

STRUCTURAL-KINEMATIC INTERPRETATION OF SMALL-AMPLITUDE TECTONIC DEFORMATIONS SPREAD WITHIN SABURTALO SYNCLINE AND LISI ANTICLINE

L. Basheleishvili*, G. Beridze*, M. Kumelashvili**, G. Kanchashvili***

* *Alexandre Janelidze Institute of Geology of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University*

** *Georgian Technical University*

*** *Ivane Javakhishvili Tbilisi State University*

DOI: <https://doi.org/10.52340/pajig.2024.136.06>

Abstract. Of the existing deformation structures identified by us within the Saburtalo syncline and Lisi anticline, small faults of latitudinal and meridional strike prevail, which by their kinematics correspond to upcast and downcast faults. Several gentle faults are noted across the pitch of layers, which then pass into folded deformations. All these deformations point to the leading role of north-directed vectors of horizontal compression and at the same time, since their intensity increases to the east, it is thought to be caused by the dynamic influence of the Tbilisi meridional deep fault on a certain area.

Key words: tectonic deformation; kinematics; faults.

საკვანძო სიტყვები: ტექტონიკური დეფორმაცია; კინემატიკა; რღვევები.

გაფართოებული რეზიუმე

საბურთალოს სინკლინისა და ლისის ანტიკლინის ფარგლებში განვითარებული მცირემპლიტუდიანი ტექტონიკური დეფორმაციების სტრუქტურულ-კინემატიკური ინტერპრეტაცია. ლ. ბაშელეიშვილი, გ. ბერიძე, მ. კუმელაშვილი, გ. ყანჩაშვილი. მცირემპლიტუდიანი ტექტონიკური დეფორმაციების (ნაოჭები, რღვევები, სხვადასხვა ფლექსურული ფორმები, რომელიც არ აღემატება რამდენიმე ათეული სანტიმეტრიდან რამდენიმე მეტრამდე და განვითარებულია უფრო დიდი ნაოჭა სტრუქტურების ფარგლებში) გამოვლენა და შესწავლა გვაწვდის მნიშვნელოვან ინფორმაციას რეგიონის ტექტონიკის დინამო-კინემატიკური განვითარების შესახებ. ამ მცირე ზომის დეფორმაციებს, ხშირად, მეორეულ სტრუქტურებსაც უწოდებენ.

ზოგადად, ტექტონიკური დეფორმაციების ხასიათის შეფასებისას, მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება მათ სივრცობრივ განლაგებას და გარკვეულ მონაკვეთზე სტრუქტურების ინტენსივობის (სიხშირის) დადგენას. ამავდროულად, გათვალისწინებული უნდა იქნას მათი სტრუქტურულ-კინემატიკური პარაგენეზისები.

ნაოჭა ზონებში დაფიქსირებული ბუნებრივი ტექტონიკური დეფორმაციების ფორმირების მექანიზმი და გენეზისი მრავალფეროვანია. ეს თავის მხრივ, ასახვას პოულობს ისეთ მაჩვენებლებში, როგორცაა სტრუქტურების კონტრასტულობა და გავრცობადობა. ზოგ შემთხვევაში, იკვეთება რეგიონული რღვევების დინამიკური ზემოქმედების უბნები (ზონები), რაც ითვალისწინებს არსებული სიღრმული რღვევების მიმდებარე ტერიტორიების ფარგლებში განვითარებული ნარჩენი, მყიფე დეფორმაციების არსებობას, რაც გამოწვეულია აღნიშნული რღვევების გასწვრივი გადაადგილებებით.

