



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Gunnar V. Johnsen

**ÞYNGDARMÆLINGAR
Í NÁGRENNI SVARTSENGIS**

OS-83083/JHD-15
Reykjavík, október 1983



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Gunnar V. Johnsen

ÞYNGDARMÆLINGAR Í NÁGRENNI SVARTSENGIS

OS-83083/JHD-15
Reykjavík, október 1983

ÁGRIP.

Þyngdar- og hæðarmælingar eru í flokki þeirra mælinga sem gerðar eru til að fylgjast með áhrifum vinnslu á háhitasvæðið í Svartsengi. Við nýtingu þess á undanförunum árum hefur orðið vart við verulegan niðurdrátt vatnsborðs í borholum. Haldi þessi niðurdráttur áfram má búast við massabreytingum vegna ónógrar endurnýjunar jarðhitakerfisins. Afleiðing þess gæti orðið landssig vegna samþjöppunar berglaga.

Fram til þessa hafa einungis litlar og fremur óreglulegar þyngdarbreytingar mælst á svæðinu, en sig hefur mælst á stóru landssvæði umhverfis Svartsengi. Mest hefur það mælst í Svartsengi, yfir 8 cm frá 1975/6 til 1982. Svo virðist sem þetta sig orsakist enn sem komið er fremur af almennum hreyfingum gosbeltisins á Reykjanesskaga heldur en breytingum tengdum nýtingu háhitasvæðisins.

Þyngdar- og hæðarmælingar til að fylgjast með nýtingu háhitasvæða eru í eðli sínu langtíma verkefni og verulegs árangurs yfirleitt ekki að vænta fyrr en nokkrum árum eftir að vinnsla hefst. Því er hér öðru fremur fjallað almennt um þessar mælingar og hvers vænta megi úr þeim og úrvinnslu þeirra.

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	2
EFNISYFIRLIT	3
MYNDASKRÁ	4
1 INNGANGUR	5
2 ALMENNT UM ÞYNGDARMÆLINGAR	7
2.1 Inngangur	7
2.2 Sig og massabreytingar á jarðhitasvæðum	7
2.3 Um þyngdarmælingar	8
2.4 Um þyngdarmæla	9
3 ÞYNGDAR- og HÆÐARMÆLINGAR Á SVARTSENGISSVÆÐINU	11
3.1 Frankvæmd mælinga	11
3.2 Úrvinnsla þyngdarmæligagnanna	12
3.3 Mat á óvissu þyngdarmælinganna	12
4 NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA	18
5 TILLÖGUR UM FRAMHALD MÆLINGA	22
HEIMILDASKRÁ	23
VIÐAUKI: Töflur - Reiknuð þyngd 1976 - 1982	25

MYNDASKRÁ

1	Rek G-445, þyngdarmælis Jarðhitadeildar Orkustofnunar..	10
2	Þyngdar- og hæðarmælinetið á utanverðum Reykjanesskaga í árslok 1982	13
3-7	Þyngdarbreytingar í einstökum mælistöðvum á Svartsengissvæðinu	15-17
8	Landhæðarbreyting á mælilínu frá Njarðvíkurheiði um Svartsengi að Grindavík 1975/76-1982.....	18
9	Reiknuð þyngd í grunnstöð þyngdarmælinga á Svartsengissvæðinu, 1976-1982.....	19
10	Afstöðumynd af næsta nágrenni Svartsengis	21

1 INNGANGUR

Varmaorkuverið í Svartsengi tók til starfa í október 1976. Í fyrstu var einungis Grindavík tengd varmaorkuverinu, en smátt og smátt voru aðrir þéttbýliskjarnar á Suðurnesjum tengdir. Nú framleiðir virkjunin varmaorku sem nemur 125 MWth og auk þess 8 MW af raforku. Af 10 vinnsluholum, sem boraðar hafa verið á svæðinu, eru 8 nýttar. Við þessa vinnslu er tekinn úr jörðu allt að 360 l/s af 240°C heitum jarðhitavökva. Verulegur niðurdráttur hefur orðið á svæðinu eða um 100 m og eykst hann um 10 cm/dag um vetrartímann. Haldi þessi niðurdráttur í borholum áfram má búast við sigi á yfirborði jarðar á jarðhitasvæðinu. Ekki er auðvelt að segja fyrir um, hversu mikið sigið kann að verða en það fer meðal annars eftir jarðfræðilegum aðstæðum í jarðhitakerfinu, stærð þess og endurnýjun jarðhitavökva. Samkvæmt viðnámsmælingum í Svartsengi og nágrenni er ljóst að jarðhitasvæðið er ekki undir 5 km² að stærð sé miðað við 5 m² jafnviðnámslínu á 400 Ωm dýpi. Sennilega er það þó mun stærra og tengt jarðhitasvæðinu í Eldvörpum og þá um 11 km² að stærð (Lúðvík S. Georgsson 1979 og 1981). Mjög virkt jarðskjálftabelti liggur eftir endilöngum Reykjanesskaga. Ekki er ósennilegt að öll háhitasvæði á skaganum séu á einn eða annan hátt samtengd með þessu skjálftabelti.

Viðá erlendis hefur land sigið þar sem vökva er dælt úr jörðu. Þetta á einnig við á háhitasvæðum. Við vinnsluna getur þrýstingur í jarðhitakerfinu minnkað, jarðlögin undir niðri taka þá að þjappast saman og smám saman tekur yfirborð jarðar að síga.

Til þess að fylgjast með hugsanlegu sigi var byrjað að þyngdarmæla á Svartsengissvæðinu í október 1976. Í upphafi var þyngdarmælt í línunum sem settar höfðu verið út ýmist vegna vegagerðar eða framkvæmda í tengslum við virkjunina. Á árinu 1979 var mælinetið stækkað með þyngdar- og hæðarmælingum á mælilínu frá Nátthagakrika, um Svartsengi vestur í Sandfellshæð. Enn var mælinetið aukið árið 1982 með mælingum umhverfis Eldvörp. Ekki er fulllokið við að þyngdarmæla þann hlutann. Segja má að mælinetið sé enn í mótnun, því væntanlega verður það teyggt til Reykjanessvæðisins.

Engar þyngdar- og hæðarmælingar til að fylgjast með

hreyfingu á yfirborði jarðar höfðu verið gerðar í Svartsengi fyrir 1975 en ýmsar aðrar mælingar höfðu verið gerðar í nágrenninu. Þar skal fyrst nefnt að endurteknar hæðarmælingar í 4 km mælilínu austan við Voga sýna að syðri endi mælilínunnar hefur sigið miðað við nyrðri enda hennar og að einhver hreyfing er á eldri sprungum. Þessar hreyfingar tengjast skjálftavirkni svæðisins (Eysteinn Tryggvason 1981). Lengdarmælingar englendinga í nágrenni við Reykjanes-háhitasvæðið sýna marktækar innbyrðis breytingar á mælipunktum. Auk þessa má nefna að ýmsir starfsmenn Orkustofnunar hafa séð greinilegar breytingar á ýmsum sprungum.

Samkvæmt samkomulagi milli Orkustofnunar og Hitaveitu Suðurnesja var kostnaði vegna þyngdar- og hæðarmælinga á Svartsengissvæðinu fram til 1983 skipt á þann veg, að Hitaveita Suðurnesja bar kostnað af útsetningu mælistöðva og hæðarmælingu í þeim, en Orkustofnun kostaði þyngdarmælingarnar og úrvinnslu gagna. Niðurstöður hæðarmælinga á Svartsengissvæðinu hafa nú þegar verið birtar (Ásgeir Gunnarsson o.fl. 1982; Gunnar Þorbergsson & Ásgeir Gunnarsson 1983). Þessi skýrsla fjallar öðru fremur um þyngdarmælingarnar í Svartsengi, ásamt ýmsum vangaveltum um hugsanlega úrvinnslu eða samtúlkun þyngdar- og hæðarmæligagna.

2 ALMENNT UM ÞYNGDARMÆLINGAR

2.1 Inngangur

Á síðustu árum hefur jarðhiti gegnt sfauknu hlutverki í orkubúskap margra þjóða. Á jarðhitasvæðum er heitt vatn og/eða gufa unnin úr gropnu og leku bergi. Vinnsla jarðhita hefur í för með sér að massi flyst úr jarðhitakerfinu. Þessi massi getur endurnýjast með náttúrlegu streymi inn í kerfið eða niðurdælingu en svo þarf þó ekki að vera. Flutningur vökva úr jarðhitakerfi getur valdið merkjanlegum breytingum á vinnslusvæðinu. Ein alvarlegasta breytingin er sig á yfirborði jarðar vegna samþjöppunar bergs í jarðhitakerfinu. Verulegt sig hefur mælst á Wairakei jarðhitasvæðinu í Nýja Sjálandi (Hatton 1970), í minna mæli á Geysissvæðinu í Californíu (Grimsrud o.fl. 1978) og á Travale-svæðinu í Tuscaný á Ítalíu (Geri o.fl. 1982).

