



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

BRÁÐABIRGÐASKÝRSLA

KJARNABORUN Í FLATEY Á SKJÁLFANDA
Fyrstu niðurstöður

Karl Gunnarsson
Margrét Kjartansdóttir

OS82126/JHD38 B

Desember 1982

auka



ORKUSTOFNUN

GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

BRÁÐABIRGÐASKÝRSLA

KJARNABORUN Í FLATEY Á SKJÁLFANDA

Fyrstu niðurstöður

Karl Gunnarsson
Margrét Kjartansdóttir

OS82126/JHD38 B

Desember 1982

EFNISYFIRLIT

EFNISYFIRLIT.....	2
ÁGRIP.....	2
1 INNGANGUR.....	3
2 SETLAGADÆLDIN UNDIR FLATEY.....	3
3 RANNSÓKNIR - YFIRLIT OG FORSENDUR.....	4
4 BORUN OG KJARNATAKA.....	5
5 JARÐLÖG KJARNANS.....	6
6 BORHOLUMÆLINGAR.....	8
7 UMRÆÐA OG NIÐURSTÖÐUR.....	9
8 HEIMILDASKRÁ.....	10
VIÐAUKI - JARÐLÖG Í HOLU FL-1.....	15

MYNDASKRÁ

1 Húsavík - Flatey, afstöðumynd.....	11
2 Flatey á Skjálfanda.....	12
3 Þyngdarmælingar í Flatey og Flateyjardal, og túlkun þeirra.....	13
4 Jarðlagasnið úr holu FL-1.....	14

ÁGRIP

Haustið 1982 var boruð 554m djúp hola í Flatey á Skjálfanda, til að leita staðfestingar á tilvist setlagadældar á þessum slóðum, og kanna hvort finna mætti nokkur ummerki olfu eða gass. Samfelldur kjarni var tekinn, og kjarnaheimta var góð, um 96%. Í lokin voru gerðar jarðeðlisfræðilegar borholumælingar.

Setlög eru ríkjandi í kjarnanum. Þau eru líklega eldri en 0,7 millj. ára gömul. Sem stendur er hallast að þeirri tilgátu að þau séu ísaldarmyndanir, yngri en 2 millj. ára, sem ýmist hafa sest til í grunnsævi eða á landi. Ljóst er að veruleg setlagadæld er undir sjávarbotni á svæðinu Flatey-Eyjarfjarðaráll, allt að 4 km djúp. Þykk setlög eru grundvallarforsenda fyrir olfumyndun. Aðrar og ákveðanari ábendingar um olfu hafa ekki enn komið fram. Tekið skal fram að rannsókn er ekki lokið, og niðurstöður þessar eru til bráðabirgða. Borholan er reyndar of grunn til að ná því dýpi, þar sem myndun og samsöfnun olfu er líklegust.

1 INNGANGUR

Haustið 1982 var boruð 554,4m djúp rannsóknarhola í Flatey á Skjálfanda, auðkennd sem FL-1. Samfelldur kjarni var tekinn úr holunni. Borunin var á vegum NHH (Nefnd um hagnýtar hafsbotsrannsóknir), en Jarðhitadeild Orkustofnunar annaðist framkvæmdina. Karl Gunnarsson er verkefnisstjóri. Talið var, sem nú er að hluta staðfest, að undir Flatey væru þykk setlög, og tilgangur borunarinnar var að meta líkur á því að finna þar jarðölfu. Hér verður sagt frá framkvæmd þessa verks, þeim niðurstöðum sem nú liggja fyrir, og fyrirhuguðum eða æskilegum framhaldsrannsóknum. Það skal tekið fram, að þessar niðurstöður eru til bráðabirgða, þar sem hugmyndir kunna að breytast við frekari rannsóknir.

Um mitt sumar 1982 fékkst fjárveiting til rannsóknarborunar í Flatey, og var Orkustofnun (JHD) falið að annast framkvæmdina samkvæmt bréfi frá Iðnaðarráðuneytinu, dagsettu 4. ágúst 1982, en Jarðboranir ríkisins tóku að sér borverkið. Bora skyldi eina 600m djúpa holu, eða 2-3 grynri holur. Ákveðið var að bora aðeins eina holu, þar sem líklegt væri að markverðari upplýsingar fengjust á þann hátt, enda bentu yfirborðsrannsóknir ekki til að jarðlög væru verulega breytileg frá einum stað til annars. Veittar voru kr. 800 þús. til að kosta borunina, en 110 þús. til rannsókna. Ljóst var frá byrjun að rannsóknarfé var of naumt skammtað, enda fékkst engin fjárveiting til borholumælinga, mælinga á bergsýnum erlendis eða annarrar aðkeyptrar þjónustu. Vonir standa til að hægt verði að bæta úr því á næsta ári.

Þegar á borunina leið kom í ljós að féð myndi ekki duga, enda eru aðstæður erfiðar í Flatey og flutningar dýrir. Iðnaðarráðherra samþykkti þá, 12.10.82, að veita viðbótarfé af fjárveitingu til NHH fyrir 1982, að upphæð kr. 200 þús. Eins og áður sagði náði holan 554m dýpi, en þá varð að hætta vegna bilunar. Ekki kom það verulega að sök, þar sem fjármagn var á þrotum.

2 SETLAGADÆLDIN UNDIR FLATEY

Olfa getur aðeins myndast í þykkum setlagastöflum, og fyrsti þáttur olfuleitar er að finna og afmarka slíkar setlagadældir. Setlög á Íslandi og landgrunni þess virðast yfirleitt þunn og ekki líkleg til að mynda olfu. Þó eru vísbendingar um að undan Mið-Norðurlandi séu setlög nokkuð þykk. Bæði þyngdar- og endurkastsmælingar (seismic reflection) hafa einkum beint athygli manna að svæði sem liggur undan landi frá Skjálfanda til mynnis Eyjafjarðar. Endurkastsmælingar benda til að setlög þessi séu allt að 4 km þykk undan Eyjafirði, og þyngdarmælingarnar gefa til kynna að setlagadældin nái austur fyrir Flatey.