საბურთალოს სინკლინი და ლისის ანტიკლინი წარმოადგენს ქ. თბილისის ტერიტორიაზე განვითარებულ ძირითად პლიკატურ სტრუქტურებს. ისინი, ზოგადად განედური მიმართულებისაა და ტექტონიკურად განლაგებულია აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონის აღმოსავლეთი დაძირვის ფარგლებში. აღნიშნული ნაოჭები აგებულია ზედა ეოცენური და ოლიგოცენურ-ქვედამიოცენური ნალექებით. ორივე ეს ნაოჭი, აღმოსავლეთით, მდ. მტკვრის ხეობაში განიცდის უნდულაციას და იძირება უფრო ახალგაზრდა მიოცენურ-პლიოცენური ნალექების ქვეშ. სტრუქტურული თვალსაზრისით, ლისის ანტიკლინი ასიმეტრიული აგებულებისაა, მისი ჩრდილო ფრთა უფრო ციცაბოა ($50-60^\circ$), ვიდრე სამხრეთი ($25-35^\circ$). საბურთალოს სინკლინი ძირითადად ასიმეტრიული აგებულებისაა და მისი ფრთების დახრა არ აღემატება $15-40^\circ$ -ს.

ჩვენ მიერ, აღნიშნული ნაოჭა სტრუქტურების ფარგლებში ჩატარებული საველე სამუშაოების შედეგად, დაფიქსირდა მცირეამპლიტუდიანი ტექტონიკური სტრუქტურები: რღვევები, ნაოჭები და ფლექსურები. გარდა ბუნებრივი გამომწვევებისა, ქ. თბილისის ფარგლებში, შესწავლილია ბინათმშენებლობის პროცესში ახლადგაჭრილი ფუნდამენტების ქვაბულები. აქ გამოვლენილი ტექტონიკური სტრუქტურები წარმოადგენს ახალ, პირველად მასალას.

როგორც ჩანს, მცირეამპლიტუდიანი რღვევითი სტრუქტურების ინტენსივობა იზრდება დასავლეთიდან აღმოსავლეთისკენ, ე.წ. თბილისის სუბ-მერიდიანულ სიღრმულ რღვევასთან მიახლოებისას, რაც გვამღვეს საშუალებას დავუშვათ მოსაზრება, რომ ეს გამოწვეულია აღნიშნული რღვევის დინამიკური ზემოქმედებით. ამავდროულად, ეს მონაკვეთი წარმოადგენს ლისის ანტიკლინის საკმაოდ დამრეცად დახრილ ($10-15^\circ$) პერიკლინურ დაბოლოებას. სწორედ ეს მონაკვეთი წარმოადგენს ცნობილი ვაშლიჯვრის მეწყრული მოვლენების არეალს.

ამრიგად, ჩვენ მიერ ლისის ანტიკლინისა და საბურთალოს სინკლინის ფარგლებში გამოვლენილ რღვევით სტრუქტურებს გააჩნია მკვეთრად გამოხატული მერიდიანული და ნაწილობრივ განედური მიმართულებები, რომელთა კინემატიკური ბუნება შეესაბამება ნახსლეტებს, შესხლეტებს და იშვიათად ნაწევებს. ეს დეფორმაციები მიუთითებს ჩრდილოთი მიმართულების ჰორიზონტალური კუმშვის ვექტორების არსებობაზე. ამავ დროს, მათი ინტენსივობის ზრდა აღმოსავლეთით, მიანიშნებს თბილისის სიღრმული რღვევის დინამიკური ზემოქმედების არეალის არსებობაზე.

INTRODUCTION

Detection and study of small-amplitude tectonic deformations (folds, faults, various flexural forms), having the size from several centimeters to several meters ($3-5$ mm), developed within other large structures, gives significant information about the general dynamo-kinematic development of the region. The formation of these structures is most often associated with secondary tectonic deformations.

Important moment when assessing the nature of tectonic deformations is their spatial location and assessment of the intensity of manifestation of such structures on a certain area. At that, the structural-kinematic pattern and their parageneses must be taken into account. Natural deformations recorded in folded structures are infinitely diverse both in their tectonic

mechanism and in the genetic nature of the deforming forces. At the same time, the term "area of dynamic influence of faults" is understood as a part of the space surrounding the fault in all three dimensions, in which residual (plastic or rupture) elastic traces of deformations caused by the formation of the fault and movements along it are manifested (Sherman, Bornyakov, Buddo, 1982). The structures of small forms in stable or brittle rocks that are not significantly deformed, before the continuity is broken, are similar in nature to those observed during the destruction of brittle materials.

