

**Þyngdar- og segulmælingar við Reykjavík.
Fyrsta þyngdarkort og staða verks í sept.
1995**

Karl Gunnarsson

PYNGDAR- OG SEGULMÆLINGAR VIÐ REYKJAVÍK. FYRSTA PYNGDARKORT OG STAÐA VERKS Í SEPT. 1995

1. Inngangur

Hér eru fyrstu niðurstöður úr úrvinnslu þyngdarkorts af Reykjavík og nágrenni, sem unnið var fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. Þessi vinna er í samhengi við birtingu nýrra flugsegulmælinga af sama svæði sem Raunvísindastofnun gerði (Geirfinnur Jónsson og Leó Kristjánsson, 1994). Fyrri verkáætlanir má sjá í greinargerð KG-7/94 og í minnispunktum K.G., 5. des. 1994.

Tilgangur þessarar vinnu er að kanna jarðlagagerð með þyngdar- og segulmælingum, einkum á svæði sem nær frá Kjalarnesi og inn til vinnslusvæða Hitaveitunnar í Laugarnesi og Elliðaárdal. Um þetta er samvinna milli Orkustofnunar og Raunvísindstofnunar.

2. Úrvinnsla þyngdarmælinga

Á Jarðeðlifræðideild Orkustofnunar (JEL) hefur verið unnið á árinu við úrvinnslu þyngdarmælinga sem stofnunin gerði í fyrra á vegum Hitaveitu Reykjavíkur (Einar Hrafnkell Haraldsson, 1994). Einnig hafa öll fáanleg þyngdargögn í nágrenni Reykjavíkur verið tekin til athugunar og endurvinnslu, og var það öllu meira verk. Ein fimm gagnasett hafa verið tekin fyrir:

1. Mælingar Trausta Einarssonar frá 1954, sem er að vísu nokkuð gamlar og að sumu leyti ekki mjög nákvæmar, en koma að góðu gagni því víða er þétt mælt með sjó frá Reykjavík norður á Kjalarnes og í Viðey, en einnig víða á svæðinu þar sem eyður eru í nýrri gögnum. Vinsað var úr þessum mælingum.
2. Eldri mælingar Orkustofnunar sem er lýst í skýrslu Gunnars Þorbergssonar o.fl. (1990). Þar í er sérstakt tiltölulega þétt gagnasafn af Reykjavík og nágrenni.
3. Mælingar Orkustofnunar (JEL) árið 1994, 39 punktar, sem gerðar voru í þeim tilgangi að fylla upp í göt í fyrri mælingum, á þeim slóðum þar sem miklar breytingar eru í þyngdarsviðinu (Einar Hrafnkell Haraldsson, 1994).
4. Sumarið 1994 voru þrjár þyngdarmælingar mældar á Kollafirði af breska rannsóknarskipinu Charles Darwin. Þessi gögn fylla upp í eyðu í kortinu og eru tiltölulega góð, þótt mælingar á sjó jafnist ekki fullkomlega á við nákvæmar mælingar á landi.
5. Nokkrir punktar úti á Faxaflóa fást úr mælingasiglingu sem gerð var á vegum Orkustofnunar og Kortadeildar Bandaríkjahers (DMA) árið 1972 (Gunnar Þorbergsson o.fl. 1990, bls 19).
6. Úr hinu alþjóðlega gagnasafni "GEODAS" má fá nokkrar mælingar á sjó, sem eru til komnar við siglingu erlendra rannsóknaskipa til Reykjavíkur. Þessi gögn eru ekki vel dreifð og slök að gæðum, en sum eru tekin með til að fylla út í nokkrar stærstu eyðurnar á sjó.

Dreifing þessara mæligagna eru sýnd á 1. mynd. Markmið úrvinnslunar hefur verið að samræma þessi gögn svo gera megi sem best þyngdarkort af svæðinu. Það hefur tekist þokkalega vel, og segja má að nú liggja fyrir nokkuð nákvæmt þyngdarkort. Á 2. mynd má sjá kort af svæðinu með Bouguer-fráviki.

