

Dorleifur Einarsson
Atvinnudeild Háskólans

Greinargerð um
JARÐFRÆÐI TUNGUFELLSSVÆÐISINS

WITH AN ENGLISH SUMMARY

Marz, 1965.

Dorleifur Einarsson
Atvinnudeild Háskólans

Greinargerð um
JARÐFRÆÐI TUNGUFELLSSVÆÐISINS

Marz, 1965.

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

Inngangur	Síða	1
I Jarðfræði	-	3
Hreppamyndunin á Tungufellssvæðinu ...	-	4
Brúarhlaðabreksían	-	4
Gullfosslögin	-	5
Tungufells- og Hólalögin	-	10
Jarðlagahalli	-	11
Brotalínur	-	12
Jarðskjálftar	-	14
Jarðvatn	-	14
Yfirlit um berggrunn Tungufellssvæðisins	-	16
Landmótun	-	18
II Jarðfræðilegar aðstæður við mannvirkjagerð	-	23
Stíflur	-	24
Jarðgöng	-	25
Orkuver	-	26

Tafla. Hæð jarðlagamarka og þykkt jarðlaga í Hvítárgljúfri.

Myndir

1. Berggrunnskort af Tungufellssvæðinu.
2. Yfirlitsmynd þverskurða.
3. Jarðlagabverskurðir.
4. Þverskurður af stíflustæði á Hvítá.
5. Borholusnið.

Inngangur.

Í greinargerð þessari verður fjallað um helztu niðurstöður af jarðfræðiathugunum á Tungufellssvæðinu, þ.e. á svæðinu austan Hvítár frá mynni Dalsár í Hrunamannahreppi og inn að Stangará á Hrunamannaafretti og utan Hvítár frá Gýggjarhólsfjalli og inn að Sandá. Hvítá rennur í tvennum gljúfrum á svæðinu. Í fremra gljúfrinu er Gullfoss, en hann er um 31 m að hæð, í tveim þrepum.

Jarðfræðirannsóknir þessar hóf Jón Jónsson, jarðfræðingur við Jarðhitadeild Raforkumálaskrifstofunnar, í byrjun júní 1961. Upp úr miðjum júní tók höfundur þessarar greinargerðar við af honum og hélt rannsóknunum áfram um sumarið. Sumurin 1962, 1963 og 1964 voru nokkrir staðir á svæðinu athugaðir nánar. Haustið 1962 unnu Tómas Tryggvason og Þorleifur Einarsson að könnun nýtilegra byggingarefna á svæðinu svo og á svæði Hvítárvirkjana undir Bláfelli (sjá: Tómas Tryggvason, Þorleifur Einarsson: Byggingarefni á virkjunarsvæðum Hvítár ofan Gullfoss. Handrit á Orkudeild Raforkumálaskrifstofunnar 1963).

Sumarið 1961 voru gerðar landmælingar á jarðfræðilegum sniðum í sambandi við jarðfræðirannsóknirnar. Við jarðfræðirannsóknirnar í Hvítárgljúfri var stuðzt við mælingar þessar og við kort gert á vegum Raforkumálaskrifstofunnar 1950-1951 í mælikvarðanum 1:2000 af stíflustæði og jarðgangaleið. Við jarðfræðilegu kortlagninguna var þó einkum stuðzt við loftmyndir teknar af Landmælingum Íslands svo og herforingjaráðskort í mælikvarðanum 1:100.000 og 1:50.000 og kort bandaríska hersins í mælikvarðanum 1:50.000.

Haustið 1962 voru boraðar tvær kjarnaholur á Tungufellssvæðinu. Önnur holan, sem er um 50 m að dýpt, var boruð á Blágiljahöfða vestan í Sandöldu, þ.e. á fyrirhuguðu stíflusvæði austan Hvítár. Hin holan, sem er um 70 m að dýpt, var boruð á fyrirhuguðu stöðvarhússtæði suðvestan í Tungufelli. Gert hafði verið ráð fyrir, að þessi hola yrði um 130 m að dýpt. Holan veitir því mjög takmarkaða vitneskju um eiginleika bergs á orkuversstæðinu.

Jarðfræðilegra aðstæðna í Hvítárgljúfri framan Gullfoss hefur víða verið getið í ritum en þó hvergi ýtarlega. Ferðamenn munu ekki hafa tekið að venja komur sínar að Gullfossi fyrr en upp úr 1875. Var það að tilstilli Sigfúsar Eymundssonar.

Af jarðfræðiathugunum í Hvítárgljúfri og ritgerðum um þær er helzt að geta bergfræðilegra ritgerða eftir Skotann M. Peacock (The Petrology of Iceland. I. The Basic Tuffs. Trans. roy. Soc. Edinburgh, I, 1926), en hún fjallar einkum um móbergsmyndun undir jökli. Hann taldi "móberg" þ.e. skálagaða breksíu og bólstraberg undir efstu basaltslögnum í veggjum Hvítárgljúfurs við Gullfoss, vestan ár, vera myndað við gos undir jökli. Rannsóknir, sem hér getur á eftir, sýna að þetta móberg hefur ekki orðið til við gos undir jökli, heldur er hér um hraun að ræða, sem rann og storknaði í árfarvegi eða stöðuvatni. Um bergfræði þessa "móbergs" hefur auk þess birst ritgerð eftir Þjóðverjann H.-J. Hoppe (Untersuchungen an Palagonittuffen und ihre Bildungsbedingungen, Chemie der Erde, Bd. 13, Berlin 1941).

Í riti Trausta Einarssonar "Upper Tertiary and Pleistocene Rocks in Iceland", sem gefið var út af Vísindafélagi Íslendinga 1962, er m.a. fjallað nokkuð um jarðfræðilegar aðstæður í Hreppum og Biskupstungum og þá einnig um jarðfræði Hvítárgljúfurs og þá einkum um aldur jarðlaga þar samkvæmt mælingum á segulstefnu í bergi.

Árið 1949 ritaði Guðmundur Kjartansson greinargerð fyrir Raforkumálaskrifstofuna um jarðfræðilegar aðstæður á ýmsum virkjunarstöðum á vatnasvæði Hvítár þar á meðal á Tungufells-svæðinu. Í greinargerðinni sem hér fylgir, hefur verið stuðzt við niðurstöður Guðmundar Kjartanssonar í áður nefndri greinargerð svo og við rit hans um jarðfræði Árnassýslu (Árnassingasaga, Reykjavík 1943), og grein um jarðfræði vesturhluta Árnassýslu í Árbók Ferðafélags Íslands 1961 (Glefsur úr jarðfræði, bls. 17-29).

J A R Þ F R Æ Ð I.

Jarðmyndunum Íslands má skipta í nokkra flokka eftir afstöðu og gerð jarðlaga, svo og með hjálp dýra- og þó einkum plöntusteingervinga, sem víða finnast í sandsteins-, leirsteins- og surtarbrandslögum milli basaltlaga.

Elzta jarðmyndun landsins, blágrýtismyndunin, hlóðst upp í eldgosum á tertíertíma. Mislægt ofan á henni liggur víða nokkuð þykk myndun úr gráu basalti, gráa hæðin, sem er líklega síðtertíer að aldri. Í myndun þessari hafa fundizt millilög úr jökulbergi. Næst að aldri og yngri er basaltmyndun með þykkum millilögum, eldri grágrýtismyndunin. Myndun þessa er víða að finna um Suðurland, t.d. á Síðu og í Skaftártungu, svo og í Fljótshlíð, er bezt er myndun þessi þó könnuð í Hreppum í ofanverðri Árnassýslu, og dregur hún nafn af þeirri sveit og nefnist þar Hreppamyndun.

Hreppamyndunin mun að mestu leyti vera til orðin á jökultíma (kvarter), en þó munu neðstu jarðlög hennar vera síðtertíer að aldri. Plöntuleifar hafa fundizt á fjórum stöðum í Hreppamynduninni - í Vörðufelli á Skeiðum, hjá Bergsstöðum í Biskupstungum, í setbergi milli fossbrúarlaga Gullfoss í Tungufelli og í Heljarkinn í Þjórsárdal. Plöntusteingervingar í surtar- eða leirbrandi þessum hafa lítt verið athugaðir.

Hreppamyndunin mun að hálfu vera gerð úr basaltlögum, sem flest eru runnin sem hraun. Basalt þetta er oft fínkornótt, en þó stundum svo grófkornótt, að það gæti kallazt grágrýti. Hinn þykktarhelmingurinn er einkum gerður úr gosmóbergi (túffi eða breksíu (þursabergi)) og setlögum (sandsteini, völubergi, hnullungabergi og leirsteinsvölubergi). Víða má sjá linsu- og skálögun í setberginu, en það bendir til þess, að lögin hafi setzt til í rennandi vatni (árset). Í hnullunga- og leirsteinsvöluberginu hafa á stöku stað fundizt rispaðir steinar. Einnig er það oft lítið eða ekkert aðgreint eftir kornastærð, svo að vel gæti eitthvað af því verið harðnaður jökulruðningur (jökulberg).

Í Hreppamynduninni er nokkuð um innskot; ganga, æðar og innskotslög. Berg þessara innskota er yfirleitt basalt, en þó er líparít að finna við Stóru-Laxá, svo og víða í Þjórsárdal.

Hreppamyndunin á Tungufellssvæðinu.

Hreppamynduninni á Tungufellssvæðinu, vestan og austan Hvítár, má skipta í þrjár jarðlagasýrur.

Neðst og elzt er Brúarhlaðabreksían, mislæg ofan á henni liggja Gullfosslögin og efst og yngst eru Hóla- og Tungufellslögin.

Brúarhlaðabreksían.

Frá Brúarhlöðum og inn fyrir Brattholt getur víða að líta í bökkum Hvítár gosmóberg eða gosbreksíu allbreytilega að útliti og gerð. Breksíumyndun þessi, sem hefur verið nefnd Brúarhlaðabreksía, er elzta jarðmyndun Tungufellssvæðisins.

Brúarhlaðabreksíuna er þó ekki eingöngu að finna í bökkum Hvítár, heldur einnig í nálægum fellum, svo sem neðan til í Gýgjarhólsfjalli og í Tungufelli að sunnan og austan. Skriðuheiði, Hlíðarfjall og Skersli eru einnig nær eingöngu gerð úr Brúarhlaðabreksíu.

Brúarhlaðabreksían er, svo sem áður gat, allbreytileg að gerð og útliti. Mest ber á túffi, sem víða gengur yfir í misgrófa gosbreksíu. Á stöku stað er nokkuð um bólstra í breksíunni, svo sem í ytri bakka Hvítár rétt framan túnsins í Brattholti. Einnig gætir víða basaltívafs (innskot) og basaltlaga (hraunlög?) í breksíunni.

