



**ORKUSTOFNUN**

**Rannsóknasvið**

**Segulmælingar á sjó  
við Reykjavík 1997**

**Karl Gunnarsson**

**Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur**

**1997**

**OS-97058**



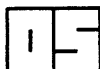
**Karl Gunnarsson**

## **Segulmælingar á sjó við Reykjavík 1997**

**Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur**

**OS-97058**

**Nóvember 1997**

**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Lykilsíða

<b>Skýrsla nr.:</b> OS-97058	<b>Dags.:</b> Nóvember 1997	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> SEGULMÆLINGAR Á SJÓ VIÐ REYKJAVÍK 1997	<b>Upplag:</b> 30	
	<b>Fjöldi síðna:</b> 10	
<b>Höfundar:</b> Karl Gunnarsson	<b>Verkefnisstjóri:</b> Benedikt Steingrímsson	
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Mælinganiðurstöður, fyrri áfangi	<b>Verknúmer:</b> 610 009	
<b>Unnið fyrir:</b> Hitaveita Reykjavíkur		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Í skýrslunni er greint frá niðurstöðum segulmælinga á sjó haustið 1997 á tveim svæðum á sundunum við Reykjavík. Mælingarnar voru gerðar í framhaldi af samantekt á segulmælingum á Reykjavíkursvæðinu. Tilgangurinn með mælingunum var að reyna að ná meiri upplausn til að geta greint innskot og brot á yfirborði í berggrunninum með meiri nákvæmni en áður og jafnframt að greina þá strúktúra sem einkenna jarðhitasvæði á höfuðborgarsvæðinu. Ekki tókst að ljúka öllum mælingum sem til stóð að gera. Mælingarnar fóru fram á hrað-gúmbáti með segulmæli af gerðinni Geometrics G-866. Mælingarnar voru með 30 m bili og mæling fór fram á upb. 6 m bili. Gögn voru skráð í fartölvu. Helstu niðurstöður eru þær að á segulsviðskortinu í Kleppsvík eru mest áberandi krappar neikvæðar lægðir og má ætla að þær stafi frá innkotum eða hugsanlega hnyklum af sterk-segullægðu basalti í móbergsmýnduninni. Á sundinu norðan Geldinganes er mjög áberandi segullægð og er nokkuð öruggt að þar er þétt dólérítinnkot eða innkotaflekja. Almennt styðja mælingarnar fyrri niðurstöður, en sýna betur smáatriði en áður. Gert er ráð fyrir framhaldi verksins á næsta ári.		
<b>Lykilorð:</b> Jarðhitarannsóknir, segulmælingar, segulkort, jarðfræði, berggrunnur, Hitaveita Reykjavíkur	<b>ISBN-númer:</b>	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> 	
	<b>Yfirfarið af:</b> BS, KÁ	

## **EFNISYFIRLIT**

1. INNGANGUR	3
2. FRAMKVÆMD MÆLINGA	3
3. FRUMÚRVINNSLA OG KORTAGERÐ	4
4. NIÐURSTÖÐUR	4
5. HEIMILDIR	6

## **MYNDIR**

1. Segulsviðskort af Kleppsvík	7
2. Segulsviðskort af sundinu milli Geldinganes og Gunnuness	8
3. Yfirlit fyrir segulmælingar á sjó 1997	9
4. Kort af Kleppsvík sem sýnir reiknaða lóðréttu afleiðu segulsviðsins	10

## 1. INNGANGUR

Hér er greint frá niðurstöðum segulmælinga sem gerðar voru á sjó haustið 1997 á tveimur svæðum við Reykjavík. Annað svæðið er í Kleppsvík og nær innan frá mynni Elliðaár út undir Sundahöfn, og er um 1,6 km<sup>2</sup>. Hitt svæðið er á sundinu milli Geldinganes og Gunnuness, og er um 0,8 km<sup>2</sup>. Þessar mælingar voru gerðar í framhaldi af samantekt á segulmælingum á Reykjavíkursvæðinu, sem eru einkum flugsegulmælingar í 150 eða 500 m hæð (Karl Gunnarsson, 1997b). Tilgangurinn með mælingunum á sjó var að leitast við að ná meiri upplausn og skoða smáatriði sviðsins, sem myndu endurspegla innskot og brot í yfirborði eldri berggrunnins. Markmiðið er að kanna svæðið við ströndina á sundunum og vestur fyrir Laugarnes, allt að gömlu höfninni, og kanna hvort greina megi þá strúktúra sem einkenna jarðhitasvæði höfuðborgarinnar. Ekki náðist að gera allar þær mælingar sem til stóð, vegna tæknilegra vandkvæða, enda var komið fram á vetur. Þar sem horfur eru á að framhald verði á verkinu á næsta ári, hefur nú verið lögð meiri áhersla á úrvinnslu gagna, og stefnt er að því að vinna upp mælingarnar á næstu vertíð.

