

V. MAASIK, N. LUMP, H. SILDVEE

RASKUSJÕUVÄLJA MUUTUSTE JA MAAKOORE VERTIKAAL- LIIKUMISTE VAHELISE KORRELATSIOONI UURIMISE VÕIMALUSTEST EESTI NSV TERRITOORIUMIL

1965. aastaks jõuti Eesti NSV territooriumi raskusjõuvälja mõõtmise ja interpreteerimisega niikaugele, et võidi asuda komplitseeritumate probleemide lahendamisele. Üks taolisi küsimusi on Eesti NSV territooriumi vertikaalliikumiste ja raskusjõu muutuste korrelatsiooni uurimine [1-3].

Kordusnivelleerimiste andmeil on teada, et maakoore pikaajaliste vertikaalliikumiste suurusjärgk tänapäeval Eesti NSV-s ulatub 0 kuni 3 mm-ni aastas. Maakoore tõus või vajumine peaks aastakümnete jooksul avalduma ka raskusjõuväljas, selle aeglastes muutustes. Maakoore vertikaalliikumiste ja raskusjõuvälja muutuste korrelatsiooni uurimiseks on vajalik rajada kõrge täpsusega gravimeetriliste sammaste võrk.

Kasutades raskusjõu muutuste ja maakoore vertikaalliikumiste vahelist korrelatsiooni, osutub võimalikuks saada mõningaid, olgugi üldisi andmeid neist substraadiprotsessidest, mis on seoses maakoore vertikaalsete liikumistega.

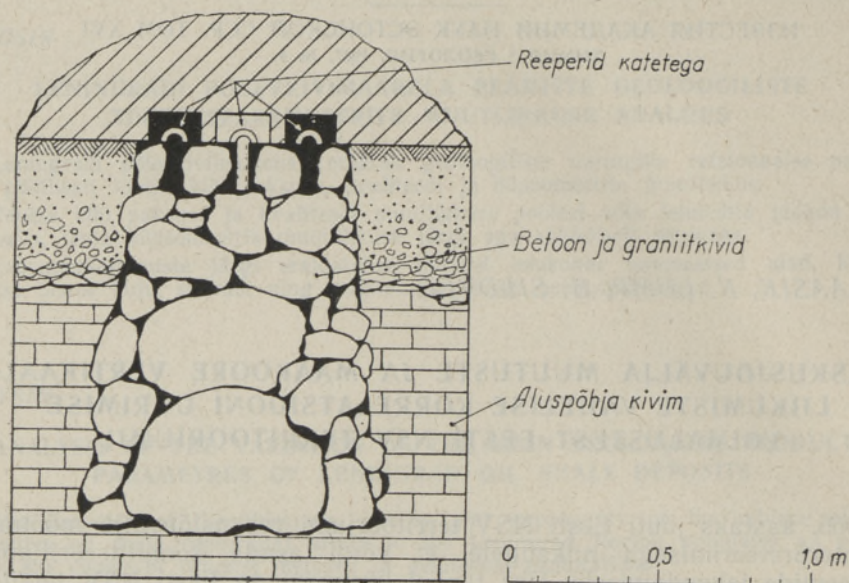
Teoreetilised arvestused, lähtudes kaasaja Fennoskandia maakoore vertikaaltõusu suurusest, näitavad, et raskusjõukiirenduse muutus (μGl aastas) tõusuala üksikutes punktides on järgmine [1]:

Vaasas (Soome)	-1,65	Tartus	0,00
Helsingis	-0,66	Narvas	0,00
Tallinnas	-0,51	Pärnus	0,00

Esitatud andmetest nähtub, et kui gravimeetriliste mõõtmiste täpsus jääb samaks mis kaasajal, s. o. $\pm 0,02$ mGl, siis alles 50 aasta pärast võib fikseerida Tallinnas ja Loode-Eestis raskusjõuvälja pikaajalist muutust, mis on seoses Fennoskandia tõusuga.

Raskusjõu pikaajalise muutuse jälgimiseks ehitati Eestis 11 maaalust sammast (vt. joon. 1 ja [3]). Nende asukohtade valikul arvestati territooriumi geofüüsikalisi, geograafilisi ja geoloogilisi tingimusi. Gravimeetrilised sambad on paigutatud enam-vähem ühtlaselt üle Eesti territooriumi. Sammaste omavahelised kaugused mööda maanteed on 90—160 km. Sambad paiknevad vahetult aluspõhja kivimil (lubja- või liivakivil). Igal sambal on kolm pronksist reeperit, millede omavaheline suhteline kõrgus on määratud täpsusega 0,1 mm. Raskusjõu mõõtmisel asetatakse reeperitele terasplaat ja sellele gravimeeter.

