

ORKUSTOFNUN
RAFORKUDEILD

J A R D F R Æ D I

HAUKHOLTASVÆDIS VIÐ HVÍTA

with an English Summary

Eftir Birgi Jónsson

Reykjavík
Apríl 1969



J A R D F R A E D I

HAUKHOLTASVÆDIS VIÐ HVÍTA

with an English Summary

Eftir Birgi Jónsson

Reykjavík
April 1969

F o r m á l i

Skýrsla þessi er gerð af Birgi Jónssyni jarðfræðinema, sem ljúka mun prófi í jarðfræði í Manchester í Englandi á vori komanda. Útivinnuna stundaði hann á síðastliðnu sumri en skýrslan var gerð seinni hluta sumars og í haust. Samtímis því að þessi skýrsla er unnin fyrir Orkustofnun var þetta prófverkefni Birgis og hafði undirritaður eftirlit með verkinu.

Skýrsla þessi lýsir jarðfræði alls þess svæðis, sem til greina kemur í sambandi við virkjunarstað pann í Hvítá, sem yfirleitt er kenndur við Haukholt. Þau stíflustæði, sem mest hafa verið rædd eru stíflustæði á sniði F-F¹ og H-H¹. Er hið seinna yfirleitt kennt við bæinn Hvítárdal. Við athugun á gljúfrinu virðist, að ekki komi síður til greina stíflustæðið G-G¹ en á því er áin í tveimur álum skiftist þar um mikinn klettahólma í miðri ánni. Þessi klettahólmi kemur ekki fram á kortinu 1:20 000 heldur að það nánast sýnt sem eyri í stað 20 m hás kletts.

Ekki bendir skýrslan til þess, að jarðfræðileg vandamál séu mikil í sambandi við stíflugerðir í gljúfrunum. Bergsstaðasetið er að vísu á efsta stíflustæðinu F-F¹ en það virðist gott þétt berg. Víðast hyar er sprunga eftir ánni og á tveimur neðri stíflustæðunum eru tvö sprungukerfi. Verið getur að farvegur árinnar sé eitt-hvað niðurgrafin og fylltur aftur með möl en ekkert bendir til þess, að það sé mjög djúpt því niður við Grófarfjall er klöpp að sjá í öllum farveginum á kafla.

Helzta lekaleið er í gegnum grófu flóðsetsmölina norðan Brúarhlaða yfir í Einholtslæk. Þetta er atriði, sem þarf sérstakrar athugunar við ef hátt er stíflað.

Reykjavík 1. apríl 1969

Haukur Tómasson

E f n i s y f i r l i t

	Bls.	1
INNGANGUR		
1. ÁGRIP AF JARDFRÆDI ÍSLANDS	"	3
2. HREPPAMYNDUNIN	"	4
3. BERGRUNNUR HAUKHOLTASVÆDISINS	"	6
A) Hvítárlög	"	6
B) Brúarhlæðabreksían	"	9
C) Tungufljótslög	"	11
4. JARDLAGAHALLI	"	13
5. BROTAÐÍNUR	"	14
6. JARDSKJÁLTAR	"	16
7. SEGULSTEFNUSKEIÐ	"	16
8. JARDHITI	"	21
9. LANDMÓTUN	"	22
10. LAUS JARDLÖG	"	25
KORT OG ÞVERSKURÐIR	"	
ENGLISH SUMMARY	"	
HEIMILDASKRÁ- REFERENCES	"	

I N N G A N G U R

Skýrsla þessi fjallar um jarðfræði Haukholtasvæðis í Árnессýslu, þ.e. svæðisins meðfram Hvítárgljúfri, ofan frá Brúarhlöðum og niður að Kópsvatnseyrum. Austan Hvítár takmarkast svæðið í grófum dráttum af þjóðveginum, en að vestan er tekinn meginhluti eystri tungu Biskups-tungna allt til Tungufljóts.

A allri þessari leið rennur Hvítá í gljúfri, sem er lægst um mið og neðri hluta svæðisins. Frá Brúarhlöðum og niður undir Hvítárdal er gljúfrið 30-40 metra djúpt, en þar fyrir neðan 15-25 metrar. A allri þessari leið, sem er um 11 km, er enginn foss í ánni, en vatnið fellur úr 87 metrum ofan Brúarhlaða, niður í um 57 metra á Kópsvatnseyrum, eða 30 metra fall. Meðalrennsli Hvítár við Brúarhlöð er rúmlega $120 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Svæðið, sem athugað var, nær að Tungufljóti á 5 km löngum kafla, eða frá mynni Hríslækjar og upp fyrir flúðirnar á móts við Einholt. Neðarlega á þessu svæði er fossinn Faxi, um 5-7 metra hárr, og neðan hans rennur Tungufljót í grunnu gljúfri um 1,5 km leið. Er eystri barmur gljúfursins mun lægri en sá vestari, eða 8-10 metrar á móti um 20 metrum. Stafar þetta af misgengi, en án rennur þarna eftir brotalínu. Fallið á þessum 5 km er úr 87 metrum niður í 55 metra, eða 32 metrar. Meðal-rennsli síðustu ára í Tungufljóti við Faxa hefur verið nálægt $40 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Skýrsla þessi og jarðfræðikort, sem henni fylgir, eru gerð fyrir Orkustofnun og umsjón með verkefninu hafði Haukur Tómasson jarðfræðingur. Útivinna í sambandi við kortagerðina var framkvæmd í júlí og ágúst 1968. A Haukholtasvæðinu hefur ekki áður farið fram skipuleg jarðfræðiathugun, en ýmis rit um nærliggjandi svæði eða efri hluta Árnessýslu í heild gefa nokkrar heimildir um þennan hluta (t.d. Trausti Einarsson 1962, Þorleifur Einarsson 1965 og 1968, Guðmundur Kjartansson 1943, 1949 og 1961, Haukur Tómasson 1966 og 1967, sjá heimildarskrá á öftustu blaðsíðu).

ÁGRIP AF JARDFRÆÐI ÍSLANDS

Elzta jarðmyndun Íslands er blágrýtismyndunin, sem er hlaðin upp úr hraunlögum mynduðum í miklu flæðigosum á tertiertíma. Helstu blágrýtissvæðin eru Austurland og nær allur norðvesturhluti landsins, eða frá Faxaflóa til Skjálfanda. Eru þessi svæði samtals rúmlega helmingur af flatarmáli landsins.

Á belti þvert yfir Ísland, frá Norðausturlandi til Suður- og Suðvesturlands, eru jarðmyndanir frá kvartertímanum, þ.e. ísöld og nútíma. Skipta má jarðmyndunum frá kvarter í þrennt:

- a) Eldri grágrýtismyndunin, sem er að mestu frá fyrrri- og miðhluta ísaldar.
- b) Yngra grágrýtið og móbergið, sem eru frá síðari hluta ísaldar.
- c) Hraun runnin á nútíma.

Kvartermyndunin er talin vera fremur þunn og kemur tertiert blágrýti f ljós t.d. á Tjörnesi og í Búrfelli við Þjórsá, en blágrýtissvæðin tvö eru talin ná saman undir kvarterlögunum. Berggrunnurinn á Haukholtasvæðinu tilheyrir eldri grágrýtismynduninni, sem er víða að finna á Suðurlandi. Þar hefur hún bezt verið könnuð uppi í Hreppum og er oft kennd við þá og kölluð Hreppamyndunin.

2. HREPPAMYNDUNIN

Þessi myndun nær yfir svæði, sem takmarkast af Köldukvísl að austan og nær vestur yfir Hvítá. Hún er talin vera undir öllu láglendi í Biskupstungum og nærsvetum. Norður við Hvanngiljafoss í Þjórsá leggjast yngri jarðlög ofan á, en þau tilheyra yngri grágrýtismynduninni.

Hreppamyndunin mun að mestu hafa orðið til á kvartertíma, en þó eru neðstu lögir talin vera síðertíier. Plöntuleyfar hafa fundizt á stöku stað; meðal annars í surtar-eða leirbrandi við Bergsstaði í eystri tungu Biskupstungna.

Hreppamyndunin hefur að geyma aðallega þrennssonar myndanir:

- a) Basaltlög, sem munu vera a.m.k. helmingur af þykkt myndunarinnar.
- b) Gosmóberg
- c) Setlög.

a) Basaltið er oftast fremur fínkornótt, og þá nefnt blágrýti en stundum er það svo grófkornótt, að hver kristall verður greindur með berum augum. Er það þá ljósara á litinn en blágrýtið, og kallað grágrýti (dólerit). Einnig eru til öll millistig milli þessara tveggja gerða. Basaltið er oft dílótt, og er þar aðallega um að ræða feldspatdíla. Einnig eru auk þeirra ólivíndílar í sumum lögnum, og sjást bezt í þeim lögum, sem minnst hafa veðrast.

Basaltlögir eru yfirleitt stuðluð, en misjafnlega heilleg. Stuðlarnir eru ætíð þvert á kólnunarflötinn. Kleyfni í basaltinu er þvert á stuðlana (basal cleavage) þessi kleyfni orsakast af einskonar lagskiptingu, sem myndast

við það, að eftir að yfirborð hrauns storknar, heldur kvikan áfram að renna undir storkupakinu og yfir botn-storkunni. Síðan bætast smáum saman við lög á þak og botn, og á nokkrum tíma getur gerð kvikunnar breytzt lítillega, og einnig raða vissir mineralar sér í ákveðnu plani á kólnunaryfirborðinu. Basaltið verður þá straumflögótt (helluberg), og vegna veðrunar-áhrifa springur þetta berg sundur í hellur, hornrétt við stuðlana.

Sumt basaltið er gert úr mjög fínkornóttu, blöðrulausu og smástuðluðu bergi, er nefnist kubbaberg. Finnst það bæði í móbergsfjöllum, og hraunlögum, og eru skiptar skoðanir um myndunarhátt þess.

b) Gosmóbergið er aðallega túff og breksía. Túffið er að langmestu leyti myndað úr basaltösku, sem er svört nýfallin. Askan er aðallega óstöðugt basaltgler, sem breytizt að nokru í brúnt myndlaust efni (mineraloid) er nefnist palagónít, fyrir utanaðkomandi áhrif, t.d. vatns og hita. Gerist þetta við ýmskonar efnabreytingar (t.d. hydration, oxidation og devitrification). Af þessu fær móbergið hinn brúna lit sinn.

Gosbreksía (primary breccia - agglomerate) er mynduð úr lausum gosefnum með mjög mismunandi kornastærð. Í breksiunni eru oft basaltívöf og bólstramyndanir, en millimassinn er oftast fín palagonítaska. Til eru öll millistig frá hreinu tuffi upp í bólstraberg.

c) Setlögin eru bæði jökulberg (þ.e. harnaður jökul-ruðningur) og vatnaset.

Vatnasetið er yfirleitt völuberg með ívöfum af sandsteini. Þessi lög eru yfirleitt skálögótt, sem bendir til þess, að þau hafi setzt til í rennandi vatni.

A svæðinu við Hvítá virðist jökulbergið vera algengasta setlagamyndunin og er einkennandi við það, að lítið mótar fyrir lagskiptingu í því. Kornastærðin er frá hnnullungum allt að 1 metra í þvermál, en algengasta stærð á steinunum er 2-5 cm. Millimassinn er méla, sem er mjög hörð. Erfitt er að finna ótvíræðar jökulrispur á steinum í jökulberginu og á undirlagi þess.

3. BERGGRUNNUR HAUKHOLTASVÆDISINS

Berggrunninum á Haukholtasvæðinu hallar til VNV og má skipta honum í þrjá hluta: Mestur hluti hans eru Hvítárlögin, sem eru að mestu tholeitisk basaltlög með millilögum. Nyrzt á svæðinu er Brúarhláðabreksian, sem er gosmóberg og er líklega frá þeim tíma er yngri hluti Hvítárlaga myndaðist. Yngstu löginn á svæðinu eru Tungufliðslögin, sem eru úr olivínbasalti og eru mislæg ofan á Hvítárlögunum (sjá jarðfræðikort og þverskurði bls.)

A) Hvítárlögin

Langstærstur hluti berggrunnsins á Haukholtasvæðinu eru Hvítárlögin. Að sunnan og austan ná þau út fyrir endamörk svæðisins; til norðurs ná þau upp undir Brúarhlöð og að vestan takmarkast þau af Hrísholti. Einnig má sjá basalt úr Hvítárlögunum á stöku stað undir Faxagrágrýtinu vestan Hrísholts. Elztu löginn á Haukholtasvæðinu eru neðstu Hvítárlögin.

Hvítárlögin eru bæði hraunlög og millilög. Hraunlögin eru þó mun meiri að vöxtum og eins standast þau betur veðrun, svo að nær alls staðar, þar sem opnur eru í berggrunninn sér í basalt. Millilögin sjást ekki nema í brattlendi, þar sem þau koma fram undir basaltlögunum. Mjög oft tekur þó við skriða, strax og basaltlaginu sleppir, svo að erfitt er að sjá, hvort millilag er undir hraunlaginu, eða ef í millilag sézt, hversu þykkt það er.

