

ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Ólafur G. Flóvenz
Sigmundur Einarsson
Bára Björgvinsdóttir

**JARÐHITARANNSÓKNIR VIÐ GILSLAUG,
GARÐSÁRLAUG OG MJADMÁRDALSLAUG**

OS81030/JHD18
Reykjavík, desember 1981

Unnið fyrir
Hitaveitu Akureyrar

ÁGRIP

Tveir gangar sem skerast virðast stjórna uppstreymi heita vatnsins við Ytra Gil. Efnafræði heita vatnsins bendir til að þar megi fá 50-60°C heitt vatn. Viðnámsmælingar benda til að fá megi fáeina sekúndulíttra af vatni við Gilslaug. Lagt er til að gerðar verði frekari viðnámsmælingar á svæðinu og að stefnt verði að borun einnar grunnrar rannsóknarholu.

Ekki er ljóst hvað stjórna uppstreymi heita vatnsins við Garðsá. Efnahitamælur benda til að þarna fáiast vart heitara vatn en um 50°C. Viðnámsmælingar benda til nokkurrar vatnsgengdar norðan Þverár og hefur verið giskað á að ná megi 10-20 l/s af svæðinu. Æskilegt væri að reyna að staðsetja uppstreymisrás vatnsins nánar með viðnámsmælingum. Mælt er með borun 100-200 m rannsóknarholu.

Samkvæmt efnahitamælum má búast við um eða yfir 80°C heitu vatni við Mjarðmárdalslaug. Viðnámsmælingar sýna lækandi eðlisviðnám fram Mjarðmárdal, en ekkert afmarkað lágviðnám kemur fram við laugina. Uppstreymisrás vatnsins er óþekkt. Áframhaldandi rannsóknir á Mjarðmárdalslaug yrðu tvíþættar. Annars vegar yrði reynt með viðnámsmælingum og hugsanlega fleiri mælingum að ákvarða uppstreymisrás heita vatnsins. Hins vegar yrði að bora allmargar grunnar (ca 100 m) borholur til að reyna með hitastigsmælingum að staðsetja uppstreymisrásina og halla hennar.

EFNISYFIRLIT

	Bls.
ÁGRIP	3
EFNISYFIRLIT	5
MYNDASKRÁ	5
1 INNGANGUR	7
2 GILSLAUG	7
2.1 Lýsing jarðhitans	7
2.2 Efnifræði heita vatnsins	9
2.3 Viðnámsmælingar	9
2.4 Segulmælingar og jarðfræði	9
2.5 Niðurstöður rannsókna við Gilslaug	12
3 GARÐSÁRLAUG	13
3.1 Lýsing jarðhitans	13
3.2 Efnifræði heita vatnsins	14
3.3 Viðnámsmælingar	14
3.4 Segulmælingar og jarðfræði	14
3.5 Niðurstöður rannsókna á Garðsárdal	17
4 MJAÐMÁRDALSLAUG.....	17
4.1 Lýsing jarðhitans	17
4.2 Efnifræði heita vatnsins	17
4.3 Viðnámsmælingar	17
4.4 Segulmælingar og jarðfræði	18
4.5 Niðurstöður rannsókna á Mjaðmárdal	18
HEIMILDASKRÁ	22

MYNDASKRÁ

1 Yfirlitskort af Eyjafirði	8
2 Ytra Gil, segulkort	10
3 Ytra Gil, segulmæliferlar og höggun	11
4 Garðsá, segulkort	15
5 Garðsá, segulmælingar og höggun	16
6 Mjaðmárdalur, viðnámsmælingar	19
7 Mjaðmárdalur, segulkort	20
8 Mjaðmárdalur, segulmæliferlar	21

