



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Ásgrímur Guðmundsson
Ólafur G. Flóvenz
Sigmundur Einarsson
Bára Björgvinsdóttir

GRÝTA Í ÖNGULSSTAÐAHREPPI
Niðurstöður jarðhitarannsókna

OS82037/JHD05
Reykjavík, apríl 1982

Unnið fyrir
Hitaveitu Akureyrar



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Ásgrímur Guðmundsson
Ólafur G. Flóvenz
Sigmundur Einarsson
Bára Björgvinsdóttir

GRÝTA Í ÖNGULSSTAÐAHREPPI

Niðurstöður jarðhitarannsókna

OS82037/JHD05
Reykjavík, apríl 1982

Unnið fyrir
Hitaveitu Akureyrar

ÁGRIP

Gefið er heildaryfirlit yfir rannsóknir á jarðhitasvæðinu við Grýtu í Öngulstaðahreppi.

Boruð hefur verið 1000 m djúp hola, GW-1, um 80-85 m vestan Grýtulaugar. Holan skar ganga á rúmlega 700 m dýpi, en ekki er fullvíst hvort um er að ræða gangana, sem ná upp til yfirborðs við laugina. Engar teljandi vatnsæðar fundust. Hitastig í holunni er hátt og bendir til um 90°C heits vatnskerfis á Grýtusvæðinu, eins og spáð hafði verið fyrir um út frá efnasamsetningu vatnsins úr Grýtulaug. Athugun á hitamælingum í holunni benda til þess að uppstreymisrás Grýtulaugar kunni að vera í um 200 m fjarlægð frá holunni, en ekki beint undir lauginni. Hitamælingar í jarðvegi gefa vísbendingu um að uppstreymisrásin kunni að vera undir lausum jarólögum í brekkunni ofan við Grýtulaug.

Ekki verður séð að vatnsvinnsla úr nálægum jarðhitasvæðum hafi dregið vatn frá Grýtulaug. Er það talið benda til þess að sjálfstætt vatnskerfi sé við Grýtu. Viðnámsmælingar benda til þess að ná megi nokkru vatnsmagni við Grýtu ef tekst að hitta á bestu æðarnar.

Lagt er til að gerðar verði viðnámsmælingar, því næst boraðar nokkrar grunnar holur (~100 m) með loftbor og á grundvelli niðurstaða þeirra og viðnámsniðsmælinganna verði staðsett djúp hola.

EFNISYFIRLIT

	Bls.
ÁGRIP	2
EFNISYFIRLIT	3
SKRÁ YFIR TÖFLUR	3
SKRÁ YFIR MYNDIR	3
1 INNGANGUR	5
2 YFIRBORÐSRANNSÓKNIR	6
2.1 Náttúrulegur jarðhiti	6
2.2 Hitamælingar í jarðvegi	9
2.3 Efnainnihald vatnsins	11
2.4 Segulmælingar	11
2.5 Viðnámsmælingar	13
3 HOLA GW-1	14
3.1 Staðsetning holunnar	14
3.2 Borun GW-1	14
3.3 Borholumælingar	16
3.4 Jarðlög, sem holan sker	17
3.5 Hitastig og vatnsæðar	23
4 SAMANTEKT OG TILLÖGUR	27

SKRÁ YFIR TÖFLUR

Tafla 1 Laug í skurðbakka, hita- og rennslismælingar	6
Tafla 2 Grýtulaug, hita- og rennslismælingar	8
Tafla 3 Hallamælingar í holu GW-1	15

SKRÁ YFIR MYNDIR

1 Jarðhitasvæðið við Grýtu í Öngulsstaðahreppi. Afstöðumynd...	7
2 Hitamælingar í jarðvegi	10
3 Segulkort	12
4 Borun GW-1 með Glaum	15
5 Jarðlagasnið og borholumælingar	18-21
6 Einfaldað jarðlagasnið af GW-1	22
7 Hitamælingar í GW-1	24
8 Grýta, varmaleiðnilíkan	25

1 INNGANGUR

Í skýrslunni eru dregnar saman niðurstöður þeirra rannsókna, sem Jarðhitadeild Orkustofnunar hefur framkvæmt á jarðhitasvæðinu við Grýtu í Öngulsstaðahreppi. Heildarúttekt hefur ekki áður verið gerð á Grýtusvæðinu. Einnig er skýrt frá árangri borunar holu GW-1 við Grýtu.

Frá því borun GW-1 lauk í október 1979 hafa engar rannsóknir verið gerðar á svæðinu. Slakur árangur af boruninni olli því að svæðið lenti aftarlega á verkefnaskrá Orkustofnunar fyrir Hitaveitu Akureyrar.

Nú er þráðurinn tekinn upp að nýju, ekki síst vegna þess að Grýtulaug virðist lítt eða ekkert hafa breyst, þrátt fyrir mikinn niðurdrátt vatnsborðs við Laugaland. Þetta þykir styrkja eldri kenningar, byggðar á efnafræði, þess efnis að sjálfstætt vatnskerfi fæði Grýtulaug. (Axel Björnsson o.fl. 1979).

Í framhaldi af þessu hafa borholugögn verið dregin fram í dagsljósið á ný og skoðuð vandlega, en þeim hafa ekki áður verið gerð skil í formi skýrslu eða greinargerðar.

Segulmælingar hafa verið endurskoðaðar í þeirri von að þær gætu bent frekar en áður á líklegar uppstreymisrásir.

Viðnámsmælingar á jarðhitasvæðinu í Eyjafirði voru auknar og endurtúlkaðar á síðastliðnu ári. Niðurstöður þeirra hafa nokkuð skýrt stöðu Grýtusvæðisins með tilliti til Laugalandssvæðisins, og benda til að við Grýtu megi fá 10-40 l/s af heitu vatni (Ólafur G. Flóvenz & Brynjólfur Eyjólfsson 1981).

Í skýrslunni er leitast við að vinna úr gögnunum heildarmynd af jarðhitasvæðinu og að henni fenginni eru gerðar tillögur um framhaldsrannsóknir.

2 YFIRBORÐSRANNSÓKNIR

2.1 Náttúrulegur jarðhiti

Jarðhitinn við Grýtu var kortlagður nákvæmlega þann 15. mars 1978. Jörð var þá alhvít og frost og aðstæður því hinar ákjósanlegustu. Niðurstöður voru birtar í greinargerð (Sigmundur Einarsson 1980). Dreifing jarðhitans er sýnd á mynd 1.

Syðsti jarðhitinn er í skurðbakka um 25 m sunnan við Grýtulaug og seytlar þar vatn úr jarðvegi. Hita- og rennslismælingar eru sýndar í töflu 1.

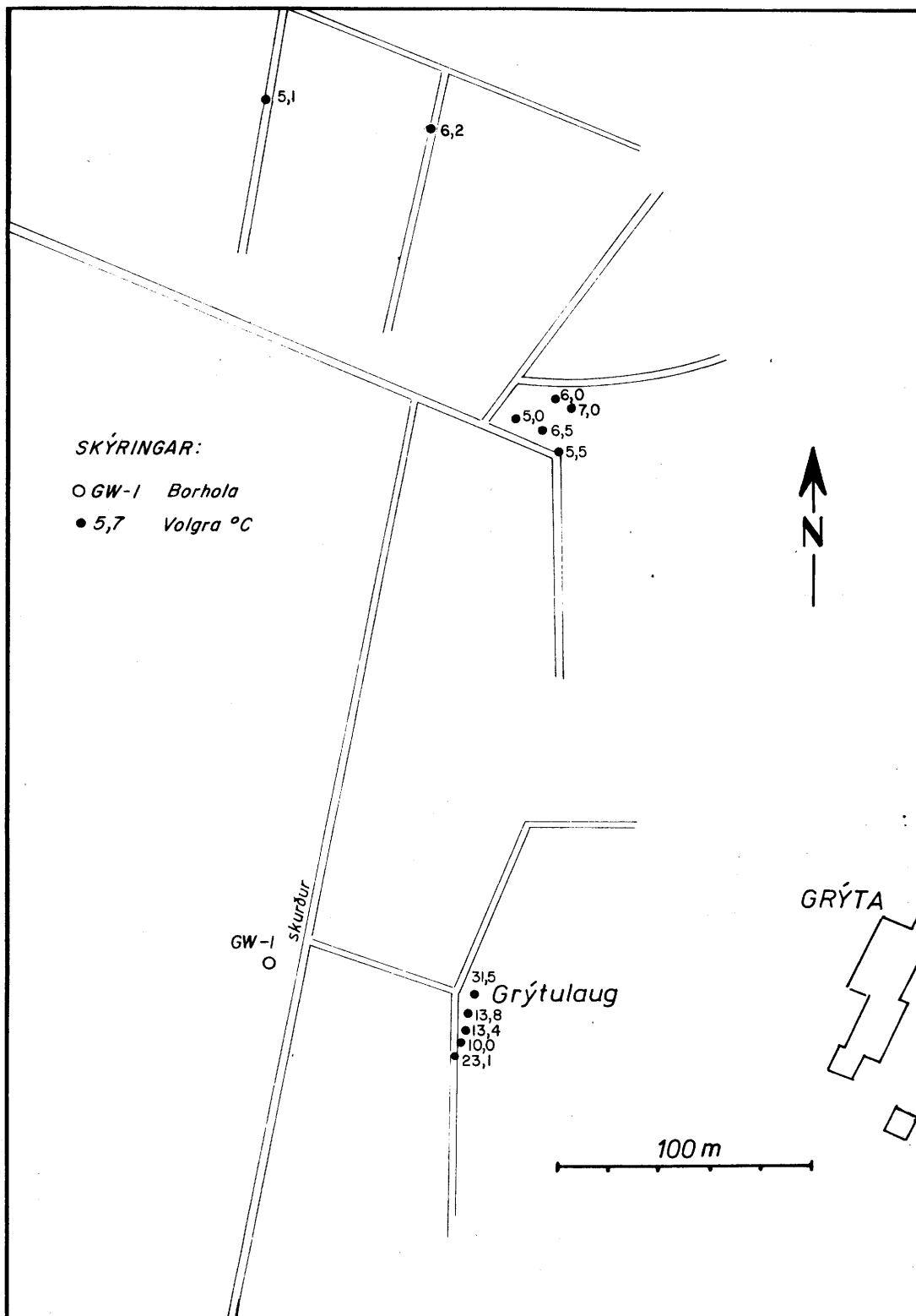
TAFLA 1 Laug í skurðbakka, hita og rennslismælingar.

