

HENGILSSVÆÐIÐ

Staða jarðhitarannsóknna vorið 1974.

Axel Björnsson
Jens Tómasson
Kristján Sæmundsson

0. Helstu niðurstöður.

Frumrannsókn Hengilssvæðisins er langt komið og verður stefnt að því að ljúka henni að mestu á árinu 1975. Tveir álitlegir virkjunarstaðir, Nesjavellir og Hveragerði, hafa verið fullkannaðir með borunum og mætti nú þegar hefja þar virkjunarframkvæmdir. Djúprannsókn gæti hafist fljótlega á tveimur öðrum stöðum þ.e. við Hveradali og í Hengladöllum. Þessir staðir koma sterkllega til greina sem virkjunarstaðir, einkum þó Hengladalir, sem ætla má að séu á miðbiki jarðhitasvæðisins.

1. Inngangur.

Frá því 1970 hefur jarðhitadeild unnið að rannsókn háhitasvæða innan ramma rannsóknaráætlunar, sem gerð var í ágúst 1969. Í desember 1969 var tekið saman stutt yfirlit um rannsóknir á Hengilssvæðinu og niðurstöður, sem þá lágu fyrir. Síðan hefur rannsóknunum verið haldið þar áfram bæði á vegum jarðhitadeildar og Hitaveitu Reykjavíkur að því er tekur til Nesjavalla, þar sem Hitaveitan hefur staðið fyrir umfangsmiklum borunum. Hér á eftir verður í stuttu máli getið um þær rannsóknir, sem gerðar hafa verið á Hengilssvæðinu eftir 1969, og hvaða niðurstöður hafa fengist með þeim.

2. Jarðfræði.

Jarðfræðikort af Hengilssvæðinu liggur fyrir (Kristján Sæmundsson, 1967). Viðbótarrannsóknir á svæðinu austur frá Hveragerði hafa síðan aukið nokkuð við þekkingu á suðausturhluta jarðhitasvæðisins og sambandinu milli Hveragerðis og Hengilssvæðisins. Sú mynd, sem nú liggur fyrir, er í grófum dráttum þannig.

Á Hengilssvæðinu hefur verið virk megineldstöð frá því snemma á Brunhes (Brunhes er tímaskéið og hófst fyrir 700.000 árum). Upphaflega hefur hún legið á svæðinu í kringum Hveragerði og þar norður af, en síðan flutst vestar, þangað sem Henglafjöll eru nú. Austurhluti megineldstöðvaðinnar, sá sem nú er óvirkur, hefur síðan kaffærst undir móbergi og hraunlögum, en er smám saman að koma fram aftur fyrir áhrif rofafla. Háhitasvæðin, flest hver, eru tengd slíkum megineldstöðvum og þannig staðbundin fyrirbæri innan gosbeltanna. Þau eiga rætur að rekja til ganga og innskotsbergs, sem safnast fyrir í rótum megineldstöðvanna ofar í skorpunni en annars á sér stað í gosbeltunum. Þar hita þau út frá sér og koma þannig af stað hringstreymi í vatnsleiðandi jarðlögum. Hvert háhitasvæði varir einungis þann tíma, sem megineldstöðin er virk, um og yfir 500.000 ár. Í giljunum upp frá Hveragerði fást dýpstu þverskurðirnir í elstu myndun Hengilssvæðisins. Helsta sérkenni hennar er urmull af innskotum og göngum og mikil ummyndun berglaga ásamt kalk- og kísilútfellingum. Ummyndunin hefur orðið áður en dalirrir grófust. Síðan hún varð hefur svæðið kólnað niður og breyttst og er nú fremur kalt af háhitasvæði að vera með gegnumstreymi af klóríðríku djúpvatni, sem kemur fram á yfirborði í vatnshverum. Vesturhluti Hengilssvæðisins er hvað uppbyggingu og yfirborðsjarðhita snertir dæmigert háhitasvæði. Þar er sprungusveimur

með mörgum misgengjum og gossprungum, súrt og ísúrt gosberg, hröðust upphleðsla og hverirnir aðallega gufu- og leirhverir. Klóríðríkt djúpvatn líkt og í Hveragerði hefur ekki fundist jafnvel þótt djúpt hafi verið borað. Vesturhluti Hengilssvæðisins sýnir engin merki um að gosvirkni eða jarðhiti séu þar dvínandi. Á mælikvarða mannlegrar æfi eru gos þar þó fátíð, hið síðasta varð árið 1000 (Kristnitökuhraun) en alls hefur gosið þar 6 sinnum frá ísaldarlokum.

