



**Hitaveita Siglufjarðar: Rannsóknir í Siglufirði  
1989**

**Helgi Torfason**

**Greinargerð HeTo-89-06**

## HITAVEITA SIGLUFJARÐAR: RANNSÓKNIR Í SIGLUFIRÐI 1989

## 1. INNGANGUR

Í byrjun júlí 1989 var unnið að jarðfræðiathugunum í Siglufirði. Tilgangur þeirra rannsókna var að kanna brotakerfi það í Skarðdal sem athugað var með grunnnum borholum haustið 1988, en þá fannst hár hitastigull þar (sbr. greinargerð Helgi Torfason HeTo-88/09 og skýrslu OS-88019/JHD-07B). Athuganir gengu fremur illa því vetrarsnjórinn var ekki enn farinn úr giljum, og hamlaði það mjög öllum rannsóknum er ofar dró í fjöll. Eftir að hafa gert nauðsynlegustu athuganir var frekari rannsóknum frestað þar til að snjór hefur minnkað meira.

Á sama tíma og jarðfræðiathuganir voru gerðar voru tveir hópar að vinnu við jarðeðlisfræðilegar mælingar í Skarðdal. Annar hópurinn vann við viðnámsmælingar en hinn var við segulmælingar. Viðnámsmælingar voru gerðar 3-13. júlí, en segulmælingar tóku skemmri tíma, frá 3-8. júlí. Viðnámsmælingar skyldu kanna viðnám berglagastaflans undir Skarðdal í þeim tilgangi að reyna að finna líklega vatnsleiðara, en þeir koma gjarnan fram sem lágviðnámsreinar, misgreinilegar þó. Segulmælingar eru notaðar til að rekja bergganga og brot í berggrunni, og eru þá viðbót við það sem sjá má með berum augum í giljum og skorningum. Þessar athuganir verða síðan ásamt jarðfræðinni felldar saman í líkan af "jarðhitakerfinu" og staðsettar rannsóknarborholur á grundvelli þess. Með tímanum og aukinni þekkingu á hverjum stað breytast slík líkön ævinlega, en þau eru nauðsynleg til að veita aðhald að rannsóknunum og gera alla vinnu við rannsóknir markvissari.

Niðurstöður jarðeðlisfræðilegra

mælinga verða teknar til úrvinnslu eftir að mælingavinnu sumarsins lýkur og er gert ráð fyrir að niðurstöðum verði skilað fyrir áramótin 1989/90.

## 2. RANNSÓKNIR 1989

Jarðfræðiathuganir þær sem hér er greint frá gefa aðeins frumniðurstöður því athugunum er ekki lokið. Niðurstöður úr jarðeðlisfræðilegum mælingum verða síðar á ferðinni.

Á mynd 1 er sýnd lega bergganga og brota við Leyningsá, en viðnáms- og segulmælingar voru gerðar á sama svæði. Þarna voru boraðar 6 hitastigulsholur haustið 1988 (mynd 1), og kom fram hár hitastigull í 5 af þeim.

Brot og misgengi í jarðlagastaflanum má sjá á loftmyndum eftir að hafa greint þau í náttúrunni. Það er óvenjulegt að brot séu svo ógreinileg á loftmyndum, en það stafar af því hve fjöll eru hér brött og eggvöss. Jafnvel stór misgengi geta sést illa á loftmyndum. Því er engin önnur leið fær en athuga brot útívið og rekja þau síðan á loftmyndum þegar þau eru þekkt, og gengur það yfirleitt greiðlega. Brot sjást yfirleitt fremur illa í hallalitlum árfarvegum og giljum er liggja þvert á brotin, eins og t.d. við Leyningsá. Hins vegar sjást bergganga vel á slíkum stöðum. Brot sjást oft best í nokkurri fjarlægð, og stærð misgengja er yfirleitt best að mæla í giljum sem myndast við þau.

