



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

92

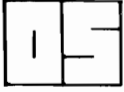
Oddur Sigurðsson
Ágúst Guðmundsson
Skúli Víkingsson
Sigbjörn Guðjónsson
Halína Bogadóttir
Hákon Aðalsteinsson
Kristinn Einarsson
Snorri Zóphóníasson

FLJÓTSDALSVIRKJUN

Undirbúningsrannsóknir vegna verkhönnunar
Hefti I

OS-85027/VOD-01
Reykjavík, apríl 1985

Unnið fyrir
Landsvirkjun



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

VERKNR.: 760

**Oddur Sigurðsson
Ágúst Guðmundsson
Skúli Víkingsson
Sigbjörn Guðjónsson
Halína Bogadóttir
Hákon Aðalsteinsson
Kristinn Einarsson
Snorri Zóphóníasson**

FLJÓTSDALSVIRKJUN

**Undirbúningsrannsóknir vegna verkhönnunar
Hefti I**

OS-85027/VOD-01
Reykjavík, apríl 1985

**Unnið fyrir
Landsvirkjun**

ÁGRIP

Í þessari skýrslu eru teknar saman niðurstöður jarðfræði-, jarðeðlisfræði-, umhverfis- og veðurfarsrannsókna vegna Fljótsdalsvirkjunar (Virkjunar Jökulsár í Fljótsdal í Valbjófsstaðarteigi).

Jökulsá í Fljótsdal skal stífluð við Eyjabakka og veitt um Fljótsdalsheiði í inntakslón við Grenisöldu. Fallið verður virkjað í neðanjarðarstöðvarhúsi í Valbjófsstaðarlandi. Inn á vatnasvið virkjunarinnar verður veitt vatni af Hraunum og vestan af Fljótsdalsheiði.

Grunnbergið er að mestu leyti basalt, síðtertíert og árkvartert. Syðst á svæðinu og umhverfis Snæfell er þó mikið af súru og ísúru bergi sem tengt er tveim megineldstöðvum og þar um slóðir eru margir móbergs-hnjúkar frá seinni hluta ísaldar.

Á jarðgangaleið og stöðvarhússtæði er bergið úr basaltlögum með millilögum úr seti. Sprungur eru margar og nokkrir berggangar. Bergbrýstingur er nánast jafn í allar áttir lárétt en eykst jafnt með dýpi.

Sprungur í berggrunninum stefna flestar í N eða aðeins austan við N.

Laus setlög á yfirborði á heiðinni eru að jafnaði þunn og fábreytileg og hefur jökullinn skilið lítið eftir sig. Aftur á móti eru þykk setlög í dalnum. Á nokkrum stöðum má finna jökulruðning eða vatnsborið set. Sökum þess hve lítið er um laus jarðlög þarf víða að flytja efni langar leiðir, einkum steypu-, kjarna- og síuefni.

Gera má ráð fyrir að meðallofthiti á heiðinni sé allt að 5⁰C lægri en niðri í Fljótsdal. Víða er jarðklaki allt árið um kring. Meðalveðurhæð virðist vera meiri en að jafnaði á veðurstöðvum landsins.

Vorflóð ná oftast hámarki seinnihlutann í maí eða fyrst í júní. Dragár geta vaxið geysilega í haustrigningum. Fljótsdalsheiði má að jafnaði heita ófær vegna bleytu fram í júlí hvert ár og í september má búast við ófærð vegna snjóa.

Stíflur eru yfirleitt á allþéttu bergi og lítil hætta á vanda vegna leka.

Nokkrir sérstæðir staðir raskast við tilkomu virkjunarinnar. Má þar nefna Eyjabakka. Fossar í Jökulsá í Fljótsdal, Hafursá, Laugará og Bessastaðaá hljóta að minnka verulega eða hverfa alveg. Við virkjunarframkvæmdir verður að taka tillit til farleiða hreindýra og sauðfjár.

EFNISYFIRLIT

	bls.
ÁGRIP	2
Efnisyfirlit	3
Myndaskrá	6
Ljósmyndaskrá	7
1 INNGANGUR	11
2 BERG Á VATNASVIÐI FLJÓTSDALSVIRKJUNAR	12
2.1 Flokkun bergs	12
2.1.1 Storkuberg	12
2.1.1.1 Basalt	12
2.1.1.2 Ísúrt berg	12
2.1.1.3 Súrt berg	12
2.1.2 Setberg	12
2.2 Bergstaflinn	13
2.2.1 Hengifossársyrpa	13
2.2.2 Marklækjarsyrpa	14
2.2.3 Teigsbjargssyrpa	14
2.2.4 Fossársyrpa	15
2.2.5 Þverfells-Fossáröldusyrpa	15
2.2.6 Sníkilsáasyrpa	15
2.2.7 Heiðaráasyrpa	15
2.2.8 Laugarársyrpa	16
2.2.9 Háuklettasyrpa	16
2.2.10 Hafursárandesít	16
2.2.11 Hafursfellssyrpa	17
2.3 Brotalínur og höggun	17
2.3.1 Misgengi	17
2.3.2 Gangar	17
2.3.3 Brotalínur	18
2.4 Holufyllingar í jarðlagastaflanum á Fljótsdal	18
3 SET OG BYGGINGAREFNI	23
3.1 Jökulskrið	23
3.1.1 Nútímajökklar	25
3.1.1.1 Eyjabakkajökull	25
3.1.1.2 Skálarjökklar í Snæfelli	25
3.2 Jökulruðningur	25
3.3 Jökulárset	26
3.4 Árset	26
3.5 Fljótsdalsheiði norðanverð	26
3.5.1 Fljótsdalur	31
3.5.2 Byggingarefni	31
3.6 Hölkná - Sauðafell	32
3.6.1 Hölkná	34
3.6.2 Sauðafell	34
3.6.3 Byggingarefni	36
3.6.3.1 Jökulruðningur við Hölkná	36
3.6.3.2 Sauðafell	36
3.7 Eyjabakkar - Kelduá	36
3.7.1 Snæfell og nágrenni	36
3.7.2 Kelduá	38

3.7.3	Nútímasetlög	38
3.7.4	Byggingarefni	40
3.7.4.1	Síuefni	40
3.7.4.2	Stoðfyllingarefni	40
3.8	Hraun	40
3.8.1	Jökulruðningur	40
3.8.1.1	Bergkvísl	40
3.8.2	Jökulárset	42
4	HLJÓÐHRAÐI Í JARÐLÖGUM	44
4.1	Inngangur	44
4.2	Yfirborðslög	44
4.3	Millilög	44
4.4	Berggrunnur	44
4.5	Mismunur hljóðhraða eftir svæðum	44
5	UMHVERFISRANNSÓKNIR	47
5.1	Náttúrufarskönnun	47
5.2	Umhverfismál Fljótsdalsvirkjunar	48
5.3	Eyjabakkar	48
5.4	Fljótsdalsheiði, Valþjófsstaðafjall og Fljótsdalur	49
5.5	Fossar í Jökulsá og Bessastaðaá	50
5.6	Hreindýrarannsóknir	52
5.7	Söguminjar	52
5.8	Ábendingar til virkjunaraðila	52
6	VEÐURFAR	55
6.1	Inngangur	55
6.2	Veðurstöðin að Stóralæk	55
6.3	Hitamælingar - fylgniprófun	55
6.4	Niðurstöður	57
7	MANNVIRKJAJARÐFRÆÐI	58
7.1	Rannsóknaraðferðir	58
7.1.1	Kjarnaborun	58
7.1.2	Borholumælingar	59
7.1.3	Loftborun	59
7.1.4	Borro- og cobraborun	59
7.1.5	Hljóðhraðamælingar	60
7.2	Fallgöng, stöðvarhús og frárennslisgöng	60
7.2.1	Inngangur	60
7.2.2	Rannsóknaryfirlit	60
7.2.3	Lýsing á bergeinkennum	65
7.2.4	Lýsing jarðlaga	66
7.2.5	Borholumælingar	72
7.2.6	Bergspenna	73
7.2.7	Berggæðamat	73
7.2.8	Sprungur	76
7.3	Frárennslisskurður	76
7.4	Gilsárlón, Hólmalón og aðrennslisskurður	81
7.4.1	Inngangur	81
7.4.2	Rannsóknayfirlit	81
7.4.3	Laus jarðlög	81
7.4.4	Berggrunnur	81
7.4.5	Grjótvarnarefni	82
7.4.6	Langsnið skurða og stíflustæða	82
7.5	Eyjabakkaskurður	82

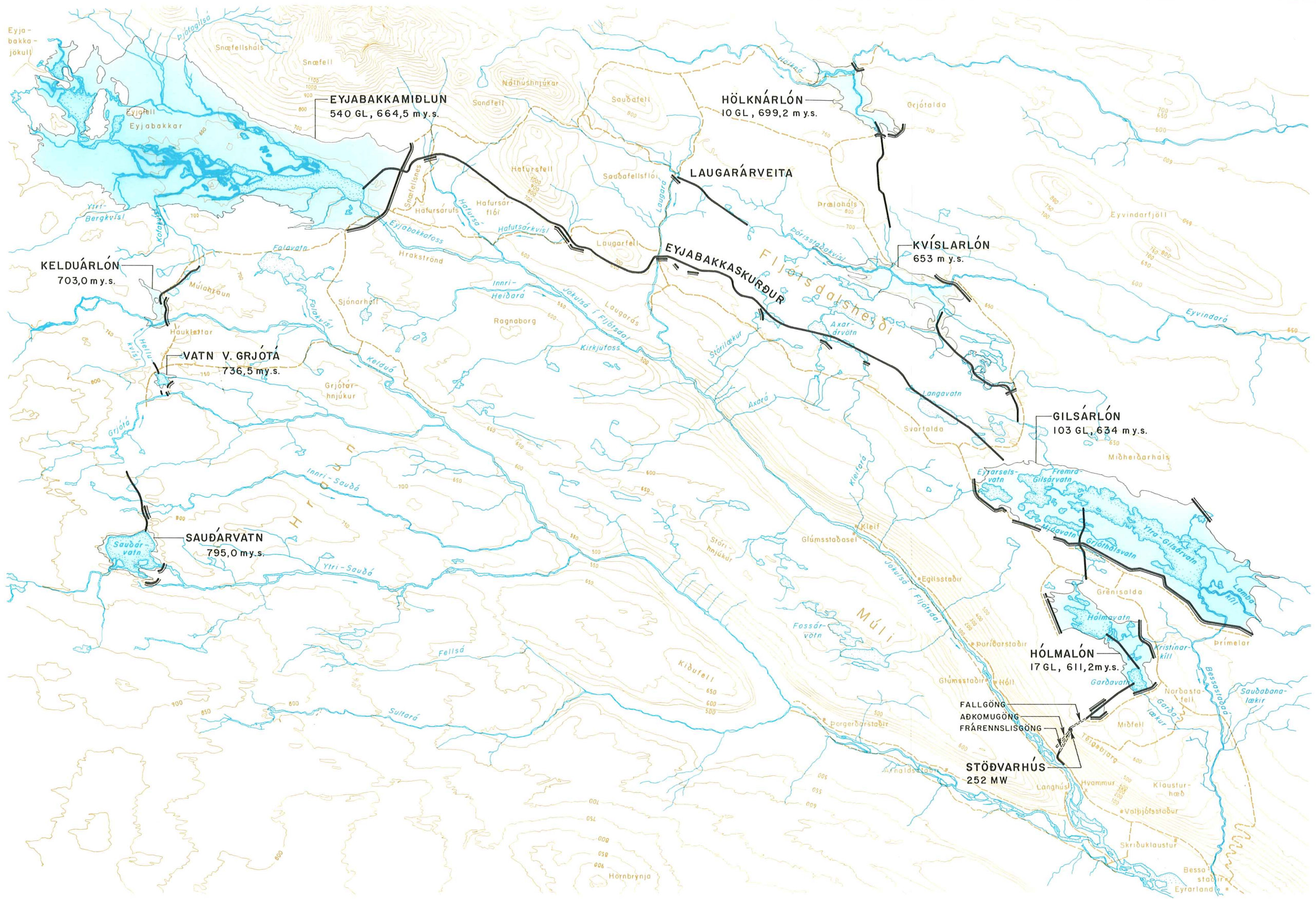
7.5.1	Inngangur	82
7.5.2	Rannsóknayfirlit	83
7.5.3	Laus jarðlög	83
7.5.4	Berggrunnur	83
7.6	Eyjabakkamiðlun	84
7.6.1	Inngangur	84
7.6.2	Rannsóknayfirlit	84
7.6.3	Berggrunnur	84
7.6.4	Sprungur í berggrunni	85
7.6.5	Grjótnámur	85
7.6.6	Lektarmælingar	85
7.6.7	Laus jarðlög	86
7.7	Veitur af Fljótsdalsheiði	86
7.7.1	Inngangur	86
7.7.2	Rannsóknayfirlit	86
7.7.3	Laus jarðlög.	88
7.7.4	Berggrunnur	88
7.8	Sauðárveita	88
7.8.1	Inngangur	88
7.8.2	Laus jarðlög	89
7.8.3	Berggrunnur	89
8	SAMANTEKT	90
	HEIMILDASKRÁ	92
	LJÓSMYNDIR	97-108
	ABSTRACT IN ENGLISH	109

LJÓSMYNDASKRÁ

1.	Fljótsdalsvirkjun; yfirlitsmynd	97
2.	Eyjabakkar, yfirlitsmynd	98
3.	Eyjabakkaskurðleið, yfirlitsmynd	98
4.	Mót Bessastaðaár og Kristínarkíls	99
5.	Hólmalón, yfirlitsmynd	99
6.	Bessastaðaá og Valþjófsstaðarfjall; yfirlitsmynd	100
7.	Jökulruðningur við Hólkná	100
8.	Síuefnisnámur við Sauðabanalæki	101
9.	Tilraunagryfja syðst í Norðastafelli	101
10.	Síuefnisnáma norðan Sauðafells	101
11.	Gryfja í síuefnisnámu í Sanddal	101
12.	Aurkeila (stoðfyllingarefni) við Snæfell	102
13.	Eyjabakkafoss	102
14.	Stórgrýtisdreif á Grjóthálsi	103
15.	Séð niður með Bessastaðaárgili	103
16.	Stílfært jarðlagasnið af Fljótsdal og nágrenni	104
17.	Miðselsfoss í Jökulsá í Fljótsdal	105
18.	Ónefndir fossar í Jökulsá í Fljótsdal	105
19.	Laugarárfoss í Jökulsá í Fljótsdal	106
20.	Efri hluti Kirkjufoss í Jökulsá í Fljótsdal	106
21.	Ónefndur foss í Jökulsá í Fljótsdal	107
22.	Hafursárfoss	107
23.	Hengifoss	108
24.	Jónsfoss í Bessastaðaá	108

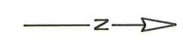
MYNDASKRÁ

1.1	Fljótsdalsvirkjun. Yfirlitsmynd	9
2.1	Fljótsdalsvirkjun. Berggrunnskort norðurhluti	í vasa
2.2	Fljótsdalsvirkjun. Berggrunnskort suðurhluti	í vasa
2.3	Fljótsdalsvirkjun. Sprungukort	19
2.4	Fljótsdalsvirkjun. Ýmsar tölulegar upplýsingar um brotavirkni	21
3.1	Jökulrákir, jökulkembur, jökulgarðar	24
3.2	Setkort af norðanverðri Fljótsdalsheiði	27
3.3	Gilsár- og Hólmalón - kjarnaefni	29
3.4	Bessastaðaá - stoðfyllingarefni	29
3.5	Sauðabanalækir, Sandskeið og Klapparlækjarflói - síuefni	30
3.6	Fljótsdalur - steypuefni	30
3.7	Hölkna - Sauðafell. Setkort	33
3.8	Hölkna - jökulruðningur (yngri)	35
3.9	Sauðafell - síuefni	35
3.10	Eyjabakkar - Kelduá. Setkort	37
3.11	Sanddalur - síuefni	39
3.12	Dimmagil - stoðfyllingarefni	39
3.13	Eyjabakkar - Hraun. Setkort	41
3.14	Bergkvísl - jökulruðningur	41
4.1	Fljótsdalsvirkjun. Staðsetning hljóðhraðamælinga	43
4.2	Fljótsdalsvirkjun. Dreifing hljóðhraðamælinga í jarðlögum	45
4.3	Fljótsdalsvirkjun. Dreifing hljóðhraða í jarðlögum eftir svæðum	46
5.1	Heildarfjöldi háplantna í reit. Fljótsdalsheiði	47
5.2	Burðarsvæði hreindýra 1979 - 1981	51
7.1	Fljótsdalsvirkjun. Teigsbjarg. Yfirlitskort	61
7.2	Fljótsdalur - Teigsbjarg. Þversnið af stöðvarhússtæði og jarðgangaleið	63
7.3	Jarðlagasnið í N-V hlíðum Norðurdals (þ.e. Fljótsdalsheiði)	67
7.4	Jarðvatnskerfi á Teigsbjargi. Drög að líkani	69
7.5	Lektarmæling, uppsetning tækja	74
7.6	Dæluprófun. Teigsbjarg FV-1	75
7.7	Samband tíma og vatnshæðar í FV-1	75
7.8	Leiðnistuðull í FV-1	75
7.9	Fljótsdalsvirkjun. Sprungukort. Teigsbjarg	77
7.10	Fljótsdalsvirkjun. Jarðlagasnið í Fljótsdal	79
7.11	Lofthorsholur á fyrirhugaðri leið frárennslisskurðar	80
7.12	Fljótsdalsvirkjun. Eyjabakkar. Sprungukort	85



SKÝRINGAR:

- STÍFLA
- SKURÐUR
- JARÐGÖNG
- VEGUR, SLÓÐ



FLJÓTSDALSVIRKJUN		
YFIRLITSMYND		
LANDSVIRKJUN	Hannaf. Ó.S.	Mkr.
THE NATIONAL POWER COMPANY, ICELAND	Teknod. Ka. Þo.	Daga.
Samþ.	Skilrík.	Nr.

1 INNGANGUR

Árið 1954 setti Sigurður Thoroddsen verkfræðingur fram hugmynd um að virkja Jökulsá í Fljótsdal með því að stífla hana við Eyjabakka og veita út á Múla í Fljótsdal þar sem rúmlega 500 m fall yrði nýtt. Í skýrslu á Orkustofnun (Jakob Gíslason og Jakob Björnsson 1969) er þessari hugmynd hnikað nokkuð og áætlað að veita frá miðlun á Eyjabökkum út á Fljótsdalsheiði og virkja fallið í Valþjófsstaðarfjalli. Með þessa hugmynd var lagt í umfangsmikla jarðfræðirannsókn sumarið 1970 í Fljótsdal og á Fljótsdalsheiði inn um Snæfell (Elsa G. Vilmundardóttir o.fl. 1972). Jarðlagaskipan Múla í Fljótsdal og Hrauna var kortlögð 1974 og 1975 (Arnpór Óli Arason 1976).

Haustið 1974 og sumarið 1975 fóru fram margháttadar rannsóknir vegna Bessastaðaárvirkjunar (Hönnun hf. o.fl. 1976) og var þeirri rannsókn haldið áfram 1977 (Oddur Sigurðsson 1978). Það ár var aftur hafist handa við Fljótsdalsvirkjunarrannsóknir á Eyjabakkastíflustæði og víðar vegna forhönnunar (Ágúst Guðmundsson (y.) og Bessi Adalsteinsson 1978).

1979 voru athugaðar skurðleiðir bæði á Múla í Fljótsdal og Fljótsdalsheiði til samanburðar og síðan var áætlun um Fljótsdalvirkjun lögð til grundvallar verkhönnunarrannsóknnum 1980 og 1981. Árin 1982 til 1984 voru nokkrir staðir athugaðir nánar einkum vegna efnisleitar.

Sumarið 1982 kom út verkhönnunarskýrsla (Almenna verifræðistofan o. fl. 1982).

Í þessari skýrslu eru teknar saman þær jarðfræði-, jarðeðlisfræði- og jarðtæknirannsóknir sem liggja þar að baki. Á mynd 1.1 er yfirlitskort af Fljótsdalsvirkjun.

2 BERG Á VATNASVIÐI FLJÓTSDALSVIRKJUNAR

Berggrunnur svæðisins er byggður upp úr jarðlagastafla, þar sem skiptast á storkuberg og setberg. Ljósmynd 16 sýnir á skematískan hátt aldursafstöðu og gerð jarðlaga í bergsyrpum.

2.1 Flokkun bergs

2.1.1 Storkuberg

Við flokkun storkubergs var farið eftir flokkunarkerfi sem G.P.L. Walker hefur notað á Austurlandi en í því kerfi eru aðalflokkarnir basalt, andesít og líparít.

2.1.1.1 Basalt -- Yfir 90% af storkuberginu við innanverðan Fljótsdal er úr basalti. Basaltið skiptist síðan eftir vettvangsgreiningu í 3 flokka: Þóleiítbasalt, ólivínbasalt og dílabasalt. Algengt er að lög ákveðinnar basaltgerðar myndi syrpur, annað hvort samfelldar, eða þá með einstaka lögum annarra tegunda í bland. Þessar bergsyrpur má oft rekja langar leiðir, jafnvel marga tugi kílómetra.

2.1.1.2 Ísúrt berg -- Andesít er líklega að finna neðst og efst í jarðlagastaflanum. Neðantil í Víðivallahálsi eru lög sem eru á mörkum þóleiíts og andesíts en mjög óljóst er með útbreiðslu þessarra laga. Í efsta hluta jarðlagastaflans eru ísúr lög sem eru mjög útbreidd, svo sem andesítið í Háuklettum á Hraunum og á innanverðum Múla. Einnig er líklegt að andesítlagið sem er vestan Jökulsár við Eyjabakka liggja samfelld norður að Laugarfelli og e.t.v. allt norður að Þrælahálsi.

2.1.1.3 Súrt berg -- Það finnst á nokkurnvegin sömu slóðum í jarðlagastaflanum og ísúra bergið. Í gilbotni Strútsár og Villingadalsár í Suðurdal finnst líparít og súr breyskja. Síðan verður ekki vart við súrt storkuberg fyrr en ofarlega í jarðlagastaflanum á innsta hluta Múla og Hrauna í nágrenni Vatnajökuls.

2.1.2 Setberg

Setlög í jarðlagastaflanum eru mikið til af tvennskonar uppruna. Í neðri hluta staflans og á einstaka stað í efri hlutanum finnast lagskipt setlög úr fingerðu túffi. Túfflögin eru að uppruna súr eða basísk gosaska, sem annað hvort hefur sest á þurrt land, eða þá að askan hefur borist með vindi eða vatni út í grunnar tjarnir eða vötn og finnast þá stundum fingerðar basaltvölur og basaltbrot í túffinu.

Í tveim eða þrem lögum neðantil í staflanum hafa fundist lög úr samantressuðum og sambræddum súrum vikri sem nefnist þá flikrubergr (ignimbrit). Neðsta flikrubergrlagið er niðri í farvegi Strútsár í Suðurdal en ofar í staflanum eru líklega tvö önnur slík sem eru hvort um sig um 1 fet að þykkt. Í miðhluta jarðlagastaflans og í efri hluta hans eru flest setlögin völu- eða jafnvel jökulbergslög. Jökulberg líkist (og tengist) víða árseti en í jökulbergi er gjarnan gróft, ólagskipt eða lítið lagskipt efni, völur og hnellingar, dreifðir í fínan ólagskiptan millimassa sem gefur setberginu víða sérstakan ljósgráan svip.

Á jarðfræðikortunum á myndum 2.1 og 2.2 sem fylgja í vasa, eru þríhyrningar prentaðir ofan í völubergslög, þar sem sterkar líkur þykja vera á að um jökulberg eða jökulvatnaset sé að ræða.

2.2 Bergstaflinn

Hér verður rakin í grófum dráttum uppbygging jarðlagastaflans við innanverðan Fljótsdal, byrjað við Hengifossá og Víðivallaháls og endað við austurbrún Vatnajökuls og umhverfi Snæfells.

Við lestur þess sem hér fer á eftir þarf að hafa til hliðsjónar jarðfræðikort af svæðinu sem eru á myndum 2.1 og 2.2 (í vasa aftast í heftinu) og ljósmynd 16 sýnir einfaldað snið af bergstaflanum.

Hengifossá og Víðivallaháls liggja skammt vestan brotabeltis sem hefur verið nefnt "Lagarfljótsbrotabeltið". (Walker 1974) Þarna eru elstu jarðlögin á kortlagða svæðinu og samkvæmt aldursgreiningum og samanturði við segultímatil eru þau um 6,5 milljón ára gömul. (Watkins og Walker 1977 og McDougall og fl. 1976). Jarðlögum á svæðinu hallar yfirhöfuð í vesturátt, hallinn er mestur niðri í dölunum, allt að 10° en uppi á heiðum er hallinn yfirleitt $2 - 4^{\circ}$.

2.2.1 Hengifossársyrpa

Í neðsta hluta staflans eru basaltlög af breytilegri gerð og e.t.v. er andesít í Víðivallahálsi. Þykk setlög eru milli basaltlaga neðst í Bessastaðaá og neðan við Litlanesfoss í Hengifossá. Syrpan hefur hlaðist upp fyrir 6-7 milljónum ára.

Í 200 m hæð austan í Múla og í um 300 m hæð ofan við Víðivallagerði í Suðurdal (Gerðisbjarg) er mikið klettabelti úr beltugu dyngjubasalti og má rekja þessa dyngjusyrpu norður í Bessastaðaá (250 m hæð sjá ljósmynd 6).

Í Hengifossá virðist þetta leiðarlag (dyngjusyrpan) vera horfið en í stað þess eru mikil setlög við rætur Hengifoss á tilsvarendi stað í jarðlagastaflanum (sjá ljósmynd 23). Setlögin neðst í Bessastaðaá og í Hengifossá, neðan og ofan við Litlanesfoss, eru aðallega úr basaltgleri en víða með fingerðum vólum og með linsum úr jurtaleifum. E.t.v. hafa verið grunn stöðuvötn á þessum stað í jarðlagastaflanum á myndunartíma jarðlaganna. (Mögulegt er að hreyfingar við jaðar "Lagarfljótsbrotabeltisins" hafi myndað lægðir í landið á þessu svæði þegar jarðlögin voru að myndast).

Ofantil í Hengifossársyrpu í gili Villingadalsár og Strútsár í Suðurdal, sér á líparíthraunlag sem er að minnsta kosti 50 m þykkt en ekki sér í undirlag þess. Lagið virðist koma frá suðaustri og líklega rennur Villingadalsá meðfram norðvesturjaðri þess. Í Strútsá (200 m hæð) er sambrætt flikrubergr ofan á líparítinu, nokkuð frauðkennt og hugsanlega er þar vesturkantur hraunsins.

2.2.2 Marklækjarsyrpa

Ofan við setlögin við Hengifoss og dyngjusyrpuna í Gerðisbjargi er nálega 400 m þykk syrpa úr basaltlögum og setlögum. Syrpan er í miðjum hlíðum við Melgræfur í Norðurdal, í miðjum suðurhlíðum Múla og í suðurhlíðum Suðurdals. Lög þessarar syrpu hafa einnig verið rakin austur í Hornbrynju. Í Marklæk í Suðurdal er besta heildarsniðið í gegnum syrpu og er hún nefnd eftir þeim stað. Þessi syrpa hlóðst upp fyrir u.þ.b. 5-6 milljónum ára.

Víða í syrpunni eru setlög (flest úr völuþergi eða túffi) og má í sumum tilfellum rekja einstök lög innan úr Villingadal, norður í Hengifossá. Í þessum setlögum verður fyrst vart einkenna sem benda til kalds loftslags, þ.e. stórir kantaðir og ávalir hnullungar og vödur í fínum ólagskiptum, víða gráum millimassa og stundum finnst skrapað undirlag. Líklega eru þarna elstu jökulminjar á þessu svæði og eru þær um 5,5 milljón ára samkv. samanburði við segultímatál. Í gili Sturluár í Suðurdal (230 m hæð) er gamall árfarvegur í einu þessara setlaga með stórum (> 1m) ávölum hnullungum og grófri lagskiptingu og bendir þetta til nokkurs rofs og sterkra flutningskrafta. Á þessum tíma hafa mjög sterk flutningsöfl verið að verki á sunnanverðu svæðinu. Í Marklæk í Suðurdal (sem er besta opnan í þennan hluta staflans) er undirlag tveggja setlaga (130 og 300 m hæð) mjög slípað og er annað undirlagið með rispúr sem stefna austanhallt við norður (10^0). Einnig bendir skálögun setlaganna til þess að straumvötnin hafi á þessum tíma haft norðlaga stefnu. Inn í efri hluta syrpunnar fleygast 2-4 dílabasaltlög sem mynda víða sterka brík sem má fylgja a.m.k. frá Bessastaðaá, um Norðurdal og Múla, inn í Suðurdal og Villingadal og e.t.v. allt austur í Hornbrynju.

2.2.3 Teigsbjargssyrpa

Ofan á fyrrgreinda syrpu leggst um 100 m þykk syrpa úr dílabasalti, sem er beltað á köflum (þ.e. lögin eru oft með ógreinileg, gjallkennd lagamót). Fá og þunn millilög eru í syrpunni. Þessi syrpa myndar leiðarlag um allt svæðið frá Bessastaðaá, inn í botn Villingadals og áfram suður á Hraun. Hún er í Hólshjargi (400 m hæð), Glúmsstaðabjargi, efst í austurbrúnum Múla (500 m hæð) og Kiðufells (500 m hæð) og myndar alls staðar áberandi klettabelti. Hámarksþykkt þessarar syrpu virðist vera nálægt miðjum Múla ef mælt er eftir strikstefnunni en syrpan þykknar einnig undan jarðlagahallanum til vesturs. Syðst virðast þóleifitlög vera farin að renna inn á milli dílabasaltlaganna. Bendir þetta líklega til gosvirkni á tveimur stöðum á þessum tíma. Dílabasaltið hefur líklega runnið inn á svæðið úr vesturátt en þóleifitbasaltið hefur sennilega komið úr suðurátt og hafa lögin fléttast saman sunnantil á svæðinu þ.e. innst í dölunum.

Dílabasaltsyrpan myndar þykku klettabeltin í Teigsbjargi (sjá ljósmynd 1) og er ekki úr vegi að nefna syrpu eftir þeim stað, þar sem áformað er að gera neðanjarðarmannvirki Fljótsdalsvirkjunar undir Teigsbjargi. Teigsbjargssyrpan er líklega 4,5 milljón ára gömul.

2.2.4 Fossársyrpa

Ofan við Teigsbjargssyrpuna tekur við sýrpa úr póleiðt basalti með nokkrum setlögum úr völubergi og jökulbergi. Sýrpan er 200-400 m þykk og má rekja hana frá efri hluta Hengifossár, niður í Norðurdal við bæinn Egilsstaði, um Fossá og Fossárvötn á Múla, síðan um efsta hluta Kiðufells og allt inn að Sauðárvatni á Hraunum. (Þar var hætt að rekja sýrpuna).

Sýrpan er klofin af a.m.k. tveimur ólivínbasalt-dyngjum. Neðri dyngjan finnst í Norðurdal og þá aðallega í norðurhlíðinni. Efri dyngjan er mjög útbreidd og myndar hún áberandi klettabelti í miðjum hlíðum (250m) ofan við bæinn Kleif í Norðurdal. Sýrpuna í heild er eðlilegt að kenna við Fossá í Norðurdal og kalla hana Fossársyrpu. Hún er þykkust í Norðurdal nærri bænum Kleif (um 400 m) en þynnist bæði til norðurs og austurs. Túfflög við Sauðárvatn tilheyra líklega efsta hluta þessarar sýrpu. Fossársyrpa myndaðist fyrir u.þ.b. 3,4-4,5 milljón árum.

2.2.5 Þverfells-Fossáröldusyrpa

Ofan á Fossársýrpuna leggst sýrpa af dílabasaltlögum. Sýrpan er víða um 100 m þykk og svipar henni um margt til Teigsbjargssýrpunnar. Hún liggur í Þverfellinu austan við Gilsárvötn á Fljótsdalsheiði (sjá ljósmynd 5), er í 400-500 m hæð í brúninni ofan við Kleif í Norðurdal og í Fossáröldu á Múla. Sýrpan er í rótum Stórahnúks á Múla, gengur yfir Kelduá innan við Innri-Sauðá og þaðan suður Hraun vestan Sauðárvatns. Hún virðist vera þykkust þar sem við sjáum hana vestast innarlega í Norðurdal en nyrst og syðst þynnist hún, jafnframt því að póleiðtlög fleygast inn í hana. Þessi dílabasaltsýrpa myndaðist fyrir u.þ.b. 3,0-3,5 milljónum ára.

2.2.6 Sníkilsásyrpa

Fyrir ofan Þverfells-Fossáröldusýrpuna tekur við sýrpa úr setlögum og póleiðtbasalti. Sýrpan er afar þunn nyrst á svæðinu, nánast aðeins eitt 30-40 m þykkt völubergs-jökulbergslag við ármót Bessastaðaár og Kristínarkíls en nálgast 200 m þykkt í Norðurdal norðan við Laugará. Hún gengur síðan suður yfir Múla við Sníkilsár, undir Þverfell á Múla og síðan suður Hraun austan Grjótár. Víða eru þykkir setlagabunkar úr völubergi og jökulbergi í þessari sýrpu, svo sem við Bessastaðaá, Kleifar á og Sníkilsár. Sunnantil á svæðinu er meginhluti sýrpunnar úr póleiðti. Sníkilsársýrpan er líklega tæplega þriggja milljón ára gömul.

2.2.7 Heiðarásrpa

Eftir að Sníkilsásýrpunni lýkur, tekur við sýrpa sem er aðallega gerð úr ólivín- og dílabasalti. Á Fljótsdalsheiði í grennd við Grenisöldu eru nokkur þykk dílabasaltlög neðan til í sýrpunni, en þeim fækkar til suðurs og þar fjölga að sama skapi ólivínbasaltlögum sem eru ráðandi ofantil í henni.

Sýrpa þessi hefur verið rakin frá Bessastaðavötnum, um Gilsárvötn,

Laugará ofan við Slæðufoss, um Kirkjufoss og yfir Múla við Heiðarár. Þaðan liggur hún inn á Hraun, þar sem hún virðist hverfa undir yngri jökulbergslög við Háukletta og Grjótá. Í ofanverðri Kleifará eru mikil setlög úr jökulbergi og í lögunum virðast vera gömul hvalbök og rof-fletir sem benda til fleiri en einnar framrásar jökla á þessum tíma.

Ekki verður annað séð en að Stórihnúkur á Múla tilheyri dílabasalti í neðri hluta þessarar syrpu og að Stórihnjúkur og Þverfell á Múla séu fornar gosstöðvar sem rofist hefur ofanaf og liggi þær mislægt á undirliggjandi jarðlagastafla norðaustur eftir Múlanum.

Efri mörk syrpunnar eru skýr á syðsta hluta svæðisins og út undir Laugará en á Fljótsdalsheiði eru efri mörkin nokkuð óljós. Heiðaráa-syrpan hlóðst upp fyrir nálega 2,5 milljónum ára. Mörk Heiðaráasyrpu og Sníkilsáasyrpu eru óljós á Fljótsdalsheiði.

2.2.8 Laugarársyrpa

Ofan á Heiðaráasyrpuna leggst syrpa úr basalti af breytilegri gerð og nokkrum setlögum úr völubergi og jökulbergi. Syrpan liggur vestan Gilsárvatna á Fljótsdalsheiði, milli Langavatns og Þrælaháls, um Laugará, undir Laugarfelli, um Hafursá og yfir Jökulsá á svæðinu umhverfis Eyjabakkafoss. Syrpan hverfur síðan við jafnaldra og yngri jarðlög í grennd við Folavatn á innanverðum Múla. Yngstu lög syrpunnar eru á Eyjabökkum og við Laugará austan við Sauðafell. Á milli Heiðaráanna er hringlaga hraunborg úr dílabasalti sem nefnist Ragnaborg og tilheyrir hún neðsta laginu í Laugarársyrpu. Ragnaborg stendur þarna eins og eyja úti á miðri Heiðaráasyrpunni. Laugarársyrpan hlóðst upp fyrir um 1,5-2,3 milljónum ára.

2.2.9 Háuklettasyrpa

Á innanverðum Múla (sunnan Folavatns) og á suðvestasta hluta Hrauna er syrpa af ísúrum og súrum hraun- og kubbabergslögum ásamt miklum jökulbergslögum. Syrpan er jafnaldra og yngri en Laugarársyrpan. Nyrst á þessu svæði, í grennd við Folavatn, er reglulega lagskiptur stafli úr andesíthraunlögum, kubbabergslögum og jökulbergslögum en sunnar, í grennd við austurjaðar Vatnajökuls verður jarðlagaskipan óreglulegri. Þar eru hæðir og hólar úr líparíti og súru og basísku móbergi og víða eru jökulbergshólar og jökulbergslög á milli. Á þessu svæði getur verið erfitt að skipa jarðlögum í nákvæma aldursröð en í stórum dráttum yngjast jarðlögin í suðvestur. Líklega myndaðist Háuklettasyrpan fyrir nálega 1,0- 2,4 milljónunum ára og liggur hún mislægt á Laugarársyrpu.

2.2.10 Hafursárandesít

Við Jökulsá, undir austanverðu Snæfelli, þar sem heitir Snæfellsnes er mjög útbreitt hraunlag úr kvartsríku póleiíti eða andesíti (sjá ljósmyndir 2 og 22). Þetta lag má rekja (líklega allstaðar sama lagið), norður með Hafursfelli og um Laugarfell upp með Laugará og allt norður að Þrælahálsi. Andesítlagið er líklega yngra en 0,7 milljón ára.

2.2.11 Hafursfellssyrpa

Norðaustan við Snæfell eru margir hnúkar úr móbergi og eins er um staka móbergshnúka sem standa þar norður af, það er Laugarfell og Þrælaháls. Þessi móbergsfjöll eru líklega mynduð á síðari hluta Ísaldar (yngri en Hafursárandesítið) og eru þau síðastnefndu eins og stakar eyjar ofan á eldri berglagastafla. Vestan við Eyjabakka hvílir Snæfell ofaná móbergsfellasökkli. Snæfell telst vera megineldstöð, enda þótt sú eldstöð sé ekki stór um sig. Fjallið hefur hlaðist upp í eldgosum á síðari hluta Ísaldar en hvergi finnast merki um gosvirkni eftir að síðasta jökulskeiði lauk fyrir liðlega tíuþúsund árum. Norðar á heiðinni standa svipuð móbergsfjöll, Eyvindarfjöll, mislægt ofaná hraunlagastaflanum en þau eru töluvert eldri, eða meira en 0,7 milljón ára gömul.

2.3 Brotalínur og höggun

Loftmyndir af svæði Fljótsdalsvirkjunar hafa verið skoðaðar og voru færðar inn á kort (mynd 2.3) flestar þær línur sem þóttu geta bent til brota, misgengja eða bergganga. Tekið var fyrir svæðið að norðan frá Hengifossá, suður vestanverða Fljótsdalsheiði að Snæfelli og þaðan suður að Eyjabakkajökli, austur með jöklinum að vatnaskilum ofan Lónsöræfa og Hamarsdals, norður um Hornbrynju og niður í Fljótsdal um Víðivallaháls. Latur nærri að þetta svæði þeki 1500 km². Á mynd 2.3 er sýnt sprungukort af svæðinu ásamt misgengjum og göngum. Sprungustefnurósir hafa verið teiknaðar eftir brotalínum, misgengjum og göngum og er þær að finna á mynd 2.4.

2.3.1 Misgengi

Á mynd 2.4 er stefnurós fyrir misgengi við innanverðan Fljótsdal og er rósin byggð á 83 mælingum. Þar má sjá að meðalstefna misgengjanna er austanhallt við norður (7⁰) en það er næstum samsíða stríkstefnu jarðlaganna.

Flestar mælingarnar eru gerðar í hliðum dalanna sem ganga inn frá Fljótsdalnum (Norðurdal og Suðurdal) en fáar mælingar náðust á heiðum uppi.

Á mynd 2.4 er einnig sýnt hvernig tíðni misgengja tengist stærð þeirra (eða hliðrun þeirra). Langflestar misgengjanna eru lítil (sig minna en 5 m) og fækkar þeim hratt í stærri flokkunum. Öll misgengi sem fundust flokkast sem normalmisgengi.

Þegar misgengin eru flokkuð eftir því hvort þau síga að austanverðu eða vestanverðu, kemur í ljós að tveir þriðju hlutar þeirra síga að austan en þriðjungur að vestan. Samanlagt sig misgengjanna er um 560 m að austanverðu en um 400 m að vestanverðu. Þessar mælingar ná yfir 15-20 km belti frá austri til vesturs eftir jarðlagahallanum og gefa að meðaltali 10 m sig fyrir hvern km sem farinn er austur.

2.3.2 Gangar

Á mynd 2.4 er sýnd stefnurós fyrir ganga á sama svæði og er gangastefnan mjög svipuð stefnu misgengjanna. Langflestar mælingarnar á

göngum eru gerðar í hlíðum dalanna og fundust fáir gangar á heiðum uppi. Í 100 m hæð y.s. eru gangar innan við 0,5% af berginu og fækkar þeim er ofar dregur. Þó eru margir gangar syðst á Múla á svæði megineldstöðvarinnar, sem er við jaðar Vatnajökuls. Þar finnast einnig nokkrir keilugangar.

2.3.3 Brotalínur

Brotalínur á kortlagða svæðinu eru sýndar á mynd 2.3. Á mynd 2.4 er stefnurós fyrir brotalínur á öllu svæðinu, byggð á 1258 mælingum. Þessi sprungurós verður hér eftir nefnd heildarsprungurós svæðisins. Þar er meðalstefna sprungnanna austanhallt við norður (9°) og dreifist toppurinn aðallega á næstu 20° austan og vestan við þá stefnu. Til þess að kanna hvort sprungustefnurnar væru eins á öllu svæðinu var því skipt í 4 reiti og mældar stefnur í hverjum einstökum reit (sjá mynd 2.3).

Svæðin skiptast þannig: 1 er á Hraunum norðan Sauðárvatns. 2 er umhverfis Suðurdal 3 er á Fljótsdalsheiði og 4 er á innanverðum Múla, austan Snæfells. Á mynd 2.4 eru sýndar sprungurósir fyrir þessi 4 svæði. Skal nú upp talið í grófum dráttum hvernig sprungurósir einstakra svæða falla að heildarsprungurósinni.

Á svæði 1 er minniháttar toppur á sprungurósinni í NNV en að öðru leyti fellur hún vel inn í heildarsprungurósina.

Á svæði 2 fellur sprungurósin vel inn í heildarsprungurósina en er þó heldur breiðari til vesturs.

Á svæði 3 er sprungurósin mjög lík heildarsprungurósinni og langflestar sprungurnar falla hér inn í þröngan norðlægan geisla.

Á svæði 4 fellur sprungurósin nær fullkomlega inn í heildarsprungurósina og er með mjög sviðpaða dreifingu.




2.4 Holufyllingar í jarðlagastaflanum á Fljótsdal

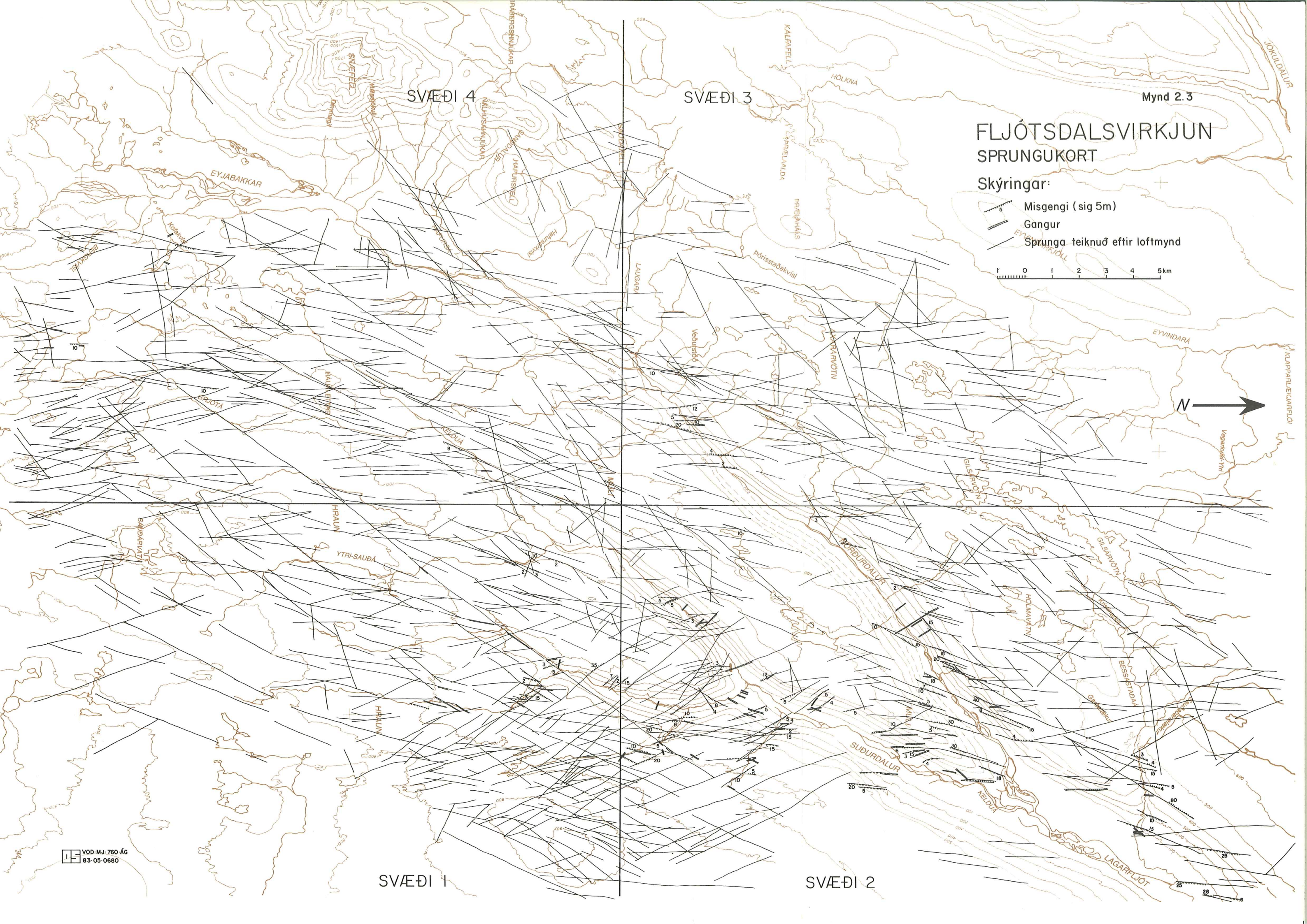
Við kortlagninguna var ávallt leitað að holufyllingum í berginu. Skulu nú þær sem fundust taldar upp. Kabasít og klórófít eru mjög algengar fyllingar. Thomsonít, seladónít, ópall og smektít eru nokkuð algengar. Heulandít, analsím, stilbít, skólesít, mordenít, kalsít og levín eru allar sjaldgæfar.

