



Tillögur að yfirborðsrannsóknum fyrir
Hitaveitu Reykjavíkur

Knútur Árnason, Kristján Sæmundsson, Gunnar Þorbergsson

Greinargerð KÁ-KS-GP-87-02

TILLÖGUR AÐ YFIRBORÐSRANNSÓKNUM FYRIR HITAVEITU REYKJAVÍKUR

I. NESJAVALLASVÆÐI.

a) Landmælingar.

Þar sem fallmælingar frá Þingvallavatni, upp Nesjavalladal og inn á vinnslusvæðið sýndu ekki marktækan mun milli ára 1986 og 1987 er ekki talið nauðsynlegt að gera fallmælingar til eftirlits með vinnslu sumarið 1988. Aftur á móti er lagt til að sumarið 1988 verði gerðar land- og fallmælingar í neti með 9-10 punktum á sprungusvæðinu milli Kýrdals og Dyradals þar sem aðveituæðin til Reykjavíkur fer yfir (sjá mynd 1). Tilgangurinn með þessum mælingum er að fylgjast með hugsanlegum breytingum á misgengjum og sprungum við aðfærsluæðina. Mælingar þessar komi sem viðbót við mælingar á 8 aðgengilegum stöðum, þar sem settir voru boltar sinn hvoru megin við sprungur (16 boltar alls) í nóvember 1987 og mælt á milli þeirra með málbandi (og hæðarmælt með fallmæli).

Kostnaðaráætlun (skv. gjaldskrá OS nóv. 1987, án fæðis):

Útvinna:		
Mælingar, 156 klst á 1,2 þkr/klst	187	
Bíll í 4 daga á 7 þkr/dag	28	
Innvinna:		
Úrvinnsla, 40 klst á 1,2 þkr/klst	48	
Samtals:	263	

b) MT-mælingar.

Árið 1987 stóð til að gera MT-mælingar á sex stöðvum í Nesjavalldal áður en gufulagnir til fyrstu vinnsluholanna yrðu settar upp. Þessum mælingum er ætlað að kanna viðnámsskipan á 500-3000 m dýpi. Því miður reyndist ekki unnt að framkvæma mælingarnar að þessu sinni því að í ljós komu gallar í mælitækjunum sem enn hefur ekki tekist að komast fyrir. Þessir gallar verða lagfærðir í vetur þ.a. sumarið 1988 verða tækin tilbúin til mælinga. Því er lagt til að þá verði hrundið í framkvæmd þeirri áætlun um MT-mælingar sem sett var fram í áfangaskýrslu OS-86061/JHD-23 (Knútur Árnason o.fl. 1986). Í þessari áætlun er gert ráð fyrir að mældar verði 24 stöðvar og er staðsetning þeirra sýnd á mynd 2. Búast má við því að a.m.k. tveimur af þessum stöðvum (við holur NJ-11 og NG-8) verði að hnika til eða sleppa þar sem búið verður að leggja gufulagnir að þeim holum sem tengdar verða virkjuninni í fyrsta áfanga.

Kostnaðaráætlun (skv. gjaldskrá OS nóv. 1987, án fæðis):

Mælingar (24 stöðvar, 2 menn + tæki):		
24 stöðvar * 0,5 dagar/stöð * 49 þkr/dag	588	
Úrvinnsla:		
Einvíð túlkun: 6 v * 48 þkr/v	288	
Einvíð túlkun: Tölvukostnaður	114	
Tvívíð túlkun: 10 v * 48 þkr/v	480	
Tvívíð túlkun: Tölvukostnaður	342	
Samtals:	1812	

c) Sjálfspennumælingar.

Viðvarandi rafspenna í yfirborði jarðar er kölluð sjálfspenna (e. selfpotential, skammst. SP). Sjálfspennur geta komið fram af mismunandi ástæðum, meðal annars af streymi vatns í lekum jarðlögum. Mælingar á sjálfspennum á jarðhitasvæðum bæði hérlendis og erlendis hafa sýnt að þar koma fram sjálfspennufrávik, yfirleitt jákvæð miðað við umhverfið. Þessi frávik eru almennt talin stafa af uppstreymi vatns í jarðhitakerfunum og hafa menn látið sig dreyma um að ráða megi í rennslismynstur út frá sjálfspennufrávikunum. Til þess að slíkt sé mögulegt þurfa að vera fyrir hendi ítarlegar upplýsingar um viðnámsskipan kerfanna og rúmlæga dreifingu þess tengistuðuls (e. electrokinetic coefficient) sem tengir saman rafspennu og þrýstifall. Upplýsingar um tengistuðulinn eru yfirleitt af mjög skornum skammti þannig að ekki er hægt að ráða í rennslismynstrið nema í mjög grófum dráttum. Ef rennslismynstrið við ótruflaðar aðstæður er hins vegar þekkt í meginatriðum þá má trúlega sjá breytingar í því samfara vinnslu jarðhitasvæðisins með því að fylgjast með breytingum í sjálfspennufrávikinu á yfirborði.