Á þessum slóðum gerði Orkustofnun í sumar einnig rannsókn á vegarstæði fyrirhugaðrar Sundabrautar yfir sjó. Þetta eru svæðin á Kleppsvík fram af Gelgjutanga og norður með Gufuneshöfða, og yfir sundið milli Geldinganes og Gunnuness, sem er út úr Álfsnesi. Gerðar voru bylgjubrotsmælingar (Karl Gunnarsson, 1997a), en einnig segulmælingar (Karl Gunnarsson, 1997c). Þar sem svæði og markmið skarast að nokkru, voru segulmælingarnar unnar ásamt mælingunum fyrir Hitaveituna. Þá hefur samanagerður hljóðhraða- og segulmælinganna einnig almennt gildi fyrir könnun á berggrunni svæðisins.

## 2. FRAMKVÆMD MÆLINGA

Mælingin var gerð á hrað-gúmbáti með segulmæli af gerðinni Geometrics G-866. Neminn var hafður í eftirbáti, þar sem fjarlægja varð hann frá mælibátinum. Síðar var neminn settur á bugspjót fram úr bátinum, en þau gögn eru einungis yst í Kleppsvík. Oftast var mælt á hraða nærri 10 km/klst, mæling var tekin með 2,2 s millibili, sem svarar til um 6 m bils eftir mællínu, en með 1,7 s millibili eftir að bugspjótið kom til. Hraði var þá oft meiri, upp undir 30 km/klst. Mællínur voru settar með 30 m bili. Stefna þeirra er austur-vestur í Kleppsvíkinni, en norð-austur-suðvestur við Geldinganes.

Gögnin voru skráð í fartölvu, bæði mæligildi frá segulmæli og staðsetning frá GPS-tæki með um 2 s millibili. Með GPS-tækinu var haft móttökutæki fyrir mismuna-leiðréttingu, sem gefur um 5 m nákvæmni ef allt er með felldu. GPS-tækið var stillt á Hjörseyjarviðmiðun, og skráning er á formi breiddar og lengdar með um 2 s millibili. Staðsetningartækið var einnig notað til að stýra eftir áætluðum línunum, og reyndist gerlegt að halda þökkalega jöfnu línubili með þessu móti. Með fullkomnari tækjum væri líklega hægt að gera enn betur. Mestu erfiðleikar við mælingarnar fólust reyndar í truflunum á móttöku leiðréttingarmerkisins, sem tafði ídulega verkið.

### 3. FRUMÚRVINNSLA OG KORTAGERÐ

Þessi þáttur úrvinnslunnar er tæknilegs eðlis og verður ekki rakinn hér nema að nefna helstu þætti frumvinnslunnar:

- Tímaröð staðsetninga- og segulmælinga er fastsett, svo brúa megi staðsetningu fyrir hvern segulmælingapunkt. Sem viðmiðun er hafður GMT-tími GPS-kerfisins.
- Staðsetningarfærslur eru teknar út og kannaðar með teikningu og hraðareikningum. Spilltar staðsetningar eru teknar út.
- Staðsetningar segulmælingapunkta eru reiknaðar með brúun milli staðsetningapunkta.
- Leiðrétt er fyrir segultruflunum frá himinhvolfinu með því að nota samfellda skráningu á segulsviði frá segulmælingastöðinni í Leirvogi, sem Þorsteinn Sæmundsson Raunvísindastofnun Háskóla Íslands lét í té. Frávík frá meðalgildi septembermánaðar '97 sem mælist í stöðinni á hverjum tíma (mínútagildi) er dregið frá mæligildum siglingarinnar. Sveiflur geta skipt hundruðum nT. Leiðrétt mæligildi fást eftir þessa aðgerð.
- Þá er mæligildum hliðrað aftur eftir línu sem svarar fjarlægð nema frá staðsetningatæki, og staðsetningar þannig leiðréttar. Þessi fjarlægð var 9 m, en notaðir voru 11 m vegna þess að segulmælingin tekur nokkurn tíma og tekur því í raun yfir nokkurt fjarlægðarbil. Þegar nemi var hafður á bugspjóti reyndist hæfilegt að hliðra gildum 2 m fram eftir línu.