Heimild	Hiti °C	Rennsli l/s	Ár
Sigmundur Einarsson (1980)	23,1 (mars)		1978
-	-	0,33 (júlí)	1978
Orkustofnun (óbirt)	28,2	0,28 (júlí)	1981
Sigmundur Einarsson og Brynjólfur Eyjólfsson (1982)	23,3	0,11 (mars)	1982

Milli laugarinnar í skurðbakkanum og Grýtulaugar eru 3 afbræðslu-blettir á því sem næst beinni línu í mýrinni. Þann 15. mars 1978 mældist hiti á 0,5 m dýpi 10,0 °C, 13,4 °C og 13,8 °C.

Grýtulaug er í mýri og grjót í botni hennar, sem sennilega hefur verið sett þar vegna þvotta. Nú er vatnið einungis notað til að baða sauðfé. Gasstreymi er töluvert í lauginni. Nýjar og gamlar hita- og rennslismælingar eru sýndar í töflu 2.

Ekki verður séð að hiti í Grýtulaug hafi breyst á þeim rúmlega 70 árum sem mælingarnar spanna. Vafi leikur hinsvegar á hvernig túlka beri rennslismælingarnar. Ekki er vitað hvort um er að ræða mælingu eða ágiskun árið 1943, en samkvæmt upplýsingum heimamanna



'82.02.0399

MYND 1 Jarðhitasvæðið við Grýtu í Öngulstaðahreppi.
Afstöðumynd.

TAFLA 2 Grýtulaug, hita- og rennslismælingar.

Heimild	Hiti °C	Rennsli l/s	Ár
Þorkell Þorkelsson (1920)	33,3		1910
Barth (1950)	33,0		1937
Trausti Einarsson (1942)	34,0		1938
Rannsóknaráð ríkisins (1944)	32,0	0,8	1943
Jón Sólmundsson (1959)	35,0		1959
Sigmundur Einarsson (1980)	31,5 (mars)		1978
Sigmundur Einarsson (1980)		0,13(júlí)	1978
Orkustofnun (óbirt)	32,4	0,05(júlí)	1981
Sigmundur Einarsson og Brynjólfur Eyjólfsson (1982)	32,5	0,14(mars)	1982

minnkaði rennsli úr Grýtulaug um allt að helming þegar mýrin var ræst fram. Nú eru aðstæður við Grýtulaug þannig að hlaðið hefur verið að lauginni þannig að hún kemur upp í dálítilli tjörn. Skýringin á breytilegum niðurstöðum rennslismælinga er sennilega fólgin í mismiklum leka gegnum tjarnarbotninn út í mýrina.

Einhvern tíma snemma á þessari öld hljóp aurskriða yfir Grýtulaug. Samkvæmt upplýsingum frá heimamönnum á Grýtu mun vatnið þó streyma upp á því sem næst sama stað og fyrr.

Um 200 m norðan við Grýtulaug eru nokkur dý í þyrpingu. Þann 15. mars 1978 mældist hitinn í dýjunum 5,5-7,0 °C og 29. mars 1982 mældist hitinn 9,0-10,9 °C (Sigmundur Einarsson & Brynjólfur Eyjólfsson 1982). Hiti var í báðum tilfellum mældur á um 1 m dýpi. Dýin eru ekki skýrt afmörkuð og nánast smekksatriði hvað talið er eitt auga. Rennsli hefur aldrei verið mælt, en giskað er á að það sé 1-2 l/s.

Um 100 m NNV frá dýjunum mældist 6,2 °C hiti í botnleðju í skurði í mars 1978 og 7,4 °C í mars 1982.

Í næsta skurði, um 50 m vestar mældist 5,1 °C hiti í mars 1978 og 8,3 °C í mars 1982.

2.2 Hitamælingar í jarðvegi

Í byrjun ágúst 1979 voru gerðar hitamælingar í jarðvegi við Grýtu í Öngulsstaðahreppi. Tilgangur mælinganna var að afla upplýsinga um hugsanlegt rennsli heits vatns undir lausum jarðlögum á svæðinu. Þessum mælingum hafa verið gerð skil í greinargerð frá Jarðhitadeild (Ólafur G. Flóvenz 1980b) og er það tekið hér upp aftur.

Í skýrslu Orkustofnunar "Reykir í Fnjóskadal. Jarðeðlisfræðileg forathugun svæðisins" (Ólafur G. Flóvenz 1980a) eru hitamælingum í jarðvegi gerð nokkur skil. Það er talið að túlka megi hitafrávik í jarðvegi sem vott um aukið varmastreymi neðan frá ef það er a.m.k. 1°C hærra en 90% af meðalhita undanfarinna 5 vikna. Einnig er talið best að mæla að sumri, þó ekki fyrr en mánuði eftir að frost er úr jörðu.

Af framansögðu er ljóst að mælingarnar að Grýtu fóru fram á ákjósanlegasta tíma. Meðalhiti undanfarinna 5 vikna á Akureyri var rétt undir 9°C. Því má búast við að eðlilegt hitastig í jarðvegi sé 7-8°C í ágústbyrjun 1979 og hitastig yfir 9°C sé marktækt frávik.

Á mynd 2 eru niðurstöður mælinganna sýndar sem kort af jarðvegshita á 0,5 m dýpi við Grýtu. Þar kemur fram hitafrávik með NV-SA stefnu þar sem hitastigið er yfir 8°C. Á nokkrum stöðum innan fráviksins er hitastig yfir 9°C og yfir 10°C í örfáum mælipunktum. Hitafrávik þetta er svo lítið að það er á mörkum þess að geta talist vísbending um aukið varmastreymi neðan frá. Hitamæligildin eru að vísu ekki óreglulega dreifð um 8°C heldur raða sér upp á samræmdan hátt eins og myndin sýnir. Bendir það til þess að frávikid sé marktækt. Á móti kemur að þrjár mælilínanna voru endurmældar í lok september, sem er raunar óhentugur mælitími af veðurfarsástæðum, en gáfu þá ekki marktækt hitafrávik.

Mæliniðurstöður þessar vekja því grun um að jarðhitinn við Grýtu sé annað hvort tengdur NV-SA línu eða hann sé afrennsli frá hulinni uppstreymisrás einhvers staðar í hliðinni í grennd bæjarhúsanna á Grýtu.

Ástæðan fyrir lágu hitastigi er, að jarðvegur er þarna mjög rakur, sem veldur því að hitasveiflur vegna lofthitabreytinga dempast mjög ört með dýpt.