Sé svo á það litið hvar einstakar steindir fundust, kemur í ljós að skólesít og mordenít fundust einungis neðst í Múla auk skólesíts sem finnst neðst við Jökulsá hjá Melgræfum. Því má álykta að mesólít-skólesít ummyndunarbeltið sé með kollinn þar. Þessir fundarstaðir eru í næsta nágrenni við þykka ganga og má telja að þeir hafi nokkur áhrif á hversu hátt beltíð liggur þarna.

Nokkru ofar í Villingadal, Múla og Valþjófsstaðafjalli fundust nokkrar steindir sem talið er að hafi efri mörk sín í analsímbeltinu, svo sem heulandít, analsím, stilbít og kalsedón. Efstu mörk þessara steinda voru í líðlega 150 m hæð y.s.

FLJÓTSDALSVIRKJUN SPRUNGUKORT

- Skýringar:
-  Misgengi (sig 5m)
 -  Gangur
 -  Sprunga teiknuð eftir loftmynd



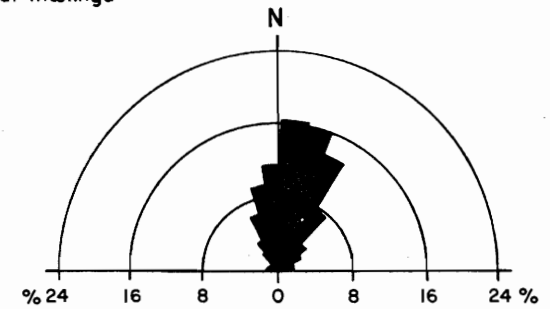
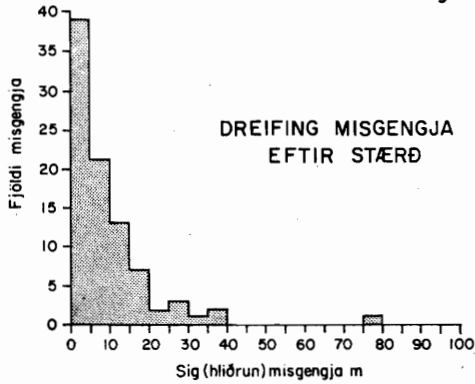
VOD-MJ-760-Ág.G.
84.03.-0387-Gyða

Mynd 2.4

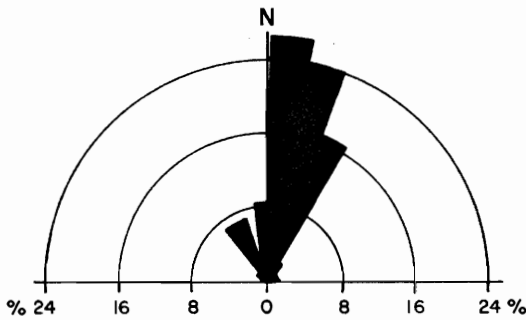
FLJÓTSDALSVIRKJUN

Ýmsar tölulegar upplýsingar um brotavirkni

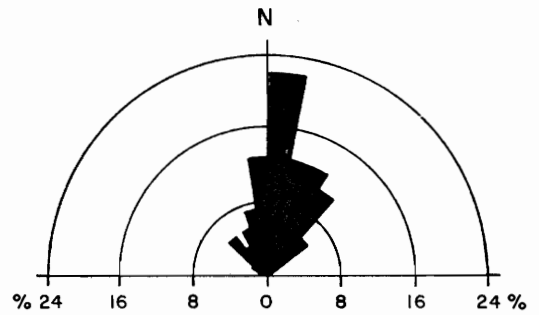
Tilgreindur er fjöldi mælinga



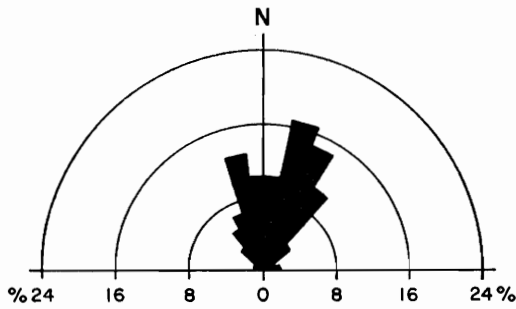
SPRUNGUR Á ÖLLU SVÆÐINU
Fjöldi 1258, meðalstefna 9°. Flatarmál svæðis 1500 km²



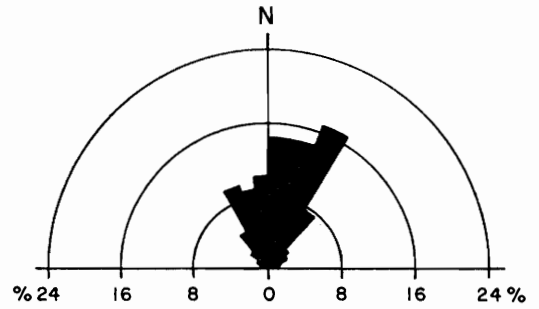
MISGENGI Á ÖLLU SVÆÐINU
Fjöldi 83, meðalstefna 7°



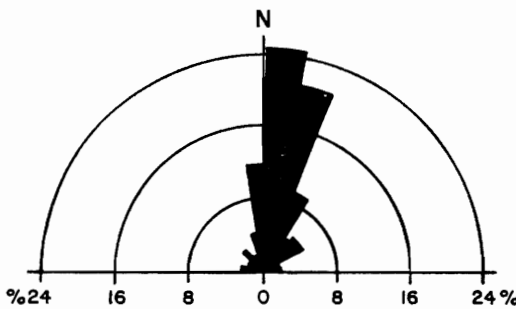
GANGAR Á ÖLLU SVÆÐINU
Fjöldi 55, meðalstefna 6°



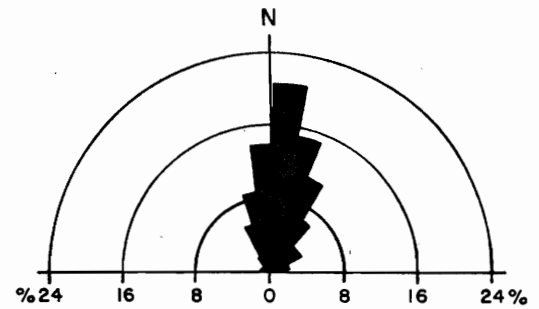
SPRUNGUR Á SVÆÐI 1 (VIÐ SAUÐÁRVATN)
Fjöldi 350, meðalstefna 8°



SPRUNGUR Á SVÆÐI 2 (UMHVERFIS SUÐURDAL)
Fjöldi 383, meðalstefna 8°



SPRUNGUR Á SVÆÐI 3 (FLJÓTSDALSHEIÐI)
Fjöldi 163, meðalstefna 12°



SPRUNGUR Á SVÆÐI 4 (AUSTAN SNÆFELLS)
Fjöldi 362, meðalstefna 11°

Thomsonít og seladónit fannst víða upp í um 400 m hæð y.s. og jafnvel ofar en kabasít og klórófeít fundust allt upp fyrir 600 m hæð y.s. og er t.d. nokkuð um smáa kabasít kristalla í grunnum borholum við Gils-árvötn á Fljótsdalsheiði. Í borholum í Laugarfelli hafa fundist kalsítkristallar. Ekki fundust neinir geislasteinar í efstu lögunum innst í Norðurdal né í kolli Múla eða í Stórahjúki, en á þessum stöðum fannst sumstaðar kalsít og lítilsháttar af gulgrænum leir í holum (kallaður smektít). Má telja að þessir síðastnefndu staðir séu ofan kabasít-thomsonít ummyndunarbeltisins.

Lega holufyllingabeltanna á Fljótsdal er sýnd á þverskurðarmyndum af jarðlagastaflanum (myndir 2.1 og 2.2). Út frá samanburði þessarar myndar við rit sem fjalla um dreifingu holufyllinga í basalti, (Walker 1960) má geta sér þess til að yfirborð jarðlagastaflans, þar sem Múli er núna, hafi legið um 250 m ofan núverandi yfirborðs Múla þegar holufyllingarnar voru að myndast. Síðan hafa dalirnir grafist um 800 m niður í þetta upprunalega yfirborð. Ekki er samt þar með sagt að upprunalega hraunahásléttan hafi verið um 800-900 m há því við það að dalirnir grófust hlýtur að hafa létt aðeins á jarðskorpunni og hún lyfst eitthvað.

3 SET OG BYGGINGAREFNI

Set (eða laus jarðlög) er víðast þunnt eða ekkert á þessu svæði. En þó setið sé lítið er þar að finna þau jarðefni, sem notuð verða í mannvirkin. Mikilvægust þessara byggingarefna er jökulruðningur og jökulárset, - hvort tveggja myndað við hörfun ísaldarjökla undir lok síðasta jökulskeiðs. Af nútímaseti verður ekkert notað nema stoðfyllingarefni í Eyjabakkastíflu sem má taka úr nálægri aurkeilu.

3.1 Jökulskrið

Að jafnaði sýna jökulrákir síðustu skriðstefnu jökuls áður en hann þynntist svo að hann megnaði ekki lengur að ráka klappirnar undir sér. Á hvalbökum má þó oft finna eldri rákakerfi hlémegin við yngri skriðstefnur jökulsins. Yfirleitt er aldursafstaða rákakerfanna augljós ef kerfin sjást á sömu klöpp. Þá getur stefna grópa og hvalbaka gefið hugmynd um eldri stefnur. Hins vegar segir innbyrðis aldursröð rákakerfa ekkert meira um aldur þeirra. Þá sýnir stefna jökulaldna og -kemba síðustu skriðstefnu.

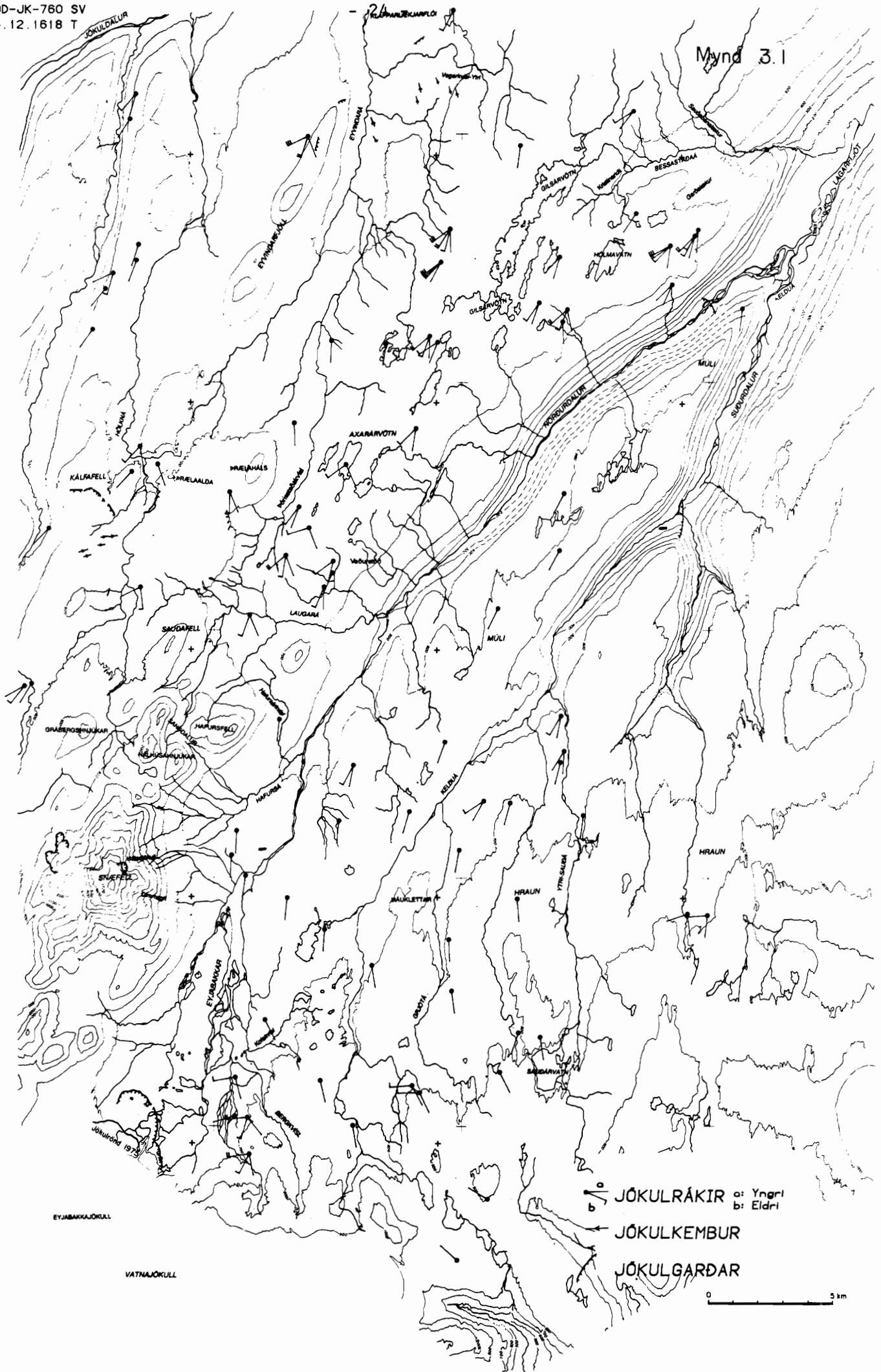
Á mynd 3.1 eru sýndar niðurstöður mælinga á stefnu jökulráka. Þær sýna ýmislegt athyglisvert um skrið- og hörfunarsögu ísaldarjökulsins, og skýra um leið margt varðandi dreifingu, magn og eiginleika lausra jarðlaga sem nota má í fyrirhuguð mannvirki.

Í námunda við Fljótsdal, Norðurdal og Suðurdal mótaðist skriðstefna jökuls af legu dalanna. Á Fljótsdalsheiði vestan Norðurdals og Fljótsdals hefur jökulskriðið snúist til vinstri (vesturs) á síðjökultíma. Það stafar líklega af flutningi ísaskila til austurs eins og rakið verður hér á eftir. Utar, á Fella- og Lágheiði (utan við kortið á mynd 3.1), verður þessa snúnings skriðstefnunar líka vart. Jökull sem lá í Fljótsdal hefur skriðið yfir og fyrir Heiðarenda og yfir í Jökuldal. Við það stíflaðist afrennsli vatns og jökuls í dalnum og eru miklar setfyllur til vitnis um það (Freysteinn Sigurðsson og Sigbjörn Guðjónsson 1983).

Vestan við vatnaskilin Snæfell-Þrælháls vísa eldri jökulrákir til norðurs en yngri rákir skammt norðan Sauðafells vísa meira til norðausturs, þ.e. jökulstefnan hefur snúist til hægri (austurs), öfugt við snúning annars staðar á heiðinni. (Sjá nánar kafla 3.6).

Á Hraunum og Eyjabökkum stefna yngstu jökulrákir mjög reglulega frá vatnaskilum í suðri og suðaustri, þ.e. jökulstefnan er norðlæg til norðvestlæg og því vestlægari sem austar dregur. Það er athyglisvert að í námunda við Sauðárvatn stefna jökulrákir frá lægsta skarðinu milli Vatnajökuls og Austfjarðafjallgarðsins. - Eldri stefna til austurs hefur fundist á nokkrum stöðum austan Eyjabakka. Arnþór Óli Arason (1976) sýnir á korti svipuð kerfi á Hraunum (sjá mynd 3.1), en getur ekki um aldursafstöðu. Við túlkum þetta svo að ísaskil hafi flust austur á bóginn á síðari hluta síðjökultíma. Jöklaskil hafa þá fyrst legið vestan Snæfells, en síðar um Austfjarðafjallgarðinn.

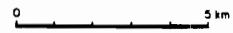
Jökulöldur (og -kembur) eru frekar sjaldgæfar enda bundnar jökulruðningi. Við Hölkná og við Klapparlækjarflóa eru þó jökulöldur og ber stefnu þeirra saman við yngstu jökulrákir.



JÓKULRÁKIR a: Yngri
b: Eldri

JÓKULKEMBUR

JÓKULGARÐAR



EYJABAKKJÓKULL
VATNAJÓKULL

3.1.1 Nútímajökklar

3.1.1.1 Eyjabakkajökull -- Ystu jökulgarðar framan við Eyjabakkajökul eru frá því um aldamót, en iðulega hefur komið gangur (surge) í jökulinn. Síðast gerðist það árið 1972. Kort Orkustofnunar eru gerð eftir loftmyndum sem voru teknar 1967, en á kortinu á mynd 3.1) er lega jökulrandarinnar sýnd eins og hún var skv. loftmyndum 1978. Fyrirnefndir jökulgarðar frá aldamótum eru án efa myndaðir við slíkan gang en þeir eru að mestu leyti úr mól og sandi. Nedst í þeim sást í lög af mó og öðrum jarðvegi, sem hafa ýst upp framan við jökulinn.

3.1.1.2 Skálarjökklar í Snæfelli -- Í Snæfelli eru skálarjökklar hvor sínum megin hátinds. Hálsajökull er austan í Snæfelli og nær niður í um 800 m y.s. Framan við hann er mjög áberandi jökulgarður, sennilega að mestu úr ís, en þakinn grófu gjóskukenndu efni. Garðurinn er sennilegast frá því um aldamótin síðustu.

Um miðbik aurkeilunnar undan jöklinum eru nokkrir hraukar, sem eru eldri en keilan sjálf, en efni þeirra er á engan hátt frábrugðið öðrum hlutum hennar. Þegar þessir hraukar mynduðust hefur jökulröndin staðið töluvert utar en við áðurnefnda jökulgarða ofan keilunnar. Sigurður Þórarinnsson (1964) leiddi að því rök að Hálsajökull hefði gengið lengst fram á kuldatímanum fyrir um tveim og hálfu þúsundi ára. Er ekki útilokað að fyrrgreindir hraukar hafi myndast þá.

3.2 Jökulruðningur

Jökulruðningur er torfundinn víðast hvar á Fljótsdalsheiði, Eyjabökkum og Hraunum. Hans hefur ákaft verið leitað enda langhagkvæmasta efnið í kjarna jarðstíflna. Snauðustu svæðin að þessu leyti eru Hraun, Múli og Eyjabakkar, þar sem stærstu jökulruðningsnámur sem fundist hafa eru aðeins nokkrir tugir þúsunda rúmmetra hver (með einni undantekningu þó, sjá Bergkvísl hér á eftir). Yst á Múla og við Gilsársvötn og þar norður af á Fljótsdalsheiði, fer jökulruðningur að verða algengur. Auðugasta svæðið er við Hölkná, þar sem tota frá jöklinum, sem skreið fram vestan við Snæfell, teygðist til austurs.

Þessi dreifing jökulruðnings verður auðskilin þegar skriðstefna jökuls er athuguð. Ísaskil jökulsins, sem skreið fram austan við Snæfell, voru u.þ.b. á núverandi vatnaskilum í suðri og austri. Hann var því skammt að kominn, þegar hann skreið yfir Hraun, Múla og innanverða Fljótsdalsheiði. Þessi svæði voru því rofsvæði jökulsins. Þegar lengra kom fór hann að setja af sér efnið sem hann tók með sér á fyrrgreindum landsvæðum. Hins vegar var jökullinn, sem skreið fram vestan við Snæfell kominn langt að og hefur hann verið upprunninn á svipuðum slóðum og Brúarjökull er nú. Hann var því kominn langt frá rofsvæði sínu og var hlaðinn efni þegar hann teygði totu sína austur að Hölkná á hörfunartímanum.

Sumarið 1982 kom í ljós að jarðklaka er að finna í fínefnaríkum lausum jarðlögum á Fljótsdalsheiði og hefur tilvist hans staðfest enn frekar síðar (Sigbjörn Guðjónsson 1983 og 1984). Raunar var strax vitað um klaka í jökulruðningi við Bergkvísl 1981 (Skúli Víkingsson o. fl. 1982), en þá var talið að um staðbundið fyrirbæri væri að ræða. Klaki í jökulruðningi virðist víðast vera 1/2 til 2 m á þykkt, en svo virðist sem þykkt hans ráðist nokkuð af hæð landsins og af árferði, eins og

eðlilegt er. Við Hölkna, í um 700 m y.s. var hann um 2 m þykkur, en innan við 1 m við Kristínarkíl í um 600 m y.s. Klakinn virðist ekki valda neinum erfiðleikum við losun jökulruðnings úr námunum, þegar notaðar eru stórvirkar vinnuvélar við verkið, en hins vegar er líklegt að klakinn geti valdið erfiðleikum við vinnslu jökulruðnings í kjarnaefni.

3.3 Jökulárset

Mestur hluti jökulársets á virkjunarsvæðinu er myndaður í tengslum við jökuljaðra í lok síðasta jökulskeiðs. Það er hentugasta síuefnið þar sem jökulruðningur er notaður í stíflukjarna. Jökulárset myndast við það að leysingarvatn ber fram aur úr jökli. Við það þvæst burt mestur hluti mélu og fínna efnis, en grófkornaðri hluti efnisins verður eftir. Eins og áður er sagt er mjög lítið af jökulruðningi á virkjunarsvæðinu og þar af leiðandi er lítið um jökulárset. Ekki er þó einhlít fylgni í útbreiðslu þessara tveggja setgerða því að auk efnis, sem er til reiðu í jöklinum, er vatnsrennsli líka ráðandi þáttur um það hvar jökulárset myndast og hvar ekki. Þannig virðist t.d. hafa verið lítið um leysingarvatn í námunda við Gilsárvötn, því að þar er mikið um jökulruðning en lítið um jökulárset. Aftur á móti má benda á svæðið vestan vatnaskilanna frá Snæfelli að Þrælahálsi, er greinileg fylgni milli jökulruðnings og jökulársets þar sem báðar setgerðirnar eru í miklum mæli, þar á meðal jökulárset við Sauðafell og jökulruðningur við Hölkna.

3.4 Árset

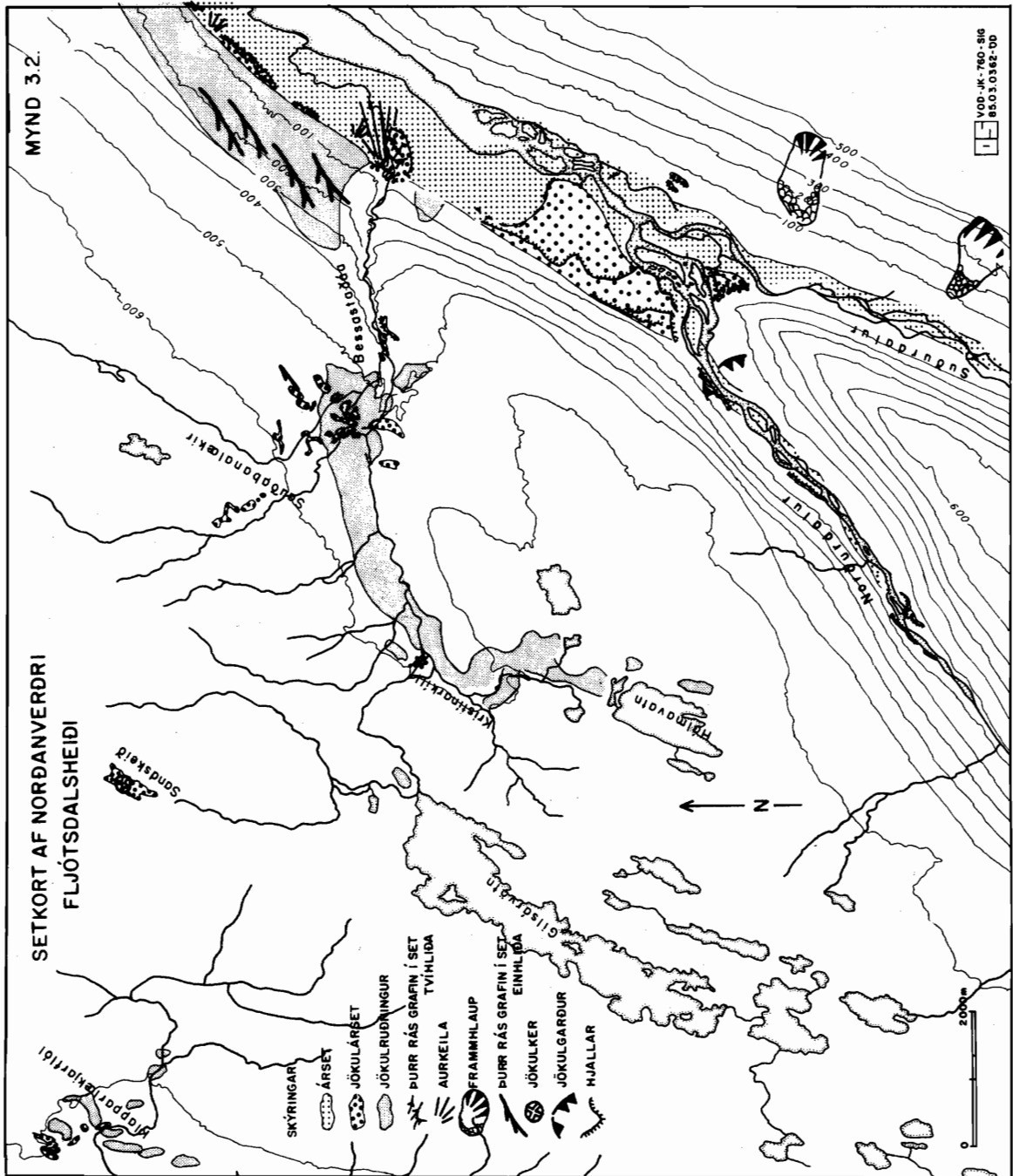
Nútímaárset hefur að mestum hluta hlaðist upp í flóðum ýmist sem áreyrar eða aurkeilur. Þegar efni berst fram með þessum hætti verða bergbrotin fyrir litlu hnjaski og skolun er takmörkuð. Efnið er því mun háðara berggerð næsta umhverfis en jökulárset.

3.5 Fljótsdalsheiði norðanverð

Jaðarmyndunum jökla á Fljótsdalsheiði má skipta í tvo meginflokka. Í fyrsta lagi eru jökulgarðar úr jökulruðningi og stórgrýti og í öðru lagi malarásar og jaðarfyllur, sem eru að uppistöðu úr mól, sandi og mélu. Fyllur þessar hafa myndast þar sem jökulvatnið hefur staldrað við í dokkum og lögðum við hörfandi jökuljaðar og framburður þess því sest til.

Á Fljótsdalsheiði sunnan Gilsárvatna er lítið um jökulminjar, ef undan eru skildar jökulrákaðar klappir og hvalbökk. Við Gilsárvötn og allt út fyrir Bessastaðaá taka við víðáttumiklar jökulruðningsbreiður (sjá mynd 3.2 og ljósmyndir nr. 4, 5 og 8). Þetta er að meginhluta fínefnaríkur botnruðningur, en þó er með ofanverðri Bessastaðaá að finna dreif af leysingarruðningi.

Frá eystri heiðarbrún utan Bessastaðaár vestur að Eyvindarfjöllum eru á nokkrum stöðum jaðarmyndanir - jaðarlónsfyllur, malarásar og garðar - sem sennilega eru myndaðar á svipuðum tíma þótt ekki hafi tekist að tengja mikið af þeim innbyrðis.



Nyrstu og vestustu ummerki um jökla á þessu svæði eru urðarhryggur, sem gengur úr norðurenda Eyvindarfjalla norður með Eyvindará að suðurbrún Jökuldals. Þetta er urðarrani (medial moraine) að uppruna og er lega hans þarna í góðu samræmi við breytingar á skriðstefnu jökla á svæðinu, sem lesa má af jökulrákum (sjá mynd 3.1). Efni þetta hefur sest til á mótum jökla, sem annarsvegjar komu af svæðinu sunnan Brúardala og hinsvegjar norður Fljótsdalsheiði. Garðurinn er nokkuð misbreiður og er ýmist gerður úr fínefnaríkum eða malaríkum jökulruðningi. Sunnan til í honum er allmikið haugasvæði og mótar þar fyrir jökulkerum.

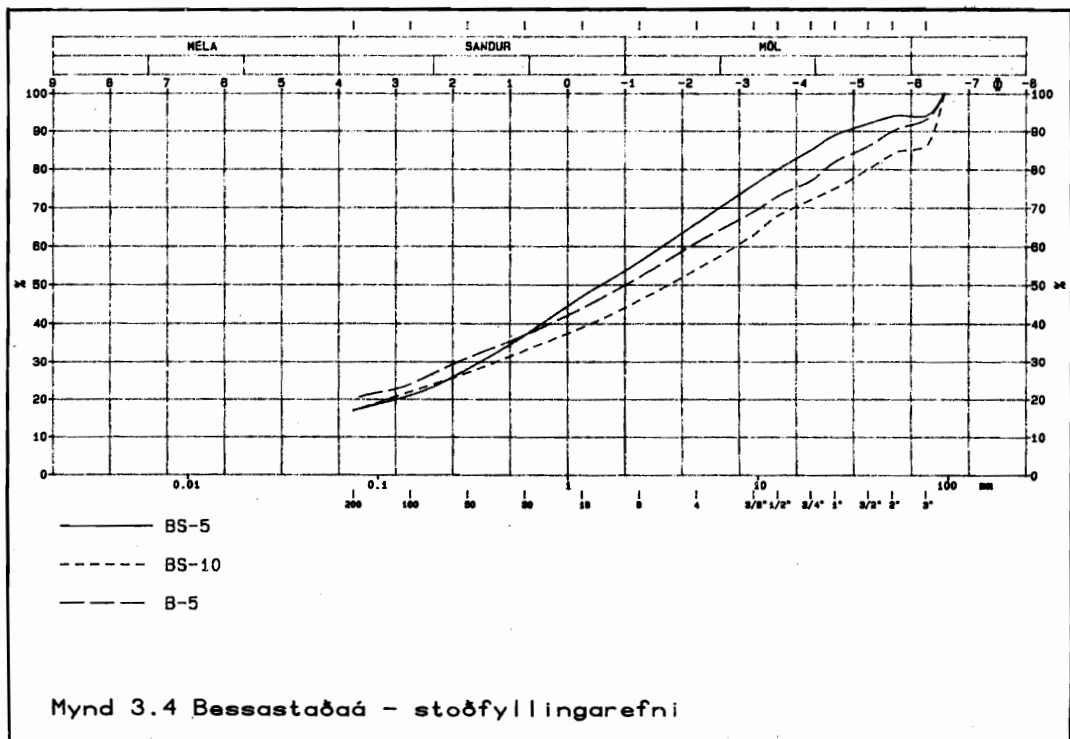
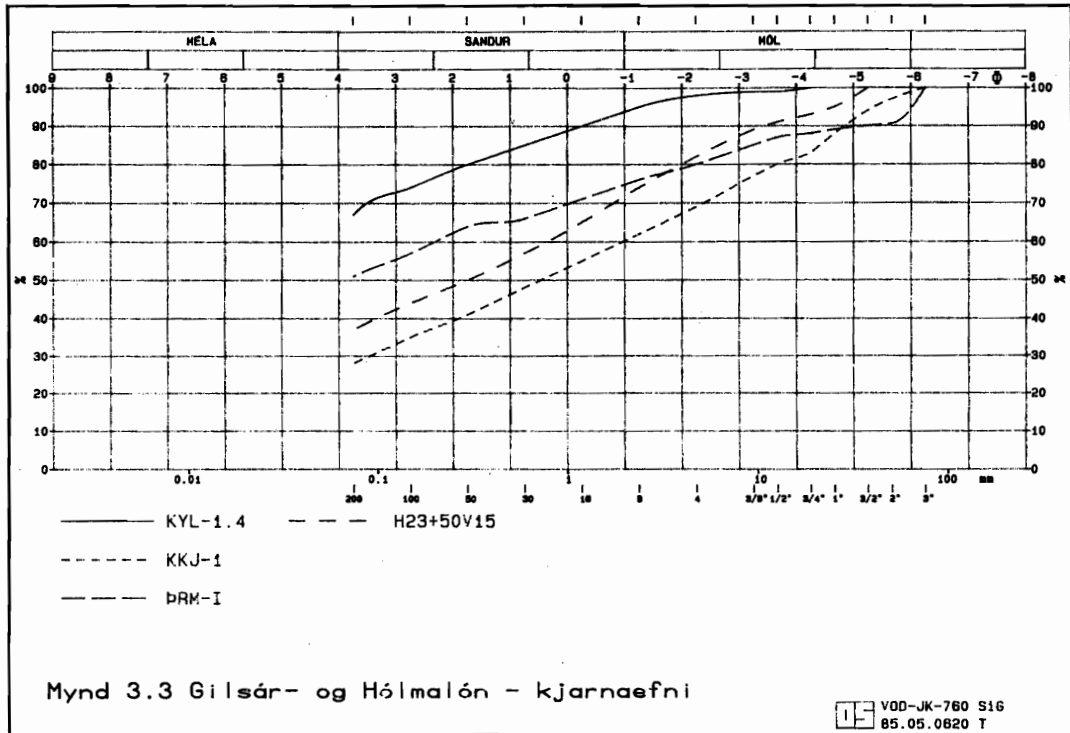
Næstu ummerki er að finna í Klapparlækjarflóa, við Vegarkvísl-ytri. Þvert yfir flóann og að nokkru grafið í hann, gengur malarásasafn til NNV og gengur nyrsti ásinn upp á allháa brún, sem afmarkar flóann til norðurs. Litlu utar (300-500 m) er jökulgarðsbútur úr stórgrýti í méluríku malarefni. Líklega eru ásarnir og garðurinn jafnaldra myndanir. Yst í Eyvindarfjöllum, austan megin, er síðan jaðarfylla í um 650 til 700 m y.s. og tengist hún e.t.v. áðurnefndum myndunum við Vegarkvísl-ytri. Stefna jökulaldna og jökulrákir (sjá mynd 3.1) á svæðinu innan við kvíslina og lega jaðarmyndana bendir til jökulskriðs til NNV og þá hefur jökultota líklega teygst sig út Eyvindarárlægðina í átt til Jökuldals.

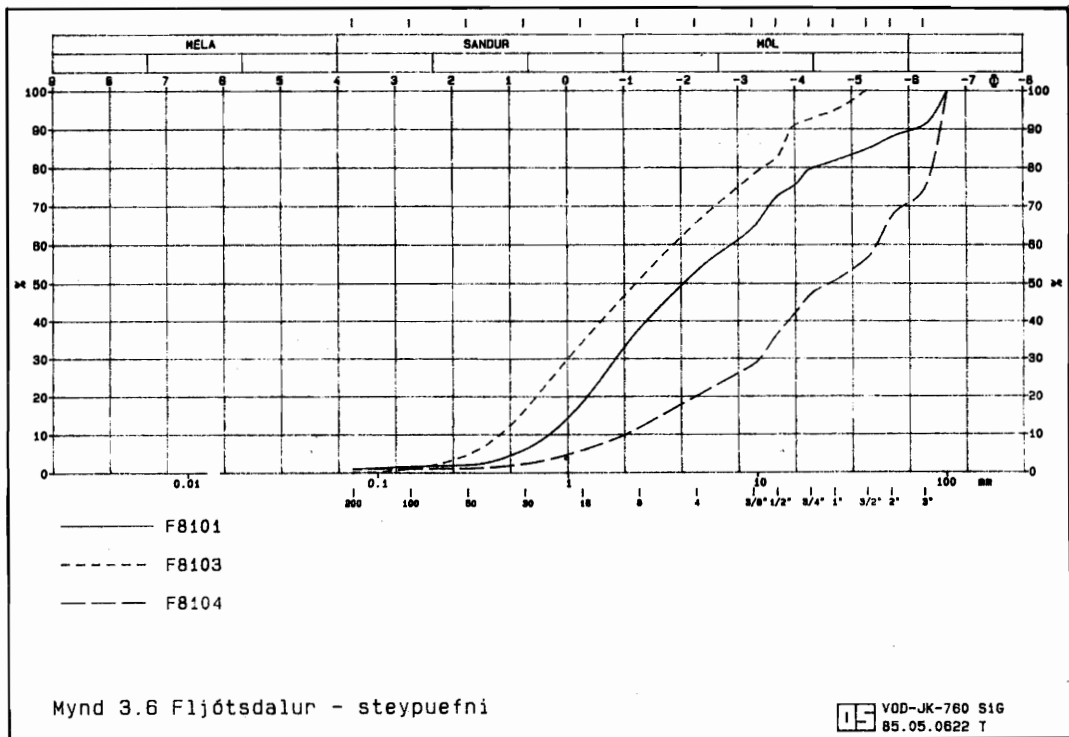
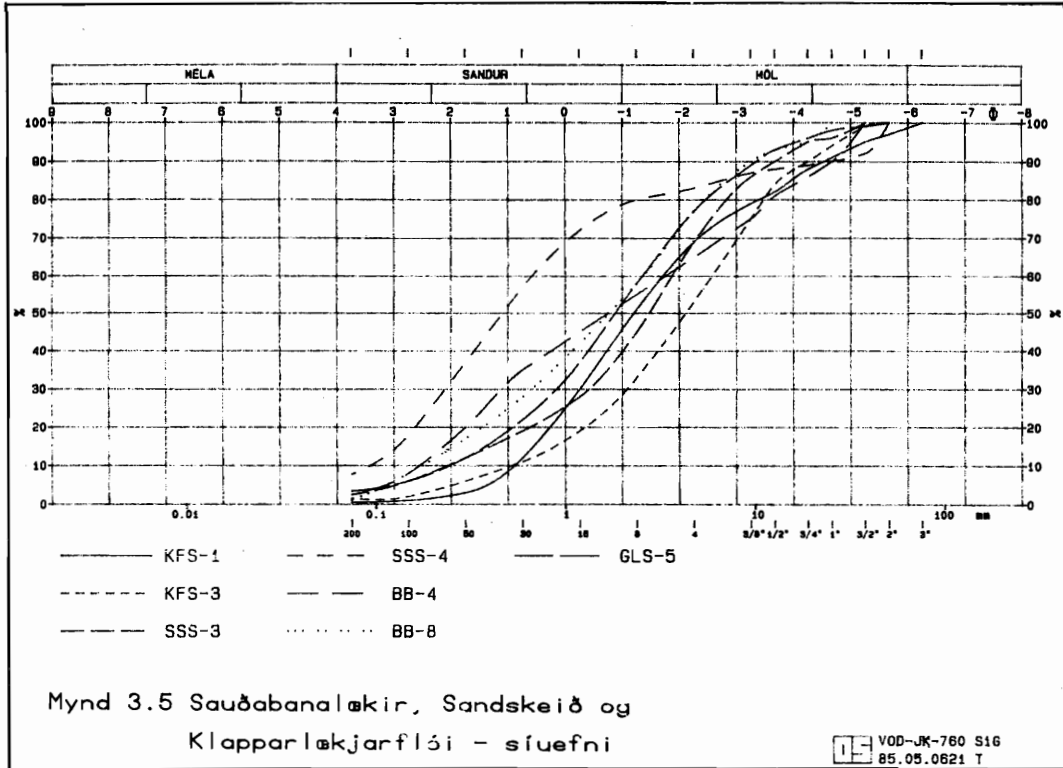
Þessi jökull hörfaði síðan af svæðinu til SA í átt að Fljótsdal. Við það mynduðust jaðarlónsfyllur milli hans og austur- og suðurhallandi landsins, við Sandskeið, Sauðabanalæki og austan og utan þeirra í heiðarslakknum. Þegar þessi hluti heiðarinnar varð jökulvana, lá jökull enn í Fljótsdal og virðist sem hann hafi skotið barði sínu upp á heiðarbrúnina og að tota hafi legið frá honum inn í Bessastaðaárlægðina. Í um 550 m y.s. kringja sig í lægðinni malarásar (sjá ljósmynd nr. 8) sem enda til austurs í malarflötum og mótar fyrir jökulkerum í þeim. Efni þetta hefur greinilega sest til í dauðís. Líklegt er að sá dauðís hafi myndast þegar jökullinn þynntist svo mikið að sá hluti hans, sem áður flæddi norður heiðina, hafi staðnað. Malarásar og leysingarruðningur með Bessastaðaá mynduðust síðan í þeim dauðís.

Þá er hugsanlegt að jökullinn hafi skilist um áðurnefndar dauðisfyllur og hluti hans orðið eftir í Bessastaðaárlægðinni. Leysingarvatn hefur síðan ýmist borið set að hinum nýja jökuljaðri eða grafið rásir með honum og sjást þessa mörg merki.

Hugsanlegt er að áðurnefndar myndanir tengist endagarðs- og dauðismyndunum við Geitagerði og/eða Droplaugarstaði í Fljótsdal (Freysteinn Sigurðsson og Sigbjörn Guðjónsson 1983), en um það er þó margt á huldu ennþá.

Þegar Fljótsdalsjökullinn þynntist og hörfaði enn frekar, stíflaði hann upp jaðarlón í Bessastaðaárlægðinni og eru lónhjallar úr skálaga möl og sandi, í 475 m y.s. austan í Klausturhæð, til vitnis þar um. Þegar jökullinn hopaði enn frekar í Fljótsdal tók Bessastaðaá að bera aur á og í jökulinn, og hefur það líklega stuðlað að því að jökullinn setti af sér hina þykku botnrúðningskápu í hlíðinni utan við Bessastaðaárgil. Einnig ber að nefna stíglækkandi jaðarrásir, sem ganga út og niður hlíðina frá Bessastaðaá og út fyrir Hengifossá.





3.5.1 Fljótsdalur

Þegar jökullinn dró sig til baka úr Fljótsdal tóku árnar sem falla í Lagarfljót í Fljótsdalsbotni að hlaða framburði sínum út í hann.

Hjallar í botni Fljótsdals eru í þrem mismunandi hæðum og bera vitni um vatnsborðslækkun Lagarfljóts í lok síðasta jökulskeiðs. (Sjá mynd 3.2)

Hjallahæð 1. 60 m y.s. Hjallar í þessari hæð finnast við Bessastaðaá, Hengifossá og Gilsá. Kelduár- og Jökulsárósar hafa þá legið langt inni í Suður- og Norðurdal og hafa ummerki um þessa vatnsstöðu ekki varðveist þar að öðru leyti en því, að jökull virðist hafa gengið yfir fjarðar- og dalryllu í Norðurdal og aflagað hana. Ofan á þessu aflagaða seti liggja síðan óhreyfðar eyrafyllur, sem tilheyra hjallahæð 2.

Hjallahæð 2. 50 m y.s. Vatnsborð Lagarfljóts lækkaði í 50 m y.s. og efsti hluti 60 m hjallanna grófst út og óseyrar og fjarðarfullur fengu ný efri vaxtarmörk. Við þessa vatnsstöðu náði Jökulsá að hlaða fjarðarfullu út úr Norðurdal og eru 50 m hjallarnir undir Múla og við Valþjófsstað leifar þeirrar fullu. Hjallar í þessari hæð hafa líka fundist við Bessastaðaá, Hengifossá og Gilsá. (Sjá mynd 3.2)

Hjallahæð 3. 25 m y.s. Ummerki um 25 m vatnsstöðu Lagarfljóts eru mjög glögg í Fljótsdal. Röð fornra eyra liggja þvert yfir dalinn innan við Skriðuklaustur og afmarkar 25 m fjarðarfullu Jökulsár til norðurs. Ekki er ólíklegt, að í mynni Suðurdals hafi verið vatn um tíma, þar sem fjarðarfulla Jökulsár lokaði dalnum, en Kelduá síðan fyllt vatnið með framburði sínum. Hjallar í 35 og 30 m y.s utan við Valþjófsstað tengjast þá 25 m vatnsstöðu Lagarfljóts, sem rofhjallar. Við Bessastaðaá er allbrött óseyrarþekja sem er afskorin í um 27 m y.s. og myndaðist hún á sama tíma (sjá ljósmynd nr. 15). Hjallar í þessari hæð hafa einnig fundist við Gilsárósa og víðar utar með Lagarfljóti (á Egilsstaðanesi o.fl. stöðum).

Orsakir þessa breytilega vatnsborðs Lagarfljóts eru af tvennum toga. Í fyrsa lagi er þeirra að leita í breyttu jafnvægisástandi berggrunnins þegar fargi ísaldarjökulsins létti í lok síðasta jökulskeiðs og landið reis (ísóstatískt ris). Þá stafar lækkunin úr 25 m y.s. í núverandi hæð sennilega af því að bergþröskuldur, sem er í fljótinu úti við Lagarfoss hefur lækkað af völdum rofs. (Sigbjörn Guðjónsson & Gunnar Birgisson 1982).

3.5.2 Byggingarefni

Mikil leit hefur verið gerð að byggingarefnum vegna fyrirhugaðra mannvirkja á utanverðri Fljótsdalsheiði. Ljóst er að meira en nóg er af kjarnaefni á svæðinu, en ekki hefur tekist að finna nægjanlegt magn síu- og stoðfyllingarefnis. Þá hefur tekist að finna nothæft fylliefni í steinsteypu vegna stöðvarhúss og inntaksmannvirkja.

Kjarnaefni -- Eins og áður getur er mikið af fínefnaríkum botnruðningi á þessum hluta virkjunarsvæðisins og er þar um hið ákjósanlegasta kjarnaefni að ræða. Magnið má mæla í milljónum rúmmetra. Best hefur hann verið rannsakaður við Kristínarkíl, sunnan og suðvestan undir Norðastafelli. Á mynd 3.3 eru sýndir nokkrir dæmigerðir kornastærðar-

ferlar og vinnslupróf sem gert var 1983 og á ljósmynd nr. 9 sést jarðýtan að verki við vinnsluprófunina. Þá er og ljóst að fínefnaríkan botnrudning er að hafa á ýmsum öðrum stöðum. Mikið er af honum með Bessastaðaá austan ármótanna við Kristínarkíl og í minna mæli á og við stíflustæðin meðfram Gilsársvötnum. Einnig er tölvvert af slíkum rudningi austan Hólmavatns, um 140 þús. rúmmetrar (Bessi Aðalsteinsson 1979) og nýtist hann í stíflur á þeim slóðum.

Síu- og stoðfyllingarefni -- Erfiðlega hefur gengið að finna nægjanlegt magn af nothæfu síuefni, og góða stoðfyllingu er hvergi að hafa í námunda við stíflumannvirki. Mest er af síuefni í malarásum og dauðisfyllum við Sauðabanalæki, næst Bessastaðaá og við Garðalæk (sjá ljósmynd nr. 8). Þar er áætlað að séu um 280 þús. m³ af vinnanlegu síuefni. Þá munu vera um 140 þús. m³ af síefni í malarásunum í Klapparlækjarflóa, en það er reyndar ónákvæm magnáætlun, vegna þess að ásarnir eru meira og minna grafgir í um 3 m djúpan flóann. Ef þessi áætlun stænst vantar um 200 þús. m³ af síuefni. Á Sandskeiði eru um 100 þús. m³ af sandi sem hugsanlega má nýta á einhvern hátt. Á mynd 3.5 eru sýndir kornastærðarferlar fyrir hugsanlegt síuefni á þessum svæðum.