Eftir þessa vinnslu eru gögnin að fullu leiðrétt á formi: breidd, lengd, segulsviðsgildi (auk tíma). Sjá má að leiðréttingin er þokkaleg, þar sem áberandi hnökrar eru á kortum sem byggja á óleiðréttum gögnum. Vðast eru mæligildi á um 6 m bili eftir mæli línum, og línur víkja óvída meira en 5-10 m frá reglulegu neti. Gögnin eru síðan notuð til að gefa gildi á reglulega grind með 5 m möskvastærð sem notuð er við teikningu á kortum. Hér á kortunum er sýnt leiðrétt heildarsegulsvið, en engin tilraun hefur verið gerð til að draga meðal- eða viðmiðunarsvið frá gildum. Sviðið er táknað með jafnsviðslínum ásamt skyggingu sem er dökk fyrir lág gildi. Mynd 1 sýnir segulkort af Kleppsvík, en mynd 2 af sundinu milli Geldinganes og Gunnuness. Töluverðar truflanir eru af völdum stálþilja og skipa við hafnarmannvirkin í Kleppsvík, en þau belti eru að mestu skorin af í kortinu.

### 4. NIÐURSTÖÐUR

Auk segulsviðskortanna tveggja á myndum 1 og 2 eru mælingarnar sýndar á yfirlitsformi á mynd 3. Þar eru neikvæð frávík á kortbleðlunum sýnd með skyggingu, en einnig eru dregnir segulprófflar utan þeirra. Á 3. mynd eru einnig færðar inn upplýsingar frá fyrri athugunum, og sýna brotnar útlínur áætluð innskotasvæði með sterku neikvæðu segulfrávíki í flugsegulmælingum í 150 m hæð (Karl Gunnarsson, 1997b, mynd 5.5). Skyggð svæði á landi vestan Kleppsvíkur sýna samsvarandi upplýsingar úr mælingum á landi frá 1959.

Á segulsviðskortinu í Kleppsvík (1. mynd) eru mest áberandi krappar neikvæðar lægðir, og eru þær mestar við Gufuneshöfða og utan við Holtabakka. Ætla má að þær stafi frá innskotum, þótt ekki megi útiloka önnur fyrirbæri svo sem vel afmarkaða hnykla af sterksegulmögnum basalti í móbergmynduninni. Þessir segulskrokkar virðast vera margvíslega lagaðir og stærðin er frá tugum upp í fá ein hundruð metra. Líklega er sem um margvíslega lagaða hnykla sé að ræða fremur en reglulega ganga. Þó má sjá vott af norð-norð-austlægrri stefnu í fingerðari dráttum

norðan og sunnan við Gufuneshöfða.

Þessir drættir eru greinilegri í kortinu á 4. mynd, sem sýnir reiknaða lóðréttu afleiða sviðsins, en hún er næmari fyrir krappasta hluta sviðsins, eða hátíðnihlutanum. Á slíku korti er sjást vel grunn og skörp fyrirbæri svo sem gangar, brot og lóðrétt jarðlagaskil. Öll neikvæð gildi kortsins eru skyggð, og heldur meira með lækkandi gildi. Öll jákvæð gildi eru hvít, enda eru jákvæð frávik miklu veikari en neikvæð á kortinu. Á kortinu má greina í austanverðri víkinni áberandi stefnur milli norðurs og norðausturs. Einkum er áberandi bein ræma til suðvesturs sunnan Gufuneshöfða, sem táknar gang eða misgengi. Flekkirnir vestan í víkinni teikna nánar toppa innskotanna.

Innskotin við Gufuneshöfða eru líklega í útjaðri stærra innskotasvæðis sem virðist liggja mest undir höfðanum, eftir flugsegulmælingum að dæma (3. mynd). Þar sunnar, inn af Ártúnshöfða, er annað neikvætt frávik í flugsegulmælingunum, en sjómælingarnar ná ekki til þess. Engin ástæða er til að ætla annað en að um svipuð fyrirbrigði sé að ræða. Þetta er innskotabelti sem heldur hugsanlega að Elliðaársvæðinu að norðan (sjá umræðu hjá Karli Gunnarssyni, 1997b).