Sumarið 1981 gerði Orkustofnun forrannsóknir í Flatey, fyrir hönd NHH. Jarðfræðikönnun leiddi í ljós að á yfirborði eyjarinnar er hraunlag, en undir því sér í setlög (Lovísa Birgisdóttir, 1982). Bergið í einni virðist unglegt, líklega frá ísöld, og frábrugðið gamla tertíera hraunlagastaflanum, sem myndar fastalandið handan sundsins. Einnig voru gerðar þyngdarmælingar í eyrni og uppi á landi í Flateyjardal. Þær leiða í ljós að jarðlögin undir Flatey eru mun eðlisléttari en hraunlagastaflinn sem myndar fastalandið, og að skil þessara myndana eru mjög skörp og brött og liggja milli lands og eyjar. Eðlilegast er að túlka þessar niðurstöður á þann hátt að undir Flatey sé setlagadæld, a.m.k. 2km djúp, en þó væri ekki hægt að útiloka að hraunlög væru einnig þar í nokkrum mæli. Mynd 3 sýnir línurit af þyngdarprófil frá landi út í eyju og túlkunarvalkost sem gefur lágmarksþykkt á setlögnum.

Hin bröttu jarðlagamót í suðurjaðri setlagadældarinnar má skýra með víxlhengi eða mjóu brotabelti, sem kemur fram á landi við Húsavík, svokölluð Húsavíkurmisgengi. Þaðan ganga þau í VNV-læga stefnu milli Flateyjar og lands og líklega áfram vestur á móts við Skaga. Jarðskorpan norðan sprungunnar hefur færst til austurs miðað við landið sunnan hennar, og upphleðsla þykkra setlaga orðið möguleg vegna jarðsigs samfara þessum hreyfingum. Rannsóknir benda til að hreyfingar þessar hafi staðið yfir síðustu 6-7 millj. ár, en úr þeim hafi verulega dregið fyrir einni millj. ára, þó enn greinist jarðskjálftavirkni á sprungunni (Kristján Sæmundsson, 1974 og 1979)

3 RANNSÓKNIR - YFIRLIT OG FORSENDUR

Forsenda borunarinnar og rannsókna er henni tengjast, er leit að olfu, en frá upphafi þótti ólíklegt að olfulind kæmi beinlínis fram í holunni. Flatey er, að því er best er vitað, eina þurrlendið yfir fyrrgreindri setlagadæld, og borun einmitt þar réttlætist einungis af því að það er ódýrasti kosturinn. Almennt má ætla að olfa safnist saman undir 1/100 hluta flatarmáls setlagadældar, oftast á því dýptarbili þar sem olfumyndun fer fram. Líkur á því að finna olfulind í svo grunnri holu, sem stungið er niður af handahófi og þar að auki nærri virkum misgengjum, eru e.t.v. 1/1000, jafnvel þótt olfa væri til staðar í setlagadældinni. Því þótti rétt að líta á borunina fyrst og fremst sem jarðlagakönnun, og miða rannsóknir við öflun upplýsinga sem gætu varpað ljósi á myndunarsögu setlaganna.

Borholunni var valinn staður við vitann á austurströnd eyjarinnar. Mynd 2 sýnir kort af eyjunni, en mynd 1 gefur yfirlit af svæðinu. Staðsetningin miðaðist við að komast sem lengst norður frá brotabeltinu, en einnig varð að taka tillit til færðar og annarra aðstæðna.

Undirbúningur rannsókna fólst í athugun á rannsóknaraðferðum við olfuborun, en reynsla á því sviði er takmörkuð hér á landi. Meðal annars var Olfustofnunin í Noregi heimsótt, og þar var leitað ráða. Rannsóknnum við FL-1 má skipta í þrjá hluta, þ.e. jarðfræðilega greiningu kjarnans, borholumælingar og sýnamælingar. Meðan á borun stóð var kjarninn skrásettur og greindur, til þess að ákvarða setlagagerð og myndunarumhverfi, og hvort það er hagstætt olfmyndun. Jarðfræðingur á borstað var Margrét Kjartansdóttir. Leitað hefur verið ráðgjafar Jóns Eiríkssonar jarðfræðings við Háskólann, einkum til að gera samanburð við setlög á Tjörnesi. Til styrktar jarðfræðilegu greiningunni þarf að gera K/Ar-aldursgeiningar á sýnum úr hraunlögum staflans, og einnig segulstefnumælingar.

Mælt verður í sýnum hversu mikið lifrænt efni er í berginu. Meðan á borun stóð varð hvorki vart við olfugas né brák, að því er fundið var með skilningarvitunum, en nákvæmari mælitæki voru ekki við hendina.

Þeir eiginleikar bergsins sem kallast poruhluti (þ.e. sá hluti bergsins sem er holrúm) og lekt, eru mikilvægir í sambandi við olfuleit. Þessa eiginleika þarf að mæla í sýnum, en borholumælingar gefa einnig mat á poruhluta, ásamt fleiri eiginleikum. Hitastig ræður einnig miklu um myndun olfu. Hitastig holunnar var mælt reglulega í borhléum, svo betur mætti meta ótrufaðan hitastigul. Einnig verður reynt að ráða í fornt hitafar bergsins með athugun á þeim steindum sem eru hitastigsvísar.

4 BORUN OG KJARNATAKA

Jarðbor sá sem notaður var til verksins er bor JBR af gerðinni Crelius (nr. 1), kallaður Drífandi, undir stórn Hreins Sigurðssonar. Borinn er lítill af jarðbor að vera, og er komið fyrir á vörubílspalli. Tæki þetta hefur einkum verið notað við borun rannsóknarhola við fallvatnsvirkjanir. Borholan í Flatey náði 554m, sem slagar hátt upp í það hámarksdýpi sem borinn getur náð með góðu móti. Borinn dugar því aðeins við tiltölulega grunnar holur, en hefur það fram yfir stærri bora á landinu að nota svokallaða "wireline"-aðferð. Með henni má ná upp samfelldum kjarna á fljótleigan hátt, en borkjarni auðveldar mjög greiningu jarðlaga.