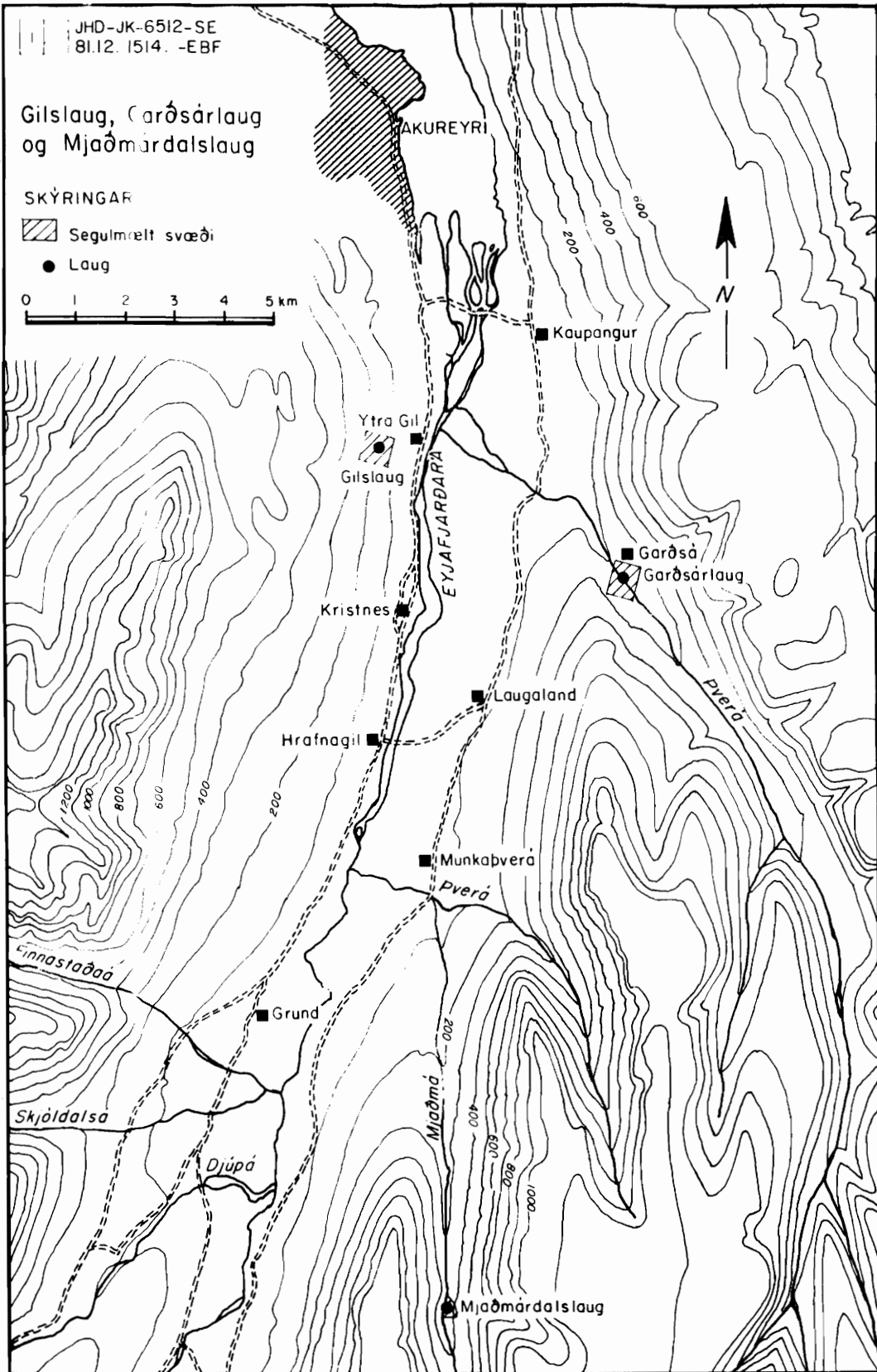
1 INNGANGUR

Árin 1980 og 1981 hafa nokkrar rannsóknir farið fram við jarðhitasvæðin við Ytra Gil, Garðsá og á Mjaðmárdal. Mynd 1 er yfirlitskort af Eyjafirði. Þessum svæðum hefur lítið verið sinnt fram að þessu, enda talin eins konar jaðarsvæði út frá meginjarðhitanum um miðbik Eyjafjarðar. Rannsóknir 1980 og 1981 fólust í viðnámsmælingum, jarðfræðikortlagningu og gerð seilskorts af nánasta umhverfi lauganna. Auk þess var hitamælt í jarðvegi við Mjaðmárdalslaug. Hér á eftir verður fjallað um niðurstöður rannsókna á hverju svæði um sig. Mikið af því hefur birst áður í skýrslum og greinargerðum en rétt þykir að draga saman á einn stað allar upplýsingar og rannsóknaniðurstöður frá hinum ýmsu jarðhitastöðum.

2 GILSLAUG

2.1 Lýsing jarðhitans

Eftirfarandi hefur að mestu birst áður í greinargerð eftir Sigmund Einarsson o.fl. (1981). Gilsá rennur eftir djúpu gili, sem er nær beint á löngum kafla. Á nokkrum stöðum í gilinu sést um 1 m þykkur gangur, sem liggur eftir því. Stefna hans er um N 75°A. Aðallaugin er niðri í gilinu í um 140 m hæð y.s. ofan við bugðu á ánni (sjá mynd 2). Laugin kemur upp í miðjum 10-15 m þykkum gangi sem liggur N 5°A. Þegar laugin var skoðuð 24. júní 1980 kom í ljós að austan við aðallaugin eru þrjár volgrur. Aðallaugin mældist 48,2°C heit, tvær þær næstu voru 12,5°C og 24,2°C og sú austasta, sem er niðri í gilinu neðan við bugðuna á ánni mældist 19,0°C heit. Rennsli úr aðallauginni var áætlað 0,4-0,5 l/s, en matið er erfitt vegna vatns úr Gilsá sem sígur saman við laugarvatnið. Rennsli úr volgrunum þremur var áætlað samtals um 0,1 l/s. Hinn 2. júlí 1981 voru laugarnar rennslismældar. Úr aðallauginni runnu 0,42 l/s og hitastig var 47,9°C. Neðsta augað var 18°C og rennsli 0,03 l/s. Úr miðlaugunum var ómælanlegt vætl.



MYND 1

Yfirlitskort af Eyjafirði

Eldri mælingar á lauginni eru að mestu samhljóða. Þorkell Þorkelsson (1930) lýsir Gilslaug og segir aðallaugina 48,4°C heita. Rennsli segir hann vera 0,4 l/s. Í skýrslu Rannsóknaráðs ríkisins (1944) er hitinn sagður vera 47,5°C og rennsli talið "ekki yfir 1/3 l/s". Árið 1977 er laugin mæld um 48,5°C heit og rennsli úr henni talið um 0,4 l/s (Axel Björnsson o.fl. 1979).

Af framanskráðu má ráða að óverulegar eða engar breytingar hafa orðið á Gilslaug og undanförunum árum og er ekki unnt að merkja þar nein áhrif vegna vatnsvinnslu annars staðar í Eyjafirði. Verður því að telja líklegt að hugsanleg vatnsvinnsla við Gilslaug yrði óháð vatnsvinnslu annars staðar í firðinum.

2.2 Efnifræði heita vatnsins

Í nýrri skýrslu um efnainnihald jarðhitavatns í Eyjafirði (Hrefna Kristmannsdóttir & Sigfús Johnsen 1981) eru birtar efnagreiningar á tveimur sýnum úr Gilslaug, öðru frá 1977 og hinu frá 1981. Kalsedónhiti reyndist 45 og 42°C sem er lægra en mældur hiti. Alkalifeldspatahiti reyndist 58 og 78°C. Út frá þessum niðurstöðum er ekki hægt að segja til um hitastig vatns sem fengist við borun við Gilslaug.