2.2 Sig og massabreytingar á jarðhitasvæðum

Landssig vegna vinnslu jarðhita á sér þrjár meginorsakir. Í fyrsta lagi veldur taka vökva úr jarðhitakerfinu lökkun á þrýstingi meðan á vinnslu stendur. Þetta veldur aukinni spennu og leiðir til samþjöppunar þeirra berglaga sem jarðhitavökvinn var tekinn úr. Þessi áhrif eru meiri á svæðum þar sem groppur eru fylltar með vatni heldur en á gufusvæðum.

Í öðru lagi má búast við samdrætti berglaga vegna lökkunar á hita í jarðhitakerfinu. Þessi áhrif eru þó óveruleg, þar sem hitalökkun er yfirleitt lítil og þanstuðlar bergtegunda lágir. Þetta gæti þó haft áhrif þar sem hætta er á köldu innstreymi í jarðhitakerfið, t.d. grunnvatni eða sjó, og einnig þar sem niðurdæling á sér stað.

Í þriðja lagi má búast við sigi vegna skjálftavirkni. Þessi skjálftavirkni stafar af aukinni spennu myndun vegna vinnslu jarðhitans og hjálpar er fram líða stundir til við samþjöppun bergsins (keðjuverkun). Þessu má þó ekki rugla saman við þá skjálftavirkni og landhæðarbreytingar sem tengjast hreyfingum þeirra virku sprungubelta, sem flest öll háhitasvæði á Íslandi eru á.

Við vinnslu úr jarðhitakerfi er massi tekinn úr jörðu. Þessi massi getur endurnýjast af náttúrlegu innstreymi og/eða með niðurdælingu. Sé um niðurdælingu að ræða er ekki víst að vökvanum sé skilað á sama stað í jarðhitakerfið. Ýmsar aðrar massabreytingar geta átt sér stað í jarðhitakerfum, t.d. af völdum efnabreytinga (útfellingar) eða suðu lengra og lengra út í berg, svo dæmi séu nefnd. Loks má nefna breytingar utan sjálfs jarðhitakerfisins svo sem breytingar á stöðu grunnvatns eða breytingar í tengslum við mannvirkjagerð.

2.3 Um þyngdarmælingar

Þyngdarhröðun á yfirborði jarðar er m.a. háð massadreifingu í jörðu undir athugunarstað og hæð hans (fjarlægð frá massamiðju jarðar). Með endurteknum þyngdarmælingum á sama athugunarstað er hugsanlegt að fram komi breytingar í þyngdarsviðinu. Þessar þyngdarbreytingar má skýra með breytingu í hæð lands og/eða breytingu á massadreifingu undir athugunarstað, ef gert er ráð fyrir því að önnur áhrif séu hverfandi eða þá að leiðrétt er fyrir þeim. Fræðilega má reikna út þann hluta þyngdarbreytingarinnar, sem stafar af hæðarbreytingu lands, sé hæðarmælt um leið og þyngdarmælt er. Með þessu móti er unnt að fá hugmyndir um massabreytingar.

Til að fylgjast með og spá fyrir um landssig er víða farið að hæðar- og þyngdarmæla á háhitasvæðum, t.d. á Wairakei svæðinu á Nýja Sjálandi (Hunt 1970, 1977), Geysis-svæðinu í Bandaríkjunum (Isherwood 1977), í Cerro Prieto í Mexico (Granell o.fl. 1980) og Travale-svæðinu í Tuscany á Ítalíu (Geri o.fl. 1982).

Þyngdar- og hæðarmælingarnar eru gerðar í neti með föstum mælistöðvum. Æskilegt er að mælistöðvarnar séu jafndreifðar yfir allt athugunarsvæðið, þannig að hægt verði að afmarka framtíðarbreytingar. Út frá þessum mælingum er m.a. hægt að áætla heildarmassa sem tekinn er úr jarðhitakerfinu og einnig, ef þekkt er hversu mikið raunverulega er tekið úr svæðinu (út frá öðrum gögnum), má áætla nátturlegt innstreymi í kerfið.

Á Íslandi hafa slíkar mælingar verið gerðar í Kröflu og Svartsengi og eru að hefjast á Hengilssvæðinu. Í Kröflu var fyrst þyngdarmælt í ágúst 1975. Eldsumbrot hófust í

Kröfluöskju og sprungubeltinu gegnum hana í árslok 1975. Á næstu vikum seig land innan öskjunnar um meira en 2 metra, þar sem mest var. Síðan þá hafa margar eldsumbrotahrinur orðið. Verulegar þyngdar- og hæðarbreytingar hafa mælst í mörgum þessara umbrotahrina (Johnsen, G. 1978). Mælingarnar hafa leitt í ljós að á ris- og sigköflum verða það miklar massabreytingar, að þær verða einungis skýrðar með færslu hraunkviku (Johnsen o.fl. 1980). Ýmislegt bendir til, að þetta tímabil eldsumbrota sem staðið hefur í rúmlega 7 ár sé senn á enda. Væntanlega mun þá athyglin á ný beinast að þyngdar- og hæðarbreytingum, sem tengjast vinnslu úr jarðhitasvæðinu.

2.4 Um þyngdarmæla

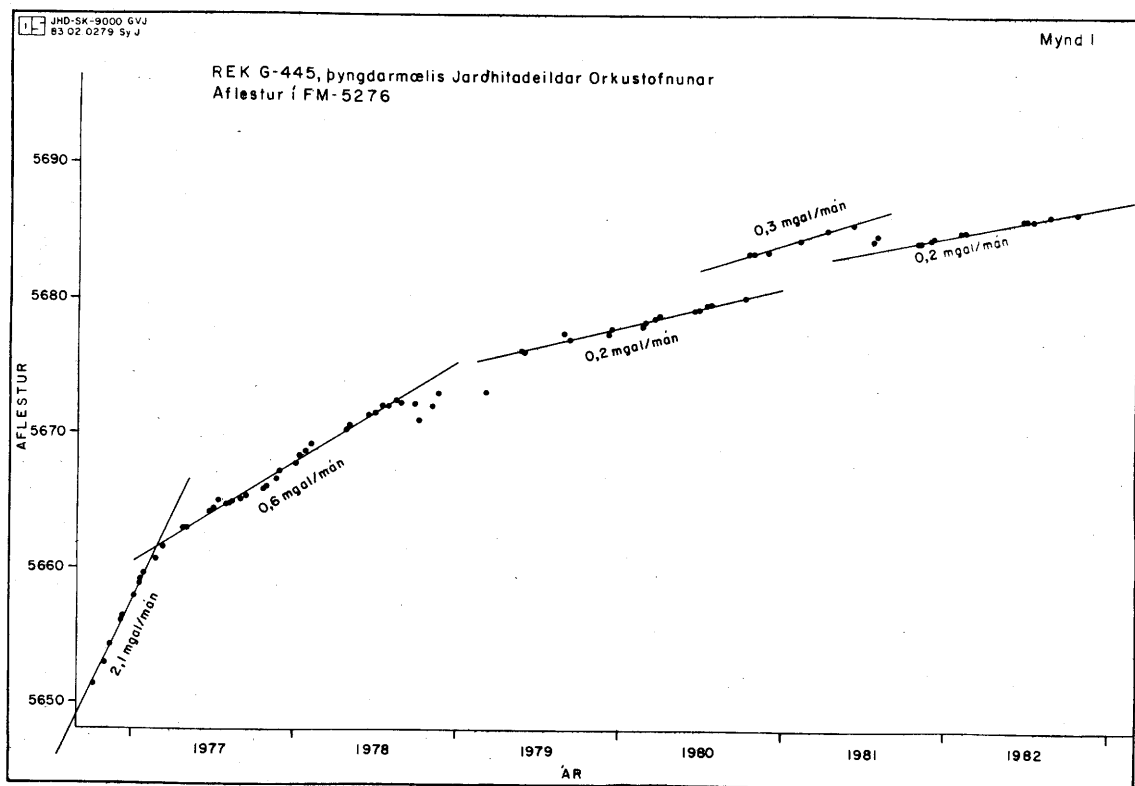
Við þyngdarmælingar á öllum ofangreindum svæðum hefur verið notaður þyngdarmælir af LaCoste og Romberg gerð. Þessi mælir þykir einn sá besti sem völ er á. Með nýttisku þyngdarmælum, t.d. G-gerð þyngdarmæla frá LaCoste og Romberg, má mæla breytingu í þyngdarsviði upp á $5-10 \mu$ gal (10^{-8} m/s). Þessi þyngdarbreyting jafngildir t.d. nokkurra sentimetra landhæðarbreytingu eða massabreytingu sem hlytist af því, að vatnsborð grunnvatns í óendanlegu lagi með 20% groppu lækkaði um 1 metra. LaCoste og Romberg framleiðir einnig þyngdarmæla af D-gerð, sem eru 10 sinnum næmari. Á Íslandi er til einn þyngdarmælir í eigu Jarðhitadeildar Orkustofnunar. Hann er frá LaCoste og Romberg og er af G-gerð, G-445.