3. Útbreiðsla jarðhita.

Á meðfylgjandi mynd 1 er sýnd útbreiðsla jarðhita á Hengilssvæðinu. Hringirnir standa fyrir yfirborðsjarðhita, ýmist staka hverir eða samfelld hverapörp. Helstu svæðin, þar sem kaldrar ummyndunar verður vart, eru merkt með skástrikum. Borholur eru sýndar sem svartir punktar. Austur- og vesturjaðrar sprungusveimsins eru sýndir með tenntum strikum, þar á milli er mikill fjöldi misgengja og gossprungna með NA-SV stefnu. Brotlínur og gossprungur, sem liggja frá Ölkelduhálsi vestur fyrir Hengil, eru sýndar með einföldum strikum. Þetta eru einu þekktu NV-SA-brotin á svæðinu. Líklegur austurjaðar hins heita hluta háhitasvæðisins er sýndur sem punkt- og strikalína. Köld ummyndun nær óvída út fyrir það svæði, sem afmarkast af ystu hverum, nema til austurs, en sá hluti háhitasvæðisins er í rúnun eins og áður var lýst. Óvíst er hvar draga beri mörk á milli hins kólnandi og hins heita hluta háhitasvæðisins, en líklegt er, að þau liggi nærri Hverakjálka og innsta hluta Grensdals. Þannig eru þau sýnd á kortinu. Stærð þess hluta háhitasvæðisins, sem lendir vestan þessara marka er um 70 km². Þar er mest og samfelldust hveravirkni á svæðinu frá Hengladölum austur á Ölkelduháls á beltí yfir þverar sprungusveiminn.

Þarna er jarðfræðilega séð miðbik háhitasvæðisins, en angar frá því teygjast norðaustur og suðvestur eftir sprungusveimnum í átt að Nesjavöllum og Hveradölum - Hverahlíð. Heitasti hluti þessa svæðis virðist samkvamt efnagrciningum á hveragasi vera í Hengladölum eða um sunnanverðan Hengil. Jarðhitinn á þessu svæði öllu er í samfelldu hálendi í 200-500 m hæð yfir sjó.

4. Borholur.

Fátt er enn um boranir á vesturhluta Hengilssvæðisins. Nokkrar grunnar holur voru boraðar þar í kringum 1950 (sjá Tómas Tryggvason, Tím. V.F.Í. 1951). Einu djúpu borholurnar eru á Nesjavöllum á norðurjaðri svæðisins. Sú dýpsta er heitust í kringum 800 m, 284°C, þar fyrir neðan lækkar hitinn niður undir 255°C. Nær miðbiki svæðisins má gera ráð fyrir, að 280-290°C hiti sé útbreiddari í vatnskerfinu en reyndin er á Nesjavöllum. Jarðhitann í Hveragerði og norður þaðan má skoða sem leifar háhitasvæðis, sem einu sinni var heitara. Jarðhitinn þar er svo til allur neðan 200 m hæðarlínu og kann það að ráða því, hve vatnshverir eru þar áberandi. Við boranir á svæðinu í kringum Hveragerði hefur komið í ljós, að hiti vex til norðurs úr 180°C í Hveragerði í 230°C fremst í Grensdal. Hinar dýpri borholur þarna á milli fara naður fyrir hámarkshitann, það gerist þó á meira dýpi í nyrstu holunum en í þeim syðstu. Af hitaferli borholanna í Hveragerði og ýmsu í efnafræði hveravatnsins svo sem háu klórinnihaldi og lágu gasinnihaldi hefur sú ályktun verið dregin, að vatnið á Hveragerðissvæðinu væri aðrunnið undan Henglinum (Bragi Árnason o.fl. 1969).

Sunnan Hveragerðis er fljótlega komið inn á venjulegt lághitasvæði. Á Öxnalæk og við Hlíðardalsskóla hefur verið borað í vatnskerfi með um 160°C hita, en austar er hitinn lægri.