Framkvæmd borverksins hófst 2.9.'82 með flutningi borsins til Akureyrar. Þann 8. sama mánaðar var hann fluttur út í eyju, og borun stóð frá 9.9. til 15.10., en þar af var frí í 6 daga. Leiðangurinn kom aftur til Akureyrar 21.10. Hinn eiginlegi borunartími var því um 31 dagar, en flutningur undirbúningur og samantekt á borstað tók eina 11 daga. Framan af var aðeins dagvakt starfandi við borinn, en síðasta

úthaldið, 11 daga, var borað dag og nótt á tveim vöktum. Meðalafköst á 12 tíma vakt voru um 13.2m. Borunin gekk stórslysaust, fyrir utan alvarlega bilun í lokin sem stöðvaði borunina endanlega. Það kom þó ekki verulega að sök, þar sem bæði fé og geta borsins voru að þrotum komin.

Flutningaskipið Drangur var notað við þungaflutninga út í eyju, en þeir voru nokkuð erfiðir. Ljóst er að ekki má mikið vera að sjó, svo losun og lestun í Flatey verði ekki erfið og hættuleg. Fólks- og vistaflutningar voru með flugvél til Akureyrar, en einnig með vélbát til Húsavíkur.

Holan var ekki fðruð nema efstu 1,2 metrana með 6" röri. Steypt var í holuna á eftirfarandi dýptarbilum: 1,2-8,5 , 0,5-20,3 , 24,0-51,6 og 40,0-134,4m. Setlögin skárust yfirleitt vel og hratt með þeim demantsborkrónum sem notaðar voru. Borstangir voru af NQ-gerð, en þær taka kjarna 47,6mm að þvermáli, og bora 75,7mm holu. Kjarnarör voru 10 feta löng. Erfitt er að fullyrða um hvort hrun hafi orðið úr holuveggjum. Þar sem víddarmæling tókst illa. Þó má ætla að holan standi vel, nema vitað er um skáp á 50-52m dýpi, þar sem holuvídd er tvöföld. Hugsanlegt er að holunni halli 10-20 gráður frá lóðréttu, en ekki voru mælitæki á staðnum til að staðfesta það.

Kjarninn heimtist vel, en í heild er kjarnaheimta um 96%, og megnið af tapinu er á efstu 66 metrunum þar sem bergið er linast. Þar fyrir neðan er kjarnaheimta um 99%. Sums staðar er kjarninn þó sprunginn og kurlaður, líklega bæði vegna veikleika í berginu og vegna átaka við borun og meðhöndlun.

5 JARÐLÖG KJARNANS

Kjarninn úr FL-1 er að mestu setlög, en einnig finnast þrjú basalhraunlög. Að magni til skiptist bergið eftir gerðum á eftirfarandi hátt: siltsteinn 45%, sandsteinn 30%, völuberg 18% og basalhraun 7%. Þessi skipting er í samræmi við jarðlagasniðið á mynd 4, en það er nokkuð einfaldað og sýnir laqskiptinguna í stórum dráttum. Sniðinu er skipt í 17 einingar, og þeim er lýst í viðauka hér að aftan. Skipting þessi er einkum hugsuð til að auðvelda frásögn, fremur en að hún taki mið af myndunarsögu. Í neðri helmingi sniðsins eru tiltölulega fínkornótt setlög ríkjandi. Þar ber mest á tveimur siltsteinslögum um 80-90 m þykkum, en á milli þeirra koma inn grófkornótt lög og eitt hraunlag á 390m dýpi. Í efri helmingi sniðsins eru sandsteinn og völuberg ráðandi, og efst eru tvö hraunlög.

Hingað til hafa ekki fundist skeljar eða surtarbrandur í kjarnanum, og því ekki hægt að styðjast við slíkt til að ákvarða myndunarmhverfi eða aldur. Aldur jarðlaganna er ekki þekktur, en K/Ar-aldursgreiningar á hraunlögum gætu bætt úr

því. Einfaldar mælingar á segulstefnu í hraunlögnum benda til að þau hafi öll öfuga stefnu. Ef treysta má þeim niðurstöðum (hægt væri að gera áreiðanlegri mælingar væri hægt að gera, hljóta jarðlögin í kjarnanum að vera eldri en 0,7 millj. ár.

Hugmyndir um túlkun setlagasniðsins eru enn lausmótaðar, svo sem greining myndunarumhverfis og sögu. Þær hugmyndir sem hér eru settar fram á að líta á sem tilgátur til frekari rannsókna, en ekki endanlegar niðurstöður. Kjarninn sýnir fjölbreytilega lagskiptingu, og bendir til örra breytinga sjávarstöðu. Almennt má álykta að hin fínkornóttu setlög (siltsteinn) setjist til í kyrrstæðu vatni, líklega á sjávarbotni. Grófari setlög, sandsteinn og völuþberg, benda til myndunar nærri ströndu og e.t.v. á landi. Þá má ekki gleyma hugsanlegum áhrifum Ísaldarjökulsins á upphleðslu jaðlaganna. Jökull getur bæði rofið og lagt niður setlög (jökulþberg). Höfundum finnst líklegast að jarðlögin úr borholunni séu frá fyrri helmingi Ísaldar og edurspegli sveiflur sjávarstöðu og annarra áhrifavalda setlagamyndunar milli hlý- og kuldaskeiða. Sem stendur er bó ekki grundvöllur til að afmarka slík skeið í sniðinu. Þörf er á nákvæmari athugunum á gerð og uppbyggingu setlaganna, og einnig efna-, segulstefnu- og aldursgreiningum. Reyna þyrfti að finna leyfar lífvera í setlögnum, bæði skelja og örlífvera.