Með þessum þyngdarmæli er mæld breyting á þyngdarsviði frá einum stað til annars (samanburðarmæling), en ekki heildarþyngdarsviðið. Mæliferð hefst því í tiltekinni mælistöð sem hefur þekkt þyngd og lýkur þar. Allar aðrar mælistöðvar í sömu mæliferð fá þá þyngd miðað við upphafsmælistöð, grunnstöð. Hugsanlegum mismun milli upphafsgildis eftir að leiðrétt hefur verið fyrir flóði og fjöru í fastri jörð, er jafnað á milli mælistöðva. Þessi mismunur, rek þyngdarmælisins, stafar af ýmsum orsökum og ber þar helst að nefna rek af völdum titrings, högga og hitabreytinga. Auk þessa er oft viss óregla í fyrsta aflestri hverrar mæliferðar og einnig fyrst eftir að losað hefur verið um innri búnað þyngdarmælisins.

Þyngdarmælir Orkustofnunar var keyptur nýr og kom til

landsins í september 1976. Mjög fljótlega kom í ljós að rek í þyngdarmælinum var meira en búast mátti við og mun meira en framleiðendur gefa upp (<1 mgal/mán). Þetta virðist vera algengt í nýjum þyngdarmælum, en þeir skána (rekið minnkar) eftir því sem tíminn líður. Mynd 1 sýnir rek G-445 frá september 1976 til október 1982. Sem sjá má var rekið mjög mikið fyrstu mánuðina eftir að mælirinn var tekinn í notkun (>2 mgal/mán) en minnkaði síðan hratt og var komið niður í um 0,2 mgal/mán eftir um 3ja ára notkun og hefur haldist að mestu óbreytt síðan. Þetta gæti verið meginorsök þess hversu mikil dreifing var á mældum gildum í upphafi.

Þegar svæði er þyngdarmælt erlendis er algengt að 2-4 menn mæli með nokkrum (2-3) þyngdarmælum. Mæling á sérhverri mælistöð fer þá gjarnan þannig fram að hver maður mælir einu sinni eða oftár óháð hinum með öllum mælunum. Þessar mælingar eru svo gjarnan endurteknar stuttu síðar (t.d. daginn eftir). Gögnin eru síðan metin eftir tölfræðilegum leiðum, fundið meðalgildi, staðalfrávik o.s.frv. Þessu er á annan veg farið hér. Algengasta mælitilhögun hér er sú, að einn maður mælir einu sinni á öllum mælistöðvum með þeim eina þyngdarmæli sem til er. Reynt er þó, eftir því sem við verður komið, að endurmæla á einhverjum mælistöðvum til að fylgjast með reki.



3 PYNGDAR- OG HÆDARMÆLINGAR Á SVARTSENGISSVÆÐINU

3.1 Framkvæmd mælinganna

Þyngdarmælingar til að fylgjast með vinnslusvæði Hitaveitu Suðurnesja í Svartsengi hófust í október 1975. Í fyrstu var mælt við á eldri fastamerki, sem sett höfðu verið út í tengslum ýmist við vegagerð (Grindavíkurvegur) eða vegna framkvæmda í tengslum við virkjunina í Svartsengi. Þannig var þyngdarmælt í VR-G1 til VR-G27 og VR-G30 og 36 meðfram Grindavíkurveginum. Þessir mælipunktar voru settir út árið 1972 og ná frá vegamótum Reykjanesbrautar að Svartsengi. Þá voru einnig mældar línur meðfram stofnæð hitaveitunnar frá Svartsengi bæði í átt að Keflavík (SN-H1 til SN-H15) og til Grindavíkur GR-H20 til GR-H31. Auk þessa var mælt í nokkrum marghyrningsmælipunktum og fastamerkjum við kaldavatnsholur. Þessum mælingum var að mestu lokið snemma árs 1977. Engar þyngdarmælingar voru gerðar í Svartsengi á árinu 1978.

Á árinu 1979 var mælt aftur í hluta þessa nets og sett út og mæld ný lína frá Nátthagakrika undir Borgarfjalli í austri um Svartsengi og áfram yfir Eldvarpagígaröðina og vestur í Sandfellshæð. Mælipunktar SAL-SAL6 eru í austurhluta mællínunnar og SV1-SV16 í vesturhluta hennar. Þessi lína var hæðarmæld af landmælingum Orkustofnunar. Á sama tíma voru fáeinir punktar úr gamla mælinetinu hæðarmældir að nýju. Ekki varð vart við neina verulega hæðarbreytingu og því ákveðið að hæðarmæla ekki ekki frekar að sinni í gamla mælinetinu.

Á árunum 1980 og 1981 var þyngdarmælt að nýju í nokkrum mælipunktum á Svartsengissvæðinu. Þetta var aðallega gert til að fá betri meðalgildi á mælipunktum sem áður voru mældir og einnig til þess að sjá hvort einhverjar breytingar hefðu orðið sem gæfu tilefni til að hæðarmæla að nýju. Haustið 1981 var ákveðið að endurmæla eldri mællínur á svæðinu. Hafist var handa við hæðarmælingar í desember 1981 og þeim lokið í apríl 1982 (alls 6 vinnudagar).

Í ljósi þessa og að til stóð að bora í Eldvörpum var ákveðið að auka enn við mælinetið haustið 1982. Mællínan til Grindavíkur var tengd út á Þórkötlastaðanes. Mællínan út á Sandfellshæð var lengd suðvestur að

Sýrfelli og auk þess var bætt við nýrri mælistöð frá sjó austan Húsatófta um Eldvörp og endar hún í merki vegagerðarinnar norðvestan Stapafells. Ekki náðist að þyngdarmæla í öllum þessum nýju mælistöðvum einkum vegna snjóþyngsla veturinn 1982-83. Mynd 2 sýnir mælinetið eins og það var í árslok 1982.

3.2 Úrvinnsla þyngdarmæligagnanna

Við úrvinnsla allra þyngdarmæligagna á utanverðum Reykjanesskaga hefur verið leiðrétt fyrir flóði og fjöru í fastri jörð (earth tide correction) og reki er jafnað línulega. Við daglegar mælingar hefur fastamerki GR-H31 verið notað til viðmiðunar. Þessi mælistöð er tengd við FM 5471 á Keflavíkurflugvelli og þar með landsneti þyngdarmælinga (Guðmundur Pálmason o.fl. 1973).

Í töflum 1 til 6 í viðauka eru birt útreiknuð þyngdarmæligögn frá því í september 1976 til maí 1982. Gögnin eru flokkuð þannig að mælingar hvers árs eru í sér töflu. Í töflunum er skráð heiti mælistöðvar, þyngdargildi í mgal (undanskildar eru þrjár fyrstu tölurnar, 982 þús.) og dagsetning). Öll mæligildi miðast við landsnet þyngdarmælinga en í því er FM 5471 á Keflavíkurflugvelli 982274, 31 mgal.

Til að átta sig betur á dreifingu þyngdarmæligagnanna eru flestar mælistöðvarnar sýndar á myndum 3 til 7. Á þessum myndum er sýnt hvernig gildi hverrar mælistöðvar breytist með tíma.