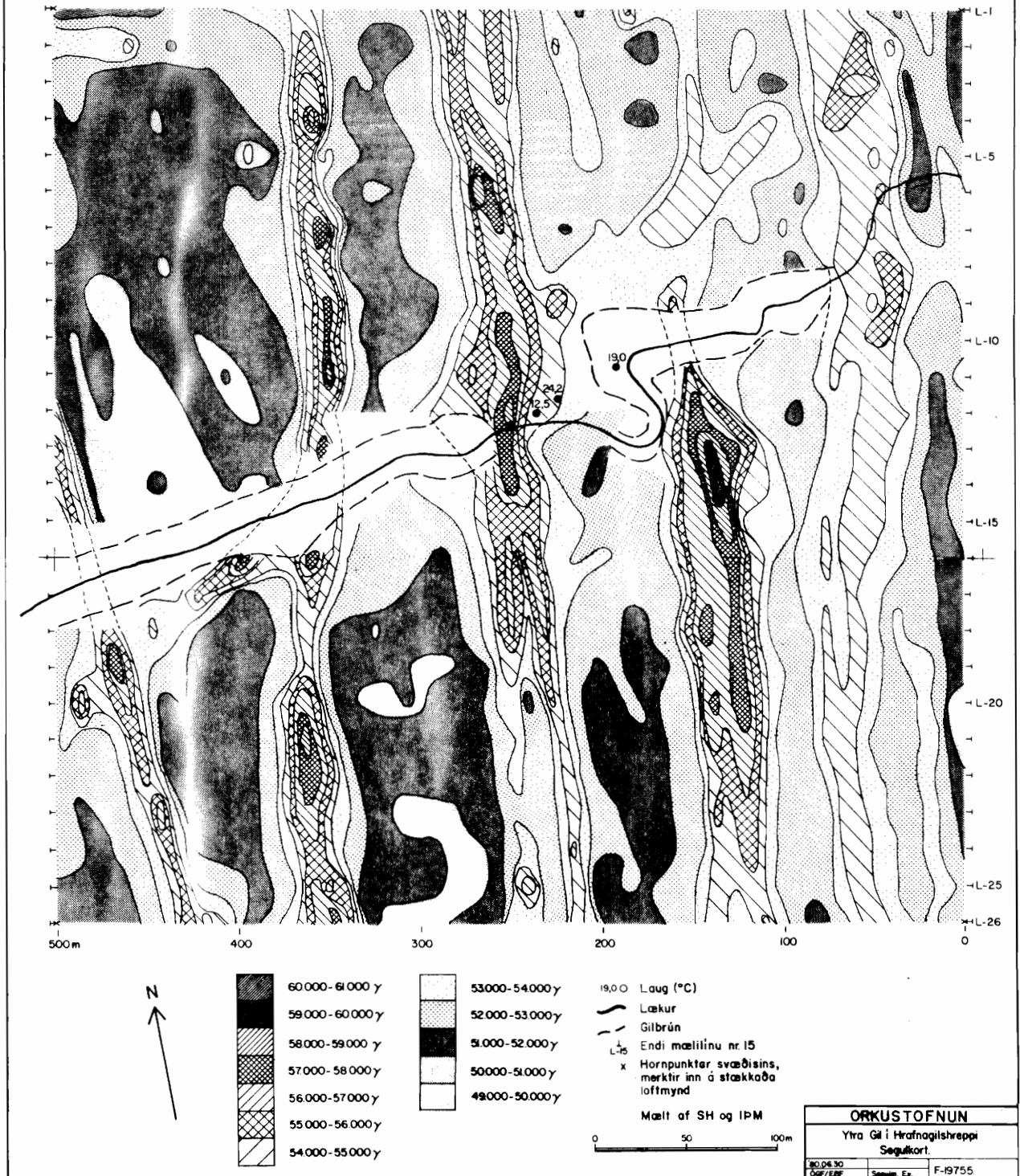
2.3 Viðnámsmælingar

Svæðisbundið viðnám í Eyjafirði er um það bil 140 Ωm. Viðnámsmæling sú sem næst liggur Gilslaug er fremur erfið í túlkun en líkur benda til þess að eðlisviðnám þar sé vart mikið undir 100 Ωm. Með samanburði við eðlisviðnám á öðrum jarðhitastöðum í Eyjafirði er vart að búast við að ná megi nema fáeinum sekúndulítrum af vatni við Gilslaug.

2.4 Segulmælingar og jarðfræði

Sumarið 1980 var segulmælt nálega 25 hektara svæði umhverfis Gilslaug. Dregið var upp jafnsviðskort sem sýnir gangana nokkuð glögg. Þetta kort er sýnt á mynd 2. Á mynd 3 eru mæliferlar teiknaðir upp og koma gangarnir ljóslega fram þar sem toppar eða lögðir, sem rekja má frá einni mælilínu til annarrar. Á því korti eru gangarnir og misgengi sem sjást í jarðlögum einnig dregin inn á. Á kortunum má sjá 8 ganga með stefnu rétt austan við norður, þar af liggja tveir þeirra þétt saman um aðal-

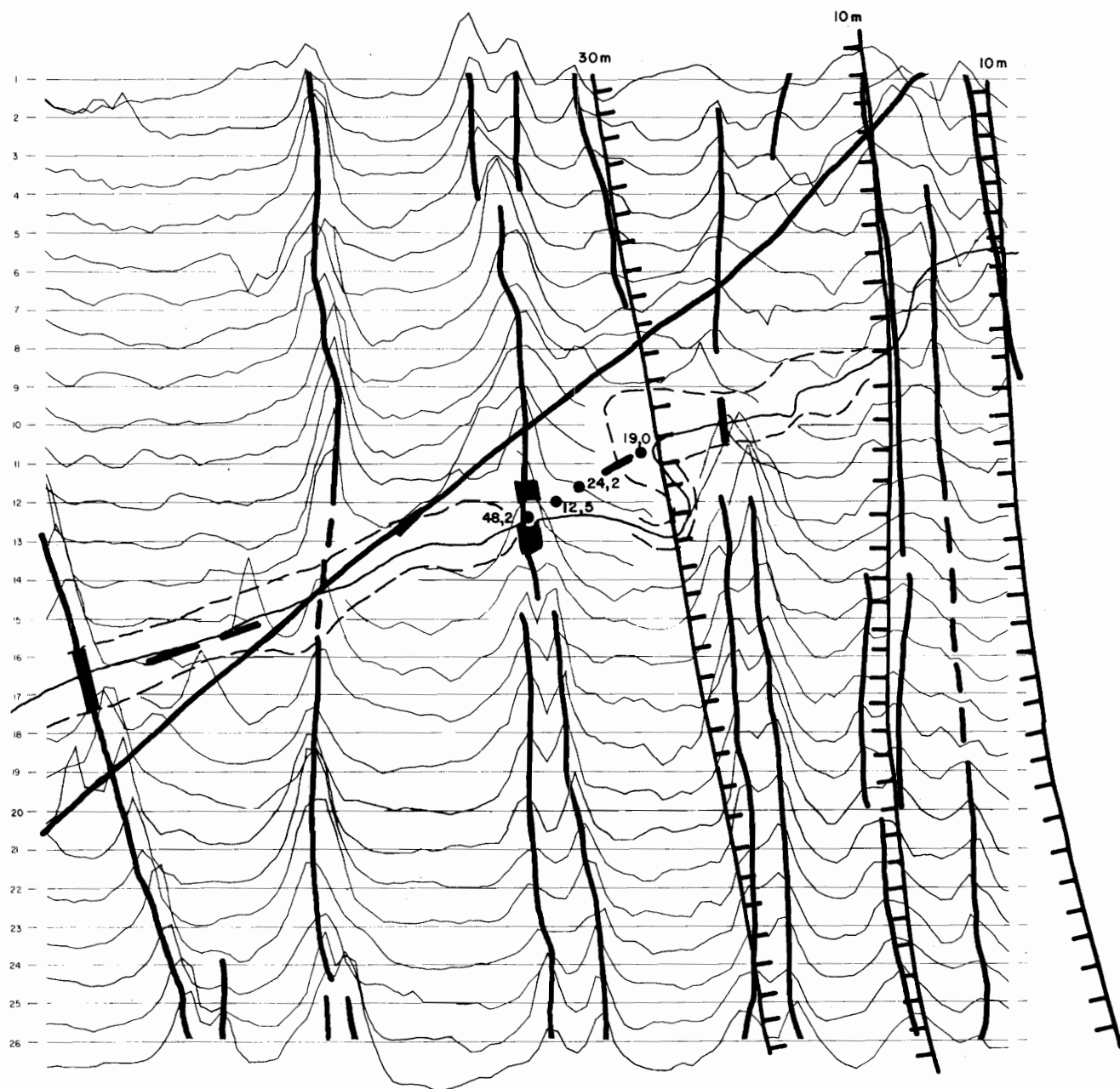
Ytra Gil, segulkort.



