju eru á vesturhluta svæðisins nokkur lög sem líkjast mjög svokölluðu megineldstöðvapóleíti en ekki veit ég með vissu hvaðan þau eru upprunnin, en líklegast eru þau runnin að sunnan. Þykkt allrar þóleítbasaltssyrpunnar losar 400 m suð-vestast á svæðinu en hún þynnist til norð-austurs. Bergið er að mestu öfugt segulmagnað, þó með þremur undantekningum þar sem "rétt" segulmögnuð lög koma inn í. Mc.Dougall hefur aldursákvarðað lög úr þessari syrpu ofarlega í Bessastaðaá (þar sem syrpan er mjög þunn) og fengið aldurinn um 4 milljón ár. Einnig hafa Ross og Mussett aldursákvarðað lög á svipuðum stað í staflanum í Kleifaró og fengið aldurinn 3.1 milljón ár, sem er líklega of lág tala, því að samkvæmt segultímatali Talwani hefur þessi þóleítsyrpa hlaðist upp fyrir um 4.5 - 3.5 milljónum ára.

Á efri mörkum þessara syrpu eru mikil setlög úr grófu straumvatnsseti og ef til vill jökulbergi. Þykkt setlaganna er allt að 65 m suðvestan við Glúmsstaðasel en víðast eru þau mun þynnri. Fossárvötnin á Múla virðast vera að nokkru leyti til orðin vegna rofs niður í setlög efst í fyrrnefndri þóleítsyrpu. Ofan við Glúmsstaðasel eru miklar sprungumyndanir í þessi setlög og er mögulegt að þarna gæti orðið bergskrið ef hið stöðuga jafnvægi setlaganna raskaðist, annaðhvort vegna jarðskjálfta eða vegna þess að vatn tæki að leka fram úr setinu við fyrirhugaða stíflugerð og lónamyndun uppi á Múla. Væru þá bæirnir Glúmsstaðasel og Kleif í hættu.

Fyrir ofan setin kemur næst dílabasaltsyrpa, víða um 100 m þykk og með fremur litlu af setlögum. Þessi syrpa er líklega þykkust nálægt Stórahnúk á Múla (í tæplega 700 m hæð) en hann er myndaður úr dílabasaltlagi sem er ofarlega í þessari syrpu. Nálægt miðbiki syrpunnar eru segulskipti milli "öfugt" segulmagnaðs (neðra) og "rétt" segulmagnaðs (ofar) bergs. Þessi segulskil eru samkvæmt segultímatáli Cox og annarra 3.3 milljón ára gömul og kölluð skilin Gilbert-Gauss.

Nú leggst yfir syrpa úr rétt segulmögnum þóleítbasaltlögum með fáum og smáum setlögum. Syrpan er hvergi yfir 100 m þykk. Opnur í hana eru í innanverðum Norðurdal milli efsta hluta Kleifarár og Laugarár og einnig í suðvestanverðum Múla. Samkvæmt segultímatáli er aldur bergsins líklega aðeins meira en 3.0 milljónir ára.

Eftir þetta hefur orðið nokkurt hlé á hraunlagaframleiðslunni og mynduðust þá mikil setlög sem ná 70-80 m þykkt að minnsta kosti. Mikið ber á nærveru jökuls í þessum setlögum og virðast þau bera merki um að minnsta kosti tvær framrásir jökla (hugsanlega fjórar). Ofarlega í Axará er að því er mér sýnist harðnaður slípaður skilflötur í setlögnum, með ávalar hæðir og nokkru ofar eru áberandi snögg umskipti milli fíngerðs og grófs sets um skörp skil. Sjá ljósmynd á bls. 50. Efnið í þessum setlögum er að mestu leyti fípkorna samvöðlaður millimassi með köntuðum og ávöluðum vólum og hnullungum á stangli.

Í Axará eru setlögin að því er mér virðist klofin af tveimur póleít-basaltlögum. Neðra lagið sýnir mjög einkennilega flöguveðrun líkt og það hafi meðan það var að kólna, runnið meðfram hlið í setlögum og við það myndað straumflögun samsíða hliðinni. Þetta lag hefur rétta segulstefnu eins og næstu hraunlög undir setlögum. Efra póleít-basaltlagið hefur öfuga segulstefnu og er líklegt að það sé frá svokölluðu Mammoth segulskeiði sem er samkvæmt segultímatali (Talawani 1971 og Cox 1969) 3.0-3.1 milljón ára gamalt. Talið er að jöklar hafi verið útbreiddir á Íslandi um þetta leyti t.d. eru miklar jökulminjar að finna frá þessum tíma á Tjörnesi.

Hvergi er að finna eiginlegt gosmóberg á ofanverðum Norðurdal frá þessum tíma, þannig að ekki er líklegt að gosið hafi þá innan svæðisins. Í framhaldi af því má einnig álykta að næstu hraunlög undir og yfir þessum setlögum séu framleidd utan svæðis og hafi runnið inn á það, líklega úr suðri og vestri.

Eftir þetta tímabil mikillar setmyndunar taka hraun að renna og virðist vera um að ræða framleiðslu á póleíti norðantil en sunnantil rennur dílabasalt og mynda neðstu lög þess allmikinn foss í Laugará og annan mikinn foss í Jökulsá sem nefnist Kirkjufoss. Eru þeir í um 500 m hæð.

Hefur dílabasaltið að því er virðist fyllt grunna en víðáttumikla dæld sem var í undirliggjandi setlögum og hefur basaltið sprungið í mjög reglulega stuðla. Þessi lög hafa "réttu" segulstefnu en ofan við þunnt setlag sem leggst ofaná stuðluðu lögin kemur óstöðugt segulmagnað lag sem er hugsalega öfugt og þá frá svokölluðu Kaena segulskeiði sem stóð yfir fyrir 2.9 - 2.8 milljón árum (Cox '69). Nú taka við tvö rétt segulmögnuð dílabasaltlög og er þá komið að allmiklu setlagi úr völubergi, sandsteini og súrri gosösku.

Um þetta setlag verða enn segulskipti og eru hér talin vera skilin milli segutímanna Gauss (neðra og "rétt" segulstefna) og Matuyama (ofar,"öfug"segulstefna). Þessi skil eru talin vera 2.4 milljón ára gömul (Cox '69). Ofan við þetta set tekur við um 30-40 m þykkur stafli af dílabasaltslögum og er þá heildarþykkt allrar syrþunnar um 150 m.

Næst leggjast yfir nokkur póleítbasaltlög, einnig "öfugt" segulmögnuð en inn á milli þeirra skjótast tvö fremur þunn setlög úr sandsteini og völubergi sem líklega ber lítilsháttar jökulminjar.

Efsta lagið í þessari póleítstyrpu sem er um 60 m þykk, er í fótstalli Laugarfells. Var það og efsta hraunlagið sem ég kortlagði, því að Laugarfell er sjálft gert úr gosmóbergi og er það sennilega miklu yngra en hraunlagastaflinn sem undir liggur og því einfalt að draga efri mörk kortlagningarinnar þar. Nokkru sunnar, nálægt Jökulsá, hefur fundist "rétt" segulmagnað basalt sem leggst sennilega beint ofan á síðasta lagið sem ég kortlagði (athugað eftir loftmyndum). Þetta basalt er líklega frá stuttu "rétt" segulmögnuðu skeiði sem er 2.1 milljón ára gamalt (Cox '69) og kallast Reunion. Ross og Mussett hafa aldursákvarðað efsta lagið á kortlagða jarðlagastaflanum og fengið aldurinn 2.0 milljón ár, sem er sennilega aðeins of lág tala (miðað við segultímatalið). Því má álykta að yngsta bergið sem kortlagt var, í fótstalli Laugarfells, sé 2.2 - 2.1 milljón ára gamalt. Þess vegna má með talsverðri vissu halda því fram að jarðsaga jarðlagastaflans á Fljótsdal, frá neðstu lögum í Hengifossá og Víðivallahálsi (6.6 milljón ára) upp í fótstall Laugarfells (2.2 milljón ára) spanni 4.4 milljón ára.

Meðalþykkt jarðlagastaflans er um 1600 m en séu allar syrþur mældar þar sem þær eru þykkastar til suðvesturs á svæðinu er heildarþykktin líklega líðlega 200 m meiri.

Fjöldi hraunlaga er sem næst 115 ef farið er á einum stað í gegnum staflann og ekki tekið tillit til þess, þótt eitt lag fleygist út og annað taki við til hliðar.

Þessar tölur gefa þá eitt gos á 38.000 árum sem er ákaflega hæg upphleðsla ef miðað er við upphleðsluhraðann í Borgarfirði, Mc. Dougall o. fl. '77) þar sem 11.000 ár líða á milli gosa og eystri hluta Austfjarðabasaltsins sem er með nálægt 12.000 ár á milli gosa. Fyrir Austfjarðabasaltið í heild, frá neðstu jarðlögum í Gerpi og inn að Laugarfelli við Norðurdal Fljótsdals hafa liðið um 16.000 ár milli gosa. Upphleðsluhraði jarðlagstaflans á Jökuldal (Mc Dougall og Wensink 1966) er sambærilegur við upphleðsluna á Fljótsdal en á Jökuldal hafa liðið um 40.000 ár milli gosa.

Hefur því auðsjáanlega dregið mjög af upphleðsluöflunum austanlands á þessum tíma, miðað við það sem áður var, meðan Austfjarðafjöll hlóðust upp.

Eftirtektarvert er að auk þess sem jarðlagastaflinn þykkar undan jarðlagahallanum í vestur, þá þykkar staflinn einnig í suðurátt, eftir strikstefnunni, þannig að á 20 km vegalengd, frá Bessastaðaá og inn í Villingadal er þykktaraukningin líklega 100-200 m.

JARÐGRUNNUR

Jarðgrunnur nefnast laus jarðefni sem þekja hinn eiginlega berggrunn og er hann hér flokkaður niður í 8 tegundir. Útbreiðsla tegundanna er sýnd á jarðgrunnskortinu. Ekki voru gerðar ítarlegar athuganir á jarðgrunninum og er jarðgrunnskortið unnið jöfnum höndum eftir athugunum í mörkinni og skoðun loftmynda. Reynt var að meta þykkt jarðgrunnsins út frá athugunum í giljum og því hvernig jarðgrunnurinn sléttar út stöllótt landslag berggrunnsins á heiðum uppi. Hvergi voru boraðar holur eða grafnar gryfjur. Jarðgrunnskortið þekur ekki allt það svæði sem sýnt er á almenna jarðfræðikortinu, heldur er miðbik svæðisins tekið fyrir þar sem áætlað er að reisa helstu mannvirkin.

Flokkun jarðgrunnsins.

1. Berggrunnur

Venja er að kalla þau svæði berggrunn þar sem jarðgrunnur er þynnri en 1/2 m en hér tel ég athuganir ekki vera nægilega nákvæmar til þess að nota þá tölu.

Valin hefur verið sú leið að kalla þau svæði berggrunn sem eru þer klöpp og þar sem grynna er en 1 m á klöpp. Oft er þetta mjög ónákvæmt mat en ef gefa ætti nákvæmar niðurstöður yrðu athuganirnar allkostnaðarsamar. Er þá átt við t.d. gröft með vélskóflu og borun með jarðvegsbor.

2. Skriður og skriðuvængir

Skriður, myndaðar við grjóthrun eru víða í hliðum dalanna. Þykkt þeirra er oft nokkrir metrar svo sem víða má sjá í giljum. Koma þær gjarnan fyrir á löngum köflum neðan klettabelta sem efni þeirra er hrúðið úr við frostveðrun og vatnagang. Efni skriðanna er illa flokkað og lítt núið. Vatn virðist eiga mjög greiða leið gegnum skriðurnar. Neðst í brekkurótum og neðan við gilkjafna eru gjarnan skriðuvængir og er efni þeirra flutt fram af straumvatni. Oft er efnið sámilega þvegið og nokkuð vatnsnúið. Þá er korna-
stærðardreifingin minni en í bergskriðunum.

3. Ármöl

Í dalbotnunum flæmast árnar eftir áreyrum sem byggðar eru upp af möl og sandi, mismunandi vel flokkuðu.

Innan við Þuríðarstaði í Norðurdal og Sturluflöt í Suðurdal eru dalirnir svo þröngir og halli árfarveganna það mikill að ekki er um neina setmyndun að ræða í ánum. Neðan fyrrgreindra staða fara árnar síðan að leggja af sér framburð sinn. Er efnið mjög grófkorna efst en verður fínna er neðar dregur. Auk þessara áreyra eru gamlir malarhjallar við neðri enda Múlans (í 50 m hæð) og við Valþjófsstað (í 35 m hæð), sem bera vitni um hærri vatns- eða sjávarstöðu í Lagarfljóti áður fyrr. Sýni hafa verið tekin úr dalbotnunum og gerðar prófanir á þeim hjá Rannsóknarstofnun Byggingariónaðarins með það fyrir augum að athuga hvort efni áreyranna væri nothæft sem steypuefni. Varó niðurstaðan sú að nálægt Valþjófsstað og Bessastaðaá væri að finna nothæft efni en sýnin sem tekin voru í Suðurdal gáfu ekki góða raun. Þó var talið að þessar rannsóknir væru ekki fullnægjandi.

4. Jökulruðningur

Jökulrákir benda til þess að skriðstefna síðustu jökla ísaldarinnar sem huldu þetta svæði, hafi legið til norðausturs að mestu samsíða dölunum. Þó virðist skrið jökulsins uppi á heiðunum hafa lagað sig mjög mikið eftir hæðum og hólum sem hafa verið myndaðar undir jöklinum og bendir það til þess að jökullinn hafi verið fremur þunnur. Enda telja svíar, sem eru framámenn í athugunum á landmótun jökla að jökulrákir bendi aðeins til allra síðustu hreyfingu jökla.

Þessir jöklar hafa skilið eftir sig óvenjulítið af lausum jarðlögum og hvergi fundust eiginlegir jökulgarðar. Það bendir til þess að hvergi á þessu svæði hafi orðið framrás á jöklum, allan þann tíma sem þeir voru að hopa í ísaldarlokin. Jökulruðningur er til staðar

á nokkrum stöðum sem ca. 3-6 m þykk kápa í hliðu dalanna svo sem utan við Kleif í Norðurdal, við Bessastaðaá og í suðurhliðum Suðurdals og Villingadals.

Þá er jökulruðning einnig að finna umhverfis Fossárvötn, þar sem jökullinn hefur lagt hann til í skjóli við fellin sem þar eru. Þykkt þessa jökulruðnings er líklega víðast á bilinu 5-10 m og er sú tilgáta byggð á því hvernig mórenan sléttar út landslagið.

5. Stórgrýti

Uppi á heiðunum er að finna stórgrýti á afmörkuðum svæðum, helst á eða við fellin sem rísa upp úr sléttlendinu. Er þetta stórgrýti ýmist myndað við frostveðrun og frostlyftingu á undirliggjandi berggrunni eða þá að þetta eru grettistösk, flutt fram af jöklum. Mest ber á þessu grjóti á Fossáröldu vestan Fossárvatna.

