

JARÐFRÆÐIRANNSÓKNIR

HVÍTA VIÐ BLAFELL

eftir

Hauk Tómasson, jarðfræðing

með bergfræðiviðauka

eftir

Elsu G. Vilmundardóttur, jarðfræðing

JARÐFRÆÐIRANNSÓKNIR
HVÍTA VIÐ BLAFELL

eftir

Hauk Tómasson, jarðfræðing

með bergfræðiviðauka

eftir

Elsu G. Vilmundardóttur, jarðfræðing

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

Inngangur	bls.	1
Jarðfræði Bláfellssvæðis	"	4
Lagskipting, flokkun og aldur	"	4
Jarðlög	"	7
Samband jarðлага Bláfellssvæðisins við Gullfosssvæðið	"	10
Sprungur og misgengi	"	11
Laus, jarðlög	"	12
Jarðtæknilegir eiginleikar	"	13
Einstakir staðir	"	19
Hvítárfloð í lok jökultíma	"	21
Skrá yfir skýrslur, sem varða jarðfræði Bláfellssvæðis	"	28
Heimildir um jökulhlaup og fleira	"	28
English Summary	"	1
Viðauki: Bergfræðileg rannsókn (E.G.V.)		

Myndir:

Mynd 1	Jarðfræðikort
" 2	Landmótun, staðsetning á borholum og jarðlagasniðum
" 3	Jarðlagasnið
" 4-6	Tíðnigreining á mismunandi leka í borholum við Bláfell
" 7	Jarðlagasnið og jarðfræðikort
" 8-13	Snið af borholum
" 14	Hvítárhlaup
" 15	Jökullón á Kili og Hvítárhlaup

INNGANGUR.

Hvítá í Árnessýslu á svæðinu frá Hvítárvatni og niður fyrir Bláfell hefur lengi verið í athugun vegna virkjunararmöguleika þar og væntanlegra miðlunarmannvirkja við Hvítárvatn.

Rannsókn á jarðfræði þessa svæðis með tilliti til virkjana hófst þegar 1949, er Guðmundur Kjartansson, jarðfræðingur, rannsakaði lauslega svæðið við Hvítárvatn og Ábóta og skrifaði um það skýrslu. Fram til 1959 eru allar jarðfræðirannsóknir á svæðinu í höndum Guðmundar, sem skrifaði um það lokaskýrslu 1959, er birt var í safni af jarðfræðiskýrslum eftir hann um marga virkjunarstaði í Þjórsá og Hvítá.

Tómasi Tryggvasyni, jarðfræðingi, var falið sumarið 1961 að gera sem nákvæmast jarðfræðikort og reyna að finna út lagskiptingu svæðisins við Bláfell. Að þessu vann Tómas á árunum 1961-1963, og skrifaði hann 2 skýrslur um það og auk þess eina ásamt Þorleifi Einarssyni um byggingarefna-leit á svæðinu.

Jarðeðlisfræðilegar mælingar voru gerðar á stíflustæðum við Hvítárvatn og Ábóta. Tilgangur hinna jarðeðlisfræðilegu mælinga var að kanna þykkt lausra jarðлага, aðallega mórenu, á stíflustæðunum. Mælingarnar voru gerðar á árunum 1958, jarðviðnámsmælingar, og 1961, jarðsveiflumælingar.

Guðmundur Pálason, eðlisfræðingur, hefur skrifað skýrslur um báðar þessar mælingar.

Jarðboranir voru gerðar í tvennum tilgangi: 1. að ákvarða þykkt lausra jarðлага í stíflustæðinu við Hvítárvatn og mæla vatnsleiðni þeirra svo og berggrunns. Til þessa verks voru að miklu leyti notaðir höggborar. 2. að ákvarða lagskiptingu í berggrunni, svo og að styðja yfirborðsjarð-fræðirannsóknir Tómasar Tryggvasonar á árunum 1961-1963.

Fyrsta borun fór fram hausið 1959 að boraðar voru 3 holur með höggbor sunnan ár á stíflustæðinu við Hvítárvatn. Sumarið 1961 var svo framkvæmd miklu víðtækari borun á öllu stíflustæðinu við Hvítárvatn, að nokkru leyti með höggbor, en sumar holur voru boraðar með snúningsbor og þá aðallega þær, sem áttu að gefa upplýsingar um eðli berggrunnsins. Einnig voru sumar höggborsholur dýpkaðar með kjarnaborun til þess að fá upplýsingar um bergið undir. Í allt voru 12 holur boraðar á stíflustæðinu við Hvítárvatn 1961. Af þeim voru 8 boraðar með höggbor og 4 með kjarnaborun eingöngu en auk þess voru 2 höggborsholur dýpkaðar með kjarnaborun. Við lok rannsóknanna árið 1961 höfðu því verið boraðar 15 holur á stíflustæðinu við Hvítárvatn, samtals 315 bormetrar, og mátti þá telja, að miðlunarstíflustæðið væri orðið nokkuð vel rannsakað.

Þetta sama sumar voru einnig boraðar holur með snúningsbor við Ábóta og við Sandá hjá Tágartjarnargili. Bárðar holurnar eru nálægt stöðvarhússtæðum samkvæmt þeim virkjunarhugmyndum, sem þá voru í athugun. Einnig studdu þær jarðfræðirannsókn Tómasar Tryggvasonar, sem þá stóð yfir. Samanlagt voru holurnar við Ábóta og Sandá 160 m að lengd.

Í hægri bakka stíflustæðis við Ábóta er mýri með smátjörnum. Jarðsveiflumæling í mýrum er mjög óviss og voru því haustið 1961 boraðar með borro-bor 6 holur, samtals 26 m, í mýrinni til þess að finna þykkt hennar og annarra lausra jarðlaga undir henni. Í jarðfræðiskýrslu Tómasar Tryggvasonar frá 1964 eru niðurstöður þessara borana, snið af holum og tenging við yfirborðsjarðfræði. Einnig eru þar mörg jarðlagasnið byggð eingöngu á yfirborðsathugunum Tómasar.

Stöðu hugmynd um jarðfræði Bláfellssvæðisins í heild að aflokinni jarðfræðirannsókn Tómasar Tryggvasonar og boruninni 1961 má í stuttu máli telja eftirfarandi: Elzta

berg Bláfellssvæðisins er gosmyndun, sem byggir upp Bláfell. Upp að því hafa fallið hraun og hylja þau rætur myndunarinnar þannig að hvergi sézt niður úr henni. Að austanverðu við Bláfell eru hraunin mun eldri en að vestanverðu og munar þar sennilega heilli ísöld. Yngsta myndunin er grófkornótt grágrýti, sem upprunnið er í Skálpanesdyngju.

Jarðlögum á hinu mikilvæga svæði austan Bláfells hallar þannig, að ógerlegt er að álykta frá yfirborði um jarðög á því dýpi, sem stöðvarhús og jarðgöng mundu liggja í, en landslag er með þeim hætti, að neðanjarðarstöðvarhús og frárennslisgöng virðist hinn eðlilegi virkjunarmáti. Rannsóknirnar og túlkun Tómasar Tryggvasonar á borholunni við Sandá bentu þó til þess, að undir öllu svæðinu væri Bláfellsmyndun á misjafnlega miklu dýpi. Ný rannsóknaráætlun, sem gerð var að nokkru í samráði við Tómas Tryggvason, gerði því ráð fyrir strjálum borunum á svæðinu suðaustan undir Bláfelli niður á nægjanlegt dýpi til þess að unnt verði að kortleggja járðög þessa svæðis í meginindráttum án tillits til þeirra virkjunarhugmynda, sem nú eru mest á döfnni, enda kunna þær að breytast við meiri og nánari athugun og að breyttum forsendum. Hinni nýju jarðfræðirannsókn var því fyrst og fremst ætlað að gefa upplýsingar í sambandi við mynzturáætlun um virkjun svæðisins.

Þessi rannsókn fór fram á sumrinu 1964 og voru þá boraðar 7 holur austan og sunnan í Bláfelli og 2 holur í viðbót við Hvítárvatn. Tilgangur borunарinnar við Hvítárvatn var að finna dýði niður á Bláfellsmyndun á stíflustæðinu þar. Í allt eru þessar 9 holur 663 bormetrar. Úrvinnsla hefur verið gerð á þann hátt, að gerð hefur verið nákvæm kjarna-greining í fyrstu og út frá henni og þekkingu á yfirborðslögum reynt að tengja saman lög. Síðan voru gerðar þunn-sneiðar af berGINU í þeim lögum, sem líklegust þóttu til

tengingar og bergið athugað í smásjá. Þessi háttur á vinnu verður að teljast nauðsynlegur, þegar um er að ræða tengingar á milli hola, sem svona langt er á milli. Kjarnalýsing og bergfræðileg rannsókn í smásjá var gerð af Elsu G. Vilmundardóttur, jarðfræðingi, og fylgir með skýrsla hernar um bergfræðilegu rannsóknina.

Þessi skýrsla, sem hér birtist, mun aðallega fjalla um viðbótarrannsóknina 1964, sem beindist aðallega að því að upplýsa lagskiptingu á Bláfellssvæðinu. Hún mun því ekki ræða yfirborðslög að neinu ráði né byggingarefni, enda hafa því verið gerð skil í skýrslum Tómasar Tryggvasonar, og bætti rannsóknin 1964 litlu þar við. Þó er í síðasta kafla lýst nýrri kenningu um myndun malarkamba og árfarvega meðfram Hvítá. Til þess að fá hina stóru drætti jarðfræðinnar við Bláfell hef ég að sjálfsögðu notast við allar fyrri rannsóknir bæði jarðfræði- og jarðeðlisfræðilegar. Aftast í skýrslunni er skrá yfir þær skýrslur, sem notaðar hafa verið.

JARDFRÆÐI BLÁFELLSSVÆÐIS

Lagskipting, flokkun og aldur.

Flokkun Guðmundar Kjartanssonar á bergi við Bláfell er í tvær myndanir, þ.e. "Breccia formation" og "Grey Basalt formation" og er þá eingöngu greint eftir útliti bergsins þannig, að gosmóberg og bólstraberg eru flokkuð sem "breccia formation", en allt hraun með millilögum, þar á meðal grágrýtið á toppi Bláfells, er flokkað sem "gray basalt formation". Tómas Tryggvason skiptir aftur á móti í þrjár myndanir, þ.e. Bláfellsmyndun, sem er allt berg upprunnið í þeim eldgosum, sem myndað hafa Bláfell, Hreppamyndun, en það er þrenging á hugtaki, sem Guðmundur Kjartansson notar í miklu víðtækari merkingu, og loks ungt grágrýti, sem hann telur myndað á síðasta hlýviðrisskeiði ísaldar. Í skilningi á jarðfræði svæðisins ber Tómasi og Guðmundi annars lítið á milli.

Rannsóknin á sumrinu 1964 sýnir, að Bláfellsmyndunin er ekki elzta berg svæðisins eins og Guðmundur og Tómas töldu, heldur tókst að bora í gegnum hana í nokkrum holum og niður í undirliggjandi myndanir.

Eðlileg skipting á bergi Bláfellssvæðisins virðist vera eftirfarandi og er þá raðað eftir aldri þannig, að hið yngsta er efst en hið elzta neðast:

Skálpanesgrágrýti	SK	(Sandártungugrágrýti	ST
Sandártungumyndanir	ST	(Sandártunguvöluberg	ST ^g
		(Sandártungublágrýti	ST ^v
			BL _b
Bláfellsmyndanir	BL	(Bláfellsblágrýti	BL _m
		(Bláfellsmóberg	
Abótamyndanir	AB		
Búrfellsmyndanir	BF		

Allar þessar myndanir eru eldri en síðasti jökultími, þar eð Skálpanesgrágrýtið, yngsta berg svæðisins, er greinilega jöklusorfið og mjög víða hulið mórenu og hlýtur því að vera myndað fyrir síðasta jökultíma. Haft er fyrir satt, að Skálpanesgrágrágrýtið sé myndað á síðasta millijökultíma. Allar hinar myndanirnar hljóta því að vera myndaðar á nokkuð löngum tíma, því í þeim eru ummerki um þrjár jöklanir með landi jökullaustu á milli. Þessar jöklanir eru eftirfarandi, nefndar eftir tilsværandi jarðmyndunum: Búrfellsmyndanajöklun, Bláfellsmyndanajöklun og loks Sandártunguvölubergsjöklun, raðað eftir minnkandi aldri.

Ísöld nefndist einu nafni jarðsögutíminn, sem nær yfir síðustu 2 milljónir ára og einkennst hefur af því, að hvað eftir annað hafa jöklar vaxið mjög og minnkað svo aftur. Í fyrstu var ísöld ein og óskipt, en rannsóknir hafa sýnt, að hún skiptist í fjöldamörg skeið með vaxandi jöklum og á milli skeið með minnkandi jöklum. Nú er viðtekin venja að skipta ísöld í 4 aðal jökultíma og 3 millijökultíma þar á milli. Hinum styttri og smærri sveiflur geta kallast stig, þegar jökluminn gengur fram (sbr. Búðastig) og millistig, þegar hann hörfar. Eftirjökultími er síðan síðasta jökultíma lauk.

Guðmundur Kjartansson skiptir jarðmyndunum ísaldar í þrennt, og er skiptingin að mestu leyti aldursröðun. Þessi flokkun er: 1) Móbergsmýndun, sem er yngst og er talið, að hún sé að miklu leyti frá síðasta jökultíma og þeim næst síðasta. Þó er það hvergi vel skilgreint. 2) Yngri grágrýtismýndun, sem talin er að mestu frá síðasta millijökultíma. 3) Eldri grágrýtismýndun frá fyrri hluta ísaldar og jafnvel ennþá eldri. Eldri grágrýtismýndunin er á Suðurlandi nefnd Hreppamyndun. Hún er bæði hraun runnin á millijökultínum og móberg myndað á jökultínum. Töluvert er einnig um setlög. Í þessari sundurgreiningu er orðið myndun notað sem blanda af lagskiptingartímaeiningu og lagskiptingarberg einginu, en sem lagskiptingartímaeiningu er það helzt samsvarandi "series" í ensku, en um það hefur ekki verið skilgreint orð á íslenzku. Æg sting upp á að orðið belti verði notað um þetta hugtak í lagskiptingarfræði.

Jarðmyndanir við Bláfell munu þá flokkast í 3 belti ef haldið er skiptingu Guðmundar. Hið yngsta er yngra grágrýtið, en til þess teljast Skálpanesgrágrýtið og Sandárturugrágryti. Ef til vill mætti flokka allar Sandártungumyndanir undir þetta belti, en þó ætti blágrýtið undir mórenulæginu að vera eldra. Næsta belti mundi vera móbergsmýndunin, en Guðmundur telur Bláfell til hennar. Annars er móbergið talið yngra en yngri grágrýtismýndunin eða frá síðasta jökultíma, en svo getur þó ekki verið um Bláfell, eins og þegar hefur verið frá skýrt. Elzta beltið við Bláfell er Hreppamyndunin, en til hennar teljast Ábotamyndanir og Búrfellsmyndanir. Hreppamyndunin nær frá Ábóta og allt að Köldukvísl. A miðju þessu svæði eru miklar gosmóbergsmýndanir frá jöklunum, sem að minnstakosti eru ekki yngri en Búrfellsmóbergið, sennilega er sumt af þeim og jafnvel megnið eldra. Það er því auðséð, að jöklar hafa gengið yfir Hreppamyndunina mun oftar en þau 4 skipti, sem þeir augljóslega hafa þakið

jarðmyndanir Bláfellssvæðisins með jökullausum skeiðum á milli. Hver um sig geta allar þessar jöklanir varla markað sérstakan jökultíma, heldur hljóta þær margar að vera stig innan sama jökultíma. Þetta bendir til þess að sveiflur í stærð jökla á Íslandi á jökultínum hafi verið mjög miklar og verulegir hlutar landsins orðið jökullaust á millistigum, þar sem landið gat svo oft orðið jökullaust svona langt inn í hálandinu eins og hér um ræðir. Þess vegna er ekki út frá fjölda jöklana einum unnt að draga neinar beinar ályktanir um aldur bergsins við Bláfell. En að öllum líkendum eru þó myndanirnar allar til orðnar á seinnihluta ísaldar og varla eldri en frá henni miðri.

Jarðlög.

Elzta berg svæðisins er, eins og áður var sagt, Búrfells-myndanir, sem í borholunum var móberg af ýmsum gerðum frá fínkornóttu túffi yfir í bólstraberg. Þessi myndun er mjög sennilega til orðin í eldgosum undir jökli. Nafn hef ég gefið mynduninni eftir Búrfelli, lágum ás skammt austur af Sandártungu. Í Búrfelli er móberg að mestu með mjög þau sömu einkenni og bergið í borholunum. Í botni holunnar við Ábóta eru einnig móberg með þessum sömu einkennum. Móbergið í henni er sennilega ekki frá sömu gossprungu og Búrfell heldur frá annarri samsíða, sem liggur vestan við Búrfell. Út frá afstöðu þess til yfirliggjandi bergs virðist að þetta sé frá sama gostímabili og Búrfellsmóbergið, og er það því talið til sömu myndunar. Sumsstaðar vottar fyrir grófri lag-skiptingu í túffinu og þá sérstaklega þar, sem það er frekar grófkornótt og venjulega nálægt yfirborði myndananna. Þessi lagskipting stafar sennilega af vatns- eða jökulflutningi meðan á gosi stóð og þá í sambandi við flóð þau, sem gos undir jökli valda. Þessi hluti myndunarinnar liggur nokkuð flatar og lægra en hinn raunverulegi móbergshryggur. Gosstaðurinn er sennilega gossprungu, sem liggur eftir

hæðsta hluta Búrfells, og eftil vill önnur samsíða nokkru vestar.

Ábótamyndanir eru aðllega blágrýti með þunnum millilögum. Yfirleitt er blágrýtið frekar fínkornótt og dökkleitt, sem greinir það mjög frá Skálpanesgrágrýti og nokkru af bergi Sandártungu. Bergið liggur ofan á Búrfellsmyncunum en undir Bláfelli. Þetta er allt hraunlög runnin í jökkulausu landi. Sumsstaðar eru nokkur molabergslög frekar grófkornótt á milli þeirra eða undir þeim. Neðri lög Sandártungublágrýtisins eru mjög svipuð og Ábótamyndun, en lega dreifar frá Bláfelli eða Bláfellsmóbergs sýnir hvar mörkin eru. Um það atriði vísast til töflu Elsu Vilmundardóttur. Á jarðfræðikortinu er Ábótamyndun sýnd við Ábóta og einnig sunnan Stangarár. Undir Sandártungu kemur hún fyrir í mörgum borrholum, en tenging við bergið sunnan Hörðuvalla er gerð eftir afstöðulíkum en ekki eftir nákvæmri kortlagningu. Öll mörk Ábótamyndana á yfirborði eru megindrættir og ekki nákvæm.