Þess má geta að í Japan er þegar farið að nota sjálfspennumælingar í þessum tilgangi. Á jarðhitasvæðinu í Nigorikawa-öskjunni á Suður-Hokkaido hafa verið gerðar endurteknar sjálfspennumælingar. Samanburður á mældum sjálfspennufrávikum fyrir og tveimur árum eftir virkjun svæðisins sýnir að verulegar breytingar hafa orðið á frávikunum samfara gufuvinnslu og niðurdælingu (T. Ishido o.fl. 1987). Á Nýjasjálandi eru uppi áætlanir um að nota sjálfspennumælingar í sama tilgangi.

Framkvæmd sjálfspennumælinga er mjög einföld og fljótleg. Viðmiðunarrafskaut er sett í jörðu á heppilegum stað og síðan er farið um mælisvæðið með rafskaut sem stungið er í jörðina og spennan milli þess og viðmiðunarskautsins mæld með einföldum spennumæli. Þetta er gjarnan gert í reglulegu neti (með t.d. 50 m möskvastærð) eða eftir mælilínun (með t.d. 25 m milli púnkta). Gróflega má ætla að tveir menn mæli a.m.k. 100 punkta á dag sem svarar til 2,5 km í línun með 25 m milli punkta eða 0,25 km² í neti með 50 m möskvastærð.

Ef nota á sjálfspennumælingar til að fylgjast með breytingum á streymi í jarðhitakerfum er trúlega nauðsynlegt að kortleggja sjálfspennufráviknið nokkuð ítarlega í upphafi, annað hvort með allþéttu reglulegu neti sem þekur yfirborð vinnslusvæðisins eða með þéttum línun yfir vinnslusvæðið. Síðan yrði hluti netsins endurmældur árlega (eða með lengra millibili ef reynsla sýnir hægjar breytingar) til að kanna hvort fram hafi komið breytingar í sjálfspennufrávikinu. Ef verulegar breytingar koma fram væri rétt að endurmæla allt netið, eða nógu stóran hluta þess, til að meta megi umfang og eðli breytinganna og ráða í breytingar í rennsli. Til þess að mæliniðurstöður frá mismunandi tímum séu sambærilegar má ekki breyta aðstæðum á yfirborði að ráði milli mælinga t.d. tengja borholur eða leggja pípur sem haft geta áhrif á sjálfspennudreifinguna. Sjálfspennumælinet til eftirlits með jarðhitasvæðum í vinnslu er því ekki rétt að setja upp fyrir en mannvirkjagerð er að mestu lokið.

Með tilvísun til þess sem rakið hefur verið hér að framan er þeirri hugmynd varpað fram að sett verði upp sjálfspennumælinet á Nesjavallasvæði til að fylgjast með viðbrögðum þess við vinnslu. Rétt er að biðja með uppsetningu netsins þar til að loknum fyrsta áfanga virkjunarinnar eða þangað til að séð verður að ekki verði verulegar breytingar á mannvirkjum um nokkurra ára bil. Ekki er talin ástæða til að setja upp nákvæma áætlun um framkvæmd og kostnað á þessu stigi, enda er nægur tími til þess síðar.

II. HENGILSSVÆÐI

Meðal þess sem óunnið er í jarðfræðikortlagningu Hengilssvæðisins eru tveir þættir sem snerta suðvesturhluta jarðhitasvæðisins og æskilegt væri að gera skil til jafns við Nesjavallasvæðið og Ölkelduhálssvæðið. Hér er um að ræða:

1. Fullklára jarðhitakort af suðvesturhluta Hengilssvæðisins frá Hengladölum og suður fyrir Skíðaskálann í Hveradölum.
2. Ljúka rannsókn á eldvirkni eftir ísöld í Hengilskerfinu sunnan Hengils.