3. Nokkrar lauslegar niðurstöður

Helsta frávikíð sem sjá má á kortinu er jákvætt þyngdarfrávik á Kollafirði og Sundunum, um 10-15 mgal að stærð. E.t.v. má greina það að í tvö samliggjandi frávik, hringlaga frávik með miðju undan Kjalarnesi, og aflangan hrygg sem liggur suður um Viðey og inn á land. Þegar þetta kort er borið saman við segulkortið (sjá 3. mynd) má sjá að neikvætt segulfrávik er yfir þessu sama svæði og virðist hafa mjög svipaðar útlínur. Það má ætla að sama bergið valdi bæði þyngdar og segulfrávikinu, og kemur þá helst til greina þétt innskotsberg, öfugt segulmagnað. Álíta verður því að um þyngdarkortið sýni innskot í kjarna einnar eða fleiri eldstöðva. Frávikin eru svo kröpp að þunga bergið hlýtur að ná upp í yfirborð, eða svo gott sem.

Nyrðra frávikíð er mestmegnis yfir sjó, en Darwin-mælingarnar frá 1994 gefa hina stærri drætti í lögum þess. Í samanburði við syðra frávikíð eru hlíðarnar ekki eins brattar, en hugsanlegt er að mesti brattinn tapist í sjómælingunni. Rekja má kanta syðra fráviksins milli Engeyjar og Viðeyjar, inn með Laugardal, inn fyrir Elliðaavog, út í innri enda Viðeyjar, yfir enda Geldinganes og Álfsness og þar yfir Kollafjörðinn. Kanturinn tapast undir Ejunni, því þar eru engar mælingar.

Það er umhugsunarvert að jarðhiti kemur fram utan við þennan kant þyngdarfráviksins, og má nefna jarðhita í Laugardal, Elliðaárdal, Geldinganesi og Álfsnesi. Einnig má sjá samsvörnun með austurhluta kantsins og legu jafnhitalína á 500 m dýpi, eins og þær eru sýndar á mynd 21 í skýrslu Gríms Björnssonar og Benedikts Steingrímssonar (1995). Ætla má að hiti sé mikill í innskotamassanum en lektin lítil.

Eðlilegt er að líta á nyrðra frávikíð sem kjarna meginelstöðvar, og henni tengist rein af göngum og brotum sem ganga til norð-austurs inn með syðri strönd Hvalfjarðar. Ef samsvarandi rein gengur til suð-vesturs myndi hún liggja undir Seltjarnarnes. Það mætti huga að því hvort jarðhitinn á Seltjarnarnesi gæti tengst þessum aðstæðum.

Annað jákvætt þyngdarfrávikíð er yfir Stardals-eldstöðinni, upp á rúm 10 mgal. Þetta frávik er að hluta til illa skilgreint vegna skorts á mælingum þar sem land er óaðgengilegt.

4. Það sem óunnið er 1995

Verkinu var skipt milli Orkustofnunar og Raunvísindastofnunar þannig að í höfuðdráttum skyldu þyngdarmælingar vera á könnu OS, en segulmælingar hjá Raunvísindastofnun, en samtálgun á báðum gagnaflokkum gerast í samráði.

Nú hefur grundvallarúrvinnslan á þyngdargögnunum reynst heldur umfangmeiri en ætlað var í fyrstu, vegna þess hve hinir ýmsu gagnaflokkar voru mismunandi af gerð. Af þeim sökum hefur Orkustofnun klárað þann tíma sem verja má til verksins. Þó verður lokið við tæknilega lýsingu á frumvinnslu þyngdarmælinganna, að því stigi þegar Bouguer-kortið liggur fyrir. Það sem óunnið er á árinu hlýtur því að falla einkum á Raunvísindastofnun, sem á enn sinn hluta óunninn. Eftirfarandi þættir eru á dagskrá:

- Samantekt um seguleiginleika bergsýna af rannsóknarsvæðinu.
- Teikning á segul- og þyngdarkortum í sambærilegum kvarða og frágangi.
- Endurgerð flugsegulkorts Hunting Surveys Ltd., en í því felast all-miklar upplýsingar. Einnig mætti taka saman ýmis önnur sundurlaus segulmæligögn af svæðinu.
- Vinna kortin tölraent og beita aðferðum svo sem að reikna halla og aðra afleiðu, stefnusía, "færa á pólinn" og reikna gerviþyngdarsvið af segulsviði.

