



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

SULTARTANGAVIRKJUN
Jarðfræði- og grunnvatnsrannsóknir á
svæði jarðganga og stöðvarhúss í Sanda-
felli 1982

Björn Jónasson
Jón Ingimarsson
Pétur Pétursson

OS-83014/VOD-08 B

Febrúar 1983



ORKUSTOFNUN

GRENSÁSVEGI 9. 108 REYKJAVÍK

SKILAGREIN

SULTARTANGAVIRKJUN

**Jarðfræði- og grunnvatnsrannsóknir á
svæði jarðganga og stöðvarhúss í Sanda-
felli 1982**

Björn Jónasson
Jón Ingimarsson
Pétur Pétursson

OS-83014/VOD-08 B

Febrúar 1983

Reykjavík 25. febrúar 1983

Landsvirkjun
 Háaleitisbraut 68
 108 Reykjavík,

Varðar skilagreininna "Sultartangavirkjun. Jarðfræði- og grunnvatnsrannsóknir á svæði jarðganga og stöðvarhúss í Sandafelli 1982, OS-83014/VOD-08 B".

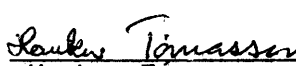

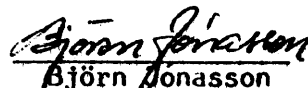
Skilagrein þessi er unnin samkvæmt samningi milli Landsvirkjunar og Orkustofnunar, sem undirritaður var 1. júní 1982. Verk þetta er beint framhald fyrri rannsókna á Sandafelli, sem staðið hafa yfir frá árinu 1980, sbr. skýrsluna OS82124/VOD17". Niðurstöður og ályktanir birtar hér byggja óhjákvæmilega einnig á fyrri rannsóknum.

Lokakaflinn hefur að geyma helstu niðurstöður varðandi rannsóknir þessar. Þær gefa til kynna verulega jarðlagaóreglu á svonefndri leið 1, sem var upphaflega áætluð af ráðgjafa. Heppilegast virðist því að staðsetja jarðgöng og stöðvarhús sunnan leiðar 1.

Ástæða er til að endurtaka mælingar á sprungulekt þegar á komandi sumri. Að öðru leyti er að okkar mati ekki þörf fyrir frekari rannsóknir fyrr en ákvörðun um byggingu liggur fyrir enda heildarmyndin fullnægjandi til að hægt sé að taka afstöðu til heppilegustu staðsetningar mannvirkja í Sandafelli.

Verið er að vinna að greinargerð varðandi brotpolspróf-anir á borkjörnum og tölfræðilega úrvinnslu á berggæðamati borkjarna úr Sandafelli. Í báðum tilvikum liggja þessi gögn fyrir að mestu og þykir rétt að koma þeim á framfæri í kjölfar þessarar skilagreinar.

Virðingarfyllst,

 Haukur Tomasson
  Davíð Egilsson
  Björn Jonasson

EFNISYFIRLIT

Bls.

1	INNGANGUR.....	5
	1.1 Framkvæmd.....	5
	1.2 Tilgangur.....	6
2	JARÐLAGASKIPAN OG BORANIR.....	8
	2.1 Almennt.....	8
	2.2 Staðsetning og gerð sniða.....	8
	2.3 Lýsing jarðlagaskipunar.....	12
3	BERGGÆÐAMAT.....	26
	3.1 Almennt.....	26
	3.2 Niðurstöður og túlkun.....	26
4	GRUNNVATNSMÆLINGAR.....	32
	4.1 Yfirlit.....	32
	4.2 Helstu niðurstöður og túlkun.....	32
5	LEKTARMÆLINGAR.....	40
	5.1 Sprunguvatnsleiðni.....	40
	5.2 Straummælingar.....	44
	5.3 Berglekt samkvæmt pakkaraprófunum.....	49
6	HELSTUR NIÐURSTÖÐUR OG FRAMHALD RANNSÓKNA.....	50

TÖFLUSKRÁ

1	Hnit, hæðir og dýpi borhola SF-1 til SF-30.....	11
2	Hæð helstu jarðlagamóta í Sandafelli.....	22
3	Q-gildi í holum SF-25 til SF-28.....	27
4	Grunnvatnshiti á jarðgangabilum í Sandafelli.....	33
5	Sprunguleiðni við SF-24,29 og 30.....	42

MYNDASKRÁ

Bls.

1	Afstöðumynd.....	5
2	Tilhögun mannvirkja.....	7
3	Yfirlits- og staðsetningarkort.....	9
4	Staðsetning borhola og jarðlagasniða.....	10
5	Jarðlagasnið á jarðgangaleið 3.....	13
6	Jarðlagasnið á jarðgangaleið 4.....	15
7	Jafnhæðarlínur á toppi Jaramillósyrpu.....	23
8	Jafnhæðarlínur á botni Jaramillósyrpu.....	24
9	Jafnhæðarlínur á toppi dyngjubasaltsyrpu.....	25
10	Berggæðalínurit af gangaleiðum 3 og 4.....	28
11	Berggæðasamantekt fyrir leiðir 1-4 á línuriti um styrkingarspá.....	31
12	Jafnhitalínur grunnvatns á gangaleið 4.....	35
13	Jafnhitalínur grunnvatns í plani, 270 m y.s.....	38
14	Jafnhitalínur grunnvatns í plani, 240 m y.s.....	39
15	Afstöðumynd í plani og sniði af skáholum SF-24,29, 30 og vatnsleiðandi sprungu.....	41
16	Jöfnun vatnsborðs í SF-29 eftir lokun rennslis úr SF-24 (aðferð Jacobs).....	43
17	Jöfnun vatnsborðs í SF-30 eftir lokun rennslis úr SF-24 (aðferð Theis).....	43
18	Hita-og straummælingar í borholum SF-6 og 11.....	45
19	Hita-og straummælingar í borholum SF-13,20,21 og 23.	46
20	Hita-og straummælingar í borholum SF-24,27 og 28....	47

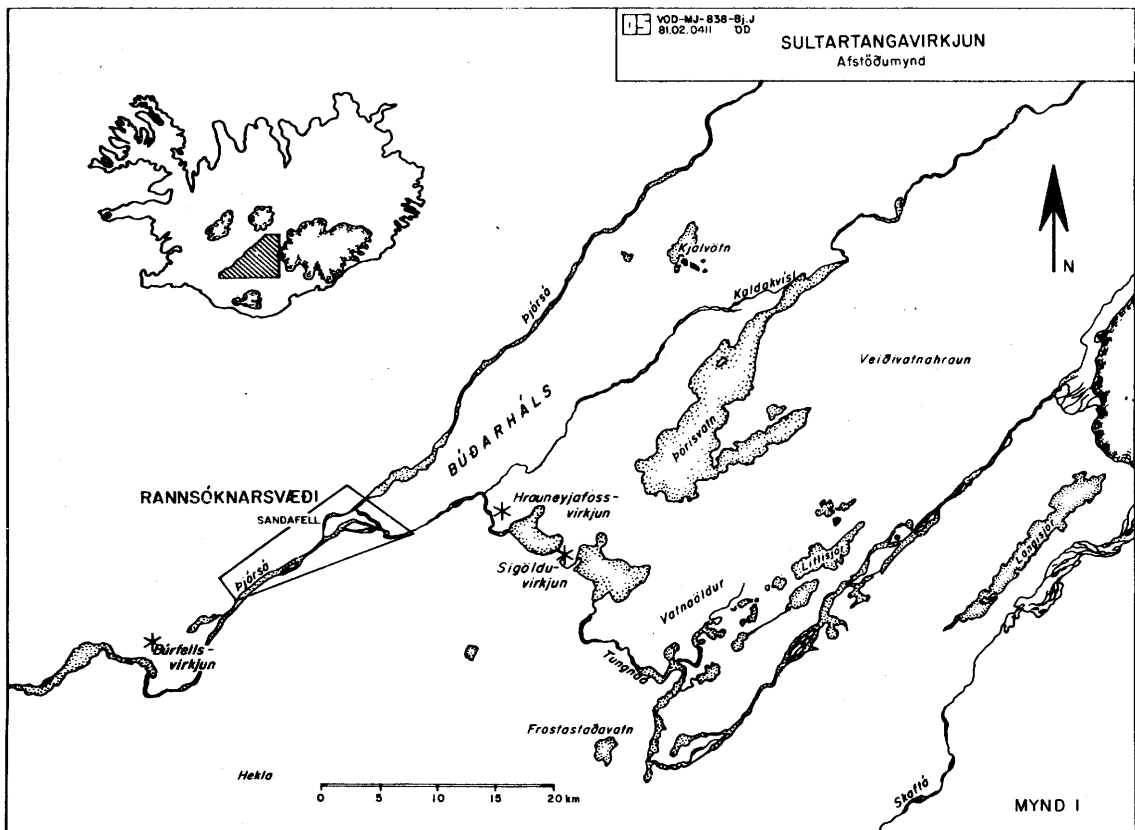
VIÐAUKAR

1	Borholusnið SF-25 til SF-30.....	55
2	Berggæðamatskerfið og greining á SF-25 til SF-28.....	61
3	Grunnvatnshæð og hiti í borholum, 1982.....	79

1 INNGANGUR

1.1 Framkvæmd

Skilagrein þessi fjallar um jarðfræði- og grunnvatnsrannsóknir framkvæmdar árið 1982 á svæði jarðganga og stöðvarhúss Sultartangavirkjunar í Sandafelli. Hér er um beint framhald fyrri rannsókna að ræða og er því nauðsynlegt að hafa til hliðsjónar skýrsluna "Sultartangavirkjun. Jarðfræði- og grunnvatnsrannsóknir á svæði jarðganga og stöðvarhúss í Sandafelli 1981, OS82124/VOD17". Á mynd 1 er að finna afstöðumynd af svæðinu. Áætluð nyrsta og syðsta virkjunartilhögun er sýnd á mynd 2.



Rannsóknir þessar skiptust í tvo aðskilda áfanga. Fyrri áfanginn stóð frá júníbyrjun og fram í miðjan ágúst, en sá seinni meginhluta október fram í byrjun nóvember.

Á fyrra tímabilinu voru boraðar fjórar kjarnaborholur,

samtals 469 m ásamt viðeigandi lektarprófunum. Kjarnagreining (gerð borholusniða og berggæðamats) var unnin jafnóðum svo og myndun og frágangur á kjarna. Tilraun var gerð til að mæla sprungulekt í skáholunni SF-24 en úr þeirri holu streymir þrýstivatn, sem á rætur að rekja til vatnsleiðandi brotalamar. Ennfremur voru fáeinar borholur straummældar.

Á seinna tímabilinu voru boraðar tvær loftborsholur, samtals 91,5 m, nánar tiltekið á brotabeltissvæðinu hjá skáholunni SF-24. Í kjölfar loftborunar voru framkvæmdar mælingar á þessum holupríhyrningi til að meta sprungulektina. Ennfremur voru allar borholurnar í Sandafelli hæðar og hitamældar með tilliti til grunnvatns og valdar holur straummældar.

Samtímis fyrrgreindum rannsóknum í Sandafelli voru kannaðir vinnslueiginleikar hraunsins THi á svæði frárennslisskurðar á Hafi. Dæluprófanir voru gerðar í tveimur gryfjum, og jafnframt voru framkvæmdar hefðbundnar hæðar- og hitamælingar á grunnvatni á öllu hraunasvæðinu (Haf, Sultartangi og sunnan Tungnaár og Þjórsár). Þessum hluta rannsókna er gerð skil í sérstakri greinargerð. Samningur milli Landsvirkjunar og Orkustofnunar varðandi rannsóknir þessar var undirritaður 1. júní s.l.

1.2 Tilgangur

Megintilgangur rannsókna í Sandafelli að þessu sinni er eftirfarandi: 1) Að fá fullnægjandi heildarmynd af jarðlagaskipan á því svæði þar sem jarðgöng gætu legið, en til þess þurfti viðbótarkjarnaborun í SV-hluta fellsins. Mikil kjarnaborun í Sandafelli er bein afleiðing mikillar jarðлагаóreglu. 2) Að fá sem gleggsta heildarmynd af grunnvatnsfari, hæð og hitaástandi grunnvatns og berg- og sprungulekt. Sérstök áhersla var því lögð á könnun á vatnsgæfni vatnsleiðandi brotabelta. Slík fyrirbæri höfðu verið staðfest með VLF-mælingum og skáholunni SF-24. Þar sem hár hiti grunnvatns var þekkt staðreynd þótti sjálfsagt að hitamæla allar borholur á sem stystum tíma og fá þannig heildaryfirlit af hitaástandinu í jarðlagastaflanum.

2 JARÐLAGASKIPAN OG BORANIR

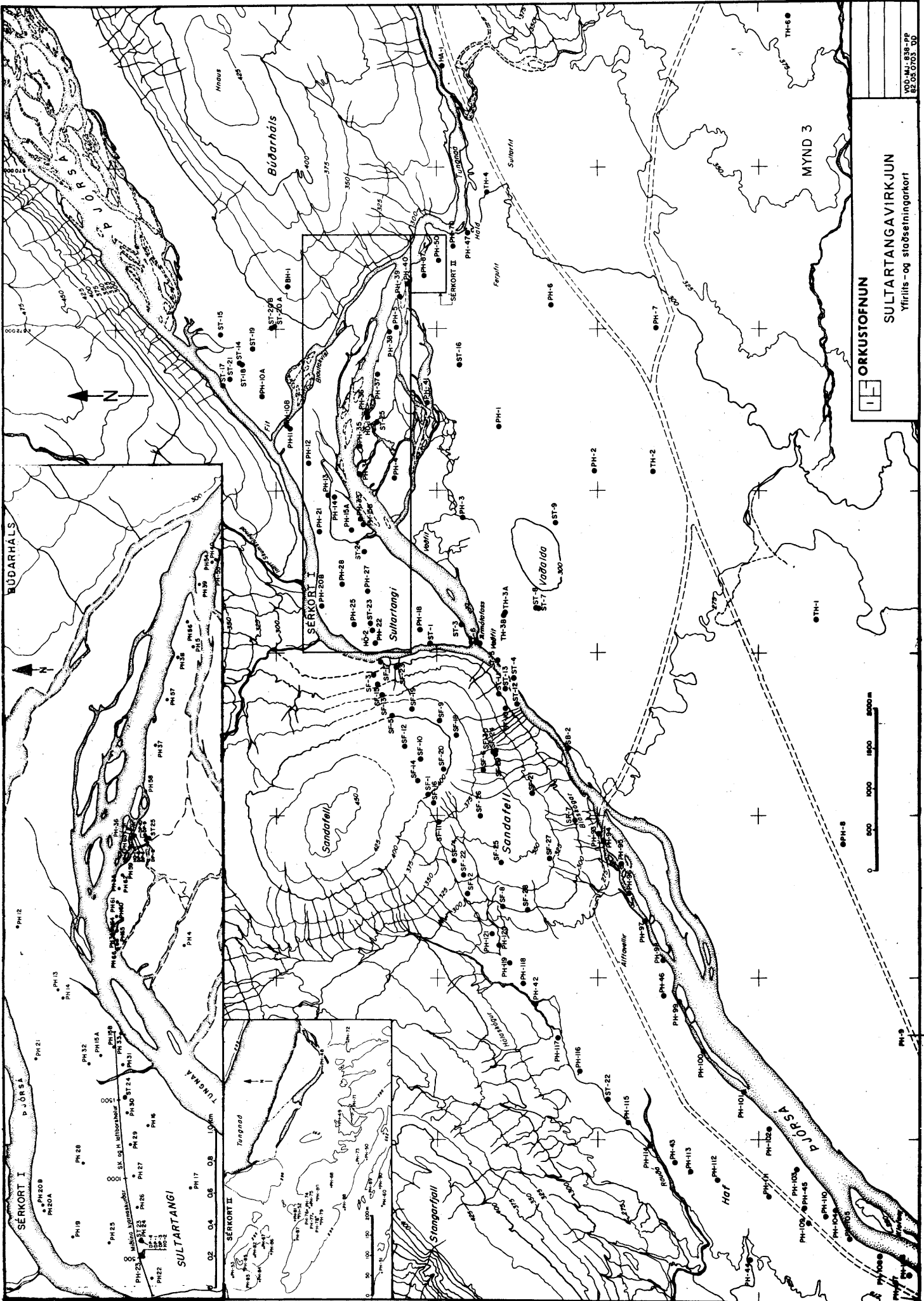
2.1 Almennt

Boraðar voru fjórar kjarnaholur, SF-25 til 28, samtals 469 m, í suðvesturhluta Sandafells til könnunar á jarðlagaskipan, berggæðum, lekt og grunnvatni. Kjarnagreining (borholusnið og berggæðamat) var framkvæmd í Sandafellsbúðum. Við borun var notaður svonefndur vírhíffingarútbúnaður þar sem kjarnarörið með kjarnanum í er dregið upp í gegnum borstangirnar. Allar holurnar eru af NQ-stærð, vídd hola er 75,7 mm og þvermál kjarna 47,6 mm. Holurnar voru lektarprófaðar, en til þess var notaður vírhíffingarpakkari, hannaður á Orkustofnun (The SZ Wireline Packer).

Til viðbótar kjarnaholunum voru boraðar tvær loftborsholur (hamar oní holu), SF-29 og 30, samtals 91,5 m, til könnunar á sprungulekt. VLF-mælingar og skáholan SF-24 staðfestu á árinu 1981, að vatnsleiðandi brotabelti er til staðar á borholusvæðinu, sbr. mynd 4. Holurnar voru boraðar á ská, til að tryggja að þær skæru brotalömina, sem virtist hallalítil. Hóla SF-29 er 4 1/8" að þvermáli og hallar um 14° frá lóðréttu en SF-30 er 4 1/2" að þvermáli og hallar um 7°. Stefna holanna er mjög nálægt stefnu SF-24, en staðsettar mun nær brotinu, sbr. kafla 5 og mynd 15.

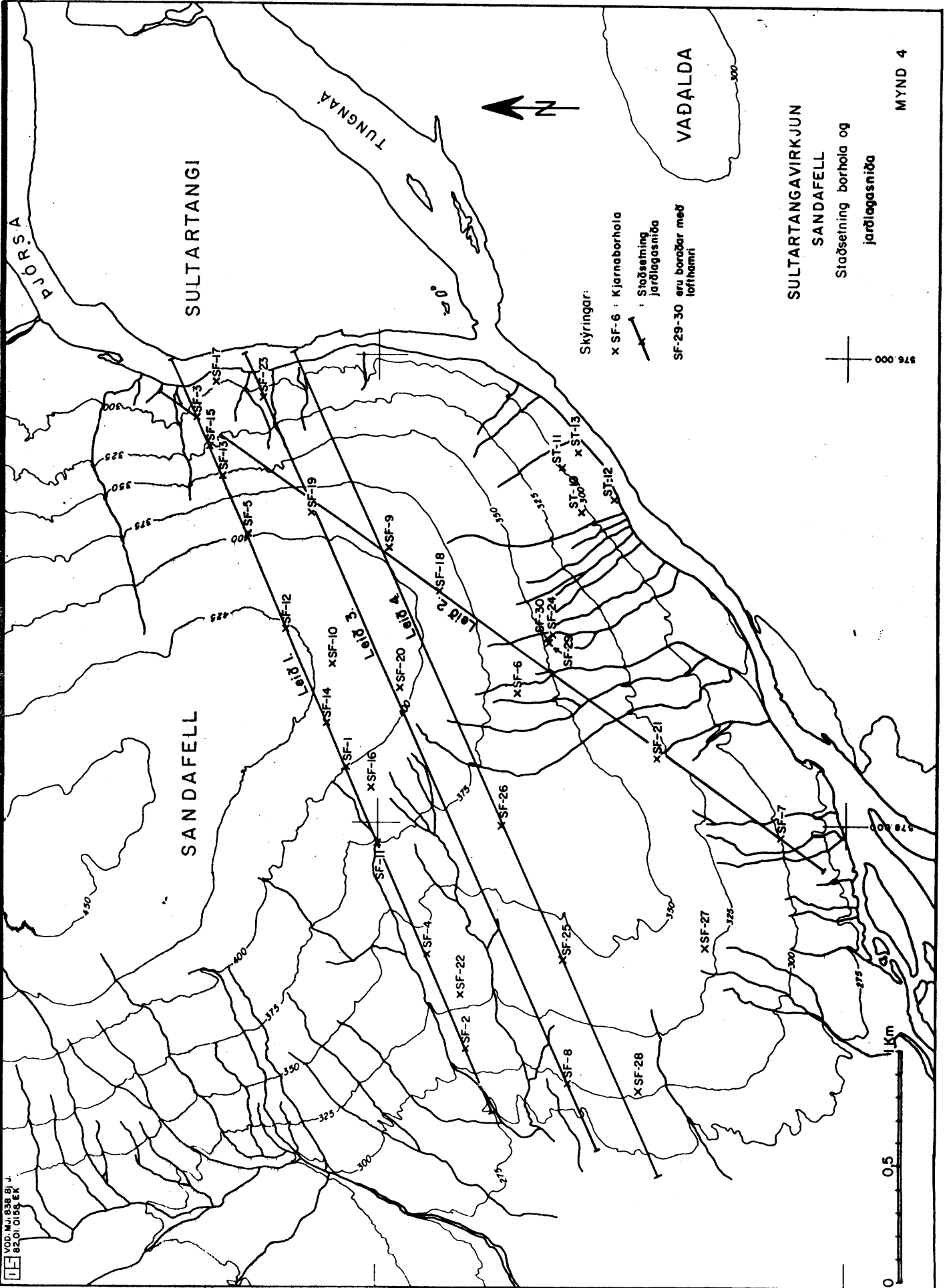
2.2 Staðsetning og gerð sniða

Á mynd 3 er yfirlitskort, sem sýnir allar kjarna- og loftborsholur á svæði Sultartangavirkjunar og nágrennis, en mynd 4 sýnir nánar staðsetningu borhola í Sandafelli, sbr. töflu 1. Þar er einnig að finna staðsetningu jarðlagasniða, nefnd leið 1 til 4 í samræmi við hugsanlega legu jarðganga. Afstaða holupríhyrningsins SF-24, 29 og 30 til brotalamar er sýnd í smáatriðum á mynd 15, sbr. kafla 5.1. Í viðauka 1 eru snið af borholum SF-25 til 30 ásamt viðeigandi hefðbundnum skýringum er varða kjarnagreininguna svo og niðurstöður grunnvatns- og lektarmælinga. Jarðlagasnið af leiðum 3 og 4 er að finna á myndum 5 og 6. Jarðlagasniðum af leiðum 1 og 2 hefur verið gerð ýtarleg skil í skýrslu OS82124/VOD17 frá því í des. 1982.



ORKUSTOFNUN
SULTARTANGAVIRKJUN
 Yfirflits- og staðsetningarkort

NO-MJ-836-PP
 25.03.1952-50



1:50,000
82010184
ER

Y 410 000

Y 408 000

SULTARTANGAVIRKJUN
SANDAFELL
Staðsetning borhola og
jarðlagasniða

MYND 4

TAFLA 1 Hnit, hæðir og dýpi borhola SF-1 til SF-30.

ORKUSTOFNUN			HNITALISTI		
VATNSORKUDEILD			Hnitakerfi: Lambert		
82.12.02 KGE			BORHOLUR I SANDAFELLI		
			BLAÐ 01		
X-hnit (m)	Y-hnit (m)	Hæð (m)	Nafn punkts	Dýpi (m)	botn holu m y.s.
577760.3	410137.4	401.2	SF-1	182.0	219.2
578964.6	409624.1	312.6	SF-2	90.1	222.5
576272.4	410780.2	312.8	SF-3	105.2	207.6
578560.6	409794.7	341.6	SF-4	127.0	214.6
576769.2	410560.4	399.6	SF-5	180.0	219.6
577442.7	409408.3	366.0	SF-6	159.0	207.0
578052.6	408280.0	298.3	SF-7	96.4	201.9
579115.8	409185.3	298.7	SF-8	83.3	215.4
576824.6	409956.5	397.1	SF-9	172.6	224.5
577320.4	410199.4	420.1	SF-10	189.7	230.4
578082.0	410000.9	374.9	SF-11	147.8	227.1
577170.9	410396.1	427.2	SF-12	190.0	237.2
576519.5	410669.1	351.8	SF-13	129.0	222.8
577573.2	410224.5	419.5	SF-14	180.0	239.5
576393.9	410725.9	328.9	SF-15	83.8	245.1
577847.1	410032.1	390.5	SF-16	150.0	240.5
576119.4	410697.0	299.0	SF-17	38.5	260.5
577010.1	409742.0	388.5	SF-18	172.5	216.0
576674.7	410290.1	392.1	SF-19	159.6	232.5
* 577420.0	409909.7	404.5	SF-20	190.0	214.5
577718.8	408808.7	328.6	SF-21	112.9	215.7
578737.8	409646.1	330.0	SF-22	85.2	244.8
576185.7	410492.8	315.1	SF-23	86.3	228.8
** 577189.9	409258.3	340.9	SF-24	106.1	
578585.3	409210.2	340.2	SF-25	113.0	227.2
578001.5	409474.3	367.5	SF-26	129.1	238.4
578529.1	408604.0	328.5	SF-27	137.7	190.8
579146.5	408890.0	302.6	SF-28	88.9	213.6
*** 577216.5	409279.8	346.4	SF-29	54.5	
**** 577200.5	409283.5	345.7	SF-30	37.0	

ATHUGASEMDIR:

- * SF-20, hæð holu (fóðurrörs) nú 405.1 m y.s.
- ** SF-24 er skáholi. Halli 49 gráður frá lóðréttu. Utreiknad lóðrétt dýpi er 69.6 m og botn holu því 271.3 m y.s.
- *** SF-29 er loftborshola 4 1/8" með 14 gráða halla frá lóðréttu. Reiknad lóðrétt dýpi er 52.9 m og holubotn 293.5 m y.s. Hæð á rör er 347.1 m y.s.
- **** SF-30 er loftborshola 4 1/2" með 7 gráða halla frá lóðréttu. Reiknad lóðrétt dýpi er 36.7 m og holubotn 309. m y.s. Hæð á rör er 346.7 m y.s.

Þess skal getið sérstaklega, að holum SF-25 og 26 er varpað inn í sniðið af leið 3 (sjá mynd 5), en það veldur óhjákvæmilega hæðarskekkju á jarðlagaskilum og jafnvel rangri jarðlagaskipan. Sé gert ráð fyrir að jarðlagaskipan þar sé nokkurn veginn sú sama og á leið 4, eins og fram kemur á mynd 5, gæti botn Jaramillósyrpunnar á leið 3 verið hærri en þar er sýnt eða í u.p.b. 270 m y.s. (sbr. mynd 8), en leið 4 er tæplega 200 m fyrir sunnan leið 3, sjá mynd 4.

Hvað viðvíkur jarðлагаuppbyggingunni, er um 30 m þykkt dflabasaltlag undir Jaramillósyrpunni á leið 1 á bilinu 260-290 m y.s., sbr. holur SF-4 og 11. Lag þetta kemur ekki fram í borholum SF-25 og 26 á leið 4 en gæti verið í staflanum á leið 3, sem er aðeins í um 330 m fjarlægð sunnan leiðar 1, sjá jarðlagasnið þvert á leiðir á mynd 5. Ef svo reyndist gæti það þýtt enn hærri legu jarðlagaskila og að botn Jaramillósyrpunnar næði upp undir 280 m hæð y.s. Samkvæmt þessu er augljóst að svæðið er all viðkvæmt fyrir nákvæmnistúlkun jarðlagaskipunar svo örugg reynist og gæti t.d. síðastnefndi möguleikinn þýtt að botn Jaramillósyrpunnar lækkaði um allt að 40 m á milli leiða 3 og 4.

Í töflu 2 eru gefnar hæðir helstu jarðlagamóta og í hvaða holum þau eru. Jafnhæðarlín myndir 7-9 byggja á þessari töflu, en þær sýna megindrætti þess landslags, sem einkennissyrpunar tvær, dyngjubasaltið og Jaramillóbasaltið mótuðu á sínum tíma. Seinni tíma höggun hefur að sjálfsögðu haft sín áhrif á þessar fyrrverandi landslagsmyndir.

2.3 Lýsing jarðlagaskipunar

Í þeirri jarðlagalýsingu sem fer hér á eftir verður fyrst og fremst fjallað um kjarnaborholurnar SF-25 til SF-28 í ljósi jarðlagasniða af leiðum 3 og 4. Ekki verður farið út í beinar nákvæmnislýsingar einstakra jarðlaga þar sem búið er að gera þeim þætti skil í skýrslu OS82124/VOD17.

