



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Jarðhitadeild
GREINASAFN

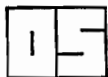


**BRÁÐABIRGÐASKÝRSLA
HVERAVELLIR Í REYKJAHVERFI
JARÐHITAKÖNNUN**

Lúðvík S. Georgsson
Ingvar Þór Magnússon

OS82035/JHD06 B

Apríl 1982



ORKUSTOFNUN
GRENSÁSVEGI 9. 108 REYKJAVÍK

**BRÁÐABIRGÐASKÝRSLA
HVERAVELLIR Í REYKJAHVERFI
JARÐHITAKÖNNUN**

Lúðvík S. Georgsson
Ingvar Þór Magnússon

OS82035/JHD06 B

Apríl 1982

ÁGRIP

Skýrsla þessi fjallar um segulmælingar, sem gerðar voru sumarið 1981, á Hveravöllum í Reykjahverfi. Einnig er gefið stutt yfirlit um viðnámsmælingar, sem hafa verið gerðar í Reykjahverfi á síðastliðnum áratug. Samkvæmt segulmælingunum liggur brotabelti með norðlæga stefnu um Hveravelli. Allir stærri hverirnir virðast koma upp á einhverju þessara brota. Breytingar hafa orðið á hverunum við jarðhræringar. Samkvæmt viðnámsmælingunum virðist vatnsinnihald bergsins á Hveravöllum vera mikið, a.m.k. í efstu 1000 metrunum. Þessar vatnsríku myndanir teygja sig til suðurs (og kannski austurs) frá Hveravöllum en stöðugt djúpar á þær. Heita vatnið er notað til upphitunar á Húsavík og einnig til ylræktar á staðnum. Árið 1974 var boruð 446 m djúp hola á Hveravöllum með góðum árangri.

EFNISYFIRLIT

	Bls.
ÁGRIP	3
EFNISYFIRLIT	4
MYNDASKRÁ	4
1 INNGANGUR	5
2 JARÐFRÆÐI	5
3 JARÐHITI	6
4 VIÐNÁMSMÆLINGAR	7
5 SEGULMÆLINGAR	12
6 NIÐURSTÖÐUR	17
HEIMILDASKRÁ	18
VIÐAUKI: Eðli og túlkun segulmælinga.	19

MYNDASKRÁ

1. Lega viðnámsmælinga í Reykjahverfi og Aðaldal	9
2. Reykjahverfi, viðnámssnið A-A'	10
3. Reykjahverfi-Aðaldalur, eðlisviðnám á 500 m dýpi undir sjávarmáli.	11
4. Hveravellir í Reykjahverfi, segulkort og jarðhiti	13
5. Hveravellir í Reykjahverfi, segulmæliferlar	15

1 INNGANGUR

Í bréfi dagsettu 3. apríl 1981 fór Hitaveita Húsavíkur fram á að Orkustofnun gerði nauðsynlegar rannsóknir til að staðsetja borholu á virkjunarsvæði Hitaveitu Húsavíkur á Hveravöllum í Reykjahverfi. Í bréfi dagsettu 1. júlí 1981 lagði Orkustofnun til að nákvæmt segulkort yrði gert af hverasvæðinu, þar eð slíkt kort myndi væntanlega nýtast vel, þegar að staðsetningu borholu kæmi. Var það samþykkt af Hitaveitu Húsavíkur.

Segulmælingarnar voru gerðar í ágústbyrjun 1981 og var tilgangur þeirra að athuga hvort tengja mætti jarðhitann einhverri missmíð í berggrunninum, t.d. göngum eða brotum. Þegar farið var að skoða segulmælingarnar kom í ljós, að nákvæm kortlagning jarðhitans gæti auðveldað túlkun þeirra. Því var ákveðið að birta bráðabirgðaniðurstöður segulmælinganna ásamt yfirliti yfir viðnámsmælingar, sem hafa verið gerðar á svæðinu, og gefa síðan út endanlega skýrslu að lokinni kortlagningu jarðhitans. Lagt er til að hún fari fram í vor (1982).

2 JARÐFRÆÐI

Hveravellir í Reykjahverfi eru 10 km vestan við virka gosbeltið. Austan Hveravalla er Reykjafjall. Engar opnur eru í fjallinu ofan við Hveravelli, en í giljum bæði norðan og sunnan þeirra eru ágætar opnur. Þar koma fram móbergs- og basaltlög með þykkum millilögum. Ekki verður vart við neina ganga í opnunum en hins vegar koma þar fram nokkur misgengi (Karl Grönvold o.fl. 1973). Strikstefna er nálægt norðri og jarðlagahalli 3-4° til austurs. Aldur jarðlaganna í Reykjafjalli er um 2 miljónir ára (Kristján Sæmundsson 1982, munnl. uppl.).

Vestan Hveravalla er Hvammsheiði. Efsti hluti hennar er úr grágrýti en neðar er móberg og bólstraberg, sem sýnir að hraunið hefur runnið í sjó þegar sjávarstaða var um það bil 100 m hærrí en nú. Hvammsheiðin er um 100 - 150 m þykk en þynnist til austurs þar sem hún leggst upp að Reykjafjalli og Reykjaheiði (Karl Grönvold o.fl. 1973). Hvammsheiðin hefur líklega myndast í upphafi síðasta eða næstsíðasta hlýskeiðs Ísaldar (Lúðvík S. Georgsson o.fl. 1977, Kristján Sæmundsson 1982, munnl. uppl.).

3 JARÐHITI

Hverasvæðið á Hveravöllum var ekki skoðað sérstaklega síðastliðið sumar. Á því er hins vegar brýn nauðsyn áður en hola verður boruð. Í fyrsta lagi þarf að kortleggja jarðhitann. Við segulmælingarnar fékkst allgott jarðhitakort (sjá mynd 4), en á það vantar öll smáatriði. Nákvæm kortlagning mundi tvímælalaust auðveldla túlkun segulmælinganna. Í öðru lagi þarf að hita- og rennslismæla hverina að nýju til að hægt sé að meta breytingar á þeim við vatnsvinnslu á svæðinu. Lagt er til að þetta verði gert nú í vor, þegar aðstæður leyfa. Þær upplýsingar, sem hér koma fram um jarðhitann, eru að mestu byggðar á skýrslu Jarðhita-deildar frá 1973: "Jarðhitaathugunanir á Hveravöllum í Reykjahverfi í Suður-Þingeyjarsýslu" eftir Karl Grönvold o.fl. Allar hitamælingarnar og rennslismælingar á Strútshver eru úr þeirri skýrslu, en aðrar rennslismælingar eru fengnar frá Fjarhitun h/f (Einar Arnórsson og Karl Ragnars 1980).