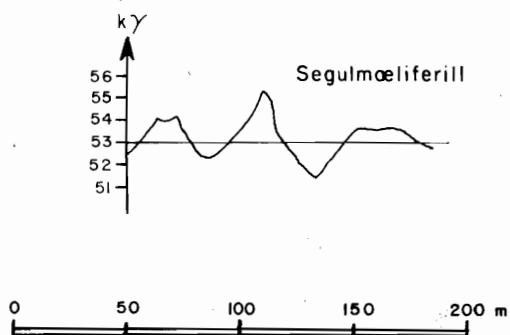
MYND 2

Ytra Gil, segulkort

Ytra Gil, segulmæliferlar og höggun



- SKÝRINGAR
- Lækur
 - Gilbrún
 - 12,5 ● Laug (°C)
 - Gangur, sést á yfirborði
 - Misgengi, fall 10m niður fannamegin
 - Rétt segulmagnaður gangur skv. segulmælingum



laugina í gílinu. Þá má á jafnsviðskortinu sjá gang með stefnu N 60°A. Hann sker norður-suður gangana sem efsta laugin er við um 60 m norðan heitustu laugarinnar. Loks sýna jarðfræðiathuganir að gangur liggur eftir gílinu sjálfu. Stefna hans er nálega N 75°A og virðast laugarnar raða sér á hann milli tveggja norður-suður ganga. Auk ganganna liggja þrjú misgengi um svæðið, sem segulkortið nær yfir, öll austan við laugarnar og volgrurnar. Stefna þeirra er nálægt því að vera norður-suður. Þau koma ekki fram á segulkortum en sjást glögglega við nákvæma jarðfræðikortlagningu. Vert er að veita því athygli að austasta volgran er rétt vestan við vestasta misgengið. Það gæti verið ábending um að misgengið takmarkaði útbreiðslu jarðhitans til austurs.

Halli jarðlaga við Ytra Gil er talinn vera 6-7° til suðausturs. Miðað við þá reglu, sem þó er brögðul, að gangar liggja hornrétt á jarðlögin, ætti norður-suður göngum á svæðinu að halla til vesturs og ganginum eftir gílinu til norðurs. Á þeim stöðum þar sem tekist hefur að ákvarða halla á norður-suður göngunum mælist hann á bilinu 4-10° til V frá lóðréttu. Erfitt hefur reynst að fá mat á halla gangsins sem fylgir gílinu. Hann er talsvert hlykkjóttur og mælist sums staðar hafa suðaustlægan halla, annars staðar norðvestlægan eða vera lóðréttur. Ef staðsetja ætti rannsóknarholu við Ytra Gil út frá fyrirbyggjandi upplýsingum yrði hún skammt norðvestan heitustu laugarinnar, og hefði möguleika á að skera norður-suður gangana og ganginn sem fylgir gílinu.

2.5 Niðurstöður rannsókna við Gilslaug

Þær niðurstöður sem nú liggja fyrir um Gilslaug benda ekki til þess, að mikils eða heits vatns sé þaðan að vanta. Hér er þó ekki um neinn endanlegan dauðadóm yfir svæðinu að ræða. Einungis ein viðnámsmæling er til í grennd við jarðhitann, þannig að varla getur talist vera búið að leita af sér allan grun. Þá ber þess að gæta að hitastigsákvörðun út frá efna greiningum á vatni úr Gilslaug er mjög óviss, en ekki augljóslega neikvæð.

Með tilliti til þessa, og nálægðar jarðhitasvæðisins við aðalhitaveituleiðsluna til Akureyrar, er talið rétt að auka nokkuð við viðnámsmælingar umhverfis Gilslaug og stefna að borun einnar grunnrar rannsóknarholu (100 - 200 m) við laugarnar. Viðnámsmælingar yrðu tvíþættar, annars vegar tvær venjulegar viðnámsmælingar með Schlumberger-aðferð og hins vegar viðnámsniðsmælingar (sjá t.d. skýrsluna "Viðnámsmælingar og mat á jarð-

hitastöðum í Eyjafirði" (Ólafur G. Flóvenz & Brynjólfur Eyjólfsson 1981) til að fræðast almennt um viðnámsmælingar). Viðnámsniðsmælingar myndu beinast að því að reyna að finna hver hinna fjölmörgu ganga eða misgengja væri vatnsleiðarinn. Ef mældir yrðu 3 km af viðnámsniðsmælingum og tvær venjulegar viðnámsmælingar má reikna með að heildarkostnaður með úrvinnslu yrði um 20-25 þúsund krónur á verðlagi í september 1981. Er þá ekki reiknað með upphaldskostnaði mælingamanna á Akureyri.

Að lokum skal þó vakin athygli á því, að rannsóknir við Ytra Gil eru neðarlega á lista í forgangsröð rannsóknaverka við jarðhitastaði í Eyjafirði samkvæmt skýrslunni um viðnámsmælingar í Eyjafirði (Ólafur G. Flóvenz & Brynjólfur Eyjólfsson 1981).

3 GARÐSÁRLAUG

3.1 Lýsing jarðhitans

Garðsárlaus er í gili Þverár ytri í svonefndum Laugarhvammi, um 400 m SSV af bænum Garðsá (sjá mynd 4). Þann 1. júlí 1978 mældist hiti í lauginni 18,1°C og rennsli 0,18 l/s (Ásgrímur Guðmundsson & Sigmundur Einarsson 1980). Þorkell Þorkelsson (1920) skoðaði laugina 1910 og mældist hiti þá 19,7°C. Barth (1950) mældi laugina 1937 og segir hita um 20°C og Jón Sólmundsson (1959) mældi 19,4°C. Laugin kemur úr sprungu í bergi undir háum bakka á gilbarminum, en nánari tengsl við berggrunninn sjást ekki vegna lausra jarðlaga.

Önnur laug er niðri í gilinu og hafði mælst þar 12°C hiti (Axel Björnsson o.fl. 1978). Vatnið seytlað út úr sprungu í klettaveggnum. Þann 1. júlí 1978 var brotið frá sprungunni og jókst rennslið þá lítillega. Hiti mældist 20,5°C og rennsli 0,05 l/s. Útfellingar eru áberandi í sprungunni (Ásgrímur Guðmundsson & Sigmundur Einarsson 1980).

3.2 Efnifræði heita vatnsins

Í skýrslu um efnainnihald jarðhitavatns í Eyjafirði (Hrefna Kristmannsdóttir & Sigfús Johnsen 1981) er bent á að Garðsárlaus sker sig nokkuð úr öðru jarðhitavatni í grenndinni hvað efnainnihald varðar. Klórmagn er þar tvöfalt meira en gengur og gerist, flúormagn og Cl/B (klór-bór) hlutfall er einnig frábrugðið. Gæti þetta bent til þess að um annað vatnskerfi sé að ræða en á Ytri Tjörnum og Laugalandi. Mat á hitastigi vatnskerfisins lofar hins vegar ekki góðu. Hitastig metið út frá kísil-sýruinnihaldi (kalsedónhiti) bendir til 50°C hita og svokallaður alkalifeldspatahiti er talinn 53°C (Hrefna Kristmannsdóttir & Sigfús Johnsen 1981).