Jaramillóbasaltsyrpan kemur fram í holum SF-25 til 27, sjá viðauka 1. Þykkt syrpunnar á þessum slóðum er mest í SF-25 eða rétt rúmir 80 m, þ.e. þykkari en annars staðar hefur fundist. Í SF-27 er heildarþykkt syrpunnar um 78 m.

SULTARTANGAVIRKJUN

SANDAFELL

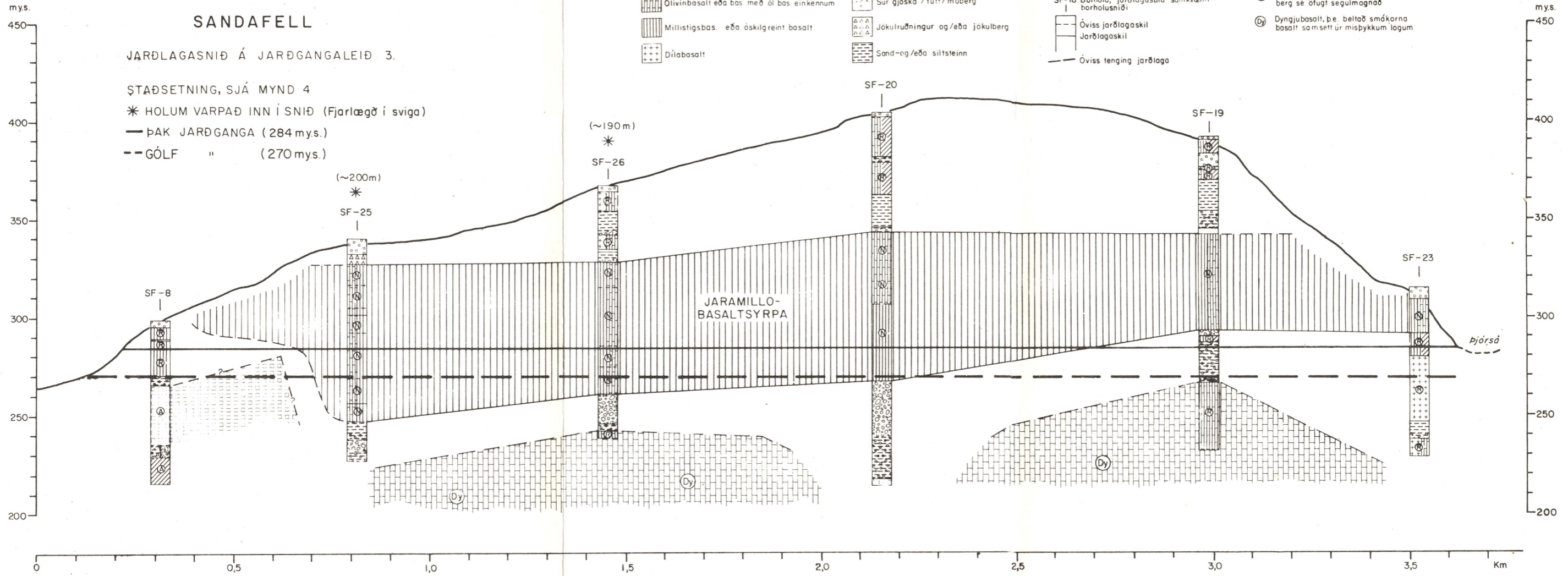
JARÐLAGASNIÐ Á JARÐGANGALEIÐ 3.

ÞAÐSETNING, SJÁ MYND 4

* HOLUM VARPAÐ INN Í SNIÐ (Fjarlægð í sviga)

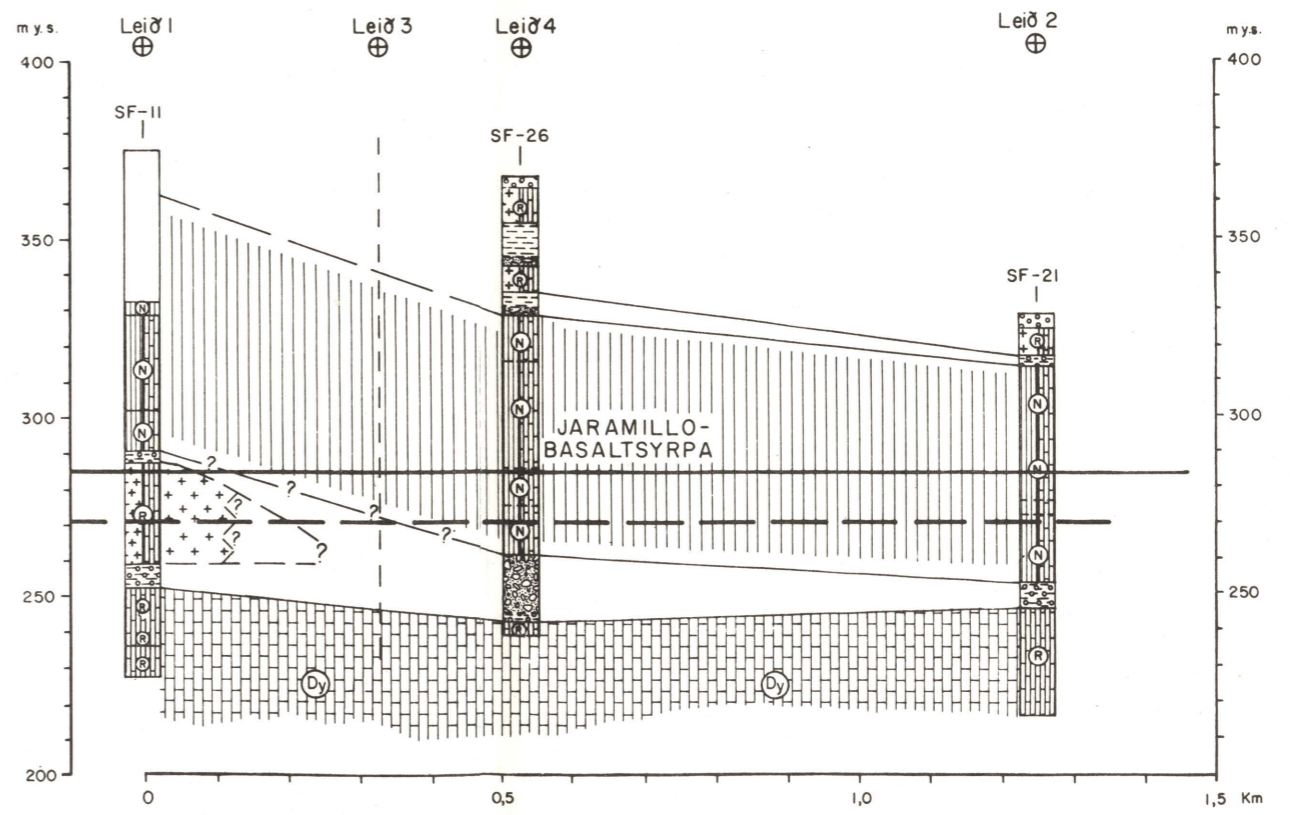
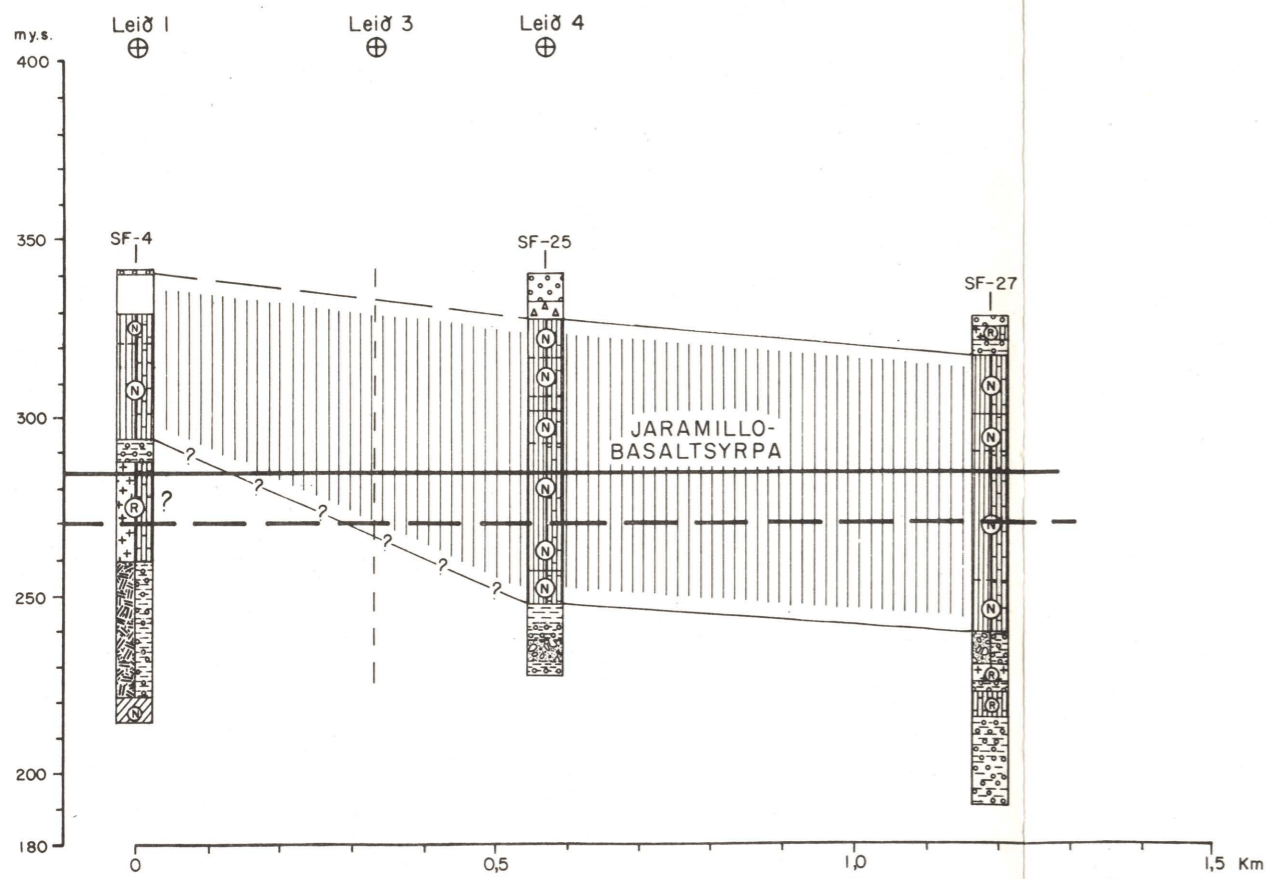
— ÞAK JARÐGANGA (284mys.)

- - - GÓLF " (270mys.)



SKÝRINGAR:

- Laust yfirborðslag-jarðvegur gjóska, jökulrúningur
- Þóleiit eða basalt með þól einkennum
- Ótívinbasalt eða bas með ól bas einkennum
- Millistigsbas. eða óskilgreint basalt
- Dýlabasalt
- Líparít
- Basískt móberg /setmóberg
- Súrgjóska /túff/móberg
- Jökulrúningur og/eða jökulberg
- Sand-og/eða siltsteinn
- Voluberg, oftast er sand-og/eða siltsteinsmillimassi ríkjandi
- Hnullungaberg
- SF-18 Borhola, jarðlagasúla samkvæmt borholusniði
- Óviss jarðlagaskil Jarðlagaskil
- Óviss tenging jarðlaga
- Rétt segumagnað berg
- Ófugt segumagnað berg
- Óviss segulstefna, sem bendir til að berg sé ófugt segumagnað
- Dýngjubasalt, þ.e. beltað smákröna basalt samsett úr misþykkum lögum



MYND 5

SULTARTANGAVIRKJUN SANDAFELL

JARÐLAGASNIÐ Á JARÐGANGALEIÐ 4.

STAÐSETNING, SJÁ MYND 4

* HOLUM VARPAÐ INN Í SNIÐ (Fjarlægð í sviga)

— ÞAK JARÐGANGA (284 mys.)

- - - GÓLF — " — (270 mys.)

SKÝRINGAR:

Laust yfirborðslag-jarðvegur, gjöska, jökulruðningur

Þóleið eða basalt með þól einkennum

Ólívínbasalt eða bas. með ól. bas. einkennum

Millistigsbas. eða óskilgreint basalt

Díabasalt

Basískt innskotslegt berg

Líparít

Jökulruðningur og/eða jökulberg

Sand-og/eða siltsteinn

Völuberg, oftast er sand-og/eða siltsteinsmillimassi ríkjandi

Hnullungaberg

SF-18 Borhola, jarðlagasúla samkvæmt borholusniði

Óviss jarðlagaskil Jarðlagaskil

Óviss tenging jarðlaga

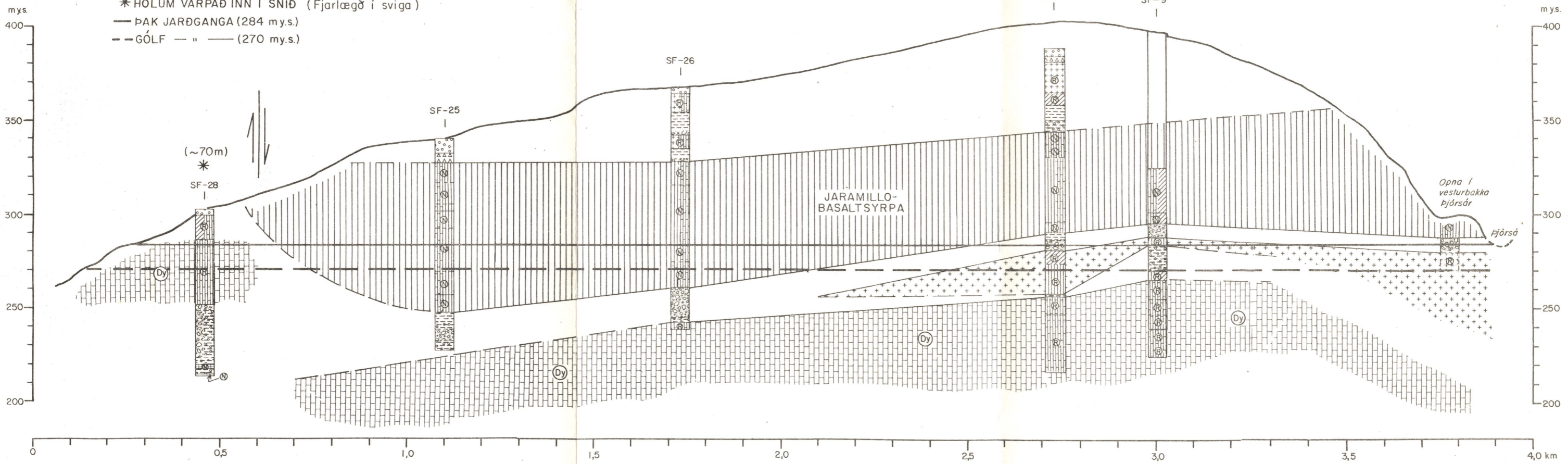
(N) Rétt segulmagnað berg

(R) Ófugt segulmagnað berg

(A) Óviss segulstefn sem bendir til að berg sé ófugt segulmagnað

(Dy) Dyngjubasalt þ.e. beltáð smákorra basalt samsett úr misþykkum lögum

Misgengi



MYND 6

Þar liggur botn hennar einnig lægst eða í 239,2 m y.s., en næstlægsta þekkt botnhæðin kemur fram í SF-25, sem er 247,5 m y.s., sjá myndir 6 og 8. Þessi lága botnhæð syrpunnar samfara hámarksþykkt hennar á þessum slóðum sýnir meginlínurnar í landslagi roflægðarinnar. Jafnframt kemur berlega í ljós hvernig brotalínurnar hafa stýrt landmótuninni í samræmi við meginbrotalínustefnurnar 30-40° og 60-70°. Athyglisverður stallur með stefnu nálægt SA-NV er til staðar við ST- holuþyrpinguna við Þjórsá og má fylgja honum áfram til NV, sjá myndir 7 og 8.

Kjarnaheimta úr syrpunni er mjög góð, yfirleitt á bilinu 95-100%. Öðru máli gegnir hvað varðar heilleika kjarnans (RQD), en hann er afar breytilegur. Í SF-25 er heilleiki lægstur, yfirleitt á bilinu 40-65% (lægstur 25% en hæstur 75%). Í SF-27 er heilleiki kjarnans á hinn bóginn mjög mikill eða yfirleitt á bilinu 75-95% (lægstur 55% en hæstur 100%). Breytilegur heilleiki kjarnans í syrpu þessari endurspeglar einfaldlega breytilega ásýnd bergsins.

Þegar Jaramillóbasaltsyrpunni sleppir, en hún er neðsta syrpa Sandafellsmyndunar, tekur við jarðlagastafli svonefndrar Grunnmyndunar, en allar fyrrnefndar holur stinga á henni að meira eða minna leyti.

Hnullunga-völubergið er efsta syrpa yngri Grunnmyndunar og tekur strax við undir Jaramillóbasaltsyrpunni. Hóla SF-25 nær rúma 20 m oní setið, en í SF-26 er þykktin um 19 m. Í SF-27 er setið helmingi þynnra eða 9,4 m. Setsyrpan skila 100% kjarna í borun og mjög háum heilleika (90-100%). Kabasít holufyllingar eru í miklum mæli einkum í SF-25 svo og SF-27.

Eins og fjallað er um í skýrslu OS82124/VOD17 á setflötur þessi að öllum líkindum rætur að rekja til hamfarahlaups. Sú túlkun fær enn frekari stuðning í ljósi þeirrar ásýndarbreytingu setsins í fleti sem fram kemur í fyrrgreindum holum. Í SF-26, sem er staðsett næst þrengslum eða vel afmörkuðum farvegi (mynd 8) er grófleiki setsins mestur, að meginuppistöðu hnullungaberg, með björgum allt að 1,5 m í þvermál. Suðvestar, í holum SF-25 og 27, eru kornastærðir setsins yfirleitt finni og breytilegri. Þar tvinnast saman miklu fínna hnullungaberg, völuberg og jafnvel sandsteinn enda hér um opnara svæði að ræða, sjá mynd 8. Þannig hefur

grófasta efnið sest til að austanverðu en finna efnið að vestanverðu vegna verulegrar vikkunar "hlaupfarvegarins" þar.

Mögulegt er að allra neðsti hluti setflatarins, bæði í SF-25 og 26, sé eldri og gæti því tilheyrt setfletinum (rofleif) sem dýlabasaltsyrpan hvílir á, en nánar verður vikið að þeirri syrpu hér á eftir.

Dýlabasaltsyrpan fyrrnefnda kemur aðeins fram í SF-27 svo öruggt sé, sem þunnt einstakt lag (4,6 m) enda mjög rofin. Hún hefur að öllum líkindum runnið yfir marflatt land á sínum tíma. Ekki er að sjá að þessi flötur hafi raskast af brotahreyfingum í vestanverðu fellinu (a.m.k. milli borhola SF-4, 11 og 27) svo og allra austast í Sandafelli á mjög staðbundnu svæði. Hallaútreikningar styðja þessa mynd vel á títtnefndu vestursvæði. Þannig gefa botnhæðir dýlabasaltsins í borholum SF-4, 11 og 27 suðlægan halla um $1,8^\circ$, sbr. strikstefnu N $65-70^\circ$ A. Þessar niðurstöður benda því til að engin eða óveruleg misgengi séu til staðar á umgetnu svæði. Þó er ekki hægt að útiloka að brotahreyfingar hafi átt sér stað á milli tengipunktanna (borholanna).

Annað er þó uppi á teningnum allra vestast, nánar tiltekið fyrir vestan fyrrnefnt svæði. Borholan SF-28 sker aðeins Grunnmyndunina en yfirborð bergs nær þar tæplega 300 m h.y.s., sem er óeðlilega hátt. Efsta basaltið, tæplega 13 m þykkt, er reyndar ekki dýlött en tilheyrir að öllum líkindum sama jarðlagafleti og dýlabasaltsyrpan. Bergið er m.a. eins segulmagnað (öfugt) og afar breytilegt dýlamagn í samnefndri syrpu, m.a. í sömu holunni, gefur ekkert sérstakt tilefni til efasemda.

Í ljósi fyrrgreindra atriða með samanburði við nálægar holur (SF-4, 11, 27), þ.e. botnhæðir dýlabasaltsins, er líklegast að misgengi sé þar til staðar (þó er ekki hægt að útiloka, að óreglulegt landslag eigi sök á þessum hæðarmun að einhverju eða öllu leyti). Sé gengið út frá misgengi sýna einfaldir hallaútreikningar út frá botnhæð dýlabasaltsins, að jarðlög allra vestast í Sandafelli (sbr. SF-28) hafa lyfst um allt að 45 m. Hæð á botni dýlabasaltflatarins í SF-8 er um 16 m lægri en í SF-28, en það þýðir, að "misgengið" er helmingi minna. "Misgengi" þetta er sýnt á jarðlagasniði jarðgangaleiðar

4, sjá mynd 6. Stærð þessa "misgengis" eða landslagsfyrirbæris út frá fyrrnefndum forsendum (sjá nánar dyngjubasaltsyrpu hér á eftir) er ónákvæm, en öðru máli gegnir um stefnuna. Í borholum SF-2, 22, 8 og 28 stendur Grunnmyndun óeðlilega hátt enda eru þær allar vestan við "misgengið", en þannig takmarkast stefnan við bilið N 10-20°A.

Í SF-27 er kjarnaheimta og RQD dflabasaltsins með afbrigðum góð eða 100% í báðum tilvikum. Sömu sögu er að segja varðandi kjarnaheimtuna í SF-28 en RQD er lágt eða í kringum 60%.

Völuberg tekur við undir dflabasaltinu eða í samsvarandi jarðlagafleti, sbr. hnullunga-völubergslýsinguna hér á undan. Lagið er mjög þunnt á þessum slóðum, 2,6 m í SF-27 og 1 m í SF-28. Í holu 27 er bergið afar þétt og heillegt (kj.h.og RQD 100%) en öðru máli gegnir í SF-28. Þar er efri hluti setþynnunnar reyndar sandsteinn. Kjarnaheimtan er ágæt (95%) en RQD mjög lágt eða aðeins um 5% svo og berggæðin, sjá kafla 3. Lag þetta hefur óhagstæða staðsetningu miðað við aðrennslisgöng en það er í 286 m hæð yfir sjó.

Dyngjubasaltið (ólivínbasalt) er neðsta syrpan í yngri Grunnmynduninni. Syrpan kemur fyrir í holum SF-26 til 28 en hola SF-25 nær ekki nógu djúpt til að stinga á henni eða hún er rofin burt á þeim slóðum.

Í holu 26 er farið tæpa 4 m onf syrpu (yfirb. 242,2 m y.s.) og í holu 27 er dyngjubasaltið aðeins 7,4 m að þykkt en hæð á yfirborði hennar þar er sú allra lægsta á þessum slóðum (222,6 m y.s.). Svipaða lágmarkshæð á yfirborði syrpu er þó að finna austast í Sandafelli (SF-3, 221,8 m y.s.). Framanritað ásamt þeirri vitneskju að syrpan nær a.m.k. 40 m heildarþykkt (sbr. SF-7, 21,6), gefur því til kynna hve mjög syrpan er rofin, sjá mynd 9. Syrpan skilar yfirleitt 100% kjarna og borast afar hratt og vel. Heilleiki kjarnans er mjög góður og jafn (90-100%).

Í holu SF-28 rís syrpan aftur á móti hæst (yfirborð 285,6 m y.s.) og nær um 34 m heildarþykkt. Hér kemur því fram mesta þekkta hæð syrpu í Sandafelli. Í SF-1 nær hún hæðinni 284,5 m y.s. Þessi hæðarmunur verður best skýrður með "misgengi", sjá lýsingu dflabasalts hér að

framan og myndir 6 og 9. Jarðlagatenging sýrpunnar við nálægar holur í tengslum við þekktan halla og stríkstefnu jarðlaga bendir til að jarðlagastaflinn sem kemur fram í borholum SF-28, 8, 2 og 22, hafi lyfst um 25 +- 5 m.

Á slóðum SF-28 kemur dyngjubasaltsyrpan inn í sama hæðarflötinn og líparítið og öfugt segulmagnaða basaltið í holu SF-8, sem er aðeins 300 m norðar, sjá myndir 5 og 6. Með þessari holu er því fundin leið framhjá hinu "illræmda" líparíti og jafnframt er útbreiðsla þess í staflanum orðin ljós (líparítið er í SF-2,22 og 8), þ.e. suður- og austurjaðar þess.

Eldri Grunnmyndunin kemur að síðustu fram í holum SF-27 og 28, í báðum tilvikum strax undir dyngjubasaltsyrpunni, sem er neðst í yngri Grunnmyndun. Í holunum er þykkt setberg til staðar. Hóla SF-27 sker efstu 24,4 m setsins (yfirborðshæð sets 215,2 m y.s) en SF-28 nær 38 m of setstaflann (yfirb. sets 251,7 m y.s). Setið er því neðan mannvirkjábils aðrennslisganga (~270-284 m y.s.).

Í SF-27 er einungis völuberg, en í SF-28 er setið yfirleitt grófara, einkum hnullunga- og hnullungamalarberg nema allra neðst. Kjarnaheimta úr þessari myndun er mjög góð, yfirleitt 100%. Sömu sögu er að segja um heilleikann, hann er á bilinu 80-100%, algengur um 95%.

Ekki er ljóst hvernig setið sem fram kemur í botnhluta holanna SF-27 og 28 tengist jarðlagastafla eldri Grunnmyndunar í smáatriðum, en líklega er eftirfarandi lýsing ekki langt frá því sanna.

Allra efstu metrarnir í báðum holunum eru líkast til samtímamyndanir, þ.e. grunnborna völubergið með hnullungadreif og basíska samsetningu í SF-27 og hnullungabergið í SF-28, sem einnig er með basíska samsetningu.

Hnullungamalarbergið í SF-28 er þá eldra og að því er best verður séð mjög staðbundið. Hér er um mjög sérstakt set að ræða, sem fyrirfinnst ekki í SF-27. Efstu 4 m setsins eru afar súrsteinaríkir, með stöku hnullungum og grófan ljósan (súran) millimassa. Sennilegt er að þessi hluti setsins sé að verulegur leyti kominn frá líparítvæðinu, sbr. holu SF-8 og norður eftir. Megnið af

Þessu staðbundna seti eða um 21 m er með allt aðra ásýnd, mjög basaltsteinaríkt (einst. líp.), sem eru afar blöðruríkir (bólstrabergslegir), en blöðrurnar eru yfirleitt með ljósum fyllingum, leir, opal, og kabasít. Þessi staðbundni setstafla (~25m) hefur mjög óþroskaða samsetningu (steinar í því lítið sem ekkert rúnnaðir og þar af leiðandi um mjög stutt aðflutt efni að ræða).

Þegar þessum sethluta sleppir á um 79 m dýpi (223,6 m y.s.) í holu SF-28, er komið í samskonar ummyndað völuberg og fram kemur í holu SF-27 frá 115 m dýpi (213,3 m y.s.) og niður úr, sjá borholusnið í viðauka 1. Völuberg þetta er ummyndað grunnborið með basíska- og súrsteinasamsetningu. Í SF-28 eru basaltæðar í völuberginu enda hér komið niður á allra elsta bergið (sbr. ummyndað völuberg og afar ummyndað "móbergsvöluberg" á leið 1, borholur SF-1, 16, 14), sjá skýrslu OS82124/VOD17.

TAFLA 2 Hæð heilstu jarðlagamóta (m y. s.) í Sandafelli.