Bláfellsmyndanir eru bergið, sem byggir upp Bláfell. Neðantil er það að mestu móberg í ýmsum myndum, þ.a.m. miklu af bólstrabergi, en toppurinn er úr basalthraunlögum. Bláfell er því stapi, en vegna aldurs er hann tölувvert sundurskorinn af vatns- og jökulsvörfun. Gosstaðurinn hefur verið þar sem fjallið er hæst nú og verið frekar stutt sprunga með norð-austur-suðvesturstefnu. Samskonar berg og í Bláfelli er í Lambafelli norður af því og í Geitafelli rétt vestur af því. Bergið er mjög sérkennilegt og auðgreint frá öðrum bergtegundum svæðisins, þar sem það hefur nokkuð þétt í flanga feldspatdíla.

Bólstraberg Bláfellsmyndunar hvílir á jökulbergi, og þar neðan til er bergið að mestu leyti blágrýti með innskortslögum inn í jökulbergið og jafnvel við neðra borð þess. Í heild má segja að neðst sé lítið um basaltgler í myncuninni, en bergið virðist alls staðar mjög þétt og óreglulega stuðlað.

Blágrýtið í toppi Bláfells hefur sömu bergfræðilegu einkenni og bólstrabergið, einungis með einkenni hrauna, sem renna á þurru landi. Hefur Bláfell þá verið orðið svo hátt af upp byggingu, að toppur þess hefur orðið jökullaus. Völubergsdreif nær tölvert austur af Bláfelli með mjög margar af völunum úr Bláfellsbasalti. Þessi dreif virðist í beinu áframhaldi af Bláfellsmóberginu og markar því, utan hins eiginlega Bláfellsbergs, hvar í lagaröðinni Bláfell á heima. Þetta völuberg er látið ráða mótum Ábótamyndunar og Sandártungumyndana.

Sandártungumyndanir eru að neðan til blágrýti, en í þeim er einnig jökulberg og gróft völuberg, sem sýnir, að jökull hefur gengið yfir meðan á myndun þessa bergs stóð. Efst eru svo tvö lög af frekar grófkornóttu basalti eða grágrýti. Grágrýtið virðist vel stuðlað í reglulega stóra stuðla. Er það lang reglulegast stuðlað af öllum bergmyndunum hér. Sandártungumyndanirnar eru yngri en Bláfell og virðast hraunin, sem þá runnu, hafa runnið í landslagi svipuðu og nú er hér. Gosstaðir eru sennilega til norðurs frá Bláfelli og/eða til norðausturs. Hvar nákvæmlega er ekki vitað. Eldri hluti myndunarinnar er eldri en Skálpanesgrágrýtið, en yngri hlutinn virðist jafn gamall og það og mætast þessar myndanir við Hvítárvatn, og er sennilegt að Hvítárvatn sé myndað í geil á milli þessara gosstaða eins og Guðmundur Kjartansson hefur bent á.

Völubergið í Sandártungumyndun er mjög misjafnt að útliti. Sumsstaðar er það greinilega jökulberg með tölvert af mélu og öðru bindiefni, en á öðrum stöðum er það mjög opin möl, og sennilegast er að þar sé það myndanir jökulsár. Jökull sá, sem gekk yfir Sandártungumyndanir á myndunartíma þeirra, hefur sennilega ekki náð mikið lengra því ummerki um jökulsvörvun eru lítil, og einnig bendir hið mismunandi útlit völubergsins til nálægðar við jökuljaðar.

Yngsta bergmyndun Bláfellssvæðisins er Skálpanesdyngju-grágrýtið. Það er grófkornótt, með örsmáa feldspatdíla og venjulega í mjög þunnum lögum án okkurra millilaga. Bergið er oftast mjög blöðrótt. Það hefur ofitiskan textur, sem greinir það nokkuð vel frá öllum öðrum bergmyndunum Bláfellssvæðisins. Það er upprunnið í mikilli dyngju, Skálpanesdyngju, sunnan við Hvítárvatn. Dyngjan er reglu-lega löguð og virðist lítið grafin og því líklegt, að hún sé frá síðasta millijökultíma. Vel má vera, að afrennsli efri hluta Hvítárvæðisins hafi verið vestan við Bláfell áður en Skálpanesdyngja myndast, þótt á það verði varla færðar sterkar sönnur. Dalur Tungufljóts, sem er bæði dýpra niður grafinn og nær lengra inn í hálendið en dalur Hvítár, bendir þó til þess að aðalafrennsli þessa svæðis hafi verið mun vestar en nú, áður en Skálpanesdyngja og Haukadalsheiði myndast, en líklegt má telja að báðar þær dyngjur séu af svipuðum aldri.

Samband jarðlaga Bláfellssvæðisins við Gullfosssvæðið.

Við Gullfoss er jarðögum skipt í 3 aðalflokka eða myndanir. Elzt er Brúarhlaðabreksían, þá Gullfosslögin og yngst Hóla- og Tungufellslögin. Brúarhlaðabreksían hefur örugglega enga samsvörun við Bláfell, en hinari 2 myndanirnar mætti vel hugsa sér, að væru komnar af Bláfellssvæðinu að einhverju leyti að minnsta kosti. Sérstaklega gefa blágrýtislögin í Gullfosslögunum von um tengingu, þar eð þau gætu verið komin langt að eftir einkennum að dæma. Væri þá einna helzt að tengja við Sandártungumyndanir eða Ábótamyndanir. Engin af einkennislögum Gullfosslaganna eru þó fundin þarna, og er þó eitt Gullfosslaganna mjög auðþekkt vegna dílæiginleika sinna. Þau gætu þó verið frá sama tíma og eldri Sandártungulögin eða Ábótamyndunin. Hugsanlegt er einnig, að Gullfosslögin séu eldri en hin þekktu Bláfellsjárðög og liggi þau þar enn dýpra. Líklegast er þó að Gullfosslögin séu af svipuðum aldri og Ábótamyndun eða þá lítið eitt eldri.

Sprungur og misgengi

Utan í Bláfelli og eins upp í Búrfelli er mikið um sprungur og misgengi. Á kortinu mynd 2 eru sýndar nokkrar þær sprungur, sem greinilegastar eru. Töluvert misgengi er í sprungunum, sem næstar eru Bláfelli, og einnig mun vera töluvert misgengi í sprungum, sem liggja skammt austur af kortasvæðinu. Misgengið við rætur Bláfells er með signu spilduna austan við, en misgengið í Búrfelli er með signu spilduna vestan við. Því virðist sem svæðið frá Bláfelli og nokkuð austur í Búrfell sé gamall sigdalur. Sigið virðist þó ekki mikið og er alls ekki meir en 10-20 m. Við aðrar sprungur á milli verður ekki greint neitt verulegt misgengi þótt vel megi vera, að það sé eitthvað í flestum tilfellum. Þessi sigdalur virðist nokkuð gamall, og verða sumar sprungur ekki greindar í yngstu jarðlögurum þótt greina megi þær í þeim eldri. Ekki er ástæða til að ætla að nokkur hreyfing sé í þessum sigdal núna.

Jarðlagahalli er í eldri lögnum aðallega til vesturs um Örfáar gráður. Ekki virðist neitt samband milli sigdals-sprungnanna og jarðlagahallans. Nokkuð af jarðlagahallanum getur verið til komið vegna þess landslags, sem var þegar hraunin runnu, en líklega er megnið af honum austan Bláfells til orðinn vegna sigs undan þeim jarðlagapunga, sem bætzt hefur við vestan við svæðið, þar sem eldfjöll hafa verið virk eftir að gosum lauk á svæðinu austan þess. Fyrir yngstu jarðlögin virðist landslag mjög svipað núverandi ráða jarðlagahalla.

Laus jarðlög.

Hörð og vel þjöppuð botnmórena er mjög víða á svæðinu við Bláfelli. Víðast hvar er hún þó frekar þunn nema á svæðinu við Ábóta að Hvítárvatnsós, en þar eru þykkar jökulöldur úr frekar leirríkri og vel þjappaðri mórenu. A einum stað er greinileg jaðarurð jökuls. Er hún sýnd á kortinu mynd 2 og liggar frá ármótum Sandár og Hvítár yfir að Búrfelli. Nokkrar ógreinilegri eru þar nokkru sunnar. Eru jaðarurð-irnar miklu malarbornari og sendnari en botnmórenan.

Norðan í Búrfelli 3 km frá hugsanlegum stíflustæðum á Sandá er stór malarás. Ær hann meir en 1 km að lengd og hæð hans er á að giza 10 m eða meir í hærri hólunum. Þessi malarás er af þeirri gerð, sem kallast slukás í Svíþjóð, það er að segja hann myndast í göngum í jöklínnum, þar sem jökulánin hefur leitað undan bratta inn undir jökulinn. Sennilega eru margir slíkir ásar til þótt aðeins einum hafi verið lýst áður, en það er ás nálægt Dettifossi norðan í Grjóthálsi. Sigurður Þórarinsson nefnir hann svelgás. Ásinn í Búrfelli ætti að athugast nánar með tilliti til steypuefnanáms, því möl á þessu svæði er oft blönduð líparíti frá Kerlingafjöllum, sem gerir hana varasama til notkunar í steypu, en malar- asinn ætti ekki að vera blandaður líparíti, því efnið, sem í honum er kemur að austan. Aftur á móti má búast við töluverðu móbergi í honum.

Sunnan undir Bláfelli eru miklir malarhjallar úr mjög grófri og steinóttir möl. Þessi möl er mynduð í jökulhlaupi, þá er Hvítárvatn tæmdist á síðjökultíma. Verður því jökulhlaupi lýst í kafla hér á eftir. Þessi malarlög eru sennilega ónothæf í steypuefni, en ef til vill mætti nota þau sem grjótfyllingu í jarðstíflur.

Í Stangarárbotnum og efst á Búrfellsmýrum eru nokkur sandlög og fínmalarlög, sem sezt hafa til í óseyrum í vatni því,

sem einu sinni var á Búrfellsmýrum. Sjálfsgagt eru á Búrfells-mýrum einnig lífræn og miklu fínkornóttari set sem sezt hafa í þetta vatn. Í Sandá ofan ármóta Svínár eru svipuð skil-yrði nema hvað vatnið, sem þar hefur fyllzt, hefur verið mun stærra og dýpra en vatnið á Búrfellsmýrum. Hluti þessa vatnsstæðis er þar, sem nú er Lausamannaölduver og myrarnar norður af því.

Fokjarðvegur er á við og dreif um svæðið en viðast hvar þunnur, því landið hefur að miklu leyti blásið upp skömmu eftir Íslandsbyggð. Fokjarðvegur myndast aftur eftir 1300, en sá jarðvegur er venjulega þunnur. Nokkrar eldri jarð-vegstorfur eru þó á við og dreif um svæðið.

JARÐTÆKNILEGIR EIGINLEIKAR

Mannvirki þau, sem gera þarf við Bláfell í sambandi við virkjanir, eru aðallega tvennskonar: Stíflur annars vegar og neðanjarðarstöðvarhús og jarðgöng hins vegar. Ég mun hér ræða nokkuð þá jarðtæknilegu eiginléika bergs, sem gæta þarf að í sambandi við þessar mannvirkjagerðir.

Fyrir stíflur eru þrýstibol bergsins og vatnsleiðni mikil-vægastir eiginleikar, þótt jarðlagahalli og sprungusvæði geti einnig haft þar áhrif.

Fyrir neðanjarðarmannvirki er stæðni hvelfinga í berGINU mikilvægust, þá vatnsleiðni og viðnám gegn greftri rennandi vatns. Fyrsta og síðasta atriðið hafa afgerandi áhrif á það, hvort fóðra þurfi jarðgöng eður ei.

Stíflur.

1) Styrkleiki eða þrýstibol bergs. Stíflur gera mjög mis-munandi kröfur til styrkleika bergs eftir gerð stíflunnar. Jarðstíflur gera litlar kröfur til styrkleika undirstöðu en steinsteyptar stíflur miklu meiri og bogastíflur mestar.

Jarðstíflur er hægt að byggja á öllum bergmyndunum Bláfellssvæðisins, einnig mórenu, en steinsteyptar stíflur þurfa helzt að standa á bergi. Beztar sem undirstaða eru basaltmyndanir yfirleitt, þótt þunnlögótt basalt með veikum millilögum geti verið varasamt. Móberg í ýmsum myndum er miklu veikara berg, þótt yfirleitt sé það nógu sterkt nema fyrir mjög mikinn þrýsting.

Sprungur og misgengi veikja berg en varla þó afgerandi, nema að lega sprungu til þrýstingsstefnu sé mjög óhagstæð. Óhagstætt er, að þrýstingsstefna sé samsíða sprungustefnu en hagstætt að hún sé þvert á. Algengastar eru næstum lóðréttar sprungur þannig að einungis í sambandi við bogastíflur, þar sem verulegur láréttur þrýstingur er, virðast áhrif sprungna á styrkleika undirstöðu vera veruleg.

Illa samlið lagamót geta haft slæm áhrif á styrkleika, ef þau snúa illa við þrýstingsstefnu, og gildir þar það sama og um þrýstingsstefnu við sprungur. Þar sem flest jarðög Bláfellssvæðisins halla mjög lítið eru áhrif lagamóta á styrkleika einnig lítil.

2) Mótstaða gegn greftri rennandi vatns er mikilvægur eiginleiki bergs þar sem reisa á yfirfallsstíflur. Torgræfust eru þykk blágrýtislög eins og þau eru yfirleitt í Abóta- og í Sandártungublágrýti. Þunn blágrýtislög geta grafist af hratt rennandi vatni. Þannig er yfirleitt Skálpanesdyngjugrágrýti. Móberg í hinum ýmsu myndum svo og setlög eru miklu auðgræfari en basaltlögin. Sérstaklega mun illa samliðt bólstraberg plokkað auðveldlega. Illa hörðnuð setlög og mórena eru óæskileg undirstaða yfirfalla vegna auðgrænfi þeirra. Á sprungusvæðum er berg oftast auðgræfara en utan þeirra eins og sjá má greinilega á því, hvernig farvegur Hvítár hefur leitað inn í sprungusvæðin.

3) Vatnsleiðni og vatnsþrýstingur í bergi.

Vatnsleiðni er ólík í móbergs- og basaltmyndunum. Í móbergi er hún nokkuð jöfn í allar áttir og jafnvel í gömlum myndunum þó nokkur. Þannig er nokkur vatnsleiðni í grófkornóttu Búrfellsmóbergi, en hún er miklu meiri í Bláfellsmóbergi, að minnsta kosti ofan til. Basaltmyndanir hafa tvennskonar vatnsleiðni, og mjög ólíka, í láréttu og lóðréttu stefnu. Er hún miklu meiri í láréttu stefnu. Í lóðréttu stefnu minnkar vatnsleiðnin mjög fljótt með vaxandi aldry. Abótamyan danir og Sandártungublágrýti eru úr nokkuð þéttu bergi, en Sandártungugrágrýti og Skáplanesgrágrýti eru mjög lekar myndanir sérstaklega sú síðarnefnda. Sprungur hafa áhrif á vatnsleiðni til að auka hana samsíða sprungum og minnka þvert á. Yfirleitt mun vatnstag vegna vatnsleiðni bergsins lítið. Sá leki, sem vera kann í byrjun, mun minnka mjög fljótt vegna þéttigaráhrifa jökulvatnsins.

Aftur á móti getur vatnsleiðni haft nokkur áhrif á vatnsþrýsting í jarðögum undir stíflum og hann svo haft slæm áhrif á stöðugleika bergs eða jarðmyndana. Sérstaklega geta áhrifin orðið mikil á setberg, illa samlímt móberg og mórenu. Á þétt blágrýti eru áhrifin minni. Steypumannvirki geta lyfst upp og sprungið vegna vatnsþrýstings, ef ekki er veitt vatni undan þeim með borunum. Gildir þetta einnig og jafnvel öllu frekar um þétt jarðög en vel vatnsleiðandi, því í vel vatnsleiðandi jarðögum eins og hraunum er oft undirþrýstingur í jarðvatninu strax undir stíflunum og því alls ekki um neina upplýftingu að ræða. Upplyftingarkrafturinn fer að mestu eftir hæð stíflunnar. Fyrir lágar stíflur skiptir hann litlu máli.

Jarðgöng og neðanjarðarstöðvarhús.

Í jarðgöngum og neðanjarðarstöðvarhúsum eru eftirfarandi eiginleikar bergs mikilvægastir: 1) Stæðni hvelvinga í bergi, 2) vatnsleiðni og 3) viðnám gegn greftri rennandi vatns.

1) Stæðni hvelfinga í bergi er einna mikilvægust þessara atriða. Það er margt, sem hefur áhrif á stæðni bergs í jarðgöngum og öðrum neðanjarðarhvelfingum, en þrír eiginleikar munu þar einna mikilvægastir. Það eru þéttleiki og gerð stuðlunarflata, samlíming bergs og brotþol.

Í móbergi hvort sem það er tuff, breksíá eða bólstraberg er það tuff millimassinn, sem afgerandi áhrif hefur á eiginleika bergsins, því bólstrar og blágrýtismolar eru venjulega fljótandi í þessum millimassa. Þegar hann er vel samlímdur eru stuðlunarfletir í honum ráðandi og er þá jafnan nokkuð langt á milli þeirra, en þeir geta verið nokkuð sléttir. Þannig er yfirleitt gamalt móberg. Í ungu móbergi er samlíming tuff millimassans léleg og verða þá stuðlun bólstra og basaltmola ráðandi og má skoða það sem mjög þéttstuðlað berg, sem að vísu hefur óreglulega stuðlunarfleti. Setberg hefur yfirleitt nokkuð langt á milli stuðlunarflata. Í basalti er til tvennskonar stuðlun, þ.e. annað hvort er hún þétt og óregluleg, kölluð kubbaberg, eða regluleg með mun meira bil milli stuðlunarflata. Sú stuðlun er venjulega 4-6 köntuð og oft kölluð stuðlaberg, þegar hún er hvað reglulegust. Þykkt laga er einnig mikilvæg, því lagamót eru jafngildi stuðlunarflata, nema hvað þau geta verið óhagstæðari vegna verri afstöðu til krafta í jarðgöngum.

Samlíming er mikilvægust í móbergi og setbergstegundum. Með betri samlímingu fækkar raunverulega stuðlunarflötum, og burðargeta bergsins eykst. Í basaltmyndunum virkar samlímingin á lagamót og bindur þau saman.

Brotþol er mest í basalti en mun minna í basaltgleri, sem er uppistaða móbergs og oft einnig bindiefnið í setbergi. Í setbergi og illa samlímu móbergi getur brotþol verið mjög lágt. Brotþol hefur mikil áhrif á stæðni bergs í

hvelfingum. Þannig er það hið háa brotþol basalts, sem veldur góðri stæðni þess, því vegna ósléttra og óreglulegra stuðlunarflata getur ekki orðið hreyfing eftir þeim nema með því að brjóta bergið. En basalt, sérstaklega kubba-bergssstuðlað, er raunverulega mjög þétt stuðlað. Til styrkingar hvelfingar í basalti ættu bergboltar að vera mjög áhrifaríkt ráð, en vegna strjálari stuðlunar og minna brotþols ættu þeir að hafa mun minni áhrif í móbergi og seti.