Brúarhlaðabreksían hefur hlaðizt upp við eldgos. Breksíufellin, sem áður var minnzt á, eru líklega leifar gamals eldhryggs (stratovulkan). Gosmóbergið hefur myndast í sprengigosum, en basaltlögin, sem víðast hafa takmarkaða útbreiðslu, gætu verið leifar hraunstrauma, sem runnið hafa niður hlíðar eldfjallsins.

Bólstrarnir hafa orðið til, þegar hraunstraumar runnu í stöðuvötn eða ár við fjallsræturnar. Hraunkvikan hefur einnig þrengrt sér í glufur og sprungur í berginu sem ívaf.

Yfirborð Brúarhlaðabreksíunnar undir hinum yngri jarðlögum er allmishæðótt, svo sem sjá má af hæð hennar á nokkrum stöðum. Í Gýgjarhólsfjalli nær hún upp í 160-180 m y.s., í Tungufelli 270 m, en í Hvítárgljúfri, um 1 km innan Brattholts, hverfur breksíuyfirborðið undir árborðið í 130 m y.s. Líklega hefur því átt sér stað töluvert rof á "Brúarhlaðafjallinu", áður en næsta jarðmyndun ofan á henni, Gullfosslögin, varð til.

Gullfosslögin.

Næstelzta jarðlagasyrpa Hreppamyndunarinnar á Tungufellssvæðinu er Gullfosslögin, en svo nefnast hér einu nafni jarðlög þau, basalt og setlög, sem er að sjá í Hvítárgljúfri innan Brattholts. Gullfosslögin liggja mislægt á Brúarhlaðabreksíunni. Á milli upphleðslu Brúarhlaðabreksíunnar og neðsta jarðlags Gullfosslaganna, sandsteins- og völubergslagsins SA, mun hafa liðið nokkuð langur tími rofs, svo sem greinilegt mislægi gefur til kynna. Berg Gullfosslaganna er tvenns konar:

- 1) Basaltlög, sem mynda fossbrúnir Gullfoss. Þau nefnast hér á eftir B_1 (neðra lagið) og B_2 (efra lagið). Þau má rekja í gljúfrinu frá Brattholti og inn undir mynni Búðarár. Auk þess eru tvö basaltlög með minni útbreiðslu í gljúfrunum; B_{2a} norðan Illagils og basaltlag í setinu milli B_1 og B_2 í Pjasa.
- 2) Setlög, sem liggja undir (SA), milli (SB) og ofan á (SC) fossbrúarlögunum.

Setlagið SA er elzta lag Gullfossmyndunarinnar. Það liggur mislægt á Brúarhlaðabreksíunni. Lag þetta kemur einkum vel í ljós í veggjum Hvítárgljúfurs allt frá Gullfossi, þar sem það myndar neðsta hluta gljúfurveggjanna og árbotninn, og fram í Bæjarásinn ofan Brattholts, en þar þynnist það, milli Brúarhlaðabreksíunnar

Tafla I.

Hæð jarðlagamarka (m y.s.) og þykkt jarðlaga (m)
í Hvítárgljúfri neðan Gullfoss. Staðsetning þverskurða
er sýnd á korti 4.

Þver- skurðir jarðlög	G 4		G 5		G 6
	vestan ár	austan ár	vestan ár	austan ár	vestan ár
S C		204 - 5 m 199			
B ₂	185.5	199 - 15.5 m 183.5	192 8 m 184	180	190.5 - 8.5 m 182
S B	- 4 m	- 10 m	- 12 m	- 13 m	- 9 m
B ₁	181.5 - 17.5 m 164	173.5 - 19.5 m 154	172 - 15 m ca. 157	167 13.5 m 153.5	173 - 12.5 m 160.5
S A	- 41 m 123 (árb.)	30 m 124 (árb.)	23 m 134 (árb.)	19 m 134.5 (árb.)	

Tafla II.

Hæð jarðlagamarka (m y.s.) og þykkt jarðlaga (m)
í Hvítárgljúfri innan Hamarshólts. Staðsetning þver-
skurða sýnd á korti 4.

Þver- skurðir jarðlög	G 8		G 9		H 9	
	vestan ár	austan ár	vestan ár	austan ár	vestan ár	austan ár
S C					227 - 8 m 219	
B ₂	219 - 6 m 213	230 - 12 m 218	221 --5.5 m 215.5	221 - 6.5 m 214.5	219 - 5 m 214	
B _{2a}			5.5 m 210 (árb.)	4.5 m 210 (árb.)	4 m 210 (árb.)	213 - 3 m 210
S B	- 4 m	- 6 m				
B ₁	209 - 5 m 204 (árb.)	212 - 7 m 205 (árb.)				

og B_1 , og hverfur svo að basaltlagið B_1 nær að grípa yfir á Brúarhlaðabreksíuna. Sama er að segja um SA austan ár í Tungufelli. Það þynnist til suðurs og hverfur. Mesta sjáanleg þykkt SA í Hvítárgljúfri er um 40 m.

Margar góðar og aðgengilegar opnur eru í SA í Hvítárgljúfri. Fremst í Pjæxa er um 6 m há opna úr SA undir B_1 . Neðst í opnunni er lagið úr 3 m þykkum, blágráum sandsteini, síðan kemur um 3 m þykkt völubergslag. Einkennandi fyrir þetta völubergslag eru líparítvölur (líparít-, biksteins- og hrafntinnuvölur) svo og vatnsnúinn vikur. Efsti hluti völu-bergsins er þarna illa samanlímdur og með sandlinsum á við og dreif. Efsti hluti setlagsins veðrast því ört og eru víða geilar og holur í það. Líklegt er, að þetta lítt harðnaða set hafi stuðlað mjög að hröðu niðurrifi neðra fossbrúnarlagsins (B_1) í Hvítárgljúfri.

Setlagið SA kemur einnig í ljós í gljúfri Dalsár, þar sem áin rennur milli Sandöldu og Hálsa (Þrengsli). B_1 sést ekki gljúfurveggnum, og er einna líkast því, að hraunið B_1 , hafi ekki náð svo hátt upp í hlið "Brúarhlaðafjallsins", að það hyldi alveg setlagið (SA). Setlagið er a.m.k. 20 m þykkt í suðurvegg Þrengsla. Neðri hluti setlagsins er þarna úr hnallungabergi, en efri hlutinn úr nokkuð fínkornóttum, stakvölóttum sandsteini.

Setlagið SA er líklega að mestu leyti orðið til sem set aura-
vatns (áreyramyndun).

Basaltlagið B_1 eða neðra fossbrúnarlagið má rekja frá Gýgjarhólsfjalli og síðan í báðum veggjum Hvítárgljúfurs inn í neðri fossbrún Gullfoss, sem er gerð úr þessu lagi. Lagið kemur síðan í ljós í gljúfrinu innan Hamarsholts og hverfur undir árborðið rétt sunna Illagils. B_1 myndar stall suðvestan í Tungufelli og má rekja það í hliðum fellsins austur fyrir Dimmugróf. Í Háöldu ofan bæjar að Jaðri er og leif af þessu lagi.

Norðaustan í Tungufelli kemur kollur af B_1 (Punktur J_1) fram undan B_2 . Þaðan má rekja lagið í suðurhlið Sandöldu allt að Dalsá.

Basaltið í B_1 er feldspatdílótt (labradorít) og nokkuð grófkornótt, svo að það líkist grágrýti. Það er víðast straumflögótt og nokkuð reglulega stuðlað. Þó sjást á einstöku stað stuðlasveipir í laginu.

Þess var áður getið, að setlagið SA væri líklega áreyramyndun (auravatn). Yfir þessar áreyrar rann síðan hraun, basaltlagið B_1 . Þar sem hraunið rann í árkvíslar, hefur það víða tekið í sig vatn (gufu), og þar orðið "sekundert" gos. Við slík umbrot myndast gervigígar. Stuðlasveipirnir í B_1 í gljúfurveggjum sunnan veitingaskálans, eru líklega rætur slíkra gervigíga. Engin merki þessara gervigíga sjást nú á yfirborði B_1 .

Þykkt basaltlagsins B_1 er í gljúfurveggjunum sunnan Gullfoss nokkuð misjöfn eða 12-20 m.

Setlagið SB liggur milli basaltlaganna B_1 og B_2 (fossbrúnarlögin) og sjást þverskurðir af því vel í gljúfrinu, bæði framan Gullfoss, svo og innan Hamarsholts.

Gerð þessa lags er nokkuð misjöfn. Neðsti hluti lagsins er í gljúfurveggjunum framan Gullfoss úr lítt lagskiptu hnullunga- eða leirsteinsvölubergi. Hnullungarnir virðast flestir vera ættaðir úr basaltlaginu B_1 . Bergið líkist þarna hörnuðum jökulruðningi, en þó hafa ekki fundizt í því rispaðir steinar. Millimassinn er nokkuð fínkornóttur (silt-leir), enda er bergið víðast hvar vel samanlímt.

Ofan á hnullunga- eða leirsteinsvöluberginu liggur víðast siltsteinn með hvarflögum; ("hvarfleir"). Ofan á siltsteininum er illa samanlímt völuberg. Í borholu á stöðvarhússtæðinu suðvestan í Tungufelli er ofarlega í setinu leirlag með plöntuleifum.

Þessi skipting setlagsins SB er þó ekki alls staðar fyrir hendi, einkum á það við nyrzt og syðst á Tungufellssvæðinu. Í klifinu upp af Bæjarásnum, innan Brattholts, upp á stall B_2 , sést í vegarsneiðingum eingöngu ólagskipt leirsteinsvöluberg (jökulberg?) og eins er við mynni Búðarár.

Þykkt SB er nokkuð breytileg. Sums staðar er lagið mjög þunnt en verður allt að 12 m.

Líklegt er að mestur hluti setlagsins SB sé að uppruna áreyrarset, svo sem skálögun og sand- og völubergslinsur í berginu gefa til kynna. Fínkornóttu setið, siltsteininn ("hvarfleur") mun hafa sezt til í nokkuð kyrru vatni, svo sem nær "symmetrisk" bylgjuför í setinu ofan neðri brúnar Gullfoss, að vestanverðu, sýna.

Um hnúllungabergið er það að segja, að líklega er þar um harðnaðan jökulruðning að ræða, en þó gæti eitthvað af því verið myndað af vatnmiklum jökulám, sem ólmazt hafa yfir mishæðótt yfirborð hraunsins B_1 .