	SF-1	SF-2	SF-3	SF-4	SF-5	SF-6	SF-7	SF-8	SF-9	SF-10	SF-11	SF-12	SF-13	SF-14	SF-15
Neðra borð R dílabasaltsyrpu	372,2			372,4	348,0					348,7		375,6		374,3	
Yfirborð N Jaramillósyrpu	355,9			353,1	340,1					269,8		353,9	345,8	361,8	
Neðra borð N "	306,0	291,3	306	293,8	264,1	252,0			295,5	269,8	290,6	278,3	285,5	321,3	292,7
Yfirborð R dílabasalts	300,2		305,8	287,6	260,7				288,1		287,2		275,0		
Yfirborð R dyngjubas syrpu	284,5		221,8		242,0	245,5			265,6		252,2		231,8		
Yfirborð A - R líparíts		267,5						265,7							
Yfirborð súrs sets										269,8	258,9			310,0	
" súrrar gjósku (mób.)	297,1	235,0		230,5				236,0	265,6	260,5	258,9	243,2		292,5	
Ummyndun	262,9									250,7	258,9	252,1		295,7	
	284,5								265,6	260,5	258,9	252,1			
									265,6	260,5	258,9	252,1			

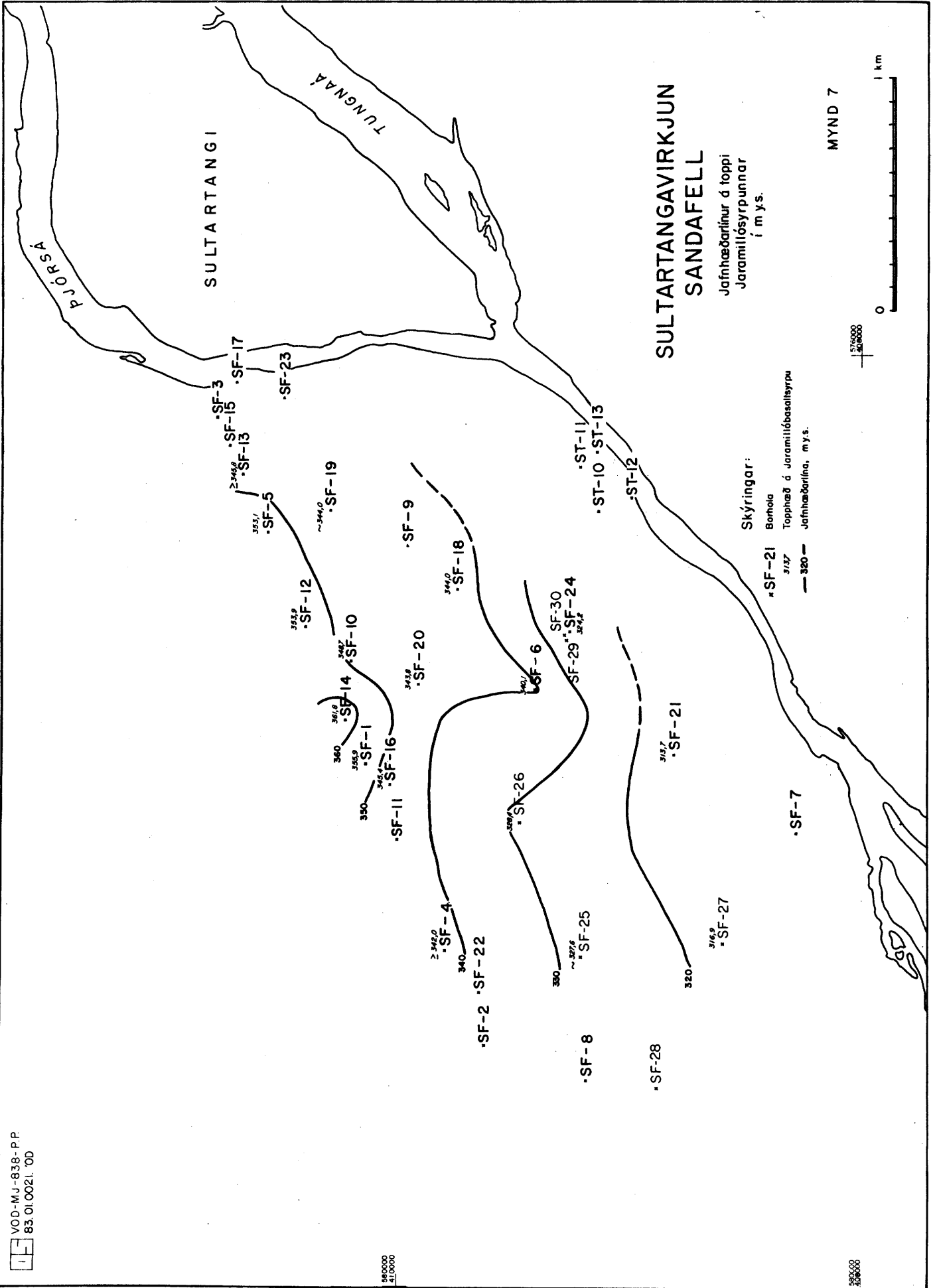
- 22 -

	SF-16	SF-17	SF-18	SF-19	SF-20	SF-21	SF-22	SF-23	SF-24	SF-25	SF-26	SF-27	SF-28	SF-29	SF-30
Neðra borð R dílabasaltsyrpu	367,5		358,6	370,0	362,9	316,8			325,3		335,1	321,3		325,3	325,3
Yfirborð N Jaramillósyrpu	345,4		344,0	344,0	343,8	313,7			324,2	327,6	328,4	316,9		324,2	324,2
Neðra borð N "	287,6		290,3	293,6	267,8	252,9			273,5	247,5	261,1	239,2			
Yfirborð R dílabasalts	280,3	297,2	280,8	290,9		245,5			291,7	247,5	242,2	229,8	229,2		
Yfirborð R dyngjubas. syrpu	269,0		256,2	267,0					284,2	222,6	242,2	222,6	285,6		
Yfirborð A - R líparíts															
Yfirborð súrs sets	249,6				217,9										
" súrrar gjósku (mób.)	272,3				217,9										
Ummyndun	246,8		256,2		217,9							213,3	223,6		

VOD-MJ-838-P.P.
83.01.0021.00

360000
310000

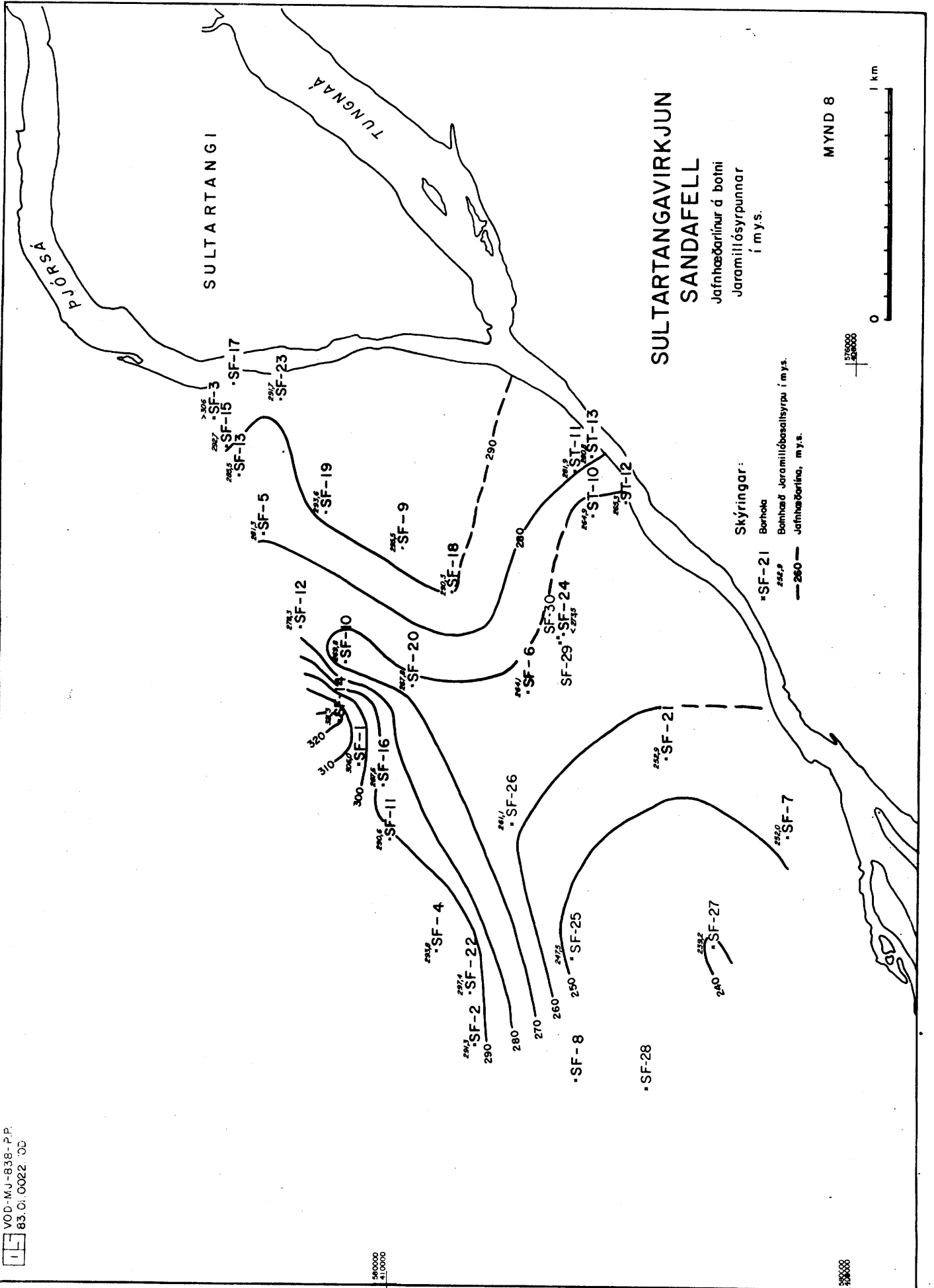
360000
310000



VOD-MJ-838-P.P.
83.O.0022 '00

500000
410000

500000
410000



SULTARTANGI

SULTARTANGAVIRKJUN
SANDAFELL

Jafnhæðarlínur á botni
Jaramillósyrrunnar
í m.s.

Skýringar:

*SF-21

Borhola

Botnhæð Jaramillóbasaltsyrpu í m.s.

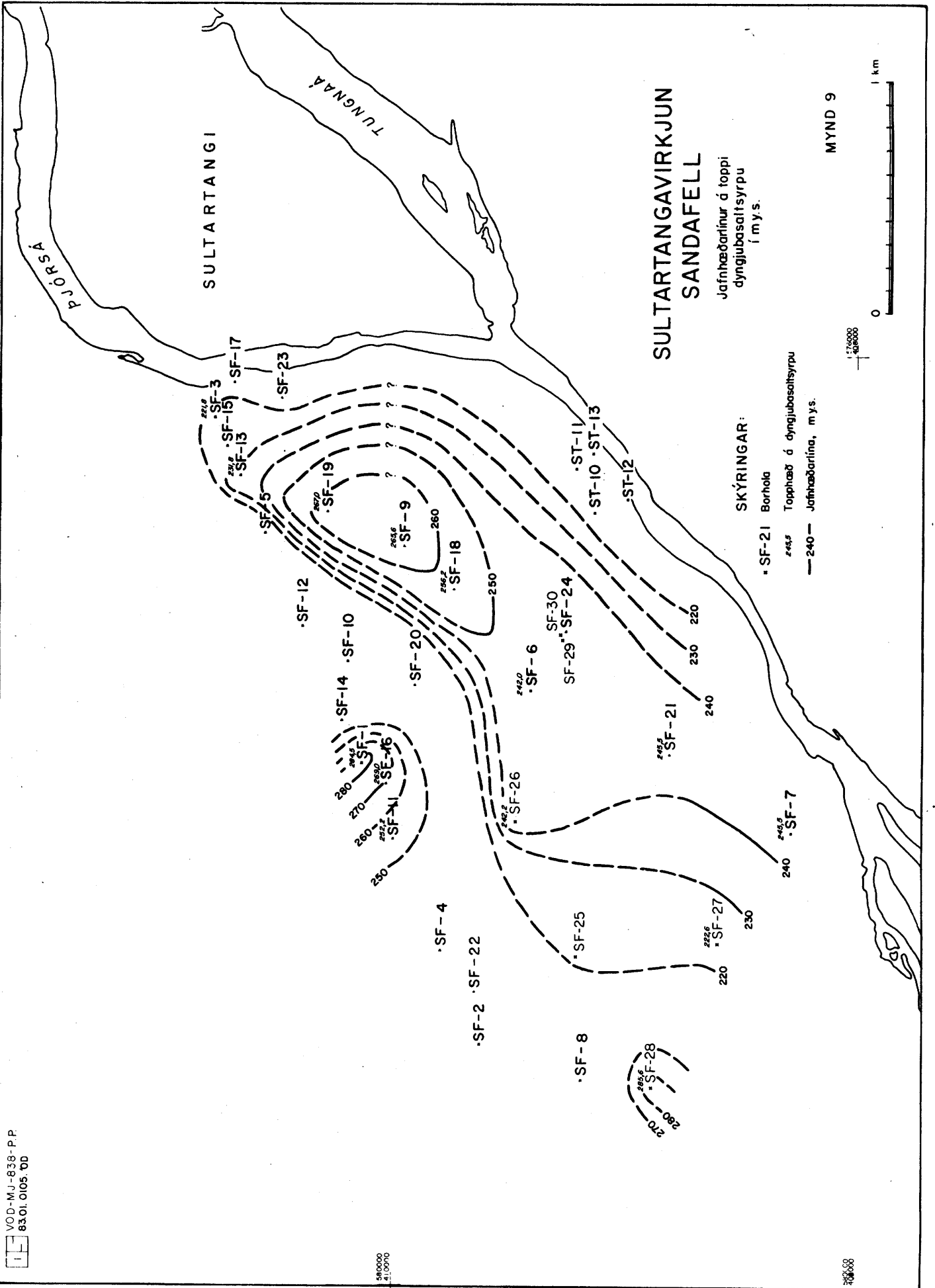
Jafnhæðarlína, m.s.


— 260 —

MYND 8

1 km

500000
410000




 VOD-MJ-838-P.P.
 83.01.0105.00

540000
 41.0070

300000

SULTARTANGAVIRKJUN SANDAFELL

Jafnhæðarlínur á toppi
dýngjubasaltsyrpu
í m.y.s.

SKÝRINGAR:

- SF-21 Borhola
- SF-2 Topphæð á dýngjubasaltsyrpu
- SF-15 Jafnhæðarlína, m.y.s.

MYND 9



175000
 408000

3 BERGGÆÐAMAT

3.1 Almennt

Í viðauka 2 er að finna örstutta lýsingu á berggæðamatskerfinu, m.a. hvaða þætti það mælir og minnst er á anmarka þess m.t.t. jarðfræðilegra aðstæðna á Íslandi.

Kjarni frá hæðarbilinu 260-65 til 290-95 m y.s. úr borholum SF-25 til 28 var greindur samkvæmt norska berggæðamatskerfinu, þ.e. á áætluðu bili aðrennslisganga í jarðlagastaflanum (270-284 m y.s.). Í viðauka 2 er að finna frumgögn varðandi sjálfa berggæðagreininguna á kjarna úr fyrrnefndum holum. Kjarni úr borholum SF-1 til 24 hefur verið metinn á samsvarandi hátt enda hér um beint framhaldsverk að ræða, sbr. OS82124/VOD17. Í töflu 3 eru dregnar saman meginniðurstöður matsins úr holum SF-25 til 28. Þar og í berggæðagreiningunni (viðauki 2) eru fyrrgreind bil sundurliðuð í samræmi við berggerðir og innbyrðis ásýndarbreytingar sömu berggerða í lóðréttu sniði (berggæðaflokkun).

Hér á eftir verður leitast við að gera grein fyrir meginniðurstöðum berggæðamatsins á sem einfaldastan hátt á grundvelli viðeigandi túlkunar og samanburðar. Þannig verður fjallað um 1) niðurstöður berggæðamats úr holum SF-25 til 28, 2) berggæði á leiðum 3 og 4, m.a. í ljósi jarðlagaskipunar og samanburðar, 3) samantekt á berggæðum mismunandi leiða (1 til 4), m.a. á grundvelli samanburðar, og að lokum 4) anmarka matsins miðað við íslenskar aðstæður (jarðlagagerð).

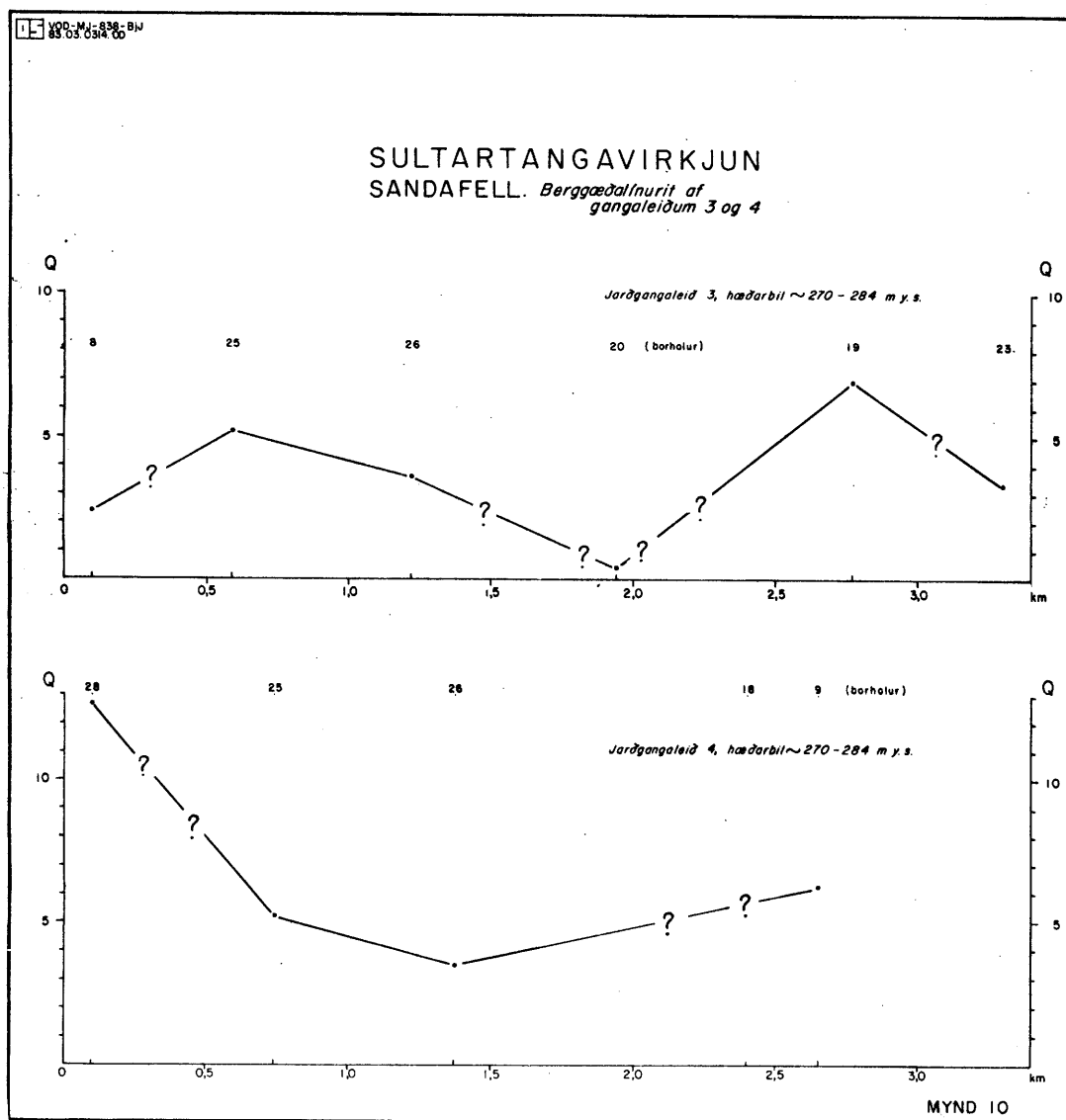
3.2 Niðurstöður og túlkun

Á mynd 10 eru niðurstöður berggæðamatsins (Q-gildi) úr viðkomandi borholum teiknaðar á móti vegalengd fyrir leiðir 3 og 4. Q-gildin eru í öllum tilvikum vegin á bili aðrennslisganga (270 - 284 m y.s.). Lokagildin sem fram koma á viðkomandi mynd er því miðgildi af vegnu verra og betra mati. Ekki er reynt á þessu stigi að leggja mat á lárétta dreifingu viðkomandi gilda m.t.t. jarðlagaskipunar, en þess í stað aðeins vísað til mynda 5 og 6.

TAFLA 3 Q-gildi í holum SF-25 til SF-28 í Sandafelli.

Hola	Bil	Kvóti, m y.s.	Verra mat	Betra mat	Berggerð
SF-25	1	295,2 - 294,8	—————	$\frac{60}{15} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,66}{1} = 1,8$	Kargaberg
	2	294,8 - 294,0	—————	$\frac{55}{12} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{0,66}{1} = 4,5$	Ólivín basalt
	3	294,0 - 293,2	—————	$\frac{50}{15} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,66}{1} = 1,5$	Kargaberg
	4	293,2 - 286,1	$\frac{45}{12} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{0,66}{1} = 3,7$	$\frac{55}{12} \cdot \frac{3}{1} \cdot \frac{0,66}{1} = 9,1$	Ólivín basalt
	5	286,1 - 284,8	$\frac{10}{15} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,66}{1} = 0,3$	$\frac{20}{15} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,66}{1} = 0,6$	Kargaberg
	6	284,8 - 275,8	$\frac{25}{14} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{0,66}{1} = 1,8$	$\frac{40}{12} \cdot \frac{3}{1} \cdot \frac{0,66}{1} = 6,6$	Kubbað ólivín bas.
	7	275,8 - 269,2	$\frac{65}{12} \cdot \frac{2,5}{2} \cdot \frac{0,66}{1} = 4,5$	$\frac{75}{12} \cdot \frac{2,5}{1} \cdot \frac{0,66}{1} = 10,3$	- " -
	8	269,2 - 267,2	$\frac{20}{15} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,66}{1} = 0,6$	$\frac{30}{15} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,66}{1} = 0,9$	Kargaberg
	9	267,2 - 265,2	—————	$\frac{45}{12} \cdot \frac{3}{1} \cdot \frac{0,66}{1} = 7,4$	Kubbað ólivín bas.
SF-26	1	296,5 - 292,1	$\frac{85}{12} \cdot \frac{2,5}{2} \cdot \frac{0,66}{1} = 5,8$	$\frac{85}{14} \cdot \frac{2,8}{1} \cdot \frac{0,66}{1} = 13$	Basalt
	2	292,1 - 289,8	—————	$\frac{65}{12} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,66}{1} = 2,4$	Kargaberg
	3	289,8 - 288,4	—————	$\frac{15}{15} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,66}{1} = 0,5$	Kargaberg
	4	288,4 - 285,5	—————	$\frac{55}{15} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,66}{1} = 1,6$	Kargaberg
	5	285,5 - 279,8	$\frac{25}{14} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{0,66}{1} = 1,8$	$\frac{45}{12} \cdot \frac{3}{1} \cdot \frac{0,66}{1} = 7,4$	Kubbað ól.basalt
	6	279,8 - 274,5	$\frac{60}{15} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,66}{1} = 1,7$	$\frac{65}{12} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,66}{1} = 2,4$	Kargaberg
	7	274,5 - 271,5	$\frac{40}{12} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{0,66}{1} = 3,3$	$\frac{45}{12} \cdot \frac{3}{1} \cdot \frac{0,66}{1} = 7,4$	Kubbað ól.basalt
	8	271,5 - 265,1	$\frac{40}{15} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,66}{1} = 1,2$	$\frac{60}{12} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,66}{1} = 2,2$	Kargaberg
SF-27	1	291,5 - 279,4	$\frac{70}{10} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{0,66}{1} = 7,0$	$\frac{90}{10} \cdot \frac{3}{1} \cdot \frac{0,66}{1} = 17,8$	Ólivín basalt
	2	279,4 - 278,3	—————	$\frac{50}{12} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{0,66}{1} = 4,2$	- " -
	3	278,3 - 272,7	$\frac{75}{10} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{0,66}{1} = 7,4$	$\frac{80}{10} \cdot \frac{3}{1} \cdot \frac{0,66}{1} = 15,8$	- " -
	4	272,7 - 260,5	$\frac{95}{10} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{0,66}{1} = 9,4$	$\frac{100}{10} \cdot \frac{3}{1} \cdot \frac{0,66}{1} = 19,8$	- " -
SF-28	1	293,6 - 288,6	$\frac{50}{12} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2,5} = 2,5$	$\frac{60}{12} \cdot \frac{3}{1} \cdot \frac{1}{2,5} = 6$	Basalt
	2	288,6 - 286,6	—————	$\frac{50}{12} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2,5} = 1,1$	Kargaberg
	3	286,6 - 285,6	$\frac{5}{9} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2,5} = 0,15$	$\frac{10}{12} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2,5} = 0,2$	Sandst.+völuberg
	4	285,6 - 284,6	$\frac{50}{12} \cdot \frac{2,5}{2} \cdot \frac{0,66}{1} = 3,4$	$\frac{50}{12} \cdot \frac{3}{1} \cdot \frac{0,66}{1} = 8,2$	Dyngjubasalt
	5	284,6 - 283,8	—————	$\frac{30}{14} \cdot \frac{3}{1} \cdot \frac{0,66}{1} = 4,2$	Dyngjubasalt
	6	283,8 - 280,6	$\frac{85}{10} \cdot \frac{2,5}{2} \cdot \frac{0,66}{1} = 7$	$\frac{85}{10} \cdot \frac{2,5}{1} \cdot \frac{0,66}{1} = 14$	- " -
	7	280,6 - 263,7	$\frac{95}{10} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{0,66}{1} = 9,4$	$\frac{100}{10} \cdot \frac{3}{1} \cdot \frac{0,66}{1} = 19,8$	- " -

Q-gildin (miðgildin) á bili aðrennslisganga í holum SF-25 til 28 eru mismunandi. Í SF-25 til 27 eru einkunnir eftirfarandi í holuröð: 5,2 ("þokkalegt" berg), 3,6 ("lélegt" berg) og 12 ("gott" berg), sjá flokkun berggæða á mynd 11 (sbr. lýsingarorð í svigum). Í öllum tilvikum er berg Jaramillóbasaltsyrpu metið og er einkunn sú sem fram kemur í SF-27 (er reyndar fyrir utan umfjallaðar jarðgangaleiðir) óvenju há í þessari syrpu. Berggæðin í SF-28 eru hæst (12,6="gott" berg) á fyrrnefndu hæðarbili enda hér komið í dyngjubasalt yngri Grunnmyndunar, sem ávallt hefur fengið jafnhæsta einkunn samkvæmt berggæðamatskerfinu fram til þessa, sbr. OS82124/VOD17.



Um Q-gildin (miðgildin) á leiðum 3 og 4 er þetta helst að segja. Á leið 3 (mynd 10) eru sýndar einkunnir samkvæmt berggæðamati úr 6 kjarnaborholum þrátt fyrir að tvær þeirra (SF-25 og 26) séu utan við sniðið, sjá myndir 4 og 5. Þrjár lægðir koma fram á línuritinu og er sú lægst sem fram kemur í SF-20. Þar er afar kubbað storkuberg í neðsta hluta Jaramillóbasaltsyrpu. Slíkar kólnunarsprungur í jafnmiklum mæli og í SF-20 gera heilleika kjarnans að engu enda fær slíkt berg afar lága einkunn ($Q=0,4$ ="afar lélegt"), sjá nánar hér á eftir. Hin lágildin eru bæði í dflabasaltsyrpu eða samsvarandi jarðlagafleti yngri Grunnmyndunar. Í SF-8 er kubbað og kargakennt basalt ($Q=2,4$ ="lélegt" berg), en í SF-23 er um 10 m þykkt kargalag í neðri hluta jarðgangabils ($Q=3,3$ ="lélegt" berg). Ef undan er skilin vafasöm niðurstaða berggæðamatsins úr SF-20, fær þessi leið gildisbilið 2,4 - 7 ("lélegt" til "þokkalegt" berg), sjá nánar mynd 11.

Á leið 4 koma aðeins við sögu Q-gildi fjögurra hola. Fimmtu holunni (SF-18), sem er um 150 m sunnan við leiðina, er varpað inn í jarðlagasniðið en hefur ekki verið berggæðametin á umfjöllun bili, sjá myndir 4 og 6. Hola SF-28 er reyndar einnig skammt sunnan við leiðina (70 m). Engar umtalsverðar lægðir koma fram á línuritinu enda ekki um alveg sambærileg gögn að ræða og á leið 3, m.a. vegna færri borhola með annari dreifingu. Mun hagstæðari niðurstöður koma þó fram í SF-28 vestast á leið 4 ($Q=12,6$) á móti SF-8 ($Q=2,4$). Í SF-28 er dyngjubasaltsyrpan á matsbilinu en í SF-8 dflabasaltsyrpan eða samsvarandi jarðlagafloetur, hvort tveggja í yngri Grunnmyndun.

Í ljósi samanburðar er jafnframt viðbúið að allra austast á leið 4 sunnan holu SF-23 sé Q-gildið hagstæðara en á leið 3. Þá ályktun má draga út frá jarðlagahallanum á eftirfarandi hátt. Kargabeltið (veldur lökkun á Q-gildi), sem kemur fram í 10 neðstu m jarðgangabils í borholu SF-23, ætti að vera u.þ.b. 7 m lægra á leið 4 og kæmi því einungis fram í allra neðsta hluta jarðganga eða í jarðgangagólfinu.