Greinilegasta stefna brota og bergganga er NNA, en brot virðast hafa eilítið norðlægari stefnu en berggangarnir. Halli berglaga er til suð-vesturs og minnkar er ofar dregur í fjöllin, úr 8-10° í neðstu lögum í 2-3° í fjallatoppum (150-155°/10-4°SV). Halli er því ekki hornrétt á brot og

TAFLA 2: Hitastigulsholur í Siglufirði.					
Hola	Staður	Bordýpi	Hitastigull 1988	Hitastigull 1989	Athugasemdir
		m	°C/km	°C/km	
S-1	Norðan bæjar	58	34	30	sambærilegt
S-2	Fjarðarbotn	60	102	98	sambærilegt
S-3	Skútudalur	61	110	100	sambærilegt
S-4	Ráeyri	63	62	64	sambærilegt
S-5	Skarðdalur	62	80	82	sambærilegt
S-6	Skútudalur	63	86	80	sambærilegt
S-7	Skarðdalur	61	240	216	aðeins lægra
S-8	Skarðdalur	63	170	190	aðeins hærra
S-9	Skarðdalur	54	138	102	aðeins lægra
S-10	Skarðdalur	59	226	250	öll holan, hærra
				332	neðri hluti 48-60 m
S-11	Skarðdalur	57	220	300	öll holan, hærra
				222	efri hluti 10-44 m
				300	neðri hluti 46-56 m

ganga eins og títt er. Ástæðan er trúlega sú að eftir að hafa hallast til vesturs samhliða göngum og brotum hefur jarðlagastaflinn fengið á sig suð- til suð-vestlægan halla til viðbótar þeim sem kominn var.

Í gili Leyningsár fundust 9 gangar, en efri hluti þess var hulinn snjó svo verið gæti að þar væru fleiri. Brota varð vart á 3-4 stöðum, en ekki reyndist unnt að mæla misgengi um þau, því opnur eru engar sitt hvorum megin gilsins, fyrr en hátt í hlíðinni og þar var snjór fyrir. Misgengi er best að greina úr fjarlægð (mynd 2) en fara verður í gil og skorninga til að kanna stærð þeirra. Berg er dílalaust þóleít neðan til í gilin, en dílótt þóleít kom í ljós í 225 m hæð (A13). Þóleít hraunlögin virðast gjarnan vera 4-6 m þykk, en þau dílóttu 6-8 m, eða aðeins þykkari. Við nánari rannsóknir er gagnlegt að hafa slík skipti í berggerð, því erfitt getur verið að mæla misgengi í berlagastafla sem er mjög einsleitur.

Til að kanna brotakerfið í Skarðdal er nauðsynlegt að fara til sitt hvorrar hliðar (norður og suður) til að rekja brot og athuga færslu eftir misgengjum.

Fært reyndist að kanna legu jarðlaga í Hvanneyrarskál og eru myndir 3A og 3B dagbókarriss af þeim. Þar eru nokkur

misgengi og virðist eitt þeirra geta verið 60-80 m, og þyrfti að athugast nánar (mynd 3A). Berglögin sjálf voru fremur lítið skoðuð á þessum slóðum, en halli þeirra er 10° við skálarbotn (200 m) og minnkar í 6-7° í um 500 m hæð (150°/7°SV). Gangar eru ekki margir, enda sjást þeir illa við þessar aðstæður. Oft eru það brot eða gangar sem veikja bergið og valda því að roföflin eiga auðveldara með að grafa gil og skorur. Því eru það þeir staðir sem helst er farið á að skoða slíka hluti, og því illt ef mikill snjór er í giljum.

Innst í Hvanneyrarskál sunnanverðri er framhlaup, þar sem þykk spilda hefur sigið niður um eina 100-150 m (mynd 3B).

Framhald rannsókna verður síðar á sumrinu 1989 og er þá einkum gert ráð fyrir að kanna brotakerfið til suðurs. Þar sem fjöll á þeim slóðum liggja fremur illa við slíkum athugunum getur orðið tafsammt að gera þeim góð skil. Einnig er æskilegt að kanna brotin í Hvanneyrarskál og Skarðdal betur, helst mæla stærð misgengja þar sem slíkt er hægt.

### 3. HITASTIGULSMÆLINGAR

Hitamælt var í öllum holum sem boraðar voru haustið 1988 (S-1 til S-11). Tilgangurinn með því var að sannreyna hinn háa hitastigul í Skarðdal og fá úr því skorið hvort of snemmt væri að hitamæla strax að borun lokinni í holum sem boraðar eru með lofti. Niðurstöður eru sýndar í töflu 1.

