

Original scientific paper

UDC 528.9(497.11)  
<https://doi.org/10.2298/GSGD2401451B>

Received: April 18, 2024  
Corrected: June 01, 2024  
Accepted: June 13, 2024

**Saša Bakrač<sup>1</sup>, Boris Vakanjac\*, Stevan Radojčić\*, Dejan Đorđević\*, Vladan Tadić\***

\* *Military Geographical Institute - "General Stevan Bošković"*

## **SIGNIFICANT RESULTS OF SERBIAN MILITARY TOPOGRAPHICAL AND CARTOGRAPHICAL ACTIVITIES**

**Abstract:** Serbian military topographic and cartographic activity has existed for almost 150 years. During that time, a relatively small country like Serbia faced difficult temptations but successfully produced topographic maps. During this period, Serbia was affected by numerous wars and other trials. First, there was a war for liberation with the Turkish Empire, then came the Balkan Wars, the First and Second World Wars and the transformation of Yugoslavia from a kingdom into a socialist state, as well as the final disintegration of Yugoslavia. During all that time, the Serbian army managed to create maps that were a necessary tool used by many civilian institutions. Serbian military topography developed solutions related to geodetic surveying, and cartography provided and developed many maps of different scales with appropriate cartographic keys. Although it often faced difficult situations, the Military Geographical Institute - MGI managed to recover, train new personnel, and continue with topographic surveying, map making, aerial photogrammetry, application of satellite images and implementation of digital technology. In this paper, we provide primary data on the development of military cartographic and topographic activity through a presentation of results and activities from establishing the Military Geographical Institute to the present day. The topographic activity, in addition to topography, includes trigonometric and levelling surveying.

**Key words:** cartography, topography, Military Geographical Institute, Serbia

---

<sup>1</sup> [sasa.bakrac@vs.rs](mailto:sasa.bakrac@vs.rs) (corresponding author)  
Saša Bakrač (<https://orcid.org/0000-0003-0211-3765>)  
Boris Vakanjac (<https://orcid.org/0000-0002-9429-6943>)  
Stevan Radojčić (<https://orcid.org/0000-0001-7203-0637>)  
Dejan Đorđević (<https://orcid.org/0009-0001-5070-196X>)  
Vladan Tadić (<https://orcid.org/0009-0009-5030-5551>)

## Introduction

Since the Second Department of the Supreme Command was established on February 5th, 1876, and later the Geographic Department until today (2024), the topographic map is the primary product of Serbian military cartography. The first map created by the work of this institution is the 1:300,000 Scale Map of the South Morava Basin, published in 1881. From then until today, the Military Geographical Institute - MGI (successor of the Geographical Department) has produced extensive cartographic material, passing through different eras and changes in its development. The institution made a significant contribution to the cartography of Serbia and its environment. In the period between the two world wars, under the direct leadership of general and academician Stevan P. Bošković, MGI grew into an institution of European rank. Its activity was mainly focused on creating a unique geodetic base on the territory of the former Yugoslavia, which materialized through a trigonometric and levelling grid. Mentioned provided the necessary conditions for a topographic survey on a scale of 1:50,000 and creating a series of topographic and overview topographic maps on a scale of 1:50,000, 1:100,000, 1:200,000, 1:300,000 and 1:500,000. MGI created various geographic and thematic maps for the army's needs and other economic, educational, cultural and scientific institutions.

In the field of surveying and creation of cartographic publications, in 1947, with the survey of the territory of Yugoslavia, the creation of a topographic map of scale 1:25,000 began one of the most outstanding results in the institution's history so far. At first, data were collected using the classic topographic method, and since 1952, it has been using the photogrammetric method. MGI completed that task in 1967. This scale map was the basis for creating all other topographic, survey topographic and overview maps editions. The first edition of the Topographic Map of the scale 1:25,000 contained 3029 sheets, and the second 2051 sheets. MGI made other map scales according to the following sequence: 697 sheets of Topographic maps 1:50,000, 200 sheets of Topographic maps 1:100,000, 107 sheets of Topographic maps 1:200,000, 65 sheets of Overview topographic maps 1:300,000, 20 sheets of Overview topographic maps 1:500,000, Overview topographic maps 1:750,000, 45 sheets of World International maps of 1:1,000,000, Relief maps (in three-dimension view) and other products (Marić, 2001).