Eiginleikar jarðmyndana við Bláfell til stæðni jarðganga eru eftirfarandi. Búrfellsmóberg er nokkuð vel samlímt og ætti því að standa sæmilega í jarðögum. **Abótamyndanir** eru að mestu blágrýti með vel samlímdum millilögum. Stuðlun mun breytileg en nokkuð regluleg stuðlun þó venjulegust. Stæðni **Abótamyndana** ætti því að vera ágæt. Bláfellsmóberg er sumsstaðar næstum sem þéttstuðlað basalt en venjulegast misjafnlega samlímt tuff, breksíða eða bólstraberg. Stæðni þess mun því breytileg og sumsstaðar ekki góð. Bergboltar geta orðið árangursríkir í ~~basalt~~tríkasta hlutanum en annarsstaðar má búast við að nota þurfi kostnaðarmeiri styrkingu.

Sandártungublágrýti er í flestu sambærilegt **Abótamyndunum**, þótt ekki séu lagamót eins vel samlímd þar. Sandártunguvöluberg mundi sennilega þarfnað styrkingar jafnóðum og grafið er. Sandártungugrágrýti er í þykkum reglulega stuðluðum lögum. Stæðni þess mun góð nema við lagamót, þar sem millilög eru illa samlímd. Skálpanesgrágrýti er venjulegá í mjög þunnum lögum og þétt stuðlað. Auk þess er það oft mjög blöðrótt og frauðkennt, svo hætt er við að stæðni þess sé mjög léleg af basalti að vera. Má því búast við að jarðögng í því purfi einhverja styrkingu.

2) Vatnsleiðni er mikilvægur eiginleiki bergs í sambandi við jarðgöng, vegna þess að hún ákvarðar mögulegt innrennsli í göng meðan á byggingu stendur, en það getur aftur valdið töf og erfiðleikum við vinnu í göngum. Einnig kemur vatnsleiðnin til álita í samþárdi við vatnstagrind frá göngum, sem eru ofan jarðvatnsborðs. Í Búrfellsmóbergi er vatnsleiðni nokkur og má þar gera ráð fyrir einhverju innrennsli en varla þó hættulega miklu. Í Ábotamyndunum og Sandártungublágrýti er vatnsleiðni yfirleitt lítil, og ætti jarðvatn þar varla að valda erfiðleikum. Í Bláfellsmóbergi er sumsstaðar nálægt yfirborði mikil vatnsleiðni, og gæti jarðgangagerð þar verulega undir jarðvatnsborði lent í töluverðum vatnserfiðleikum. Skálpanesgrágrýti er mjög lekt og auk þess er nokkur artistiskur þrýstingur á vatninu við Hvítárvatn. Mundi því jarðgangagerð mjög erfið þar af þeim sökum.

3) Viðnám gegn greftri rennandi vatns hefur ásamt staðni bergs í hvelfingum afgerandi áhrif á það hvort fóðra þurfi jarðgöng eður ei. Basalt er torgræft og þarf ekki að fóðrast í göngum vegna graftarhættu. Millilög og móberg eru oft miklu auðgræfari og þarfnað oft fóðrunar. Vel samlímt, fínkornótt móberg ætti þó að geta staðist nokkurn vatnshraða.

Sprungur hafa áhrif við jarðgangagerð, þar sem fleiri og sléttari stuðlunarfletir eru við þær og hreyfing því auðveldari en við venjulega stuðlunarfleti í basalti. Þar þarf því frekari styrkingar við. Einnig getur verið nokkur sprunguleir í sprungum, sem þvæst inn í göng, sé opnað inn í sprungu. Að það sér oft stað í sambandi við meira innrennsli vatns við sprunguna. Yfirleitt mun hagstætt að fara með jarðgöng sem þverast á sprungur, en varast ber að fara langs eftir þeim.

EINSTAKIR STADIR.

Það er ekki ætlunin hér að ræða mikið einstakar virkjunarhugmyndir, því samkvæmt eðli þessarar rannsóknar er aðallega verið að fá heildarmynd jarðfræðilegra aðstæðna á öllu því svæði við Bláfell, þar sem til greina kemur að hafa virkjunarmannvirki. Þó er rannsóknin við Hvítárvatn mun ítarlegri. Sumir staðir eru þó nokkuð fastir hvaða virkjunarhugmyndir sem eru á döfinni. Þeir eru miðlunarstífla við Hvítárvatn eða Ábóta og í flestum tilfellum stíflustæðið á Hvítá móts við Sandártungu. Af þessum stöðum fylgir með sérkort og jarðlagasnið. Aðrar virkjunarhugmyndir eru aðeins ræddar mjög lauslega, eða jafnvel alveg sleppt.

Tveir staðir koma til greina til byggingar miðlunarstíflu við Hvítárvatn. Efri staðurinn er ofan ármóta Hvítár og Jökulfalls og kalla é hann Hvítárvatnsstíflustæðið, en neðri staðurinn er rétt ofan við Ábóta og kalla ég hann Ábótastíflustæði. Hvítárvatnsstíflustæðið hefur verið ýtarlega rannsakað með borunum.

Hvítárvatnsstíflustæðið er á mótum margra myndana. Nálægt Hvítá eru mörk Skálpanesgrágrýtisins við nokkru eldra Sandártungublágrýti. Auk þess fyllir Skálpanesgrágrýtið gil, sem verið hefur á milli Lambafells og Bláfells. Það gil hefur að nokkru opnast að nýju við gröft Hvítár í lok síðasta jökultíma, þegar afrennsli Hvítárvatns var um þetta skarð. Þykkar mórenuöldur eru víðast yfir berggrunni nema í skarðingu við Lambafell, þar sem þær hafa skolast burtu. Undirstaða jarðstíflu við Hvítárvatn er að miklu leyti mórena, mjög hörð og vel þjöppuð, en undir henni er víða hið leka Skálpanesgrágrýti. Við jökulfall er undirstaða Sandártungublágrýti, sem er mun betra berg. Í Skálpanesgrágrýtinu er

töluverður vatnsþrýstingur, sem sjálfsgagt mun vaxa mikið við stíflun, og getur það veikt undirstöðu mikið. Jarðgangagerð í Skálpanesgrágrýtinu hlýtur að vera mjög erfið vegna vatnsaga.

Yfirfall er hugsað í slakkanum milli Lambafells og Bláfells, og mundi það standa þar á Skálpanesgrágrýti, sem þar er í mikið þykkari lögum en annarsstaðar.

Stíflustæðið við Ábóta er á miklu þéttara og betra bergi en stíflustæðið við Hvítárvatn, enda stendur það á Abótamyndun með þykkum jökluöldum ofan á norðan árinnar. Jarðgangagerð við Ábóta ætti að vera fremur auðveld en þó ber að gæta að legu sprungna, sem liggja rétt neðan við fossinn. Þessar sprungur geta valdið erfiðleikum nema að farið sé nokkuð þvert á þær.

Stíflustæði á Hvítá undan Sandártungu er í mjög þröngu gljúfri, sem grafizt hafa út í sprungubelti. Sprungurnar liggja samsíða gljúfrinu og er sprungubeltið eitthvað breiðara en gljúfrið. Bergið er Bláfellsmóbergsmýndun, sem er hér bólstraberg með miklu blágrýtisívafi. Bergið er fremur lekt nokkuð niður fyrir núverandi vatnsborð en þétt þar fyrir neðan. Jarðgangagerð í þessu bergi er sennilega frekar örðug vegna vatnsaga og lélegrar stæðni rétt við sprungubelti.

Stíflustæði á Sandá er nokkurnveginn óháð því hvar það er valið á þéttu góðu bergi Sandártungumýndana. Neðanjarðarstöðvarhús við Sandá mun standa í Búrfellsmóbergi, sem að öllum líkindum er sæmilegt berg. Jarðgöng frá því og niður fyrir Bláfellshólma eru einnig að verulegu leyti í Búrfellsmóbergi, en er þó í Sandártungumýndunum næst Hvítá. Vatnsagi verður þar sennilega einhver en ekki mjög mikill.

Skurðleið frá Sandá yfir Hörðuvelli er að mestu í Sandártungugrágrýti með nokkra mórenuskán ofan á. Við Búrfells-mýrar er blágrýti á yfirborði, sem hallar mótt vestri. Þeg hef talið það til Ábótamyndunar, en það gæti líka verið Sandártungublágrýti. Undir blágrýtingu er sennilega Búrfells-móberg og mundi því jarðfræðilegar aðstæður vera hinar sömu við Búrfellsmýrar og við Sandárver.

HVÍTÁRFLÓÐ Í LOK JÖKULTÍMA.

Um 2 km norðaustan við jökulöldu þá, sem fyrr er getið nálægt ármótum Sandár og Hvítár, fer að bera mikið á vatnsfarvegum meðfram ánni langt fyrir ofan núverandi farveg, og er landið auðsjáanlega skolað þar á um 1 km breiðu svæði. Á móts við Buginn á Hvítá er fjöldinn allur af vatnsfarvegum og eyrar úr mjög gráfri hnnullungamöl eru algengar og á berar klappir er stráð stórgrýti oft vel rúnnuðu og auðsjáanlega vatnsbornu. Á móts við Buginn þekur þetta um 3 km breitt belti, aðallega austan árinna. Það, sem hér hefur verið lýst, hafa verið talin ummerki Hvítár frá því í lok jökultíma og yfirleitt skýrt þannig, að áin hafi verið að leita sér að farvegi og hinir ýmsu farvegir séu því misgamlir.

Þegar betur er að gáð fær þessi skýring varla staðist og er þetta helzt við hana að athuga: 1) Mölin og grjótið er miklu stórgerðara, en það sem Hvítá ber nú fram. Munar þar mjög miklu, þar sem Hvítá er nú yfirleitt með finmöl og sand, en efnið í þessum malarhjöllum er hnnullungamöl með algengasta þvermál 10-20 cm. 2) Farvegirnir eru stærðargráðu breiðari og hnnullungamalareyrarnar stærri en þær, sem nú sjást við Hvítá. 3) Ekkert bendir til þess, að þessir aukafarvegir hafi nokkurntíma staðið lægra en núverandi farvegur og því langlíklegast, að áin hafi strax í býrjun fengið hann.

Skýring á þessum farvegum og hnullungamalarhjöllum er sú, að í lok jökultíma kom gífurlegt jökulhlaup í Hvítá, og í því jökulhlaupi rann hún í einu yfir allt þetta svæði og myndaði alla þessa farvegi.

Reikna má vatnsmagn þessa hlaups út frá þverskurðarflatarmáli og halla farvegsins rétt neðan jökulöldunnar. Er til þess notuð Mannings-jafna. Niðurstaða þessa útreiknings var að hlaupið hafi verið um $200.000 \text{ m}^3/\text{sek}$. í hámarki. Til samanburðar má geta þess, að stærstu flóð í Hvítá-Ölfusá eru um $4.000 \text{ m}^3/\text{sek}$, Skeiðarárhlaup á seinni árum um $10.000 \text{ m}^3/\text{sek}$ og 1934 var það áætlað um $45.000 \text{ m}^3/\text{sek}$; loks hafa Kötluhlaup verið áætluð að minnsta kosti $100.000 \text{ m}^3/\text{sek}$ og Pálmi Hannesson áætlar það $300-400.000 \text{ m}^3/\text{sek}$. Þetta hlaup hefur því verið af stærðargráðu Kötluhlaupa og jafnvel heldur stærra.

Í ritgerðinni "Ísaldarlok og eldfjöll á Kili" lýsir Guðmundur Kjartansson, jarðfræðingur, ummerkjum eftir jökkullón á Kili. Við tæmingu einhverra þeirra jökkullóna hlýtur jökulhlaupið í Hvítá að hafa orðið. Lang samfelldasta strandlinan er í um 630 m.y.s. og markar legu jökkullóns, sem legið hefur norðan undir jökuljaðri á Kili, en afrennsli vatnsins hefur verið til Blöndu. Aðrar strandlinur eru miklu lægri og eru helzt að finna utan í Leggjarbrjót. Sú hæsta er 134 m.y. Hvítárvatni en sú gleggsta um 67 m.y. Hvítárvatni.

Til þess að gera sér grein fyrir, hvert þessara jökkullóna á Kili skapaði flóðið mikla í Hvítá á jökultíma, er rétt að hugleiða stærðargráðu heildarvatnsmagns hlaupsins. Sigurður Þórarinsson hefur sýnt fram á að samband sé á milli eftirfarandi stærð þegar um jökulhlaup er að ræða: hámarksrennslis og heildarrennslis annars vegar og fjarlægðar frá jökkullóni að jökulsporði og fallhæðar frá jökkullóni að jökulsporði hins vegar. Í þessu tilfelli höfum við hámarksrennslí og

getum gefið okkur fallhæð og fjarlægð frá jökkullóni að jökulsorði. Fallhæð hefur verið nálægt 2-300 m og fjarlægð 20-30 km eftir því, hvar maður hugsar sér lónið. Borið saman við rennslislinurit jökulhlaupa þeirra, sem Sigurður Þórarinsson hefur athugað, sést að þetta hlaup hefur annað hvort minni halla en nokkurt þeirra eða svipaðan og Grímsvatnahlaup og hlaup úr Skaftárhvoss. Ef reiknað er með, að hámarksrennslið sé svipaður hluti af heildarrennsli og fyrir Grímsvatnahlaup, þegar það var mest, hlýtur hlaupvatnið í Hvítárhlaupinu að hafa numið $30-40 \text{ km}^3$ en gæti vel hafa verið meira. Lónið, sem tappaðist hlýtur því að hafa verið mörg hundruð km^2 að flatarmáli með meðaldýpi af stærðargráðu 100 m.

Ekki kemur til greina nema einn staður fyrir þetta vatnsmagn, en það er í jökkullóninu á vatnsskilum, sem myndað hefur strandlinur víða á Kili í um 630 m hæð, en frá því mun af-rennsli hafa verið norður af til Blöndu, unz jökkultunga milli Kerlingafjalla og Bláfells varð svo þunn, að vatnið brauzt undir hana í ógurlegu jökulhlaupi. Jökkultungan austan Bláfells hefur þá náð að jökulöldunni við Sandármynni eða hlaupið eitthvað fram við hlaupið og staðnæmst við jökulölduna, en djúpt skarð hefur brotnað í jökulröndina. Eftir hlaupið hefur jökkullinn hörfað viðstöðulaust, því ekki vottar fyrir neinum jökulöldum norðar en aftur á móti vottar fyrir þeim sunnar.

A mynd 15 er sýnd hugmynd um legu og stærð lónsins á Kili. Að nokkru leyti styðst hún við rannsóknir G. Kj., en að mestu leyti er þetta aðeins hugmynd, þar sem rannsóknir vantar. Í verulegum hluta jökkullónsins eru nú engin skilyrði til frekari rannsókna, þar sem það er nú þakið hraundyngju, Kjalhrauni. En eins og það er á kortinu er flatarmál vatnsins um 400 km^2 og meðaldýpi hefur vel getað verið um 100 m.

Á leið jökulhlaupsins til sjávar hefur sunnan við Buginn á Hvítá verið tiltölulega lygnt vatn og þar hefur flóðið verið mjög breytt. Malarhjallar, sem minna mjög á hjalla myndaða við stendur stöðuvatni, eru þar utan með flóðfarveginum. Enda skýrir Þorleifur Einarsson þá þannig í skýrslu sinni um Jarðfræði Tungufellssvæðisins, og gerir hann ráð fyrir tveimur vötnum á leiðinni niður að Gullfossi, hið efra kallast Skyggnislón, en hið neðra Búðararlón. Ekkert berghaft er á milli þessara lóna og ekki heldur neitt stökk í hæð strandlína, heldur er þetta allt töluvert hallandi strandlína flóðsins, en hæð þess var um 280 m y.s. á móts við Buginn og 245 m y.s. á móts við Blágiljahöfða. Flóðið hefur myndað sandana við Sandá úr Sandvatni, og þar hefur hluti af því runnið yfir til Tungufljóts; sennilega þó aðeins mjög lítill hluti.

Við Blágiljahöfða þrengist um flóðið, og halli þess byrjar að vaxa. Þar vestur af eru margir þurrir farvegir, svo sem Eyðihlíðarkvísl og Hrossatungukvísl, sem hafa grafist út í hlaupinu. Beggja vegna við Gullfossgljúfrin eru ber-skolaðar klappir á nokkuð breiðu svæði og er það sjálfsagt eftir hlaupið. Aður en það varð hefur þar verið lítið gljúfur, en í hlaupinu grefst meiri hluti Gullfossgljúfurs. Neðan við gljúfrið myndast aftur tiltölulega lygnt vatn, og fellur þar út stórgrýtismöl sú, sem byggir upp malarhjallana sunnan við Tungufell, milli Hvítár og Dalsár, svo og hjallana í vestari bakka árinnar niður að Brúarhlöðum. Á þessum stað skiptir flóðið sér, og fer töluverður hluti til vesturs yfir í Tungufljót, en við það myndast melarnir milli Brúarhlaða og Tungufljóts. Þessi álma flóðsins grefur gljúfur Tungufljóts neðan við Vatnsleysufoss og einnig farveginn, sem Risalækur liggur nú í.

Hinn hlutinn rennur í farvegi Hvítár þar sem nú er Hvítárgljúfur, og eru á börnum gljúfursins viða vatnsfarvegir,

sem ýmist eru þaktir stórglerðri möl eða grafnir í fast berg. Sennilega hefur Hvítárgljúfur grafist að mestu leyti í hlaupinu.

Við mynni Hvítárgljúfurs og Risalækjar hverfa ummerki hlaupsins. Þar tekur við mikil flatneskja, sem nær allt niður að Vörðufelli og er í 50-60 m hæð yfir sjávarmáli. Líklegt þykir mér að þessi flatneskja sé framburður hlaupsins í sjóinn og hafi sjávarmál verið 50-60 m hærra en nú þegar þetta gerist. Ég hef áður skýrt þessa flatneskju sem fyllingu á lóni, sem Þjórsárhraun stíflaði upp. Lón þetta hefur vissulega verið í þessari hæð, en þó tel ég, við nánari athugun, að stærð þess sé ótrúlega mikil til þess að Hvítá hafi getað fyllt það á síðari hluta eftirjökultímans. Þykir mér því líklegra að þetta sé að mestu leyti óseyrar jökulhlaupsins.

Jökulhlaup af þessari stærðargráðu og þaðan af stærri hafa landmótunaráhrif, sem yfirsést hafa hingað til í íslenzkri jarðfræði. Almennt er viðurkennt að aurburðurinn er gífurlegur, og er þá skemmst að minnast myndunar Kötlutanga í síðasta Kötluhlaupi af framburði þess. En graftarmáttur hlaupsins, þar sem það rennur á bergi, hefur að miklu leyti yfirsést. Í svona hlaupi, þar sem straumhraði er tugir m á skundu og vatnsdýpi tugir metrar, fer blágrýtið að plokkað jafn auðveldlega og sandurinn plokkað af fjallalæk. Þess vegna geta í einu slíku hlaupi, sem aðeins stendur í 2-3 vikur, grafist mikil gljúfur, sem skera sig úr þeim, sem áin grefur í venjulegu rennsli að því leyti, að þau eru miklu breiðari. Gljúfur grafið af venjulegu rennsli árinnar er þá venjulega inn í stærra gljúfrinu.