Eins og sjá má í töflu 1 eru breytingar yfirleitt ekki miklar, og yfirleitt innan við skekkjumörk á hitastigli sem fenginn er í svo grunnum holum. Helstu breytingar eru í "heitustu" holunum, S-10 og S-11, auk þess sem þar fæst nokkru hærri stigull neðst í holunum miðað við efri hluta þeirra. Ekki er raunhæft að gera ráð fyrir svo háum stigli langt niður í berggrunninn. Hæst hitastig í holu S-10, 17.1°C á 57 m dýpi. Í mælingum sem gerðar voru rétt eftir borun holanna var hola S-7 sú sem gaf hæstan stigul. Nú eru holur S-10 og S-11 með talsvert hærri stigul, en þar sem þær eru sitt hvorum megin við S-7 verður sá staður að teljast áfram "hitamiðja" svæðisins. Forvitnilegt verður að sjá hvernig niðurstöður úr viðnámsmælingum falla að niðurstöðum úr hitastigulsholunum.

Helgi Torfason

Siglufljóður, S-1, aðeins vættar úr holunni

Dýpi m	Mælt 10.okt. °C	Mælt 18.okt. °C	7. júl. 1989 °C
0	4.7	7.9	-
2	4.6	4.8	4.4
4	4.6	4.7	2.6
6	4.6	4.6	2.5
8	4.7	4.5	3.5
10	4.7	4.5	3.1
12	4.8	4.6	3.9
14	4.8	4.7	4.0
16	4.8	4.8	4.1
18	5.0	4.8	4.1
20	5.1	4.9	4.2
22	5.1	5.0	4.3
24	5.1	5.1	4.3
26	5.1	5.1	4.4
28	5.2	5.2	4.5
30	5.3	5.2	4.5
32	5.3	5.3	4.6
34	5.4	5.4	4.6
36	5.4	5.4	4.7
38	5.4	5.4	4.7
40	5.5	5.5	4.8
42	5.7	5.6	4.9
44	5.7	5.6	4.9
46	5.8	5.7	5.0
48	5.8	5.8	5.0
50	5.9	5.9	5.0
52	6.0	5.9	5.0
54	6.0	6.0	5.0
56	6.1	6.1	5.0
58	6.2	6.2	5.2
59	-	-	5.3
60	6.2	-	-

Siglufljóður, S-2, vatnsborð 7.2 m

Dýpi m	Mælt 16. okt. °C	Mælt 19. okt. °C	7/7 1989 °C
7.2	-	-	vatsnb.
7.5	-	3.0 vatsnb.	-
8	-	3.9	2.9
10	3.9	3.9	2.9
12	4.0	4.0	3.1
14	4.0	4.0	3.1
16	4.0	4.0	3.1
18	4.1	4.0	3.1
18.5	5.6	5.9	-
19	5.9	6.0	-
20	5.9	6.0	5.3
22	6.0	6.0	5.4
24	6.0	6.0	5.4
26	6.0	6.0	5.4
28	6.0	6.0	5.4
30	6.0	6.0	5.4
32	6.0	6.0	5.4
34	6.0	6.0	5.4
36	6.3	6.2	5.4
38	6.6	6.6	5.4
40	6.7	6.8	5.6
42	7.0	7.0	5.7
44	7.2	7.2	5.9
46	7.4	7.4	6.1
48	7.6	7.6	6.3
50	7.7	7.7	6.5
52	8.0	7.9	6.7
54	8.1	8.1	6.8
54.8	-	-	6.9
56	8.3	8.3	-
58	8.5	8.5	-
60	8.7	8.6	-
61.2	8.8	8.8	-

Siglufljóður, S-3, vatnsborð 0 m

Dýpi m	Mælt 16. okt. °C	Mælt 19. okt. °C	7/7 1989 °C
0	- vatsnb.	6.8 vatsnb.	6.0
2	6.5	6.6	6.0
4	6.9	6.3	5.8
6	8.3	7.0	5.7
8	8.5	7.6	6.0
10	8.7	7.5	6.4
12	8.8	7.7	6.7
14	9.1	8.1	7.0
16	9.3	8.6	7.2
18	9.5	8.5	7.4
20	9.7	8.6	7.7
22	9.9	8.8	7.9
24	10.1	9.1	8.1
26	10.2	9.7	8.5
28	10.4	9.8	8.7
30	10.6	9.9	8.8
32	10.7	10.2	9.0
34	11.0	10.4	9.2
36	11.1	10.6	9.4
38	11.2	10.8	9.6
40	11.3	10.9	9.8
42	11.5	11.2	10.1
44	11.7	11.4	10.3
46	11.8	11.6	10.5
48	12.0	11.8	10.7
50	12.1	11.9	10.9
52	12.2	12.1	11.0
54	12.4	12.2	11.1
56	12.5	12.5	11.3
58	12.6	12.5	11.5
60	13.0	13.0	11.6
62	13.3	13.3	11.8
64	13.6	13.6	12.0
64.3	-	-	12.3
64.7	13.7	13.7	-