Millilögin: Yngsta millilagið í Hvítárlögunum, sem sjáan-legt er, má kalla Bergstaðaset (BS). Nær það alla leið frá Langási og Bæjarási við Bergsstaði og norður að Brúarhláðabreksíunni. Hverfur lagið undir árborðið á vesturbakkanum tæplega 1 km fyrir neðan brúna. Það kemur einnig fram í læk á mótum Hvítárlaganna og Brúarhláðabreksíunnar vestan Skerslis. Virðist þetta lag hafa veðrast úr breksíunni. Kemur þetta lag vel í ljós í gljúfrinu um 1 km fyrir ofan Haukholt, þar sem ráðgert er að aðalstífla fyrirhugaðrar virkjunar verði reist. Kemur þetta lag einnig fram rétt austan við bæinn á Drumboddsstöðum. Lag þetta er sérstakt að því leyti, að það er yfirleitt tvískipt. Neðri hlutinn er mjög dökkur leirsteinn, sem er svo ríkur af kolefnis-samböndum, að hann er brennanlegur. Efri hlutinn er svo brúnleitt lagskipt túff, sem er mun grófara en neðri hlutinn. Er það mjög svipað millimassanum í Brúarhláðabreksíunni. Beztu opnurnar, sem sýna þessa skiptingu eru rétt sunnan Bergsstaða, og í fyrirhuguðu stíflustæði ofan Hauholts.

Sunnan Bergsstaða er um 2ja km löng opna í lag þetta vestan í Langási og Bæjarási, og hverfur lagið inn undir túnbrekku naðan við bæinn. Er opna þessi rofin á einum stað, þar sem heitir Markardalur (sjá þverskurð A), en þar hleypur opnan 120 metra til austurs vegna misgengis, þar sem austurbarmurinn hefur sigið um 35 metra.

Í vestari gljúfurveggnum á stíflustæðinu ofan Haukholtar kemur þetta lag vel fram, og er þar a.m.k. 15 metrar á þykkt (sjá þverskurð F). Í eystri gljúfurveggnum er þetta lag um 10 metrum neðar en í vesturveggnum, en það ætti að vera þó nokkuð ofar vegna laghallans.

Virðist því vera um að ræða mikið misgengi eftir gljúfrinu á þessum stað, þar sem eystri barmurinn hefur sigið, svo að tugum metra nemur (~ 30 m).

Flest þau millilög, sem opnur eru í á svæðinu frá BS laginur og austur fyrir Hvítá, er jökulberg (TL), eða harnaður jökulruðningur. Er hann helzt að finna í Grófarfjalli og einnig gegnt því vestan Hvítár, t.d. við 300 metra víxlgengi, sem gengur þarna yfir gljúfrið. Lög þessi eru lítt sem ekkert lagskipt, og kornastærðin í hverju lagi er allt frá smávöldum upp í hnnullunga um 1 metra í þvermál. Millimassinn er finn, grár leirsteinn, sem er orðinn mjög harður. Öll eru þessi jökulbergslög ákaflega keimlík, og eflaust tilheyra sumar af þessum opnum sama laginu. Hið austasta og elzta af þessum jökulbergslögum er nokkuð þykkt og myndar efri hluta klettabeltanna í austanverðu Grófarfjalli, milli Skollagrófar og Skipholts. Undir þessu neðata jökulbergslagi er eitt fremur þunnthraunlag, og síðan kemur nokkuð þykkt (um 8 metra) setlag. Er það mestmegin brúnleitt, vatnslagt túff (eða sandsteinn) og einnig völuberg (eða hnnullungaberg) með allt að 20-30 cm stórum steinum, flestum nokkuð ávöldum. Er túffið víxllaga, og hefur straumvatnið, sem bar það fram, komið úr norðaustlægri stefnu. Í völuberginu eru líka þunn lög af víxllaga sandsteini. Mætti kalla þetta setlag Grófarfjallsset (GS).

Basaltlögin: Þau eru mestur hluti Hvítárlaganna og eru flest öll mjög svipuð að gerð. Flest eru þau svo til dílalaus, en sum hafa einstaka smáa feldspatdíla.

Olivíndílar sjást ekki í þessum hraunlögum, svo að þau teljast vera tholeitiskt basalt. Nær öll eru þau grá í brotsárið. Lögin eru misvel stuðluð; í flestum þeirra eru stuðlarnir um 30 cm í þvermál. Nær öll eru lögin straumflögótt og klofna í hellur þvert á stuðlana.

Flest basaltlögin í Hvítárlögunum hafa rétta (normal) segulstefnu, en tvö belti af hrauni hafa þó öfuga (reversed) segulstefnu. Virðast því Hvítárlögin spanna 4 skautaskipti, eða 5 segulstefnutímabil. Er því aldursmunurinn á elzta og yngsta lagi Hvítárlaganna líklega meira en 1 milljón ára (sjá þverskurði og töflu um segulstefnuskeið).

Eitt lag, neðarlega í yngra beltinu með öfuga segulstefnu, er líklega andesít. Er það mjög fínkornótt og straumflögótt.

B) Brúarhlaðabreksian

Pessi myndun er að mestu leyti gosmóberg og kemur það fram í bökkum Hvítár, efst á Haukholtasvæðinu. Breksiú-hamrarnir við Brúarhlöð byrja um 400 metrum fyrir neðan brúna, og nær breksiúmyndunin dálítið upp í mynni Gullfossgljúfurs. Pessi myndun er allbreytileg að gerð; mest ber á túffi, sem sumstaðar breytist yfir í misgrófa breksiú. Í breksiúklettunum við Brúarhlöð eru algengastir molar, um 4-7 cm í þvermál. A einstaka stað hittast bólstrar, og tilhneiging til bólstramyndunar er víða. Einnig gætir nokkurs basaltívafs og basalt-laga. Bergið í ívöfunum og bólstrunum er mjög fínkornótt, nærrri glerkennt, og oft með miklu af örsmáum loftbólum.

Nokkrar hæðir í nágrenninu eru nær eingöngu gerðar úr Brúarhlaðabreksíu, t.d. Skersli, og lengra til NA Hlíðarfjall og Skriðuheiði. Breksían hefur hlaðizt upp í eldgosum, líklega að mestu leyti undir jökli og eru breksíuhæðirnar leifar eldstöðvar, sem legið hefur í NA-SV. Gosmóbergið hefur myndazt í sprengigosum, en basaltlögin og ívöfin eru líklega leifar af hraunslettum og smáum hraunstraumum.

Yfirborð Brúarhlaðabreksíunnar er mjög mishæðótt, svo sem sjá má á nokkrum stöðum nálægt Hvítá. Í Skersli nær hún upp í rúmlega 200 metra hæð, og upp í 270 metra í Tungufelli. Í gljúfrinu innan Brattholts nær breksían ekki svo hátt, því þar hverfur hún undir vatnsborðið í 130 metra hæð. Neðan Brúarhlaða hverfur breksían undir árborðið í um 80 metra hæð, og leggst þar yngsti hluti Hvítárlaga mislægt ofan á. Nokkuð rof hefur átt sér stað á breksíunni, áður en næstu hraunlög komu til sögunnar, því að eitt þykkasta setlagið í Hvítárlögunum (BS) virðist vera veðrað úr Brúarhlaðabreksíunni (sjá þverskurð D). Basaltívöfin í breksíunni hafa rétta (normala) segulstefnu.

Vestur við flúðirnar á Tungufljóti á móts við Einholt, er einnig gosmóberg með basaltinnskotum, sem svipar til Brúarhlaðabreksíunnar að allri gerð og hefur einnig réfta segulstefnu. Ekkert skal sagt að svo stöddu um, hvort þetta er sama myndunin. Ofan á þessu gosmóbergi liggur Faxagrágrýtið; sama lag og niður við brúna.

Meðfram þjóðveginum, milli Haukholta og Hvítárdals, er einnig gosmóbergshryggur, með nokkru bólstrabergi með rétta segulstefnu, og svipar gerð bergsins mjög til Brúarhlaðabreksíunnar. Þetta móberg virðist þó vera eldra en hún eftir jarðlagasniðum að dæma.

C) Tunguljótslög.

Þau þekja mikið af vestasta og yngsta hluta Haukholtasvæðisins. Má skipta þeim í tvær einingar: Faxagrágrýti og Hrísholtsbasalt, sem bæði eru olivínbasalt. Hrísholtabasaltið ligur ofan á grágrýtinu og mun því vera yngsta hraunlagið á Haukholtasvæðinu. Bæði þessi lög hafa rétta segulstefnu (sjá þverskurði B og C).

Faxagrágrýtið: Það þekur svo til allt yfirborð lægðarinnar, sem er milli Hrísholts og vesturbakka Tungufljóts, en þessi lægð mun vera sigdalur (graben). Í gljúfrinu neðan Faxa og í fárvegi Hríslækjar sézt samt sumstaðar í basalt úr Hvítárlögunum undir grágrýtingu. Vestan Tungufljóts er Faxagrágrýtið uppi á barmi misgengisins, sem Tungufljót rennur eftir. Grágrýtið kemur einnig fram austan sigdalsins, rétt austan við Hrísholt. Í norðri finnst grágrýtið ofan á gosmóberginu við Tunguljót á móts við Einholt, svo að þetta hraun virðist hafa komið að norðan; ef til vill frá svæðinu NA af Haukadalsheiði. T.d. er Bláfellsbasaltið mjög líkt Faxagrágrýtinu að gerð og tilheyrir mjög líklega sama segulstefnuskeiði (N_1).

Grágrýtið er stórdíflótt, og er sérstaklega mikið af stórum feldspatdílum. Olivíndílar eru þarna líka, en þeir eru bæði færri og smærri. Í grágrýtinu er nokkur tilhneiting til stuðlamyndunar, en þeir eru mjög gildir og óreglulegir (megacolumns). Neðst í grágrýtisluginu er nokkur tilhneiting til bólstramyndunar, eins og hraunið hafi runnið yfir votlendi. Sézt þetta greini-lega við Faxa og neðar í gljúfrinu, og eins í Hríslækjarfarveginum. Um 1/2 km fyrir neðan Faxa er opna í víxllaga sandsteinslag undir grágrýtinu, og er greini-leg tilhneiting til bólstramyndunar neðst í grágrýtisluginu. Ekki er hægt að sjá, hversu þykkt þetta sandsteinslag er vegna skriðumyndunar, en það virðist vera

óseyrar (delta) út í stöðuvatn eða sjó. Víxllöguninni hallar til suðurs, svo að straumvatnið hefur komið úr norðri. Er neðar dregur í gljúfrið, hverfur sandsteinslagið, en í stað þess kemur bólstraberg a.m.k. 8 metra þykkt. Ofan á því og efst á Gljúfurbarmínunum er grágrýtislagið, sem er um 2 metrar á þykkt. Bólstrabergið og grágrýtið er auðsjáanlega myndað úr sama hraunstrauminum, því að alveg samskonar dílar eru í hvoru tveggja en millimassinn er finni í bólstraberginu en í grágrýtinu, enda hefur það storknað fljótar.

Grágrýtislagið virðist því hafa runnið niður eftir árfarvegi og út í óseyrar, og síðan út í dýpra vatn. Hefur tilhneigingin til bólstramyndunar byrjað í árfarveginum og á óseyrunum, en eiginlegir bólstrar ekki náð að myndast fyrr en út á dýpra vatn var komið (sjá þverskúrð E).

Hrísholtsbasaltið: Það er aðeins að finna á nokkrum hæðatoppum á vestanverðu Haukholtasvæðinu. Eru hæðir þessar Hrísholt, Bæjarás ofan bæjarins á Bergsstöðum, og Langás þar suður af. Þetta blágrýti er yfirleitt mjög fínkornótt og dökkt og inniheldur mikið af dílum. Eru það bæði olivín og feldspatdílar, og er jafnvel meira af ólivíninu. Í Hrísholti eru óvenju stórir, grænir ólivíndílar, en í Bæjarási og Langási finnast sumstaðar ólivíndílar, en annars staðar eru brúnir krystallar, sem líta mjög svipað út og ólivín. Mum þetta vera iddingsít, en algengt er að ólivín breytist í það. Mun þessi efnabreyting ekki eiga sér stað vegna veðrunar, heldur vegna annarra áhrifa, eins og t.d. jarðhita.

Hrísholtsblágrýtið er að miklum hluta kubbaberg, en neðst í því er yfirleitt vel stuðlað lag með aðeins grófari millimassa en kubbabergið. Er þetta stuðlað lag fremur misþykkt, og á stöku stað hverfur það alveg. Vestan í Hrísholti sézt þetta stuðlaða lag ekki nema rétt syðst, vegna skriðumyndunar. Þessi tvískipting er nokkuð algeng í Hreppamynduninni í hraunum frá hlýviðrikskeiðum ísaldar. Eru þau yfirleitt yngsta bergið í Hreppum og liggja oftast mislæg ofan á eldri lögum. Hafa svipaðar stuðlamyndanir fundizt víða um heim, sumstaðar með stuðlabergi efst og neðst í laginu, en kubbabergi í miðjunni. Hafa stuðlalögin verið kölluð Colonnade (top og bottom), en kubbabergslagið Entablature (Spry, A. 1961). Eru mjög skiptar skoðanir á því hvernig þessi hraunlög myndast.

Ofan á norðurhluta Dagmálaáss, á NV-hluta Haukholtasvæðisins eru fínkornótt kubbabergs- og stuðlalög, sem svipar til Hrísholtsbasaltsins, en innihalda ef til vill aðeins meira af feldspatdílum. Þarna sézt t.d. iddingsít sumstaðar í stað ólivíns.