Sjálfsagt eiga víða eftir að finnast ummerki eftir jökulhlaup við íslenzkar ár. Sennilega mun þó jökulhlaup það, sem varð í jöklusá á Fjöllum fyrir 2.000-2.500 árum vera það tröllslegasta af þeim öllum. Þetta jökulhlaup varð við gos í

Kverkfjöllum og hefur haft miklu meira hámarksrennsli miðað við heildarrennsli heldur en Hvítárhlaupið. Það hefur sjálfsagt líkst meira Kötluhlaupi, staðið stutt og haft mjög háan topp. Hámarksrennsli hefur í Jökulsá verið yfir hálf milljón m^3 /sek eða af svipaðri stærðargráðu og allt rennandi vatn á jörðinni við venjulegar aðstæður. Þetta flóð mun að verulegu leyti hafa myndað Jökulsárgljúfur, Ásbyrgi og aðra þurra farvegi, sem svo mikið er um meðfram Jökulsá. Nánari lýsing á því hlaupi mun koma annars staðar.

Það var vestur í Washingtonfylki í Bandaríkjum að fyrst var bent á hin stórkostlegu landmótunaráhrif, sem gífurleg flóð geta valdið. Jarðfræðingur að nafni J. Harlen Bretz kom fram með þá kenningu árið 1923, að myndanir í austurhluta Washington, sem kallaður voru "The channeled scablands", væru myndaðar af stórkostlegu flóði. Grand Coulee og fleiri þurrir fossar og gljúfur af Ásbyrgisgerð eru hlutar af þessum "Channeled Scablands". Kenningum hans var mjög óstinnt tekið í fyrstu, en þegar flóðakenning hans var tengd rannsóknunum á mjög stóru jökustífluðu vatni "Glacier lake Missula", sem þegar árið 1910 var uppgötvað í Montana, fór katastrófuflóðakenningin að fá fleiri meðmælendur, og í dag er hún viðtekin af öllum jarðfræðingum, sem á þessum slóðum vinna. Í Missula jökullóninu höfðu safnast fyrir 2000 km^3 af vatni, sem brutust út í flóði, sem verið hefur um 2 milljónir m^3 /sek í hámarki. Það var við lestur á ritum um "Channeled Scablands" og ferðalög á þeim slóðum vorið 1966 að skoða ýmsa af þessum stóru þurru farvegum, að hugmyndin um að við Jökulsá á Fjöllum væri "Channeled Scablands" fæddist. En það var ekki fyrr en nú í sumar, að tækifæri bauðst til að athuga það og sannfærðist ég þá fullkomlega um að svo væri.

Í Hvítá hafa í lok jökultíma nokkuð örugglega orðið mörg fleiri jökulhlaup en þó bara eitt svona stórt. Hin hlaupin

hafa verið frá miklu minni vötnum og með ennþá minni halla svo reikna má með, að þau hafi náð í mesta lagi 10-20.000 m³/sek rennsli.

Aðaljökulhlaupið í Hvítá er töluvert yngra en Búðastig, síðasta meiriháttar framrás s jöklanna á Íslandi í lok jökultímans síðasta, en því lauk fyrir að minnsta kosti 10.000 árum. Önnur ábending um aldur þess er, að ströndin var í 50-60 m hæð þegar hlaupið varð. Á Búðastigi var sjávarmál við Hvítá í 80-90 m hæð yfir núverandi sjávarmáli og fyrir um 9.000 árum var sjávarmál svipað og það er í dag. Það eru því allar líkur á að hlaupið hafi orðið um 9500 árum fyrir okkar daga.

Skrá yfir skýrslur, sem varða
jarðfræði Bláfellssvæðis.

1. Guðmundur Kjartansson: Skýrsla um jarðfræðiathuganir á nokkrum stöðum við Hvítá og þverár hennar.
Október 1949.
2. Guðmundur Pálsson: Skýrsla um jarðviðnámsmælingar við Hvítárvatn sumarið 1958.
Febrúar 1959.
3. Guðmundur Kjartansson: Reports to the State Electricity Authority on the Geology at some sites for Potential Hydro-Power Developments in the Þjórsá and the Hvítá River systems, Southern Iceland.
Ágúst 1959.
4. Guðmundur Pálsson: Skýrsla um jarðsveiflumælingar við Hvítárvatn 1961.
Október 1961.
5. Tómas Tryggvason: Stutt greinargerð um jarðfræði Bláfells-virkjana.
Marz 1962.
6. Tómas Tryggvason: Hvítá undir Bláfelli.
Marz 1964.
7. Tómas Tryggvason og Þorleifur Einarsson: Byggingarefni á virkjanasvæði Hvítár ofan við Gullfoss. (handrit, lokið vorið 1964)
8. Þorleifur Einarsson: Greinargerð um jarðfræði Tungufells-svæðisins.
Marz 1965.

Heimildir um jökulhlaup og fleira.

Pálmi Hannesson, 1934. Kötlugosið síðasta.
Náttúrufræðingurinn 4 : 1-4.

Sigurður Þórarinsson, 1962. Myndir úr jarðfræði Íslands VII.
Malarásar. Náttúrufræðingurinn 32:72-83. 1957.
The Jökulhlaup from the Katla Area in 1955 compared with
other Jökulhlaups in Iceland. Jökull 7:21-25.

Guðmundur Kjartansson, 1964. Ísaldarlok og eldfjöll á Kili.
Náttúrufræðingurinn 34: 9-38.

J. Harlen Bretz 1959. Washington's Channeled Scabland.
Washington Division of Mines & Geol. Bull. 45.

English Summary.

The upper course of the river Hvítá in Arnessýsla, Southern Iceland, from Hvítárvatn lake, the river's main source, to down below Bláfell mountain, has for a while been under the scope as a possible scope as a possible site for hydro-power developments.

Geologic investigations of the area begun as early as 1949 and for the first decade they were carried out solely by Mr. Guðmundur Kjartansson geologist. During the years 1961 to 1963 geologic survey of the area was done by Mr. Tómas Tryggvason geologist. Both of them wrote reports on their investigations. From 1958 to 1961 geophysical measurements and drillings ere carried out in this area in order to probe the thickness of the overburden, mainly moraine, to determine the stratigraphy of the bedrock and to test their permeability.

During the summer of 1964 a new additional geologic exploration was performed, having the main purpose of giving more data on the stratigraphy of the area. The present report mainly deals with this additional exploration, but in the last chapter a new theory about the formation of gravel bars and river channels along Hvítá river is put forward.

In their classification of the rocks of the Bláfell area Mr. Kjartansson and Mr. Tryggvason do not accord. The former uses the twofold division of "Breccia formation" and "Gray basalt formation", which is based on the appearance of the rocks exclusively. Thus volcanic breccia and pillow lava are classified as "breccia formation" but all lava flows

with interbeds, including the gray basalt on the top of Bláfell, constitute the "gray basalt formation". Tryggvason's classification is threefold, i.e. "Bláfell formation" all the rock forming Bláfell, "Hreppar formation" and "Young gray basalt", which he considers to date from the last interglacial. Otherwise these two are in agreement on the interpretation of the geology of the area.

The investigation in the summer of 1964 revealed that the Bláfell formation is not the oldest rock in this area, but still older underlying rocks were detected. A natural classification of the rock of the Bláfell area into formations seems to be as follows, ranked in chronological order, the youngest being at the top.

Skálpanes dolerite formation SK

Sandártunga group ST	(Sandártunga dolerite formation ST _g (Sandártunga conglomerate formation ST _v (Sandártunga basalt formation ST _b
Bláfell group BL	(Bláfell basalt formation BL _b (Bláfell móberg formation BL _m
Abóti group AB	
Búrfell group BF	

The youngest of these, the Skálpanes dolerite, bears clear records of glacial erosion and is in many places covered with moraine. This unmistakably testifies that all these formations are older than the last glacial. The Skálpanes dolerite formation is estimated to date from the last interglacial. The other formations must have been formed during a considerable span of time, because three different glaciations can be recorded in them.

The formations in the Bláfell area can be put into three series (based on G. Kjartansson's threefold, primarily chronological, division of Pleistocene rock in Iceland). The Skálpanes dolerite and Sandártunga gray basalt constitute the youngest series, the "Young gray basalts" which dates from the last interglacial. The "Móberg formation" makes up the next series, mainly from the last glacial. The Bláfell formations have been put into this series although from the last glacial but one. The oldest series, "Hreppar series", or Old gray basalts includes both the Abóti group and the Búrfell group, the oldest parts of which probably date from the middle part of the ice age.

The Búrfell formations, which in all likelihood originated in subglacial eruptions, are made up of various forms of móberg from fine-grained tuff to pillow lava. In the bottom part of a drillhole at Abóti móberg with the same characteristics was detected. From its relationship to the overlying rocks it seems to date from the same time as the Búrfell formations and is classified as such. In some places indications of bedding can be found in the tuff, especially where it is rather coarse-grained, usually near the uppermost part of the formations. This bedding is probably due to fluvial and glacial transport.

The Abóti formations consist mainly of rather fine-grained dark basalt lava flows, which have flowed over unglaciated land. In places thin interbeds are found, usually conglomerate. In Sandártunga the Abóti rocks were found in many drillholes below younger rocks. On the geologic map the limit of the Abóti formation is only approximate.

The Bláfell formations make up the Bláfell mountain. For the most part these are móberg in various forms and pillow lava, but on the top there are lava flows. Bláfell is thus a tablemountain, considerably eroded. The rocks are easily distinguishable from others in the area by their feldspar phenocrysts laths. At its base the Bláfell móberg formation is very rich in basalt and with intrusive layers into the underlying tillite. For a considerable distance east of Bláfell conglomerates are to be found intercalated between the Abóti and Sandártunga formations. The pebbles in this conglomerate are basalt derived from the Bláfell formations. This indicates outside the actual Bláfell formations their place in the stratigraphy. These deposits are also used to determine the boundary between the Abóti and Sandártunga formations.

The lower part of the Sandártunga formations consists of basalt lava flows, but on the top there are two layers of rather coarse-grained basalt or gray basalt, which seem to be of the same age as the Skálpanes dolerite. The Sandártunga conglomerate is in some places obviously tillite, containing a lot of silt, but in other places it is open work gravel, most likely of glacio-fluvial origin.

The Skálpanes-dolerite is coarse-grained with tiny phenocrysts and an ophitic texture, which distinguishes it from other formations in the Bláfell area. It usually is in this flows without interbeds. It has flowed from a large shield volcano, Skálpanesdyngja, south of Hvítárvatn lake. This volcano is still in its original form and is not eroded to any degree, which indicates that in age it dates from the last interglacial.

At the foothills of Bláfell and Búrfell faults and displacements are common. The most prominent of the faults are shown on the map on fig. 2. Considerable displacement has taken place along the faults at the foothills of Bláfell and there the downthrow is to the east, but with the faults in Búrfell it is the reverse. The area between these faults thus seems to be an old graben. The displacement is nowhere more than 10-20 meters, and there is no reason to expect any movement to be taking place there now.

In general the strata of the older formations (east of Bláfell) have a slight dip to the west. There seems to be no connection between the gnaben and the dip, which is probably caused primarily by subsidence due to additional load on the earth crust west of the area from volcanic activity going on there after it had ceased east of it. The dip of the youngest strata seems to be controlled by landscape very similar to the present one.

Hard and well-compacted ground moraine is to be found in many places in the area surrounding Bláfell. On the whole it is rather thin except from Abóti waterfall to Hvítárvatn outlet, where there is thick humocky moraine. Between Bláfell and the confluence of the Hvítá and Sandá rivers a prominent terminal moraine is found. It is much more gravelly and sandy than the ground moraine. On the north slopes of Búrfell an esker, more than 1 km in length and at least 10 m in height in its higher parts, is found. Great river terraces composed of very coarse and stony gravel have been formed just south of Bláfell. They originated in a great glacier burst in finiglacial time. On the bottom of former lakes, e.g. in Sandárbotnar, some layers of sand and fine gravel are to be found.

Aeolian loess deposits are widespread in the area, but almost everywhere thin.

The harnassing of the hydro-power of the Hvítá river at Bláfell would necessitate the construction of dams, underground power stations and tunnels. The most important geotechnical properties of the rock to be considered in this connection are: For dams the compressive strength and the permeability but for underground construction the arche action, permeability and resistance to water erosion.

1) Dams.

Earth dams, which demand the least compressive strength of the rock, can be built on all the rock formations in the Bláfell area, including moraine, but for concrete dams bedrock is a necessary foundation. Generally basaltic rock is the best foundation, but móberg in various forms, although a much weaker rock, is on the whole strong enough for moderate pressure.

The direction of fault lines in this area is such as to be of no harm to the compressive strength, and as most strata have a very slight dip the effects of contacts on the strength are also small.

Móberg formations have a different permeability from that in basalt formations. In móberg it is comparatively equal in all directions and even old formations, such as the coarse-grained Búrfell móberg, can be considerably permeable. The Abóti formations and the Sandártunga basalt formation are rather impermeable but Sandártunga gray basalt and Skálpanes gray basalt are highly pervious, especially the latter. Little loss of water is caused by the permeability of the rock because the silt in the glacier water would reduce the initial leakage very rapidly.

Against the erosion of running water thick basalt lava flows as in the Abóti and Sandártunga basalt formations, offer the greatest resistance, but thin flows as in the Skálpanes dolerite formation can be eroded by rapidly running water. Móberg, sedimentary rock and especially badly consolidated pillow lavas are very erosive.

2) Tunnels and underground power stations.

As to arche action the rock formations at Bláfell have the following properties. Búrfell móberg is rather well consolidated and should therefore have tolerable arche action. The Abóti formations are mostly basalt with well consolidated interbeds and have as a rule rather regular columnar jointing. Their arche action should therefore be good. The Bláfell móberg has a variable arche action, in some places bad. Sandártunga basalt is comparable with the Abóti formations, but has less consolidated contacts. Sandártunga conglomerate would need support during tunneling. Sandártunga gray basalt forms thick, usually columnar jointed flows. Its arche action is good except at contacts, where interbeds are badly consolidated. Skálpanes dolerite is usually found in very thin flows and with dense columnar jointing. It is also very often vesicular and scoracious, so that it probably has a very poor arching action.

In Búrfell móberg permeability is considerable and in tunneling, some inflow may be expected. Abóti and Sandártunga basalt formations have on the whole low permeability. The Bláfell móberg is in some places near the surface greatly permeable. The Skálpanes dolerite is very permeable and besides there is some artesian pressure on the groundwater at Hvítárvatn. Tunneling there would therefore be very difficult because of inflow.

In connection with hydro-power developments three places have been singled out especially as dam sites, two for reservoir dams, i.e. the Hvítárvatn dam site just south of Hvítárvatn outlet and the Ábóti dam site just above Ábóti, and one at Sandártunga.

The Hvítárvatn dam site is on the boundary between many formations and the foundation for an earth dam there is to a great extent composed of very hard and well compacted moraine overlying the previous Skálpanes dolerite. Damming would also evidently greatly increase the water pressure in the Skálpanes dolerite, which could weaken the foundation considerably. The damsite at Ábóti rests on much better consolidated rock, the Abóti formation, than the one at Hvítárvatn, and tunneling there should be rather easy. At the damsite below Sandártunga the river flows in a narrow gorge in a fault zone. The bedrock is Bláfell móberg formation, which here consists of pillow lava interwoven with basalt.

In an irregular zone, varying in width, along Hvítá river, from about two kilometers above its confluence with Sandá river down to the end of "Hvítá canyon", numerous dry water courses are clearly visible high above the present channel (map fig. 14). These courses are marked by terrace like shorelines of gravelly material, gravel bars consisting of very coarse gravel, bare rock with scattered often well rounded blocks and gorges cut deep into the basaltic bedrock

Up to now these watercourses have been interpreted as former courses of Hvítá, each being formed at a different time, but the author of the present report explains them as "channeled scablands", i.e. formed in one by a catastrophic glacial burst in finiglacial time. By using Manning's equation the burst is calculated to have reached about 200.000 m³/sek in its peak, but its total volume is estimated to have amounted to at last 30-40 km³. The source of this enormous amount of water can only have been the great icedammed lake on the water divide on Kjölur, where it has formed shorelines in about 630 meters elevation, see map fig. 15. This lake drained to the north until the glacier tongue east of Bláfell became thin enough for the water to break under it in an immense burst.

Probably "Hvítá canyon" was to a great extent cut by this glacial burst. At its mouth the records of the burst disappear and a great plain ensues lying at 50-60 meters elevation. The author explains this expanse of flat land as the burst's sediment load into the sea, its level having been between 50-60 meters higher than at present when this event took place.

In finiglacial time several other glacial bursts have almost certainly taken place in Hvítá river all of which were on a much smaller scale then the one under discussion, which most likely took place about 9500 years ago.

V i ð a u k i:

Bergfræðilegar rannsóknir á borkjörnum

eftir

Elsu G. Vilmundardóttur

Efni: Lýsing á þunnsneiðum

Bergfræðileg lýsing á borkjörnum

Firðtengingartafa

1. Lýsing á þunnsneiðum.

A eftirtöldum borkjörnum voru gerðar þunnsneiðar og fylgir hér á eftir lýsing á þeim.

Þunnsneið nr. P-36, Borhola S-1, dýpi 42.7 m.

Basalt, smákristallað. Dreif af svörtu gleri um alla þunnsneiðina. Pyroxenið myndar brúnleit smákorn. Plagioklas grunnmassans myndar smáar nálar (lists). Fenokristallar af Labrador, með ljósbrot $n_x=1.563$ og An% 65-70, og tærð (korroderuð) olivin mynda dreifða klasa (glomeroporfyrítiska anhopningar). Engar myndbreytingar.

Þunnsneið nr. P-37, Borhola K-12, dýpi 61.6 m.

Grágrýti. Stórkristallað með ofitiskan struktur, (þ.e.a.s. Pyroxenið myndar allstóra kristalla með ósléttum útlínum (anhedral) og vaxið inní það alla vega eru plagioklasnálar). Pyroxenið er fölgrænt með brúnleitri slikju. Ógagnsæ (opak) mineröl fylla bil milli kristalla (interstitielt) og einnig vottar fyrir grænleitu gleri. Töluvert er af fenokristöllum af Labrador, ljósbrot $n_x=1.563$ og An% 65-70, oft í klösum. Smáir, tærðir Olivinkristallar koma fyrir. Í þunnsneiðinni er mikið af smáum köntuðum holum. Engar myndbreytingar.

Þunnsneið nr. P-38, Borhola BL-1, dýpi 69.5 m.