Við ofanverða Bessastaðaá er dreif af fínefnasnaudum leysingarudningi (méla milli 15 og 30 %) og er magn hans um 250 þús. rúmmetrar (Sigbjörn Guðjónsson 1984). Hugsanlega má nýta þennan rudning sem stoðfyllingu og er hann greinilega betur fallinn til þeirra nota en rudningurinn sunnan undir Austastafelli. Á mynd 3.4 eru sýndir kornastærðarferlar af efni úr áður nefndum síu- og stoðfyllingarnámum. Á ljósmynd nr. 4 sést vestasti hluti umrædds leysingarudningssvæðis við Bessastaðaá.

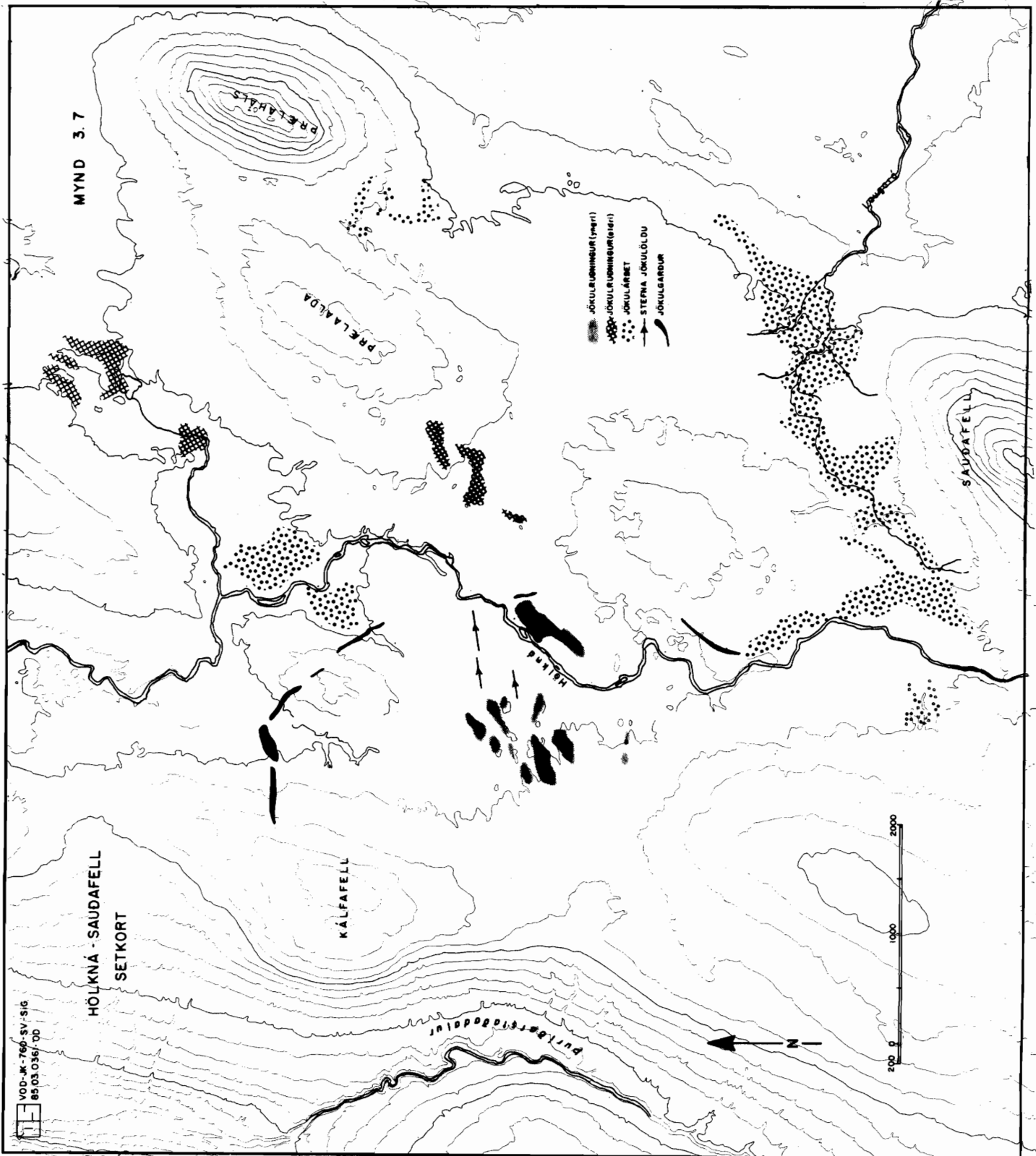
Fylliefni í steinsteypu -- Vænlegasti kosturinn virðist sá að nýta forna óseyri Bessastaðaár (sjá ljósmynd nr. 8), sem hlaðist hefur upp við 25 m vatnsstöðu Lagarfljóts (Sigbjörn Guðjónsson 1982). Á mynd 3.6 eru sýndir nokkrir dæmigerðir kornastærðarferlar af efni úr þessari óseyri, ásamt niðurstöðum úr berggreiningu og profusteypum.

3.6 Hólkna - Sauðafell

Í lok síðasta jökulskeiðs myndaði Snæfell og fjallahryggurinn suður af því mikilvæg skil í jöklinum. Að austan var jökull sem skreið frá Hraunum og hálendi því sem nú er þakið af norðaustanverðum Vatnajökli. Að vestan var hins vegar jökull kominn langt að og hefur hann verið upprunninn á svipuðum slóðum og Brúarjökull nú. Hann var því kominn langt frá rofsvæði sínu og var hlaðinn efni þegar hann kom á mótis við Sauðafell.

Þegar hér er komið sögu stóð Snæfell og fellin norðan þess upp úr jökli en norðan Sauðafells náðu jökultungurnar saman um skeið en síðan lengdist geilin milli þeirra þar til tengsl þeirra rofnuðu að fullu. Jökulstefna gefur þetta til kynna því að austan geilarinnar sveigir stefnan til vesturs, en vestan hennar til austurs.

Allt efni sem myndaðist við þessa atburði er komið frá Vestanjöklinum. Ummerkja Austanjökulsins verður vart vegna þess að hann stíflaði afrennsli til austurs og stíglækkandi fyllur mynduðust í lægdinni milli Hólkna og Laugarár. Vestanjökullinn ruddi hins vegar upp jökul-



garði og utan þessa garðs einkum norðvestan undir Sauðafelli er hvað mest af jökulárseti á allri heiðinni, Innan garðsins er aftur á móti mjög mikið magn jökulruðnings, jökulkenburnar við Hölkná.

3.6.1 Hölkná

Jökulruðningi við Hölkná var fyrst lýst af þeim Pálma R. Pálmasyni og Sveini Þorgrímssyni (1978). Syðstu hlutar þessa ruðnings voru rannsakaðir sumarið 1981 (Skúli Víkingsson o. fl. 1982). Jökulruðningur við Hölkná er af tvennum toga. Annars vegar er ruðningur sá sem myndaðist þegar tunga úr vestanjöklinum breiddist inn á umrætt svæði og myndaði jökulgarð (sjá kort mynd 3.7 og ljósmynd nr. 7) og þykkt lag af botnruðningi innan hans. Hins vegar er eldri ruðningur austan jökulgarðanna. Hann kom líka fram undir yngra ruðningi í borholu (HM-1 frá 1981) sem boruð var inni á miðju svæði yngra ruðningsins.

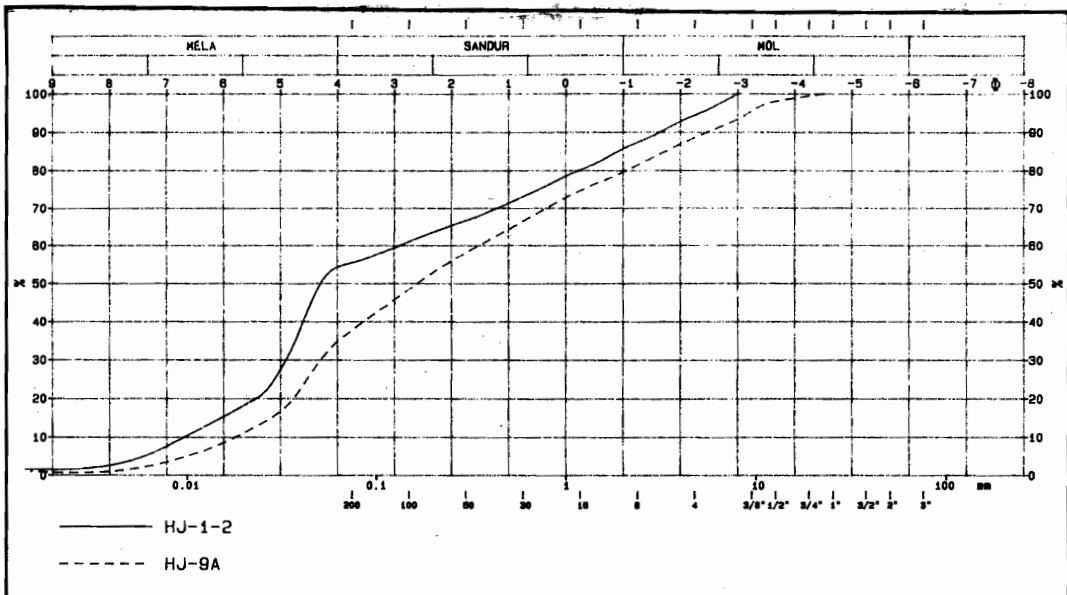
Efnið í eldri ruðningnum er komið úr móbergsfjöllum á Snæfellssvæðinu og er að mestum hluta úr stökkum móbergsmolum ásamt nokkru af súrum vikurkornum. Yngri jökullinn tók hins vegar efni sitt á Vesturöræfum og er sá ruðningur að mestu úr basalt- og jökulbergsbrotum.

3.6.2 Sauðafell

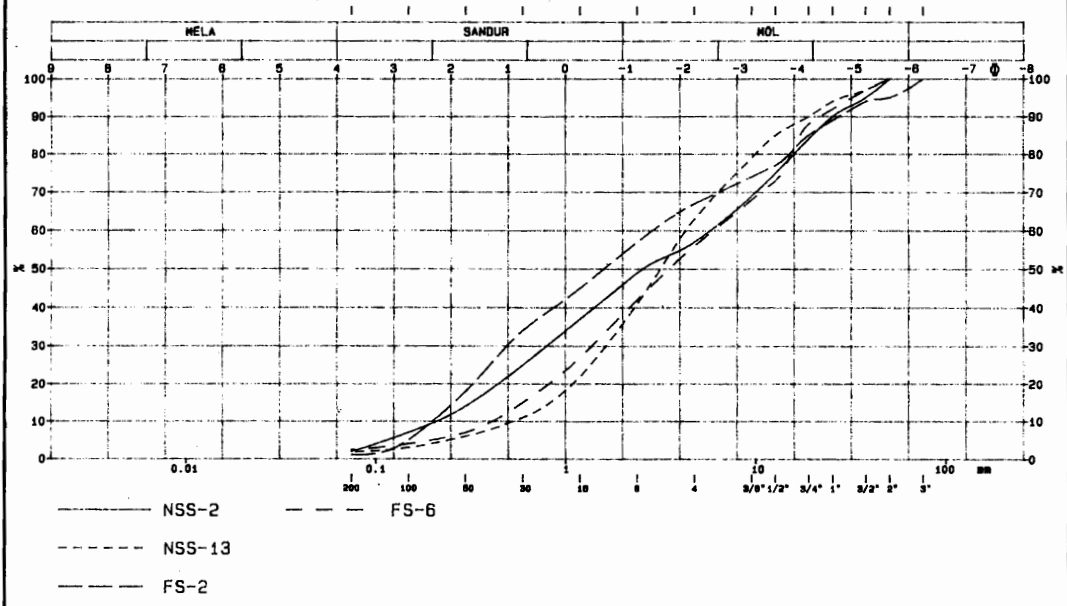
Allnokkur ummerki eru um vatnsrennsli frá þessum jökli, þegar hann stóð við fyrrnefnda jökulgarða. Norðar með Hölkná eru fornir jökuláurar, sendir fjærst gördunum, en malarkenndari nær þeim. Sunnan garðanna meðfram Hölkná inni við Sauðafell er myndunarsagan nokkru flóknari og efnið miklu meira. Megindrættir þeirrar sögu voru raktir hér að framan, en hér verður setinu lýst nánar.

Austan Hölknár hafa hlaðist upp við jökuljaðarinn dauðisfyllur og jökuláurar, en aurarnir tengjast jaðarfyllum og -rásum SSV í Sauðafelli (sjá ljósmynd nr. 10). Vestan Hölknár neðst í kverkinni milli Grábergshnjúka og Grjótárhjúks eru malarásar sem hafa myndast þegar jökullinn tók að hörfa suðvestur á öræfin. Í drögum Laugarár, norðan Sauðafells eru malarbreiður, sem virðast vera í þremur meginhæðum, markaðar af stíglækkandi hjöllum mót austri. Þessi jökuláramburður virðist hafa sest til í grunnum jaðarlónum við hörfandi rönd áðurnefnds suðaustanjökuls. Nokkuð ber á malarásum austast á svæðinu, og hafa þeir sennilega myndast í jökulröndinni, samsíða henni (Sigbjörn Guðjónsson 1983 og 1984). - Auk þessa er smáhjalli í skarðinu milli Sauðafells og Nálhúshnjúka í um 820 m hæð, en hann er eldri en hinir, myndaður þegar vestanjökullinn veitti vatni frá Hölkná um skarðið yfir í jökulstíflað lón norðaustan þess.

Í kverkinni milli Þrælaháls og "Þrælaöldu" eru jaðarhjallar í tveimur meginhæðum og eru þeir eldri en fyllurnar með Laugará þótt sennilega eigi bæði hjallarnir og fyllurnar tilveru sína að þakka sama jöklinum. Hefur hann hlaðið þeim upp á suður hallandi land þegar hann hopaði suður heiðina.



Mynd 3.8 Hólkná - jökulruðningur (yngri)



Mynd 3.9 Sauðafell - síuefni

3.6.3 Byggingarefni

3.6.3.1 Jökulruðningur við Hölkná -- Yngri ruðningurinn er fýsilegri til nota í stíflukjarna. Hann er að mestu leyti úr basalt- og jökulbergsbrotum og þjappaðist við minni raka og náði meiri rúþpyngd en eldri ruðningurinn, sem er úr móbergsbrotum að mestu. Mynd 3.8 sýnir nokkra kornastærðarferla og niðurstöður þjöppunar- og lektarmælinga.

3.6.3.2 Sauðafell -- Vesturhluti svæðisins var athugaður 1977 (Pálmi R. Pálmason og Sveinn Þorgrímsson 1978). 1980 voru nokkur sýni tekin úr austurhlutanum (Skúli Víkingsson 1981) og 1982 var svæðið allt athugað rækilega með aðstoð stórrar gröfu (Sigbjörn Guðjónsson 1983). Þá var svæðið kortlagt sumarið 1984 og reynt að fá sem gleggsta mynd af gerð og skiptingu efnis innan svæðisins (Sigbjörn Guðjónsson 1984). Mynd 3.7 sýnir útbreiðslu efnisins á þessu svæði.

Næst Hölkná er efnið samfeldast og mest að vöxtum. Syðst eru þetta fornir jökuláraurar og minnkar meðalkornastærðin til norðurs. Þar norður af og í beinu framhaldi þeirra taka við malarásar og tveir þeirra sýnu mestir. Efnið er í grófasta lagi til nota í síu (Jón Skúlason 1982). Norður af ásunum eru þetta fyllur af jökulárseti, sem hlaðist hafa upp fast við jökulrönd. Með drögum Laugarár (sjá ljósmynd nr. 10) og þar austur af er tölvert af efni, áætlað um 600 þús m³. Vestast eru þetta jaðarlónsfillur, gerðar úr lagskiptri grófmélu og sandi, en ofan á leggst víða um eins til tveggja metra þykkt lag af möl. Austar eru þetta ásstúfar, sömuleiðis gerðir úr möl, er myndast hafa samsíða jökulrönd og sitja þeir að nokkru leyti í sanddreif. Malarefni þetta virðist hin ákjósanlegasta sía. Hvað varðar dreifingu efnisins innan svæðisins vísast í skýrslu um rannsóknir sumarið 1984 (Sigbjörn Guðjónsson 1984). Á mynd 3.8 eru sýndir dæmigerðir kornastærðarferlar fyrir þetta efni, ásamt síumörkum fyrir Hölknárjökulruðning.

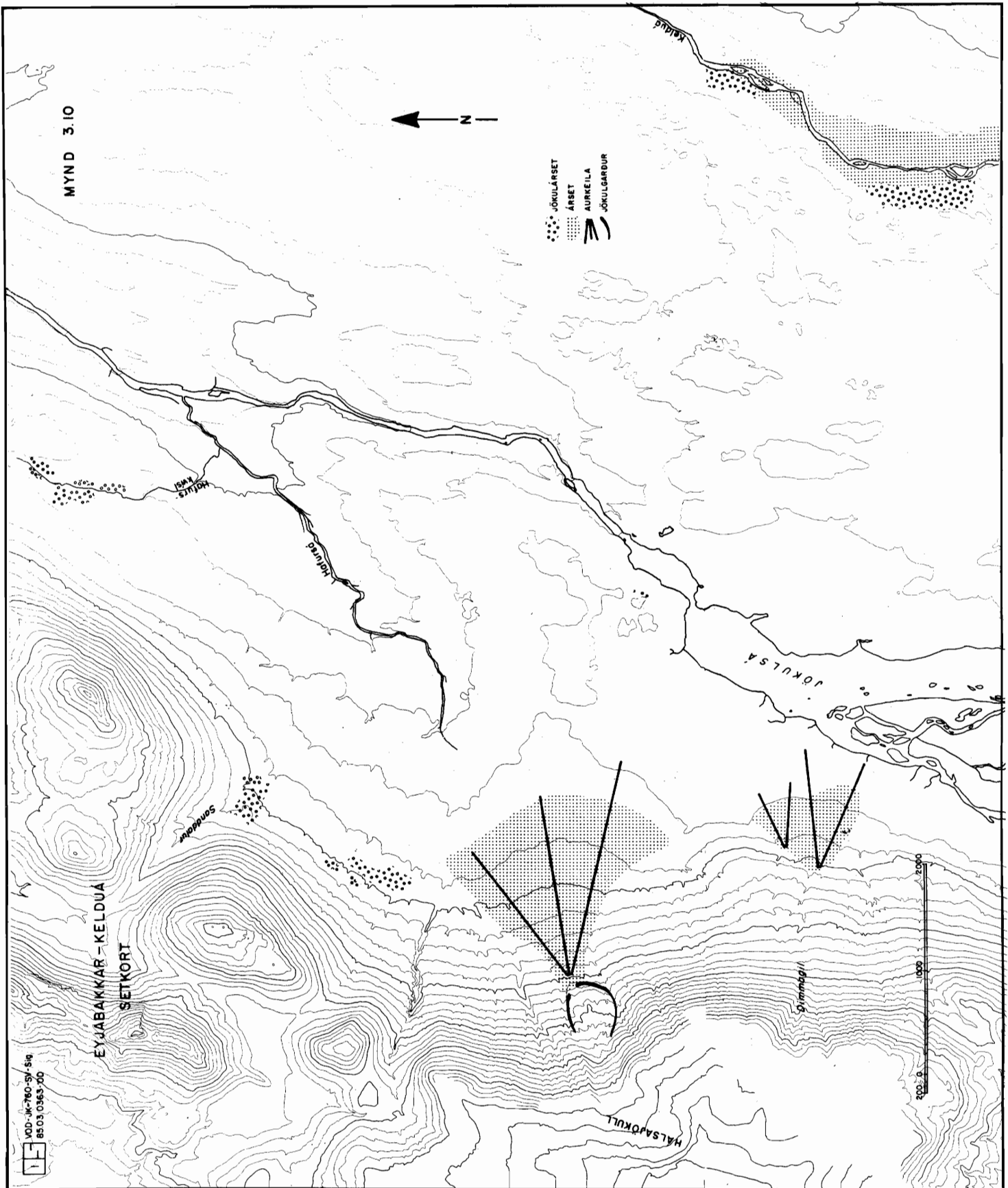
Lítið er af efni við Þrælaháls og það auk þess mjög sendið á köflum og er því óheppilegt síuefni.

3.7 Eyjabakkar - Kelduá

Mynd 3.10 sýnir útbreiðslu sets á þessu svæði. Ísaldarjökullinn var eins og áður hefur verið getið efnisrýr og hefur skilið lítið eftir sig. Nútímaset er töluvert áberandi einkum aurkeilur í Snæfelli.

3.7.1 Snæfell og nágrenni

Á nokkrum stöðum í nágrenni Snæfells eru leifar jaðarmyndana. Þeirra langstærst er jaðarhjalli í mynni Sanddals í 690 til 720 m hæð (Pálmi R. Pálmason og Sveinn Þorgrímsson 1978, Skúli Víkingsson o.fl. 1982, Sigbjörn Guðjónsson 1983). Hann virðist hafa myndast við það að vatnsrennsli úr Sanddal hefur borið með sér efni og hlaðið því upp í jaðarlón við jökul, sem á þeim tíma lá í Eyjabakkalægðinni. Neðst í þessu seti er finsandur og méla. Ofan á honum er jökulárset úr skálaga möl og sandi. Efst er möglersríkur sandur. Ljósmynd nr. 11 er af 7 m djúpri gryfju, sem grafin var um miðbik hjallans. Á henni má greina að hjallinn er úr mjög misgrófum malarlögum og að þeim hallar í átt að myndasmíðnum.



Ekki hefur með vissu tekist að tengja þennan jaðarhjalla við aðrar jaðarmyndanir. Sennilega eru þó jaðarhjallaleifar við Hafursárkvísl myndaðar á sama tíma. (Skúli Víkingsson o.fl. 1982, Sigbjörn Guðjónsson 1983). Þar sem kvíslin rennur suður slakkann austan Hafursfells eru nokkrir litlir malarbakkar, í um 620 til 640 m y.s. Grunnt lón hefur þá myndast í slakkanum sem kvíslin rennur nú um og lækir og leysingarvatn síðan fyllt með framburði sínum.

Auk þess eru leifar af jaðarhjöllum suðvestur af Snæfellsbúðum, norðan Hafursár, líklega frá sama tíma. Mest af efni þeirra hefur reyndar borist niður með lækjum og myndar þar víða í hlíðarfætinum þunna malarskán, oft moldar- og mélublandaða, sem breiðir úr sér við lækja- og farvegakjafta.

3.7.2 Kelduá

Við Kelduá er jökulárset og árset á nokkrum stöðum. Efnismesta svæðið er norðan við Háukletta en þar rennur áin um 600 til 700 m breiða, setfyllta lægð, sem teygir sig um 2,5 km til norðurs að gili, sem hún hefur skorið í berghaft. Sunnan til breiðir áin mjög úr sér og rennur á eyrum, en fær stöðugri farveg þegar norðar dregur.

Eftir myndunarhætti hefur efninu verið skipt í þrjá hluta:

- 1) Malarása grafna í árset og liggur sá hlutinn nyrst og vestan Kelduár í setlægdinni.
- 2) Leifar fornra lón- og eyrarfyllna, sem eru syðst og vestast í lægðinni.
- 3) Eyra- og farvegafyllur Kelduár, sem þekja eystri og miðhluta lægðarinnar.

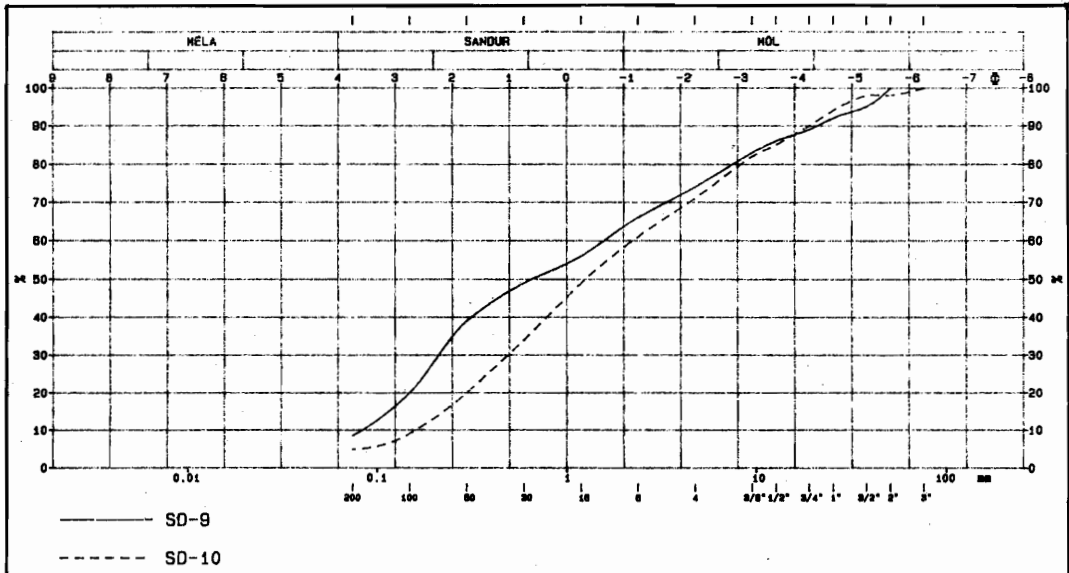
3.7.3 Nútímasetlög

Eftir að ísaldarjökull hvarf af svæðinu myndaði Jökulsá smám saman setfyllu í Eyjabakkalægdinni. Nyrst er hún úr fínsandi og mýrajarðvegi, en verður grófari nær jökulgörðum Eyjabakkajökuls.

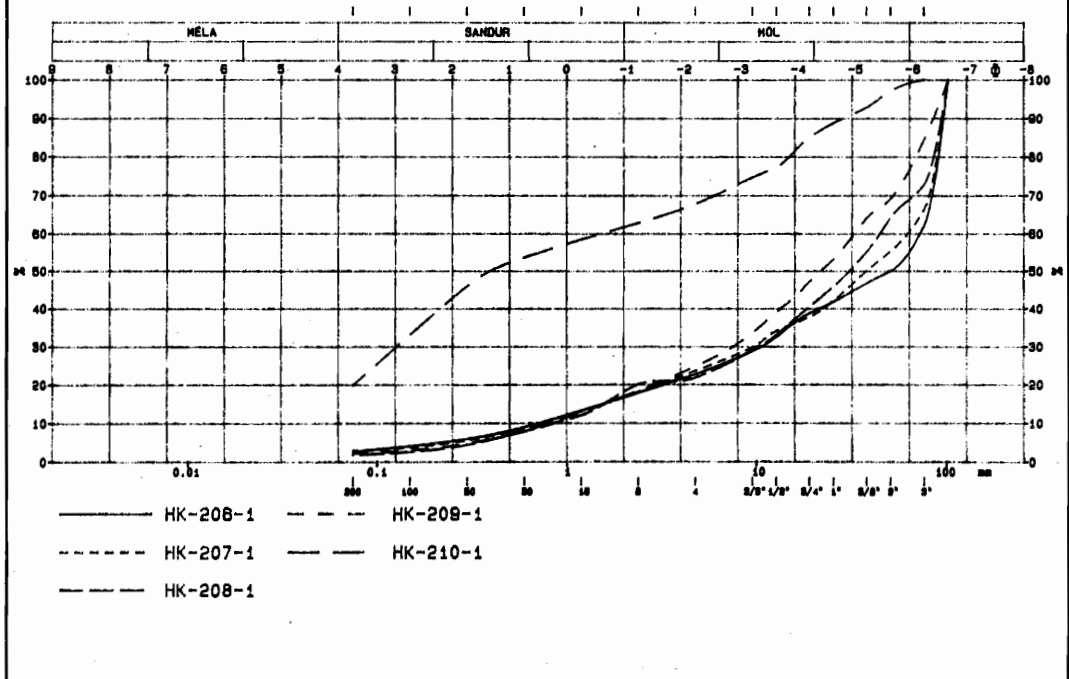
Aurkeilur hafa myndast þar sem ár og lækir falla út úr gljúfrum og giljum í hlíðum Snæfells. Mestur hluti efnisins berst fram með aurskriðum og snjóflóðum. Árnar sem um þær falla skola síðan efnið og bera það lengra fram á keiluna. Efni í aurkeilum er mjög háð berggerð á aðrennslissvæðinu en er venjulega gróf möl (flóðaset) og minnkar meðalkornastærðin (og hámarksstærð korna) niður eftir keilunni. Sumarið 1981 voru tvær aurkeilur í austurhlíð Snæfells athugaðar með stoðfyllingarefni fyrir Eyjabakkastíflu í huga. (Skúli Víkingsson o. fl. 1982).

Nyrðri og stærri keilan, sem þekur um 2,5 ferkílómetra, gengur niður frá bröttum og úfnum jökulgörðum Hálsajökuls úr um 800 m y.s. og niður á Eyjabakkasléttuna, sem er í um 650 til 660 m y.s. (hluti keilunnar sést á ljósmynd nr. 2). Syðri og minni keilan gengur niður frá gil- kjafti Dimmagils, og er þar raunar um tvær samvaxnar keilur að ræða (sjá mynd 3.10 og ljósmynd nr. 12).

Tvær aðrar keilur (Bergkvísl og Þjófagilsá) hafa verið athugaðar (Skúli Víkingsson 1981 og Skúli Víkingsson o. fl. 1982).



Mynd 3.11 Sanddalur - síuefni



3.7.4 Byggingarefni

3.7.4.1 Síuefni -- Það síuefni sem liggur best við Eyjabakkastíflu er jaðarfyllan í mynni Sanddals. Þarna er um að ræða um 250 þús. m³ af hinu ákjósanlegasta síuefni (Jón Skúlason 1982 og Sigbjörn Guðjónsson 1983). Á mynd 3.11 eru sýndir nokkrir kornastærðarferlar úr þessari námu, ásamt síumörkum fyrir yngri Hölknáruðning.

Við Kelduá er hægt að vinna síuefni og er þar um 700 þús. m³ af efni að ræða. Hinsvegar er náman ekki áhugaverð á þessu stigi, því malar-svæðið norður af Sauðafelli liggur betur við sem varanáma vegna Eyjabakkastíflu (Jón Skúlason 1982).

3.7.4.2 Stoðfyllingarefni -- Nyrðri og stærri keilan í hlíðum Snæfells þekur um 2,5 ferkílómetra og nær inn á stæði fyrirhugaðrar Eyjabakkastíflu. Kornastærðardreifingin í efninu er mjög í samræmi við það sem algengast er í aurkeilum, en efnið er nokkuð máluborið og þétt. Auk þess eru molar úr líparíti og frauðkenndu basalti mest áberandi í grófasta hluta efnisins og rúmpyngd lítil. Allt þetta gerir það að verkum að efnið í keilunni er ónothæft í stíflu.

Í syðri og minni keilunni er ráðandi berggerð þétt dulkorna basalt og andesít. Rúmpyngd efnis hennar er því væntanlega mun meiri en efnis stóru (nyrðri) keilunnar. Vatnsleiðni efnisins er sömuleiðis mun meiri. Til marks um það er að syðri keilan er með öllu ógróin og að könnunargryfjur þær, sem náðu niður fyrir grunnvatnsborð, fylltust vatni á mun skemmri tíma í henni en í stóru keilunni. Efni syðri keilunnar er að jafnaði málusnauðara en efni stóru keilunnar. Á mynd 3.12 eru sýndir nokkrir kornastærðarferlar af efni syðri keilunnar. Sýnin voru tekin niður eftir keilunni, HK-206-1 efst en HK-210 neðst og sýna ferlarnir hvernig kornastærðin minnkar niður keiluna, en verulegrar íblöndunar mélu fer ekki að gæta fyrr en í neðsta sýninu (HK-210-1).

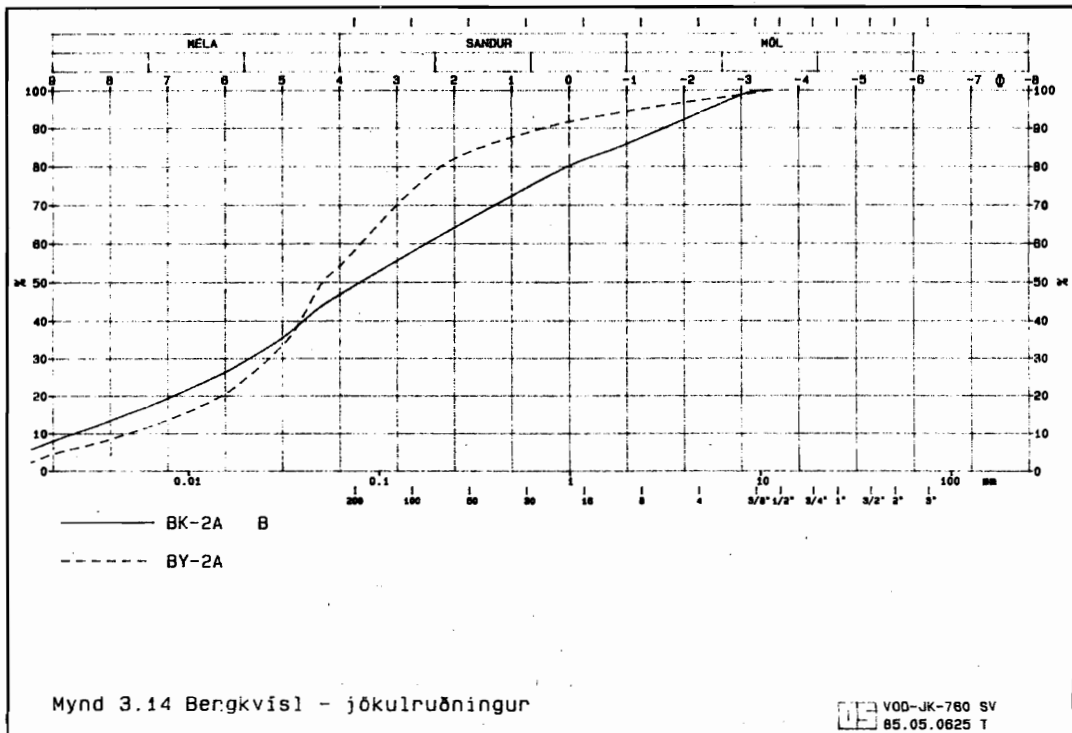
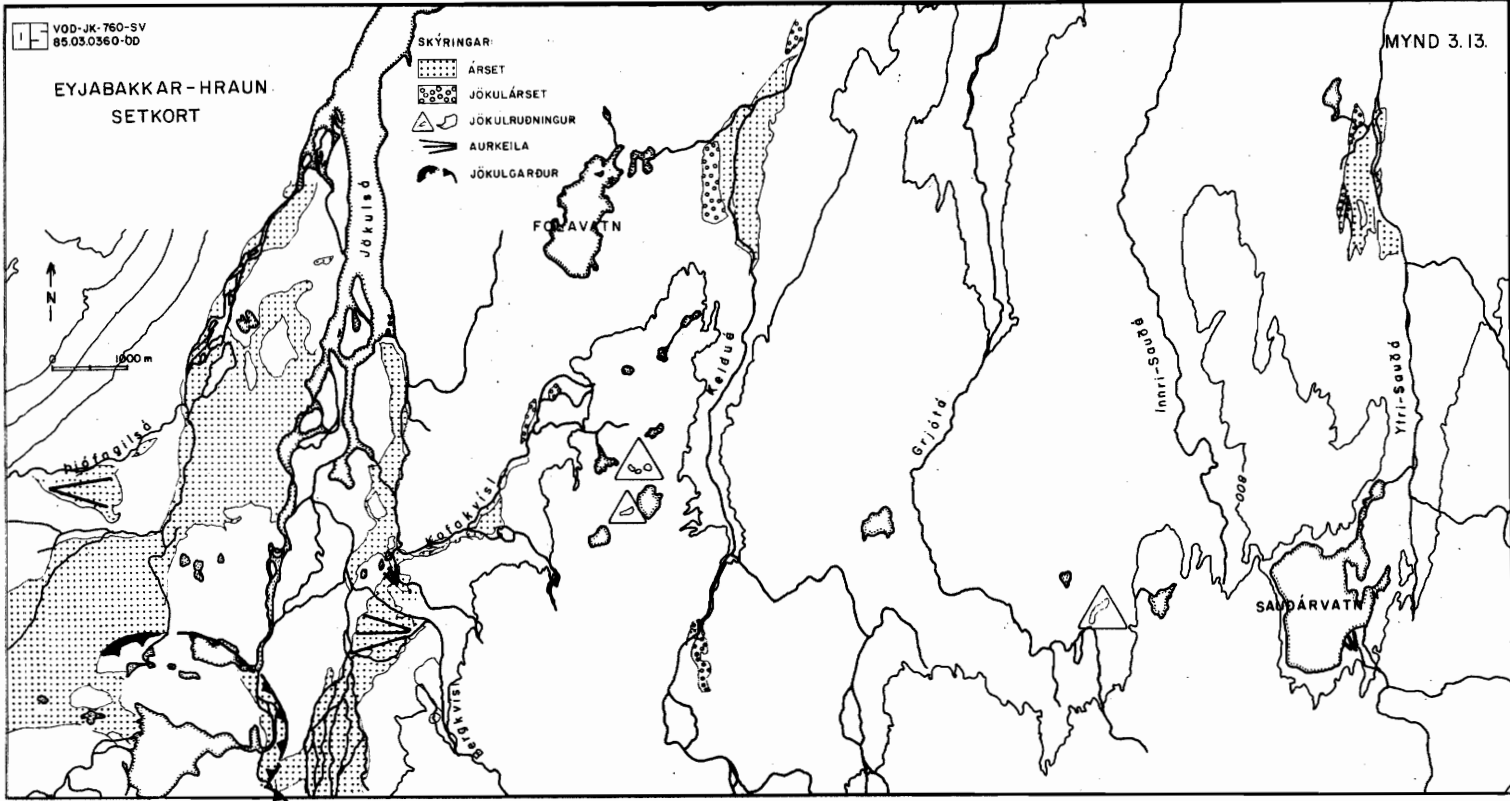
Syðri keilan er mun álitlegri til nota í stoðfyllingu Eyjabakkastíflu en stóra keilan, þótt hún liggi fjær, en frá hæsta hluta stíflunnar er raunar álíka langt í þær báðar.

3.8 Hraun

3.8.1 Jökulruðningur

Jökulruðningur er af mjög skornum skammti á Hraunum (sjá mynd 3.13) og þar sem hann hefur fundist er hann bundinn við jökulbergslög í berggrunninum. Það sama gildir um ruðninginn við Kofakvísl, en við Bergkvísl virðist uppruninn vera annar. Á slóðum Sauðárveitu hefur jökulruðningur fundist á tveimur stöðum: Þar sem áætlað er að skurður úr Sauðárvatni opnast til vesturs, (um 25000 m³) og á leið Kelduárveitu, skammt vestan fyrirhugaðrar Kelduárstíflu (um 15000 m³). Einnig hefur fundist jökulruðningur á nokkrum stöðum austan Eyjabakka: Við Kofakvísl og við Bergkvísl. Sú síðarnefnda er langstærsta náman austan Snæfells. (Skúli Víkingsson 1981 og Skúli Víkingsson o.fl. 1982).

3.8.1.1 Bergkvísl -- Sumurin 1980 og 1981 var sérstök áhersla lögð á að leita að kjarnaefni fyrir Eyjabakkastíflu, og jökulruðningurinn við Bergkvísl var talinn koma einna helst til greina, einkum þar sem u.þ.b. helmingi styttra er þaðan en frá Hölkná að fyrirhuguðu stíflu-stæði.



Borholur, jarðsveiflumælingar og aðrar athuganir benda til þess að ruðningurinn sitji í skorningi, e. t. v. fornu árgili, 9 til 10 m djúpu þar sem dýpst er, með NNV-læga stefnu. Heildarrúmmálið var áætlað um 0,5 milljónir rúmmetra, en það er u.þ.b. tíu sinnum meira en á nokkrum öðrum stað austan Snæfells. Kornastærðargreiningar skiptust mjög í tvö horn, en í ljós kom að þessi munur stafaði eingöngu af skemmri þvottatíma þeirra sýna sem gáfu til kynna grófari efnisgerðina. Erfitt er að finna síu við hæfi. - Þjöppunar- og lektarpróf sýndu mjög hátt rakastig við mestu þjöppun, frekar litla lekt og mjög litla rúmpyngd. Þessir eiginleikar ollu því að efnið var ekki talið fýsilegt í kjarna Eyjabakkastíflu, en má e.t.v. nota í stíflur Sauðárveitu, sem eru mun minni.

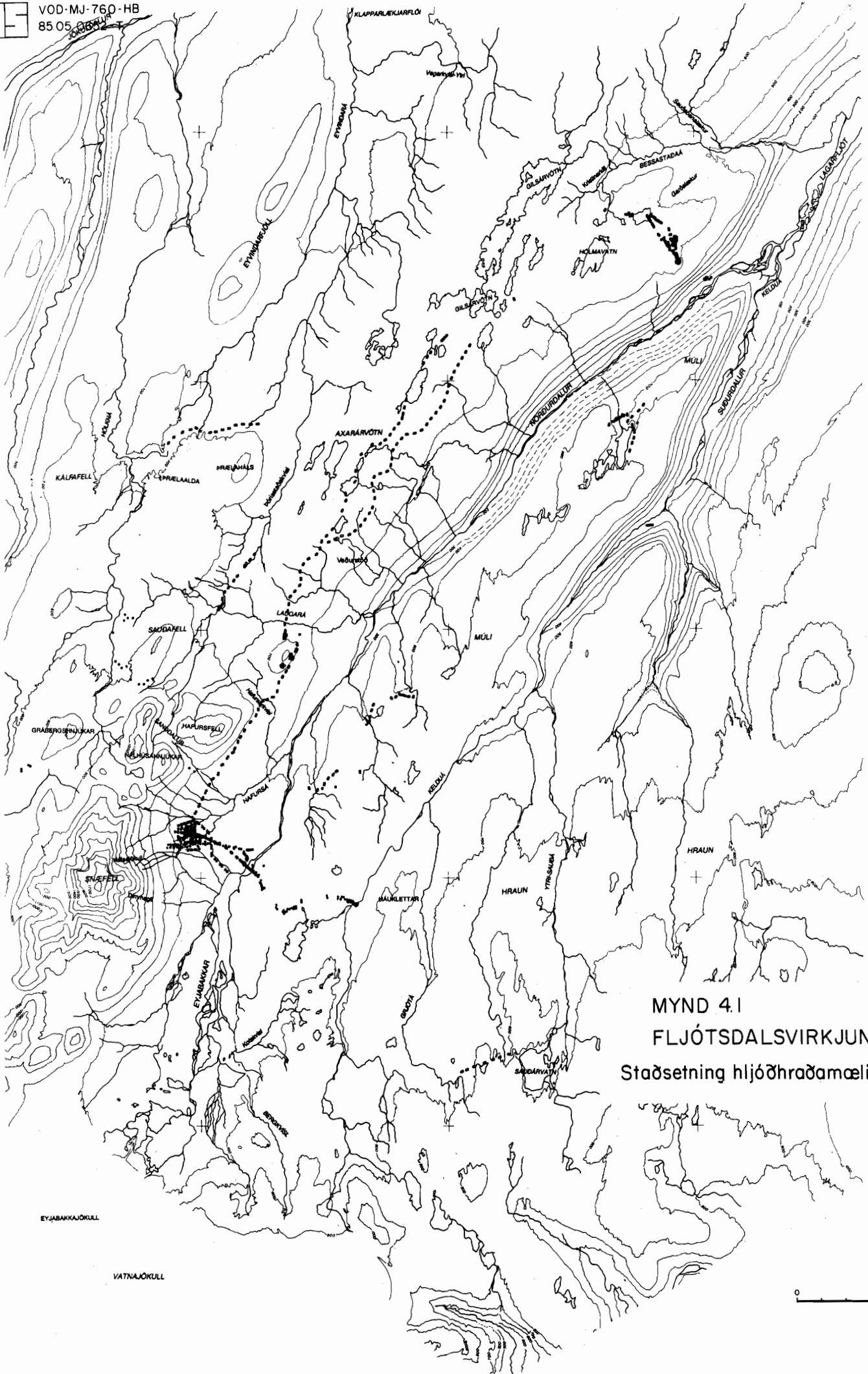
Mikill hluti efnisins er úr ljósum vikri. Þetta getur skýrt hvort tveggja, litla rúmpyngd og mikið niðurbrot efnis við þvott. Nærtækast er að ætla að vikurinn sé kominn af Snæfellssvæðinu. Auk þess sýna jökulrákir í námunda við Bergkvísl (sjá mynd 3.1) að jökull kom fyrst úr vestri en síðan úr suðri og suðaustri. Líklega hefur vestanjökullinn borið með sér mikið af gjóskukenndu efni frá Snæfellssvæðinu, en sunnanjökullinn hefur verið mjög skammt að kominn og sorfið landið en skilið lítið eftir sig af efni. Jökulruðningurinn við Bergkvísl hefur þá sennilega varðveist vegna þess að hann er í hléi við jökulskrið að sunnan.

3.8.2 Jökulárset

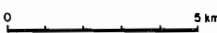
Jökulárset er í svo litlum mæli á Hraunum, að stærsta náman, sem fundist hefur er áætluð aðeins um 40 þús. m³, en hún er í hjöllum við Ytri-Sauðá um 4 km norðan við stíflustæðið við Sauðárvatn (sjá mynd 3.13). Þar er allvíðáttumikil lægð við ána og töluvert af seti af ýmsu tagi. Auk jökulársetsins eru þar eyrar Ytri-Sauðár sem eru grófar þar sem áin rennur úr bröttum farveginum og út á sléttuna. Annars staðar virðist árset að mestu leyti úr sandblönduðum, lífrænum leifum og mélu. Norðar í þessari lægð eru líka hjallar meðfram ánni, en þeir eru úr málublönduðum sandi og mól og eru ummerki löns, sem eitt sinn stóð uppi í lægðinni og Ytri-Sauðá hefur ræst fram. - Ekkert af þessu nýtist Sauðárveitu, þar sem of langt er í efnið og of lítið af því.

Við Kelduá, skammt innan við fyrirhugaða stíflu, eru hjallar úr jökulárseti í smádragi meðfram ánni. Efnið er allgróft og lagskipt, en vel nothæft í síur. Magnið er áætlað um 100 þús. m³. Enn innar með ánni er lægð fyllt seti, aðallega fínun sandi. Einnig er nokkuð af árseti og jökulárseti við Kofakvísl, lengra í vestri.

VOD-MJ-760-HB
85.05



MYND 4.1
 FLJÓTSDALSVIKJUN
 Staðsetning hljóðhraðamælinga



4 HLJÓÐHRAÐI Í JARÐLÖGUM

4.1 Inngangur

Nær alls staðar þar sem mælt hefur verið (sjá mynd 4.1) má greina a.m.k. tvennskonar hljóðhraða í jarðlögum svæðisins. Þar er um að ræða yfirborðslag þar sem hljóðið berst hægt eða með 0,5 km hraða á sekúndu (staðalfrávik er $\pm 0,2$ yfir allt svæðið). Hvarvetna undir er svo berg sem ber hljóðið með 3,8 km/s ($\pm 0,7$). Á stöku stað má svo greina millilög með hljóðhraða $1,5 \pm 0,5$ km/s (sjá mynd 4.2).

