



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

FJARÐARÁRVIRKJUN

Byggingarefnisleit 1988

Skúli Víkingsson

OS-88058/VOD-11 B

Desember 1988



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

Verknr. 773

FJARÐARÁRVIRKJUN

Byggingarefnisleit 1988

Skúli Víkingsson

OS-88058/VOD-11 B

Desember 1988

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. JARÐFRÆÐILEGAR AÐSTÆÐUR	3
3. KJARNAEFNI	3
3.1 Jökulruðningur. Útbreiðsla og magn	3
3.2 Prófanir	4
3.2.1 Kornastærðargreiningar	4
3.2.2 Þjöppunar- og lektarpróf.	4
4. SÍUEFNI	4
5. STÖDFYLLING	6
6. GRJÓTVARNAREFNI	6
7. GRYFJULÝSINGAR	6
HEIMILDASKRÁ	7
VIÐAUKI: Örstutt jarðfræðiyfirlit (HeTo & BJ)	15

TÖFLUSKRÁ

1. Magnáætlun	4
2. Þjöppunar- og lektarpróf	4
3. Kornastærðargreiningar	5

MYNDASKRÁ

1. Kort	9
2. Kornastærðargreiningar	11
3. Þjöppunar- og lektarpróf	12

1. INNGANGUR

Verk það sem hér er lýst var unnið samkvæmt samningi Vatnsorkudeildar Orkustofnunar og Rafmagnsveitna ríkisins um athuganir vegna hugmynda um virkjun Fjarðarár í Seyðisfirði.

Útvinna fór fram dagana 5. til 9. september 1988. Reynt var eftir megni að finna og kortleggja laus jarðlög á heiðinni sjálfri, þannig að byggingarefni í næsta nágrenni fyrirhugaðra mannvirkja væru sem bezt þekkt.

Flytja þarf mikinn hluta byggingarefna að, annað hvort úr Seyðisfirði eða (sem líklegra er) af Héraði. Þessa kosti þarf að athuga, en varla að svo stöddu, þar sem í það færi allnokkur tími og óvíst að niðurstöður breyttu miklu varðandi kostnaðaráætlanir fyrr en á síðari hönnunarstigum.

Berggrunnur hefur ekki verið kortlagður en hann er tertíer hraunlagastafli, töluvert sprunginn. Setlög eru ekki áberandi.

2. JARÐFRÆÐILEGAR AÐSTÆÐUR

Á kortinu er síðasta skriðstefna ísaldarjökulsins sýnd með tvennu móti. Annars vegar eru jökulrákir, sem mældar eru á klöppum, og hins vegar jökulkembur, sem eru myndaðar í skriðstefnu jökulsins, og má greina sem línur á loftmynd. Austan til á heiðinni er ljóst að síðasta skrið hefur verið frá Gagnheiði og niður í Seyðisfjörð. Eldri jökulrákir sýna, að áður hefur jökull skriðið yfir heiðina frá Héraði. Vestar og norðar á heiðinni, eða vestan og norðan Heiðarvatns, eru ummerki jökulskriðs ekki jafn einhlít. Jökull hefur skriðið þar á ýmsa vegu.

Heiðinni má skipta í tvennt um línu sem hugsast dregin um Vatnshæðir, Heiðarvatn og Stafdalsfell. – Sunnan og austan megin er hreinskafið berg með lítið áberandi veðrun og laus jarðlög engin, nema eyrar með ám og lækjum og skriður, hvort tveggja í mjög litlum mæli. Þó má benda á eina

nokkuð myndarlega aurkeilu í Þverá. – Vestan og norðanvert á heiðinni er hins vegar heiðaland þar sem lítið ber á hreinsköfnu bergi, en töluvert á veðrun og jökulruðningsmelum. Þessi eða önnur laus jarðlög eru þó hvergi þykk.

3. KJARNAEFNI

Bezta efni í stíflukjarna, sem allajafna finnst í einhverjum mæli hér á landi er jökulruðningur. Helztu kostir þess konar efnis eru:

1. Mikil kornadreifing.
2. Kornarúmþyngd mikil. (Þ.e.a.s. eins mikil og berggrunnur viðkomandi svæðis gefur tilefni til).
3. Góðir þjöppunareiginleikar ásamt fyrirtöldum atriðum valda því að kjarninn verður þungur og stöðugur.
4. Súuefni sem hæfir jökulruðningnum bezt er jökulárset, en þar sem jökulruðningur finnst má gera sér vonir um að finna jökulárset líka.

Því síðast talda er þó ekki að heilsa á Fjarðarheiði.