6. Mýrarjarðvegur

Mýrar og mýrasund er helst að finna á heiðum uppi þar sem berggrunnur eða aðrar aðstæður hindra frárennsli vatns og sumsstaðar við brekkurætur í dalbotnum þar sem jarðvatn kemur fram úr skriðum. Þykkt mýranna er allbreytileg eða frá nokkrum tugum cm upp í fáeina metra. Reynt var að áætla þykkt mýranna og eru eingöngu sýndar á jarðgrunnskortinu þær mýrar sem talið er að nái 1 m þykkt. Víðast eru mýrarnar mikill farartálmi.

7. Móajarðvegur

Móajarðvegur finnst víða í nágrenni mýranna, þar sem þurrara er. Venjulega er móinn fokjarðvegur fremur þýfður og þúfurnar allt að 1/2 m á hæð. Er algengt að mýrarjarðvegur breytist yfir í móajarðveg er fjær dregur svæði með háa jarðvatnsstöðu og eru sjaldan glögg mörk þar á milli. Aðeins er sýndur á jarðgrunnskortinu móajarðvegur sem talinn er ná 1 m þykkt.

8. Framhlaup

Framhlaup eru náskyld skriðum og myndast við það að stórir bergmassar springa fram í fjallahlíðum, renna (oftast á miklum hraða) niður hlíðarnar og molna við það niður. Eftir sitja þá gjarnan tungur úr samhræðum graut af bergmólum og jarðgrunni. Þessi framhlaup eru oftast mjög vel gegndræp á vatn, og eru gjarnan góðar lindir neðan við stór framhlaup.

Í suðurhlíð Suðurdals eru tvö nokkuð stór framhlaup ásamt fleirum smærri og virðast þau öll hafa skriðið fram á sama setlaginu. Er ljósmynd af einu þeirra sýnd á bls. 48. Efni þeirra er mjög illa flokkað og gjarnan óhreint. Ofan við Glúmsstaðasel í Norðurdal hefur berggrunnurinn skriðið lítillega fram í þykku setlagi og eru þar miklar sprungur í fjallinu í líðlega 400 m hæð svo sem fyrr getur. Virðist svo vera að þarna hafi berghlaup einhvern tímann kafnað í fæðingu, ef til vill vegna þess að þá hafi skriðjökull í Norðurdal veitt því fyrirstöðu og stöðvað það. Síðan hefur þá bergmassinn harðnað og ekki skriðið fram að nýju eftir að jökla leysti.

BROTAHREYFINGAR

Mæld voru 74 misgengi og 30 gangar í mörkinni. Auk þess voru mældar liðlega 40 sprungur eftir loftmyndum.

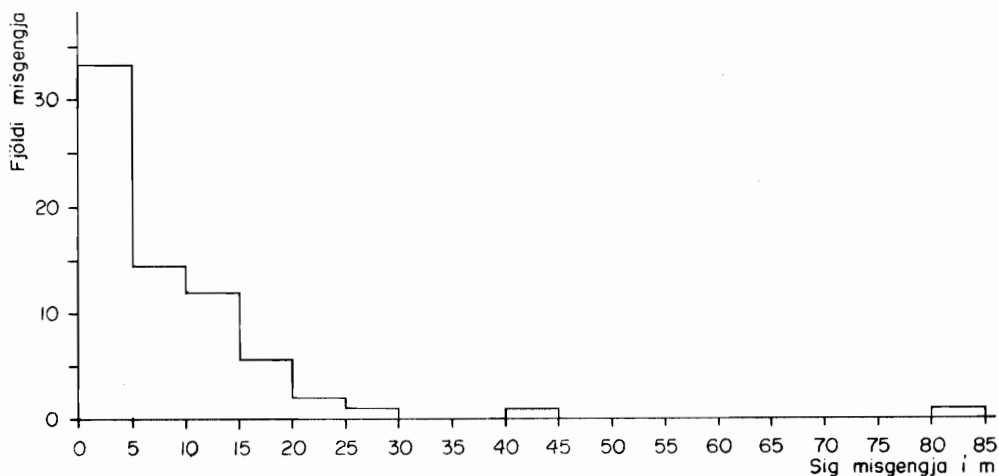
Ganga- og sprungustefna svæðisins er norðlæg, eins og sjá má af sprungu og gangarós sem er á jarðfræðikortinu.

Allar mælingarnar voru teknar saman í eina sprungurós þannig að gangar og sprungur sem lágu innan 10° horns voru settar í sama geisla t.d. 355°-5°, 5-15° o.s.frv. Á sprungurósinni koma fram tveir toppar, við 0° og 20° en smá lægð er á milli við 10° (allar tölur ±5°).

Vegna þess að mikill hluti mælinganna er framkvæmdur í giljum, þar sem aðeins sér í stuttan hluta af gangi eða misgengi, má gera ráð fyrir nokkurri ónákvæmni við slíkar aðstæður. Þó er athyglisvert að flestar sprungustefnurnar liggja ekki fjarri 10° sem er strikstefna jarðlaganna á svæðinu.

Af þeim 74 misgengjum sem voru mæld, reyndust 50 hafa sigið niður að austan en 24 hafa sigið vestan. Sé svo litið á heildarsig misgengja kemur í ljós að það er um 460 m að austan en 300 m að vestan. Þetta gefur þá nettó sig sem er liðlega 150 m að austan yfir 20 km vegalengd hornrétt á strikstefnu jarðlaganna eða tæplega 10 m sig fyrir hvern km. Þetta má túlka á þann hátt að virkt gosbelti vestast á eða vestur af svæðinu sé sífellt að framleiða hraun, þá fergja þessi hraun stöðugt vesturhluta svæðisins og þrýsta honum niður. Við þessa fergingu fær austurhlutinn tilhneigingu til þess að lyftast upp og fer hann því að springa og brotna samsíða strikstefnu jarðlaganna. Meiri hluti stykkjanna sem brotna, falla síðan niður að austan, fjær gosbeltinu og þeim öflum sem sporðreisa jarðlagastaflann. Auk þess getur samdráttur jarðskorpunnar, vegna kólnunar þegar jarðlagstaflinn

er að fjarlægjast gosbeltið, valdið sprungumyndunum sem misganga síðan. Taka skal þó fram að þetta er gert hér einfaldara en flestir telja það vera. Stærsta misgengið sem mælt var er í um 350 m hæð í Bessastaðaá og er sigið 80 m að vestan. Næst stærsta misgengið er í Hólsbjargi og er sigið þar 40 m að austan. Til frekari einföldunar er stærð misgengjanna sett upp í súlurit til að sýna betur stærðardreifingu þeirra.



Mynd 2.

Línurit yfir stærð og fjölda misgengja á Fljótsdal.

Skýringin á því hversu fá og smá misgengin á svæðinu eru, miðað við austurhluta austfjarðabasaltsins, liggur hugsanlega í því að þessi jarðlög hafa aldrei grafist djúpt í jarðlagastaflanum (það má marka af dreifingu holufyllinga í basaltinu). Því hafi fergingarmáttur vesturhlutans (miðað við austurhlutann) aldrei verið eins mikill og hann hefur orðið í staflanum úti við ströndina, þar sem jarðlagastaflinn hefur brotnað nokkru meira

Annar lítill toppur á brotalínurósinni stefnir í NV-SA og er hugsanlegt að tengja hann við meiri upphleðsluhraða í suðurátt

en norðantil og valdi sú upphleðsla þá fergingu í suðri eða suð-vestri. Þessi þvingun á jarðlögin ylli síðan sprungumyndun á svipaðan hátt og áður var rakið fyrir gosbeltið.

Gangar á svæðinu hafa flestir svipaða stefnu og misgengin og eru um tveir-þriðju þeirra "öfugt" segulmagnaðir en segulstefna grannbergsins er nálægt helmingur "rétt" og helmingur "öfugt" segulmagnað.

Halli ganganna er oftast austlægur þ.e. þeir hafa hallast með jarðlagastaflanum. Oft reyndi ég að mæla halla ganganna og fá fram hvort þeir hölluðu jafn mikið og ofanvarp jarðlaganna, og varð niðurstaðan ófullkominna mælinga sú að venjulega hölluðu þeir heldur minna en ofanvarp jarðlaganna umhverfis þá. Ofangreint finnst mér benda til þess að mikill hluti ganganna sé myndaður á fremur stuttum tíma, þegar tiltölulega mikil brotavirkni var á svæðinu sem greiddi þá fyrir kviku um sprungur upp í jarðskorpuna.

Sumir ganganna eru aftur á móti líklega aðfærsluðar hraunlaga svo sem hinn þykkasti þeirra, Tröllkonustígur, en hann virðist enda í dílabasaltssyrpu í um 350 m hæð í Valþjófsstaðafjalli. Sjá ljósmynd á bls. 44.

Þessi gangur ásamt öðrum sem er ofan við Víðivallagerði í Suðurdal og þeim þriðja sem er innst í botni Villingadals, bera höfuð og herðar yfir aðra gangana á svæðinu sem eru almennt 1-3 m þykkir. Fyrirnefndir þrír gangar eru 8-12 m þykkir og eru þeir allir í neðri hluta kortlagða jarðlagastaflans.

Gangapéttleikinn í 100 m hæð er um 0,5% og minnkar hann er ofar dregur. Er þetta verulega lægra hlutfall en Walker fann í Austfjarðabasaltinu (víðast um 5% en utan gangasveimanna fer þéttleikinn niður í 1%) Gangarnir verða sjaldgæfari eftir því sem ofar dregur í staflann og er sá efsti (sem ég sá) á ofanverðum Norðurdal í nálægt 3.0 milljón ára gömlu bergi.

HOLUFYLLINGAR

Við samningu þessara ritgerðar varð höfundur að lesa sér ýmislegt til um holufyllingar í basalti, almennt, til þess að bera saman þær holufyllingar sem fundust á svæðinu við það sem áður var þekkt. Kemur því hér á eftir langur formáli.

Bergfræðingar hafa löngum þekkt tilvist margra síðmyndaðra steintegunda í basalhraunum. Af þessum steintegundum mynda geislasteinar aðalþóinn (svo sem analsím og skólesít) en einnig koma fyrir ýmsar myndanir af kísli auk kalsíts, apofyllíts, seladóníts, klorofæts, prenitits og pumpellitits. Hafa sumar þessara steintegunda mikla útbreiðslu.

Geislasteintegundirnar koma á þann hátt fyrir í hraunlögum að gera verður ráð fyrir að þær séu síðmyndaðar. Einkennisstaðir þeirra eru þar sem upphaflegir feldspat og pyroxenkristallar hafa eyðst og í ýmsum holum sem hafa myndast þegar gasfylltar loftbólur lokuðust inni í storknandi hrauninu. Einnig er geislasteina oft að finna í sprungum.

Geislasteinarnir eru oft hvítir eða dauft litaðir og skera þeir sig mjög skýrt frá dökkum hraunmassanum. Oft finnast vel þróaðir kristallar í hálf-fylltum holum og er þá gjarnan auðvelt að greina þá til tegunda án hjálpartækja, en annars verða þeir stundum aðeins greindir í smásjá eða með röntgentæki.

Efnafræðilega eru geislasteinarnir vötnuð kalsíum-álsiliköt, oft með natrium og kalium. Líklegt má telja að oftast sé uppruna geislasteinanna og annara síðmyndaðra steinda að leita í hraunlaginu sjálfu en þó geta efnin skolast yfir í næstu lög beggja vegna hraunlagsins. Ræðst myndun geislasteinanna þá af fasaskiptum og að hluta af endurskipulagningu laust bundinna efnispátta hraunlagsins yfir í fasa sem er stöðugur í umframvatni nálægt hita- og þrýstiaðstöðum viðkomandi staðar. Plagióklas-feldspat og

glerkenndur millimassinn eru augljóslega að mestu leyti uppsprettur þeirra efna sem byggja síðan upp geislasteinana en fleiri upprunalegar steindir veita þessu ferli greinilega lið. Nær öruggt má telja að myndun geislasteina verði í umhverfi, þar sem bergið var mettað heitu jarðvatni. Hitauppsprettan getur verið afleiðing eftirfarandi atriða. 1. Ferging jarðlaga 2. Útvermin efnahvörf. 3. Gangamyndun og laginnskot. 4. Gosgufur frá innskotum nærri yfirborði eða eldgosum.

Af þeim steindum sem ekki teljast til geislasteina skal hér sérstaklega nefna preníti og epidóti. Þessar tvær steintegundir eru vötnuð kalsíum-al-siliköt en eru frábrugðin geislasteinum í því, að þau innihalda járn. Venjulegast eru þau græn eða gul lit.

Tveir efnafræðilegir þættir síðmyndaðra steinda geta haft jarðeðlisfræðilegt mikilvægi. Þrátt fyrir að geislasteinar séu mestmegnis vötnuð kalsíum-al-siliköt svo sem fyrr getur, þá inniheldur fjöldi þeirra natrium og kalíum (svo sem stilbít, mordenít og fillipsít). Uppruna kalíums og natriums er líklega að leita í niðurbroti frumsteina storkubergsins eða glerkennda efnisins Endurheimt þessara frumefna (kalíums og natriums) í síðmynduðum holufyllingum getur hafa gerst milljónum ára eftir að storknun hraunlagsins átti sér stað og getur því haft þau áhrif að aldursákvarðanir með aðferðinni $K^{40} - A^{40}$ á geislasteinríku basalti gefi frekar til kynna aldur útfellinganna í berginu fremur en aldur sjálfs hraunsins.

Tilvist járnns í preníti og epidóti er líklega til orðin vegna þess að upprunalega hafi orðið niðurbrot á upphaflegum járn-magnesium, eða ógegnsæjum steindum hraunsins. Ef járníð er tekið úr þessum upphaflegu ógegnsæju steindum og flutt yfir í aðra síðmyndaðar steindir bergsins má gera ráð fyrir að þetta hafi verulegar breytingar í för með sér á segulmögnun viðkomandi bergs. Sérstaklega eru segulmælingar með "flux-gate" mæli viðkvæmar fyrir þessum breytingum og vex óvissa mælinganna venjulega samfara aukinni ummyndun bergsins.

DREIFING HOLUFYLLINGA Í BASALTI

Víða hafa farið fram athuganir á útbreiðslu síðmyndaðra holufyllinga í basalti og liggja því allmiklar upplýsingar fyrir. Út frá þeim niðurstöðum hefur síðan fæðst mynd um tilvist síðmyndaðra steindabelta, þar sem hvert belti er einkennt með sérstöku "fési" síðmyndaðra steinda (þ.e. samsetningu og útliti). Þessi belti geta annaðhvort haft víðáttumikla næstum lárétta útbreiðslu, þar sem beltin hafa verið háð upprunalegu yfirborði hraunlagastaflans, eða þá að beltin hvelfast utan um fornar megineldstöðvar þar sem staðbundin upphitun jarðlagastaflans hefur átt sér stað. Samfelld röð af útbreiddum holufyllinga beltum hefur verið byggð upp á þann hátt að hverju belti er lýst með nafni einnar síðmyndaðrar steintegundar. Að vísu koma margar holufyllingar fyrir í hverju belti og sú steind sem ræður nafni beltisins er aðeins sérstök að því leyti að hún kemur fyrst fyrir við efri mörk beltisins og síðan bætist sú steind sem ræður nafni næsta beltis fyrir neðan í hópinn við neðri mörk beltisins.