4.2 Yfirborðslög

Viðast hvar á yfirborði eru laus jarðlög úr móa- eða mýrajarðvegi meira eða minna blönduðum frostlyftu grjóti úr berggrunninum. Þó að jarðvegurinn sé blautur eða jafnvel vatnsósa tefst hljóðbylgjan af lífrænu efni svo að hún nær ekki hraða sem er venjulegur í vatni eða um 1,5 km/s. Þar sem yfirborðslögin eru þurr og sundurlaus er hljóðhraðinn nálægt því sem er í lofti eða rúmlega 0,3 km/s.

Mýrar geta deyft hátíðnihljóðbylgjur svo að ekki er unnt að nema þær. Einnig getur jarðklaki valdið talsverðum truflunum sem gera túlkun vandasama.

Þykkt yfirborðslagsins sem fæst með hljóðhraðamælingum er í góðu samræmi við niðurstöður sem aðrar aðferðir gefa, einkum þar sem um einfalt tveggja hljóðhraðalíkan er að ræða.

4.3 Millilög

Á nokkrum stöðum, einkum kringum Eyjabakka, við Laugarfell og Sauðafell og niðri í Fljótsdal er að finna hljóðhraða á bilinu 1,0 - 2,5 km/s (sjá mynd 4.3). Þar er vísast um að ræða lög úr lausu efni en vel samþjöppuðu og undir jarðvatnsborði. Þar er yfirleitt ekki lífrænu efni fyrir að fara til að tefja hljóðbylgjuna. Í þessum lögum getur verið mül, sandur, silt og jökulruðningur. Ekki er því fyrir að sýnja að slík millilög geta týnst í mælingunni af tæknilögum ástæðum.

4.4 Berggrunnur

Undir öllu svæðinu er að finna basalt- og/eða andesíthraunlög frá tertíer- eða kvartertímabili jarðsögunnar. Milli hraunlaganna eru lög úr seti og ösku. Í Laugarfelli er að finna móberg sem hefur hrúgast ofan á grunnbergið. Í berggrunninum má vænta að hljóðhraðinn sé ekki minni en 3 km/s og getur hann orðið allt að 5 km/s. Hljóðhraðinn í móberginu er þó venjulega um 2,5 km/s.

4.5 Mismunur hljóðhraða eftir svæðum

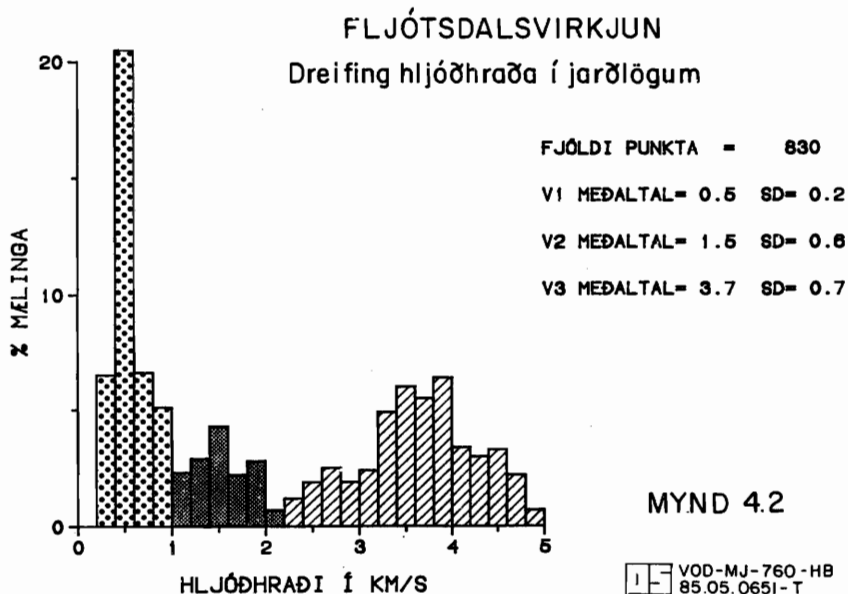
Hljóðhraðinn er nokkuð breytilegur eftir svæðum eins og sjá má á mynd 4.3. Þar hefur virkjunarsvæðinu verið skift í 6 hluta og má þar lesa ýmislegt um jarðlögin út úr hljóðhraðanum. Þar er einföldust mynd af

Eyjabakkaskurði utan Laugarár og Múla. Þar er einungis að sjá yfirborðslag að meðaltali 2 m þykkt sem liggur milliliðalaust ofan á berggrunninum. Mjög lík þessu er myndin af umhverfi inntaksmannvirkjanna á utanverðri heiðinni.

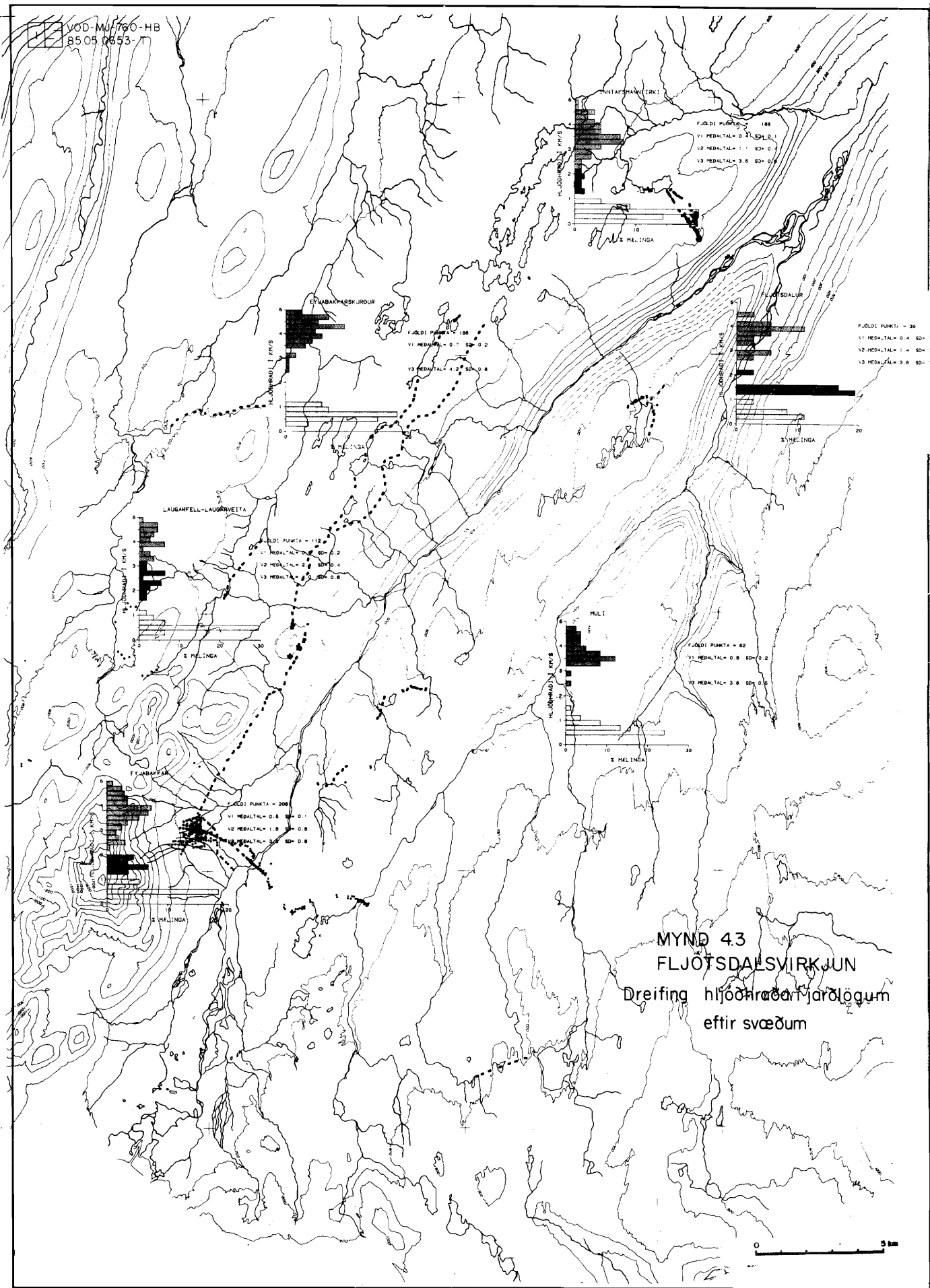
Annarsstaðar má sjá meira eða minna af millihljóðhraða (hljóðhraða V_2). Á Eyjabökkum komu fram jarðlög einkum við vesturenda stíflunnar sem gáfu hljóðhraða milli 1 og 2 km/s. Þar er um að ræða 20 til 40 m þykk lög af aurkeiluefni sem uppgötvuðust einmitt við hljóðhraðamælingar (Ágúst Guðmundsson (y.) og Bessi Aðalsteinsson 1978). Efsta hraunlagið víða austan og norðaustan Snæfells er andesít sem hefur verið kennt við Hafursá. Á stöku stað virðist það týnast í mælingu (Halína Bogadóttir og Oddur Sigurðsson 1983). Í þessum tilvikum hefur komið í ljós að hraunlagið er frekar þunnt (um 5 m) og að hluta mjög sprungið. Undir því er svo víða sundurlaust set sérstaklega boruð kjarnahola (EB-12 sjá snið í II. hefti) til að ganga úr skugga um að þar væri berglag undir á skurðleið og stíflustæði. Þar heimtust aðeins rúmlega 4 m af heillegum kjarna. Að öðru leyti var kjarninn kurlaður og tapaðist talsvert af honum. Undir andesítinu í holu EB-10 (sjá snið í II. hefti) var sundurlaust malarlag og gaf holan vatn.

Laugarfell er móbergskúfur sem hefur hlaðist ofan á Hafursárandesítið. Þar er millihljóðhraði 2,0 - 2,5 km/s sem eflaust endurspeglar móbergið í fellinu sjálfu (Halína Bogadóttir 1981). Upp með Laugaránni þar sem Laugarárveitu er ætlaður staður koma einnig fram lög sem bera hljóðið meðalhratt (2,2 - 2,7 km/s). Þar hefur verið sýnt fram á þykk malar- og sandlög og jafnvel jökulruðning undir.

Niðri í Fljóttsdal hefur líka komið fram hljóðhraði um 1,5 - 2 km/s. Þar undir grunnvatnsborði eru þykk laus malarlög sem eru að mestu framburður Jökulsár í Fljóttsdal. Vel geta verið jökulruðningslög þar undir sem gefa yfirleitt hljóðhraða á bilinu 2 - 2,5 km/s. Samkvæmt þeim mælingum eru sumsstaðar á annað hundrað metrar niður á fast berg (Halína Guðmundsson o. fl. 1976).



VOD-MU/760-HB
85.05.0653-7



MYND 43
 FLJÓTSDALSVIRKJUN
 Dreifing hljóðhræðarjarðlögum
 eftir svæðum

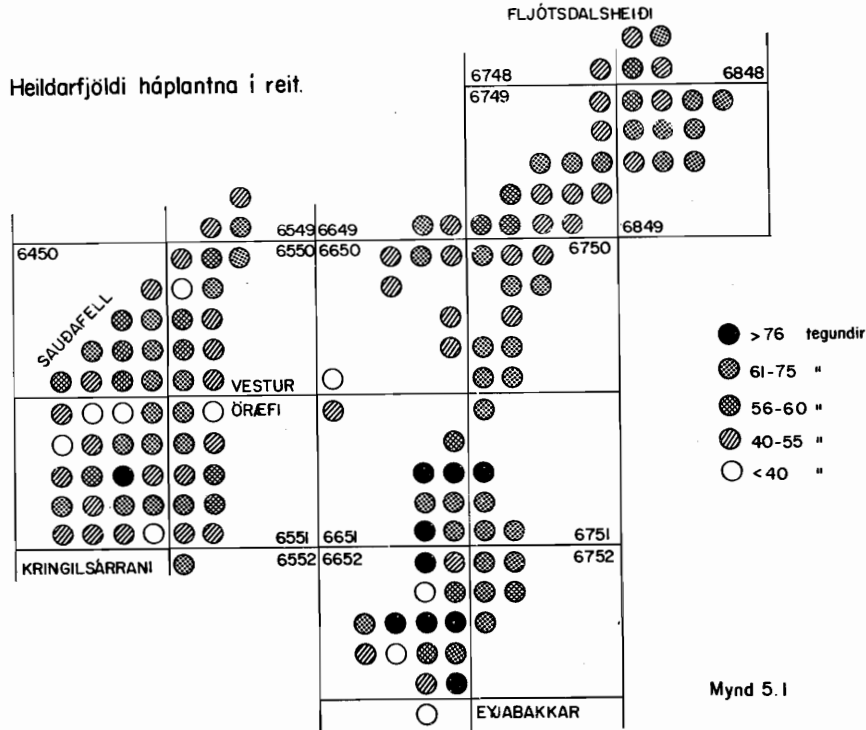
0 5 km

5 UMHVÆRFRANNSÓKNIR

5.1 Náttúrufarskönnun

Könnun náttúrufars hófst sumarið 1975, og var þá tengd hugmyndum um svonefnda Bessastaðaárvirkjun. Þær rannsóknir, sem unnar voru fyrir RARIK, urðu eðlilega hluti rannsókna vegna Fljótsdalsvirkjunar um leið og breytt var um virkjunaráætlun. Á vegum Orkustofnunar var hafist handa um rannsóknir á Eyjabökkum 1976 og síðar einnig á veituleið út Fljótsdalsheiði.

Síðar var ákveðið að láta rannsóknirnar ná til virkjunarsvæðis Austurlandsvirkjunar og það skilgreint mjög rúmt til að öðlast heildarsýn og geta metið svæði sem virkjanir nýttu með samanburði við svæði sem litið eða ekkert yrðu nýtt. Rannsóknirnar hafa náð til lýsingar staðhátta, landmótunar, yfirlits um jarðfræði, gróðurfar, dýralíf, vötn og ár. Rannsóknir vegna gróðurkortagerðar voru hafnar áður af RALA, en lokið á áður nefndum rannsóknartíma. Þrjú sérkort af virkjunarsvæðinu hafa verið gefin út (mælikvarði 1:20.000), og um þessar mundir er verið að undirbúa útgáfu gróðurkorta af öllu virkjunarsvæðinu í mælikvarða 1:40.000 og hnitakerfi RALA en á kortagrunni Orkustofnunar í mælikvarða 1:20.000, þar sem hægt er.



80.0528. KEg/EBF B-338. F-19692.

MYND 5.1: Fjöldi háplöntutegunda í 2x2 km reitum gefur nokkra hugmynd um fjölbreytni gróðurlenda. Eyjabakkasvæðið sker sig nokkuð úr hvað fjölbreytni varðar, og eru þar tiltölulega fleiri reitir með yfir 60 tegundum en bæði á Vesturöræfum og utar á Fljótsdalsheiði.

Sérstaklega hefur verið reynt að gera sér grein fyrir áhrifum virkjana á hreindýrastofninn. Undirbúningur hreindýrarannsóknna hófst 1978 og byrjuðu þær fyrir alvöru árið eftir í umsjá Orkustofnunar. Þær rannsóknir taka eðlilega mið af virkjunum bæði í Jökulsá í Fljótsdal og Jökulsá á Dal.

Þessum kafla fylgir listi yfir skýrslur um umhverfismál Fljótsdalsvirkjunar. Náttúrugripasafnið í Neskaupstað hefur haft náttúrufarsrannsóknir með höndum, en Náttúrufræðistofnun Íslands annaðist rannsóknir á hreindýrum og fuglalífi, en RALA gróðurkortagerðina eins og áður segir. Orkustofnun, Rafmagnsveitur ríkisins og Landsvirkjun hafa kostað þessar rannsóknir.

5.2 Umhverfismál Fljótsdalsvirkjunar

Fljótsdalsvirkjun sækir að meginhluta vatn til Jökulsár í Fljótsdal. Til þess að laga rennsli árinna að þörfum orkuframleiðslu er fyrirhugað að miðla henni frá stóru lóni á Eyjabökkum um skurð út Fljótsdalsheiði að Gilsársvötnum. Þar er inntakslón ráðgert með lítilsháttar miðlun. Stöðvarhús er áformað neðanjarðar undir Teigsbjargi.

Meginniðstöður náttúrfarskönnunar eru dregnar saman í heildarskýrslu frá 1981 (Hjörleifur Guttormsson (ritstjórn) o.fl.). Hér fara á eftir glefsur úr kafla þeim sem fjallar um "verndargildi athyglisverðra svæða og náttúrufyrirbæra" með innskotum frá Hákonni Aðalsteinssyni til skýringa, þar sem það er talið eiga við.

5.3 Eyjabakkar

Eyjabakkasvæðið er fjölbreytilegast og sérstæðast í heild sinni af því landi er Fljótsdalsvirkjun myndi raska. Veldur því m.a. nálægð og reisin Snæfells, sem einnig á þátt í þeirri gróðursæld er einkennir svæðið, þar eð fjallið og hnjúkaraðirnar beggja vegna skýla fyrir norðan- og vestanátt og áfoki. Þar við bætist meiri úrkoma á Eyjabökkum í austan- og suðaustanátt en vestan Snæfells og verða þannig allskýr veðraskil við fjallgarðinn.

Gróðurrannsóknir sýna heldur fleiri tegundir háplantna og lágplantna á Eyjabakkasvæðinu en á Vesturöræfum og Fljótsdalsheiði, og veldur þar mestu tilkoma nokkurra fjallategunda, er tengjast Snæfelli og öðru hálendi í grennd. Mestan svip gefur hins vegar gróska í votlendi fram með Jökulsá og á Eyjum milli kvísla hennar, þar sem lítilla áhrifa gætir af beit, ólíkt því sem er t.d. í Þjórsárverum. Hin fjölmörgu smávötn, tjarnir og pollar í votlendinu auka einnig á fjölbreytni og fegurð svæðisins, en þeim fylgir talsvert fuglalíf og vatnalíf, þar sem skötuormur er áberandi sem stærsta tegundin."

Samhliða hreindýrarannsóknum var safnað allmiklum upplýsingum um fugla á svæðinu. Vorið 1981 var varp á Eyjabakkasvæðinu kannað sérstaklega. Þau gögn eru nú til úrvinnslu og skýrsla væntanleg um fuglalíf svæðisins (Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1985).

"Allfjölbreytilegar jökulminjar frá síðustu 100 árum tengjast svæðinu innanverðu, þar sem eru jökulgarðar frá Eyjabakkajökli,

sumpart í formi sérkennilegra hrauka vestan Eyjafells.

Þannig eru það tengsl og samspil jökuls, gróðuvinnjar og megineldstöðvar (Snæfells) sem ljá svæðinu fegurð og fjölbreytni í lífi og landslagi, sem óvísða finnast slík hérlendis. Hliðstæð gróðurlendi í svipaðri eða sömu hæð er helst að finna á Vesturöræfum, og þar og í Kringilsárrana eru svipaðar jökulminjar í formi hrauka. Tengsl þessara náttúrufyrirbæra við jökul eru þó auðsærri á Eyjabökkum vegna nálægðar jökulsins þar.

Eyjabakkar liggja hærra yfir sjó en svipaðar gróðurvinnjar við upp-tök jökuláa hérlendis þ.e. í um 650 m hæð.

Miðlunarlón í Eyjabakkalægðinni mun taka yfir allt sléttlendi og um leið kaffæra mestallt votlendi og jökulminjar á svæðinu. Eftir stæðu grónar brekkur í undirhlíðum Snæfells og Snæfellsháls, svo og efst á Snæfellsnesi. Ekki verður séð, að minniháttar tilfærsla á vatnsborðshæð skipti teljandi máli fyrir náttúrvernd svæðisins.

Þótt erfitt sé um samanburð milli svæða, má telja Eyjabakka meðal athyglisverðustu hálandisvinnja hérlendis að náttúrverndargildi. Kemur svæðið að líkindum næst á eftir Þjórsárverum. Þetta hefur verið undirstrikað með því, að Náttúruverndarráð hefur sett svæðið á náttúruminjaskrá sína, 2. útgáfa, er birt var 1978 og er þar mælt með verndun á svæðinu sem næst núverandi horfi. Í riti Náttúruverndarráðs, Vatnavernd (Arnþór Garðarsson 1978) eru Eyjabakkar settir í B-flokk votlendissvæða, þ.e. svæði "til vandlegrar athugunar", en í A-flokk eru þar sett einstæð svæði sem ber að friðlýsa, þar á meðal Þjórsárver. Um svæði í B-flokki segir m.a. í þessu riti: "Um þessu svæði öll má segja að þau eru fremur lítið þekkt og oft er um ræða heil vatnasvið. Yfirleitt er stungið upp á þeim sem góðum dæmum um ákveðnar vatnagerðir, en mælt með að frekari rannsóknir og kannanir fari fram, áður en endanleg afstaða er tekin um hugsanlega friðun einhverra þeirra. Slíkar kannanir hljóta að fela í sér samanburð við hliðstæð vatnakerfi, sbr. C-flokk og yfirlit um flokkun vatnagerða". Ljóst er, að miðlun á Eyjabökkum snertir umtalsverða náttúruverndarhagsmuni og veruleg röskun á náttúru og svipmóti svæðisins hlytist af fyrirhuguðum virkjunarframkvæmdum".

5.4 Fljótsdalsheiði, Valþjófsstaðafjall og Fljótsdal

Hjörleifur Guttormsson (1976) fjallar um áhrif af mannvirkjagerð á Fljótsdalsheiði og í Fljótsdal. Þar segir m.a.:

"Niðurstaða athugana á landslagi og jarðmyndunum á svæði Bessastaðaárvirkjunar er sú, að merkustu jarðsögulegar menjar og landslagsþættir þar séu tengdir Bessastaðargili og fjallshlíðinni þaðan inn fyrir Hvamm (Klausturhæð, Valþjófsstaðafjall). Áherslu ber að leggja á að halda þessu svæði ósnortnu af mannvirkjagerð ofan jarðar, enda ekki komið fram hugmyndir þar að lútandi eftir að ákvörðun var tekin um veg upp á heiðina utan við Bessastaðaá.

Innan við Hvamm er bjargið allsérstætt, en hlíðin blasir þar ekki lengur við alfaraleið eins og utar....

Æskilegt er að vernda gegn raski jökulminjar í formi jökulgarða og

jaðarurða frá lokum ísaldar, sem er að finna í mynni Norðurdals innan við Valþjófsstað og við ofanvert Bessastaðaárgil. Á síðar-nefnda staðnum er þær að finna beggja vegna gilsins og í sveignum norðvestan í Klausturhæð milli neðanverðs Garðalækjar og Miðfells. Blasa þessar jökulmenjar við frá veginum utan við Bessastaðaá og þyrfti að hlífa öllu þessu svæði við raski.

Í fyrirhuguðum lónstæðum á heiðinni í efra og í grennd þeirra er ekki kunnugt um sérstæðar jarðmyndanir eða jarðsöglegar minjar, sem hafi verndargildi. Skiptir þar mestu góður frágangur á því raski, sem yrði við mannvirkjagerð, enda verði haft samráð við Náttúruverndarráð þar að lútandi.

Helstu niðurstöður af könnun lífríkis á svæðinu með tilliti til virkjunaráforma eru, að fyrirhugaðar framkvæmdir skerði ekki fágæt eða verulega sérstæð vistkerfi. Engar sjaldgæfar tegundir háplantan fundust í fyrirhuguðum lónstæðum og ekki er kunnugt um slíkar af öðrum heimildum. Hins vegar eru miðlunarlónstæðin vel gróin utan vatnanna, sem fyrir eru, og hlýtur að reyna á landnýtingarmat við ákvörðun á stærð lónanna.

Hagnýt not af landi á Fljótsdalsheiði eru nú nær eingöngu bundin við sauðfjárbætur og virkjunin virðist einkum geta raskað þeim með tvennu móti, þ.e. með beinni skerðingu beitolands og á óbeinan hátt með truflun á hagagöngu fjárins.

Bein eyðing gróurlenda verður vegna lands, sem fer undir miðlunar- og veitulón og veituskurði og önnur mannvirki (vegi, stíflur), svo og við efnistöku og jarðrask á athafnasvæði virkjunarinnar. Gróurlandi, sem fara undir vatn, verða seint endurheimt, en efnistökusvæði geta gróið upp og má flýta fyrir því með uppgræðslu, þótt hún sé annmörkum háð svo hátt yfir sjó.....

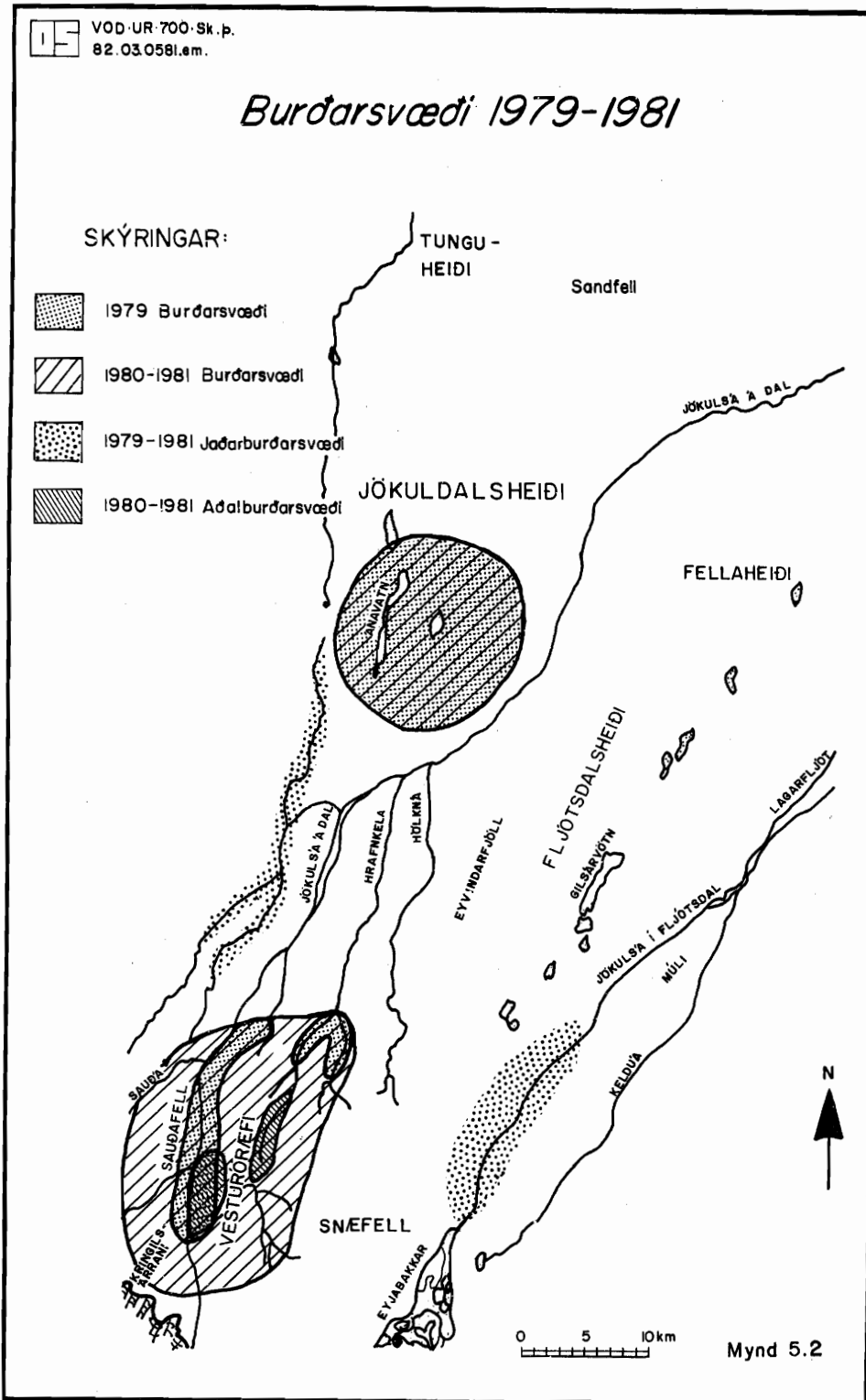
Í veitulónum við Eyvindará (Þórisstaðakvísl) og Hölkná svo og skurðstæðum frá þeim, missist nokkurt gróurlendi, að magni og framleiðni til minnkandi í sömu röð, og þau eru hér upp talin."

Meginniðurstöður skýrslna um vatnalíf á svæðinu benda ekki til, að þar séu sérstæð náttúruverðmæti í húfi en öll vötn á skurðleiðinni munu verða jökulskotin. Öðru máli gegnir með vötnin í veitum af Fljótsdalsheiði. Bent er á þann möguleika að lónin og árnar í þessum veitum gætu nýst urriða.

5.5 Fossar í Jökulsá og Bessastaðaá

Um fossa á svæðinu segir í skýslu Hjörleifs Guttormssonar og félaga 1981:

"Nokkrir snotrir fossar eru í Jökulsá innan við byggð í Norðurdal og þeirra mestur Kirkjufoss, um 30 m há. Enginn þessara fossa er talinn í fyrsta eða öðrum flokki í riti Náttúruverndarráðs, Fossar á Íslandi (Sigurður Þórarinnsson 1978), og sama gildir um fossa í Bessastaðaá. Hins vegar er Hengifoss þar settur í fremstu röð (fyrsta flokk), og verður hann ekki skertur af mannvirkjagerð í þágu Fljótsdalsvirkjunar". (Sjá ljósmyndir nr. 13 og 17 - 24.)



MYND 5.2 Það skiftir miklu fyrir viðgang hreindýrastofnsins hvernig burður tekst til. Mikilvægustu burðarsvæðin eru í Hálsi við Jökulsá á Dal. Margar kýr bera á leiðinni að Hálsi einkum ef vorið er svalt eins og t.d. árið 1979. Jaðarburðarsvæði við Jökulsá í Fljótsdal gefa til kynna farleiðir dýranna vestur yfir ána og væntanlegan Eyjabakkaskurð undir Fellum.

5.6 Hreindýrarannsóknir

Eftirfarandi er byggt á skýrslu Kristbjörns Egilssonar og Skarphéðins Þórissonar 1984: Hreindýrastofninn er um þessar mundir um 3600 dýr og af þeim er u.þ.b. helmingur á Austfjörðum frá Héraðsflóa til Hornafjarðar. Fljótsdalsvirkjun snertir á einn eða annan hátt um 1200 dýr af þeim sem hafa sumardvöl á heiðum uppi, en 600 dýr halda sig í Kringilsárrana að sumrinu og þeim megin Jökulsár á Dal árið um kring. Ef litið er á málið í sögulegu samhengi þá eru heiðarlöndin mikilvægust hreindýrunum og þegar þau voru fæst um 1940 voru þau eingöngu í Kringilsárrana. Líklega verður því að líta á útbreiðsluna á fjörðunum sem tímabundið ástand, einhverskonar hástig á þenslu stofnsins. Það land sem undir vatn fer við Fljótsdalsvirkjun hefur lítil bein áhrif á beitolönd hreindýra (sjá mynd 5.2). Hinsvegar gæti svo farið að skurðurinn og Eyjabakkalón hindruðu ferðir um 600 dýra milli beitar-svæða, þ.e. suður og austur um Jökulsá í Fljótsdal, en það myndi auka beitarálagið á Fljótsdalsheiði. Reiknað er með brúm á Eyjabakkaskurð í byggingarkostnaði Fljótsdalsvirkjunar. Ennfremur verða sneiðingar upp úr skurðinum með vissu millibil vegna efnisflutninga, sem ættu að auðvelda dýrum sem lenda í honum að hafa sig upp úr aftur. En hættur verða eftir sem áður á þeim tíma sem snjóbrýr og ís halda ekki dýrum, sem þá álpast út á skurðinn.

5.7 Söguminjar

Í samráði við starfsmann Þjóðminjasafnsins hafa verið skráðar mannvistarleifar á virkjunarsvæðinu. Aðallega er um að ræða rústir gangnamannakofa eða kofa sem enn eru í notkun en augljóslega gamlir, alls 8, og eina leif af grenjabyrgi. Þá voru skráð ummerki (vörður) á svonefndri Aðalbólsleið milli Fljótsdals og Hrafnkelsdals.

5.8 Ábendingar til virkjunaraðila

Í flestum skýrslum um umhverfisrannsóknir er að finna einhverjar ábendingar og athugasemdir. Vakin er athygli á því að sérstök náttúrufræðisráðgjafi hefur ekki farið fram vegna veitu af Hraunum, þ.e. svonefndrar Sauðárveitu.

Ekki hefur verið gerð grein fyrir áhrifum miðlunar á rennsli Kelduár, og áhrifum slíkra framkvæmda á mögulega nýtingu árinna til fiskiræktar (sjá síðar).

Bent er á að æskilegt væri að nánari rannsókn fari fram á jökulminjum við jaðar Eyjabakkajökuls af fræðilegum ástæðum. Sama gildir um rás gróðurs í jökulgörðunum.

Sérstakar ráðstafanir þyrfti að gera til að koma í veg fyrir akstur og náttúruspjöll að nauðsynjalausu utan fyrirhugaðs athafnasvæðis vegna virkjunarframkvæmda. Í því sambandi er rétt að vekja athygli á banni við umferð vélknúinna tækja yfir á friðlýst svæði á Lónsöræfum og ætti að ganga ríkt eftir að það sé haldið og engar slóðir verði þangað lagðar.

Verði ráðist í virkjunarframkvæmdir sýnist ráðlegt að skipa sérstakan eftirlitsaðila fyrir hönd Náttúruverndarráðs til að fylgjast með þeim

og tryggja að sem minnstu verði raskað og það lagfært að framkvæmdum loknum svo sem frekast er kostur. Ennfremur að starfsfólki við framkvæmdirnar verði gerð grein fyrir náttúrufari svæðisins og hversu viðkvæmt það er, til að auka skilning á nauðsyn þess að umgangast það með gát. Verði þetta gert á hverju vori, og í því sambandi verði gefin út kynningarbæklingur.

"Athuga þarf á undirbúningsstigi í samráði við heimamenn, hvernig staðið yrði að framkvæmdum þannig að sem minnstri truflun valdi fyrir búpening og með hvaða hætti megi draga úr hindrunum á umferð og eðlilegri dreifingu sauðfjár í sumarhögum af völdum veituskurða svo og hættum af þeim fyrir fé."

Rétt er að gera athugasemdir í tilefni af einstaka ábendingum.

Nýlega var reiknað út hversu mikið dragi úr rennsli Kelduár við veitu úr Sauðánum, Grjóta og innstu drögum Kelduár til Eyjabakkalóns.

Ef miðað er við Kelduá við Sturluflöt eftir að Fellsá sameinast henni, minnkar vatnasvið hennar um 84 km^2 , eða úr 397 í 313 km^2 . Áætluð minnkun ársrennslis er um $7,2 \text{ m}^3/\text{s}$, eða um þriðjungs minnkun (Almenna verkfræðistofan o. fl. 1982). Að auki hverfur jökulvatn úr ánni. Vegna hæðar vatnasviðs Sauðárveitu, en það er nánast allt yfir 700 m y.s., mun þessi minnkun rennslis fyrst og fremst varða sumarrennsli, en hafa fremur lítil áhrif á vetrarrennsli. Ekki er líklegt að veitan komi til með að hafa umtalsverð áhrif á flóðtoppa, eins og þá sem verða stundum á haustin, og eiga röt sína að rekja til að saman fara miklar rigningar og snjóbráð á frosna jörð.

Í kveri Hákonar Aðalsteinssonar (1982) "Um fiskræktarskilyrði á Héraði" eru það taldir helstu annmarkar Kelduár, að hún er snauð af næringarefnum, köld og með óstöðugt rennsli.

Þær breytingar, sem verða á Kelduá eftir að hluta vatnsins er veitt út af vatnasviðinu, ættu að auka innihald vatnsins af næringarefnum, þar sem hluti af snauðasta fjallavatninu er fjarlægður. Af sömu orsökum ætti áin að hitna betur, en athuganir á ánum á Héraði sýndu að vatnsminni árnar sem komu af hálendinu hitnuðu fyrr og meira en hinar vatnsmeiri. Lítilsháttar minna vetrarrennsli gæti dregið úr jákvæðum áhrifum á ofantalda þætti, en í heild er ekki talin verða umtalsverð breyting á fiskræktarskilyrðum, og þá fremur til góðs en ills.

Hvað hreindýr varðar er rétt að drepa á nokkur atriði úr skýrslu Kristbjörns og Skarphéðins um hreindýrarannsóknir:

Kanna þarf betur hvaða leiðir hreindýrin velja þvert á fyrirsjáanlegar hindranir.

Tryggja skal að hreindýrum sem ganga undir Fellum í ágúst fjölgi ekki frá því sem var 1981. Fylgjast með því hvernig dýrunum tekst að laga sig að breyttum aðstæðum á meðan og eftir að verkinu er lokið. Á grundvelli þeirra athugana á að taka afsöðu til hvort nauðsyn beri til að fækka dýrunum. Hreindýraveiðar verði bannaðar innan Þrælháls á meðan á virkjun stendur. Samhliða því þarf aukið eftirlit með þeim.

Fylgst verði með atferli, ferðum og dreifingu hreindýra meðan á framkvæmdum stendur og aðlögun þeirra að mannvirkjum, og einnig að frá þeim verði gengið þannig að þau valdi hreindýrunum sem minnstum hindr-

unum.

Reynt skuli að haga framkvæmdum þannig að sem minnstum truflunum valdi, t.d. með vali á framkvæmdatíma við einstaka verkþætti svo sem kostur er.

Til frekari rannsókna er auk þess sem áður er talið, sérstaklega bent á rannsóknir sem geta gefið upplýsingar um áhrif truflunar á beitaratferli dýranna. Ennfremur rannsóknir til að meta hugsanlega aukið beitarálag á meðan á framkvæmdum stendur og eftir virkjun. Slíkt er nauðsynlegur liður í hugsanlegum breytingum á stjórnun veiða sem breyttar aðstæður kunna að gefa tilefni til.

Með tilliti til þessara ábendinga hefur Landsvirkjun nú þegar látið fara fram frekari rannsóknir á vorfari hreindýra á Eyjabökkum og á svæði væntanlegs Eyjabakkaskurðar, einkum innan Laugafells.

6 VEDURFAR

6.1 Inngangur

Orkustofnun hefur nú um nokkurt skeið fylgst með veðurfari á Fljótsdalsheiði og Múla. Þannig hafa verið reknar veðurstöðvar og færðar veðurbækur eftir föngum í vinnubúðum sumarið 1979 í Múlabúðum við ármót Grjótár og Kelduár og sumurin 1980 og 1981 undir Laugarfelli. En bæði er að athuganir féllu niður á fríhelgum og náðu aðeins yfir síðsumarið. Þótti því ástæða til að reyna sjálfvirka gagnasöfnun, í fyrstu um hitastig og vindhraða.

Í byrjun vetrar 1980-'81 var sett upp sjálfvirk veðurstöð við Stóralæk á Fljótsdalsheiði í um 655 m hæð yfir sjó (sjá mynd nr. 4.1). Skilaði hún nokkuð slitróttum en þó nothæfum gögnum um hitastig utan sumarmánaða fram á vor 1982, en skráning vindhraða mistókst með öllu. Nánari grein er gerð fyrir úrvinnslu mælinga fram á vor 1982 í skilagreini Orkustofnunar (Kristinn Einarsson og Örn Ólafsson 1982).

Frá miðjum nóvember 1982 hefur mælingum á hita og vindhraða verið safnað nær óslitið á 3ja tíma fresti í til þess gerð skráningartæki. Um það er væntanleg til viðbótar áfangaskýrsla Kristins Einarssonar á árinu 1985.

Hér á eftir er gerð grein fyrir veðurstöðinni að Stóralæk, getið um samband hitafars á Fljótsdalsheiði og niðri í byggð og teknar saman niðurstöður og ályktanir, sem af veðurfarsrannsóknunum má draga.

6.2 Veðurstöðin að Stóralæk

Stöðin er á Fljótsdalsheiði við slóð norðan Laugarár á mótum við Stóralæk, á $64^{\circ}55'$ N, $15^{\circ}21'$ V í um 655 m y.s. (sjá mynd 4.1), og hófst rekstur hennar 21. október 1980 kl. 18:00.

Hlé var á rekstri frá 1. maí til 2. desember 1981 og gloppur eru víða í hitamælingum svo allt að vikum skiptir tvo fyrstu veturna, ýmist vegna bilana eða vegna yfirfyllingar á minni skráningartækisins. Einnig var hlé á rekstri stöðvarinnar frá 25. mars til 11. nóvember 1982. Frá og með þeim tíma hefur tekist að mæla vindhraða nokkurn veginn óslitið, auk hitastigs sem áður.

Stöðin skráir hitastig og vindhraða sjálfvirkt á þriggja tíma fresti kl. 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18 og 21 í þar til gerð skráningartæki með föstu minni, sem síðan er lesið af inn á lítið segulband. Minnið getur geymt aflestra í 169 daga. Tækin eru geymd í litlum skála sem fluttur var á staðinn síðla árs 1982.

6.3 Hitamælingar - fylgniprófun

Línuleg fylgniprófun við stöðvar í byggð hefur verið gerð fyrir sólarhringsmeðalhita T_H og sólarhringslágmarkshita T_A á sjálfvirku veðurathugunarstöðinni við Stóralæk.

Meðalhitinn hefur besta fylgni við mælingar á Hallormsstað, en lágmarkshitinn á sér besta samsvörun á Brú.

Eftirfarandi líking fékkst fyrir meðalhita:

$$T_H(\text{Stl.}) = 1,02 * T_H(\text{Hlst.}) - 5,06 \quad (1)$$

Þar sem líkur eru ca. 90% að mælt $T_H(\text{Hlst.})$ gefi $T_H(\text{Stl.})$ með minna en $2,1^\circ\text{C}$ óvissu og líkur eru ca. 58% að óvissan sé minni en $1,0^\circ\text{C}$. Fylgnistuðull, r er 0,965 og samstæð dagsgildi eru 392.

Þess má geta, að ef fara á út fyrir það mælisvið sem þegar er fyrir hendi í mælingunum, eykst óvissan aðeins. Við 90% líkur og $\pm 20^\circ\text{C}$ vik frá meðalgildinu $-6,5^\circ\text{C}$ eykst óvissan í $2,15^\circ\text{C}$.

Samsvarandi meðalgildi (ásamt langtíameðaltali til hliðsjónar) í $^\circ\text{C}$ eru þessi:

	I 392 dagar	I 1931-'60	I
	I-----I	I-----I	I
Stórilækur.....	I -6,5	I .	I
Möðrudalur.....	I -6,1	I 0,5	I
Brú.....	I -5,1	I .	I
Hallormsstaður....	I -1,4	I 4,1	I
Teigarhorn.....	I -0,3	I 4,4	I

Skýrt kemur hér fram, að sambandið gildir best við hita undir ársmeðaltali, enda voru tiltækar athuganir ekki jafndreifðar innan ársins.

Líking fyrir lágmarkshita er:

$$T_A(\text{Stl.}) = 0,89 * T_A(\text{Brú}) - 1,36 \quad (2)$$

Þar sem líkur eru ca. 90% að mælt $T_A(\text{Brú})$ gefi $T_A(\text{Stl.})$ með minna en $2,6^\circ\text{C}$ óvissu og líkur eru ca. 51% að óvissan sé minni en $1,0^\circ\text{C}$. Fylgnistuðull, r er 0,933 og fjöldi samstæðra dagsgilda er 143.

Athuganir á Stóralæk eru ekki fyllilega sambærilegar við athuganir á stöðvum Veðurstofunnar varðandi lágmarkshitann. Lægsta gildi átta athugana á sólarhring er látið lýsa lágmarkshita á Stóralæk, en á stöðvum Veðurstofunnar eru lágmarksmælar, sem gefa raunverulegt hitalágmark sólarhringsins. Sambærileg gildi væri hægt að fá á Hallormsstað, þ.e. lægstu gildi átta athugana á sólarhring, og ennfremur væri hægt að kanna tengsl þeirra við lágmarkshita sólarhringsins þar. Slíka athugun væri eðlilegast að gera á Veðurstofunni, þar sem veðurgagnabanki Orkustofnunar nær aðeins til dagsmeðalgilda, en ekki til athugana sem gerðar eru oftár en einu sinni á dag.

Athygli vekur að fylgni í meðalhita skuli vera betri við Hallormsstað en við Brú. Líklegasta skýringin á þessu er sú, að hitamælingar á Hallormsstað eru á 3 klst. fresti á meðan mælingar á hinum viðmiðunarstöðvum Veðurstofunnar eru gerðar kl. 09, 15 og 21. Þetta skapar mismæmi í samanburði á sólarhringsmeðalhita milli sjálfvirku stöðvarinnar og stöðva Veðurstofunnar annarra en Hallormsstaðar.

Velta má fyrir sér hvernig bæta megi nákvæmni fylgnilíkinga milli Stóralækjar og stöðva Veðurstofunnar, auka fylgni og minnka óvissu þar með. Benda má á að notast er við mælingar ýmissa árstíða samtímis, en væntanlega gilda mismunandi líkingar fyrir hinar ýmsu árstíðir eða

jafnvel mánuði. Þegar mælingum fjölgar má huga að þessu atriði, en sem stendur eru þær ekki nægilega miklar til að gefa tölfræðilega marktæka niðurstöðu á þann hátt. Að líkindum verður óvissan þó aldrei minni en $\pm 1^{\circ}\text{C}$, en það myndi teljast fullnægjandi þegar haft er í huga að óvissa í sjálfum mælingunum er nokkur.

6.4 Niðurstöður

Hægt er út frá fylgnilíkingum að reikna út sólarhringsmeðalhita og fara nærri um lágmarkshita á Fljótsdalsheiði utan sumarmánaða.

Við 90% líkindamörk er óvissa í ákvörðun meðalhitans $\pm 2,1^{\circ}\text{C}$ en í ákvörðun lágmarkshitans er hún $\pm 2,6^{\circ}\text{C}$.

Þíða verður frekari mælinga á vindhraða á Stóralæk til að fá nánari fylgni við stöðvar Veðurstofunnar, bæði með tilliti til meðalvindhraða og tíðni veðurhæðar, enda eru samstæðar athuganir enn sem komið er fáar og ákvörðun vindhraðans víðast mjög óörugg á nálægum stöðvum í byggð.

Meðalvindhraði á Stóralæk liggur að líkindum á milli þess sem hann er á Hveravöllum og í Vestmannaeyjum, en þar mælist mestur vindhraði þeirra stöðva Veðurstofunnar, sem hafa vindhraðamæli.

Að fengnum frekari niðurstöðum mælinga er hægt að bæta nákvæmni útreikninga og meta hitafar og vindhraða einstakra árstíða eða mánuða á Fljótsdalsheiði betur.

7 MANNVIRKJAJARÐFRÆÐI

7.1 Rannsóknaraðferðir

7.1.1 Kjarnaborun

Jarðlagastafli sá sem umlykja mun stöðvarhús og jarðgöng Fljótsdalsvirkjunar við Teigsbjarg er þverskorinn í hlíðum og giljum Fljótsdals. Af sniðum sem nást í opnum má geta sér til um um hvernig jarðlög göngin munu liggja. Til þess að fá nákvæmari mynd eru boraðar kjarnaholur í jarðlöggin eins nálægt fyrirhuguðum mannvirkjum og hægt er. Borkjarninn sýnir jarðlöggin í því ástandi sem þau munu verða þegar grafið verður í þau, eða á þeim byggt, og nýta má kjarnann og holurnar til jarðeðlisfræðilegra mælinga.

