



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Lúðvík S. Georgsson
Ingvar Þór Magnússon
Margrét Kjartansdóttir

HVERAVELLIR Í REYKJAHVERFI Jarðhitakönnun

OS82088/JHD12
Reykjavík, september 1982

Unnið fyrir
Hitaveitu Húsavíkur



ORKUSTOFNUN

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

**Lúðvík S. Georgsson
Ingvar Þór Magnússon
Margrét Kjartansdóttir**

HVERAVELLIR Í REYKJAHVERFI Jarðhitakönnun

OS82088/JHD12
Reykjavík, september 1982

**Unnið fyrir
Hitaveitu Húsavíkur**

ÁGRIP

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður segulmælinga og jarðhitakortlagningar sem gerðar voru sumrin 1981 og 1982 á hverasvæðinu á Hveravöllum í Reykjahverfi í Suður-Þingeyjarsýslu. Auk þess er gefið yfirlit um viðnámsmælingar sem gerðar hafa verið í Reykjahverfi á síðastliðnum áratug og jarðlögum í borholunni á Hveravöllum.

Jarðhitinn í Reykjahverfi er dreifður á svæði sem er um 1600 m langt og mjög ílangt til norðurs. Nyrðri hluti uppkomustaðanna liggur á línu sem stefnir um N10°A, en flestir stóru hverirnir, sem eru syðst á hverasvæðinu, liggja 200-300 m austan við þessa línu. Náttúrulegt rennsli af hverasvæðinu mun hafa verið 55-60 l/s fyrir borun holu H-1 á Hveravöllum en er nú um 50 l/s. Allir stóru hverirnir eru í suðu. Hitamælingar í borholunni sýna að innstreymishiti vatns í hana er 125°C og gefur hola 44 l/s. Greiningar á uppleystum efnum í heita vatninu benda til að hitastig í djúpkerfinu sé allt að 150°C.

Niðurstöður segulmælinganna og dreifing jarðhitans bendir til þess að um Hveravelli liggja brotabelti með norðlæga stefnu og virðist uppkoma alls jarðhita á svæðinu tengd slíkum brotum. Brot þessi sjást þó lítt á yfirborði en áberandi sprungur í hveraskál Ystahvers styðja þetta. Segulmælingarnar benda enn fremur til að stærstu hverirnir komi upp þar sem þessi norðlægu brot eru skorin af brotum með aðra stefnu. Samkvæmt viðnámsmælingunum er vatnsinnihald bergsins á Hveravöllum mikið, a.m.k. í efstu 1000 m, og enn fremur benda þær til að heita vatnið komi inn á svæðið úr suðri eða suðaustri.

Lagt er til að næsta hola verði staðsett skammt austan við Uxahver eða Syðstahver.

EFNISYFIRLIT

	Bls.
ÁGRIP	2
EFNISYFIRLIT	3
MYNDASKRÁ	4
1 INNGANGUR	5
2 JARÐFRÆÐIÁGRIP	6
3 JARÐHITI Á YFIRBORÐI	7
3.1 Jarðhitalýsing	7
3.2 Nýting jarðhitans og eignaréttur	20
4 BORHOLA H-1	22
4.1 Borun holunnar	22
4.2 Borholujarðfræði	23
5 SEGULMÆLINGAR	26
5.1 Framkvæmd segulmælinganna	26
5.2 Niðurstöður segulmælinganna	26
6 VIÐNÁMSMÆLINGAR	32
7 NIÐURSTÖÐUR	37
7.1 Jarðhitinn og berggrunnurinn	37
7.2 Staðsetning nýrrar borholu	39
7.3 Virkjun jarðhitans í Reykjahverfi	40
HEIMILDIR	41
VIÐAUKI: Eðli og túlkun segulmælinga	43
TAFLA 1: Hiti og rennsli lauga	19
TAFLA 2: Eignaréttur og nýting stóru hveranna	21

MYNDASKRÁ

	Bls.
1 Hveravellir, jarðhitakort	9
2 Hverasvæðið í Reykjahverfi árið 1905	11
3 Hitamæling úr holu H-1	22
4 Jarðlög í holu H-1	24
5 Hveravellir, segulkort	27
6 Hveravellir, segulmæliferlar	29
7 Lega viðnámsmælinga í Reykjahverfi og Aðaldal	33
8 Reykjahverfi, viðnámsnið A-A ¹	34
9 Reykjahverfi-Aðaldalur, eðlisviðnám á 500 m dýpi undir sjávarmáli	36
10 Einfölduð mynd af hverasvæðinu og brotalínum tengdum jarðhitanum	38

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. Þar var bent á að nú væri farið að stytast í að Hitaveitan fullnýtti það vatn sem hún hefði til ráðstöfunar á Hveravöllum. Jafnframt kom fram að í undirbúningi væri bygging heykögglaferksmiðju sem fengi orku frá hverasvæðinu þar.

Í svarbréfi 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 mismið í berggrunnum, t.d. göngum eða brotum. Þegar farið var að skoða segulmælingarnar kom í ljós að nákvæm kortlagning jarðhitans gæti auðvelað 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. Bráðabirgðaskýrslan kom út í apríl 1982 (Lúðvík S. Georgsson & Ingvar Þór Magnússon 1982).

Jarðhitinn var kortlagður í apríl og júlí 1982 og er þetta endanleg skýrsla um verkið.

2 JARÐFRÆÐIÁGRIP

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 fyrir norðan og sunnan þá 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 munnl. upplýs.).

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 hærra 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 hlýskeyðs ísaldar (Lúðvík S. Georgsson o.fl. 1977; Kristján Sæmundsson munnl. upplýs.).

3 JARÐHITI Á YFIRBORÐI

Um hverasvæðið á Hveravöllum í Reykjahverfi eru til miklar heimildir og sumar æði fornar og hefur þetta löngum verið frægasta goshverasvæði landsins, ef Geysissvæðið í Haukadal er frátalið. Þeir voru því margir ferðamennirnir sem lýstu svæðinu í ferðabókum sínum. Fæstar heimildir hafa þó annað gildi í dag en sögulegt. Nýting vatnsins var hins vegar engin, nema til þvotta og baða, fyrr en undir síðustu aldamót. Fram að því tilheyrði allur jarðhitinn Reykjum og hjáleigum og var þetta syðsta jörðin í hinum forna Húsavíkurreppi. Nú eru í landi Reykja 10 býli og Reykir, þ.e. Stórureykir, eru aðeins nafnið tómt.

3.1 Jarðhitalýsing

Hér á eftir verður lýst náttúrlegum jarðhita á hverasvæðinu á Hveravöllum og er lýsingin byggð á athugunum sem gerðar voru í apríl og júlí 1982. Þar sem aðstæður hafa breyst verulega vegna nýtingar er einkum stuðst við lýsingu Þorkels Þorkelssonar (1920) sem var byggð á athugunum hans árið 1910 og upplýsingum frá Baldvini Friðlaugssyni, fyrsta framkvæmdastjóra Garðræktarfélags Reykhverfinga. Aðrar heimildir eru helstar: Þorvaldur Thoroddsen (1910), Rannsóknaráð ríkisins (1944) og Karl Grönvold o.fl. (1973). Loks má ekki gleyma þætti heimamanna, en hjá þeim fengust mikilsverðar upplýsingar um svæðið. Þar ber helst að nefna Ólaf Atlason, framkvæmdastjóra Garðræktarfélagsins og Jón Frímann, bónda í Bláhvammi. Upplýsingar um rennsli eru einkum byggðar á mælingum á vegum Hitaveitu Húsavíkur frá 1969 og síðar (Einar Arnórsson 1980).

Jarðhitinn í Reykjahverfi er dreifður á svæði sem er aflangt norður suður og eru um 1600 m milli nyrstu og syðstu jarðhitaummerkjanna. Nyrðri hluti uppkomustaðanna liggur á línu sem stefnir um N10°A. Línan virðist þó hliðrast lítilliga til austurs sunnan Þvottahvers. Á sunnanverðu svæðinu, þar sem stóru hverirnir eru, er dreifingin hins vegar ekki eins línuleg. Strútshver virðist þó vera á suðurframhaldi línunnar en Ystihver, Uxahver og Syðstihver liggja 200-300 m austar.

Heildarrennsli úr hverunum fyrir borun holu H-1 virðist hafa verið 55-60 l/s, en er um 50 l/s nú. Stóru hverirnir eru allir í suðu. Hitamælingar í borholu H-1 sýna 125°C djúphita. Efnagreiningar á hveravatni benda þó til að vænta megi allt að 150°C hita í vatnskerfinu (Halldór Ármannsson, munnl. uppl.).

Mynd 1 sýnir dreifingu jarðhitans. Númer við hverri og laugar vísa til lýsingarinnar hér á eftir. Myndin sýnir enn fremur legu borholunnar og helstu kennileiti. Mynd 2 sýnir kort af svæðinu frá 1905. Kortið gerði Baldvin Friðlaugsson og var það birt í grein Þorkels árið 1920.

Í töflu 1 er yfirlit um hitastig einstakra hvera og lauga eins og það mældist 1982 og einnig upplýsingar um rennsli, þar sem þær eru til.

1. Rétt austan við Helgá, á móts við Reykjavelli, er lítill hvammur, Mylluhvammur. Um hvamminn rennur smálækur í Helgá. Þarna eru allmörg dý á svæði sem er ílangt til norðurs og er um 10x35 m² að stærð. Heitustu augun eru syðst og mældist mestur hiti þar 38°C. Um 10 m norðar eru 3-4 augu og mældist þar mest 31,5°C. Enn norðar, handan lækjarins, eru smáaugu og þar mældist mest 13°C. Rennsli er lítið úr dýjunum og ekki hægt að mæla það eins og aðstæður eru.
2. Um 80 m sunnar, á móts við Litlureyki, eru nokkur dý í þyrpingu á svæði sem er aðeins ílangt til norðurs og er um 15x20 m² að stærð. Hiti mældist mestur 35°C, en rennsli var ekkert sjáanlegt.
3. Litlu sunnar er langt og mjótt svæði, ílangt til norðurs, þar sem ekki festir klaka í jörðu. Í auga nyrst í því mældist 18°C hiti. Rennsli var ekkert sjáanlegt.
4. Í skurði við heitavatnsleiðsluna til Húsavíkur, rétt neðan við verkstæðið í Rein, er töluverð uppkoma af heitu vatni. Ekki eru þar þó greinileg augu en hiti mældist allt að 19°C. Jarðhitastaðir 1-4 eru allir á beinni línu sem stefnir um N10°A.
5. Í austurbakka Helgár, neðan Reykjarhóls, er Þvottahver, en bæði norðan við hann og sunnan kemur upp töluvert af vatni.

