

**Segulmælingar við Reykjavík árið 2000**

**Karl Gunnarsson,  
Lindmann, Mattias**

**Greinargerð KG-ML-2000-04**

2000-10-22

---

## SEGULMÆLINGAR VIÐ REYKJAVÍK árið 2000

### ÚTDRÁTTUR

Greint er frá segulmælingum í nágrenni Reykjavíkur sumarið 2000. Gengið var og mælt í Engey, Viðey, Geldinganesi, og Þerney. Gengið var eftir austur-vesturlínum, víðast með 25 m millibili. Meginmarkmið mælinganna var að fylla upp í nákvæmt segulkort sem mælt var á sjó á þessu svæði á árunum 1997-1999. Hér er birt kort sem sýnir segulsviðið, og annað sem sýnir reiknaða afleiðu (stigul) segulsviðsins. Þessar nýju mælingar breyta ekki í grundvallaratriðum þeirri mynd sem lá fyrir á síðasta ári. Mælingarnar draga fram ýmis einkenni berggrunnss á svæðinu, og mikið ber á sterkum neikvæðum frávikum sem stafa einkum af öfugt segulmögnum innskotum á svæðinu. Innskotin mynda mjög áberandi sveig sem gengur norður fyrir vestan Viðey og sveigist austur að Þerney við Álfnes. Þvermál þessa hálfhrings er 6-7 km, og túlka mætti þetta fyrirbæri sem öskjurima eða eldstöðvarkjarna. Einnig má sjá hluta af vesturjaðri Kjalarnessöskjunnar, en Viðeyjareldstöðin leggst yfir hana.

### 1. INNGANGUR

Í fyrri var lokið frágangi á þéttum segulmælingum á sjó norður undan Reykjavík, sem gerðar voru að tilstuðlan Orkuveitu Reykjavíkur Þær ná norður að mynni Kollafjarðar, og út á móts við Gróttu. Í ljós kom nokkuð athyglisvert kort sem varpar ljósi á gerð berggrunnins og þeirra eldstöðvamenja sem einkennir hann (Karl Gunnarsson, 1999). Í ár þótti rétt að fullkomna þetta kort með því að fylla upp í þær eyður sem sköpuðust af eyjunum og annesjum.

### 2. MÆLINGAR OG MÆLITÆKNI

Oftast verður að fara um fótgangandi til að gera þéttar segulmælingar á landi. Þetta er seinlegt, gerir afköst tiltölulega lítil og mælingarnar dýrar. Þar sem til stóð að mæla nokkuð stórt svæði þótti vænlegt að leita ráða til að auka afköst. Tekin var upp ný aðferð við segulmælingar, sem ætti að jafnaði að þrefalda til fimmfalda afköst. Í stað þess að stöðva í hverri mælistöð, t.d. með 5 m millibili, eru mælingar gerðar á ferð á jöfnum gönguhraða. Þá var innleidd GPS-tækni til að stýra mælingamanni eftir línunni, og er GPS-staðsetningin jafnframt tekin upp á segulmiðil samtímis segulmælingunni.

Segulmælingarnar voru gerðar eftir beinum samsíða línunum í stefnu nærri austri-vestri. Farið var eftir UTM-hnitum, og hver lína hefur föst norðurhnit. Bil milli lína var víðast hvar 25 m, en sums staðar 50 m. Í fyrri mælingum á svæðinu, sem gerðar voru á sjó, var mest megnis notast við 50 m bil milli lína. Á landi er segulsviðsneminn yfirleitt í minni hæð frá segulmögnum bergi en í sjómælingum, og þar af leiðandi er oftast nauðsynlegt að taka þéttari mælingar. Segulmælirinn var stilltur til að taka sjálfvirka mælingu á 2 s fresti, og gengið var með sem jöfnustum hraða eftir línunni en ekki stöðvað í hverri stöð. Oftast er hraðinn um 1 m/s og það táknað að um 2 m eru á milli punkta.

Til þess að ná tilskyldum afköstum og hraða varð að fá nýjan segulmæli. Mælir af gerðinni Geometrics G-858 var leigður til verksins. Hann er svokallaðður Cesium-mælir, ný gerð segul-

mæla sem byggja á "optical pumping". Þessi mælir er hraðvirkari og nákvæmari en prótónu-mælir, sem er eldri tækni. Mæla má allt að tíu sinnum á sekúndu og nákvæmni getur orðið brot úr nT. Þessi hraði og nákvæmni eru reyndar ekki nauðsynleg fyrir þær mælingar sem hér eru til umræðu, þar sem nægir að mæla með 1-3 s millibili með nákvæmni upp á nokkur nT. Sumir prótónumælir uppfylla reyndar þær kröfur. Innbyggt í mælinn er einnig gott gagnasöfnunartæki, og var það ein aðalástæðan fyrir valinu. Tækið skráði bæði segulgildin og staðsetningu frá GPS-tæki.