Yfirborð Hrísholtbasaltsins og einnig Dagmálaáss eru sorfin af jökli, og er stefna jökulrákanna úr NA eins og annars staðar á svæðinu.

4. JARDLAGAHALLI.

A Haukholtssvæðinu hallar öllum berggrunninum mótt VNV-NV. Strik jarðlaganna er yfirleitt 30° - 40° austur af norðri. Er þetta nokkurn veginn stefna Hvítár gegnum svæðið.

Laghallinn er nærri því sá sami á öllu svæðinu, eða um 10° - 12° , en þó hafa yngstu lög svæðisins vestur við sigdalinn milli Hrísholts og Tungufljóts mun minni halla. T.d. er vart sjáanlegur halli á Faxagrágrýtinu á botni sigdalsins.

Strík og laghalli er hvort tveggja mælt með sambyggðum áttavita og hallamæli, en nokkurrar ónákvæmni hlýtur að gæta við slíkar mælingar. Telja má öruggt að hallinn á Haukholtasvæðinu sé til orðinn við tektoniska höllun, þ.e. lögin hafa haggazt eftir að þau voru fullmynduð.

5. BROΤALÍNUR

Flestar brotalínur á Haukholtasvæðinu eru í stefnu NA-SV til NNA-SSV. Um sumar brotalínurnar eru misgengi, en aðrar eru einungis sprungur. Við margar brotalínurnar eru svo til ómögulegt að sjá hvort misgengi hefur orðið, en þar sem það er sjáanlegt er það svo til alltaf eystri barmurinn sem hefur sigið. Er slikt algengt á svæðum, þar sem laghallinn er í vestur, og vegur þetta nokkuð upp höllunina (antithetisk misgengi).

Eini staðurinn þar sem vesturbarmur misgengis virðist hafa sigið er við vesturhlíð Hrísholts. Þar hefur myndazt sigdalur (graben milli Hrísholts og vesturbakka Tungufljóts, og rennur áin meðfram vestar misgenginu á um 3 ja km kafla (sjá þverskurði B og C)

Í Brúarhlaðabreksíunni rétt neðan við brúna eru sprungur, sem stefna um 10° austur af norðri, en flestar brotalínur á öllu svæðinu stefna þó milli 20° og 40° austur af norðri. Sunnarlega á svæðinu er þó brotalína, sem hefur stefnuna 60° austur af norðri. Liggur hún sunnan Langáss og Ásgeirsholts og yfir Hvítá á móts við norður-enda Grófarfjalls. Þessi brotalína er líklega víxlengi og hefur berggrunnurinn fyrir sunnan hana gengið austur, en að norðan í vestur. Til stuðnings þessu er t.d.

landslagið við Hvítá, en þar hníkrast áin örlítið til austurs sunnan línumunnar. Einnig er opna í jökulberg alveg við árborðið sunna við víxlgengið og myndar þetta jökulberg rif dálítið upp ána. Þetta jökulberg er einnig norðan víxlgengisins, en þar er það vestar. Ef mælt er eftir loftmyndum og korti virðist víxlgengið nema um 250-300 metrum. Er stefna þessa víxlgengis nákvæmlega sú sama og stærstu víxlgengjanna austur við Búrfell, í eystri hluta Hreppamyndunarinnar. Þar hafa önnur misgengi yfirleitt norðlægari stefnu eins og vestur við Hvítá.

Tvö misgengjanna voru mæld með hæðarmæli (Paulin). Annað þeirra var misgengið meðfram Tungufljóti, sem er um 10 metrar og hitt var misgengi í Markardal í Langási suður af Bergsstöðum, sem reyndist vera um 35 metrar. Þar sem misgengi hafa orðið nálægt skilum milli hraunlaga með rétta og öfuga segulstefnu hlaupa skilin stundum til, svo að hægt er að sjá hvort misgengi hefur orðið og oft hversu stórt það er. Til dæmis er lítið misgengi (um 10 metrar) í sunnaverðu Ásgeirsholti og í gljúfrunum sitt hvoru megin við Hvassakrök ofan Hvítárdals virðist vera tvö u.p.b. 25 metra misgengi (sjá þverskurð H). Norðan Hvassakróks renna þessi misgengi saman og úr verður eitt u.p.b. 50 metra misgengi eftir Hvítárgljúfri (sjá þverskurði C og G). Þetta misgengi virðist ná langleiðina upp að Brúarhlöðum, því að t.d. á hinu fyrirhugaða stíflustæði ofan Haukholta, er misgengi þetta nálægt 30 metrum.

Í péttum berggrunni hafa brotalínur mikil áhrif á jarðvatnsrennsli. Á mörgum stöðum þar sem brotalínur koma fram í gljúfrum eru lindir. Aðalástæðan fyrir þessu er, að sprungur og misgengi eru oft fyllt mélu (ef til vill myndaðri við misgengið), sem er nærrí því vatnsþétt, þannig að þetta mélulag varnar jarðvatni í stefnu þvert á brotalínurnar, en beinir því meðfram þeim og/eða hækkar jarðvatnsborðið.

6. JARÐSKJÁLFTAR.

Suðurlandsundirlendið er eitt mesta jarðskjálftasvæði landsins. Þar hafa komið a.m.k. einu sinni á öld jarðskjálftar af stærðinni $M = 7-8$ á Richter skala.

Jarðskjálftinn mikli 1896 (talinn $M = 7 \frac{1}{2}$) átti upptök sín í Hreppum, um 20 km frá Haukholtasvæðinu. Í honum gjörféll 161 bær. Olli hann mikilli breytingu á hverasvæðum, t.d. í Haukadal, en þar jókst virkni Geysis að miklum mun. Jarðskjálftinn 1784 á Suðurlandi er jafnvel talinn hafa verið enn stærri, eða $M = 8$.

Á Heklusvæðinu, um 40 km frá Haukholtum, varð árið 1912 mikill jarðskjálfti, sem er talinn hafa verið um $M = 7,0$. Jarðskjálftar af þessum stærðum valda yfirleitt ekki tjóni í meira en 25 km fjarlægð frá upptökum.

Af þessari upptalningu má vera ljóst, að öll meiriháttar mannvirki á þessu svæði þurfa að vera byggð þannig að þau poli jarðskjálfta og hljóta því jarðstíflur að vera hentugri en steinsteyptar bogastíflur, sérstaklega þar sem misgengi virðast vera eftir endilöngu Hvítárgljúfri.

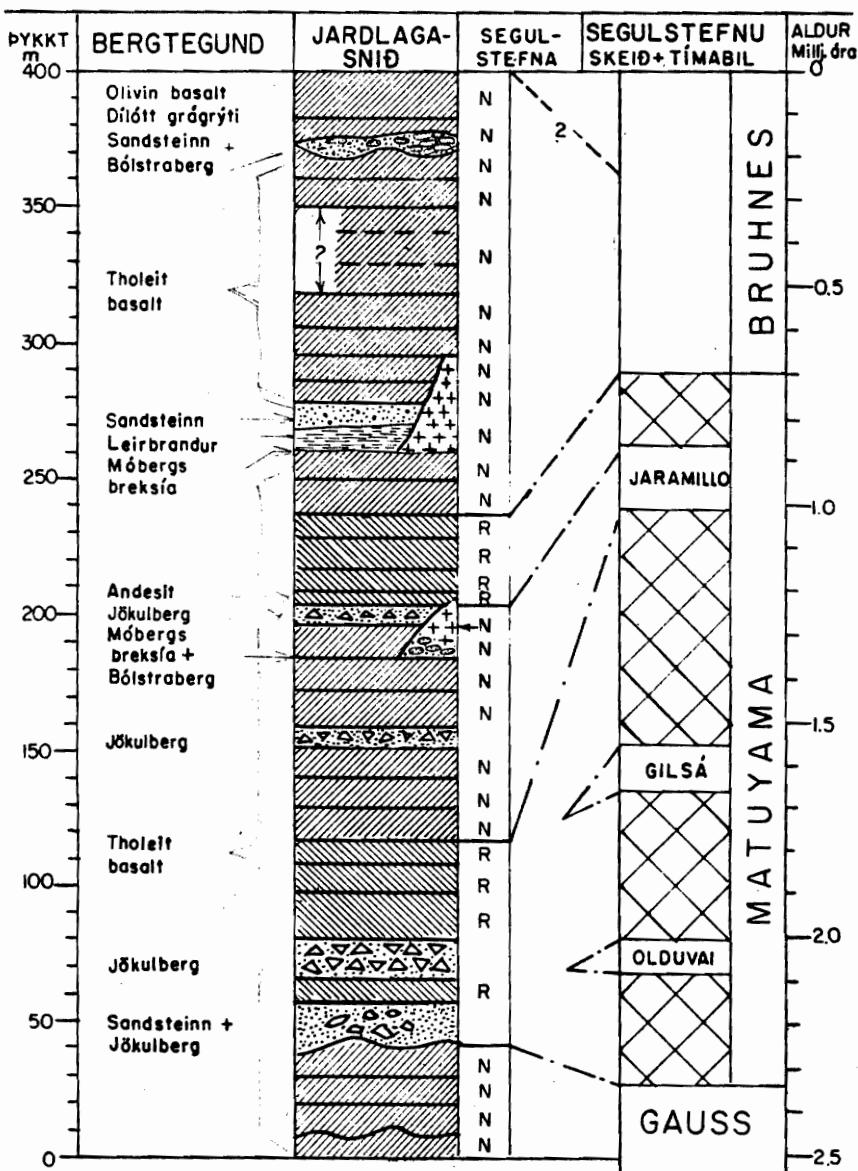
7. SEGULSTEFNUSKEID.

Fyrir tiltölulega fáum árum var byrjað að nota segusltefnu í storkubergi síðustu áramilljóna til þess að hjálpa til við aldursákværðanir og samanburð jarðлага frá þessum tíma. Í storkubergi á sér stað viss segulmögnum, þegar bergið storknar og er stefnan á segulmögnuminni í samræmi við segulsvið jarðar á þeim tíma. Nú hafa orðið skautaskipti mörgum sinnum þannig, að ýmist hefur suðursegulpóll verið nærri norðurþpóll jarðar eins og hann er nú, og kallast

þá, að bergið sé rétt segulmagnað (normal), eða þá, að norðurpóll segulsviðsins er nærri norðurpóll jarðar og er þá sagt að bergið sé öfugt segulmagnað (reversed). Hefur aldurinn á þessum skautaskiptum verið ákvarðaður með svonefndri Kalium-Argon aðferð.

Síðustu fjórum milljónum ára hefur verið skipt í fjögur megin segulstefnuskeið (epochs). Það yngsta er Bruhnesekeiðið (N_1), sem ennþá stendur yfir og er því "rétt" (normal). Hófst það fyrir um 0,7 milljónum ára. Næst í röðinni er Matuyama-skeiðið (R_1) sem nær yfir tímabilið frá 2,3-0,7 milljónum ára. Hefur það öfuga segulstefnu (reversed) þriðja yngsta skeiðið er Gauss (N_2), sem er rétt og nær yfir tímann frá 3,3 til 2,3 milljónum ára. Er það rétt. Eldra en 3,3 milljónir ára er svo hið öfuga Gilbert-skeiðið (R_2), sem nær aftur að u.p.b. fjórum milljónum ára. Á a.m.k. tveimur þessara skeiða, Matuyama og Gauss, eru nokkur miklu styttri tímabil (events), með þveröfuga segulstefnu miðað við skeiðið sem þau tilheyra.

A Haukholtasvæðinu er meiri hluti hraunlaganna með rétta segulstefnu, en tvö belti af basaltlögum með öfuga segulstefnu finnast þó þar (sjá þverskurði A og B) Langþykkasta beltið af réttu basaltlögunum er allur yngri hluti bergsins á þessu svæði, þ.e.a.s. allur vesturhlutinn. Er hann mjög sennilega myndaður á nú-verandi segulstefnuskeiði Bruhnese. Næst tekur við belti með a.m.k. fjórum hraunlögum með öfuga segulstefnu. Er þetta líklega efsti hluti Matuyama skeiðsins aftur að hinu stutta Jaramillotímabili (event), sem er ofar-lega á Matuyama-skeiðinu og hefur rétta segulstefnu. (Sjá töflu næstu síðu)



A Jaramillotímabilinu hefur þá myndzt nokkuð þykkt belti af hraunlögum með rétta segulstefnu, sem er óvenju þykk miðað við þennan tiltölulega stutta tíma, sem það hefur myndazt á. Næst tekur við nokkuð þykkt belti af hraunum með öfuga segulstefnu. Í því eru þykkt jökulberg og þykkt setlag, sem liggur mislægt ofan á hraunum með rétta segulstefnu. Virðist þetta öfuga belti því hafa myndazt á nokkuð löngum tíma. Hefur það líklega verið mið og eldri hluti Matuyamaskeiðs, en á þeim tíma eru tvö stutt tímabil með rétta segulstefnu, Gilsá og Olduvai, en þar sem þau eru svo stutt, er ekkert óeðlilegt, þó að þau komi fram í þessu belti. Undir mislæginu neðan setlagsins koma um 3 hraunlög og síðan annað mislægi, og undir því sézt í a.m.k. eitt hraunlag. Hafa öll þessi lög rétta segulstefnu og eru líklega mynduð á nokkuð löngum tíma; til þess benda mislægin. Er líklegt, að þarna sé komið niður í Gauss, svo að þessi elztu lög Haukholtasvæðisins eru þá sennilega um 2,5 milljón ára gömul. Hvítárlögin spanna því líklega um 2ja milljóna ára tímabil. Tungufljótslögin eru mislæg ofan á Hvítárlögunum og eru því líklega eitthvað yngri en 0,5 milljón ára.