EYJAFJÖRDUR

GRÝTA Í ÖNGULSTADAHREPPI

Hitastig í jarðvegi í °C

Mælt á 0,5m dýpi í byrjun ágúst 1979

Meðalhit undanfandi

mánaði á Akureyri

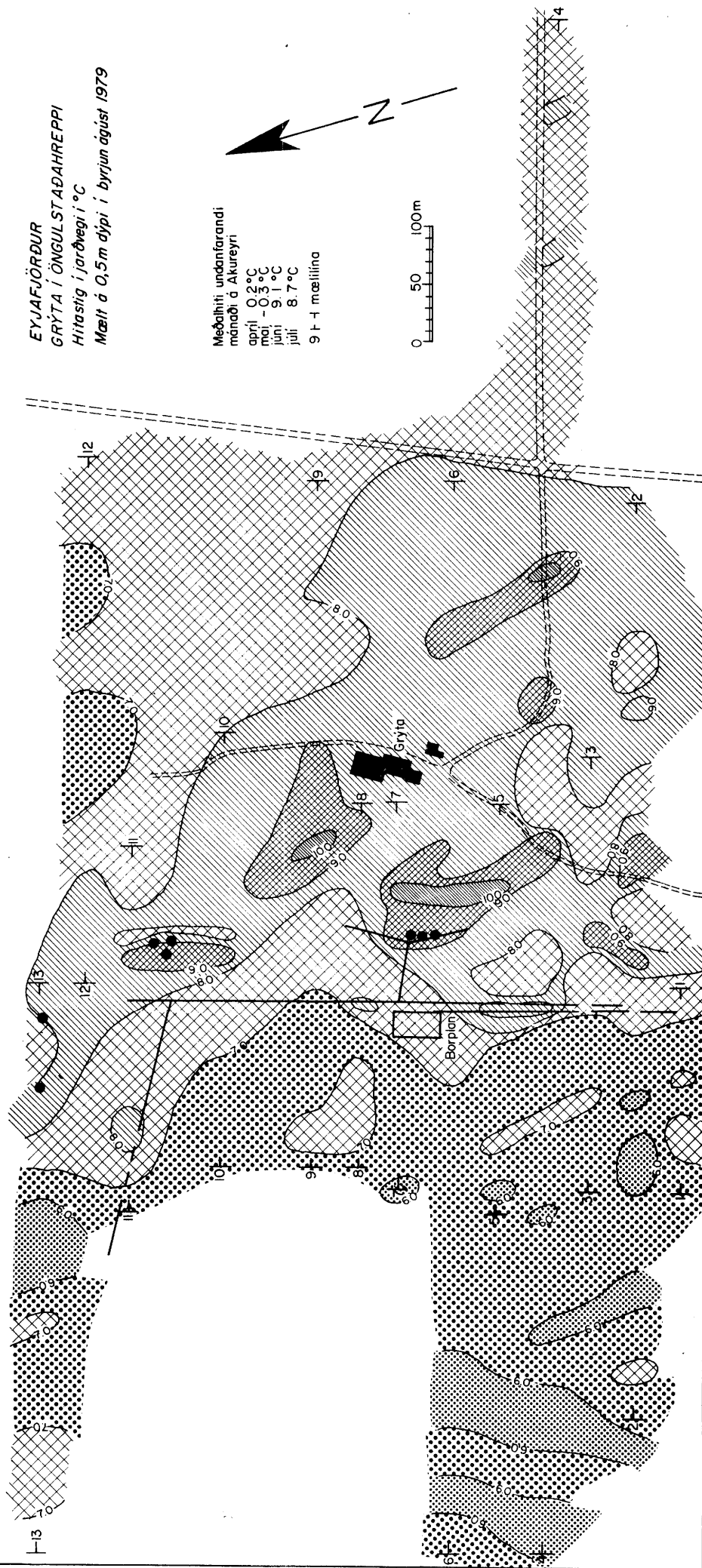
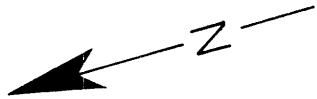
apríl 0,2°C

mái -0,3°C

júní 9,1°C

júlí 8,7°C

9 t-1 mælinga



79.12.06. 06F/AA Hitam. Eyjafj. F 18914

MYND 2 Hitamælingar í jarðvegi.

2.3 Efnainnihald vatnsins

Í skýrslu Orkustofnunar "Hitaveita Akureyrar. Rannsókn á jarðhita í Eyjafirði" (Axel Björnsson o.fl. 1979), er fjallað um efnagreiningar vatns úr Grýtulaug. Þar segir orðrétt: "Kísilhiti og Na-K-Ca hiti í uppsprettunni gefur til kynna um 90 °C hita í berggrunni. Samanburður efnahitamælanna er góður. Er þá tekið mið af meðalfráviki þessara hitamæla frá mældum hita í djúpu borholunum" (þ.e. á Laugalandi). "Hið háa hitastig samkvæmt efnahitamælunum gefur vissulega tilefni til þess að athuga af fullri alvöru borun við Grýtu. Uppsprettan við Grýtu sker sig frá öðrum jarðhita austan megin Eyjafjarðar að því er varðar flúorinnihald en klórinnihald vatnsins er einnig tiltölulega hátt. Hallast er að þeirri skýringu, að aukið klór og flúor í vatninu stafi af útskolun úr berginu samfara kælingu í uppstreymisrásum. Hin mikla kæling í uppstreyminu sem orðið hefur, ef dæma má út frá efnahitamælum og mældum hita, bendir til lélegrar vatnsleiðni jarðlaganna. Þessi lélega vatnsleiðni gæti þó verið bundin við uppstreymið en ekki gangakerfinu á meira dýpi." Síðan þetta var skrifað hafa engar frekari efnafræðilegar athuganir verið gerðar á Grýtulaug.

2.4 Segulmælingar

Gert hefur verið segulkort af stóru svæði umhverfis jarðhitastaðina í Öngulsstaðahreppi. Kort þetta nær sunnan frá Munkaþverá og norður fyrir Ytir-Tjarnir. Hluti af því er enn óbirtur. Mynd 3 sýnir þann hluta segulkortsins sem nær yfir Grýtu og næsta nágrenni. Segulsviðið er þar teiknað sem sveiflur umhverfis mælinurnar, en þær liggja frá austri til vesturs. Berggangar koma fram sem toppar eða lægðir í segulsviðinu sem rekja má frá einni mælinu til annarrar. Misgengi og óreglur í landslagi koma fram sem "stallar" í segulsviðinu.

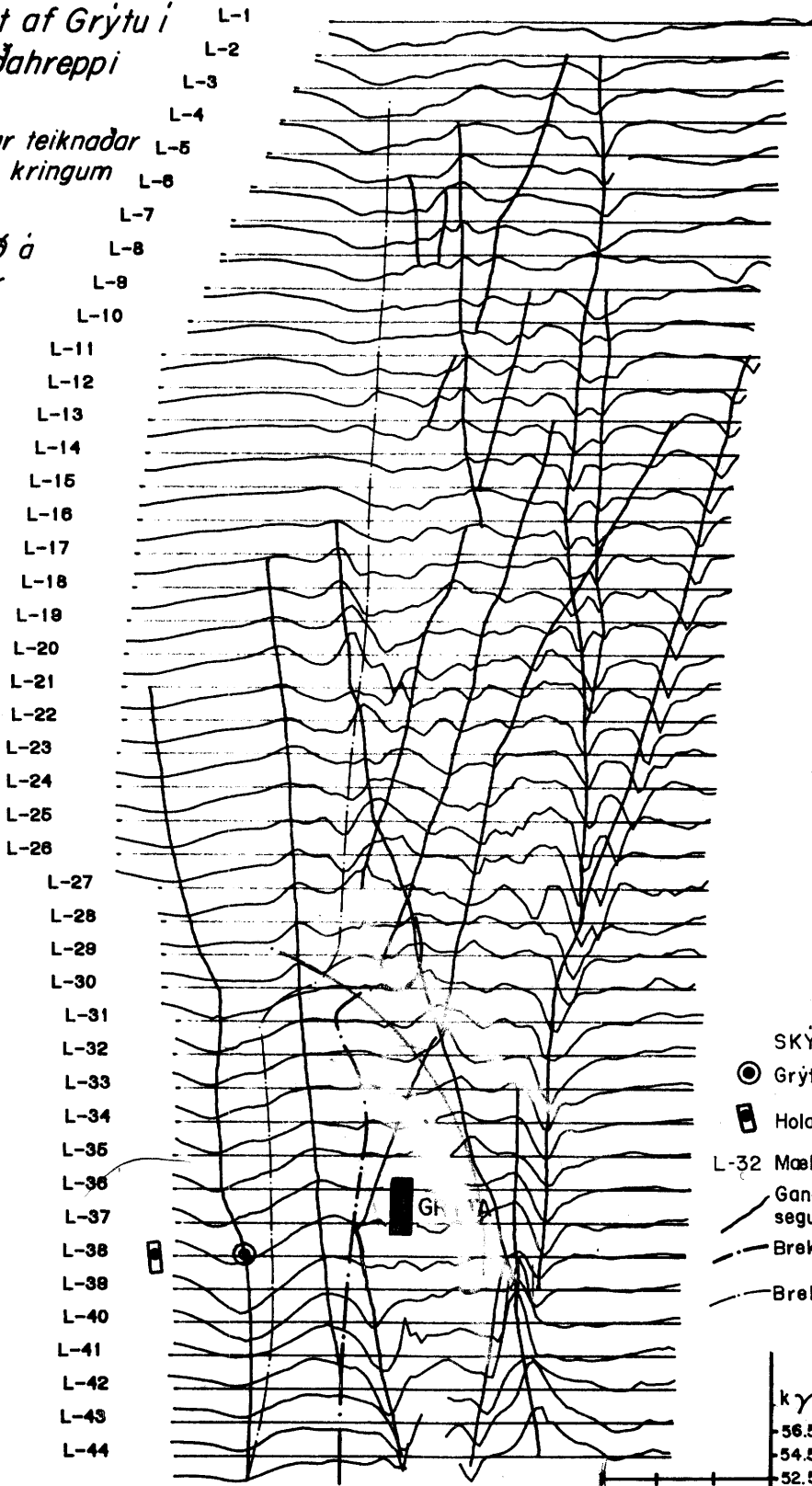
Við athugun á segulkortinu sjást allmargir gangar, bæði rétt og öfugt segulmagnaðir en engir ótvíræðir misgengisstallar sjást. Dregnar hafa verið inn línur á mynd 3, þar sem talið er að gangarnir liggi. Svo virðist sem um tvær megingangastefnur sé að ræða umhverfis Grýtu. Annars vegar er um að ræða ganga, sem hafa stefnu um 10-20° austan við norður og hins vegar ganga sem stefna um 30° austan við norður.