Hveravellir eru öflugasta lágghitasvæðið á Norðurlandi, og sumir hveranna hafa verið landsfrægir goshverir. Heildarrennsli hveranna á svæðinu hefur verið áætlað um 60 l/s af 100°C heitu vatni.

Helstu hverirnir eru Syðstihver, Uxahver, Ystihver og Strokkur, sem eru við rætur Reykjafjalls. Öllum þessum hverum er það sameiginlegt að vera eða hafa verið goshverir. Töluverðar breytingar hafa orðið á virkni þeirra, gjarnan í tengslum við jarðhræringar. Þannig var Uxahver einn stærsti goshver landsins fram til 1872 en þá lognaðist hann útaf í jarðskjálfta og náði sér ekki á strik aftur fyrr en 1904, þegar vatnsborð hans var lækkað um 25 cm (Þorkell Þorkelsson 1920). Uxahver var vatnsmesti goshver landsins, uns hann var byrgður með steinþró. Vatn úr hvernum er notað til ylræktar í gróðurhúsum Garðræktarfélags Reykhverfinga á Hveravöllum.

Syðstihver er yfirbyggður með tveim samliggjandi þróm. Rennslið er 10 l/s. Þorkell Þorkelsson nefnir líftinn hver, Kaffihver, um 10 m norðan við Syðstahver. Á þessum stað er líftill steinkassi en ekki örllaði fyrir vatnsrennsli úr honum sumarið 1981.

Ystihver (Norðurhver, Baðstofuhver) er rétt fyrir vestan íbúðarhúsið á Hveravöllum. Hveraskálin er hringlaga um 10 m í þvermál. Stöðugt ólgar í hvernum og öðru hvoru koma 1 - 2 m háar vatnsgusur úr honum. Hitaveita Húsavíkur notar vatn úr hvernum og er rennslið 17 l/s en talið er að það hafi minnkað um 4 - 5 l/s síðan hola var boruð 1974. Um 5 m fyrir sunnan Ystahver er hverinn Strokkur, hann er nú yfirbyggður með steinþró.

Á sléttlendinu vestan við hverina, sem þegar hafa verið nefndir, eru hverir og laugar á nokkrum stöðum. Merkastur er Strútshver. Hann er yfirbyggður og rennslið er 10 l/s (1971). Nokkrar volgrur eru í kringum hverinn. Þar á meðal er einn leirpyttur með bullandi rauðleitri leðju.

Frá Syðstahver rennur lækur í áttina að Strútshver og á nokkrum stöðum í læknum og djújum á bakkanum verður vart hita. Helgá rennur til norðurs frá Strútshver, vatnið í henni er volgt af afrennsli hveranna.

Þvottahver er við Helgá rúmum 800 m norðan við aðalhverasvæðið og u.p.b. 100 m vestan við bæinn á Reykjahóli. Rennsli úr hvernum er lítið en hitinn er 95°C. Nokkur augu eru í kringum hverinn. Í sandeyri í Helgá skammt sunnan við Þvottahver er 88°C hiti.

Í skurði sunnan við Reykjahól eru augu á nokkrum stöðum, vatnsrennsli er hverfandi en hitinn er 63°C. Þetta svæði var áður stærra en þornaði við framræsluna. Smá volgrur eru víðar á svæðinu, en þær þarf að kortleggja betur nú í vor.

Árið 1974 var boruð 446 m djúp hola um 200 m norðan við Ystahver. Holan gaf mjög góða raun og er hún virkjuð. Rennsli úr holunni er um 44 l/s og samkvæmt hitamælingu frá 1974 er hitastig vatnsins um 125°C. Efnagreiningar á hveravatni benda þó til að vænta megi allt að 150°C hita í vatnskerfinu (Halldór Ármannsson 1982, munnl.uppl.). Áður en verður borað þarf að hita- og rennslismæla holuna að nýju.

4 VIÐNÁMSMÆLINGAR

Með viðnámsmælingum er mælt eðlisviðnám bergs, en það er einkum háð hitastigi, holrými (poruhluta) og seltu jarðvatnsins. Eðlisviðnám bergs, sem er mettað með vökva, fer lakkandi með:

1. Hækkandi hitastigi.
2. Auknu holrými, þ.e. auknu vatnsinnihaldi bergsins.
3. Auknu seltumagni vatnsins.

Við aðstæður eins og í Reykjahverfi hefur vatnsinnihaldið mest áhrif á eðlisviðnámið.

Sumrin 1973 til 1976 voru gerðar allmargar viðnámsmælingar (rafleiðnimælingar) í Aðaldælahreppi og Reykjahreppi. Um þessar mælingar er m.a. fjallað í skýrslum Jarðhitadeildar: "Jarðhitakönnun í Aðaldælahreppi" eftir Lúðvík S. Georgsson o.fl. 1977 og "Rafleiðnimælingar í Reykjahverfi sumarið 1976" eftir Lúðvík S. Georgsson 1976. Síðan hefur lítið verið mælt í Reykjahverfi. Þó lét Jarðhitadeild gera þær tvær mælingar sumarið 1977, aðra við Hveravelli (DRH-19) og hina við Geitafell (ÞA-42). Þessar tvær mælingar breyttu ekki þeim hugmyndum sem fram komu í fyrri skýrslum. Þrátt fyrir það þótti rétt að gefa stutt yfirlit yfir niðurstöður viðnámsmælinga á svæðinu. Til að fyrirbyggja misskilning skal það tekið fram, að í þessari skýrslu ber heitum viðnámsmælinga ekki saman við fyrri skýrslur. Til að auðvelda tölvuvinnslu og gagnavarðveislu eru allar mælingar í Reykjahreppi nú auðkenndar með stöfunum DRH og númeri (en hétu áður H1 - H10, SA16 og RH1 - RH7). Þ stendur fyrir Þingeyjarsýslur og RH fyrir Reykjahrepp. Á sama hátt hafa allar mælingar í Aðaldælahreppi fengið einkennisstafina ÞA.