3.1 Jökulruðningur. Útbreiðsla og magn

Norðan við lægsta hluta heiðarinnar á bilinu frá Miðhúsaá austur að Heiðarvatni eru töluvert víðáttumikil svæði þakin jökulruðningshólum. Á kortinu (mynd 1B) eru hóla-svæðin auðkennd með gráu. Þau mynda 3 svæði þar sem hólarnir eru nær samhangandi. Stærsti flekkurinn er $1,3 \text{ km}^2$, en hinir tveir um $\frac{1}{2} \text{ km}^2$ hvor. Áætla má að hólarnir þeki um $\frac{1}{5}$ hluta þessara flekkja. Gryfjurnar gefa ekki von um meira en ≈ 2 m meðalþykkt í hólunum, svo að rúmmálið verður sem hér segir:

$$\text{Rúmmál} = \frac{\text{Flatarmál}}{5} \cdot 2$$

TAFLA 1		
Magn jökulruðnings		
Svæði	Flatarmál þús m ²	Rúmmál þús. m ³
Vestur	504	≈ 200
Mið	1314	≈ 500
Austur	529	≈ 200

Gert er ráð fyrir að þessi jökulruðningur verði notaður í kjarna allra stíflnanna. Í töflunni er gefið heildarmagnið, en óvísit er hvernig ganga muni að nota svo dreift efni, án þess að of mikið fari til spillis.

3.2 Prófanir

Tekin voru 7 sýni af jökulruðningi. Tökustaðir eru merktir á kortið mynd 1B. Þau voru send Rannsókastofnun byggingariðnaðarins þar sem þau voru öll sigtuð, en kornastærð neðan 0,074 mm (74 μm) ekki greind sundur til kornastærðar. Tvö sýni voru tekin til þjöppunar- og lektarprófunar.

3.2.1 Kornastærðargreiningar

Kornastærðarferlar eru sýndir á mynd 2. Ferlarnir eru sýndir þar bæði með venjulegum, línulegum %-kvarða, og %-kvarða með normaldreifingu (Gauss Probability).

Inn á myndina eru dregin reiknuð síumörk fyrir sýni 3, sem er næst því að vera meðaltal fyrir öll sýnin. Þar sem finefni hefur ekki verið greint sundur í kornastærðir, varð að framlengja (extrapolera) ferlinn. Síumörk eru hér reiknuð eftir norskum reglum (Forslag til »Forskrifter for dammer«, 1980). Tafla 3 sýnir niðurstöður kornastærðargreininga og helztu setfræðilegu viðmál.

3.2.2 Þjöppunar- og lektarpróf.

Tvö sýni voru tekin til þjöppunar- og lektarprófunar, annars vegar blanda úr sýnum 3 og 4 og hins vegar blanda úr sýnum 5 og 6. Niðurstöður mælinganna eru birtar í töflu 2 og nánar í viðauka. Prófanirnar sýna gildi

TAFLA 2		
Þjöppunar- og lektarpróf		
Sýni	3 og 4	5 og 6
Kornarúmþyngd (γ_s) [kg/m ³]	2991	3006
Þurr rúmþyngd (hámark) ($\gamma_{d,pt}$) [kg/m ³]	2171	2167
Raki við $\gamma_{d,pt}$ (ω_{opt}) [%]	11.0	11.5
Lekt (lágmark) (K) [cm/s]	$2.7 \cdot 10^{-7}$	$3.5 \cdot 10^{-7}$

sem eru mjög dæmigerð fyrir jökulruðning og sýnin koma mjög líkt út, enn fremur að efnið er í þyngra lagi (kornarúmþyngd um 3 t/m³) og frekar þétt (<10⁻⁶). Þyngdin hlýtur að stafa af háu hlutfalli basaltbrota á móti léttari jarðefnum svo sem gleri og setbergi.

4. SÍUEFNI

Ekkert malarefni fyrirfinnst á heiðinni. Enn er ekki vitað hvaðan síuefni muni verða fengið, en fyrrgreind síumörk (sem merkt eru á mynd 2) falla vel að dæmigerðu jökulárseti, en það er líklegast að verði notað. Á síðari stigum undirbúnings (verkhönnunarstigi) þarf að kanna þá kosti sem fyrir hendi eru á Héraði næst Fjarðarheiði til malarnáms.

Í Seyðisfirði eru litlir malarhjallar innan við bæinn. Í lok ísaldar skreið jökull yfir þá og þakti stóran hluta þeirra jökulruðningi. Þar fyrir utan er efni í þeim lítið. Allnokkuð er af mól utar í firðinum við mynni Hánefsstaðadals (Sörlastaðadals). Ólíklegt er að það efni komi til greina, þar sem flytja þyrfti það í gegn um kaupstaðinn og væntanlega full þörf á þessu fylliefni fyrir Seyðfirðinga.