STÓRUREYKIR

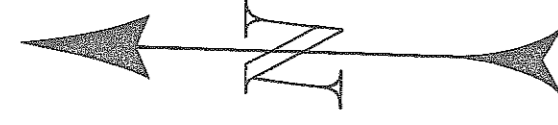
REYKJAVELLIR

LITLUREYKIR

HVERAVELLIR

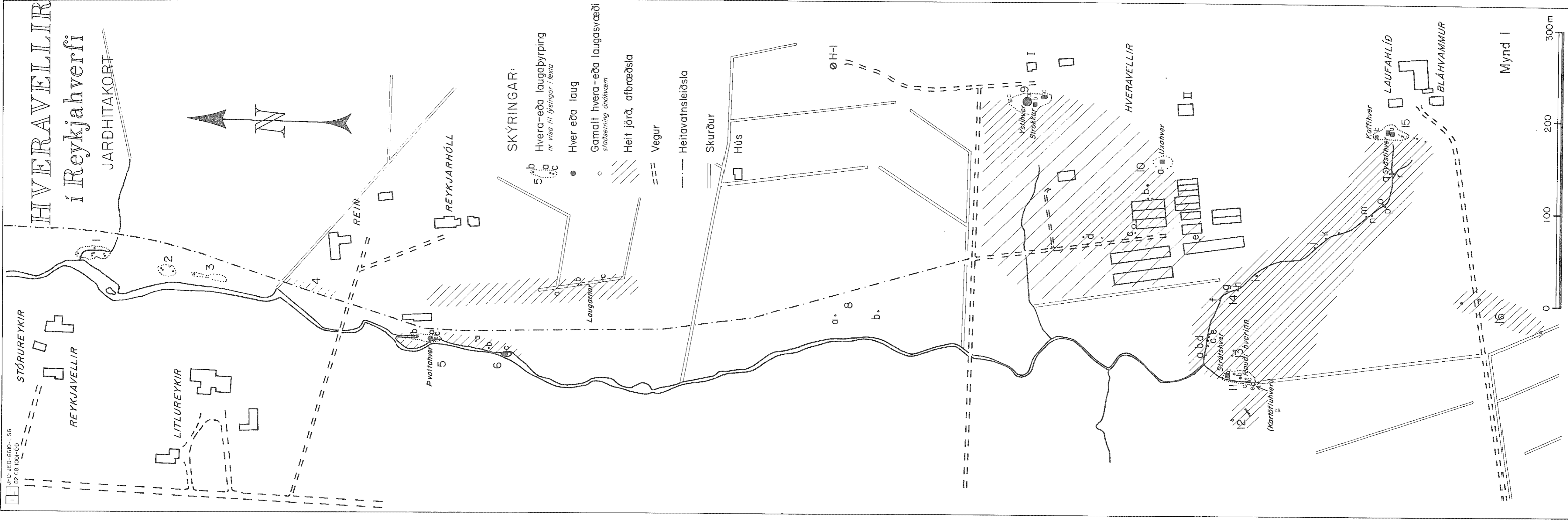
í Reykjahverfi

JARÐHITAKORT



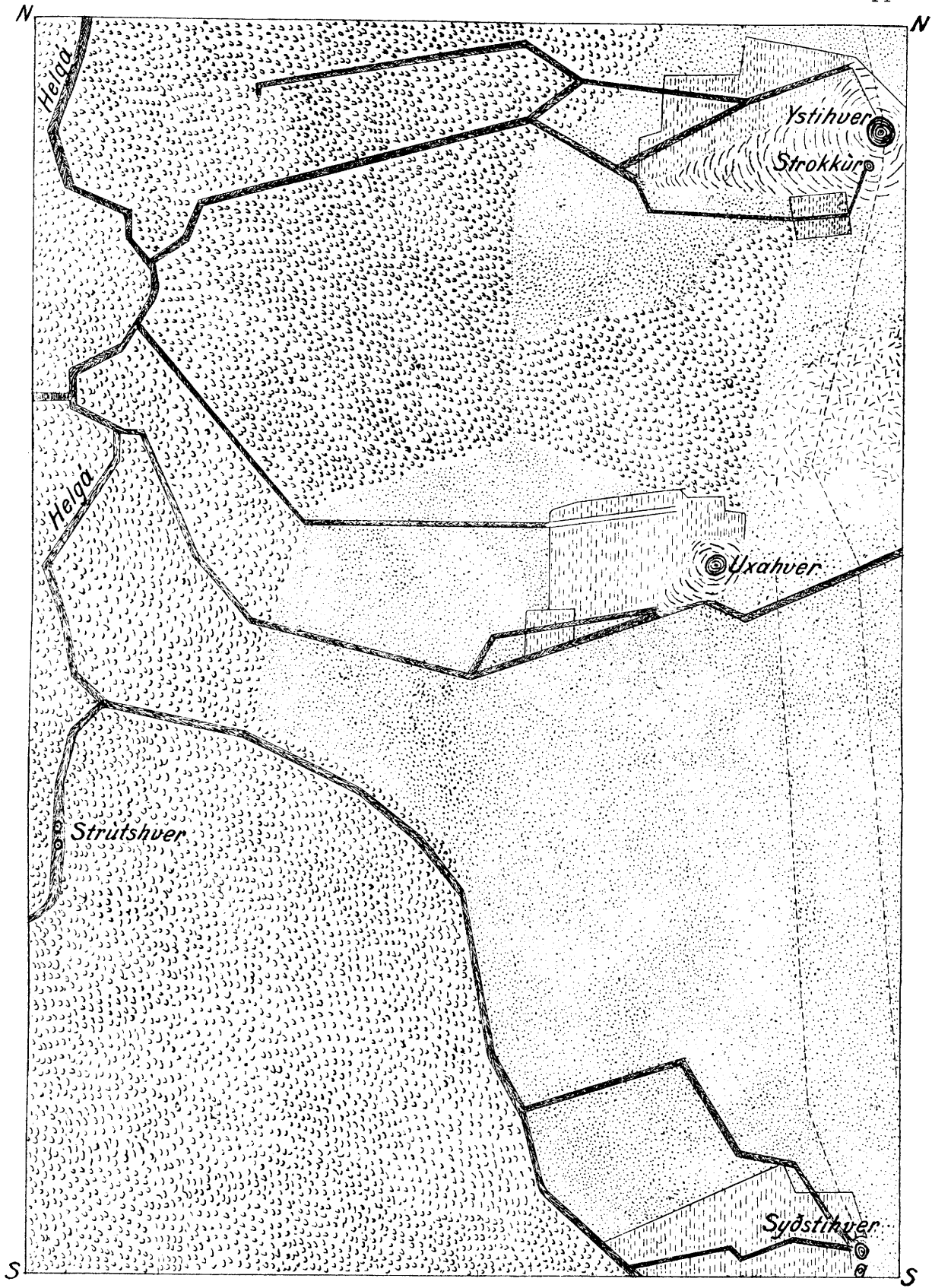
SKÝRINGAR:

- 5^a Hvera- eða laugabyrping
nr. vísa til lýsingar í texta
- 5^b Hver eða laug
- Gamalt hvera- eða laugasvæði
síðsefning ónákvæm
- Heit jörð, afbræðsla
- == Vegur
- Heitavatnsléiðsla
- Skurður
- Hús



Mynd 1





- ⊙ Hver
- ↳ Lækur
- Kartöflugardur
- Engi
- Tún
- Kísilhella
- Mól

MYND 2 Hverasvæðið í Reykjaværvi árið 1905, kortlagt af Baldvini Friðlaugssyni (Þorkell Þorkelsson 1920).

- a) ÞVOTTAHVER. Hverinn er hringlaga og er um 5 m í þvermál. Barmarnir eru úr sandi en víða er grunnt á móhelluna. Áin rennur alveg við hverinn og flæðir inn í hann þegar rennsli er mikið og ber þá í hann drullu og sand. Mestur hiti mældist 95°C. Rennsli er erfitt að meta en gæti verið 2-3 l/s og er þá talið með vatn úr augunum sunnan og norðan hans. Hverinn var áður nýttur til þvotta, eins og nafnið ber með sér, og síðar til upphitunar á Reykjatorfunni. Nú er nýting engin. Rennsli var áætlað 3,5 l/s árið 1944 en það virðist of há tala.
- b) Um 15 m norðar syðst í mjórri lænu, sem liggur út í ána, kemur upp heitt vatn. Þegar mikið er í ánni, eins og þegar staðurinn var skoðaður í apríl, flæðir hún í lænuna. Hiti mældist mest 85°C. Vatnið, sem kemur upp í Þvottahver, er leitt í þessa lænu.
- c) Í eyrinni í austurbakka árinna, sunnan við Þvottahver, eru allmörg smáaugu sem oft eru undir vatni. Mestur hiti mældist rétt suðvestan Þvottahvers 94,5°C. Rennsli er töluvert.
6. Á 100 m kafla suður af Þvottahver festir ekki snjó á austurbakka Helgár. Um 80 m suður af Þvottahver er mikill hiti í eyri í Helgá og nokkur augu eru á árbakkanum þar norður af.
- a) Lítið dý 6 m frá austurbakka Helgár og um 50 m sunnan við Þvottahver. Hiti mældist 21,5°C en rennsli var ekkert sjáanlegt.
- b) Lítið dý um 15 m sunnar. Hiti 26°C, ekkert rennsli sjáanlegt.
- c) Í eyri í Helgá kemur upp töluvert af heitu vatni. Í flóðum er eyrin í kafi og svo var í apríl 1982. Þarna er, að sögn heimamanna, hægt að grafa fram fallegan lítinn hver en áin fyllir hann venjulega fljótt með framburði sínum. Einkum var það áberandi eftir að farið var að ræsa land með skurðgrefttri, enda jókst þá framburður árinna mikið. Hiti mældist í apríl allt að 87°C, en hefur áður mælst hæst 88°C (Karl Grönvold o.fl. 1973). Sama hitastig mældist í júlí, en þá var eyrin upp úr. Rennsli er ógjörlegt að áætla.
7. LAUGARNAR. Í túninu, um 150 m suður af Reykjarhóli, var áður töluverð vatnsuppkoma á línu með norðlaga stefnu og hét þar Laugarnar. Þegar skurður var grafinn meðfram þeim að austanverðu hljóp vatnið í skurðinn og eru þar nú allmörg smáaugu á um 60 m kafla. Klaka festir ekki í jörð á stóru svæði til norðurs frá skurðinum.

- a) Nyrsta augað er smáseytli, um 20°C heitt.
 - b) Um 25 m sunnar eru tvö augu; það nyrðra er 66°C heitt og rennsli á að giska 0,1 l/s, en það syðra 63,5°C og rennslið smáseytli.
 - c) Sunnar er töluverður hiti í skurðinum en ekki greinileg augu. Mestur hiti mældist 35°C um 30 m sunnan við b).
8. Tvö smáaugu eru um 300 m sunnan við Laugarnar, 25-30 m austan Helgár og eru um 45 m á milli þeirra.
- a) Smá dý; hiti mældist 27°C en rennsli á að giska 0,05-0,1 l/s.
 - b) Þíður blettur en ekkert rennsli; hiti mældist 12°C.
9. Rétt austan við eldra íbúðarhúsið á Hveravöllum eru hverirnir Ystihver og Strokkur og litlu norðar er lítill nafnlaus hver. Hverapýrpingin er ílöng til norðurs. Aðalhitinn er á svæði 25x50 m² að stærð. Að sögn heimamanna er velgja á stóru svæði vestur og suðvestur af hverunum, þar sem ekki fer klaki í jörð.
- a) YSTIHVER (Baðstofuhver, Norðurhver), þ.e. sá nyrsti eða ysti af stóru hverunum. Hverinn hefur myndað stóra hringlaga kísilskál sem mældist vera rétt rúmir 10 m í þvermál. Kísilbreiða nær að auki langt niður (vestur) fyrir hverinn. Ystihver er goshver og er hann líklega öflugasti goshverinn sem nú er virkur og óbygður á lág-hitasvæðum á Íslandi. Vatnið í skálinni er í suðu og alltaf á mikilli hreyfingu. Öðru hvoru skýtur hverinn óreglulegum gusum upp í 1-2 m hæð. Veðurfar (þ.e. loftþrýstingur) hefur allmikil áhrif á virknina. Ef sett eru í hverinn 10 kg af sápu, þá gýs hann innan þriggja mínútna öflugum gosum, sem mælst hafa allt að 20-30 m há. Gosin standa í 1/2 mínútu. Venjulega kemur svo annað gos 20-30 mín. seinna, þegar hveraskálin hefur fyllst að nýju.
- Fyrr á tímum gaus Ystihver örsjaldan og var aðalgoshverinn á svæðinu þá Uxahver. Gos í Ystahver urðu aðeins rétt fyrir miklar veðurbreytingar (þ.e. við mjög lágan loftþrýsting) og voru þau ekki mjög há, 5-10 m. Árið 1904 var vatnsborðið í hveraskálinni lækkað um 25 cm af Baldvini Friðlaugssyni, framkvæmdastjóra Garðræktarfélags Reykhverfinga, með því að höggva smárennu í austurbarm skálarinnar. Þetta hafði þau áhrif að gosin stækkuðu og urðu tíðari (Þorkell Þorkelsson 1920). Nú orðið gýs hann þó sjaldan stórum gosum án sápu.

Allmikið af sprungum sést í hveraskálinni. Sérstaklega er áberandi ein sprunga sem liggur í miðja norðanverða skálinna. Flestar greinilegustu sprungurnar stefna N0 -10°A eða beint á Syðstahver, en einnig vottar fyrir sprungum, sem stefna N20-30°A í áttina að Uxahver.

Vatnið úr hvernum var áður nýtt til kartöfluræktar og garðyrkju, en nú nýtir Hitaveita Húsavíkur allt vatn úr hvernum. Vatnið er tekið við útfall úr skálinni á vesturbarmi hennar og leitt í asbestpípum í miðlunartank sem liggur neðar í hlíðinni.