Mynd 1 sýnir legu allra viðnámsmælinga í Reykjahverfi. Mynd 2 sýnir hins vegar viðnáms-snið, sem nær norðan frá Kaldbak, gegnum Hveravelli og suður fyrir Geitafell. Lega sniðsins er sýnd á mynd 1. Svipað snið var birt í skýrslunni: "Jarðhitakönnun í Aðaldælahreppi" og nyrðri hluti þess í skýrslunni: "Rafleiðnimælingar í Reykjahverfi". Minniháttar lagfæringar hafa verið gerðar á túlkun nokkurra af eldri mælingunum. Sniðið sýnir vel lágviðnámslagið, sem mælist við Hveravelli. Þar er eðlisviðnám á 100 - 800 m dýpi mjög lágt, 13 - 20 Ω m. Hér gætir tvímælalaust áhrifa frá jarðhitunum og einfaldast er að túlka lágviðnámið sem heitt berg með miklu vatnsinnihaldi. Mæling DRH-19 leiddi í ljós að neðan 800 m dýpis hækkar djúpviðnámið töluvert á Hveravöllum, eða í 50 - 100 Ω m. Eðlilegt er að túlka þetta þannig að neðan þessa dýpis sé bergið mun þéttara. Vatnsvinnsla er því ekki eins fýsileg neðan þessa dýpis. Ef litið er á nyrðri hluta sniðsins sést að djúpviðnám hækkar jafnt og þétt til norðurs. Það er um 50 Ω m við Skörð og á bilinu 100 - 300 Ω m við Kaldbak. Samkvæmt þessu er að vænta þéttari jarðmyndana (minna brotinna?) þegar norðar dregur. Boranir eftir heitu vatni á þessu svæði virðast ekki vænlegar til árangurs. Syðri hluti sniðsins er hins vegar mun áhugaverðari. Samkvæmt sniðinu virðist lágviðnámslag (vatnsríkar jarðmyndanir) teygja sig frá Hveravöllum suður fyrir Langavatn, en stöðugt dýpkar á það. Við Langavatn er dýpi niður á lagið um 600 m og þar er það um 1000 m þykkt. Við Geitafell er það á um 1000 m dýpi.

Borholan KWN-1 við Langavatn er 1704 m djúp. Í henni eru allmargar vatnsæðar en engin stór. Líftill þrýstingur er á vatninu (holan stendur um 20 m hærra en Hveravellir). Holan er ekki virkjuð, enda stóð hún ekki undir þeim vonum, sem við hana voru bundnar. Holan ætti að fara í gegnum allt lágviðnámslagið. Hitastig á 1000 m dýpi er um 100°C. Á þessum lélega árangri virðast tvær skýringar jafn líklegar. Annars vegar er holan og volgrurnar við Langavatn í vesturjaðri lágviðnámslagsins, þ.e. þessara vatnsríku myndana. Hins vegar geta jarðfræðilegar aðstæður við Langavatn verið þannig, að vatnsæðar séu þar ekki eins stórar og kröftugar og á Hveravöllum. Hvort tveggja gæti jafnvel verið mögulegt.

Mynd 3 sýnir jafnviðnámskort af svæðinu á, 500 m dýpi undir sjávarmáli. Myndin sýnir vel lágviðnámslagið á Hveravöllum. Á þessu dýpi nær það suður að Langavatni. Mörk þess eru skýr til vesturs og norðurs. Til austurs gengur það inn undir Reykjafjall en hve langt er ekki vitað.

SKJÁLFAÐI

Mynd 1

REYKJAVERFI-ADALDALUR

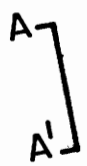
Lega viðnámsmælinga

SKÝRINGAR:

- 28 Viðnámsmæling
- Hreppamörk

PRH Heiti viðnámsmælinga í Reykjahreppi

Viðnámsenni A-A'