METHODOLOGY

Field works were carried out within the Saburtalo syncline and Lisi anticline: namely, on the disjunctive and plicative structures recorded in the naturally exposed valleys of the Vere River and its tributaries, as well as in the same area, artificially cut for constructions of different scales. As a result of a detailed structural analysis of the mentioned structures, which includes numerous measurements of bedding elements and determination of displacements amplitudes of the structures, the geometry and kinematics of the disjunctive and plicative structures were described in detail and identified. The exposures were photo illustrated and their locations were recorded on the structural and geological map using GPS.

TECTONIC REVIEW

The Saburtalo syncline and the Lisi anticline are one of the main plicative structures of the Tbilisi district. Having a generally latitudinal strike, they are located within the eastern subsidence of the Adjara-Trialeti folded zone and mainly of the Upper Eocene and Oligocene-Lower Miocene rocks are composed (Fig.1).

The Upper Eocene deposits in the adjacent to Tbilisi region are lithologically divided into two suites: the lower - Navtlughi and the upper – Tbilisi nummulitic suites. The Navtlughi suite is represented by dark-grey platy carbonate, weakly carbonated clays with rare sandstone inter-layers. The thickness of the Navtlughi Suite varies from 50 to 260 m. Sometimes it reaches 400 m (Devdariani, 1971). For example, in the section of the village Lisi its thickness is 150-170 m.

The Tbilisi nummulitic suite conformably replaces the Navtlughi suite and is characterized by an abundance of clayey-marly rocks, Maikop-like clays. To the north of the Teleti ridge, the right bank of the Kura River, the nummulitic suite is represented by alternating packs (10-100) of thick-layered coarse-grained sandstones (30-80).

The thickness of the Tbilisi Numulitic Suite according to well sections is 900-1000 m.

The Oligocene deposits within the studied region are considered as a thick series of lower molasses known as the Maikop Suite (Laliev, 1964).

The thickness of rocks of the Middle and Upper Oligocene is 100-150 m. One of these sandstone packs is clearly visible along the Vake-Saburtalo road.

In general, the Oligocene-Lower Miocene (Maikop suite) in the studied region is represented by coarse-grained quartz-arkosic and graywacke sandstones and carbonate and bituminized clays.