Basaltlagið B_2 eða efra fossbrúnarlagið má rekja vestan Hvítár frá lagstallinum ofan Bæjarássins innan Brattholts og í gljúfurveggnum til norðurs inn í efri fossbrún Gullfoss.

Austan Hvítár myndar B_2 koll Háöldu ofan bæjar að Jaðri. Síðan má rekja B_2 í Tungufelli sunnanverðu og í gljúfrinu inn fyrir Gullfoss. Þar fyrir innan er lagið á kafla hulið Hvítárseti (melar; fornar áreyrar), en kemur síðan í ljós fremst í innra Hvítárgljúfri, innan Hamarholts, og má fylgja því í báðum gljúfurveggjum inn að mynni Búðarár. Sléttan austan Hvítár hjá Gullfossi milli Tungufells og Hádegisöldu er úr B_2 . Þaðan má rekja B_2 sunnan í Sandöldu og inn með Dalsá allt inn í Skóthólsmýrar (Dalsárdrög) austan Sandöldu. Í Hálsu, en svo nefnist fellið milli Dalsár og Svartár, má fylgja B_2 til suðurs allt að Svartá.

Bergið í B_2 er fínkornótt, dökkgrátt og dílalítið (feldspat, labradorít) basalt. Það er víðast straumflögótt og nokkuð vel stuðlað, einkum kemur straumflögunin vel í ljós í þunn-sneiðum af berginu. Stuðlar í B_2 standa yfirleitt lóðrétt og ekkert ber á stuðlasveipum. Þykkt B_2 er 5-15 m.

Setlagið SC, en svo nefnist hér setlag, er sést á nokkrum stöðum liggja milli B_2 og Hóla- og Tungufellslaganna (E-laganna).

Góðar opnur í lag þetta eru fáar, en þessar eru helztar:

1. Fremst í Hvítárgljúfri innan Jaðars er setið 5 m þykkt (linsulagað völuþberg).
2. Í vesturvegg gljúfursins við Þjasa er völuþbergslag um 2.5 m.
3. Í vesturvegg gljúfursins ofan Gullfoss er um 5 m þykkt linsulagað völuþbergslag.
4. Á stíflustæðinu í Eyðihlíðarhöfða (vestan ár) er 7 m þykkt linsulögótt völuþbergslag.
5. Í lækjargili vestan í Sandöldu rétt austan Illagils, er 5 m þykkt setlag. Þetta lag kemur einnig fram í borholu í Blálækjarhöfða (á stíflustæði, austan ár). Neðst í laginu er siltsandsteinn, síðan völuþberg og efst sandsteinn.

Eftir að hraunlagið B_2 rann, hafa ár rofið yfirborð þess. Í dældum í hrauninu hefur sett fyrir fínkornótt set (siltsandsteinn), og yfir það síðan lagzt áreyri (völuþberg og sandsteinn). Setlagið SC er mun verr samanlímt en eldri setlögin.

Basaltlögin B_{2a} og Þjasaalagið.

Um jarðlög þau, sem nú hafa verið upp talin, og tilheyra Gullfosslögunum, má segja, að þau megi rekja svo kílómetrum skipti á Tungufellssvæðinu. En auk þessara laga sjást á nokkrum stöðum basaltlög, sem hafa takmarkaða útbreiðslu. En þau eru þessi:

Basaltlagið B_{2a} kemur í ljóst í báðum veggjum Hvítárgljúfurs innan Illagils. Það liggur í setlaginu SB. Lag þetta sést í vesturvegg gljúfursins inn í Kálfshvamm (stíflustæði), en nær í austurveggnum nokkuð lengra norður, eða að þverskurði G_{10} . Flúðirnar í Hvítá við Kálfshvamm, svo og klapparhólminn á stíflustæðinu, eru gerðar úr B_{2a} .

Basaltlagið B_2 liggur sums staðar án millilaga á B_{2a} . Víða má þó sjá sandstein eða völuberg á milli laganna, enda virðist áhrifa hafa rofið yfirborð B_{2a} og fyllt í dældir þess, áður en hraunstraumurinn B_2 rann yfir það.

Pjaxalagið. Í báðum gljúfurveggjum Hvítár við Pjasa er óreglulegt, bólstrótt, basaltlag (hraunlag) í setlaginu SB. Það kemur inn í SB í stað silt-leirsteinsins. Mjög mikil leirfylling er í basaltlaginu, einkum neðan til.

Tungufells- og Hólalögin (E-lögin).

Efri hluti Tungufells og Sandöldu er gerður úr óreglulega smástuðluðu, stakdílóttu (feldspat) basalti. Slíkt berg hefur verið nefnt kubbaberg. Þó bregður fyrir neðst í laginu í Tungufelli suðaustanverðu vel stuðluðu basalti.

Efstu lög berggrunnins utan Hvítár frá Gýggjarhólsfjalli inn að Sandá, milli Hvítár og Tungufljóts - Ásbrandsár eru gerð úr beltuðu, grágrýtiskennðu, olívín - feldspatdílóttu basalti. (Hólalög). Hér á eftir verða lög þessi nefnd Tungufells- og Hólalög og þau talin ein jarðlagasýrpa, enda líklega svipuð að aldri. Ekki eru lög þessi þó eingöngu gerð úr hraunlögum. Ofan á setlaginu SC við Gullfoss, vestan ár, liggur breksía og bólstraberg, sem teljast verður neðsti hluti Hólalaganna. Breksían er skálögótt líkt og straumvatnaset og hefur sennilega myndast, er hraun rann út í grunnt stöðuvatn eða eftir árfarvegi og fyllti hann. Skálögum breksíunnar hallar til suðvesturs, svo að líklega hefur hraunið á þessum stað runnið til suðvesturs. Ofan á breksíunni kemur bólstrótt berg, sem gengur síðan yfir í beltuð hraunlög. Basaltið í bólstrunum líkist mjög berginu ofan til í Tungufelli (Tungufellslög) en hraunlögin verða er ofar dregur olívín - feldspatdílótt (Hólalög).

Neðsti hluti Tungufells-Hólalaganna í Eyðihlíð svo og frá innanverðum Kálfshvammi (stíflustæði) og inn á móts við mynni Búðarár er einnig gerður úr breksíu.

Hamarsholt er leif af basalti, er svipar mjög að gerð til Hólalaganna.

Þeir jarðfræðingar, sem fjallað hafa um efstu basaltlögin í Hvítárgljúfri við Gullfoss, hafa talið, að Tungufellslögin væru innskotslög einkum vegna kubbabergsstuðlunar. Athuganir síðastliðin sumur benda þó til, að svo sé ekki, enda er næsta ósennilegt, að breksía og þó einkum bólstraberg myndist í innskotslögum. Einnig benda hraunreipi, sem víða er að finna á yfirborði einstakra laga í Hólalögum utan Hvítár við Gullfoss, svo og í Hrossatungum til þess, að hér sé um venjulega hraunstrauma að ræða. Auk þess eru Tungufellslögin nær eingöngu gerð úr glerbasalti, en það bendir til snöggrar kólnunar.

Í Hólalögum bregður víða fyrir beltaskiptingu, þ.e. þunnum basaltlögum án millilaga, líkt og sjá má í veggjum Almanna-gjár á Þingvöllum. Beltun í basalti virðist einkum vera algeng í hraunum, sem runnin eru frá "dyngjum".

Jarðlög þau, sem nú hafa verið upp talin, teljast mynda berggrunn Tungufellssvæðisins.

Jarðlagahalli.

Við athuganir og landmælingar hefur komið í ljós, að strik jarðlaga á Tungufellssvæðinu hefur svipaða stefnu og Hvítá í gljúfrinu framan Gullfoss. Mælingar voru einkum gerðar á fossbrúarlögum (B_1 og B_2), og er hallinn miðaður við neðra borð B_2 . Út frá striki jarðlaganna fæst, að hallastefna þeirra muni vera sem næst til VNV. Við mælingar á jarðlagahallanum er þörf nokkurrar aðgæzlu vegna misgengja.

Í þverskurði G_4 er jarðlagahallinn nálægt 3° til VNV. Í þverskurði G_6 rétt framan Gullfoss (stuðzt við J_1 og J_2 norðaustan í Tungufelli) er jarðlagahallinn 2° VNV.

Halli jarðlaga getur verið með tvennu móti tilkominn: Í fyrsta lagi er halli þeirra jarðlaga, sem runnin eru sem hraun, kominn fram við það, að hraun renna alla jafna undan brekku. Halli hvers hraunlags er því nokkuð breytilegur, og einnig eru lögin oft misþykk, enda runnin í mótuðu landslagi. Í öðru lagi er hann kominn fram við höllun jarðlaga (tekntonisk höllun), eftir að þau eru fullmynduð.

Líklegt er, að jarðlagahallinn á Tungufellssvæðinu sé að mestu leyti kominn fram við höllun jarðlaga.

Brotalínur.

Flestar brotalínur á Tungufellssvæðinu hafa landnorður-útsuðurstefnu (NA-SV eða NNA-SSV). Margar þessara brotalína eru misgengi en aðrar sprungur.

Í veggjum Hvítárgljúfurs framan Gullfoss sjást nokkur misgengi. Í Bæjarásnum norðan Brattholts er misgengisstallur með NNA-SSV-stefnu. Hann sýnir þó ekki rétta misgengishæð, vegna rofs á yfirborði lagsins. Nokkru norðar (í Beitarhvammi) sést brotalína þessi í gljúfurveggnum og er austurbarmurinn þar siginn um 10-12 m. Misgengislínan gengur síðan aftur inn í gljúfurvegginn sunnan Beitarhvamstjarnar og myndar vesturbakka tjarnarinnar. Ekki verður séð með vissu, hvort Hólalögin eru misgengin um brotalínuna a.m.k. sést enginn stallur í landslagi. Sé þar um misgengi að ræða, gæti stallurinn hafa rofízt. Einnig gæti verið, að misgengið verði að sprungu er norðar dregur. Í þriðja lagi gæti misgengið verið eldra en Hólalögin og þau hafi ekki haggast, þótt Gullfosslögin séu misgengin.

Annað misgengi með NNA-SSV-stefnu sést í gljúfurveggnum rétt sunnan Pjasa. Þar hefur austurbarmurinn sigið um 12-14 m. Sömu sögu er um það að segja og syðra misgengið, ekki verður séð, hvort misgengið nær til Hólalaganna. Þannig nemur misgengi Gullfosslaganna fremst í Hvítárgljúfri um 25 m.