Dílótt (porfyrítiskt) basalt. Grunnmassinn er smákristallaður með plagioklasnálum og grænleitum pyroxenkornum, sem oft eru grugguð af svartri blöndu af ógegnsæjum mineröllum og gleri. Sums staðar eru þó flekkir með vísi að ofitiskum struktur. Stórir (að 3 mm) fenokristallar af Anortit, ljósbrot $n_x=1.575$ An% 90-95, og tært (korroderað) olivin koma fyrir í ríkum mæli. Oft í klösum. Engar myndbreytingar.

Þunnsneið nr. P-39, Borhola BL-1, dýpi 83.5 m.

Dílótt basalt. Sama og í P-38, en aðgreina má þrennskonar aldursröð kristalla.

1. Elzt: Klasar af Anortit- og olivinfenokristöllum.
2. Mið: Pyroxen og plagioklas i ofitiskum struktur og vottur af grænu gleri interstitielt.
3. Yngst: Fínkornóttur grunnmassi með smáum pyroxenkornum og plagioklasnálum. Ógegnsæ korn með skörpum köntum koma fyrir. Engar myndbreytingar.

Ath. Þessi þrenns konar kristöllun gefur bergenu sérkennilegt flekkótt útlit.

Þunnsneið P-40, Borhola BL-1, dýpi 101.5 m.

Dílótt basalt. Grunnmassinn er fremur smákristallaður með plagioklasnálum og pyroxenkornum, grænleitum. Ópök mineröl mynda interstitiel korn. Sums staðar eru flekkir með vísi að ofitiskum struktur, sbr. P-38. Stórir fenokristallar af Anortit, ljósbrotnúmer $n_x = 1.575$ An% 90-95, og tært (korroderat) Olivin koma fyrir, oft í klösum. Engar myndbreytingar.

Þunnsneið P-41, Borhola BL-3, dýpi 23.8 m.

Basalt. Fremur stórkristallaður grunnmassi með plagioklasnálum og tiltölulega stórum pyroxenkristöllum, grænleitum með brunni slikju. Opoku minerölin hafa skarpa kanta. Vottur af brúnu gleri. Fenokristallar af pyroxeni (0.5 mm), oftast "stressaðir" og með mjög ójafnri myrvun (extinction), oft gegnstungnir af Labradorit, ljósbrotnúmer $n_x = 1.557$, An% 55-60, koma fyrir í allríkum mæli. Smá, mjög tærð Olivin sjást einnig. Engar myndbreytingar.

Þunnsneið P-42, Borhola BL-3, dýpi 64.0 m.

Basalt, smákristallað. Grunnmassin myndaður af plagioklasnálum og smáum pyroxenkornum, brúnleitum. Ógegnsæju minerölin mynda smákorn með óskýrum útlínum, dreifð um alla þunnsneið. Fenokristallar af Labrador ljósbrotn $n_x=1.563$, An% 65-70, sjást á við og dreif, einnig tærðir Olivinkristallar. Engar myndbreytingar.

Þunnsneið P-43, Borhola BL-3, dýpi 98.5 m.

Basalt (Gosmóberg). Grunnmassinn er að mestu myndaður úr svörtu glergruggi með smáum plagioklasnálum og pyroxenkornum. Nokkrir smáir fenokristallar af Labrador, ljósbrotn $n_x=1.563$ An% 65-70, og tærðu Olivini og pyroxeni koma fyrir. Stór (1 mm) flekkur af ofistisku plagioklas-pyroxen sást í þunnsneiðinni. Engar myndbreytingar.

Þunnsneið P-44, Borhola BL-4, dýpi 10.6 m.

Basalt. Grunnmassinn er smákristallaður með plagioklasnálum og grænleitum pyroxenkornum, sem oft eru grugguð af svartri blöndu af ógegnsæjum minerölum og gleri. Fenokristallar af pyroxeni (0.5 mm), oftast "stresaðir" og með ójafnri útslokknun, oft gegnstungir af Labrador-nálum, ljósbrotn $n_x=1.557$, An% 55-60, koma fyrir í allríkum mæli. Smá, mjög tærð Olivin sjást einnig. Engar myndbreytingar.

Þunnsneið P-45, Borhola BL-4, dýpi 28.5 m.

Basalt. Fremur stórkristallaður grunnmassi með plagioklasnálum og fremur stórum pyroxenum, brúnleitum. Ógegnsæ mineröl mynda smákorn dreifð um alla þunnsneiðina. Vottur af grænu gleri. Freumur smáir fenokristallar af Labrador, ljósbrotn $n_x=1.563$ An% 65-70, sjást á við og dreif, einnig tærðir Olivinkristallar. Engar myndbreytingar.

Punnsneið P-46, Borhola BL-5, dýpi 45.0 m.

Basalt, smákristallað. Grunnmassinn myndaður af plagioklásnálum og pyroxenkornum, brúnleitum. Ógegnsæju minerölin mynda fremur stór korn með skörpum köntum. Fenokristallar af Labrador, ljósbrotn $n_x=1.563$ An% 65-70, sjást á við og dreif, einnig tærðir Olivinkristallar.

Punnsneið P-47, Borhola AB-1, dýpi 8.0 m.

Basalt, alkristallað, með smáum ógegnsæjum minerölum, sem yfirleitt hafa skarpar útlínur. Grunnmassinn er fremur stórkristallaður. Föluvert er af fenokristöllum af tærðu Pyroxeni, ca. 0.5 mm, Labradorlistum, ljósbrotn $n_x=1.537$ An% 55-60, ca. 0.5 mm löngum og tærðu Olivini ca. 0.3 mm. Pyroxenið er allt ljósgrænleitt.

Punnsneið P-48, Borhola AB-1, dýpi 27.0 m.

Basalt, alkristallað, með smáum ógegnsæjum mineralkornum, sem yfirleitt hafa skarpar útlínur. Grunnmassinn er fremur smákristallaður. Töluvert er af fenokristöllum af tærðu Pyroxeni með stundaglasmyrvun (hourglass structure). Stærð ca. 0.5 mm. Einstaka smáir fenokristallar af Bytowniti, ljósbrotn $n_x=1.570$ An% 75-80, sjást í þunnsneiðinni, en í bergenú má sjá fenokristalla allt að 3 mm. Olivin lítið sem ekkert. Pyroxenið hefur allt dökkbrúnan litblæ, sem er einkennandi fyrir Titanaugit.

Punnsneið P-49, Borhola AB-1, dýpi 36.0 m.

Basalt, alkristalliserað með fremur stórum ógegnsæjum mineralkronum með skörðum útlínum. Grunnmassinn er fremur smákristallaður. Fenokristallar af Bytowniti, ca. 0.5-1.5 mm, ljósbrotn $n_x=1.570$ An% 75-80, og tærðu Olivini. Einstaka

smáir fenokristallar af Pyroxeni, ca. 0.3 mm. Pyroxenið er allt ljósgrænt með brúnleitri slikju.

Þunnsneið P-50, Borhola AB-1 dýpi 41.0 m.

Basalt, smákristallaður, mikið af svörtu gleri kemur fyrir. Fenokristallar að 3 mm af Bytowniti, ljósbrot $n_x=1.570$ An% 75-80, á víð og dreif. Fenokristallar af tærðu Olivini og Pyroxeni koma einnig fyrir. Pyroxenið er fölgrænleitt.

Þunnsneið P-51, Borhola AB-1, dýpi 55.0 m.

Basalt, (Bólstraberg), smákristallað og mikið af svrótu gleri. Talsvert af fenokristöllum af Labrador, stærð að 1 mm, ljósbrot $n_x=1.563$ An% 65-70, og tærðu Pyroxeni með stundaglas-myrvun stærð ca. 0.5 mm, og tærðu Olivini, stærð ca. 0.3 mm. Pyroxen- og Labradorfenokristallanir mynda stundum ofitiska klasa. Pyroxenin eru fölgræn með brúnleitri slikju. Fyllingar af kalkspati og kloritminerölum eru víða í holum.

BERGFRÆÐILEG LYŚING Á BORKJÖRNUM

15.3.65

Bh. nr.	Dýpt m	Punnsnet nr.	Bergtegund	Plagioklas ljósbrotn _X	Fenokristallar Anf	Plagioklas	Berg- myndarir	Lyśing
K-12	61,6	P-37	Dflótt grágrýti Basalt	1.563	65-70	Labrador	SK	Grófkristallað. Ofitiskur struktur. Fenokristallar af Labrador og Olivini. EKKI myndbreytt.
BL-3	23,8	P-41	Dflótt Basalt	1.557	55-60	Labrador	ST	Fremur grófkristallað. Fenokristallar af pyroxen og Labrador, oft ofitiskt. Smá Olivinkorn. EKKI myndbreytt.
BL-4	10,6	P-44	Basalt	1.557	55-60	Labrador	ST	Finkristallað, töluvert af svörtu gler. Fenokristallar af Pyroxeni og Labrador, oft ofitiskir. Smá Olivinkorn. EKKI myndbreytt.
BL-1	69,5	P-38	Dflótt basalt	1.575	90-95	Anortit	BL	Finkristallað, töluvert af svörtu gler. Stórir fenkristallar af Anortiti og Olivini. EKKI myndbreytt.
BL-1	83,5	P-39	Dflótt basalt	1.575	90-95	Anortit	BL	Sumpart finkristallað og sumpart grófkristallað með ofitiskan struktur. Mikil af stórum fenokristöllum af Anortiti og Olivini. EKKI myndbreytt.
BL-1	101,5	P-40	Dflótt basalt	1.575	90-95	Anortit	BL	Fremur finkristallað. Stórir fenkristallar af Anortiti og Olivini. EKKI myndbreytt.
S-1	42,7	P-36	Basalt	1.563	65-70	Labrador	AB ₂	Finkristallað, mikil af svörtu gler. Strjálar fenkristallar af Labrador og Olivini. EKKI myndbreytt.
BL-3	64,0	P-42	Basalt	1.563	65-70	Labrador	AB ₂	Finkristallað, dálftil af svörtu gler. Strjálar fenkristallar af Labrador og Olivini.
BL-4	28,5	P-45	Basalt	1.563	65-70	Labrador	AB ₂	Fremur grófkristallað. Strjálar fenokristallar af Labrador og Olivini. EKKI myndbreytt.
BL-5	45,0	P-46	Basalt	1.563	65-70	Labrador	AB ₂	Finkristallað. Strjálar fenokristallar af Labrador og Olivini. EKKI myndbreytt.
BL-6	44,7	1)	Basalt	1.563	65-70	Labrador	AB ₂	Dökblátt, finkristallað, með strjáluum feldspatíum.
BL-6	56,0	1)	Basalt	1.563	65-70	Labrador	AB ₂	Gráleitt, fr. grófkristallað, með strjáluum feldspatíum.
BL-2	82,5	1)	Basalt	1.557	55-60	Labrador	AB ₁	Dökkrátt, fr. finkornótt, físlalaust. Dálftil myndbreytt.
BL-4	51,5	1)	Basalt	1.557	55-60	Labrador	AB ₁	Dökblátt, finkornótt, físlalaust. Dálftil myndbreytt.
AB-1	8,0	P-47	Basalt	1.557	55-60	Labrador	AB ₁	Fremur grófkristallað. Fenokristallar af Labrador, pyroxeni og Olivini.
AB-1	27,0	P-48	Basalt	1.570	75-80	Bytownit	AB ₀	Finkristallað. Pyroxen brúnt (Titanaugit). Fenkristallar af Bytowniti og Pyroxeni.
AB-1	36,0	P-49	Basalt	1.570	75-80	Bytownit	AB ₀	Fremur grófkristallað. Grænleit pyroxen. Fenokristallar af Bytowniti, Olivini og Pyroxeni.
AB-1	41,0	P-50	Basalt	1.570	75-80	Bytownit	AB ₀	Finkristallað og töluvert af gler. Fenokristallar af Bytowniti, Olivini og Pyroxeni.
AB-1	55,0	P-51	Glerkennt basalt	1.563	65-70	Labrador	BF	Glerkennt og finkristallað. Svart gler. Fenokristallar af Labrador, Pyroxeni og Olivini. Oft í klösum. Holufyllingar af kalkspati og leirmeröllum.
BL-3	98,5	P-43	Glerkennt basalt	1.563	65-70	Labrador	BF	Glerkennt og finkristallað. Strjálar, smáir fenokristallar af Labrador, Olivini og Pyroxeni. EKKI myndbreytt.

1) Punnsneðar hafa ekki verið gerðar af þessum sýnishornum.

Borholur Myndanir	HK-6	K-8	K-12	HK-13	K-14	K-15	K-16	ÁB-1	S-1	BL-1	BL-2	BL-3	BL-4	BL-5	BL-6	BL-7	Borholur Myndanir
SK		435 374	424,3 ...	418,6 ...		414,3 393,2											SK
ST	415,3 406,3	421,0 413,5			423,1 ...								344,1 318,1	325,8 305,8			ST
BL		406,5 ...	374 ...			375,3 ...			394,9 310,1	347,7 290,8	318,1 312,1						BL
ÁB ₂								344 329		312,1 296,4	301,0 292,7	267,0 255,4					ÁB ₂
ÁB ₁								422 413		267,8 ...	290,6 265,9						ÁB ₁
ÁB ₀								401 373									ÁB ₀
BF								370 ...	315 ...	284,4 ...	296,4 ...	259,9 ...					BF

Firðtenging milli borhola á Bláfellsvoðinu

Tölurnar segja til um hæð eftir og neðri marka
bergmyndananna.

Correlation between drillholes in the Bláfell area.

Numbers indicate upper and lower contacts

between formations.

RAFORKUMÁLASTJÓRI

HVÍTÁ UNDIR BLÁFELLI

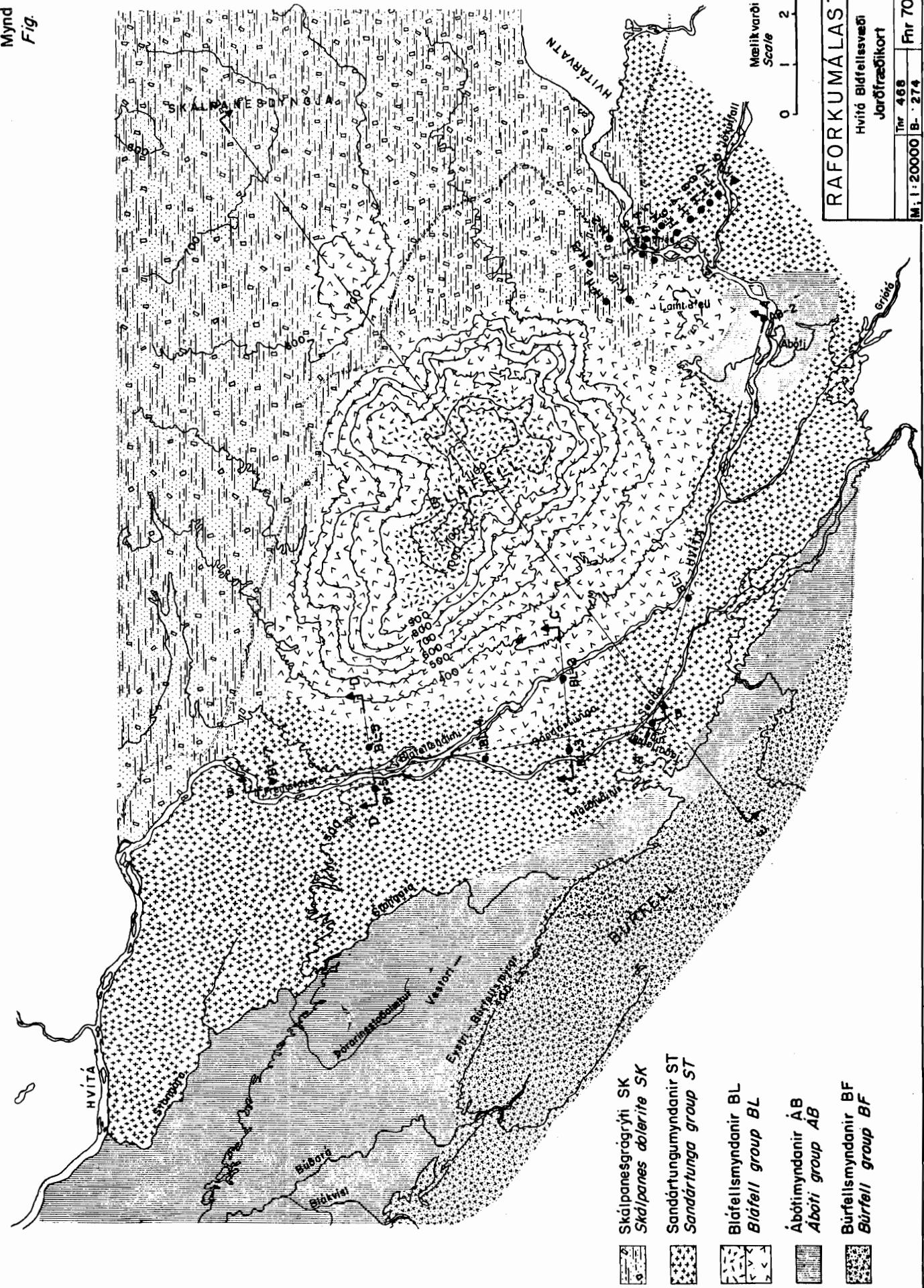
Firðtengingartaflo Correlation Cart

31.5.66 EGV / HF Tnr. 482

B - 274

Fnr. 7445

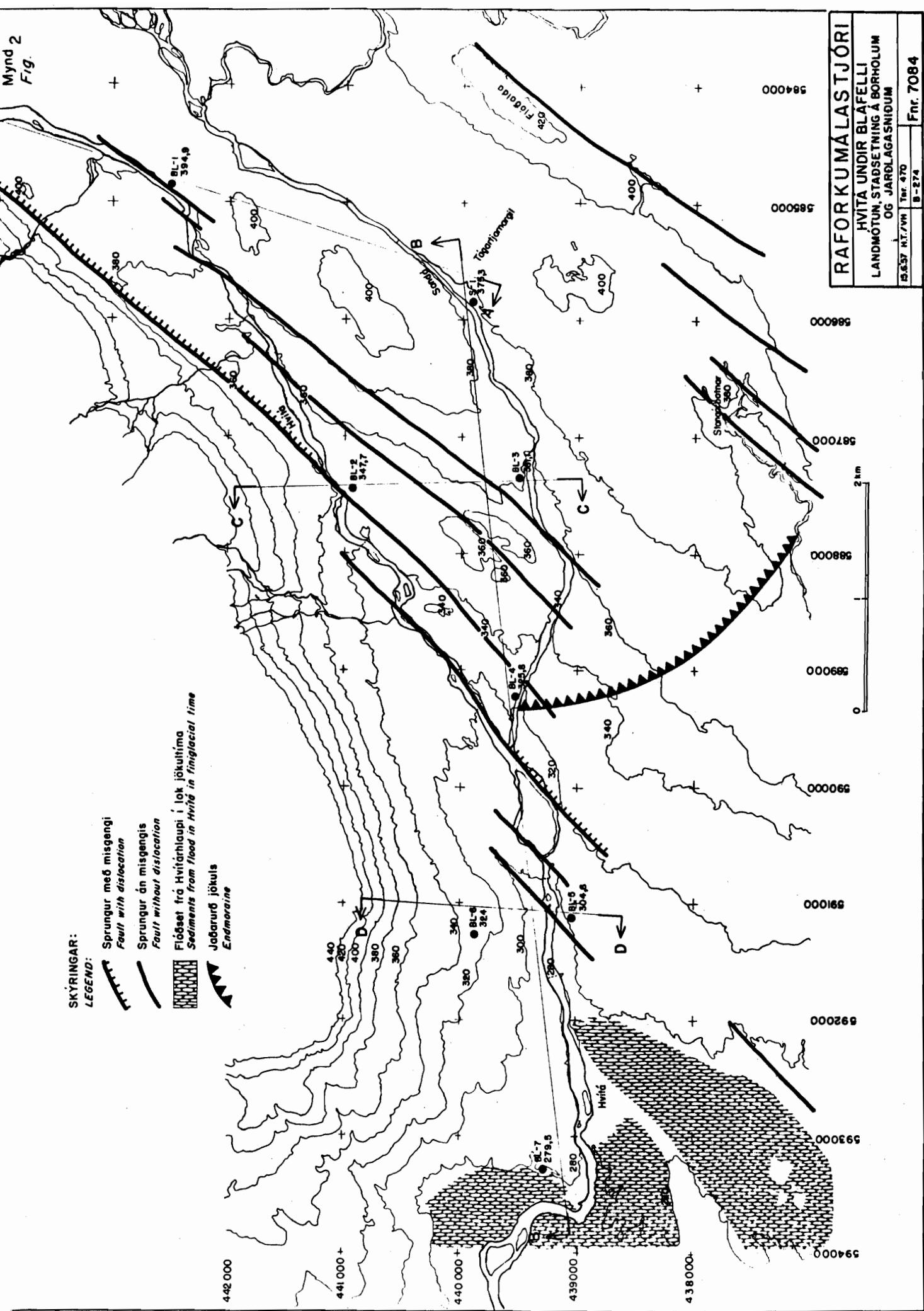
Mynd
Fig.