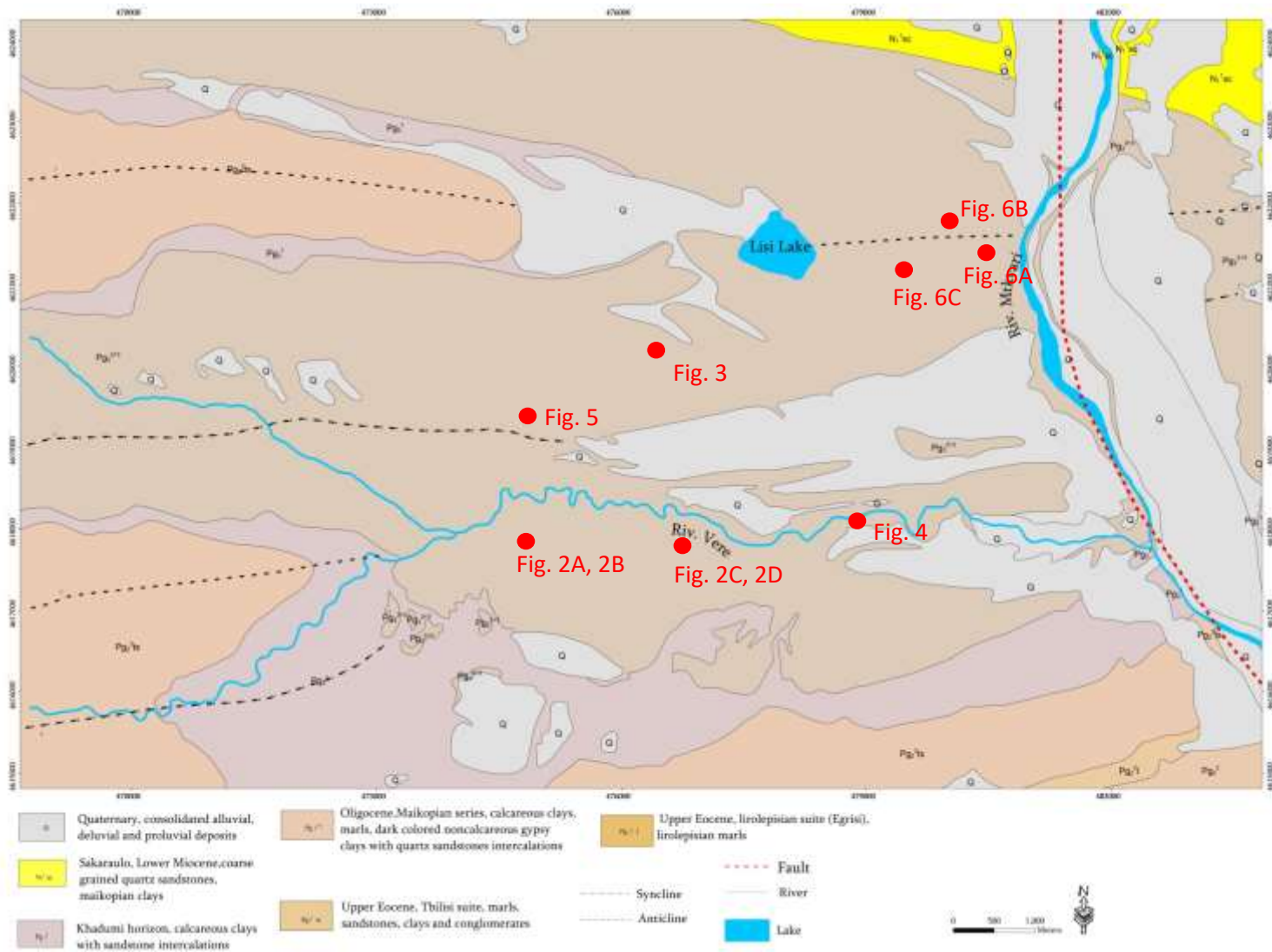


Fig.1. Geological map of Tbilisi (Gamkrelidze, Tsamalashvili et al. (2008) based on Geological map by Papava, Devdariani, Ageev, 1971).

Both of these above-mentioned folds plunge in an easterly direction and, gradually decreasing in size, plunge under the young deposits of the Sakaraulo horizon. Structurally, the Lisi anticline is built asymmetrically, its northern limb (50-60°) is steeper than the southern one (25-35°). The Saburtalo syncline has a generally symmetrical structure with inclination angles not exceeding 15-40°.

The structural indicators of these folds are clearly visible in its central part along the meridian of Lake Lisi, here the limbs of the fold are clearly visible and further to the east there is a gradual undulation (submersion), which is reflected in the periclinal closure of the layers and the angles of incidence become gentle. The Saburtalo syncline, on the contrary, widens in the eastern direction and younger deposits appear in its fold. The meridional flow of the Kura River within Tbilisi (from the village Avchala to Ortachala) is the visual boundary of these folds plunging to the east. On the other hand, this section of the meridional flow of the Kura River is distinguished by a number of tectonic factors. First of all, the so-called Tbilisi deep fault of meridional extension passes here, confirmed by both geological (Gamkrelidze et al., 2008) and geophysical (Gamkrelidze et al., 2008) data. At the same time, the last strong earthquake of 2022 with its epicenter in Tbilisi is timed to coincide with this deep fault.

Field studies conducted by us within these two folds, along the entire extent, yielded interesting results; many small-amplitude tectonic faults and folds were recorded. In addition to natural geological outcrops, this became possible due to the vigorous construction activity carried out within the city of Tbilisi. During the preparation of pits for the construction of houses, new geological sections were exposed, where many tectonic structures were recorded (Basheleishvili, Gabarashvili, 2022).

In the river Vere gorge within the northern limb of the Mamadaviti anticline cross secondary structures are noted. Structures of similar origin are fixed further west in the area of village Tsveri (Fig. 2).