3.3 Viðnámsmælingar

Viðnámsmæling norðan Þverár bendir til að um 80 Ωm eðlisviðnáms í jörðu en mæling sunnan ár um 190 Ωm. Bendir það til nokkurrar vatnsgengdar norðan Þverár. Gískað hefur verið á að ná megi 10-20 l/s af svæðinu (Ólafur G. Flóvenz & Brynjólfur Eyjólfsson 1981).

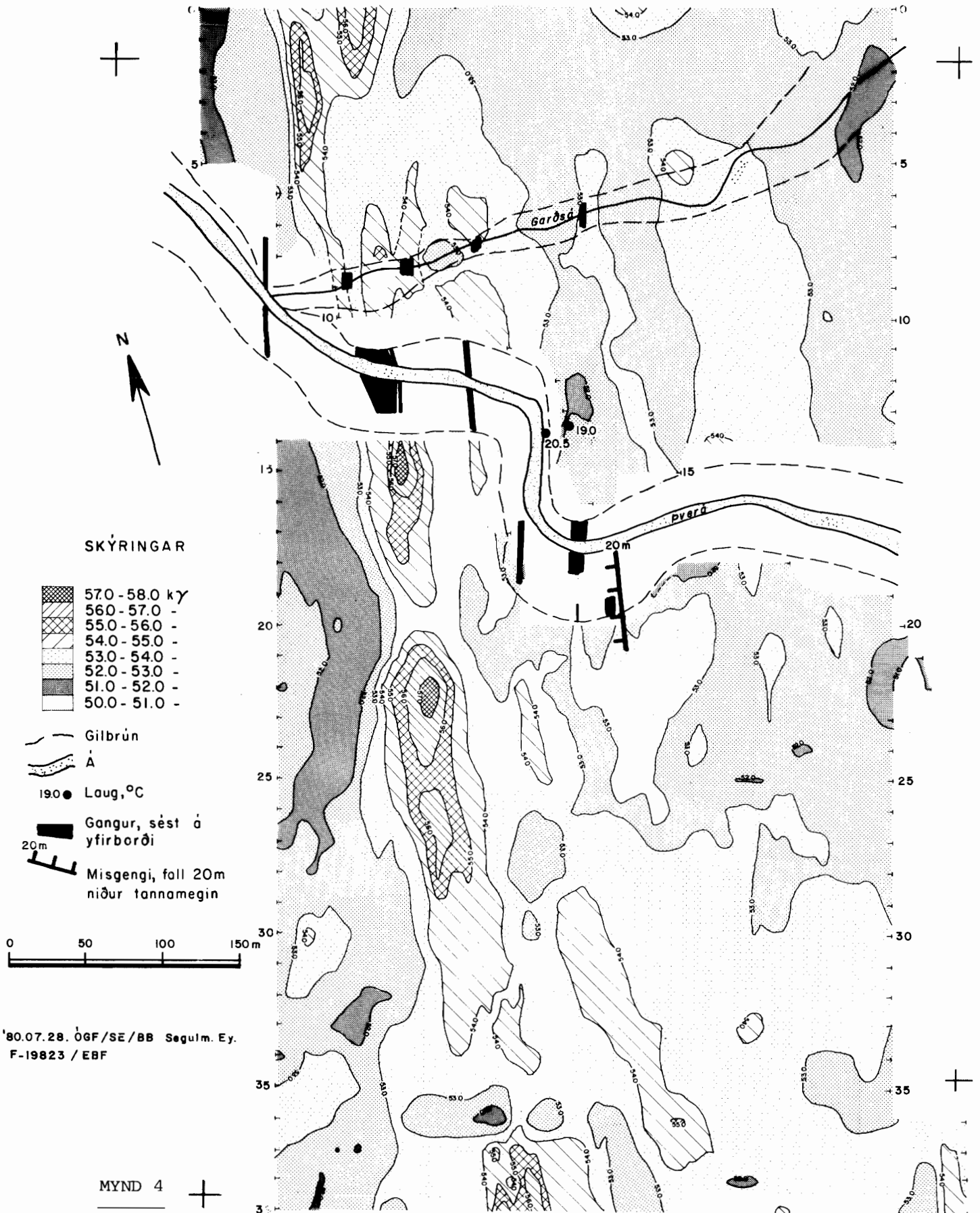
3.4 Segulmælingar og jarðfræði

Gerðar voru segulmælingar á um 3,5 ha spildu umhverfis Garðsárlaus. Mælingarnar eru birtar á myndum 4 og 5 sem jafnsviðskort og mæliferlar. Á myndirnar eru jafnframt merktir inn þeir gangar og misgengi, sem fundist hafa við jarðfræðikortlagningu. Svo virðist sem gangar á þessum slóðum séu óvenju lítið segulmagnaðir og koma þeir illa fram í segulmælingum. Þeir gangar sem sjást á kortinu hafa allir svipaða stefnu 5-10° austan við norður. Misgengið virðist hafa svipaða stefnu.

Laugarnar virðast tengdar einum ganganna, en hann er mjög óreglulegur þar sem hann sést í syðri gilbarminum og liggur í misgengi að hluta til. Einnig er mögulegt að misgengið sjálft stjórni uppstreymi heita vatnsins (sjá myndir 4 og 5).

Halli jarðlaga er 8-9° til SA og gangahalli er um 8° til V frá lóðréttu. Halli misgengisflatarins var áætlaður um 14° til V frá lóðréttu.