Dalurinn milli Álfakirkju og melsins austan Hvítár er rofinn eftir misgengi. Brotalínu þessa má rekja bæði til suðurs og norðurs. Hún skerst í gegnum Þjasa austan ár og gengur inn í hornið austan Gullfoss. Þar hefur eystri barmur sigið um 1 m.

Illagil er og grafið eftir misgengi. Þar hefur hreyfing barma verið öflug við það, sem er í öðrum misgengjum á Tungufellssvæðinu, þ.e.a.s. þar er vestri barmurinn siginn um 2 m.

Auk þessara misgengja mætti einnig nefna, að neðan fossins í Búðarárgljúfri er 15 m misgengi, eystri barmur siginn, svo og tvöfalt misgengi í Sandöldu suðaustanverðri (eystri barmar signir um 8 m).

Það virðist vera regla á Tungufellssvæðinu, að eystri barmur misgengja sé siginn. Slíkt er algengt á svæðum með vesturhallandi jarðlögum (antithetisk misgengi). Misgengin vega upp höllunina.

Sprungur eru mun algengari á Tungufellssvæðinu en misgengi. Sprungurnar hafa flestar svipaða stefnur og misgengin. Mest þessara sprungna er Dimmagróf. Hún skerst í gegnum Tungufell sunnanvert upp frá Jaðri og inn að Gullfossi. Uppi í fellinu hefur sorfízt dalur eftir sprungunni milli Halls og Dimmu-grófaráss að utan og Kláfs að austan. Sprungan liggur síðan norður melana austan Hvítárgljúfurs og tekur þar norðlægari stefnu og kemur fram í gljúfrinu rétt framan Gullfoss. Þar kemur úr sprungunni volgt vatn (28°C). Volgrur koma einnig fram á framhaldi Dimmu-grófararsprungunnar við Kerlingarfoss í Dalsá. Einnig er volgra í Hrossatungum. Gljúfrið undir neðri fossbrún Gullfoss er grafið eftir Dimmu-grófararsprungunni.

Auk brotalína með NA-SV eða NNA-SSV-stefnu sjást nokkrar brotalínur með V-A stefnu á Tungufellssvæðinu. Ein slík brotalína gengur til dæmis frá Álfakirkju og austur yfir Tungufell.

Í hinum allþétta berggrunni Tunguféllssvæðisins hafa brotalínurnar vitaskuld mikil áhrif á rennsli jarðvatns, enda má segja, að á flestum stöðum þar sem brotalínur koma fram í gljúfrunum, og reyndar víðar, séu lindir.

Jarðskjálftar.

Suðurlandsundirlendið er eitt mesta jarðskjálftasvæði landsins. Í annálum og öðrum rituðum heimildum er oft getið um tjón af völdum jarðskjálfta í uppsveitum Árnassýslu, svo og breytingar á hverasvæðinu við Geysi. Lítið er þó vitað um, hvar upptök jarðskjálftanna hafa verið. En ráðlegt má telja, að fullt tillit sé tekið til jarðskjálfta, þegar mannvirki eru gerð, því að ekki þarf nema lítinn jarðskjálfta á svæðinu eða í næsta nágrenni þess, til að stórskaða mannvirki. Einnig skyldi reynt að forðast meiri háttar mannvirkjagerð á hinum stærri brotalínum, þótt ekki virðist neinar hreyfingar hafa átt sér stað við þær á nútíma.

Í setlögnum er vitaskuld engin upphafleg "stuðlun" fyrir hendi. En mjög víða í þeim, einkum í hinum fínkornóttari hluta þeirra, eru kleyfnisprungur, sem myndast hafa eftir að bergið harðnaði. Víðast er stefna kleyfnisprungna í samræmi við stefnu brotalína.

Jarðvatn.

Þess var áður getið, að setlög Gullfossmýndunarinnar væru alla jafna allvel samanlímd og hörðnuð. Í setlögnum eru inn á milli lög af mjög fínkornóttum sandsteini (siltsandsteini), sem virðast vera svo þéttur, að lítið sem ekkert vatn seytlar í gegnum hann nema um brotalínur eða kleyfnisprungur. Sama máli gegnir um leirsteinsvölu- og hnúlungaberg. Í grófkornóttum sandsteini og völubergi eru allmikil holrými, nema þar sem mjög fínkornóttur millimassi er í þeim, svo að vatn mun seytle nokkuð greiðlega um þau.

Basaltlögin á Tungufellssvæðinu eru flest vel stuðluð. Lítið er um botnbreksíu í þeim, svo sem oft er í "hellu-hraunum". Einnig hefur hið smástuðlaða yfirborðslag hraunanna sorfízt burt, áður en setið lagðist ofan á. Vatn seytlar því einkum um glufur milli stuðla, og þó mest þar, sem stuðlasveipir eða gjallhrúgöld hafa myndast í hraunlögunum sökum gufuspennu (gervigígar). Þó má víða sjá, að glufur og holrými í basaltlögunum eru þéttuð af fínkornóttu seti ("leir").

Brúarhlaðabreksían mun líklega hafa eðlilega jarðvatnsstöðu, þar sem hún er ekki hulin hinum þéttari jarðlögum Gullfosslaganna, enda er hún mjög misjöfn að gerð. Allvatnsmiklar lindir koma úr henni í gljúfrinu innan Nautavíkur, austan ár.

Um Gullfosslögin gegnir öðru máli. Mikið af þeirri úrkomu, sem á þau fellur, mun renna af á yfirborði vegna vatnspéttleika hins fínkornótta hluta setbergsins. Lindir á lagamótum eru sjaldgæfar, enda hindrar yfirliggjandi setberg, að vatn komist niður í basaltlögin. Þó eru lindir á mörkum setlagsins SB og basaltlagsins B₂ í austurvegg Hvítárgljúfurs framan Gullfoss, enda er B₂ undir melunum austan Gullfoss ekki hulið setbergi. Einnig koma lindir fram á mörkum SA og B₁ í austurvegg gljúfursins frá Gullfossi suður undir Álfakirkju.

Jarðvatnsrennsli um Hóla- og Tungufellslögin mun vera nokkuð breytilegt. Þar sem lögin eru kubbastuðluð, mun það vera tregt, en þar sem botnbreksía, bólstraberg eða beltað basalt er í þeim, mun það vera allgreitt. Í Hrossatungum kemur t.d. úr Hólalögunum allvatnsmikil uppspretta með nokkuð háu hitastigi, 8°C vetur og sumar, eða mun hærra hitastig en er í kaldavermslum og sprungulindum að jafnaði. Mun hér gæta áhrifa jarðhita. Í lindinni eru upptök Sellækjar.

Lausar jarðmyndanir, sem víða hylja berggrunn Tungufellssvæðisins, svo sem jökulruðningur, jökulvatnaset, fornar ár-eyrar og fokjarðvegur, eru víðast það þunnar og strjálar, að þær hafa fremur lítil áhrif á rennsli jarðvatns.

Þess var áður getið, að brotalínur (sprungur og misgengi) með SV-NA-stefnu væru algengar á Tungufellssvæðinu. Þær hafa veruleg áhrif á rennsli jarðvatnsins og stýra því að nokkru leyti. Þar sem brotalínur skera yfirborð, seytla úrkomuvatnið niður um þær og streymir síðan eftir þeim. Víða eru rifur brotalínanna þó að nokkru leyti þéttaðar með seti. Þar sem brotalínur skera yfirborð neðarlega í hlíðum eða gljúfrum, koma því víða fram lindir eða uppsprettur. Þessar lindir eru vatnsmiklar í vætutíð en þverra mjög í þurrkum. Það bendir til þess, að vatnasvið sprungnanna sé ekki ýkja stórt. Ef jarðgöng eða önnur mannvirki væru grafin gegnum slíkar brotalínur, myndi vatn streyma ört úr þeim fyrst í stað en síðar myndi vatnsrennslið haldast nokkurn veginn í hendur við úrkomuna.

Við lekaprófanir, sem gerðar voru í borholu á stíflustæðinu á Blágiljahöfða, sést greinilega, að leki í basaltlögum Gullfosslaganna er mun meiri (39-167 Lu) en í setlögum (0-7.5 Lu).

Samkvæmt úrkomumælingum, sem gerðar hafa verið að Jaðri nú hin síðari ár, er meðalársúrkomun um 1400 mm.

Yfirlit um berggrunn Tungufellssvæðisins.

Elzta jarðmyndun Tungufellssvæðisins er Brúarhlaðabreksían, en hann má rekja í bókum Hvítár frá Brúarhlöðum og inn í mynni Hvítárgljúfurs innan Brattholts. Breksíuna er einnig að finna í Skerslum, Hlíðarfjalli, Skriðuheiði og Tungufelli að sunnan og austan svo og neðan til í Gýgjarhólsfjalli. Líklegt er, að Brúarhlaðabreksían sé leifar eldfjallshryggs. Fjall þetta hefur sorfízt nokkuð, áður en næsta jarðlagasyrpa Tungufellssvæðisins, Gullfosslögin, varð til.

Athuganir benda til þess, að Gullfosslögin svo og Hóla-Tungufellslögin, sem eru yngsta jarðmyndun berggrunnins á Tungufellssvæðinu, séu til orðin í breiðum dal norðan "Brúarhlaðafjallsins", Yngri lögin grípa venjulega lengra

suður og inn yfir Brúarhlaðabreksíuna en eldri lögin, en það bendir til þess, að dalurinn hafi smáfyllt hraun- og setlögum.

Gullfosslög nefnast hér einu nafni set- og hraunlög þau, önnur en Tungufells- og Hólalögin, sem er að sjá í gljúfrum Hvítár frá Brattholti inn að Búðará. Setlagið SA er elzt Gullfosslaganna. SA er einkum gert úr sandsteini og völubergi, en í gljúfrum Dalsár (Þrengsli) er þó leirsteinsvöluberg. SA er líklega að mestu leyti árauraset. Mesta sjáanleg þykkt lagsins er um 40 m. Yfir setlagið hefur síðan runnið hraun, basaltlagið B₁, neðra fossbrúnarlagið. Basaltlag þetta er víðast allvel stuðlað. Þó eru í því á stöku stað stuðlasveipir (gervigígar). Þykkt B₁ er 12-20 m. Yfirborð B₁ hefur síðan rofist af völdum straumvatna eða jafnvel jökuls. Úr ám þessum og jökli hefur setlagið SB setzt til. Neðsti hluti SB er í Hvítárgljúfri framan Gullfoss gerður úr leirsteins- og hnullungabergi. Miðhluti lagsins er víða siltsandsteinn ("hvarfleir"), en efsti hlutinn úr misjafnlega samanlímdu völubergi. Á meðan á upphleðslu SB stóð, runnu tvö smáhraun um aurana. Annað þessara basaltlaga sést í gljúfurveggjum við Pjaja (Pjaxalagið), en hitt kemur í ljós í Hvítárgljúfri innan Illagils og nefnist B_{2a}. SB er 4-12 m þykkt. Myndun setlagsins SB lauk, er annar mikill hraunstraumur, basaltlagið B₂, efra fossbrúnarlagið, huldi áraurana. B₂ er víðast allvel stuðlað og 5-15 m að þykkt. Yfirborð B₂ er rofið af ám, og ofan á það hefur setzt til setlagið SC, sem er yngst Gullfosslaganna. SC er nær eingöngu völuberg. Opnur í þetta lag eru fremur fáar. Þykkt SC er 2.5-8 m.