4. Viðnámsmælingar.

Í viðnámsmælingum er eðlisviðnám (l/rafleiðni) jarðlaga á mismunandi dýpi mælt. Viðnám í vatns-sósa bergi er einkum háð hitastigi vatnsins og má því með þessum mælingum staðsetja og kanna útbreiðslu jarðhitasvæða. Lágt viðnám mælist að öllu jöfnu þar sem vatnsgengd er góð og hitastig hátt, en hátt viðnám fæst í kaldari jarðlögum. Salt vatn í berglögum veldur þó einnig lágu viðnámi þó kalt sé, en oftast er unnt að greina á milli hita og seltu með því að útiloka annað hvort vegna afstöðu svæðisins til sjávar eða með því að efnagreina vatnið. Á mynd 2 eru sýndar með þríhyrningum staðsetningar viðnámsmælinga á Hengilssvæðinu svo og jafnviðnámslínur á 300 m dýpi undir yfirborði jarðar. Jafnviðnámslínur á 600 m dýpi hafa sér næstum alveg eins. Mælingarnar eru tiltölulega fáar, eða um 50 og er því ekki hægt að fá nema grófa mynd af lögun og stærð svæðisins út frá þeim. Þó má sjá, að viðnám er lægst á litlu svæði í kringum jarðhitann í Hveradölum svo og á stærra svæði, sem nær yfir Innstaðal, Miðdal og Fremstaðal og suður fyrir Litla-Skarðsmýrarfjall. Óvíst er, hversu langt norður í Hengil sjálfan þetta svæði nær. Út frá þessu svæði, sem virðist vera nálægt miðju háhitasvæðisins, hækkar viðnámið. Eftirtektarvert er, að á Nesjavöllum er viðnám frekar hátt á 300 og 600 m dýpi. Það kemur vel heim við það, að borholur þar fara allar í gegnum hitastigshámark og mesta ummyndun á nokkur hundruð metra dýpi. Sunnan og austan við Hveragerði er einnig lágt viðnám en telja verður nokkuð víst að það stafi að hluta frá seltu í jarðvatninu þar. Óvíst er hvort lágviðnámssvæðin í Hengladölum og sunnan Hveragerðis eru samhangandi eða ekki. Slíkt er gefið til kynna á mynd 2 en eins gæti verið um tvö afmörkuð og óháð svæði að ræða. Mundi það koma mjög vel heim og saman við jarðfræðilega afmörkun heitari hluta Hengilssvæðisins, sem sýnd er með slitinni punktalínu á mynd 1.

5. Nesjavellir.

Rannsóknir Hitaveitu Reykjavíkur byrjuðu 1965 og voru í fyrstu lotu boraðar þrjár holur 128-836 m djúpar. Árið 1970 voru gerðar all víðtækar viðnámsmælingar og boruð ein hola 420 m djúp. Niðurstöður þessara rannsókna hafa birst í skýrslum eftir Jens Tómasson o.fl. (1967 og 1971). Árið 1972 var boruð 1804 m djúp hola (H-5) á Nesjavöllum. Skýrsla um rannsóknar á þeirri holu kemur út á næstunni (Jens Tómasson o.fl.). Með þessum rannsóknum hefur fengist allgóð mynd af hugsanlegum virkjunarstað nærri Nesjavöllum.

Viðnámsmælingar sýndu mun herra viðnám á Nesjavöllum en búast hefði mátt við út frá mældum hita í borholum. Þetta stafar líklega af því að myndbreyting bergsins er mjög líttl. Viðnámsmælingarnar gefa samt ákveðna mynd af útbreiðslu hitans, sem er í samræmi við þær upplýsingar, sem fást úr borholum, þ.e. að það dýpkar á hitann til norðurs, en einnig er líklegt að hitinn lækki í þá átt.

Þar sem jarðhiti nær til yfirborðs kemur fram í borholum mjög hár hitastigull í efstu 400 m, sem er hámarksdýpi hola þar, þannig að í 375 m dýpi er komið í 255°C. Strax og komið er norður fyrir yfirborðsjarðhita lækkar hitinn í efstu 400 m. Í H-3, sem er lengst frá virkum hverum, er hitinn 125°C á 350 m dýpi en þar fyrir neðan hitnar holan ört.

Hola 5, sem boruð var 700 m norðaustur frá virkum hverum, gaf miklar upplýsingar um svæðið og sýnir við hverju má búast af vinnsluholum, ef boraðar yrðu.