Innskotin í utanverðri víkinni vestan megin eru greinilega í tengslum við frávik sem mældust á landi 1959, og sjá má á 3. mynd. Samkvæmt flugsegulmælingum virðist mest um innskot á belti norður að innri enda Viðeyjar. Einstök mælilína norður úr víkinni fer í jaðarinn á því svæði (3. mynd). Hátíðnifrávik á því belti eru til marks um að örgrunnt er á berggrunn.

Bylgjubrotsmælingar (sjá línu á 3. mynd) sýndu að setlög úti á víkinni eru allt að 30 m þykk (Karl Gunnarsson, 1997a). Einnig mældist breytilegur hljóðhraði í berggrunni. Innst í víkinni er fremur hár hljóðhraði og jafnframt heldur hátt segulsvið. Þar gætu verið hraun. Nyrst á línu K97-1, nærri einu krappasta segulfrávikinu, lækkar hraðinn og mætti ætla að það sýni línara móberg. Í slíku bergi gætu einmitt innskotin hreiðrað um sig. Hátt og slétt segulsvið á bletti þar norðar gæti stafað af ósegulmögnum túffi. Á óbirtu jarðfræðikorti Orkustofnunar má sjá að móbergið í Gufunesi nær suður að Gufuneshöfða, þar sem það hverfur undir grágrýtið (sjá einnig Árna Hjartarson, 1992). Enn norðar, í mynni Eiðsvíkur, er stærra svæði með háu sléttu segulsviði, eins og prófílarnir á 3. mynd sýna. Má ætla að þar sé hreint móbergstúff. Rétt norðan Gufuness eru skörp mót við svæði með lágu og óreglulegu segulsviði.

Í Helguhóli norðvestan í Geldinganesi sést í innskot með lóðréttum mótum, líkt og samsett úr mörgum göngum með norðlæga stefnu (Haukur Jóhannesson, 1985). Á prófílum á mótis við Helguhól er sviðið lægra, en þó er þar ekki áberandi sterkt frávik. Sviðið er heldur lægra austar þar sem línan fer utan í afar sterkt frávik sem fannst í flugsegulmælingunum undan Þerney.

Mjög áberandi segullægð má sjá á sundinu norðan Geldinganness, nokkuð aflanga í norðlæga stefnu (mynd 2). Frávikid er allt að 3000 nT og verður að teljast verulegt þar sem 20-30 m dýpi er á berggrunn. Vestur-jaðarinn er mjög skarpur, og er auðsætt að þar eru skörp lóðrétt (eða bratthallandi) jarðlagaskil. Bylgjubrotsmælingar sýna að hljóðhraði eykst snögg við mótin. Hraðinn er um 3 km/s vestan við en allt að 5 km/s þar sem segullægðin er. Þarna er nær örugglega þétt dólerítinnskot eða innskotaflækja á um 300 m belti, og hefur gengið inn í móbergið undir Geldinganesi. Það er líft segulmagnað og með lágan hljóðhraða. Austan og norðan við þéttasta innskotsvæðið er minni innskotabéttleiki eða e.t.v. hraunlög.

Þessar mælingar hafa almennt stutt fyrri niðurstöður, en sýna meiri smáatriði en áður hafa fengist, vegna þess hve grunnt er á berggrunn og hversu þéttar mælingarnar eru. Í framhaldi verksins væri skemmtilegt að geta kortlagt svæðið undan Laugarnessvæðinu, til að sjá hvort greina megi framhald af "grunuðum" innskotum og misgengjum. Að vísu væri enn betra að gera mælingar á



landi, en þar er við mikla erfiðleika að etja vegna truflana frá mannvirkjum. Hugsanlega væri skásta lausnin að fljúga með mæli í fárra tuga metra hæð, en lágflug yfir þéttbýli er reyndar ekki leyft.

## 5. HEIMILDIR

Árni Hjartarson, 1992. *Kleppur-Gufunes. Þrjú jarðlagasnið og kort*. Orkustofnun, OS-92005/VOD-04 B.