TAFLA 3									
Kornastærðargreiningar									
Rb	Sigti mm	ϕ	Sýni						
			1	2	3	4	5	6	7
3"	76.1	-6.25		6					
2"	50.9	-5.67			1	4	5	3	1
3/2"	38.1	-5.25	1	3	1	5	1		2
1"	25.4	-4.67	3	7	4	4	3	2	12
3/4"	19.0	-4.25	4	6	5	4	2	2	8
1/2"	12.7	-3.67	4	7	6	5	6	5	8
3/8"	9.51	-3.25	4	3	4	2	4	3	3
#4	4.76	-2.25	9	7	1	8	9	8	7
#8	2.38	-1.25	9	8	9	8	8	1	6
#16	1.19	-0.25	8	7	8	7	7	1	6
#30	0.59	0.75	7	5	6	5	5	7	4
#50	0.3	1.75	5	4	5	4	4	6	3
#100	0.149	2.75	6	5	5	4	6	7	4
#200	0.074	3.75	6.6	6.5	6.6	5.7	6.9	7.3	4.4
fiðefni	<0.074	>3.75	33.4	25.5	29.4	34.3	33.1	29.7	31.6
			1	2	3	4	5	6	7
	Mean		0.83	-0.35	0.30	0.27	0.60	0.76	-0.21
	Median		0.93	-0.85	0.05	0.30	0.75	0.75	-0.75
	Sort.		3.69	4.17	3.78	4.13	3.98	3.60	4.08
	Skewn.		-0.02	0.14	0.11	0.01	-0.06	0.01	0.21
	Kurt.		0.69	0.65	0.65	0.67	0.70	0.73	0.57
	1.mom.		1.03	-0.22	0.53	0.56	0.74	0.89	0.04
	2.mom.		3.69	4.09	3.77	4.13	3.96	3.59	4.19
	3.mom.		0.03	0.20	0.14	0.02	-0.02	0.00	0.23
	4.mom.		1.85	1.76	1.77	1.72	1.81	1.96	1.58

Skýringar við töflu 3

0 ϕ samsvarar 1 mm. Heil ϕ eru síðan við hverja helmingun og tvöföldun þessa mm gildis. Hin setfræðilegu viðmál í neðri hluta töflunnar miðast við ϕ gildin. Þau eru reiknuð út á tvo vegu, annars vegar grafskt og hins vegar eftir tölugildi (móment-aðferð). Aðferðirnar eru skv. Folk & Ward (1957), Skúli Víkingsson & Sigbjörn Guðjónsson (1984) hafa lýst þessu nánar.

Mean (meðalgildi): $Me_{\phi} = \frac{(\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84})}{3}$ 1. moment: $\bar{x}_{\phi} = \sum_{i=1}^n f_i m_{i\phi}$

Median (miðgildi): $Md_{\phi} = \phi_{50}$

Sorting (dreifing, frávik): $s_{\phi} = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6}$ 2. moment: $s_{\phi} = \left[\sum_{i=1}^n f_i (m_{i\phi} - \bar{x}_{\phi})^2 \right]^{1/2}$

Skewness (skakki): $SK_I = \frac{\phi_{84} + \phi_{16} - 2 \cdot \phi_{50}}{2 \cdot (\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{95} + \phi_5 - 2 \cdot \phi_{50}}{2 \cdot (\phi_{95} - \phi_5)}$ 3. moment: $3_{\phi} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i (M_{i\phi} - \bar{x}_{\phi})^3}{s_{\phi}^3}$

Kurtosis: $K_G = \frac{(\phi_{95} - \phi_5)}{2.44 \cdot (\phi_{75} - \phi_{25})}$ 4. moment: $4_{\phi} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i (m_{i\phi} - \bar{x}_{\phi})^4}{s_{\phi}^4}$

5. STÖÐFYLLING

Gera má ráð fyrir ferns konar efni til þessara nota.

1. Uppgröftur úr skurðum.
2. Úrkast frá kjarnaefnisnámi.
3. Úrkast frá grjótnámi.
4. Aurkeiluefni og önnur snöp.

Á heiðinni er ein aurkeila sem gæti gefið eitthvert efni. Hún er í Þverá og er merkt á kortið (mynd 1A).

Þessir kostir eru þess eðlis að áætlanir um magn verða marklitlar nema með umfangsmeiri könnun en skynsamleg getur talizt á þessu stigi.

6. GRJÓTVARNAREFNI

Berggrunnurinn er að mestum hluta úr basalthraunlögum. Hægt ætti að vera að velja til vinnslu lög sem gefa nóg af hæfilega stórum og veðrunarþolnum steinum, en gera má ráð fyrir töluverðu af úrkasti, mylsnu og of stórum steinum. Slíkt úrkast er fyrirtak í stoðfyllingu. Benda má á í þessu sambandi, sem áður var á minnzt, að veðrun á bergi er miklu meiri við Heiðarvatn og vestan þess en austar á heiðinni.