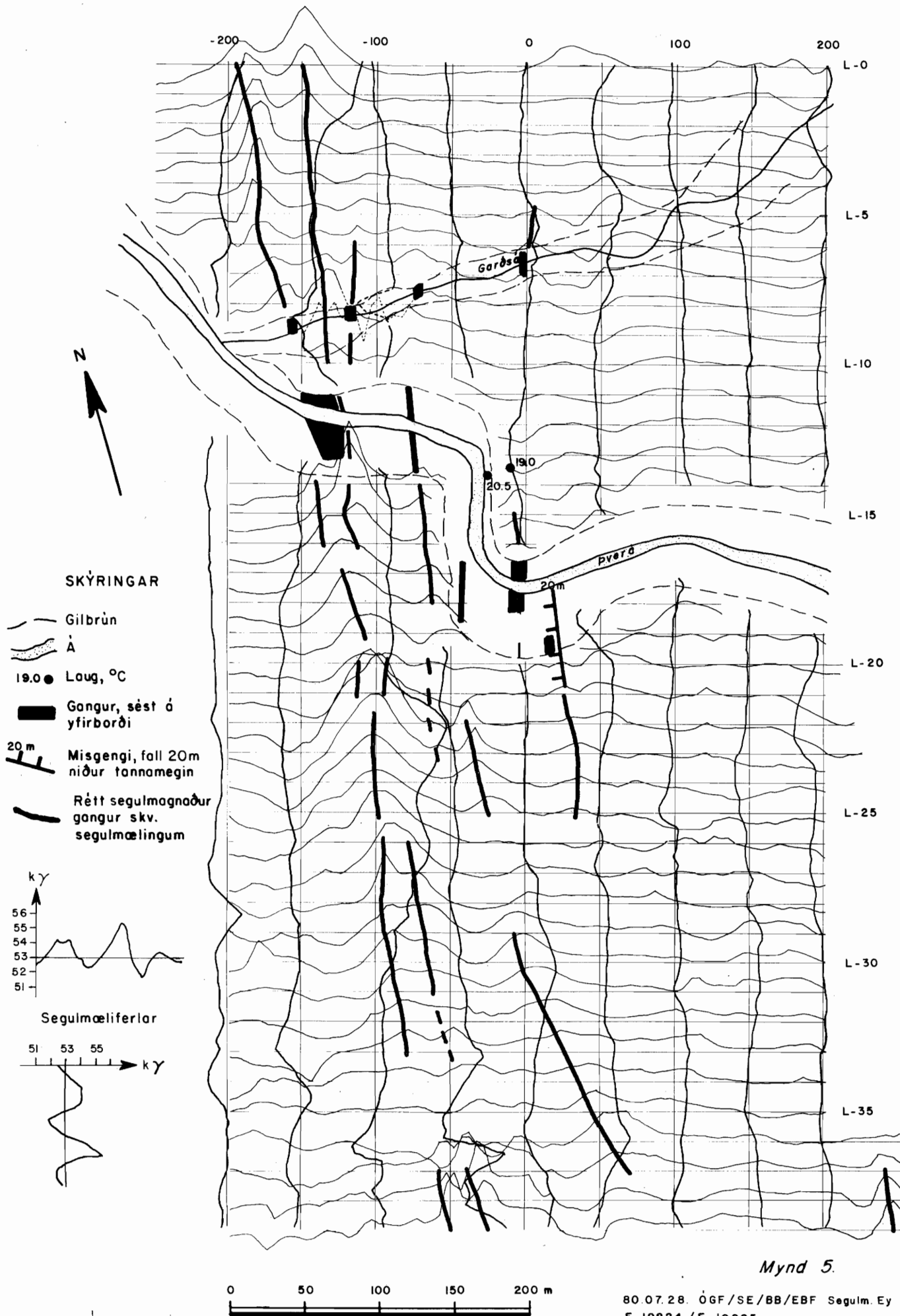
Garðsá, segulkort.



MYND 4

Garðsá, segulkort

Garðsá, segulmæliferlar og höggun



Mynd 5.

3.5 Niðurstöður rannsókna á Garðsárdal

Niðurstöður viðnámsmælinga við Garðsá eru fremur hagstæðar þótt vart sé um neina gullnámu að ræða. Mat á hitastigi í vatnskerfinu út frá efnainnihaldi laugavatnsins gefur hins vegar ekki vonir um hærri hita en 50-53°C. Vegna þess að slíkar hitaákvarðanir hafa reynst brigðular er mælt með því hér að boruð verði grunn rannsóknarhola við Garðsárlaug einhvern tíma er henta þykir. Þar sem upplýsingar um uppstreymisrás vatnsins eru frekar af skornum skammti væri æskilegt að reyna að staðsetja hana út frá viðnámsmælingum. Búast má við að kostnaður við slíkar mælingar yrði um 20.000 kr. miðað við verðlag í september 1981.

4 MJAÐMÁRDALSLAUG

4.1 Lýsing jarðhitans

Laugin er um 30 m austan við Mjaðmá, 200-300 m sunnan við ármótin þar sem Klifá rennur í Mjaðmá. Lítillega sést í basaltklöpp við laugina, en út frá henni verður ekkert ráðið í það hvers eðlis uppstreymisrásin er. Laugin sprettur fram úr lítt samlímðri ármöl. Hinn 20. ágúst 1979 mældist laugin 33°C heit og rennsli var áætlað 0,2-0,3 l/s.

4.2 Efnifræði heita vatnsins

Vatn úr Mjaðmárdalslaug er mun flúorríkara en vatn í öðrum laugum í Öngulstaðahreppi og ekki nothæft til neyslu nema því verði blandað saman við flúorsnautt vatn. Kalsedónhiti mælist 85°C og alkalifeldspatahiti 79°C (Hrefna Kristmannsdóttir & Sigfús Johnsen 1981). Samkvæmt því má búast við um eða yfir 80°C heitu vatni við djúpboranir á þessum slóðum.

4.3 Viðnámsmælingar

Viðnámsmælingar sýna að eðlisviðnám fer sílækkandi fram dalinn (sjá mynd 6). Meginlækkunin virðist eiga sér stað skammt norðan laugarinnar og virðist viðnám fara þaðan lækkandi til suðurs. Ekki verður séð að henni fylgi neitt afmarkað lágviðnám.

Viðnámslækkunina fram dalinn má skýra á tvo vegu, annars vegar sem vott um talsvert útbreitt jarðhitasvæði og hins vegar sem vott um almenna lækkun í svæðisbundnu viðnámi. Vitað er, að svæðisbundið við nám er mun lægra í Fnjóskadal en Eyjafirði, án þess að tengja megi þá lækkun við jarðhita. Til að kanna þetta nánar þyrfti ítarlegri rannsóknir, bæði viðnámsmælingar og hitastigulsboranir.

4.4 Segulmælingar og jarðfræði

Segulmælingar voru gerðar við Mjaðmárdalslaug sumarið 1980. Niðurstöður eru sýndar á myndum 7 og 8. Engir gangar fundust í grennd laugarinnar. Segulfrávikin sem fram koma á kortinu endurspeglar einungis stalla í landslagi.