Varðandi fyrri þáttinn, að fullgera jarðhitakort af svæðinu, er stefnt að því að kortleggja til fullnustu allan jarðhita og jarðhitaummyndun frá Hengladölum og suður fyrir Skíðaskálann. Á þessari spildu eru merki um gamla jarðhitavirkni vestan megin (Sleggja) en enga austan megin í virku gosreininni. Vestur-Hengilskortið nær einungis yfir hluta af þessu svæði. Þessi verkþáttur fæli í sér rannsókn á ummyndun í Sleggju og vestanverðum Hengli, þ.e. stigi ummyndunar (mínéralogía), afstæðum aldri jarðhitavirkinnar og dreifingu ummyndunar. Auk þess yrðu yngstu jarðhitamerki í gosreininni milli Skarðsmýrarfjalls og Hverahlíðarhornsins rannsökuð á sama hátt. Niðurstöðum yrði skilað á jarðhitakorti og í skýrslu.

Varðandi síðari þáttinn, rannsókn eldvirkni í suðurgrein sprungusveimsins, þá stóð til að vinna þennan þátt sumarið 1986, en af því varð ekki nema að litlu leyti. Ljóst er að rannsókn á þessu verður erfiðari en á Nesjavallasvæðinu. Jarðhitadreifing og eldvirkni eru nátengd á norðurgrein sprungusveimsins og svo virðist í fljótu bragði einnig vera á suðurgreininni. Rannsókn á eldvirkninni (dreifing, aldur, magn) sunnan megin er eftir því eðlilegur liður í jarðhitarannsóknum á Hengilskerfinu.

Kostnaðaráætlun (skv. gjaldskrá OS nív. 1987, án fæðis):

Liður 1.

Útvinna:	
Einn maður í 10 v * 98 þkr/v	980
Innvinna:	
Einn maður í 20 v * 48 þkr/v	960
Samtals:	1040

Liður 2.

Útvinna:	
Tveir menn í 3 v * 98 þkr/v	588
Innvinna:	
Einn maður í 2 v * 48 þkr/v	96
Samtals:	684

III. SVÆÐIÐ MILLI MOSFELLSHEIÐAR OG SUÐURLANDSVEGAR.

Þeirri hugmynd hefur lítilla verið hreyft annað veiðið á undanförunum árum að áhugavert væri að kanna landsvæðið sunnan við Mosfellsheiði að Suðurlandsvegi. Sárálitlar yfirborðsrannsóknir hafa verið gerðar þar, en nokkur vatnafræðileg og jarðfræðileg rök hníga að því að þar kynni að vera jarðhiti. Rökin fyrir því eru fremur almenns eðlis. Vitað er að varmastreymi eykst í átt að virka gliðnunarbeltinu. Jarðhitasvæðin í kringum Kollafjörð eru í 2-3 miljón ára gömlu rofnu bergi í 20-30 km fjarlægð frá vesturjaðri þess. Milli þessara lágheitsvæða og háheitsvæðanna í gliðnunarbeltunum er um 20 km breið spilda (sjá mynd 3). Henni má lýsa með eftirtöldum atriðum:

1. Aldur er 1-2 miljónir ára.
2. Nokkuð gæti hafa rofist ofan af berglagastaflanum, einkum vestast, áður en grágrýtið lagðist þar yfir.
3. Sprungusveimar Reykjanesskagans ná inn á spilduna jafnvel norðaustur yfir hana
4. Engin vísbending er um megineldstöðvar í spildunni nema austur við Hengil þar sem dreifing smáskjálfta (Gillian Foulger 1984) og hár hljóðhraði í bergi (Gillian Foulger, óbirt) gætu bent til slíks (sjá mynd 3).
5. Í svo ungum berglagastafla sem þarna er má reikna með öru varmastreymi, og örustu í gröfnum megineldstöðvum.
6. Líklegt er að varmastraumur úr kólnandi jarðskorpu í þessari spildu berist burt með djúpum grunnvatnsstraumi nema ef þar væru nýlega kaffærðar megineldstöðvar þar sem uppstreymi gæti haldist við í staðbundnu hringrásarkerfi.
7. Viðnámsmælingar ná yfir syðsta og vestasta hluta spildunnar (Lúðvík S. Georgsson 1985) og sýna hátt viðnám (sjá mynd 3). Borholur í háviðnámssvæðinu sýna að þar er niðurstreymi kalds grunnvatns niður á a.m.k. 300 m dýpi.
8. Grunnvatnsstaða er einhverja tugi metra undir yfirborði. Suðvestan í Húsmúla eru lindir sem sýna að grunnvatnsborð er í 270 m hæð yfir sjó. Í Lækjarbotnum eru lindir í 115 m hæð yfir sjó.