Samkvæmt undanfarandi eru Q-gildin nokkuð hærri á leið 4 en 3, fyrst og fremst hvað varðar vestasta hlutann, en þar er jafnframt örugglega komið út fyrir líparftið, sem er á leið 3, en yfirborð þess er óreglulegt, sbr. mynd 5

og OS82124/VOD17. Q-gildin á leið 4 eru hærri en á leið 3 eða 3,6 - 12,6, sem spannar berggæðin "lélegt" til "gott" berg.

Á mynd 11 eru dregnar saman heildarniðurstöður berggæðamatsins í ljósi hinna mismunandi jarðgangaleiða, sem skoðaðar hafa verið sérstaklega. Þar kemur fram mikil breidd í berggæðum, einkum þó á leið 1 (frá "afar lélegu" upp í "gott" berg). Jöfnust en þó ekki hæstu berggæðin eru á leið 2, á bili frárennslisganga (F). Leið 4 sýnir meiri breidd í berggæðum en leið 2F og jafnframt meiri gæði, en þar eru reyndar fæstar holur (4 stk.) lagðar til grundvallar matinu. Breiddin í berggæðum á leiðum 2 (aðrennslisgöng=A) og 3 er svipuð (L2A hefur þó vinninginn), en þó ekki eins mikil og á leið 1. Að undanskildum berggæðum úr holu SF-6 á leið 2A (en sú hola sker þar staðbundna brotalöm) og SF-20 á leið 3 (en óvenju kubbað basalt er þar til staðar), hópast berggæðin á fremur þröngt svæði eða frá "lélegu" og upp í "gott" berg, sjá mynd 11.

Það skal áréttað hér, að líta ber á niðurstöður berggæðamatsins með þeim fyrirvara, að það gefur fyrst og fremst afstæðan samanburð, sem er nauðsynlegur til að átta sig á berggæðum mismunandi jarðgangaleiða og gera leiðavalið markvissara með tilliti til þess. Eins og fram kom hér á undan hafa kólnunarsprungur í storkubergi, sérstaklega ef þær eru í miklum mæli, mjög neikvæð áhrif á Q-gildið og gefa sennilega í sumum tilvikum annars "góðu jarðgangabergi" lægri einkunn en það á skilið. Því er líklegt, a.m.k. þar sem storkuberg á í hlut, að berggæði séu í reynd hærri en fram kemur. Við úttekt á styrkingarpörf (styrkingarspá) er nauðsynlegt að taka tillit til þess, en núverandi niðurstöður benda til að styrkingaaðgerða sé þörf í öllum göngunum.

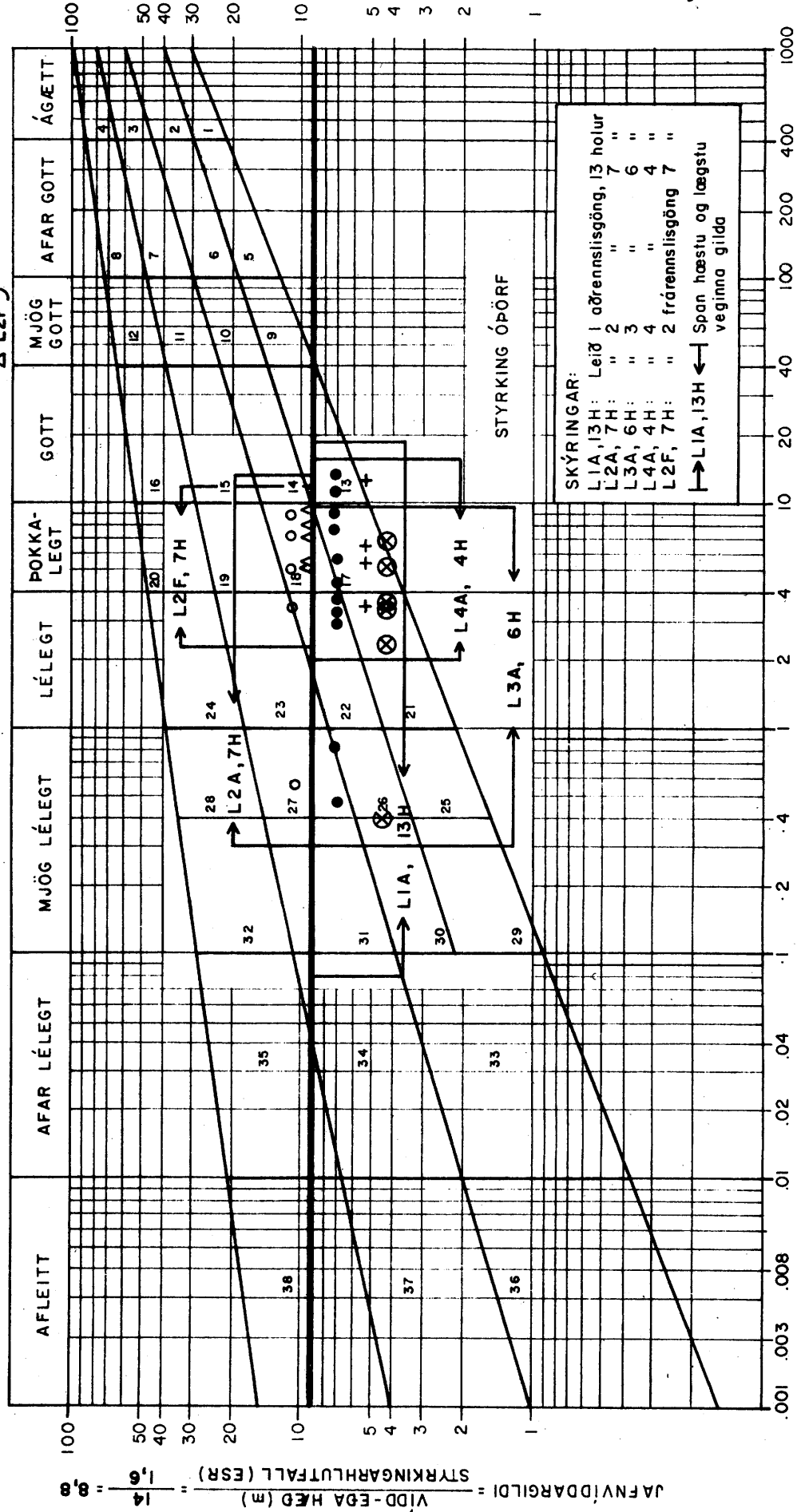
VOD-MJ-838-Bj. J.
82.08 - 0976 - 0.D

STYRKINGARSPÁ JARÐGANGA

Linuritíð sýnir 38 styrkingarflokka
sem ákvarðast af bergæðum og jafnviddar-
gildum jarðganga (úr Barton et. al. 1974)

Gildislína fyrir Sandafell
Borholu, vestur Q-gildi (mögildi)
á myndvirkja bilum

- L1A
- L2A
- ⊗ L3A
- + L4A
- △ L2F



$$\text{BERGGÆÐI}, Q = \left(\frac{RQD}{J_n} \right) \times \left(\frac{J_r}{J_a} \right) \times \left(\frac{J_w}{SRF} \right)$$

4 GRUNNVATNSMÆLINGAR

4.1 Yfirlit

Mælingar þær á grunnvatnshæð og hita, sem hér verður fjallað um, voru framkvæmdar s.l. október. Var þá mælt í öllum tiltækum borholum í þeim tilgangi að fá samfellda heildarmynd af fyrrnefndum þáttum, m.a. til samanburðar á eldri mælingum. Í viðauka 3 eru niðurstöður þessara mælinga.

Í skýrslu OS82124/VOD17 er að finna lýsingu á fyrri grunnvatnsrannsóknunum, en sú mynd sem þar kemur fram er í meginatriðum óbreytt. Viðbótarboranir s. l. sumar og umræddar mælingar gefa þó enn nákvæmari mynd af grunnvatnsfarinu og aukna túlkunarmöguleika.

Hér á eftir verður fjallað um helstu niðurstöður og túlkun þeirra í eftirfarandi röð, m.a. með tilliti til samanburðar á eldri mælingum: 1) borholur SF-25 til 28, 2) jarðgangaleiðir og 3) heildarniðurstöður grunnvatnsmælinga í Sandafelli.

4.2 Helstu niðurstöður og túlkun

1) Borholur. Í holum SF-25 og 26 er eðlilegur hiti og stigull miðað við þegar fengna mynd, sbr. OS82124/VOD17, þ.e. hitastig í efra kerfinu (tilheyrir í meginatriðum Jaramillóbasaltsyrpunni) er yfirleitt $10 \pm 5^\circ\text{C}$ og stigull $0,1^\circ\text{C/m}$.

Í holu SF-27 er hiti og stigull afar hár ($0,1$ og $0,2^\circ\text{C/m}$) og nær hiti allt að 24°C á botndýpi Jaramillóbasaltsyrpu. Þessi óvenju hái hiti á þessum slóðum er staðbundinn og á líkast rætur að rekja til vatnsleiðandi brotalamar. Sennilega er sama brotaloðin sem staðfest var með skáholu SF-24 einnig til staðar í nágrenni (sunnan) SF-27. Á um 30 m dýpi (300 m y.s.) í SF-27 er kjarnaheimta aðeins 85% og lágt RQD. Þar er jafnframt hitahné og tvöfaldast hitastigull neðan þess. Þetta bendir til að þar sé vatnsleiðandi belti í Jaramillóbasaltsyrpunni, sem tekur við innrennslisvatni ofan frá og gefur jafnframt til kynna lágmarksprýsting á því prýstivatni, sem fram kemur í holunni.

Í neðra kerfinu (Grunnmyndun) er hitastigullinn í hærra lagi (0,3 - 0,4°C/m) og hiti jafnframt langhæstur í SF-27 eða yfir 35°C í holubotni á 137 m dýpi (191 m y.s.).

Eins og áður er komið fram sker SF-28 eingöngu Grunnmyndun. Hitastigull í efri hluta holunnar samsvarar stigli efra kerfisins og tilheyrir því. Hitastigull þar er óvenju lágur eða 0,13°C/m (reyndar er sömu sögu að segja um efri hlutann) á 245 m y.s. og neðar, þrátt fyrir að þar sé komið í allra elsta bergið í Grunnmyndun Sandafells. Norðlæga "misgengið", sem rætt var um í kafla 2.3, á hér líklega hlut að máli enda er ljóst að brotallnur ráða að verulegu leyti hitadreifingunni í jarðlagastaflanum.

Greinilegt er að hitahnén á ferlunum endurspeгла í meginatriðum jafnvægisþrýstiflöt milli efra og neðra grunnvatnskerfisins. Þessi flötur kemur fram á hæðarbilinu 260 +- 10 m y.s. í fyrrnefndum holum að undanskilinni SF-27. Í eldri holum er víðast það sama uppi á teningnum. Hvað varðar SF-27 þá sver hún sig í ætt við þrýstivatnsfyrirbærið (tengt vatnsleiðandi sprungu í SF-24) enda líklega tengd sömu brotalöminni.

2) Jarðgangaleiðir

TAFLA 4 Grunnvatnshiti á jarðgangabilum í Sandafelli samkvæmt jafnhitalínusniðum

	<10°C	10-20°C	20-30°C	>30°C	Mesti mældi hiti í °C
<hr/>					
Gangaleið 1 (3,1 km)					
270-284 m y.s.	34%	45%	16%	5%	34,6
260-274 m y.s.	26%	50%	11%	13%	38,3
<hr/>					
Gangaleið 4 (3,4 km)					
270-284 m y.s.	49%	35%	16%	--	30,2
<hr/>					
Gangaleið 2 (3,1 km)					
238-252 m y.s.	19%	52%	11%	18%	40,5
<hr/>					

Tafla 4 sýnir hlutfallslega hitadreifingu á mismunandi

jarðgangaleiðum frá norðri til suðurs, en hún er unnin eftir jafnhitalínusniðum viðkomandi leiða (sjá jafnhitalínusnið af leiðum 1 og 2 í OS82124/VOD17). Þar kemur m.a. fram, að grunnvatnshiti á leið 4 er lægri en á leið 1, enda lækkar hitinn jafnt og þétt út frá miðhluta fellsins og fylgir hitadreifingin í grófum dráttum landslaginu á svipaðan hátt og grunnvatnshæðin, sjá myndir 12 og 13. Á leið 4 nær hitinn þó hæst rúmum 30° C, en 20 - 30°C svæðið fær sama hlutfall (16%) á leiðum 1 og 4. Mjög svipuð hitadreifing er á leið 2 (aðrennslisgöng, kemur ekki fram í töflu 4). Miðað við svæði mögulegra jarðgangaleiða í Sandafelli eru leiðir 4 og 2 (aðrennslisgöng) á svæði lægsta hita.

3) Heildarniðurstöður. Jafnhitalínur grunnvatns í 270 og 240 m h.y.s. gefa nokkuð áreiðanlega heildarmynd af hitadreifingunni í jarðlagastaflanum, sjá myndir 13 og 14. Þær eru gerðar samkvæmt mælingum frá október s.l., en þá var mæld hæð og hiti í nær öllum borholum í Sandafelli eins og áður er getið. Holudreifingin er yfirleitt ágæt varðandi þetta framsetningarform.

Jafnhitalínukortið fyrir 270 m planið breytist nokkuð frá áðurgerðu samsvarandi korti (sjá OS82124/VOD17) vegna þess að nú er ekki tekið tillit til staðbundins hita á því dýpi í SF-20, sem stafar frá innrennsli úr lausum jarðlögum niður eftir holu. Hitamælingar í holum SF-25 og 26 leiða til umgetinna breytinga, en við það dregur mjög úr kulðavikinum sem fram kom á eldra jafnhitalínukorti. Ennfremur er nú ekki tekið tillit til hitastigs þrýstivatnsins úr sprungunni í SF-24. Jafnvægishiti í SF-21 er jafnframt lagfærður, en eldri mæling (1981) þar var gerð of fljótt eftir að borun holunnar lauk. Þessu til viðbótar er litið framhjá hinum háa grunnvatnshita, sem fram kemur í SF-27, og á rætur að rekja til sömu aðstæðna og í SF-24. Við gerð jafnhitalínukortsins nú er þannig reynt að draga úr staðbundnum frávikum þar sem þau rugla að meira eða minna leyti heildarmyndina, en þess í stað getið hér svo ítarlega, sjá mynd 13.

Hvað varðar jafnhitalínukortið af 240 m h.y.s. er eingöngu litið framhjá staðbundna háa hitastiginu í SF-27 við drátt jafnhitalínanna.

SULTARTANGAVIRKJUN SANDAFELL

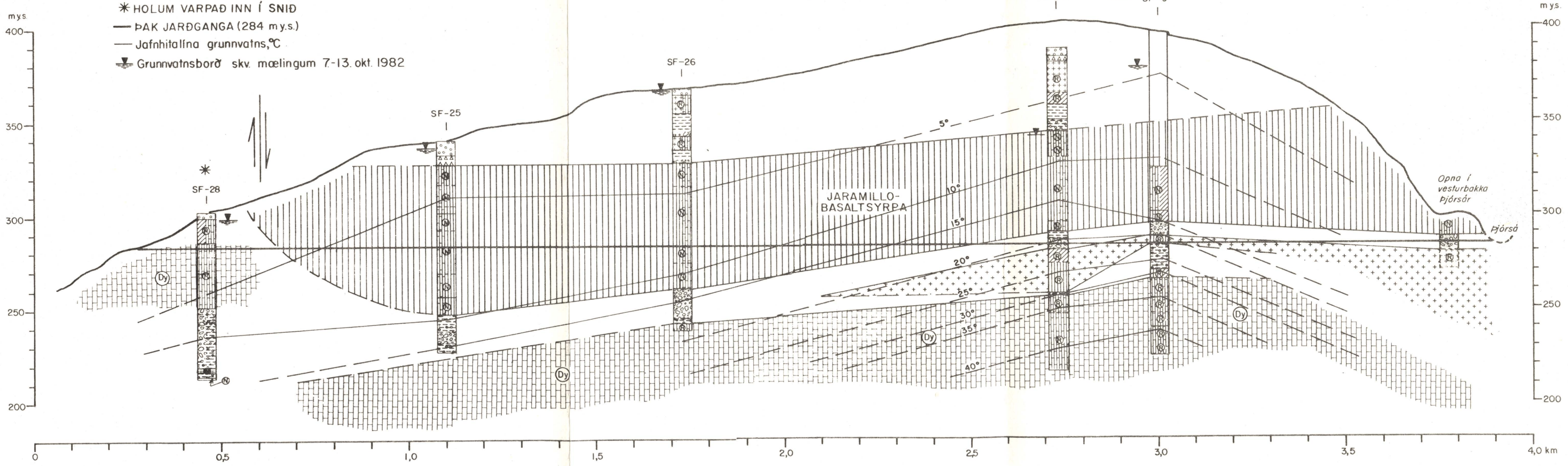
Jafnhitalínur grunnvatns á jarðgangaleið 4

SKÝRINGAR:

- * HOLUM VARPAÐ INN Í SNIÐ
- ÞAK JARÐGANGA (284 m.s.)
- Jafnhitalína grunnvatns, °C
- ☼ Grunnvatnsborð skv. mælingum 7-13. okt. 1982

SKÝRINGAR:

- Laust yfirborðsloð-jarðvegur, gjöska, jökulruðningur
- Þóleið eða basalt með þól einkennum
- Ólivínbasalt eða bas. með ól. bas. einkennum
- Millistigs bas. eða óskilgreint basalt
- Díabasalt
- Basískt innkotlegt berg
- Líparít
- Jökulruðningur og/eða jökulberg
- Sand og/eða siltsteinn
- Völuberg, oftast er sand- og/eða siltsteinsmillimassi ríkjandi
- Hnullungaberg
- SF-18 Borhola, jarðlagasúla samkvæmt borholusníði
- Óviss jarðlagaskil Jarðlagaskil
- Óviss tenging jarðlaga
- Ⓝ Rétt segulmagnað berg
- Ⓡ Ófugt segulmagnað berg
- Ⓐ Óviss segulstefna sem bendir til að berg sé ófugt segulmagnað
- ⓓ Dýngjubasalt þ.e. belt að smákorna basalt samsett úr misþykkum lögum
- || Misgengi



STAÐSETNING SJÁ MYND 4

MYND 12

Samanburður á mynd 14 við samsvarandi kort í OS82124/VOD17 sýnir nákvæmlega sömu hitadreifingu nema að 10° C - jafnhitalínan teygir sig í áttina að SF-28. Þess má einnig geta hér, að hitamunur á 240 og 270 m plönunum er 10 - 15°C á því hitasvæði sem 15 gráða jafnhitalínan afmarkar í 270 m planinu. Þessi samanburður kemur mjög vel heim og saman við túlkun jafnvægisprýstiflatarins hér á undan.

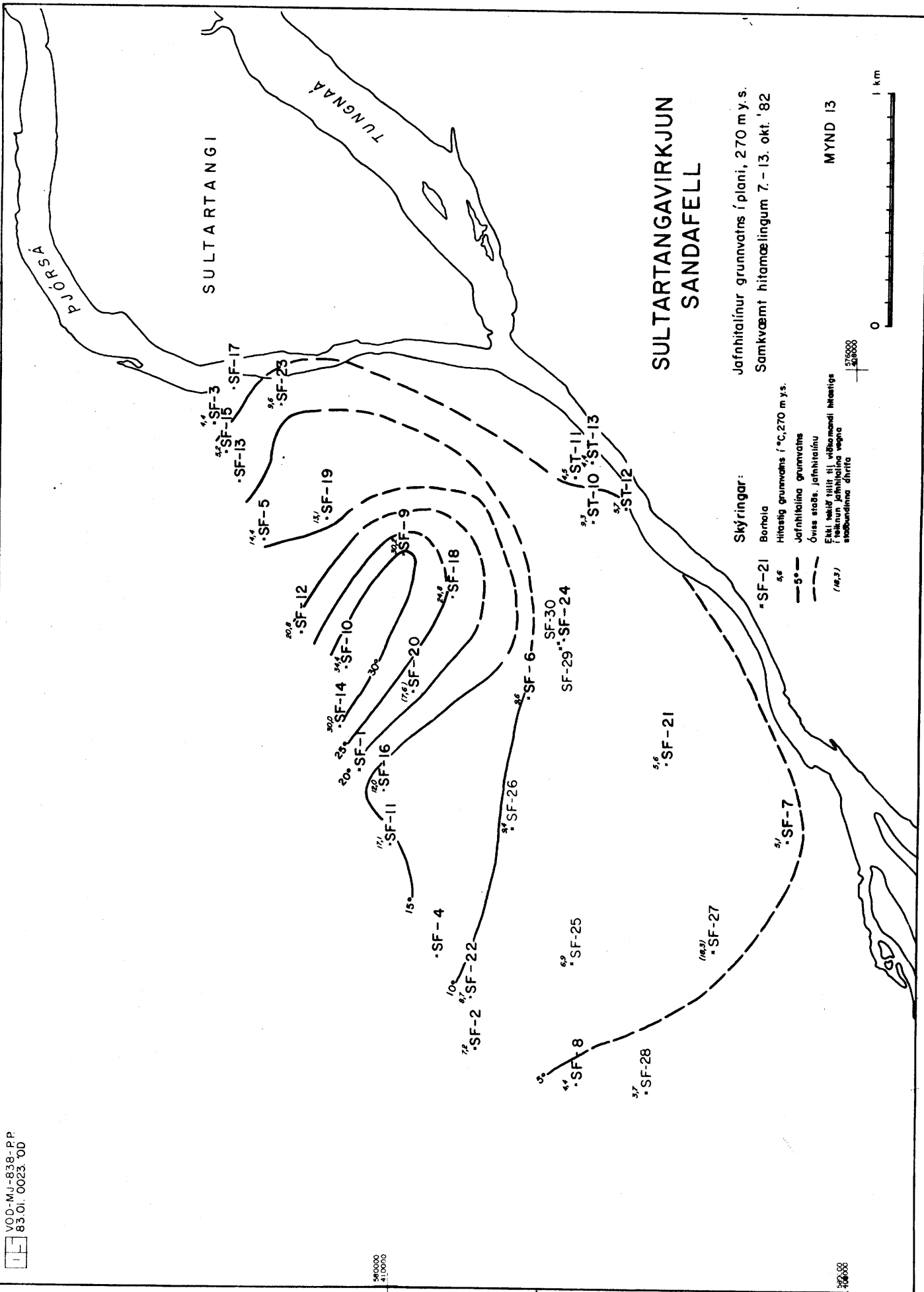
Innrennsli og niðurstreymi í borholum truflar eitthvað hina raunverulegu mynd af hitadreifingunni, sbr. áðurritað. Þrátt fyrir það er augljóst að útbreiðsla mesta hitans hefur NV-SA-læga stefnu, sem hlítur að eiga rætur að rekja til brotalama, a.m.k. í dýpri jarðlögum Sandafells (Grunnmyndun). Ýmsir aðrir þættir styðja þá túlkun eins og það, að jarðlög á svæði hitatungu liggja hærra en sitt hvoru megin við hana, sbr. jarðlagasnið af jarðgangaleið 2 (OS82124/VOD17).

Drýstivatn og hár hiti í SF-24 er tengdur brotalöm með stefnunni N 65° A. Óvenju hár staðbundinn hiti í SF-27 tengist einnig sömu brotalöminni, ef brotið er framlengt frá SF-24 til SF-27 (kemur jafnframt í ljós á loftmyndum). Túlkunin er því sú sama, þ.e. djúpvatn undir prýstingi, sem fylgir vatnsleiðandi brotalöm með ANA-læga stefnu. Óvenju svalt grunnvatn er til staðar í borholu SF-28, sem rekja má til "misgengis" með stefnuna N 10-20°A og kemur í veg fyrir eðlilega hitadreifingu í formi grunnvatns inn á svæðið.

VOD-M4-838-P.P.
83.01.0023.00

50000
410000

50000
410000



SULTARTANGI

TUNGNA

PJÓRSA

SULTARTANGAVIRKJUN SANDAFELL

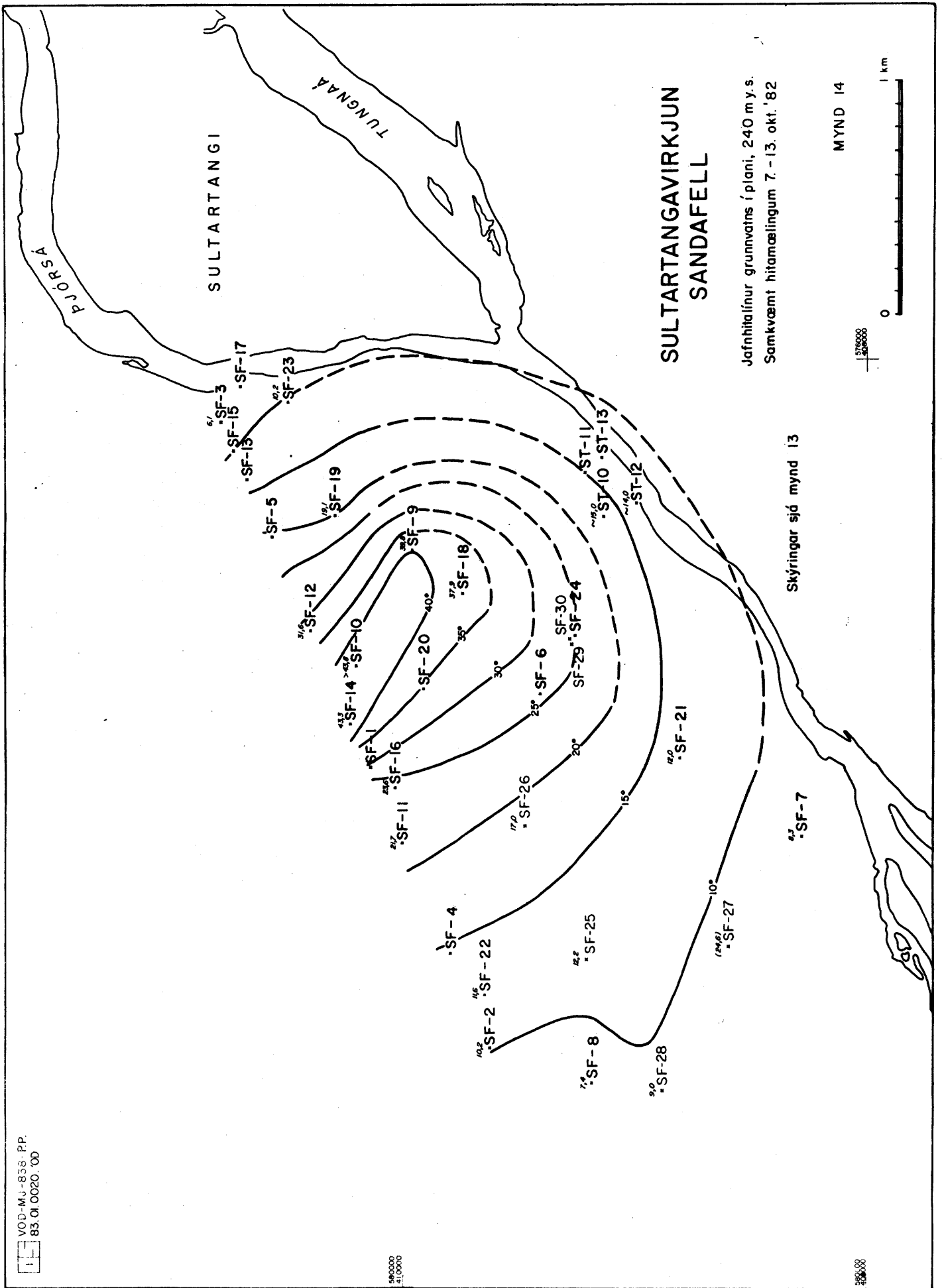
Jafnhitalinur grunnvatns í plani, 270 m y.s.
Samkvæmt hitamælingum 7. - 13. okt. '82

Skýringar:

- SF-21 Borehla
- SF-21 Hitastig grunnvatns í °C, 270 m y.s.
- 5° Jafnhitalína grunnvatns
- Óviss staða. Jafnhitalínu
- Ekkí veita' tilvit til viðkomandi hitastigs í teiknum jafnhitalína vegna staðbundinna dhrifta (1/8.3)

MYND 13

0 1 km



VOÖ-MJ-838-PP.
83.01.0020.0D

400000
110000

400000
110000

Jafnhitalínur grunnvatns í pláni, 240 m.y.s.
Samkvæmt hitamælingum 7. - 13. okt. '82

MYND 14

Skýringar sjá mynd 13



5 LEKTARMÆLINGAR

5.1 Sprunguvatnsleiðni

Inngangur og markmið. Sumarið 1981 voru gerðar VLF-mælingar í Sandafelli. Tilgangur mælinganna var að kanna hvort unnt væri að staðsetja sprungur og misgengi eftir frávikum í VLF-mælingum. Mörg frávik komu fram og var eitt slíkt í sunnanverðu Sandafelli. Það var túlkað sem sprunga og var líkleg lega hennar ákveðin, sjá mynd 15. Í framhaldi af því var ákveðið að kanna með borun hvort þessi túlkun ætti við rök að styðjast. Í október og nóvember 1981 var SF-24 boruð. Hún er í rúmlega 40 m fjarlægð frá frávikinu og var boruð undir 49° horni frá lóðréttu, sjá mynd 15. Á 45-50 m dýpi var borað í gegnum sprungu. Úr sprungunni runnu um 0,3 sekúntulítrar af rúmlega 15°C heitu vatni. Auk sjálfrennslis úr holunni er margt sem staðfestir að um sprungu er að ræða, t.d. var kjarnaheimta þar nánast engin og RQD gildi mjög lágt. Einnig má nefna að hita- og straummælingar sýna innrennsli í holuna á 45-50 m dýpi.