- Líkanasmíð á segul- og þyngdarmælingum, til að reikna líklega lögun og eðliseiginleika jarðlagaeininga. Til hliðsjónar væru aðrar upplýsingar svo sem kortlagning á jarðlögum, eðliseiginleikar bergs og aðrar jarðeðlisfræðilegar mælingar.

Ekki er nú ljóst hversu mikið af ofan greindu vinnst á árinu. Væntanlega gæti Raunvísindastofnun lokið fyrsta þættinum, en ólíklegt að þriðji og fjórði verði verða fullgerðir.

5. Hugmyndir um framhaldsrannsóknir

Hér er kastað fram lauslegum hugmyndum um frekari rannsóknir á þessu sviði. Á þessu stigi virðist vera áhugaverðast að kanna útbreiðslu og gerð innskotsbergins á Sundunum. Einnig væri ástæða til að kanna hugsanlegar ganga og brota rein með suðvest-norðaustlægrri stefnu í gegn um eldstöðvarkjarnann undan Kjalarnesi. Einnig er eftir að kanna hvort brotasvæði komi fram í gögnunum.

Úrvinnsla þyngdar- og segulgagna:

Þessi liður tekur til sama efnis og í kaflanum á undan, og er lok þess verks. Hins vegar gætu nýjar upplýsingar úr framhaldsrannsóknum kallað á endurskoðun reiknilíkana og jarðlagatúlkunar.

Þyngdarmælingar:

Að svo komnu máli virðist ekki vera ástæða til að gera meiri þyngdarmælingar. Áhugaverð frávík eru eins vel dekkud og aðstæður leyfa með góðu móti. Helstu gloppurnar í kortinu eru ýmist í fjallendi þar sem bæði er erfitt og kostnaðarsamt að mæla og reikna leiðréttingar, eða á sjó þar sem nota verður sérstaklega útbúið mælingaskip.

Segulmælingar:

Það segulmælingakort sem nú liggur fyrir (Raunvísindastofnun 1994) er mælt í 500 m hæð með 500 m bili. Vegna flughæðarinnar er upplausn þess takmörkuð, og hinir stóru drættir eru dregnir skýrt fram. Ef kanna á innskotasvæðið í meiri smáatriðum, t.d. ef reynt verður að greina einstök innskot eða skoða jarðlagaskil, er nauðsynlegt að mæla í minni hæð og þá jafnframt þéttar. Segulmælingar eru einnig heppilegastar í þessum tilgangi, enda er illmögulegt er að ná meiri upplausn með þyngdarmælingum en þegar er fengið. Gera mætti segulkort á þökkalega hagkvæman hátt með mælingum á sjó á litlum ósegulmögnum báti. Hugsanlega mætti einnig gera flugmælingu í lítilli hæð með smá-flugvél, sem gæti orðið hagkvæmara og einnig fengist þá jöfn kortlagning yfir landi og sjó. Þessi kostur er tæknilega nú ekki fullkomnaður en ekki óhugsandi í framkvæmd. Mælingar fótgangandi eru of seinvirkar til að koma til greina við kortagerð, en einstaka prófíla mætti gera til könnunar á sérstökum fyrirbærum.

Jarðsveiflumælingar:

Fróðlegt væri að kanna samband hljóðhraða og annarra eðliseiginleika hinna ýmsu bergeininga á svæðinu. Þetta mætti gera á vissan hátt með grunnnum bylgjubrotsmælingum, en hljóðhraðamælingar í borholum væru einnig æskilegar. Þá mætti einnig íhuga ef djúpsærri bylgjubrotsmælingar, "tomography", gætu kortlagt innskotakjarnann á meira dýpi.