Reepereid kasutatakse ka samba stabiilsuse kontrollimiseks.



Joon. 1.

Gravimeetrilised sambad seoti I või II klassi nivelleerimisvõrguga, et hiljem oleks võimalik kordusnivelleerimiste teel määrata maakoore vertikaallikumise suurusi antud kohtades. Sammaste kõrguste sidumine toimus II klassi nivelleerimistega vastavalt kehtivale üleliidulisele instruksioonile: ühe instrumendiga ning ühe paari kiiludega edasi-tagasi suunas.

Töö käigus püstitati rangemad nõuded, kui seda näeb ette instruksioon. Viseerimiskiire pikkus ei ületanud 50 meetrit ning otse- ja vastasuunaliste käikude vahe ei ületanud $3\sqrt{L}$ mm, kus L on nivelleerimiskäigu pikkus kilomeetris.

Töödeks kasutati nivelliire Ni-104 ja H-1 ning invarlatte. Keskmise nivelleerimiskäikude juhuslik viga on $\pm 0,52$ mm ja süstemaatiline viga — 0,16 mm ühe kilomeetri kohta.

Kõrge täpsusega gravimeetrilise võrgu mõõtmiseks kasutati gravimeetrit «Askania» Gs-11, mida transporditi eriotstarbelise autoga GAZ-69, kuid nagu tööde käigus selgus, pole see kohane taolisteks töödeks.

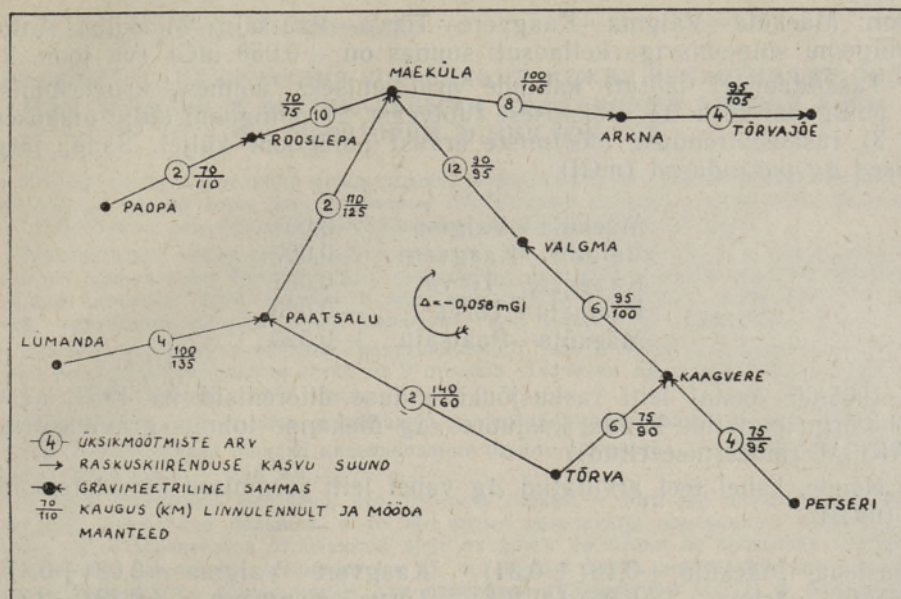
Kõrge täpsusega gravimeetrilisse võrku mõõdeti 9 sammast: Rooslepa, Mäeküla (Harku), Arkna (Rakvere), Tõrvajõe (Narva), Valgma, Kaagvere (Tartu), Tõrva, Paatsalu ja Saaremaa (Lümanda).

Gravitatsioonivälja pikaajalised uurimised kestavad aastakümneid, sellepärast on korduvatel mõõdistamistel vaja kindlustada gravimeetrite etaloneerimine samal etaloonil või kontrollbaasil.

Gravimeetrite etaloneerimiseks rajati juba 1955. aastal Eesti kontrollbaas, mis paikneb Tallinn—Tartu maanteel Kose—Mustla vahelisel lõigul (4 maa-alust sammast). Baasi mõõtsid välja NSVL TA Maafüüsika Instituudi töötajad gravimeetriga ГАЭ-2 (grupis 4 gravimeetrit).

Raskusjõu-sammaste vaheliste Δg vead on $\pm 0,02$ mGl.

Baasi sammaste paigutus lubab elimineerida Eesti NSV territoori



Joon. 2.

riumi vertikaallikumistest tingitud gravimeetrilise baasi sammaste raskusjõu muutusi.