Siglufljóður, S-4, vatnsborð 4.8 m

Dýpi m	Mælt 16. okt. °C	Mælt 19. okt. °C	7/7 1989 °C
4.8	- vatsnb.	-	- vatsnb.
4.9	-	- vatsnb.	-
6	5.0	4.7	2.2
8	4.9	4.2	2.4
10	4.9	4.2	2.6
12	4.9	4.2	2.9
14	5.0	4.3	3.0
16	5.1	4.5	3.3
18	5.1	4.6	3.3
20	5.2	4.7	3.4
22	5.3	4.9	3.5
24	5.4	5.0	3.6
26	5.6	5.1	3.7
28	5.7	5.2	3.9
30	5.8	5.3	4.0
32	5.9	5.5	4.1
34	6.0	5.6	4.2
36	6.2	5.7	4.3
38	6.2	5.8	4.4
40	6.4	5.9	4.5
42	6.6	6.1	4.7
44	6.7	6.2	4.8
46	6.7	6.3	4.9
48	6.9	6.4	5.0
50	7.0	6.5	5.1
52	7.0	6.6	5.3
54	7.2	6.7	5.4
56	7.3	6.9	5.5
58	7.3	7.0	5.6
60	7.4	7.1	5.7
62	7.6	7.3	5.8
64	7.7	7.4	6.0
64.3	7.8	7.5	6.1

Siglufljóður, S-5, vatnsborð 4,7 m				
Dýpi	Mælt 17 okt.	Mælt 18 okt.	Mælt 19 okt.	7/7 1989
m	°C	°C	°C	°C
4,7	-	-	-	- vatnsb.
6	-	-	2,6	-
7,9	-	-	-	- vatnsb.
8,0	-	-	4,2	3,1
9,7	-	-	-	-
10	-	-	4,7	3,5
12	-	-	4,6	3,7
14	-	-	4,7	3,9
16	-	-	4,8	4,0
18	-	-	5,0	4,1
20	-	-	5,2	4,3
22	-	-	5,3	4,4
22,5	-	-	-	-
24	-	-	5,4	4,6
26	5,9	5,6	4,7	4,7
28	6,0	5,7	4,9	4,9
30	6,1	5,8	5,0	5,0
32	6,3	5,9	5,1	5,1
34	6,3	6,2	5,3	5,3
36	6,6	6,3	6,3	5,5
38	6,8	6,5	6,4	5,7
40	6,9	6,7	6,6	5,8
42	7,0	6,8	6,8	6,0
44	7,3	7,0	7,0	6,2
46	7,3	7,2	7,2	6,4
48	7,5	7,3	7,3	6,5
50	7,6	7,5	7,5	6,7
52	7,7	7,7	7,7	6,9
54	7,8	7,8	7,8	6,9
55	8,1	-	-	-
56	8,2	8,0	8,0	-
58	8,4	8,2	8,1	-
60	8,5	8,3	8,3	-
62	8,5	8,4	8,4	-
63	8,6	-	-	-
63,1	-	-	8,5	-
63,2	-	-	-	-
63,8	8,7	-	-	-

Siglufljóður, S-6, vatnsborð 2 m				
Dýpi	Mælt 18. okt.	Mælt 20. okt.	7/7 1989	
m	°C	°C	°C	
2	-	5,3	1,6	vatnsb.
4	5,7	5,2	1,7	
6	4,9	4,6	2,4	
8	4,7	4,5	3,1	
10	4,9	4,6	3,6	
12	5,1	4,8	3,7	
14	5,3	5,0	3,9	
16	5,4	5,1	4,1	
18	5,6	5,3	4,2	
20	5,7	5,4	4,4	
22	5,9	5,6	4,5	
24	6,0	5,8	4,7	
26	6,1	5,9	4,8	
28	6,2	6,0	4,9	
30	6,3	6,2	5,0	
32	6,4	6,4	5,2	
34	6,6	6,6	5,4	
36	6,9	6,7	5,5	
38	7,2	6,9	5,7	
40	7,5	7,1	5,8	
42	7,6	7,3	6,0	
44	7,8	7,5	6,2	
46	7,9	7,7	6,4	
48	8,2	7,9	6,6	
50	8,5	8,1	6,8	
52	8,6	8,2	7,0	
54	8,8	8,4	7,1	
56	8,9	8,5	7,3	
58	9,0	8,7	7,4	
60	9,2	8,9	7,5	
62	9,3	9,1	7,7	
64	9,4	9,2	7,7	
64,4	9,4	9,2	7,8	