Ef rétt reynist að setlögin undir Flatey séu mynduð á Ísöld og jafnframt eldri en 0,7 m.á., væri helst að leita hliðstæðu þeirra á norðanverðu Tjörnesi, í neðri hluta jarðlagasyrpu sem kennd er við Breiðuvík (Jón Eiríksson, 1981). Jarðlög þessi eru talin vera 2 m.á. og yngri (Kristinn Albertsson, 1978). Lítið finnst af skeljum í þessum lögum, og kemur það heim og saman við Flateyjarsetin. Undir Breiðuvíkurlögnum eru Tjörneslögin, um 2,5-4 m.á. gömul. Þau eru skeljaauðug og hafa sest til í grunnnum sjó og nærri ströndum.

Rannsóknir benda til þess að Húsavíkurmisgengin og framhald þeirra til vesturs hafi verið víxlgenqi eða þverbrotabelti sem tengdi gliðnunarbeltin á Norðurlandi og Kolbeinseyjarhrygg. Fyrir um 1 m.á. dró mjög úr hreyfingum á því brotabelti, þegar brotavirkni færðist norðar á landgrunnið (Kristján Sæmundsson, 1974). Hugsanlega mætti túlka jarðlagasniðið úr Flateyjarholunni í samhengi við þessa atburði á þann hátt að dregið hafi úr landsigi og setlagaupphleðslu þegar víxlhreyfingar á brotabeltinu minnkuðu. Hin mikla þykkt setlaganna (áætluð 2-4 km), og þykk siltlög í neðri hluta holunnar, bendir til þess að svæðið hafi framanaf sigið mjög ört. Grófkornóttari setlög og hraunlög efst í holunni gefa vísbendingu um að síðan hafi hægt á landsigi, og að það hafi verið óverulegt eftir að efstu hraunin runnu, eða í a.m.k. 0.7 m.á.

Í jarðlögum undir Flatey eru merki um gosvirkni, og bera

hraunlögin þar gleggst vitni um. Ekki er vitað um ungar eldstöðvar á landi sunnan Flateyjar, en mögulegt er að gosið hafi á brotabeltinu í næsta nágrenni eyjarinnar. Þá er einnig hugsanlegt að hraunin hafi runnið langt að úr norðri, eða jafnvel suð-austan frá gosbeltinu.

6 BORHOLUMÆLINGAR

Í borholum má mæla ýmsa mikilvæga eðliseiginleika bergsins með því að slaka mælitækjum niður í holuna og mæla tiltekna stærð sem fall af dýpi. Borholumælingar þykja ómissandi við olfuboranir. Þó fjárveiting fengist ekki til, var ákveðið að gera slíkar mælingar strax í lok borunar, þegar aðstaðan er best og áhættan minnst. Úrvinnsla gagna dregst þó vegna þessa fjárskorts.

Mælingarnar voru gerðar með sérstökum mælingabíl, um fjórum sólarhringum eftir að borun lauk. Eftirfarandi stærðir voru mældar: vídd holu, hitastig, mismunarhiti, náttúruleg gammageislun, rafviðnám (16" og 64" bil), eðlisþyngd (gamma-gamma) og poruhluti (n-n). Meðan á borun stóð var hitastig mælt reglulega í borhléum.

Mælingarnar gengu vel, og virðast gefa markverðar niðurstöður. Undantekning er þó víddarmælingin, en hún heppnaðist ekki nema í efstu 50-100 metrunum. Það gæti hugsanlega stafað af því að holunni hallar, og þá e.t.v 10-20 gráður. Það er þó engan veginn sannað, því hallamælingu vantar.

Nákvæm túlkun mælinganna verður að bíða þar til tölræn frumvinnsla þeirra hefur farið fram, en ýmsar almennar ályktanir má draga af þeim á þessu stigi. Eðlisþyngdar-, poruhluta- og viðnámsmælingar endurspeglar lagskiptinguna eins og hún greinist í kjarnanum. Þetta á við um alla stærri drætti, og að miklu leyti um fingerðari skiptingu. Góður kjarni fékkst úr holunni, og því gefst sérstakt tækifæri til að kanna samsvörun mælinga og berggerða. Slíkar niðurstöður mundu styrkja greiningu jarðlaga við frekari boranir í setlagadældina, einkum ef kjarni næst ekki.

Úrvinnsla hitamælinga er komin vel á veg. Einkum er mikilvægt að lesa úr þeim hitastigul í jarðlögunum, en hann reynist vera nærri 50 C/km. Hitastig bergsins er að vísu ekki komið í jafnvægi eftir kælinguna við borunina, svo tala þessi er út leidd af þeim hitamælingagögnum sem aflað var meðan á borun stóð. Öll borhlé voru nýtt til að mæla bæði hitastigsferla niður holuna og upphitunarferla í holubotni á hverjum tíma. Ætla má að gögn þessi gefi gildi hitastiguls sem er nærri réttu laqi. Samt sem áður væri æskilegt að endurtaka hitamælingu í holunni síðar, þegar hitajafnvægi er náð. Um leið þyrfti að mæla halla holunnar og reyna víddarmælingu á

ný. Það yrði líka fróðlegt að mæla hljóðhraðann í berginu, en þær upplýsingar gefa endurkastsmælingum á svæðinu aukið gildi.

7 UMRÆÐA OG NIÐURSTÖÐUR

Á þessu stigi rannsókna virðist líklegast að setlagastaflinn sem fram kom í holu FL-1 sé frá ísöld, gróft áætlað 1-2 millj. ára gamall. Í staflanum skiftast oft á fín- og grófkornótt setlög, siltsteinn og sandsteinn/völuberg, en það bendir til þess að sjávarmál hafi verið óstöugt á myndunartímanum. Sjávarstöðubreytingar voru einmitt mjög örar á ísöld vegna breytilegrar stærðar jökla á kulda- og hlýskeiðum. Setlögin á þessum stað virðast einkum vera grunnsævis- eða jafnvel landmyndanir.

Setlögin virðast ekki sérlega líkleg til myndunar eða geymslu olfu, en þörf er á frekari rannsóknum svo fullyrða megi um það. Lífræn efni safnast helst í leirstein, en eiginlegur olfuleirsteinninn finnst ekki í kjarnanun frá Flatey. Sandsteinn er til staðar, en poruhluta- og lektarmælingar verða að skera úr um hvort hann gæti verið heppilegur sem geymsluberg fyrir olfu. Þá er spurning um hvort nokkurt lagið sé nógu þétt til að geta dugað sem þakberg yfir olfugeymi. Minna má og á að undir Flateyjarsundi er brotabelti, sem enn er virkt jarðskjálftasvæði. Ef sífelld sprungumyndun hefur af þessum orsökum orðið á svæðinu, mundi það líklega leiða af sér tap á olfu og gasi, sem safnast hefði þar saman.