Niðurröðum í segulstefnuskeið hlýtur að verða nokkuð óviss, nema aldursákvarðanir á einhverju af lögnum séu fyrir hendi. Ekki veit ég til þess, að slíkar aldursákvarðanir hafi verið gerðar á þessu svæði, svo að ekki er hægt að fullyrða neitt um aldur berggrunnsins. Prófessor Trausti Einarsson (1962) telur allt þetta svæði til N_2 segulstefnuskeiðsins (Gauss). A Gauss-skeiðinu eru a.m.k. eitt og líklega tvö stutt tímabil (events) með öfuga segulstefnu. Eru þau nefnd Mammoth (fyrir 3 milljónum ára) og Kaena (fyrir 2,8 milljónum ára). Hraunlag frá Kaena hefur aðeins fundizt á Hawaii.

Á Haukholtasvæðinu eru einmitt tvö belti af hraunlögum með öfuga segulstefnu, sem ef til vill gætu verið frá Kaena og Mammoth. Væri þetta þá í fyrsta skipti, sem berg frá Kaena hefði fundizt hér á landi. Þó er líklegra, að yngsta og þykkasta beltið af hraunlögum með rétta segulstefnu, sé yngra en 2,3 milljónir ára, og því frá Bruhnes-skeiði frekar en Gauss, en örugg vissafæst ekki fyrr en aldursákvörðun hefur verið gerð.

Helztu heimildir: Rutten og Wensink 1960, Trausti Einarsson 1962, Cox o.fl. 1964, Wensink 1964, McDougall og Wensink 1966, McDougall og Chamalaun 1966, Dagley o.fl. 1967.

8. JARDHITI

Í uppsveitum Arnessýslu erumikil jarðhitasvæði. Mest eru þau í Biskupstungum, t.d. Laugarás, Syðri-Reykir, Reykholt og Haukadalur. Í Hrunamannahreppi eru t.d. Flúðir og nágrenni. Margir þessara staða eru innan við 10 km frá Haukholtssvæðinu. Ekki finnast þarna há-hitasvæði, heldur eru þetta lághitasvæði, p.e. eingöngu vatnshverir, og því mestur hiti 100°C við yfirborð.

Á Haukholtasvæðinu sjálfu er ekkert um heita hveri, en volgrur eru á stöku stað. Mestur hiti er við bæinn Kotlaugar í Hrunamannahreppi, um 1 km SV af Grófarfjalli. Er hitinn par 93°C og rensli um 0,4 l/sek. Aðrar volgrur austan Hvítár eru: um 1 km norður af Skipholti eru 27°C heitar uppsprettur báðum megin þjóðvegarins, ath. jarðhiti (31°C) er í Hvítárgljúfri NV af bænum í Haukholtum (K.S.) Frá eyðibýlinu Hlíð austan við Skersli, og norður að Tungufelli eru volgrur á 2 ja km löngu misgengi, og er heitast syðst á því, eða 26°C .

Vestan Hvítár eru örfáar volgrur. Um 1 km suður af Bergsstöðum er 19°C heit uppsprettu. Við Einholt er um 18° heitur brunnur. Á vesturbakka Tungufljóts er vatnsmikil laug, rúmlega 2 km fyrir neðan Faxa. Er hitinn 31°C og renslið um 8 l/sek.

9. LANDMÓTUN

Berggrunnurinn á Haukholtasvæðinu myndaðist á ísöldinni, bæði á jökluskeiðum og hlýviðrisskeiðum. Eftir að berggrunnurinn var fullmyndaður hefur hann veðrast og mótaðt, sérstaklega af völdum rofs straumvatna og jöklar. Berggrunnurinn var veikastur fyrir í stefnu eftir brotalínunum, eða um NNA-SSV, og landinu hallaði einnig til suðvesturs, svo að langflestir farvegir, hvalbök og jökulrispur eru í þá átt.

Óvist er hversu oft jökkull hefur gengið yfir Haukholtasvæðið, en nær öruggt má telja, að þær jökulrispur, grópir og hvalbök, sem nú eru á yfirborði hraunlaganna, séu frá seinasta jökluskeiði. Stefna þessara jökulminja er yfirleitt úr 20° - 30° austur af norðri, eða sem næst úr NNA. Isaldarjökkullinn hefur verið geysibykkur á Haukholtasvæðinu. Sem dæmi má nefna, að við Geysi, í örfárra km fjarlægð hefur jökkullinn verið a.m.k. 630 metra þykkur, þar sem greinilegar jökulrispur eru á toppi Bjarnarfells, sem er 727 metra hátt. Má því segja, að jökkullinn á Haukholtasvæðinu hafi orðið a.m.k. 5-600 metra þykkur.

Undir lok seinasta jökluskeiðs hörfaði meginjökkullinn upp í hálandisbrúnina, en sótti fram að nýju, og náði vel niður í uppsveitir Suðurlandsundirlendisins og ruddi þar upp greinilegum jökgulgörðum, sem rekja má svo til óslitið frá ofanverðum Hvolhreppi til Efstaðalsfjalls í Laugardal. Í eystritungu Biskupstungna liggur garðarð þessi rétt ofan við Bræðratungu og nefnist þar Grámelur. Hefur Hvítá sorfið sig þar gegnum melinn. Þessi jökulgarðarð er kennd við Búðafoss í Þjórsá og nefnd Búðarðin, en framrásarskeiðið er nefnt Búðaskeiðið. Eftir Búðaskeiðið hörfaði

meginjökullinn og hjaðnaði, og er þá talið að seinasta jökulskeiðinu ljúki. Hefur þetta að líkendum átt sér stað fyrir tæpum tíu þúsund árum.

Á meðan jökullinn náði niður til Sandvatns, var af-rennсли hans að miklu leyti til Tungufljóts, en er jökullinn hörfaði í norðaustur tóku árnar að renna að mestu í farveg Hvítár. Stefna Hvítár hefur stjórnast af brotalínum, en yfirleitt fylgir áin ekki neinni sérstakri brotalínu langan spöl, heldur virðist rása á milli þeirra, en meðalstefnan er í aðalstefnu brotalínanna. Einnig hefur landmótun ísaldarjökulsins ráðið miklu um farveg Hvítár.

Meginhluti Hvítárgljúfurs er sorfinn í berggrunninn eftir að Búðajökullinn hörfaði af þessu svæði fyrir rúmum 10,000 árum. Mikið af gljúfrinu hefur líklega myndazt í geysistóru jökulhlaupi (og ef til vill fleiri smærri jökulhlaupum), sem komið hefur úr jökulstífluðu lóni uppi á Kili, er meginjökullinn hjaðnaði í ísaldar-lok. Eftir ummerkjum að dæma hefur jökullinn náð niður að Bláfelli er petta átti sér stað (sjá nánar í skýrslu Hauks Tómassonar um Jarðfrædirannsóknir- Hvítá við Bláfell, Orkustofnun des. 1967. Eftir Manningsjöfnu hefur hámarksrennсли í flóðinu verið áætlað um 200.000 m³/sek, eða af sömu stærðargráðu og Kötluhlaup. Meðal-rennсли við Gullfoss er 118 m³/sek, en mesta flóð þar á þessari öld (1930) var um 2.000 m³/sek og hvarf þá neðri fossinn alveg, því að neðra gljúfrið fylltist. Má nærrí geta, að aðfarirnar hafa verið tröllslegar, þegar 100 sinnum stærra flóð var í algleymingi. Telja má mjög líklegt, að nokkuð stór hluti Gullfossgljúfurs hafi verið grafinn í þessu flóði.

Á Haukholtasvæðinu hefur þetta flóð skilið eftir sig nokkur ummerki. Neðan Gullfossgljúfursins hefur myndazt nokkur lygna niður að Brúarhlöðum og fellur þar út stórgerð möl og myndar mikla malarhjalla. Á þessum stað hefur flóðið skipt sér og töluverður hluti þess farið yfir til Tungufljóts, og við þetta hafa melarnir á þeirri leið myndazt. Þessi álma flóðsins hefur mjög sennilega grafið hinn svo til þurra farveg Hríslækjar meðfram Hrísholti og eitthvað af gljúfri Tungufljóts neðan Faxa (sjá þverskurð B).

Hinn hlutinn hefur runnið í farvegi Hvítár, þar sem nú er Hvítárgljúfur neðan Brúarhlaða, og á börmum gljúfursins getur að líta vatnsfarvegi, sem annaðhvort eru grafnir í þessu hlaupi, eða áður af jöklum. Stærsti farvegurinn er meðfram klettabeltinu norðaustur af Drumboddisstöðum, þar sem ráðgert er að yfirfallsvatn frá Haukholtavirkjun renni um (Sjá þverskurði C, F og G). Sennilega hefur Hvítárgljúfur neðan Brúarhlaða grafist að nokkru leyti í þessu hlaupi.

Við mynni Hvítárgljúfurs og Hríslækjar hverfa ummerki hlaupsins. Þar tekur við mikil flatneskja, sem nær allt suður til Vörðufells og er í 50-60 metra hæð yfir sjó. Þessi stóra sléttu er líklega að miklu leyti framburður hlaupsins í sjó fram (hefur þá sjávarborð verið í 50-60 metra hæð) og einnig að nokkru leyti uppfylling á lóni, sem myndaðist er Þjórsárhraunið yngra stíflaði farveg Hvítár og hrakti hana lengra til vesturs fyrir rúmlega 6.000 árum.

Hafi án verið búin að grafa sig vel niður í framburð jökulhlaupsins og dýpkáð gljúfrið á móts við Gróarfjall, er líklegt, að þar sé nú nokkuð þykk malareyri í botni gljúfursins, sem hefur myndazt, þegar vatnsborðið hækkaði aftur vegna hraunstíflunnar.

Þegar Búðajökullinn hopaði af láglendi í Biskupstungum í ísaldarlokin hækkaði sjávarborðið vegna bráðnunar íssins og náði upp í rúmlega 100 metra hæð í uppsveitum Árnessýslu. Landið lyftist líka, er það var að losna við þunga ísskjaldarins, en mun hægar en því sem sjávarhækuninni nam. Hefur sjávarborðið náð allt inn undir Geysi er það var hæst.

10. LAUS JARÐLÖG

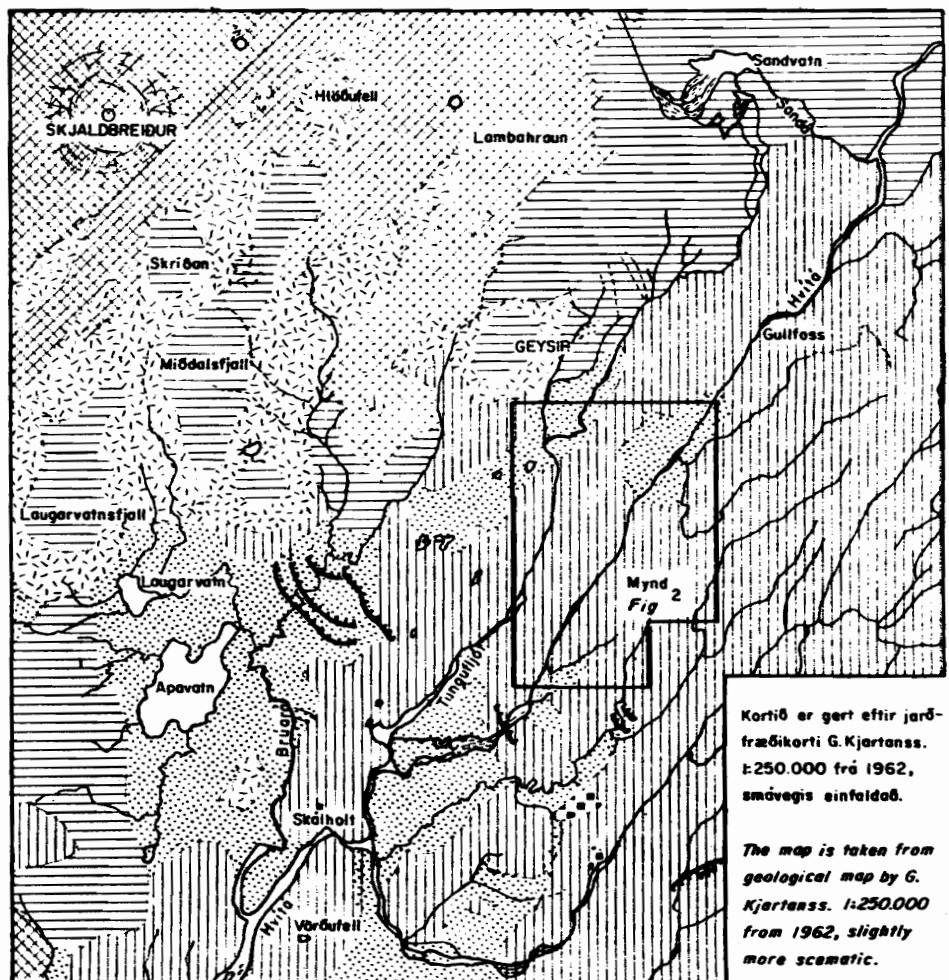
Miklir malarhjallar eru frá mynni Gullfoss gljúfur og niður að Brúarhlöðum, eins og fyrr var sagt. Hafa Hvítá og Dalsá grafið djúpa farvegi í malarhjalla þessa. Er mölin óvenju stórgjerð á móts við Tungufell, en kornastærð minnkar nokkuð er neðar dregur. Er þessi möl borin fram af Hvítá og líklega að langmestu leyti í jökulhlaupinu mikla, sem getið var um í kaflanum á undan.