RAFORKUMÁLASTJÓRI

**HVÍTA UNDIR BLAFELLI
LANDMOTUN, STADSETNING Á BORRHLUM
OG JARDLAGSNÍDUM**

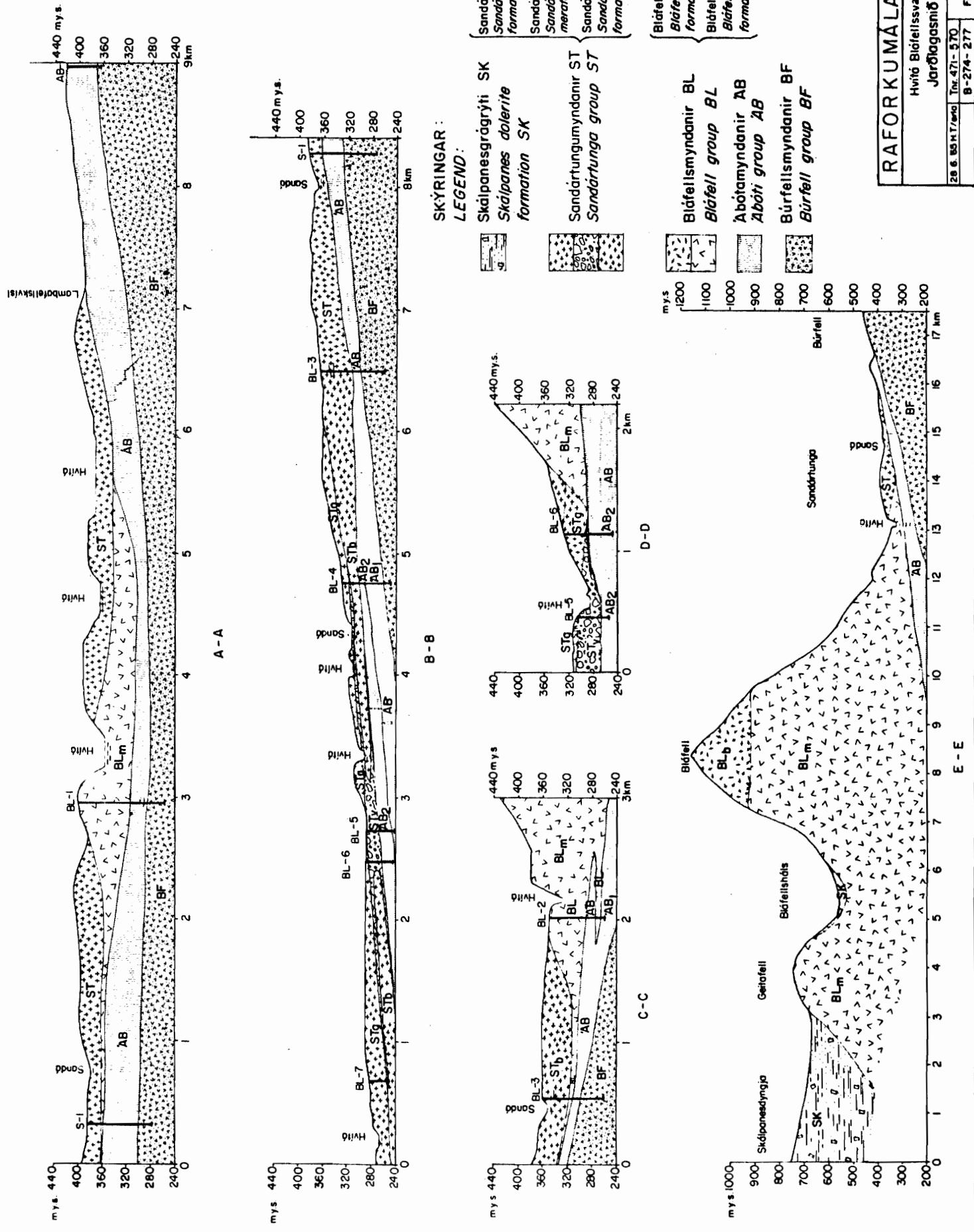
Fnr. 7084



SKÝRINGAR:

LEGEND:	Springur með misgengi <i>Fault with dislocation</i>
	Springur án misgengis <i>Fault without dislocation</i>
	Flöðset frá Hvítarlaupi <i>Sediments from flood in Hvítarlaupi</i>
	Jafarauft jökuls <i>Endmoraine</i>

Mynd 3
Fig.



	ORKUSTOFNUN	I5-8-67 BA/e
	TÍÐGREINING 'A' MSÍÐ LEKA Í BORH. VÍÐ BLÆFELL.	Tnr. 518
	HISTOGRAM FOR DIFFERENT LEAKAGE IN DRILLHOLES	B-274
	AT BLÆFELL. (BL - HÖLUR) (BL - HOLES)	Fnr. 8037

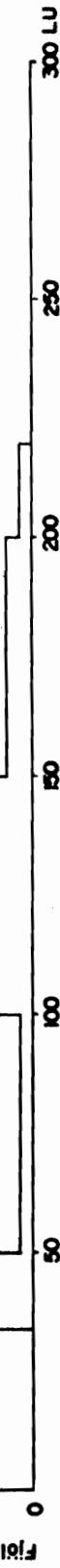
Mynd
Fig 4

Bóastaberg Blæfellmyndunar
lava flors Blæfell formation

38 meðingar

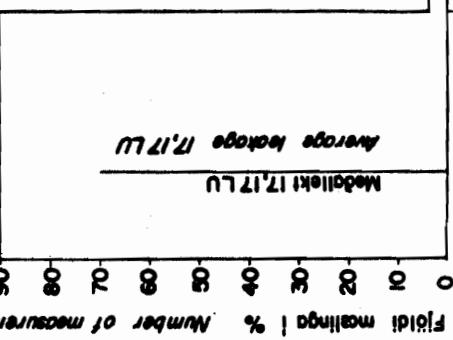


Average leakage 34.33 LU
Meðgildi 34.33 LU

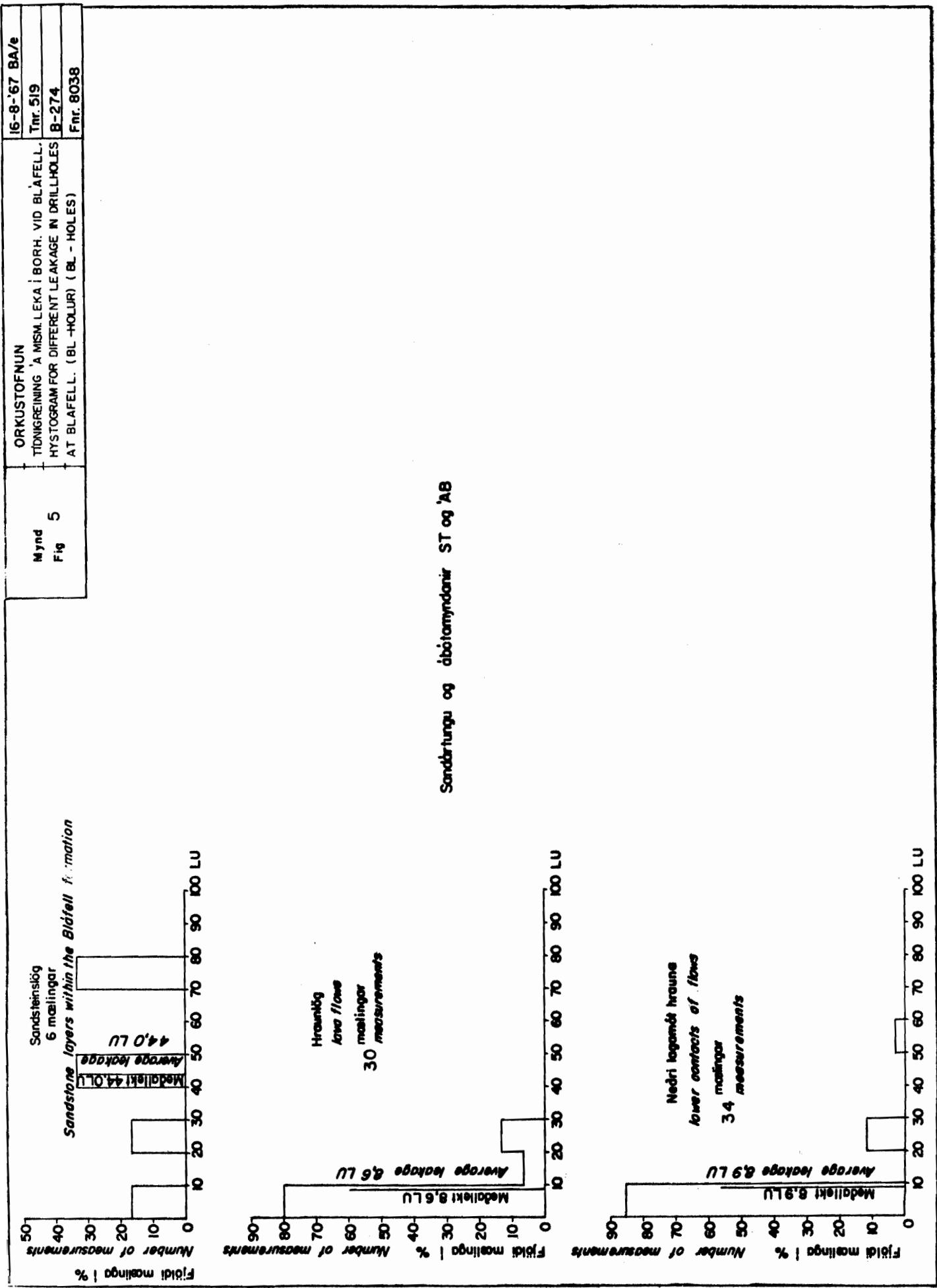


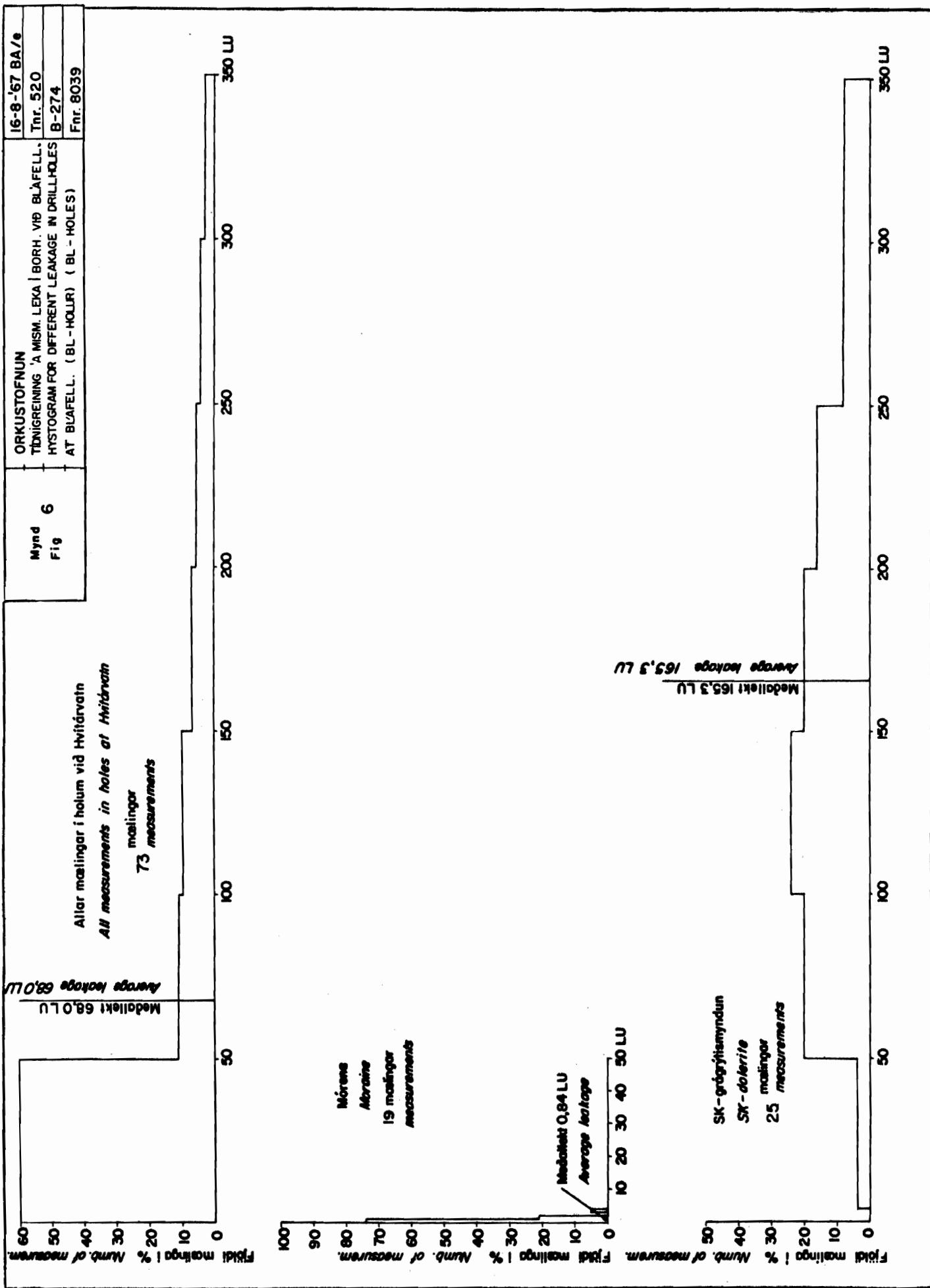
Allor meðingar i BL - hölum.
All measurements in BL - holes