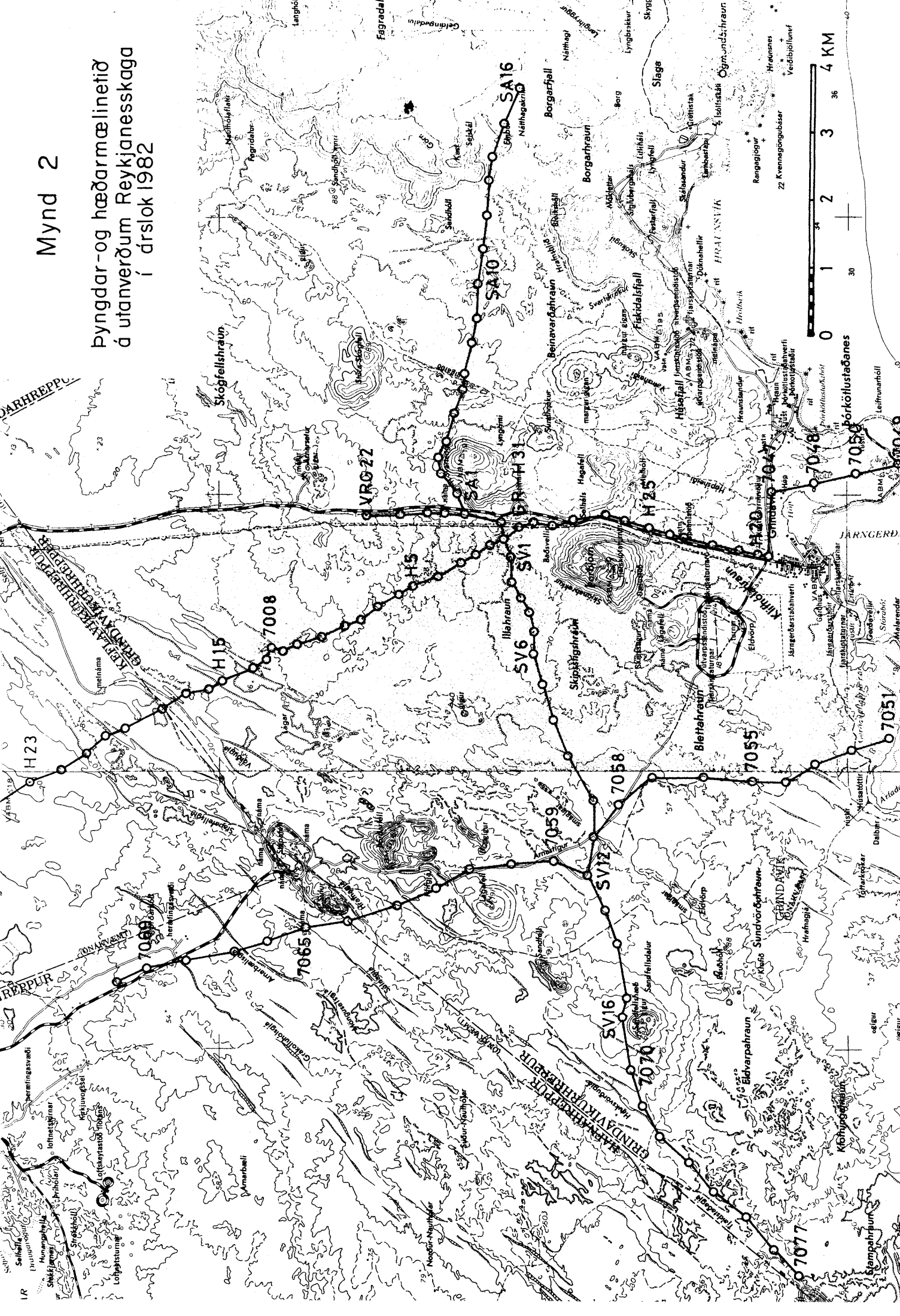
Hér verður ekki fjallað um úrvinnslu hæðarmælinga við Svartsengi, enda er þar að finna í nýlegri greinargerð Vatnsorkudeildar Orkustofnunar (Gunnar Þorbergsson & Ásgeir Gunnarsson 1983).

3.3 Mat á óvissu þyngdarmælinganna

Eins og sjá má á myndum 3 til 7 er fremur mikil og óregluleg dreifing á þyngdarmæligildum. Þetta á einkum við um fyrstu mælingarnar, 1976 og 1977, og einnig mælingar 1980. Þessi mikla dreifing stafar sennilega af miklu reki sem var í þyngdarmælinum framan af og fjallað var um í

Mynd 2

Þyngdar-og hæðarmælinetið
á utanverðum Reykjanesskaga
í árslok 1982

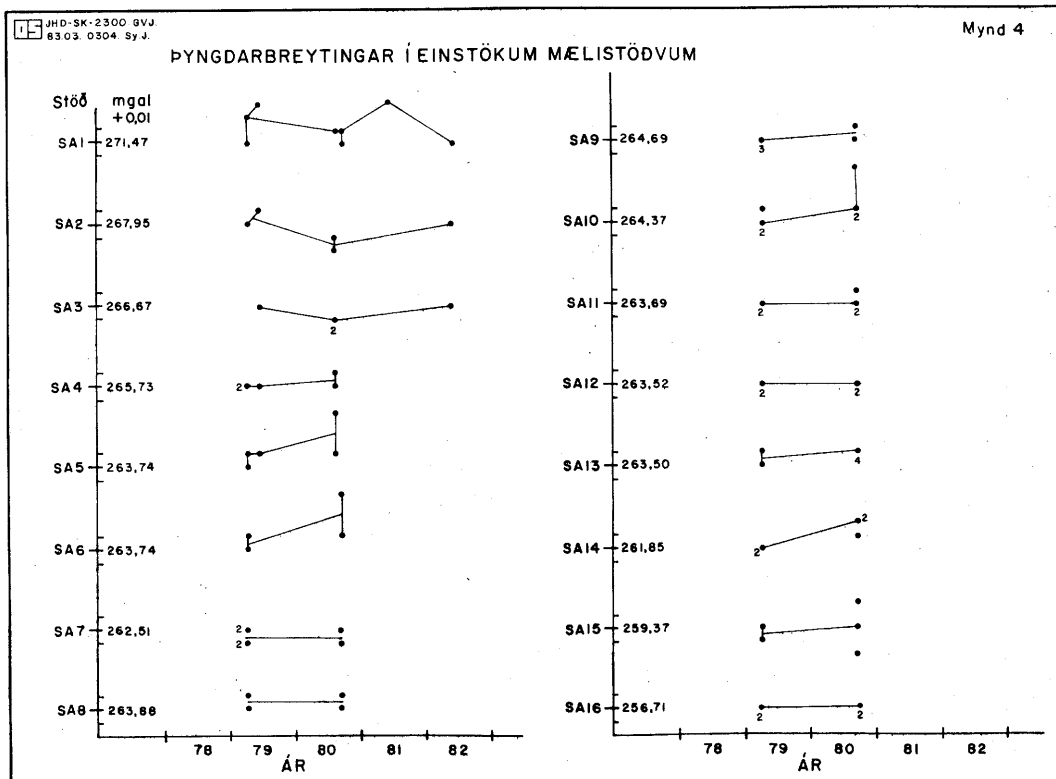
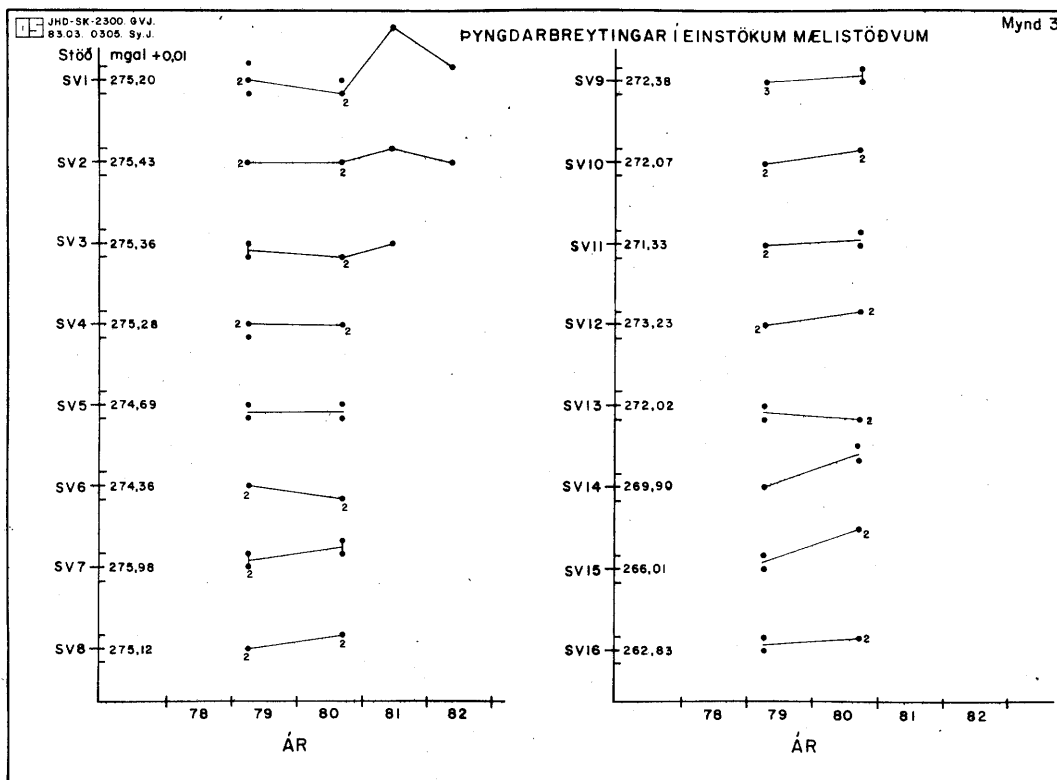


kafla 2.4 (sbr. mynd 1).

Aðrar ástæður geta og verið fyrir þessari dreifingu mæligilda. Skal þar fyrst nefna breytilega grunnvatnsstöðu og snjóalög. Einnig koma fram ýmsar truflanir á þyngdarmæli við sjálfar mælingarnar t.d. af völdum skjálfta, bæði innlendra og erlendra; úthafsöldu (áhrif djúpra lögða að vetrarlagi), sem getur valdið mikilli sveiflu á þyngdarmæli. Loks mætti nefna truflanir vegna verklegra framkvæmda í nágrenni mælistöðvar og veðurhæð. Þá eru mælistöðvar misjafnar, má þar nefna missterkar klappir, varanlegt rask í nágrenni þeirra, sólskin og margt fleira sem hefur áhrif á niðurstöður þyngdarmælingaanna.