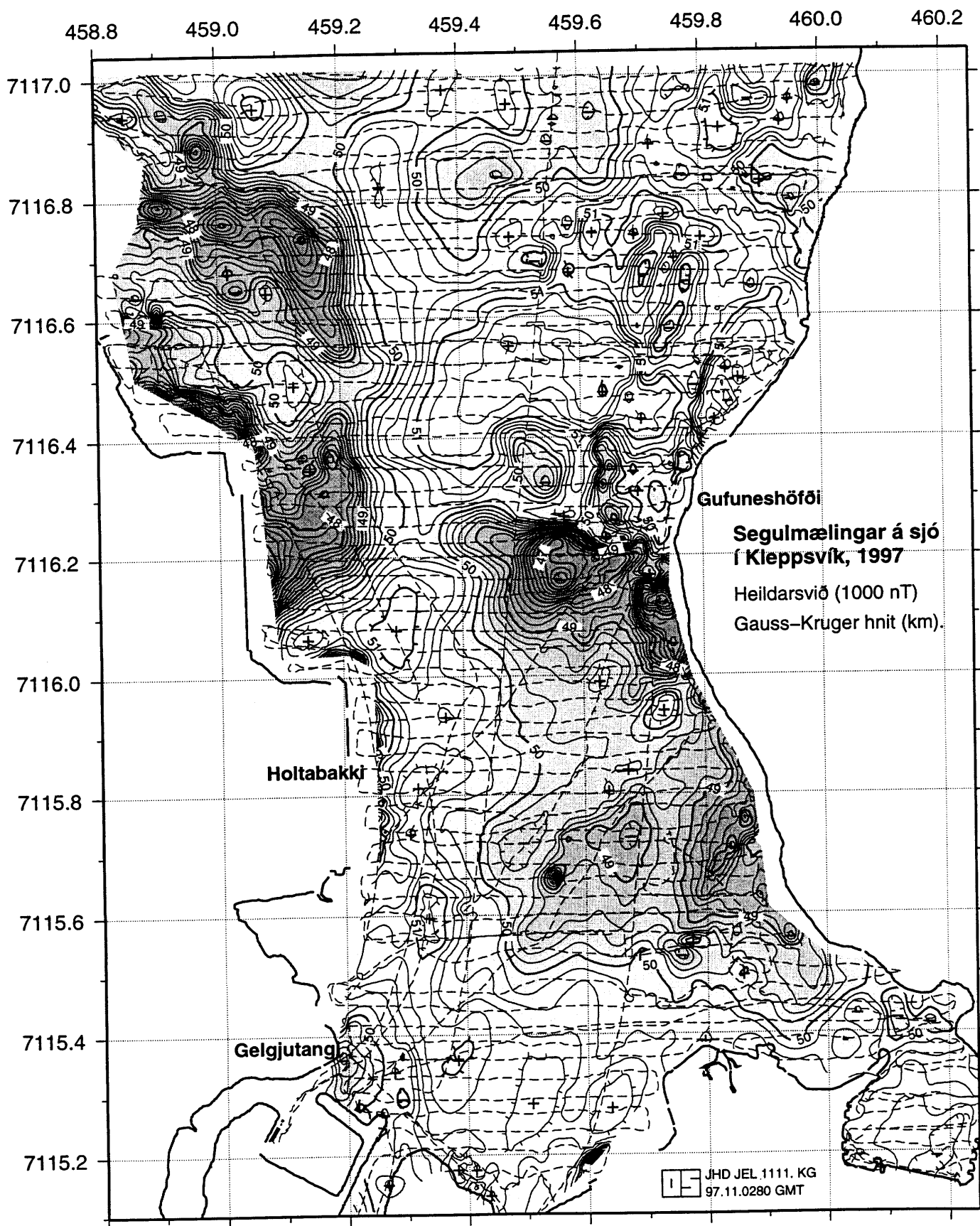
Berggrunnskort (óbirt uppkast), Viðey 1613 III NV-B, 1:25000, Orkustofnun.

Haukur Jóhannesson, 1985. Jarðfræði innnesja. Í: *Innes. Náttúrufar, minjar og landnýting: 17-22*. Kristbjörn Egilsson (ritstj.), Náttúrufræðistofnun Íslands.