200

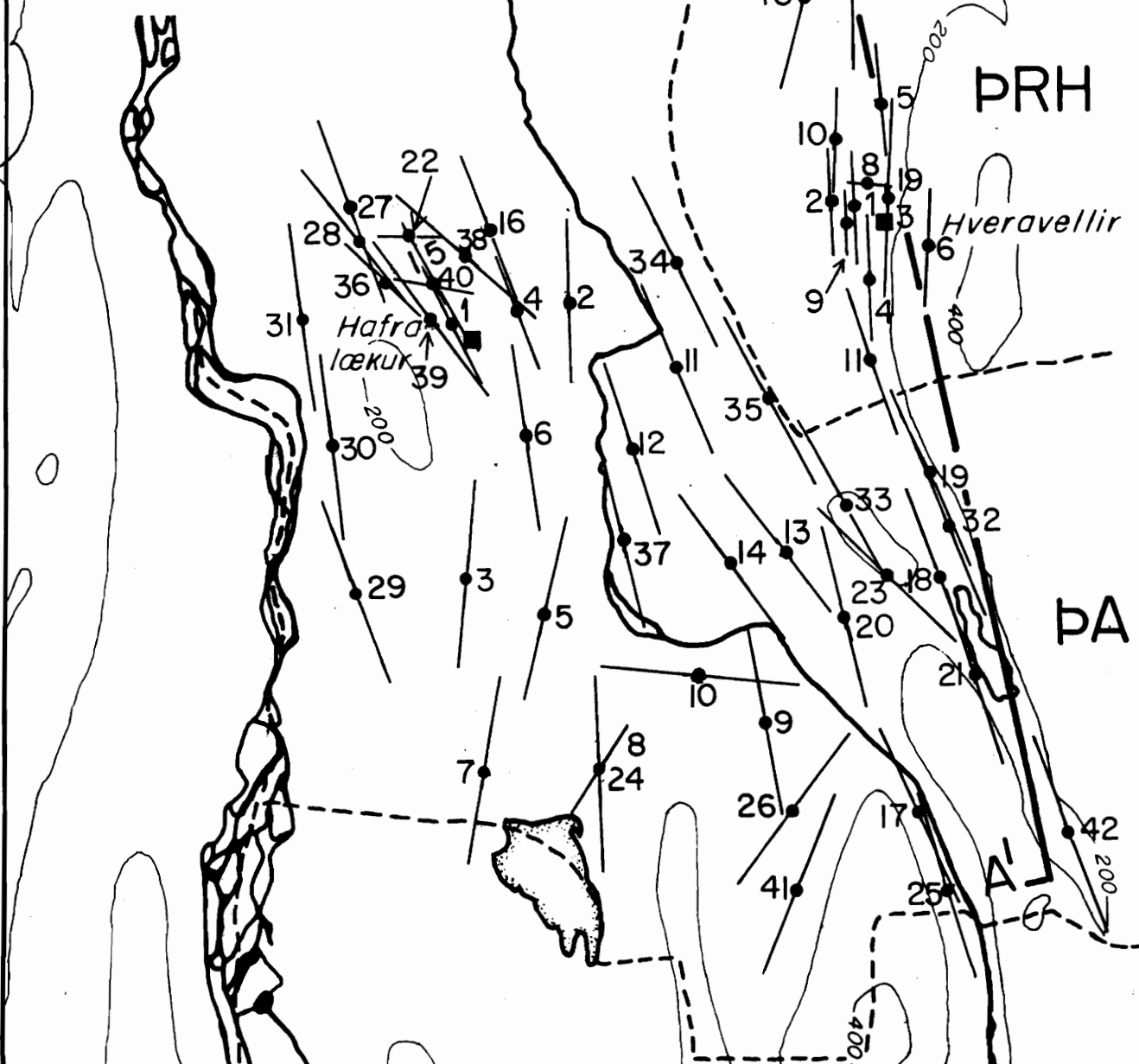
Laxá

Laxamýri

PRH

Hveravellir

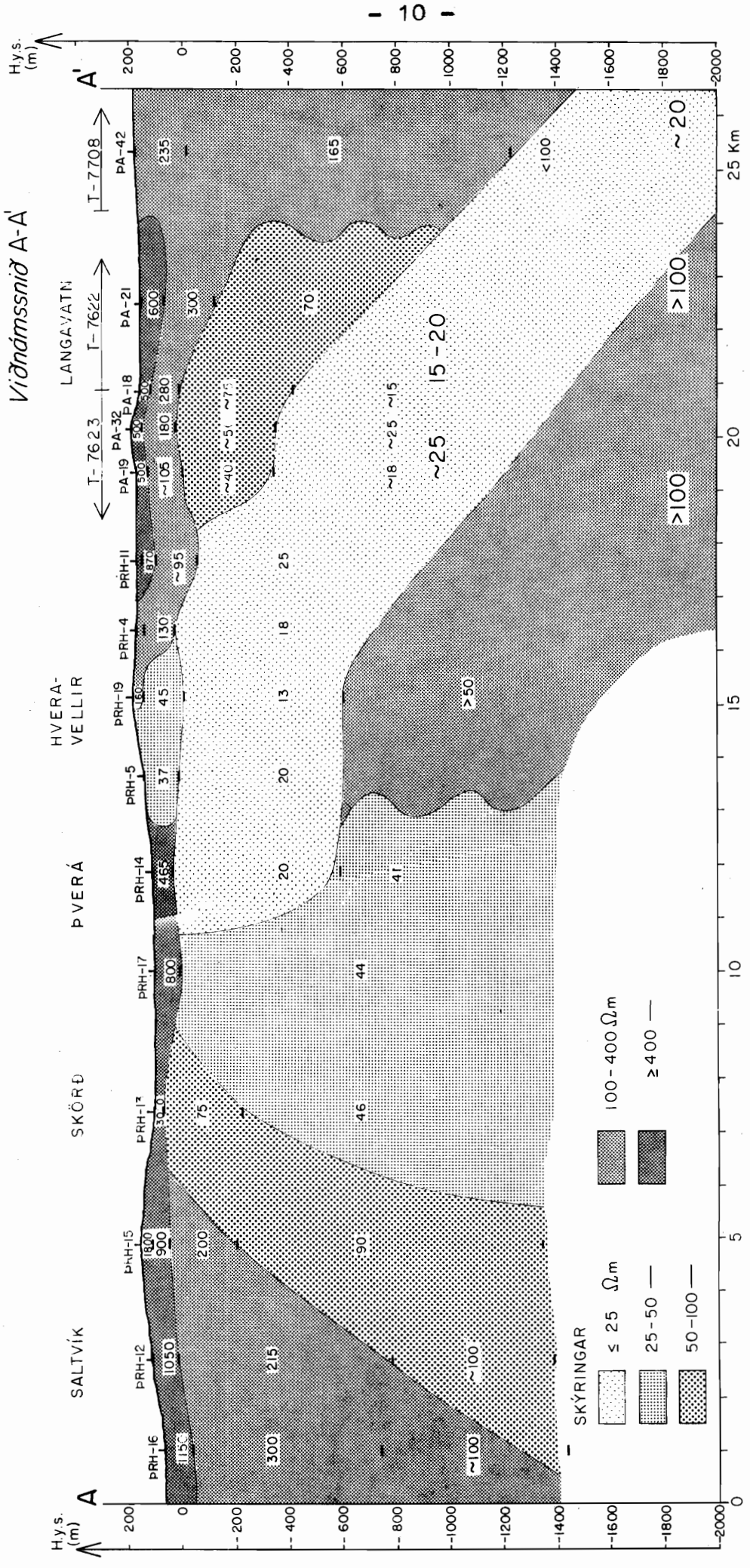
PA



REYKJAHVERFI

Viðnámssnið A-A'

JHD-JED-6608-L.SG.
82.02.0504 T.O.D.





JHD-JED-6610 L.S.G.
82.03.0609 I.S.

- 11 -

Mynd 3

SKJÁLFAÐI





REYKJAUVERFI-ADALDALUR

Eðlisviðnám á 500 m dýpi
undir sjávarmáli

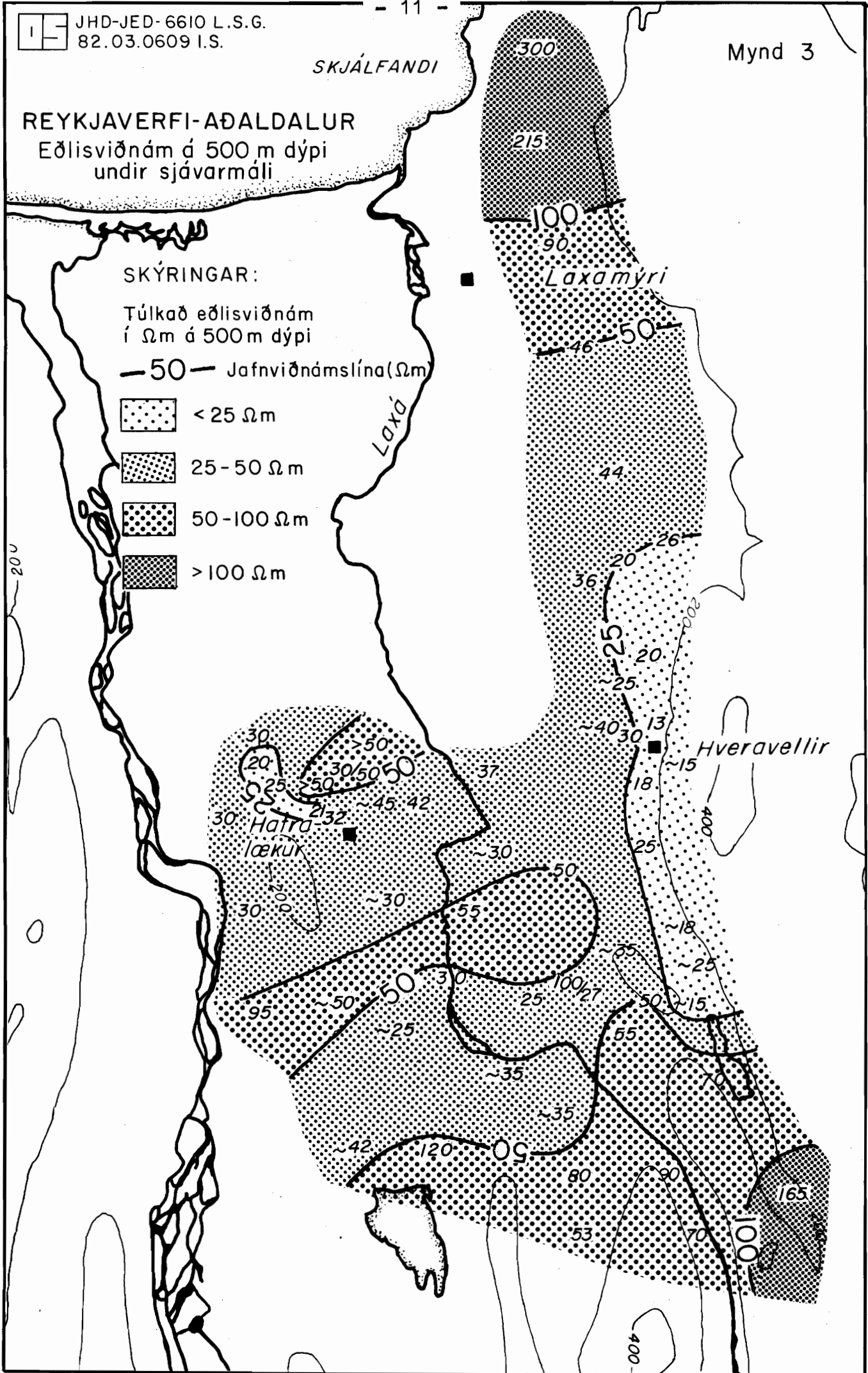
SKÝRINGAR:

Túlkað eðlisviðnám
í Ωm á 500 m dýpi

— 50 — Jafnvíðnámslína (Ωm)

-  < 25 Ωm
-  25 - 50 Ωm
-  50 - 100 Ωm
-  > 100 Ωm

200



5 SEGULMÆLINGAR

Í ágúst 1973 voru mældar 9 segulmælilínur á hverasvæðinu við Hveravelli (Karl Grönvold o.fl. 1973). Mælilínur þessar voru 600 - 700 m langar og stefndu allar frá vestri til austurs. Mælingarnar leiddu í ljós sterkt segulsvið skammt vestan við Strútshver, en vegna þess hve mælingarnar voru strjálar var ekki unnt að tengja segulfrávikið við annan jarðhita á svæðinu.

Í ágústbyrjun 1981 voru gerðar segulmælingar á 0,8 km² svæði við Hveravelli. Alls voru mældar 68 samsíða mælilínur, 610 m langar með stefnu N92 A. Fjarlægð milli mælilína var 20 m, en 5 m á milli einstakra mælipunkta í mælilínu. Notaður var prótónu-segulmælir og neminn hafður í 2,5 m hæð frá jörðu. Í viðauka er fjallað lauslega um eðli segulmælinga og gildi þeirra í jarðhitaleit.

Mynd 4 sýnir jafnsegulkort af svæðinu en mynd 5 alla mæliferlana. Á segulkortinu eru jafnsviðslínur dregnar með 0,2 kV bili líkt og hæðarlínur á landakorti. Skyggingum á kortinu er þannig háttað, að lágt segulsvið er sýnt með blárri skyggingu en hátt með rauðri. Meðalsviðið 51,6 - 52,0 kV er óskyggt. Skyggingarnar dökkna með auknu fráviki frá meðalsviðinu. Lega allra mælilínanna er sýnd á kortinu. Þar eru merktar þannig, að númerin segja til um fjarlægð viðkomandi línu frá línu 0 í tugum metra. Loks er sýndur á kortinu allur jarðhiti, sem vart varð við í mælingunum og staðsetning borholunnar. Jarðhitinn er einnig sýndur á mynd 5.

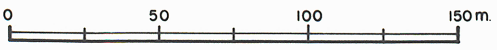
Túlkun mælinganna er ekki auðveld, þar sem engin skýr og greinileg línuleg frávik koma fram í mælingunum. Hins vegar er mikið um dauf og hálfóregluleg frávik, sem má rekja um hluta svæðisins. Reynt var að draga frávikin betur fram með tölvu. Stuttar sveiflur voru deyfðar (upward continuation) og fékkst þannig mynd af grófari þáttum segulsviðsins. Einnig voru stuttu sveiflurnar ýktar með því að reikna lóðréttan stigul segulsviðsins (vertical gradient), en það dregur betur fram daufar sveiflur, sem eiga upptök grunnt í jörðinni. Þetta breytti þó litlu um túlkun mælinganna.

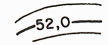
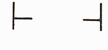


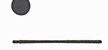
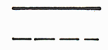
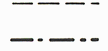


Ef litið er á segulkortið sést, að vestast á svæðinu eru miklar óreglur í segulsviðinu. Síðan tekur við lægð í því, sem má rekja eftir endilöngu svæðinu, en austast er segulsviðið fremur hátt. Þetta má túlka þannig: Vestast er Hvammsheiðarmyndunin næst yfirborði. Hún er rétt segulmögnuð en nokkuð óreglulega ef marka má segulkortið. Þar fyrir austan tekur við mun eldra berg, sem er öfugt segulmagnað. Jarðhiti nær ekki vestur í Hvammsheiðina en Strútshver og Þvottahver eru í eða nálægt jaðri hennar. Austast virðast jarðlögin næst yfirborði vera rétt segulmögnuð, eins og allhátt segulsvið ber vott um.