Boranir:

Fróðlegt væri að kanna berggerð undir þyngdarfrávikinu með borun, og þá um leið að kanna hvort hiti sé mestur í þessu þunga bergi Einungis ein hola er vel inn á syðra þyngdarfrávikinu, HS-31 í Vatnagörðum (380 m á dýpt), en holur á Geldinganesi og Álfsnesi eru nærri mörkunum (sjá Grím og Benedikt, 1995). Til greina kæmi að bora meira, og virðist svæðið frá Laugarnesi inn að Elliðavogi aðgengilegast, en auk þess í Viðey, Þerney, og líklega yst á Geldinganesi, Álfsnesi eða Gunnunesi. Þá er athugandi með svæðið á Kjalarnesi utan Kollafjarðar-

mynnis, en þar eru þegar tvær holur fyrir og er önnur mjög heit.

Úrvinnsla borholumælinga: Það væri mjög áhugavert að kanna mælingar úr borholum á svæðinu og reyna að snúa þeim yfir í eiginleik bergs, svo sem poruhluta og eðlismassa. Þessar upplýsingar mætti nota ásamt þyngdarmælingum til að reikna jarðlagalíkön. Þó er þess að gæta að kvörðun borholumælinganna er oft óviss, og áhugavert væri að reyna aðrar mælingar, svo sem eins og borholu-seismík til að kanna bergeiginleika.

Eðlilegt væri að ljúka fyrst við túkun þeirra þyngdar og segulgagnanna sem nú liggja fyrir. Þá má um leið taka Hunting kortið til endurvinnslu, en það mun koma að haldi við túlkun gagnanna. Úrvinnsla borholumælinga er einnig ofarlega á blaði. Þá mætti huga að þéttri segulmælingu á um 10 ferkílómetra svæði á sjó (eða sjó/landi ef flugvél fæst). Eftirfarandi kostnaðartölur eiga við þessar hugmyndir, en verða þó að teljast ónákvæmar, einkum þrír síðustu liðirnir:

Verkþáttur	kostnaður	klst.
Lok úrvinnslu/túlkunar þyngdar- og segulkorta	600.000	200
Vinnsla Hunting-segulkorts	300.000	100
Úrvinnsla borholumælinga	750.000	250
Þéttar segulmælingar	1.000.000	
Samantekt niðurstaðna	300.000	100
Samtals:	2.950.000	650

RITASKRÁ

Árni Hjartarson. *Kleppur-Gufunes. Þrjú jarðlagasnið og kort.* OS-92005/VOD-04 B

Einar Hrafnkell Haraldsson, 1994. *Þyngdarmælingar fyrir Hitaveitu Reykjavíkur.* OS-94064/JHD-38 B. Orkustofnun, Jarðhitadeild, desember 1994.

Geirfinnur Jónsson og Leó Kristjánsson, 1994. *Segulmælingar yfir vinnslusvæði Hitaveitu Reykjavíkur í október og desember 1993 og frumúrvinnsla þeirra.* Raunvísindastofnun Háskólans, skýrsla til Hitaveitu Reykjavíkur, febrúar 1994.

Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson, 1995. *Hitalíkan af Reykjasvæðunum í Mosfellsbæ.* Samvinnuverk Hitaveitu og Orkustofnunar. OS-95016/JHD-02, Reykjavík, mars 1995.

Gunnar Þorbergsson, Ingvar Þór Magnússon og Guðmundur Pálmason, 1990. *Þyngdarmælingögn og Þyngdarkort af Íslandi.* OS-90001/JHD-01, Reykjavík, júlí 1990.

Karl Gunnarsson, 1994. *Áætlun um úrvinnslu þyngdar- og segulmælinga fyrir Reykjavík og nágrenni - frumdrög.* Greinargerð KG-7/94, 1994-09-19, Orkustofnun, Jarðhitadeild.

Karl Gunnarsson, 1994b. *Minnispunktur 5. desember 1994: Áætlun um vinnslu þyngdar- og segulmælinga fyrir Hitaveitu Reykjavíkur; framhald verksins 1995.* Orkustofnun, Jarðhitadeild.

Ólafur G. Flóvenz 1979. *Jarðsveiflumælingar á höfuðborgarsvæðinu 1976. Dýpi á lag 3.* Orkustofnun, OS-790039/JHD-17, 68s.