Í framhaldi af þessu var ákveðið að reyna að mæla leiðni holunnar enda er talið að jarðgöngin muni óhjákvæmilega skera sprungur og því nauðsynlegt að reyna að meta leka í þeim. Jafnframt var ákveðið að mæla hitastig og straumhraða í völdum borholum m.t.t. þess hvort mælingar gefi tilefni til að ætla að holurnar skeri sprungur eða vel vatnsleiðandi belti, sjá 5.2. Í því sambandi má benda á að ef borað hefði verið lóðrétt niður á sprunguna í SF-24 þá hefði ekki verið sjálfrennsli úr holunni.

Frankvæmd. Í júlí 1982 voru gerðar margvíslegar athuganir í SF-24. Má þar nefna að lokað var fyrir rennsli úr holunni og fylgst með hækkun þrýstings og, þegar opnað var fyrir holuna að nýju var mæld breyting á rennsli með tíma. Tvö atriði komu í veg fyrir að prófanir tækjust sem skyldi. Í fyrsta lagi er gat á fóðurröri, sem ekki tókst að þétta fyllilega, þannig að við um 0,2 bara þrýsting (tveggja metra vatnssúlu) fór að smita með gatinu. Í öðru lagi er skemmd í plaströrinu, sem holan er fóðruð með, rétt neðan við yfirborð. Vegna hennar reyndist ekki unnt að hita- og straummæla í holunni.

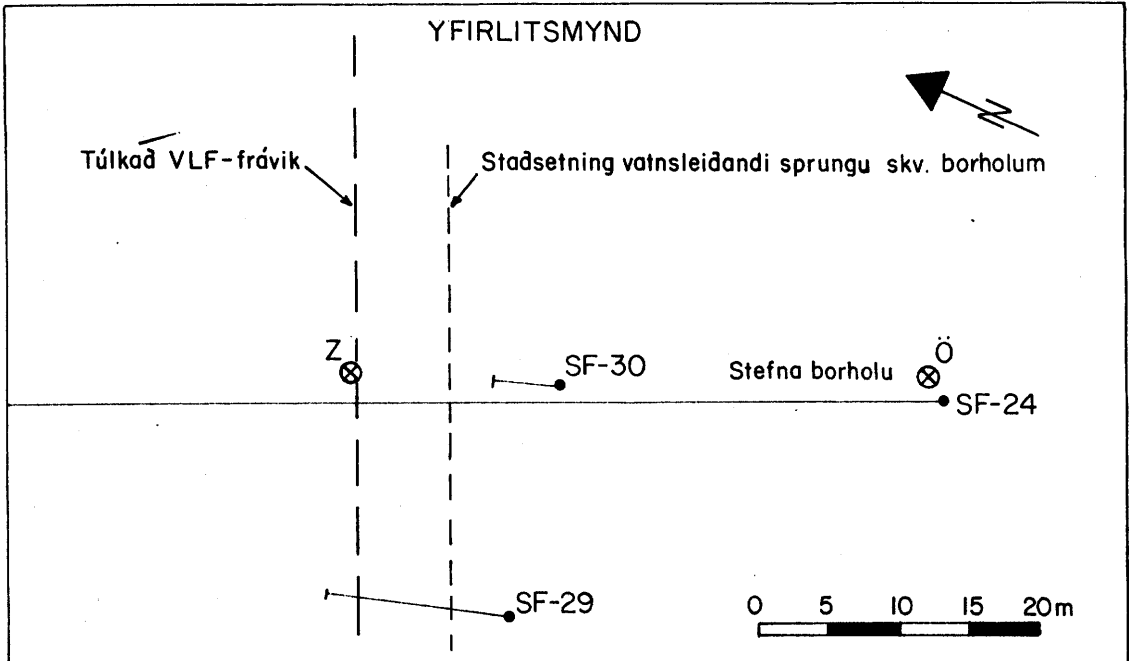


VOD·MJ·838·PP
83-01-0116·e

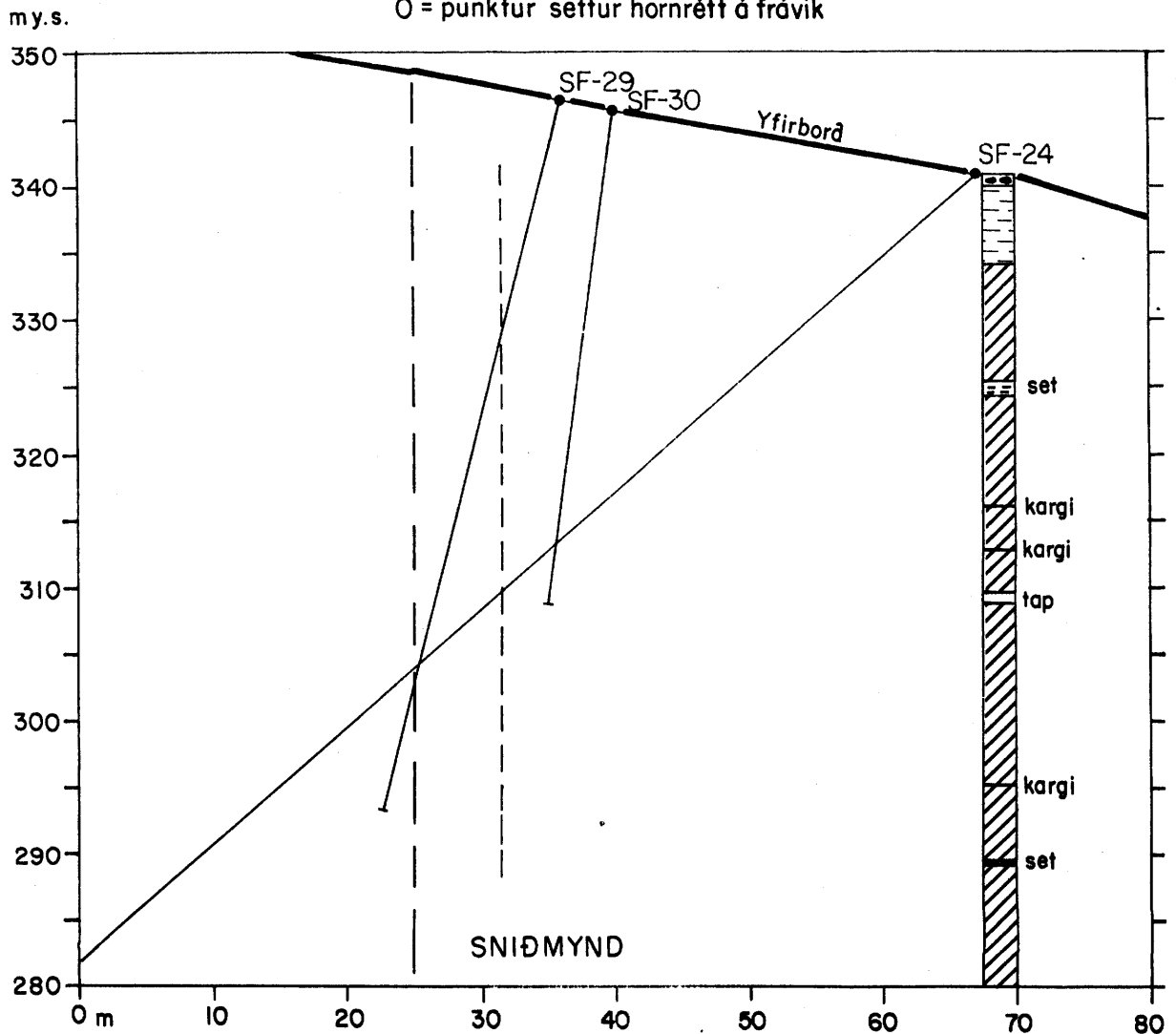
-MYND 15

SULTARTANGAVIRKJUN, SANDAFELL

Afstöðumynd í plani og sniði af skáholum SF-24, 29, 30 og vatnsleiðandi sprungu



Z = punktur settur út á frávik
Ö = punktur settur hornrétt á frávik



Í framhaldi af athugunum í júlí var ákveðið að bora tvær loftborsholur, sem skæru sprungukerfið í grennd við SF-24. Holurnar voru boraðar seinni hluta októbermánaðar. Hóla SF-29 virðist skera sprungukerfið á 17-18 m dýpi, en óvíst er hvort SF-30 sker það. Líklegt er, að vel vatnsleiðandi kargabelti í Jaramillósyrpunni tengi milli holu og sprungu, en hætta varð borun vegna þess að loft tapaðist út í SF-24 og 29, þegar komið var á 36-37 m dýpi, sjá mynd 15.

Í byrjun nóvember var lokað fyrir rennsli úr SF-24 og fylgst með hækkun vatnsborðs í SF-29 og 30 auk þess sem hækkun þrýstings í SF-24 var mæld.

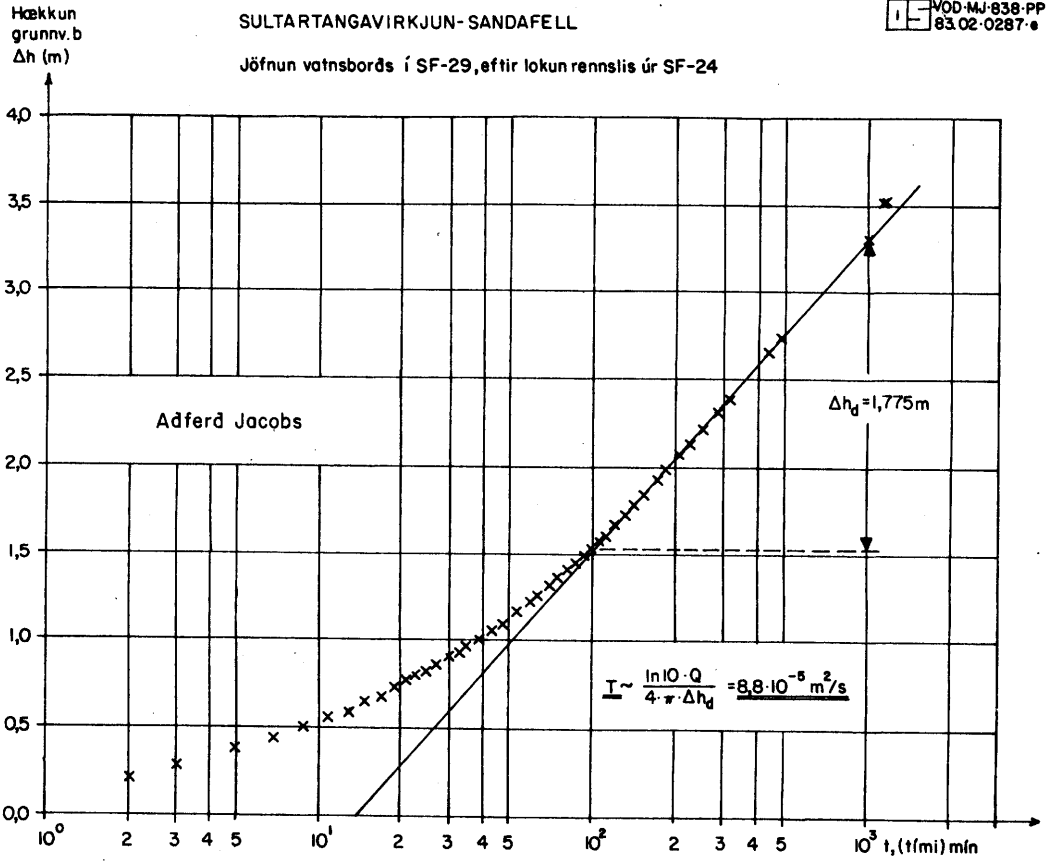
Úrvinnsla. Eftir að skrúfað var fyrir rennsli úr SF-24 var unnið úr jöfnun vatnsborðs í SF-24, 29 og 30 eftir aðferðum Theis og Jacobs, sjá t.d. P.Krusman og N.A. De Ridder 1979. Á myndum 16 og 17 eru dæmi um niðurstöður mælinganna ásamt úrvinnslu en niðurstöður eru í töflu 5.

TAFLA 5 Sprunguleiðni við SF-24, 29 og 30

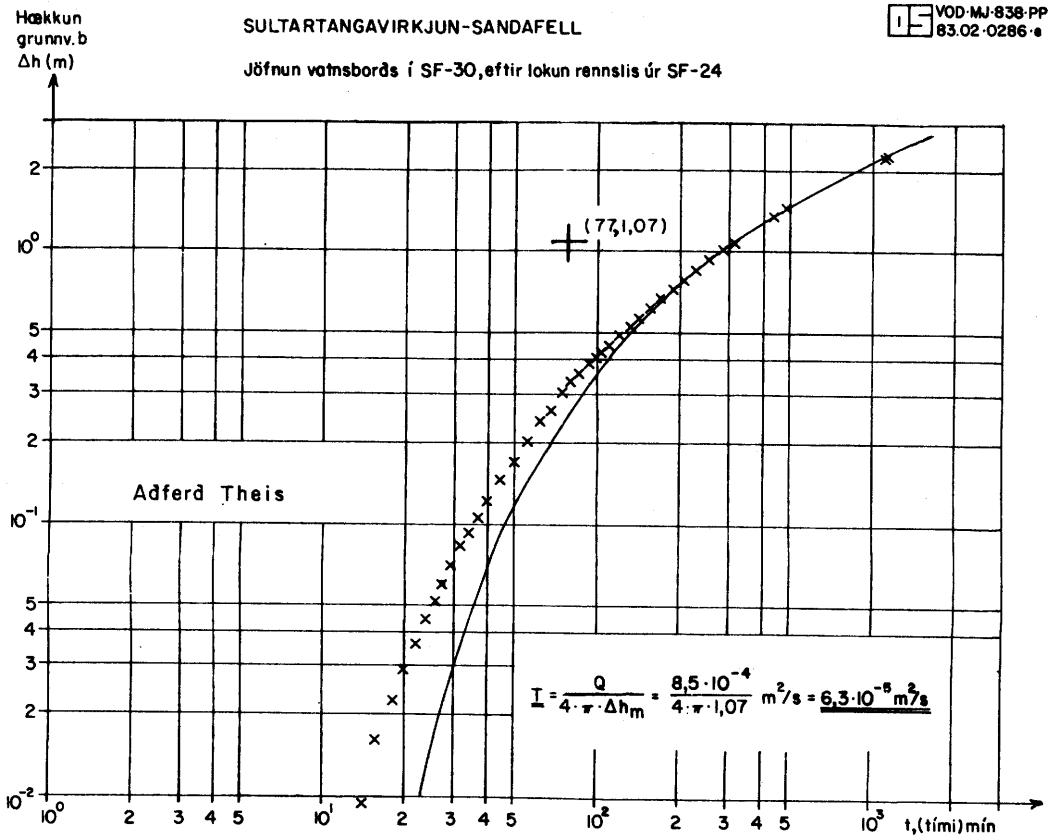
Mæli- hóla	Dagssetning dæluþrófunar			
	1982 07.09-14		1982 11.02-03	
	Theis	Jacobs	Theis	Jacobs
SF-24	$9 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$	$7 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$	$7 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$	$9 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$
SF-29			$9 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$	$9 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$
SF-30			$6 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$	$8 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$

Niðurstöður og ályktanir.

1. Sprunguleiðnin er metin $6-9 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$.
2. Þegar lokað var fyrir rennsli (0,8 l/s) úr SF-24 hækkaði vatnsborð í SF-29 um 3,5 m, í SF-30 um 2,2 m og í SF-24 um ca. 4,6 m á 20 klukkustundum.
3. Rennsli úr SF-24 jókst úr um 0,3 l/s í 0,8 l/s við borun á SF-29 og SF-30. Það gæti bent til þess að SF-29 og/eða SF-30 tengi á milli sprungna.



MYND 16



MYND 17

Einnig er hugsanlegt að við borun á SF-29 og SF-30 hafi fylling hreinsast úr sprungunni og hún opnast af þeim sökum. Niðurstöður prófananna benda þó ekki til að leiðni hafi aukist.

5.2 Straummælingar

Um miðjan júlí 1982 var mældur hiti og straumhraði (sjá skýringar aftast í kaflanum) í SF-6, SF-11, SF-13, SF-20, SF-27 og SF-28 og um miðjan október að nýju í SF-6, SF-11 og SF-27 auk mælinga í SF-21 og SF-23. Á myndum 18, 19 og 20 eru niðurstöður mælinganna. Á mynd 20 eru einnig niðurstöður mælinga frá 14. janúar 1982 í SF-24. Tilgangur mælinganna var að kanna hvort holurnar skæru vatnsleiðandi sprungur eða belti í jarðlagastaflanum og fá jafnframt fyllri mynd af vatnsleiðninni.

Hér verður gerð stutt grein fyrir niðurstöðum mælinganna;

SF-6. Mælingarnar sýna mikla hækkun í hitastigi (hitahné) á 40-42,5 m dýpi (316-318,5 m y.s). Samkvæmt kjarnagreiningu er RQD 20-30% á bilinu 41-47 m, en er 50-85% ofan við 41 m. Á 44-45,5 m dýpi er kargalag. Mismunur á straumhitastigi og hitastigi breytist lítið á þessu bili. Mælingin frá 15. október bendir til lárétts streymis á 75-90 m dýpi (276-291 m y.s). Við borun tapaðist allt skolvatn á 82,5 m dýpi og var holan þétt með steypu. RQD er 0-15% á 76-87 m dýpi.

SF-11. Mælingar sýna stökk í hitastigi á um 60 m dýpi (315 m y.s). RQD er 25-35% ofan við 61 m en 55-90% neðan við. Mælingarnar benda ekki til marktækra breytinga í straumhraða. Ástæðan fyrir því að mismunur á hitastigi við straummælingu og hitamælingu er meiri í október er að þá var notuð önnur stilling á hitara, sjá mynd 18.

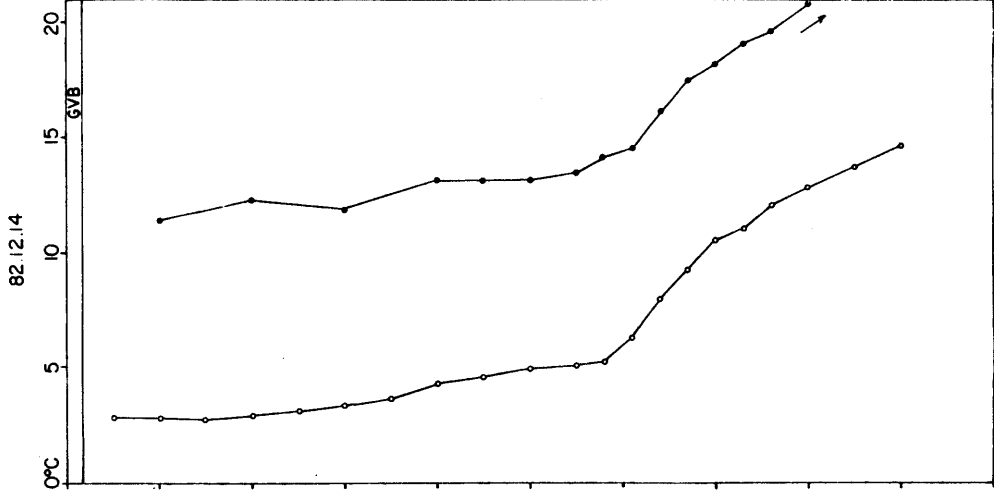
SF-13. Hitaskynjari komst ekki nema á 47,5m dýpi. Mælingar gefa ekki ákveðna vísbendingu um sprungur, þrátt fyrir lága kjarnaheimtu (allt niður í 15%) og RQD (0-15%) á 28-38 m dýpi (BQ-hola).

VOD.M.J.838.PP
83.02.0283.e

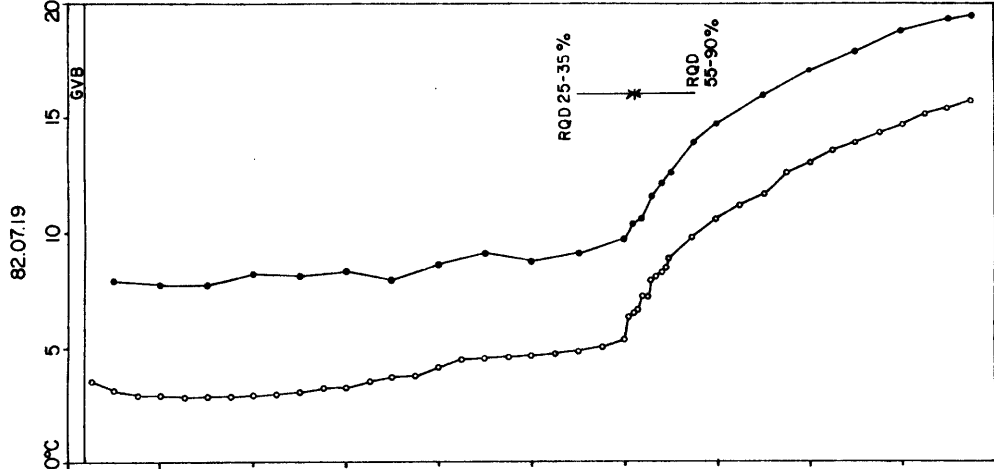
SULTARTANGAVIRKJUN
SANDAFELL

Hita- og straummæling í borholum SF-6 og II
SF-II

SF-II



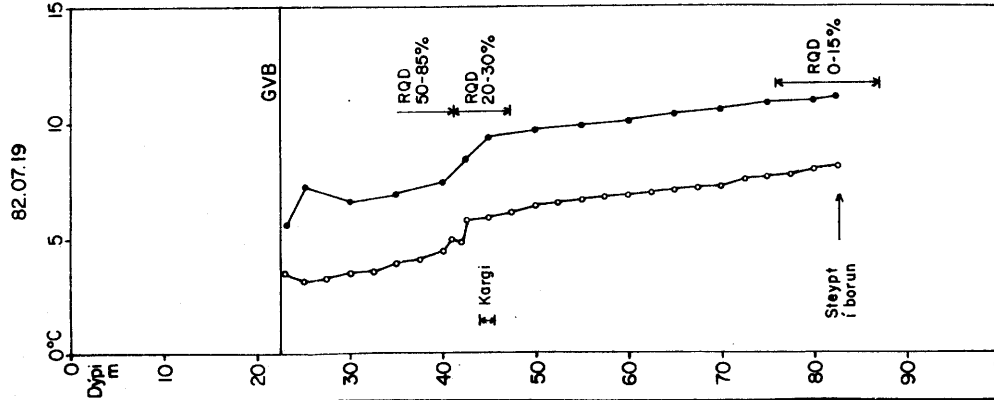
SF-6



SF-6



SF-6



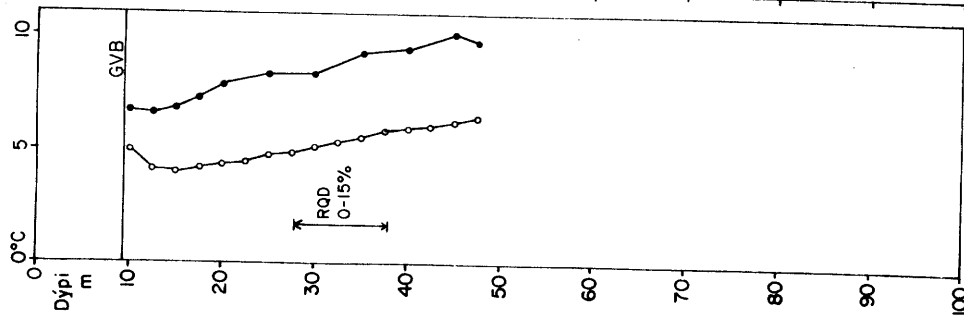
○ = Hitamæling
● = Straummæling

SULTARTANGAVIRKJUN
SANDAFELL

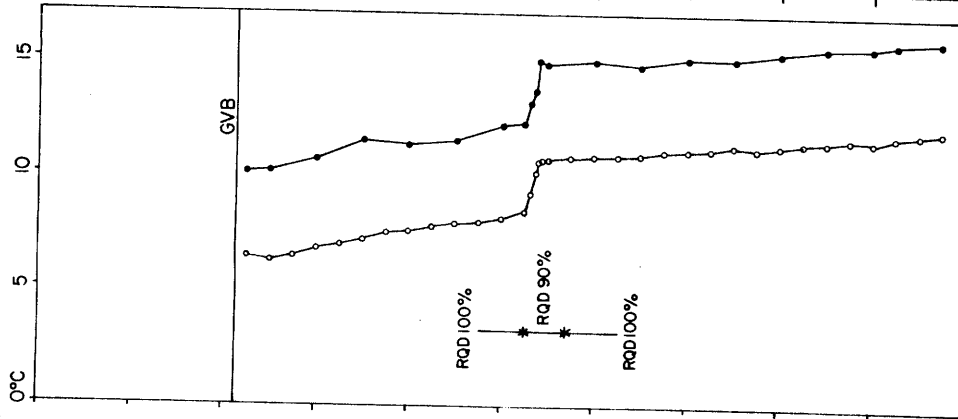
Hita- og straummæling í borholum SF-13,20,21 og 23

VOD-MJ-838-PP
83-02-0284-e

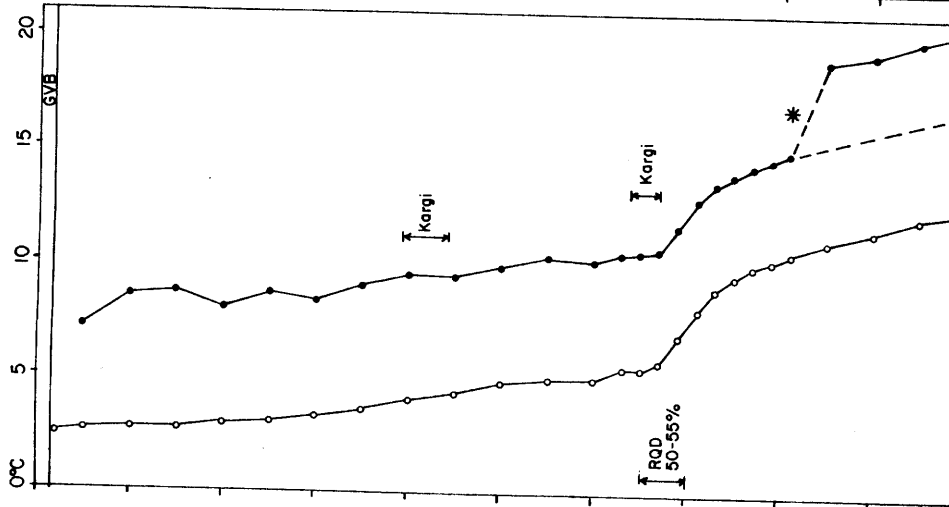
SF-13
82.07.19



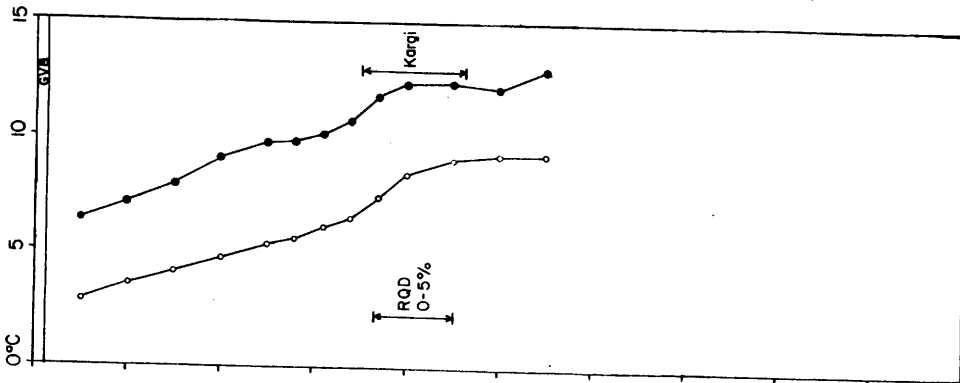
SF-20
82.07.19



SF-21
82.10.13



SF-23
82.10.15



* stillingu á straummæli breytt.