Aðalrökin fyrir því að umrædd spilda sé áhugaverð með tilliti til jarðhitaleitar eru ört varmastreymi (ung skorpa), góð lekt (sprungusveimar) og landhæð á bilinu 150-300 m, sem gefur von um að grunnvatnsstaða sé ekki tiltakanlega lág. Orkustofnun leggur því til að gerð verði lausleg könnun á sunnanverðri Mosfellsheiði. Til greina gæti komið að einstakir eða allir eftirtaldir rannsóknarþættir yrðu samvinnuverkefni OS og HR.

a) Jarðfræðiathuganir.

Þær jarðfræðiathuganir sem lagt er til að gerðar verði fela fyrst og fremst í sér sprungukortlagningu. Þar í felst mat á virkni sprungnanna eftir lok ísaldar. Áætlað er að um sé að ræða 3 mánaða vinnu fyrir 1 mann, þar af helmingur útvinnna.

Kostnaðaráætlun (skv. gjaldskrá OS nóv. 1987, án fæðis):

Útvinnna:		
Einn maður í 6 v * 98 þkr/v		588
Innivinnna:		
Einn maður í 6 v * 48 þkr/v		288
Samtals:		876

b) Viðnámsmælingar.

Á Vestur-Hengilssvæðinu hafa verið gerðar viðnámsmælingar sem sýna lágt viðnám tengt jarðhitnum þar (Helgi Torfason o.fl. 1983). Í Mosfellssveit og á Höfuðborgarsvæðinu hefur verið gerður mikill fjöldi viðnámsmælinga, en einungis örfáar þeirra eru austan línu sem hugsast dregin frá Leirvogsvatni, um Grímmannsfell og í Selvatn. Þessar mælingar sýna lágt viðnám samfara jarðhitnum í Mosfellssveit en hátt viðnám þar fyrir sunnan (Lúðvík S. Georgsson 1985). Nánast engar viðnámsmælingar hafa verið gerðar á skikanum sem afmarkast af Hengli í austri, áður nefndri línu í vestri, Þingvallavegi í norðri og Suðurlandsvegi í suðri. Með tilkomu vegarins meðfram væntanlegri aðfærsluæð frá Nesjavöllum að Grafarholti hefur þetta svæði orðið aðgengilegra en áður.

Lagt er til að gerðar verði Schlumbergermælingar meðfram veginum með 1 km millibili frá Sköflungi í austri og vestur undir Selvatn, alls 14 mælingar (sjá mynd 4). Þegar búið verður að leggja aðfærsluæðina verður ekki hægt að gera viðnámsmælingar á a.m.k. 2 km breiðri skák meðfram henni þannig að nokkuð mikið er í húfi að þessar mælingar verði gerðar áður en æðin verður lögð. Auk þessa er lagt til að gerðar verði 9 Schlumbergermælingar með 1 km millibili á línu frá Húsmúla og vestur með Engidalskvísl (sjá mynd 4). Gert er ráð fyrir því að gerð yrði tvívíð túlkun á mælingunum. Með þessum línunum munu fást tvö allgóð viðnámsnið sem tengja munu viðnámsmælingar á Nesjavalla- og Vestur-Hengillssvæði í austri og mælingar á Höfuðborgarsvæði í vestri.

Kostnaðaráætlun (skv. gjaldskrá OS n.ó.v. 1987, án fæðis):

Mælingar:	
23 mælingar, eitt úthald	854
Úrvinnsla:	
Einvíð túlkun: 1 v * 48 þkr/v	48
Einvíð túlkun: Tölvukostnaður	20
Tvívíð túlkun: 2 v * 48 þkr/v	96
Tvívíð túlkun: Tölvukostnaður	40
Samtals:	1058

c) Þyngdarmælingar.

Þar sem Mosfellsheiðin er þakin dyngjuhraunum er með jarðfræðilegum athugunum á yfirborði lítið hægt að ráða í jarðfræðilega gerð svæðisins. Það er því áhugavert að kanna eðlisþyngdarbreytingar með þyngdarmælingum. Lagt er til að gerðar verði þyngdarmælingar eftir stæði aðfærsluæðarinnar með u.þ.b. 200 m millibili. Við mat á hæð mælipunkta verði notaðar hæðarmælingar fyrir undirstöður æðarinnar. Einnig er lagt til að gerðar verði þyngdarmælingar eftir Búrfellslínu-II skammt norðan við Suðurlandsveg. Á þeirri línu yrði hæð mælipunkta ákvörðuð út frá hæðarmælingum Landsvirkjunar á undirstöðum mastra í línunni. Með þessu móti fengjst tvær góðar þyngdarmælingar yfir Mosfellsheiði, að vísu bara önnur þeirra samfallandi við viðnámsmælinguna. Með tvívíðum líkanreikningum má ráða í eðlisþyngdarbreytingar undir þyngdarmælingunum.