Trausti Einarsson, 1954. *Survey of Gravity in Iceland,* Vísindafélag Íslendinga, no XXX, 68s.

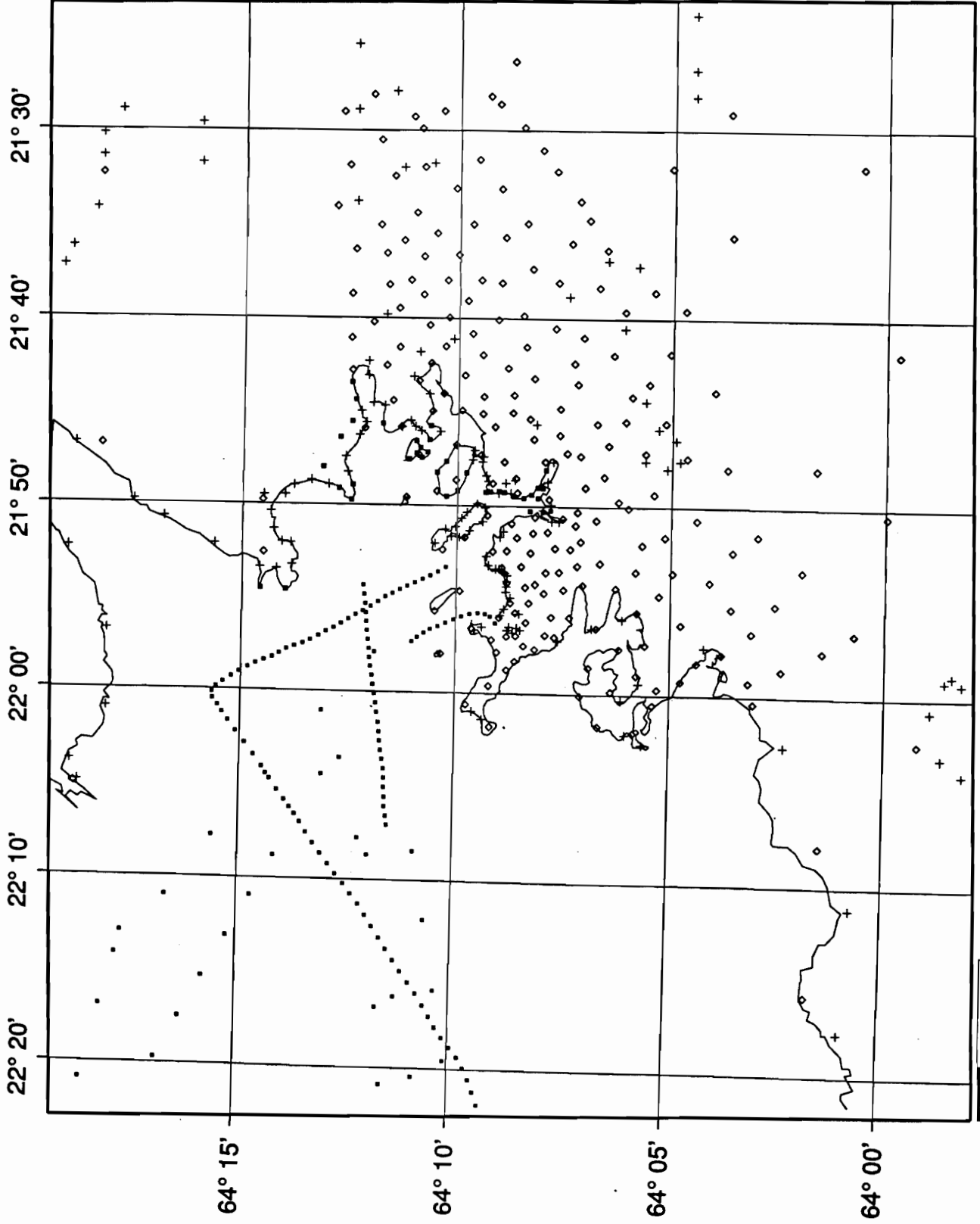
Mynd 1.