Jarðlög réyndust vera aðallega móberg niður í 900 m, síðan mest basaltlög niður í 1460 m og þaðan til botns í 1804 m dýpi fremur grófkornað innskotsberg með þunnum mjög myndbreyttum basaltlögum. Myndbreyting bergsins ofan við innskotsbergið er mjög lítil miðað við hitann, sem þar ríkir. Þetta hefur verið túlkað þannig, að svæðið hafi hitnað nýlega og steintegundirnar ekki haft tíma til að umbreytast til jafnvægis við núverandi hita. Eftir þessu hefði jarðhitasvæðið nýlega stækkað til norðurs. Aðalvatnsaðarnar voru í innskotsberginu. Hámarkshitinn í holunni er í 850 m sýpi, 257°C. Er líklegt að botnhitinn sé svipaður.

Holan var látin blása í sjö mánuði með mismunandi vídd á útblástursstútum, þannig að mótþrýstingur á aðalventli var mismunandi. Afköst holunnar jukust með lakkandi þrýstingi á aðalventli þar til komið var í 3 kg/cm². Eftir það stóðu afköstin í stað þótt þrýstingur væri lækkaður og héldust í 46 km/cm² miðað við 262° innstreymishita.

Niðurstaðan um Nesjavelli er í stuttu máli sú, að á sléttunni umhverfis núverandi holur er um 1-2 km² svæði með nýtanlegu vatnskerfi, sem er hluti af mun stærra kerfi. Á þessu svæði ætti að vera hægt að koma fyrir 10-15 holum, sem hver gæfi 40-50 kg/sek með innstreymishita 260°C eða jafnvel þar yfir. Ekki virðist ástæða til freðari borana, fyrr en ákvörðun er tekin um nýtingu. Sjálfsagt er að endurtaka viðnámsmælingarnar og útvíkka vegna mikilla framfara í viðnámsmælingatækni. Einnig þarf að tengja Nesjavallasvæðið betur við aðra hluta Hengilssvæðisins með mælingum.

6. Fyrirhugaðar rannsóknir.

Jarðeðlisfræðilegum málum verður haldið áfram á Hengilssvæðinu innan ramma áætlunar jarðhitadeildar um rannsókn háhitasvæða. Viðnámsmælingar verða gerðar sumarið 1974 og stefnt að því að ljúka þeim haustið 1975. Verða, auk hinna venjulegu viðnámsmælinga, gerðar svokallaðar tvípólmælingar, en þær kanna leiðni jarðlaga á mun meira dýpi (5-10 km), en unnt er með venjulegum viðnámsmálum.

Áætlað er að gera nákvæmt flugægulkort af svæðinu sumarið 1975. Slíkt kort myndi líklega gefa til kynna þá staði þar sem ummyndur vegna hás hita hefur orðið á berginu.

Mjög æskilegt væri að gera nákvæmt þyngdarkort af Hengilssvæðinu áður en virkjunarframkvæmdir hefjast þar. Með því fást upplýsingar um stærð og legu innskotslaga, sem eru aðalhitagjafar háhitasvæða. Þyngdarkort hafa einnig sýnt sig að vera gagnlegar til að fylgjast með jafnvæginu milli aðrennslis og frárennslis um borholur, eftir að meiri háttar virkjun er hafin. Þessar mælingar verða sannilega ekki framkvæmdar fyrr en 1975 eða 1976.

Sé fyrirhugað að hefja meiri háttar virkjunarframkvæmdir á Hengilssvæðinu á allra næstu árum er nauðsynlegt að hraða ofangreindum fjórum rannsóknum og ljúka þeim sem mest á þessu sumri. Ákvörðun um slíkt yrði að taka fljótlega til þess að Orkusstofnun gæti útvegað þann mannafla og tækjabúnað í tæka tíð, sem þyrfti til rannsókna í sumar.

Tilvitnanir.

Bragi Árnason, Páll Theódórsson, Sveinbjörn Björnsson og Kristján Sæmundsson, 1969: Hengill, a high temperature thermal area in Iceland, Bull. volcanologique, vol. 33-1. bls. 245-260.

Jens Tómasson og Kristján Sæmundsson, 1967: Borholur á Nesjavöllum. Fjölrítuð skýrsla: Orkustofnun - Jarðhitadeild.