Kostnaðaráætlun (skv. gjaldskrá OS n.ó.v. 1987, án fæðis):

Mælingar:	
3 d * 19.7 þkr/dag	59
Úrvinnsla:	
Frágangur gagna: 0,5 v * 48 þkr/v	24
Tvívíð túlkun: 0,5 v * 48 þkr/v	24
Samtals:	107

HEIMILDIR.

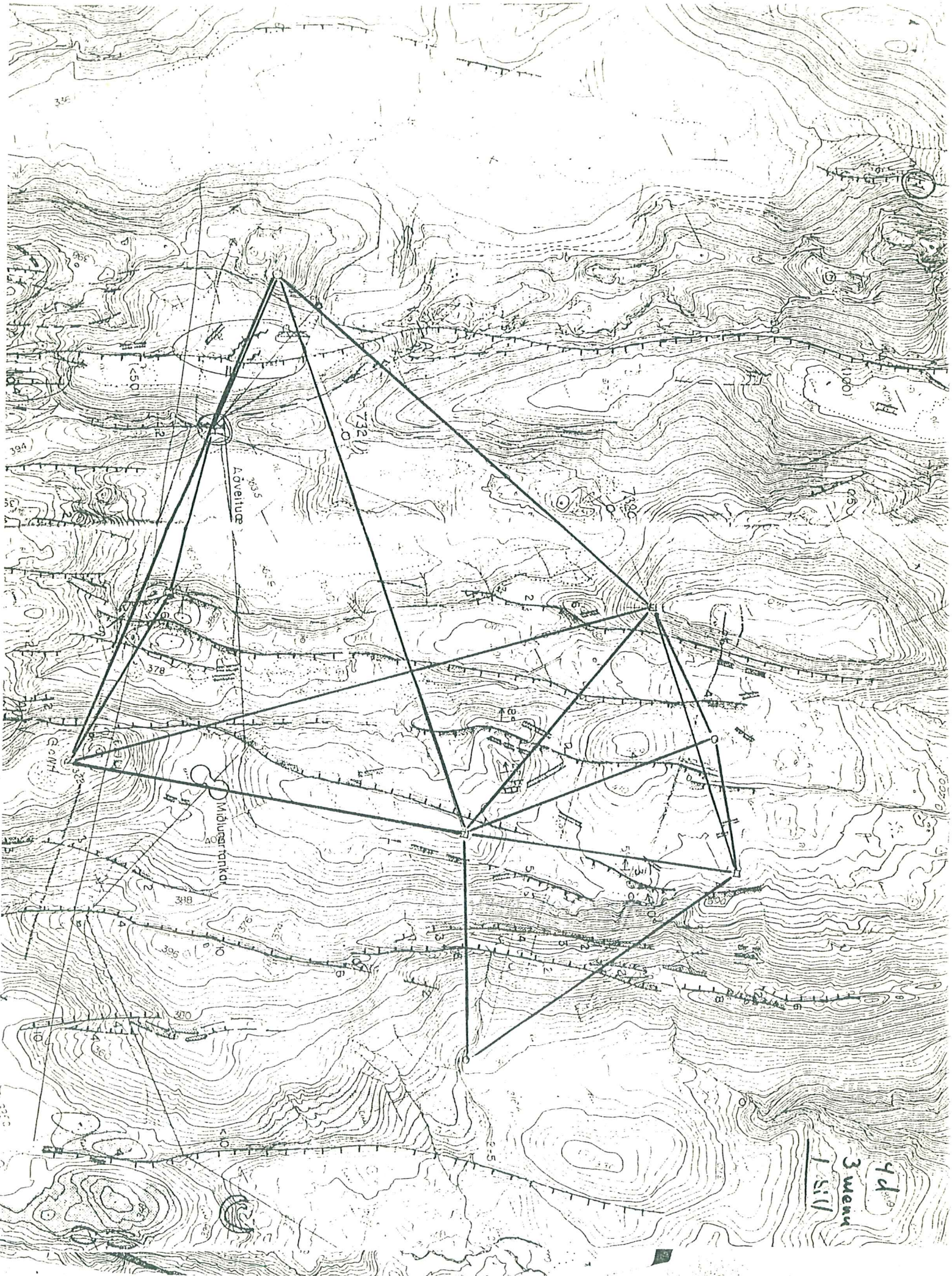
Foulger, Gillian R., 1984: Seismological studies at the Hengill geothermal area SW-Iceland, PhD-ritgerð. Durham University, 313 s.