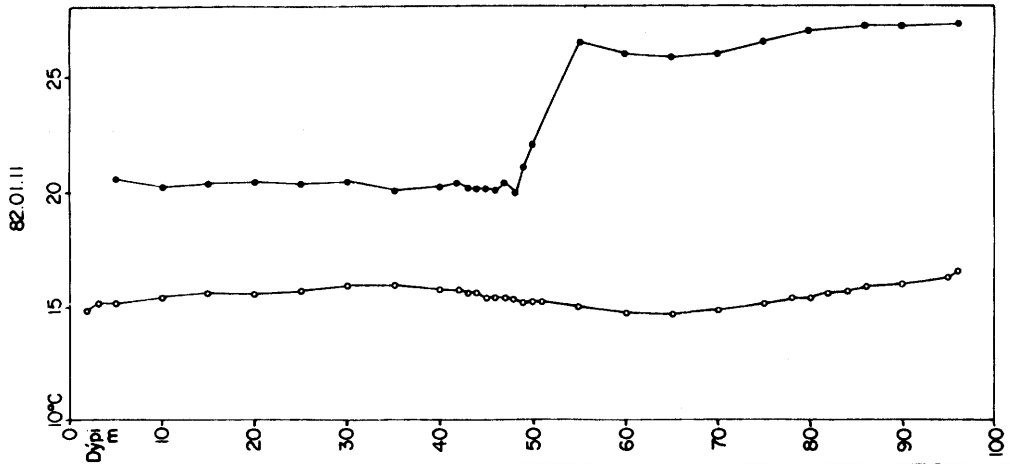
MYND 19

SULTARTANGAVIRKJUN
SANDAFELL

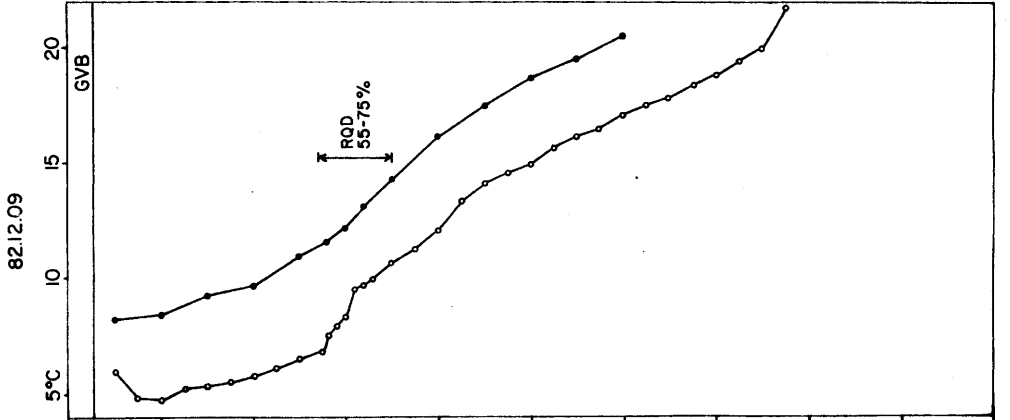
Hita- og strømmøling i borholum SF-24,27 og 28

VOD-MJ-83B-PP
83-02-0285-*

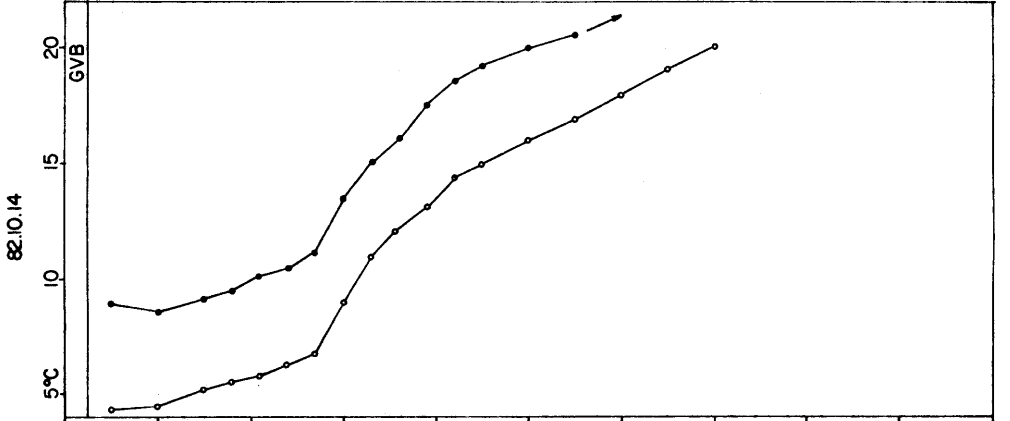
SF-24



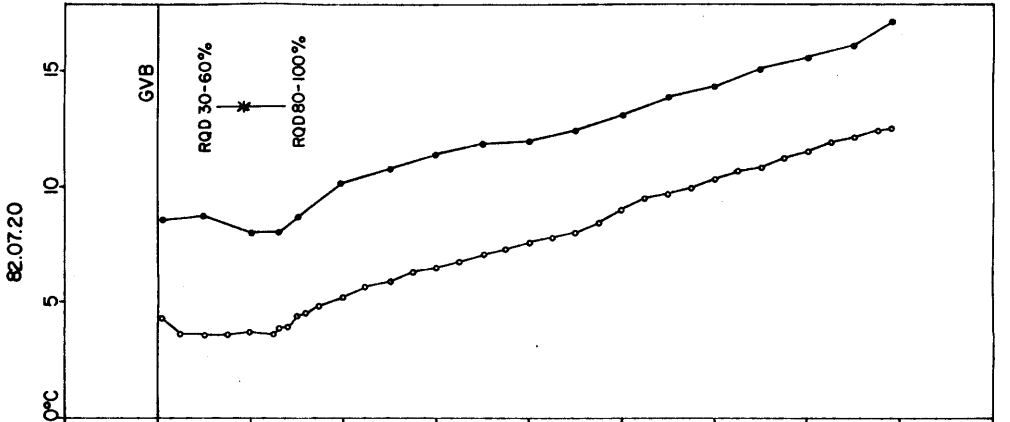
SF-27



SF-27



SF-28



SF-20. Við mælingu á hitastigi kom í ljós athyglisvert frávík frá fyrri mælingum. Mælingin sýnir mikla hækkun hitastigs á 52,5-54 m dýpi (350,5-352 m y.s). Fyrri mælingar sýndu hækkun hitastigs á 148 m dýpi. Ástæðan fyrir þessum mun er talin sú, að grunnvatnsborð í holunni í júlí s.l. var á 21,3 m dýpi, en við fyrri mælingar hefur það verið á um 2 m dýpi. Fyrri mælingar bentu til þess að innrennsli væri efst í holunni og hitastigull væri aðeins 0,03°C/m niður á um 148 m dýpi. Vegna þurrka var grunnvatnsborð lágt á svæðinu í júlí og þar af leiðandi ekki innrennsli í holuna. Hitahnéð á 52,5-54 m dýpi er í seti, sem er yfirleitt með háu RQD gildi. Á 52,5-57 m dýpi mælist RQD 90%, en er 100% bæði ofan og neðan við. Hér gæti því verið um sprungu í seti að ræða. Við nánari skoðun á fyrri hitamælingum kemur í ljós að hitastigull vex einmitt á 52,5 m dýpi.

SF-21. Hné er í hitamælingu á SF-21 á ca. 67-72 m dýpi (257-262 m y.s). Á 64-67 m dýpi er siltfylltur kargi. RQD er frekar lágt á 65-70 m dýpi (50-55%). Einnig er talsvert þykkt kargalag á 39,5-44,5 m dýpi.

SF-23. Mælingar sýna talsverða hækkun í hitastigi á 34-40 m dýpi (275-281 m y.s). Á 35-46 m dýpi er þykkt kargalag. Kjarnaheimta var lítil eða allt niður í 5% og RQD mjög lágt (0-5% á 36,5-45 m dýpi). Mælingar gefa vísbendingu um að heitara vatn renni upp eftir holunni og streymi út úr henni á 35-45 m dýpi.

SF-24. Sjá skýrslu 0S82124/VOD17

SF-27. Hitahné er yfirleitt á 27-35 m dýpi (293-301 m y.s). Á þessu bili er RQD yfirleitt 55-75%. Á um 28 m dýpi er kargi og kjarnaheimta um 85%.

SF-28. Holan var hita- og straummæld í lok borunar og er ekki víst að hún hafi verið búin að ná jafnvægi. Mælingin bendir til þess að nokkur straumur sé á 15-25 m dýpi (278-288 m y.s). RQD er fremur lágt ofan við 19 m dýpi.

Um mælingarnar í heild má segja að ekki er með öryggi hægt að benda á sprungur nema í SF-24. Vísbending er um sprungu í seti í SF-20. Þess ber að geta að það þurfti að þétta lekasta svæðið í SF-6 með steypu í borun. Góð

samsvörun er milli staðsetningar hitahnés og lágra RQD gilda og í einstaka tilvikum kjarnaheimtu, en það eru oftast kargabeltin sem hafa þessi einkenni.

Straumhraði er mældur með því að hita viðnám í hitamælinum. Því meiri sem straumhraðinn er því lægra hitastig mælist við straummælinguna. Mismunur á hitastigi við hita- og straummælinguna gefur straumhraða, því minni munur því meiri hraði.

5.3 Berglekt samkvæmt pakkaraprófunum

Pakkaraprófanir voru framkvæmdar í borholum SF-25 til SF-28, sjá nánar viðauka 1. Samkvæmt þeim er lektin mjög lítil eða < 10 LU, yfirleitt á bilinu ~0-2 LU (1 LU \cong 10^{-5} cm/s).

Í Jaramillóbasaltsyrpunni (neðstu syrpu Sandafellsmýndunar) er lektin hærri en í Grunnmyndun eða frá < 10 LU og niður undir 0 LU. Beint samband er á milli lektargilda og heilleika bergsins í syrpunni. Þannig mælist lekt hæst þar sem heilleiki er minnstur (SF-25, lekt < 10 LU, RQD=40-65%) og lægst þar sem heilleiki bergs er mestur (SF-27, lekt ~0 LU, RQD=75-95%).

Í Grunnmyndun er lektin lang lægst eða jöfn lággildum Jaramillóbasaltsyrpunnar (~0-2 LU). Niðurstöður lektar prófana eru því í fullu samræmi við fyrri niðurstöður, sbr. OS82124/VOD17.

6 HELSTU NIÐURSTÖÐUR OG FRAMHALD RANNSÓKNA

Jarðfræði og jarðlagaskipan. Kjarnaborholurnar SF-25 til SF-28 skera allar jarðmyndanir í Sandafelli, þ.e. Sandafellismyndun (dílbasalt-, set- og Jaramillóbasaltsyrpuna, sem er neðsta syrpa myndunarinnar), yngri Grunnmyndun (hnullunga-, völugberg-, dílabasalt-, völugberg- og dyngjubasaltsyrpuna, sem er neðst í y.G.) og eldri Grunnmyndun (samsett úr hnullunga- og hnullungamalarbergi, völugbergi og afar ummynduðu völugbergi með basaltæðum), sjá nánar OS82124/VOD17.

Kjarnaheimta er yfirleitt ágæt (95-100%), en kjarni úr Grunnmyndun skilar sér heldur betur. Svipaða sögu er að segja um heilleika kjarnans (RQD), sem er á bilinu 80-100% í Grunnmyndun, þó með staðbundnum undantekningum. Í Jaramillóbasaltsyrpunni er RQD afar breytilegt en mun lægra (algengt á bilinu 40-95%), sem endurspeglar afar breytilega ásýnd sýrpunnar.

Mikið roflandslag (roflægðir) einkennir jarðlagaguppbygginguna, einkum Grunnmyndun og botnhluta Jaramillóbasaltsyrpu. Roflægðin, sem Jaramillósyrpan hefur fyllt, er lægst á slóðum borhola SF-27 og 25 og jafnframt er sýrpan þar þykkust eða um og yfir 80 m. Afar skýr tengsl koma fram í jarðlagastaflanum á stefnu meginbrotalína og landmótunar. Þetta hefur í för með sér að víða er illmögulegt að staðsetja jarðlagaskil með nokkurri nákvæmni utan viðkomandi borhola og í þeim tilvikum þar sem það er gert kann að vera um rangtúlkun á jarðlagaskipan að ræða. Út frá jarðlagatengingum (SF-28) með hliðsjón af stríkstefnu jarðlaga og halla er líklegt, að misgengi með stefnunni N 10-20° A sé til staðar í vesturhlíðum fellsins. Jarðlagastaflinn þar (sbr. borholur SF-2, 22, 8 og 28) eða sú spilda kann því að hafa lyfst um 25+-5 m.

Varðandi jarðlagaskipan Sandafells má ljóst vera að jarðgöngin eru betur staðsett sunnan leiðar 1 (sbr. leiðir 3 og 4) en meiri víska er um jarðlagaskipan á þeirri síðarnefndu (leið 4). Þar er jarðlagaskipan einfaldari og reglulegri og jafnframt komið út fyrir líparítsvæðið.

Berggæði. Samkvæmt berggæðamati á kjarna úr borholum SF-25 til SF-28 á líklegu bili aðrennslisganga (270-284 m y.s.) eru berggæðin (Q-gildin) á bilinu 3,6-12,6 eða frá því að vera á mörkum "lélegs" og "þokkalegs" bergs upp í "gott" berg. Q-gildin í SF-25 til SF-27 í holuröð eru 5,2, 3,6 og 12, öll í Jaramillóbasaltsyrpu. Síðastnefnda gildið er óvenjuhátt í þessari syrpu og endurspeglar afar breytilega ásjúnd hennar. SF-28 fær hæsta gildið (12,6) enda þar komið í dyngjubasaltsyrpu yngri Grunnmyndunar, sem ávallt hefur fengið jafnhæsta einkunn í matinu fram til þessa.

Reynt er að bera saman berggæði á leiðum 3 og 4 enda þótt færri holur og með ójafna dreifingu séu á þeirri síðarnefndu.

Berggæðin á leið 3 eru á bilinu 2,4-7 ("lélegt" til "þokkalegt" berg) samkvæmt 6 kjarnaholum með góða dreifingu. Hér er undanskilin SF-20 (úr allra neðsta hluta Jaramillósyrpu) með Q-gildið 0,4 ("afar lélegt" berg), en matið gefur slíku kubbabergsfyrirbæri sennilega allt of lága einkunn. Annars er það einkum kargaberg, sem fær flokkunina "lélegt" á leið 3 (Q=2,4 og 3,3).

Berggæði á leið 4 eru á bilinu 3,6 - 12,6 (á mörkum "lélegs" og "þokkalegs" bergs upp í "gott" berg) samkvæmt 4 kjarnaholum með slæma dreifingu (sbr. austurhelmingur leiðarinnar). Berggæðin eru einum flokki ofar en á leið 3 enda engin umtalsverð lággildi á leiðinni. Allra vestast þar sem hægt er að beita traustum samanburði, sbr. SF-8 og 28, fær leið 4 mun betri einkunn og þar er jafnframt tryggt að komið er út fyrir líparítsvæðið. Jafnframt er líklegt að hlutur karga á leiðinni sé mun minni en á leið 3, sbr. austast í Sandafelli.

Heildarniðurstöður berggæðamatsins m.t.t. jarðgangaleiða 1-4 er eftirfarandi: 1) Á leið 1 er mest breidd í berggæðum ("afar lélegt" til "gott" berg), 2) jöfnust en þó ekki hæst eru berggæði á leið 2 (F), 3) leiðir 2,3 og 4 (A-leiðir) lenda þar á milli. Leiðir 2 og 4 hafa áþekk gæði ef undan er skilin hola SF-6 á leið 2, en hún sker þar brotalöm (lágt Q-gildi). Leið 3 fær mun lægri gildi. Berggæðin í Sandafelli hópast yfirleitt á bilið "lélegt" til "gott" berg og stefna á "þokkalega" flokkinn.

Það skal áréttað hér, að líta ber á niðurstöður berggæðamatsins með þeim fyrirvörum 1) að fyrst og fremst gefur það afstæðan samanburð til að gera leiðaval markvissara og 2) að það gefur storkubergi (brotnu basalti, einkum kubbabergi) sennilega of lága einkunn. Styrkingarspá takmarkast af fyrrgreindum atriðum og mælir því sennilega frekar með meiri styrkingaraðgerðum en eru raunverulega nauðsynlegar, en niðurstöður berggæðaúttektar í Sandafelli samkvæmt norska Q-kerfinu sýna, að styrkinga sé þörf í öllum göngunum.

Grunnvatn. Holur SF-25 til SF-28 skera tvö megingrunnvatnskerfi. Efra kerfið (tilheyrir einkum Jaramillósyrpu) er yfirleitt á hitabilinu $10\pm 5^{\circ}\text{C}$ með hitastigul u.p.b. $0,1^{\circ}\text{C/m}$. Neðra kerfið (tilheyrir einkum Grunnmyndun) er mun heitara, en mesti mældi hiti á umræddu svæði er 35°C (SF-27). Hitastigull, sem er yfirleitt $0,2^{\circ}\text{C/m}$, er í hærra lagi í borholum SF-25 til 27 eða $0,3\text{-}0,4^{\circ}\text{C/m}$. Innrennsli úr efstu jarðlögum truflar oft og tíðum þessa mynd. SF-27 sýnir frávik frá meginmyndinni. Þar er hár stigull í nánast allri holunni (upp í 300 m h.y.s) og hiti $10\text{-}15^{\circ}\text{C}$ hærri en jafnhitalínur á þeim slóðum. Sennilegast er hér um sama þrýstivatnsfyrirbærið að ræða og fram kemur í holu SF-24 og tengt sömu brotalöminni, en stefnan er ANA-læg. Í SF-28 er hiti og stigull óeðlilega lágur en holan sker eingöngu Grunnmyndun. Líklegt misgengi með norðlæga stefnu fyrir austan holu gæti verið orsakavaldur.

Hitaferlar sýna í aðalatriðum hné á hæðarbilinu 260 ± 10 m y.s., sem endurspeglar jafnvægisþrýstiflöt milli meginvatnskerfanna tveggja. SF-27 er fulltrúi þess þrýstivatnsfyrirbæris, sem tengist brotalömunum og á þar af leiðandi enn dýpri rætur.

Hiti lækkar jafnt og þétt út frá miðhluta fellsins og fylgir í grófum dráttum landslaginu á svipaðan hátt og grunnvatnshæðin. Grunnvatnshiti er lægri á leið 4 en leið 1. Á leið 4 nær hiti hæst um 30°C en $20\text{-}30^{\circ}$ -svæðið er hlutfallslega jafnt á leiðum 1 og 4. Svipuð hitadreifing er á leiðum 2 (aðr.göng=A) og 4 en hiti er þar lægstur m.t.t. allra leiða (1-4).

Hitamunur er $10\text{-}15^{\circ}\text{C}$ á jafnhitalínukortum 240 og 270 m y.s. á því svæði, sem 15-gráða jafnhitalínan afmarkar í

270 m planinu. Það kemur mjög vel heim og saman við fyrrnefndan jafnvægisþrýstiflöt.

Drátt fyrir skekkju í hitadreifingu vegna inn- og niðurrennslis í borholum er ljóst að brotalamir ráða útbreiðslu hitans. Sláandi er t.d. NV-SA-læg dreifing mesta hitans, þrýstivatn og hár hiti í SF-24 er tengdur brotalöm með ANA-lægri stefnu eins og SF-27 og óvenju lágur hiti í SF-28 er sennilega tengdur norðlægu (N 10-20° A) "misgengi".

Vatnsleiðni-lekt. Sprunguleiðnin er metin $6-9 \times 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$.

Mælingar á hita- og straumhraða gefa ekki vísbendingu um sprungur á mælibilum viðkomandi borhola. Góð samsvörun er hins vegar á milli staðsetningar hitahnés og lágra RQD-gilda, sem fylgja oft kargabeltum.

Samkvæmt pakkarprófunum í holum SF-25 til SF-28 er berglekt mjög lítil eða $< 10 \text{ LU}$ en yfirleitt á bilinu $0-2 \text{ LU}$ ($1 \text{ LU} = 10^{-5} \text{ cm/s}$). Lekt er meiri í Sandafellsmyndun (Jaramillósyrpu) en í Grunnmyndun, sem er eldri, og jafnframt mælist lekt meiri þar sem heilleiki bergsins er minni og öfugt í fyrrnefndri myndun. Niðurstöður þessar eru í fullu samræmi við fyrri mælingar.

Ályktanir og framhald rannsókna. Samkvæmt undanrituðu má ljóst vera, að svæðið sunnan leiðar 1 er hagstæðara hvað varðar legu jarðganga og stöðvarhúss. Leiðir 2 og 4 (aðrennslisgöng) má leggja nokkuð að jöfnu, en nokkurrar óvissu gætir vegna brotalína (leið 4 er samsíða óhagstæðari meginbrotalínustefnunni). Meiri óvissu gætir varðandi leið 3, en hún kemur verr út varðandi samanburðarhæfa þætti og ennfremur er hún næst því óreglusvæði sem einkennir leið 1.

Full ástæða er til að endurtaka prófun á sprunguleiðni næsta sumar þar sem frost truflaði mælingarnar s.l. nóvember. Að öðru leyti er ekki þörf frekari rannsókna á þessu stigi enda heildarmyndin orðin nægjanlega skýr til ákvarðanatöku á heppilegustu leið jarðganga. Það verður því ekki fyrr en "endanleg" og rökstudd staðsetning mannvirkja í Sandafelli liggur fyrir að hægt verður að taka afstöðu til lokaáfangna rannsókna.

VIÐAUKI 1

Borholusnið SF-25 til SF-30



ORKUSTOFNUN

Raforkudeild

KJARNA-, LEKTAR OG JARÐVATNSÚTSKÝRING

NOTE ON CORE, PERMEABILITY AND
GROUND WATER

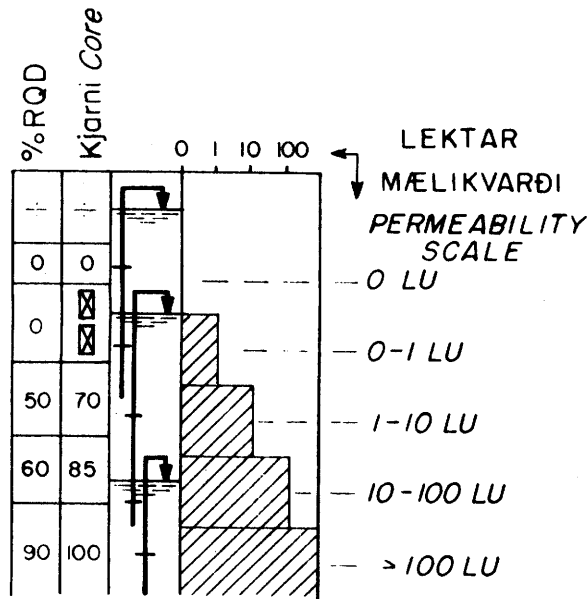
76.10.28.BA,BJ,HT/GSJ

T.204

B-ým.

F.9586

Mynd
Exh.



LEKTAR-OG JARÐVATNSÚTSKÝRING
NOTE ON PERMEABILITY AND GROUND WATER

Jarðvatnsborð er sýnt með örnum. Neðri endi örvarinnar og þverstrikin sýna holudýpið, þegar jarðvatnsborðið var mælt. Ef jarðvatn breytist ekkert í borun, nær örin í botn.

Ground water levels are shown by arrows. Base of the arrows and the horizontal bars indicate the hole depth when the water level was measured. If no change in level was observed during drilling, the line reaches the bottom of the hole.

1 LU = Lugeon Unit = 1 l/min/m í 76 mm Ø holu við þrýsting 10 kg/cm²
1 LU = Lugeon Unit = 1 l/min/m in 76mm Ø hole at pressure 10 kg/cm²

Hæðartölur jarðvatns eru ritaðar smærra lettri en hæðartölur bergs, á borholusniðum.

Figures for ground water levels are shown with smaller lettering on graphic core logs.

Kjarni: Tölur sýna kjarnaheimtur í % — kjarnataka ekki reynd.

Core: Numbers indicate % core recovery — core sampling not attempted.

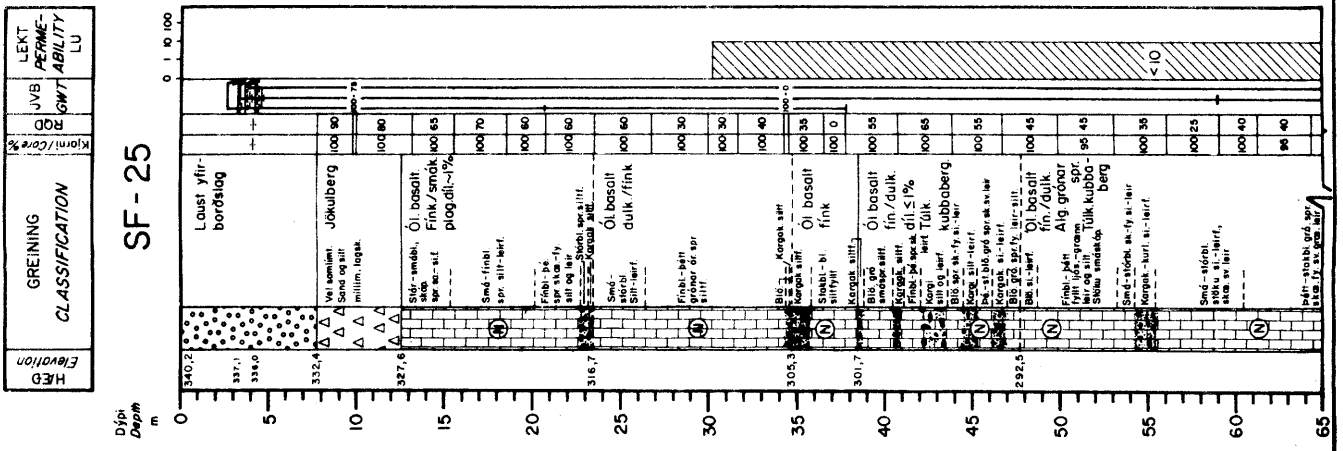
RQD: Kjarnaheimta þegar ekki eru taldir með kjarnabútar styttri en 10 cm.

RQD: Modified core recovery — core pieces less than 10 cm long not taken into account.