Antud artiklis käsitletud gravimeetriliste sammaste võrgu mõõtmisel määrati gravimeetri Gs-11 konstanti kaks korda, kusjuures tulemused erinesid maksimaalselt $0,003 \frac{\text{mG1}}{\text{skaalaühik}}$.

Laboratoorselt kontrolliti gravimeetrit kuus korda, kusjuures tulemused erinesid $\pm 0,001 \frac{\text{mG1}}{\text{skaalaühik}}$.

Väländmete läbitöötamisel võeti arvesse välitemperatuuri mõju gravimeetri näitudele [4].

1965/66. aasta jooksul mõõdeti raskusjõukiirenduse diferentsi 11 eri profiilil. Üldse teostati kahekordseid mõõtmisi (edasi ja tagasi) 30 raskusjõu profiilil.

Kaks sammast — Hiiumaa ja Petseri — jäid mõõtmata, sest nende mõõtmiste vead ületasid tolerantsvea.

Askania-gravimeetriga mõõdetud Δg väärtuste mõõtmisvead (mG1) profiilidel on:

Rooslepa—Mäeküla	$\pm 0,06$	Valgma—Kaagvere	$\pm 0,06$
Arkna—Mäeküla	$\pm 0,03$	Kaagvere—Tõrva	$\pm 0,08$
Tõrvajõe—Arkna	$\pm 0,06$	Paatsalu—Tõrva	$\pm 0,05$
Mäeküla—Valgma	$\pm 0,05$	Mäeküla—Paatsalu	$\pm 0,07$

Tabelist saame, et Δg määramise keskmine ruutviga on $\pm 0,06 \text{ mG1}$. Mõõtmistel selgus, et ühe ja sama kahekordse mõõtmisprofiili täpsus on suhteliselt suur, kuid erinevatel aegadel mõõdetud profiilide tulemused erinevad üksteisest märgatavalt (ei ületa siiski tolerantsviga); see vihjab süstemaatiliste vigade esinemisele.

Võrgu tasandamiseks vajalikud andmed on antud skeemil 2, kust selgub, et mõõtmisprofiilidel on ainult üks kinnine sõlmpunktideta polü-

goon: Mäeküla—Valgma—Kaagvere—Tõrva—Paatsalu—Mäeküla. Antud polügooni sulgemisviga kellaosuti suunas on $+0,058$ mGl (vt. joon. 2).

Tasandamisel lähtuti kaalude arvutamiseks kolmest kriteeriumist: 1) polügooni külje Δg keskmisest ruutveast, 2) polügooni külje pikkusest ja 3) raskuskiirenduse mõõtmiste arvust polügooni küljel. Saadi järgmised Δg parandused (mGl):

Mäeküla—Valgma	—0,004
Valgma—Kaagvere	—0,007
Kaagvere—Tõrva	—0,007
Paatsalu—Tõrva	—0,020
Mäeküla—Paatsalu	—0,020

1965/66. aastal leiti raskusjõukiirenduse diferentsid ka 1957. aasta põhivõrgu punktide kaudu, kusjuures Δg ülekanne toimus gravimeetriga ГАК-3М (moderniseeritud).

Nende, kahel teel arvutatud Δg vahel leiti järgmised korrelatsioonid k (mGl):

Rooslepa—Mäeküla	$+0,18 (\pm 0,34)$	Kaagvere—Valgma	$+0,08 (\pm 0,47)$
Mäeküla—Arkna	$+0,06 (\pm 0,40)$	Tõrva—Kaagvere	$+0,23 (\pm 0,35)$
Arkna—Tõrvajõe	$+0,17 (\pm 0,57)$	Paatsalu—Tõrva	$-0,26 (\pm 0,47)$
Valgma—Mäeküla	$-0,48 (\pm 0,44)$	Mäeküla—Paatsalu	$-0,22 (\pm 0,38)$

(1957.—1965/66. a. Δg .)

Esitatud andmeist järeldub, et korrelatsioonis esineb suur viga, mis on tingitud 1957. aasta gravimeetriliste punktide veast.

1957. aasta tasandatud gravimeetriliste punktide vaheline Δg viga on $\pm 0,09 \div \pm 0,11$ mGl. Sidused punktid üleliiduliste gravimeetriliste põhipunktidega, saame vea amplituudiks $\pm 0,25 \div \pm 0,33$ mGl. Siit järgneb, et kõnesolev korrelatsiooniviga on tingitud 1957. aasta gravimeetriliste põhipunktide veast, mis on 5 korda suurem kui 1965/66. aasta sammaste sulgemisviga.