Notað var GPS-tæki af gerðinni Trimble Geoplotter II. Það var stillt á Hjörseyjarviðmiðun og tekin voru upp landfræðileg hnit, þ.e. breidd og lengd. Tækið sendi staðsetningafærslur á 3 s fresti til segulmælisins, þar sem þær voru skráðar með segulmælingunum. Vísitandi truflunum á nákvæmni GPS-sendinga hafði þá nýlega verið hætt. Tilraunir sýndu að skammtímasveiflur í staðsetninu voru orðnar litlar, innan við 3 m, og ekki líklegt að búast megi við meiri frávikum en 5-10 m. Tekin var sú ákvörðun að nota ekki búnað til mismunaleiðréttinga í rauntíma, enda hafði reynslan sýnt að sá búnaður er nokkuð óstöðugur og vill valda töfum. Til að fá mat á staðsetningaskekkju og fá möguleika til leiðréttinga, voru á línuendum gerðar sérstakar staðsetningamælingar sem bæta má eftir á með mismunaleiðréttingu.

Nokkuð var mismunandi hversu vel tókst að halda beinum línunum. Oft urðu frávik allt að 10 m þegar mælingamenn gleymdu sér eða hröktust af leið í þýfi og mýri. Ætla má að staðsetningaóvissa sé um 5 m til eða frá, en afstæð nákvæmni innan mælirunu ætti þó að vera að jafnaði betri.

Við framkvæmdina komu í byrjun upp nokkur vandkvæði, því segulmælirinn reyndist trufla GPS-tækið og margfalda staðsetningaskekkjur. Ekki hafði verið varað við þessu af framleiðanda mælisins. Reynslan sýndi að a.m.k. 2 metrar urðu að vera á milli tækjanna. Þetta var leyst til bráðabirgða með því að láta tvo menn ganga saman, annan eingöngu með GPS-tækið og sá hann um leiðsögn. Í lokin tókst að gera gera búnaðinn eins manns meðfæri með því að halda GPS-loftneti á 2 m langri stöng út frá mælingamanni.

### 3. ÚRVINNSLA MÆLINGA

Frumgögnin eru í raun tvær sjálfstæðar runur í sömu tölvuskra, segulmæling og staðsetning, en þær eru tengdar með samræmdri tímaskráningu. Þessi gögn voru tekin inn í forritið Magmap sem fylgir mælinum. Þar voru skökk segul-gildi og staðsetningagildi hreinsuð á gagnvirknan hátt úr gögnunum, og forritið skilar síðan segulgildum með staðsetningum, en þær eru reiknaðar með brúun samkvæmt tímaröð.

Staðsetningar voru grisjaðar með tilliti til óraunhæfs gönguhraða og stökka, en hraði meiri en 1,3-1,6 m/s var talinn óraunhæfur. Hliðranir upp á nokkra metra eru algengar, að segja má í hverri línu. Sjaldgæfari voru stökk upp á tugi metra, og má ætla að það hafi eingögnu verið þegar gæðastuðullinn "DOP" fór út fyrir þolanleg gildi. Reynt hefur verið að halda leiðréttingum í lámarki.

Fyrir kom að segulgildi urðu skökk, og virðist það einkum tengjast hristingi mælitækja. Oftast kemur þetta fram sem mjög lág gildi, sem auðvelt er að vinsa úr og brúa í skörðin.

Segulsviðið er leiðrétt fyrir tímaháðum segultruflunum frá himinhvolfinu með því að nota samfellda skráningu á segulsviði (heildarsviði) frá segulmælingastöðinni í Leirvogi. Þorsteinn Sæmundsson, Raunvísindastofnun Háskóla Íslands, lét þessi gögn í té á tölrænu formi. Valið var að nota sömu viðmiðun og fyrir þau kort sem unnin voru á árinu 1999, 51584 nT (meðalgildi 13. júní 1998), og reikna sveiflur stöðvarinnar sem frávik frá því gildi. Fyrir hvert mæligildi er reiknað frávik í Leirvogi á sama tíma, og það síðan dregið frá mælingunni.

Segulmælingin gefur styrk heildarsviðs, nákvæmlega eins og prótónumælur gefa, og er mælingin því sambærileg við fyrri mælingar á svæðinu. Þótt nákvæmni mælisins sé fræðilega afar mikil, brot af nT, er í rauninni svo mikið suð frá umhverfinu að slík nákvæmni er marklaus.

Eftir ofangreint vinnsluferli eru gögnin að fullu leiðrétt og hver segulmælipunktur gefinn sem: breidd, lengd, segulsviðsgildi, tími.