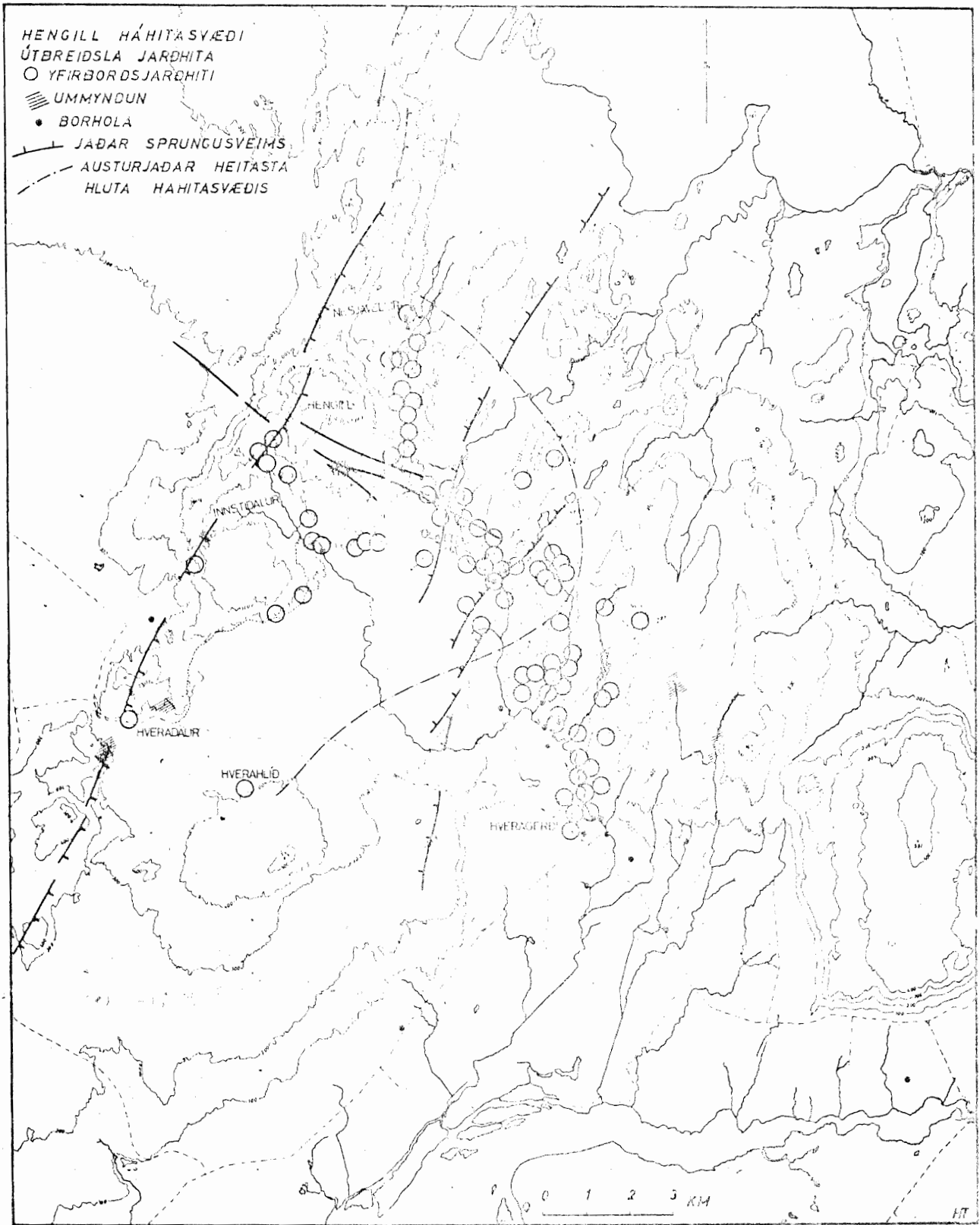
Jens Tómasson, Guðmundur Guðmundsson og Stefán Arnórsson, 1971: Jarðhitarannsóknir á Nesjavalla-svæðinu. Fjölrítuð skýrsla: Orkustofnun - Jarðhitad.

Jens Tómasson, Karl Grönvold, Hrefna Kristmannsdóttir og Þorsteinn Thorsteinsson, 1970: Nesjavellir, Hóla 5. (í vélritun): Orkustofnun - Jarðhitadeild.