Käesolevas artiklis käsitletud gravimeetriliste mõõtmiste ja nivelleerimistöodega pandi alus tulevikus teostatavatele kordusmõõtmistele, mille eesmärgiks on uurida raskusjõuvälja pikaajalisi muutusi ja nende võimalikku seost kaasaegsete maakoore vertikaalliikumistega Eesti NSV territooriumil.

KIRJANDUS

1. Ма а з и к В. Я., О возможности применения гравиметрического метода для вычисления вертикальных движений земной коры и обуславливающих причин, Неотектонические движения в Прибалтике, Тарту, 1960.
2. Ма а з и к В. Я., О связи современных вертикальных движений земной поверхности территории Эстонской ССР с геофизическими полями и фигурой геоида. Современные и новейшие движения земной коры в Прибалтике, Вильнюс, 1964.
3. Ма а з и к В. Я., Перспективы исследований изменений силы тяжести земли на территории ЭССР, Современные и новейшие движения земной коры в Прибалтике, Вильнюс, 1964.
4. Ма а з и к В. Я., Лум п Н. П., Влияние наружной температуры на показания гравиметра Gs-11. Изв. АН ЭССР. Физика. Математика, 16, № 2, 201 (1967).

V. МААЗИК, Н. ЛУМП, Х. СИЛЬДВЕЭ

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ИЗУЧЕНИЯ КОРРЕЛЯЦИИ МЕЖДУ ИЗМЕНЕНИЯМИ ПОЛЯ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ И ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ ЗЕМНОЙ КОРЫ НА ТЕРРИТОРИИ ЭСТОНСКОЙ ССР

Использование корреляций между изменениями поля силы тяжести и вертикальными движениями земной коры дает некоторые обобщенные данные о процессах, проходящих в субстрате, связанные с вертикальными движениями земной коры.

Теоретические вычисления, исходящие из величин современного вертикального поднятия земной коры Фенноскандии, показывают, что если точность гравиметрических приборов остается такой же, как в настоящее время, то только лишь через 50 лет можно зафиксировать длительные изменения силы тяжести на территории ЭССР.

Для фиксации изменений гравитационного поля в ЭССР с большой точностью измерялась гравиметрическая сетка из 9 столбов. Значения Δg определены со средней квадратичной ошибкой $\pm 0,06$ мгал.

Гравиметрические столбы связывались с сеткой нивелирования I или II класса.

Средняя случайная ошибка нивелирования одного километра — $\pm 0,52$ мм и систематическая ошибка — 0,16 мм.

В ходе измерений выяснено, что точность одного и того же двойного профиля измерений достаточно большая, в то же время результаты измеренных профилей в разное время значительно отличаются друг от друга (все-таки не превышая предельной ошибки). Последняя указывает на то, что имеют место систематические ошибки, которые вызываются применяемым для измерений гравиметром Gs-11. В ближайшее время необходимо осуществить с большой точностью повторные измерения на гравиметрической базе для оценки вышеперечисленных систематических ошибок.

В настоящей статье гравиметрическими измерениями и работами по нивелированию заложены основы для дальнейших повторных измерений, цель которых — исследование длительных изменений силы тяжести и их возможную связь с вертикальным движением современной земной коры на территории Эстонской ССР.

V. MAASIK, N. LUMP, H. SILDVEE

MÖGLICHKEITEN EINER ERFORSCHUNG DER KORRELATION ZWISCHEN VERÄNDERUNGEN DES SCHWEREFELDES UND DEN VERTIKALEN ERDKRUSTENBEWEGUNGEN AUF DEM TERRITORIUM DER ESTNISCHEN SSR

Auf Grund der Korrelation zwischen den langfristigen Veränderungen des Schwerefeldes und den vertikalen Erdkrustenbewegungen können wir einige allgemeine Angaben über Prozesse im Substrat bekommen, die mit vertikalen Erdkrustenbewegungen verbunden sind. Theoretische Berechnungen, von der Größe der rezenten vertikalen Erdkrustenbewegungen in Fennoscandia ausgehend, zeigen, daß wir in der Estnischen SSR langfristige Veränderungen des Schwerefeldes (von Vertikalbewegungen bedingt) erst nach Verlauf von 50 Jahren fixieren können. Für diesen Zweck hat man ein genaues Gravimeternetz begründet (9 Punkte, Distanz 90—160 km).

Die Schwereunterschiede werden mit einem Askania-Gravimeter Gs-11 (mittlerer Quadratfehler $\pm 0,06$ mGal) gemessen. Das Gravimeternetz hat man auch mit einem Nivelliernetz I und II Ordnung verbunden.

Durch diese gravimetrischen Arbeiten wird eine Grundlage für künftige Wiederholungsmessungen geschaffen.