Sá armur flóðsins, sem fór yfir í Tungufljót á móts við Brúarhlöð, hefur myndað víðáttumikla mela, sem teygja sig alla leið niður að Tungufljótsbrú. Í láginni norðvestur af Brúarhlöðum, þar sem áætlað er að gera jarðstíflu, gæti því verið nokkrir metrar niður á fast berg, vegna þessa malarlags. Nálægt Tungufljótsbrú er stór malargryfja á árbakkanum. Sézt þar að malarlagið er aðeins um 1,5-2 metra á þykkt þarna niður frá, en undir er finn grár jökulleir, eða deigulmór, sem setzt hefur til á sjávarbotni úr gruggi jökulvatna, þegar sjávarborðið var allt að 100 metrum hærra en það ernú. Finnst hann hvergi fyrir ofan 100 metra hæðarlínu. Mun deigulmórinn vera vel vatsþéttur, og því gott að nota hann í þéttikjarna í jarðstíflur.

Deigulmós lagið getur varla verið mjög þykkt þarna, því að grágrýtislag kemur í ljós á árbakkanum litlu neðar.

Á vesturbakka Hvítár, frá Drumboddsstöðum, og niður að Ásgeirsholti (um 2,5 km leið) eru svipaðir melað og eru við Tungufljót. Er þetta líklega möl, sem eystri armur jökulhlaupsins hefur borið fram. Hefur þetta svæði verið þakið jarðvegi, en blásið upp, og eru eftir einungis litlar torfur. Undir malarlaginu er misþunnt lag af óhörnuðum víxllaga sandsteini og völubergi, sem setzt hefur til í straumvatni. Sýnir víxllögunin, að vatnsfallið hefur komið úr NNA-NA. Þetta lag er sumsstaðar aðeins um 1 metri á þykkt. Undir þessu lagi er þykkur deigulmór, og myndar hann um 6 metra hátt stál í bökkum Hvítár. Mjög líklegt er, að malarlagið og deigulmórinna við Hvítá nái saman við áróurnefnd lög við Tungufljót um breitt, lágt skarð milli Drumboddsstaða og Hrísholts, en þetta svæði er hulið þykkum mýrajarðvegi.

Vel getur verið, að þetta malarlag nái yfir enn stærra svæði í suðurátt, en þar eru allsstaðar blautar mýrar milli klettaboltanna er myndu hylja það. Þessar mýrar eru af þeirri gerð, sem kallast flóamýrar, en þær myndast í dældum, t.d. þar sem klapparþröskuldur hindrar vatnið í að komast burt, og berggrunnurinn er vel þéttur, svo að vatnið kemst ekki burtu neðanjarðar. Þarna safnast því tjörn, sem síðan fyllist af lífrænu seti og verður að mýri. Mikil af þessum mýrum er verið að ræsa fram.

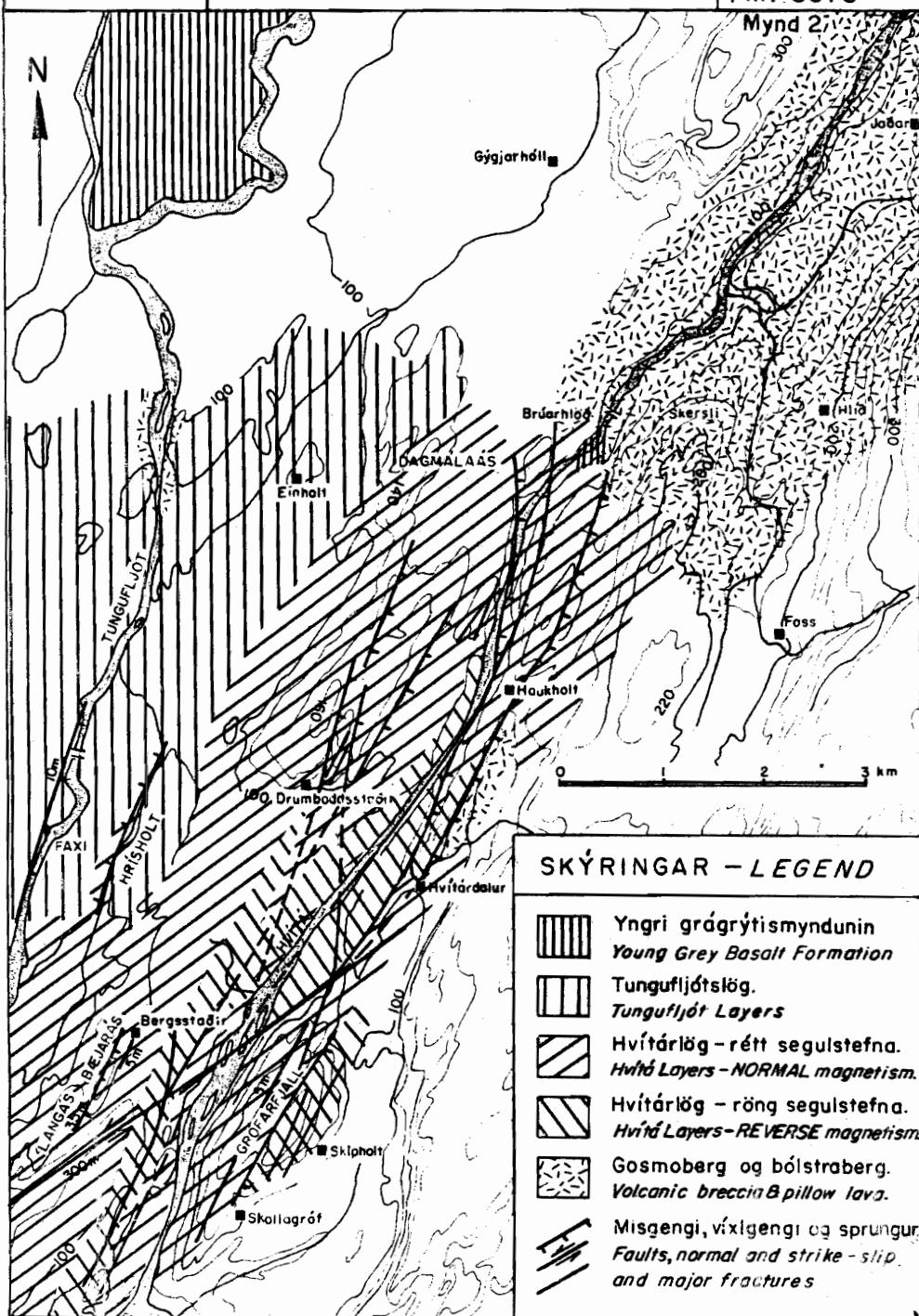


SKÝRINGAR - LEGEND

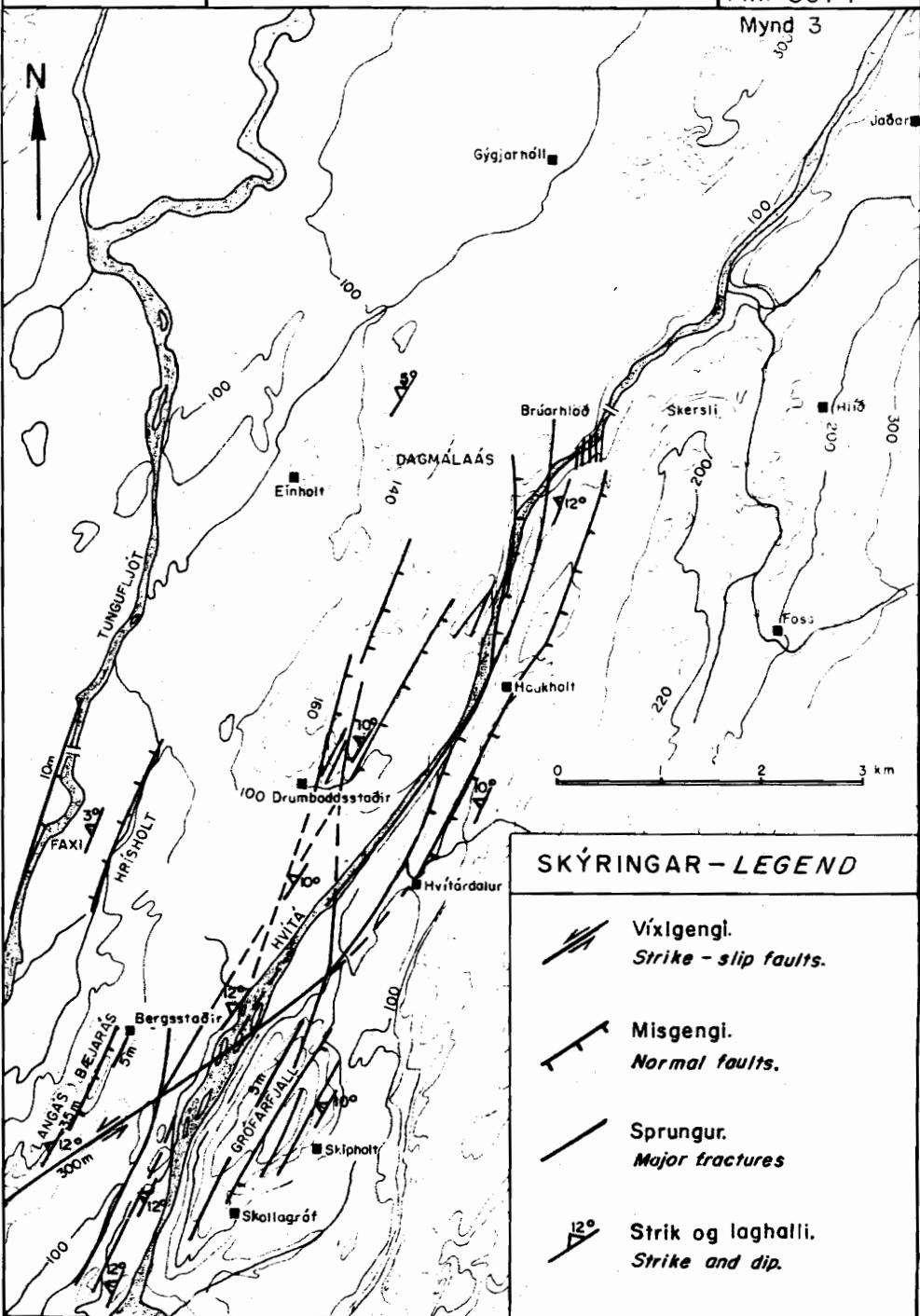
	Eldri grágrýtismyndun Old Gray Basalts
	Yngri grágrýtismyndun Young Grey Basalts
	Möbergsmyndun Poliagonite Formation