Yngsta jarðmyndun berggrunnins á Tungufellssvæðinu er hraunlagasyrpa, sem hér nefnist Hóla- og Tungufellslögin (E-lög). Neðst í Hólalögunum má í vesturvegg Hvítárgljúfurs við Gullfoss sjá skálögótt gosbreksíu og jafnvel bólstraberg, sem myndast hefur, er hraun rann út í árkvíslar eða grunnstöðuvötn. Basaltlög þessi eru austan Hvítár óreglulega stuðluð (kubbaberg), en utan Hvítár venjulega beltuð og stuðluð.

Berggrunnur Tungufellssvæðisins mun vera myndaður um miðjan jökultíma (kvarter).

Eftir að yngstu lög berggrunnins, Hóla- og Tungufellslögin mynduðust hefur berggrunnurinn haggast. Jarðlögin hafa hallast til VNV um 2° - 3° . Eitthvað af þessum jarðlagahalla gæti upphaflega verið tilkominn vegna rennslis hrauns undan brekku, en mest af honum er þó til orðið eftir að myndun berggrunnins lauk (tektonisk höllun).

Berggrunnurinn hefur jafnframt hölluninni misgengið og sprungið. Brotalínur á svæðinu stefna flestar NNA-SSV- eða NA-SV. Misgengin vinna flest á móti jarðlagahallanum, þ.e.a.s. austurbarmar misgengjanna eru signir. Sprungur án misgengis eru mun fleiri en misgengi.

Landmótun.

Eftir að berggrunnurinn á Tungufellssvæðinu var fullmyndaður, hafa ár og jöklar rofið hann mjög í samræmi við legu og stefnu brotalína svo og nokkuð eftir jarðlagahalla.

Ekkert skal fullyrt um það, hversu oft ísaldarjöklar hafa farið yfir Tungufellssvæðið og rofið berggrunninn. Jökulruðningur og aðrar jökulminjar, sem víða þekja berggrunninn eru vafalítið að mestu leyti verksummerki jökla síðustu ísaldar jökultímans.

Jökulgrópir, jökulrispur og hvalbök á Tungufellssvæðinu benda til þess, að jökullinn hafi skriðið yfir svæðið frá landnorðri til útsuðurs, þó eru jökulrispur við Sandá með vestrænni stefnu, líklega sorfnar í síðasta fjörkipp ísaldarjökulsins, á svonefndu Búðaskeiði.

Undir lok jökultímans hörfaði meginjökull síðustu ísaldar fyrir hlýindum upp í hálendisbrúnina. En loftslag breyttist þá um tíma aftur til hins verra og jökullinn gekk fram á ný. Við framrás þessa mynduðust miklir jökulgarðar, sem rekja má um þvert Suðurlandsundirlendið frá Vatnsdalsfjalli fyrir ofan

Fljótshlíð og vestur til Efstadalsfjalls. Nefnast jökulgarðar þessir Búðaröð og framrásarskeiðið Búðaskeið. Jökulmyndanir frá Búðaskeiðinu er og víða að finna í hlíðum fjalla í Biskupstungum vestanverðum. Austan Sandvatns og á Bláfellshálsi sunnanverðum eru og jökulgarðar frá þessum tíma.

Tunga Búðajökulsins náði inn á sleftuna austan Sandvatns, milli Sandfells og Sandvatnshlíða, og ýtti þar upp þrem röðum jökulgarða. Elzti garðurinn er við Sandvatn. Austasta og yngsta jökulgarðinn má rekja frá Háöldu norður yfir Sandá allt norður á grágrýtisflákana vestan Brunnlækja. - Bílavaðið á Sandá er rétt austan jökulgarðsins. - Á meðan jökullinn lá við austasta jökulgarðinn, og fyrst eftir að hann hörfaði frá honum, hlóðu jökulár, sem runnu til Ásbrandsár (Tungufljóts), upp aura fyrst vestan og síðan austan jökulgarðsins. Eru þar nú sléttir melar með jökulkerjum. Jökullinn hörfaði síðan austur á bóginn. Vatnsvæðið breyttist þá þannig, að leysingavatnið tók að renna til Hvítár.

Þegar Búðajökullinn hafði fyrir fullt og allt hörfað úr lægðinni milli Bláfells og Sandöldu, þar sem Hvítá rennur nú, hafa verið í lægðinni a.m.k. tvær kvosir og í þeim stöðuvötn eða lón. Nyðra lónið hefur náð frá Búðarártungu og norður að mynni Sandár. Að austan hefur lónið náð inn í mynni Stangarár milli Búðarártungu og Skyggnis. Lón þetta mætti nefna Skyggnislón. Lón þetta fylltist síðan með árframburði (sandur og möl), en samtímis skar áin smátt og smátt sundur berghaftið vestan Búðarártungu og ræsti lónið fram. Einnig gæti verið, að meðan þessu fór fram hafi kvíslar úr hinni fornu Hvítá runnið fram austan Búðarártungu og í farveg Búðarár.

Syðra lónið hefur verið í kvosinni norðan Sandöldu (Þorsteinshöfða) og Eyðihlíðarásanna að sunnan og teygzt langt inn eftir dal Búðarár milli norðurhlíða Sandöldu og Búðarártungu. Að vestan hefur lónið náð allt að rótum Háöldu. Lón þetta nefnist hér Búðarárlón. Lónið hefur síðan smátt og smátt fyllt af árframburði, aðallega sandi og möl.

Hin forna Hvítá hafði þá um tíma útfall út lóni þessu á tveim stöðum. Eystra útfallið hefur verið milli Blágiljahöfða vestan í Sandöldu og Eyðihlíðarhöfða, eða á líkum stað og Hvítá rennur nú. Á þessum stað er nú gert ráð fyrir aðalstíflu Tungufellsvirkjunar. Þessi eystri útfallskvísl Búðararlónsins hefur síðan greinzt sunnan Eyðihlíðarhöfða og runnið fram í tveim kvíslum. Önnur kvíslin hefur runnið nokkurn veginn í sama farvegi og Hvítá rennur nú, "Hamarsholtskvísl", en hin vestur með Eyðihlíð að sunnan og síðan fram í farvegi Sellækjar, "Eyðihlíðarkvísl".

Vestra útfall Búðararlónsins hefur verið um daldrag í Hrossatungum, vestan Eyðihlíðarásanna, þ.e. um 1.3 km norðvestan aðalstíflustæðisins. Er greinilegur og allmikill farvegur frá sunnanverðum Sellæk til norðurs, sem endar í þurrum "fossi" norðvestan Eyðihlíðarásanna. Undir "fossinum" er enn hylur. "Brún fossins" er í 236 m y.s. Á "fossbrúninni" er fyrirhuguð yfirfallsstífla fyrir lón Tungufellsvirkjunar. "Hrossatungukvíslin" mun hafa runnið í "Eyðihlíðarkvíslina" nokkuð framarlega í Sellæk.

Smám saman hefur eystra útfallið og þá einkum "Hamarsholtskvísl" náð yfirhöndinni og ræst "Búðararlónið" fram. Hvítá rennur enn í þessum farvegi í gljúfrinu innan Hamarsholts. Allar þessar Hvítáarkvíslar runnu fram melana (fornar áreyrar) austan núverandi Hvítárgljúfurs við Gullfoss og fyrsta kastið allt til Hróthaga.

Á meðan þessu fór fram hið efra, hefur Hvítá haldið sleitulaust áfram starfi sínu við mótun gljúfursins innan Brattholts. Mótun Hvítárgljúfurs hefur vitaskuld stýrzt mjög af brotalínum, en þó má segja, að engin ein brotalína, af þeim, sem sjást í gljúfrinu, hafi stýrt rofinu fremur en önnur. Neðri fossbrún Gullfoss virðist nú grafast eftir Dimmugrófarsprungunni. Einnig hefur landslag það, sem ísaldarjökullinn hafði rofið í berggrunninn, ráðið miklu um farvegi Hvítár.

Meginhluti Hvítárgljúfurs innan Brattholts og framan Gullfoss hefur sorfízt í berggrunninn, eftir að Búðajökullinn hörfaði af Tungufellssvæðinu fyrir rúmum 10.000 árum. Þessi yngsti hluti gljúfursins er um 2.5 km að lengd. Rofið hefur því verið um 25 cm á ári að meðaltali. Fremsti hluti Hvítárgljúfurs frá Nautavík inn að Bæjarásnum ofan Brattholts mun hafa sorfízt í berggrunninn á hlýindakafnanum, sem fór á undan framrás Búðarjökulsins.

Líklegt er, að rofið hafi verið mest á meðan Búðajökullinn var að leysa af Hreppaafréttinum og síðar, er vöxtur hljóp í Hvítá og þá einkum að vori eða hausti. Mesta mælt flóð í Hvítá við Gullfoss er 2000 kl/sek, en meðalrennslið þar er 118 kl/sek.

Lítið er vitað um rofið í Gullfossi síðustu mannsaldrana, en Gullfoss varð ekki á ferðamannaleið fyrr en upp úr 1875. Að sögn Einars bónda Guðmundssonar í Brattholti er greinilegt, að gljúfrið undir neðri fossbrúninni er að lengjast norður á bóginn eftir Dimmugrófarsprungunni og einnig að meginvatnið í ánni hafi færzt nyrzt á neðri brúnina. Guðni bóndi Jónssonar að Jaðri telur, að helzta breytingin á efri fossbrúninni sé sú, að í brúnina sé að myndast skora. Þessi skora er nær austurlandinu og virðist nú vera 10-15 m löng og 3-4 m að breidd. Um skoruna fer mikið vatn enda er meginvatnsrennslið fram af brúninni við austurlandið.