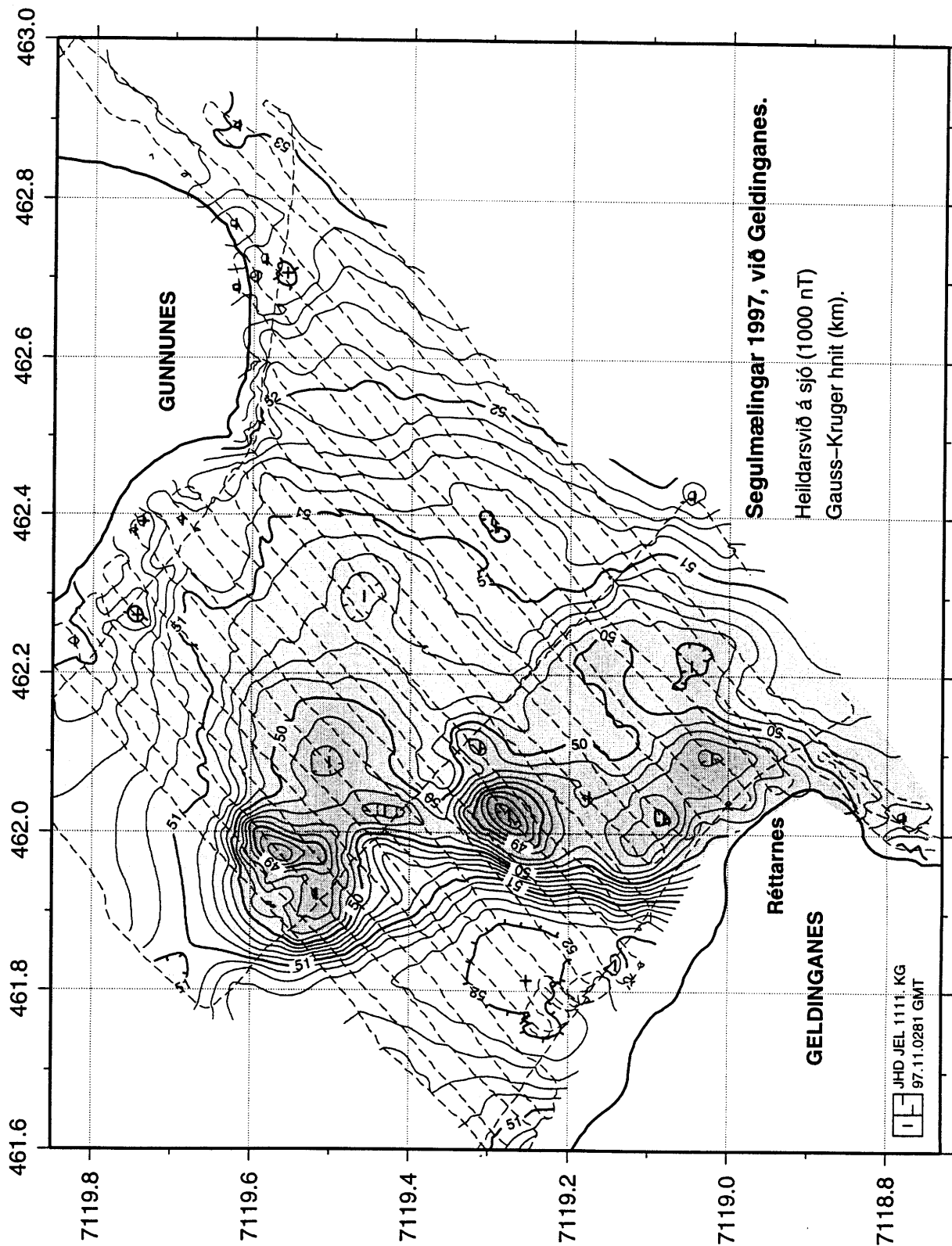
Karl Gunnarsson, 1997a. *Bylgjubrotsmælingar á leið Sundabrautar 1997*. Orkustofnun, OS-97038.

Karl Gunnarsson, 1997b. *Um þyngdar og segulmælingar í Reykjavík*. Orkustofnun, OS-97033.