Við góðar aðstæður má vænta þess að niðurstöður þyngdarmælinga séu skráðar með nákvæmni sem nemur 0,01-0,02 mgal. Þessi óvissa er svipuð og jafnvel meiri sums staðar en sú breyting í þyngd sem búast má við að hafi orðið samkvæmt hæðarmælingum á Svartsengissvæðinu.

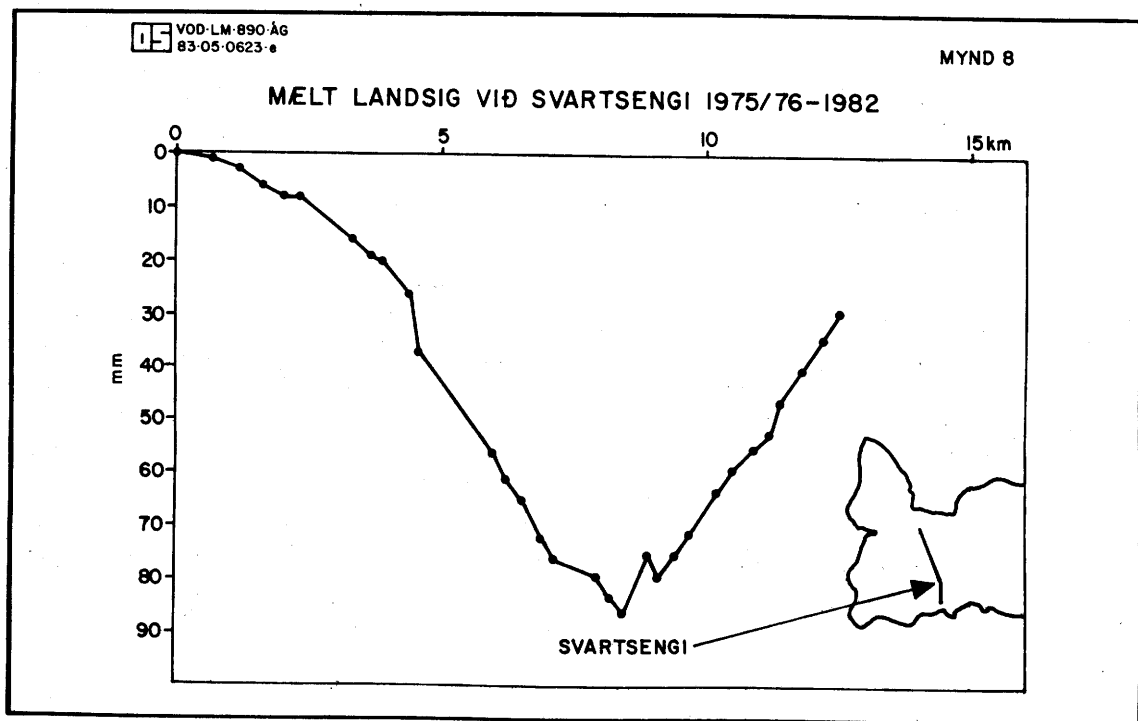
Til að auka nákvæmni þyngdarmælinganna er aðeins um eitt að ræða, að mæla oftari, t.d. minnst tvisvar á hverjum mælistað. Þá má reikna meðaltal og staðalfrávik og mæla enn á ný ef of mikil dreifing er í fyrri mælingum.



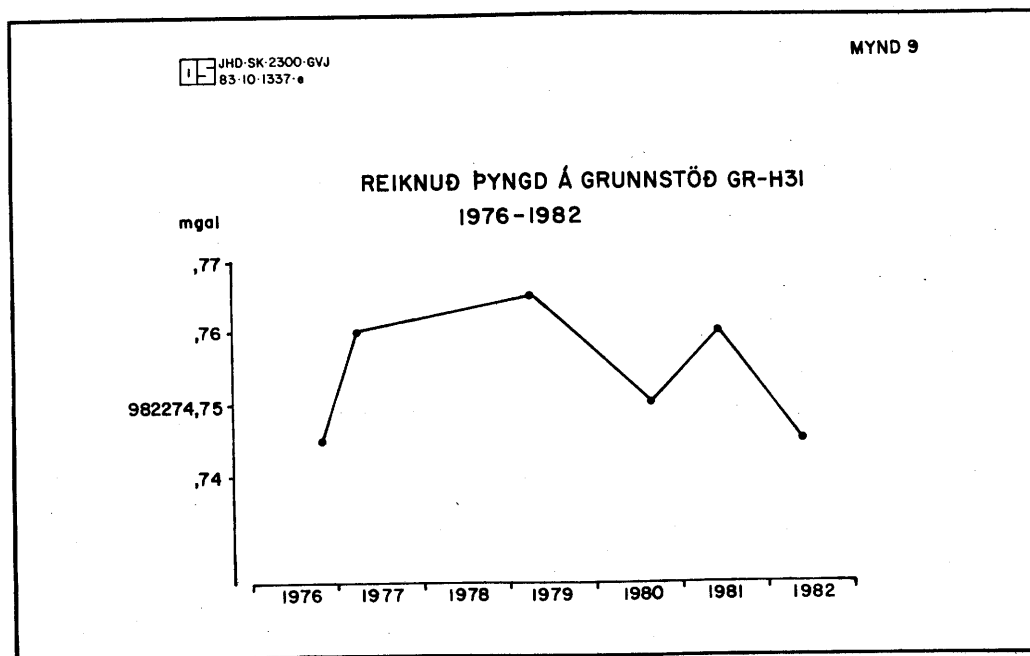
4 NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA

Enn sem komið er hafa einungis litlar og í flestum tilfellum óreglulegar þyngdarbreytingar orðið á utanverðum Reykjanesskaga. Öðru máli gegnir um landhæðarbreytingar. Að vísu eru þær litlar miðað við þær breytingar sem orðið hafa t.d. á Kröflusvæðinu undanfarin ár en breytingarnar eru reglulegar og sýna svo ekki verður um villst að sig hefur orðið á stóru landsvæði umhverfis Svartsengi. Mest sig er við Svartsengi, rúmlega 8 cm. Af mynd 8, en hún sýnir landhæðarbreytingu frá Njarðvíkurheiði og yfir í Grindavík 1975/76-1982, er ljóst að svæðið sem sigur er vart minna en 15 km breitt. Auk þess má greinilega sjá þess merki að sigið er ekki samfellt. Stærstu ósamfellurnar virðast geta átt beint við sprungur og misgengi í Njarðvíkurheiði.

Tiltölulega skammt er síðan full vinnsla hófst í Svartsengi. Með hliðsjón af mynd 8 verður að teljast ólíklegt að landsigið sé (eingöngu) af völdum vinnslu í Svartsengi. Mun sennilegra er og jafnvel næsta víst, að sigið sé afleiðing af almennum hreyfingum gosbeltisins. Í sambandi við það má benda á að sigið fylgir skjálftabeltinu á Reykjanesskaga nokkuð vel.



Þrátt fyrir að þyngdarbreytingarnar séu smáar og óvissa í mælingunum svipuð eða jafnvel meiri má reyna að rýna í hvert stefnir. Mælistöð GR-H31 hefur verið notuð sem grunnstöð við daglegar mælingar á Svartsengissvæðinu og er því vel tengd landsneti þyngdarmælinga, þ.e. yfirleitt er margmælt milli GR-H31 og FM 5471 á Keflavíkurflugvelli. Það er því vel við hæfi að líta fyrst á niðurstöður frá þessari mælistöð áður en niðurstöður frá öðrum mælistöðvum sem eru mun minna mældar eru athugaðar. Tengingar GR-H31 við FM 5471 eru sýndar á mynd 9. Talsverð dreifing er á þyngdargildum. Ef frá er talin fyrsta mælingin (frá október 1976) virðist þó mega sjá að þyngdargildið í mælistöðinni fer minnkandi með tíma. Minnkandi þyngd þýðir annað hvort landris eða massaminnkun. En eins og áður kom fram hefur land sigið á þessum slóðum og því verður að skýra þessar tölur með massaminnkun, séu tölurnar marktækar.



Þessi kynning á niðurstöðum frá best mældu mælistöðinni, GR-H31, sýnir vel þá örðugleika sem felast í grunntúlkun þyngdarmæligagnanna frá Svartsengi enn sem komið er. Mjög litlar þyngdarbreytingar hafa orðið í Svartsengi og nágrenni og fremur mikil óregla er á dreifingu þyngdargilda.

Myndir 3 til 7 sýna þyngdarbreytingar í flestum mælistöðvum á Svartsengissvæðinu.