Siglufljóður, S-7, vatnsborð 6,7 m				
Dýpi	Mælt 19. okt.	Mælt 20. okt.	7/7 1989	
m	°C	°C	°C	
6,7	-	-	-	-
8	8,2	8,3	6,7	- vatnsb.
10	8,5	8,5	6,7	
12	8,6	8,6	6,9	
14	8,9	8,7	7,1	
16	8,9	9,1	7,4	
18	9,0	9,3	7,7	
20	9,2	9,9	8,1	
22	9,7	9,8	8,5	
24	9,8	10,2	8,8	
26	10,0	10,3	9,1	
28	10,4	10,6	9,3	
30	10,8	11,2	9,6	
32	11,3	11,6	10,0	
34	12,0	12,1	10,4	
36	12,2	12,4	10,8	
38	12,8	12,7	11,2	
40	13,3	13,3	11,7	
42	13,7	13,7	12,0	
44	14,0	13,9	12,4	
46	14,2	14,3	12,7	
48	15,6	15,3	13,1	
50	16,2	16,0	13,3	
52	16,7	16,5	13,5	
54	17,2	17,0	14,5	
56	17,7	17,4	14,8	
58	18,1	17,9	15,1	
60	18,5	18,4	15,4	
61,7	19,0	18,8	15,9	

Siglufljóður, S-8, vatnsborð 9,7 m				
Dýpi	Mælt 20. okt.	7/7 1989		
m	°C	°C		
9,7	-	-	-	-
10	5,2	5,2	2,0	- vatnsb.
12	4,9	4,9	2,5	
14	5,2	5,2	3,1	
16	5,4	5,4	3,5	
18	5,5	5,5	4,0	
20	5,8	5,8	4,2	
22	6,2	6,2	4,5	
24	6,6	6,6	4,7	
26	7,1	7,1	5,2	
28	7,4	7,4	5,5	
30	7,8	7,8	5,9	
32	8,2	8,2	6,4	
34	8,8	8,8	6,8	
36	9,1	9,1	7,2	
38	9,5	9,5	7,6	
40	9,9	9,9	7,9	
42	10,3	10,3	8,4	
44	10,7	10,7	8,7	
46	11,0	11,0	9,1	
48	11,4	11,4	9,5	
50	11,7	11,7	9,8	
52	12,0	12,0	10,2	
54	12,3	12,3	10,7	
56	12,7	12,7	11,1	
58	13,2	13,2	11,4	
60	13,7	13,7	11,5	
62	13,9	13,9	11,9	
62,7	-	-	12,1	
64	14,4	14,4	-	

Siglufljóður, S-9, varnaborð 0 m

Dýpi m	Mælt 25. okt. kl.11:400 °C	Mælt 25. okt. kl.11:400 °C	7/7 1989 °C
0	-	4.3 varnab.	- varnab.
2	4.4	4.3	3.0
4	4.4	4.5	3.3
6	4.7	4.6	3.6
8	5.4	5.1	4.3
10	5.2	5.1	4.2
12	5.7	5.5	4.5
14	5.7	5.7	4.6
16	5.9	5.9	4.8
18	6.0	5.9	4.8
20	6.5	6.3	4.9
22	6.7	6.6	5.2
24	6.9	6.8	5.4
26	7.0	7.1	5.7
28	7.2	7.4	6.0
30	7.6	7.7	6.2
32	8.0	8.0	6.5
34	8.3	8.2	6.7
36	8.6	8.5	6.9
38	8.9	8.8	7.2
40	9.1	9.0	7.4
42	9.4	9.3	7.6
44	9.7	9.7	7.9
46	10.0	9.9	8.2
47.2	-	-	8.3
48	10.3	10.3	-
50	10.5	-	-
52	10.8	-	-
54	11.1	-	-