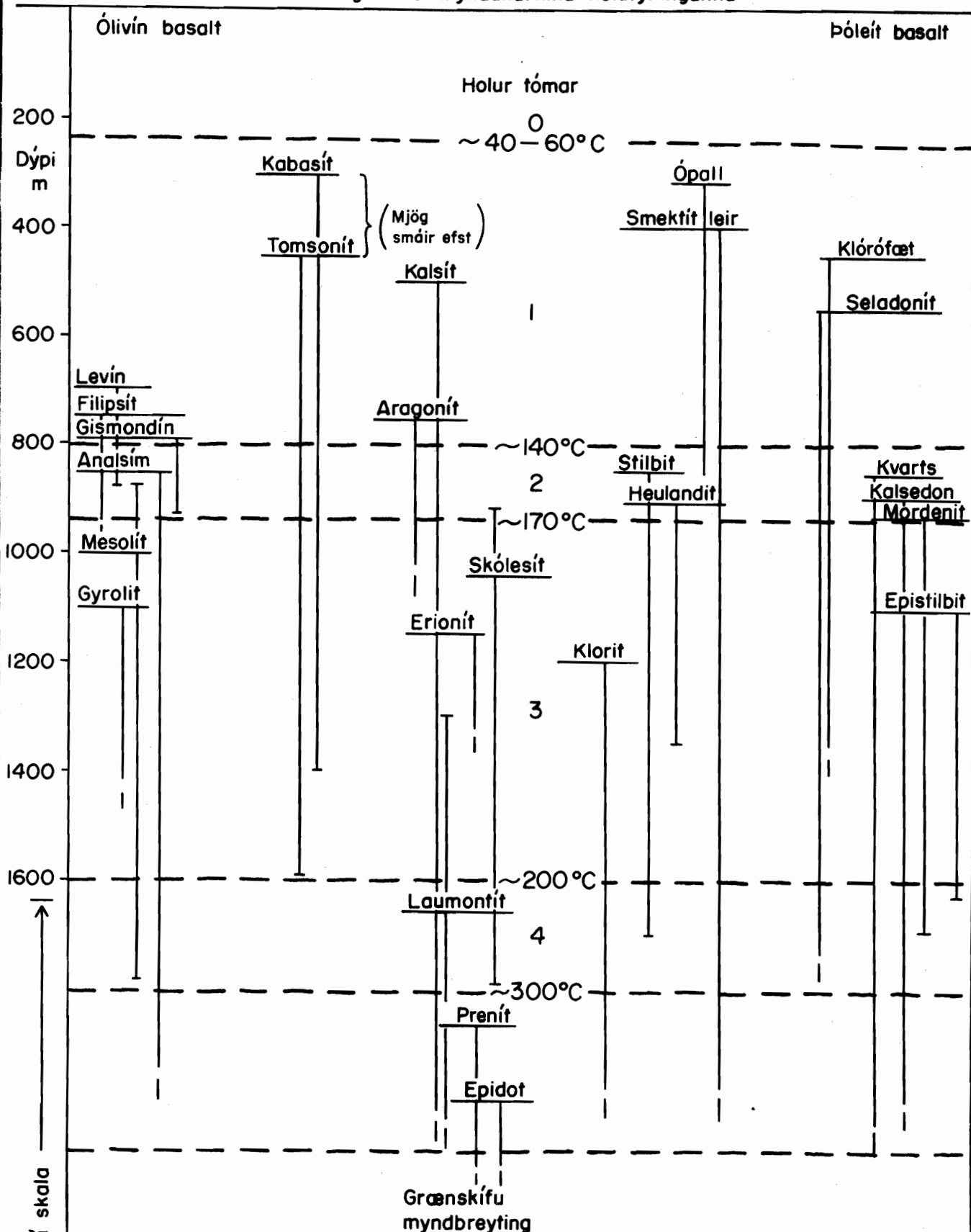
Á töflu sem hér fer á eftir er einfölduð mynd af dreifingu holufyllinga í basalti og er hún samsett eftir upplýsingum sem eru fengnar úr ýmsum áttum en vegna þess hve mikil óeining virðist ríkja manna á meðal um dreifingu holufyllinganna hlýtur myndin að vera nokkuð ófullkomin. Að áliti höfundar mætti flytja sumar leirsteindirnar upp fyrir efri mörk kabasít-thomsonít beltisins. Lóðréttu línurnar tákna útbreiðslu viðkomandi holufyllinga í staflanum. Ef neðri endi línanna endar í þverstriki þýðir það að þar hverfur sú steind en ef línan endar í áframhaldandi brotalínu, táknar það að neðri mörk steindarinnar eru óljós. Taflan er sett upp þannig að steintegundir sem ritaðar eru hægra megin eru bundnar við þóleít-basalt, þar sem eru vinstra megin tilheyra ólivín-basalti. Tilvist þeirra steinda sem ritaðar eru nálægt miðju blaði er ekki eins háð annari hvorri basaltgerðinni.



Dreifing holufyllinga í basalti

Yfirborð bergsins á myndunartíma holufyllinganna

Mynd 3



BELTASKIPTING

0 Belti með engar holufyllingar

1 Chabasít - Thomsonít beltí

2 Analcime beltí

3 Mesolít - Skolesít beltí

4 Laumontít beltí

Tegundasamsetning holufyllinga í ólivín-basalti er allfrábrugðin því sem gerist í þóleít-basalti og mun því verða rætt um holufyllingar þessara tveggja basaltgerða í tveim þáttum. Ekki verður sérstaklega rætt um dreifingu holufyllinga í dílabasalti vegna þess að í eðli sínu er dílabasalt annaðhvort ólivín-basaltískt eða þóleít-basaltískt að efnasamsetningu.

ÚTBREIÐSLA HOLUFYLLINGA Í ÓLIVINBASALTI

Ólivínbasalt er mjög auðugt af geislasteinum og fylgir þeim einnig talsvert magn af kalsíti, apofyllíti og gyrólíti. Af geislasteinategundum ber mest á hinum kísilsnauðari afbrigðum, svo sem thomsoníti, kabasítim analsími, mesólíti, fillipsíti og levíni en alveg vantar mordenít og epistilbít. Auk þess vantar einnig kvarts og kalsedón. Geislasteinarnir mynda belti sem liggja nálægt láréttu plani og ákvarðast beltið af sérstakri steintegundasamsetningu sem fyrr segir. Í Austfjarðabasaltinu hafa þessi belti verið kortlögð yfir stór svæði af G.P.L. Walker og samstarfsmönnum hans.

Mesólít-skólesít belti.

Í neðsta beltinu er mikið af mesólíti og skólesíti en það belti byrjar neðan sjávarmáls og nær allt upp í 800 m hæð ofan sjávarmáls. Í þessu belti hefur geislasteinamyndunin náð lengst og einstaka kristallar orðið hvað stærstir. Mesólítinu og skólesítinu fylgir venjulega kabasít, thomsonít, analsím, stilbít, heulandít, apófyllít og gyrolít. Stundum er einnig að finna levín og laumontít. Laumontít hefur og fundist neðarlega í beltinu en dreifing þess er svo villandi að varla telst ráðlegt að gefa ákveðnu belti nafni eftir því. Þó er það stundum gert og er á þeirri mynd af dreifingu holufyllinga sem hér er sett fram, sýnt laumontítbelti neðan við mesólít-skólesít beltið. Samkvæmt því eru þá neðstu lögin sem sjást sumsstaðar í grennd við fornar megineldstöðvar á Austfjörðum svo mikið ummynduð að þau teljast til laumontít beltisins.

Analsím belti

Ofan við mesólít-skólesít beltið tekur við um 200 m þykkt belti þar sem einkennissteindin er analsím. Mesólít og skólesít ná upp í þetta belti en eru nú orðin sjaldgæf auk þess sem form þeirra er orðið fingert og þráðlaga í stað þess að vera þétt og massíft eins og það var niðri í mesólít-skólesít beltinu. Stilbít og heulandít verða einnig sjaldgæfari í analsím beltinu en aftir

á móti verða kabasít, thomsónít, levín og fillipsít algengari. Yfirborð analsím beltisins þekkist auðveldlega þar sem analsím, mesólít, stilbít og heulandít hverfa við efri mörk þess.

Kabasít-thomsonít belti.

Ofan við analsím beltið hefur ólivín-basaltið mjög ákveðna samsetningu síðmyndaðra steinda sem samanstandur aðallega af kabasíti og thomsóníti ásamt minna magni af levíni og fillipsíti og lítilsháttar af kalsíti apofyllíti og gismondíni. Fillipsít er nokkuð áberandi í neðstu hundrað metrunum en þrátt fyrir það er útbreiðsla þess svo óregluleg að ekki virðist vera hagkvæmt að kalla sérstakt belti fillipsít ríkt belti. Auk þess sem tegundaaúðgin minnkar í kabasít-thomsonít beltinu miðað við lægri belti, þá minnkar einnig mjög mikið magn geislasteinanna. Í Austfjarðabasaltinu nær kabasít-thomsonít beltið upp í fjallatoppa og er heildarþykkt þess talin vera nálægt 400 m en ofan þess er varla um neinar holufyllingar að ræða nema lítilsháttar útfellingu leirsteinda. Talið er að fyrstu kabasít kristallarnir myndist á 200-300 m dýpi í basalti þar sem hita og þrýstiaðstæður eru með eðlilegu móti en ekki þarf mikinn viðbótar jarðhita til þess að færa þessi mörk ofar.

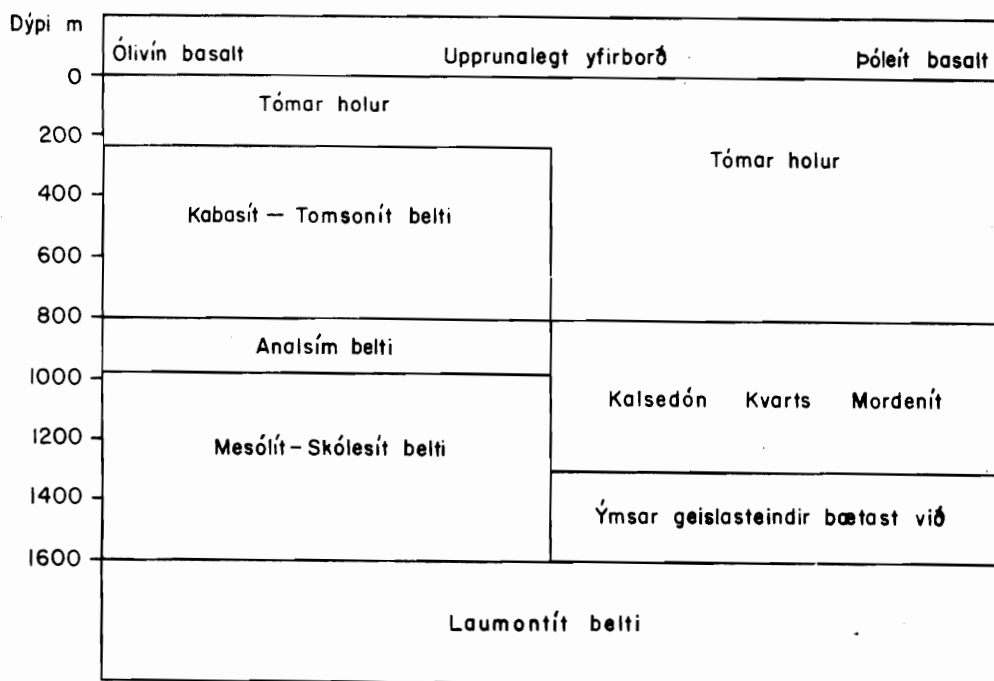
ÚTBREIÐSLA HOLUFYLLINGA Í ÞÓLEÍT-BASALTI:

Kvarts, kalsedón, mordenit, klórofæt og epistilbít eru nær algjörlega bundnar við þóleítbasalt á Austfjörðum, og eru allar ádurtaðar steindir nema epistilbít mjög algengar. Stilbít og heulandít eru mun algengari í þóleít-basalti en í ólivín-basalti en aftur á móti finnast kabasít og thomsonít sjaldan í þóleíti. Næstum aldrei finnast analsím, fillipsít, levín, gismondín og gyrolít í þóleít-basalti. Í þóleítisku bergi mynda síðmynduðu steindirnar belti sem liggja samsíða þeim beltum sem steindir ólivín-basaltsins mynda. Í neðsta beltinu sem nær frá sjávarmáli og upp í 350-400 m hæð er mikið um geislasteina og það er einmitt í þessu belti sem þeir geislasteinar finnast sem hafa

gert Berufjörð frægan meðal steinasafnara. Þar má helst nefna stilbít, skólesít, heulandít og epistilbít.

Ofan við þetta neðsta geislasteinaríka belti tekur við annað belti sem nær í um 800 m hæð og eru helstu holufyllingar þar kalsedón, kvarts og mordenít ásamt leirsteindum sem kallaðar hafa verið seladónít (grænt að lit) og klorófæt (svart eða dökkbrúnt). Dreifing þessara steinda er fremur handahófskennd en magn þeirra minnkar er ofar dregur. Ofan vissrar hæðar sem svarar til marka analsímbeltisins og kabasít-tomsonít beltisins hjá ólivínbasalti, hverfa geislasteinarnir en leirsteindirnar ná þó allmiklu hærra.

Til þess að gera sér enn ljósari grein fyrir mismun á beltaskipan síðmyndaðra steinda í ólivín-basalti og þóleít-basalti er hér á eftir sýnd mjög einfölduð mynd af þessum samanburði (eftir Gibson, Kinsman og Walker 1966 lítilsháttar breytt).



Mynd 4
Samanburður á dreifingu holufyllingabelta í Ólivín-basalti og þóleít-basalti.

HOLUFYLLINGAR Í JARÐLAGASTAFLANUM Á FLJÓTSDAL

Við kortlagninguna var ávallt leitað að holufyllingum í berginu. Ekki fundust nær því eins margar steindir í staflanum á Fljótsdal og taldar eru upp í töflunni hér að framan og skulu nú þær sem fundust upp taldar. Kabasít og klófofæt, mjög algengar. Thomsonít, seladónít, ópall og smektít (oft kallað leir á sniðunum) nokkuð algengar. Heulandít, analsím, stilbít, skólesít, mordenít, kalsít og levín voru allar sjaldgæfar.

Sé svo litið á hvar einstakar steindir fundust, kemur í ljós að skólesít og mordenít fundust aðeins neðst í Múla og skólesít neðst við Jökulsá hjá Marklæk. Því má álykta að mesólít-skólesít beltið sé með kollinn þar. Þessir fundarstaðir eru í næsta nágrenni við þykka ganga og má telja að þeir hafi nokkur áhrif á hversu hátt beltið liggur þarna.

Nokkru ofar í Villingadal, Múla og Valþjófsstaðafjalli fundust nokkrar steindir sem taldar eru hafa efri mörk sín í analsím-beltinu, svo sem heulandít, analsím stilbít og kalsedón. Efstu mörk þessara steinda voru í líólega 150 m hæð.