Vatnið í hvernum er sjóðandi. Rennsli hefur verið mælt alloft á undanförunum 12 árum frá því að Hitaveita Húsavíkur virkjaði hann, en oftast með vatninu úr Strokki. Samantekt á þessum mælingum (Einar Arnórsson 1980) leiðir í ljós að á árunum 1971-1974, áður en holan var boruð, var rennsli úr hvernum um 22 l/s en eftir að farið var að virkja holuna minnkaði það í um 17 l/s (árið 1980). Samkvæmt því hefur rennsli úr hvernum minnkað um 5 l/s við borun holunnar.

b) STROKKUR. Rétt við Ystahver eða um 3 m SSV við skálarbarminn er Strokki. Hverinn er miklu minni en nágranninn og um hann hefur verið steipt þró. Samkvæmt Þorkeli Þorkelssyni (1920) hafði hverinn myndað kísilskál um 2x3 m² að stærð, en hún sést ekki lengur þar sem þróin er byrgð. Ekki fundust heimildir fyrir gosvirkni í Strokki en vatnið er í stanslausri suðu og mikil ólga er í því.

Ekki eru til margar sjálfstæðar mælingar á rennsli úr Strokki og virðist hann stundum hafa verið mældur með Ystahver. Hann var þó mældur árið 1974 og reyndist rennslið þá vera 2,1 l/s.

c) Um 15 m norðan við Ystahver er lítill nafnlaus hver, hola sem steipt hefur verið yfir. Út undan steypunni seytlar heitt vatn sem mældist 97,5°C heitt. Þorkell talar um gufuholu, um 10 m norðan við Ystahver, og mun hafa verið stungið í hana viði, sem átti að sveigja, til mýkingar.

d) Um 10 m suðaustan við Strokki er jörðin mjög heit og mældist þar 99°C hiti á innan við 5 cm dýpi í jarðvegi en ekki sést neitt vatn. Enginn gróður þrífst þarna, og mætti örugglega ná sjóðandi vatni ef grafið væri þarna.

Á nokkrum stöðum umhverfis hveraskálinna seytlar fram volgt vatn, en hvergi í umtalsverðum mæli.

10. Skammt neðan við yngra íbúðarhúsið á Hveravöllum er Uxahver og á allstóru svæði vestur, en þó aðallega norðvestur af honum má finna heitar eða volgar uppsprettur.

a) UXAHVER. Hverinn er nú alveg byrgður en samkvæmt lýsingu Þorkels hefur hverinn byggt upp kísilskál, ílanga, $2,5 \times 3,5 \text{ m}^2$ að stærð. Vatnið er í stöðugri suðu.

Áður fyrr var Uxahver frægastur goshvera á Norðurlandi, og eru til margar lýsingar á gosum hans frá fyrri öldum, hin elsta frá 1699. Yfirleitt er talað um 10-20 feta gos, en um 1870 virðast þau hafa náð allt að 30 fetum. Eftir jarðskjálftana 1872 hætti hverinn að gjósa um nokkurra ára skeið. Um aldamótin var hann farinn að gjósa aftur og 1904 gaus hann 3 m háum gosum á um 5 mínútna fresti. Þá lét Baldvin Friðlaugsson dýpka frárennslisrásina um 25 cm. Við það jókst tíðni gosanna, en þau lækkuðu í um 2 m. Árið 1970, þegar hverinn var byrgður, mun gosvirknin, að sögn heimamanna, hafa verið mjög svipuð.

Sagnir eru til um að nafnið hafi Uxahver fengið vegna þess að uxi hafi dottið í hverinn og drepist. Líklegri er þó sagan um að nafnið tengist því að við gos fyrr á tímum hafi hann öskrað eins og uxi (Þorvaldur Thoroddsen 1910).

Í byrjun aldarinnar var hverinn nýttur til kartöfluræktar og var vatnið leitt í lokræsum út í garðana. Nú er vatnið nýtt til upphitunar á gróðurhúsum Garðræktarfélagssins, en á árunum 1970-'74 nýtti Hitaveita Húsavíkur afgangsvatn þegar þörf var á. Vatnið er sjóðandi. Rennsli hefur verið mælt nokkrum sinnum, síðast árið 1974 og var þá 9,0 l/s.

b) Í rófnagarði um 30 m norðvestur af Uxahver kemur upp svolítið af heitu vatni. Laugin er algjörlega byrgð og er vatnið leitt út í smáskurð sem er meðfram næsta gróðurhúsi. Þar kemur vatnið fram á tveim stöðum og er nyrðri rásin heitari, 70°C en sú syðri 56°C . Rennsli var lauslega áætlað $1/4 \text{ l/s}$.

Þegar grafið var fyrir þessu sama gróðurhúsi kom einnig upp heitt vatn í grunni þess.

c) Skammt neðan við Uxahver eru 3 samliggjandi gróðurhús. Við norðurgabl þess neðsta af þeim var áður botnlaust dý og því er

húsið lítið eitt styttra en hin húsin. Dýið er nú horfið en vatnið kemur fram í skurði nokkrum metrum neðar. Mældist þar 36°C hiti en rennsli var lítið.

d) Nokkru norðar uppi á skurðbakkanum kemur fram ylvolt vatn á tveim stöðum. Uppspretturnar eru tengdar gömlu kartöflulokræsunum, og því er líklegt að vatnið komi upp nokkru ofar í túninu sem er ofan við skurðinn. Syðri uppsprettan mældist 35°C heit, en sú nyrðri 28°C. Rennsli var svipað á báðum stöðum, um eða innan við 0,5 l/s.

e) Í skurði milli húsa allmiklu sunnar vætlar fram 15°C heitt vatn. Rennsli var ekki teljandi.

11. Niðri þar sem dalverpið er lægst, um 250 m vestan við hina stóru hverina, er Strútshver og nokkrir minni hverir. Segja má að þetta séu upptök Helgár ef frá er talið afrennsli úr skurðum. Flestir hverirnir eru upp á austurbakkanum. Aðalhitasvæðið er ílangt til norðurs um 15x30 m² að stærð.

a) STRÚTSHVER. Strútshver er nyrstur af þessum hverum og er hann öflugastur þeirra. Samkvæmt skýrslu Rannsóknaráðs ríkisins (1944) kom heita vatnið upp í árfarveginum og var mikil leðja umhverfis svo að ókleift var að komast að hvernum. Aðaluppspretturnar voru tvær en nú hefur sú nyrðri þeirra verið byrgð með lokaðri þró. Strútshver var ekki goshver en það ólgaði mikið í honum og bullaði ef ánni var veitt frá honum.

Á árunum 1970-74 var hverinn nýttur af Hitaveitu Húsavíkur en hefur lítt eða ekki verið nýttur síðan, enda þarf að dæla vatninu upp í miðlunartankinn vegna þess hve hverinn liggur lágt. Rennsli úr nyrðra auganu var mælt 1974, 8,0 l/s af 100°C heitu vatni og streymir það út úr þrónni í gegnum rör og út í lækinn. Syðri uppsprettan virðist vera mun minni og kemur vatnið upp í drullupytti á austurbakka árinna um 5 m sunnan við steypu þróna. Hiti mældist þar einnig 100°C. Rennsli er miklu minna en í nyrðra auganu.

b) Um 12 m sunnan við þróna kemur upp meira vatn í leðjupytti. Mældist þar 100°C en rennsli var lítið.

c) RAUÐI HVERINN. Um 6 m sunnan við b) er hola um 1 m í þvermál og um 1 m að dýpt. Í holunni bullar rauðleit leðja, en frárennsli er ekkert. Hiti mældist þarna 93°C, en hefur áður mælst hæst 96°C.

- d) Úti í læknum við Rauða hverinn kemur upp volgt vatn og mældist þar 30°C hitit.
- e) KARTÖFLUHVER. Um 10 m suðvestan Rauða hversins, í vesturbakka lækjarins, var að sögn Jóns Frímanns í Bláhvammi uppspretta er nefnd var Kartöfluhver. Hún stíflaðist af framburði lækjarins er farið var að framræsa landið og sér hennar nú engin merki. Þarna voru áður soðnar kartöflur.
12. Um 40 m vestan við Strútshver er hitasvæði. Þar bræðir snjó af bletti sem er um 50x30 m² að stærð og ílangur til norðvesturs. Mestur hiti mældist norðvestast á blettinum, 51°C, en ekki sér þar í vatn. Það kemur hins vegar fram í nokkrum augum í leirbakka 20 m neðar (til suðausturs). Mældist þar 34-50°C hiti. Rennsli er erfitt að mæla og er ekki umtalsvert. Þarna var áður kartöflugarður og var vatnið ræst fram úr aðaluppsprettunni til að hita upp jarðveginn. Norðan við heitasta staðinn má finna gamalt hverahrúður.
13. Í skurði sem liggur til austurs frá Strútshver kemur upp heitt vatn á tveim stöðum. Á vestari staðnum mældist 26°C hiti en þeim eystri 37°C. Rennsli var óverulegt.
14. Frá Syðstahver og nálægum uppsprettum rennur lækur til norðvesturs í áttina að Strútshver. Í læknum eða við hann kemur víða fram volgt vatn. Sumt af því virðist eiga upptök sín eitthvað sunnar en vera ræst fram í lækinn í lokræsum. Hér verða þessi augu talin upp og hiti í þeim en rennsli er yfirleitt lítið og ekki hægt að mæla það.
- a) 25°C, b) 37°C, c) 40°C, d) 39°C, e) 36°C, f) 40,5°C, g) 26°C, h) 37°C, i) 24°C, j) 21°C, k) 16°C, l) 33°C, m) 40°C, n) 50°C, o) 31°C, p) 32°C, q) 43°C og r) 31°C.
15. Neðan við íbúðarhúsin í Bláhvammi og Laufahlíð er Syðstihver og nokkrar minni uppsprettur og er það syðsti stóri hverinn á svæðinu. Aðalhitasvæðið er ílangt til norðurs 40x15 m² að stærð og er Syðstihver miðsvæðis.
- a) SYÐSTIHVER. Aðaluppstreymisopin eru tvö. Um þau bæði voru byggðar þrjár árið 1970 og þau byrgð svo að nú sést ekki í vatn. Samkvæmt lýsingu Þorkels (1920) voru þarna tvær holur og var sú nyrðri kröftugri. Engar kísilútfellingar voru við Syðstahver. Seinna virðist hverinn hafa verið grafinn upp, því samkvæmt lýsingu

Barth (1950) eru bæði hveraopin í einum stórum polli. Samkvæmt eldri heimildum var Syðstihver goshver sem gaus 1-3 m háum gosum og gusu opin ýmist til skiptis eða saman. Hverinn virðist hafa hætt að gjósa við skjálftana 1872 (Thoroddsen 1910), enda eru ekki til yngri heimildir um gos í honum.

Hverinn er nú nýttur af Hitaveitu Húsavíkur, en eins og hinir stóru hverirnir var hann fyrr á öldinni nýttur til kartöfluræktar og garðyrkju. Fyrir borun holu H-1 árið 1974 mældist rennsli úr hvernum 11,0 l/s af 100°C heitu vatni. Árið 1980 var það 10,0 l/s, og gæti samkvæmt því hafa minnkað um 1 l/s við borun holunnar.

b) KAFFIHVER. Um 10 m NNA við nyrðri þró Syðstahvers er lítill hver, nefndur Kaffihver. Yfir hverinn hefur verið steipt plata með 2 götum fyrir potta. Yfir plötunni er steipt þak, sem á stendur ártalið 1924. Í pottholunum glittir í vatn en ekki var það mikið, enda rétt vætlar frá hvernum. Mestur hiti mældist 89°C og er ljóst að hverinn hefur látið nokkuð á sjá síðan Þorkell mældi þar 94°C hita. Þess má geta að nafn sitt fékk hverinn af því, að gufa frá honum var notuð til að hita upp kaffi en til slíks dugir hann engan veginn í dag.

c) Til suðurs frá Syðstahver er röð af uppsprettum en þær kólna ört til suðurs og syðst eru kaldavermsl. Heitustu uppspretturnar eru 6 m frá syðri þró Syðstahvers 23°C og 8 m, 17°C. Um 13 m sunnar mælist 10,5°C og 5 m sunnan við það 8°C. Rennsli er ekki mikið frá þessum uppsprettum.

Á öllu svæðinu á milli Syðstahvers og Strútshvers virðist vera meiri og minni velgja og þarna kemur ekki frost í jörð.

16. Sitt hvoru megin við veginn að Bláhvammi og Laufahlíð er hiti á allstóru svæði og er lögun þess ílöng til norðurs. Aðalhitinn er í skurðum sunnan vegar. Mestur hiti mældist syðst, í skurði, 20°C. Í skurði við veginn mældust 19°C og sama hitastig fékkst í litlu dýi norðan vegar. Rennsli var hvergi umtalsvert og ómögulegt að mæla það.

TAFLA 1 Hiti og rennsli hvera og lauga á hveravæðinu á Hveravöllum í Reykjavherfi.