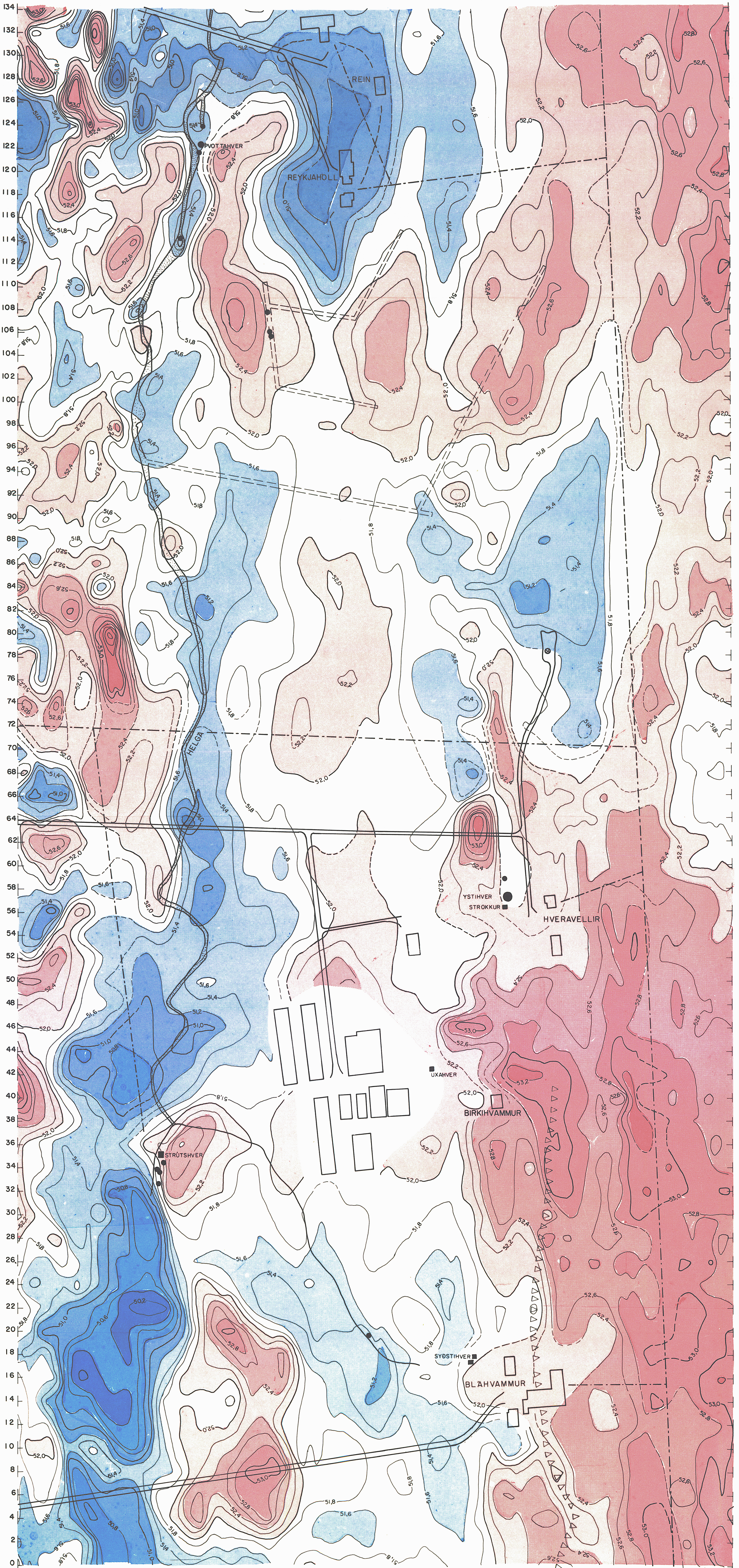
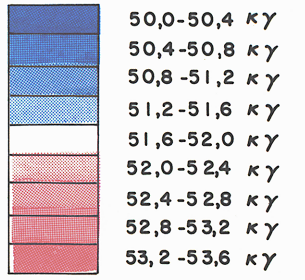
Einnig má sjá ffinni drætti í segulsviðinu. Sumir þeirra sjást á jafnsegulkortinu, en þó sjást þeir betur á mæliferlunum (mynd 5). Rækileg athugun á mæliferlunum leiðir í ljós, að allmörg línuleg segulfrávik má rekja um svæðið, og eru þau helst merkt inn á mynd 5.

HVERAVELLIR Í REYKJAHVERFI

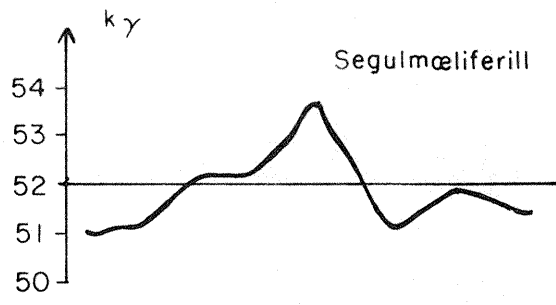
SEGULKORT



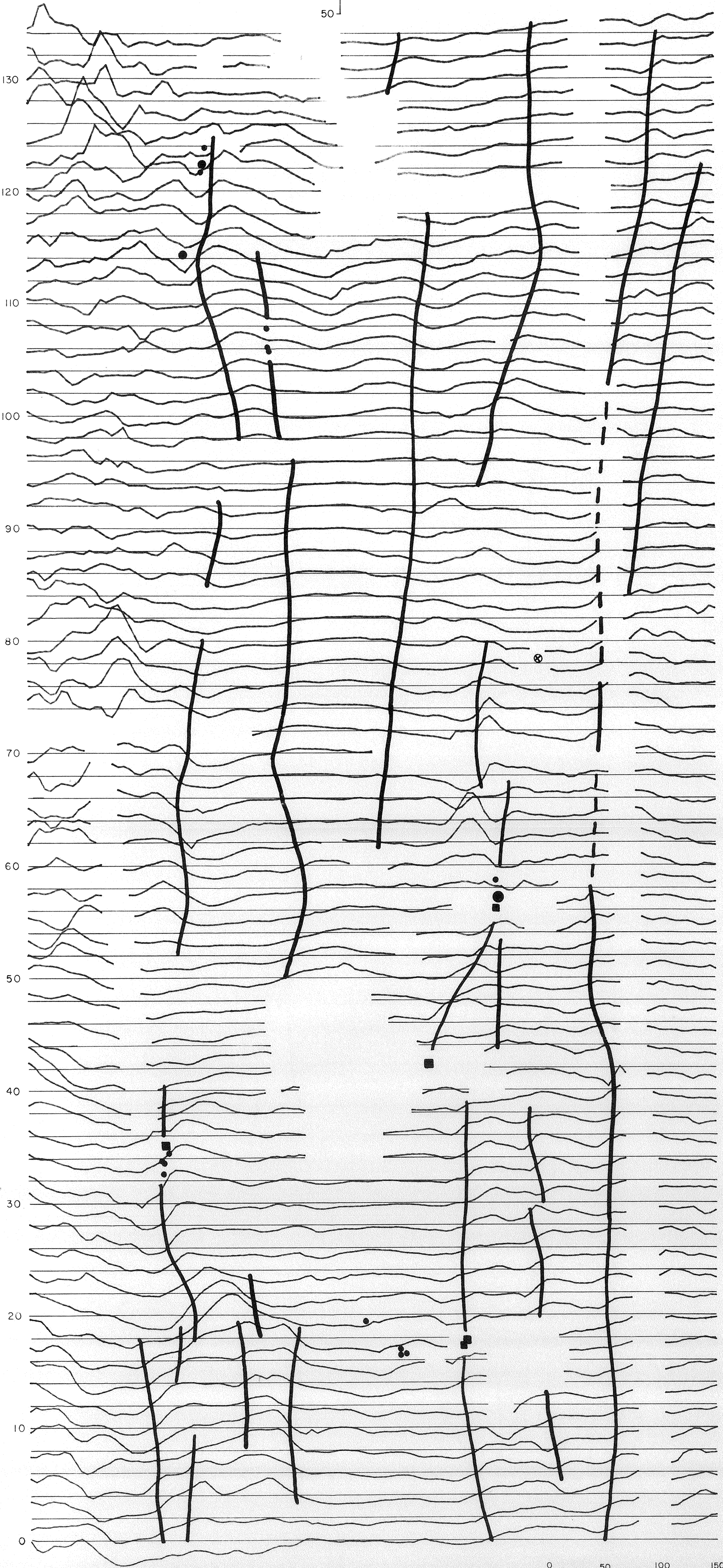
-  JAFNSVIÐSLÍNUR
-  MELILÍNA
-  YFIRBYGGÐUR HVER
-  BORHOLA
-  JARÐHITI
-  VEGUR
-  SKURÐUR
-  RAFLÍNA
-  BREKKURÓT