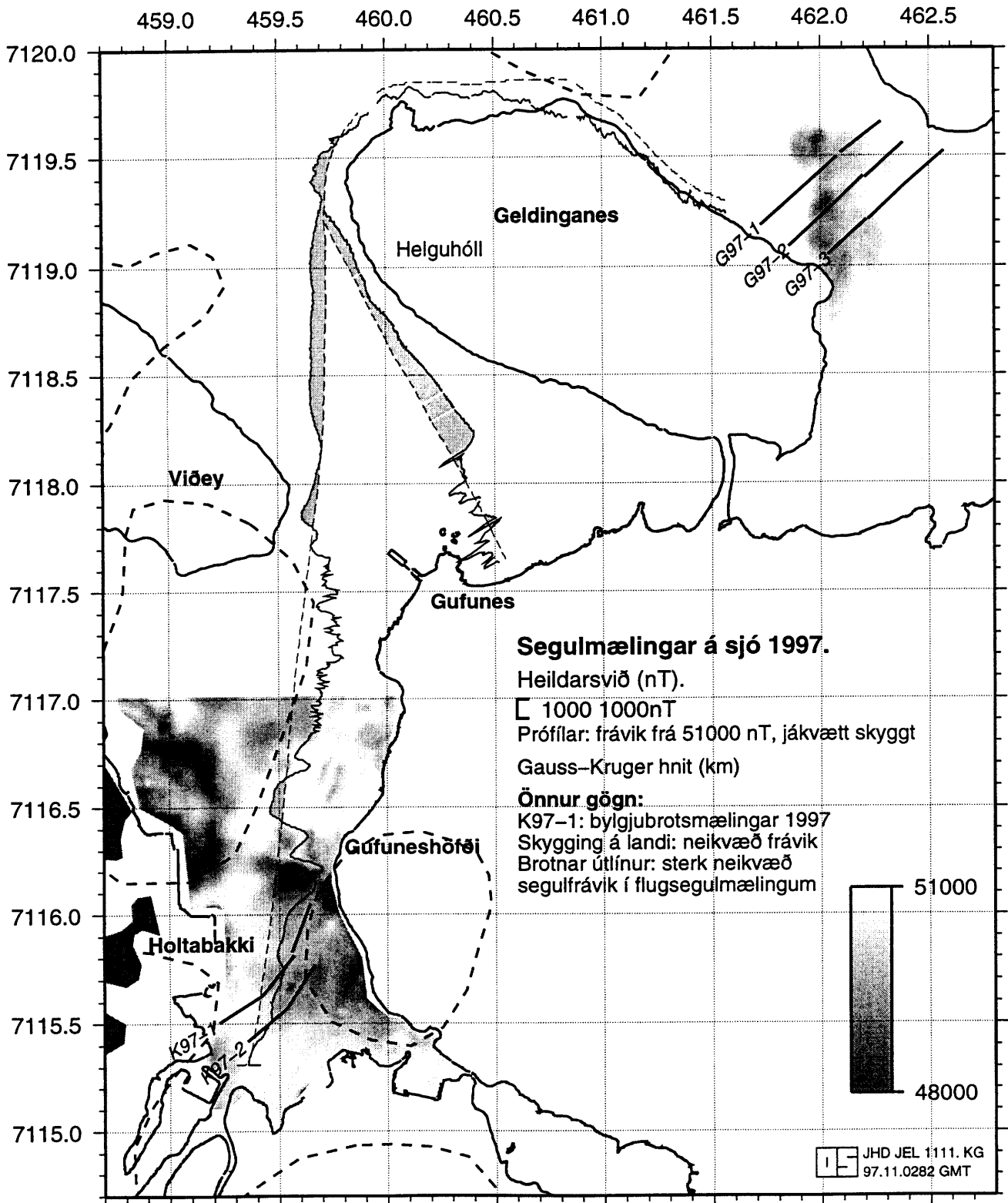
Karl Gunnarsson, 1997c. *Segulmælingar á sjó vegna Sundabrautar*. OS-97057.