Kjarnaholur sem boraðar eru á stíflustæðum eru fyrst og fremst til lektarmælinga og könnunar á undirstöðum steyptra mannvirkja.

Kjarnaholurnar eru flestar boraðar með "wireline" kjarnarörum af NQ og BQ gerð 305 og 470 cm löngum. Kjarni skorinn með NQ borkrónu er 47 mm í þvermál en BQ krónan sker 38 mm sveran kjarna. NQ holur eru hentugri til mælinga vegna þess að þar er meira rými fyrir mælitæki. Þessi áhöld eru mjög fullkomin og skila 100% kjarna þótt um sé að ræða illa samlímd sandsteins- og siltsteinslög.

Þær holur sem boraðar voru í sambandi við rannsókn á Bessastaðaárvirkjun og nokkrar holur á Eyjabökkum voru boraðar með T kjarnarörum. T kjarnarör hafa 7 mm þykkana bana. Í Valþjófsstaðafjalli voru boraðar 76 mm víðar holur sem gefa 62 mm sveran kjarna. Á Eyjabökkum voru boraðar 66 mm víðar holur, 52 mm sver kjarni.

Borbúnaður þessi er lakari en "wireline" búnaður vegna þess að hífa þarf upp stangalengjuna þegar kjarnarör er orðið fullt og einnig er meiri sláttur á þeim borstöngum sem notaðar hafa verið við T rörin. Slíkt eykur hættu á hruni úr holuveggjum og getur valdið því að kjarni molnar.

Úrvinnsla fór að mestu fram á borstað. Þegar fullt kjarnarör kemur upp úr holu er það tæmt í sérsmíðaðan kjarnakassa. Kjarnanum er raðað í hólf kassans og bútar hans látnir falla saman eftir því sem unnt er. Dýpið er mælt eftir lengd borstanganna og gefið upp með 10 cm nákvæmni. Í berginu eru sprungur sem skifta kjarnanum í búta strax í borun, en stundum loðir kjarninn saman þegar hann kemur upp, t.d. á sprungufyllingum, en hrekkur svo í sundur við flutning. Einnig brotnar heill kjarni töluvert í meðförum t.d. þegar hann er slitinn við hífingu eða þegar verið er að banka hann úr rörinu.

Við úrvinnslu er reynt að greina í sundur brot og sprungur. Ef heill kjarni brotnar þá er brotsárið ferskt og þekkist frá gömlum sprungum.

Setlög molna oft þegar þau þorna. Til þess að varðveita kjarna úr þeim í upprunalegu formi, eru teknir bútar og á þá borið vax til þess að hindra rakatap. Reynt er að athuga slík sýni sem fyrst.

Borkjarnarnir eru geymdir í kjarnageymslu Orkustofnunar í Reykjavík a.m.k. í 10 ár eftir að virkjunin tekur til starfa. Kjarninn er mynd-

aður í kössunum og nægja myndirnar oft til þess að veita upplýsingar sem menn þarfnast síðar og spara þannig vinnu við að umstafla kössunum.

7.1.2 Borholumælingar

Mæld var lekt, vídd, hiti og halli í holu FV-1, en einungis leki í öðrum holum. Lekt var mæld með pökkurum, þrýstiskynjara og rennslismæli. Niðurstöður lektarmælinga voru skráðar með siritandi rennslis- og þrýstimæli. Ut frá þeim var fundinn leiðnistuðull bergsins og áætlaður leki inn í væntanleg jarðgöng. Sjá kafla um lekt.

7.1.3 Loftborun

Loftbor var notaður við rannsóknir á vesturenda stíflustæðis á Eyjabökkum (1981), á nokkrum stíflustæðum Gilsár- og Hólmalóns (1980) og á frárennsliskurðleið í Norðurdal (1981).

Loftbor hentaði ekki vel á heiðinni vegna þess hve erfitt er að flytja loftpressuna í torfærð.

Á stíflustæðum við Eyjabakka var fyrst og fremst verið að lektarmæla aurkeiluna sem reyndist vera um 25 m þykk undir enda stíflustæðisins. Gekk mjög skrykkjótt að bora þessar 4 holur vegna bilana.

15 holur (LB 1-15) voru boraðar á stíflustæðum Gilsár- og Hólmalóns 12-18 m djúpar. Voru þær lektarprófaðar að nokkru og reynt að greina berglöggin eftir svarfinu. Borhraðinn var einnig mældur þar.

Á frárennsliskurðstæði í Norðurdal voru boraðar 10 holur til að kanna dýpi á fast. Fyrst og fremst voru þessar upplýsingar unnar úr borhraða.

7.1.4 Borro- og cobraborun

Borro höggbor var notaður til að kanna þykkt lausra yfirborðslaga á stíflustæðum við Gilsár- og Hólmalón og stíflustæðum Hólknárveitu sumarið 1975 (481 hola sjá Halína Guðmundsson o.fl. 1976). Á stíflustæðinu á Eyjabökkum voru boraðar 9 borro holur úti í ánni af fleka sumarið 1982.

Árið 1979 voru boraðar 246 holur með litlum cobra höggbor á leið sem ætluð var Eyjabakkaskurði. 1980 var cobraborun augin til muna og boraðar 1458 holur um mestallt mannvirkjasvæðið. Sumarið 1981 var svo bætt við 1225 holum þar sem helst vantaði í fyrri borun. Vorið 1982 voru að lokum boraðar 14 holur á stíflustæðinu í Jökulsá á Eyjabökkum.

Margar af holunum voru boraðar á ísilögðum vötnum á Eyjabakkaskurðleiðinni og á stíflustæði við Eyjabakka. Reyndist það afar hagkvæm aðferð einkum vegna þess hve fljóttlegt er að flytja milli hola á vél-sleða.

Cobra bor er bensínknúinn höggbor. Með honum eru reknar niður 22 eða

25 mm sverar stengur og er sú neðsta ydd. Mælt er hve langan tíma tekur að reka stengurnar niður, og fæst með því móti lagskipting í holunni eftir því hve mikið viðnám hvert lag veitir. Búast má við að steinar geti stöðvað borinn og einnig þétt lög lausra jarðefna svo sem jökulruðningur. Þannig gefur cobraborun einungis lágmarksþykkt lausu jarðlaganna eins og borrhóborun.

7.1.5 Hljóðhraðamælingar

Hljóðhraði var mældur á fyrirhuguðum stíflustæðum og skurðleiðum á Fljótsdalsvirkjunarsvæðinu í þeim tilgangi að kanna þykkt lausra jarðlaga og gerð berggrunns. Til þess var notuð hljóðbrotsaðferð (refraction) þ.e. mælt var hvar hljóðbylgjan brotnaði við það að ganga milli jarðlaga með mismunandi hljóðhraða. Til mælinganna voru notuð tvennskona tæki: 12 rása ABEM tæki og Bison 8012 með 12 hljóðnema hvort. Mælisnið voru mislöng. Í flestum tilvikum voru 60 eða 130 m milli skotpunkta. Á örfáum stöðum þar sem mjög djúpt var á berg voru sniðin lengd yfir 200 m. Sprengt var með dínamíti í báðum endum hvers sniðs. Mælingar fóru fram á árabílinu 1975 - 1982 sem sjá má í skýrslum Orkustofnunar (Halína Guðmundsson og fl. 1976 a og b, Ágúst Guðmundsson (y.) og Bessi Aðalsteinsson 1978, Oddur Sigurðsson 1978, Halína Bogadóttir 1980, 1981, 1982 og Halína Bogadóttir og Oddur Sigurðsson 1983).

Við túlkun á mælingum var alltaf notast við "time intercept" aðferðina sem var reiknuð með hjálp forrits í tölvu OS. Ef sérstök ástæða þótti til var hljóðhraðinn einnig reiknaður með "critical distance" aðferðinni. Þar sem línurit voru óregluleg var dýpið á berggrunn reiknað undir hverjum hljóðnema ef aðstæður leyfðu. Töflur með staðsetningu og niðurstöðum allra mælisniða er að finna í öðru hefti þessarar skýrslu.

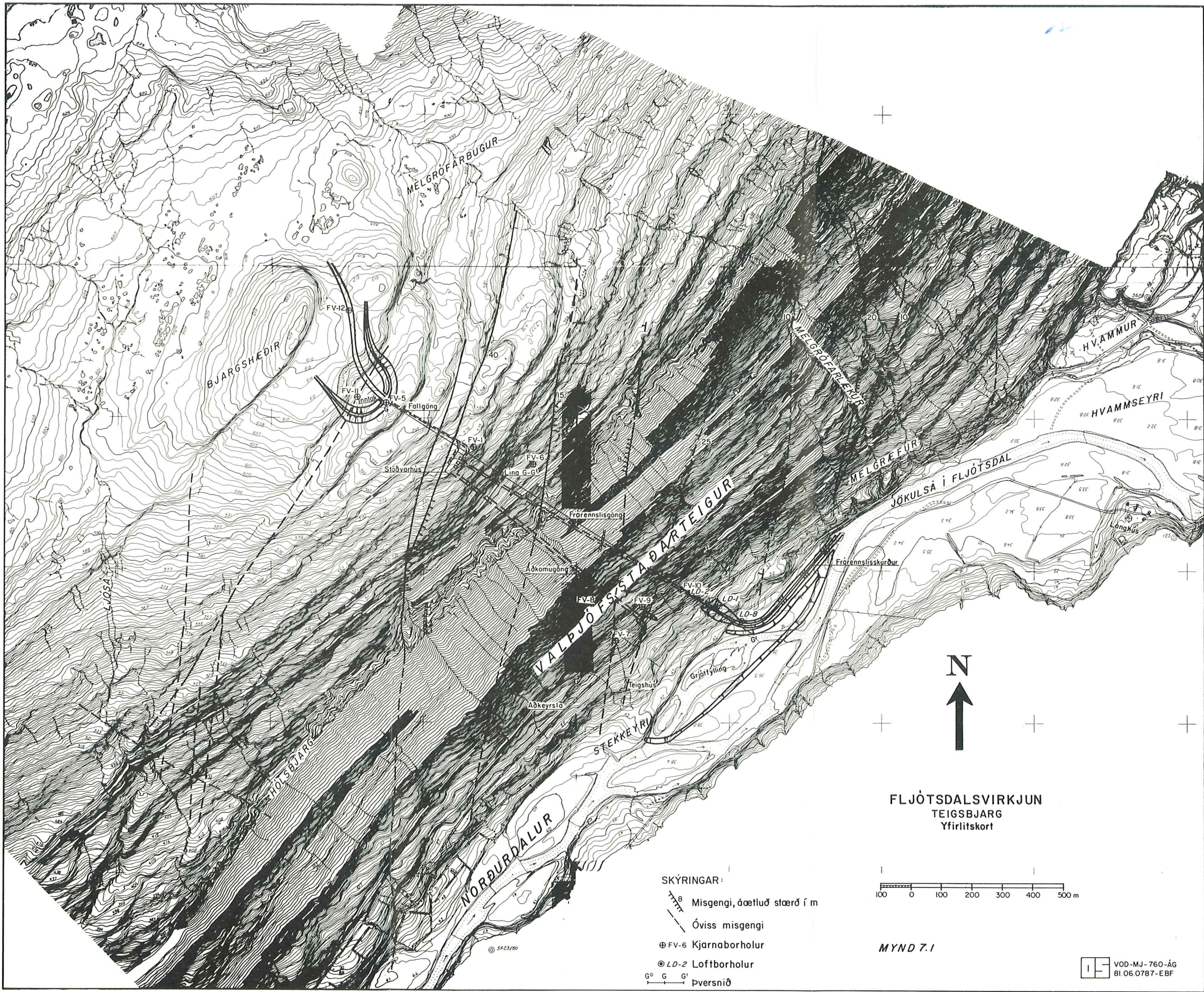
7.2 Fallgöng, stöðvarhús og frárennslisgöng

7.2.1 Inngangur

Búið er að velja virkjuninni stað innan mjög þröngra landfræðilegra marka. Um mismunandi tilhögun getur verið að ræða eftir því hvaða leið göngum verður valin milli inntaks á Bjargshæðum og frárennslis í Valbjófsstaðateigi. Vatnshæð við inntak er áætluð 611,2 m y.s. og undirvatnshæð 33,5 m y.s. (Sjá mynd 7.1).

7.2.2 Rannsóknaryfirlit

Sumarið 1980 voru boraðar 5 rannsóknarholur á áformaðri jarðgangaleið að stöðvarhúsi Fljótsdalsvirkjunar. Bera þær táknið FV-1, FV-5, FV-6, FV-7 og FV-8 (sjá snið í II. hefti). Ætlunin var að fá fram nákvæmar upplýsingar um skipan jarðlaga, jarðvatnsástand og leka og meta bergið með tilliti til jarðgangagerðar. (Sjá mynd 7.2).



BJARGSHEDIR

MELGRÖFARBUGUR

H.VAMMUR

HVAMMSEYRI

JÖKULSÁ Í FLJÓTSDAL

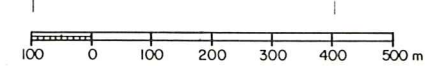
VALPJÖPSSTAÐARTEIGUR

HÖLSBJARG

NORÐURDALUR



FLJÓTSDALSVIRKJUN
TEIGSBJARG
Yfirlitskort



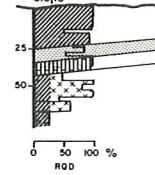
- SKÝRINGAR:
- Misgengi, áætluð stærð í m
 - Óviss misgengi
 - Kjarnaborholur
 - Loftborholur
 - Þversnið

MYND 7.1

Hæð
m.y.s.
600
500
400
300
200
100
0

G° NV.

FV-12
613,10



0 50 100 %
RQD

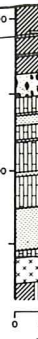
FV-II
604,12



0 50 100 %
RQD

G

FV-5
607,26



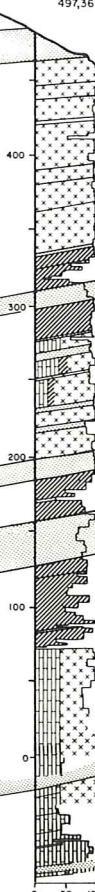
0 50 100 %
RQD

FV-I
572,54



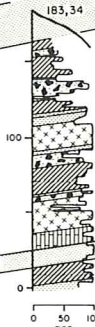
0 50 100 %
RQD

FV-6
497,36



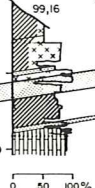
0 50 100 %
RQD

FV-8
183,34



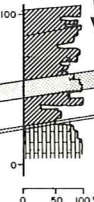
0 50 100 %
RQD

FV-7
99,16



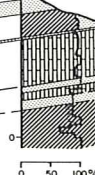
0 50 100 %
RQD

FV-9



0 50 100 %
RQD

FV-10



0 50 100 %
RQD

LD-2B



0 50 100 %
RQD

LD-I



0 50 100 %
RQD

LD-B



0 50 100 %
RQD

FLJÓTSDALSVIRKJUN - TEIGSBJARG
Þversnið af stöðvarhússtæði og jarðgangaleið

≈ 40 m
misgengi

≈ 15 m
misgengi

Sennilega
um 8 m
misgengi

V00-MJ-760-SZ
81.06.0787-65J

Mynd 7.2

SA.

Hæð
m.y.s.
600
500
400
300
200
100
0

Holunum er varpað í strikstefnu N 10°A
inn á snið G°-G-G'

SKÝRINGAR :

- Þóleið basalt
- Ólivín basalt
- Dílabasalt
- Dílabasalt með þóleið einkennum
- Set / Móberg
- Gjall

0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 m 1100 1200 1300 1400 m

Sumarið 1981 voru boraðar tvær holur við munna fyrirhugaðra frárennslis- og aðkomuganga, holur FV-9 og FV-10. Jafnframt var hola FV-6 dýpkuð og FV-12 boruð vegna breytttrar tilhögunar við inntak. FV-11 var boruð til athugunar á misgengi. Þykkt lausra jarðlaga á leið frárennslisskurðar var könnuð með loftbor, hljóðhraðamælingum og cobra-bor.

Spenna í berginu á væntanlegu stöðvarhússtæði var mæld með svokallaðri vökvabrotsaðferð (hydraulic fracturing) sumarið 1981 af próf. B.C. Haimson frá Wisconsin háskóla í Bandaríkjunum.

Kjarni úr borholum FV-1,6,7 og 8 var greindur samkvæmt norsku berggæðamatskerfi og bergtæknilegar aðstæður metnar í heild og er stöðvarhúsi valinn staður út frá því (Sveinn Þorgrímsson 1981). Bergstyrking fyrir hvert mannvirki var áætluð út frá niðurstöðu gæðamatsins.

Sumarið 1977 gerði Ágúst Guðmundsson (1978) jarðfræðikort af innanverðum Fljótsdal og nær það yfir virkjunarsvæðið á Teigsbjargi. Tvö snið hans, nr. 5, Melgræfur, og nr. 6, eru sitt hvoru megin virkjunarstaðarins (sjá mynd 7.3).

Borun hófst 1. júlí 1980. Fyrstu holunni, FV-1 (sjá myndir 7.1), var valinn staður yfir fyrirhuguðu stöðvarhússtæði. Holustúturinn er í 572,54 m y.s. og botninn í 66 m y.s.

Kjarnaheimta á Teigsbjargi var nær 100% í heild. Hola FV-1 tengist vel sniðum Ágústss Guðmundssonar (1978) nr. 5 og nr. 6, sérstaklega þó sniði nr. 5, Melgræfur (sjá mynd 7.3). Holurnar 9 á Teigsbjargi tengjast einnig vel saman þannig að afstaða þeirra til jarðlagasyrpa dalsins er vel þekkt.

7.2.3 Lýsing á bergeinkennum

Berggrunnurinn á Teigsbjargi er að mestu hlaðinn upp í basískum sprungugosum. Aldur berglaganna í FV-1 spannar um 3,5 til 5 milljónir ára. Allmörg setlög eru í þessum stafla og er eitt þeirra 37 m þykkt. Við flokkun storkubergs er farið eftir flokkunarkerfi því sem Bretinn G.P.L. Walker notaði við kortlagningu á tertíera basaltinu á Austurlandi. Hann flokkar basískt gosberg í 3 flokka: Þóleiðtbasalt, ólivínbasalt og dílabasalt. Þetta eru einmitt þær berggerðir sem sjást í Kjarna úr holum á Teigsbjargi. Andesít og líparít finnast ekki þar.

Bergflokkun þessi er mjög hentug til tenginga á milli sniða og hola þar sem lögin mynda oft syrpur sömu berggerðar. En hún sýnir mun fleira. Þegar hraunlag hefur skýr þóleiðt- eða ólivínbasalt einkenni eru strax komnar miklar bergtæknilegar upplýsingar. Hér á eftir fer stutt lýsing á helstu einkennum þessarar bergflokka.

Þóleiðtbasalt er oft mjög hart og í flestum tilfellum straumflögótt (flow structure), skásprungið, jafnvel krosssprungið með fremur sléttum sprunguflötum sem oftast falla þétt hvor að öðrum. Fletirnir eru gjarnan skændir svörtum leir (smektít eða klórófít), sem einnig er oft innan í blöðrum. Blöðrur eru sjaldnast fylltar, oftast hreinar. Kjarnabútar eru yfirleitt ekki mjög langir þótt þóleiðt fái oft háa einkunn í berggæðamati (RQD). Mjög mismunandi niðurstöður hafa fengist í lektarmælingum í þóleiðti sem er lítt sem ekkert leirfyllt. Kross-

sprungið þóleið með hreina sprungufleti hefur t.d. oft reynst pottþétt.

Vegna bröttu, sléttu skásprungnanna er þóleiðt gjarnt á að fleygast fast í kjarnarörum og tefja borun. Gjallkargi fylgir oft þóleiðtlögum, sérstaklega ofan á og er hans þá getið í sniðum. Í svo gömlu bergi sem á Teigsbjargi eru gjalllög samanpressuð og holurúm fullkomlega fyllt af aðskotaefnum. Í stærstu glufum er oftast foksandur, leir eða aðrar setfyllingar, sem skolast hafa niður, úr millilaginu fyrir ofan. Inn á milli sandkorna og í smærri glufum eru svo gjarnan holufyllingar og/eða leirtegundir svo sem smektít klórofít o.fl. (sjá kafla um berggrunn). Gerð þeirra ræðst af þykkt og gerð berglagastaflans sem var ofan á þegar þær mynduðust. Gjallkarginn borast hratt og er borkjarninn oft heillegri en úr sjálfu hraunlaginu og hefur gjallkarginn reynst vel viðráðanlegur við gangagerð hérlendis og er stundum kallaður kargaberg til þess að sýna að um fullgilt berg er að ræða.

Ólivínbasalt er grófkornaðra en þóleiðt. Basalt er oft greint sem ólivínbasalt þótt engir ólivín kristallar séu sjáanlegir með berum augum. Ólivínbasalt er mýkra en þóleiðtið og á yfirborði veðrast hvöss horn og nibbur af. Gjarnan er það í stórum stuðlum, sem gefa langa kjarnabúta. Zeólítaútfellingar í sprungum eru algengar, einnig innan á blöðrum. Ofarlega í jarðlagastaflanum ber þar jafnan mest á kabsíti. Ólivínbasalt borast greiðlega. Á Teigsbjargi var algengast að blöðrur og sprungur væru ekki alveg fylltar og oft meira en 1 mm rifa milli skæna á sprunguflötum. Beltuð dyngjuhraun eru úr ólivínbasalti. Eiginleg dyngjuhraun eru ekki í staflanum á Teigsbjargi.

Dílabasalt einkennist af plagióklas fenókristöllum, þ.e. hvítum dílum í fingurðum gráum millimassa. Dílótt basalt getur haft einkenni ólivínbasalts eða þóleiðts. Algengast er að það hafi ólivínbasalt einkenni. Ólivínbasalt gefur oft langa kjarnabúta og eru mjög langir kjarnabútar algengastir úr því dílóttu. Algengt er að berg sé kallað dílabasalt þótt dílarnir séu ekki meira en 3% af massa bergsins, og er þá aðallega verið að notfæra sér dílana sem einkenni á laginu, í tengingum milli hola og sniða. Reynt er að geta þess á sniðum hversu mörg % dílarnir eru, en ekki eru það þó nákvæmar mælingar, heldur eingöngu ágiskun eftir handsýni.

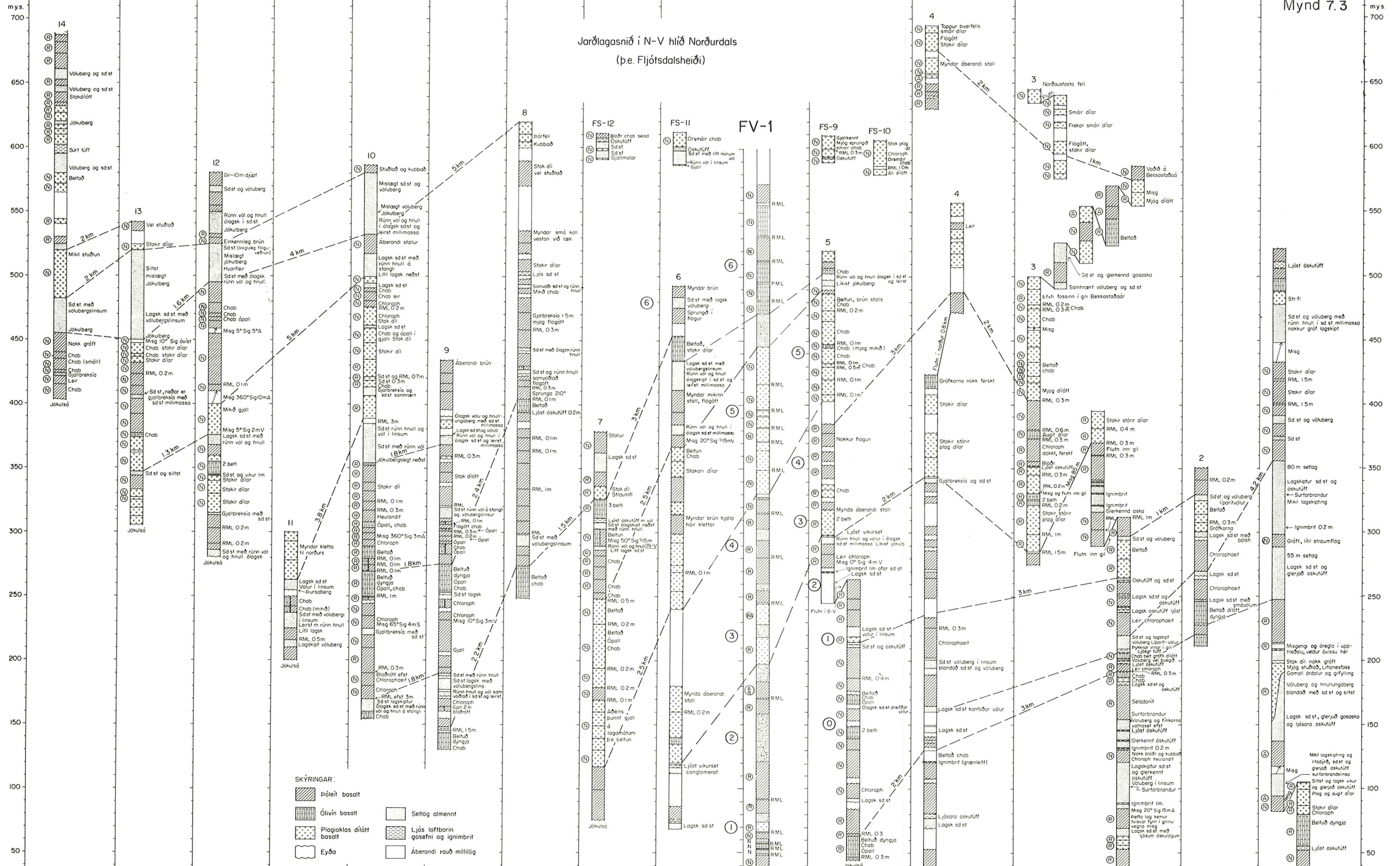
7.2.4 Lýsing jarðlaga

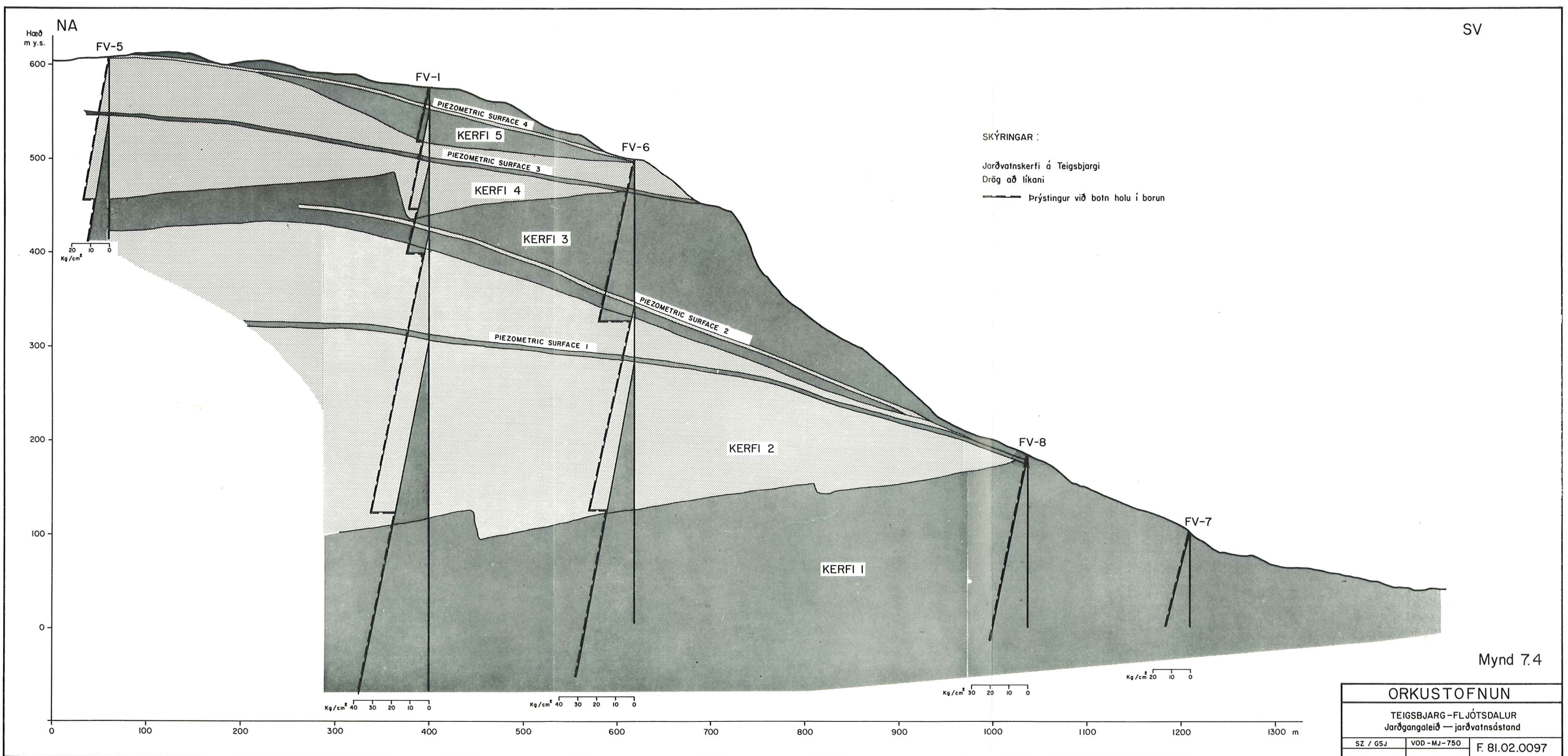
Jarðlagasyrpa 0-100 m í FV-1 er blanda af ólivín- og þóleiðthraunlögum. U.þ.b. 70% af þykktinni er hart basalt. Setlöggin eru innan við 10% og kargaberg 20%. Borun gekk mjög vel. Oftast náðist fullt kjarnarör og er RQD 10 víðast > 80% (sjá borholusnið í II. hefti).

Á dýptarbili 101-126 m í holu FV-1 er 26 m þykkt setbergslag sem hefur mjög sterk útlitseinkenni, t.d. er í því hvarfleur. Þetta setlag kemur skýrt fram neðarlega í holu FV-5 og er nær efst í holu FV-6. Við tengingu frá FV-1 yfir til FV-5 þarf að taka tillit til 40 m misgengis sem sjá má á yfirborði á milli holanna. Er það hefur verið gert kemur fram sami halli og á milli FV-1 og FV-6. Misgengið veldur því að jarðlagastaflinn er ofar miðað við sjó við FV-5 en FV-1 þannig að aðeins bætast 2-3 lög ofan á staflann við FV-5 frá FV-1 þrátt fyrir að FV-5 sé bæði hærra y.s. og í hallastefnu frá FV-1.

m.s. 700
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50

Jarðlagasnið í N-V hlíð Norðurðals (þ.e. Fijótsdalsheiði)





Undir þessu setlagi tekur við meira en 120 m þykk syrpa af dílóttum basaltlögum sem flest hafa ólivínbasalt einkenni. Þessi dílasyrpa myndar Teigshúsabjargið og Hólsbjargið. Þetta er heillegasti kaflinn á áformaðri fallgangaleið. RQD er nálægt 100% víðast hvar. Millilög eru þunn og fá og eru hraunlagafletirnir oft grónir saman með fyllingum og sums staðar eru hraunlagamörk óglögg. Dílarnir eru 3-15% af massa bergsins.

Dílabasaltið endar í 242 m dýpi í FV-1.

Frá 242 m niður í 328 m eru fimm þóleiftlög aðskilin með setbergslögum. 67% þykktarinnar er hart þóleift, 13% kargaberg, 20% sandsteinn. Þóleiftlögin eru öll sprungin. Inn á milli þeirra í 269 m -278 m dýpi í FV-1 er setbergslag, sem líkist jökulbergi og má tengja það yfir í FV-6, dýpi 190 m - 205 m. Þar eru þóleiftlögin einnig með svipuð einkenni og í FV-1 en aðeins þrjú talsins og heldur heillegri.

Milli 328 m og 377 m dýpis í FV-1 eru 2 dílótt lög með einkenni ólivínbasalts. Á milli þeirra er 3-4 m þykkt setbergslag. Í þessum lögum eru víðar lóðsprungur með þykkum kabasítfyllingum, en eru samt galopnar.

Undir þessum dílalögum er u.p.b. 14 m þykkt setbergslag sem líkist mjög jökulbergi. Þetta setbergslag kemur fram í FV-1 á 375 m - 389 m dýpi, í FV-6 á 301 m - 315 m dýpi og sést í hlífðinni í 222 m -230 m y.s. Ef tengt er á milli holanna með beinni línu verður hún lárétt en það er ekki í samræmi við þann halla, sem mælist í opnum. Hins vegar kemur allt heim og saman ef það 40 m misgengi sem sést milli FV-1 og FV-5 er látið skera FV-1 í 245- 250 m dýpi þar sem misgengisbreksía er greinileg í kjarnanum. Þá verður hallinn eins og í opnum á svæðinu, einnig ef tengt er út í fjallshlíðina og tekið tillit til 15 m misgengis sem liggur um Teigshúsagjána.

Annað þykkt setbergslag, sandsteinn með völubergslögum, er 25 m neðar. Í FV-1 er það 37 m þykkt, en 28 m í FV-6, en sést ekki í hlífðinni vegna þess að skriða hylur hana þar sem lagið ætti að vera. Svo virðist, sem langt hlé hafi orðið á milli gosa þegar þessi hluti staflans hlóðst upp. Milli setlaganna eru tvö u.p.b. 12 m þykk þóleiftlög en undir neðra setlaginu eru tvö þóleiftlög, nokkuð þykk. Þessi þóleiftlög eru nokkuð mikið brotin, boruðust hægt og vildu fleygast í kjarnaröri.

Hér undir þóleiftnu er komið niður í um 90 m y.s. en þá taka við þau lög sem gera má ráð fyrir að umljúki væntanlega stöðvarhúshvelfinu, miðað við teikningu 79551-10620 í verkhönnunarskýrslu AV, Virkis og VST, um Fljótsdalsvirkjun 1982.

Nú taka við í FV-1 þunn, en heilleg ólivínbasaltlög með þunnum sandsteinslögum á milli alveg niður á 525 m dýpi eða 48 m y.s. Við borun í FV-6 vildi hins vegar svo óheppilega til að borað var niður berggang frá 70 m y.s. og niður í botn holunnar í um 10 m y.s. Af þeim sökum fengust engar nýjar upplýsingar um jarðlagaskipan umhverfis holuna á þessu bili við borun hennar sumarið 1980. Sumarið 1981 var hún dýpuð. Illa gekk að komast út úr ganginum en þó náðist til setlags á 514 m dýpi sem fellur vel inn í tengingu frá fyrra ári.

Ætla má að jarðlög sem eru efst í holu FV-8 tengist FV-1 og FV-6 í 100 m hæð y.s. í báðum. Jarðlögum í FV-7 og 8 svipar mjög til jarðlaga í

FV-1 á dýpi 500-639 m, nema hvað lögin í FV-1 eru brotnari og þynnri. Allra neðst í FV-1 er misgengisbreksía. Um það misgengi er allt óljóst og hefur það ekki verið tengt neinu sjáanlegu misgengi í hlífum dalsins.

7.2.5 Borholumælingar

Vatnsþétt misgengi liggja nær þvert á gangaleiðina. Mynd 7.1 Athygli vakti að við borun dýpstu holanna uppi á fjallinu lækkaði jarðvatnsborð snögglega nokkrum sinnum í hverri holu. Mikill þrýstingsmunur er við ákveðin lög í staflanum. Jarðvatnsstaða fellur þegar borað er í gegnum þau hvort sem það er í holu FV-1, 5. eða 6. Þetta bendir til þess að hér sé um nokkra aðskilda leiðara að ræða.

Á mynd 7.4 er sýnt á línuriti hvernig vatnsþrýstingur var við botn holunnar á meðan á borun stóð.

Þrýstingurinn hækkar um 1 kg/10 m þar til farið er í gegnum þétt lög eða á milli vatnsleiðara þá fellur hann.

Mynd 7.4 sýnir einnig jarðvatnslíkan sem er byggt á breytingu á jarðvatnsstöðu í holunum. Þrýstingur í leiðara 1 heldur uppi jarðvatnsborðisem liggur eins og línar, sem merkt er "piezometric surface 1" eftir að opnað er ofan í hann.

Á hitamælilínuriti af holu FV-1 sáust glögg skilin milli leiðara 1 og 2 (Snorri Zóphóníasson 1982). Mjög litlar sveiflur eru á hitastigi frá vatnsborði niður í 460 m. Hitastigið vex hægt og jafnt með dýpi. Að öllum líkindum er rennsli niður holuna, sem jafnar út hitabreytingar milli efri leiðaranna (sjá mynd 7.4).

Í flestum dæluþrófunum á Teigsbjargi var hafður lokaður pakkari neðst á borstöngunum vegna þess að það var verið að mæla leka bergsins sem var ofan við pakkarann. Jarðvatnsborð var í 260 m dýpi. Þrýstiskynjara var komið fyrir neðst í stönginni og úr honum lá rafmagnsleiðsla upp úr holunni í skrifara.

Fyrst var beðið eftir að vatnsborð stigi vegna innrennslis í holuna fyrir ofan pakkarann (mynd 7.6). Vatnsborðið steig mjög hægt og jafnt líkt og þegar jafnt rennsli fyllir alveg þétt rör. Hækkunin og rúmmál holunnar gáfu innrennsli sem samsvarar 0,01 l/s frá 0-230 m dýpi.

Næst var vatni dælt ofan í holuna í gegnum rennslismæli (mynd 7.5). Rennslismælirinn var tengdur skrifara. Rennslinu var haldið jöfnu. Skrifarinn skráir þá þrýstingsaukningu, sem stafar af stígandi vatnsborði í holunni. Þegar þrýstingur hafði stigið um 9-10 kg var skrúfað fyrir rennslið niður. Seig þá vatnsborðið aftur. Var skrifarinn látinn skrá vatnshæðina þar til vatnsborðið var farið að síga minna en 10 cm á mín. Svona dæluþrófun var framkvæmd með pakkarann á eftirtöldum stöðum í FV-1, 101 m, 131 m, 192 m, 235 m, 300 m, 365 m (mynd 7.8).

Niðurstöðurnar voru færðar inn á lín-log pappír þar sem tíminn (log) er á móti vatnshæð í m (lín) (mynd 7.7). Punktarnir raða sér á beinar línur. Út frá halla línanna er hægt að finna leiðnisstuðul $T = \text{Transmissivity}$. Á mynd 7.8 eru sýnd T gildi fyrir þrófunarbilin. eru þau frá $1,8 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ til $2,3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. Öll eru gildin mjög lág en þó nógu

há til þess að skýra hvers vegna holan fylltist ekki við dæluþrófanir árið áður. Síðasta prófunin nær yfir mjög stórt bil. Þar er dælt á opna holu. T gildið frá því bili er hæst $2,3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

Út frá niðurstöðum þessarar mælinga hefur verið áætlaður leki inn í væntanleg jarðgöng.

Notaður var hæsti leiðnistuðull sem fékkst út úr mælingunum, $T = 2,3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. Miðað var við þrýsting í neðsta leiðaranum þar sem láréttu göngin munu liggja. Innrennsli í láréttu göngin miðað við að þau yrðu 1000 m löng og 8 m víð yrði þá um 30 l/s.

Stuðullinn $T = 1,2 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ gildir sem meðalleiðni fyrir bilið 250-640 m. Samkvæmt hitamælingu (Snorri Zóphóníasson 1982) gæti nær allur lekin verið neðan 460 m eða á minna en helmingi þessa bils. Ef svo er má tvöfalda áætlað innrennsli í láréttu göngin. Það yrði þá um 60 l/s.

Fallgöngin eru 4 m víð og um 800 m löng. Rennsli þar inn yrði 5 l/s miðað við sama leiðnistuðul.

Áreiðanleiki þessarar niðurstöðu er háður því að holan hafi hitt á sprungur sem jafnast á við þær vatnsgæfustu sem vera kunna á jarðgangaleiðinni.

7.2.6 Bergspenna

Spenna í berginu á væntanlegu stöðvarhússtæði var mæld með svokallaðri vökvabrotsaðferð (hydraulic fracturing) sumarið 1981 af próf. B.C. Haimson frá Wisconsin háskóla í Bandaríkjunum. Niðurstöður urðu þær að lárétt bergspenna mun skipta litlu máli þegar stöðvarhellinum verður valinn stefna, en á því dýpi mældist lítil lárétt spenna (5-6 MPa) og nær því jöfn úr öllum áttum. Stefna stöðvarhellisins ræðst því ekki af spennuástandinu heldur frekar af helstu sprungustefnum á svæðinu. Mesta spenna á stöðvarhússtæðinu er sú lóðrétta (13-14 MPa), sem er reiknuð út frá þunga bergstaflans, og er hún 2-3x hærri en lárétt spenna á þessu dýpi. Þetta spennuhlutfall þarf að hafa í huga við hönnun stöðvarhellisins. Sjá nánar í skýrslu B.C Haimson 1981.

7.2.7 Berggæðamat

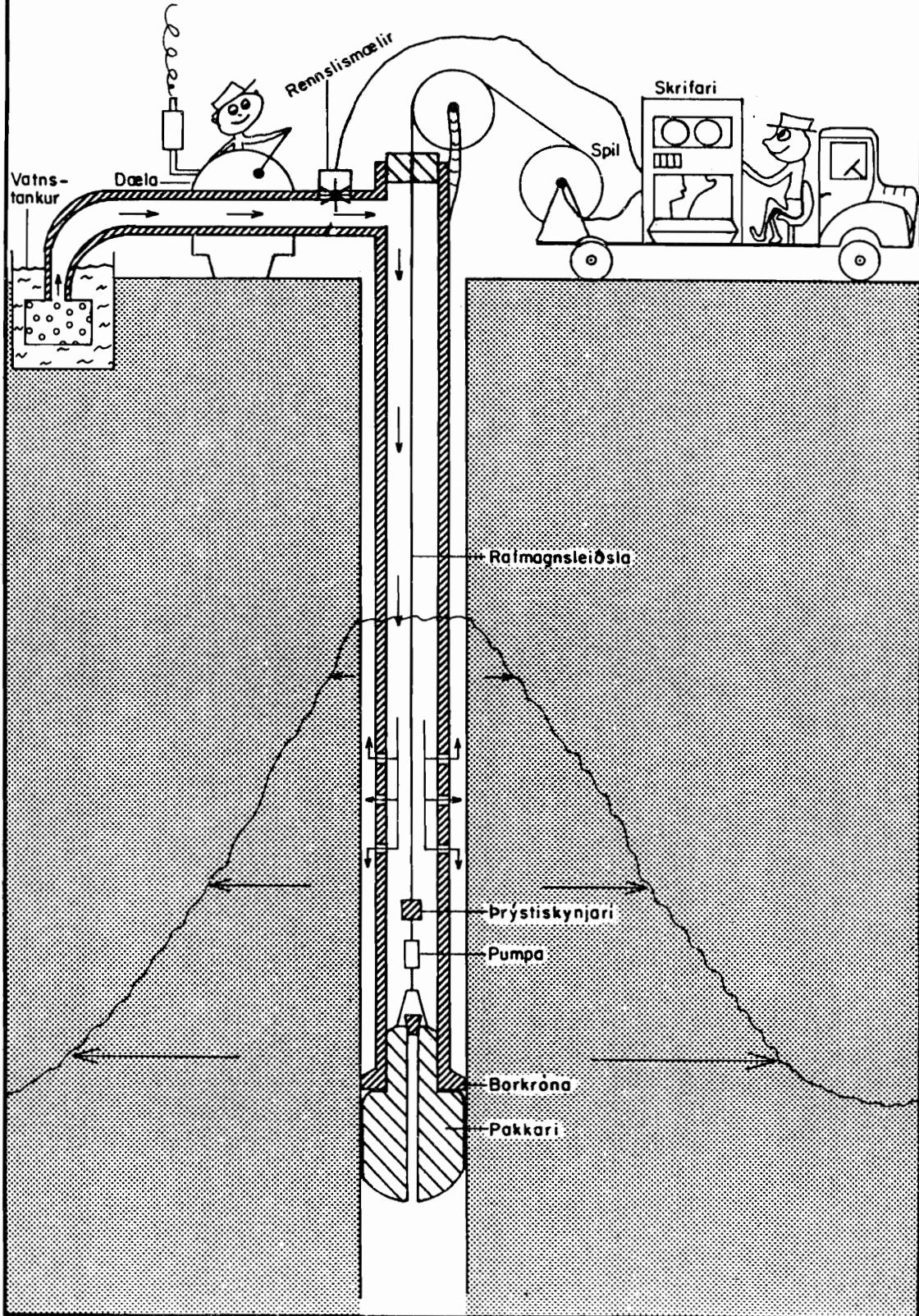
Kjarni úr borholum FV-1,6,7 og 8 var greindur samkvæmt norsku berggæðamatskerfi og bergtæknilegar aðstæður metnar í heild og er stöðvarhúsi valinn staður út frá því (Sveinn Þorgrímsson 1981). Bergstyrking fyrir hvert mannvirki var áætluð út frá niðurstöðum gæðamatsins. Í heild eru bergtæknilegar aðstæður tiltölulega hagstæðar. Mestur hluti neðanjarðarmannvirkjanna mun lenda í sterku og fremur heillegu basalti sem áætlað er að þurfi litla styrkingu. Helst eru það illa samlímt kargaberg og leirkennd setbergslög, sem talin eru þurfa verulega styrkingu. Þar sem jarðlagahalli í stefnu aðkomu- og frárennslisganga er töluverður munu göngin skera allmörg jarðlagamót. Vinnslustál mun því verða blandað á löngum köflum. Hvort tveggja telst að sjálfsögðu til ókosta í jarðgangagerð.