7. GRYFJULÝSINGAR

Notuð var beltagrafa af gerðinni Caterpillar 215. Gryfjurnar voru allar teknar til könnunar á jökulruðningi, nema gryfja 21 sem tekin var á stíflustæði við Miðhúsaá og gryfjur 33 og 34 sem teknar voru við stíflustæði neðan Heiðarvatns.

20:

0-0,7 m: Moldarblandaður jökulruðningur.

0,7-3,8 m: Jökulruðningur. Sýni 1.

21: Á stíflustæði við Miðhúsaá.

0-0,8 m: Mold, blönduð steinum.

0,8-2 m: Skolaður jökulruðningur.

2-3,2 m: Grjót, sennilega laust yfirborð klappar með jökulruðningsfyllingum. Seint gengur að komast dýpra og hætt. Vatn kemur inn í 0.7 m. Hæll merktur 21.

22: Hóll þakinn hálfgrónum mel. Grefst mjög hægt.

0-1,4 m: Moldarborinn jökulruðningur.

1,4-3,2 m: Jökulruðningur sem verður harður er neðar dregur.

3,2 m: Fast

23: Melhóll þakinn köntuðum basaltmolum, sem kvarnast hafa á staðnum.

24:

0-1,5 m: Jökulruðningslegt efni en moldarblandað.

1,5-1,8 m: Rauðleitur vanþroska jökulruðningur (möl, sandur og méla)

1,8 m: Klöpp.

25:

0-0,8 m: Moldarblandaður jökulruðningur.

0,8-3,4 m: Jökulruðningur. Sýni 2.

3,4 m: Hætt. Ekki ótvírað klöpp í botni.

26:

0-0,7 m: Moldarblandaður jökulruðningur

0,7-3.3 m: Jökulruðningur. Sýni 3. Vatn í 3 m.

3.3 m: Fast en ekki klöpp.

27:

0-0,5 m: Moldarblandaður jökulruðningur.

0,5-3,4 m: Jökulruðningur. Sýni 4.

3,4 m: Hætt.

28: 1,1 m niður á klöpp.

- 29: 0-0,5 m: Moldarblandaður jökulruðningur.
0,5-2,4 m: Jökulruðningur. Sýni 5.
2,4 m: Klöpp.
- 30: 0-0,3 m: Moldarblandaður jökulruðningur.
0,3-3,7 m: Jökulruðningur. Sýni 6.
3,7 Þétt í botni.
- 31: 0-2,3 m: Kantgrýti og brúnn aur.
- 32: 0-0,5 m: Moldarblandaður jökulruðningur.
0,5-1,5 m: Jökulruðningur.
1,5-2,9 m: Rauður jökulruðningur. Sýni 7 tekið úr haug.
- 33: Við stíflustæði. Hæll merktur 33.
0-0,5 m: Moldarblandað.
0,5-1,4 m: Ópvegin mól og grjót (jarðskriðsefni).
- 34: Við stíflustæði. Hæll merktur 34.
0-0,5 m: Moldarblandað.
0,5-1,5 m: Mest grjót allt að 0,6 m í þvermál (b-ás), steinar mól og aur.
1,5-1,9 m: Meira grjót. Fast fyrir í greftri. Í botni eru basaltblokkirnar ristar af gröfütönnunum.
- Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 1976:
Virkjun Fjarðarár. I. Drög að áætlun.
Skýrsla samin fyrir Orkustofnun. OS-ROD-7613. 54 s.