Nr.	Staðarlýsing	Hiti* °C	Rennsli** l/s	Nr.	Staðarlýsing	Hiti* °C	Rennsli** l/s
1.	Dý í hvamm austan Helgár á móts við Reykjavelli	38	vætl	10.	a) Uxahver	100	9,0
2.	Drullugý, um 80 m sunnan við 1	35	0		b) Hver í rófnagarði	70	(0,25)
3.	Drullugý, um 30 m sunnan við 2	18	0		c) Auga í skurði við gróðurhús	36	vætl
4.	Hiti í skurði neðan við Rein	19	-		d) Tvö augu við enda á gömlum kartöflulokkræsum	28-35	(1)
5.	a) Þvottahver	95			e) Auga í skurði milli gróðurhúsa	15	vætl
	b) Augu í lænu um 15 m norðan við a)	85	(2-3)	11.	a) Strútshver	100	8
	c) Augu í árbakka sunnan við a)	94,5			b) Auga á árbakka, 12 m sunnan Strútshevers	100	líftíð
6.	a) Dý um 50 m sunnan við Þvottahver	21,5	0		c) Rauði hverinn	93	0
	b) Dý um 15 m sunnan við a)	26	0		d) Auga úti í Helgá	30	-
	c) Hver í eyri í Helgá	87	-	12.	Hitasvæði, vestan Strútshevers	51	-
7.	Laugarnar			13.	Augu í skurði austan Strútshevers	26-37	-
	a) Auga nyrst í skurði	20	-	14.	Augu við læk milli Syðstahvers og Strútshevers	16-50	-
	b) Tvö augu 25 m sunnar í skurðinum	66	(0,1)	15.	a) Syðstihver	100	10,0 ⁺⁺
	c) 30 m sunnan við b)	35	-		b) Kaffihver	89	vætl
8.	a) Dý um 300 m sunnan við Laugarnar, austan ár	27	(0,05)		c) Dý sunnan við Syðstahver	8-23	-
	b) Þíður blettur	12	0	16.	Hiti við veg að Laufahlíð (í skurðum)	20	-
9.	a) Ystihver	100	16,8 ⁺				
	b) Strokkur	100	2,1	*	Hiti mældur í apríl eða júlí 1982		
	c) Hver, 15 m norðan Ystahvers	97,5	líftíð	**	Tölur um rennsli eru byggðar á mælingum Hitaveitu Húsaveitu Húsaveitaráráðs 1974 (Strokkur, Uxahver og Strútshever) og 1980 (Ystihver og Syðstihver).		
	d) Heit jörð um 10 m suðaustan við Strokk	99	0		Aðrar tölur eru grófar ágiskanir, eins og rennslið virtist vera í apríl 1982.		
				+	Rennslið mældist 21,7 l/s, árið 1974, fyrir borun holu H-1		
				++	Rennslið mældist 11,0 l/s, árið 1974, fyrir borun holu H-1		

3.2 Nýting jarðhitans og eignarréttur

Eins og áður getur var nýting heita vatnsins í Reykjahverfi engin fyrr en undir síðustu aldamót. Árið 1878 voru í fyrsta skipti settar niður kartöflur í námunda við hverina og tókst það svo vel að á næstu árum var brotið land til kartöfluræktunar nærri hverunum. Var þetta orðin umtalsverð ræktun er leið að aldamótum og tekjulind fyrir bóndann á Reykjum.

Árið 1904 var stofnað hlutafélag um ræktunina og nefnt Garðræktarfélag Reykhverfinga. Eigandi Reykja seldi þá félaginu Ystahver (og Strokki), Uxahver og hálfan Syðstahver og land til garðræktar. Áður hafði Brekknakot orðið lögbýli og féllu undir það 1/2 Syðstihver og 1/2 Strútshver. Í Brekknakoti er nú tvíbýli, Laufahlíð og Bláhvammur en gamla nafnið hefur verið lagt niður. Garðræktarfélagið hóf árið 1905 að brjóta land til garðræktar og leggja um það lokrasi fyrir hveravatnið. Árið 1907 fékk félagið 1/3 Reykja til ábúðar og keypti þann jarðarpart litlu seinna með tilheyrandi jarðhitaréttindum. Árið 1920 var jarðeign félagsins gerð að lögbýli er hlaut nafnið Hveravellir.

Árið 1924 var fyrsta íbúðarhúsið á Hveravöllum hitað upp með jarðhita. Var það gert með gufu úr Strokki. Tókst það mjög vel og hefur jarðhiti síðan verið notaður til upphitunar á Hveravöllum. Seinna var farið að nýta Þvottahver til upphitunar á Reykjatorfunni og Syðstahver í Brekknakoti, sem nú hét reyndar Laufahlíð.

Auk kartöfluræktar fékkst Garðræktarfélagið við rófnarækt, túnækt og engja-heyskap og nýtti það jarðyllinn við þessa ræktun. Árið 1933 hófst bygging á fyrsta gróðurhúsi félagsins, 50 m² að stærð, og var það fyrsta gróðurhúsið á Norðurlandi. Húsið var nýtt til tómataræktunar. Annað gróðurhúsið var byggt á árunum 1935-36 og svo hvert af öðru. Nú er svo komið að félagið er með 4.500 m² undir gleri. Aðaláherslan hefur verið lögð á tómataræktun en einnig hafa verið ræktaðar gúrkur, paprikur, inniblóm og fleira. Úti hefur verið ræktað kál, rófur og gulratur auk garðblóma (Garðræktarfélag Reykhverfinga, Afmælisrit 1979).

Árið 1970 samdi Húsavíkurbær við eigendur jarðhitans á öllu hverasvæðinu um kaup á vatni til reksturs hitaveitu á Húsavík. Fékk Húsavík þá full afnot af Ystahver (og Strokki), Syðstahver og Strútshver, ef frá er talin

TAFLA 2 Eignarréttur og nýting stóru hveranna

	Eignarréttur			Nýting		
	Brekknakot ⁺	Hveravellir	Reykir	Garðræktarfélagið	Hitaveita Húsavíkur	Reykir
Ystihver (Strokkur)		1/1			1/1*	
Uxahver		1/1		1/1		
Syðstihver	1/2	1/2			1/3 ^o	
Strútshver	1/2	1/6	1/3		(1/1) ^x	
Þvottahver			1/1			(1/1) ^x

+ Að gömlu jörðinni Brekknakot eru þrír eigendur og á hver 1/3 af jörðinni og jarðhitarétti. Brekknakotsnafnið er ekki lengur til en undir Laufahlíð falla 2/3 hlutar og Bláhvamm 1/3.

* Garðræktarfélagið fær vatn og gufu úr Strokki til að hita upp eldra íbúðarhúsið á Hveravöllum.

o Laufahlíð og Bláhvammur fá heitt vatn úr hvernum til húshitunar.

x Hverinn er ekki nýttur sem stendur.

nýting Strokkis og Syðstahvers til húshitunar á Hveravöllum, í Laufahlíð og í Bláhvammi. Var vatnsmagnið talið alls 44-45 l/s. Þá fékk Húsavíkurbær réttindi til borunar í landi allra jarðanna gegn því að landeigendur fengju 10% af því viðbótarvatnsmagni sem fengist við borun. Hitaveitan tók til starfa þegar árið 1970.

Árið 1974 var vatnsmagnið í hverrunum orðið ónógt fyrir Hitaveituna og hafði hún þó fengið viðbótarvatnsmagn úr Uxahver þegar þörfin var brýnust. Á því ári var boruð hola (H-1), sem gaf um 44 l/s af 125°C heitu vatni. Eftir borunina dró heldur úr rennsli úr Ystahver. Síðan holan var boruð hefur hitaveitan haft nóg vatn svo að Strútshver hefur ekki verið nýttur. Hitaveita Húsavíkur sér nú allri Húsavík og öllum bæjum í Reykjahverfi utan Hveravalla fyrir heitu vatni til upphitunar.

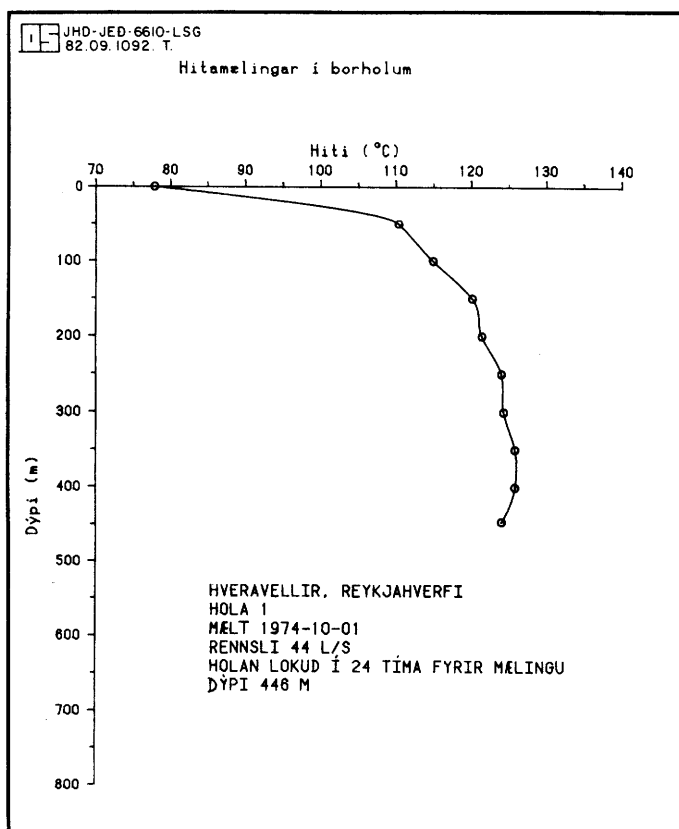
Í töflu 2 eru dregnar saman helstu upplýsingar um eignarétt á jarðhitunum og nýtingu hans.

4 BORHOLA H-1

4.1 Borun holunnar

Að undangenginni rannsókn á hverasvæðinu á Hveravöllum á vegum Jarðhita-deildar Orkustofnunar (Karl Grönvold o.fl. 1973) var staðsett hola um 200 m norður af Ystahver (sjá mynd 1). Holan var síðan boruð sumarið 1974. Höggbor 3 forboraði niður á 22,4 m dýpi, og var það unnið á tímabilinu 10.-30. ágúst. Þá tók Ýmir (Mayhew) við og var hann á staðnum til 25. september. Holan var þá orðin 450 m djúp. Borun gekk vel og urðu engar tafir. Fyrsta vatnsæðin kom á 422-425 m dýpi og var holan farin að gjósa morguninn eftir að borað var niður í hana. Á 448-450 m dýpi kom "óhemju mikið vatn" og reyndist ekki unnt að bora áfram þar sem holan gaus þó dælt væri niður (Jarðboranir ríkisins 1974). Botn holunnar er því í 450 m.

Holan er fóðruð með 254 mm fóðringu niður á 37 m dýpi en þar fyrir neðan er vídd holunnar 171 mm. Samkvæmt hitamælingu frá 1964 er vatnið í holunni 125°C heitt (mynd 3). Rennslið úr holunni var árið 1980 44,4 l/s (Einar Arnórsson 1980). Holan hefur verið virkjuð af Hitaveitu Húsavíkur síðan 1974.



MYND 3 Hitamæling úr holu H-1

4.2 Borholujarðfræði

Jarðlagastaflinn, sem borholan sker (um 450 m), samanstendur að mestu af móbergs- og basaltlögum. Einstök jarðlög holunnar, syrpuskipting og holu- og sprungufyllingar í þeim eru sýnd á mynd 4. Holan fer í gegnum einn berggang á rúmlega 300 m dýpi. Til einföldunar er jarðlögum holunnar skipt upp í 6 syrpur eftir ráðandi berggerð og fer lýsing þeirra hér á eftir. Svólítið hefur verið greint af holu- og sprungufyllingum í jarðlögum og benda þær til þess að komið sé í laumontítbelti á um það bil 400 m dýpi.

Syrpa 1. Syrpan er um 70 m á þykkt og er á 44-112 m dýpi. Hún einkennist af fínkornóttum þóleíft basaltlögum, ekki mikið ummynduðum. Hraunlögin eru að minnsta kosti 6. Millilög eru engin og oxun á lagmótum er óveruleg. Á um 70 m dýpi er basaltið mjög glerjað og með finum plagíóklasnálum. Neðsta hraunlagið í syrpanni er ljósara og grófkristallaðra en hin. Í því er nokkuð af rauðgulum molum og ljósum útfellingum.

Syrpa 2. Syrpan er rúmlega 100 m á þykkt og er á 112-218 m dýpi. Hún er úr fersku og ummynduðu móbergsgleri. Kristallað basalt er eingöngu á 138-142 m dýpi. Lítilsháttar er af holu- og sprungufyllingum, einkum zeólítum og kalsíti.