Kortagerð fólst í því að taka þessi nýju landgögn ásamt eldri gögnum af sjó í sama gagngrunninn, og brúa í reglulegt net. Það er síðan notað til að teikna kort, sambærileg þeim sem birt voru í greinargerð KG, 1999, nema í þessu korti eru ekki lengur óþægilegar eyður yfir eyjunum (1. mynd). Notast var við 20 m net við gerð mynda í stærð A4 sem er hér að finna aftan við skýrsluna, en 10m net er notað við kort í stærri kvarða sem afhent eru Orkuveitunum sérstaklega.

Hér fylgir einnig kort sem sýnir fyrstu afleiðu eða lóðréttan stigul segulsviðsins (2. mynd). Þessi stærð er reiknuð út frá sama gangnanetinu og notað er í 1. mynd. GMT-forritakerfið var notað við þessa reikninga, sem og við allar kortateikningar. Í grundvallaratriðum er hér um síun að ræða sem ýkir háttíðniþátt sviðsins, svo skörp frávik sem eiga sér grunn upptök einkenna þessi kort. Þessi gögn eru því einkum heppileg til að rekja ganga og misgengi og önnur svipuð skörp skil í berggrunni. Vegna háttíðnisuðs í landgögnunum var einnig sett lágheypin síá á gögnin, svo bylgulengdir minni en um 100 m eru dreppnar niður.

Þetta afleidda kort gefur mun betri upplausn, og má víða sjá hvernig einstök frávik klofna og sýna fleiri aðskilda skrokka. Litakóðinn er valinn þannig að tiltölulega lítil frávik eru dregin fram, en um leið fara þau sterkustu í metnun. Það verður að hafa í huga að ýmsar háttíðnitruflanir vegna ófullkominna mælinga og leiðréttinga geta magnast upp við þessa aðgerð.

#### 4. NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

Í fyrri greinargerð 1999 var dregið á nokkrar ályktanir sem draga má af þessum gögnum. Í þeim kemur fram nokkuð skarpur og reglulegur bogi, og honum fylgja frávik sem stafa líklega af þykkum berggöngum. Hann gengur norður á milli Engeyjar og Viðeyjar, sveigir svo til austurs og hverfur við Þerney. Framhald hans þar austar er óljóst. Þennan skarpa kant má framlengja nokkurn spöl inn til lands við Laugarnes, þar sem stefnan er eilítið austan við suður, og er þá kominn hálfhringur rúmlega 6 km í þvermál. Stefnur sem greina má í frávikum innan hringins mynda einnig sveip sem fylgir útjaðrinum. Ekki er gott að sjá úr þessum gögnum greinilega lokun á hringnum til suðausturs. Nokkuð beint liggur við að ætla að hér sjáist í eldstöð með hringlaga innskotum, keilugöngum og e.t.v. öskjumyndun, sem mætti kenna við Viðey.

Í nýju mælingunum kemur ekkert óvænt í ljós. Engey er utan eldstöðvarinnar og þar er segulsviðið tiltölulega hátt og jafnt, og liggur sjálfsagt nærri bakgrunnssviði. Í Viðey má sjá að sterk innskotsfrávik hlykkjast í gegnum eyna, svo sem ætla mátti af segulsviðinu umhverfis.

Í Geldinganesi er afar lítið af frávikum, sem stafað gætu af breytilegri gerð í hinum eldri og dýpri berggrunni. Sjá má þó að jaðrar nokkurra neikvæðra frávika yfir sjónum ná inn fyrir strendurnar. Vægt neikvætt frávik er yfir hluta af Helguhól (norðvestan í nésinu), en þar koma innskot í ljós á yfirborði. Aftur á móti einkennast mælingarnar af háttíðnisuði sem óþrýðir heldur kortið. Það stafar mjög líklega af óreglu í hinni þykku réttsegulmögnum grágrýtishellu sem liggur þar yfir eldri berggrunni. Lítil breytileiki í segulsviði og tiltölulega hátt svið stafar að líkindum af því að berg er einsleitt og lítt segulmagnað í berggrunninum. Í grunnnum borholum víða um nesið má sjá að ráðandi bergtegund er ummyndað móbergstúff (Þórólfur Hafstað, 1999), og kemur það heim og saman við ábendingar segulmælinganna.

Í Þerney má sjá endann á aflöngu neikvæðu frávikum sem fylgir ytri boga eldstöðvarinnar. Annað er ekki áberandi þar.

Karl Gunnarsson, og Mattias Lindmann.

#### Heimildir

Karl Gunnarsson, 1999. *Segulmælingar á sjó við Reykjavík, 1997-1999*. Greinargerð Orkustofnunar, Rannsóknasviðs, KG-02/99.

Þórólfur Hafstað, 1999. *Höfuðborgarsvæði. Holur HS-52 til HS-64. Hitastigulsholur í Geldinganesi*. Skýrsla Orkustofnunar, OS-99027.