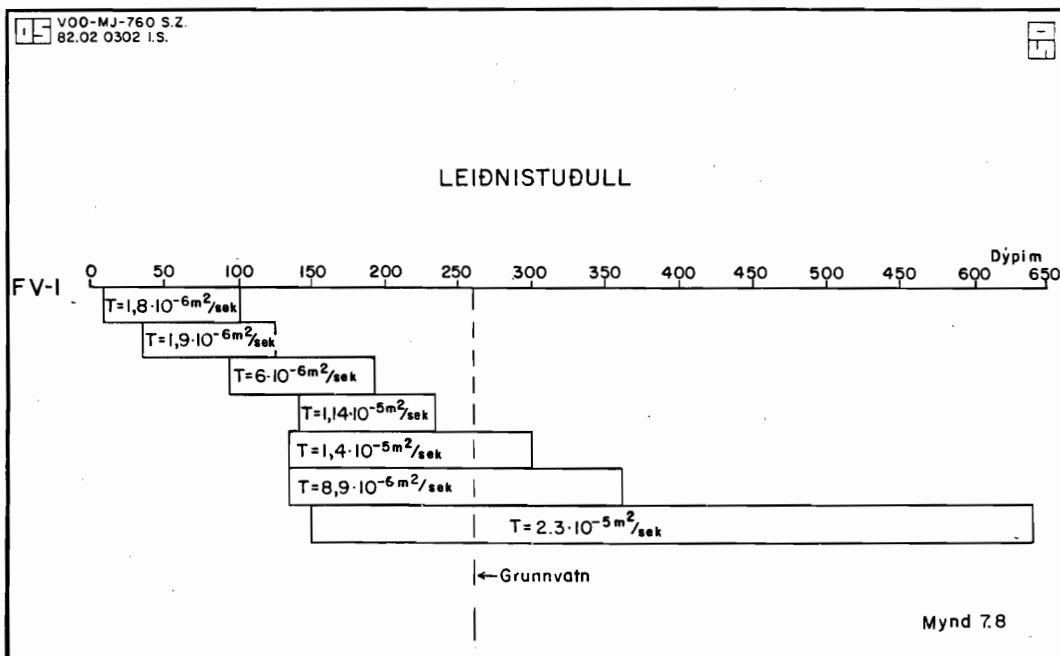
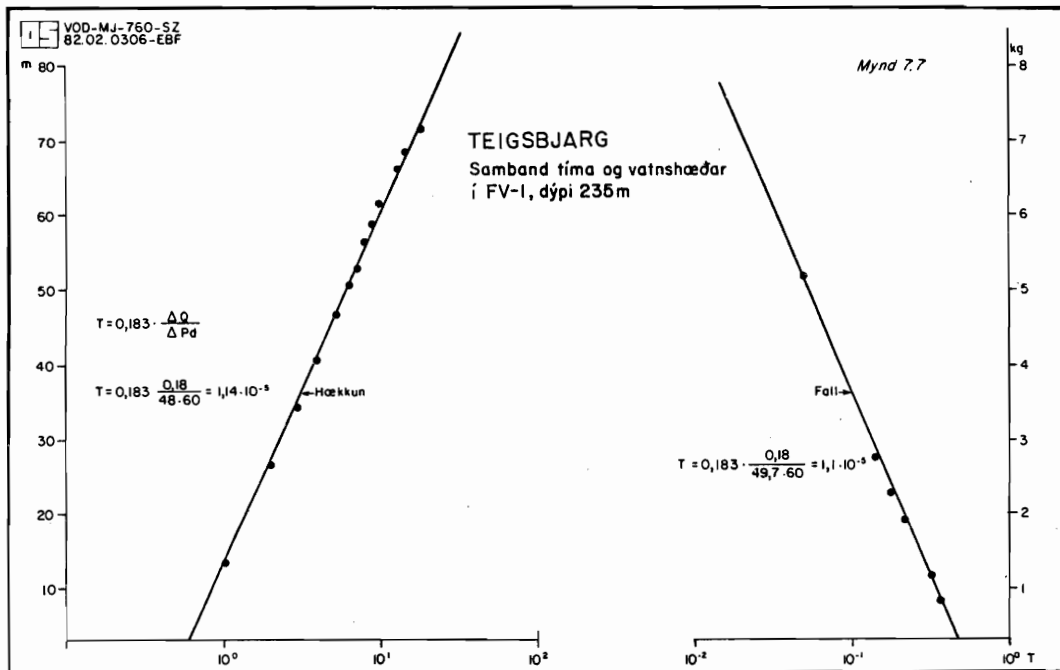
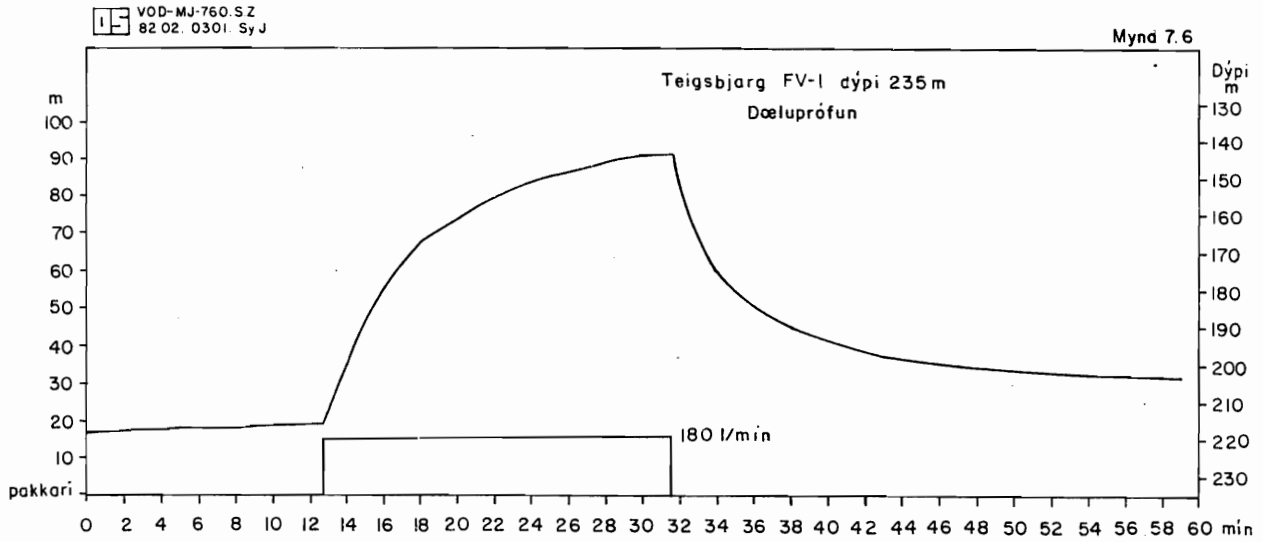
VOD-MJ-760-SZ
82.OI.0283.-EBF

FV-1

Mynd 7.5

Lekamæling, uppsetning tækja





7.2.8 Sprungur

Á mynd 7.9 er sprungukort af Teigsbjargi og umhverfi, sem túlkað er eftir lágflugsloftmynd (F mynd nr. 6562 26.8 1979). Ekki er líklegt að allar sprungur sem fyrir hendi eru sjáist, en væntanlega koma allar helstu brotalínur á svæðinu fram og þar á meðal þær sem gætu valdið erfiðleikum. Sprungurósin sýnir mjög ákveðna brotalínustefnu rétt austan við norður. Önnur stefna, miklu veikari, með mestum sprungufjölda nálægt N70 A kemur einnig í ljós. Fyrirhuguð stefna ganganna, nálægt N120 A er því heppileg miðað við sprungustefnur á svæðinu.

7.3 Frárennslisskurður

Svæðinu má skifta í þrennt: Skriðuhlíðar, malarhjalla og áreyrar. Í áreyrunum er grunnt á jarðvatn (1-2 m) en um 10-20 m í malarhjöllunum. Hlíðin þar fyrir ofan er skriðhlaupin og standa klapparbríkur þar víða upp úr (sjá jarðlagasnið, myndir 7.10 og 7.1) .

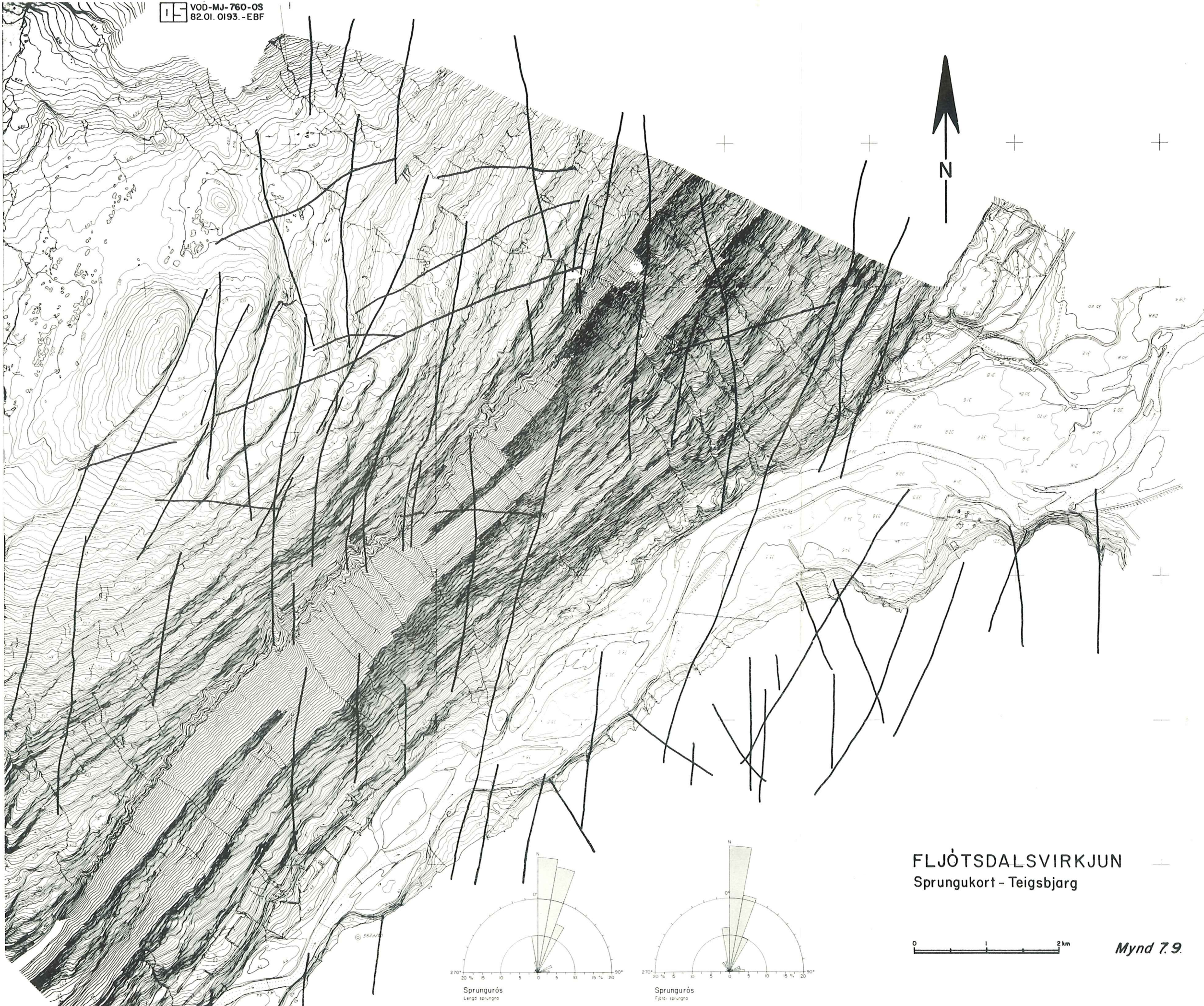
Til þess að finna þykkt lausra jarðlaga við fyrirhugað gangaop og á leið frárennslisskurðar voru boraðar 9 loftborsholur og einnig beitt hljóðhraðamælingum og cobraborunum.

Loftborsholurnar sýna með vissu dýpi á fast. Snið af þeim eru á mynd nr. 7.11. Í einni holu (LD-5) kemur fram hart setlag, sem er sennilega millilag úr berglagastaflanum. Í LD-6 kemur líka fram hart setlag sem gæti verið af sama toga.

Niðurstöður hljóðhraðamælinganna er að finna í greinargerð OS (Halína Bogadóttir 1981). Cobrahólur sýna einungis lágmarks þykkt lausra jarðlaga (Gunnar Þorbergsson 1982). Afstöðumynd er nr. 2 í II. hefti.

Við munna jarðganganna yrði botn fyrirhugaðs frárennslisskurðar í 31,5 m y.s. Loftborshola LD-1 er aðeins 25 m frá gangaopinu. Þar er klöpp í 32 m y.s. eða hálfum m ofan við skurðbotn. 90 m austar er hola LD-8. Þar er klöpp í 38,3 m y.s. (mynd nr. 2 í II. hefti). Á milli þessarar hola liggur skurðurinn í gegnum malarhjalla. Við holu LD-8 beygir skurðurinn til norðausturs og liggur þá um 400 m leið um áreyrar. Hljóðhraðamælingar gefa til kynna að á þeirri leið sé klöpp alls staðar neðan við væntanlegan skurðbotn.

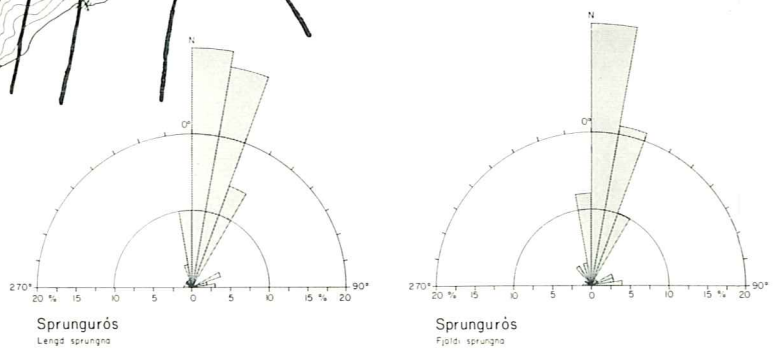
Sumarið 1981 voru boraðar tvær kjarnaholur fyrir ofan Valþjófsstaða-teig í Fljótsdal við munna fyrirhugaðar frárennslis- og aðkomuganga. Hola FV-10 er á línu G-G, en snið af holu FV-9 var fært inn á þann þverskurð í strikstefnu frá borstað. Mjög auðvelt er að sjá hvaða lög eiga saman í holum FV-7, 9 og 10. Tenging á milli þeirra fellur mjög vel við snið G-G þar sem vitað var um misgengi á milli FV-9 og FV-10, (sjá mynd nK.2).

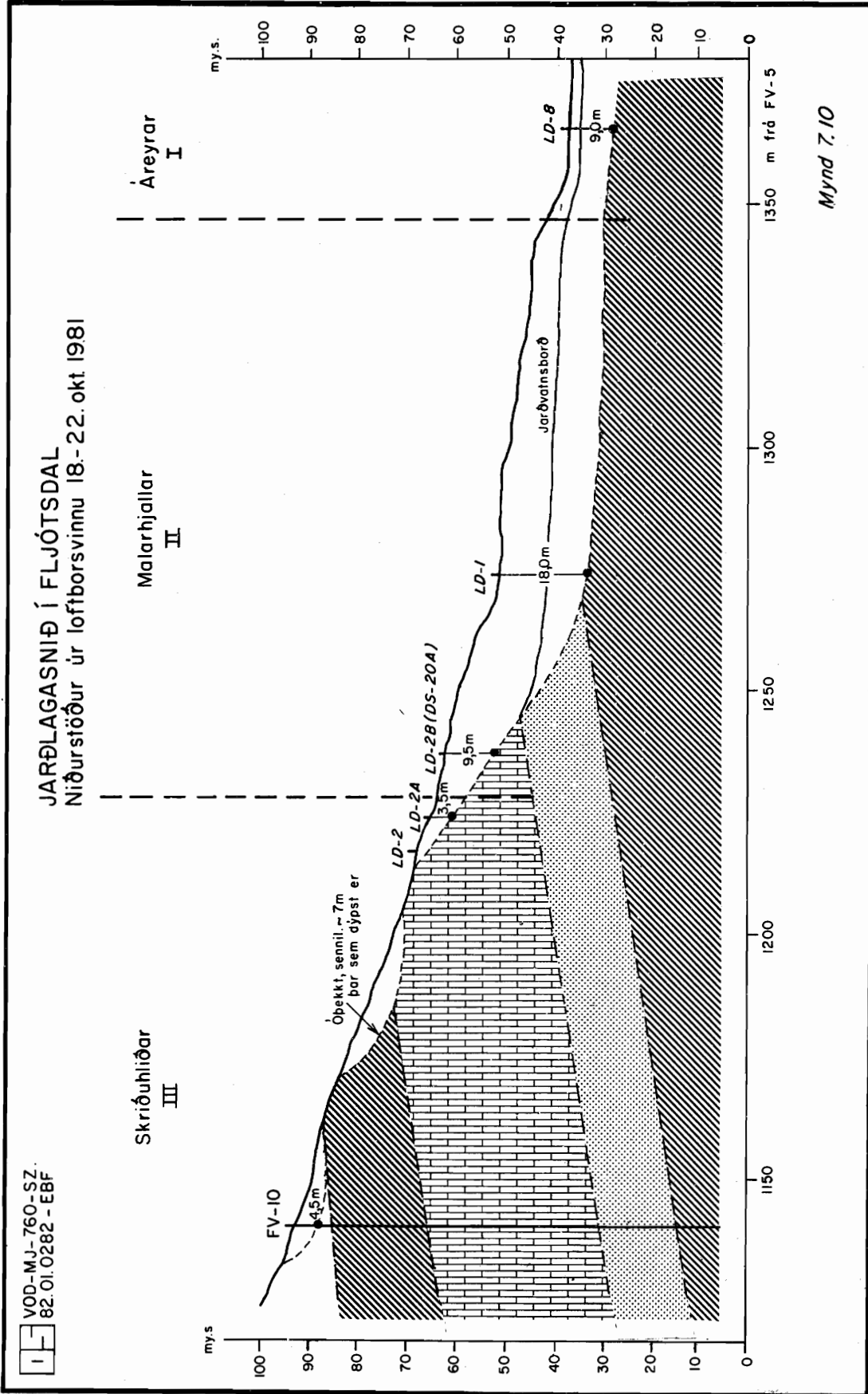


FLJÓTSDALSVIRKJUN
Sprungukort - Teigsbjarg



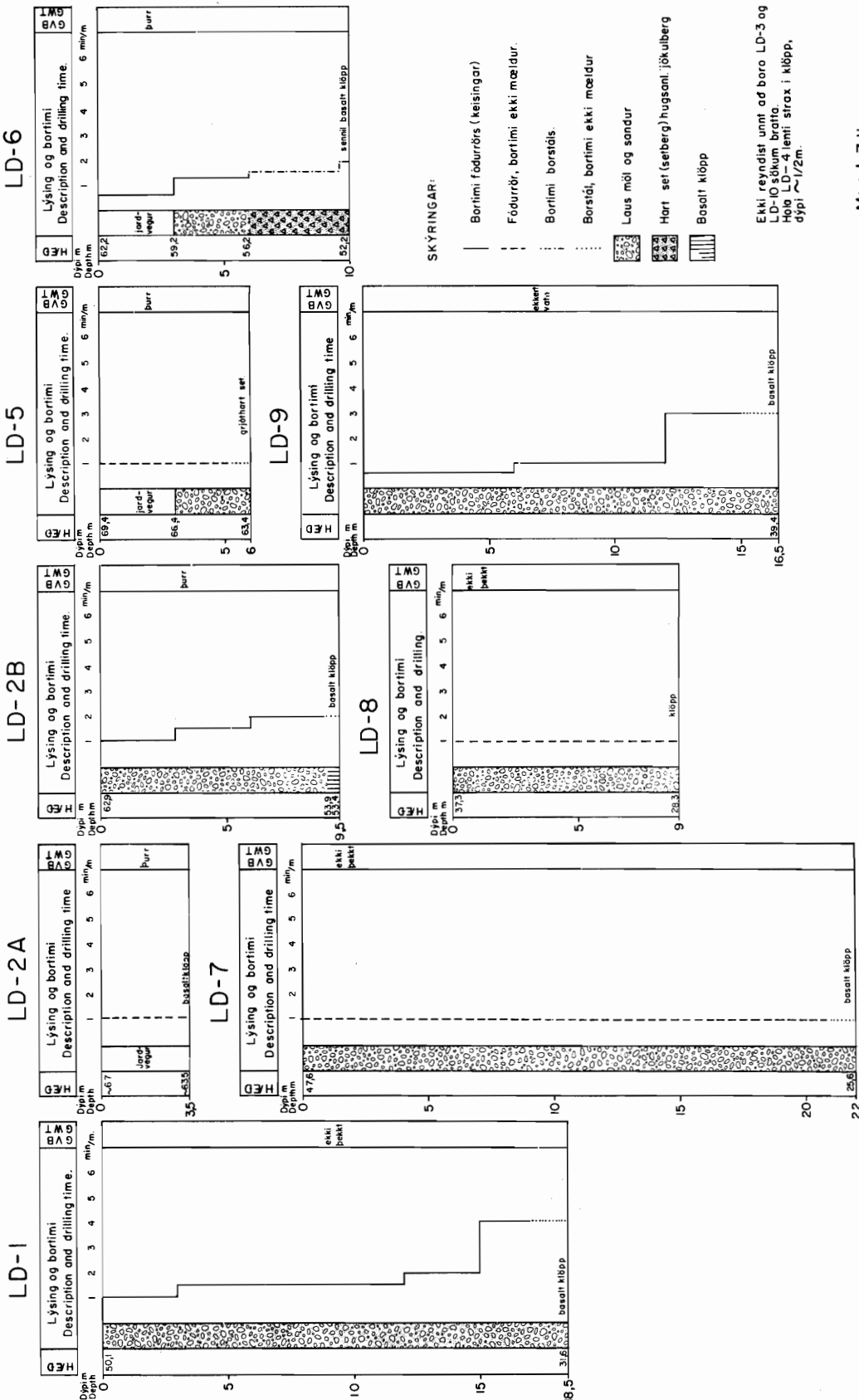
Mynd 7.9





Löftborsholur borðar á fyrirhugðri leið
frænnisliðskurðar Fljótsdalsvirkjunar 18-22.10.1981.

VOD.M.J.760 B.J. Bj.
82.01.016 em.



Mynd 7.11

7.4 Gilsárlón, Hólmalón og aðrennslisskurður

7.4.1 Inngangur

Á Fljótsdalsheiði utanverðri eru fyrirhuguð tvö uppistöðulón (mynd 1.1 og ljósmynd nr. 6). Annað þeirra Gilsárlón verður þar sem nú eru Gilsársvötn og Eyrarselsvatn, 22,6 km² að flatarmáli með 103 Gl miðlun. Mynnir Eyjabakkaskurð út í suðurenda lónsins (sjá ljósmynd nr. 3) en úr því verður skurður í átt að Hólmalóni þar sem nú eru Hólmavatn og Garðavatn. Hólmalón verður 5,2 km² að flatarmáli og þar verður hægt að miðla 17 Gl (sjá ljósmynd nr. 5). Milli Garða- og Hólmavats þarf að grafa skurð. Úr lóninu verður grafinn 2 km skurður í gegn um hálsinn suður af Miðfelli að inntaksmannvirkjum. Skurðurinn verður allt að 30 m djúpur þar sem dýpst er. Í Melgrófarbug verður að reisa stíflugarða meðfram skurðinum (sjá myndir 3 - 12 í II. hefti).

7.4.2 Rannsóknayfirlit

Árið 1975 voru öll stíflustæði Hólmalóns og Gilsárlóns gaungæfð með hljóðhraða- og viðnámsmælingum, borrobörun og gryfjum (Halína Guðmundsson o.fl. 1976 a og b). 1977 voru boraðar á stíflustæðum 6 kjarnaholur og hljóðhraðamæld fyrirhuguð pípuleið frá Hólmavatni í átt að Hóli í Norðurdal (Oddur Sigurðsson 1978). Á árunum 1980 og 1981 voru boraðar tæplega 500 cobraholur á stíflustæðum og skurðleiðum (Gunnar Þorbergsson 1981 og 1982), hljóðhraði var mældur á 90 sniðum (Halína Bogadóttir 1981 og 1982), boraðar og lektaðar 12 kjarnaholur, boraðar 15 loftborsholur og teknar um 110 könnunargryfjur (Bjarni Bjarnason og Ágúst Guðmundsson 1982, Snorri Zóphóníasson 1982).

7.4.3 Laus jarðlög

Eins og víðast hvar annars staðar á heiðinni eru móa- og mýrajarðvegur aðalefnið ofan á berggrunni, venjulegast 1-3 m á stíflustæðum en 3-6 m á skurðleiðum milli lónanna og í Hólmalóni. Á aðrennslisskurðleið eru lausu jarðlög 1-2 m þykk en í Melgrófinni allt að 6 m þykk. Á stíflustæði N (við Kristínarkíl) er talsvert af jökulruðningi sem sennilega er hægt að byggja stífluna á, auk þess sem þar er hægt að finna efni í kjarna stíflanna. Einnig eru þunn malar- og jökulruðningslög víða neðst í könnunargryfjum. Lekt var prófuð á mótum jökulruðnings og bergs í FS-23 og reyndust lagamótin mjög þétt.

7.4.4 Berggrunnur

Undirstaða lónanna er basaltlög frá lokum tertíertímans. Þau eru vel þétt þegar áhrifum frá yfirborðssprungum sleppir. Strik jarðlaganna er nær samsíða lengstu stíflunni við Gilsárlón og hallar lögnum niður undir lónið svo minni hættu er á leka um millilög.

Margar sprungur eru í berggrunninn (Bjarni Bjarnason og Ágúst Guðmundsson 1982) en ekki þykir ástæða að óttast þær þar sem ekki hefur komið fram tiltakanlegur leki í samsvarandi sprungum á Teigsbjargi.

7.4.5 Grjótvörnarefni

Nægt efni í grjótvörn er að finna við Bessastaðaá, austan í Grenisöldu ytri, Grenisöldu syðri, Grjóthálsi (sjá ljósmynd nr. 14), suðausturhlíðum Norðastafells (sjá ljósmynd nr. 5), Miðfelli og Bjargshæðum (Bjarni Bjarnason og Ágúst Guðmundsson 1982).

7.4.6 Langsnið skurða og stíflustæða

Langsnið af skurðum og stíflustæðum sem hér fylgja í II. hefti eru teiknuð samkvæmt kortum sem birt eru í verkhönnunarskýrslu um Fljótsdalsvirkjun (Almenna verkfræðistofan o.fl. 1982). Á sniðin hafa verið teiknaðar þær kjarnaholur, cobraholur, gryfjur og hljóðhraðamælingar, sem eru innan við 15 m frá skurð- eða stíflustæði. Lagamót við fast berg eru teiknuð við botn á cobraholum og/eða gryfjum eftir því hvort er dýpra. Sýni hljóðhraðamæling dýpra á fast þá er farið bil beggja nema þar sem gryfjur sýna ótvírætt klöpp í botni, vegna þess að gera má ráð fyrir nokkurri skekkju í hljóðhraðamælingum. Yfirleitt eru um 100 m milli mælistaða. Milli þeirra er dregin lína fríhendis sem markar lagamót milli lausra yfirborðsлага og fasts bergs. Þar sem enginn mælistaður lendir innan 15 m frá skurðstæði á 200 m kafla eða meira er dýpi á fast látið ráðast af meðaltali þeirra mælinga er næst liggja. Gryfjur og borholur eru látnar fljóta með séu þar innan 50 m frá skurðstæðinu, en þó ráða þar ekki þykkt lausra jarðлага á sniðinu.

Eitthvert misræmi er milli yfirborðs á sniðum og korts í mælikvarða 1:5000. Þar hafa einstakir punktar verið leiðréttir samkvæmt landmælingu, enda mælingin nákvæmari en kortið.

Á nokkrum stöðum var borað á línunum með 10 m bili milli hola. Þar hefur komið í ljós að dýpi á fast samkvæmt cobraborun getur breyst um allt að 3 m á 10 m bili. Einnig sýna hljóðhraðamælingar víða miklar sveiflur í dýpi á fast milli hljóðnema (10 m millibil). Í einni gryfju (HF-530) var um 2 m stallur í klöppinni. Þetta sýnir að nær ógerlegt er að kortleggja dýpi á fast mjög nákvæmlega.

7.5 Eyjabakkaskurður

7.5.1 Inngangur

Eyjabakkaskurður, þ.e. veituskurður frá Eyjabakkamiðlun út Fljótsdalsheiði í Gilsárlón, er 24,5 km langur frá Eyjabakkastíflu og 26 km ef sá hluti hans, sem er ofan stíflu, er talinn með (sjá mynd 1.1 og ljósmyndir nr. 2 og 3). Samkvæmt hönnunarforsendum á hann að vera a.m.k. 7 m djúpur í klöpp nema þar sem koma til stíflur og uppistöður. Áætlað er að grafa skurðinn ofan klettabríkur við Hafursá þar sem áætlað er að setja stíflu með botnrás. Undir Hafursfelli og Laugarfelli liggur skurðurinn í um 655 m y.s. en tvær smá stíflur þarf að reisa við Hafursárkvísl milli fellanna. Í Laugará þarf að koma um 10 m há stífla með botnrás og tvær smástíflur þar skammt fyrir norðan. Norðan Laugarár verður skurðurinn grafinn í rúmlega 650 m y.s. um Stóralækjarvatn, Axarárkötn og Langavatn. Við tvö þau fyrirnefndu þarf að reisa 3 smástíflur, þar af eina með yfirfalli, og einum km sunnan Langavatns er fyrirhugað lokuvirki. Skurðurinn endar í Fremri-Svartöldukróki yst í Svartöldu. Þar fellur vatnið 26 m í Gilsárlón (sjá myndir 13 - 22 í II. hefti).

7.5.2 Rannsóknayfirlit

Á skurðleiðinni og stíflustæðum við skurðleið var lagt kapp á að fá sem gleggsta mynd af lausum yfirborðslögum, þykkt þeirra og gerð. Til þess voru boraðar rúmlega 1500 holur með cobrador á árunum 1979 til 1981. (Oddur Sigurðsson 1981 og 1982). Árið 1980 voru grafnar rúmlega 160 könnunargryfjur á skurðleið (Þóroddur F. Þóroddsson 1981) og sumarið 1981 70 í viðbót (Gunnar Birgisson 1982). Hljóðhraði var mældur á 124 sniðum 1980 (Halína Bogadóttir 1981), 39 sniðum 1981 (Halína Bogadóttir 1982) og 7 sniðum 1982 (Halína Bogadóttir 1983). Þær kjarnaholur sem boraðar hafa verið á skurðleiðinni eru EB-10 og EB-12 við Hafursá, HF-1 undir Hafursfelli, LF-8 milli Hafursfells og Laugarfells, LF-5 og 6 undir Laugarfelli, LF-4 við Laugará, FS-26 á stæði lokuvirkis sunnan Langavatns og FS-29 á yfirfalli við Axarár-vötn. Einnig tengjast LF-1, 2 og 3 við Laugarfell og LF-7 við Hafursárkvísl skurðleiðinni þótt þær séu ekki á henni.

7.5.3 Laus jarðlög

Eftir þessar rannsóknir má segja að lausu jarðlögin á skurðstæðinu séu allvel þekkt. Víðast hvar eru þau 1-4 m á þykkt en dæmi eru um 6 m djúpar cobraholar og á stöku stað er klöpp á yfirborði.

Frá Eyjabakkastíflu og nokkur hundruð metra norður fyrir Hafursá eru vatnsskuluð sand- og malarlög mest áberandi og lausu jarðlögin yfirleitt 2-5 m á þykkt. Undir Hafursfelli eru víðast 0-4 m niður á fast. Þar er allsstaðar móa- eða mýrajarðvegur í sniðum og á nokkrum stöðum eru þunn malarlög neðst í gryfjum. Á um eins km kafla við Hafursárkvísl eru 2-5 m þykk sand- og malarlög sem eru skuluð af kvíslinni. Undir Laugarfelli eru lausu jarðlögin að jafnaði 1-5 m móa- og mýrajarðvegur. Í öxl fellisins er jökulruðningur og/eða móberg í gryfjum. Norðan Laugarár eru lausu jarðlögin ívið þynnri að jafnaði, en sunnan hennar. Þar er hvergi að finna veruleg malarlög en móa- og mýrajarðvegur yfirgnæfandi. Á nokkuð stóru svæði við Stóralækjarvatn og Axarár-vötn kemur fram um 1 m þykkt lag af jökulruðningi undir jarðveginum. Það er þó sennilega ekki samfelld yfir allt svæðið.

7.5.4 Berggrunnur

Kjarnaholan EB-10 (sjá snið í II. hefti) nær í gegnum andesítlag sem er mjög víðáttumikið. Undir því á 9 m dýpi var mjög lekt 3 m þykkt, sundurlaust malarlag. Í þetta berg verður skurðurinn sprengdur að mestu eða öllu leyti syðstu 5 km, enda hallar því mjög lítið. Önnur hola (LF-7) var boruð í þetta lag við Hafursárkvísl ofan við foss og þar reyndist einnig vera lekt malarlag undir því og þar eyddist kjarni í borun. Aftur á móti eru samsvarandi lagamót í LF-1 og 2 (Oddur Sigurðsson 1981) og EB-2 og 3 (Ágúst Guðmundsson (y.) og Bessi Aðalsteinsson 1978) og HF-1 (sjá snið í II. hefti) ágætlega þétt. Þessi lagamót hljóta að lenda í veggjum skurðarins á mestum hluta leiðarinnar undir Hafursfelli en ekki er ljóst hvort þau séu þar lek eða laus í sér.

Skammt sunnan Hafursár gáfu hljóðhraðamælingar til kynna að berglagið væri mjög þunnt eða jafnvel ekki fyrir hendi (Halína Bogadóttir og Oddur Sigurðsson 1983). Holan EB-12 sem boruð var 1983 leiddi í ljós

að heillegur hluti berglagsins er aðeins rúmlega 4 m þykkur og undir því er mjög lekt og sundurlaust lag. Kjarnaholurnar LF-5 og LF-6 (sjá snið í II. hefti) sýna að skurðurinn verður grafinn í Laugarfells-móbergið (þ.e.a.s. kubbaberg) í öxlinni NA í Laugarfelli en þar verður skurðurinn dýpstur (tæplega 30 m). Við Laugará er þykkt ólivínbasaltlag, grófstuðlað og heillegt (Oddur Sigurðsson 1981), sem botnrásin verður sprengd í. Einnig verður skurðurinn sprengdur í þetta lag á um 2 km kafla við Laugará.

7.6 Eyjabakkamiðlun

7.6.1 Inngangur

Eyjabakkastífla myndar Eyjabakkalón sem er áætlað 540 Gl. Lónið verður 48 ferkm við yfirfallshæð sem er 664,5 m y.s., en krónuhæð stíflunnar er 668,5 m y.s. Stíflan verður 4110 m löng og hæst verður hún 25,5 m í farvegi Jökulsár. Þar undir verður sprengd botnrás. Yfirfall er ráðgert við austurenda stíflunnar. Ofan stíflu vestan ár verður grafinn rúmlega 1500 m langur skurður sem tengist Eyjabakkaskurði undir stíflunni (sjá ljósmynd nr. 2 og mynd 23 í II. hefti).

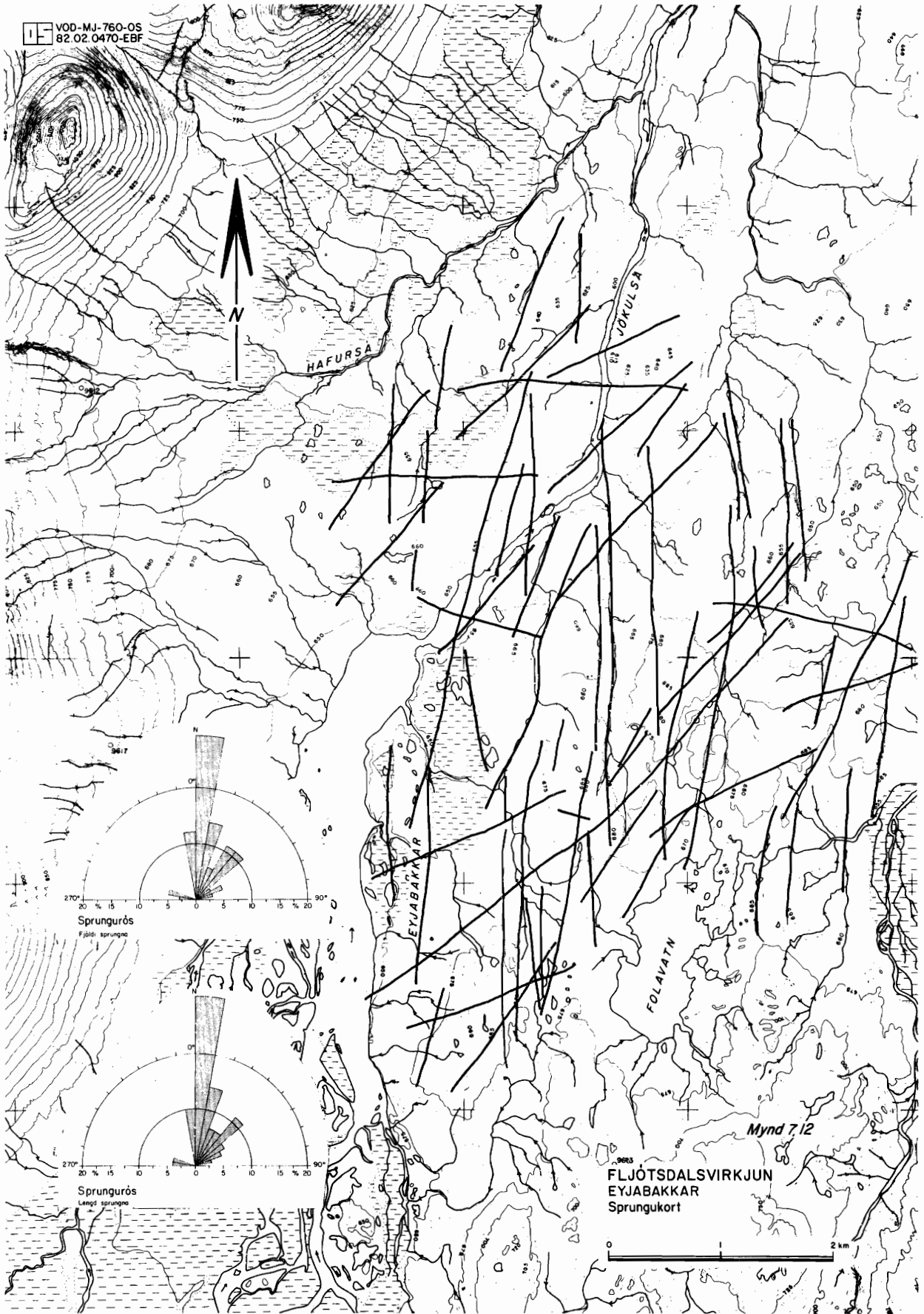
7.6.2 Rannsóknayfirlit

Árið 1977 var byrjað að rannsaka stíflustæðið við Eyjabakka með hljóðhraðamælingum, viðnámsmælingum, gryfjum og þrem kjarnaholum (EB-1,2 og 3) auk jarðfræðikortlagningar (Ágúst Guðmundsson (y.) & Bessi Aðalsteinsson 1978). 1979 var bætt við kjarnaholu (EB-4) og borroholum. Í apríl 1980 var borað með cobrabor í farvegi Jökulsár á stíflustæði (Ágúst Guðmundsson 1980). Þá um sumarið voru enn boraðar 3 kjarnaholur (EB-5,6 og 7) og hljóðhraði mældur á 55 sniðum. Einnig voru boraðar 179 holur með cobrabor (Bessi Aðalsteinsson 1981) og grafnar 26 gryfjur með Ford County gröfu (Þóroddur F. Þóroddsson 1981). 1981 var enn aukið við hljóðhraðamælingum á 25 sniðum, boruð 81 cobrahola (Gunnar Þorbergsson 1982), 4 loftborsholur og 3 kjarnaholur. Þá voru grafnar 89 gryfjur með Priestman Mustang 120 gröfu (Gunnar Birgisson 1982). Í apríl 1982 voru boraðar 14 cobraholum í farvegi Jökulsár (Magnús Guðmundsson 1982) og 5 borroholum af fleka einnig í farveginum auk rækilegrar sýnatöku í júlí og ágúst 1982 (Jón Skúlason 1982). Bætt var við hljóðhraðamælingu á 7 sniðum á vesturenda stíflustæðis í ágúst 1982 (Halína Bogadóttir 1983).

7.6.3 Berggrunnur

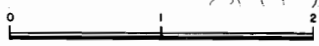
Undir nær öllum vesturhluta stíflunnar liggur þykkt andesítlag sem er "normal" segulmagnað (yngra en 0,7 millj. ára). Kemur þetta lag fram í klettabríkinni sem liggur út frá Hafursá skammt norðan stíflustæðis. Því hallar til austurs en berglagastafnanum þar undir til VSV sem þýðir að efsta lagið er miklu yngra en þau sem undir eru (sjá kort nr. 2.2). Þetta lag kemur fram í borholunum EB-2 og 3 (Ágúst Guðmundsson (y.) og Bessi Aðalsteinsson 1978), EB-7 (Bessi Aðalsteinsson 1981) og EB-10 og 12 (sjá snið í II. hefti). Í árfarveginum verður stíflan á "öfugt" segulmögnuðu (um 2 millj. ára) póleíftbasalti og austan ár á öðru slíku lagi.

VOD-MJ-760-05
82.02.0470-EBF



Mynd 7.12

FLJÓTSDALSVIRKJUN
EYJABAKKAR
Sprungukort



Vesturendi stíflunnar nær aðeins út yfir geil í berggrunninum (sjá mynd 23 í II. hefti). Líkur eru á að vestan þessarar geilar sé annað berg í undirlagi en austan hennar vegna þess að hljóðhraði bergsins þar er mun minni (Halína Bogadóttir 1982). Sennilega hefur ofanefnt rétt segulmagnað hraun runnið upp að hliðum Snæfells og þar myndast gil milli hrauns og hliða sem síðar hefur fyllst af aurkeiluefni.

7.6.4 Sprungur í berggrunni

Berggrunnurinn á stíflustæðinu er allsprunginn eins og berg víðast hvar á landinu. Á mynd 7.12 eru teiknaðar þær brotalínur sem sáust við athugun á háflugsloftmyndum. Eflaust eru mun fleiri brotalínur og sprungur fyrir hendi, en þær eru þá væntanlega svo óverulegar að þær skipta ekki máli. Ekki hefur nein þeirra verið lektarprófuð sérstaklega, en rannsóknir á Teigsbjargi benda til þess að ekki er að búast við sérlega miklum leka við sprungur. Sprungurósin sem fylgir kortinu sýnir að flestar sprungurnar vísa rétt austan við norður.

7.6.5 Grjótnámur

Eyjabakkafoss fellur fram af hraunlagi sem þykir álitlegt til grjótnáms (sjá ljósmynd nr. 13)(Oddur Sigurðsson o.fl. 1982). Lagið er um 8 m (± 2 m) þykkt við Jökulsá og við yfirborðsathugun virðist sú þykkt ná yfir nokkurra ferkílómetra svæði nálægt ánni. 4-5 m af þykkt lagsins gefa grjót af æskilegri stærð.

Undir Eyjabakkafosslaginu er annað lag sem ætti að geta gefið þokkalega steina í grjótvörn, en það lag er mun rýrara að vöxtum en fosslagið.

Náma vestan við fossinn er að líkindum líðlega 100 m breið og tæplega 500 m löng og má vænta þess að hún gefi nálægt 250 þús. rúmm. Þessi náma er um 0,8 km frá stíflunni við Jökulsá en síðan eru a.m.k. 2 námur í sama lagi um 2 km og 2,5 km frá stíflunni. Þessar námur eru líklega hvor um sig af svipaðri stærð og náman við Eyjabakkafoss. Auk þess gæti lagið neðan Eyjabakkafoss gefið 50 þús. m³ af grjóti.

Austan við Jökulsá eru líklega langtum stærri námur og má telja sennilegt að þar megi fá allt að 5 milljónir rúmm af nothæfu grjóti ef miðað er við að 5 m af þykkt lagsins gefi nothæft grjót. Ekki hefur fundist heppilegt grjótnám innan fyrirhugaðs löns og líklega verður allt grjótnámið neðan við Eyjabakkastífluna.

7.6.6 Lektarmælingar

Af þeim 10 kjarnaholum sem hafa verið boraðar á og við stíflustæðið hefur engin sýnt verulega leka. Má því fullyrða að bergið sé vel þétt. Í holum EB-10 og EB-12 við Hafursá kom fram mikill leki í millilagi undir efsta hraunlaginu. Samsvarandi lag í öðrum holum (EB-2,3 og 7) reyndist ekki sérstaklega lekt (Ágúst Guðmundsson (y.) og Bessi Aðalsteinsson 1978 og Bessi Aðalsteinsson 1981).

Þykku lausu jarðlöggin undir vesturenda stíflunnar voru sérstaklega lektarprófuð (Oddur Sigurðsson o.fl. 1982). Yfirborðslöggin eru vel

þétt, enda stendur vatn þar uppi í mjög blautri mýri þótt halli sé á landinu. Í 4 loftborsholum sem boraðar voru gegnum aurkeiluna er lekt allmisjöfn frá einu lektunarbili til annars, eða frá 0 LU upp í 960 LU. Það er hugsanlegt að lektin í aurkeilunni sé stefnubundin, meiri hornrétt á hæðarlínur en samsíða þeim vegna þess að aurkeilan er byggð upp af ílögum, misgrófum skriðum sem geislást út frá gilkjafti.

7.6.7 Laus jarðlög

Lausu jarðlögin á stíflustæðinu eru að mestu leyti móa- og mýrajarðvegur eins og annarsstaðar á heiðinni. Á holtinu austan ár (austustu 800 m af stíflustæðinu) er jarðvegurinn yfirleitt 1-2 m ofan á klöpp, en á 500 m kafla næst ánni að austan er hann mun þykkari eða 3-4 m að jafnaði. Vestan ár er jarðvegurinn aftur óvísða meira en 2 m þykkur fyrr en kemur vestur fyrir úttakið úr miðluninni. Þar þykkna lausu jarðlögin í 3-4 m auk þess sem þau eru til muna meira malarblönduð. Undir vestasta hluta stíflunnar eru allt að 25 m þykk lög af aurkeiluefni í geil sem liggur þvert undir stífluásinn. Nokkuð ljóst er að ekkert af þessu efni verður notað í undirstöður stoðfyllingar eða kjarna nema e.t.v. aurkeilan á vestustu 100-200 metrunum.

7.7 Veitur af Fljótsdalsheiði

7.7.1 Inngangur

Í Hölná við Grjóttöldu er áætluð 13,5 m há stífla. Myndast þar uppistöðulón með 10 Gl miðlun. Vatni verður veitt þaðan um 4 km langan skurð norðan í Þrælhálsi í Þórisstaðakvísl. Þar sem skurðurinn kemur úr lóninu verða tvær smástíflur og lokuvirki. Laugará verður stífluð með 7 m hárrí stíflu norðaustan við Sauðafell og henni veitt með skurði tæplega 3 km löngum beint norður í Þórisstaðakvísl. Þórisstaðakvísl verður síðan stífluð 13 m hárrí stíflu í hávestur frá Langavatni og 5 km langur skurður grafinn úr uppistöðunni í Gilsárlón (sjá myndir 24 - 28 í II. hefti).