Syrpa 3. Syrpan er um 70 m á þykkt og er á 218-290 m dýpi. Hún samanstendur af móbergs- og basaltlögum sem oft er erfitt að skipta upp í ákveðin lög. Á sniðinu sést hvernig dýptarbilinu er skipt upp í einstök lög. Talsvert er af útfellingum.

Syrpa 4. Syrpan er 20 m á þykkt og er á 290-310 m dýpi. Hún er úr að minnsta kosti tveimur basaltlögum, fínkornóttum og ummynduðum.

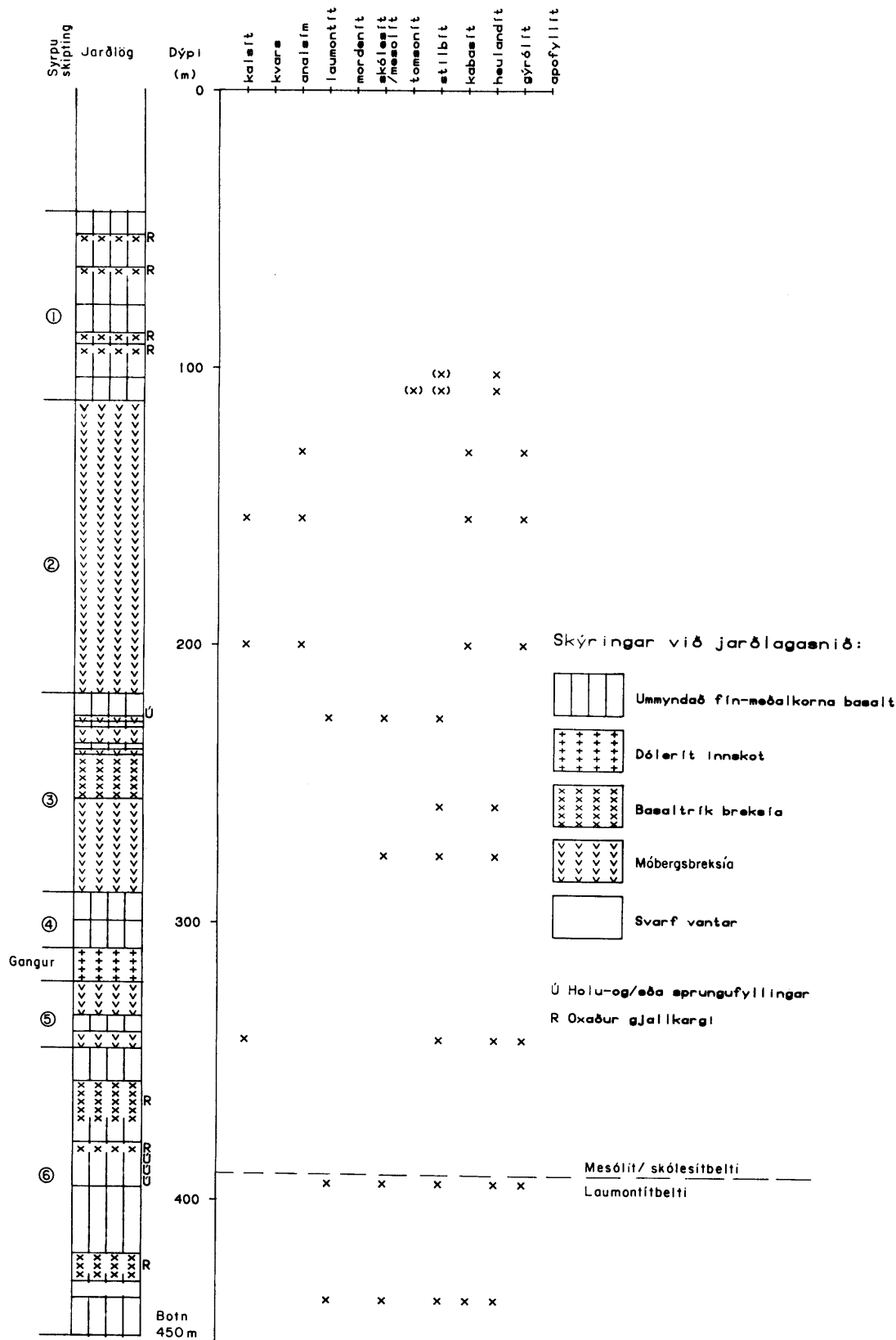
Dólerítgangur. Á 310-322 m dýpi fer holan í gegnum fersklegan dólerítgang sem ekki finnst í jarðeðlisfræðilegum mælingum á yfirborði.

Syrpa 5. Syrpan er um 25 m á þykkt og er á 322-346 m dýpi. Hún samanstendur af tveimur móbergslögum og einu basaltlagi. Móbergsglerið er ýmist ferskt eða ummyndað. Útfellingar eru í litlu magni.

JHD-BJ-6610
82.08.1004-T

Hveravellir í Reykjahverfi, hola I.

Jarðlagaskipan og ummyndunarsteindir



MYND 4 Jarðlög í holu H-1

Syrpa 6. Syrpan er a.m.k. 100 m á þykkt og er á 346-450 m dýpi. Hún er úr fremur ljósu meðalgrófkornóttu basalti, líklega þóleiíti með tiltölulega þykkum gjallkarga. Hraunlögin eru að minnsta kosti 5. Millilög milli hraunlaganna eru óveruleg eða engin. Holu- og sprungufyllingar eru ekki í miklu magni nema á um 395 m dýpi, svo og þaðan lítilsháttar jafndreift niður á botn holunnar.

5 SEGULMÆLINGAR

5.1 Framkvæmd segulmælinganna

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 segulfrávik 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 5 sýnir jafnsegulkort af svæðinu en mynd 6 alla mæliferlana. Á segulkortinu eru jafnsviðslínur dregnar með 0,2 ky 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 ky er óskyggt. Skyggingarnar dökkna með auknu frávik frá meðalsviðinu. Lega allra mælilínanna er sýnd á kortinu. Þær 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 6.

5.2 Niðurstöður segulmælinganna

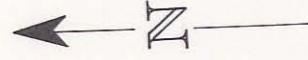
Túlkun mælinganna er ekki auðveld, þar sem engin skýr og greinileg línu-
leg frávik koma fram í mælingunum. Hins vegar er mikið um þauf og hálf-
óregluleg frávik, sem má rekja um hluta svæðisins. Reynt var að draga frá-
vikin betur fram með tölvu. Stuttar sveiflur voru deyfðar (upward
continuation) og 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 þaufar sveiflur,
sem eiga upptök grunnt í jörðinni. Þetta breytti þó litlu um túlkun mæling-
anna.

1:40000 - JED 6610 1BM

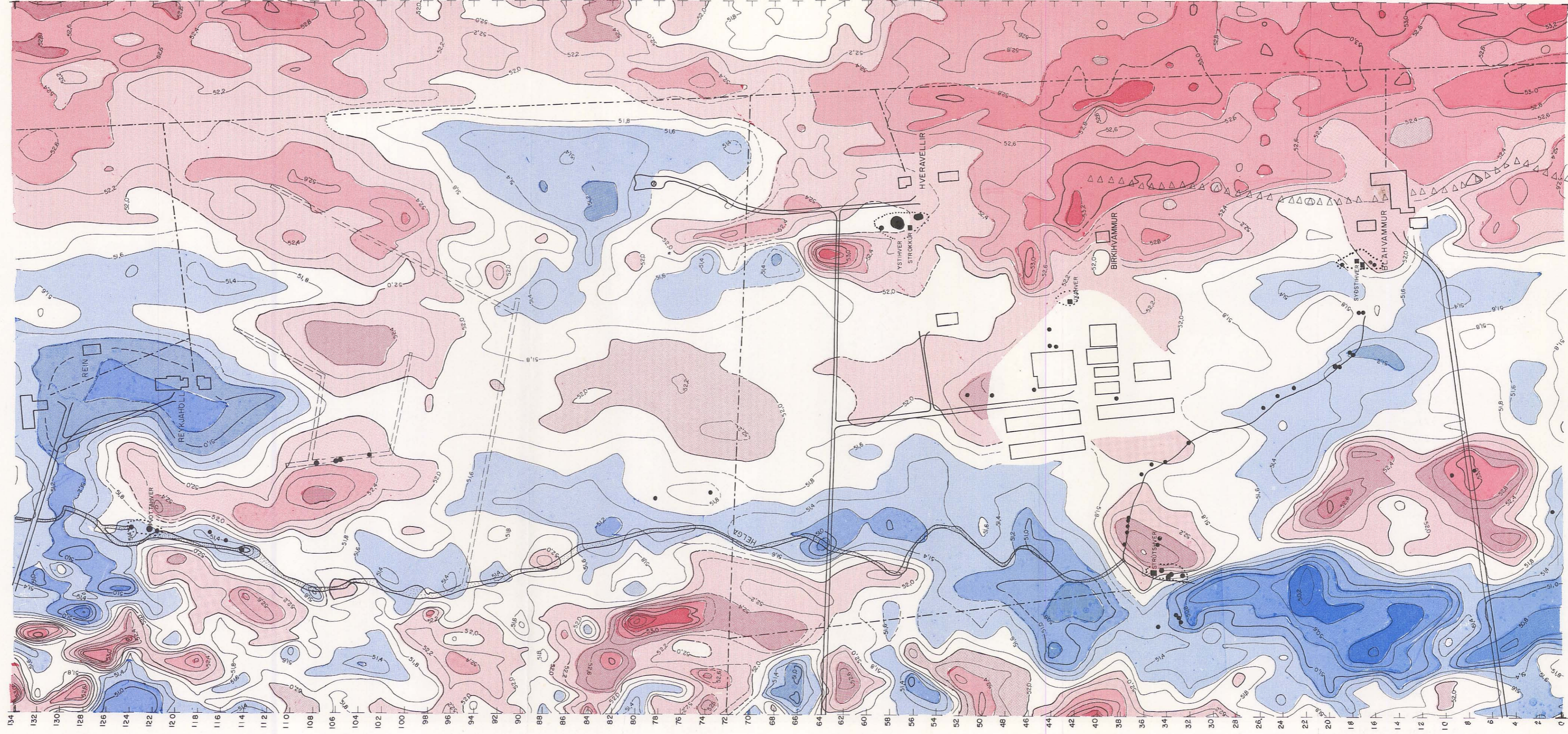
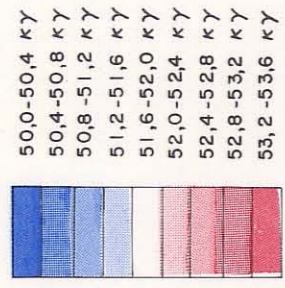
1:11 1957 EM