Since its establishment, the Institute has not changed its primary activity; it has continuously carried out topographical surveying and created maps for military and civilian needs. In its history, the Military Geographical Institute has played a vital role in developing Serbian geodesy, cartography and photogrammetry. Several projects of national importance have been implemented and are being maintained, such as topographical surveying on a scale of 1: 25,000, reference trigonometric, levelling, gravimetric and GPS grids (<https://www.vgi.mod.gov.rs/lat/209/istorijat-209>).

Thanks to its staff, the Military Geographical Institute succeeded in organizing and applying the most modern technological achievements in its work at the beginning of the 21st century. MGI also successfully implemented GIS and other technologies and created digital maps and geo-products in the environment of its geospatial database.

## **Serbian military topographical and cartographical activities**

This work implies the following activities under topographic activity: topographic, trigonometric and levelling surveying.

The topographic survey was initiated using the graphic method, a primary approach from the first survey in 1881 until 1957. This method evolved over time, both instrumentally and methodically. It was based on the application of a graphic instrument – theodolite, graphic table, measuring bar, scale, and drawing tool a stable basis for creating original topographic maps. The method relied on developed state trigonometric grids and local graphic triangulation. It involved determining the position of the landing point for mapping and recording details by direct measurement of distances and vertical angles. This allowed for the display of terrain details and height representation on the original topographic maps. This method, known as the first technological wave in the topographical surveying of Serbia, was succeeded by the second and current technological wave. This wave is characterized by the use of remote sensing, specifically data collection through aerial photography and the use of photogrammetric methods to supplement mapping content.

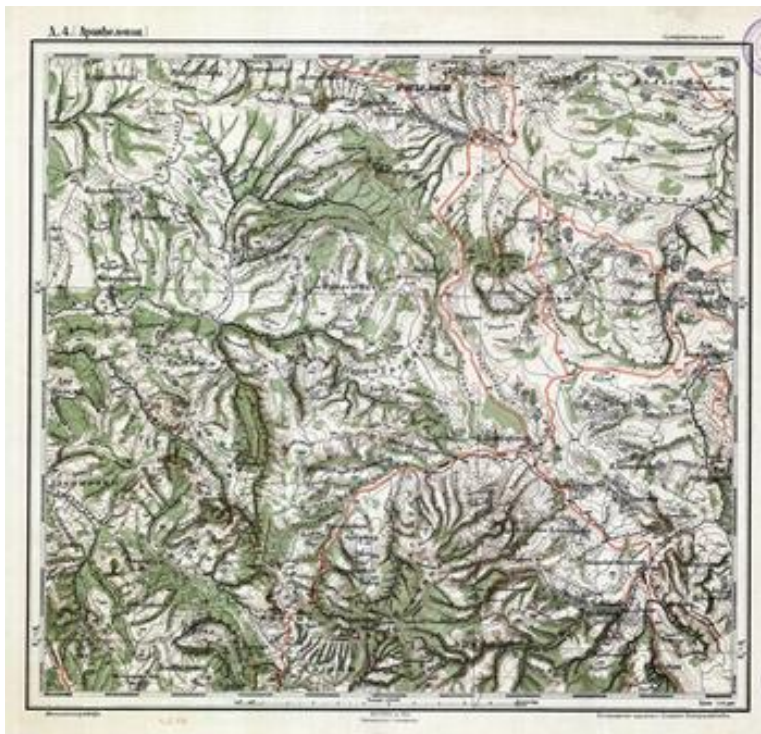
Along with topography, cartographic activity was applied and developed. Since the first topographic maps, the process has been carried out using classical cartographic principles and analogue equipment. Cartographic principles, as well as production equipment, changed and improved over time (Peterca et al., 1974). This process existed until the emergence and conquest of new technologies (at the beginning of the 21st century) and the transition from analogue to digital manufacturing.

### ***Topographical activities in the Kingdom of Serbia***

The Geographical Department of the Main General Staff of the Serbian Army started the topographic survey of Serbia in 1881 and completed it in 1892. It was done on a scale of 1:50,000, semi-instrumentally on a small surveying table. The task was realized by graphical triangulation based on the trigonometric grid in the south, which the Russians developed for the needs of the earlier Bulgarian survey. The survey also included specific astronomical-geodetic points that the Austrians placed on the territory of Serbia in 1874 when they created their 1:300,000 map. Officers of the Geographical Department, who were on a two-year professional training course at the General Staff, and several volunteers from the troop participated in implementing the task. A total of thirty officers participated, among whom were three future field marshals (Ž. Mišić, S. Stepanović, P. Bojović), several future generals (M. Božanović, M. Vasić, B. Janković, M. Marinović) and several future ministers of the army, civil engineering and foreign affairs (J. Praporčević, R. Miletić, V. Antonić, A. Mašin).