	Basalthraun Basalt lavas
	Vatnosef Alluvium
	Forn jökulalda Old terminal moraine



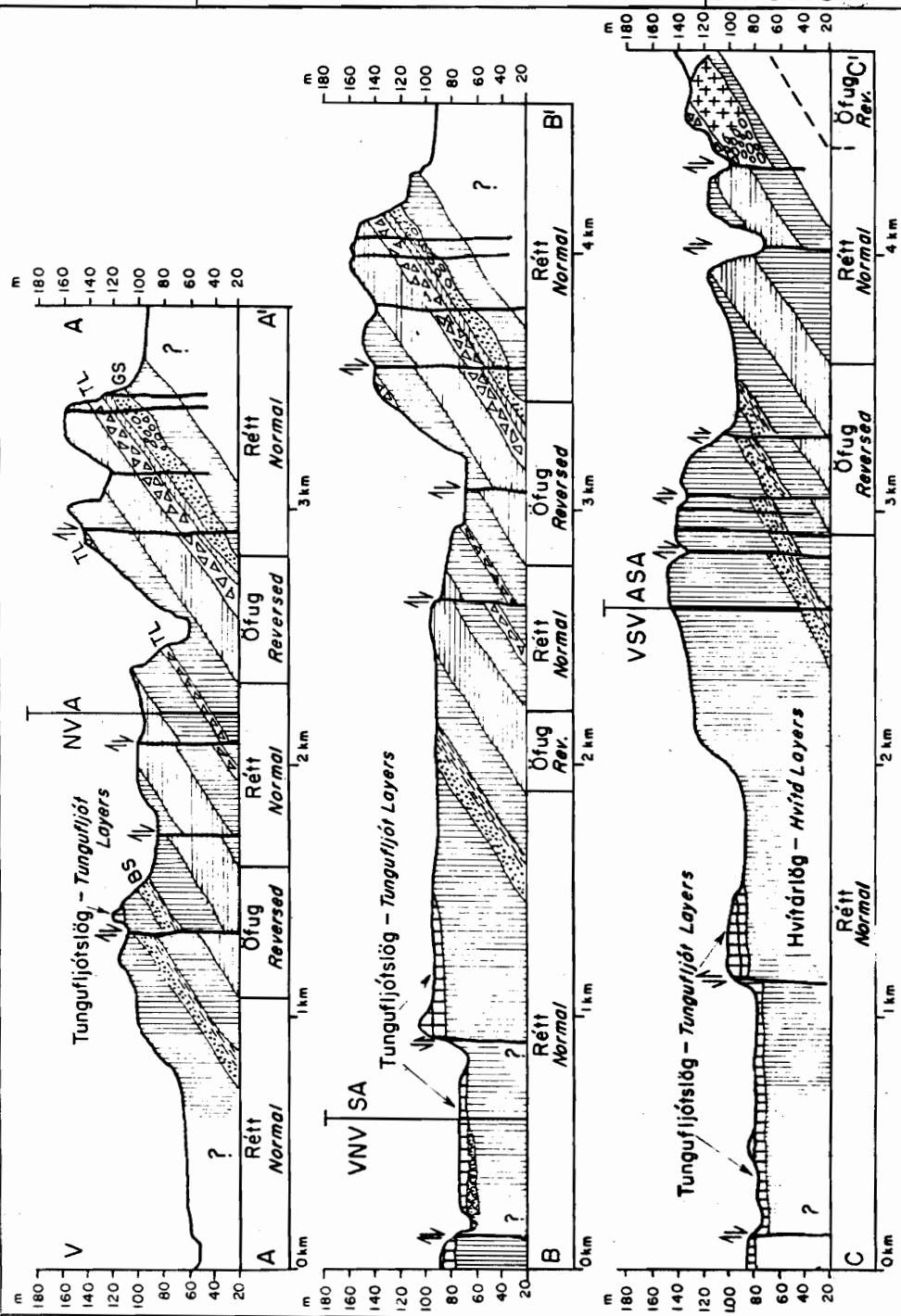


Mynd 3



SKÝRINGAR - LEGEND

- Víxlengi.
Strike - slip faults.
- Misgengi.
Normal faults.
- Sprungur.
Major fractures
- Strik og laghalli.
Strike and dip.



Mynd 5

ORKUSTOFNUN

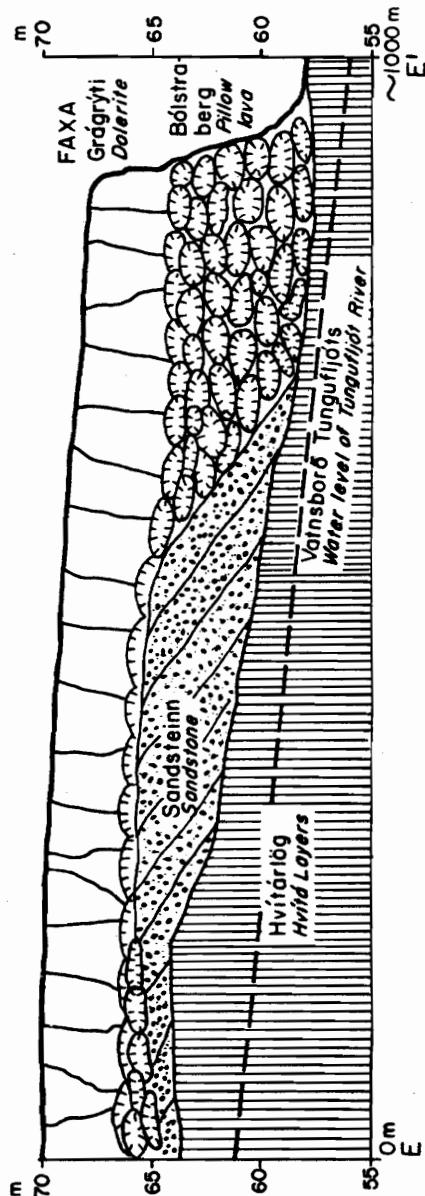
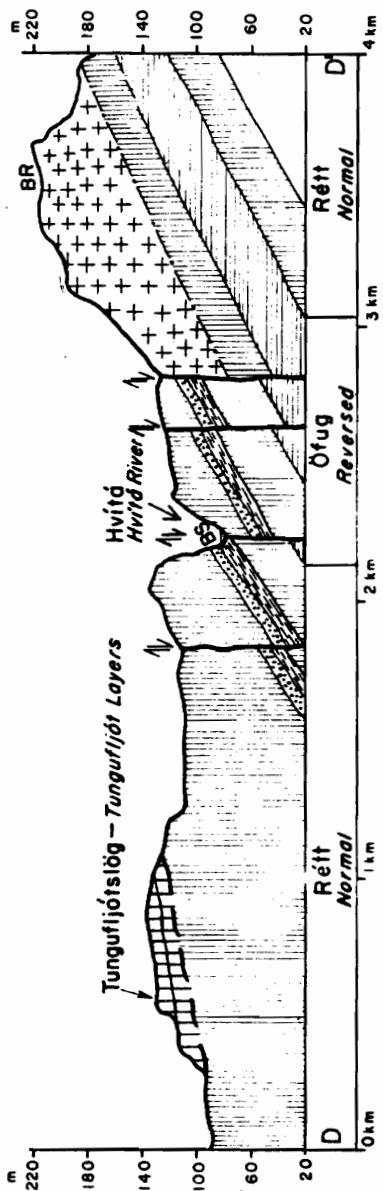
Jarðlagasnið á Haukholtssvæðinu
Sections through the Haukholt Area

7269 B.J./E.K.

Tri. 551

B-274

Fnr. 8676



Mynd 6

ORKUSTOFNUN

HAUKHOLT - Efra stíflustæði

HAUKHOLT - Upper damsite

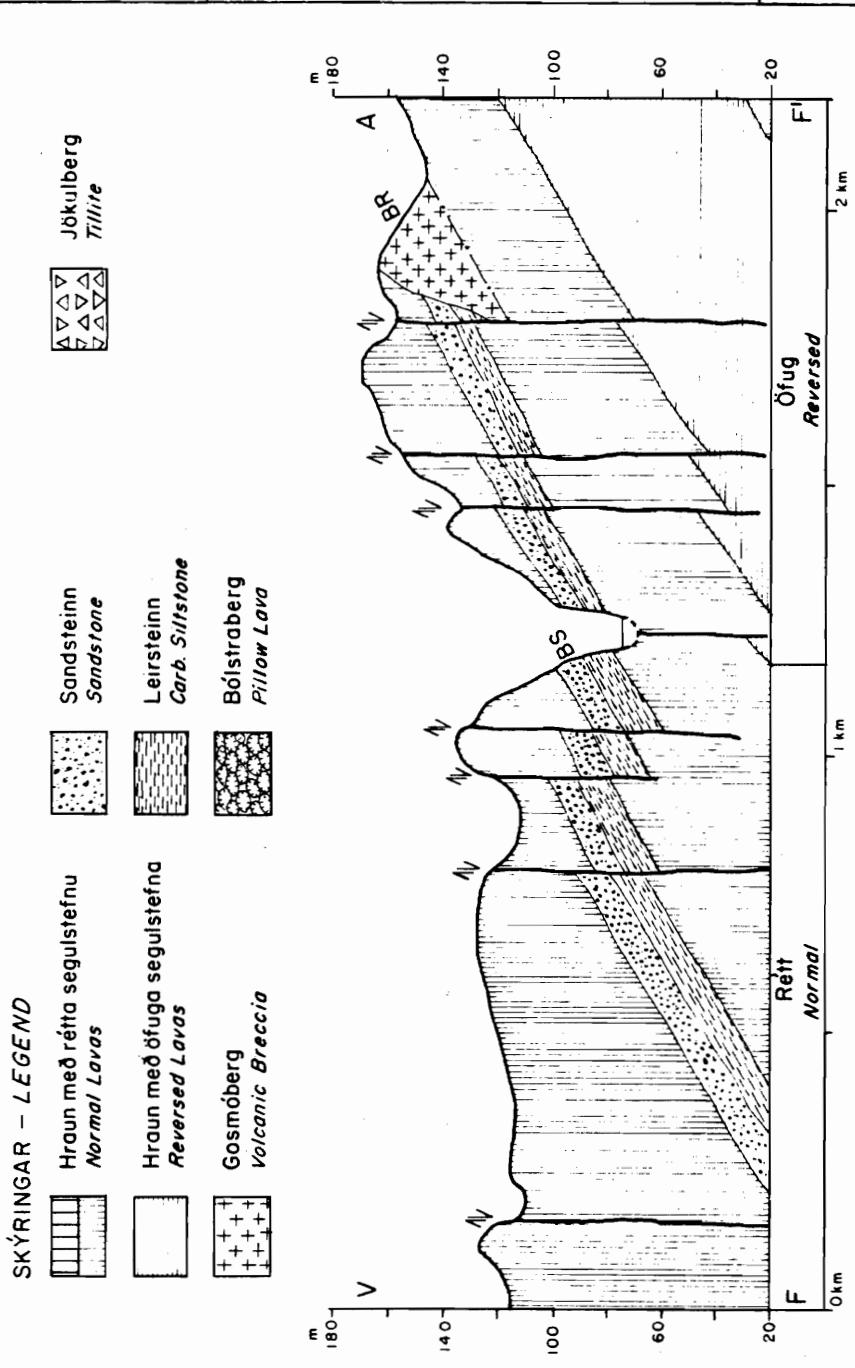
17.2 '68

B.J./E.K.