Thomsonít og seladónít fannst víða upp í um 400 m hæð og jafnvel ofar en kabasít og klórofæt fundust allt upp fyrir 600 m hæð og er t.d. nokkuð um smáa kabasít kristalla í grunnum borholum við Gilsárvötn á Fljótsdalsheiði. Ekki fundust neinir geislasteinar í efstu lögunum innst í Norðurdal né í kolli Múla eða Stórahjúki, en á þessum stöðum fannst nokkuð af gulgrænum leir í holum og kallast hann smektít. Má telja að þessir síðastnefndu staðir séu ofan kabasít-thomsonít beltisins.

Legu holufyllingabeltanna á Fljótsdal er sýnd á þverskurðarmynd af jarðlagastaflanum (mynd 11). Út frá samanburði þessarar

myndar og töflunnar sem sýnir dreifingu holufyllinga í basalti, má geta sér þess til að yfirborð jarðlagastaflans, þar sem Múli er núna, hefur legið um 250 m ofan núverandi yfirborðs Múla þegar holufyllingarnar voru að myndast. Þá hafa dalirnir grafist um 800 m niður í þetta upprunalega yfirborð. Ekki er samt þar með sagt að upprunalega hraunhásléttan hafi verið um 800-900 m há því að eftir að dalirnir grófust hlýtur að hafa létt aðeins á jarðskorpunni og hún lyftst eitthvað.

Ummyndun bergs

Í sambandi við rannsóknir Elsu G. Vilmundardóttur árið 1970 voru gerðar liðlega 30 þunnsneiðar af basalti frá Fljótsdal. Bente Helgren Jensen lýsir þessum þunnsneiðum í viðauka við skýrslu Elsu frá 1972. Höfundur hefur einnig skoðað þessar þunnsneiðar þar sem þær eru til í þunnsneiðasafni Orkustofnunar. Verður hér reynt að draga þessar lýsingar saman í eina heild. Kemur í ljós að neðan 500 m.y.s. er allt kristallað ólivín ummyndað yfir í iddingsít og víða eru plagióklas kristallar einnig mjög mikið ummyndaðir. Þá er og glerkenndur millimassinn að nokkru umkristallaður.

Í 500-600 m hæð er ólivín aðeins að hluta ummyndað yfir í iddingsít og sumstaðar er jafnvel litla sem enga ummyndun að finna.

Einstaka hraunlög sem liggja í mikilli hæð eru mjög fersk og eru það aðallega lög sem vegna efnasamsetningar sinnar hafa aldrei myndað ólivín kristalla. Þetta eru helst hraunlög með póleítiska efnasamsetningu og er hægt að sjá á jarðfræðikortinu hvar þeirra er að leita.

Jarðhiti

Jarðhita varð aðeins vart á áður þekktum stað í 545 m hæð við Laugará hjá Laugarárkofa. Þar kemur upp ca. 45°C heitt vatn á að giska 1-2 l/s og ca 38°C vatn liðlega 100 m norðar, við ána. Er þessi jarðhiti hugsanlega tengdur misgengi með NNA-SSV stefnu sem liggur um 100 m austan við Laugarnar.

LOKAORÐ

Höfundur er sammála H. Wensink í því hvar draga skuli mörkin á milli segultímanna $N_2 - R_1$ (Gauss-Matuyama) og einnig í því hvar draga skuli mörkin $R_2 - N_2$ (Gilbert-Gauss) enda þótt nokkrir erfiðleikar séu með samanburð vegna þess hve kort Wensinks er í smáum mælikvarða.

Ekki er höfundur á sama máli og Trausti Einarsson í því hvernig draga skuli segulskiptalínur eftir norðurhlíð Norðurdals. Samkvæmt segulstefnukorti því sem hér er birt hallar öllum skilunum minna inn dalinn en sýnt er á korti Trausta. Einnig kemur í ljós með því að tengja jarðlagasýrpur segulskölum Talwanis og McDougalls að hvergi er um verulega langt goshlé að ræða svo sem McDougall og fleiri hafa sýnt fram á fyrir neðri hluta jarðalgastaflans.

Elsa G. Vilmundardóttir dregur skilin N_2-R_1 (Gauss-Matuyama) um Laugará þar sem höfundur og fl. telja að segulskeiðið Kaena liggir. Síðan dregur hún þessi skil út brúnir Norðurdals, út fyrir Þverfell (Miðfell) og að Bessastaðaá. Telur höfundur þessarar greinar að hún sé þar að tengja saman segulskil frá Kaena (2,9 m á) í Laugará og segulskil frá Cochiti (3,8 m á) við Bessastaðaá. Dregur hún þá segulskiptalínurnar með talsvert minni halla en gert er á segulskiptakorti þessarar greinar. Þar sem Elsa dregur mörkin R_2-N_2 (Gilbert-Gauss 3,3 milljón ár) telur höfundur að neðri mörk Þverár segulskeiðs (4,8 milljón ár) liggir, auk þess láti Elsa skilin lækka of hratt inn dalinn.

Höfundur er með lítilsháttar frávikum sammála Arnþóri Ó. Arasyni í því hvar draga skuli segulskil á innan verðum Múla og Kiðufelli. Aftur á móti er höfundur ósammála Arnþóri um að hraunlög við Sultarranaá innst í Villingadal séu liðlega 3,3 m ára gömul, heldur séu þau 4,7 m. ára gömul.

Í öllum meginatriðum er höfundur sammála Walker um tengingu jarðlagasniða, nema hvað Walker missir líklega svolítið úr jarðlagastaflanum þegar hann tengir saman sniðin í Melgræfum og Grundarlæk. Auk þess er sennilega um að ræða nokkra óvissu neðarlega í Melgræfum þar sem misgengi og slæmar opnur torvelda nákvæma kortalagningu.

Neðsta jökulbergið sem fannst á svæðinu er í 300 m hæð í Melgræfum og þar hefur því áður verið lýst af Elsu sem jökulbergi en Walker telur það vera völuberg. Höfundur hefur rakið þetta lag víða um svæðið og fundið slípað og rákótt undirlag þess í sunnanverðum Múla, auk fleiri jökulbergseinkenna. Ekki er höfundur sammála Elsu um að jökulberg sé að finna neðar í jarðlagastaflanum við Bessastaðaá, heldur sé þar gróft völuberg í tveimur setlögum og sé forn gilfylling í því efra. Walker minnst lauslega á að merki um kalt loftslag sé að finna gegnum allan jarðlagastaflann á Fljótsdal.

Ekki er auðvelt að bera saman bergflokkun höfundar og fyrri athugenda vegna þess að Elsa notar aðrar flokkunaraðferðir og ekki hafa fengist upplýsingar um flokkun Walkers á bergi frá Fljótsdal (þótt hann hljóti að hafa gert slíka flokkun).

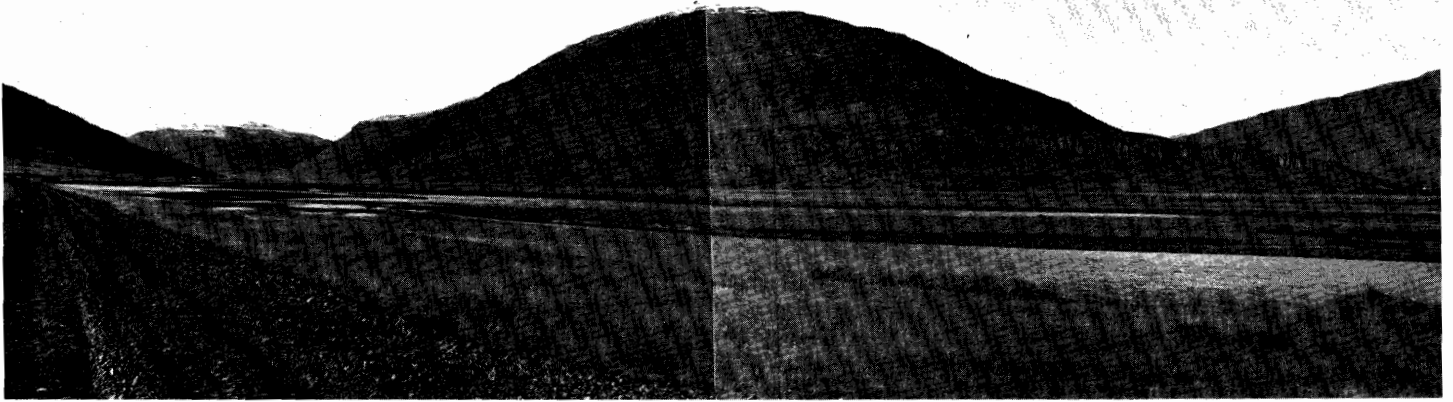
Þá telur höfundur að efri mörk kabasít-tomsonít geislasteinabeltisins liggi almennt nokkru ofar en Walker dregur þau og að beltið í heild sé nokkru þykkara. (Þá sé sú hækkun sem Walker sýnir á analsím beltinu við Melgræfur að nokkru staðbundin vegna nálægðar ganga sem hafa hitað grannbergið á myndunartíma holufyllinganna).

Ekki er höfundur sammála Elsu í því að á myndunartíma jarðlaganna hafi verið dalur þar sem Fljótsdalsheiði er nú eða að allhátt fjall hafi verið á núverandi svæði Lagarins. Heldur telur höfundur að svæðið hafi að mestu verið sléttlendi nema hvað hin fornu straumvötn hafi haft norðlæga stefnu og runnið frá einhverri jökulhulinni hásléttu í suðri.

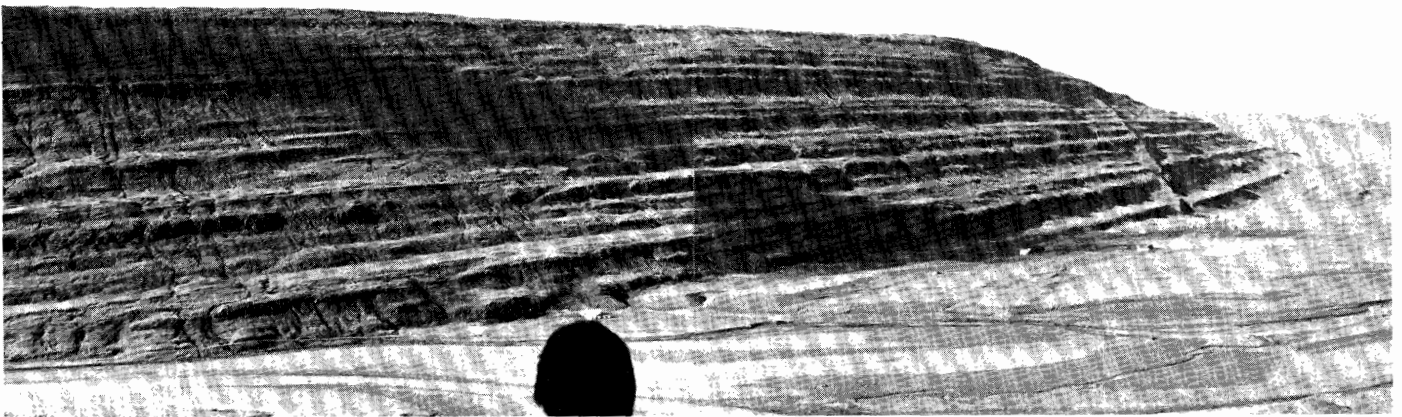
HEIMILDASKRÁ

- Ade-Hall, J.M. Palmer. J.C. Hubbard T.P. 1971. The magnetic and opaque petrological response of basalt to regional hydrothermal alteration. Royal. Astron. Soc. Geophys. Jour. V24 p 137-174.
- Arnbór Óli Arason 1976. Austurlandsvirkjun Múli og Hraun, jarðfræðiskýrsla. Orkustofnun, OS ROD 7625
- Birgir Jónsson 1975. Bessastaðaárvirkjun, byggingarefnisleit í okt 1975. OS ROD 7533.
- Blakeley R.J. 1974. Geomagnetic Reversals and crustal spreading rates during the Miocene J.G.R. v 79 p. 2974-2985.
- Böðvarsson G and Walker G.P.L. 1974. Crustal drift in Iceland. Royal Astron Soc. Geophys Jour. vp. 285-300.
- Cox.A.V. 1969. Geomagnetic reversals science v 163 p 237-245.
- Dagley et. al. 1967. Geomagnetic polarity zones for Icelandic lavas Nature v 216 p 25-29.
- Elsa G. Vilmondardóttir 1972. Skýrsla um jarðfræðiathuganir við Jökulsá á Fljótssdal sumarið 1970. Orkustofnun Raforkudeild ágúst 1972.
- Gibson I.L. Kinsman DJJ, Walker G.P.L. 1966. Geology of the Fáskrúðsfjörður area astern Iceland Greinar 4 no 2 p 1-52 Soc Sci Islandica.
- Gibson I.L. and Piper J.D.A. 1972. Structure of the Icelandic basalt plateau and the progress of drift. Phil Trans. R. Soc London A 271 p. 141-150 (1972).
- Guðmundur Pálmason og Kristján Sæmundsson 1974. Iceland in relation to the Mid-Atlantic Ridge Annual Review of Earth and Planetary Science Vol 2 p 25-50.
- Haukur Tómasson 1976. Austurlandsvirkjun. Yfirlit um virkjunarhugmyndir og rannsóknir OS ROD 7641.
- Kristján Sæmundsson 1974. Evolution of the axial rifting zone in northern Iceland and the Tjörnes fracture zone. Geol. Soc. America Bull v 85 p. 495-504.
- Leó Kristjánsson 1973. Rauðu millilöggin, Týli 3. ágúst bls. 57.
- McDougall Ian and Wensink H. 1966. Paleomagnetism and geochronology of the pliocene-pleistocene lavas in Iceland. Earth and planetary science letters v 1 p. 232-236.
- McDougall Ian et al. 1976. Geochronology and paleomagnetism of a Miocene-Pliocene lava sequence at Bessastaðaá eastern Iceland Am. Jour. Sci v 276 p. 1078-1095
- McDougall Ian et al. 1977. Extension of the geomagnetic Polarity time scale to 65 M.Y. K-Ar. dating, geological and paleomagnetic study of a 3500 m lava succession in western Iceland Geol. Soc. America Bull. v 88 p. 1-15.