Helgi Torfason, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Gunnar V. Johnsen og Einar Gunnlaugsson, 1983: Vestur-Hengill, yfirborðsrannsóknir jarðhitasvæðisins. Orkustofnun, OS-83119/JHD-22, 113 s.

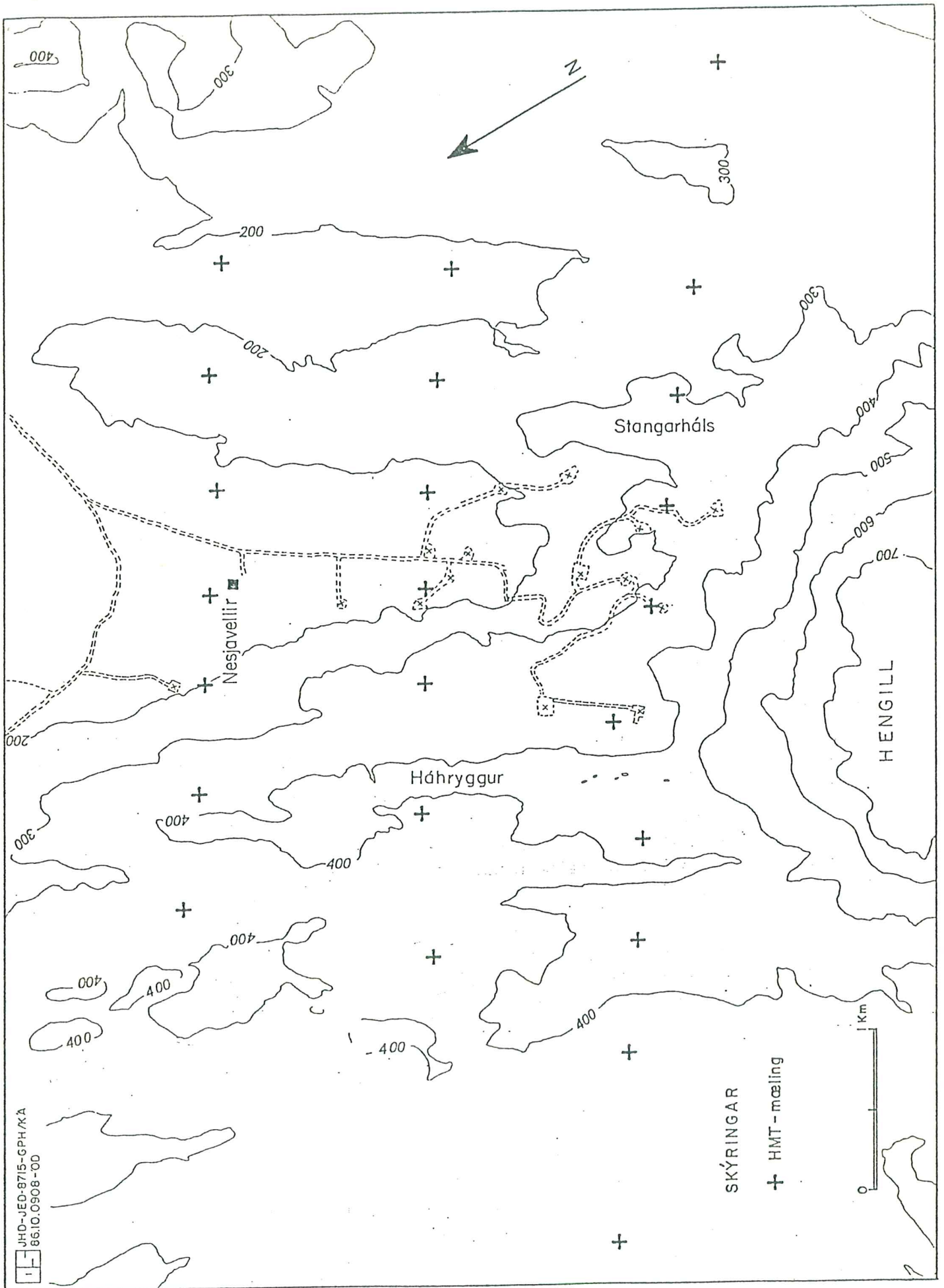
Ishido T., Kikuchi T., og Sugihara M., 1987: The Electrokinetic Mechanism of Hydrothermal-Circulation-Related and Production-Induced Self-Potentials. Submitted to the Twelfth Stanford Workshop on Geothermal Reservoir Engineering.