Í VR-G punktum, sem eru við Grindavíkurveg milli

Keflavíkurvegur og Svartsengis eru þær ekki miklar. Á nokkrum mælistöðvum, VR-G25, 26 og 27 má sjá lítilsháttar reglulega þyngdarminnkun, en í öðrum VR-G mælistöðvum eru engar eða óreglulegar þyngdarbreytingar. Þessar þrjár mælistöðvar eru nálægt GR-H31 (og rétt hjá holu 2).

Í SN-H mælistöðvum, sem eru meðfram heitavatnslögninni til Keflavíkur er mikil dreifing í mældum þyngdargildum einkum árin 1976 og 1977. Breytingar á þyngd virðast þó vera litlar nema í SN-H13 til 21. Sennilegt er að þyngdarminnkunin þar stafi af lélegum mælingum 1977.

Í GR-H mælistöðvum, sem eru milli Grindavíkur og Svartsengis, eru litlar og óreglulegar þyngdarbreytingar. Áður hefur verið fjallað um GR-H31.

Í SV mælistöðvum, sem eru milli Svartsengis og Sandfellshæðar, eru litlar þyngdarbreytingar, en þó er eins og votti fyrir þyngdaraukningu (sigi) milli SV-7 og SV-16. Auk þess er SV-1 óvenju óregluleg, en mælistöðin er rétt við holu 9.

Í SA mælistöðvum, sem eru milli Svartsengis og Nátthagakrika, eru engar breytingar í flestum mælistöðvum, en óreglulegar í nokkrum. Í SA-1 er eins og votti fyrir þyngdarminnkun, en mælistöðin er nálægt GR-H31 og VR-G25, 26 og 27, þar sem svipaðar breytingar urðu.

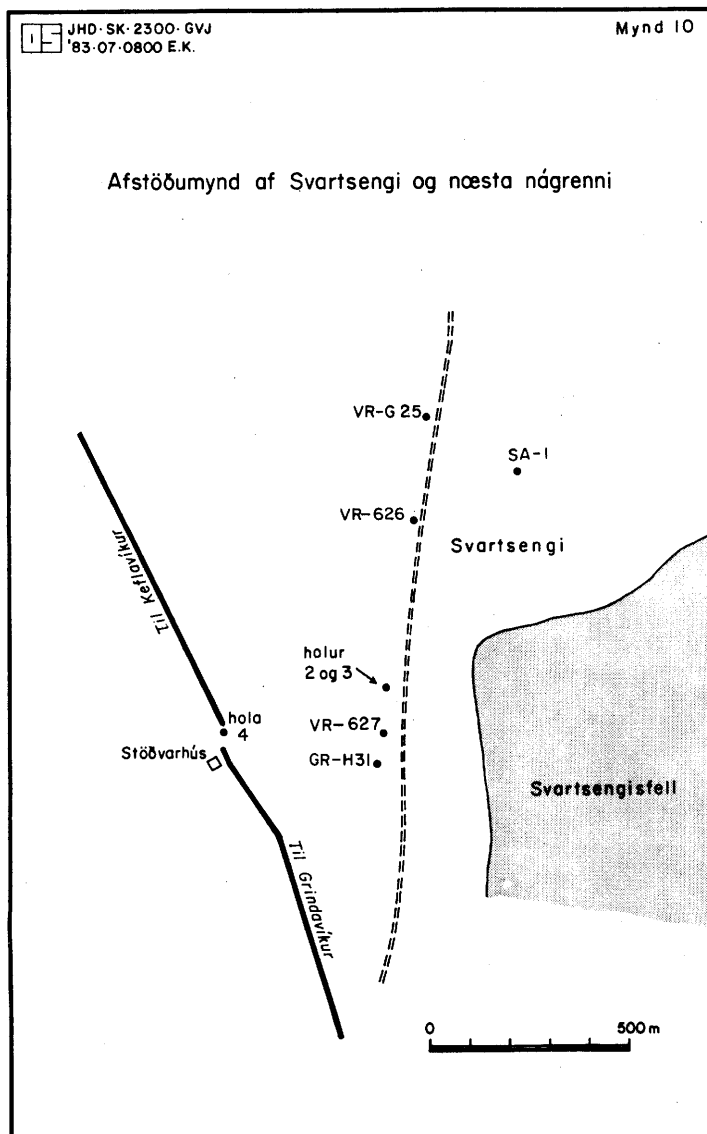
Eins og áður hefur komið fram þá fela þyngdarbreytingar í sér að hæð lands og/eða massadreifing hafi breyst. Sé því hæðarmælt um leið og þyngdarmælt er má, ef vel tekst til, fá hugmyndir um þær massabreytingar sem kunna að verða. Þyngdarminnkun hefur orðið á landsvæði sem afmarkast af GR-H31, VR-G25 til 27 og SA-1 (sjá mynd 10). Sé litið nánar á GR-H31 sem er mest mæld má með einföldu móti finna að árleg þyngdarminnkun þar nemur um $2,6 \mu$ gal (sé fyrstu mælingunni frá í október 1976 sleppt). Þessi þyngdarminnkun jafngildir um 15μ gal milli mælinganna 1975/76 og 1982. Á sama tíma seig mælistöðin um ca 8 cm samkvæmt landhæðarmælingum, sem jafngildir um 25μ gal. Heildarbreytingin er því um -40μ gal. Ef hægt er að afmarka á korti samsafn slíkra mælinga sem afmarka vinnslusvæðið er hægt að áætla heildarmassann sem tekinn er úr jörðu með jöfnu Gauss:

$$M = \frac{1}{2\pi G} \cdot \Sigma \Delta g \cdot \Delta S$$

Þar sem G er þyngdarstuðull, $6,67 \cdot 10^{11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

Δg er leiðrétt þyngd á svæði með flatarmálið ΔS .

Í Svartsengi höfðu $26,7 \cdot 10^9 \text{ kg}$ af jarðhitavökva verið fjarlægð úr vinnslusvæðinu í byrjun mars 1982. Sé gert ráð fyrir því að engin endurnýjun hafi átt sér stað og leiðrétt þyngdarbreyting ($- \mu 40 \text{ gal}$) sé eins á öllu svæðinu, þá þarf einungis um $0,28 \text{ km}^2$ svæði til að ná þessu, en svæðið sem afmarkar 5 fyrrgreinda mælistaði er 3svar sinnum stærra. Þetta er að visu ekki líkleg lausn, þar sem bæði má búast við einhverri endurnýjun í svæðið og einnig jafnari dreifingu leiðréttrar þyngdar yfir stærra svæði, en gefur þó vissar hugmyndir um notkunarmöguleika.



5 TILLÖGUR UM FRAMHALD MÆLINGA

Full ástæða er til að leggja áherslu á að þyngdar- og hæðarmælingar á utanverðum Reykjanesskaga eru langtíma verkefni til að fylgjast með nýtingu svæðisins. Dæmi hafa verið nefnd um hugsanlega notkun gagnanna síðar meir, þ. e. afmörkun þess svæðis, er mestar þyngdar- og hæðarbreytingar verða á, með korti er sýnir leiðrétta þyngd. Með útreikningum er byggja á slíku korti og t.d. jöfnu Gauss má, ef vel tekst til, áætla heildarmassa sem fjarlægður hefur verið. Með samanburði við önnur gögn er sýna hversu mikið raunverulega hefur verið tekið má áætla innstreymi í eða endurnýjun jarðhitakerfisins. Í Svartsengi er vinnslu hagað þannig að vatnsborð á jarðhitasvæðinu er dregið verulega niður um annatímann, þ. e. að vetrarlagi. Haldi þessi niðurdráttur áfram verður að teljast mjög líklegt að jarðhitavökvinn endurnýjist ekki að fullu.

Það er vonandi að þyngdar- og hæðarmælingar eigi eftir að skila árangri á þessu svæði í framtíðinni, en til þess að svo megi verða er ljóst að standa verður vel að þessum mælingum. Ein aðalforsenda þess að hægt verði að afmarka það svæði sem mestar breytingar verða á, er að mælt sé í öllu mælinetinu eða sem mestum hluta þess í hvert sinn sem mælt er, en ekki einungis í einni mæliflú gegnum svæðið. Þá verður að sjálfsögðu að reyna að hæðar- og þyngdarmæla á sama eða svipuðum tíma. Því er lagt til að í framtíðinni verði frekar mælt sjaldnar og allt mælinetið í einu, heldur en oft og aðeins "forvitnilegur" hluti þess mældur. Reynslan verður að leiða í ljós hversu oft mæla þarf til að fylgjast nægilega vel með svæðinu, en telja má eðlilegt að mæla allt mælinetið á tveggja til þriggja ára fresti til að byrja með. Ef nánara eftirlits er þörf mætti hugsa sér að mæla eina mæliflú milli aðalmælinga.