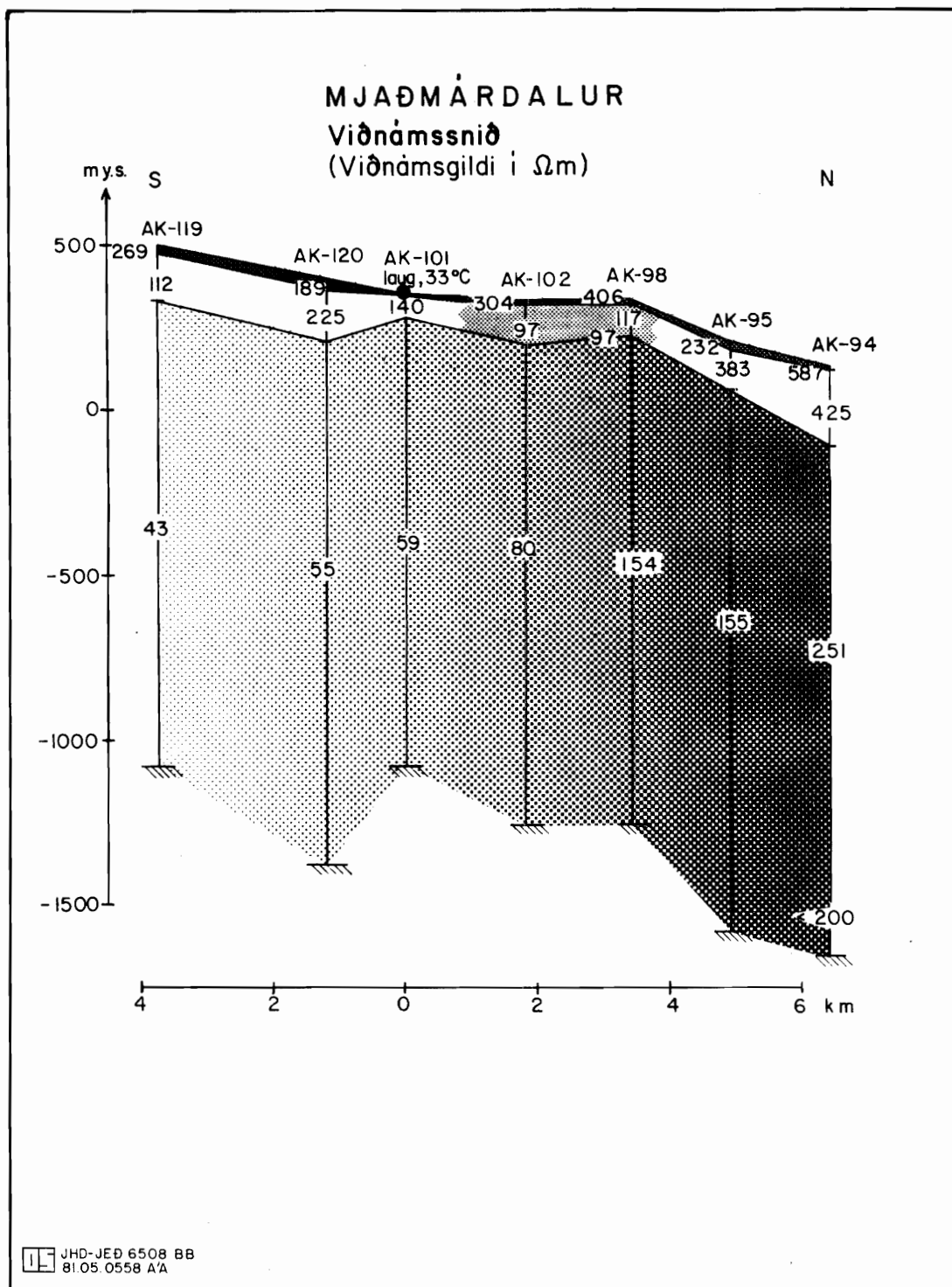
Jarðfræðikortlagning af nánasta umhverfi Mjaðmárdalslaugar takmarkast mjög af þessum jarðlögum sem hylja dalbotninn í grennd laugarinnar. Í farvegi Mjaðar sér þó víða í fast berg en þar fundust engin merki um ganga eða misgengi. Halli jarðlaga er líklegast um 7° til SA og því mestar líkur á að göngum á þessu svæði halli til V.

4.5 Niðurstöður rannsókna á Mjaðmárdal

Efnafræðiathuganir benda til hás hitastigs í vatnskerfinu, sem Mjaðmárdalslaug er angi af. Viðnámsmælingar veita ekki ótvírætt svar um hugsanlega vatnsgengd og með segulmælingum og jarðfræðikortlagningu hefur ekki tekist að tengja laugina neinum gangi eða misgengi.

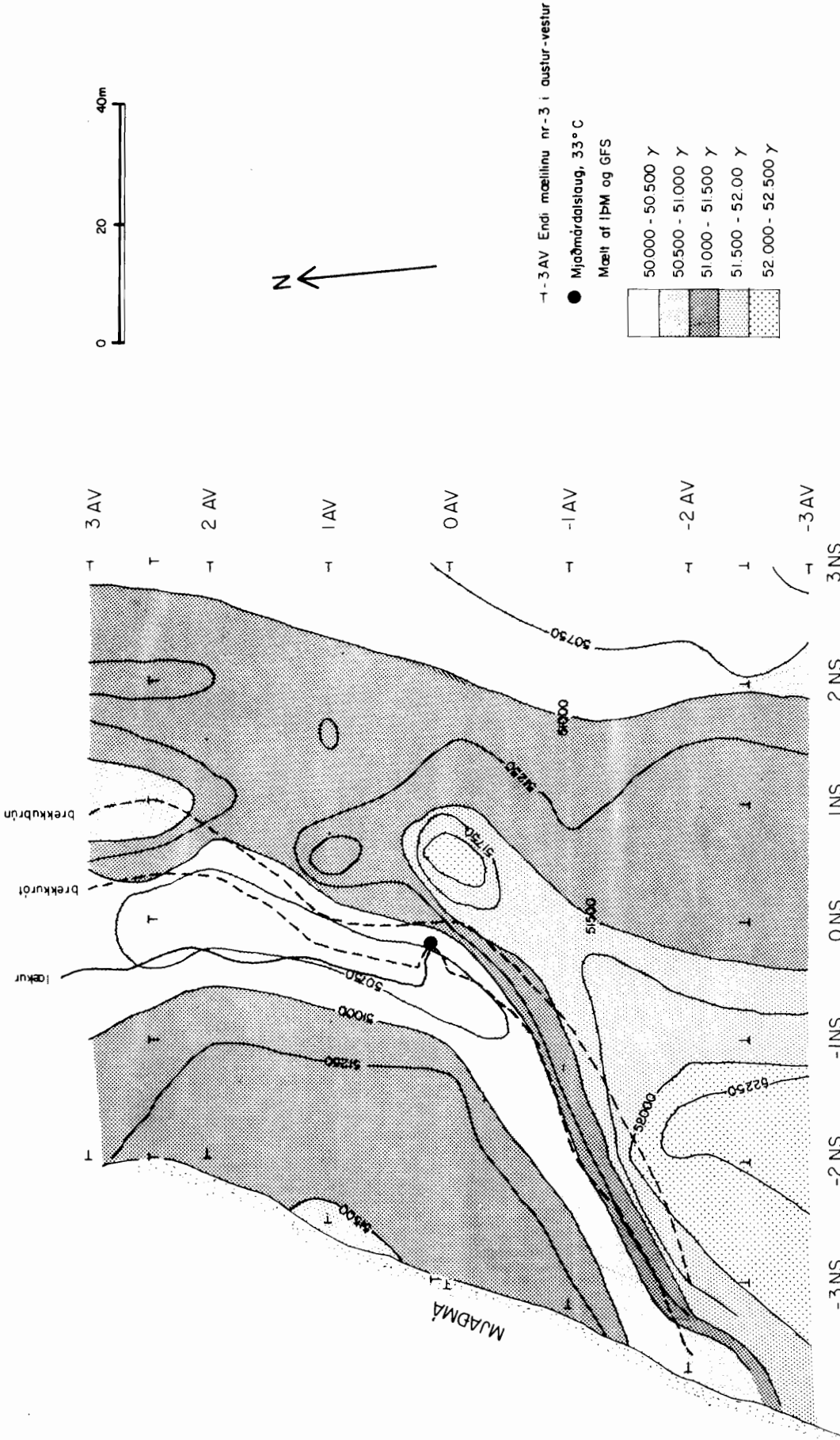
Jarðhitarannsóknir á Mjaðmárdal eru erfiðar og kostnaðarsamar. Eigi að halda þeim áfram þarf að leggja veg (jeppaveg) fram dalinn.