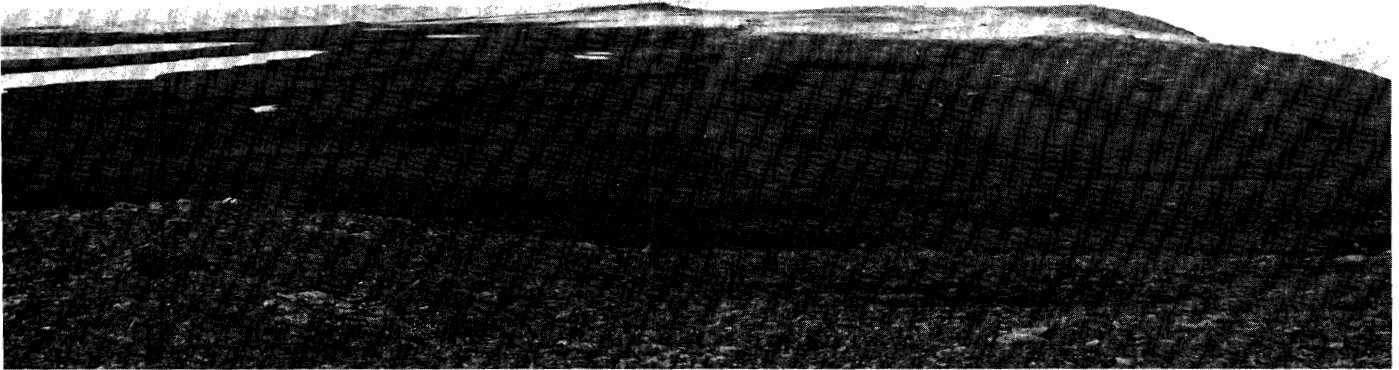
- McDougall et. al. 1976. Potassium-Argon and Paleomagnetic analysis of Icelandic lava flows: limits on the age anomaly 5. Jour. Geophysical Research. v 81 p. 1505-1512.
- Pflug H.D. 1959. Sporenbilder aus Island und ihre Stratigraphische Deutung: Neues Jahr Geologie Paleontologie AGh. v 107 p 141-172.
- Piper J.D.A. and Gibson I.L. 1972. Stress Control of Progress of Extensional plate Margins. Nature vol 238 August 7. 1977 p. 83-86.
- Ross J.G. and Mussett A.E. 1976. Ar 40/Ar 39 dates for spreading rates in eastern Iceland. Nature. v 259 p 36-38.
- Talwani M, Windisch C.C. and Langseth M.G.Jr 1971. Reykjanes Ridge crest: a detailed geophysical study: Jour Geophys. Research 76 p 473-517.
- Trausti Einarsson 1972. Magnetic polarity in the Fljótsdalsheiði area including Gilsá. Jökull v 21 p. 53-58.
- Tæknirannsóknir h/f 1976. Bessastaðaárvirkjun Byggingarefnarannsóknir gert fyrir RARIK í febr. 1976.
- Walker G.P.L. 1959. Geology of the Reyðarfjörður area, eastern Iceland Geol. Soc. London Quart Jour v 114 p 367-393.
- Walker G.P.L. 1960. Zeolite zones and dike distribution in relation to the structure of the basalt of eastern Iceland. Jour Geology v 68 p 515-527.
- Walker G.P.L. 1963. The Breiðdalur Central Volcano, eastern Iceland Geol. Soc. London Quart Journ. v 119 p 29-63.
- Walker G.P.L. 1974. The structure of eastern Iceland, in Kristjánsson Leo ed Geodynamics of Iceland and the north Atlantic area: Dordrecht (Holland) D Reidel p 177-188.
- Watkins N.D. 1972. A Review of the development of the geomagnetic polarity time scale and a discussion of prospects for its finer definition Geol. Soc. America Bull. v 83 p 551-574.
- Watkins N.D. and Walker G.P.L. 1977. Magnetostratigraphy of Eastern Iceland. American Journal of science vol 277 May 1977 p 513-584.
- Wensink H. 1964, Paleomagnetic Stratigraphy of younger Basalts and intercalated Plio-Pleistocene Tillites in Iceland. Geologische Rundschau v. 54 bls. 364-384.
- Wood D.A. 1976. Spatial and temporal variation in the trace element Geochemistry of the Eastern Iceland flood basalt succession. Journal of Geophysical Research v 81 no 33 p 4353-4360.
- Dorvaldur Thoroddsen 1959. Ferðabók III. bindi. Snæbjörn Jónsson & CO Reykjavík.



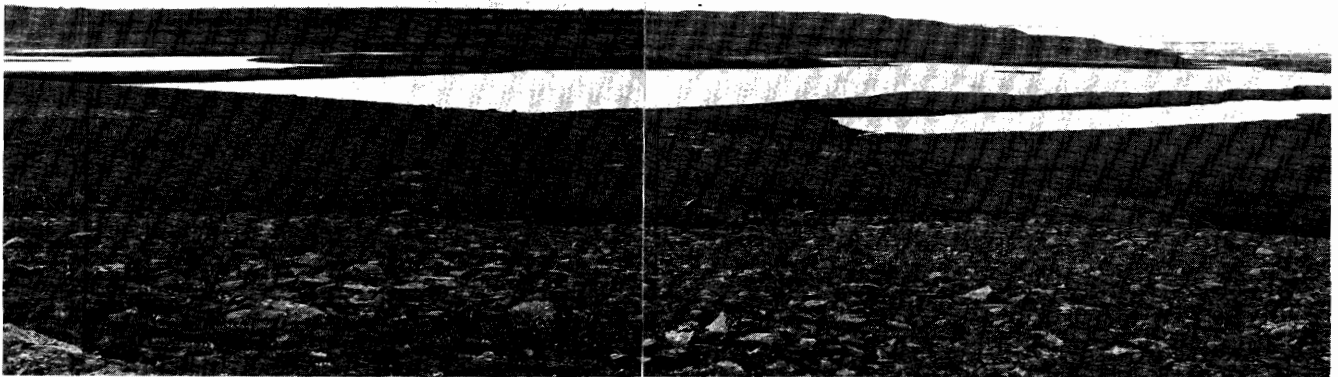
Múli á Fljótsdal. Suðurdalur til vinstri, Norðurdalur til hægri
áin fremst á myndinni er Kelduá.



Valþjófsstaðafjall séð af Múla. Stóri gangurinn til hægri á
myndinni er Tröllkonustígur.



Horft af Þorgerðarstaðafelli út Múla til norðurs. Ysti hnjúkur múlans til hægri, Fossárvötn til vinstri.



Horft af Þorgerðarstaðafelli til vesturs yfir Fossárvötn í framhaldi af efri myndinni. Í forgrunni eru ávalar bungur sem eru líklega úr Mórenu.



Horft af Stórahnúki til N-A. Trönuárvötn nær, Fossáralda fyrir miðri mynd.



Líparít hraunlag við Villingadalsá og rennur áin meðfram vesturjaðri þess. Basalthraunlögin vinstra megin renna upp að líparítinu uns þau kaffæra það. Bergið hér er um 5 milljón ára gamalt.



Setlög neðan við Hengi foss (fossinn á myndinni) í 250-350 m hæð þessissetlög sem eru um 100 m þykk telur höfundur að hafi þynnst í ca. 20 m í Bessastaðaá og séu þau þar í um 200 m hæð. Þóleít lagið neðarlega til vinstri á myndinni kemur tvisvar fram vegna misgengis.

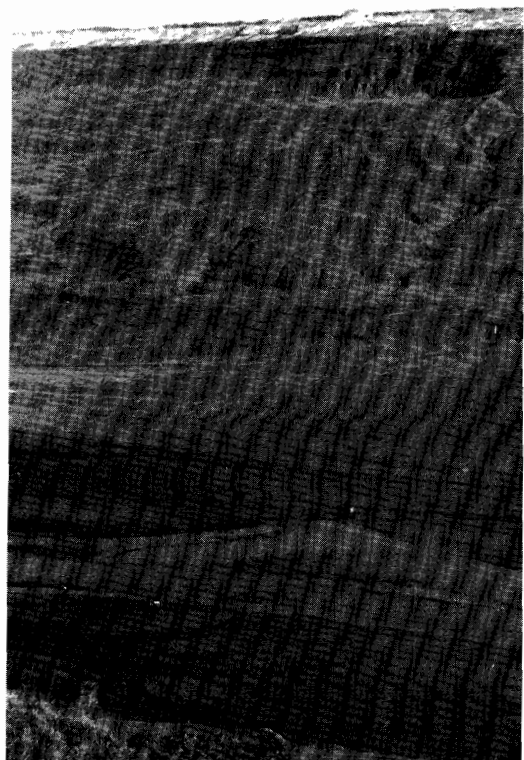


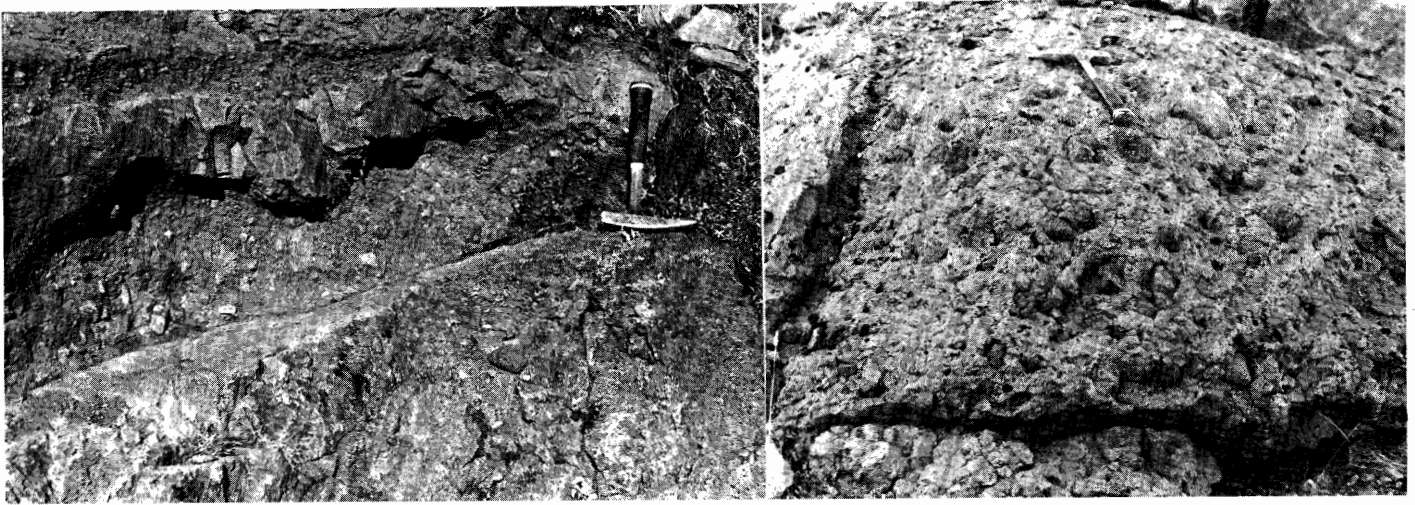
Setlög í um 100 m hæð í Hengifossá. Þessi setlög telur höfundur vera þau sömu og fram koma í tæplega 100 m hæð í Bessastaðaá, en eru miklu þykkari þar. Hraunlögin ofan við Hengifoss bera við himinn vinstra megin á myndinni.

Lagsk. sandsteinn að mestu úr glerkenndri gosösku í 360 m hæð í Marklæk í Suðurdal. Setlögin af þessari gerð eru algeng í jarðlagastaflanum og eru þau líklega mynduð í kyrrum vötnum. Halli lagsins er $4,5-5^\circ$ í vestur. Aldur setlagsins er um 5 milljón ár.

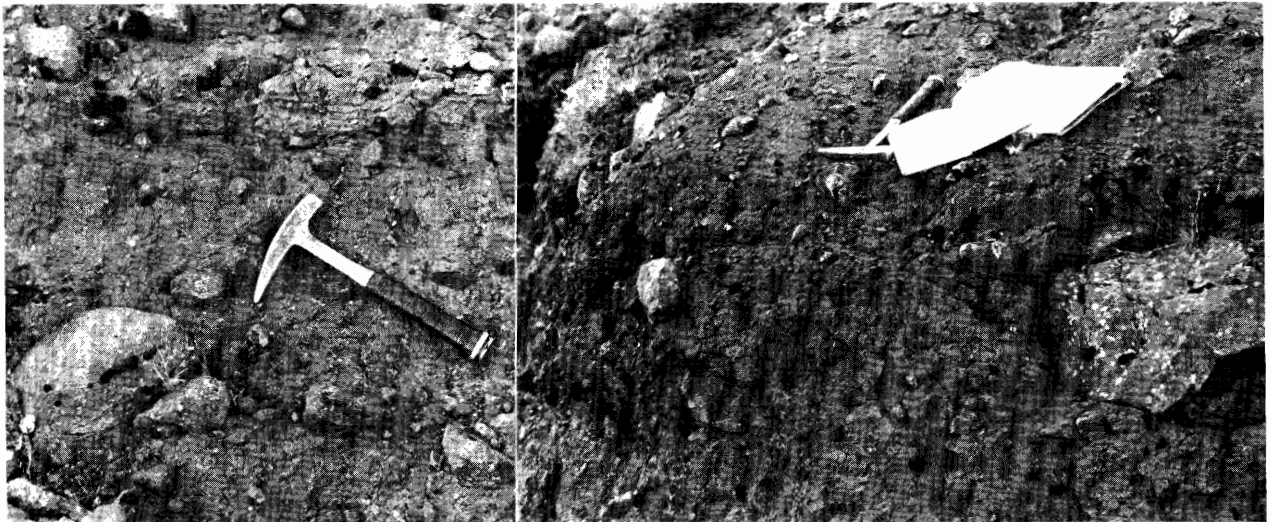


Framhlaup ofan við Víðivallabæina í Suðurdal. Framhlaupin myndast þegar stór bergflykki skriða fram á svipuðum setlögum og sýnd eru á myndinni að ofan og eru nokkur framhlaup mynduð á sömu setlögum í Suðurdal.





Myndirnar á þessari síðu eru frá vinstri til hægri niður síðuna, af neðsta jökulbergslaginu á svæðinu yfir um 3 km vegalengd í sunnanverðum Múla, frá Marklæk og nokkuð út fyrir Arnaldsstaði. Til vinstri sést jökulslípað undirlag í Marklæk með jökulrispur sem stefna í 10°.



Norðaustar í laginu er talsvert af köntuðum og rúnuðum hnallungum á við og dreif í gráum siltkenndum millimassa.

