



## Results from Gravimetric Investigations in the Southern Zone of the Sofia Kettle

*Emil Mihailov<sup>1</sup>, Dimitar Dimitrov<sup>1</sup>, Lyubomir Stoyanov<sup>1</sup>, Michelle Everaerts<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Central Laboratory of Geodesy, Bulgarian Academy of Sciences, Acad. G. Bonchev str., bl. 1, 1113 Sofia, Bulgaria; E-mail: clgdimi@argo.bas.bg

<sup>2</sup> Observatoire Royal de Belgique, 3 Avenue Circulaire, B-1180 Bruxelles, Belgique; E-mail: everaerts@oma.be

**Abstract.** Parallel with the complex investigations of the seismogenic zone in the southern zone of the Sofia City related to the study of the physical mechanisms leading to strong tectonic earthquakes, detailed gravimetric measurements were also realized during the period 2004–2006. For the localization of the contemporary active Vitosha fault 21 gravimetric profiles were formed, which crossed this fault, as well as a uniform geodetic survey covering the southern part of the Sofia kettle. The data from 108 measured stations were processed for obtaining the Bouguer anomalies. A correlation between these anomalies and the relief has been established. A sharp negative change is observed for the Bouguer anomalies in the zone

related to the relief. The Vitosha fault is marked as substantial disturbance in the geological structures and its localization is shifted at about 1 km to the north parallel to its surface display, mapped by the French seismotectonicists B. Mayer and R. Armijo. Except for the localization of the longitudinal system of main lines of tectonic disturbances — the Vitosha and Lozen faults, disturbances transversely directed to them have been fixed — the so-called Kyustendil and Zhelznitsa faults, as well as the Gorna Banya and Boyana faults. The established geological densities are compared with their directly measured values.

## Резултати от гравиметрични изследвания в южната зона на Софийската котловина

*Емил Михайлов<sup>1</sup>, Димитър Димитров<sup>1</sup>, Любомир Стоянов<sup>1</sup>, Мишел Еверхард<sup>2</sup>*

### Увод

При изучаване геоложките структури и изследване на съвременни активни нарушения в земната кора се използват геоложки, геоморфоложки, геофизични и геодезични методи и данни. Един от изследователските методи е извършването на гравиметрична снимка на изследвания район с цел локализиране на съществени нарушения в земната кора — главните разломи. Чрез построяването на карти и профили на аномалии „Буге“, както и карти на вертикалните и хоризонталните им градиенти се локализируют и очертават главни и второстепенни разломи. Количествените гравиметрични и геодезични данни се анализират чрез статистически и корелационни методи и се търсят зависимости на ано-

малното гравитационно поле с геологическия строеж. Заключениеето за предполагаемата зависимост се съставя въз основа на съпоставянето и анализа на карти и профили. Предимството на така провеждани изследвания е възможността за по-детайлно анализиране на локални аномални полета с малка интензивност. Тази методика е приложена за южната част на Софийската котловина в зоната на преход от неозойските (терциерни и кватернерни) и плиоценни отложения и съприкосновението им с по-старите формации, изграждащи Лозенската планина, Витоша и Люлин. Анализирани са нееднородният характер на плътностното разпределение в повърхностния слой на земната кора, определено по метода на гравиметричните измервания върху земната повърхност.

## Методика на измерване и резултати

Методиката на наблюдение на станциите е свързана с необходимостта от отчитане преместването на нулевата точка на гравиметрите. Кварцовите гравиметри от вида ГАК имат по-голямо пълзене на нулевата точка в денонощието и за намаляване влиянието на систематичните грешки, измерванията се извършиха по методиката А-В-А-В (тристъпкова). Всеки гравиметричен рейс изхожда от една и съща точка и скоростта на преместването  $P$  на нулевата точка се изчислява по формулата (Юзефович и Огородова, 1980):

$$(1) \quad P = (A_2 - A_1) / (t_2 - t_1),$$

където:  $A_1$  и  $A_2$  са отчети по гравиметъра в точка А в моменти от време  $t_1$  и  $t_2$ .