HEIMILDASKRÁ

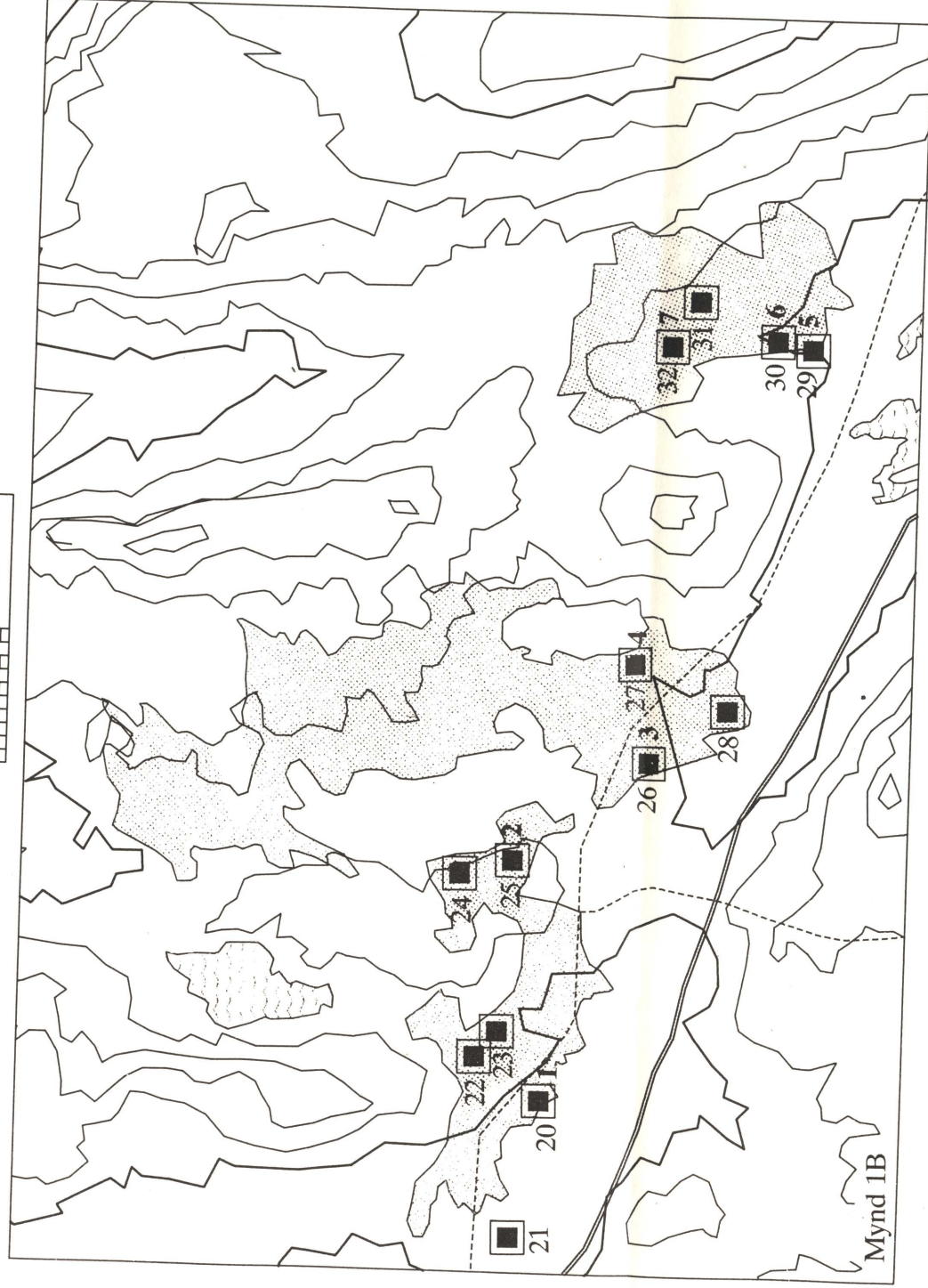
Folk, R. L. & Ward, W. C. 1957: Brazos River bar: A study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27: 3-26.

Forslag til »Forskrifter for dammer«. Utarbeidet av »Utvalg for utarbeiding av forskrifter for dambygging«. Norge 1980.

Skúli Víkingsson & Sigbjörn Guðjónsson 1984: *Blönduvirkjun. Farvegur Blöndu neðan Eiðsstaða. I. Landmótun og árset.* Orkustofnun, OS-84046/VOD-06. 48 s.

Fjarðará - byggingarefni

Mynd 1



Mynd 1B

VOD-JK-773 SV
88.12.0750 T



Aurkeila



Jökluðningshólar



Jökulrákir (eldri stefna merkt haki)