Athyglisverð er auk undangraftar árvatnsins úr setlögnum undir basaltlögnum í fossbrúnunum, hversu mikil svörfun (þynning) basaltlaganna er. Þannig er efra fossbrúnarlagið í fossbrúninni aðeins 1-4 m að þykkt en í bökunum til hliðanna um 10 m.

Útlitsbreytingar á Gullfossi munu vera svo hægfara, að vart verði eftir þeim tekið nema af þaulkunnugum, eða við nákvæman samanburð á ljósmyndum.

Þegar Búðajökullinn hopaði af láglendi í Biskupstungum í ísaldarlokin, fylgdi sjórinn eftir og mun sjávarborðið þá hafa staðið hæst a.m.k. 110 m hærra en í dag og sjór náð allt inn undir Haukadal og Gýggjarhól. Hlóðust þá upp víðáttumiklir marbakkar og óseyrar í Biskupstungum. Óseyrar þessar er að finna allt inn að mynni Hvítárgljúfurs milli Brattholts og Jaðars. Hæð óseyrana er þarna um 120 m y.s. og þykkt þeirra mun víða vera um 10 m og sums staðar enn meiri. Þessar fornu óseyrar eru nokkuð stórsteinóttar hið efra, en verða, er lengra dregur frá mynni Hvítárgljúfurs, t.d. í melunum fyrir framan Gýggjarhólsfjall, fínni í korninu.

J A R ð F R Æ ð I L E G A R A ð S T Æ ð U R V I ð
M A N N V I R K J A G E R ð

Jarðfræðiathuganir þær, sem hér hefur verið greint frá, beindust einkum að þeim stöðum á Tungufellssvæðinu, þar sem mannvirkjum í sambandi við fyrirhugaða virkjun Hvítár við Tungufell er ætlaður staður. Auk áður nefndra athugana voru boraðar tvær kjarnaholur á svæðinu; önnur á fyrirhuguðu stíflustæði á Blágiljahöfða vestan í Sandöldu, en hin á stöðvarhússtæði suðvestan í Tungufelli. Þegar haft er í huga, að flest mannvirki við Tungufellsvirkjun munu verða neðanjarðar, og að boranir hafa aðeins verið gerðar á tveim stöðum, er augljóst, að hér er aðeins um framdrög að jarðfræði að ræða, hvað viðvíkur staðsetningu neðanjarðarmannvirkja og um jarðfræðilegar aðstæður við gerð þeirra.

Í greinargerð til raforkumálastjóra um "Virkjun Hvítár við Tungufell" (nóvember 1961), sem samin er af Sigurði Thoroddsen, er virkjunartilhögun og mannvirkjum lýst. Verða fáein meginatriði úr greinargerð þessari tekin með til nánari glöggvunar við lestur jarðfræðiskýrslunnar.

Gert er ráð fyrir, að við virkjun Hvítár við Tungufell nýtist 126 m fallhæð (brúttó). Fallhæð í Gullfossi er 31 m, eða aðeins um 1/4 af heildarfallinu.

Stíflur og inntaksmannvirki verða um 3 km ofan við Gullfoss. Vatnið verður síðan leitt í jarðgöngum fram hjá fossinum að orkuveri, sem staðsett yrði neðanjarðar suðvestan í Tungufelli um 3.5 km sunnan Gullfoss. Frárennsli kæmi í Hvítá við Nautavík. Í virkjunartilhöguninni er gert ráð fyrir að engin mannvirki sjáist frá Gullfossi og hafi því ekki áhrif á landslagsfegurð umhverfis Hvítárgljúfur. Einnig er gert ráð fyrir að séð verði fyrir vatnsrennsli um Gullfoss að sumri til.

Vatnasvæði Hvítár ofan Gullfoss er um 2000 km². Meðalrennsli árinna við Gullfoss er 118 kl/sek. Minnst mælt rennsli er 30 kl/sek. en mest 2000 kl/sek. Eins og áður getur er brúttófallhæð 126 m og gert er ráð fyrir, að settar verði upp í orkuverinu 100 MW í fimm vélasamstæðum.

Stíflur.

A) Hvífárstífla. Fyrirhugað er, að gerð verði alstífla í farvegi Hvítár milli Eyðihlíðarhöfða að vestan og Blágiljahöfða vestan Sandöldu að austan. Stíflan yrði jarðstífla með grjótvörn. Hún yrði um 400 m á lengd og mesta hæð hennar um 34 m.

Á stíflustæðinu hefur Hvítá rofið grunnt gljúfur í berggrunninn. Í Eyðihlíðarhöfða hefur jarðlagasnið A verið mælt í gljúfurvegnum en snið B er samkvæmt borholu á Blágiljahöfða. (sbr. myndir 4 og 5).

A) Eyðihlíðarhöfði.	B) Blágiljahöfði.
250-227 m y.s. basalt E	246.0-234.7 m y.s. Basalt E
227-219 - set, SC	234.7-230.4 - set SC
219-214 - basalt, B ₂	230.4-220.0 - Basalt B ₂
214-210 - basalt, B _{2a}	220.0-214.5 - Basalt B _{2a}
Árborð.	214.5-213.0 - set SB
	213.0-196.3 - Basalt B ₁
	(dýptartölur fengnar úr kjarnakassa).

Á árbotninum mun stíflan sennilega standa á basaltlaginu B_{2a} (sbr. snið mynd 4). Til hliðanna mun stíflan liggja á eða leggjast að setlaginu SB (mjög þunnt á stíflustæðinu), basaltlaginu B₂, setlaginu SC og efsti hlutinn mun hvíla á basalti Hóla-Tungufellslaganna (E).

B) Yfirfallsstífla, sem gerð yrði úr steinsteypu, er staðsett í gömlum Hvítárfarvegi- "Hrossatungukvísl"- um 1300 m vestan alstíflunnar. Lengd stíflunnar er áætluð 300 m og mesta hæð 5 m. Stíflan myndi standa á beltuðum basaltlögum Hóla-Tungufellslaganna, skammt ofan brúnar "fossins" í "Hrossatungukvíslinni".

C) Aukastífla, jarðstífla með grjótvörn, lengd 200 m og mesta hæð um 4 m. Stíflustæðið er í lögð í Eyðihlíðarásunum, um 500 m vestan alstíflunnar. Stíflan myndi standa í beltuðum basaltlögum Hóla-Tungufellslaganna.

Berggrunnurinn á stíflustæðunum er víðast hulinn þunnum, lausum jarðlögum. Á stæði yfirfallsstíflunnar er þunnt lag af árframburði; sandi og möl. Á stæði aukastíflunnar er þunnt lag af skoluðum jökulruðningi. Á alstíflustæðinu er á E-lögunum vestan ár þunnt lag af skoluðum jökulruðningi, en austan ár er víða nokkuð þykkur fokjarðvegur á berggrunninum.

Við gerð þessara stíflumannvirkja mun myndast stíflulón, Hvítárlón, með venjulegu vatnsborði í 240 m y.s. Það mun verða um 2.5 km² að flatarmáli og hafa nýtilegan vatnsforða, sem nemur 7.8 Gl.

Við lekaprófun í borholunni á Blágiljahöfða kom í ljós, að leki í setlögum er lítill, 0-7.5 Lu en í basaltlögum allmikill, 39-167 Lu. (Sbr. borholusnið, mynd 5).

Í Gullfosslögunum á stíflustæðinu mun vatn því geta seytleð eftir hraunlögunum, en rennsli um setlögin vera mjög lítið. Sennilegt er, að nokkur leki geti orðið um basaltlögin á stíflustæðinu. Hóla- og Tungufellslögin eru austan ár gerð úr einu þykku kubbastuðluðu lagi en vestan ár úr beltuðum hraunlögum með móbergsívafi, einkum neðast í laginu. Lagið mun víða vera þéttað með leir ("jökulgormi"). Nokkrar sprungur eru á stíflustæðinu en engar þeirra miklar. Í heild mun stíflustæðið sennilega vera nokkuð þétt.

Nauðsynlegt er að gera ýtarlegar lekaprófanir á stíflustæðinu vestan ár, á næsta stigi rannsókna á virkjunarsvæðinu.

Inntaksmannvirki og botnrásir verða sennilega í basaltlögum B₂ og B_{2a}.

Jarðgöng, aðrennslisgöng.

Gert er ráð fyrir, að gerð verði 6030 m löng aðrennslisgöng frá inntaki í Hvítárstíflu norðan í Blágiljahöfða að sveiflusvelg suðvestan í Tungufelli. Gólfhæð ganganna við inntak er áætluð 220 m en við sveiflusvelg 198.6 m y.s. Gert er ráð fyrir, að göngin verði að vídd 6,4 m og 6.4 m að hæð og þverskurðarflatarmálið verði 37.5 m². Göngin munu verða fóðruð með steinsteypu.

Sennilega mun verða hagkvæmast, að leggja göngin í einu og sama basaltlagi og þá helzt í B₁ svo langa leið og kostur er. Göngin munu fyrst við inntak liggja í basaltlaginu B₂ og síðan í B_{2a} í alllangri bugðu unz komið er í B₁, því lagi yrði síðan fylgt að sveiflusvelg, en það mun líklega hafa í för með sér, að gólfhæð verður að vera nokkru lægri þar en gert er ráð fyrir í virkjunaráætluninni. Borunin var gerð eftir að gengið var frá áætluninni. (Sbr. borholusnið).

Nauðsynlegt er að gera ýtarlegri könnunarboranir á væntanlegri jarðgangaleið og velja göngunum stað í samræmi við niðurstöður borananna.

Orkuver.

Orkuver (stöðvarhús), sveiflusvelg, þrýstivatnspípu, lokahúsi, neðri sveiflusvelg og frárennslisgöngum er fyrirhugaður staður neðanjarðar suðvestan í Tungufelli, milli Dimmugrófaráss og Nautavíkur.

Bezta vitneskju um jarðfræðilegar aðstæður við gerð þessara mannvirkja veitir borhola, sem gerð var í u.þ.b. 235 m y.s. suðvestan í Tungufelli, skammt vestan Dimmugrófar. Borholunni skal nú lýst nokkuð. Tölur allar eru fengnar af merkingum í kjarnakassa (sbr. mynd 5).