7.7.2 Rannsóknayfirlit

Árið 1975 voru stíflustæði og skurðleiðir úr Þórisstaðakvísl í Gilsárvötn athuguð vegna Bessastaðaárvirkjunar. Þar voru teknar gryfjur, mældur hljóðhraði og viðnám og borað með borro (Halína Guðmundsson o.fl. 1976a og 1976b). 1980 voru boraðar 67 cobrahólur (Gunnar Þorbergsson 1981) og mældur hljóðhraði á 35 sniðum á stíflustæðum og skurðleið frá Hölná í Þórisstaðakvísl (Halína Bogadóttir 1981) og grafnar 22 gryfjur á skurðleiðinni (Ágúst Guðmundsson 1981). Í apríl 1981 var farið á vélsleða og cobraborað á vötnum á milli Þórisstaðakvíslar og Langavatns (Ágúst Guðmundsson og Pétur Ásbjörnsson 1981). Þá var sumarið var enn aukið við 278 cobrahólur hvarvetna á mannvirkjastæðum veitna af Fljótsdalsheiði (Gunnar Þorbergsson 1982). Þá var einnig tekin 21 gryfja á stíflum Hölnárveitu (Gunnar Birgisson 1982). Sumarið 1984 voru boraðar 6 kjarnahólur á mannvirkjastæðum veitnanna (VK-2 til VK-7) og þær lektarprófaðar (sjá snið í II. hefti).

7.7.3 Laus jarðlög.

Á stíflustæði í Hölkná er heilleg klöpp í árfarveginum en um 2 m þykk malarlög næst ánni. Fjar á báða vegu er móajarðvegur. Við syðri enda stíflunnar er jökulruðningshóll. Á stíflustæðunum við norðurenda lónsins er jökulruðningur 1-2 m þykkur en mun þykkari í hólum milli stíflustæðanna. Til endanna fjærst jökulruðningshólum eru allt að 2 m þykk móajarðvegslög.

Á skurðleiðinni yfir í Þórisstaðakvísl er víðast 2-6 m þykkt lag af mýra- og móajarðvegi. Neðarlega í gryfjusniðum eru þó víða þunn lög af sandi og möl, einkum nær Hölkná. Einnig kom jökulruðningur fram á nokkrum stöðum, mest austan til á skurðleiðinni.

Á skurðleið Laugarárveitu eru mjög þykk sand- og malarlög víða allt að 10 m. Hér og þar má finna jökulruðning fyrir neðan þessi lög. Ef að líkum lætur er það einungis á litlum kafla sem skurðurinn nær niður á klöpp.

Skurðleiðin frá Þórisstaðakvísl í Gilsárlón liggur um mýrar og grunn vötn. Þar er því fyrst og fremst um 1-3 m þykkar mýrajarðveg að ræða. Sumsstaðar er möl og sandur eða finna efni undir lífræna jarðveginum.

7.7.4 Berggrunnur

Klöppin í farvegi Hölknár er dílótt basalt allt að 20 m þykkt lag. Á stíflustæðinu norðan til er þóleítt basaltlag. Kjarnaholurnar VK-1 og 2 á stíflustæðinu reyndust lítið lekar.

Á stíflustæði við norðurenda Hölknárlóns eru þykk laus jarðlög, aðallega jökulruðningur. Berggrunnurinn undir lokuvirkinu er 10 m þykkur túffsandsteinn móbergslegur, en þar undir er dílabasalt sem sjá má í kjarnaholu VK-3 (sjá snið í II. hefti).

Þórisstaðakvíslarstíflan mun standa á þóleíttbasalti. Beggja vegna farvegarins er kubbaberg fínsprungið efst en grófara hið neðra. Á tæplega 6 m dýpi við botnrás er rúmlega 2 m þykkt völubergslag (sjá kjarnaborholusnið VK-4 og 5 í II. hefti).

Lokuvirki í skurðinum norðvestan Langavatns mun verða byggt á þunnu þóleíttlagi og undir því á 4 m dýpi er lélegt gjalllag sem eyddist í borun.

Veitustíflan í Laugará lendir á andesítlaginu sem kennt er við Hafursá. Undir því er sundurlaust setlag sem er allekt.

7.8 Sauðárveita

7.8.1 Inngangur

Veita skal úr Sauðárvatni, Innri Sauðá, Grjótá og Kelduá í Eyjabakkamiðlun. Með tveim stíflum verður mynduð 10 GI miðlun í Sauðárvatni og verður sú hærrí 10 m há. Þaðan er áætlaður rúmlega 2 km langur og 12 m djúpur skurður í eina af upptakakvíslum Grjótár. Liggur skurðurinn þvert á Innri-Sauðá og þarf að reisa þar rúmlega 10 m háa stíflu.

Grjótá verður stífluð í tæplega 750 m y.s. og henni veitt í lítið stöðuvatn "Grjótárvatn". Þaðan er áætlaður 400 m langur skurður í Hellukvísl sem rennur í Kelduá. Kelduárstíflan verður um 1 km á lengd og 18 m há. Þaðan verður svo annar 2 km langur skurður og allt að 10 m djúpur. Eftir það er sjálfrennsli í Eyjabakkalón (sjá myndir 29 - 31 í II. hefti).

7.8.2 Laus jarðlög

Lítið er um laus jarðlög á Hraunum og því minna sem austar dregur. Þar er land næsta gróðursnautt. Á stíflustæðum og skurðleið eru laus jarðlög víðast innan við tveggja metra þykk og mjög grýtt. Á stöku stað í árfarvegum og vötnum er fíngerðara set allt að 5 m þykkt.

7.8.3 Berggrunnur

Enn vantar mikið á þekkingu um berggrunninn á Hraunasvæðinu. Þar hafa ekki enn verið boraðar neinar kjarnaholur. Þó er ljóst að þar er mun meira af súru bergi og jökulbergi en annarsstaðar á virkjunarsvæðinu.

Sauðárvatnsstíflan eystri er á þóleiðt basalti að mestu. Við syðri endann er jökulberg en sá nyrðri gengur upp að hóli úr móbergstúffi með jökulbergi ofan á. Vestari stíflan er yfir Ytri-Sauðá á milli tveggja móbergstúffs hóla. Stíflan í Innri-Sauðá er að mestu á þóleiðtbasalti.

Báðar litlu stíflurnar við Grjótá og "Grjótárvatn" eru á jökulbergi, en sú vestari liggur upp að ólivín basalt bakka.

Kelduárstíflan er að mestu á jökulbergi en í hæðinni rétt vestan ár er andesít.

Ef að líkum lætur verður mikið af skurðum á Hraunum í jökulbergi. Austasti hluti skurðar úr Sauðárvatni verður þó grafinn í þóleiðt basaltlög.

8 SAMANTEKT

Í þessari skýrslu eru teknar saman niðurstöður jarðfræði-, jarðeðlisfræði-, umhverfis- og veðurfarsrannsóknna vegna Fljótsdalsvirkjunar (Virkjunar Jökulsár í Fljótsdal í Valþjófsstaðarteigi).

Jökulsá í Fljótsdal skal stífluð við Eyjabakka og veitt um Fljótsdalsheiði í inntakslón við Grenisöldu. Fallið verður virkjað í neðanjarðarstöðvarhúsi í Valþjófsstaðarlandi. Inn á vatnasvið virkjunarinnar verður veitt vatni af Hraunum og vestan af Fljótsdalsheiði (sjá mynd 1.1).

Grunnbergið er að mestu leyti basalt, síðtertiert eða árkvartert. Hallar lögunum 2-8^o til V eða VNV og því minna sem ofar dregur í staflann á hverjum stað. Syðst á svæðinu og umhverfis Snæfell er mikið af súru og ísúru bergi sem tengt er tveim megineldstöðvum. Þar á meðal er eitt þykkt og víðáttumikið ísúrt hraunlag norðan og austan Snæfells sem hallar örlítið til A. Það er mun yngra en önnur hraunlög á svæðinu. Umhverfis Snæfell eru margir móbergshnjúkar og í hlíðum þeirra skriða lausu jarðlöggin undan halla þótt hægt fari.

Hvergi hefur orðið vart við tiltakanlega margar sprungur í berggrunninum þótt þær séu víða áberandi. Flestar stefna þær í N eða aðeins austan við N.

Stíflur eru yfirleitt á allþéttu bergi og lítil hætta á vanda vegna leka. Þó er þykkt setlag undir vestari enda Eyjabakkastíflu sem er nokkuð lekt með köflum.

Á jarðgangaleið og stöðvarhússtöði er bergið úr heillegum og allþéttum basaltlögum með enn þéttari millilögum úr fingerðu seti. Sprungur eru margar og nokkrir berggangar sem ekki virðist ástæða til að ætla að valdi vandræðum. Bergþrýstingur er nánast jafn í allar áttir lárétt en eykst jafnt með dýpi.

Eyjabakkaskurður liggur syðst í Hafursárandesítinu en undirlag þess getur verið allekt á köflum. Skurðurinn verður víðast hvar um 10 m djúpur en utan í Laugarfelli þarf þó að grafa allt að 30 m niður í kubbaberg og móberg.

Laus jarðlög á yfirborði eru að jafnaði þunn og fábreytileg og hefur jökullinn skilið lítið eftir sig. Víðast hvar er móa- eða mýrajarðvegur innan við 3 m þykkur. Á nokkrum stöðum má finna jökulruðning eða vatnsborið set.

Sökum þess hve lítið er um laus jarðlög þarf víða að flytja efni langar leiðir, einkum steypu-, kjarna- og síuefni.

Sauðárveita er enn lítið rannsökuð enda var snemma ákveðið að bíða með frekari rannsóknir þar uns byrjað væri að reisa Eyjabakkastíflu.

Víða á Fljótsdalsheiði og Múla má finna jarðhita. Þó er hvorki hitinn mikill né rennslið. Heitust og vatnsmest er lind við Laugakofa 51^oC og u.þ.b. 0,5 l/s. Í Sauðafelli er ölkelda sem bendir til mun meiri hita í jörðu. Kaldavermsl á heiðum uppi er um 1,5^oC.

Gera má ráð fyrir að meðalofthiti á heiðinni sé allt að 5⁰C lægri en niðri í Fljótsdal. Víða er jarðklaki allt árið um kring, einkum í jökulruðningi og rústamýrum. Vindar geta orðið allstríðir einkum á dalbrúnum og hefur hlotist tjón af. Meðalveðurhæð virðist vera meiri en að jafnaði á veðurstöðvum landsins. Vorflóð ná oftast hámarki seinnihlutann í maí eða fyrst í júní. Dragár geta vaxið geysilega í haustríningum. Fljótsdalsheiði má að jafnaði heita ófær vegna bleytu fram í júlí hvert ár og í september má búast við ófærð vegna snjóá.

Ljóst er að nokkrir sérstæðir staðir raskast við tilkomu virkjunarinnar og er þar fyrst að nefna Eyjabakka. Margir fossar í Jökulsá í Fljótsdal, Hafursá, Laugará og Bessastaðaá hljóta að minnka verulega eða hverfa alveg. Við virkjunarframkvæmdir verður að taka tillit til farleiða hreindýra og sauðfjár.

HEIMILDASKRÁ

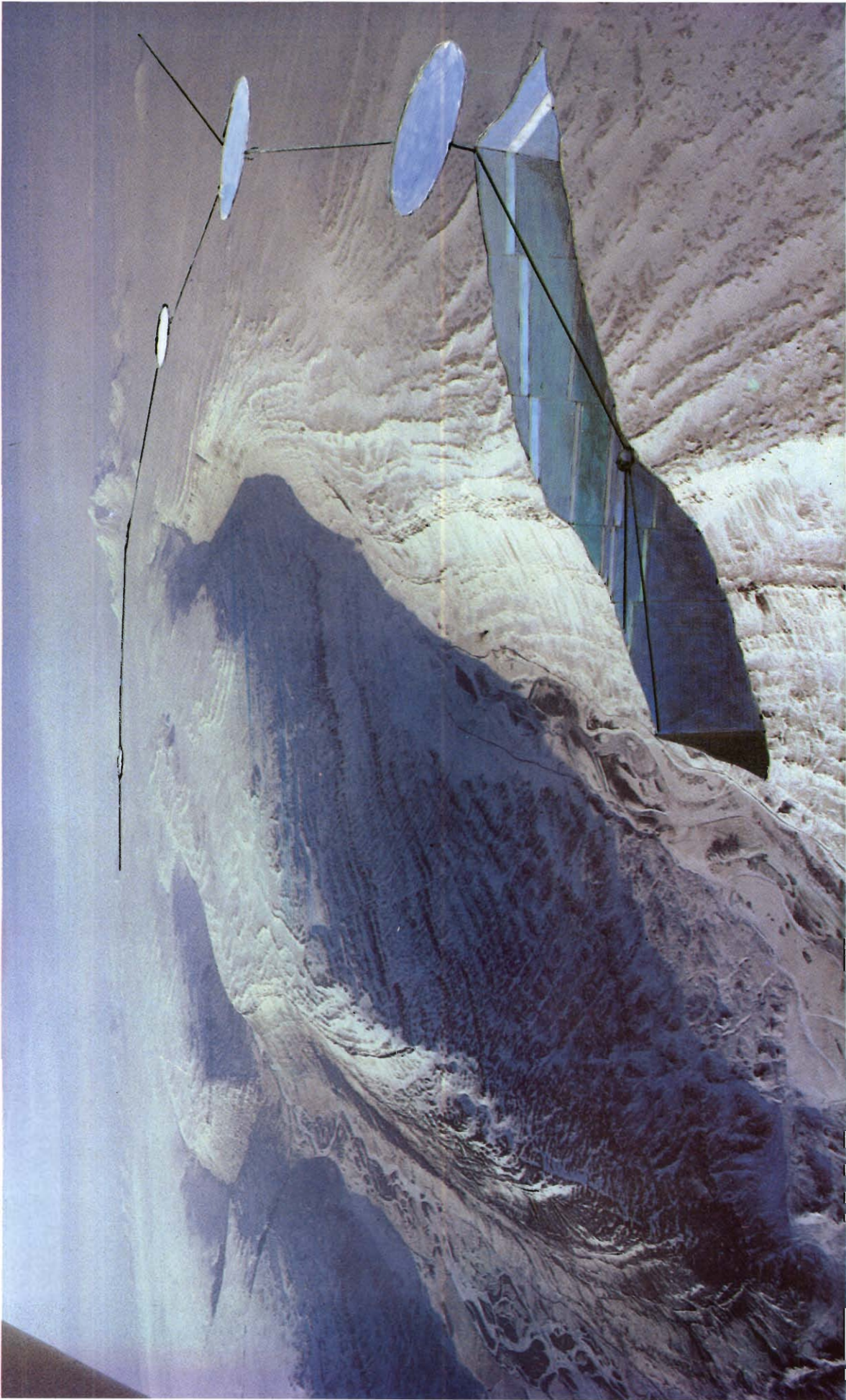
- Ade-Hall, J.M. Palmer. J.C. Hubbard T.P. 1971: The magnetic and opaque petrological response of basalt to regional hydrothermal alteration. Royal. Astron. Soc. Geophys. Jour., V. 24: 137-174.
- Ágúst Guðmundsson 1978: Austurlandsvirkjun, Múlavirkjun, frumkönnun á jarðfræði Múla og umhverfis. Orkustofnun, OS-ROD-7818, 43 s.
- Ágúst Guðmundsson 1980: Fljótsdalsvirkjun, könnun á lausum jarðlögum í Jökulsá í Fljótsdal við Eyjabakka. Orkustofnun, greinargerð ÁG-80/03.
- Ágúst Guðmundsson 1981: Fljótsdalsvirkjun, lýsingar á gryfjum á Hólknárveitu, Laugarárveitu, svæðinu frá Garðavatni að Teigsbjargi og á milli Garðavatns og Hólmavatns. Orkustofnun, greinargerð ÁG-81/01
- Ágúst Guðmundsson og Pétur Ásbjörnsson 1981: Fljótsdalsvirkjun, cobraborun í apríl 1981 á skurðleiðum og stíflustæðum. Orkustofnun, greinargerð ÁG-PÁ-81/06.
- Ágúst Guðmundsson (y.) og Bessi Aðalsteinsson 1978: Austurlandsvirkjun, Eyjabakkar, jarðfræðiskýrsla. Orkustofnun, OS-ROD-7830, 71 s.
- Almenna verkfræðistofan, Hönnun, VST og Virkir Rafhönnun 1982: Fljótsdalsvirkjun. Verkhönnun 252 MW virkjunar, greinargerð I. og II. bindi. Rafmagnsveitur ríkisins 82506.
- Arnþór Óli Arason 1976: Austurlandsvirkjun. Múli og Hraun. Jarðfræðiskýrsla. Orkustofnun, OS-ROD-7625, 20 s.
- Arnþór Garðarsson 1978: Vatnavernd. Náttúruverndarráð. Fjölrit nr. 4; 42 s.
- Bessi Aðalsteinsson 1974: Efnisleit vegna Bessastaðárvirkjunar í október 1974. Orkustofnun, 7 bls.
- Bessi Aðalsteinsson 1981: Fljótsdalsvirkjun, Eyjabakkastífla, Sauðárveita. Orkustofnun, greinargerðir BA-81/01 og BA-81/02.
- Birgir Jónsson 1975: Bessastaðárvirkjun, Byggingarefnisleit í okt. 1975, Orkustofnun, OS-ROD-7533 16s.
- Bjarni Bjarnason og Ágúst Guðmundsson 1982: Fljótdalsvirkjun, Gilsárlón - Hólmalón, jarðfræðilegar aðstæður. Orkustofnun, OS82019/VOD14 B, 19 s.
- Elsa G. Vilmundardóttir 1972: Austurlandsvirkjun - Fljótsdalur. Skýrsla um jarðfræðiathuganir við Jökulsá á Fljótsdal sumarið 1970. Orkustofnun ROD ágúst 1972, 58 s.
- Freysteinn Sigurðsson og Sigbjörn Guðjónsson 1983: Jarðgrunnur á Jökuldal. Forkönnun. Orkustofnun, OS-83090/VOD-33 B, 34 s.

- Gunnar Birgisson 1982: Fljótsdalsvirkjun, Könnun á lausum jarðlögum á stíflu- og skurðleiðum, Orkustofnun, OS82020/VOD15 B 59 s.
- Gunnar St. Jónsson & Úlfar Antonsson 1975: Skýrsla um rannsóknir á vötnum á vatnasvæði væntanlegrar Bessastaðaárvirkjunar (handrit).
- Gunnar Þorbergsson 1981: Landmælingar vegna jarðfræðirannsókna á Fljótsdalsheiði 1980 I og II. Orkustofnun, greinargerð GP-81/01.
- Gunnar Þorbergsson 1982: Landmælingar vegna jarðfræðirannsókna á Fljótsdalsheiði 1981. Orkustofnun, OS82006/VOD07 B.
- Gunnar Þorbergsson og Ingvar Þór Magnússon 1983: Fljótsdalsvirkjun, landmæling vegna jarðfræðirannsókna á Fljótsdalsheiði 1982. Orkustofnun, OS83010/VOD02 B, 20 s.
- Haimson, B. C. 1981: Hydrofracturing stress measurements, hole FV-1, Teigsbjarg. Orkustofnun, sept 1981.
- Halína Bogadóttir 1980: Hljóðhraðamælingar við Múlavirkjun 1979. Orkustofnun, greinargerð HB-80/02.
- Halína Bogadóttir 1981: Fljótsdalsvirkjun, hljóðhraðamælingar 1980. Orkustofnun, greinargerð HB-81/01.
- Halína Bogadóttir 1982: Fljótsdalsvirkjun, hljóðhraðamælingar 1981. Orkustofnun, OS82015/VOD11 B, 56 s.
- Halína Bogadóttir og Oddur Sigurðsson 1983: Fljótsdalsvirkjun. Hljóðhraðamælingar 1982. Orkustofnun, OS83060/VOD30 B, 16 s.
- Halína Guðmundsson, Gunnlaugur Jónsson og Davíð Egilson 1976: Bessastaðaárvirkjun, hljóðhraða- og viðnámsmælingar sumarið 1975. Rafmagnsveitur ríkisins og Orkustofnun, OS-ROD-7617, 60 s.
- Halína Guðmundsson, Jósef Hólmjárn, Gunnlaugur Jónsson og Davíð Egilson 1976: Bessastaðaárvirkjun, hljóðhraða- og viðnámsmælingar 1975, Mæligögn. Rafmagnsveitur ríkisins og Orkustofnun, OS-ROD-7618, 43 s.
- Hákon Aðalsteinsson 1979: Fljótsdalsheiði. Frumkönnun á lífviststraumvatna í veitukerfi Bessastaðaárvirkjunar. Orkustofnun, OS79004/ROD02, 19 s.
- Hákon Aðalsteinsson 1980: Lífvist í tjörnum og smávötnum á Vesturöræfum, Eyjabökkum og Múla. Yfirlitskönnun vegna Austurlandsvirkjunar. Orkustofnun, OS80015/ROD08, 50 s.
- Hákon Aðalsteinsson 1982: Um fiskiræktarskilyrði á Héraði. Veiðifélag Fljótsdalshéraðs og Orkustofnun, OS82048/VOD09; 79 s.
- Hjörleifur Guttormsson 1976: Skýrsla um umhverfiskönnun á svæði Bessastaðaárvirkjunar 1975. Rafmagnsveitur ríkisins, 20 s.
- Hjörleifur Guttormsson 1978: Umsögn um líkleg umhverfisáhrif Bessastaðaárvirkjunar. Náttúrugripasafnið á Neskaupstað (handrit).

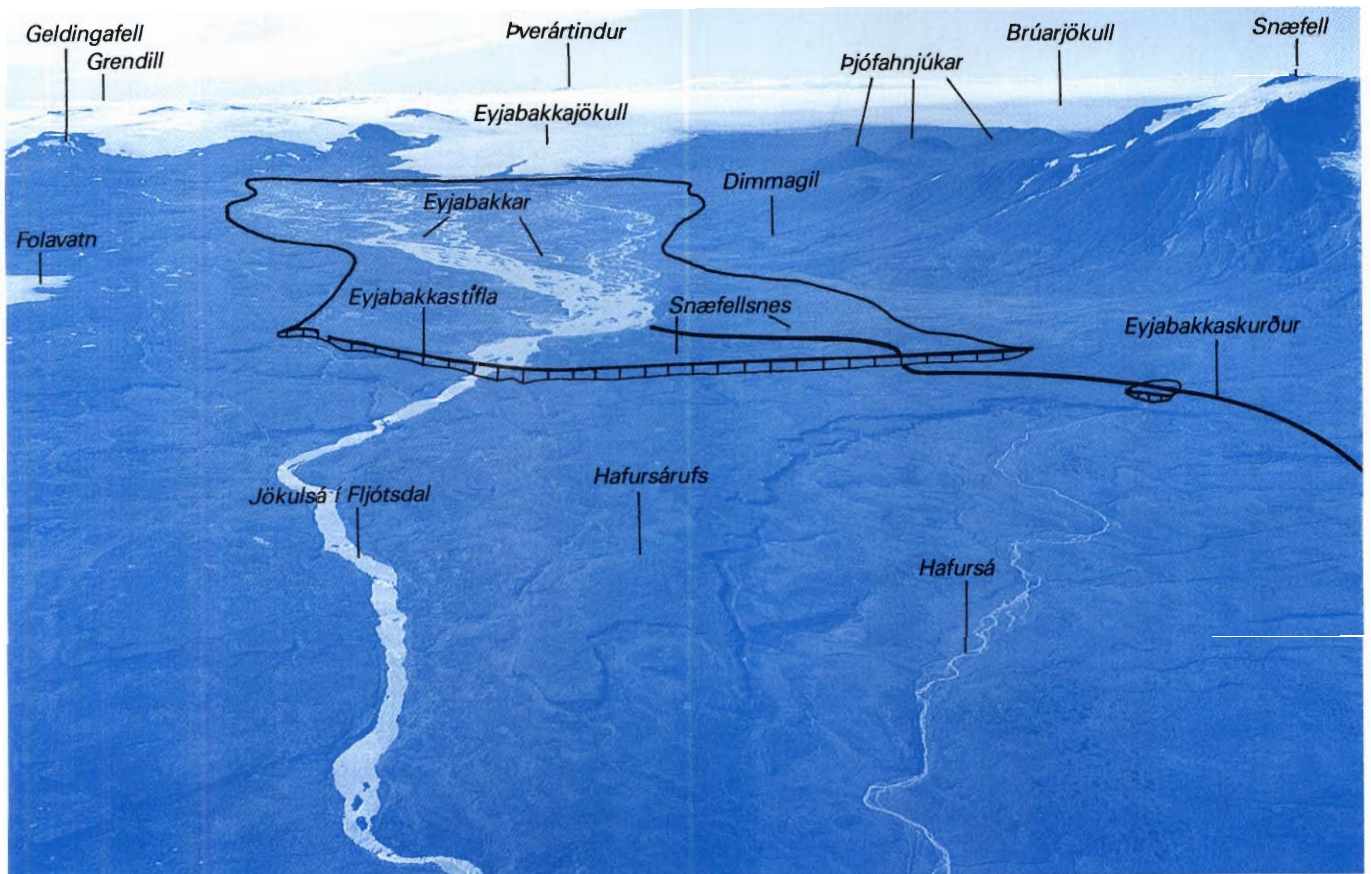
- Hjörleifur Guttormsson & Gísli Már Gíslason 1977: Eyjabakkar. Landkönnun og rannsókn á gróðri og dýralífi. Orkustofnun, OS-ROD 7719, 76 s.
- Hjörleifur Guttormsson (ritstjóri), Einar Þórarinnsson, Kristbjörn Egilsson, Erling Ólafsson og Hákon Aðalsteinsson 1981: Náttúrufræðiskönnun á vatnasviði Jökulsár í Fljótsdal og Jökulsár á Dal. Orkustofnun, OS81002/VOD02, 269 s.
- Hönnun hf., Verkfræðistofa Jóhanns Indriðasonar og Vermir hf. 1976: Bessastaðaárvirkjun, hönnunaráætlun. Rafmagnsveitur ríkisins, Áætlanadeild.
- Jakob Gíslason og Jakob Björnsson 1969: Áætlun um frumrannsóknir á vatnsorku Íslands 1970 - 1974. Orkustofnun, 58 s.
- Jón Eyþórsson og Hlynur Sigtryggsson 1971: The climate and weather of Iceland. Í: The zoology of Iceland, vol. I, part 3. Munksgaard, Kaupmannahöfn og Reykjavík, 62 s.
- Jón Skúlason 1982: Hönnun Eyjabakkastíflu og stífla Sauðárveitu. Almenna Verkfræðistofan, 16 s.
- Kristbjörn Egilsson 1983: Fæða og beitolönd íslensku hreindýranna. Orkustofnun, OS83073/VOD07, 235 s.
- Kristbjörn Egilsson og Skarphéðinn Þórisson 1983: Áhrif fyrirhugaðra virkjana á Austurlandi á hreindýr og beitolönd þeirra. Orkustofnun, OS83074/VOD08, 65 s.
- Kristinn Einarsson og Örn Ólafsson 1982: Fljótsdalsheiði. Úrvinnsla hitamælinga í Múlabúðum, undir Laugarfelli og við Stóralæk. Orkustofnun, OS82065/VOD33 B, 26 s.
- Kristinn Haukur Skarphéðinsson 1985: Skýrsla um fuglalíf á Fljótsdals- og Jökuldalsheiði (í undirbúningi).
- Magnús Guðmundsson 1982: Fljótsdalsvirkjun, cobraborun á Eyjabökkum. Orkustofnun, MJ-82/01.
- Markús Á. Einarsson 1976: Veðurfar á Íslandi. Iðunn, Reykjavík, 150 s.
- McDougall, Ian., N.D Watkins. and Leo Kristjánsson 1976. Geochronology and paleomagnetism of a Miocene-Pliocene lava sequence at Bessastaðaá Eastern Iceland Am Jour. Sci., V. 276: 1078-1095.
- Oddur Sigurðsson 1978: Bessastaðavirkjun, Hólsvirkjun, jarðfræðirannsóknir 1977. Orkustofnun, OS-ROD-7831, 9 s.
- Oddur Sigurðsson 1981: Fljótsdalsvirkjun. Eyjabakkaskurður, Jarðgangaleiðir í Laugarfelli. Orkustofnun, greinargerðir OS-81/01 og 02.
- Oddur Sigurðsson 1982: Fljótsdalsvirkjun, Eyjabakkaskurður, jarðfræðiskönnun. Orkustofnun, OS82021/VOD16 B, 29 s.
- Oddur Sigurðsson, Ágúst Guðmundsson, Bjarni Bjarnason og Gunnar

- Birgisson 1982: Fljótsdalsvirkjun, Eyjabakkastífla, jarðfræðikönnun. Orkustofnu, OS82022/VOD17 B, 20 s.
- Pálmi R. Pálmason og Sveinn Þorgrímsson 1978: Austurlandsvirkjun, Niðurstöður vettvangsfarar og forrannsóknir byggingarefna. Orkustofnun, OS-ROD-7807, 21s.
- Rannsóknarstofnun landbúnaðarins 1976: Gróðurkort af virkjunarsvæði Bessastaðaár. Rafmagnsveitur ríkisins.
- Rannsóknarstofnun landbúnaðarins 1978: Gróðurkort, Eyjabakkar og Snæfell. Orkustofnun.
- Raunvísindastofnun Háskólans 1979: Skráningartæki RH7850. Fjölrit, 8 s.
- Ross, J.G. and A.E. Mussett 1976. Ar 40/Ar 39 dates for spreading rates in Eastern Iceland. Nature, V. 259: 36-38.
- Sigbjörn Guðjónsson 1982: Fljótsdalsvirkjun, Magn síuefnis við Bessastaðaá. Orkustofnun, OS82013/VOD09 B, 10 s.
- Sigbjörn Guðjónsson 1983: Fljótsdalsvirkjun byggingarefniskönnun 1982. Orkustofnun, OS-83010/VOD-06 B, 64 s.
- Sigbjörn Guðjónsson 1985: Fljótsdalsvirkjun byggingarefniskönnun 1984. (í prentun)
- Sigbjörn Guðjónsson og Gunnar Birgisson 1982: Fljótsdalsvirkjun. Fylliefni í steinsteypu. Orkustofnun, OS82006/VOD04 B.
- Sigurður Þórarinnsson 1964: On the Age of the Terminal Moraines of Brúarjökull and Hálsajökull. A Tephrochronological Study. Jökull 14: 67-75.
- Sigurður Þórarinnsson 1978: Fossar á Íslandi. Náttúruverndarráð, Fjölrit nr. 2; 42 s.
- Skarphéðinn Þórisson 1980: Hreindýrarannsóknir á Austurlandi. Framvinduskýrsla nr. 1. Orkustofnun, OS80005/ROD03, 45 s.
- Skarphéðinn Þórisson 1981: Hreindýrarannsóknir á Austurlandi. Framvinduskýrsla nr. 2. Orkustofnun OS81003/VOD03, 34 s.
- Skarphéðinn Þórisson 1983: Hreindýrarannsóknir 1979 - 1981. Loka-skýrsla. Orkustofnun, OS83072/VOD06, 211 s.
- Skúli Víkingsson 1981: Fljótsdalsvirkjun. Byggingarefnisleit. Orkustofnun VOD, greinargerð, SV-81/01.
- Skúli Víkingsson, Sigbjörn Guðjónsson & Gunnar Birgisson 1982: Fljótsdalsvirkjun, byggingarefniskönnun. Orkustofnun, OS82013/VOD09 B, 60 s.
- Sveinn Þorgrímsson 1981: Fljótsdalsvirkjun, stöðvarhússtæði og jarðgangaleið, berggæðamat. Orkustofnun, greinargerð SvÞ-81/02.

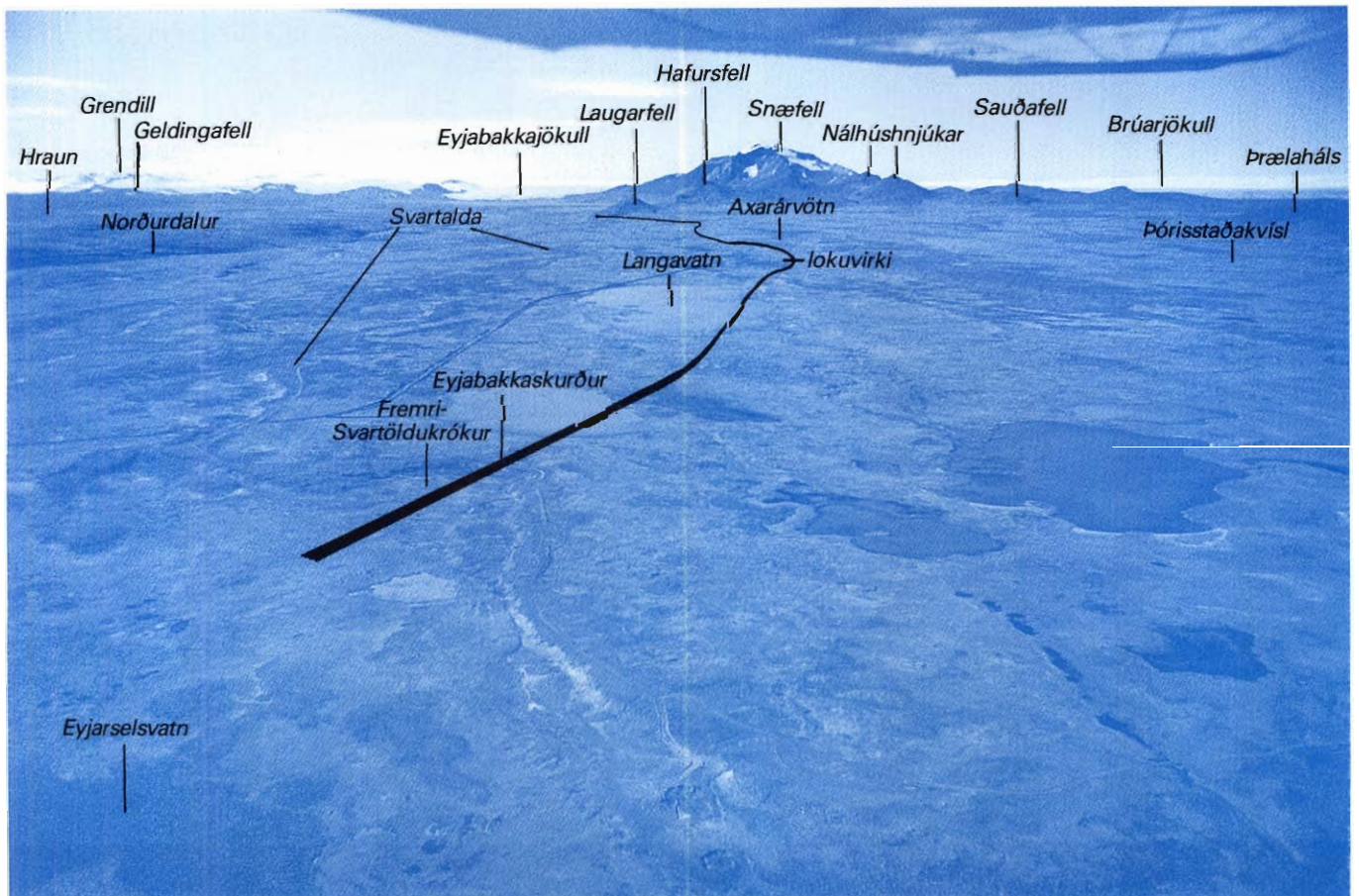
- Snorri Zóphóníasson 1981: Fljótsdalsvirkjun, Teigsbjarg - Fljótsdalur, jarðgangaleið. Orkustofnun, greinargerð SZ-81/01.
- Snorri Zóphóníasson 1982: Fljótsdalsvirkjun, Jarðfræði Garðavatn - Teigsbjarg - Fljótsdalur, skurðir og jarðgöng. Orkustofnun, OS82016/VOD12 B, 59 s.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen 1954: Stórvirkjanir á Íslandi. Raforkumálastjóri.
- Walker, G.P.L. 1960: Zeolite zones and dike distribution in relation to the structure of the basalt of Eastern Iceland. Jour. Geology, V. 68: 515-527.
- Walker, G.P.L. 1963: The Breiðdalur Central Volcano, Eastern Iceland. Geol. Soc. Lond Quart Journ., V. 119: 29-63.
- Walker, G.P.L. 1974: The structure of Eastern Iceland. Í: Leo Kristjánsson Þritstj.Æ: Geodynamics of Iceland and the north Atlantic area. Dordrecht (Holland) D Reidel: 177-188.
- Watkins N.D. and G.P.L. Walker 1977: Magnetostratigraphy of Eastern Iceland. American Journal of science, Vol. 277: 513-584.
- Þóroddur F. Þóroddsson 1981: Fljótsdalsvirkjun, gryfjulýsingar, Eyjabakkastífla, Eyjabakkaskurður. Orkustofnun, greinargerð ÞFP-81/02.
- Þórður Arason 1979: Leiðbeiningar um notkun forrita fyrir skráningar-tæki. Raunvísindastofnun Háskólans, fjölrít, 19 s.



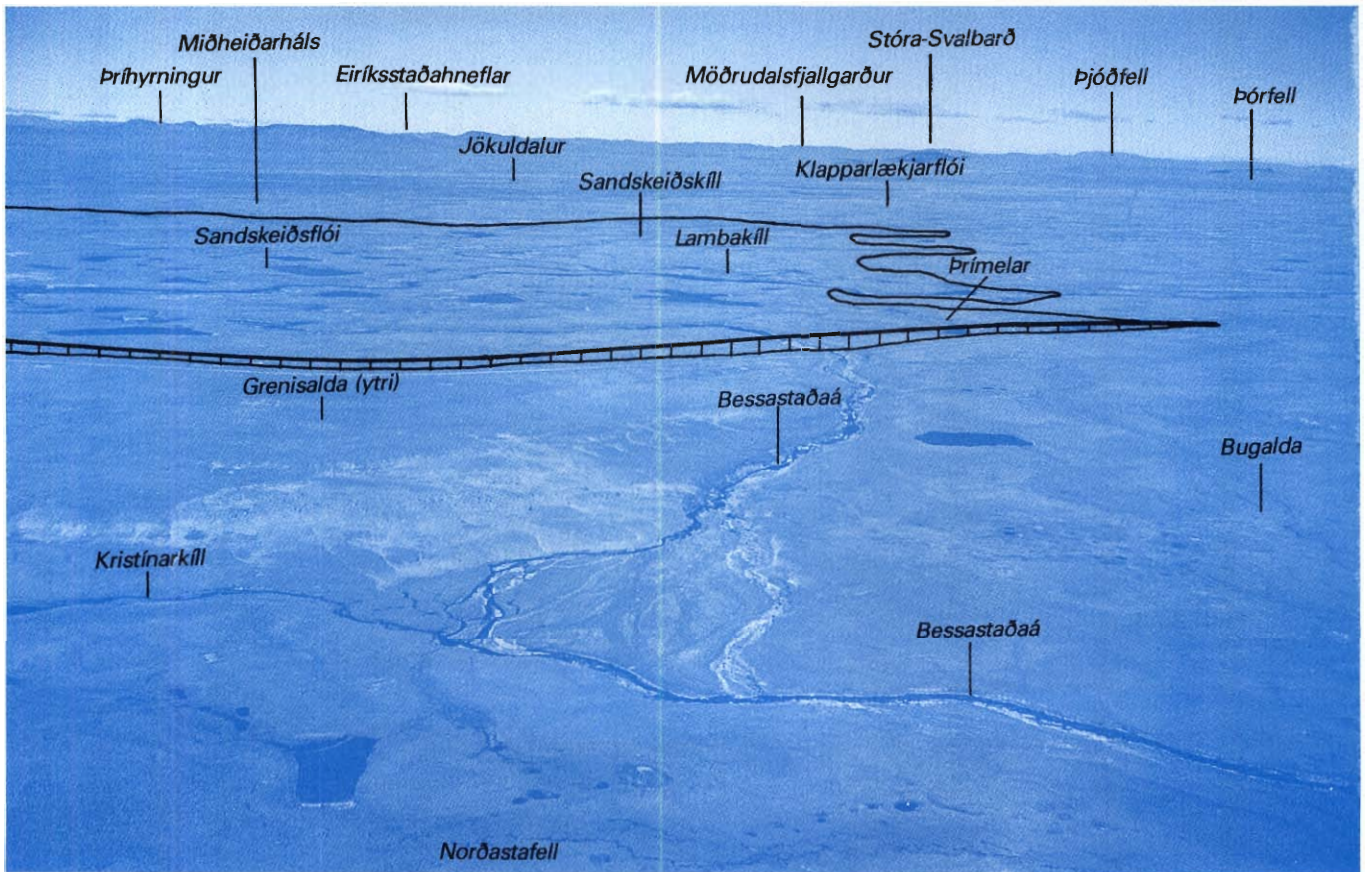
1. Fljótsdalsvirkjun; yfirlitsmynd séð til SV. Stílfært jarðlagasnið og mannvirki máluð inn á myndina (Ljósm. Bessi Adalsteinsson, málverk Georg Guðni Hauksson).



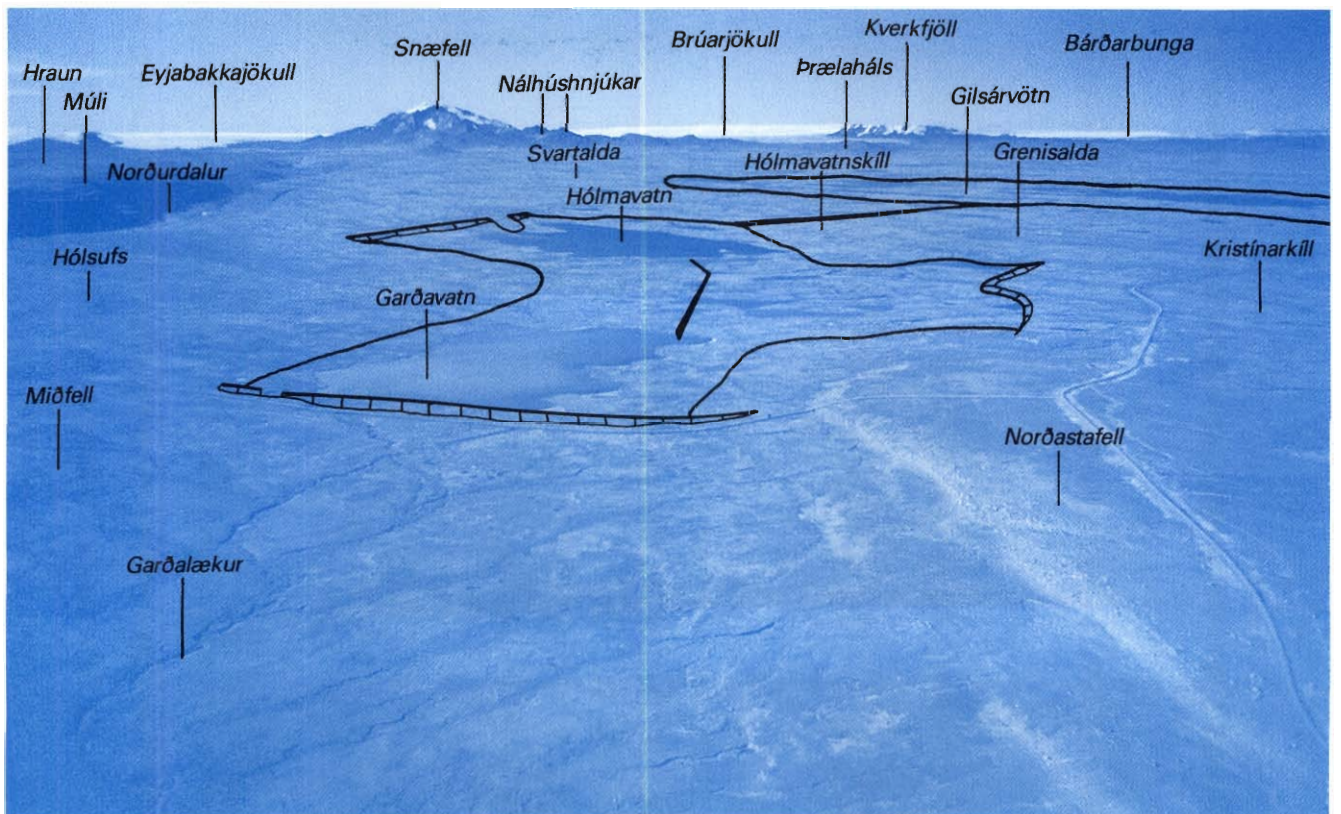
2. Eyjabakkar, yfirlitsmynd séð til SV. Brík Hafursáradesítsins er milli Jökulsár í Fljótsdal og Hafursár. Stíflustæðið og skurðleiðin teiknuð á myndina (ljósm. Oddur Sigurðsson).



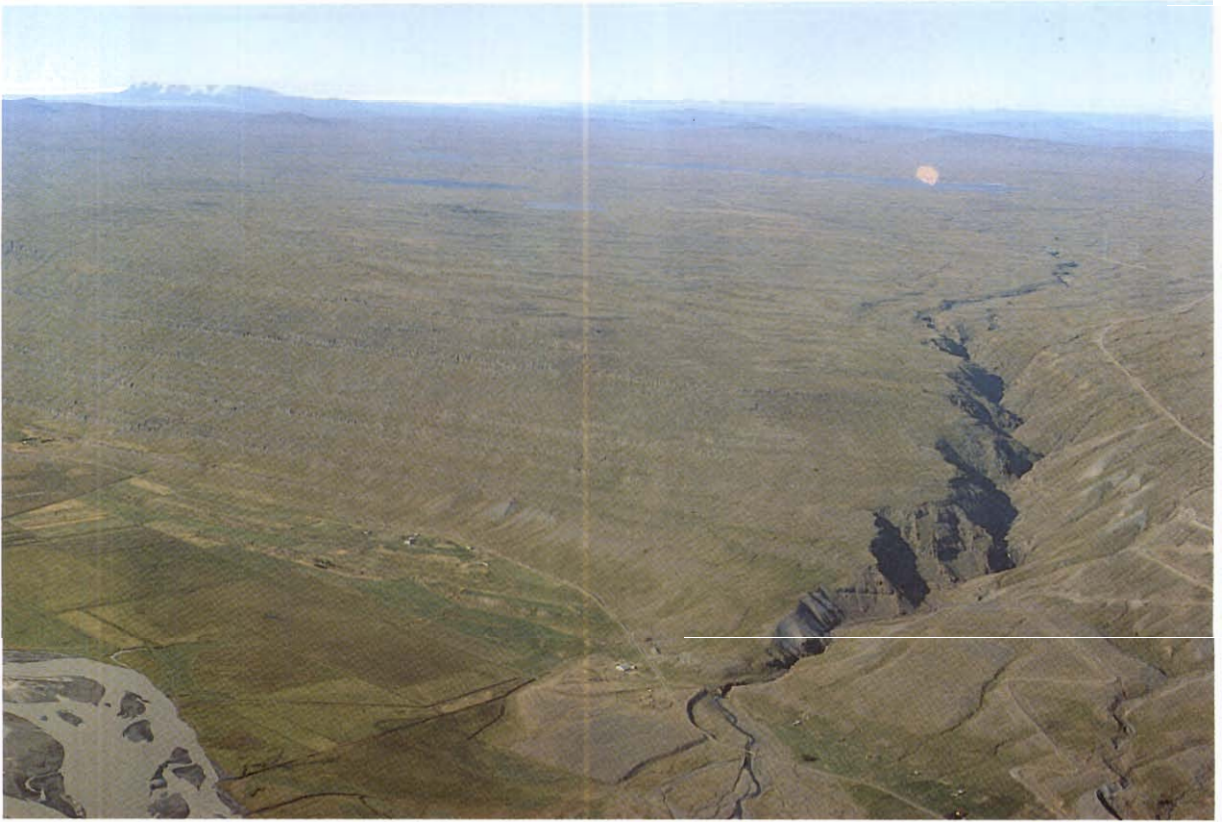
3. Eyjabakkaskurðleið, yfirlitsmynd. Séð SV yfir Svartöldu. Skurðleiðin liggur vinstra megin við fellin í baksýn en hægra megin við veginn sem sést nær á myndinni og mynnir hann út í Fremri-Svartöldukrók (ljósm. Oddur Sigurðsson)



4. Mót Bessastaðaár og Kristínarkíls séð til NV. Handan vegarins er nyrsti og hæsti hluti Gilsárlónsstíflu (ljósm. Oddur Sigurðsson).