Kembur



Fyrirhuguð stífla



Fyrirhugaður skurður

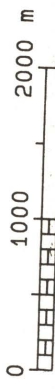
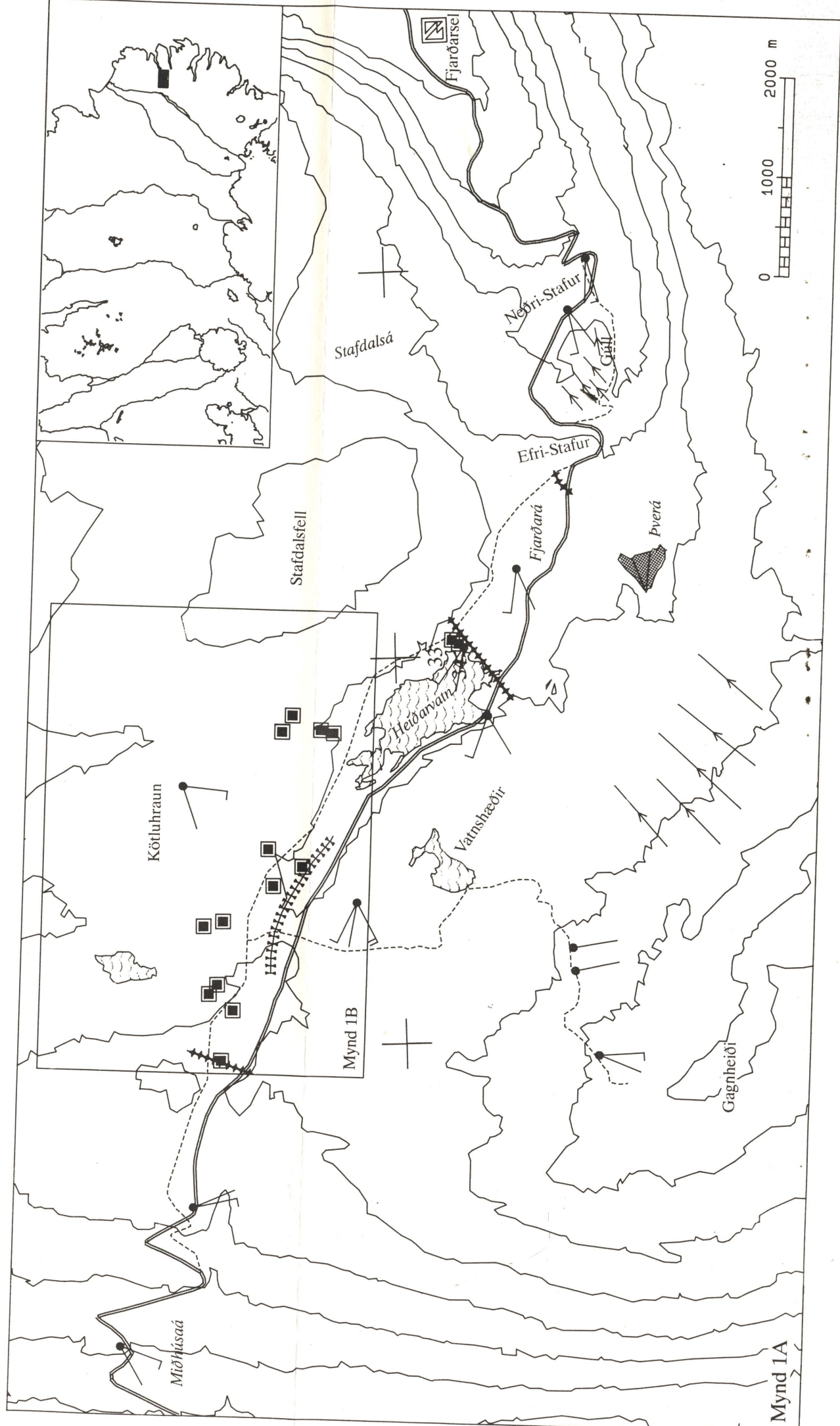