Þyngdarmælipunktur

Nothæf grísjúð gögn

Mælipunktur merktir þannig:

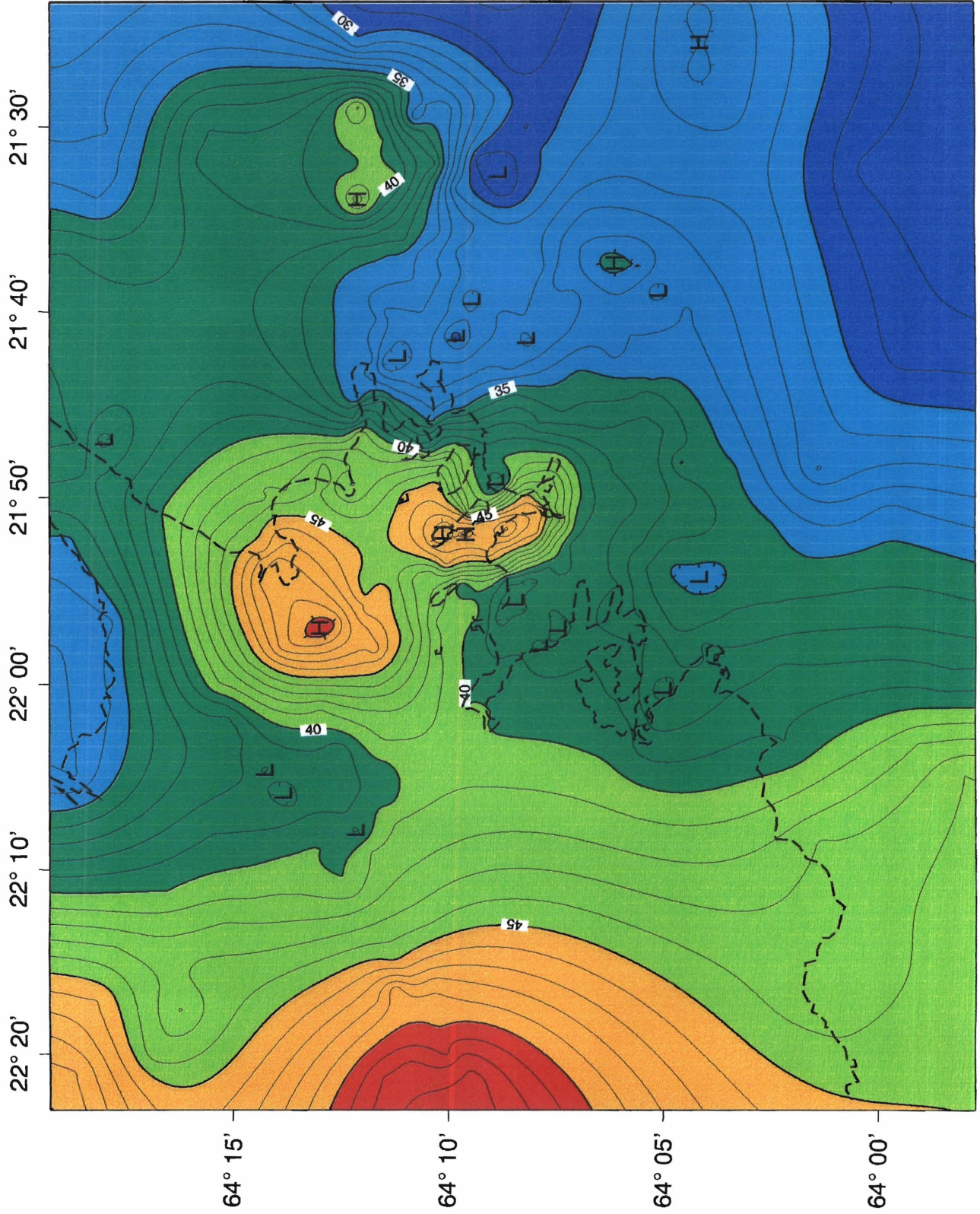
- ◊ Orkustofnun – eldra
- Orkustofnun 1994
- + Trausti Einarsson
- Darwin 1994 o.fl.



Mynd 2.