Tnr. 552

B - 274

Fnr. 8677



Mynd 7

ORKUSTOFNUN

HAUKHOLT - Neðra stíflustæði

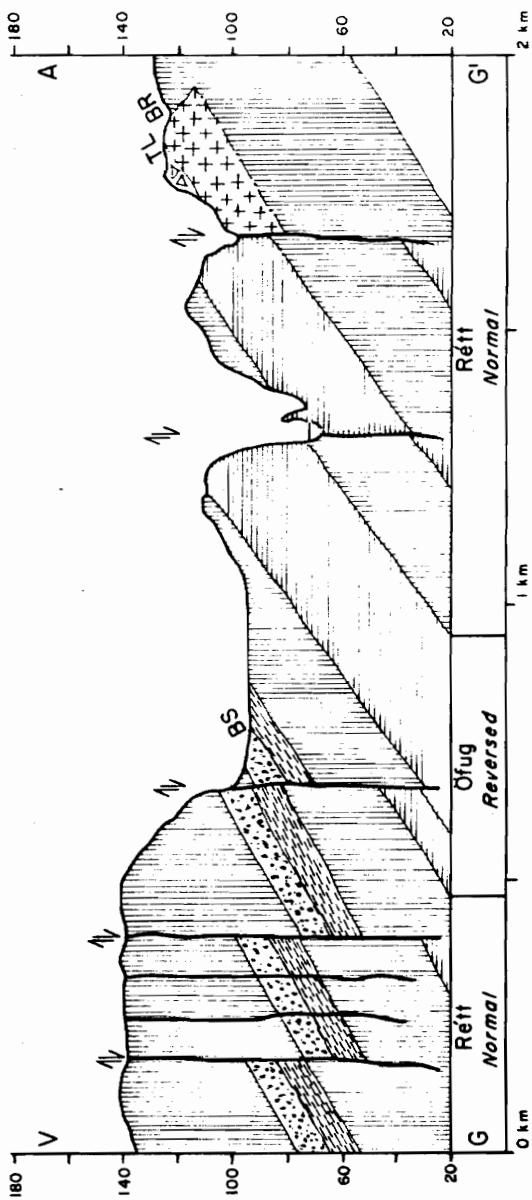
HAUKHOLT - Lower damssite

18.2.69 5 J/E K

Tnr 553

B - 274

Fnr. 8678



Mynd 8

ORKUSTOFNUN

HVÍTÁRDALUR - Stíflustæði

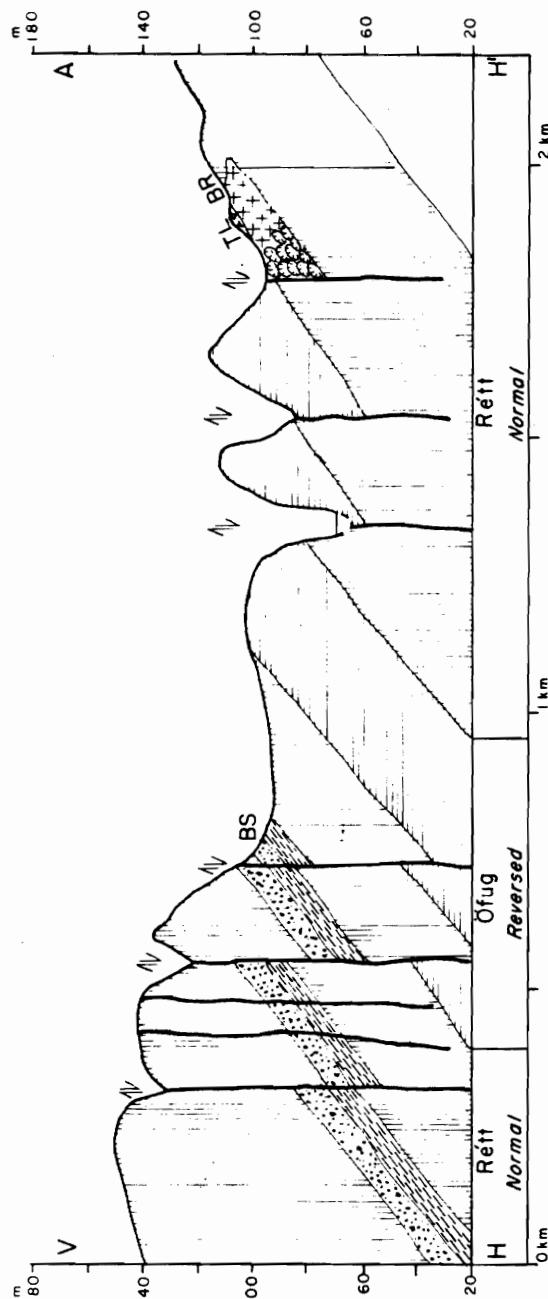
HVÍTÁRDALUR - Damsite

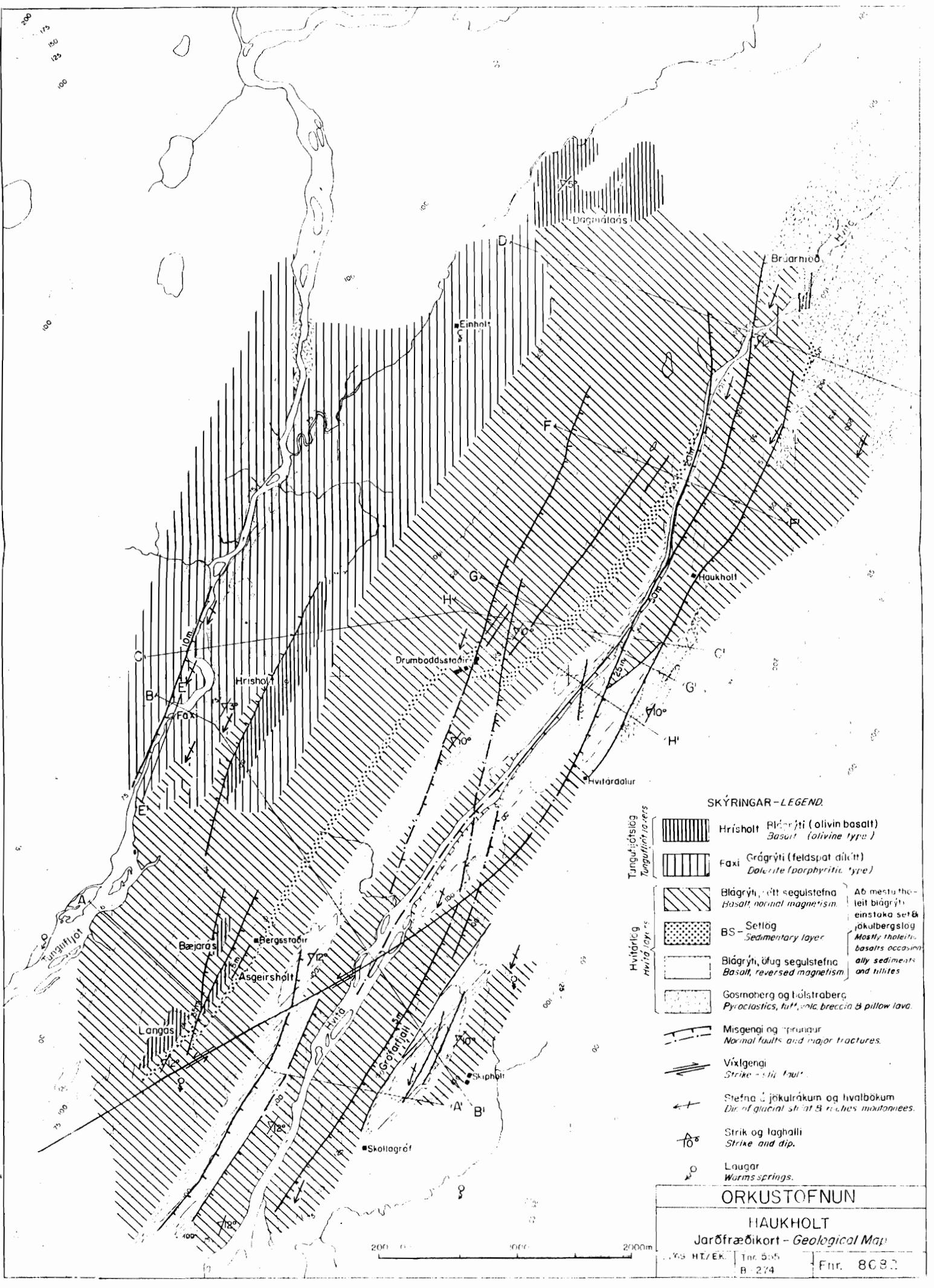
20.2'69 B.J/E.K.

Tnr. 554

B - 274

Fnr. 8679





ENGLISH SUMMARY.

Contents.

Introduction	-	1
1. The Geology of Iceland	-	1
2. The Hreppar Series	-	2
3. The Bedrock of the Haukholt Area	-	3
A) The Hvítá Layers	-	3
B) The Brúarhlöð Volcanic Breccia	-	5
C) The Tungufljót Layers	-	5
4. Structure and Tectonics	-	7
5. Magnetic Epochs and Events	-	8
6. Geomorphology of the Area	-	10
References - Heimildaskrá	-	12

INTRODUCTION.

This report is about the geology of the Haukholt area in the county of Árnessýsla in SW-Iceland. It is a small part of the preliminary work done in connection with the planning of a hydro-electricity scheme for the main river systems in SW-Iceland. The area extends for approximately 11 km in a SW-NE direction and 4 km in SE-NW direction. Two almost parallel rivers traverse the area, the Hvítá River, which is the larger one and its tributary the Tungufljót River (see fig. 1). No previous geological work has been carried out in the Haukholt area, but some papers on the geology of adjacent areas or the surroundings in general provide some information (e.g. Einarsson, Tr. 1960, Einarsson, Th. 1965, Kjartansson 1943 and 1961, Tómasson 1966 and 1967).

1. THE GEOLOGY OF ICELAND.

Iceland is almost wholly built up of volcanic rocks, which have been piled up more or less continuously since Miocene times. The oldest rock formation in Iceland is the Tertiary Plateau Basalt formation (TPB), which mainly consists of basaltic lavas with small amounts of acid and intermediate lavas and thin interbeds of pyroclasts and sediments. There are two main TPB areas in Iceland: a) E-Iceland, b) W-NW and most of N-Iceland. They are separated by a zone of Quaternary rocks which overlap the TPB and cover about 40% of the area of Iceland. The Quaternary rocks have a greater variety of rock facies than the TPB. They often contain quite thick sedimentary layers and also extensive tillite horizons which indicate approximately 10 glacial advances.

The oldest of these tillites is over 3 million years old, suggesting that the Pleistocene began at that time but not 2 million years ago as is generally accepted at the present. The Quaternary rocks can be divided into 4 series:

- (i) Old Grey Basalts. Mostly early and middle Pleistocene.
- (ii) Young Grey Basalts. Believed to be mainly from the last interglacial period.
- (iii) Palagonite Series. Mostly vitreous pyroclasts and pillow-lavas from the last glacial period.
- (iv) Postglacial Lavas. They cover about 30% of the Quaternary zone.

The Haukholt area described in this report is in the Hreppar district which is within the Old Grey Basalts. These basalts are well exposed in this district which is a type locality for them so in that part of the country they are often called the Hreppar Series.

2. THE HREPPAR SERIES.

The bedrock in the lowlands of the county of Árnessýsla mostly belongs to the Hreppar Series, which is believed to be mostly, if not wholly, Pleistocene. It mainly consists of 3 main types of rock:

- a) Basalts (Old Grey Basalts). They make up more than half the thickness of the series. They are usually rather finegrained, often nonporphyritic, tholeiitic type.
- b) Pyroclasts. They range from pure tuff to volcanic breccia, often with some pillow-lavas in places.

c) Sediments. They are both tillites and fluviatile sediments.

3. THE BEDROCK OF THE HAUHKOLT AREA.

The bedrock sequence dips toward WNW and can be divided into 3 main subdivisions. The greatest part of it are the Hvítá Layers, which are mostly tholeiitic basalts with a few sedimentary and tillite horizons. In the northern part of the area there is the Brúarhlöð Volcanic Breccia.

The youngest rocks in the area are the Tungufljót Layers, composed of olivine basalts.

A. The Hvítá Layers.

Most of the bedrock in the Haukholt area consists of the Hvítá Layers. In the west they are overlain unconformably by the Tungufljót Layers and in the north they meet the Brúarhlöð Volcanic Breccia (BVB). The Hvítá Layers are both basalts and sediments, but the basalts are much more abundant and far more resistant to weathering, hence most of the outcropping rocks are basalts. The sediments do not outcrop except in very steep slopes and in cliffs.

The Interbeds: The youngest interbed to be seen in the Hvítá Layers could be called the Bergsstaðir Sedimentary Layer (BS). This layer is the main marker-horizon in the Haukholt area. It can be traced from the extreme south near the farm Bergsstaðir to the BVB in the north. The BS-layer consists of 2 rock facies. The lower part is a very dark carboniferous siltstone, characterized by conchoidal fracturing. The upper part is of a brownish

tuff-sandstone which is much coarser than the lower part and seems to be a weathering product of the BVB.

Most of the other interbeds to be found from the BS-layer eastward are tillites. They are mainly found in the hill Gróarfjall east of the Hvítá River but also west of the river opposite the hill. These tillites usually are not bedded at all and the grain size is extremely varied. All these tillites have a very similar texture and the matrix is made of a very hard, grey siltstone. The oldest tillite forms the upper part of the cliffs in the eastern slope of the Gróarfjall hill. Beneath this tillite is one lavaflow and which again is underlain by a rather thick sedimentary layer (10-15 meters), which can be called the Gróarfjall Sedimentary Layer (GS).

The Basalts: They form the greatest part of the Hvítá Layers. Most of them are very much alike both in texture and structure. The majority are nonporphyritic, but a few of them contain occasional small feldspar phenocrysts. Olivine phenocrysts cannot be seen in these lavas, so they probably belong to the tholeiitic basalt group. The lavas are columnar and most of them show some flow-structure, which causes basal cleavage, i.d. perpendicular to the columns. Most of the lavas in the Hvítá Layers have normal geomagnetic direction, but there are two belts of lavas with reversed magnetism. Therefore these lavas range over four reversals of the magnetic field of the Earth, or 5 geomagnetic epochs and events. Therefore the age difference between the oldest and the youngest lava in the Hvítá Layers is probably more than 1 million years.

B. The Brúarhlöð Volcanic Breccia (BVB).

This formation is mostly made up of pyroclasts which appear in the banks of the Hvítá River in the uppermost part of the Haukholt area. The volcanic breccia cliffs extend from Brúarhlöð in the south up to the opening of the Gullfoss Canyon about 6 km upstream. This formation has a varied character; mostly tuff predominate commonly changing over to volcanic breccia. Pillows and basaltic injections can be found some places and pillow tendency is common. The surface of the BVB is rather hilly and the younger part of the Hvítá Layers lies unconformably on top of it. Some erosion seems to have taken place before the next lava flowed over the area, because the thickest sedimentary layer in the Hvítá Layers seems to be a weathering product of the breccia. The basaltic injections and pillows in the breccia have normal geomagnetic direction.

C. The Tungufljót Layers.

They cover much of the western and youngest part of the Haukholt area. They can be divided into two units, The Faxi basalt, and the Hrifsholt basalt, which lies on top of the former and is therefore the youngest rock in the area. They are both olivine basalts.

The Faxi Basalt: It covers almost the whole of the depression between the Hrifsholt hill and the escarpment on the western bank of the Tungufljót River, but this depression is a graben. The graben was formed after the Faxi basalt was erupted, since it can be seen at a higher level, both east and west of the graben. The Faxi basalt is relatively coarse and has large feldspar phenocrysts and some olivine

phenocrysts too, but they are much smaller and less abundant. At the bottom of the basalt there is a strong pillow tendency, indicating that the lava flowed over a rather wet area. About 500 meters downstream from the Faxi waterfall, a crossbedded sandstone outcrops below the Faxi basalt on the eastern bank. The crossbedding dips toward SW, so the river depositing this apparent deltaic formation, must have come from NE. Further downstream in the gorge, the sandstone disappears, instead we get pillow-lava, at least 8 meters thick. Above it on the top of the gorge-wall there is the lavaflow itself, and is about 4 meters thick. The pillow-lava and the lava on top are obviously from the same lavaflow, because they have the same phenocrysts, but the ground-mass is much finer in the pillow-lava, because it cooled down more quickly. The lava seems to have flowed down a river-course and over the delta and finally out to deeper water. The pillow tendency has begun in the river-course and on the delta, but real pillow-lava did not form until the flow reached deeper water (see section E).

The Hrísholt Basalt: It is only found on a few hilltops in the W- and NW-part of the Haukholt area. The Hrísholt basalt is rich in phenocrysts, especially olivine but there is also a lot of feldspar phenocrysts. The rock is mostly made up of extremely finegrained, small, irregularly arranged columns. In Iceland this kind of rock has been called kubbaberg ("boxrock"). This "boxrock" usually makes up at least the top two thirds of the lavaflow, but the lowest one third or less is usually made up of well shaped columns which have a rather coarser groundmass. This twofold character of inter-glacial lavaflows is common in Iceland and in the Hreppar Series they are usually the oungest rock present; most

often they lie unconformably on top of older layers. Opinions about the mode of origin of this curious columnar pattern vary greatly, but the irregular upper part seems to have suffered extremely quick cooling, possibly by water, hence the difference in grainsize in the groundmass.