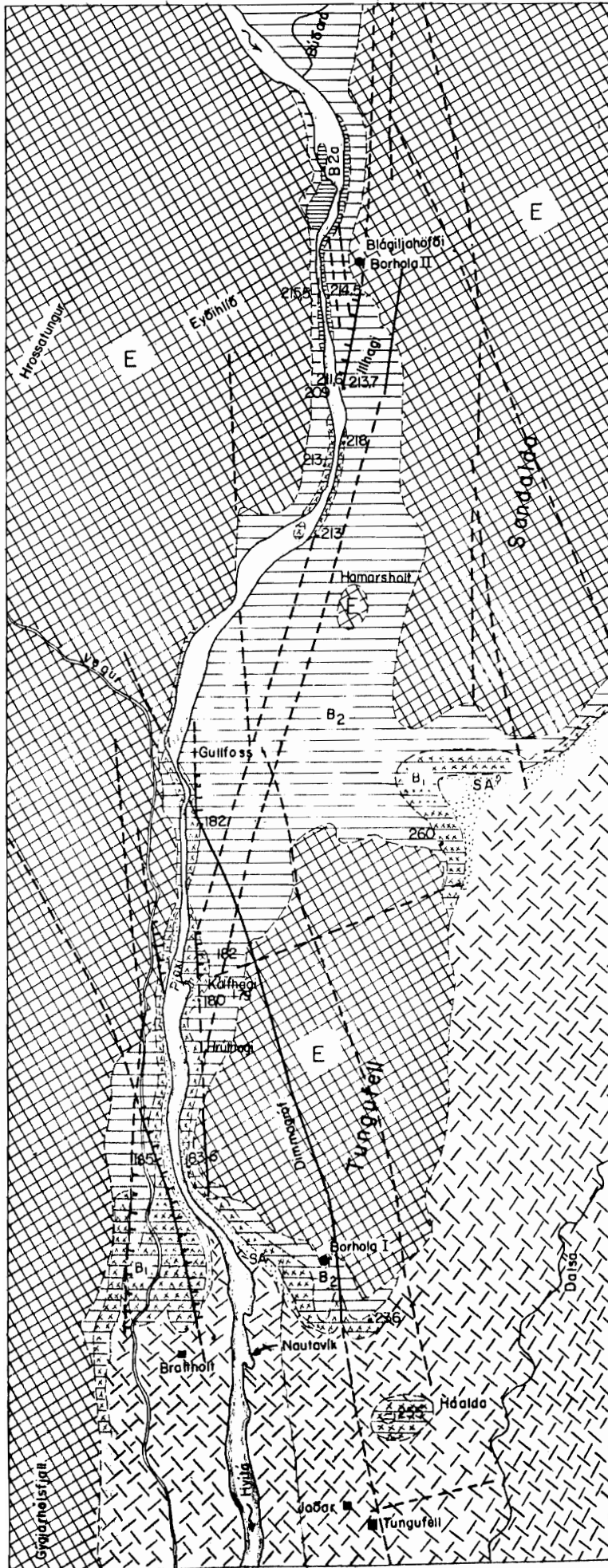
0.0	- 2.4 m		Jarðvegur.
2.4	- 4.8 -		Bergmylsna (? jökulurð).
4.8	-18.2 -	(ca. 230-217 m y.s.)	Basalt, E. og neðst þunnt setlag
18.2	-32.0 -	(ca. 217-203 -)	Basalt, B ₂
32.0	-41.25-	(ca. 203-194 -)	Efst leirstein, þá sandsteinn og neðst völu-berg.
41.25	-59.2 -	(ca. 194-176 -)	Basalt, B ₁ .
59.2	- ca. 73	(ca. 176-162 -)	Efst botnbreksía, þá völu-berg og neðst sandsteinn (SA).

Sveiflusvelgur, sem er 19.6 m víður, steypufóðraður hólkur, mun verða í Gullfosslögunum og efsti hluti hans í Tungufells- lögunum (E-basalt). Stæðni basaltlaganna mun vera góð. Stæðni setlaganna mun hins vegar vera nokkuð breytileg.

Lokahús mun sennilega verða í basaltlaginu B₁.

Þrýstivatnspípurnar, sem eru 5 talsins og 2.65 m að vídd og stálfóðraðar, munu efst liggja í setlaginu SA, sem víðast er vel samantímt, en síðan í Brúarhlaðabreksíu.

Orkuver, svelgur, frárennslisgöng og frárennslisskurður munu verða í Brúarhlaðabreksíu, en hún er mjög breytileg að gerð frá einum stað til annars; fínt gosmóberg, bólstraberg, basaltívaf og óregluleg hraunlög. Að svo komnu máli er ógerlegt að spá um í hvers konar bergi einstök mannvirki muni liggja.



Mynd 1.

Berggrunnskort af Tungufellssvæðinu (eftir loftmynd)
 Geological map of the Tungufell-area (bedrock, air photo)

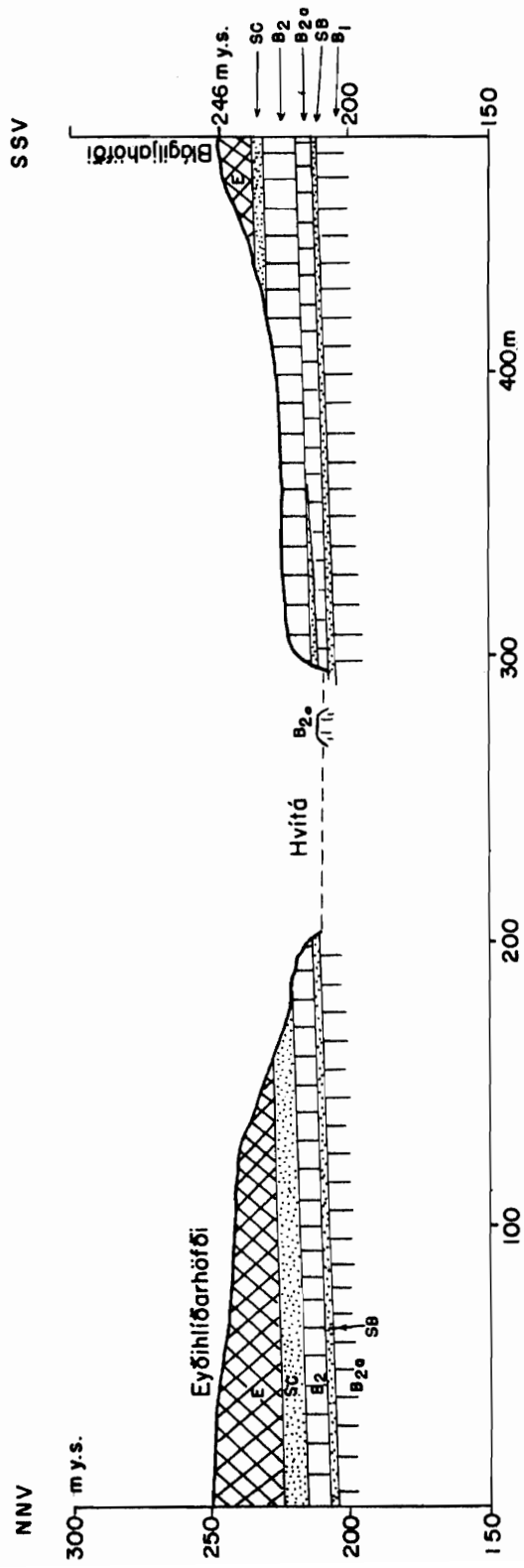
- E Tungufells-Hóialög (E-basalt-series)
- B₂ E fra fossbrúnarlagið eða B₂-basalt + SB-set (B₂-basalt + SB sediment)
- B_{2a}-basalt
- Neðra fossbrúnarlagið eða B₁ basalt + SA-set í gljúfrum (B₁ basalt + SA-sediment in gorges)
- Setlagið SA (SA-sediment)
- Brúarhláða-breksia (Brúarhlöð-breccia)
- Brotalinur, sprungur og misgengi (faults)
- 182 Tölurnar tákna hæð neðri brúnar B₂ í mys. (numbers indicating the height of lower edge of B₂ in meters over sea level)

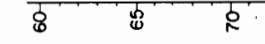
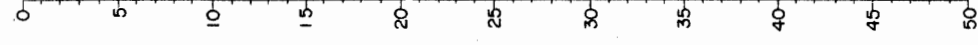
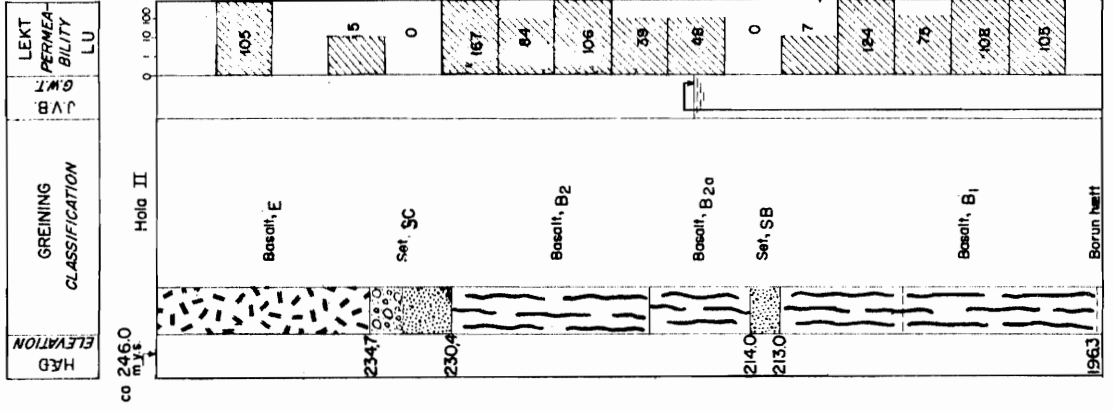
RAFORKUMÁLASTJÓRI	
Berggrunnskort (eftir loftmynd af Tungufellssvæði)	IB 63DE/SJ
	Tnr 415
	B 274
Fnr. 6083	

28.1.63 Þ.E./erla
Tnr. 417
B - 274
Fnr. 6104

RAFORNUMÁLASTJÓRI
TUNGUFELLSVIRKJUN
STÍFLUSTÆÐI Í HVÍTÁ

Mynd 4.