Siglufljóður, S-10, varnaborð 15.5 m

Dýpi m	Mælt 26. okt. kl.10:30 °C	Mælt 26. okt. kl.11:400 °C	Mælt 27. okt. 7/7 1989 °C
15.5	-	-	- varnab.
16	-	-	6.0
18	-	-	6.2
20	-	-	6.7
20.5	-	8.7 varnab.	-
22	-	8.9	7.3
24	-	9.3	8.1
26	-	9.9	8.7
28	-	10.9	9.2
28.4	-	10.7 varnab.	-
30	-	11.2	11.4
32	-	12.1	11.9
34	-	12.6	12.5
34.7	12.5 varnab.	-	10.4
36	13.5	13.1	12.99
38	13.9	13.6	13.4
40	14.5	14.1	13.8
42	15.3	14.6	14.4
44	15.5	15.1	14.8
46	15.7	15.4	15.1
48	16.0	15.6	15.4
50	16.3	16.2	16.2
52	16.7	16.6	16.7
54	17.2	17.2	17.3
56	18.0	17.9	17.8
58	18.3	18.3	18.4
59	-	-	18.9
60	18.8	18.8	-
60.3	-	18.9	-
60.6	18.9	-	-

Siglufljóður, S-11, varnaborð 1.4 m

Dýpi m	Mælt 27. okt. °C	7/7 1989 °C
1.4	-	- varnab.
2	-	1.4
2.5	1.9 varnab.	-
4	3.1	3.3
6	3.3	4.2
8	5.5	4.7
10	5.6	4.8
12	5.7	4.9
14	6.2	5.0
16	6.9	5.3
18	7.2	5.6
20	7.8	5.9
22	8.4	6.4
24	8.7	6.8
26	9.0	7.2
28	9.4	7.7
30	9.8	8.1
32	10.0	8.6
34	10.3	8.9
36	11.1	9.6
38	11.7	10.0
40	12.1	10.4
42	12.5	10.9
44	12.9	11.2
46	13.4	11.7
48	14.0	12.1
50	14.3	12.6
52	14.6	13.0
54	15.0	13.4
56	15.4	13.8
57	-	14.1
58	15.9	-
58.2	15.9	-

Siglufljóður, H2 gömul varnshola, varnab. 3.8 m

Dýpi m	Mælt 19 okt. °C
3.8	5.0 varnaborð
4	4.9
6	4.2
8	3.7
10	3.6
12	3.6
14	3.6
15.1	3.7

Siglufljóður, Skútudalur H-5, varnaborð 2 m

Dýpi m	Mælt 24. okt. °C
2	8.1 varnab.
4	8.5
6	9.0
8	9.6
10	10.0
10.7	10.6

Siglufljóður, Skútudalur H-9, varnab. 81.6 m

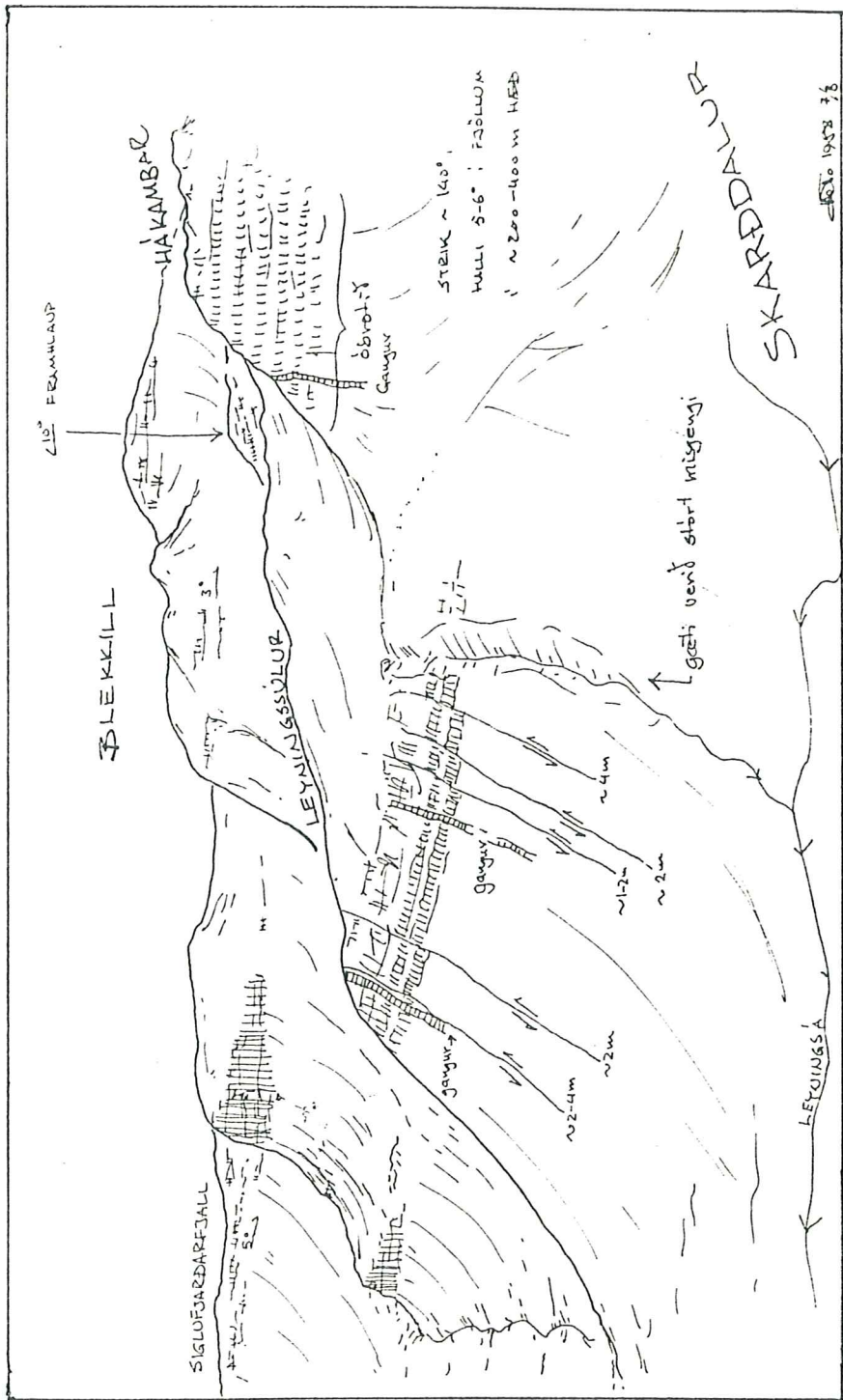
Dýpi m	Mælt 24. okt. °C
81.6	- varnab.
82	58.9
84	59.0
86	59.1
88	59.2
90	59.3
92	59.5
94	59.6
96	59.7
98	59.8