Borunin hefur staðfest að undir Flatey eru setlög, en að öðru leyti hafa líkur á tilvist olfu ekki styrkst. Hins vegar má minna á að myndun olfu verður aðeins á ákveðnu dýptarbili, sem ræðst af hitastigli í jarðlögunum, og samsöfnun olfu er algengust þar í nánd. Ef marka má hitastigul eins og hann er í dag, þarf borun að ná vel niður fyrir tvo kílómetra til að komast í olfumyndunarbilið.

Líklegt er að dýpri hluti hins þykka setlagastafla undir Flatey sé frá því fyrir ísöld, og að bergið sé þar nokkuð frábrugðið setlögunum úr FL-1. Aftur á móti má búast við að land hafi alltaf verið í nánd, og tiltölulega grófkornótt setmyndun verið ríkjandi. Ekki er hægt að segja um hversu dæmigerð jarðlögin í holu FL-1 eru fyrir setlagadældina undan Mið-Norðurlandi. Til þess að ákvarða stærð hennar og jarðlagaskipan þarf frekari jarðeðlisfræðilegar mælingar, einkum endurkastsmælingar.

HEIMILDASKRÁ

Jón Eiríksson, 1981. Lithostratigraphy of the upper Tjörnes sequence, North Iceland: The Breiðavík Group. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík 1981, 37 pp.

Kristinn J. Albertsson 1978. Um aldur jarðlaga á Tjörnesi. Náttúrufræðingurinn, 48, 1-8.

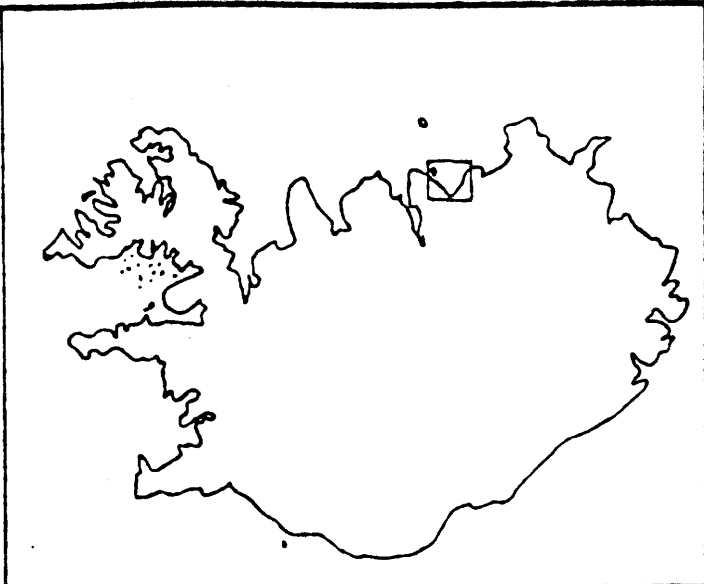
Kristján Sæmundsson, 1974. Evolution of the Axial Rifting Zone in Northern Iceland and the Tjörnes Fracture Zone. Geol. Soc. Am. Bull., 85, 495-504.

Kristján Sæmundsson, 1979. Outline of the geology of Iceland. Jökull, 29, 7-28.

Lovísa Birgisdóttir, 1982. Ágrip af niðurstöðum jarðfræðikortlagningar á Flatey á Skjálfanda og Húsavík-Reykjahverfi. OS82018/JHD02 B.