JHD-JEÐ-6000 ÖGF
82.03.0493 T

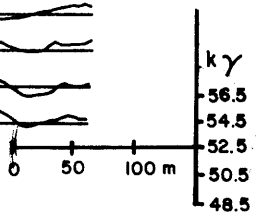
Segulkort af Grýtu í Öngulstaðahreppi

Mælingarnar teiknadar sem úrslög kringum mælinur

Segulsviðið á mælinu er 52.5 kγ



- SKÝRINGAR
- Grýtulaug
- ☐ Hóla GW-1
- L-32 Mælinu nr.32
- Gangur samkvæmt segulmælingum
- - - Brekkurót
- Brekkubrún



MYND 3 Segulkort.

Í báðum hópunum eru gangarnir ýmist rétt eða öfugt segulmagnaðir. Grýtulaug virðist vera beint yfir öfugt segulmögnum gangi, sem stefnir um 10 austan við norður (Axel Björnsson o.fl. 1979). Í brekkunni milli Grýtulaugar og bæjarhúsanna sést rétt segulmagnaður gangur. Að auki virðast a.m.k. þrír gangar með stefnu um N30°A stefna inná svæðið milli laugar og bæjar en segulfrávikin sem fylgja þeim eru dauf og hverfa undir þykkum malarmyndunum í brekkunni við Grýtu. Þá sést sterkt neikvætt segulfrávik rétt sunnan Grýtu, en virðist hverfa er nær dregur bænum. Af framansögðu er ljóst, að 3-6 gangar liggja um svæðið milli Grýtulaugar og bæjarhúsanna. Hvort einhver þessara ganga er vatnsleiðari verður ekki fullyrt hér, en hugsanlegt er að fá úr því skorið með viðnámsmælingum.

2.5 Viðnámsmælingar

Allmikið hafði verið viðnámsmælt í Eyjafirði fram til 1979. Veruleg vandkvæði voru hins vegar á túlkun mælinganna vegna saltra setlaga á dalbotninum. Þó var ljóst að lágt viðnám vegna jarðhita kom fram á stóru svæði í Hrafnagils- og Öngulsstaðahreppi og virtist það umlykja flesta jarðhitastaðina (Axel Björnsson o.fl. 1979). Grýtulaug reyndist vera nálægt suðausturmörkum þessa lágviðnámssvæðis. Síðan borun GW-1 lauk hafa viðnámsmælingar í Eyjafirði verið endurtúlkaðar og allmikið mælt þar til viðbótar m.a. við Grýtu. Niðurstöðum viðnámsmælinganna voru gerð skil í skýrslunni "Viðnámsmælingar og mat á jarðhitasvæðum í Eyjafirði" (Ólafur G. Flóvenz & Brynjólfur Eyjólfsson 1981). Þar segir um Grýtu: "Grýta er talin tengd sérstöku vatnskerfi, þar sem dæling á Laugalandi virðist ekki hafa áhrif á laugarnar þar. Viðnám næst Grýtulaug er um 90 Ωm en mæling rétt norðar gefur tæpa 60 Ωm. Hugsanleg vatnsvinnsla gæti orðið 10-40 l/s af 80-90°C vatni. Hitastigið er metið út frá hitamælingu í borholunni við Grýtu. Ef miðað er við herra viðnámsgildið og lægra hitastigið er aflið einungis 2MW en verður 8MW er lægra viðnámið og herra hitastigið er notað".

3 HOLA GW-1

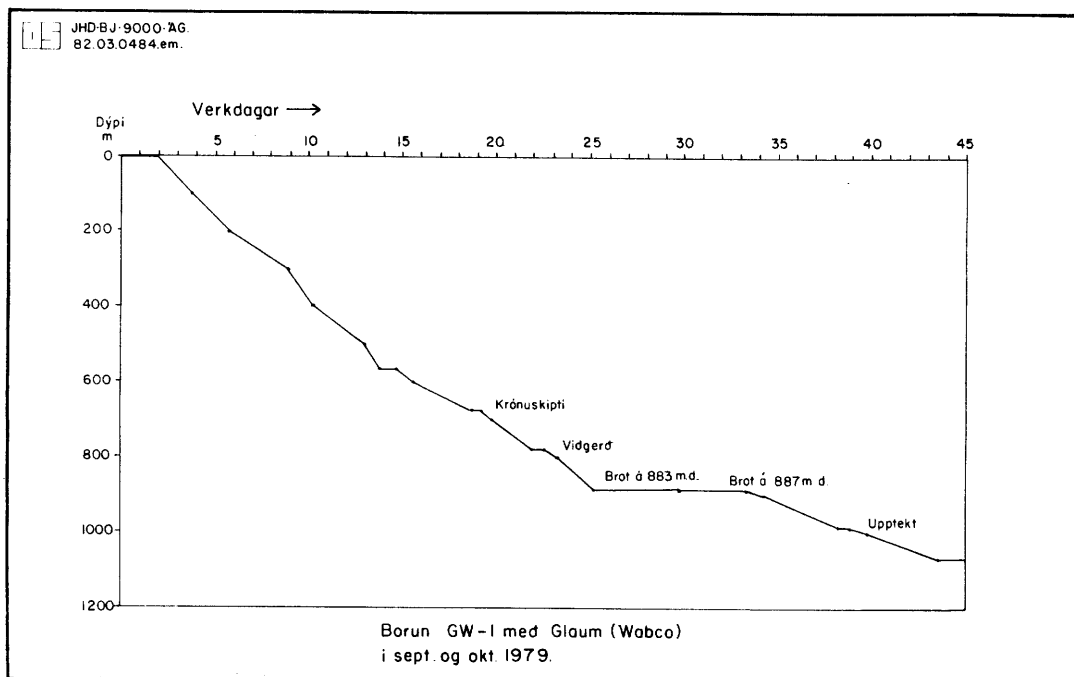
3.1 Staðsetning á holunni GW-1

Holunni var valinn staður um 80-85 m vestan við Grýtulaug (mynd 1). Samkvæmt segulmælingum er berggangur beint undir lauginni (mynd 3). Gert var ráð fyrir að ganginum hallaði um 6° til vesturs frá lóðréttu en það er í samræmi við meðalhalla ganga í næsta nágrenni. Gengið var út frá því að þessi gangur væri vatnsleiðarinn og miðaðist staðsetningin við að skera hann á um 700-1000 m dýpi.

3.2 Borun GW-1

Á tímabilinu 19. júní - 20. júlí 1979 var boruð 65,3 m djúp hola fyrir Glaum, með höggbor 3. Reyndist dýpið niður á klöpp vera 42 m. Glaumur (Wabco) var fluttur að Grýtu 24. ágúst 1979 og byrjaði að bora tveimur dögum síðar. Alls tók verkið 45 daga og varð holan 1067 m djúp. Mynd 4 sýnir hvernig verkið gekk fyrir sig. Þar kemur fram að borun gekk áfallalaust niður í 883 m, en þá brotnaði neðsta borstöngin neðan við boxið. Dór dugði ekki til að ná upp brotinu og þurfti því að bora utan með stangarlengjunni til að losa um. Soðnir voru saman tæpir 70 m af rörum, en ekki var komið niður í sand fyrr en 7,6 m frá botni. Þegar botni var náð var gel blandað og dælt niður til að hindra sand í að falla að aftur og festa meðan á upptekt og síðan niðursetningu á fiskitæki stæði. Eftirleikurinn við að ná brotinu upp var síðan auðveldur. Ekki höfðu verið boraðir nema tæpir 3 m í viðbót þegar borstrengurinn brast í annað sinn. Var nú brotið fyrir neðan boxið á næst neðstu stöng. Sömu aðferðum var beitt við að fiska upp brotið og í fyrra skiptið. Eftir þetta gekk borun slysalaust fyrir sig niður í 1067 m, sem varð endanlegt dýpi holunnar.

Niðurstöður hallamælinga eru birtar í töflu 3. Ekki er hægt að segja annað en að holan sé allvel bein, þar sem mestu frávik frá lóðréttu voru aðeins $1,5^\circ$ og mældust í 350 m, 400 m, 600 m og 800 m. Reynt var að víddarmæla holuna eftir að búið var að ná upp eftir fyrra brotið. Það tókst ekki, þar sem gel og sandur trufluðu mælitæki.



MYND 4 Borun GW-1 með Glaum (Wabco) í sept. og okt. 1979.

TAFLA 3 Hallamælingar í holu GW 1.

50 m	0,75 °	350 m	1,5 °
100 m	0,5 °	400 m	1,5 °
150 m	1,0 °	500 m	1,0 °
200 m	0,75 °	600 m	1,5 °
300 m	0,75 °	800 m	1,5 °
		1010 m	1,0 °

Árangur borunar varð lítill sem enginn. Aðeins vætlaði upp úr holunni og þótti ekki ástæða til að eyða peningum í að setja niður fóðringu. Glaumur var fluttur af borstað 15. okt. 1979.

3.3 Borholumælingar

Hér að framan hefur verið fjallað um mælingar í borun, þ.e. halla-
mælingar, misheppnaða víddarmælingu og hitamælingar. Auk hitamæl-
ingar um miðjan janúar 1980 voru eftirfarandi mælingar gerðar:

Víddarmæling

Viðnámsmælingar 16" og 64"

Neftrónudreifing

Náttúrulegt gamma

Allar þessar mælingar eru teiknaðar upp samhliða jarðlagasniði á
mynd 5 (blað 1-4) til þess að bera saman einstakar breytingar á
mæliferlum svo og jarðlagasnið.