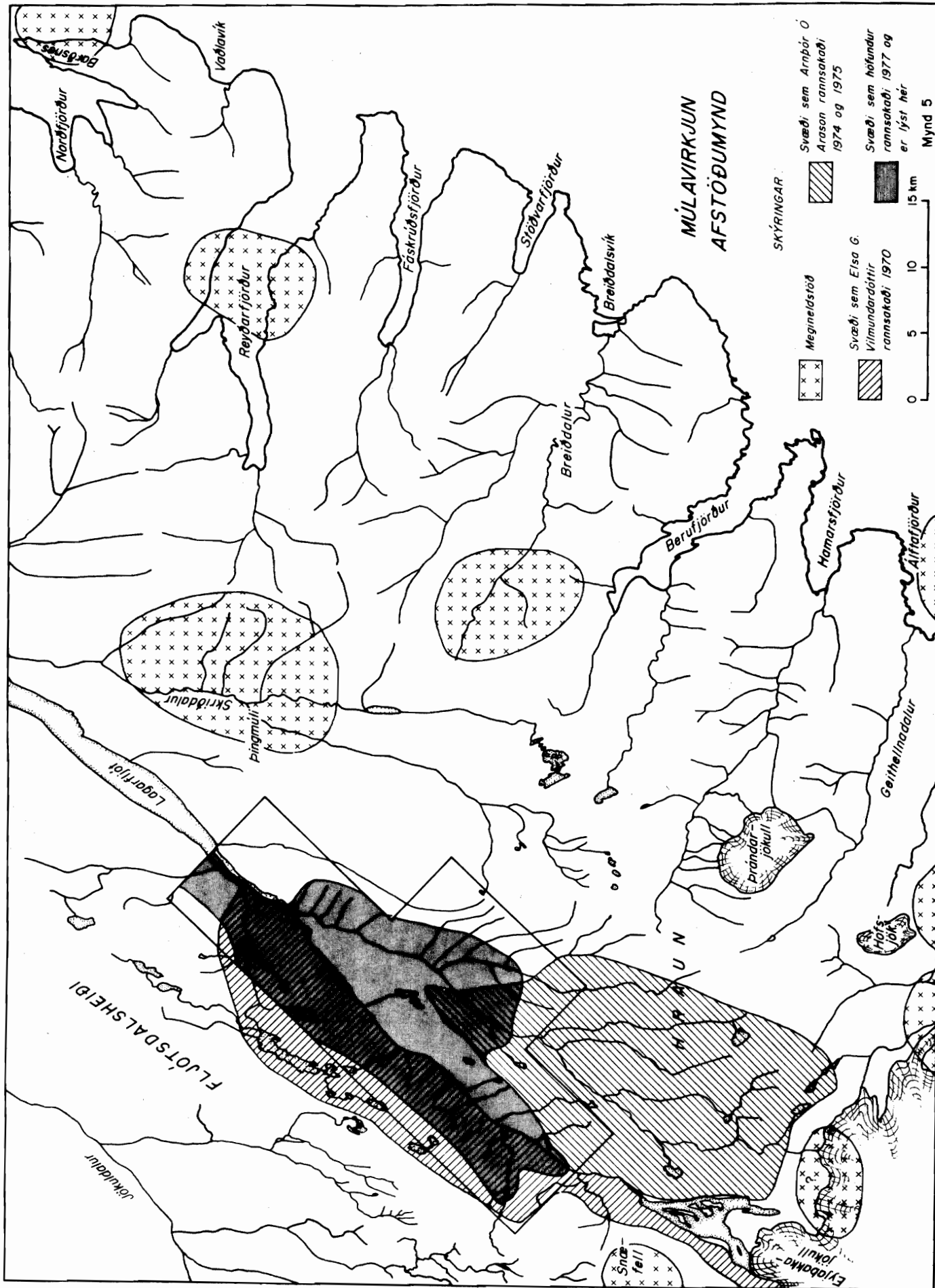


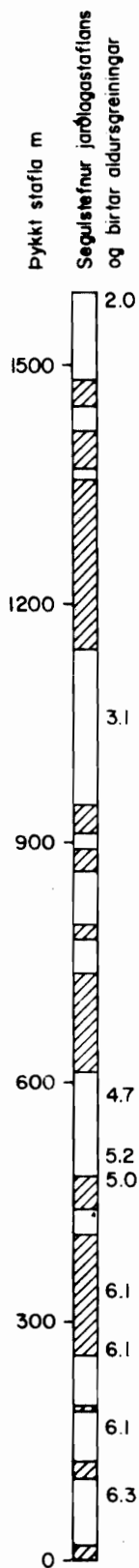
Skilflötur með hvalbökum í jökulbergslagi í um 500 m hæð á Axará sem sýnir líklega mislægi. Aldur lagsins er nálægt 3,1 milljón árum.



Jökulberg og reglulega stuðlað basalt í 460 m hæð í Laugará. Aldur lagsins er nálægt 3,1 milljón árum. Myndin til hægri er neðst úr jökulbergslaginu.







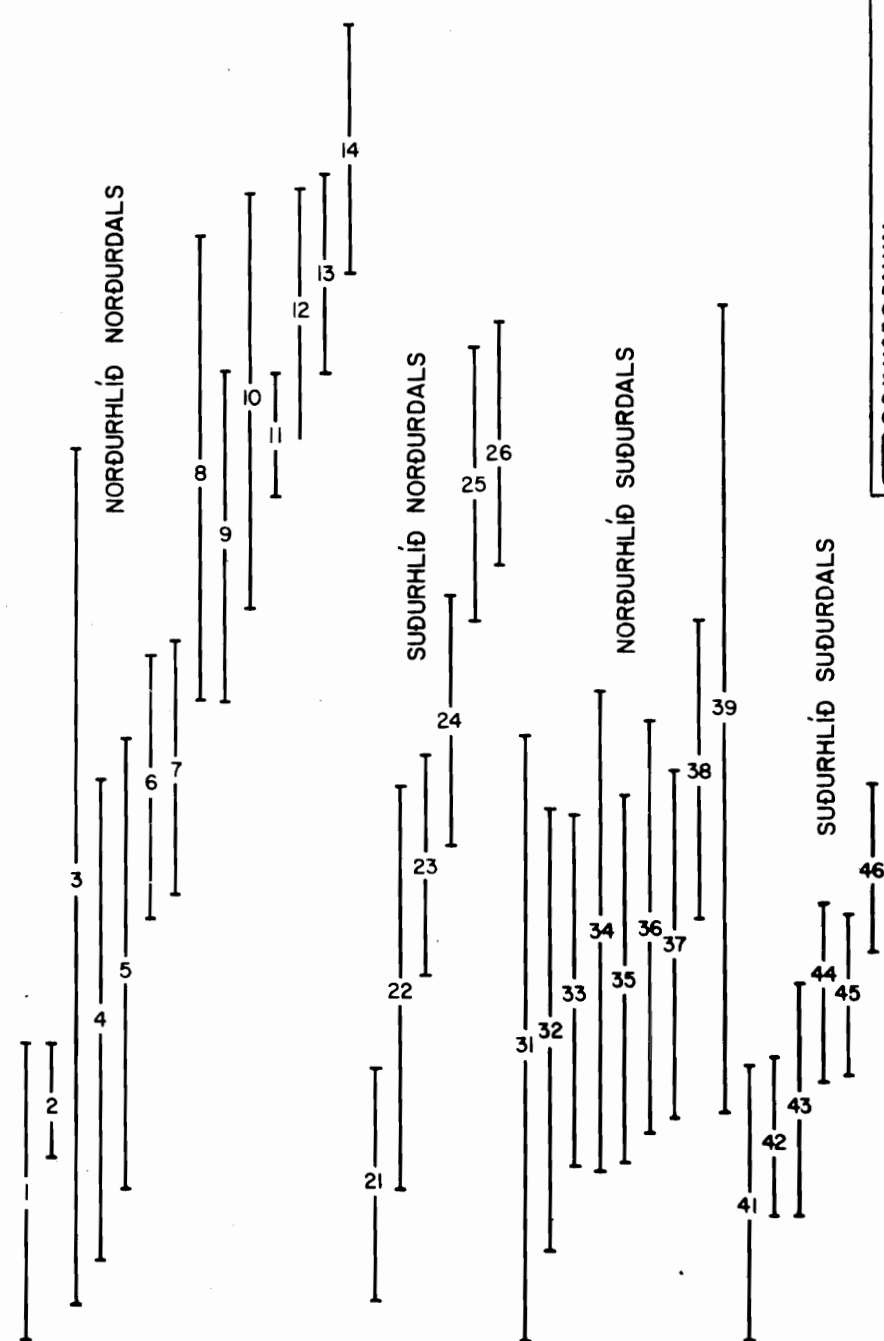
Skipan jarðlagasniða í jarðlagastafnum
Sjá staðsetningu sniða á jarðfræðikorti

NORÐURHLÍÐ NORÐURDALS

SUÐURHLÍÐ NORÐURDALS

NORÐURHLÍÐ SUÐURDALS

SUÐURHLÍÐ SUÐURDALS



Mynd 6

78.06.13. ÁG/GSU

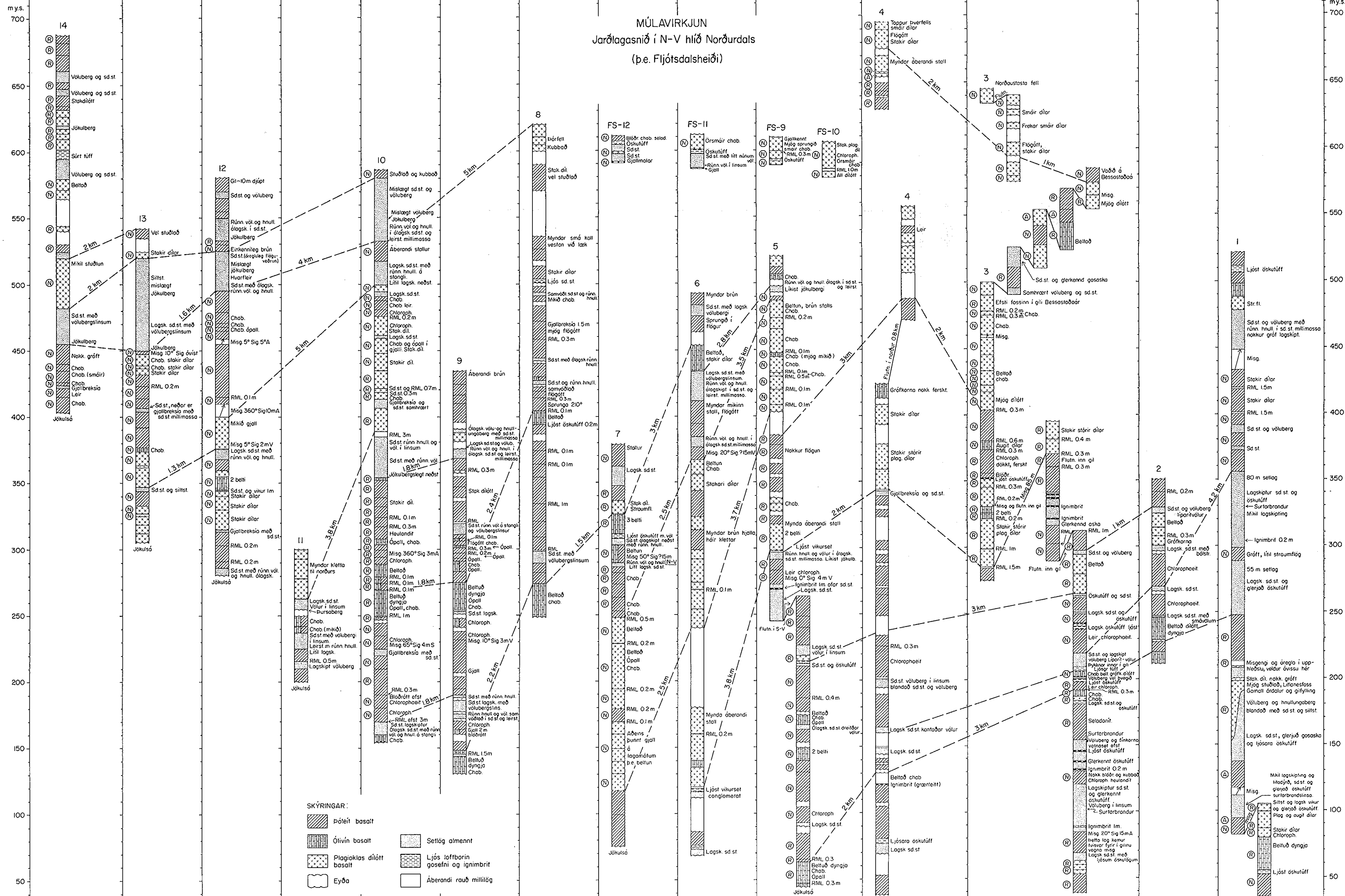
T. 51

B-334

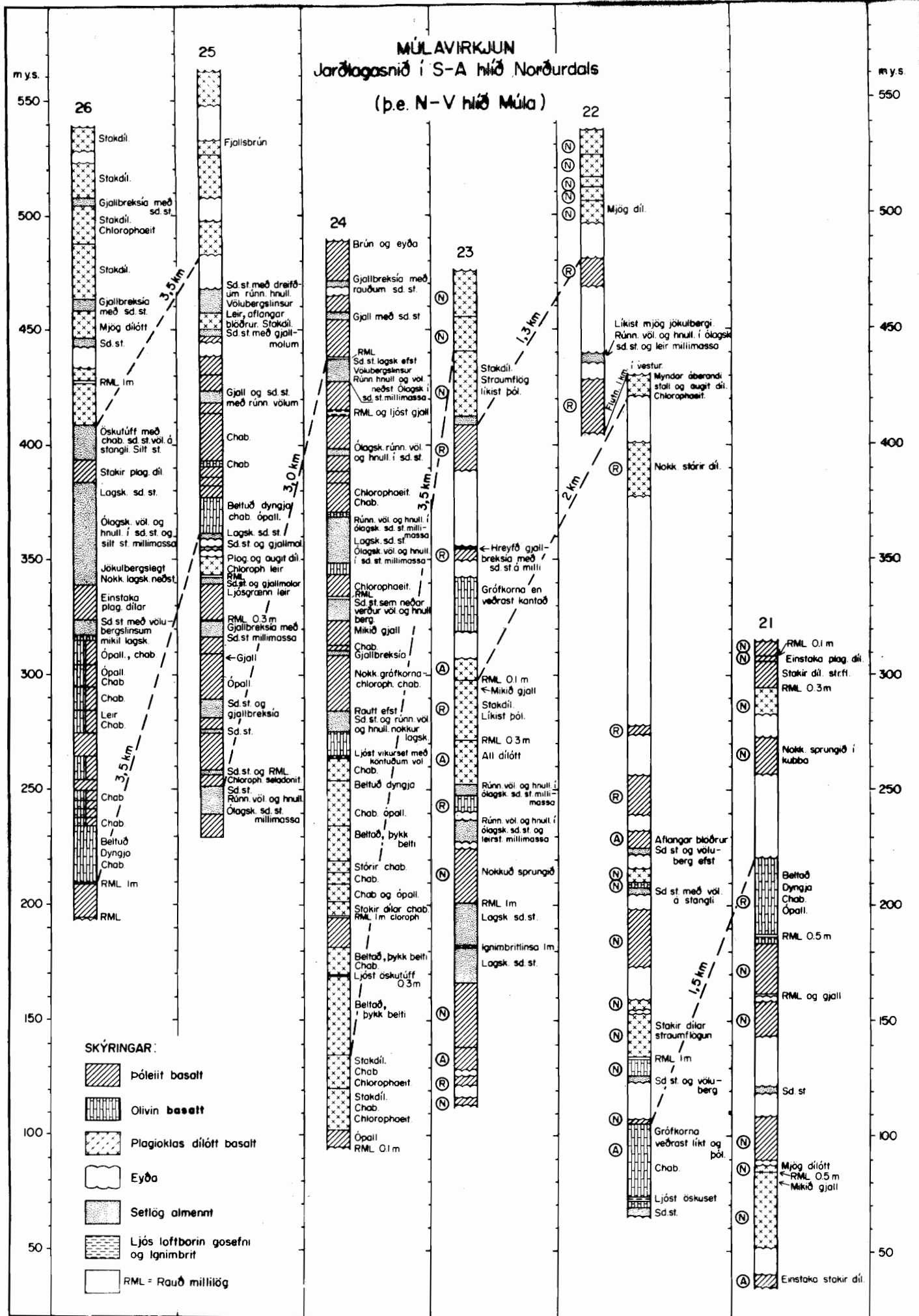
F.17228

ORKUSTOFNUN
MÚLAVIRKJUN
Skipan jarðlagasniða í jarðlagastafnum

MÚLAVIRKJUN
Jarðlagasnið í N-V hlíð Norðurdals
(þ.e. Fljótsdalsheiði)