HVERAVELLIR Í REYKJAHVERFI SEGULMÆLIFERLAR



Línulegt segulfrávik
Staðhættir eru sýndir
á segulkorti



Nær öll frávikin koma fram sem stallar í segulsviðinu með stefnu frá norðri til suðurs eða nálægt því. Þau eru flest dauf og sum þeirra hverfa jafnvel skyndilega en önnur hliðrast til og halda síðan áfram.

Í segulmælingunum finnst engin örugg vísbending um ganga á svæðinu og sennilega orsakast flest frávikin af brotum (misgengjum) í berggrunninum. Þau eru væntanlega lítil nema kannski það vestasta. Samkvæmt segulmælingunum virðist brotabelti með norðlæga stefnu liggja um Hveravelli. Allir stóru hverirnir koma upp á einhverju þessara brota. Það er því ekki ólíklegt, að borholan skeri misgengi á um 400 m dýpi, þar sem vatnið kemur inn í hana. Engar opnur eru í berggrunninn á Hveravöllum þannig að lítil von er til að brotin finnist á yfirborðinu. Áhrif jarðhræringa á virkni hveranna benda til, að hreyfing hafi orðið á brotunum. Nákvæm kortlagning jarðhitans mundi sennilega styðja þessar hugmyndir frekar.

6 NIÐURSTÖÐUR

Eins og fram kemur í kaflanum um segulmælingarnar virðist brotabelti með norðlæga stefnu liggja um Hveravelli. Breytingar á hverunum við jarðhræringar benda til að einhverjar hreyfingar geti enn orðið á þessum brotum. Samkvæmt viðnámsmælingunum virðist vatnsinnihald bergsins vera mikið í efsta kílómetranum á Hveravöllum. Þessar vatnsríku jarðmyndanir teygja sig til suðurs (og kannski austurs) frá Hveravöllum, en töluvert dýpkar á þær til suðurs.

Af tvívetnismælingum Braga Árnasonar (1976) má ráða að vatnið á Hveravöllum er ættað sunnan úr Vatnajökli eða nágrenni hans. Þar hripar yfirborðsvatnið niður í dýpri jarðlög, hitnar og streymir til norðurs undan halla landsins. Í námunda við Hveravelli virðast norðlæg brot virka eins og safnæðar á heitavatnsstrauminn. Hvað veldur því að heita vatnið á svo greiða leið upp á yfirborð á Hveravöllum er hins vegar ekki ljóst. Annaðhvort eru brotin þar opnari en annarsstaðar eða að einhver þverbrot eða jarðmyndanir, sem ekki hafa fundist, hindra rennsli lengra til norðurs. Samkvæmt hitamælingu í holunni á Hveravöllum er djúphitinn um 125°C. Efnagreiningar benda til að hámarkshiti í jarðhitakerfinu sé hærrí eða allt að 150°C.

Væntanleg borhola verður helst að vera á hverasvæðinu og hún þarf að vera þannig staðsett, að á hæfilegu dýpi (400 - 600 m) skeri hún eitt eða fleiri af þeim brotum, sem jarðhitinn kemur upp á. Æskilegt er, að sem minnstar breytingar verði á hverunum, sérstaklega goshvernum Ystahver. Þessi sjónarmið rekast þó á, einkum ef horft er til framtíðarinnar. Einnig verður að hafa jarðhitaréttindi landeigenda í huga. Niðurstöður segulmælinganna benda til að fleiri en einn kostur sé fyrir hendi hvað varðar staðsetningu holunnar. Hins vegar er ekki tímabært að fjalla um þá fyrr en að lokinni jarðhitakortlagningunni.

HEIMILDASKRÁ

Barth, T.F.W. 1950: Volcanic geology, hot springs and geysers of Iceland. Carnegie Institution of Washington. Publication 587, Washington, 174 s.

Bragi Árnason 1976: Groundwater systems in Iceland traced by deuterium. Vísindafélag Íslendinga. Rit 42, 236 s.

Einar Arnórsson og Karl Ragnars 1980: Mælingar á vatnsmagni frá borholu og hverum á Hveravöllum. Fjarhitun h/f, 2 s.

Karl Grönvold, Valgarður Stefánsson og Stefán G. Sigurmundsson 1973: Jarðhitaathuganir á Hveravöllum í Reykjahverfi, Suður-Þingeyjarsýslu. Orkustofnun, OS JHD 7324, 19 s.

Lúðvík S. Georgsson 1976: Rafleiðnimælingar í Reykjahverfi sumarið 1976. Orkustofnun, OS JHD 7644, 14 s.

Lúðvík S. Georgsson, Haukur Jóhannesson og Gestur Gíslason 1977: Jarðhitakönnun í Aðaldælahreppi. Orkustofnun, OS JHD 7717, 50 s.

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

VIÐAUKI

Eðli og túlkun segulmælinga.



Segulmælingar

1978-06-20

SEGULMÆLINGAR

Inngangur

Segulmælingar hafa mikið verið notaðar hér á landi við að kortleggja misfellur í berggrunni, sem eru huldar lausum yfirborðslögum, t.d. árframburði, skriðum og jarðvegi. Slíkar misfellur eru t.d. gangar, misgengi, sprungur og hraunjaðrar. Mælingarnar eru mjög fljótgerðar og fremur ódýrar.

Eðli segulmælinga

Hraunkvika sem storknar í segulsviði jarðar, segulmagnast oftast varanlega. Segulmagnun hraunsins verður samsíða stefnu jarðsviðsins þegar kvikan storknar. Styrkur segulsviðs frá hrauninu er háður styrk jarðsviðsins og magni segulmagnanlegra steintegunda í kvikunni. Segulsvið jarðar er stöðugum breytingum undirorpið og hefur margsinnis breytt um stefnu og styrk á síðustu milljónum ára. Markverðasta breytingin er þegar stefna sviðsins snýst alveg við en slíkt gerist með óreglulegu millibili. Áætlað er a.m.k. 60 slíkar kollsteypur hafi orðið á segulsviði jarðar á síðustu 20 milljónum ára þ.e. á þeim tíma er Ísland hefur verið að hlaðast upp.