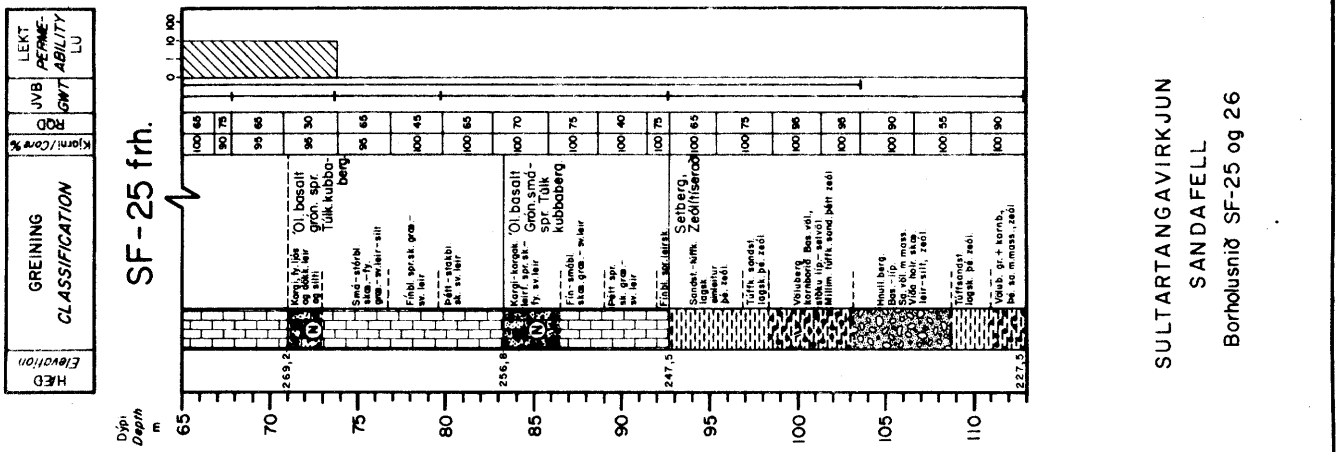
(RQD: Rock Quality Designation)

☒ Jarðvegssýni — Soil samples

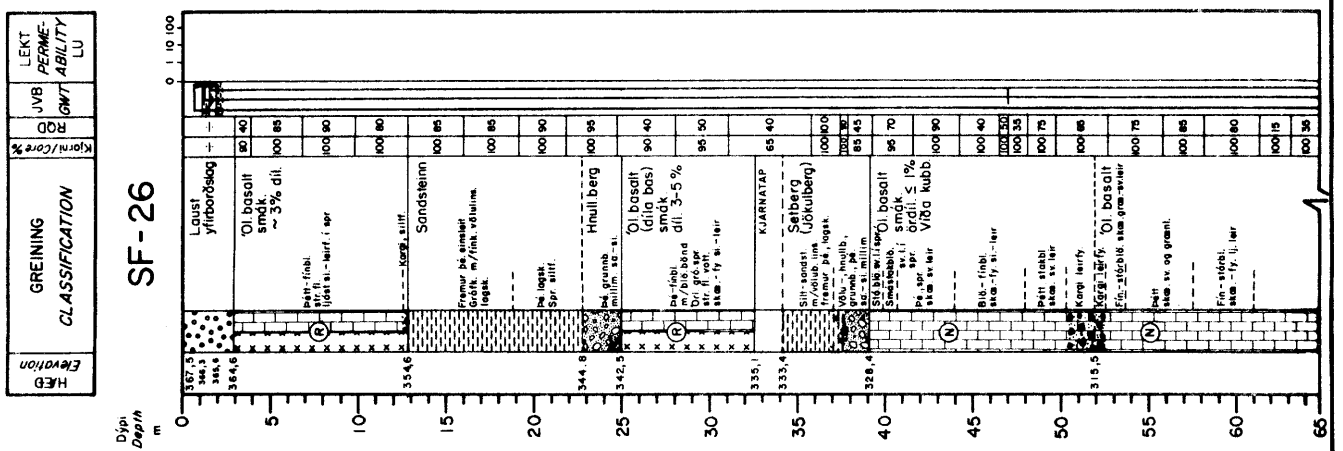
VOD-MJ-938-B1, J
82.12.155600



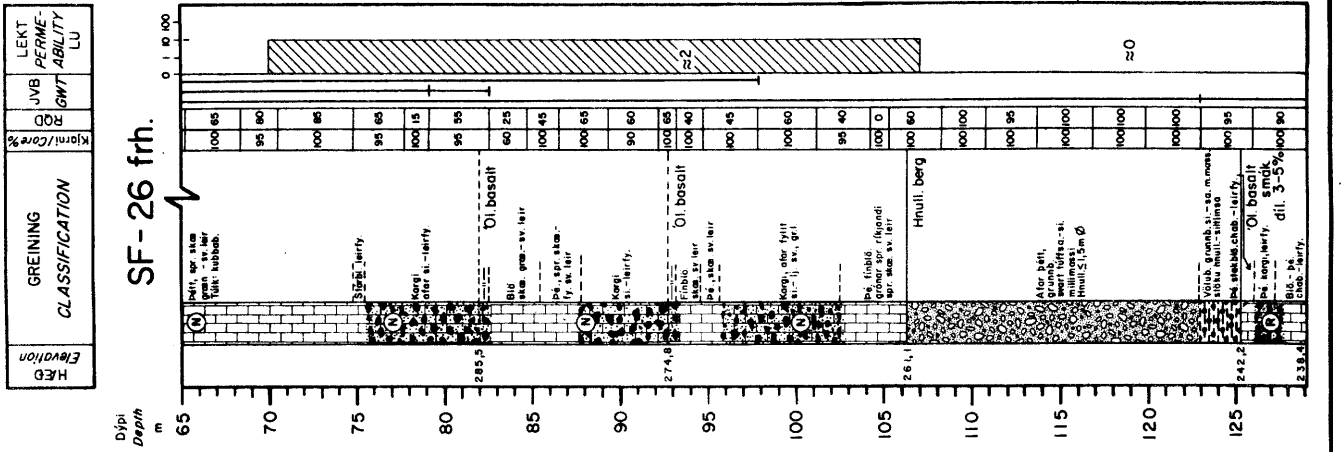
SF-25



SF-25 fh.



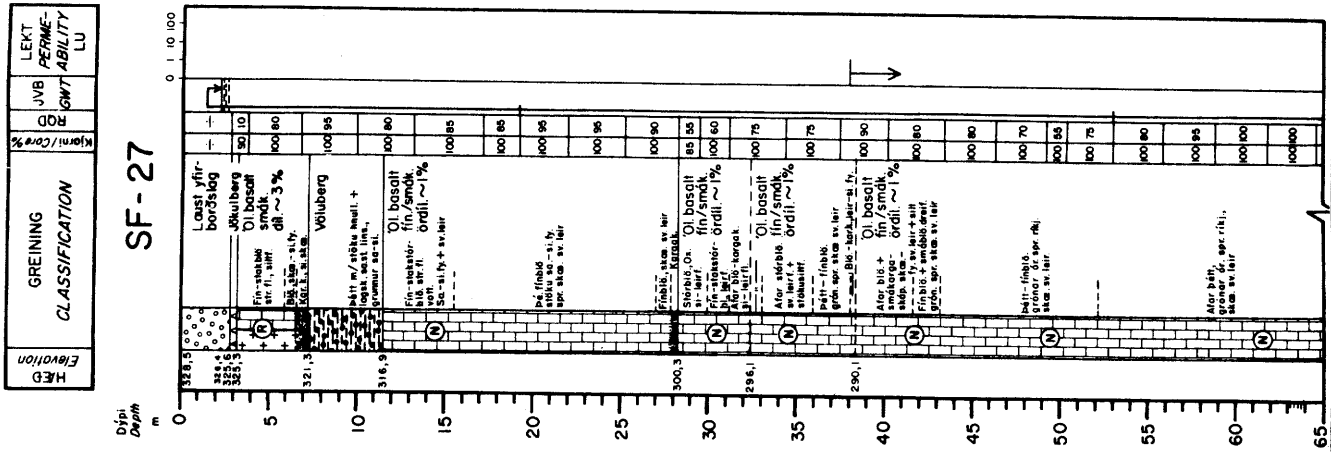
SF-26



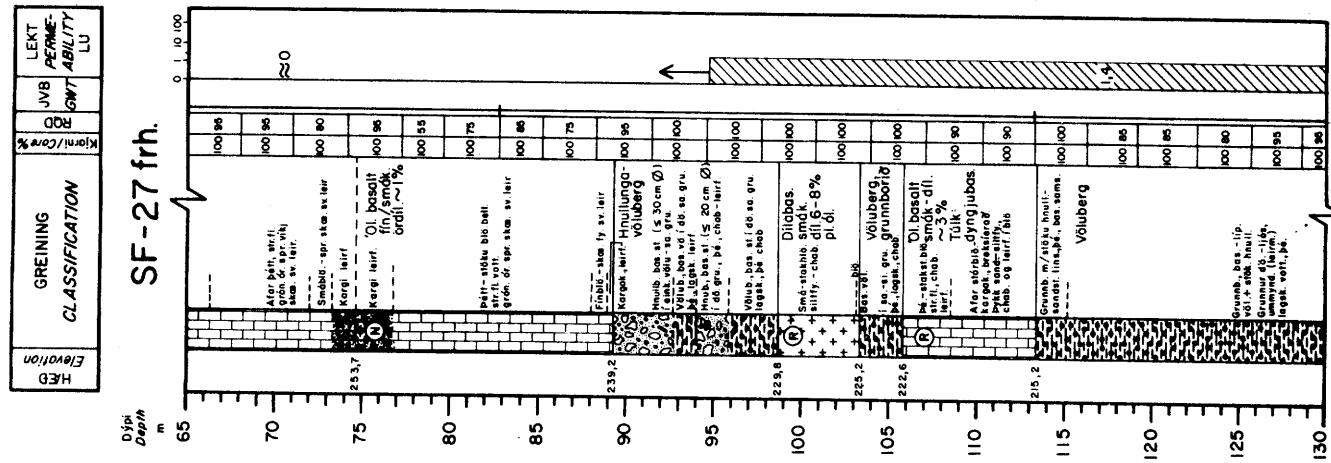
SF-26 fh.

SULTARTANGAVIRKJUN
SANDAFELL
Bornulsníð SF-25 og 26

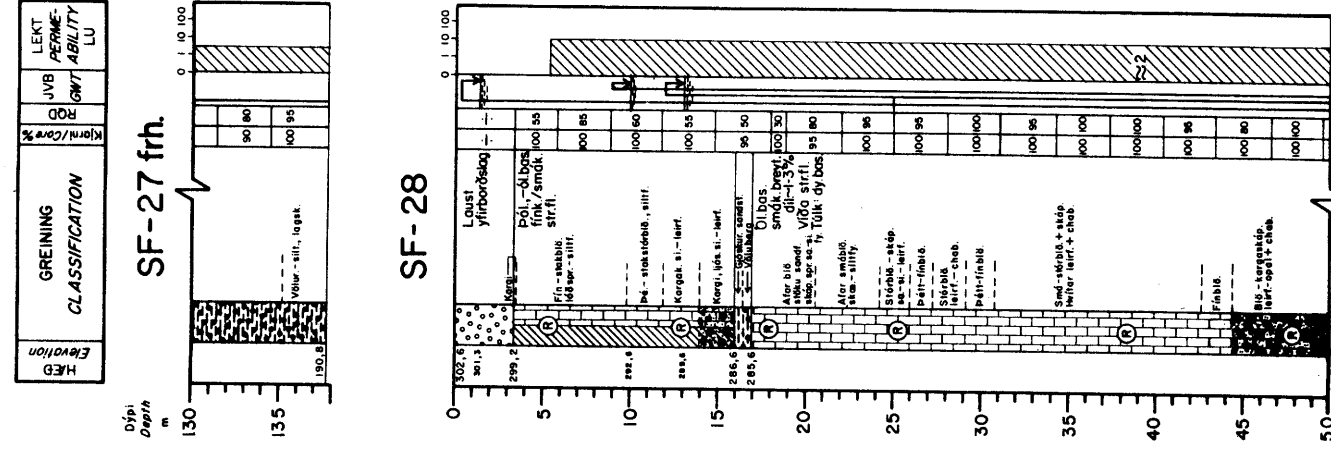
UOD-M4-838-B1.J
8212.1557 00



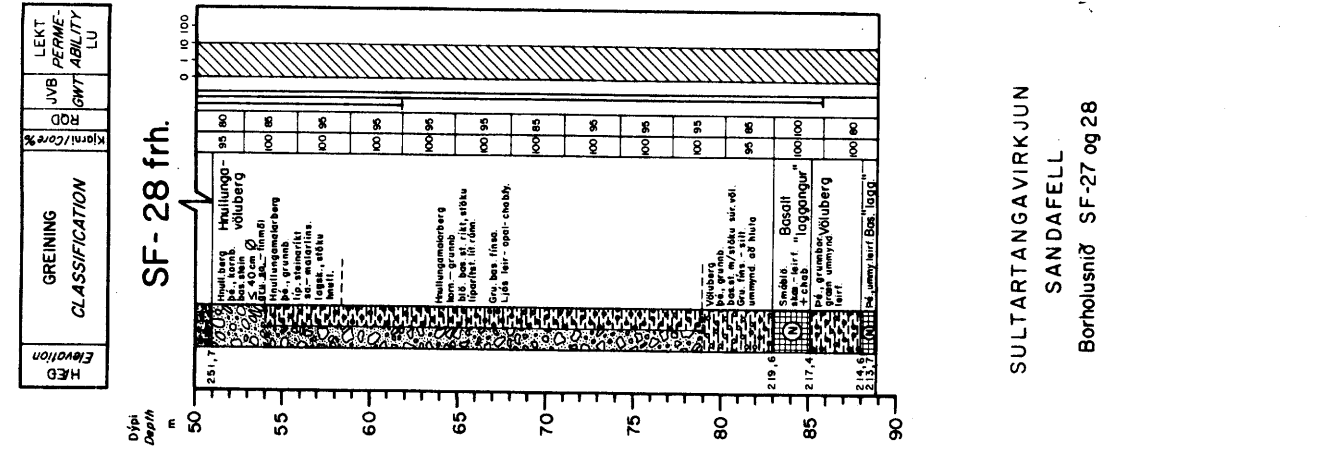
SF-27



SF-27 frh.

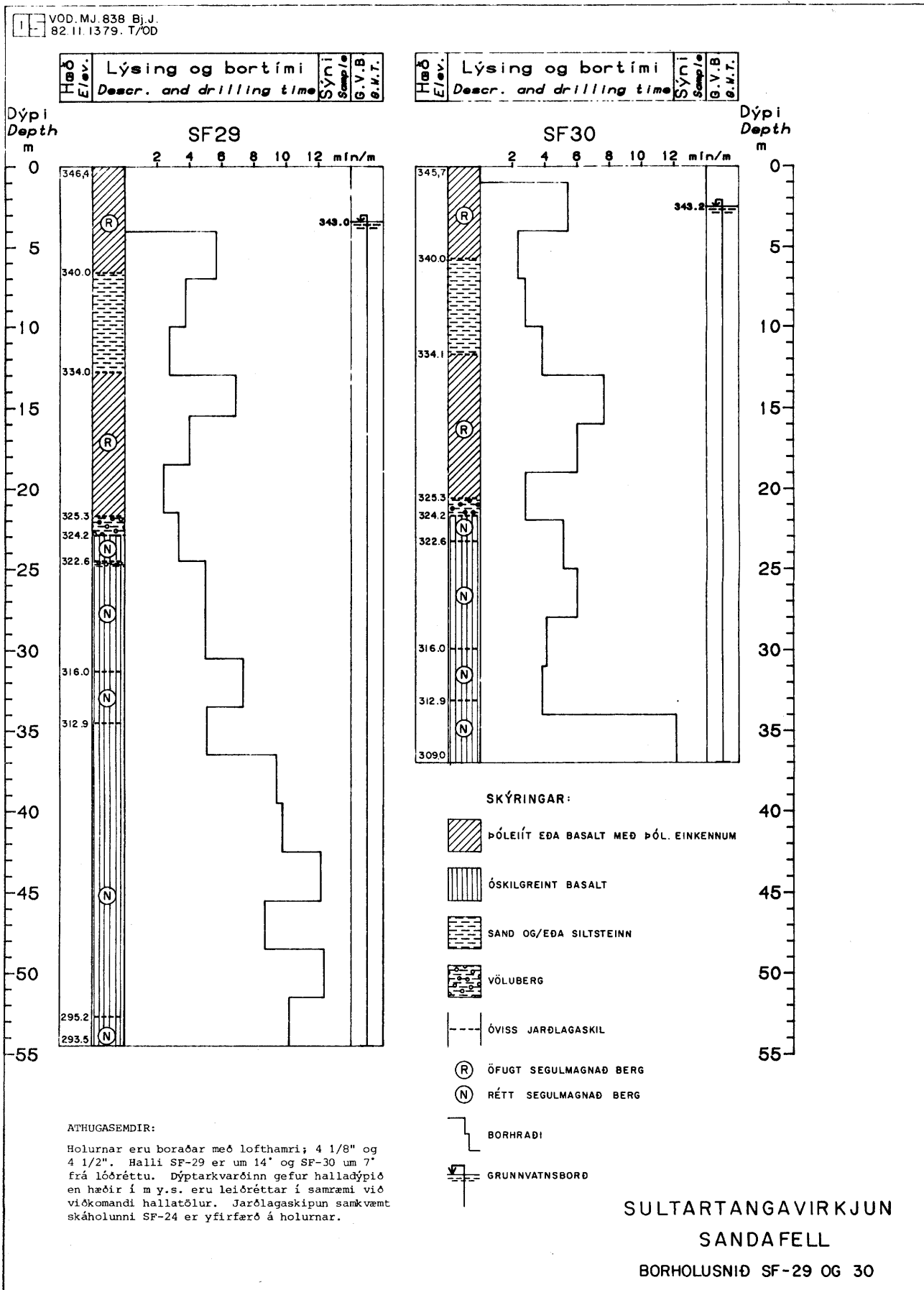


SF-28



SF-28 frh.

SULTARTANGAVIRKJUN
SANDAFELL
Borholusnið SF-27 og 28



VIÐAUKI 2

Berggæðamatskerfið og greining á SF-25 til SF-28.

BERGGÆÐAMATSKERFIÐ

Borkjarninn var sprungugreindur samkvæmt kerfi sem notað er á Orkustofnun við virkjunarrannsóknir til þess að meta eiginleika og gæði bergsins til jarðgangagerðar. Greiningin felst í því að meta fjölda sprungna, stefnu og lögun þeirra, áferð sprunguflata og magn og gerð sprungufyllinga í berginu út frá sprungum í kjarnanum. Gefnar eru einkunnir í tölum, sem síðan eru settar inn í jöfnur ásamt fleiri þáttum, og þannig reiknuð talan (einkunnin) "Q" sem kalla má "berggæði". Talan Q er fall eftirfarandi sex þátta:

RQD (rock quality designation): Hlutfall samanlagðrar lengdar kjarnabúta > 10 cm af viðkomandi bili borholunnar (í raun sprungufjöldi).

Jn (joint set number): Fjöldi sprungukerfa.

Jr (joint roughness number): Lögun og áferð sprunguflata.

Ja (joint alteration number): Gerð og þykkt sprungufyllinga.

Jw (joint water reduction factor): Vatnsþrýstingsáhrif á sprungur og berg.

SRF (stress reduction factor): Spennuástand í berginu.

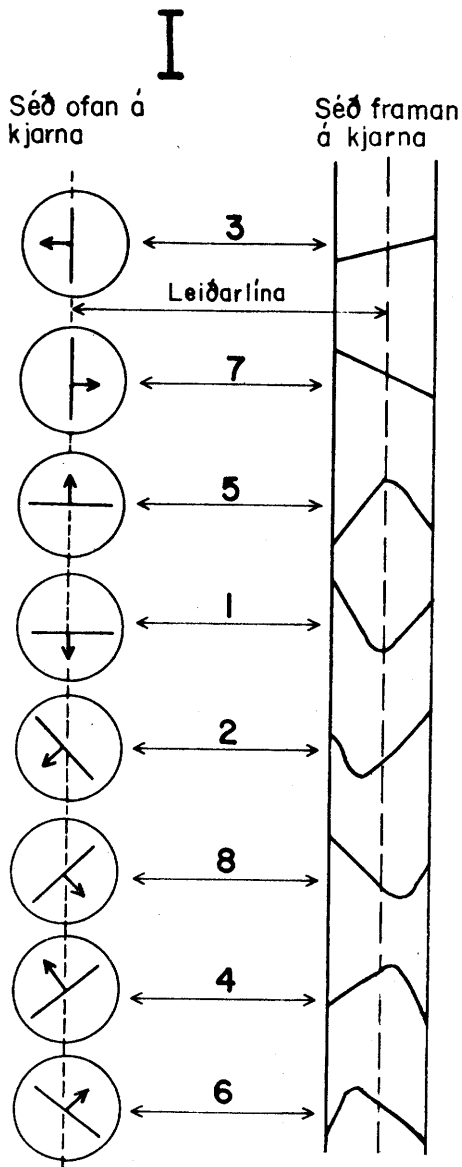
$$\text{Jafnan er: } Q = \frac{\text{RQD}}{\text{Jn}} \times \frac{\text{Jr}}{\text{Ja}} \times \frac{\text{Jw}}{\text{SRF}}$$

Þess ber að geta, að í raun heitir talan Q fullu nafni "index for the determination of the tunnelling quality of a rockmass". Berggæðamatskerfi þetta er því hannað m.t.t. jarðgangagerðar og talan Q notuð til að bera saman berggerðir og jarðlög og áætla styrkingarþörf í jarðgöngum í viðkomandi bergi. Einnig er rétt að benda á að kerfið er erlent að uppruna og enn hefur notagildi þess ekki verið reynt að fullu við þær jarðfræðilegu aðstæður, sem algengastar eru á Íslandi og nokkuð frábrugðnar aðstæðum víðast erlendis. Nú þegar er þó vinna við aðlögun kerfisins að íslenskum aðstæðum orðin allnokkur og frekari stöðlun mun væntanlega fara fram á næstu árum samfara aukinni jarðgangagerð vegna vega- og virkjanaframkvæmda.

ORKUSTOFNUN
VOD-MJ-900 BAH
8I.I0.1240e

SKÝRINGAR VIÐ BERGTÆKNILEGT MAT

Lega sprungna miðað
við leiðarlínu



FLOKKUR

II

0-5° flokkur	0
5-35° flokkur	1
35-65° flokkur	2
65-85° flokkur	3
85-90° flokkur	4

Fylling í sprungu

III

Gerð

IV

Án fyllingar	1		Bein, rennislétt ummörki hreif. leirskant.	0,5
Ósamf. skæni	2		Bein, síétt.	1,0
Skænd	3		Bein, hrufótt eða óregluleg	1,5
Fyllt	4		Bylgjött, rennislétt ummörki hreif. leirskant.	1,5
			Bylgjött, síétt.	2,0
			Bylgjött, hrufótt eða óregluleg	3,0
			Ósamfelld	4,0

SPRUNGUGREINING

STAÐUR SANDFELL HOLA SF-26 BORKRÓNA NR DAGS. 820716
 Location Borehole Drill Bit Date
 BOR Hrollur DÝPI FRÁ 71.6 TIL 102.4 M
 Drill rig Depth interval to m

STEFNA HOLU LÖBÆTT BLAD NR. 1 AF 4 GREINT AF 11 E. PP
 Orientation of boreh. Head hole. 367.5 m Sheet no. of Logged by

Dýpi, m Depth	Sprungur Joints	Flokkur Class	Fylling Fill	Gerð Type	Teg. fyll. Type of fill	Lagning Direction	Sprungulýsing Description of joints	Sprungur á meter Joints per meter	Kjarni % Core	RQD %	Lekt Lu Permeability	Hæð Elevation mys.	Smíð Column	Lýsing jarðlaga Classification	Prófanir á sýnum og athugasemdir Testing of samples and notes	RQD	Jr	Jw	Q	
																Jn beta verra	Ja beta verra	SRF beta verra	beta verra	
71												296.8								
72	2	2	2	2	2															
73	3	3	3	3	3		+ 10 gröspr. b	100	85					BASALT smák. "ordil. = 10% þétt, "kubbabog"		85/12	2.8/1	0.66/1	13	
74	2	2	2	2	2															
75	3	3	3	3	3		+ 1 gröspr.					292.1		stórkla, leif.						
76	3	3	3	3	3					95	65									
77	3	3	3	3	3															
78	3	3	3	3	3					100	15		289.8	KARGI Fyllt Lyosum leif.						
79	3	3	3	3	3								288.4							
80	3	3	3	3	3					95	55									
81	3	3	3	3	3															

Samansættur úr a.m.h. 67 búðum, yfir. 5-5 cm

KUBBER
KARGI



SPRUNGUGREINING

STAÐUR SPINDRÆFELL
 Location
 BOR HROLLUR
 Drill rig

HOLA SE-27
 Borehole
 DÝPI FRÁ 37.1
 Depth interval

BORKRÖNA 110
 Drill Bit
 TIL 68
 to

DAGS. 820722
 Date

STEFNA HOLU LOÐRÉTT

BLAÐ NR. 1

GREINT AF Allo Ben

Orientation of boreh. EL. 388.5 m

Sheet no. 4

Logged by

Dýpi, m Depth	Sprungur Joints	Flokkur Class	Fylling Fill	Gerð Type	Teg. fylli Type of fill	Leyfing Permit	Sprungulýsing Description of joints	Sprungur á meter Joints per meter	Kjarni % Core	RQD %	Lekt Lu Permeability	Hæð Elevation mys.	Snið Column	Lýsing jarðlaga Classification	Prófanir á sýnum og athugasemdir Testing of samples and notes	RQD		Jr		Jw		Q			
																Jn beta verra	Jr beta verra	Jw beta verra	Q beta verra						
37							GR. SPR. EKKI MÖR.				291.5														
38							1-2 mm			90				bl. frauðk.											
39														þétt											
40							~2 mm							Stöðbl. fyllt svl.											
41							1-2 mm ≤ 7 mm			100				BASALT fink. ör-smábl. pl. ~ 1%											
42														Líkl. pól. farskt, blagr.											
43										80				þétt											
44																									
45							≤ 3 mm							þétt											
46																									
47										70															

BETRA;
 $\frac{90}{10}$ $\frac{3}{7}$ $\frac{0.66}{1}$ 17.8

VERRA;
 $\frac{70}{10}$ $\frac{3}{2}$ $\frac{0.66}{1}$ 7

STADUR SARNAFELL HOLA ST-27 BORKRONA 118 DAGS. 820727
 Location Borehole Drill Bit Date
 SPRUNGUGREINING
 BOR HROLLUR DÝPI FRÁ 37.1 TIL 68 M
 Drill rig Depth interval to m
 STEFNA HOLU LÖÐR BLAÐ NR. 3 AF 4 GREINT AF 118
 Orientation of boreh. Sheet no. of Logged by

Dýpi, m Depth	Sprungur Joints	Flokkur Class	Fylling Fill	Gerð Type	Teg. fylli Type of fill	Laglagning Bedding	Sprungulýsing Description of joints	Sprungur á meter Joints per meter	Kjarni % Core	RQD %	Lekt Lu Permeability	Hæð Elevation m.s.	Snið Column	Lýsing jarðlaga Classification	Prófanir á sýnum og athugasemdir Testing of samples and notes					
															RQD Jn betra verra	Jr Ja betra verra	Jw SRF betra verra	Q betra verra		
57	3	3	3	3	Gr. li		'AN GR. SPR.													
58	2	3	3	3	Sv. li		MED GR. SPR.			95										
59	4	2	3	2																
	2	2	2	2	1-2 mm															
	4	4	4	2	1-2 mm															
	2	3	3	2																
	4	1	2	2																
61	6	0	3	4																
	1	0	2	1,5																
	2	2	2	2																
62	2	3	3	3						100										
	8	3	3	2						100										
63	8	3	3	2																
	8	3	3	2																
	3	3	3	2																
64	4	1	2	4																
	4	1	2	2																
65	8	3	4	1,5																
	6	4	3	2																
	8	2	3	1,5																
	2	1	2	2																
66	4	1	3	1,5						95										
	8	2	3	2																
67	4	1	3	3																
	8	2	3	2																

Hér eru gubprungur teknar með (sem skýringar á sérstök) þar eru mældar inn á milli á milli (sem)

VERRA ;
 100 / 10 = 10
 3 / 1 = 3
 0,66 / 1 = 0,66
 19,8

VERRA ;
 95 / 10 = 9,5
 3 / 2 = 1,5
 0,66 / 1 = 0,66
 9,4

Samma og að ofan

þétt str. fl.