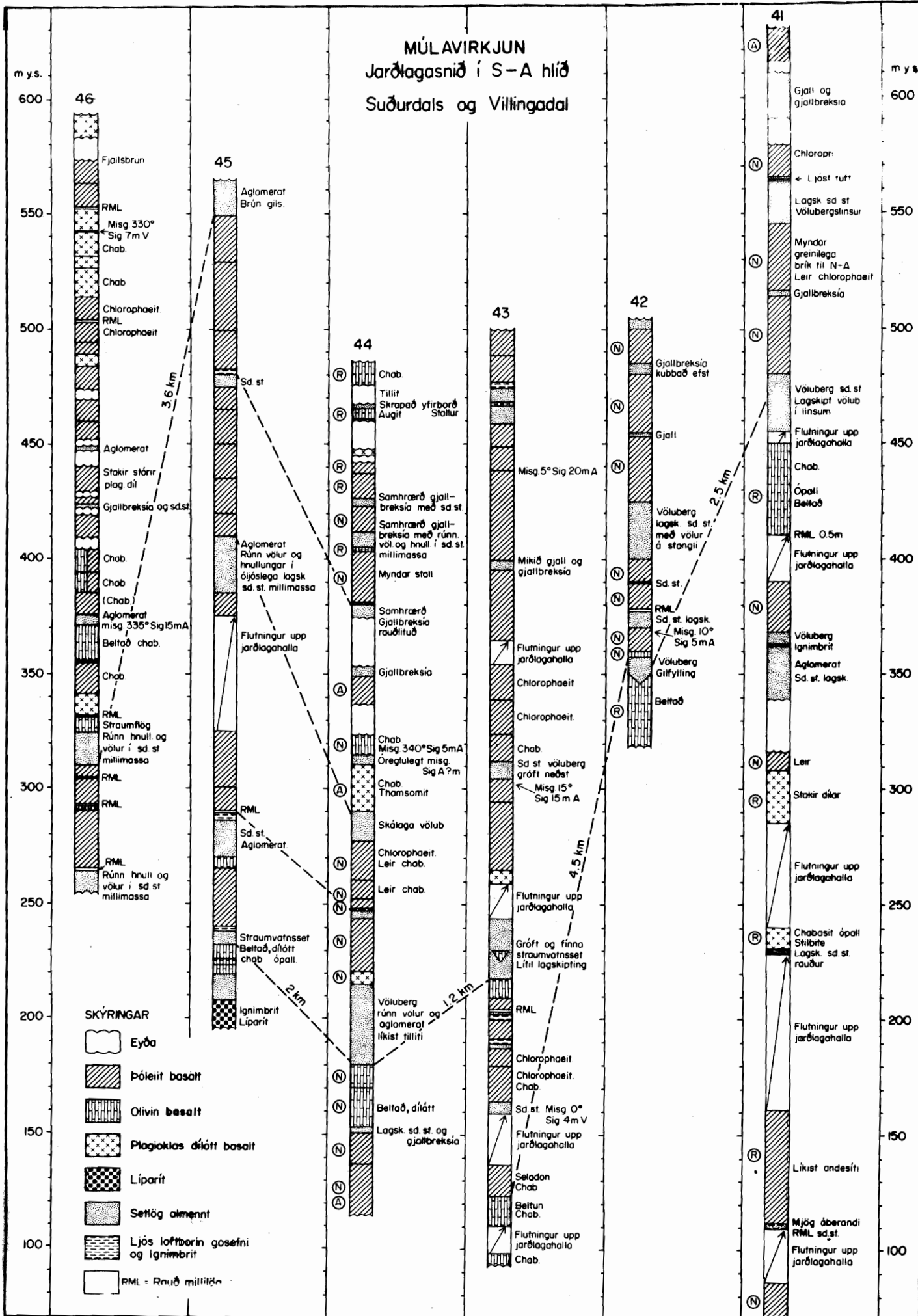
MÚLAVIRKJUN
 Jarðlagasnið í S-A hlíð Norðurdals
 (þ.e. N-V hlíð Múla)