177 meðingar

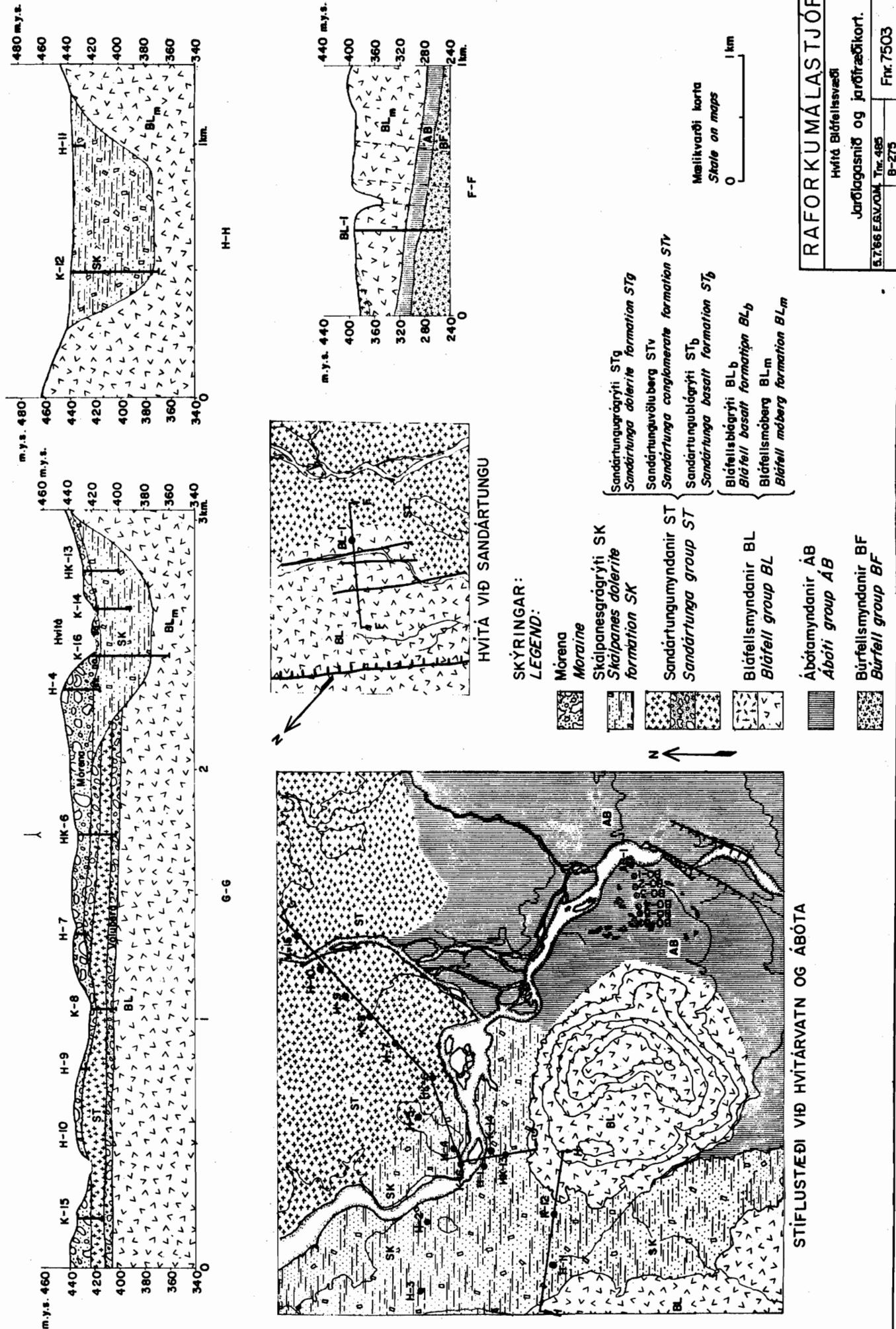


Average leakage 17.17 LU
Meðgildi 17.17 LU

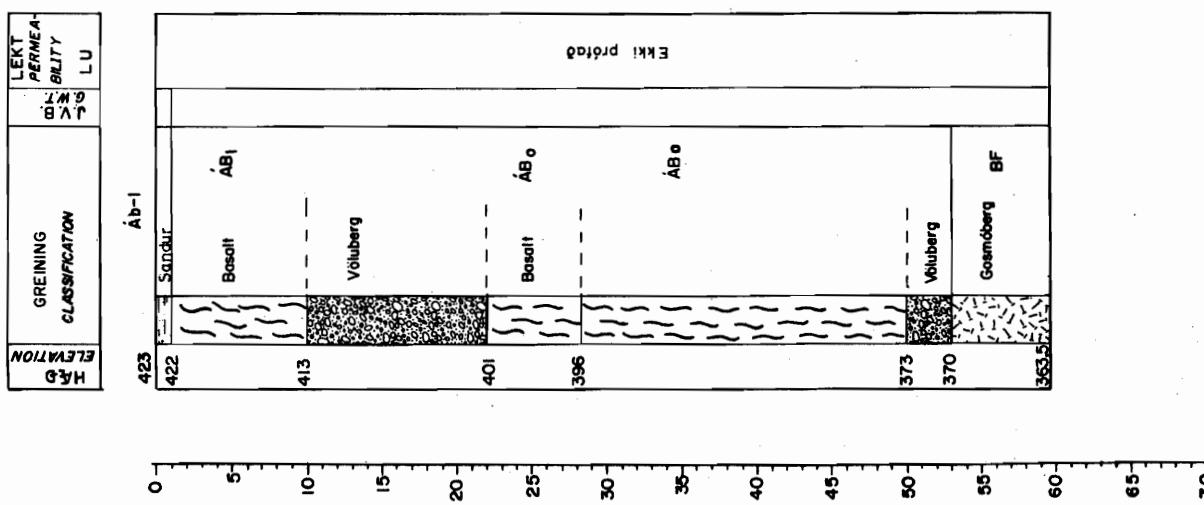
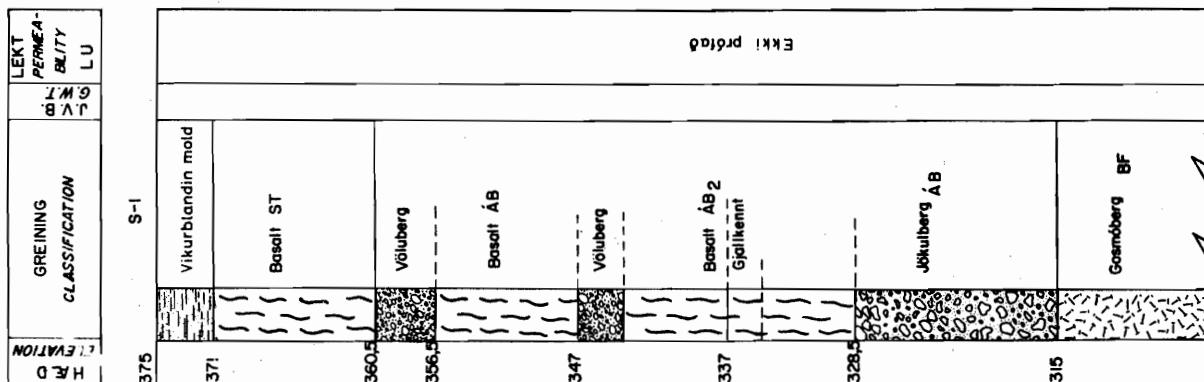
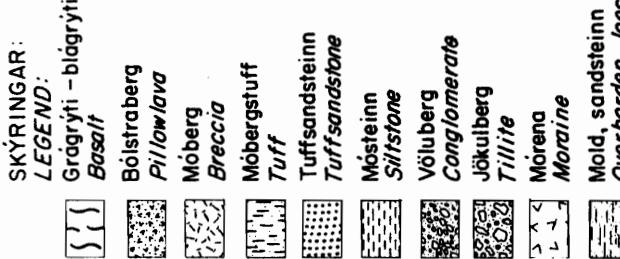
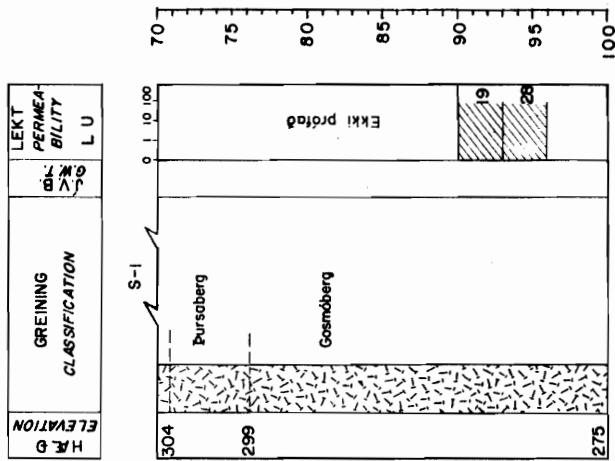




Mynd 7
Fig.



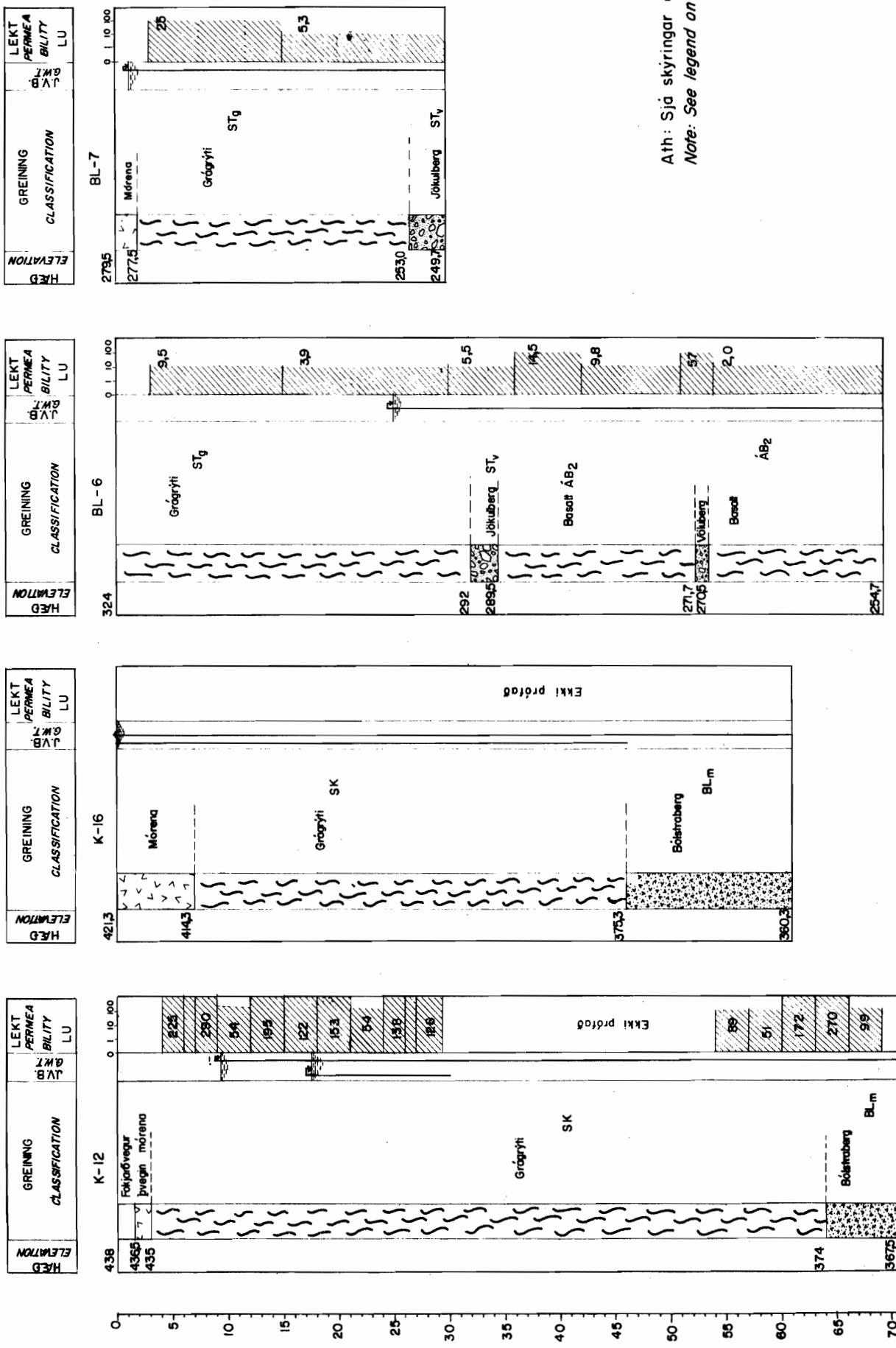
Mynd 8
Fig.



RAFORKUMÁLASTJÓRI		
HÍTA UNDIR BLÁFELLÍ		
SNÍÐ AF BORHOLUM	Bl. 1 af 6	Fnr. 7099

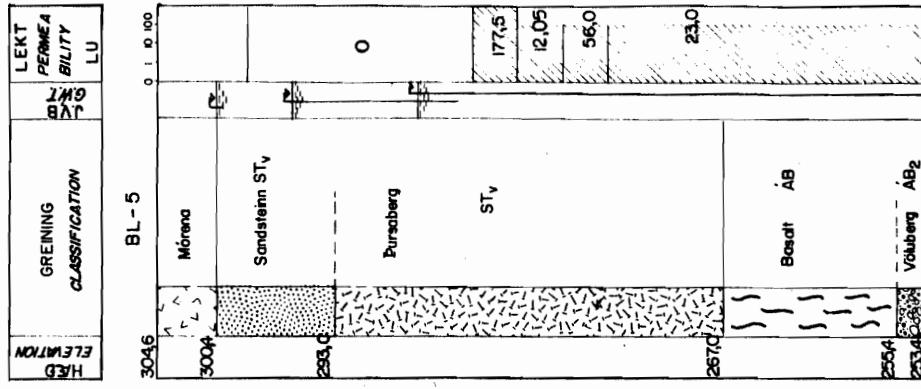
24.6.1955 F.V. Þóður Th. 473
B-274

Mynd 9
Fig.

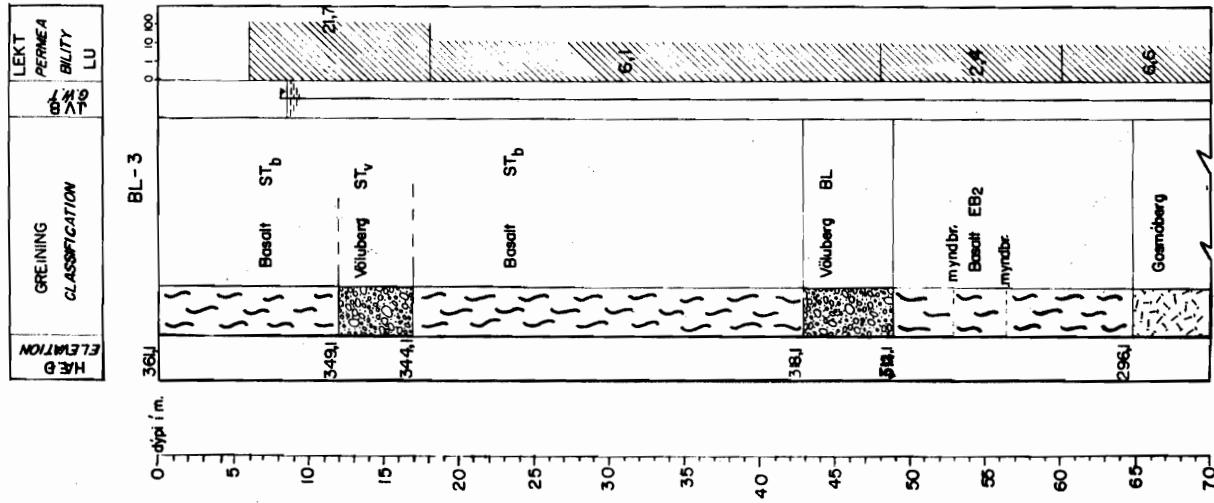
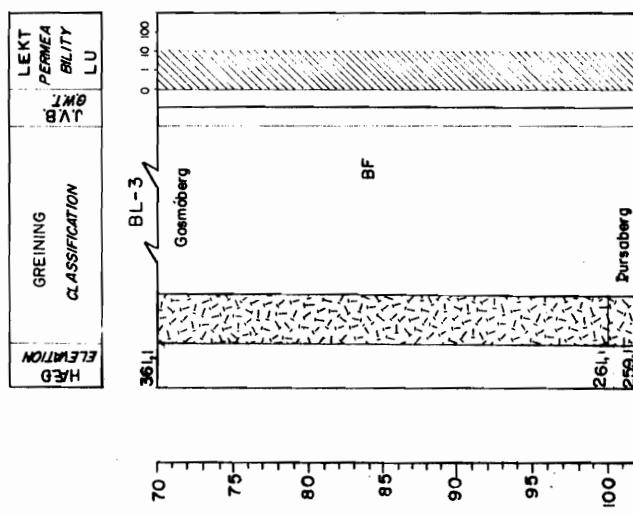
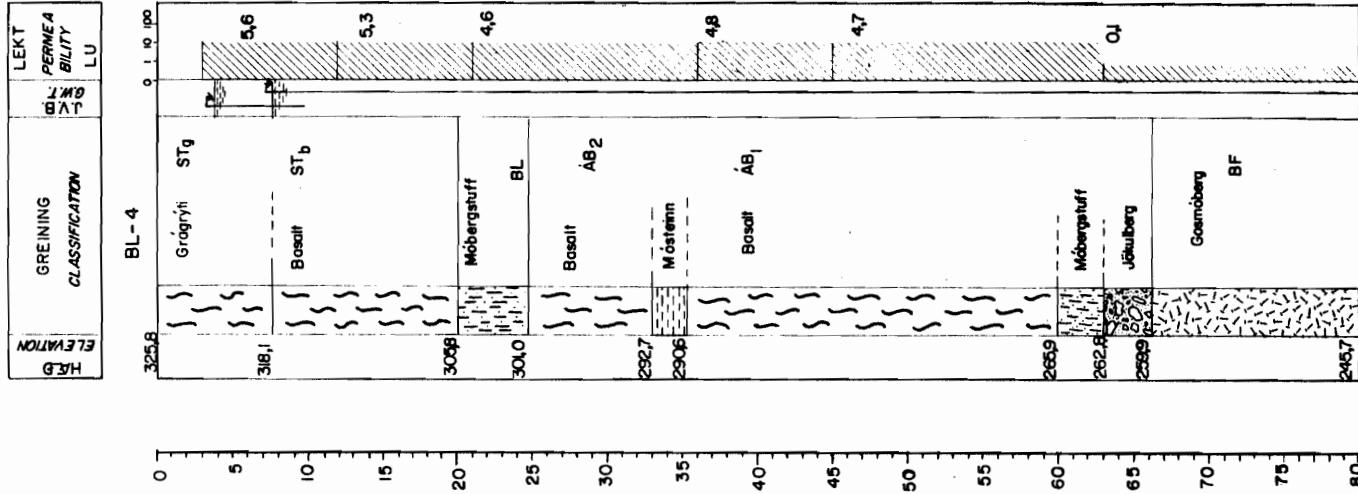


RAFORKUMÁLASTJÓRI		
HVÍTA UNDIR BLÁFELLI		
SNÍÐ AF BORHOLÚM		
21.755 H.T/Vatn	Trir. 675	Fnr. 7091
Bl. 2 af 6	Bl. 274	

Mynd 10



Ath: Sjá skyringar á bl. 1
Note: See legend on sheet 1

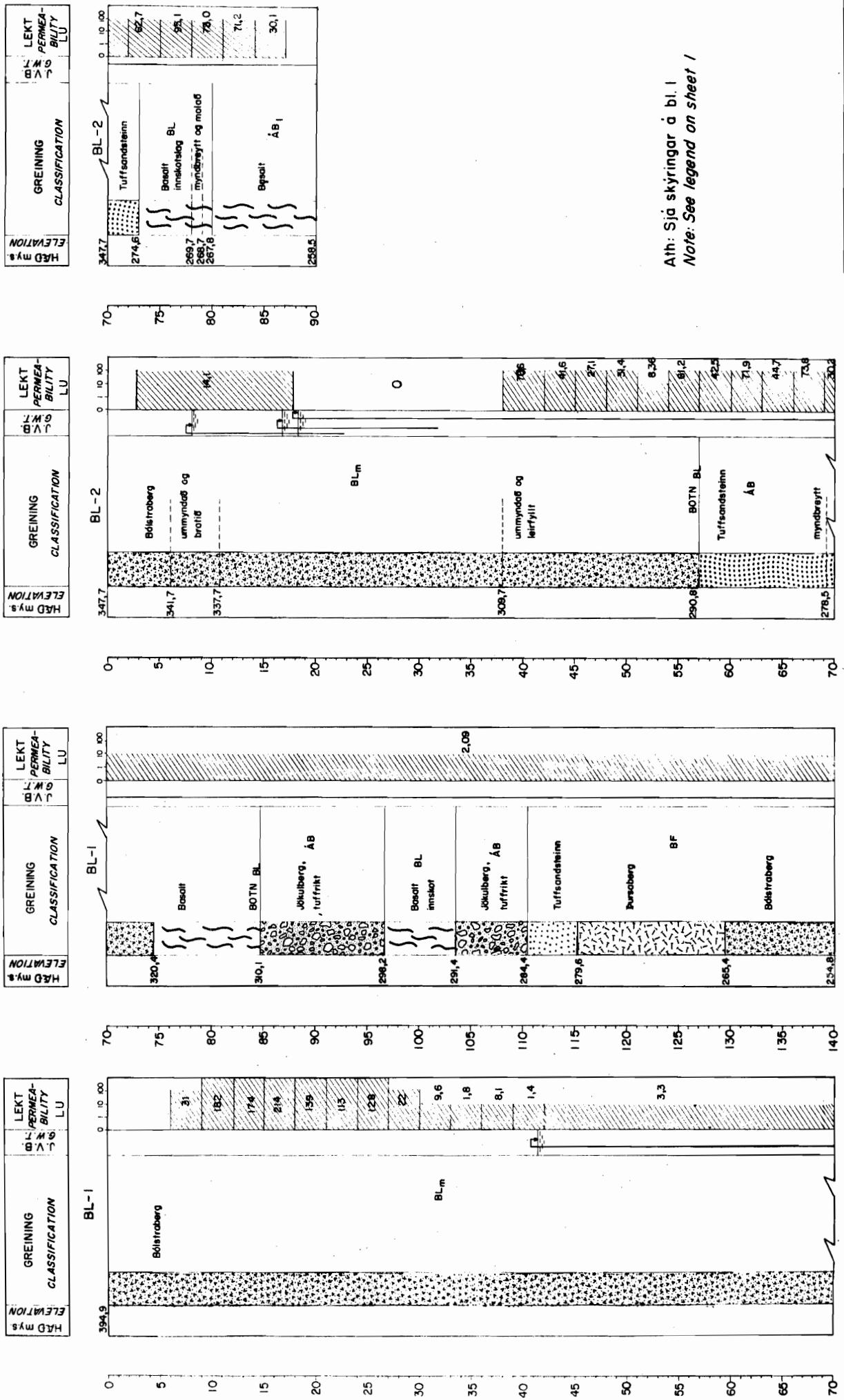


RAFOR KUMÁLAST JÓRI

HVÍTA UNDIR BLÁFELLI
SNIÐ AF BORHOLUM

16765 HT/Wala Tnr 474
BI 3 of 6 B-274 Fnr 7090

Mynd 11



Ath: Sjá skyringar á bl. 1
Note: See legend on sheet 1

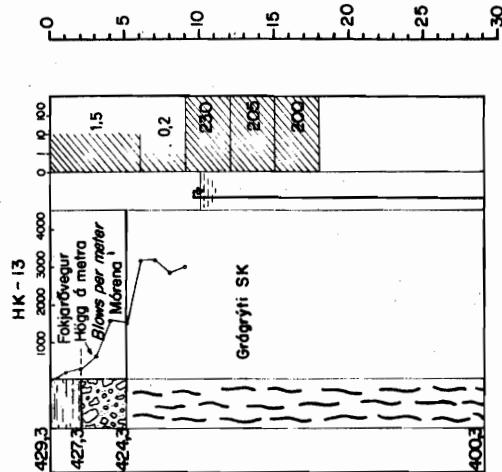
RAFOR KUMÁLASTJÓRÍ

HVÍTA UNDIR BLÁFELLI
SNÍÐ AF BORÍHOLM

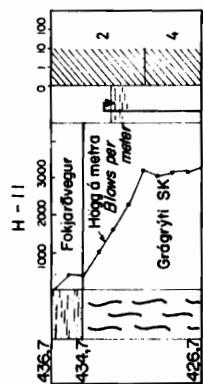
23765 HT/Vglo T-478
Bl. 4 of 6 8-274 Frk 7123

Mynd 12
Fig.