HVERAVELLIR Í REYKJAHVERFI

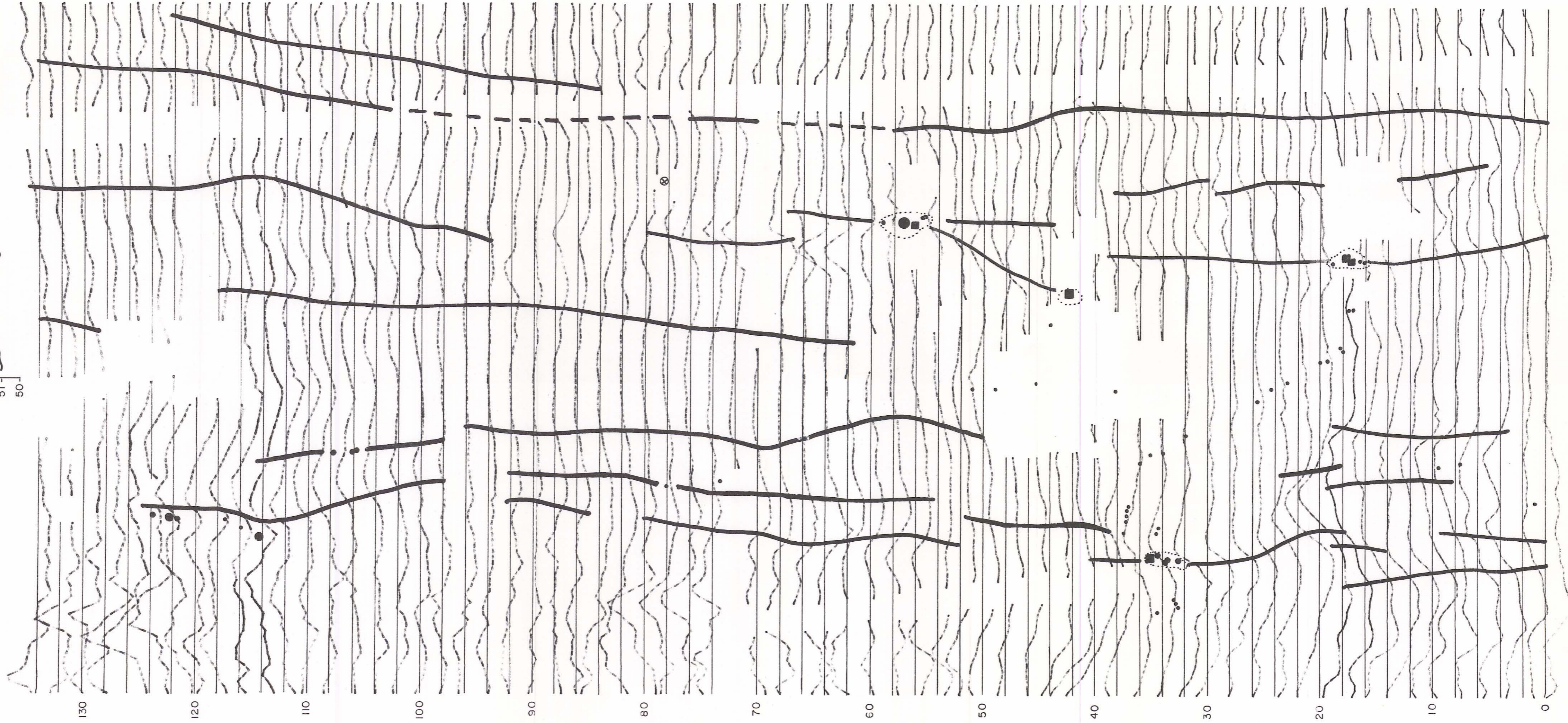
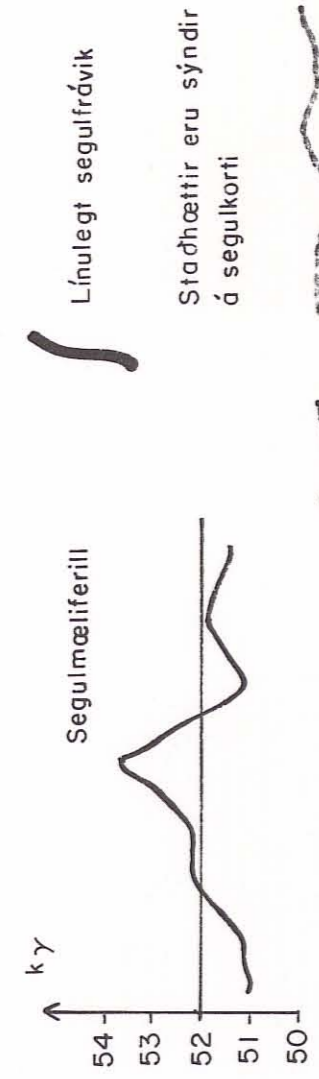
SEGULKORT



- JAFNSVIÐSLÍNUR
- MELLIÐA
- YFIRBYGGÐUR HVER
- BORHOLA
- JARÐHITI
- VEGUR
- SKURÐUR
- RAFLNA
- BREKKURÖT



HVERAVELLIR Í REYKJAHVERFI SEGUMELIFERLAR



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.

Ef við lítum svo á finni drættina í segulsviðinu, þá er mjög áberandi á báðum kortum að öll línuleg frávik stefna í norður eða nálægt því. Á segulkortinu er þó ein undantekning frá því, það er grunn segullægð sem stefnir N45°V og liggur frá Bláhvammi, skammt sunnan Syðstahvers, í áttina að Strútshver. Þetta fer saman við að á öllu á svæðinu milli Syðstahvers og Strútshvers er yllur í jörðu og sprettur volgt vatn víða fram í bakka lækjarins sem rennur frá Syðstahver í Helgá. Þessi segullægð sést mjög illa á kortinu með ferlunum. Annars er oft betra að rekja frávikin á því og hafa þau helst verið merkt inn á kortið. Nær öll frávikin koma fram sem stallar í segulsviðinu og stefna frá norðri til suðurs eða nálægt því. Þau eru flest dauf og sum þeirra hverfa jafnvel skyndilega en önnur hliðrast til.

Í segulmælingunum finnst engin örugg vísbending um ganga á svæðinu og sennilega orsakast flest frávikin af brotum (misgengjum) í berggrunninum. Þau eru væntanlega öll smá nema kannski það vestasta.

Út frá segulmælingunum virðist því mega álykta að brotabelti með norðlæga stefnu liggja um Hveravelli. Aðrar stefnur sjást þó og virðast stærstu hverirnir gjarnan tengdir skurðpunktum tveggja brota með ólíkar stefnur.

6 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 lækandi með:

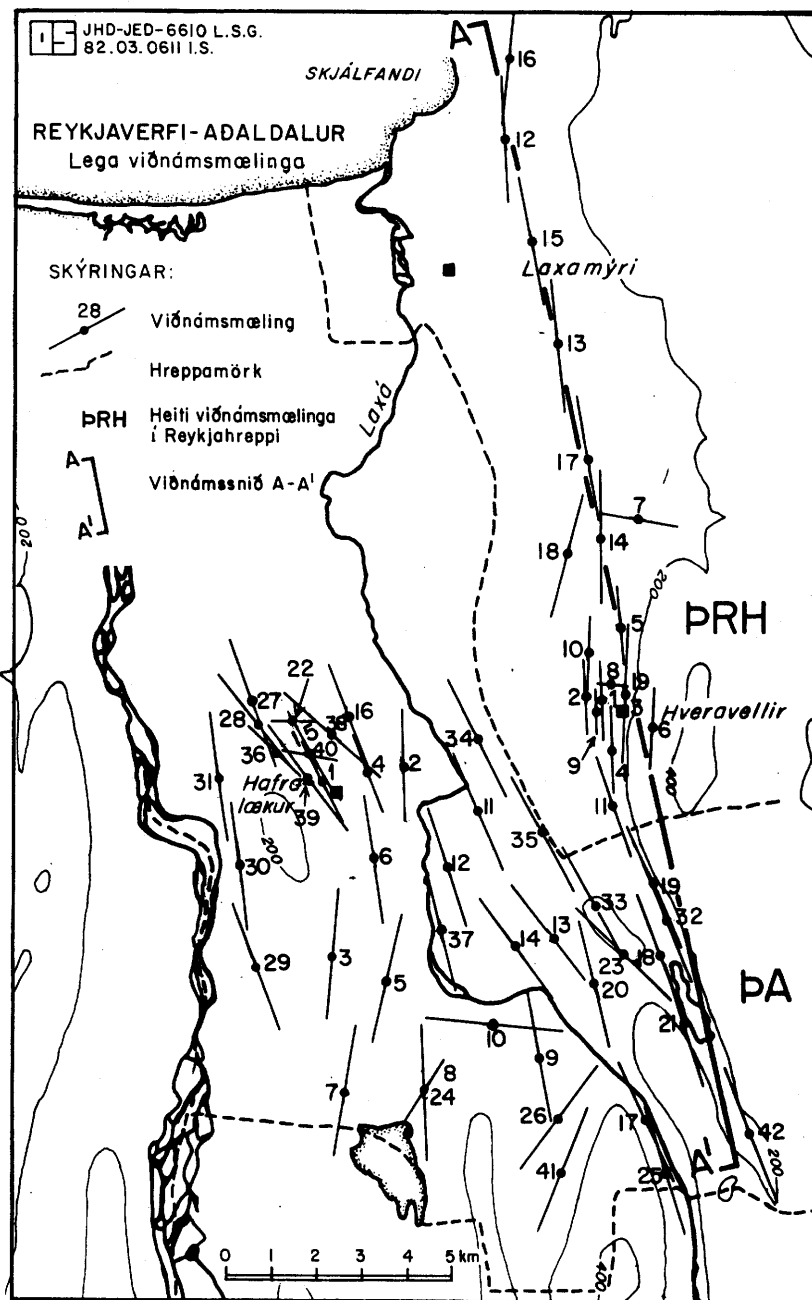
1. Hækkandi hitastigi.
2. Auknu holrými, þ.e. auknu vatnsinnihaldi bergsins.
3. Auknu seltumagni vatnsins.

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 þar tvær mælingar sumarið 1977, aðra við Hveravelli (ÐRH-19) og hina við Geitafell (ÐA-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 misskiling skal það tekið fram, að í þessari skýrslu ber heitum viðnámsmælinga ekki saman við fyrri skýrslur. Til að auðvelda tölvuvinnslu og gagnavaróveislu eru allar mælingar í Reykjahreppi nú auðkenndar með stöfunum ÐRH og númeri (en hétu áður H-1 - H10, SA16 og RH1 - RH7). Þ stendur fyrir Þingeyjarsýslur og RH fyrir Reykjahrepp. Á sama hátt hafa allar mælingar í Aðaldælahreppi fengið einkennisstafina ÐA.

Mynd 7 sýnir legu allra viðnámsmælinga í Reykjahverfi. Mynd 8 sýnir hins vegar viðnámsnið, sem nær norðan frá Kaldbak, gegnum Hveravelli og suður fyrir Geitafell. Lega sniðsins er sýnd á mynd 7. 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



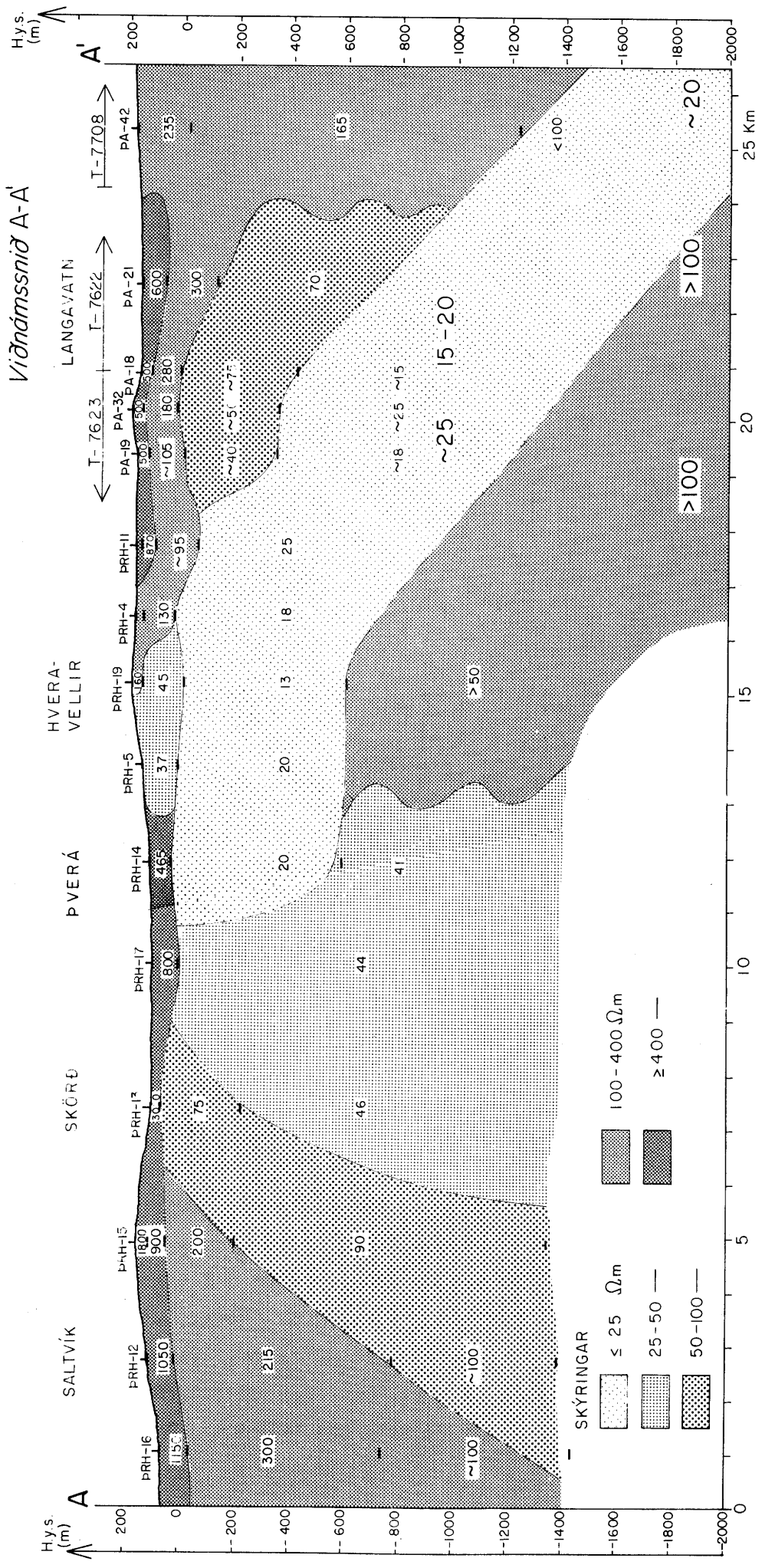
MYND 7 Lega viðnámsmælinga í Reykjavhverfi og Aðaldal

dýpi mjög lágt, 13-20 Ω m. Hér gætir tvímælalaust áhrifa frá jarðhitanum og einfaldast er að túlka lágviðnámið sem heitt berg með miklu vatnsinnihaldi. Mæling PRH-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 djúpviðnámið hækkar jafnt og þétt til norðurs. Það er um 50 Ω m við