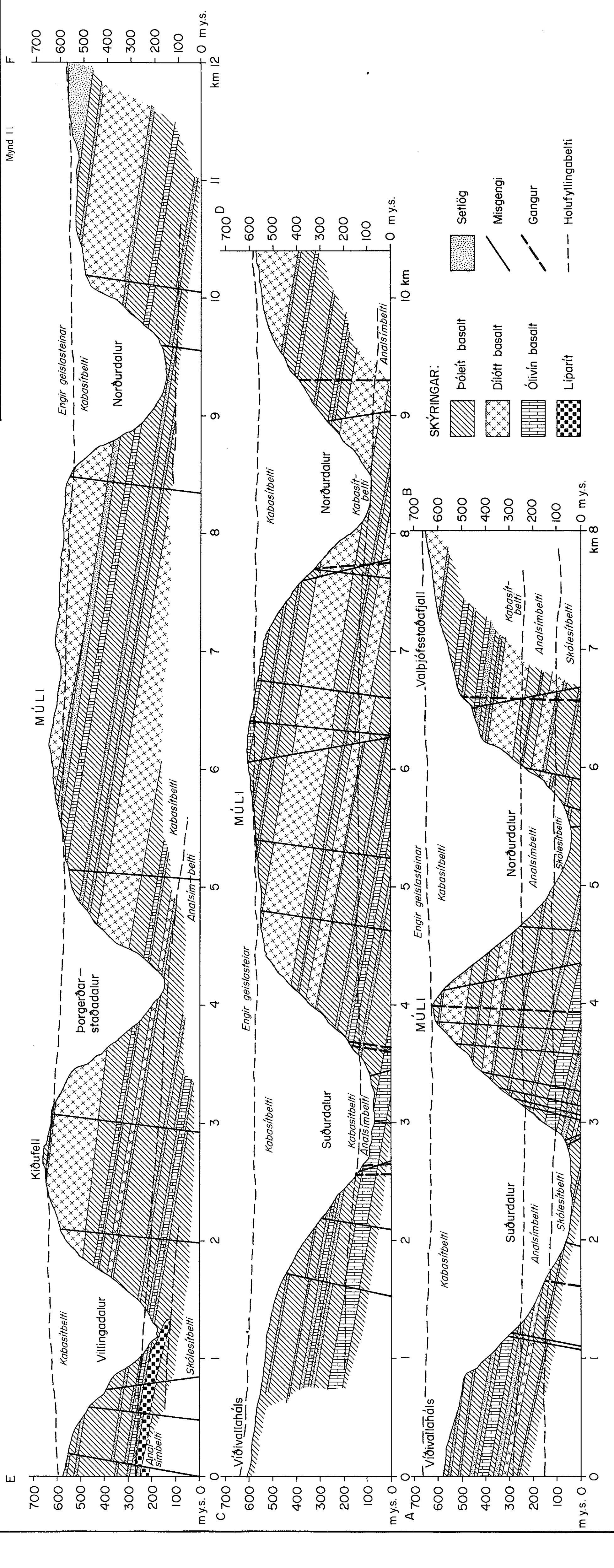


MÚLAVIRKJUN

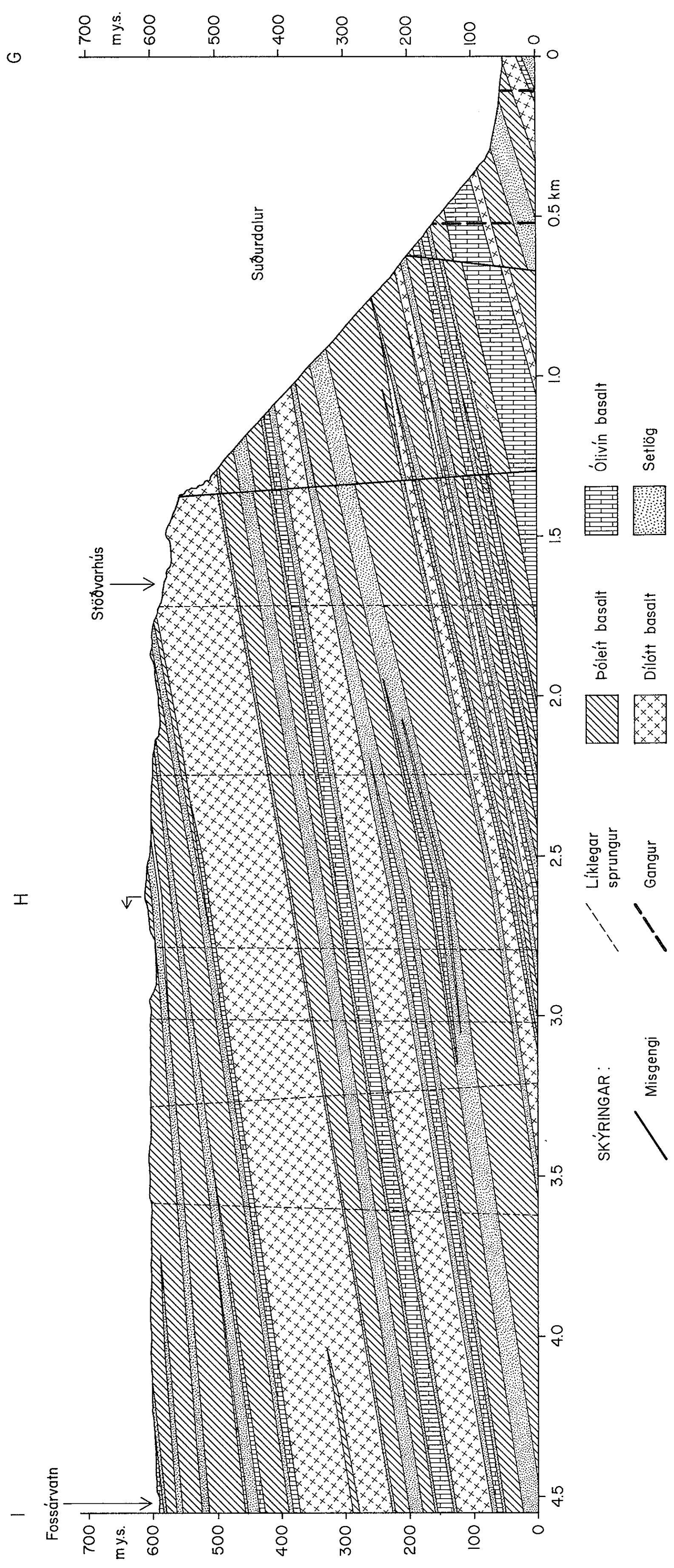
Jarðlagasnið í S-A hlíð

Suðurdals og Villingadal



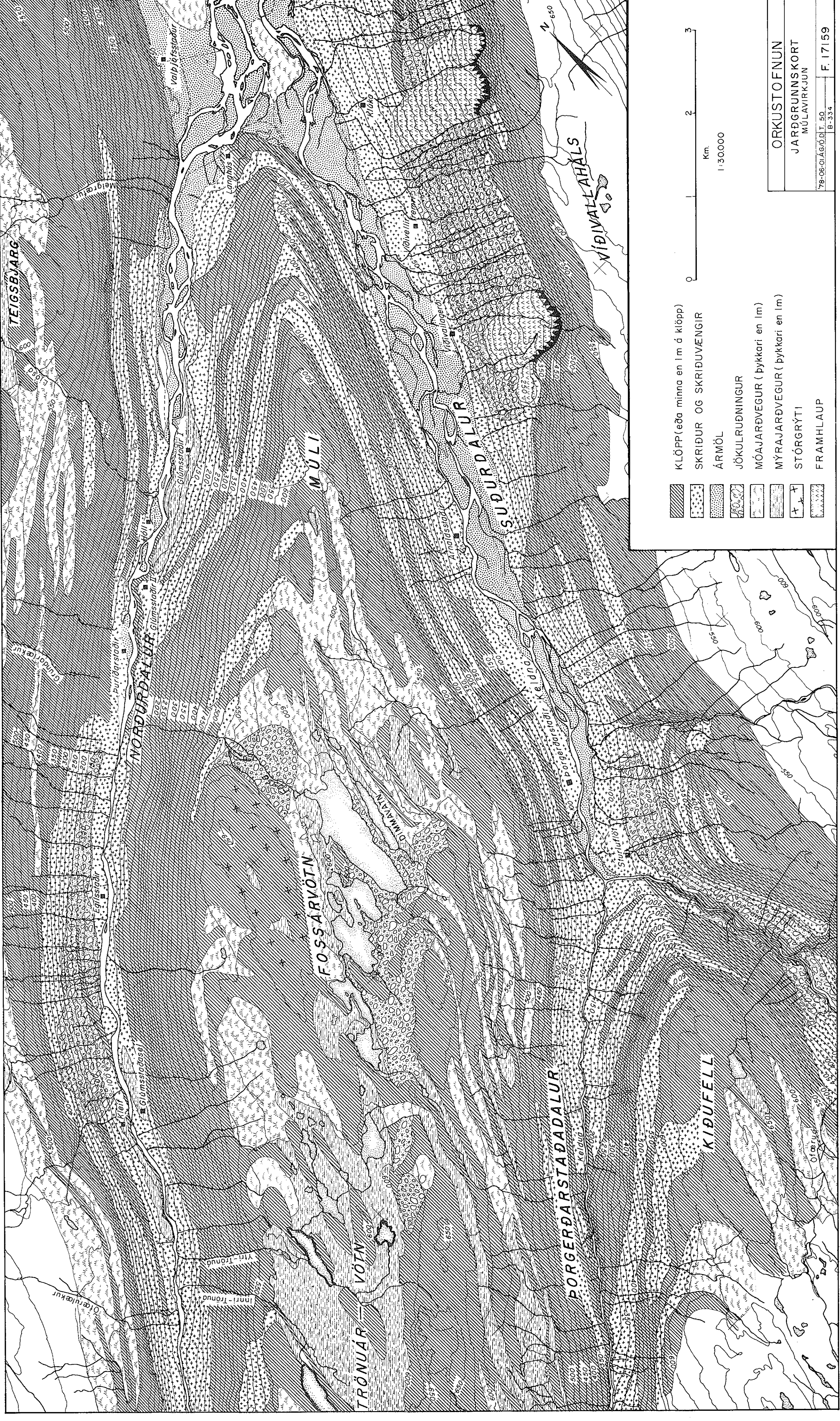


ÞVERSKURÐARMYND AF FYRIRHUGÐU JARÐGANGASVÆÐI Í MÚLA VIÐ ARNALDSSTAÐI



G

H



TEIGSBJARG

UNYDALHÖFUND

OFERLEIÐUR

NORÐURDALUR

GLUMSSÁÐASÁ

TRÓNUR

VALÞÍSSÁÐUR

LANGHÖN

GLUMSSÁÐUR I

GLUMSSÁÐUR II

PURÐARSTADUR

GLUMSSÁÐUR III

EGGISTADUR

TRÓNUR - TRÖND

TRÓNUR - TRÖND

TRÓNUR - TRÖND

KLANG

ÖRVEILLI

VÍÐIVALLDUR

ALMÁTARSTADUR

KELDUR

POGGERÐARSTADUR

STUÐLÓÐ

KELDUR

KELDUR

OFERLEIÐUR

MÚLI

FOSSÁRVÖTN

TRÓNUR

VÖTN

ÖRVEILLI

ÖRVEILLI

ÖRVEILLI

ÖRVEILLI

ÖRVEILLI

ÖRVEILLI

ÖRVEILLI

ÖRVEILLI

ÖRVEILLI

ÖRVEILLI

ÖRVEILLI

ÖRVEILLI

ÖRVEILLI

ÖRVEILLI

SUÐURDALUR

VÍÐIVALLDUR

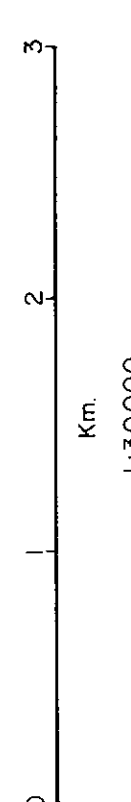
ÞORGERÐARSTADALUR

VÍÐIVALLDUR

KIDUFELL

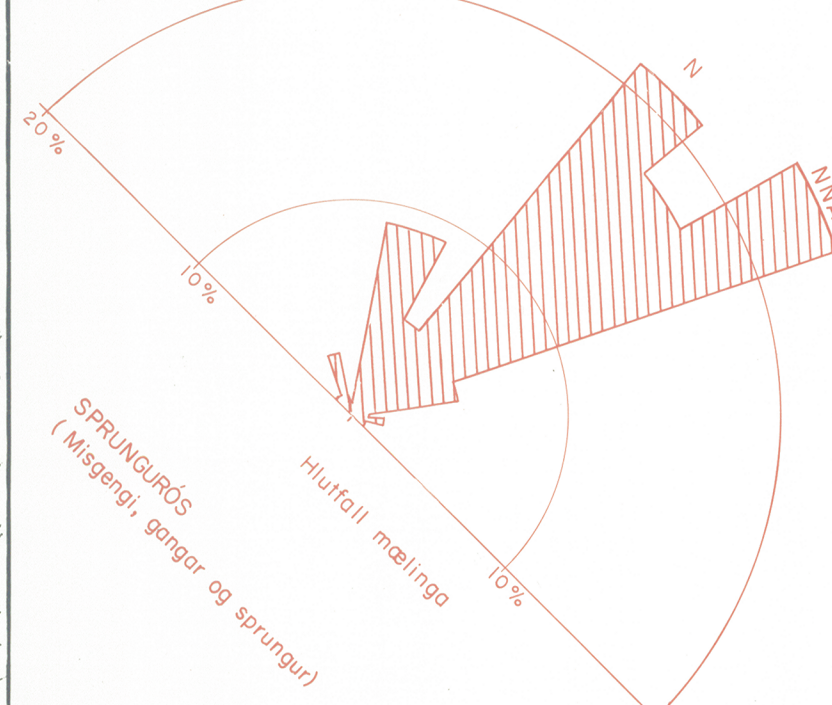
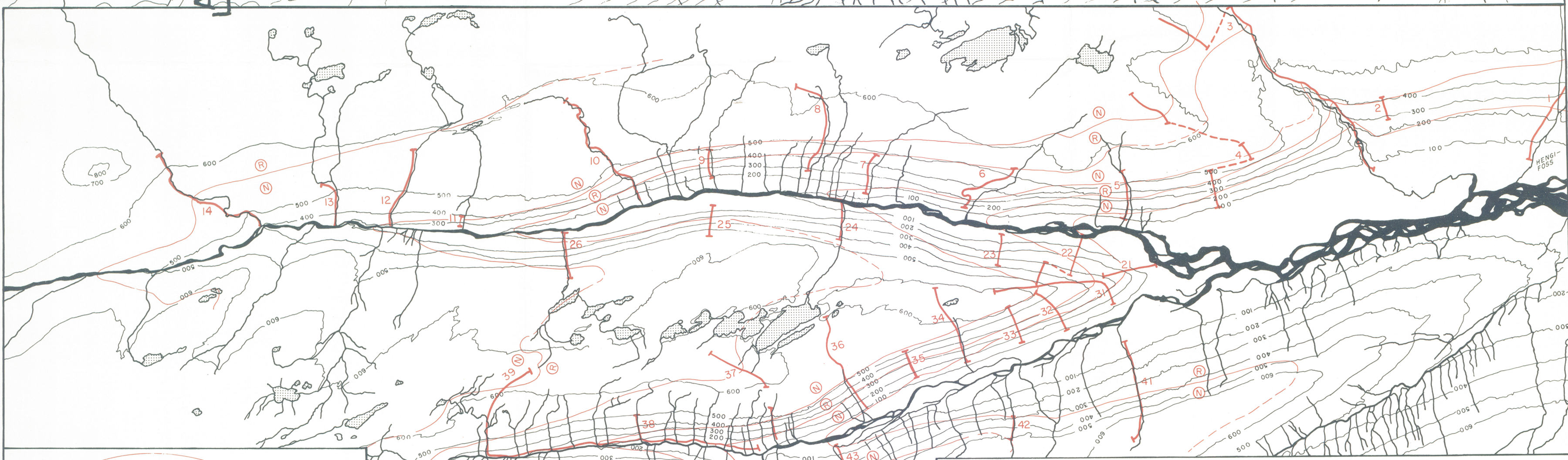
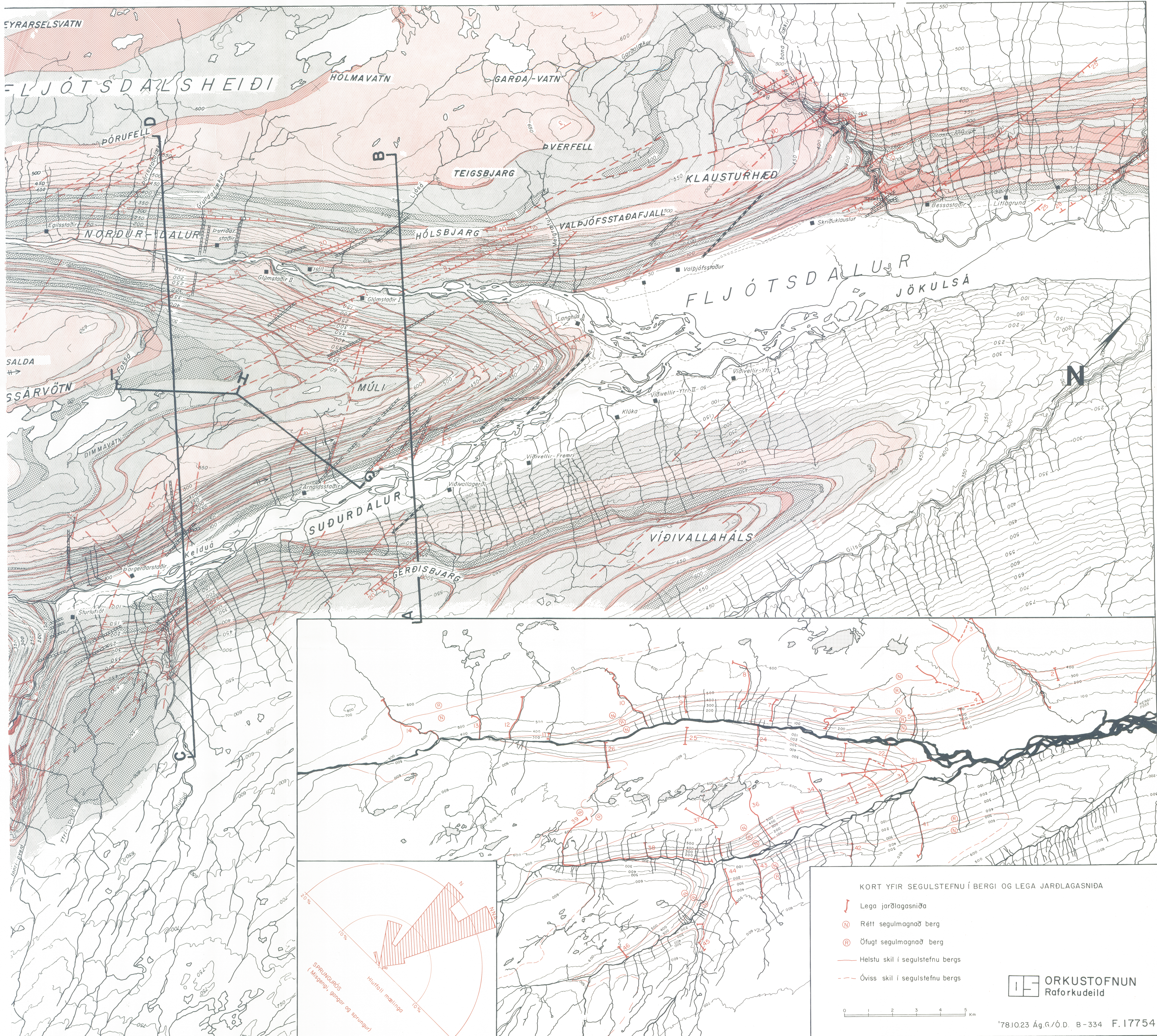
VÍÐIVALLDUR

- KLÖPP (eða minna en 1m á klöpp)
- SKRÍÐUR OG SKRÍÐUVENGIR
- ÁRMÖL
- JÖKULRUÐNINGUR
- MÓAJARÐVEGUR (þykkari en 1m)
- MÝRAJARÐVEGUR (þykkari en 1m)
- STÓRGRÝTI
- FRAMHLAUP



ORKUSTOFNUN
 JARÐGRUNNSKORT
 MÚLAVIRKJUN

78-06-01.ÁG.Ó.D.T. 50
 B-334
 F. 171.59

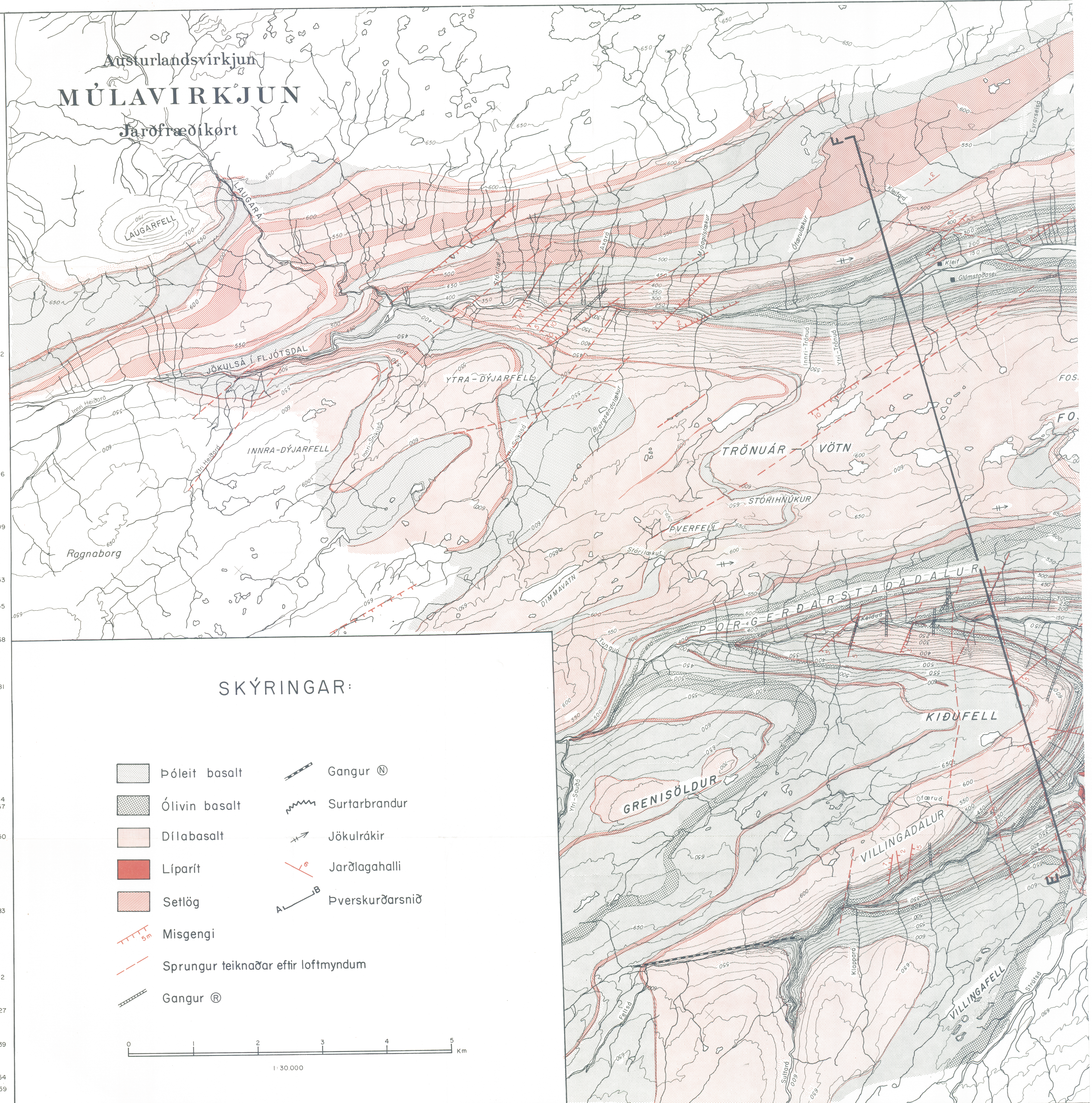
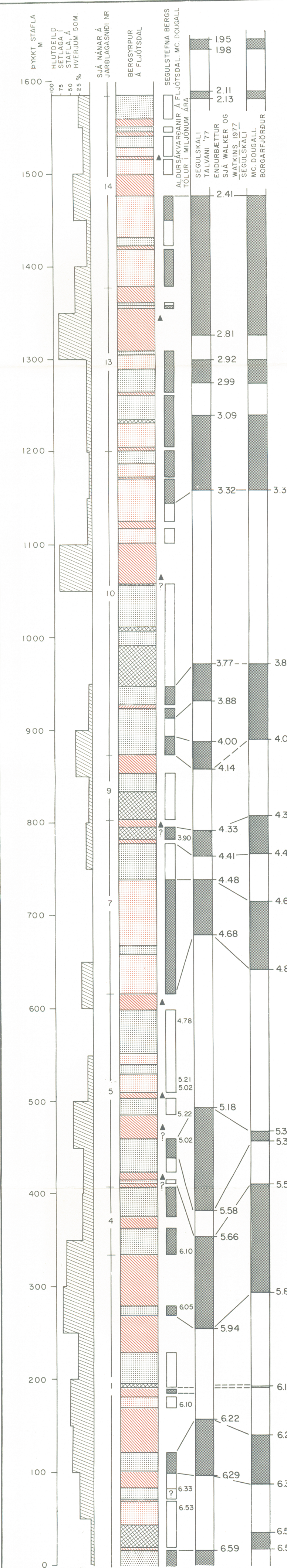


KORT YFIR SEGULSTEFNU Í BERGI OG LEGA JARÐLAGASNIÐA

- Lega jarðlagasniða
- Rétt segulmagnað berg
- Ófugt segulmagnað berg
- Helstu skil í segulstefnu bergs
- Óviss skil í segulstefnu bergs

ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

0 1 2 3 4 5 Km



SKÝRINGAR:

- Póleit basalt
- Ólivin basalt
- Dílabasalt
- Líparít
- Setlög
- Misgengi
- Sprungur teiknaðar eftir loftmyndum
- Gangur N
- Surtarbrandur
- Jökulrákir
- Jarðlagahalli
- Þverskurðarsnið