Áframhaldandi rannsóknir við Mjaðmárdalslaug yrðu tvíþættar. Í fyrsta lagi yrði reynt með viðnámsmælingum og hugsanlega fleiri mælingum að ákvarða uppstreymisrás heita vatnsins. Þetta gæti þó reynst erfitt vegna lítils undirlendis umhverfis laugina. Í öðru lagi yrði að bora allmargar grunnar (ca 100 m) borholur til að reyna með hitastigsmælingum að staðsetja uppstreymisrásina og halla hennar.



MYND 6

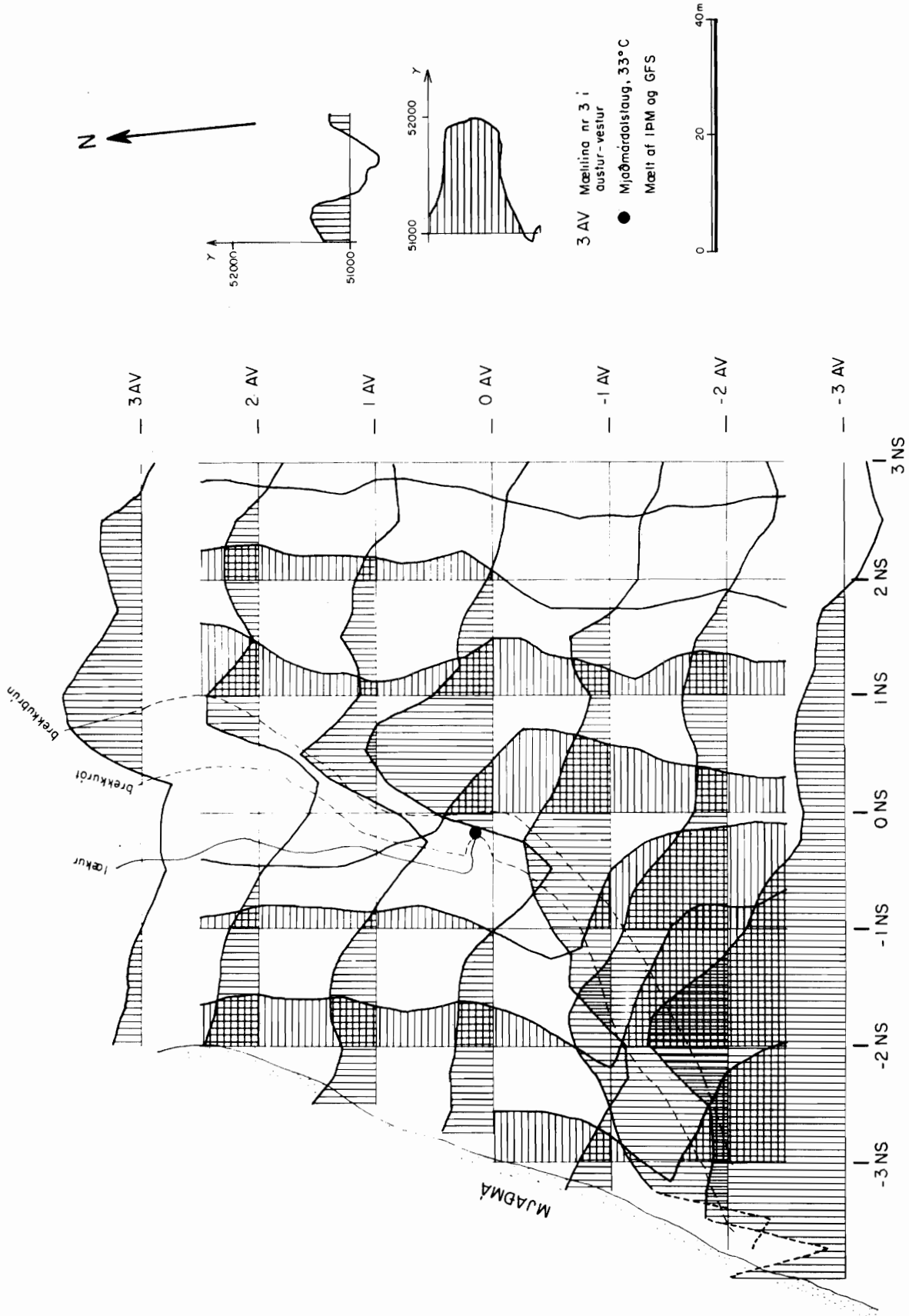
Mjaðmárdalur. Viðnámsmælingar



F-19784.

MYND 7

Mjaldárdalur, segulkort



81030371

MYND 8

Mjældalur, segulmæliferlar

HEIMILDASKRÁ

Ásgrímur Guðmundsson & Sigmundur Einarsson 1980: Garðsárlaug, Öngulstaða-
hreppi, Eyjafjarðarsýslu. Orkustofnun, ÁG-SE-80/01, 2 s.

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.

Hrefna Kristmannsdóttir & Sigfús Johnsen 1981: Eyjafjörður. Efnainnihald
og ísótópahlutföll jarðhitavatns. Orkustofnun, OS81023/JHD14, 49 s.

Jón Sólmundsson 1959: Laugabók, dagbók frá athugunum á jarðhitastöðum á
Norðurlandi. Handrit í vörslu Jarðhitadeildar Orkustofnunar.

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, alkalísk jarðhitasvæði.
Reykjavík. Rannsóknaráð ríkisins, (177) s.

Sigmundur Einarsson, Þorsteinn Thorsteinsson, Axel Björnsson & Kristján
Sæmundsson 1981: Laugar og volgrur í Hrafnagilshreppi. Orkustofnun,
SE-DTh-AB-KS-81/02, 12 s.

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

Þorkell Þorkelsson 1930: Some additional notes on thermal activity in
Iceland. Vísindafélag Ísl., Greinar, V., 31 s.