Until 1899, the Geographical Department mainly dealt with cartographic activities and producing much-needed maps to establish the basis for accurate, instrumental recording and creation of maps at scales of 1:25,000 and 1:50,000 as a set goal. Along with the survey on a scale of 1:50,000, maps were on sheets with the same format as those used for the survey but on a scale reduced to 1:75,000. The map was officially named the General Staff Map of the Kingdom of Serbia 1:75,000 (Figure 1.), the Department changed its focus from cartographic to geodetic work after this period.

Thus 1906, after extensive preparations and staff training, the Geographical Department started a precise topographical survey of the Kingdom of Serbia. The Institution planned to first record the surroundings of all major cities (garrisons) on a scale of 1:25,000 (with an equidistance of 5 m) and then to record the rest of the territory on a scale of 1:50,000 (with an equidistance of 10 m). The surveying was done using a modern graphic-tachymetric method on a geodetic table. Before the First Balkan War, the surroundings of Belgrade, Niš, Pirot and part of the Valjevo surrounding were surveyed on an area of about 5,200 km<sup>2</sup>. Immediately before the Balkan wars and the First World War, the topographical survey on a scale of 1:25,000 was suspended.



*Fig. 1. General Staff Map of the Kingdom of Serbia, in scale 1:75,000, sheet Arandjelovac*

Almost all the originals of the topographic survey done up to that time on the scale 1:25,000, 1:50,000 and the originals of the map 1:75,000, as well as its revisions/updates, were destroyed during the retreat of the Serbian army on Mountain Žleb in early December 1915 in one of the attacks by hostile local armed groups.

In the realm of trigonometric and level surveying, the sequence of activities was as follows. The first trigonometric grid of the Kingdom of Serbia was in the form of solid lines (triangles), a testament to the rigorous scientific principles of the time. Similarly, the first grid of precise levelling in the Kingdom of Serbia was drawn with broken curved lines, again reflecting the strict scientific standards. Both grids were established on the foundation of the Austro-Hungarian horizontal and vertical basis.

The first trigonometric grid of the Kingdom of Serbia was oriented on Bessel's (1841) ellipsoid using the connection method with the Austro-Hungarian grid through seven

points in eastern Bosnia. It consisted of precisely measured triangles and four bases that operators measured at the time with the most accurate heat-resistant equipment - wires made of invar (an alloy of Ni and Fe). Basic measurements were made in 1904 at four bases, with an average length of about five kilometres: Paraćin, Negotin, Vranje and Loznica. Before and after measuring each foundation, a comparison of the wires was conducted in Belgrade, and their lengths were also compared when measuring on-field comparators (two pillars - pedestals at a distance of 24 m). By 1906, a trigonometric grid of the first, second, and third orders was established (about 1,000 points in total), which had as many as four bases measured by invar wires connected to the Vienna MGI grid. The length measurement accuracy was better than 1:1,000,000, and the mean error of the measured angle, calculated from the closing errors of the triangles, was 0.66". Until the First Balkan War in 1912, astronomical measurements were also made at thirty trigonometric points, designed to settle not only the need for reduction and levelling of geodetic measurements but also to indicate the record of the geoid on the territory of Serbia in the time until 1906, and astronomical measurements until 1912 (Figure. 2).

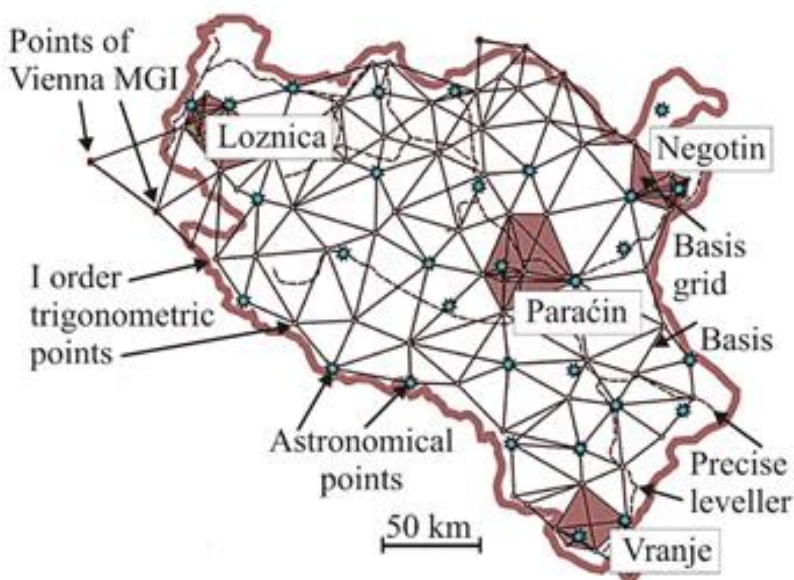


Fig. 2. Basic geodetic grid of the Geographical Department 1899–1912. Source MGI, modified