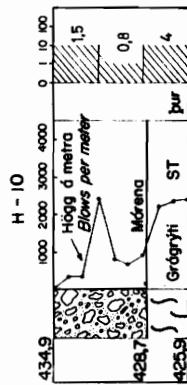
HED	ELEVATION	LEKT PERMEABILITY GLEYING CLASSIFICATION	LEKT PERMEABILITY LU
-----	-----------	---	----------------------------



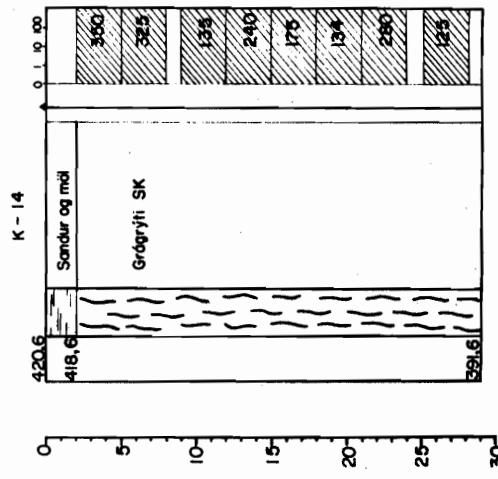
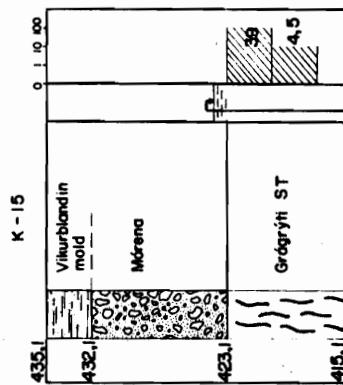
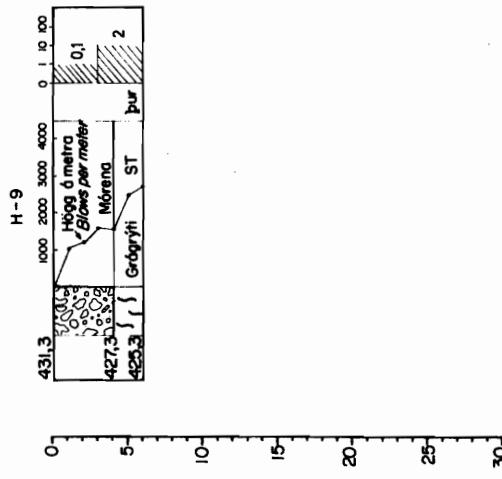
HED	ELEVATION	LEKT PERMEABILITY GLEYING CLASSIFICATION	LEKT PERMEABILITY LU
-----	-----------	---	----------------------------



HED	ELEVATION	LEKT PERMEABILITY GLEYING CLASSIFICATION	LEKT PERMEABILITY LU
-----	-----------	---	----------------------------



HED	ELEVATION	LEKT PERMEABILITY GLEYING CLASSIFICATION	LEKT PERMEABILITY LU
-----	-----------	---	----------------------------



Ath: Síða skyringar á bl. 1
Note: See legend on sheet 1

RAFOR KUMÁLASTJÓRI

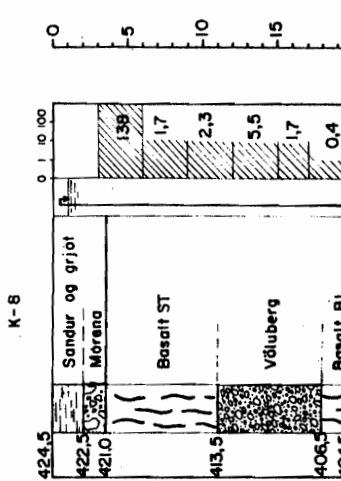
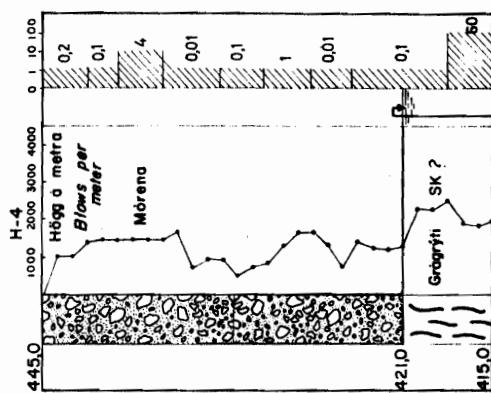
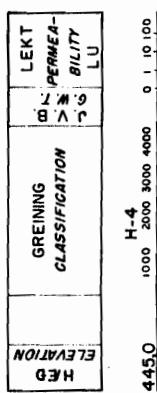
HVÍTA UNDIR BLÁFELLI
SNÍÐ AF BORHOLMI

Nafn: 56 Eðgv/Erla Tnr. 480

Bl. 5 af 6

Fnr. 7449

Mynd 13
Fig.

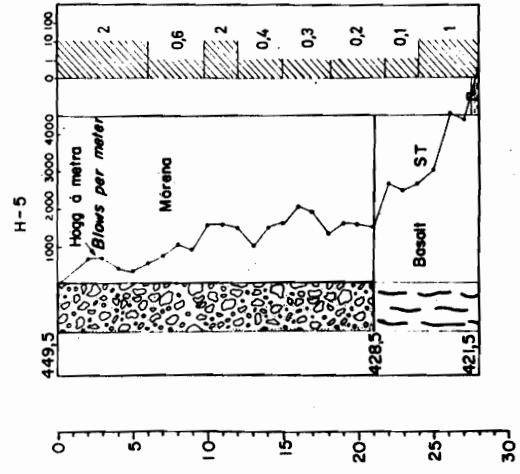
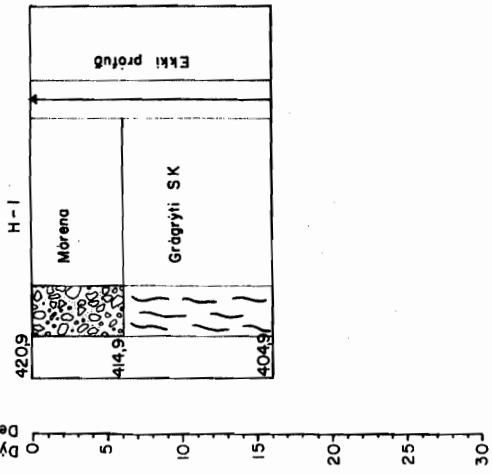
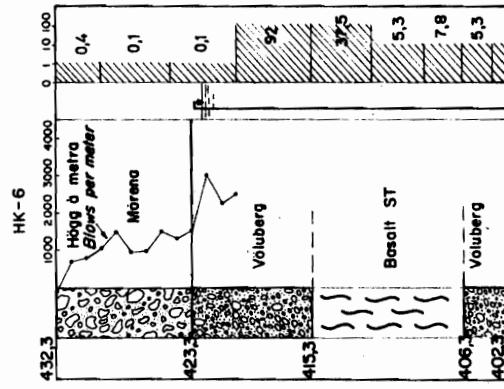
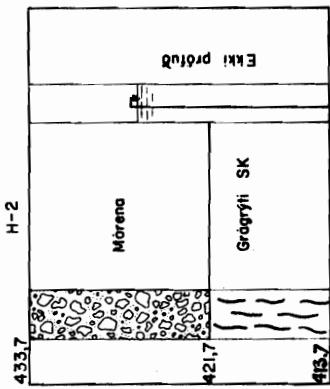
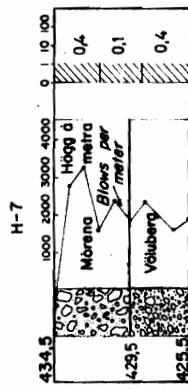
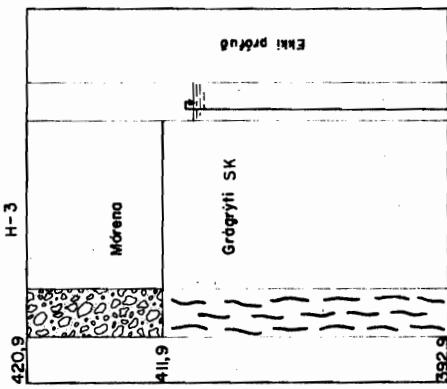


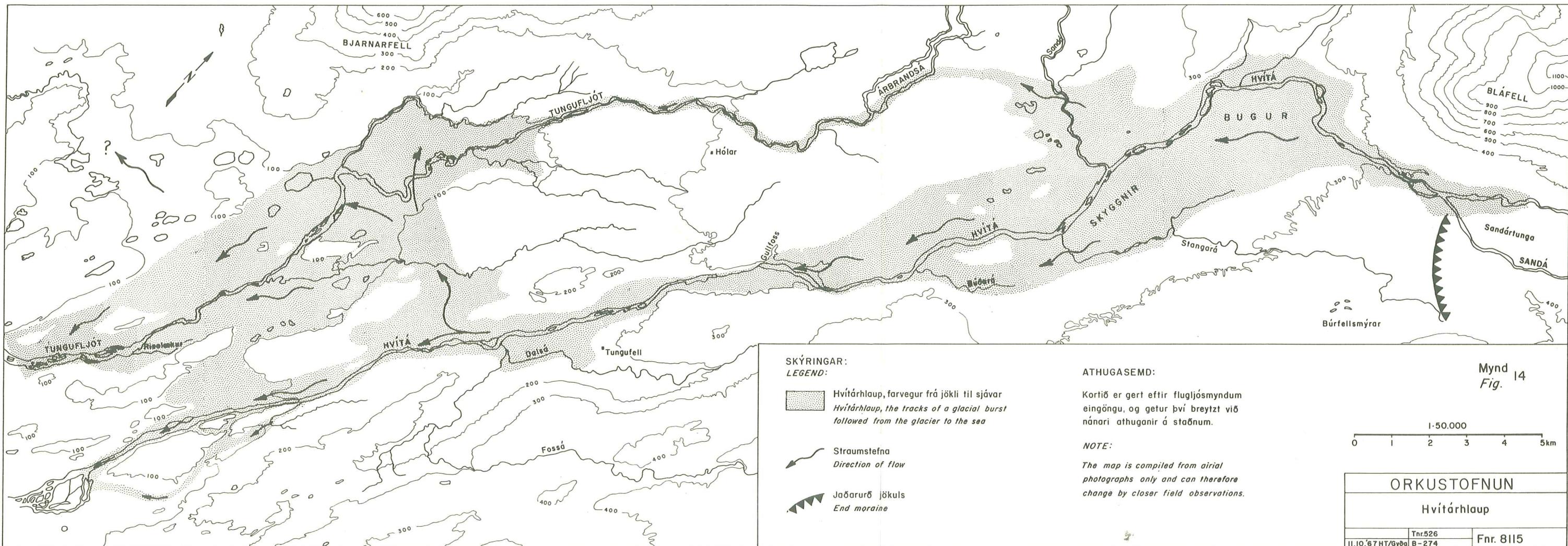
Ath: Sjá skyringar á bl. 1
Note: See legend on sheet 1

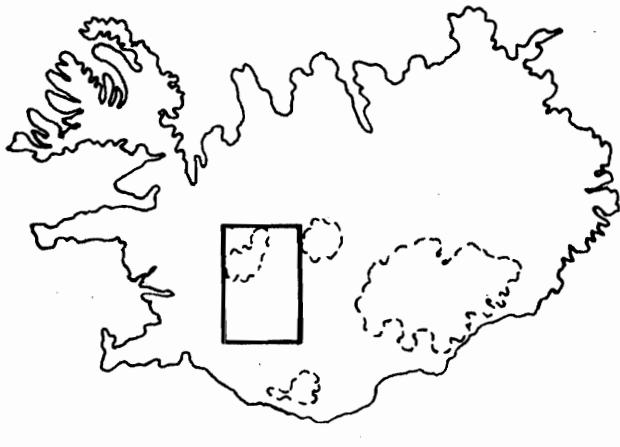
RAFOR KUMÁLASTJÓRÍ

HVÍTÁ UNDIR BLÁFELLI

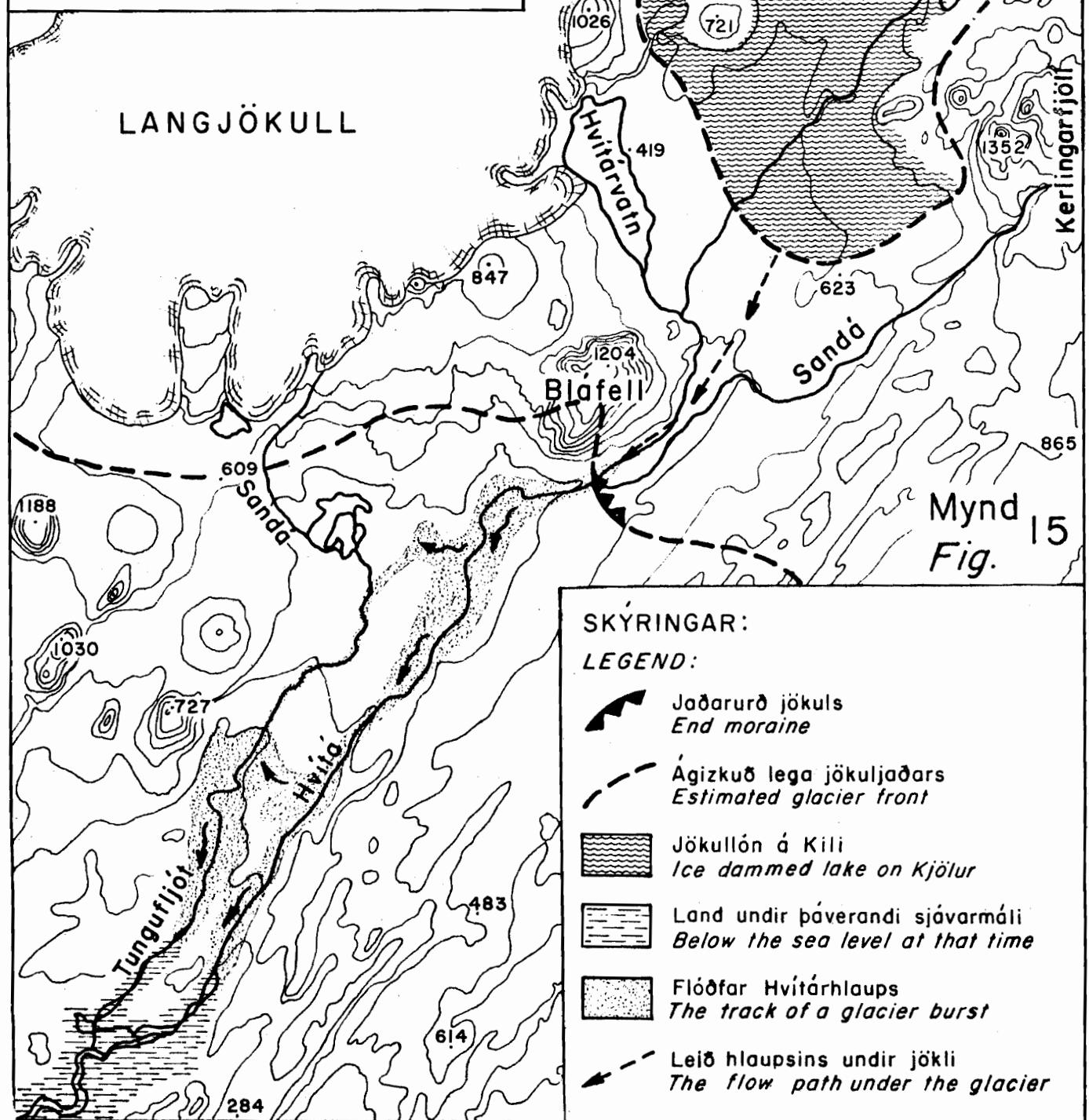
JUNIOR CERTIFICATE





AFSTÖÐUKORT
KEY MAP

LANGJÖKULL

Mynd 15
Fig.

SKÝRINGAR:

LEGEND:

- Jaðarurð jöklus
End moraine
- Ágizkuð lega jökuljaðars
Estimated glacier front
- Jökullón á Kili
Ice dammed lake on Kjölur
- Land undir þáverandi sjávarmáli
Below the sea level at that time
- Flóðfar Hvítárhlaups
The track of a glacier burst
- Leið hlaupsins undir jöklum
The flow path under the glacier