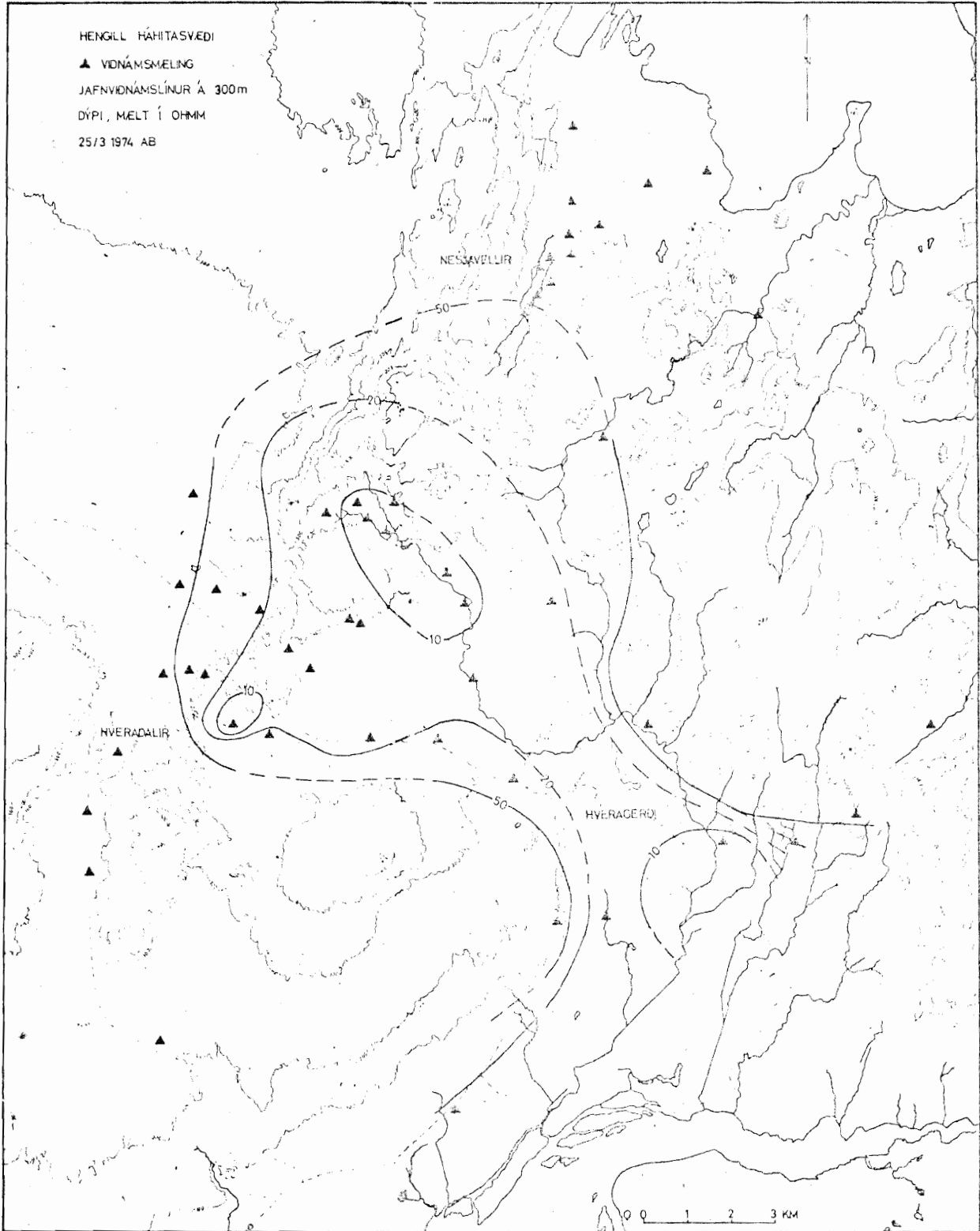
Kristján Sæmundsson, 1967: Vulkanismus und Tektonik des Hengill - Gebietes in Südwest-Island. Acta Nat. Isl. vol. II. Nr. 7.

Kristján Sæmundsson og Sveinbjörn Björnsson, 1969: Umsögn um háhitasvæðin í Hengli og Krísuvík með tilliti til virkjunar fyrir hitaveitu höfuðborgarsvæðisins. Fjölrítuð skýrsla: Orkustofnun - Jarðhitadeild.

Tómas Tryggvason, 1951: Greinargerð fyrir rannsókn á borkjörnum. - Tímarit Verkfræðingafél. 3. og 4. hefti bls. 63-70.



MYND 1



MYND 2