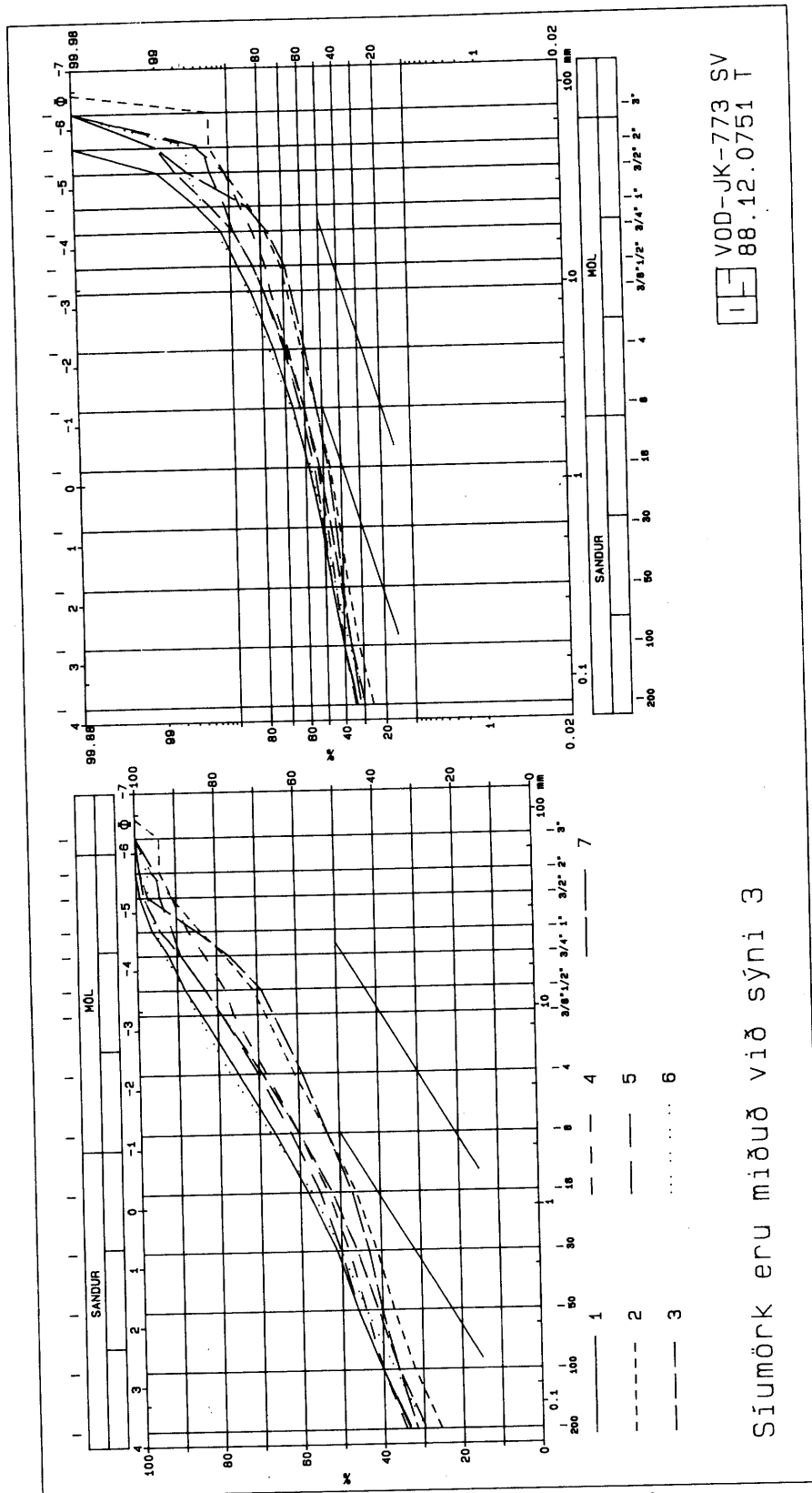
Gryfja með gryfjunúmeri



Gryfja með sýnis- og gryfjunúmeri

Mynd 1A

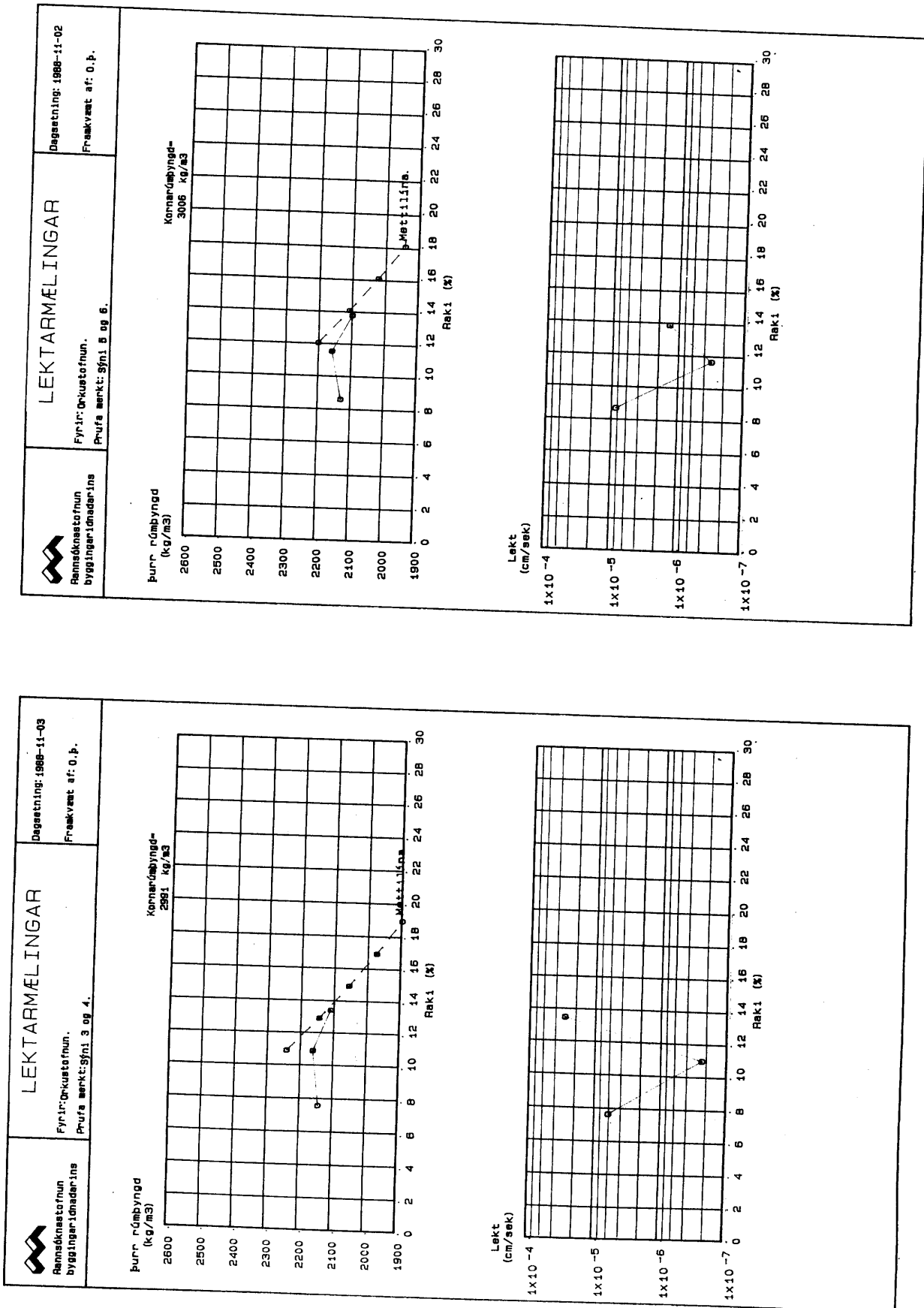




VOD-JK-773 SV
88.12.0751 T

SÍUMÖRK ERU MIÐUÐ VIÐ SÝNI 3

Mynd 2. Kornastærðargreiningar. Jökulruðningur af Fjarðarheiði. Ferlamir t.v. eru sýndir með línulegum kvarða fyrir %-ásinn, en t.h. er notaður %-kvarði með normaldreifingu (Gauss Probability).



Mynd 3. Þjöppunar- og lektarpróf (Proctor Standard) á tveim jökulruðningssýnum af Fjarðarheiði.

VIÐAUKI

Helgi Torfason & Birgir Jónsson

FJARÐARÁRVIRKJUN
Örstutt jarðfræðiyfirlit

FJARÐARVIRKJUN örstutt jarðfræðiyfirlit

Þetta lauslega yfirlit er m.a. byggt á gögnum frá G.P.L. Walker og staðþekkingu starfsmanna Orkustofnunar, þ.á.m. undirritaðra.

Fjarðarheiði og jarðlagastaflinn þar austur af er að mestu gerður úr basalt hraunlögum er hallar um 2-4° til VSV á Fjarðarheiði en 5-7° við sjávarmál. Aldur bergsins á Fjarðarheiði er nálægt 10 milljón ára og algeng þykkt basaltlaganna er 10-20 m. Milli hraunlaga eru yfirleitt fremur þunn setlög, 0,5-1 m, úr rauðleitum sand- eða siltsteini, misvel samlímdum. Yfirleitt er 1-2 m þykkt kargaberg (samlímdur gjallkargi) á efra borði hraunlaganna, og nokkru þynnra kargaberglag myndar oftast botn þeirra.