STADUR SANDAFELL HOLA SE-32 BORKRÖNA 113 DAGS. 2012
 Location Barehole Drill Bit Date
 SPRUNGUGREINING BOR HVALDUR DÝPI FRÁ 9 TIL 39 M
 Drill rig Depth interval to m
 STEFNA HOLU LÖRRETT BLAÐ NR. 1 AF 2 GREINT AF 40. er 1. af 2
 Orientation of boreh. EL. 502.6 m.a.s. Sheet no. of Logged by

Dýpi, m Depth	Sprungur Joints	Flokkur Class	Fylling Fill	Gerð Type	Teg. fylli Type of fill	Sprungulýsing Description of joints	Sprungur á meter Joints per meter	Kjarni % Core	RQD %	Lekt Lu Permeability	Hæð Elevation m.s.	Snib Column	Lýsing jarðlaga Classification	Prófanir á sýnum og athugasemdir Testing of samples and notes	RQD Jn beta	Jr Jo beta	Jw SRF beta	Q beta	
9	5	0	3	1	4	75cm lán skant 1-2mm					293.6								
10	8	1	2	2	-	1-2mm			60						BETRA;	60/12	3/1	1/2.5	6
11	10	1	2	2	-	1-2mm													
12	7	1	2	4	4	Flaskur sprungur miltkornaleiðir - Gyltarleiðir þessir eru sandur með kúttu og fylling þess er silting.		100					BASALT fínk, dilab str.fl. lítl. ól.bas.						
13	7	1	2	4	4	Flaskur sprungur miltkornaleiðir - Gyltarleiðir þessir eru sandur með kúttu og fylling þess er silting.													
14	3	4	3	3	4	1-2mm (bróna 2-3 sp)			55		288.6		Kargak., fyllt ljósu silti og hvítum leir		VERRA;	50/12	3/2	1/2.5	2.5
15	3	4	3	3	4	1-2mm (bróna 2-3 sp)													
16	3	1.5	2	2	2	Flaskur sprungur veikleikaleiðir sp. í þessu sjúk bas. Þessi sprungur eru sandur í höndum.			50				KARGI þéttur,						
17	8	2	4	3	3	3-4mm					288.6								
18	8	2	4	3	3	3-4mm													
19	4	2	2	2	2	Veikleikaleiðir (miltkornaleiðir) um leir skant.		95	~5		288.6		SANAST. Gjóskun		BETRA;	10/12	2/3	1/2.5	0.2
20	4	2	2	2	2	3-4mm							Völubaug		VERRA;	5/9	2/3	1/2.5	0.15
21	4	2	2	2	2	3-4mm													
22	4	2	2	2	2	2-3mm			50										
23	4	2	2	2	2	~1-2cm													
24	4	2	2	2	2	1-2mm													
25	4	2	2	2	2	~1mm													
26	4	2	2	2	2	~1mm		100			284.6		BASALT fínk, órdil, ól, pl, px, 2% str.fl.						
27	4	2	2	2	2	Skant um 17mm grann leir (silting)			30				Dyrkjubas						
28	4	2	2	2	2	3-4mm					283.8								
29	4	2	2	2	2	2mm			85										

1. Flöguhlutur af sprungu og sýnum og 1cm þol á sprungu á þessu bili skilgreint er í sprungugreindagi.

STADUR SPINDAFELL HOLA SF-28 BORKRÓNA NQ DAGS. 826728
 Location 4111-1111 Borehole 9 Drill Bit 39 Date
 BOR 4111-1111 DÝPI FRÁ 9 TIL 39 M
 Drill rig 4111-1111 Depth interval 9 to 39 m
 STEFNA HOLU LÖRKEST BLAÐ NR. AF GREINT AF 4111-1111
 Orientation of boreh. Sheet no. of Logged by

Dýpi, m Depth	Sprungur Joints	Flokkur Class	Fylling Fill	Gerð Type	Teg. fyll. Type of fill	Lenging Ref. line	Sprungulýsing Description of joints	Sprungur á meter Joints per meter	Kjarni % Core	RQD %	Lekt Lu Permeability	Hæð Elevation m.y.s.	Snúð Column	Lýsing jarðlaga Classification	Prófanir á sýnum og athugasemdir Testing of samples and notes	RQD	Jr	Jw	Q
																Jn betra verra	Ja betra verra	Srf betra verra	beta verra
26	1	4	2						100	100				finbl.					
29	4	2	4	3	gr. fyll.		alltappi 10mm								smáb- stórbl. chab.fyll. skápar				
32	2	1	4	2	sv. l. l.		1mm			95									
33	2	2	4	2			1mm												
	8	0	4	2	sv. l. l.		4mm		100										
	8	0	3	15	sv. l. l.														
	3	1	3	3	sv. l. l.														
	3	1	3	2	sv. l. l.														
										100									
	2	1	3	3	sv. l. l.														
	2	4	2				Höluhluti mjög teik Zone Notkun m-spr.												
	4	0	3	2	sv. l. l.														
39																			

FIN í 38,95m

263,7

VIÐAUKI 3

Grunnvatnshæð og hiti í borholum, 1982.

ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

GRUNNVATNSMÆLINGAR
I BORHOLUM

Mælt:
Unnið:GHV

SULTARTANGAVIRKJUN - SANDAFELL

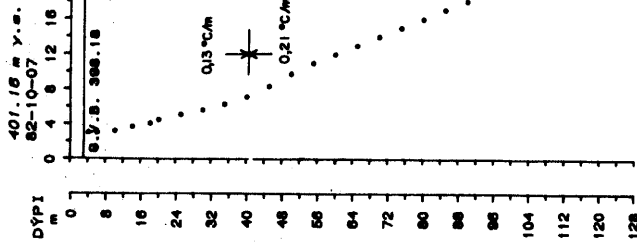
1982-12-27

Dags. mæl- indar	HEITI HOLU/GRUNNVATNSBORD ■ y.s.												
	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12	SF13
82.10.07	398.18	290.04		340.85				297.31			373.25		
82.10.08					385.92	346.75	296.27						
82.10.13			296.77						381.76	414.88		410.37	346.31
82.10.14											373.21		
82.10.15						346.75							

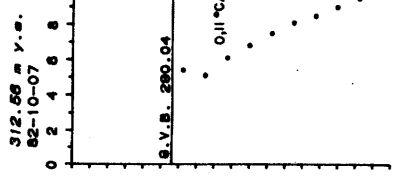
Dags. mæl- indar	HEITI HOLU/GRUNNVATNSBORD ■ y.s.												
	SF14	SF15	SF16	SF18	SF19	SF20	SF21	SF22	SF23	SF25	SF26	SF27	SF28
82.06.20										336.50			
82.08.11										337.40	366.81	326.47	295.41
82.10.07			385.22			402.63		328.72		337.38	366.94	326.02	299.00
82.10.08					361.09		327.02		313.94				
82.10.13	416.01	320.00		347.86			327.00						
82.10.14												326.01	
82.10.15									313.94				

Dags. mæl- indar	HEITI HOLU/GRUNNVATNSBORD ■ y.s.						
	SF29	SF30	ST10	ST11	ST12	ST13	
82.10.13			297.24	285.86	278.47	275.34	
82.10.22	341.04						
82.10.23	343.74	344.22					
82.10.29	342.30	342.75					

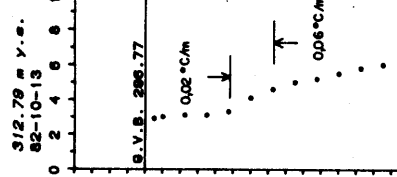
SF1



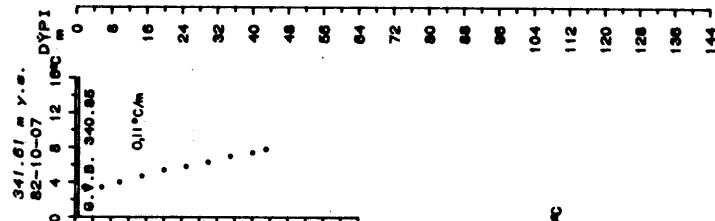
SF2



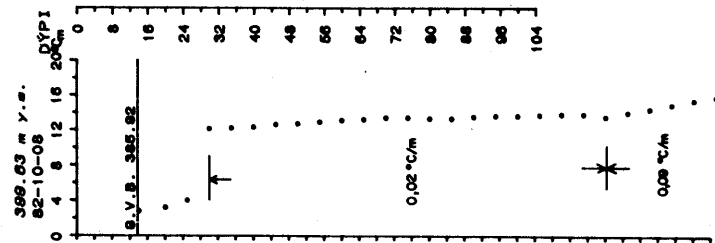
SF3



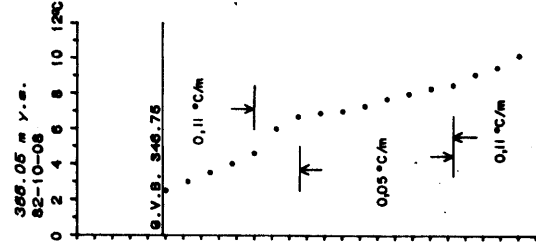
SF4



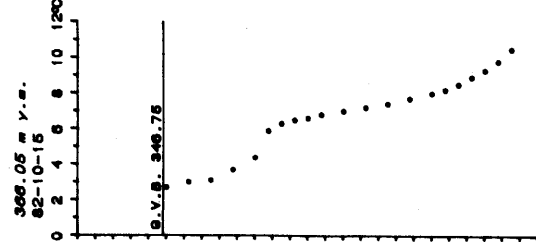
SF5



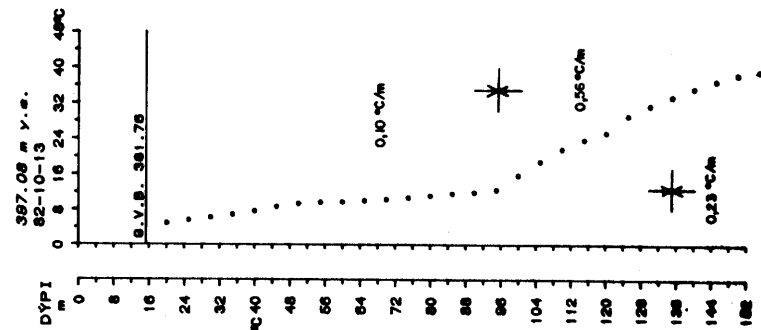
SF6



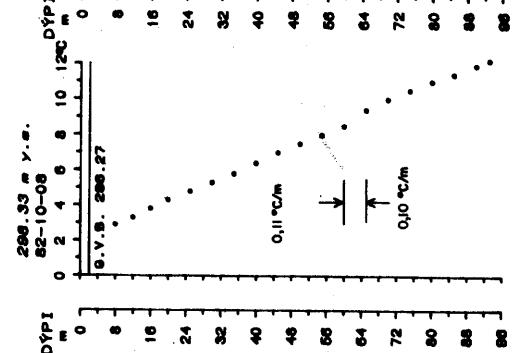
SF6



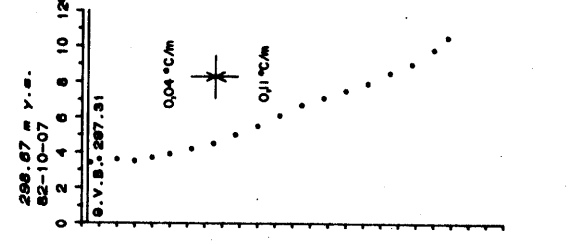
SF9




SF7



SF8

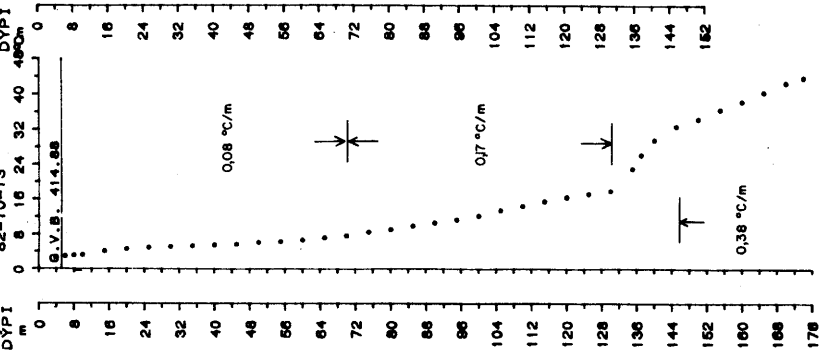


 VOD MJ 838 BJJ/IM T
83.01.0028/01 AF 04

SULTARTANGAVIRKJUN
SANDAFELL
HITAMELINGAR I BORHOLUM 1982

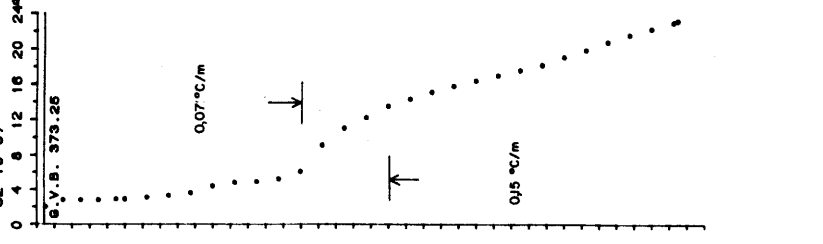
SF10

420.08 m y.s.
82-10-13



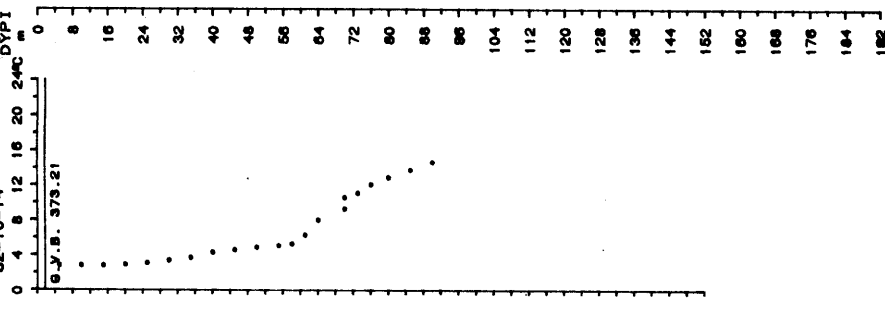
SF11

374.91 m y.s.
82-10-07



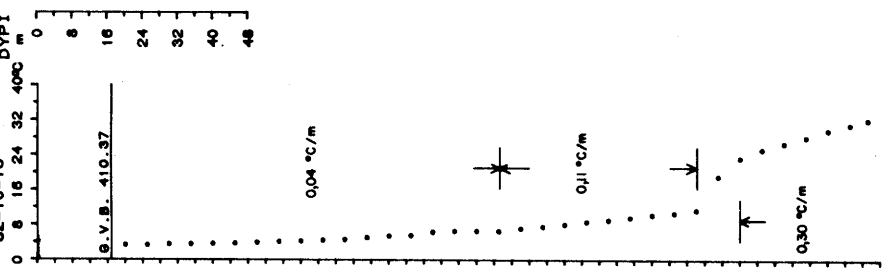
SF11

374.91 m y.s.
82-10-14



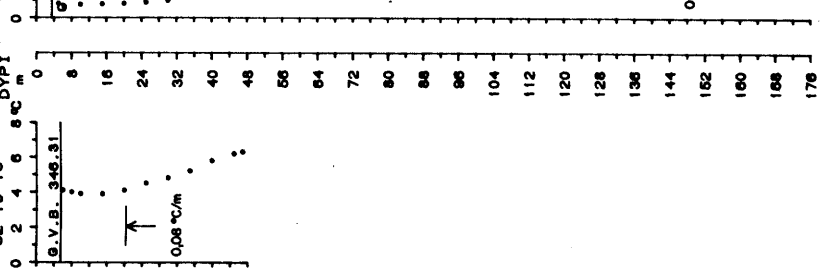
SF12

427.20 m y.s.
82-10-13



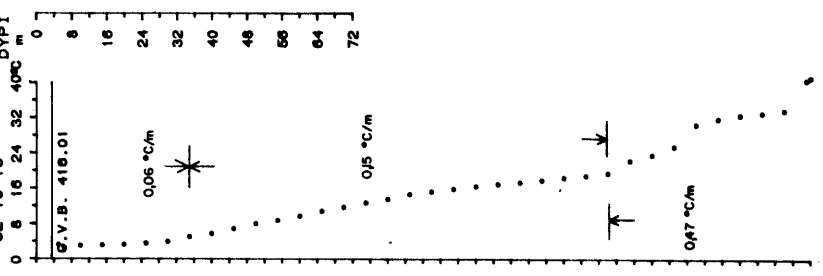
SF13

351.84 m y.s.
82-10-13



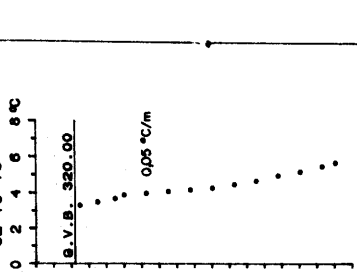
SF14


419.51 m y.s.
82-10-13



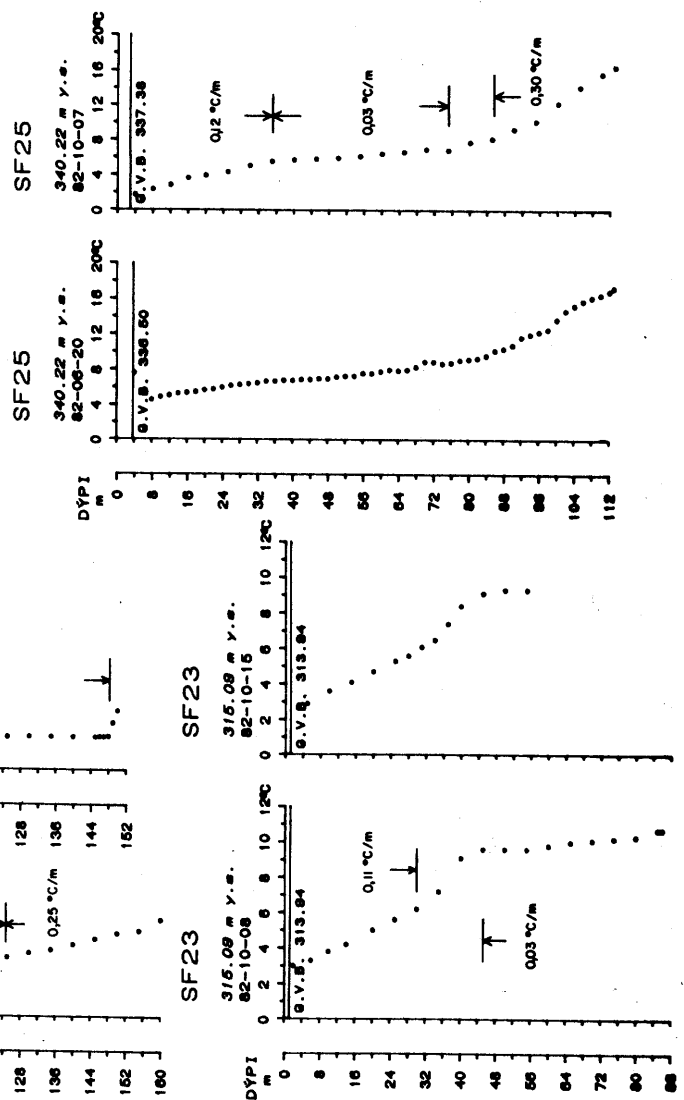
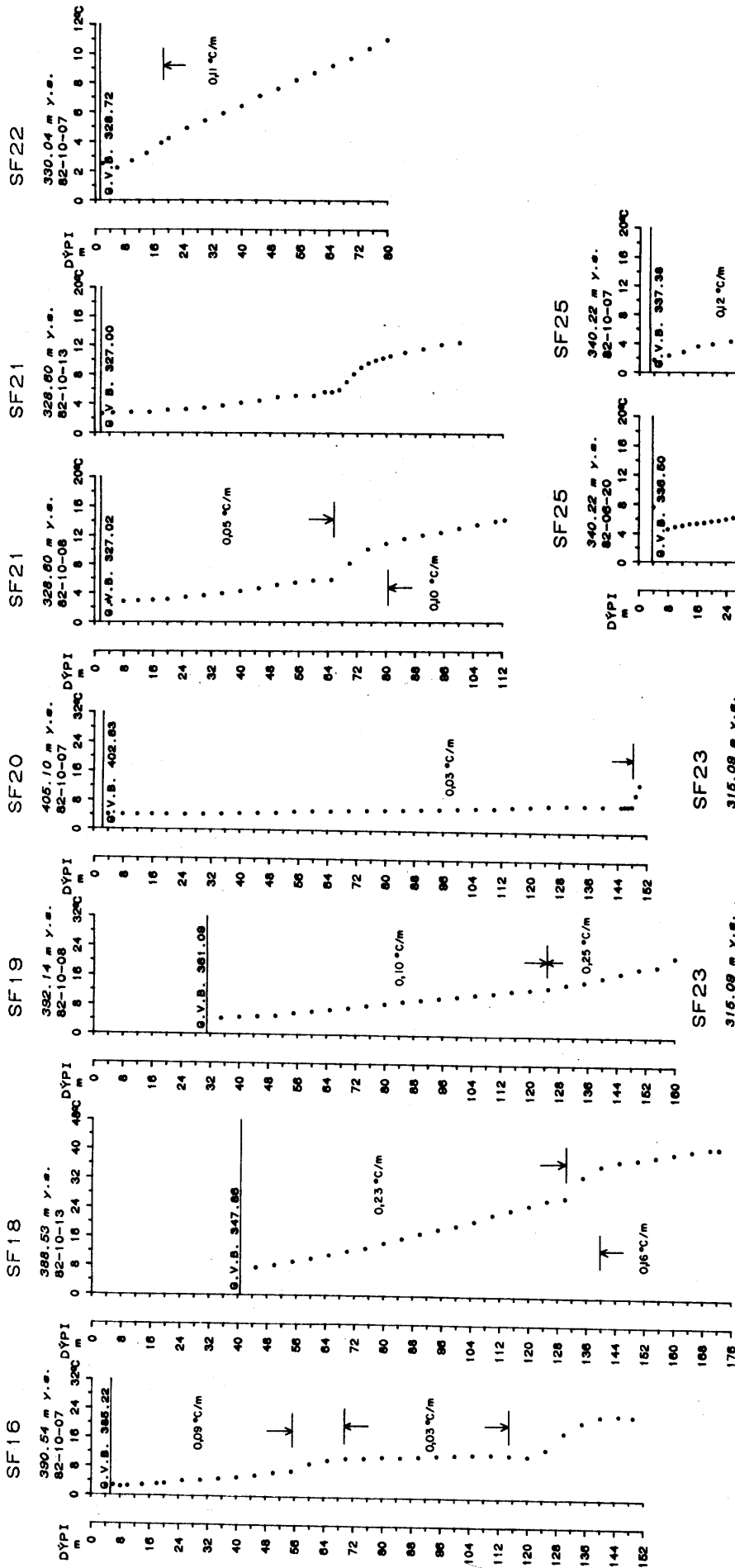
SF15

328.89 m y.s.
82-10-13

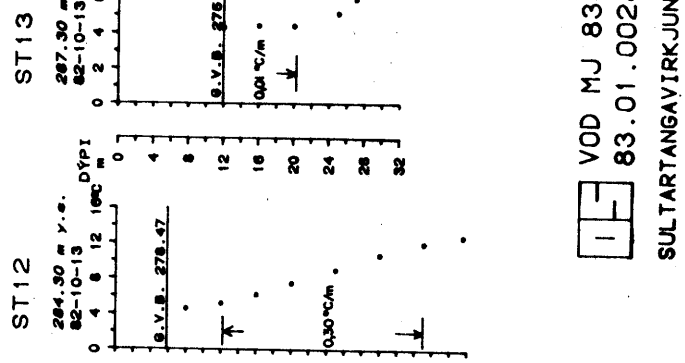
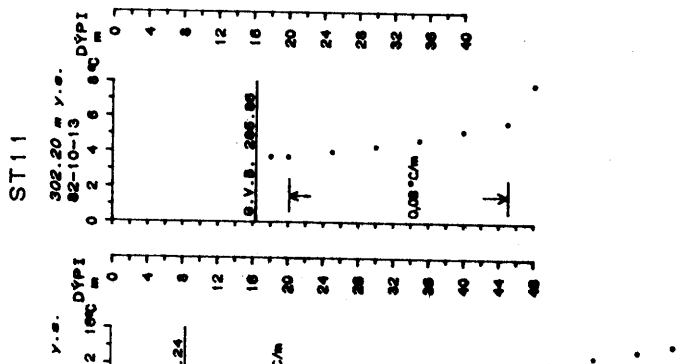
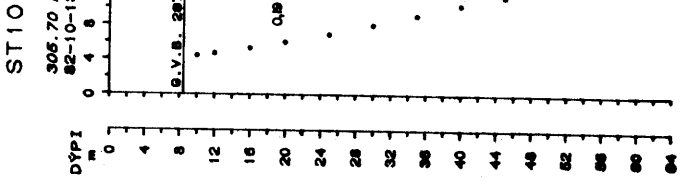
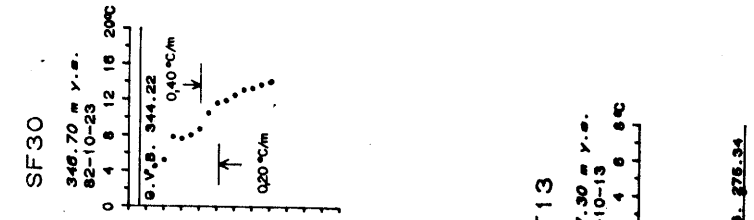
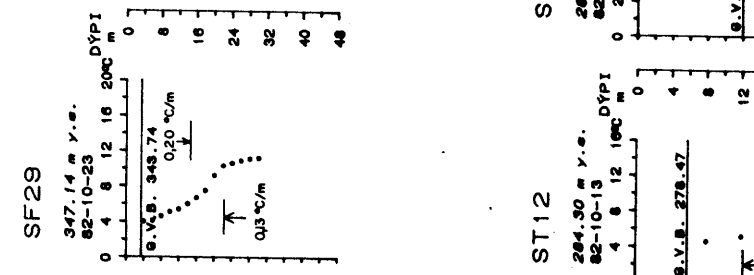
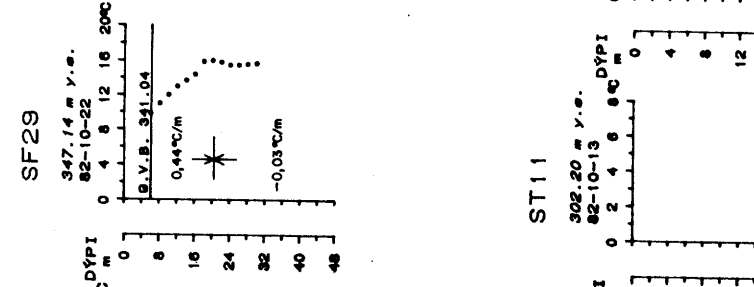
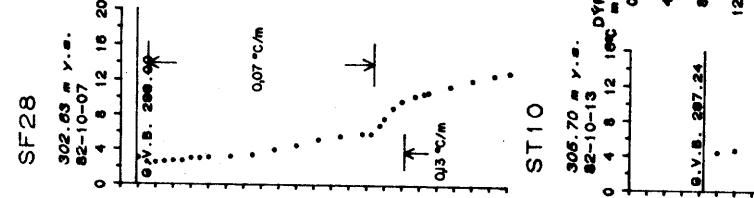
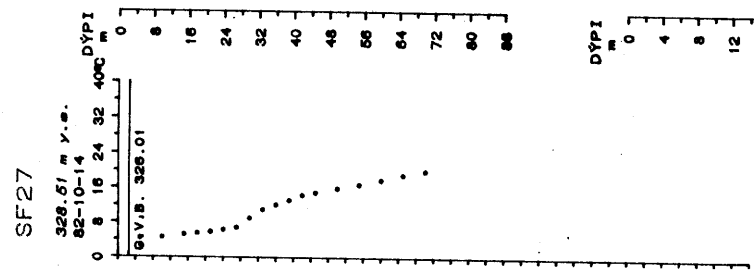
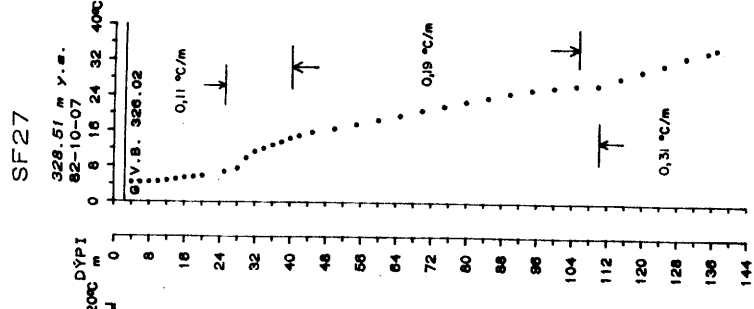
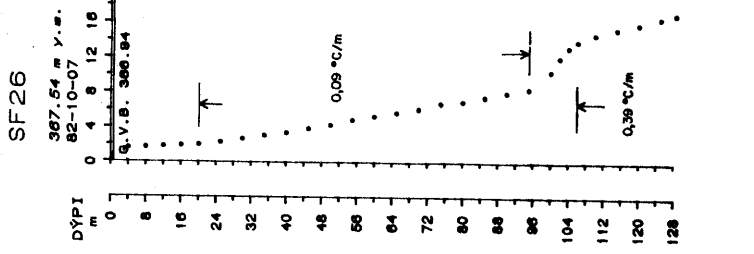


 VOD MJ 838 BJJ/IM T
83.01.0028/02 AF 04

SULTARTANGAVIRKJUN
SANDAFELL
HITAMÉLINGAR 1 BORHOLUM 1982



15 VOD MJ 838 BJJ/IM T
83.01.0028/03 AF 04
SULTARTANGAVIRKJUN
SANDAFELL
HITAMELINGAR 1 BORHOLUM 1982



VOD MJ 838 BJJ/IM T
83.01.0028/04 AF 04
SULTARTANGAVIRKJUN
SANDAFELL
HITAMÆLINGAR Í BORHOLUM 1982