HEIMILDASKRÁ

Ásgeir Gunnarsson, Gunnar V. Johnsen & Gunnar Þorbergsson
1982: Hæðarmælingar í nágrenni Svartsengis fyrir
Hitaveitu Suðurnesja. Orkustofnun, greinargerð. ÁG, GVJ,
GP - 82/02.

Eysteinn Tryggvason 1981: Vertical component of ground
deformation in southwest- and north Iceland. Result of
levelings in 1976 and 1980, Nordic Vulcanological
Institute 8102.

Geri, G., Marson, I., Rossi, A. & Toro, B. 1982: Gravity
and elevation changes in the Fravate geothermal field
(Tuscany) Italy. Geothermics, Vol.11, Nr. 3: 153-161.

Guðmundur Pálmason, Tor H. Nilsen & Gunnar Þorbergsson,
1973: Gravity base station network in Iceland
1968-1970. Jökull, 23: 70-125.

Gunnar V. Johnsen, 1978: Þyngdarmælingar í Mývatnssveit.
Orkustofnun, OS-JHD-7849.

Gunnar V. Johnsen, Axel Björnsson & Sven Sigurðsson 1980:
sjá G.V. Johnsen, A. Björnsson og S. Sigurðsson 1980.

G. V. Johnsen, A. Björnsson & S. Sigurðsson 1980: Gravity
and elevation changes caused by magma movement beneath
the Krafla caldera, northeast Iceland. J. Geophys. 4, 7:
132-140.

Gunnar Þorbergsson & Ásgeir Gunnarsson 1983: Hæðarmælingar
í nágrenni Svartsengis fyrir Hitaveitu Suðurnesja.
Orkustofnun, OS-83041/VOD-20 B.

Granel, R. B., D. W. Tarman, R. C. Clover, R. M. Leggewie,
N. E. Goldstein, D. S. Chase & J. Eppinger, 1980.
Precision gravity studies at Cerro Prieto: Geothermics,
Vol. 9: 89-99.

Grimsrud, G. P., Turner, B. L. & Franz, P. A. 1978: Areas
of ground subsidence due to geofluid withdrawal:
Lawrence Berkley Laboratory Technical publication, #
LBL-8718, GSRMP-4, UC-66R, 329.

- Hatton, J. W. 1970: Ground subsidence of a geothermal field during exploitation: Proceedings of the United Nations symposium on the development and utilization of geothermal resources, Pisa, Geothermics, special issue 2: 1294-1296.
- Hunt, M. 1970: Mass-loss from the Wairakei geothermal field, New Zealand. Geothermics, special issue 2: 487-491.
- Hunt, T. M. 1977: Recharge of water in Wairakei geothermal field determined from repeat gravity measurements. N. Z. Journal of Geology and geophysics, Vol. 20, nr. 2: 303-317.
- Isherwood, W. F. 1977: Geothermal reservoir interpretation from change in gravity. Proc. Third Workshop, Geothermal reservoir engineering, Stanford. Stanford University: 18-23.
- Lúðvík S. Georgsson 1979: Svartsengi; Viðnámsmælingar á vestanverðum Reykjaneskaga. Orkustofnun, OS79042/JHD20, 100 s.
- Lúðvík S. Georgsson 1981: A resistivity survey on the plate boundaries in the western Reykjanes peninsula, Iceland. G. R. C. Transactions, vol. 5.

VIÐAUKI

Töflur:

Reiknuð þyngd 1976 - 1982
í nágrenni Svartsengis

TAFLA 1

ÞINGDARMÆLINGAR Í SVARTSENGI 1976

Fth. 1976

GR-H20	272,46	(26/10)			
21	273,01	(26/10)			
22	272,31	(26/10)			
24	271,04	(26/11)			
25	270,22	(26/10)			
26	270,66	(26/10)			
27	270,45	(26/10)			
28	269,41	(26/10)			
29	273,40	(26/10)			
30	273,41	(26/10)			
31	274,755	(29/10)	með tengingu við FM 5471 á Keflavíkurflugvelli		
Pp 7002	273,11	(28/10)			
7003	271,91	(29/10)			
7004	273,59	(29/10)			
7005	273,69	(29/10)			
7006	273,50	(29/10)			
7007	273,59	(29/10)			
7008	276,41	(29/10)			
7010	279,22	(29/10)			
SN-H2	274,23	(26/10)			
3	275,11	(26/10)			
4	275,25	(26/10)			
5	275,16	(26/10)			
6	274,91	(26/10)	274,91	(27/10)	
7	274,89	(27/10)			
8	273,59	(27/10)			
9	274,90	(27/10)			
10	274,64	(27/10)			
11	276,43	(27/10)			
12	276,53	(27/10)			
13	277,16	(29/10)			
14	276,24	(29/10)			
15	277,93	(29/10)			
16	279,49	(29/10)			
17	279,61	(29/10)			
HS-K?	273,58	(28/10)			
Viti	270,07	(28/10)			
NA horn hitaveitu	273,17	(28/10)			
VR-G19	267,40	(28/10)			
20	267,43	(28/10)			
21	268,54	(28/10)			
23	272,39	(28/10)			
25	271,33	(28/10)			
26	271,35	(28/10)			
27	273,23	(28/10)			
30	268,69	(26/10)	268,69	(26/10)	

TAFLA 2

ÞYNGDARFÆLINGAR Í SVARTSENGI 1977

Fch. 1977

GR-H20	Ónýtur				
21	273,06 (29/3)	273,05 (15/4)	273,06 (22/4)	SN-H15	277,95 (14/4)
22	272,35 (29/3)	272,34 (15/4)		16	279,53 (14/4)
24	271,06 (29/3)	271,05 (15/4)		17	279,65 (14/4)
25	270,24 (29/3)	270,24 (15/4)		19	279,62 (14/4)
26	270,68 (29/3)	270,67 (30/3)		20	281,01 (14/4)
27	270,48 (29/3)	270,47 (29/3)	270,46 (15/4)	21	277,47 (14/4)
28	269,43 (29/3)			HS-K	273,54 (22/4)
29	273,40 (29/3)				
30	273,41 (29/3)			VR-G1	274,34 (13/5)
31	274,76 (30/3)	með tengingu við FM 5471 á Keflavíkurlugvelli		2	273,81 (13/5)
				3	275,35 (13/5)
Pp 7002	273,11 (15/4)	273,11 (22/4)		4	278,64 (13/5)
7004	273,60 (30/3)			5	280,03 (13/5)
7005	273,70 (30/3)			6	279,22 (13/5)
7006	273,48 (29/3)			7	277,44 (13/5)
7007	273,59 (29/3)			8	275,70 (13/5)
7008	276,40 (29/3)			10	276,20 (13/5)
7009	275,94 (14/4)			11	276,26 (13/5)
7010	279,24 (24/4)			12	276,85 (13/5)
7011	er í mýri			13	274,48 (22/4)
7012	279,27 (14/4)			14	273,52 (22/4)
7013	280,72 (14/4)			15	272,41 (22/4)
7014	277,51 (14/4)			16	271,59 (22/4)
				17	271,16 (22/4)
SN-H2	274,24 (30/3)			18	268,63 (22/4)
3	275,12 (30/3)			20	267,42 (22/4)
4	275,28 (30/3)	275,27 (15/4)	275,29 (22/4)	21	268,52 (15/4)
5	275,18 (30/3)	275,16 (15/4)		22	268,99 (22/4)
6	274,92 (30/3)			23	272,39 (15/4)
7	274,87 (30/3)	274,89 (15/4)		24	271,98 (15/4)
8	273,57 (29/3)	273,57 (29/3)	273,58 (15/4)	25	271,29 (15/4)
9	274,89 (29/3)	274,88 (29/3)	274,91 (30/3)	26	271,33 (15/4)
10	274,63 (29/3)			27	273,24 (22/4)
11	276,42 (29/3)	276,44 (14/4)	276,45 (22/4)	30	268,69 (29/3)
12	276,51 (29/3)	276,56 (14/4)	276,55 (22/4)	19	267,40 (22/4)
13	277,18 (14/4)	277,17 (22/4)			
14	276,26 (14/4)	276,26 (22/4)			