Víddarmælingin sýnir breytingar á holuvídd og þar með svokallaðar
skápamyndanir, sem orsakast aðallega af útskolun linra jarðlaga eða
hruni úr mjög sprungnu bergi. Öll holan er nokkuð útvöskuð, samanber
víddarmælinguna á mynd 5, bl. 1-4. Það eru aðallega hin svokölluðu
millilög, sem vaskast út. Neðan við 710 m er áberandi versti kaflinn.
Þar eru mestu skápamyndanir enda eru þarna þykk setlög og breksíur
og bergið er þar mjög sprungið. Þrátt fyrir að útvöskun sé eins og
víddarferillinn ber vitni um, ætti það ekki að mæla á móti dýpkun
holunnar, þar sem nákvæmlega er vitað hvar og hversu miklar útvíkk-
anir eru.

Viðnámsmælingar og neftrónudreifingin gefa til kynna vatnsinnihald
(poruhluta) bergsins í holuveggjunum. Lágt viðnáms og lítil neftrónu-
geislun gefur til kynna hátt vatnsinnihald. Hraunlagamót koma fram
sem lögðir en þétt berg sem toppar. Neftrónudreifingin er sérlega
hentug hvað þetta varðar og því til skýringar er rétt að skoða ferilinn
á mynd 5, bl. 2 og 3, á því dýpi þar sem gangar eru skornir í holunni.
Óverulegar breytingar eru á neftrónuferlinum frá tæpum 550 m niður í
585 m sem gefur til kynna einsleitt (homogent) berg. Þar neðan við
kemur fram snögg breyting, ferillinn sýnir herra útslag sem þýðir þéttara
berg. Áberandi lág gildi eru milli 620 m og 630 m. Þar er bergið mikið
sprungið og því opnara og vatnsríkara heldur en ofan og neðan við.

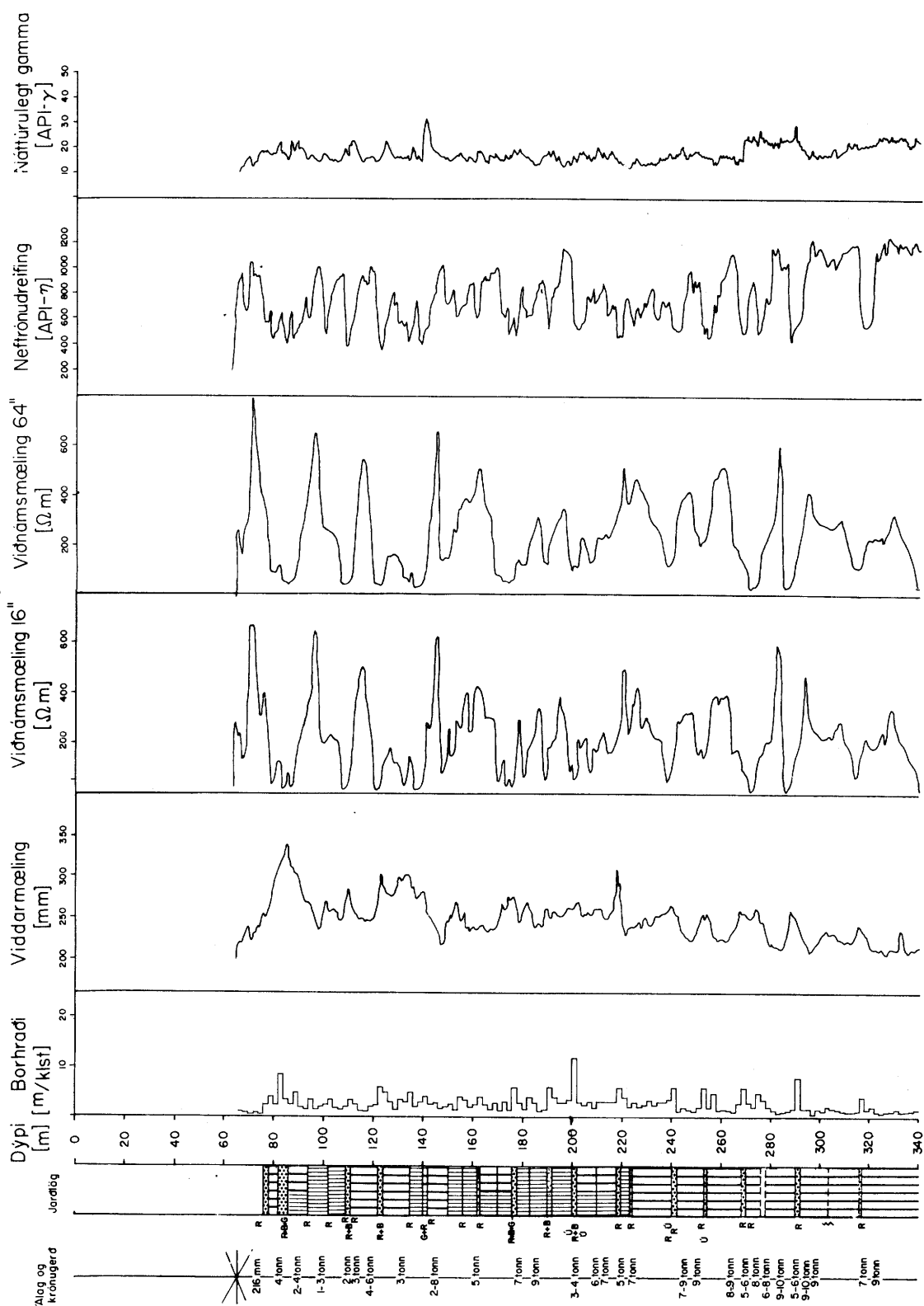
Náttúrulegt gamma er mælikvarði á náttúrulega gammageislun frá berginu í holuveggjunum. Magn þeirra efna, sem valda mestri útgeislun, eins og U, Th og K er í réttu hlutfalli við magn kísilsýru í berginu (SiO_2) (Valgarður Stefánsson o.fl. 1982). Þannig gefur mæling á náttúrulegri útgeislun góðar hugmyndir um efnasamsetningu bergsins. Samkvæmt því er ekkert súrt berg í jarðlögum sem holan sker.

3.4 Jarðlög sem GW-1 sker

Á mynd 5 er sýnt jarðlagasnið úr borholunni, efstu 540 metrarnir eru basaltlög, aðskilin af svo kölluðum millilögum, og breksíum. Basaltið er flokkað niður í tvo undirflokka, póleiít- og ólivín-póleiítbasalt. Póleiítbasalt einkennir efstu 150 metrana. Þá taka við 75 m af ólivínpóleiít basalti. Síðan tekur póleiítbasalt við á ný og nær niður í 350 m. Þar fyrir neðan er 10 m þykkt setlag, sem skilur á milli basaltgerða, þá tekur ólivínpóleiít við og sést niður í 540 m. Þar er komið niður á dólerítgang, sem sker basaltstaflann. Samfelld er borað gangberg niður í 710-720 m. Gangurinn virðist samsettur úr tveimur eða þremur einingum. Annarsvegar getur verið um að ræða þrjá samliggjandi ganga. Hinsvegar getur verið um tvo ganga að ræða, þar sem annar treður sér í gegnum hinn. Síðara tilvikið má rökstyðja með mæliferlum neftrónudreifingar og náttúrulegs gamma, sem sýndir eru með jarðlagasniði á mynd 5. Frá u.þ.b. 585 m og niður í rúma 640 m er áberandi breyting á áðurgreindum mæliferlum, þ.e. neftrónudreifingin sýnir hærri útslag, sem þýðir þéttara berg, en náttúrulegt gamma sýnir lægra útslag sem gefur til kynna aðra efnasamsetningu en fyrir ofan og neðan. Áberandi sprungubelti kemur fram í neðri hluta þessa gangs á 620-630 m dýpi, þar eru einnig mjög miklar útfellingar einkum laumontítstönglar, en engin vatnæð virðist tengd því. Neðan við genginn er setlag eða breksía, fáeinir metrar á þykkt. Niður í tæða 790 m eru 5 póleiítbasaltlög. Þó leikur vafi á tveimur tilvikum hvort um er að ræða póleiít eða dólerít (gangberg). Frá 790 m niður í 825 m er dólerítgangur, en næstu 15 m þar fyrir neðan er bergið mjög sprungið og útfellingaríkt póleiítbasalt. Þar vottar jafnframt fyrir vatnsæð. Síðan skiptast á breksíur og póleiítbasaltlög niður í rúma 860 m. Þar er komið niður í enn einn dólerítganginn, sem nær niður í tæpa 900 m og er