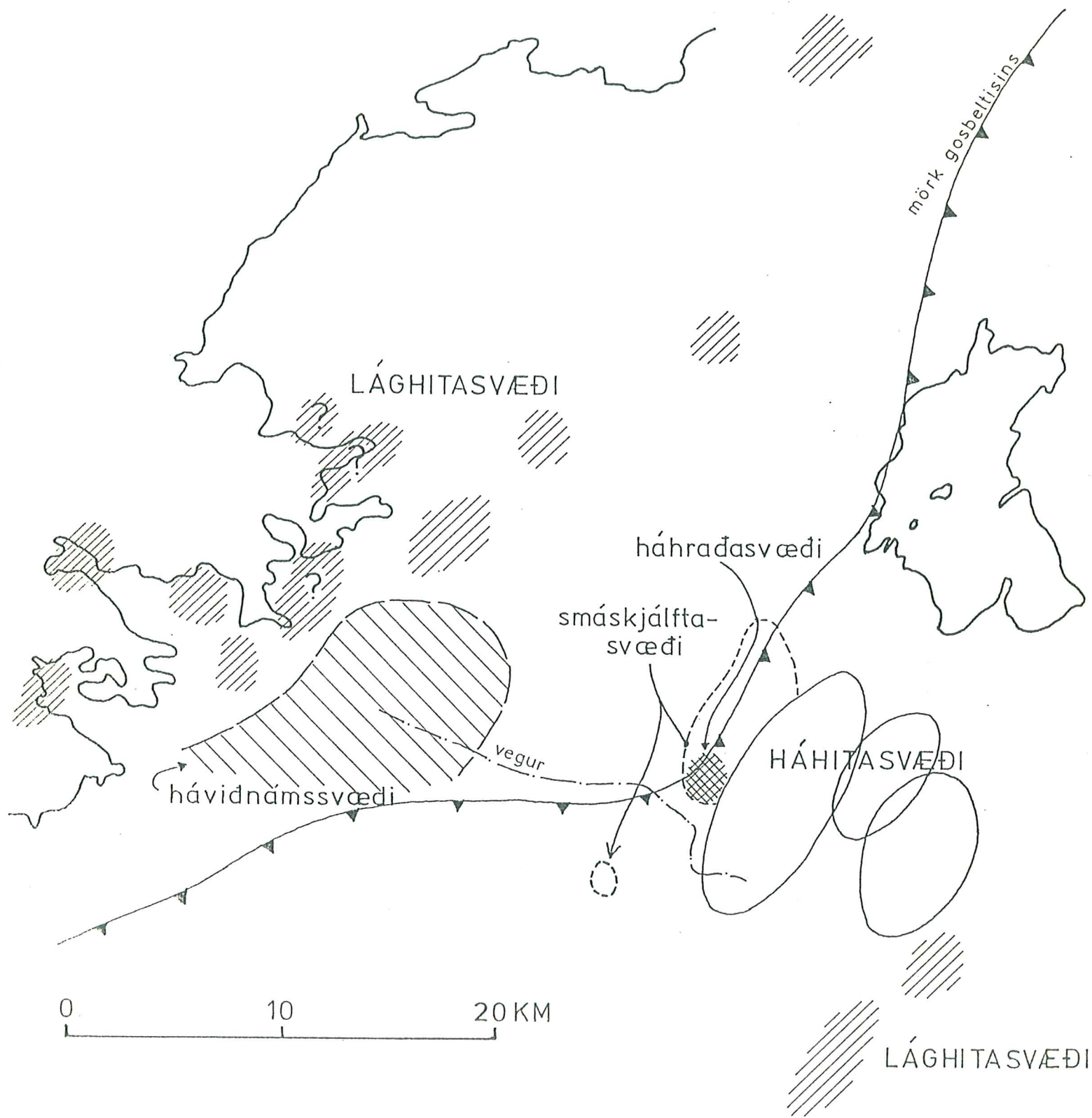
Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Sigurður Rögnvaldsson og Snorri Páll Snorrason, 1986: NESJAVELLIR. Jarðfræði og jarðeðlisfræðileg könnun 1986. Áfangaskýrsla. Tillaga að rannsóknunum 1987. Orkustofnun, OS-86061/JHD-23 B, 42 s.