4. STRUCTURE AND TECTONICS.

In the Haukholt area the whole bedrock dips toward WNW, the strike usually being $30-40^{\circ}$ east of north. This is approximately the direction of the Hvítá River through the area. The dip is about the same over the whole area, i.e. $10-12^{\circ}$, apart from the youngest layers near the Tungufljót River.

Most of the tectonic lineations in the Haukholt area have directions between NE-SW and NNE-SSW. Some of these lineations are faults, but others are just fissures or large cracks without notable displacement. Where displacement can be seen, it is almost always the bedrock east of the fault that has subsided, the faulting thus oppose the dip (antithetic faulting). The only place where the downthrow is on the western side of a fault is in the case of the fault that forms the steep western slope of the Hrísholt hill. There is a graben between this fault and the fault further to the west along which the Tungufljót River runs for 3 km. Most of the tectonic lineations in the whole area have directions between 20 and 40° east of north. Still in the southern part of the Haukholt area, there is one conspicuous tectonic lineation, which has a direction of 60° east of north. This lineation is very likely a strike-slip fault either produced by eastward movement of the bedrock south of it or westward movement

of the northern part. Evidence for this is a tillite layer that outcrops right at the river just south of the fault. This tillite does also outcrop north of the fault but much further to the west than it should do. If measured on an aerial photograph or a map the horizontal displacement is 250-300 meters.

In the case of only a few of the faults it was possible to measure the downthrow accurately. In the case of the fault at the Tungufljót River that forms the western wall of the graben the Faxi basalt, which is distinctively porphyritic made it easy to measure the downthrow. The downthrow of a fault near the farm Bergsstaðir was also easy to measure because the BS-layer outcrops on each side of the fault. Where a fault occurs near the contact between lavas with a normal geomagnetic direction and lavas with a reversed one, the contact is often shifted by the fault, so the displacement can often be measured. This is the case of the large faults near the farms Haukholt and Hvítárdalur.

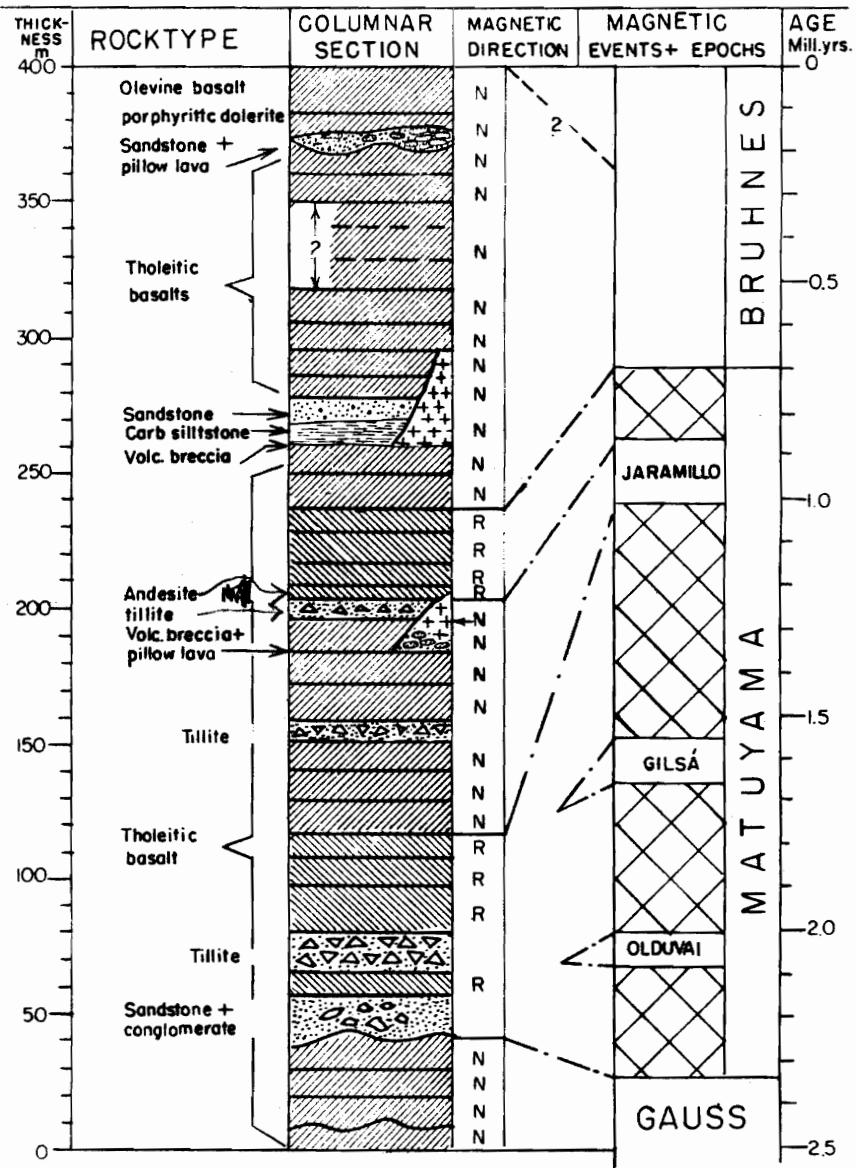
The county of Árnessýsla is one of the most active earthquake areas in Iceland. At least once a century, large earthquakes of a magnitude 7-8 on Richter scale have occurred. Some of these earthquakes have caused almost total destruction, e.g. one that occurred in the Hreppar district (M about 7,5), with epicentre only about 20 km from the Haukholt area. An even larger one occurred in 1784 which magnitude is thought to have been about 8.

5. MAGNETIC EPOCHS AND EVENTS.

In the Haukholt area there are two belts of lavas with reversed geomagnetism while the remaining ones are normal. Far the thickest sequence of normal lavas is the whole

western or youngest part of the area. This is probably formed during the present geomagnetic epoch, Bruhn's. Gwlow this is a reversed belt of at least 4 lavaflows. They should therefore be from the uppermost part of the Matuyama epoch back to the normal Jaramillo event (see diagram in the Icelandic text). The next normal sequence which then belongs to the Jaramillo is rather thick, at least 6 lavaflows and a tillite bed. The reversed belt beneath this contains a thick tillite interbed and at the bottom is the GS sedimentary layer, which lies unconformably on top of normal lavas. Some time is needed to form the GS-layer and the unconformity, so this reversed belt might represent the whole of the lower Matuyama. The normal lavas beneath this would then belong to the normal Gauss epoch.

No dating of any rock from the Haukholt area is available, the suggestions made above are therefore rather vague. Professor Tr. Einarsson (1962) assumes that the whole of the Haukholt area and much of it's surroundings belong to the N₂ epoch (Gauss). Within the Gauss epoch there are at least one and probably two reversed events; Mammoth (3 million years ago) and Kaena (2,8 million years ago). Rocks from Kaena have only been found in Hawaii. In the Haukholt area there are two belts of lavas with reversed magnetism which might represent Kaena and Mammoth, but until accurate radiometric datings of the rocks are available, nothing can be said with certainty about this. (Ref: Rutten and Wensink 1960, Einarsson 1962, Cox, Doell and Dalrymple 1964, Wensink 1964, McDougall and Wensink 1966, McDougall and Chamalaun 1966, Dagley et al 1967).



6. GEOMORPHOLOGY OF THE AREA.

The bedrock of the Haukholt area was formed during the Pleistocene, mainly during interglacial periods. Later the bedrock has been weathered and eroded, especially by the glaciers of the following glacial periods, and also by running water. The bedrock was least resistant in the direction of the tectonic lineations, i.e. NNE-SSW, and also the land surface sloped down to SW, so all glacial striae, roches moutonnées as well as the rivers and dry river-courses in the area have this direction. It is not known how often the ice has advanced over this area, but it is assumed that the striae and associated features are from the last glacial period. The direction of the striae is between 20-30° east of north, or about NNE-SSW. In the neighbourhood of the Haukholt area the ice has been at least 630 meters thick. At the end of the last glacial period there was a small advance (perhaps more than one), which lasted a short time. This last advance did build up more than 70-km long chain of terminal moraines in S-Iceland. This chain crosses the rivers Hvítá and Tungufljót just south of the Haukholt area. The period during which this last advance lasted is called the Budi-stage. It is thought to have occurred about 10,000 years ago.

The direction of the Hvítá River is roughly controlled by the tectonic lineations. Most of the Hvítá Canyon has been eroded since the Budi-stage, and most of it probably in a huge flood (perhaps more than one), caused by an enormous icedammed lake escaping under the ice in the Kjölur area to the north (Tómasson 1967). This flood has left some remains in the Haukholt area apart from

the Hvítá Canyon, in forms of empty river-courses and huge deposits of gravel. From the mouth of the Gullfoss Canyon, where the flood descended from the high plateau, to Brúarhlöð 6 km downstream, the flood seems to have slowed down a bit and deposited a thick gravel delta which decreases steadily in grain size downstream. At Brúarhlöd a large part of the flood changed course to NW through the col between the hills Dagmálaás and Gýgjarhólsfjall, where the course of the Hvítá River had perhaps been at the time when the flood occurred, and down into the Tungufljót depression. The gravel deposits extend down to the bridge on the Tungufljót River, where the thickness of the gravel is only 1-2 meters and there it is underlain by varved clay. This part of the flood has probably eroded the large dry river-course along the Hrísholt hill, and much of the gorge downstream from Faxi. The portion of the flood that did not change course near Brúarhlöd probably eroded most of the present Hvítá Canyon in the area and also made the large empty river-course on the western bank, along the cliffs NE of the farm Drumboddsstadir. From Drumboddsstadir and 2-3 km downstream, there are gravel deposits underlain by badly consolidated varved clay, very similar to the gravels at the Tungufljót River.

In the wide col mentioned above, between the hills Dagmálaás and Gýgjarhólsfjall, a low earthdam has to be built, if the Hvítá River is going to be dammed up to a level of 114 meters according to the master plan for the whole river system (Thoroddsen 1967). In this col the gravels might be many meters thick and very permeable, but an impermeable wall made of the varved clay mentioned above could solve this problem.

HEIMILDIR - REFERENCES.

- Cox, A., R.R. Doell and G.B. Dalrymple, 1964: Reversals of the Earth's Magnetic Field. *Science* 144, 1537-1543.
- Dagley, P., R.L. Wilson, J.M. Ade-Hall, G.P.L. Walker, S.G. Heggerty, Th. Sigurgeirsson, N.D. Watkins, P.J. Smith, J. Edwards and R.L. Grasty, 1967: Geomagnetic Polarity Zones for Icelandic Lavas. *Nature* 216, 25-29.
- Einarsson, Trausti 1962: Upper Tertiary and Pleistocene Rocks in Iceland. *Vísindafélag Íslendinga*, Rit 36, 132-142. Rvk.
- Einarsson, Þorleifur 1965: Greinargerð um jarðfræði Tungufells-svæðisins (English summary). *Atvinnudeild Háskólangs*.
- " 1967: Kafli f Iceland and Mid-Oceanic Ridges. *Vísindafélag Íslendinga*, Rit 38, 170-179. Reykjavík.
- " 1968: Jarðfræði, saga bergs og lands. Rvk.
- Kjartansson, Guðmundur 1943: Jarðfræði Arnessýslu í Árnesinga-saga, Rvk.
- " 1949: Greinargerð fyrir Raforkumálaaskrifstofuna (nú Orkustofnun) um jarðfræðilegar aðstæður á ýmsum virkjunarstöðum á vatnsvæði Hvítár.
- " 1961: Glefsur úr jarðfræði. *Árbók Ferðafélags Íslands* bls. 17-29.
- McDougall, I. and F.H. Chamalaun, 1966: Geomagnetic Polarity Scale of Time. *Nature* 212, 1415-1418.
- McDougall, I. and H. Wensink, 1966: Palaeomagnetism and Geochronology of the Pliocene-Pleistocene Lavas in Iceland. *Earth and Planetary Science Letters* 1 (1966) 232-236. Amst.
- Rutten, M.G. and H. Wensink, 1960: Palaeomagnetic Dating, Glaciations and the Chronology of the Plio-Pleistocene in Iceland. Report of the International Geological Congress, XXI Session, Norden, 62-70. Copenhagen.
- Spry, A. 1961: Fyrirlestur um stuðlamyndun í basalti, 7. sept. Hobart, Tasmania.
- Tómasson, Haukur 1966: Jarðfræðirannsóknir virkjunarstaðarins við Búrfell. Tímarit Verkfræðingafélags Íslands 3.-6. hefti.
- " 1967: Jarðfræðirannsóknir, Hvítá við Bláfell. Orku-stofnun. Bergfræðiviðauki eftir Elsu G. Vilmundardóttur.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen sf. Reykjavík, 1967: Mynzturáætlun Þjórsár og Hvítárvirkjana. Gert fyrir Orkustofnun.
- Wensink, H. 1964: Palaeomagnetic Stratigraphy of younger Basalts and Intercalated Plio-Pleistocene Tillites in Iceland. *Geologischen Rundschau* 54, 364-384.