Thus, on the southern limb of the Lisi anticline, many meridional faults were recorded along the entire seven-kilometer latitudinal segment, the amplitude of which does not exceed 2-3 m, in some cases, reaching 5-10 m. (Fig. 3).

Within the southern slope of the Saburtalo syncline, both latitudinal and meridional faults are noted (Fig. 4, 5). In addition, in the trough of the western part of the syncline, several asymmetric folds with an inclination of the axial planes to the north accompanied by a fault of the same direction are recorded.

As can be seen from the collected material, the intensity of small-amplitude fault structures increases from west to east as they approach the so-called Tbilisi meridional deep fault and that suggests the existence of a zone of dynamic influence of this fault. In the immediate vicinity of the Kura River gorge of the periclinal part of the Lisi anticline closure, several small-amplitude faults and flexural bends of the immediate axial part of the fold are observed (Fig. 6). In addition, it should be noted that intense landslide processes developed during the construction of the road in 2022-2023 are confined to this part of the fold.



Fig. 2. Secondary structures in the river Vere valley.



Fig. 3. Small-amplitude faults developed in the southern limb of the Lisi anticline.



Fig. 4. Small-amplitude faults and flexures developed in the southern limb of the Saburtalo syncline.



Fig. 5. Small-amplitude fault and secondary fold structures developed in the core of the Saburtalo syncline.





Fig. 6. Small-amplitude faults developed at the periclinal termination of the Lisi anticline.

CONCLUSIONS

Thus, from the existing deformation structures, we have identified predominantly latitudinal and meridional strike faults, which by their kinematics correspond to upcast and downcast faults. Several gentle faults are noted across the pitch of layers, then passing into folded deformations.

All these deformations indicate the leading role of north-directed vectors of horizontal compression and at the same time, since their intensity increases to the east, it is thought to be caused by the dynamic influence of the Tbilisi meridional deep fault on a certain area.

REFERENCES

- Basheleishvili L., Gabarashvili K. (2022). Structural-kinematic interpretation of secondary horizontal and parasitic folds. Proc Al. Janelidze Institute of Geology, vol. 134, pp. 80-87 (in Georgian).
- Devdariani E.I. (1971). Geology and oil and gas potential of the eastern subsidence of the Adjara-Trialeti folded system. Diss. for candidate of geol- miner. sci. Geol. Inst., pp. 1-143. (in Russian).

- Gamkrelidze I., Nadareishvili G., Tsamalashvili T., Basheleishvili L., Nadareishvili S. (2008). On Genesis of Tbilisi olistostromes. Proc. Al. Janelidze Institute of Geology, vol. 124, pp. 24-29.
- Gamkrelidze I., Tsamalashvili T., Nikolaeva E., Godoladze T., Javakishvili Z., Elashvili M. (2008). Tbilisi Fault and seismic activity of Tbilisi environs (Georgia). Proc. Al. Janelidze Institute of Geology, vol. 124, pp. 30-35.
- Laliev A.G. (1964). Maikop series of Georgia. "Nauka", Moscow, pp. 1-295 (in Russian).
- Papava D., Devdariani E., Ageev V. (1971). The results of geological survey works and structural drilling within the eastern subduction of the Adjara-Trialeti folded system. Geological report according to the works of 1968-1970, 209 p. in Russian.
- Patalakha E.I. (1985). Tectonofacies analysis of folded structures of the Phanerozoic. "Nedra", Moscow, pp. 1-168 (in Russian).
- Sherman S.I., Bornyakov S.F., Buddo V.Yu. (1983). Areas of dynamic influence of faults (modeling results). "Nauka", Moscow, pp. 1-112 (in Russian).

ORCID iD

Levan Basheleishvili - <https://orcid.org/0009-0002-6286-7710>

Giorgi Beridze - <https://orcid.org/0000-0002-9573-8600>

Mariam Kumelashvili - <https://orcid.org/0009-0002-3818-7635>

Gvantsa Kanchashvili - <https://orcid.org/0009-0001-8348-6979>