Lúðvík S. Georgsson, 1985: HÖFUÐBORG-BORGARFJÖRÐUR, niðurstöður viðnámsmælinga. Orkustofnun, OS-85111/JHD-14, 41 s.

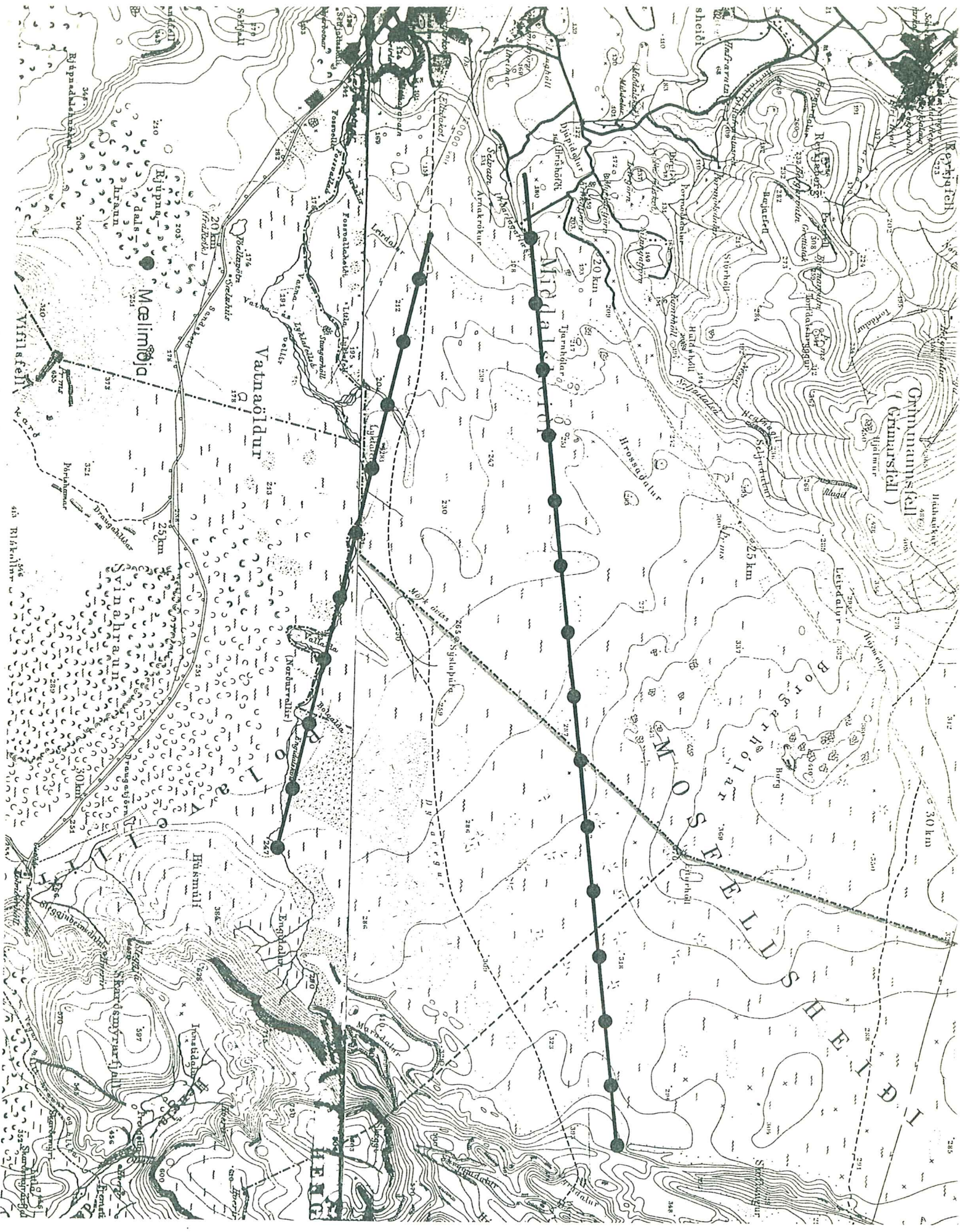


44
3 menu
1.5.11





Mynd 3



Mynd 4