5. Garðavatn séð til SV. Stíflustæðið yfir Garðalæk rétt handan vegar og til hægri er vegurinn yfir Norðastafell (ljósm. Oddur Sigurðsson).



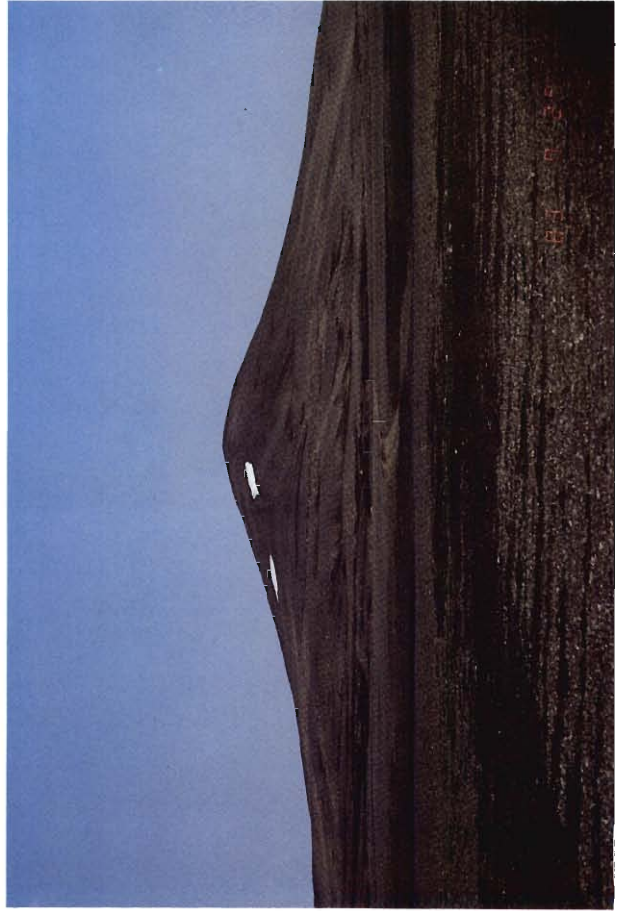
6. Bessastaðaá og Valþjófsstaðarfjall; yfirlitsmynd séð til VSV. Bak við Gilsárvötn eru Eyvindarfjöll og fjærst til vinstri eru Kverkfjöll (ljósm. Oddur Sigurðsson).



7. Jökulruðningur við Hölkná. Séð til V ofan í Þuríðarstaðadal á móti skriðstefnu jökulsins. Aðalnáman í kjarna Eyjabakkastíflu er rétt vesta árinna fyrir miðri mynd (ljósm. Bessi Aðalsteinsson).



8. Síuefnisnámur við Saudabanalæki séð til ANA ofan í Fljóttsdal. Efni hefur verið tekið þarna í vegi á svæðinu (Ljós. Oddur Sigurðsson).



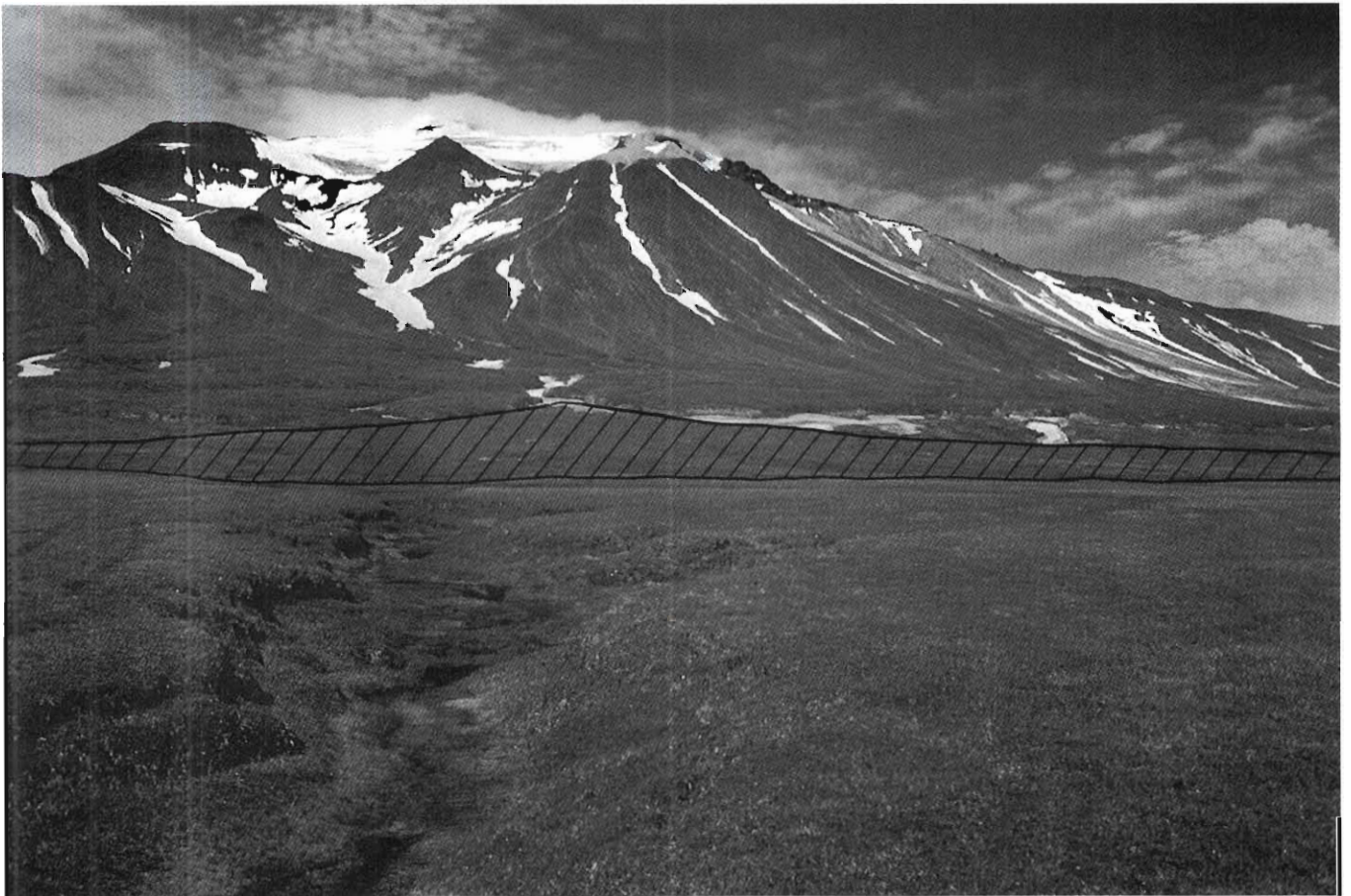
10. Síuefnisnáma norðan Saudafells séð til S (Ljós. Sigbjörn Guðjónsson).



9. Tilraunagryfja í Kjarnaefnisnámu syðst í Norðastafelli (Ljós. Oddur Sigurðsson).



11. Gryfja í síuefnisnámu í Sanddal (Ljós. Oddur Sigurðsson).



12. Aurkeila - stoðfyllingarefni (merkt á mynd) niður frá Dimmagili suðaustan Snæfells (ljósm. Oddur Sigurðsson).



13. Eyjabakkafoss. Stuðlabergið sem fossinn fellur fram af hentar vel í grjótvörn Eyjabakkastíflu (ljósm. Ágúst Guðmundsson).



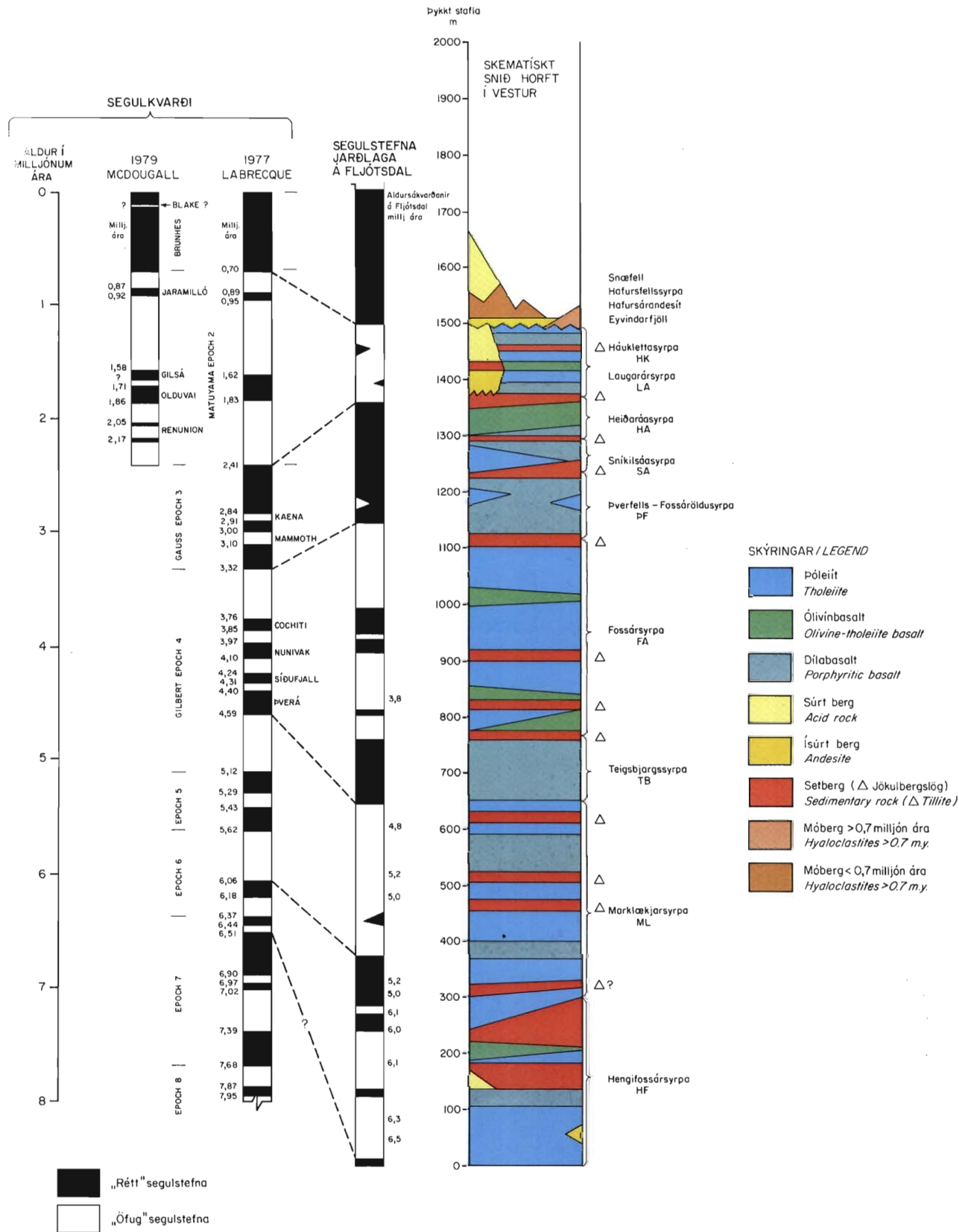
14. Stórgrýtisdreif á Grjóthálsi séð til NA. Getur vel hentað í grjótvörn fyrir stíflur Gilsár- og Hólmalóns (ljósm. Oddur Sigurðsson).



15. Séð niður með Bessastaðaárgili yfir aurkeiluna þar sem eina nothæfa fylliefnið í steypu hefur fundist (ljósm. Sigbjörn Guðjónsson).

BERGGRUNNSSTAFLINN Á FLJÓTSDAL

Skematískt þversnið í gegnum berglög við innanverðan Fljótsdal ásamt segulkvarða



16. Stílfært jarðlagasnið af Fljótsdal og nágrenni (teikn. Ágúst Guðmundsson).



17. Miðselsfoss í Jökulsá í Fljótsdal (ljósm. Ágúst Guðmundsson).



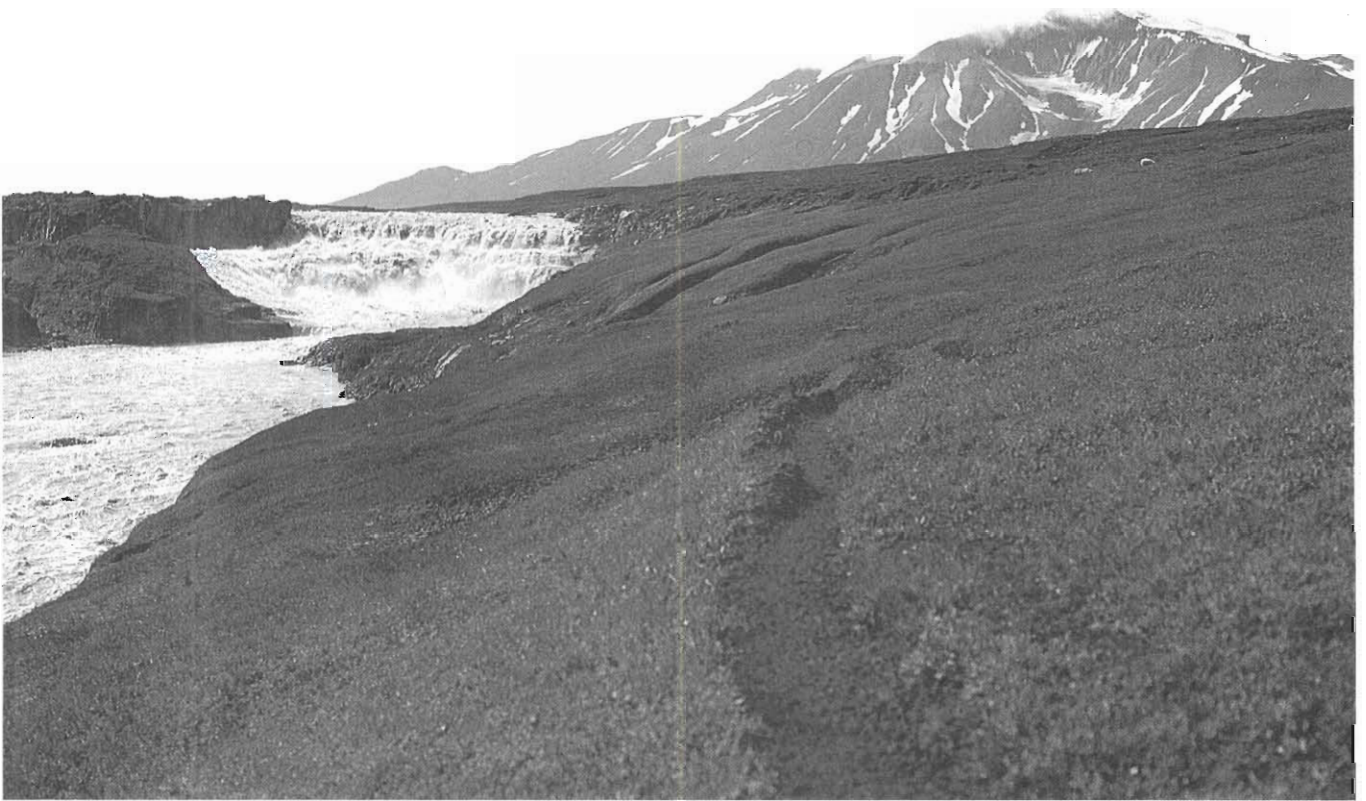
18. Ónefndir fossar í Jökulsá í Fljótsdal við mynni Innri-Sníkilsár (ljósm. Ágúst Guðmundsson).



19. Laugarárfoss í Jökulsá í Fljótsdal. Handan ár er mynni Laugarár (ljósm. Ágúst Guðmundsson).



20. Efri hluti Kirkjufoss í Jökulsá í Fljótsdal (ljósm. Ágúst Guðmundsson).



21. Ónefndur foss í Jökulsá í Fljótsdal við Hrakstrandarkofa (ljósm. Ágúst Guðmundsson).



22. Hafursá þar sem hún fellur fram af andesíthraunlaginu (ljósm. Oddur Sigurðsson).



23. Hengifoss í Hengifossá (ljósm. Oddur Sigurðsson).



24. Jónsfoss í Bessastaðaá (ljósm. Oddur Sigurðsson).

SUMMARY

In this report there are results of geological, geophysical, geotechnical, environmental and meteorological investigations applied at the Fljótsdalur hydropower project site.

The river Jökulsá í Fljótsdal is to be dammed at Eyjabakkar some 8 km off the snout of Eyjabakkajökull on the NE corner of Vatnajökull ice cap making a reservoir of 450 Gl. The river is to be diverted towards NE on to the Fljótsdalsheiði plateau to intake reservoirs. There is to be an underground power station with headrace and/or pressure tunnel, tailrace tunnel and access tunnel. Water will be diverted from two other watersheds on the plateau.

Bedrock in the area is mostly basaltic lavafloes from late Tertiary and early Quaternary. However there is a lot of acid and intermediate rocks in the south part of the area associated with two central volcanoes and in that vicinity there are also several hyaloclastic ridges from late glacial period.

The stratigraphy in the tunnelling region is made of basaltic lava flows with interbeds of tuffaceous sandstone and siltstone. There are several faults and other tectonic lineations, some more or less concealed, heading in a northerly direction. A few dikes are to be found along the tunnel route. Bedrock stress is almost equal in all horizontal directions increasing linearly with depth.

Overburden on the plateau is mostly thin and homogeneous. Glacial debris is found in a few places. On the other hand the alluvial sediments in the valley reach more than 100 m in thickness.

The mean temperature on the plateau is some 5 degrees C lower than down in the valley. Permafrost is to be found in bogs and fine grained material. Windspeed seems to be over the average of the weather recording stations in Iceland.

Spring thaw occurs in late May or early June. Autumn rain can cause great floods. The Fljótsdalsheiði plateau is in general impassable by most vehicles because of wet ground until July each year and snow is liable to prohibit vehicle transport as early as in September, except on elevated roads.

Most dams will be on reasonably water tight rock and risk of leakage is very little.

Several places of environmental interest will be affected by the project such as the Eyjabakkar marsh land area and many waterfalls in the course of Jökulsá í Fljótsdal, Hafursá, Laugará and Bessastaðaá. The project may also affect the migration of reindeer.

FLJÓTSDALSVIRKJUN
FLJÓTSDALUR-
FLJÓTSDALSHÉIÐI

KORT NR. 2249 B

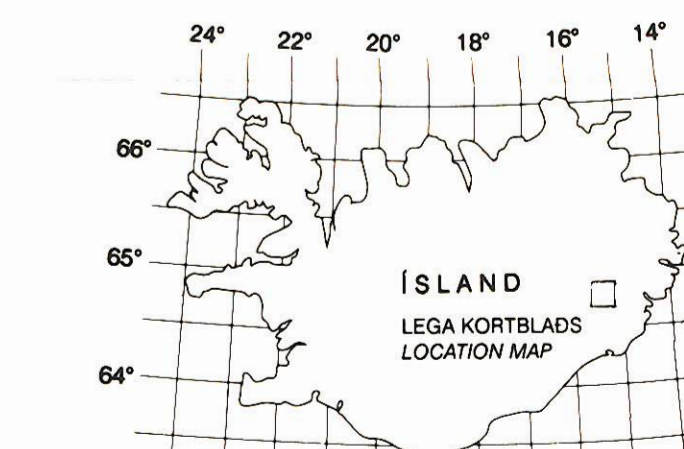
SKÝRINGAR / LEGEND

- Póleitt
Tholeiite
- Ólívínbasalt
- Ólívínbasalt
- Dlabasalt plág. dl. >3%
Porphyritic basalt plág. phen. >3%
- Ísúrt berg (andesít)
Intermediate rock
- Súrt berg (líparit og súrar breyskjur)
Acid rock
- Innskot, djúpberg og gangberg. a) súrt b) basískt
Intrusions a) acid b) basaltic rock
- Kubbergshraun. a) súrt b) basískt
Cube jointed lava a) acid b) basaltic
- Húlið lausum jarðögum
Covered with unconsolidated sediments
- Óskoðað land
Not mapped

- Setberg
Sedimentary rock
- a) Siltstein Siltstone
 - b) Sandsteinn Sandstone
 - c) Óskilgreint Uncolored
 - d) Völuberg Conglomerate
 - e) Jökulberg Tillite
- Möberg <0,7 milljón ára
Hyaloclastites <0,7 m. y.
- a) Túff Tuffaceous rock
 - b) Brotaberg Breccia
- Möberg >0,7 milljón ára
Hyaloclastites >0,7 m. y.
- c) Óskilgreind möbergasýndir
Uncolored hyaloclastite facies
 - d) Blótberg Pillow lava
 - e) Kubberg Cube jointed rock

- TÁKN / SYMBOLS
- Basaltgangur
Basaltic dyke
 - Súrgangur
Acidic dyke
 - Misgengi (slg 10 m)
Fault (Downthrow 10 m)
 - Brotlína
Tectonic lineament
 - Kallugangur
Inclined sheet
 - Mislagi a) eldri b) yngri hluti
Unconformity a) older b) younger part
 - Strik og hall
Strike and dip
 - Framskrið
Landslide
 - Laug (Uppiþýs, safnaði Oddur Sigurðsson)
Warm spring (Data from Oddur Sigurðsson)
 - Jarðlagasnið
Geologic section
 - Byli
Farm
 - Eyðibýli
Derelict farm

- SEGLUSTEFNA / GEOMAGNETIC POLARITY
- Rétt segulstefna
Normal geomagnetic polarity
 - Óútg segulstefna
Reverse geomagnetic polarity



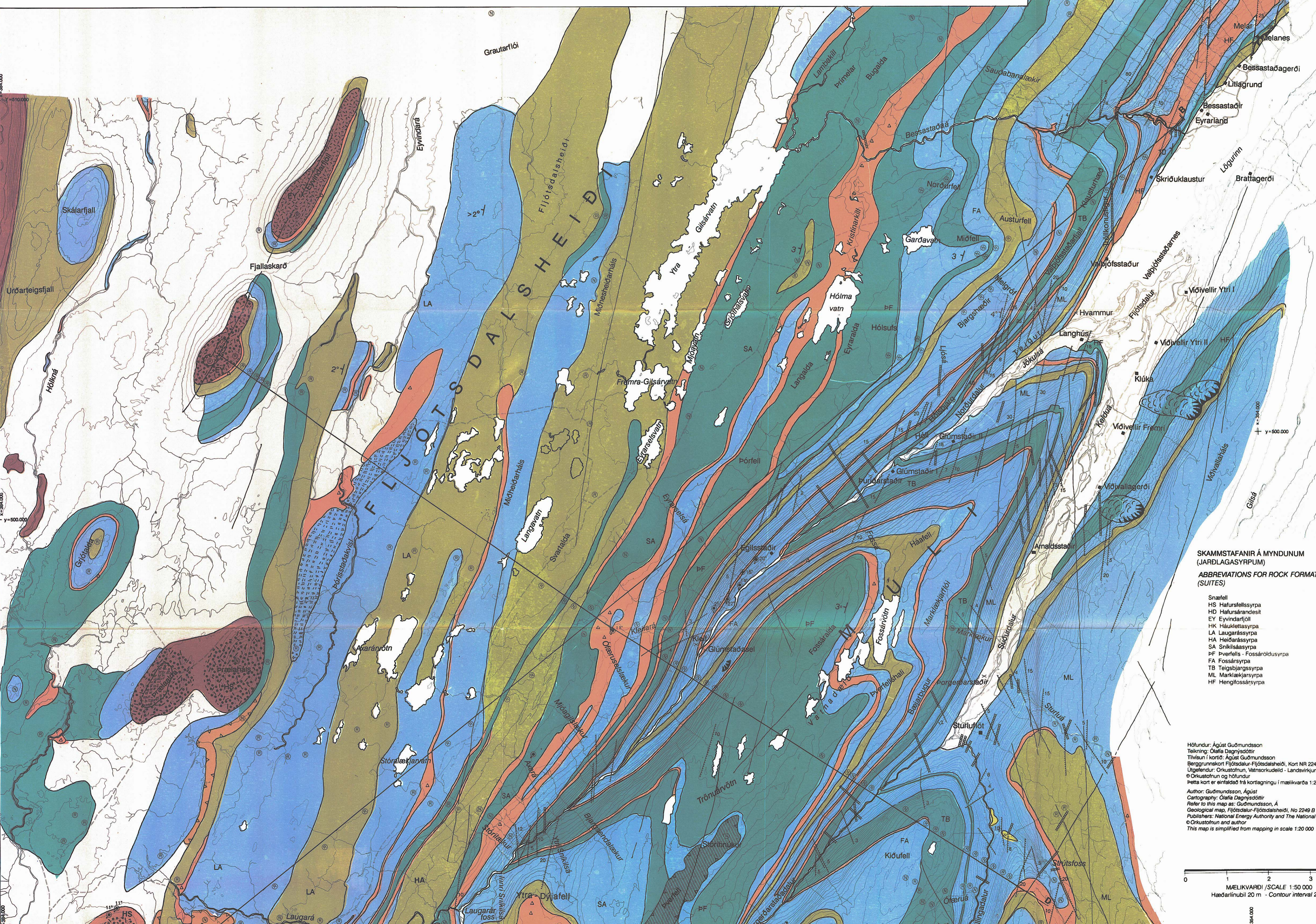
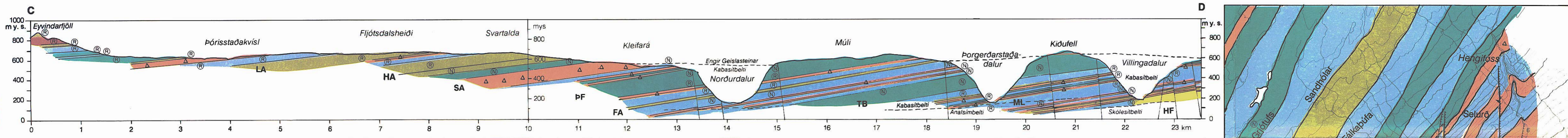
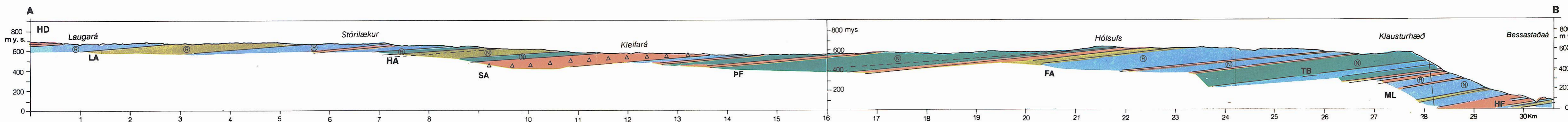
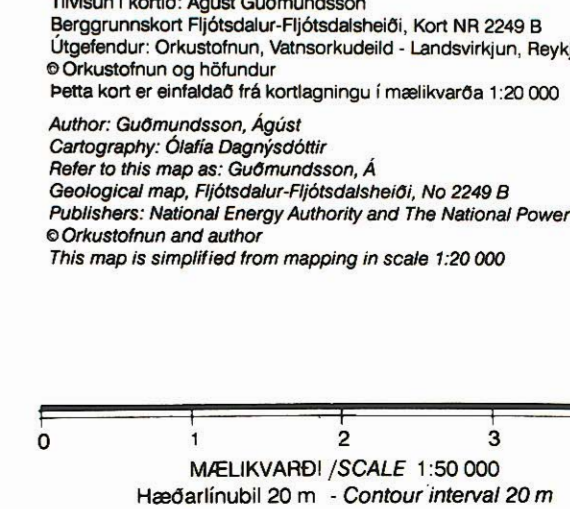
SKAMMSTAFANIR Á MYNDUNUM
(JARÐLAGASÝRPLUM)

ABBREVIATIONS FOR ROCK FORMATIONS
(SUITES)

Snafell HS Hafursfellssýrpa
HD Hafursrandesit
EY Eyvindarfjöll
HK Háuklettasýrpa
LA Laugarásýrpa
HA Heiðarássýrpa
SA Sníkissáasýrpa
PF Þverfells - Fossaróðusýrpa
FA Fossarássýrpa
TB Teigsbjargssýrpa
ML Marklækjarsýrpa
HF Hengifossarsýrpa

Höfundur: Ágúst Guðmundsson
Teikning: Ólafía Dagnýsdóttir
Tilvísun í korti: Ágúst Guðmundsson
Berggrunnskort Fljótsdalur-Fljótsdalshéiði, Kort NR 2249 B
Útgáfendur: Orkuskiptun, Vetrarskiðeld - Landsvirkjun, Reykjavík
© Orkuskiptun og höfundur
Þetta kort er eintíðað frá kortagningu í mælikvarða 1:20 000

Author: Guðmundsson, Ágúst
Cartography: Ólafía Dagnýsdóttir
Refer to this map as: Guðmundsson, Á
Geological map, Fljótsdalur-Fljótsdalshéiði, No 2249 B
Publishers: National Energy Authority and The National Power Company
© Orkuskiptun and author
This map is simplified from mapping in scale 1:20 000



BERGRUNNSKORT / GEOLOGICAL MAP
 FLJÓTSDALSVIRKJUN
MÚLI-HRAUN
 KORT NR. 2247 B

SKÝRINGAR / LEGEND

- Þráttir / Thrifts
- Ólivínbasalt / Olivine basalt
- Óvínbasalt / Olivine basalt
- Díabasalt þlag, d.t. > 3% / Porphyritic basalt plug, phen. > 3%
- Leirberg (fendast) / Intermediate rock
- Innertalar rock / Acid rock
- Innskot, djúpborg og gangberg, a) surt b) basalt / Intrusions of acid b) basaltic rock
- Kubbaþinghraun, a) surt b) basalt / Cube (joined lava a) acid b) basaltic
- Húli íslum jarðvegurinn / Covered with unconsolidated sediments
- Óskóðað land / Not mapped

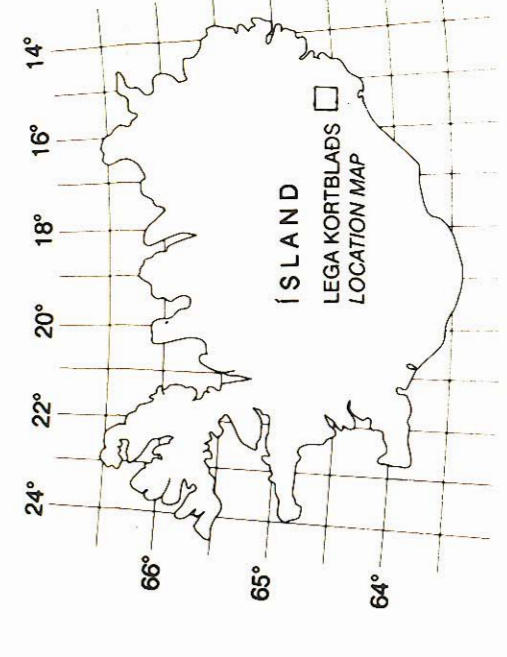
- Serberg / Serbergyne
- a) Síttelinn / Siltstone
 - b) Óskóðað land / Not mapped
 - c) Óskóðað land / Not mapped
 - d) Óskóðað land / Not mapped
 - e) Óskóðað land / Not mapped
- ASÝNDIR / MOBERGI
 HYALOCLASTIC FACIES
- a) TUM
 - b) Brúfoss
 - c) Óskóðað land / Not mapped
 - d) Óskóðað land / Not mapped
 - e) Óskóðað land / Not mapped
- Moberg < 0.7 milljón ára / Hyaloclastics < 0.7 m. y.
- a) Óskóðað land / Not mapped
 - b) Óskóðað land / Not mapped
 - c) Óskóðað land / Not mapped
 - d) Óskóðað land / Not mapped
 - e) Óskóðað land / Not mapped
- Moberg > 0.7 milljón ára / Hyaloclastics > 0.7 m. y.
- a) Óskóðað land / Not mapped
 - b) Óskóðað land / Not mapped
 - c) Óskóðað land / Not mapped
 - d) Óskóðað land / Not mapped
 - e) Óskóðað land / Not mapped

TAKN / SYMBOLS

- Basaltgangur / Basaltic dyke
- Súr gangur / Acidic dyke
- Misgöng (sig. 10 m) / Fault (Downthrow 10 m)
- Brottlína / Reticular lineament
- Kollungur / Inclined sheet
- Milagi (a) eðri (b) yngri hluti / Unconformity a) older b) younger part
- Stíki og halli / Strike and dip
- Stíki og díp / Strike and dip
- Framkröf / Landslide
- Laug (Upplyk, salma) / Odur Sigurdsson / Warm spring (Data from Odur Sigurdsson)
- Jarðvegisskið / Geologic section
- Byli / Farm
- Eyðbyli / Derelict farm

SEGLUSTEFNA / GEOMAGNETIC POLARITY

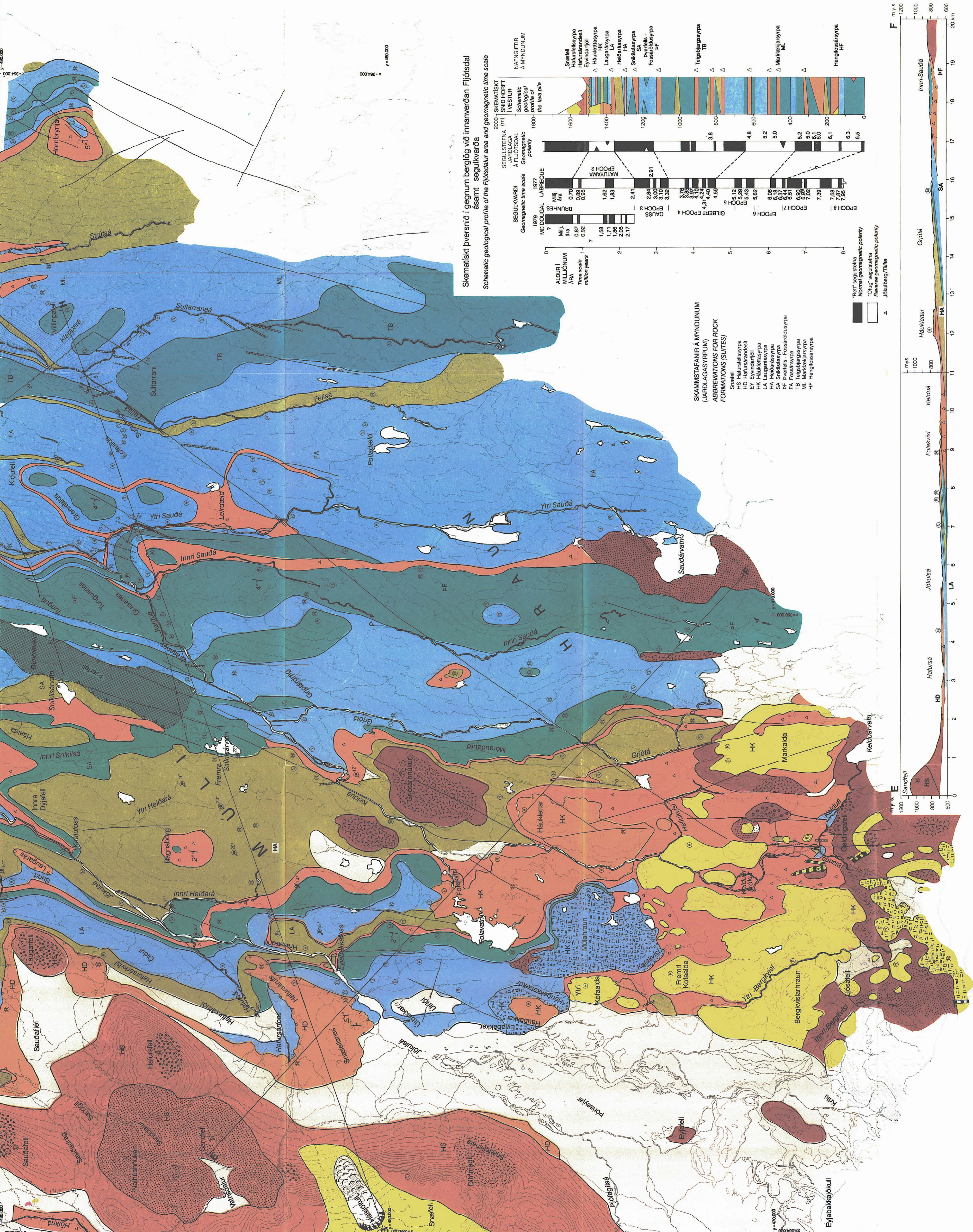
- ① Rítt segulstefna / Normal geomagnetic polarity
- ② Óúg segulstefna / Reverse geomagnetic polarity



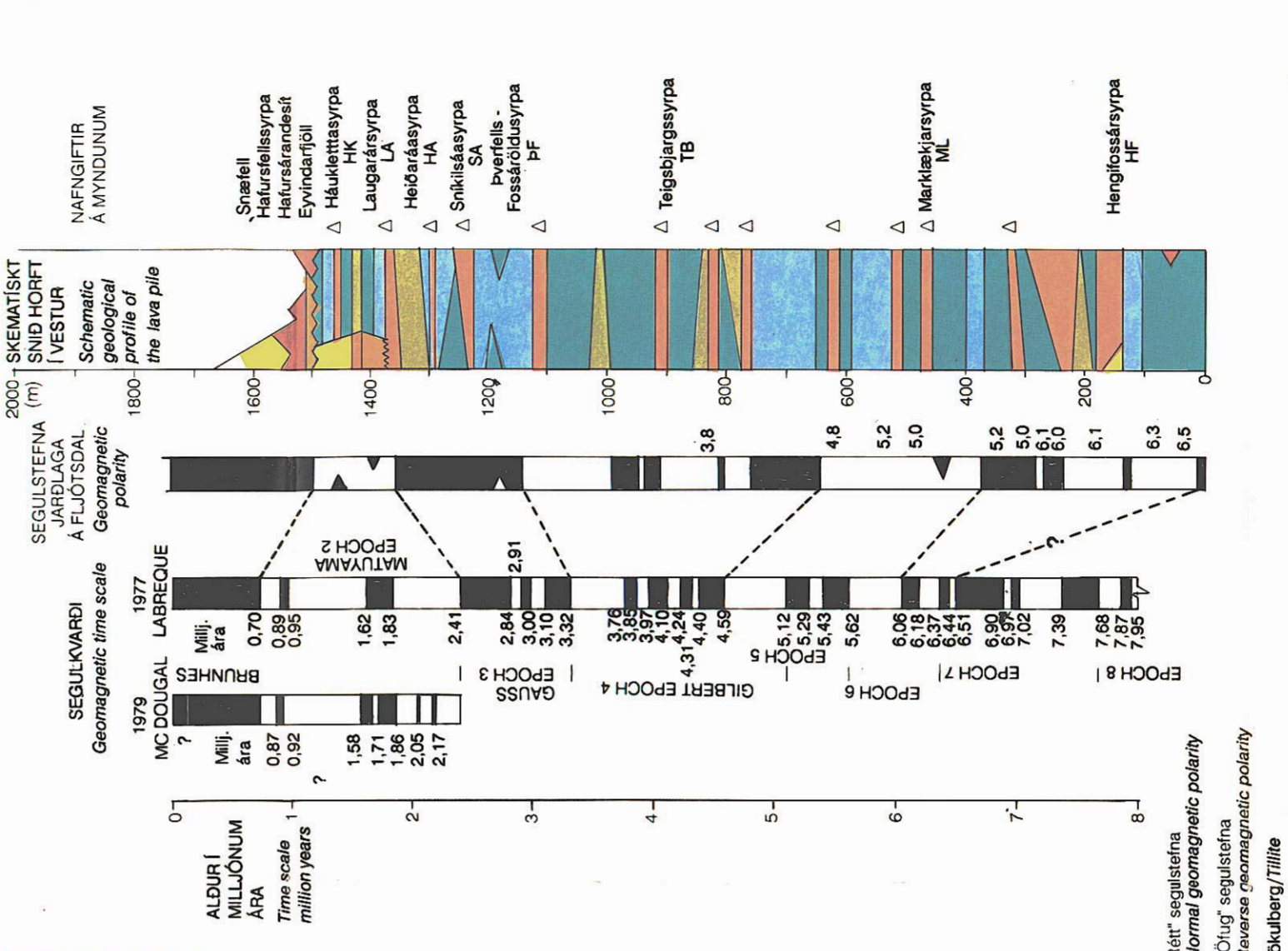
KORTGRUNNUR / BASE MAP

2248	2248	2247	2246
2248	2247	2246	2245

1:50,000
 1:50,000
 1:50,000

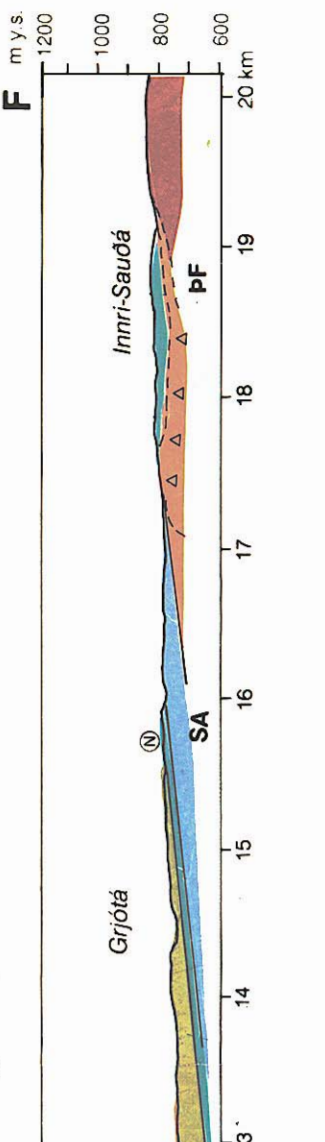


Skematísk þversnið í gegnum bergblöð við innanverðan Fljótsdal ásamt segulsviðavörðum
 Schematic geological profile of the Fljótsdal area and geomagnetic time scale

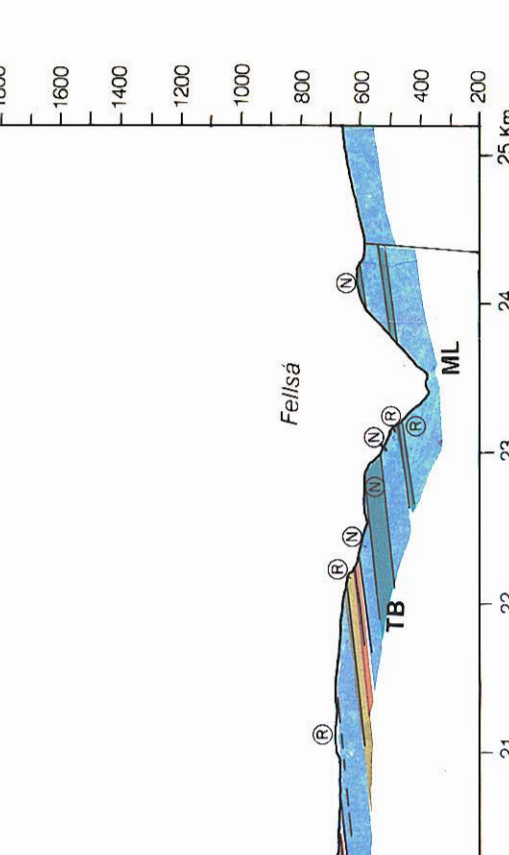


SKAMMSTAFANIR Á MYNDUNUM
 (ABBREVIATIONS FOR ROCK FORMATIONS (SUITES))

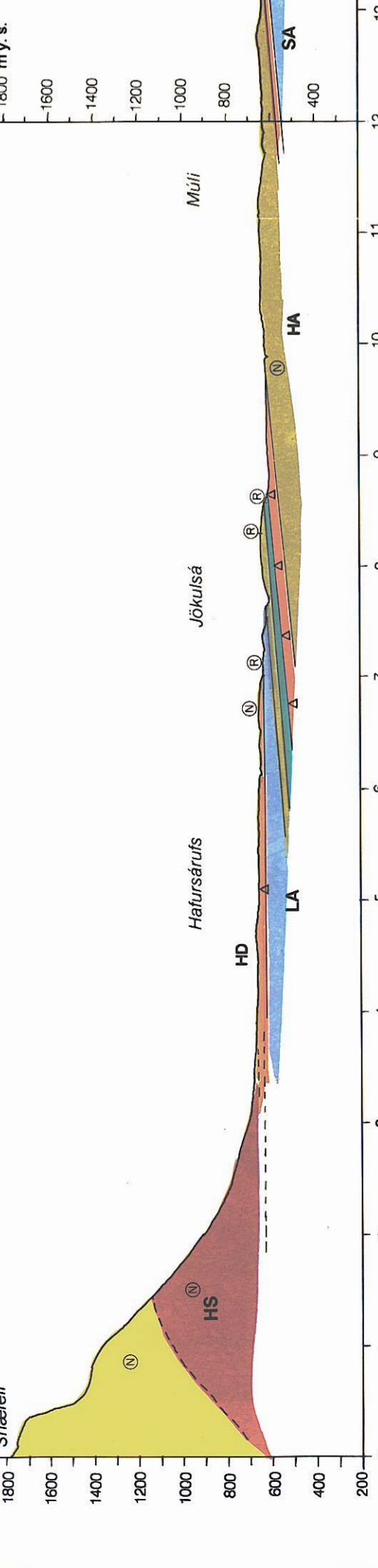
- HS Háskjalakvísl
- HD Háskjalakvísl
- EY Eyvindarfjall
- HK Háskjalakvísl
- HA Háskjalakvísl
- SA Sníkilsá
- PF Póvells
- FB Fossá
- ML Markkjalakvísl
- HF Hengilsá



H



G



Hálfur: Agast Guðmundsson
 Teikning: Ólaf Daggrímsson
 Útgáfur: Berggrunnur Múli-Hraun, Kort Nr. 2247 B
 Útgáfur: Orkuskiptun, Varnardalur - Landsvirkjun, Reykjavík
 Þetta kort er einn af mörgum kortum í Múli-Hraun, 1:50,000
 Útgefna: Orkuskiptun, Varnardalur - Landsvirkjun, Reykjavík
 Geographical map, Múli-Hraun, No. 2247 B
 Authors: Orkuskiptun, Varnardalur - Landsvirkjun, Reykjavík
 Publishers: National Energy Authority and The National Power Company
 This map is supplied from mapping in scale 1:50,000

1:50,000
 1:50,000
 1:50,000