Eyjafjörður Gryta
 Borholumælingar og
 jarðtagasníð af GW-1

Mynd 5
 blað 1 af 4

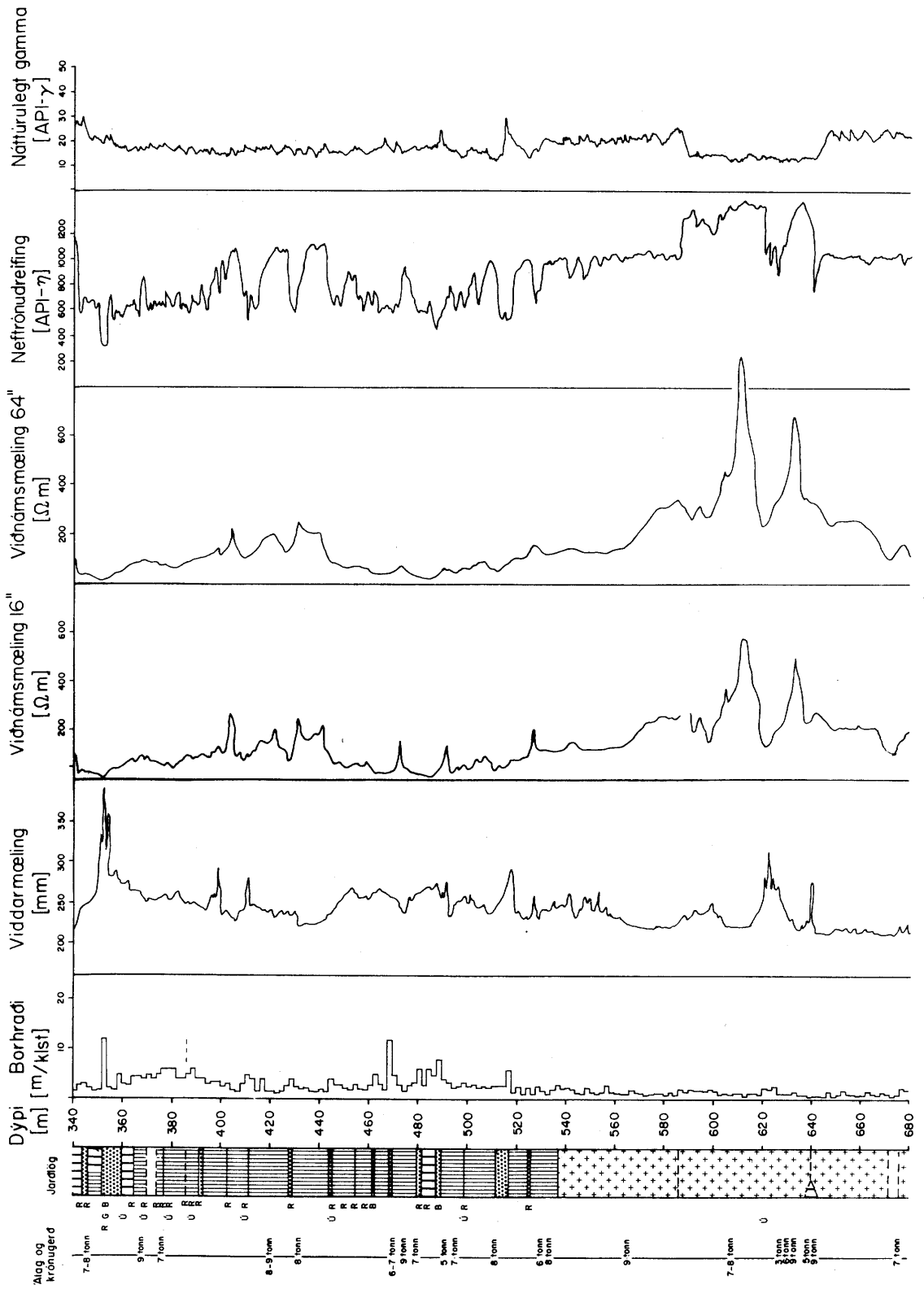


Eyjafjörður Gryta

Borholumælingar og
jardlagasnit af GW-1

Mynd 5
blað 2 af 4

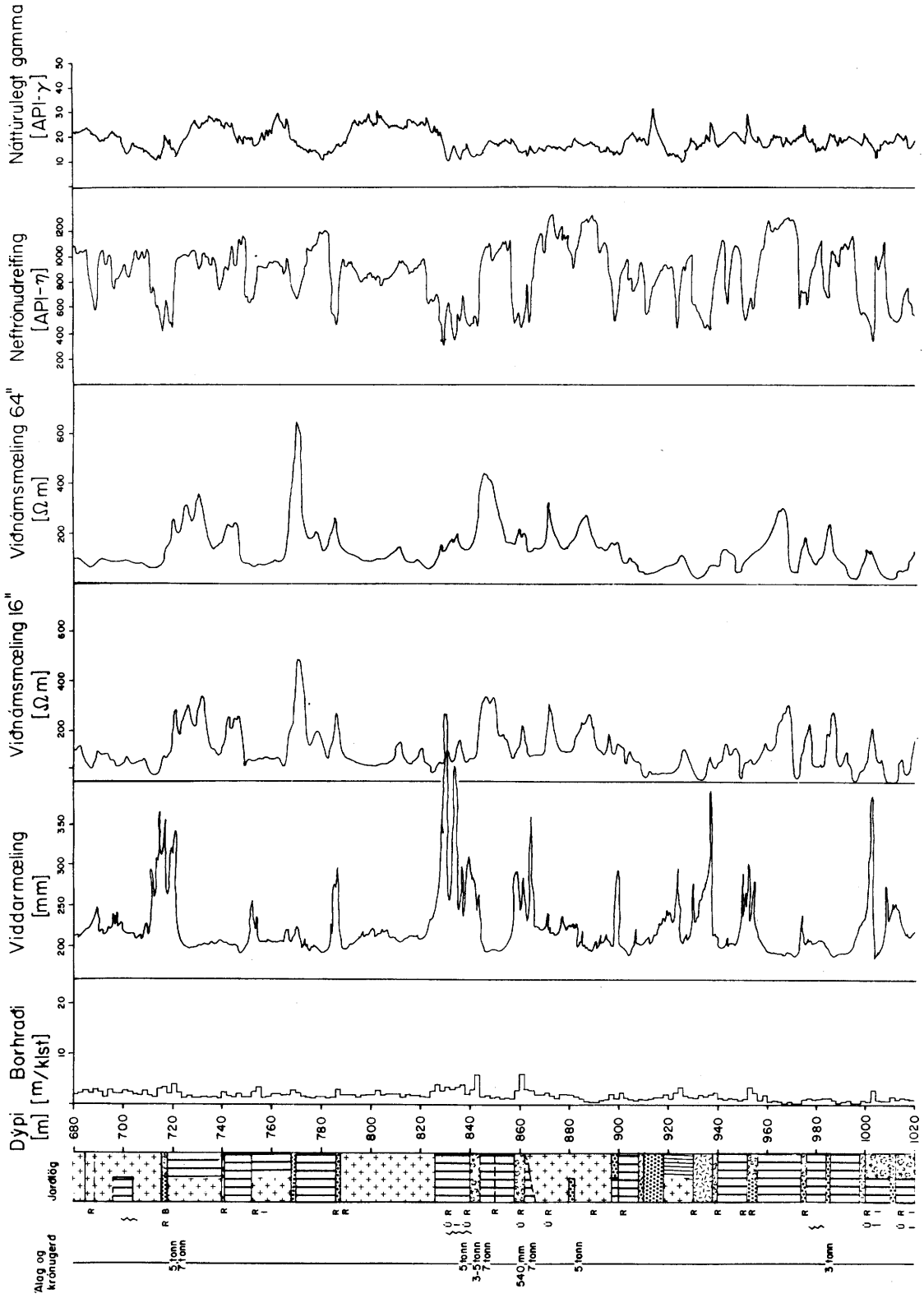
JHD BJ.6000 AG
82 03.0487 em



Mynd 5
blad 3 af 4

Eyjafjörður Gryta

Borholumælingar og
jardlagasnid af GW-1



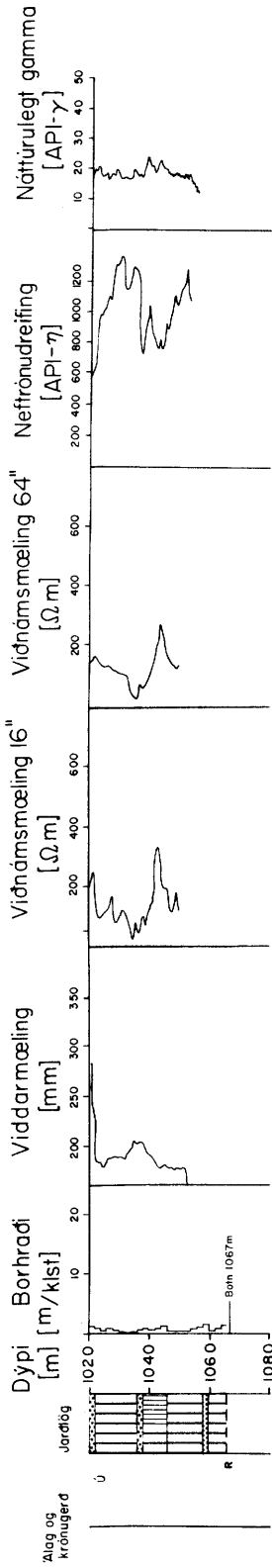


JHD-BJ-6000-AG
82.03.0487.em

Eyjafjörður Grýta

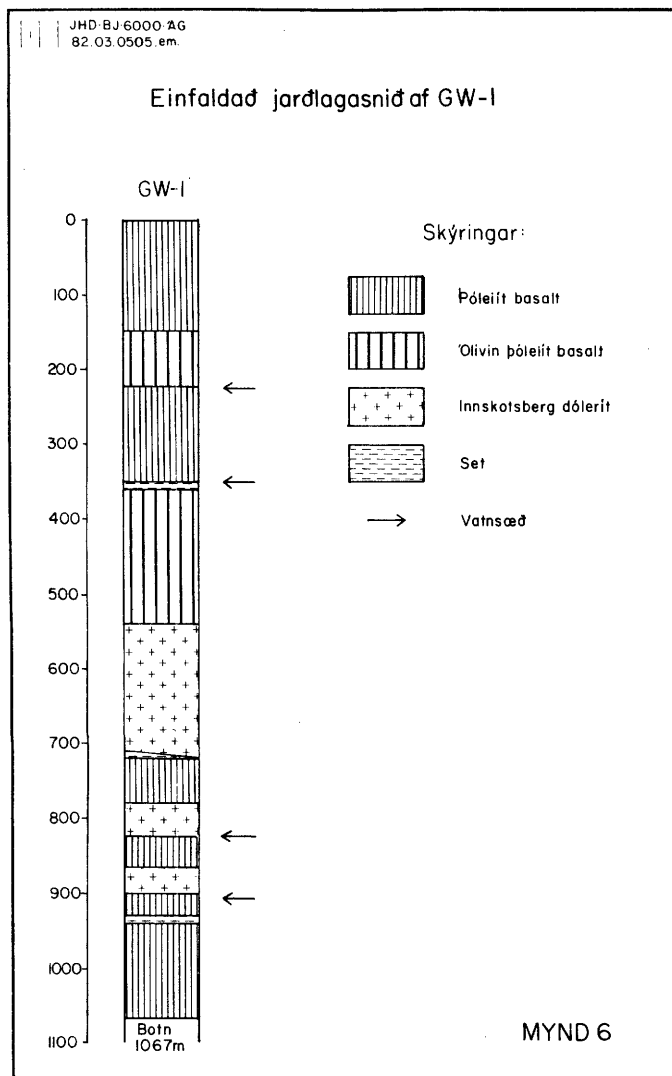
Barholumælingar og
jardlagasnið af GW-1

Mynd 5
blad 4 af 4



SKÝRNINGAR:

	Olivín pólelit basalt	R: Oxun og/eda rautt
	Pólelit basalt	G: Grænt
	Basaltbreksia	B: Brúnt
	Innskot, dálesit	Ú: Áberandi mikið af úffellingum
	Míllitlög	ξ: Áberandi mikið sprungið
	Móberg	--: Djúps lagmót



MYND 6 Einfaldað jarðlagasnið af GW-1.

jafnframt neðsti gangurinn, sem holan sker og greina má með nokkurri vissu. Niður að holubotni skiptast á póleiitbasaltlög og breksíur eða setlög. Þó er þar undantekning á þar sem tvö allþykk setlög koma fram á bilinu frá 910 m niður í 940 m aðskilin af 12 m þykku ólivínþóleiit basalti eða dóleríti. Í þessu síðastnefnda vottar fyrir vatnsæð. Frá 1000 m niður í 1020 m er bergið áberandi mikið sprungið og mikið um útfellingar.

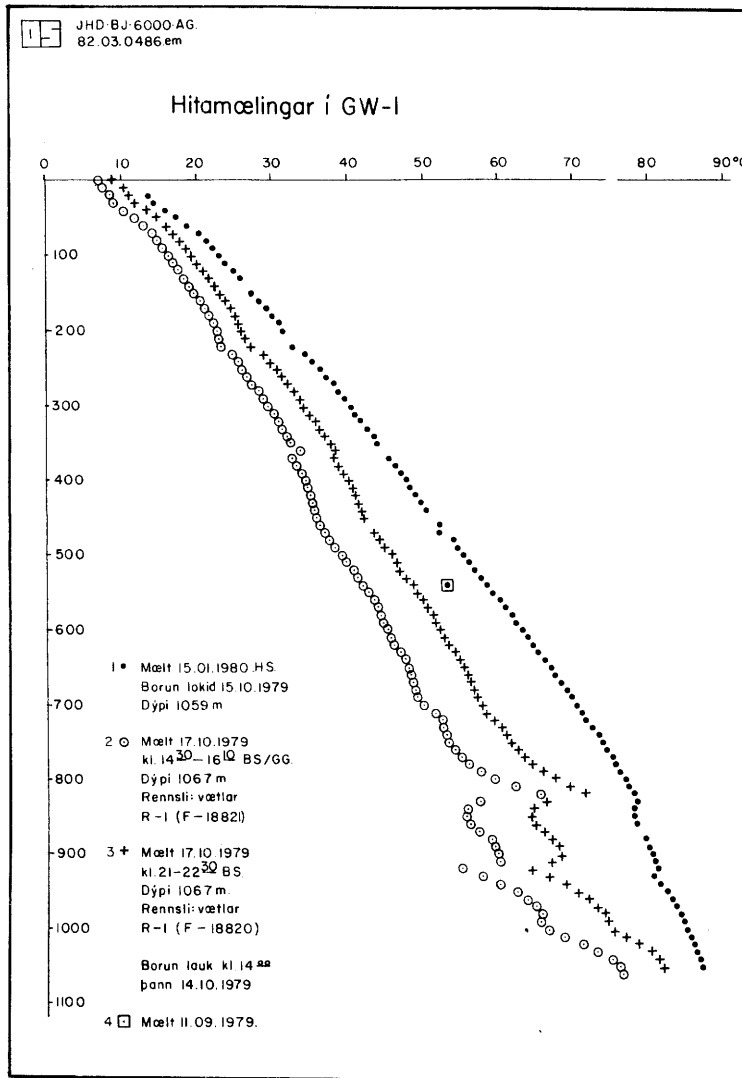
Líklegt er að þessi hola hafi skorið ganginn eða gangana við Grýtulaug, eins og henni var ætlað en án árangurs. Þó ber að hafa í huga þær forsendur, sem staðsetningin byggir á, þ.e. annars vegar

mat á halla ganganna og hins vegar að Grýtulaug sé tengd þessum göngum fremur en að vatnið komi upp ofar í brekkunni og renni síðan í lausum jarðlögum að lauginni. Ef göngunum hallar minna en $4,5^\circ$ þá hefur vatnsleiðarinn enn ekki verið skorinn. Jafnframt er vitað að gangabéttleiki eykst er neðar dregur í berggrunninn og í áttina að