At that time, it was among the best European triangulations, and the Geophysical Union (MGGU) only recommended at the congress in Rome in 1922 the triangulation of the Kingdom of Serbia. This was done according to the project of Stevan P. Bošković and was not only the first Serbian triangulation but also the first that one of the Balkan nations did alone, without help from other countries.

Since 1905, when the Geographic Department connected the levelling grid with the levelling grid of the Viennese MGI, heights in Serbia were calculated about the mean level of the Adriatic Sea, and no longer the Black Sea, about 1,300 km have been levelled, with an accuracy of better than 1 mm/km. The levelling lines represented a series of height differences read by observing a strictly levelled instrument - levelling to the millimetre

division of the vertically placed levelling slats where between them was the instrument. During levelling, one started from firmly stabilized height points - levelling markers and each levelling rod, then, after completing one measurement, turned around its axis on an iron base - (levelling base) and was reread when the instrument moved in front of it, while the rod that was behind the levelling instrument, transferred in front of it, and so, to the second benchmark. Thousands of kilometres in Serbia and Yugoslavia were levelled this way, and the geometric levelling method is considered the most accurate method in geodesy. The only serious drawback of the levelling grid of the Kingdom of Serbia was that the levelling measurements were processed without the acceleration of gravity along the levelling lines, thus neglecting the real influence of the physical field of the planet Earth on the calculated absolute heights of benchmarks. The entire grid was based on the Austro-Hungarian height grid with one precisely determined height difference on the old railway bridge over the Sava, near today's Belgrade railway station. Like the trigonometric grid, the levelling grid is thickened by inserting lines at smaller distances. Along the grading lines, operators measured with less precise equipment and a more straightforward method than in the first-order network. The Levelling network was dismantled entirely only after the Second World War. In addition to the works above, the Geographical Department established a comparator for invar wires by 1912, carried out basic and polygonal measurements for the needs of the cadastre of the city of Belgrade, together with the Viennese MGI surveyed the Drina basin (from Mali Zvornik to the confluence with Sava River). In 1905, at the request of the Cadastre Board of the Ministry of Finance, the Geographical Department made a significant contribution to the creation of the Belgrade cadastre. The city's trigonometric network was designed, and measurements were made using two bases with invar wires.

It is important to emphasize that horizontal and vertical survey bases were established and maintained separately from the second half of the XIX century to the 90s of the XX century. The horizontal basis, in the form of a grid of trigonometric points, was established by triangulation, while the height basis, in the form of levelling lines between height marks - benchmarks, was established by geometric levelling. Geographic Department and later MGI applied trigonometric levelling in parts of the country where the terrain is steep and intersected, and height differences were obtained based on measured vertical angles and known (calculated) point distances. This method determined the heights of trigonometric points on mountaintops or church towers.

### ***Topographical activity of the Kingdom of SHS (Yugoslavia)***

In the newly formed state, the essential prerequisite for realising all topographic and cartographic works was creating a unique geodetic basis for geodetic and other works. The pre-war Serbian triangulation of the first, second, and third orders was extended to the south so that MGI of the new state included all the territories of Yugoslavia without topographic data in a unique geodetic basis. The inherited Austro-Hungarian network had to be supplemented, reworked and modernised during the continuation of work. Since 1918, the Kingdom of SHS (Yugoslavia) has been five times larger than the territory of Serbia. MGI decided to create a topographic map of scale 1:100,000 (with an equidistance of 20 m) for new needs and to extend the pre-war Serbian triangulation and its precise levelling to the south and southeast to the area of Novi Pazar, Sandžak, Kosovo and Metohija, of Montenegro and Macedonia (Figure 3.). The goal was to create a mathematical basis from which modern topographical surveying at a scale of 1:50,000 will be achieved, and then

map sheets of 1:100,000 can be made. Until then, other provinces were part of the Austro-Hungarian Monarchy (Slovenia, Croatia, Slavonia, Dalmatia, Bosnia and Herzegovina) and had a mathematical basis established by the Vienna MGI. Pre-war topographic works in Serbia were also based on it, which guaranteed cartographic continuity on the territory of the newly created state. Work on the creation of a geodetic base on the territory of Novi Pazar, Sandžak, Kosovo and Metohija, Macedonia and Montenegro began in 1920, with pre-war personnel supplemented by Russian topographers, who joined the Military Geographical Institute after the October Revolution (Radojčić et al. 2022).