Bouguer frávik

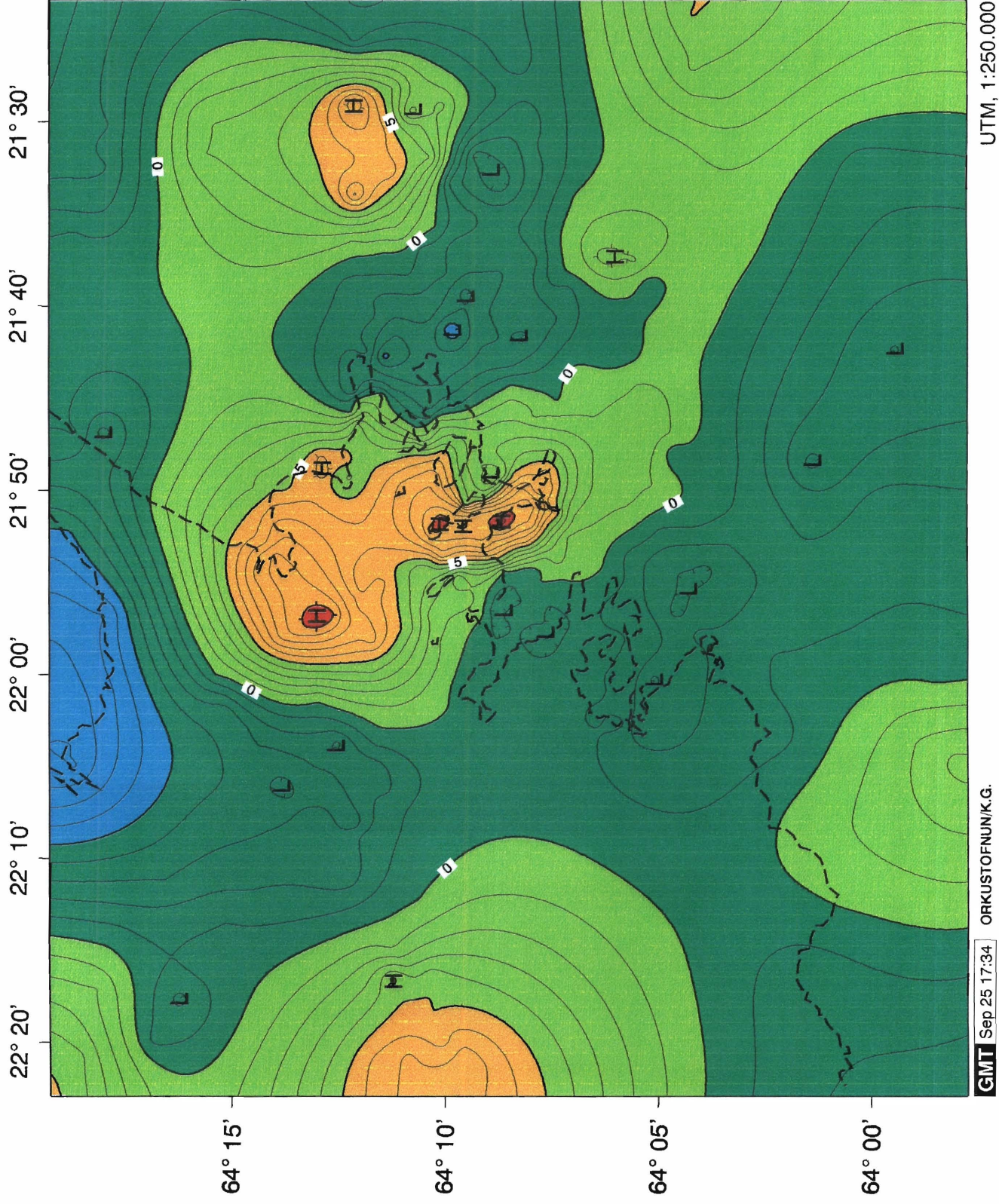
Leiðrétt og grísiuð gögn

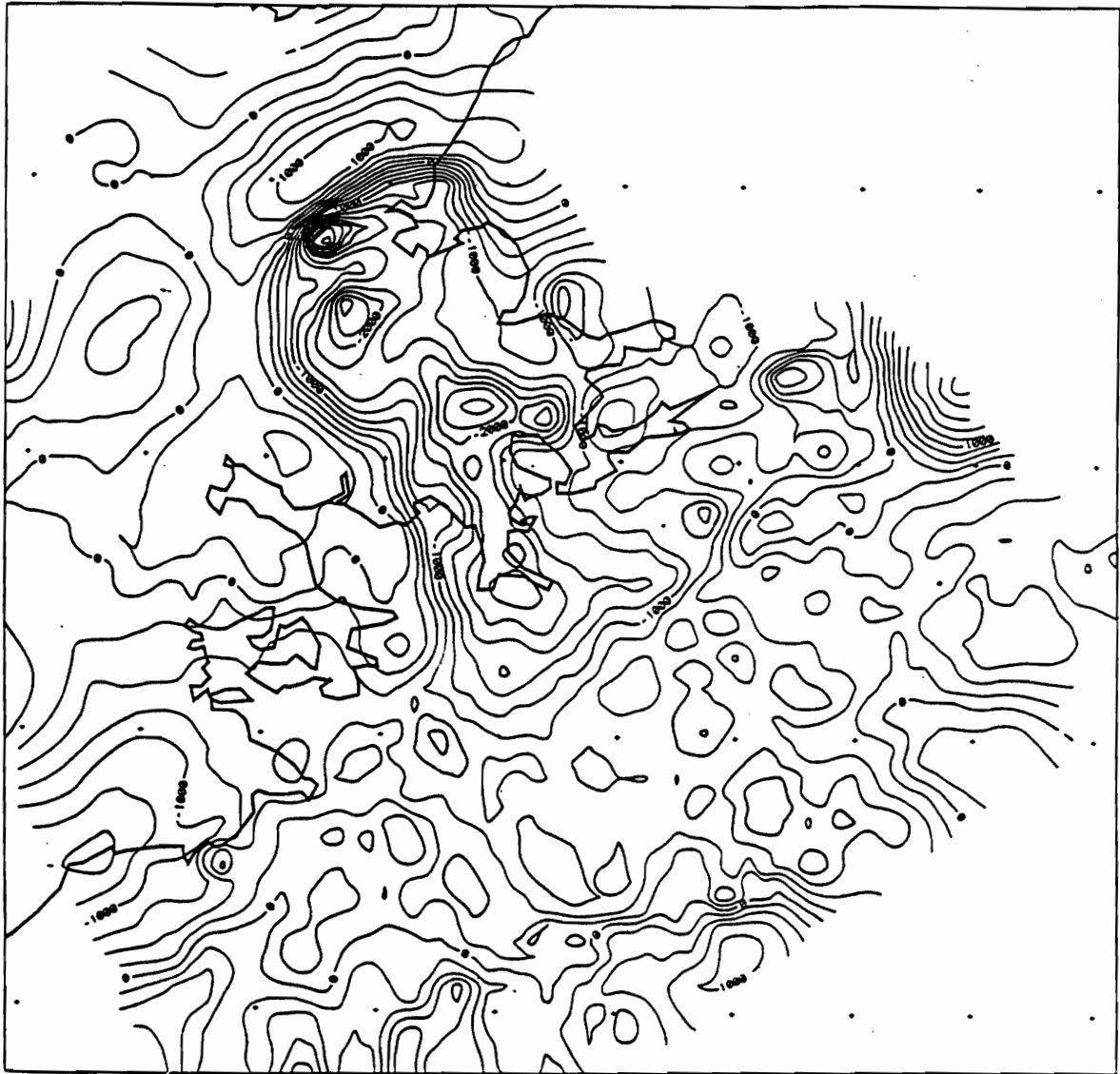


Mynd 3.

Bouguer-frávik að frádregnum bakgrunni

Leiðrétt og grísluð gögn





Mynd 4 Jafnsviðslínukort af mælisvæðinu ásamt strandlínunum Innnesja. Línubil er 250nT og línur í segullægðum sem ná að lokast eru tenntar í átt til lægra sviðs.

(Geirfinnur og Leó, 1994)