dalþyllingunni, og þykk laus jarðlög ofan á berggrunninum koma í veg fyrir að hægt sé að finna ganga með segulmælingum (Axel Björns-son o.fl. 1979). Það gæti þýtt að gangarnir, sem skornir eru í GW-1, liggi milli lauganna og holunnar þó engin merki um þá séu sjáanleg á yfirborði. Nánar verður fjallað um þessa möguleika í næsta kafla.

3.5 Hitastig og vatnsæðar

Á meðan á borun stóð var holan hitamæld þegar dýpið var 566 m. Mælingin hefur glatast, en í borskýrslum er þess getið að hitastigið hafi verið $53,3^\circ\text{C}$ í 540 m og kemur það heim og saman við mælingar eftir að borun lauk. Fljótlega eftir borlok var holan hitamæld tvisvar sinnum og liðu 5 tímar á milli mælinga. Tilgangurinn með því var að fylgjast með upphitun og staðsetja smáæðar sem eru í holunni. Síðan var holan hitamæld um miðjan janúar, en þá var talið að áhrifa frá kælingu í borun væri hætt að gæta og vatn og berg komið í varmafræðilegt jafnvægi (mynd 7).

Litlar æðar eru á fjórum stöðum, í 220-230 m, í 360-370 m, í 820-840 m og í 910-920 m. Efsta æðin kemur á mótum tveggja basaltmyndana, sú næsta er tengd við neðri hluta setlags, sem jafnframt er á mótum basaltmyndananna. Tvær neðstu eru líklega tengdar berggöngum, í báðum tilfellum við neðri jaðar þeirra (mynd 6). Ekki eru þessar æðar atkvæðamiklar eins og áður hefur verið getið um. Ekkert er getið um rennsli upp úr holunni í borskýrslum, en í fylgiritum með hitamælingum er sagt að það vætli upp úr henni. Botnhiti mælist rúmar 87°C , en efnahitamælar gáfu til kynna að þarna mætti líklega fá vatn allt að 90°C heitt. Nokkuð gott samræmi er þar á milli. Rétt er að benda á að hitaferill 1 á mynd 7 er farinn að sveigja að lóðréttu neðst í holunni. Bendir það til þess að vatnskerfi, um eða yfir 90°C heitt, sé nálægt holunni. Annað mikilvægt atriði



MYND 7 Hitamælingar í GW-1.