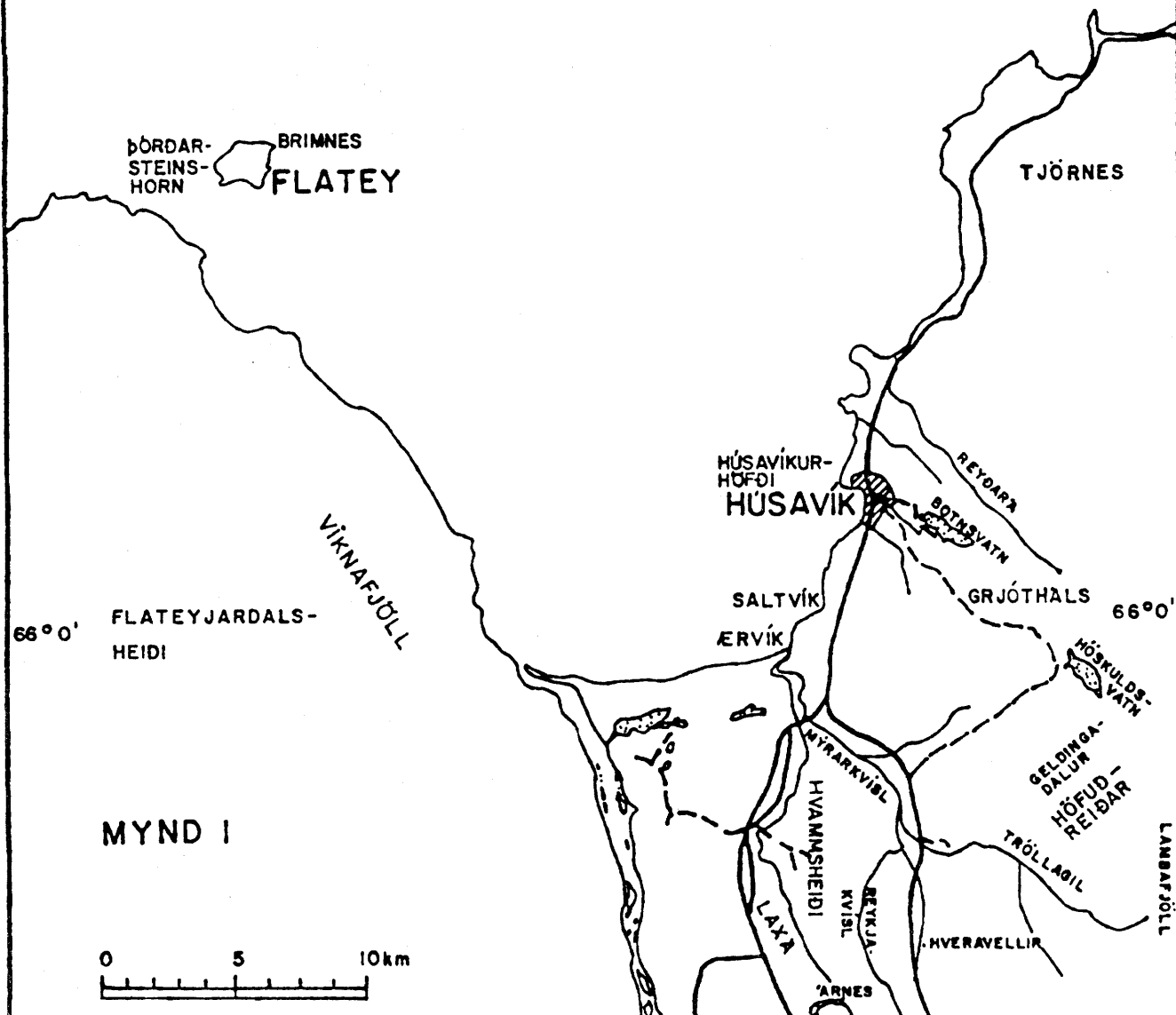


JHD·JK·6100·LB.
81.II.1392.em.

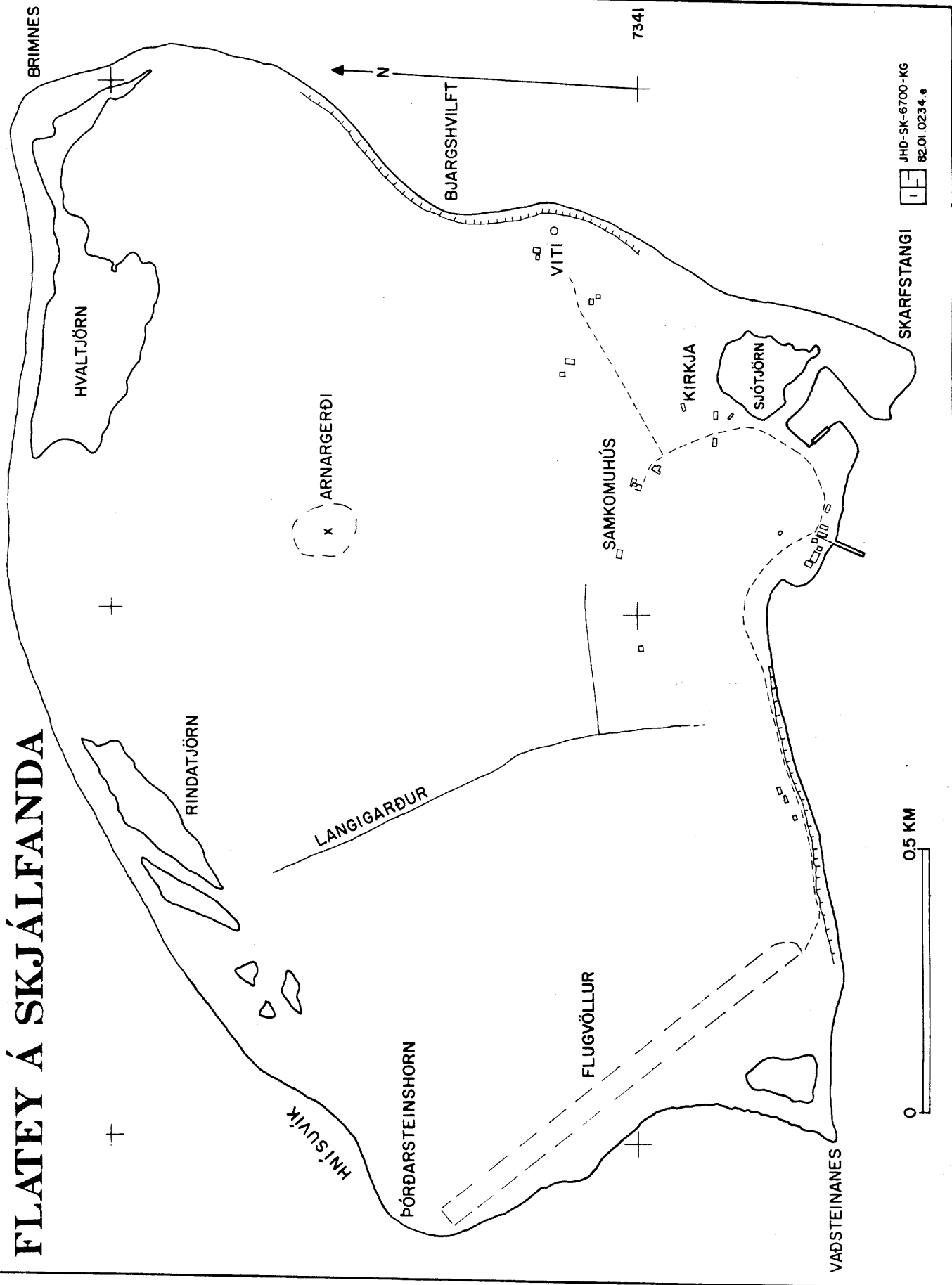


17° 30'