1:5
 JHD-4FD-6608-L 5C
 82.02.0504 0.0

REYKJAHVERFI

Viðnámssnið A-A'

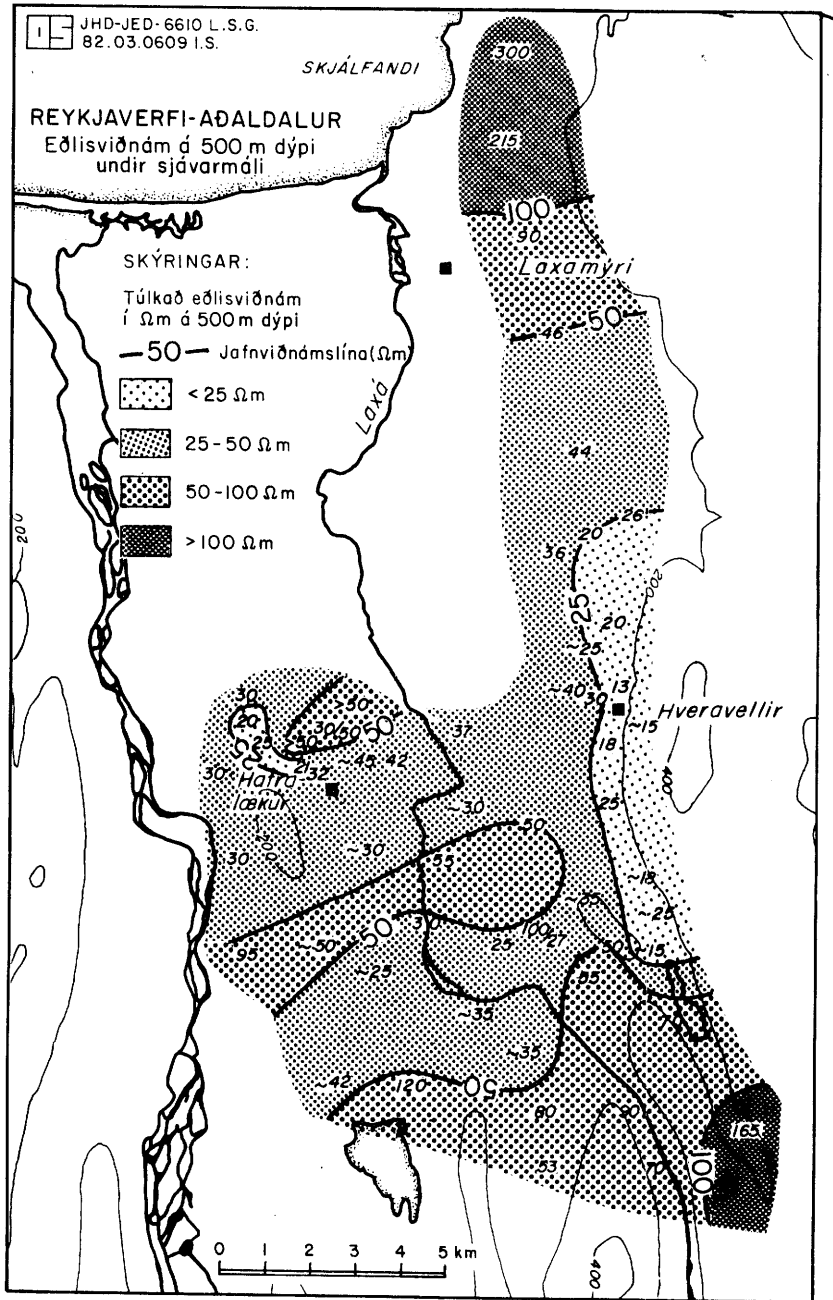


MYND 8 Reykjavherfi, viðnámssnið A-A¹

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.

Borhola KWN-1 er við Langavatn, 1704 m djúp. Í henni eru all margar vatnsæðar en engin stór. Lítil 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 viðast tvær skýringar jafn líklegar. Annars vegar er holan og volgrurnar við Langavatn í vesturjaðri lágviðnámslagsins, þ.e. þessara vatnsríku myndana, og holan því vestan við aðalvatnsleiðarana. 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 9 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.



MYND 9 Reykjahverfi-Aðaldalur, eðlisviðnám á 500 m dýpi undir sjávarmáli

7 NIÐURSTÖÐUR

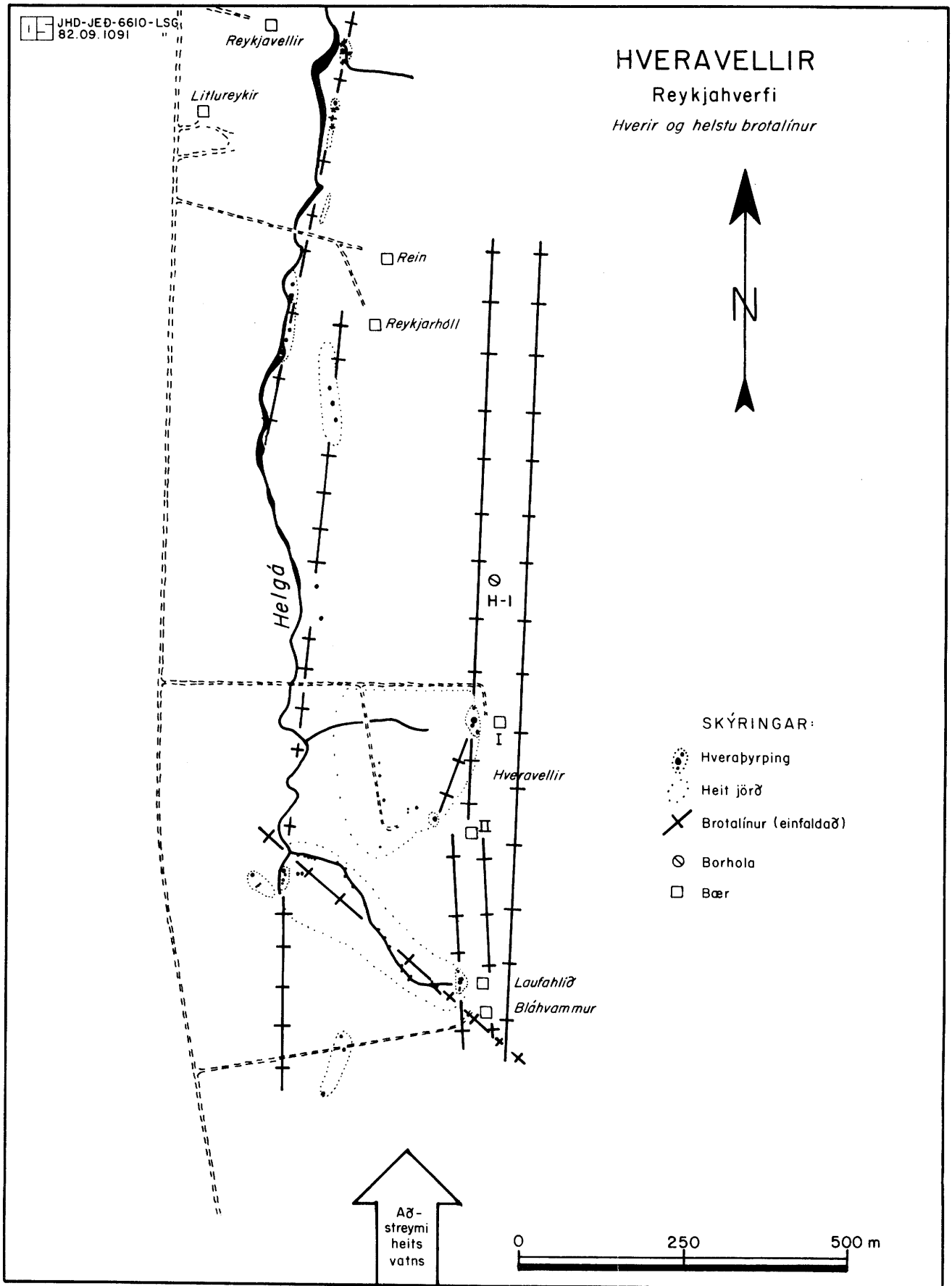
7.1 Jarðhitinn og berggrunnurinn

Af þeim gögnum sem nú liggja fyrir má gera sér nokkra grein fyrir tengslum jarðhitans í Reykjahverfi við berggrunninn. Jarðhitinn kemur upp í síð-tertíeru til árkarveru bergi sem er um 2 milljón ára gamalt. Strikstefna er norðlæg. Algengasta ganga- og brotastefna er einnig norðlæg. Norð-vestlæg brot eru þó þekkt í nágrenninu og er Húsavíkurmisgengið þekktast þeirra. Þessi brotastefna er virk enn í dag. Í Húsavíkurskjálftunum árið 1872 virðast hafa orðið talsverðar breytingar á hverasvæðinu og verður því að telja líklegt að þá hafi orðið einhver hreyfing á þeim brotum sem hverirnir koma upp á.

Af tvívætnismælingum Braga Árnasonar (1976) má ráða að vatnið á Hveravöllum sé áttað sunnan úr Vatnajökli eða nágrenni hans. Þar hripar yfirborðs-vatnið niður í dýpri jarðlög, hitnar og streymir til norðurs undan halla landsins, samsíða meginganga- og brotastefnu og strikstefnu jarðlaganna.

Viðnámsmælingar sýna mjög lágt viðnám við Hveravelli og til suðurs frá þeim og samkvæmt segulmælingunum koma hverirnir upp á norðlægum brotum. Brot þessi sjást lítt á yfirborði en áberandi sprungur í hveraskál Ystahvers, sem stefna $NO-10^{\circ}A$, styðja þetta. Lága viðnámið bendir til að jarðlög í sunnanverðu Reykjahverfi séu óvenju vatnsrík og að heita vatnið komi inn á hverasvæðið úr suðri eða suðaustri. Trúlega eru norðlægu brotin aðalvatnsleiðararnir inn á svæðið. Segulmælingarnar benda enn fremur til þess að stærstu hverirnir komi flestir upp þar sem þessi norðlægu brot eru skorin af öðrum brotum eða þar sem þau hliðrast. Þannig má leiða líkur að því að norðvestlægt brot liggi um bæði Strútshver og Syðstahver. Um Uxahver og Ystahver liggur hins vegar brot með stefnu $N30^{\circ}A$ og má einnig sjá sprungur með þessa stefnu í hveraskál Ystahvers. Mynd 10 sýnir einfaldaða mynd af hverasvæðinu og þeim brotalínum sem tengjast jarðhitunum.

Einni spurningu er þó ósvarað og það er hvað það er sem gerir aðstæður svo sérstakar á Hveravöllum. Ekki hefur fengist viðhlítandi svar við þessu. Breytingarnar á hverasvæðinu í Húsavíkurskjálftunum benda þó til að svæðið sé í nánari tengslum við hina virku norðvestlægu brotastefnu en



MYND 10 Einfölduð mynd af hverasvæðinu og brotalinum tengdum jarðhitenum

mælingarnar gefa tilefni til að ætla. Það gæti verið ástæðan fyrir því að norðlægum brotin eru opnari á Hveravöllum en annars staðar.

Hola H-1 gefur 125°C heitt vatn en samkvæmt efnainnihaldi vatnsins er djúphiti í vatnskerfinu hærri eða um 150°C.