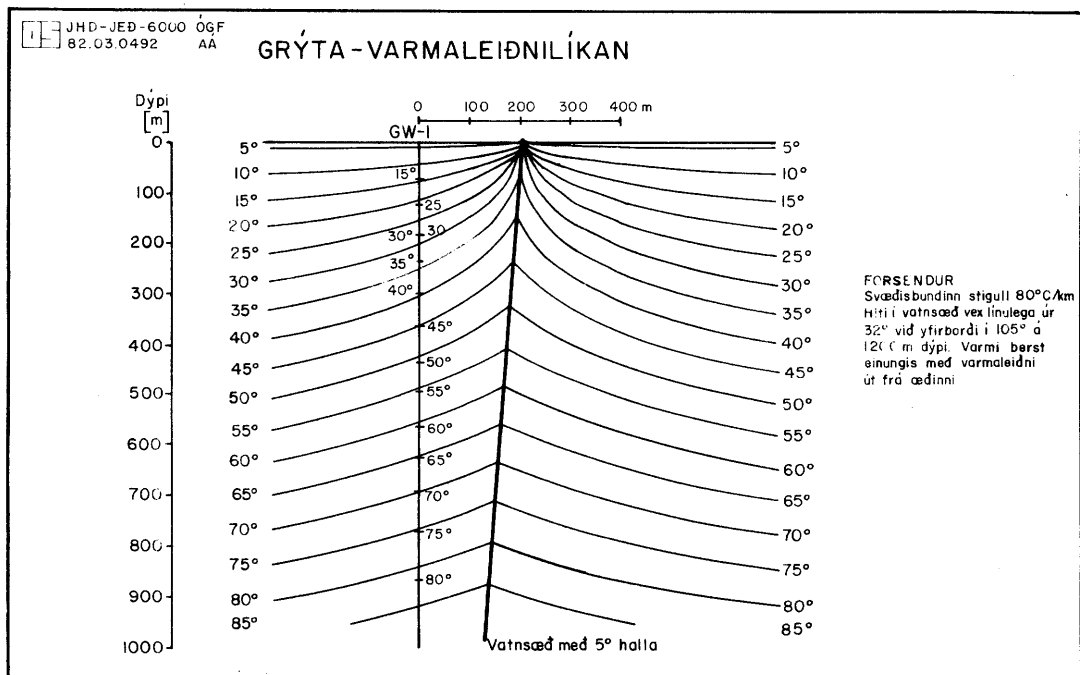
má lesa út úr hitamælingunum. Ef gangarnir, sem skornir eru, eiga að vera aðalvatnsleiðararnir á svæðinu, þá er ólíklegt að þarna sé um verulegt vatnsmagn að ræða. Byggist það einkum á því, að engin truflun er sjáanleg á hitaferlunum á þeim kafla sem gangarnir eru skornir. Má af því álykta, að vatnsleiðni í námunda við borholuna í efstu 1000 m sé mjög dræm.

Gerð hefur verið athugun á hitaferlum úr GW-1 frá janúar 1980. Þá er talið að hitajafnvægi hafi náðst milli vatnsins í holunni og bergsins. Gert var ráð fyrir að aðfærsluæð lauganna væri nærri lóðrétt sprunga eða gangur og bergið umhverfis þétt, þannig að

varmaflutningur út frá æðinni væri einungis með varmaleiðni. Ennfremur voru eftirtaldar forsendur lagðar til grundvallar:

1. Svæðisbundinn hitastigull talinn $80^{\circ}\text{C}/\text{km}$
2. Hitastigið í vatnsæðinni vaxi línulega úr 32°C á yfirborði og í 105°C á 1200 m dýpi.

Reiknuð er út hitadreifingin miðað við ofangreindar forsendur og hitamælingin úr holunni borin saman við hana. Mynd 8 sýnir hitadreifinguna miðað við að ganginum halli 5° til vesturs. Ef forsendur hitadreifingarreikninganna eru nærri lagi, þýða það að aðfærsluæð Grýtulaugar sé í um 200 m fjarlægð frá holunni. Þar fellur hitaferillinn í holunni best að jafnhitalínunum á mynd 8. Holan er þó heitari í efstu 100-200 m en hitadreifingarlíkanið gerir ráð fyrir og má skýra það með því að ríflega 32°C vatn renni frá uppstreymisrásinni undir lausum jarðlögum og út í Grýtulaug, sem er um 80 m frá holunni.



MYND 8 Grýta, varmaleiðnilíkan.

Líkan það sem hér er sett fram er engan veginn einhlítt. Ef vatnið í aðfærsluæð Grýtulaugar hitnaði minna með dýpi en hér er gert ráð fyrir mætti væntanlega draga þá ályktun að holan væri nær aðfærsluæðinni en 200 m. Hins vegar benda efnagreiningar á vatninu úr Grýtulaug til þess að það sé ættað úr nálega 90°C vatnskerfi, sem rennir stoðum undir hitadreifingarlíkanið á mynd 8.

4 SAMANTEKT OG TILLÖGUR

Þær upplýsingar sem fengist hafa með rannsóknum við Grýtu benda til eftirfarandi:

1. Um 90°C hiti er ríkjandi í vatnskerfinu við Grýtu.
2. Vatnskerfið við Grýtu er talið sjálfstætt og lítt eða ekkert tengt vatnskerfum núverandi vinnslusvæða HA samkvæmt þeim upplýsingum sem nú liggja fyrir.
3. Vísbendingar frá hitamælingum í jarðvegi vekja grun um að uppstreymisrás heita vatnsins við Grýtu sé ekki undir laugunum sjálfum heldur undir lausu jarðlögum í brekkunni austan við, í námunda við bæinn sjálfan.
4. Athugun á hitaferlinum í holu GW-1 bendir til þess að uppstreymisrásin kunni að vera í um það bil 200 m fjarlægð frá holunni, eða á svipuðum slóðum og ætla mætti út frá vísbendingunni frá jarðvegshitamælinunum.
5. Ef gangarnir, sem skornir voru í GW-1 eru þeir sömu og koma fram í segulmælingunum og liggja undir Grýtulaug, þá eru þeir greinilega lélegir vatnsleiðarar. Sé halli ganga hins vegar minni en gengið var út frá þegar holan var staðsett, þá er líklegt, að áður nefndir gangar nái yfirborði milli holunnar og lauganna.
6. Ekki fannst súrt berg í holunni.
7. Viðnámsmælingar benda til þess að vænta megi nokkurs vatnsmagns (10-40 l/s) takist að hitta á vatnsæðarnar við Grýtu.

Lagt er til að framhaldi rannsókna við Grýtu verði þannig háttað:

1. Gerðar verði viðnámsniðmælingar eftir nokkrum línunum í nágrenni Grýtu til að athuga hvort finna megi merki um vatnsleiðandi gang eða sprungu, stefnu hans og halla.
2. Að loknum viðnámsniðmælingunum verði boraðar nokkrar loftborsholur (~100 m) til frekari staðsetningar á uppstreymisrásinni. Fjöldi holanna er ekki unnt að ákvarða fyrirfram.
3. Á grundvelli þeirra upplýsinga sem fást úr viðnámsmælingunum og grunnu borholunum verði staðsett ný hola eða hola GW-1 verði dýpkuð. Sá kosturinn yrði valinn sem álitlegri þætti að aflokinni borun grunnu holanna.

HEIMILDASKRÁ

- Axel Björnsson, Kristján Sæmundsson, Sigmundur Einarsson, Freyr Þórarinnsson, Stefán Arnórsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson & Þorsteinn Thorsteinsson 1979: Hitaveita Akureyrar. Rannsókn jarðhita í Eyjafirði. Áfangaskýrsla 1978. Orkustofnun, OS-JHD-7827, 91 s.
- Barth, T.F.W. 1950: Volcanic geology, hot springs and geysers of Iceland. Carnegie Institution of Washington. Publication 587, Washington, 174 s.
- Jarðboranir ríkisins 1979: Borskýrslur Höggbors 3.
- Jarðboranir ríkisins 1979: Glaumur II. 1979.
- Jón Sólmundsson 1959: Laugabók, dagbók frá athugunum á jarðhitastöðum á Norðurlandi. Handrit í vörslu Jarðhitadeildar Orkustofnunar.
- Ólafur G. Flóvenz 1980a: Reykir í Fnjóskadal. Jarðeðlisfræðileg for-athugun jarðhitasvæðisins. Áfangaskýrsla nr. 1. Orkustofnun, OS80009/JHD, 56 s.
- Ólafur G. Flóvenz 1980b: Grýta í Öngulsstaðahreppi: Hitamælingar í jarðvegi. Orkustofnun, greinargerð ÖGF-80/02, 2 s.
- Ólafur G. Flóvenz & Brynjólfur Eyjólfsson 1981: Viðnámsmælingar og mat á jarðhitastöðum í Eyjafirði. Orkustofnun, OS81029/JHD16, 65 s.
- Rannsóknaráð ríkisins 1944: Jarðhiti á Íslandi I, alkalisk jarðhitasvæði. Reykjavík. Rannsóknaráð ríkisins, (177) s.
- Sigmundur Einarsson 1980: Grýta í Öngulsstaðahreppi: Yfirborðsjarðhiti. Orkustofnun, greinargerð SE-80/01, 4 s.
- Sigmundur Einarsson & Brynjólfur Eyjólfsson 1982: Eyjafjörður - Rennslis- og hitamælingar 29. mars 1982. Orkustofnun, greinargerð SE-BE-82/01, 2 s.
- Trausti Einarsson 1942: Über das Wesen der heissen Quellen Islands. Vísindafélag Íslendinga, rit 26, 91 s.

Valgarður Stefánsson, Ásgrímur Guðmundsson & Rolf Emmermann 1982:
Gamma ray logging in Icelandic basalts (í undirbúningi).

Þorkell Þorkelsson 1920: Undersøgelse af nogle varme kilder på Nordisland. Det Kgl. Danske Vid. Selsk., Math.-fys. Medd. III, 1.
30 s.