Skerðfossvirkjun ST-3, varnaborð 2.9 m

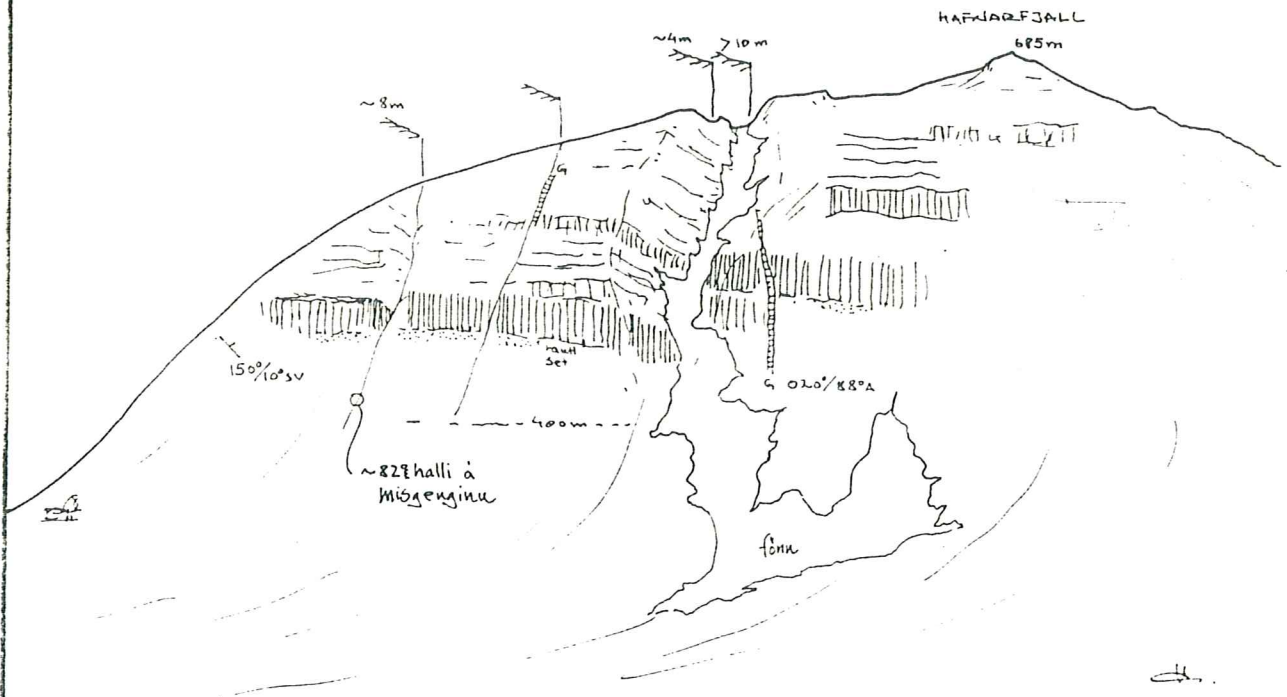
Dýpi m	Mælt 20. okt. °C
2.9	4.5 varnab.
4	5.6
6	5.3
8	5.3
10	5.5
12	5.7
14	5.9
16	6.1
18	6.3
20	6.6
22	6.8
24	7.0
26	7.2
28	7.4
30	7.6
30.2	7.6