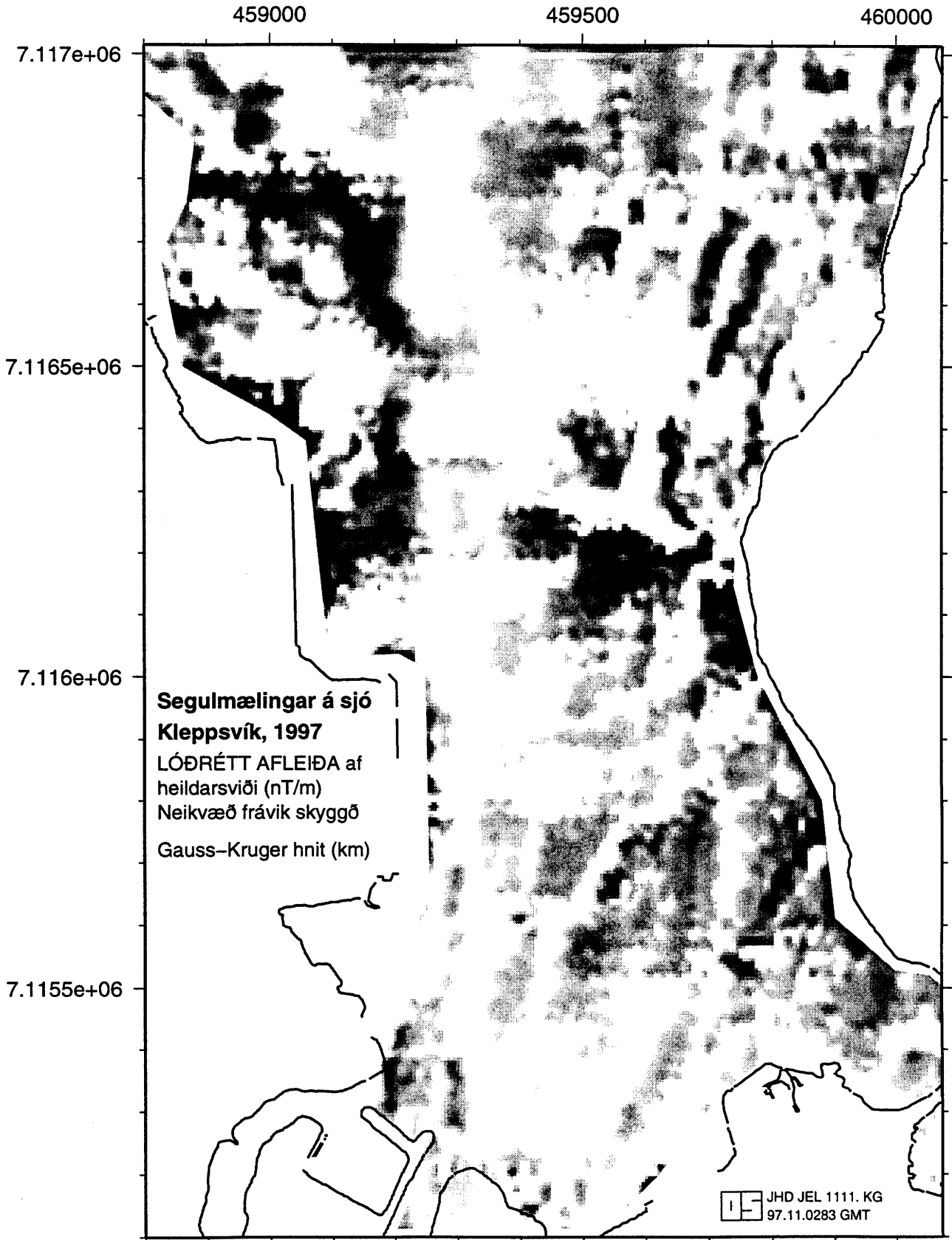
**Mynd 1.** Segulsviðskort af Kleppsvík. Heildarsvið. Jafnsviðslínur eru dregnar á 200 nT bili, og lægðir í sviðinu eru skyggðar. Siglingalínur eru merktar með brotinni línu.



Mynd 2. Segulsviðskort af sundinu milli Geldinganes og Gunnunes. Heildarsvið. Jafns-  
viðslínur eru dregnar á 200 nT bili, og lægðir í sviðinu eru skyggðar. Siglingalínur  
eru merktar með brotinni línu.



**Mynd 3.** Yfirlit fyrir segulmælingar á sjó 1997. Neikvæð frávik korta eru skygð og aukalínur sýndar sem segulpróffilar. Athugið að jákvæðir topar eru skygðir á prófflum. Einnig eru sýnd gögn úr fyrri mælingum: Breið brotin lína tákar ætlaðar útlínur mestu innskotasvæða (sterk neikvæð segulfrávik) samkvæmt flugsegulmælingum í 150 m hæð (Karl Gunnarsson, 1997b). Skygð svæði á landi vestan víkurinnar eru neikvæð innskotafrávik samkvæmt mælingum á landi árið 1959. Mæilínur fyrir bylgjubrotsmælingar 1997 (K97, G97) eru merktar með breiðum strikum.



**Mynd 4.** Kort af Kleppsvík sem sýnir reiknaða lóðréttu afleiðu segulsviðsins. Jákvæð gildi eru skyggð, og dökkna upp að gildi -50 nT/m. Öll jákvæð gildi eru hvít. Vottur af röndóttu mynstri í stefnu austur-vestur stafar af uppmögnuðum mæliskekkjum milli mæli-lína.