HÚSAVÍK FLATEY AFSTÖÐUMYND

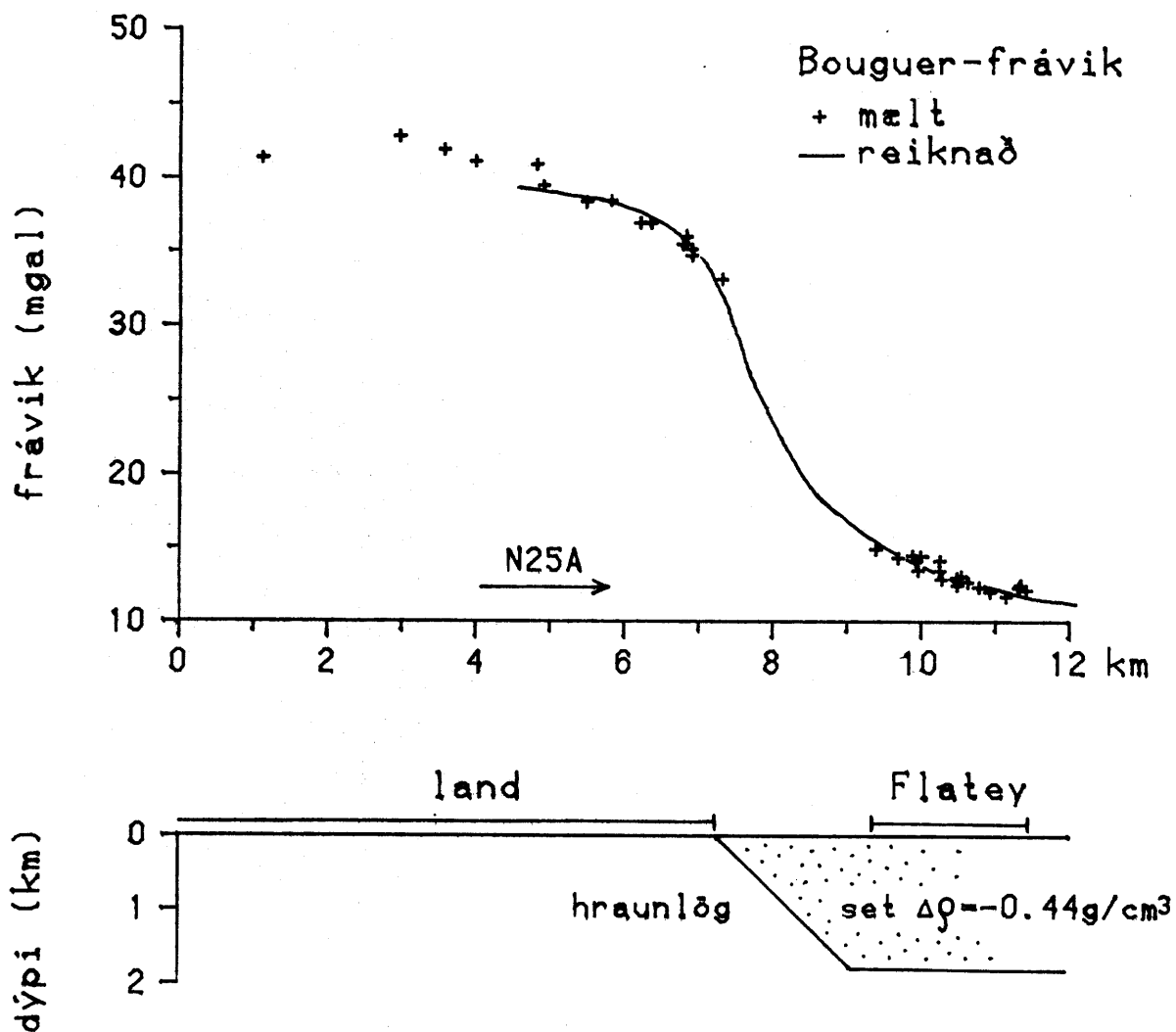


FLATEY Á SKJÁLFA NDA



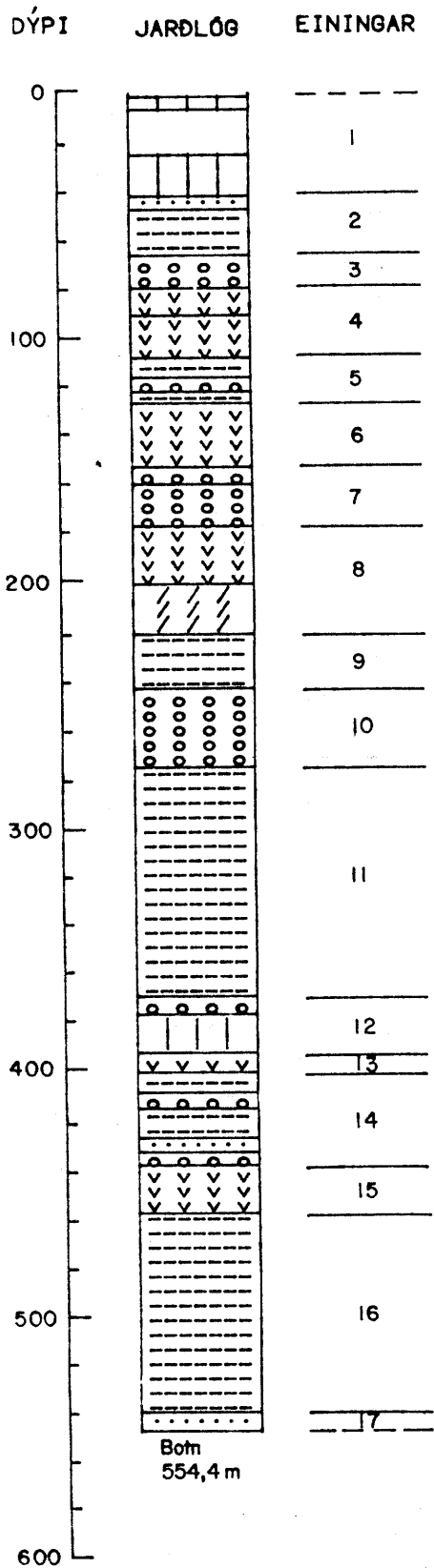
MYND 2. Landabréf af Flatey á Skjálfanda, dregið eftir loftmynd. Borhóla FL-1 er við vitann.