Talað er um rétta segulstefnu þegar segulnorðurpóllinn er nærri landfræðilega suðurskautinu og um öfuga stefnu þegar segulnorðurpóllinn er nærri landfræðilega norðurskautinu. Núverandi segulstefna er rétt og hér á landi er hún hallandi niður til norðurs um 75° frá láréttu og 24° til vesturs frá réttvisandi norðri. Breytingarnar á segulsviðinu valda því að hraunlög frá mismunandi jarðsögulegum tíma eru yfirleitt ekki eins segulmögnuð. Með því að mæla segulstefnuna í hraunum má oft ákvarða aldur þeirra. Mæling á segulstyrk gerir oft kleift að greina í sundur jarðmyndanir sem ekki verða aðgreindar á annan hátt.

Notagildi

Segulmælingar hafa mest verið notaðar hér á landi við að leita uppi og kortleggja bergganga, misgengi og sprungur. Þær hafa gefist einkar vel við kortlagningu bergganga og innskotslaga í grennd við jarðhitasvæði á blágrýtissvæðum landsins. Innskot myndast er hraunkvika treðst upp um sprungur og misgengi eða á milli hraunlaga og storknar þar. Innskot myndast því seinna en bergið umhverfis og eru því oft ódruvísi segulmögnuð. Sá hluti innskota sem storknað hefur í sprungum nefnist bergganga. Þeir eru vanalega hornrétt á aðliggjandi jarðlög. Sé segulsvið mælt yfir berggangi kemur venjulega fram frávik frá ótrufluðu jarð-

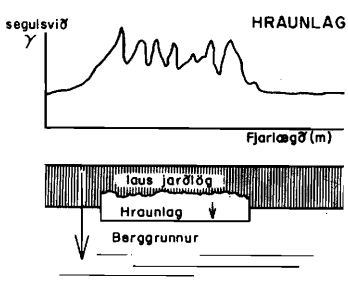
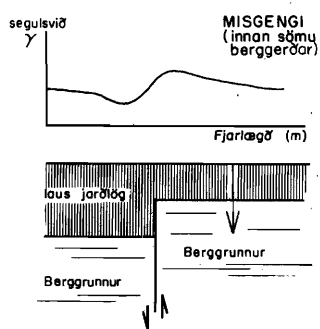
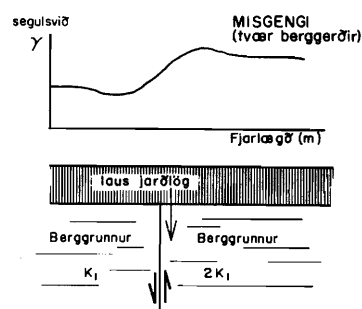
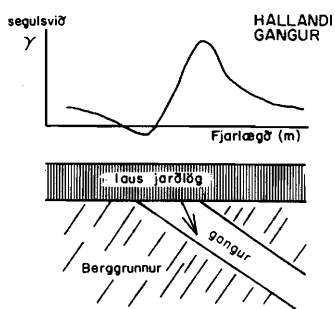
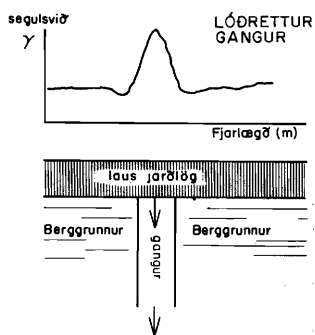
sviði. Frávikis er jákvætt yfir rétt segulmögnumgangi, þ.e. þar mælist sterkara segulsvið en neikvætt yfir öfugt segulmögnumgangi, þ.e. veikara segulsvið.

Mynd 1. sýnir áhrif ýmissa bergmyndana á segulsviðið. Að gefnum ákveðnum forsendum er unnt að reikna út lögum og dýpi þeirra myndana er valda mældu staðbundnu frávikum á heildarsviðinu. Nákvæmni í staðsetningu þeirra bergmyndana er valda frávikum er að mestu háð þykkt yfirborðslaganna, gerð og halla myndananna, halla segulsviðsins og þéttleika mælinganna. Best er að staðsetja lóórétta bergganga. Yfirleitt er hægt að staðsetja þá með 2 m óvissu undir 4 m þykkum yfirborðslögum. Hallandi ganga og misgengi er mun erfiðara að staðsetja en óvissumörkin eru þó yfirleitt talin vera innan við 20 m undir 4 m þykkum yfirborðslögum.

Stundum eru staðbundin áhrif frá jarðmyndunum það veik að þau valda ekki marktæku segulfrávikum. Segulmælingar gagna að sjálfsögu ekki þar, við að greina í sundur jarðmyndanir sem eru huldar lausum yfirborðslögum.

Mæliaóferð og mannaflí

Segulmælingar eru oftast gerðar með segulmæli sem mælir heildarstyrk sviðsins (prótónusegulmælir). Mælt er í um það bil 2,5-4 m hæð yfir jörðu eftir ákveðnum línunum eða í neti. Fjarlægð á milli lína eða punkta í neti fer eftir því hve örar breytingar verða á segulsviðinu og þeirri nákvæmni og upplausn sem krafist er í hvert skipti. Við kortlagningu ganga er oftast mælt eftir beinum línunum og eru 20-30 m á milli mællína en 5 m á milli punkta á hverri línu. Netið er lagt út með hornamælingum og mælisnúrum áður en segulmælingarnar hefjast. Tveir menn framkvæma segulmælingar og lætur nærri að þeir komist yfir um 3-4 km á dag en það er þó mjög háð aðstæðum. Niðurstöður eru venjulega birtar á korti með jafnsviðslínunum og helstu kennileitum, sbr. mynd 2. Jafnsviðslínur sýna því styrk segulsviðsins á svipaðan hátt og hæðarlínur sýna hæð lands yfir sjó á venjulegu landakorti. Það fer eftir stærð og lögum segulfrávika hve þétt jafnsviðslínur eru dregnar en oft er nægilegt að hafa eitt mikrotelsla (1000 gamma) á milli lína. Við minniháttar verkefni er oft látið nægja að birta einstaka mæliferla og kort sem sýnir staðsetningu þeirra. Þetta á sérstaklega við ef langt er á milli mællína.



Allar myndanirnar eru óendanlega langar, hornrétt í plan þessarar myndar.

Myndirnar eru mjög einfaldaðar

↓ Stefna þeirrar segulmagnunar sem veldur segulfrávikinu

Mynd 1
Einkennandi segulfrávik ýmissa bergmyndana