7.2 Staðsetning nýrrar borholu

Eins og fram kemur í kaflanum hér á undan þá koma hverirnir á Hveravöllum upp á norðlægum brotum. Það verður því að teljast fremur líklegt að hola H-1 skeri eitt af þessum brotum á 450 m dýpi, þar sem aðalvatnsæðin í holunni er. Um það er þó ekki hægt að segja fyrir víst fyrr en fleiri holur hafa verið boraðar þar í grenndinni. Halli brotanna er ekki þekktur og samkvæmt segulmælingunum liggur norðlægt brot 50-60 m austan holunnar. Ef vatnsæðin er tengd þessu broti verður að gera ráð fyrir að því halli 83-84° til vesturs. Segulmælingarnar benda hins vegar til að annað brot sé um 40 m vestan holunnar og liggur það einnig um Ystahver. Við borun holunnar minnkaði rennsli úr Ystahver. Samkvæmt því virðist allt eins líklegt að þetta sé brotið sem holan sker og hallar því þá um 85° til austurs.

Við borun næstu holu er rétt að stefna að því að hún skeri eitt eða fleiri af þeim brotum sem jarðhitinn kemur upp um á hæfilegu dýpi (400-600 m). Þar sem töluverð óvissa er um halla brotanna er eðlilegt að ganga út frá að afstaða nýrrar holu til þeirra verði svipuð og holu H-1. Það ber að hafa í huga að æskilegt er að sem minnstar breytingar verði á goshvernum Ystahver, sem er einn af merkustu hverum landsins. Þetta verður þó erfitt, sérstaklega ef horft er lengra fram í tímann. Við vaxandi þörf og nýtingu á heita vatninu, þá hlýtur öll vatnstaka á svæðinu smám saman að færast yfir í borholur, jafnvel samfara lækkun vatnsborðs með dælingu. Þá hverfur allur jarðhiti af yfirborði.

Við staðsetningu næstu borholu eru fleiri en einn kostur álitlegur. Til að spara dælingu í miðlunartank hitaveitunnar er æskilegt að holan standi tiltölulega hátt í landinu. Út frá því virðist eðlilegast að holan verði staðsett skammt austan við Uxahver eða Syðstahver. Einnig kæmi til greina að bora í nágrenni við þá holu sem fyrir er en hætt er við að ný hola þar valdi því að verulega dragi úr rennsli úr Ystahver.

7.3 Virkjun jarðhitans í Reykjahverfi

Jarðhitadeild Orkustofnunar vill benda á að jarðhitinn í Reykjahverfi tilheyrir allur sama hverasvæði. Af því leiðir að vatnsvinnsla með borunum hefur áhrif um allt svæðið. Vel heppnuð borhola skilar sér því í lægri vatnsstöðu, ekki bara næst holunni, heldur um allt svæðið. Afleiðingin er minnkandi rennsli úr hverum og jafnvel öðrum borholum á svæðinu, þó svo að aukning verði á heildarrennslinu með tilkomu nýju holunnar. Hóla 1 á Hveravöllum er gott dæmi um þetta. Á sama hátt gæti hola boruð við Þvottahver eða jafnvel enn norðar á hverasvæðinu valdið því að það drægi úr rennsli úr stóru hverunum syðst á svæðinu. Það verður því að teljast eðlilegt að öll vatnsvinnsla úr borholum á svæðinu sé í höndum eins og sama aðilans.

Ennfremur vill jarðhitadeild benda á að það er hagur allra aðila, sem eiga hagsmuna að gæta á hverasvæðinu á Hveravöllum að jarðhitinn sé skynsamlega nýttur, þegar horft er til lengri tíma. Í því sambandi er bent á að nú fer verulegur hluti orku þeirrar, sem virkjuð er, til spillis. Vatnið sem kemur í þá holu, sem þegar hefur verið boruð, hefur 125°C innstreymishita en er einungis nýtt upp að 100°C. Ef fyrirhuguð heyköggla-verksmiðja verður reist er eðlilegt að hún nýti þessa afgangsortku í þeim mæli sem mögulegt er.

HEIMILDIR

- 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 1980: Um vatnsmagn frá hverum og borholu á Hveravöllum. Fjarhitun h.f., 4 s.
- Einar Arnórsson & Karl Ragnars 1980: Mælingar á vatnsmagni frá borholu og hverum á Hveravöllum. Fjarhitun h.f., 2 s.
- Garðræktarfélag Reykhverfinga 1979: Afmælisrit. Garðræktarfélag Reykhverfinga h.f., 56 s.
- Jarðboranir ríkisins 1974: Borskýrslur höggbors 3.
- Jarðboranir ríkisins 1974: Borskýrslur Ýmis.
- Karl Grönvold, Valgarður Stefánsson & 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 & Gestur Gíslason 1977: Jarðhitakönnun í Aðaldælahreppi. Orkustofnun, OS-JHD-7717, 50 s.
- Rannsóknaráð ríkisins 1944: Jarðhiti á Íslandi I, alkalísk jarðhitasvæði. Reykjavík, Rannsóknaráð ríkisins, 177 s.
- Þorkell Þorkelsson 1920: Undersøgelse af nogle varme kilder paa Nordisland. Det kgl. Danske Vid. Selsk., Math.-fys. Medd. III, 1, 30 s.

Þorvaldur Thoroddsen 1910: De varme Kilder paa Island, deres fysisk-geologiske forhold og geografiske udbredelse. Oversigt over Det kgl. Danske vid. Selsk. Forhandlingar, no. 3, 183-257.

V I Ð A U K I

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 jaróvegi. 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 segulnorðurlína er nærri landfræðilega suðurskautinu og um öfuga stefnu þegar segulnorðurlína er nærri landfræðilega norðurskautinu. Núverandi segulstefna er rétt og hér á landi er hún hallandi niður til norðurs um 75° frá láréttni og 24° til vesturs frá réttvísandi norðri. Breytingarnar á segulsviðinu valda því að hraunlög frá mismunandi jarðsögulegum tíma eru yfirleitt ekki eins segulmagnuð. 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 ódrúsi segulmagnuð. Sá hluti innkota sem storknað hefur í sprungum nefnist berggangar. Þeir eru vanalega hornrétt á aðliggjandi jarðlög. Sé segulsvið mælt yfir bergganga kemur venjulega fram frávik frá ótrufluðu jarð-

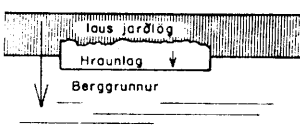
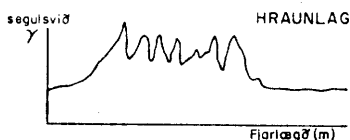
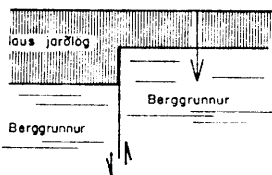
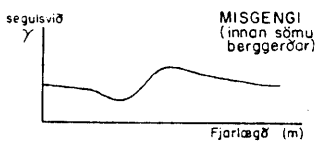
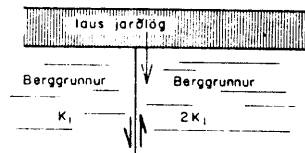
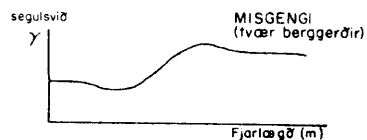
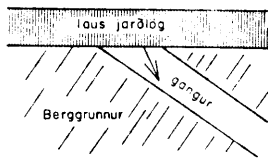
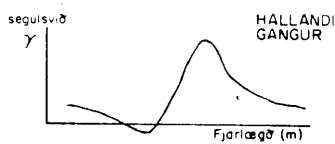
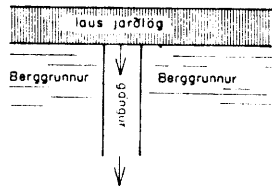
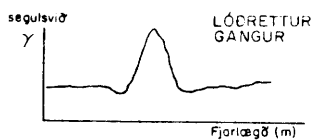
sviði. Frávikid er jákvætt yfir rétt segulmagnuðum gangi, þ.e. þar mælist sterkara segulsvið en neikvætt yfir öfugt segulmagnuðum gangi, þ.e. veikara segulsvið.

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 frávikid á heildarsviðinu. Nákvæmni í staðsetningu þeirra bergmyndana er valda frávikid er að mestu háð þykkt yfirborðslaganna, gerð og halla myndananna, halla segulsviðsins og þéttleika mælinganna. Best er að staðsetja lóðréttu 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 segulfrávikid. Segulmælingar gagna að sjálfsögðu ekki þar, við að greina í sundur jarðmyndanir sem eru huldar lausum yfirborðslögum.

Mæliaðferð 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. Netid 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 mikrotésla (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.

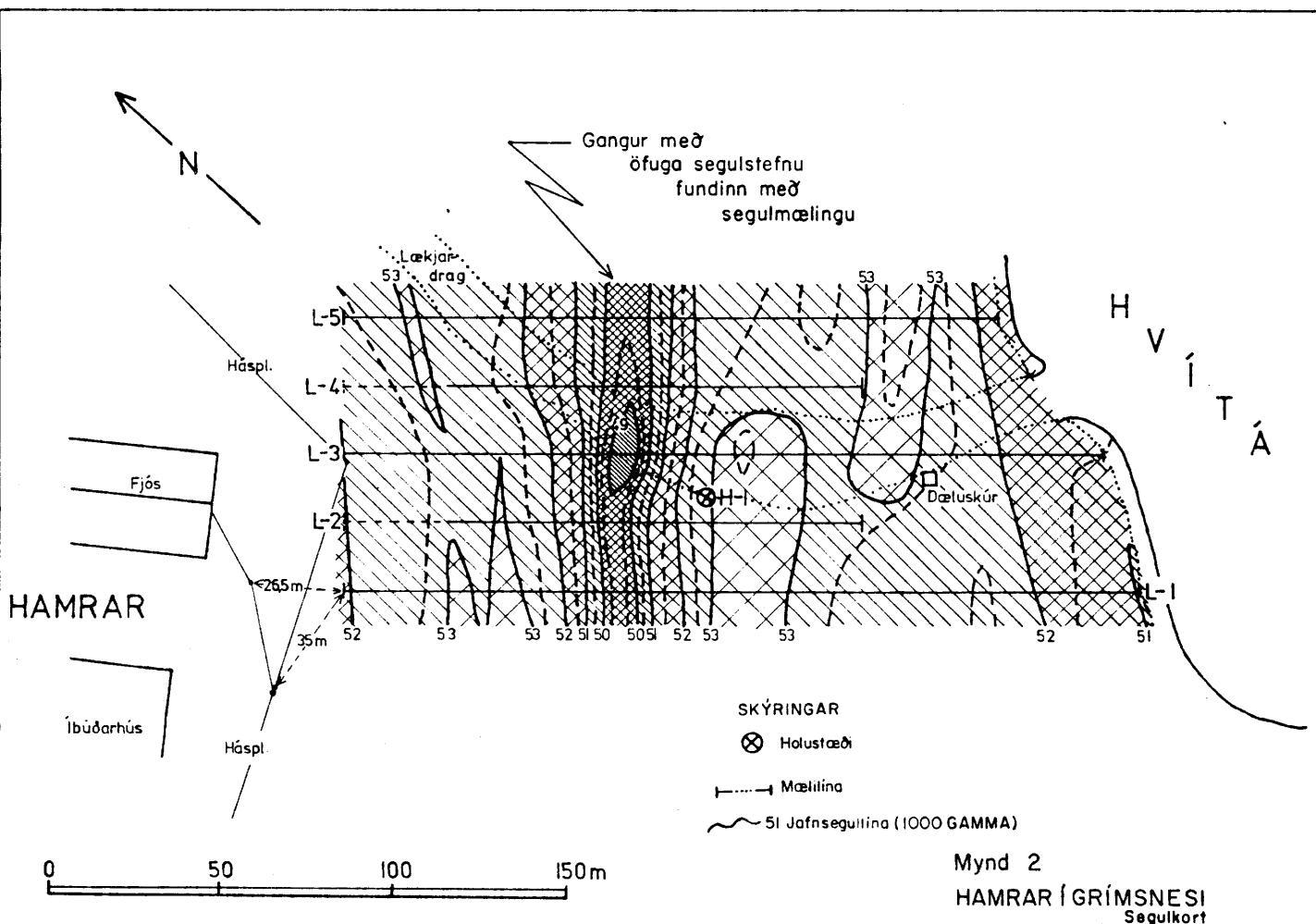


Allar myndanir eru óendanlega langar, hornrétt í plan þessarar myndar.

Myndirnar eru mjög einfaldaðar

↓ Stefna þeirrar segulmagnunar sem veður segulfrávikinu

Mynd 1
Einkennandi segulfrávik ýmissa bergmynda



Mynd 2
HAMRAR Í GRÍMSNESI
Segulkort