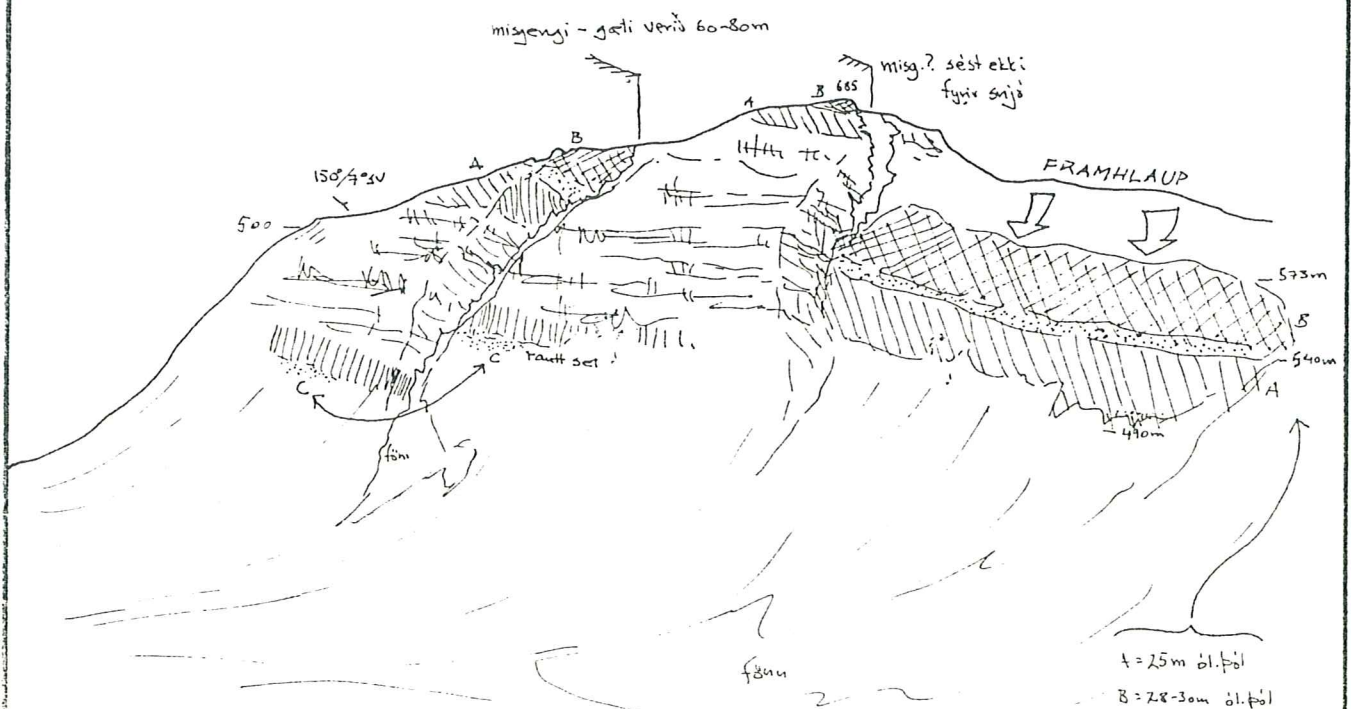


MYND 2



HVANNEYZARSKÁL - SUBORHLUTI

3A



HVANNEYZARSKÁL - HORFT ÚR BOTNI OG TIL SUB-AUSTURS

A = 25m ól. þöl  
 B = 28-30m ól. þöl  
 mjög þykk hraunlög  
 sem störm sig úr

3B