Þyngdarmælingar í Flatey og Flateyjardal



MYND 3. Bouguer-gildi þyngdarmælinga í Flatey og Flateyjardal. Öllum mælipunktum er varpað á snið með stefnu N25A. Túlkun byggir á forsendum sem gefa lágmarksþykkt fyrir setlagadældina, og minnstan halla á jaðrinum.

FLATEY Á SKJÁLFANDA HOLA I



Einfaldað jarðlagasnið og skipting
jarðlaga í einingar

Skýringar við jarðlagasnið:



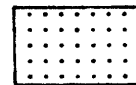
Fínkristallað basalt



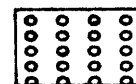
Glærríkur sandsteinn
með malarlínsum



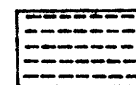
Túff



Sandsteinn



Völuberg



Siltsteinn, víða
sandborinn

MYND 4.

VIÐAUKI - JARÐLÖG Í HOLU FL-1.

Mynd 4 sýnir einfaldað jarðlagasnið af FL-1. Jarðlögum hefur verið skipt í 17 einingar eftir ráðandi berggerð, og ræður kornastærð einkum skiptingu. Lausleg lýsing þeirra fer hér á eftir. Byrjað er á yngstu (efstu) einingunni og endað á þeirri elstu. Dýptarbil og þykkt hverrar einingar er skráð fyrst.

Eining 1, 2-42m (40m), samanstendur af tveimur ólíkum basalhraunlögum. Á milli þeirra er lítt harðnað set.

Eining 2, 42-66m (24m). Efst eru tæplega 10m af misgrófum lítt hörðnuðum sandsteini. Þá taka við þunn lög af finkornóttum sand- og siltsteini. Neðstu 13m eru úr lítið lagskiptum blá- og gráleitum siltsteini, víða með "slump"-strúktúr.

Eining 3, 66-80m (14m). Hún einkennist af völubergslögum með 20-50cm þykkum skálaga sand- og siltsteinslögum á milli. Völnar eru af ólíkum uppruna, og talsvert rúnnaðar. Í neðstu 7m eru grænleitar sandsteinsvölur ráðandi.

Eining 4, 80-109m (29m). Í efri hlutanum er glerríkur sandsteinn með linsum af basaltmöl. Neðri hlutinn er að mestu leyti völuberg. Völnar eru yfirleitt vel rúnnaðar basaltvölur. Millimassinn er víða glerríkur.

Eining 5, 109-127m (19m). Efst eru um 8m af grábrúnum lagskiptum siltsteini og finkornóttum sandsteini. Þá taka við um 5m af sand og siltsteini með lítið rúnnaðum vólum. Neðst er siltsteinn. Efri hluti siltsteinsins er sprunginn, og með grófum sandsteinsfyllingum, en sá neðri er fínlagskiptur.

Eining 6, 127-153m (26m). Gerð úr glerríkum sandsteini með malarlögum inn á milli. Neðstu 3m eru glerkenndastir. Sprungur eru víða fylltar með hvítum útfellingum.

Eining 7, 153-178m (25m), er að mestu úr misþykkum völubergslögum. Á milli þeirra eru finkornótt sandsteins- og siltsteinslög, stundum skálaga.

Eining 8, 178-223m (45m). Glerrík sandsteinslög með linsum af basaltmöl, og einu 2m þykku völubergslagi. Hallandi lagskipting og hvítar sprungufyllingar eru algengar. Neðstu 20m eru túff, og neðst í því eru þunn lög af silt- og sandsteini.

Eining 9, 223-245m (22m). Gráleitur fínlagskiptur siltsteinn. Neðst eru þunn lög af finkornóttum sandsteini.

Eining 10, 245-277m (32m). Einkum völuberg. Völnar eru af ýmsum stærðum og gerðum, yfirleitt nokkuð rúnnaðar. Lítið er

af grunnmassa og sandsteinslög eru fá. Holrúm er víða á milli vala.

Eining 11, 277-372m (95m). Þessi er þykkasta einingin í kjarnanum, mynduð úr siltsteini og fínkornóttum sandsteini. Ýmsir strúktúrar eru í setinu, en fín lagskipting er algengust. Á sumum stöðum er eins og setið hafi vöðlast saman, en á öðru er líkt og að lögin hafi skotist hvert inn í annað, e.t.v. vegna mismunandi eðlisþyngdar. Í neðstu 20m eru fáar og dreifðar basaltvölur í siltsteininum.

Eining 12, 372-395m (23m). Efri hlutinn er úr völubergi, en sá neðri er basalhraunlag. Efst eru völnar smáar í grænleitun sand- og siltsteini. Völnar verða stærri og einsleitari eftir því sem neðar dregur. Mörk völubersins og basaltlagsins eru óglögg. Basaltið er gráleitt, þétt, fínkornótt og dflalaust. Sprungur eru algengar, og yfirleitt fylltar með grænleitum leirfyllingum.

Eining 13, 395-403m (8m). Nokkuð glerríkur sandsteinn með fáeinum malarlögum.

Eining 14, 403-441m (38m). Efst eru um 7m af brúnleitum siltsteini, ýmist lagskiptum eða ekki. Þá er 2m sandsteinslag og síðan völuberg með lítið rúnnum völlum. Í neðra siltsteinslaginu er dreif af smávöllum. Neðst er sandsteinslag með nokkuð rúnnum völlum.

Eining 15, 441-461m (20m). Nokkuð glerríkur sandsteinn. Í efstu 15m er nánast engin mól, en neðar eru malarlinsur. Glermagníð virðist fara minnkandi með dýpi. Víða eru hvítar sprungufyllingar.

Eining 16, 543-554m (82m). Lagskiptur siltsteinn og fínkornóttur sandsteinn. Inn á milli í lagskipta siltsteininum eru 20-30cm þykk lög af ólagskiptum sandsteini. Neðst verða sandsteinslögin meira ríkjandi.

Eining 17, 543-554m (11m). Efst eru þykk lög af mismunandi grófum og lítið lagskiptum sandsteini. Neðar er fíngert sandsteinsvöluberg. Völnar stækka heldur er neðar dregur. Holan endar í völubergi á 554,4m dýpi.