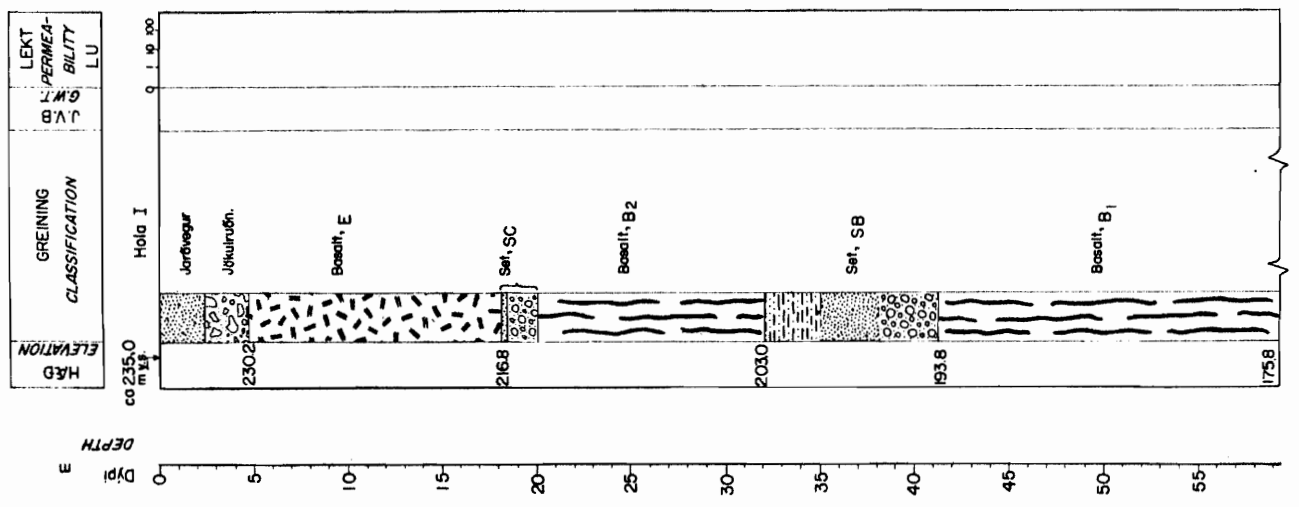




Ath: Hóla I suðvestan í Tungufelli ca. 235 m y.s.
 Hóla II við Blágljúhófia ca. 246 m y.s.

SKÝRINGAR:

- Basalt, (B₁, B₂, B_{2a})
- Basalt, E
- Völuberg
- Sandsteinn
- Silt og leirsteinn
- Jökulruðningur



ON THE GEOLOGY OF THE TUNGUFELL-AREA.

by

Thorleifur Einarsson, geologist

University Research Institute, Reykjavík

This report is preliminary account of the geology of the Tungufell area, Southern Iceland. The area lies on the middle run of the river Hvítá, where it descends from the inland plateau on^{to}_L the southern lowlands. The river has eroded a deep gorge, Hvítárgljúfur, into the edge of the inland plateau where it forms the two-stepped 31 m high waterfall Gullfoss. The average discharge of the river Hvítá at Gullfoss is 118 kl/sek. The lowland is 100-120 m above sea level but the plateau around Hvítá at Gullfoss 200-300 m. The highest points in the mapped area are the hills Tungufell 312 m and Sandalda 354 m, both east of the river.

Geology:

The oldest rock-series in the Tungufell area is the Brúarhlöð-volcanic-breccia, which outcrops along the river Hvítá from Brúarhlöð into the mouth of Hvítárgljúfur. This breccia series is also exposed in the low mountains to the south and east of the mapped area. The Brúarhlöð-volcanic-breccia consists of fine grained stratified tuff and non-sorted volcanic breccias with intercalated pillow lavas and lava flows, all of basaltic composition. The Brúarhlöð-volcanic breccia series was presumably built up as an elongated strato-volcano (strato-valcano ridge).

To the northwest the Brúarhlöð "volcano" has been partly overlapped or covered by a sequence of basaltic lava flows and sediments, the Gullfoss-layers. The oldest layer of this sequence is the sediment layer SA, which overlaps the Brúarhlöð-breccia discordantly. This layer consists of fluviatile silt- and sandstone and conglomerate and has a thickness up to 40 m. Layer SA has been covered by a 12-20 m thick lava flow, B₁. It shows everywhere distinct columnar jointing. In places irregular jointing patterns in the lava indicate sites of pseudocraters. The lava flow B₁ forms the lower step of the waterfall Gullfoss and is well exposed in the gorge to the south of the waterfall. The surface of the basalt layer B₁ was then eroded by rivers or even glaciers, and subsequently a 4-12 m thick sediment layer, SB, was deposited. The lowest part of SB consists in Hvítá gorge of a unsorted, silty boulder conglomerate (a tillite or a glacial burst deposit, jökulhlaup, the middle part is a finely stratified ("varved") siltstone, but the highest part is a variably cemented fluviatile conglomerate. Within the sedimentary layer SB are two small lava flows. In both walls of Hvítárgljúfur at Pjasi is a more or less brecciated lavaflow which in places shows pillow structure. Higher in the Hvítá gorge, north of Hamarsholt in Eyðihlíð and Blágiljahöfði is another lava flow, B₂, in SB, with well developed columnar jointing. The sedimentary layer SB is then covered by a basaltic lava flow, B_{2a}. This layer is exposed along the river on the mapped area and widespread on both sides of the river. This layer forms the higher step of the waterfall Gullfoss. The basalt layer B₂ is 5-15 m thick and shows regular columnar jointing. On B₂ rests a foreset bedded, slightly cemented conglomerate, layer SC. This layer is 2.5-8 m thick. The youngest sequence of the bedrock is the Hólar- and Tungufellbasalt lava flows (E). This sequence is widely distributed in the mapped area. The region to the east of Hvítá (in Tungufell and Sandalda consists of only

one thick basalt layer with small irregular columns (kubba-berg). To the west of Hvítá the sequence is made of numerous thin-bedded pahoehoe (shieldvolcano-type) lava flows. The lowest part of the sequence there consists in the wall of the gorge at Gullfoss of foreset bedded pillow breccia, indicating that the flowing lava has filled a river channel or a lake basin. Such breccias are also found in other places in the E-layers, e.g. in the bank of Hvítá opposite Búðará. The bedrock of the Tungufell area, which is the youngest part of the Hreppar formation, is of Pleistocene age.

The bedrock in Tungufell area has later on been tilted and faulted. The Gullfoss layers dip 2° - 3° WNW. The faults in the area have the usual South-Icelandic trend, i.e. between NNE-SSW and NE-SW. In Hvítárgljúfur two normal faults are exposed with a downthrow of 10-15 m. Other faults in the area have a smaller downthrow. Faults without vertical displacement are also common. The most distinctive is the Dimmagróf - "fissure" which cuts through the western part of Tungufell and appears in Hvítárgljúfur at Gullfoss. No accounts of earthquakes in the area exist, but earthquakes have often in the past affected the hydrothermal area at Geysir in Haukadalur.

The bedrock in the mapped area seems to be relatively impervious. Much of the precipitation runs off as surface drainage, but springs appear, where faults cut the walls of Hvítárgljúfur. Their discharge is dependent on precipitation. In the east wall of Hvítárgljúfur are also spring horizons with low discharge. Warm springs occur on the Dimmagróf "fissure" in Dalsá and in the east wall of Hvítárgljúfur at Gullfoss (28°C) and in Hrosstungur (8°C).

The present landscape of the Tungufell area is glacially sculptured. Glacial striation and roches moutonnées indicate movement of glaciers from NE to SW. In late-glacial times the inland glacier retreated from ^{the} area. But 11000 years

ago during the Búði-stage, the glaciers re-advanced over the area for the last time and covered the whole terrain to the mountains in the west. The ground moraine is relatively thin but bouldery. At the time of the Búði-readvance the shorelines to the south of the Tungufell area were formed due to isostatic movements 110-120 m higher than at present. When the Búði-glacier retreated outwash deltas were built up to this altitude, e.g. at mouth of Hvítárgljúfur. During the retreat of the Búði-glacier the meltwater from the northern part of the Tungufell area flowed for a while to the river Tungufljót (Ásbrandsá) but due to a further retreat of the glacier to the east, meltwater ran into the Hvítá channel. In the northern part of the mapped area the Hvítá river flowed for a while in different channels and two depressions there were occupied by lakes ("Búðararlón" and "Skyggnislón"), which became filled with gravel. Later on the river has cut its channel through these deposits. Already in early postglacial times Hvítá occupied the present channel and began to erode the gorges, partly along the tectonic pattern and partly in accordance to the dip. Hvítárgljúfur south of Gullfoss is approximately 2.5 km long and been eroded in "post-Búði-stage time", i.e. during the last 10.000 years. The average rate of erosion seems therefore to be about 25 cm a year.

On the engineering geology of the Tungufell area:

As already mentioned, geological investigations in the Tungufell area are preliminary and therefore the conclusions on the geology of the proposed dam, tunnel and powerstation sites are also only tentative. Two core-drillings and permability tests have been made, one on the power-station site and another on the dam site (fig 5). The discussion of the proposed sites and engineering geology is based on a report on the Tungufell hydropower plant (Virðjun Hvítár við Tungufell, Raforkumálastjóri (SEA), Reykjavík November 1961) by Sigurður Thoroddsen.

Dams:

- 1) Main dam, an earth dam on the Gullfoss- and Hólar-Tungufell layers. (cf. fig 4 and 5) in the Hvítá gorge between Eyðihlíð and Blágiljahöfði. On western part of the dam site the bedrock is covered with thin ground moraine. but on the east side with loessial soil. On the eastern part of the site there are a few minor faults.
- 2) Auxillary dam, an earth dam in Eyðihlíðarásar 500 m west of Hvítá. The bedrock, the Hólar-layers, is here covered with a thin sheet of ground moraine.
- 3) Spillway, a concrete construction on the Hólar-layers, which on the site are covered with a thin blanket of fluvial gravel. The proposed storage reservoir seems to be relatively impervious, although there is some danger of leakage in the Hólar-layers west of Hvítá.

The headrace tunnel, which is 6030 m long, will lie in the Gullfoss-layers, mainly in the basalt lava flow B₁. The surge tower, will be in the Gullfoss- and Tungufell-layers. The power station, i.e. penstocks, machine hall, surgechamber and tailrace tunnel will be in the Brúarhlöð breccia. A drill hole on the power station site (fig. 5) did not penetrate down through the Brúarhlöð breccia to the projected machine hall, therefore the quality of the rock there is not known.

Tentatively natural construction material such as coarse and fine aggregates for concrete, sand and gravel for filters seems to be in abundance in the former lake basin "Búðarárlón" and "Skyggnislón" as well as between Sandá and Ásbrandsá near the road, (cf. Tómas Tryggvason and Thorleifur Einarsson: Construction material near the projected power plant sites on the upper Hvítá, manuscript SEA, 1963).