TAFLA 3

ÞYNGDARMÆLINGAR Í SVARTSENGI 1979

Ffrh. 1979

GR-H22	272,34 (6/6)				
27	270,46 (6/6)				
28	269,44 (6/6)				
29	273,37 (6/6)				
30	273,41 (6/6)				
31	274,765 (4/4)	með tengingu við FM 5471 á Keflavíkurflugvelli			
SN-H2	274,24 (15/5)				
3	275,12 (15/5)				
5	275,17 (15/5)				
11	276,46 (8/6)				
HS-K9	278,29 (8/6)				
10	279,48 (8/6)				
12	276,04 (8/6)				
HV-9	275,38 (8/6)				
Viti	270,06 (6/6)				
LM við vita	269,42 (6/6)				
VR-G19	267,38 (7/6)	267,40 (8/6)			
23	272,38 (7/6)	272,39 (8/6)			
25	271,30 (7/6)				
26	271,32 (7/6)				
27	273,21 (7/6)				
30	268,69 (6/6)				
SA 1	271,47 (4/4)	271,49 (4/4)	271,50 (8/6)	SA 1/vaxa	271,57 (8/6)
2	267,95 (4/4)	267,96 (8/6)			
3	266,67 (8/6)				
4	265,73 (4/4)	265,73 (6/4)	265,73 (6/4)		
5	263,74 (4/4)	263,75 (4/4)	263,75 (6/4)		
6	263,74 (4/4)	263,75 (6/4)			
7	262,51 (4/4)	262,50 (4/4)	262,51 (6/4)	262,50 (6/4)	
8	263,88 (4/4)	263,89 (6/4)			
9	264,69 (4/4)	264,69 (4/4)	264,69 (6/4)		
10	264,37 (4/4)	264,38 (6/4)	264,37 (6/4)		
SA 11	263,69 (6/4)	263,69 (6/4)	263,69 (6/4)		
12	263,52 (6/4)	263,52 (6/4)	263,52 (6/4)		
13	263,50 (6/4)	263,51 (6/4)	263,51 (6/4)		
14	261,85 (6/4)	261,85 (6/4)	261,85 (6/4)		
15	259,37 (6/4)	259,36 (6/4)	259,36 (6/4)		
16	256,71 (6/4)	256,71 (6/4)	256,71 (6/4)		
HV-5	275,10 (6/6)	275,10 (8/6)			
SV 1	275,20 (6/6)	275,19 (6/6)	275,21 (7/6)	275,20 (7/6)	
2	275,43 (6/6)	275,43 (7/6)			
3	275,36 (6/6)	275,35 (6/6)			
4	275,28 (6/6)	275,27 (7/6)	275,28 (7/6)		
5	274,69 (6/6)	274,68 (6/6)			
6	274,36 (6/6)	274,36 (7/6)			
7	275,98 (6/6)	275,98 (6/6)	275,99 (7/6)		
8	275,12 (6/6)	275,12 (7/6)			
9	272,38 (7/6)	272,38 (7/6)	272,38 (7/6)	272,38 (7/6)	
10	272,07 (7/6)	272,07 (7/6)			
11	271,33 (7/6)	271,33 (7/6)			
12	273,23 (7/6)	273,23 (7/6)			
13	272,02 (7/6)	272,01 (7/6)			
14	269,90 (7/6)				
15	266,01 (7/6)	266,02 (7/6)			
16	262,83 (7/6)	262,84 (7/6)			

TAFLA 4

ÞYNGDARMÆLING I SVARTSENGI 1980

Fth. 1980

GR-H22	272,33 (21/8)	8	263,88 (10/9)	263,89 (10/9)
24	271,04 (21/8)	9	264,69 (10/9)	264,70 (10/9)
25	270,21 (21/8)	10	264,38 (8/9)	264,38 (10/9)
26	270,66 (21/8)	11	263,70 (8/9)	263,69 (10/9)
27	270,45 (21/8)	12	263,54 (8/9)	263,52 (10/9)
28	269,41 (21/8)	13	263,51 (8/9)	263,51 (8/9)
29	273,37 (21/8)	14	261,86 (8/9)	261,87 (10/9)
30	273,38 (21/8)	15	259,39 (8/9)	259,37 (10/9)
31	274,75 (21/8)	SA-16	256,73 (8/9)	256,71 (10/9)
				263,51 (10/9)
SN-H2	274,22 (21/8)	HV-5	275,09 (9/9)	
3	275,11 (21/8)	SV-1	275,20 (9/9)	275,19 (9/9)
5	275,15 (21/8)	2	275,43 (9/9)	275,43 (9/9)
6	274,89 (21/8)	3	275,35 (9/9)	275,35 (9/9)
7	274,88 (21/8)	4	275,28 (9/9)	275,28 (9/9)
8	273,56 (21/8)	5	274,68 (9/9)	274,69 (9/9)
9	274,89 (21/8)	6	274,35 (9/9)	274,35 (9/9)
13	277,14 (21/8)	7	275,99 (9/9)	276,00 (9/9)
16	279,49 (21/8)	8	275,13 (9/9)	275,13 (9/9)
HS-K7	264,81 (21/8)	9	272,39 (9/9)	272,38 (9/9)
12	276,04 (21/8)	10	272,08 (9/9)	272,08 (9/9)
		11	271,34 (9/9)	271,33 (9/9)
Viti	270,07 (21/8)	12	273,24 (9/9)	273,24 (9/9)
Festi	272,79 (21/8)	13	272,01 (9/9)	272,01 (9/9)
		14	269,92 (9/9)	269,93 (9/9)
VR-G1	274,33 (21/8)	15	266,04 (9/9)	266,04 (9/9)
26	271,31 (10/9)	SV-16	262,84 (9/9)	262,84 (9/9)
27	273,22 (10/9)			
36	272,54 (21/8)			
SA-1	271,48 (21/8)			271,47 (10/9)
2	267,93 (10/9)			267,94 (10/9)
3	266,66 (10/9)			266,66 (10/9)
4	265,73 (10/9)			265,74 (10/9)
5	263,73 (10/9)			263,74 (10/9)
6	263,78 (10/9)			263,75 (10/9)
7	262,51 (10/9)			262,50 (10/9)

með tengingu við FM 5471 á Keflavíkurluguvelli

TAFLA 5

ÞYNGDARMÆLING Í SVARTSENGI 1981

GR-H27	270,46 (15/6)
28	269,43 (15/6)
29	273,39 (15/6)
30	273,41 (15/6)
31	274,76 (15/6) með tengingu við FM 5471 á Keflavíkurflugvelli
SN-H1	á holu 1 og því ómælanlegt þar
2	274,24 (15/6)
3	275,13 (15/6)
HS-K12	276,03 (13/6)
VR-G25	271,29 (15/6)
26	271,32 (15/6)
27	273,20 (15/6)
SA-1	271,50 (15/6)
HV-5	275,11 (15/6)
SV-1	275,24 (15/6)
2	275,44 (15/6)
3	275,36 (15/6)

TAFLA 6

ÞYNGDARMÆLINGAR Í SVARTSENGI 1982

GR-H20	272,58 (19/5)
21	273,06 (19/5)
22	272,35 (19/5)
23	
24	271,06 (19/5)
25	270,23 (19/5)
26	270,67 (19/5) 270,66 (19/5) 270,65 (19/5)
27	270,47 (19/5)
28	269,42 (19/5)
29	273,40 (19/5)
30	273,41 (19/5)
31	274,745 (18/5) með tengingu við FM 5471 á Keflavíkurflugvelli
7047	272,75 (19/5) 272,75 (19/5)
7048	272,98 (19/5)
7049	272,92 (19/5)
Víti	270,06 (19/5)
Pp 7008	276,43 (21/5)
7051	274,55 (21/5)
7052	274,47 (21/5)
7053	274,74 (21/5)
7054	274,28 (21/5)
7055	273,65 (21/5)
7056	273,61 (21/5)
7057	273,37 (21/5)
7058	273,37 (21/5)
SN-H2	274,24 (19/5)
SN-H3	275,12 (19/5)
SN-4	274,57 (19/5) 274,57 (19/5)
SN-H5	275,16 (19/5)
6	274,91 (19/5)
7	274,89 (19/5) 274,89 (19/5)
8	273,56 (19/5)
9	274,89 (19/5)

Frb. 1982

SN-10	274,91 (19/5)	274,92 (21/5)	274,92 (21/5)	274,91 (1/6)
SN-11	275,21 (1/6)			
SN-12	276,54 (1/6)			
SN-H13	277,14 (21/5)	277,15 (21/5)		
14	276,24 (21/5)	276,22 (1/6)		
15	277,92 (21/5)	277,91 (1/6)		
16	279,49 (21/5)	279,50 (21/5)		
17	279,60 (21/5)	279,60 (21/5)		
18	279,17 (21/5)	279,17 (21/5)	279,18 (1/6)	279,17 (1/6)
19	279,58 (1/6)			
20	280,85 (1/6)			
21	277,45 (1/6)			
22	277,94 (1/6)	277,94 (1/6)		
SN-H23	277,65 (1/6)			
SN-24	278,97 (1/6)			
SN-25	279,39 (1/6)			
HS-K12	276,03 (19/5)			
Festi	272,80 (19/5)	272,78 (19/5)		
VR-G26	271,32 (1/6)			
27	273,20 (1/6)			
36	272,57 (19/5)			
SA-1	271,47 (1/6)			
2	267,95 (1/6)			
3	266,67 (1/6)			
SV-1	275,21 (1/6)			
SV-2	275,42 (1/6)			
11	271,32 (21/5)			
HV-5	275,09 (1/6)			