При конкретното измерване с ГАК—7Т на всяка измерена станция в гравиметричния карнет се записват три отчета, часът на наблюдение, температурата на въздуха и в графата забележка, данни за наличието на микросеизмика и друга информация. Софийският полигон беше измерен по тристъпковата методика, а останалите точки от гравиметричната снимка на района чрез еднократна методика с контролни точки (ABCDECA).

По описаната по-горе методика са измерени и обработени общо 108 точки, от които:

- 15 точки със Scintrex CG-3;
- 3 точки са измерени с La Cost-Romberg;
- 62 точки са измерени с ГАК—7Т № 524;
- 13 точки са измерени с ГАК—7Т № 689 и ГР—К2 №№ 1454 и ГНУ—К2 № 30;
- 8 точки са измерени от геофизиците и Б. Прокопиев с ГР/К2;
- 7 нови точки са измерени 2006 г. с ГАК—7Т № 524.

Всички измервания са привързани към абсолютната гравиметрична точка OBG SOFIA (0012A). Обработката на данните от статичните гравиметри се свежда до изчисление на поправките в отчетите по гравиметъра. Най-напред са приведени отчетите чрез стойността на мащабния коефициент. Въведена е поправката  $\delta g_p$  за преместване на нулевата точка на гравиметъра. Тя е изчислена чрез:

$$(2) \quad \delta g_p = -P(t - t_0),$$

където:  $t-t_0$  е интервалът от време между началото на рейса и последното измерване.

След внасянето на тази поправка всички отчети по гравиметъра в рейса са приведени към момента на отчета на изходната точка. Тъй като наблюденията се провеждат в къси рейсове с

монотонно изменение на температурата, то поправки за температура и поправки за приливни влияния не се въвеждат при статичните гравиметри от вида ГАК и ГР—К2. Изменението на притеглянето на Луната и Слънцето за неголям интервал от време не надминава стотни от милигала, което влиза в точността на гравиметрите ГАК, която за модел 7Т № 524 е от  $\pm 0,03$  до  $\pm 0,06$  [mGal].

Аномалиите „Буге“ са изчислени по формулата:

$$(3) \quad \Delta g_B = g + (0.3086 - 0.4193 \cdot 10^{-4} \sigma) H \cdot 10^{-5} - \gamma_0,$$

където:  $\sigma$  е плътността на Буге платото;  $\gamma_0$  — нормалната сила на тежестта, определена за геодезическа система WGS'84 чрез:

$$(4) \quad \gamma_0 = 9.78032677114(1 + 0.00193185138639 \sin^2 \varphi) / \text{SQRT}(1 - 0.00669437999013 \sin^2 \varphi),$$

където  $\varphi$  е геодезичната ширина.

При съставянето на карта аномалии Буге (фиг. 1) е приета средна плътност на Земята  $\sigma = 2.67 \cdot 10^3$  [kg m<sup>-3</sup>] за да може да се съпоставя и интерпретира със съществуващите карти на аномалии Буге в мащаби 1:100 000; 1:200 000; 1:400 000 и 1:500 000.

## Изводи и препоръки

От представените резултати могат да се направят следните изводи и препоръки:

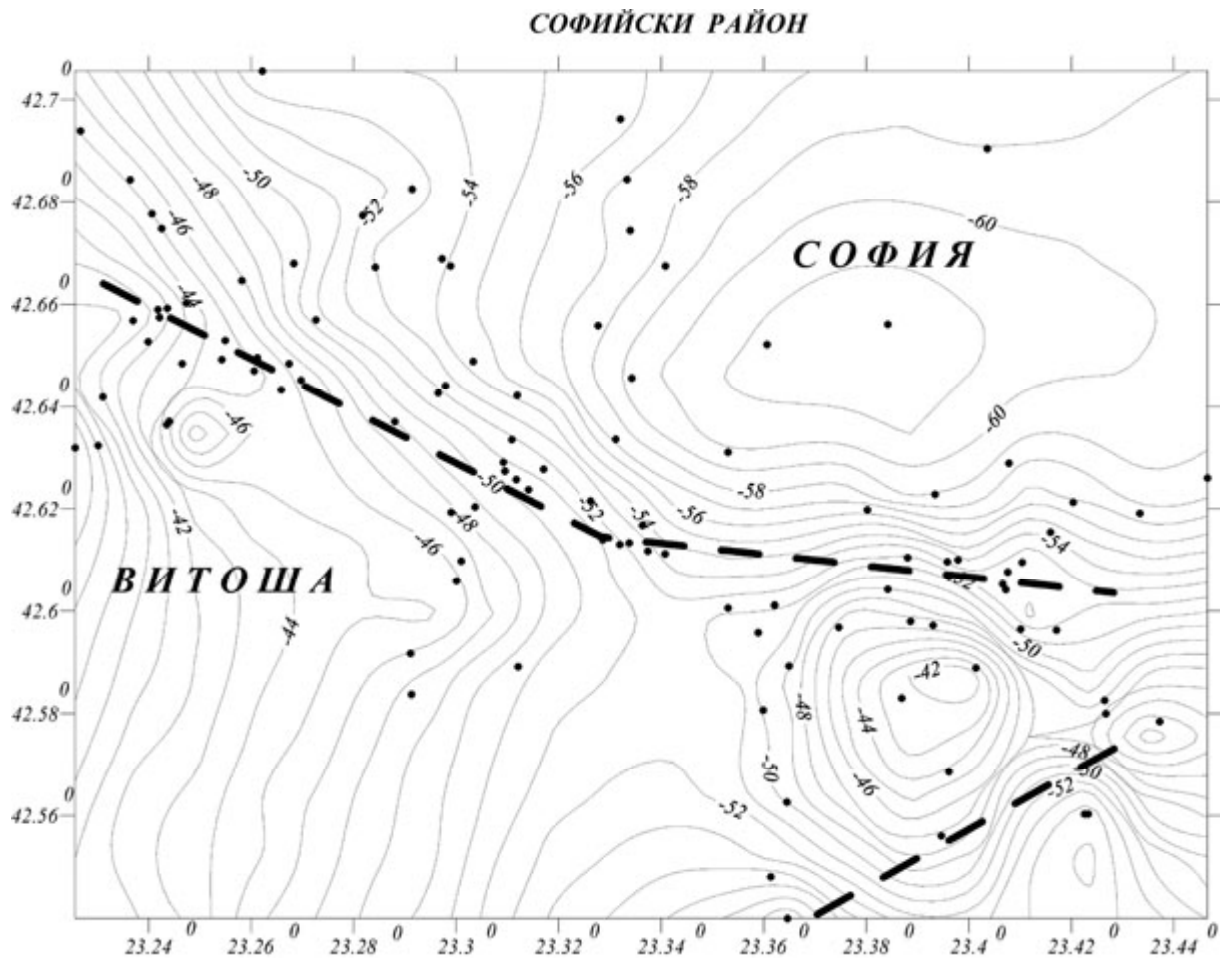
1) В зоните на пресичане на гравиметричните ходове с Витошкия разлом имаме негативните промени в аномалиите „Буге“ при рязкото издигане на релефа и рязките отклонения в техните дисперсии;

2) Витошкият разлом се маркира като съществено нарушение в геоложките структури, като неговото локализиране по гравиметричните данни е отместено успоредно на картирания от френските сеизмотектоници Б. Мейер и Р. Армижо Витошки разлом;

3) Гравиметричните данни свидетелстват, че Витошкият разлом продължава на югоизток в т.нар. от акад. Стр. Димитров Искърска дислокация (Яранов, 1960), както и на запад към град Баня (Армижо и Мейер, 1993).

4) За по-детайлно локализиране на главните тектонски нарушения е необходимо да се измерват и вертикалните градиенти на силата на тежестта.

Резултатите от това изследване са предпоставки за извършване на детайлни геодинамични изследвания чрез гравиметрични, нивелачни и GPS геодезически измервания по вече изградените мрежи и профили.



Фиг. 1. Карта на аномалии Буге, система WGS 84, плътност  $2.67 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

## Литература

Армижо, Р. Б. Мейер. 1993. Теренна експедиция в България 1993 г. (лични контакти).  
 Юзевович, А. П., Л. В. Огородова. 1980. *Гравимет-*

*рия*. Москва, „Недра“, 319 с.  
 Яранов, Д. 1960. *Тектоника на България*. София, Техника, 250 с.