Misgengi eru fremur fá í Austfjarðabasaltinu og er stefna brotalína sem næst NNA, sem er mjög hagkvæm stefna m.t.t. leka undir stíflur, bæði við Heiðarvatn og Miðhúsaá, eða nokkurn veginn samsíða stefnu stífluássins. Þó er rétt að kanna þetta atriði betur með athugun á staðnum, því ekki koma allar brotalínur fram á loftmyndum og þetta svæði hefur ekki verið kortlagt sérstaklega með tilliti til brotalína. Alltaf verður þó að gera ráð fyrir ídælingu í bergið til þéttingar og vegna öryggis stíflunnar.

Holur og glufur í Austfjarðabasaltinu eru yfirleitt fylltar holufyllingarsteindum svo sem kalsíti, kvarsí eða geislasteinum, en magn þeirra fer minnkandi er ofar dregur í jarðlagastaflann.

Á ísöld gekk jökull austur Fjarðarheiði og út Seyðisfjörð. Laus yfirborðslög eru einkum að finna vestan og norðan Heiðarvatns en hlíðar fjallanna eru skúraðar og þvegnar af jöklinum. Fremur þunnar skriður eru í fjallshlíðum, en þær þykkna er neðar dregur.

Áður en verkhönnun lýkur þarf að kanna berggrunninn betur, þ.e. gera brotalínu- og berggrunnskort. Einnig þarf að kanna stíflu- og skurðstæði betur, helst með grunnnum kjarnaholum. Athuga þarf mögulegan leka undir stíflur, hentuga staði fyrir grjótnám, bæði fyrir stærra grjót í ölduvörn á stíflurnar og smábrotið gjót í stoðfyllingar eða fráveitulög stíflanna. Einnig yrði kannað betur hvaða efni kæmi upp úr væntanlegum skurði milli upptaka Miðhúsaár og Heiðarvatns.

Væntanlegt stöðvarhúsnæði niðri í dal þarf einnig að kanna með léttum cobrabor til að byrja með. Einnig er ódýrt að kanna gerð efstu lausu jarðlaganna með öflugri gröfu.

Janúar 1989
Helgi Torfason, Orkustofnun
Birgir Jónsson, Orkustofnun