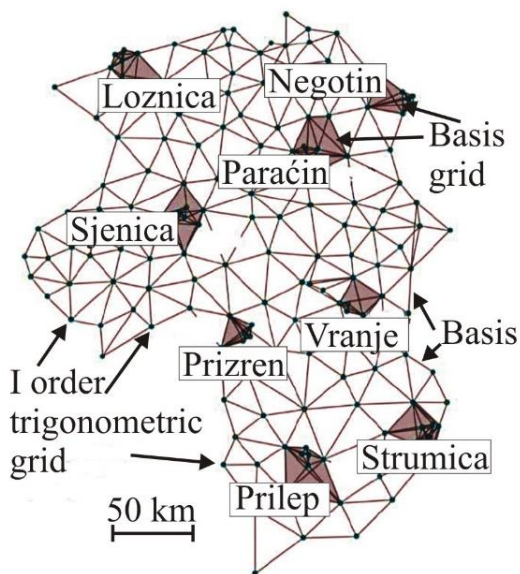


Fig. 3. The trigonometric grid of the Kingdom of Serbia from 1913 extended to Novi Pazar Sandžak, Kosovo and Metohija, Montenegro and Macedonia. Source MGI, modified

After the partial restoration of destroyed points in the war of Serbia's triangulation from 1913, triangulation of the first, second, and third orders was extended to the south, according to the project from 1914. By 1924, MGI created a unique trigonometric network of the first, second, and third order. The General Directorate for Cadastre equipped this network with points of lower order and started a detailed cadastral survey of Serbia from them.

The work on the levelling grid of the newly formed state took place parallel to the work on the trigonometric grid. MGI established a grid of precision levelling throughout the territory, consisting of closed polygons with a total length of about 5,600 kilometres, in which double-sided measurements were made, with Zeiss leveller stations and slats with divisions on invar tape. Measurement accuracy was better than 1 mm/km. This grid connects several places with the levelling works of neighbouring countries. Based on the levelling connection with Bulgaria, geodetic surveyors established, for the first time, the difference between the mean level of the Black Sea (Bulgarian levelling basis) and the mean level of the Adriatic Sea (the central part of Europe levelling basis). On the initiative of General Stevan Bošković, the Greeks expanded the Yugoslav survey, which was brought to their borders, across their territory to Thessaloniki - the Aegean Sea. MGI started the



work on the topographical survey along with the trigonometric and levelling works. The topographical survey first covered the territories of Serbia, Montenegro and Macedonia (about 110,000 km<sup>2</sup>) on a scale of 1:50,000, with isohypses with an equidistance of 20m. The recording was done in polyhedral projection using the graphic-tachymetric method. The topographical survey of Serbia, Montenegro and Macedonia on a scale of 1:50,000 was carried out from 1920 to 1928. MGI completed the topographical survey in 1928 thanks to the engagement of many topographers. When the most urgent work on the topographic survey of the Serbian territories was completed, the focus of the work was transferred to the provinces that were part of the Austro-Hungarian Monarchy until 1918. In those territories, until 1918, the Viennese MGI carried out a land survey on a scale of 1:25,000, based on which it issued map sheets of 1:75,000. When the first surveys of 1:25,000 were achieved, it was decided not to start surveying the territories in the east and south of the country but to revise their content, previously reduced to 1:50,000. The revision of the contents on a scale of 1:50,000 significantly accelerated the work's realization from 1929 to 1933. Geodetic works were carried out using the graphic-tachymetric method, a geodetic table and a ruler. With those works completed in 1933, the entire territory of the Kingdom of Yugoslavia was measured, creating the conditions for the country to be fully presented with a map at a scale of 1:100,000. In 1934, the Military Geographical Institute began work on the country's topographic survey at a scale of 1:25,000 in the Gauss-Kruger projection. Topographic surveying started with the graphic tachymetric method, and since 1936, it has been parallel with the photogrammetric method in mountainous alpine areas (Figure 4.). Based on that survey, 222 sheets of the Topographic Map of the Kingdom of Yugoslavia were made at a scale of 1:25,000.

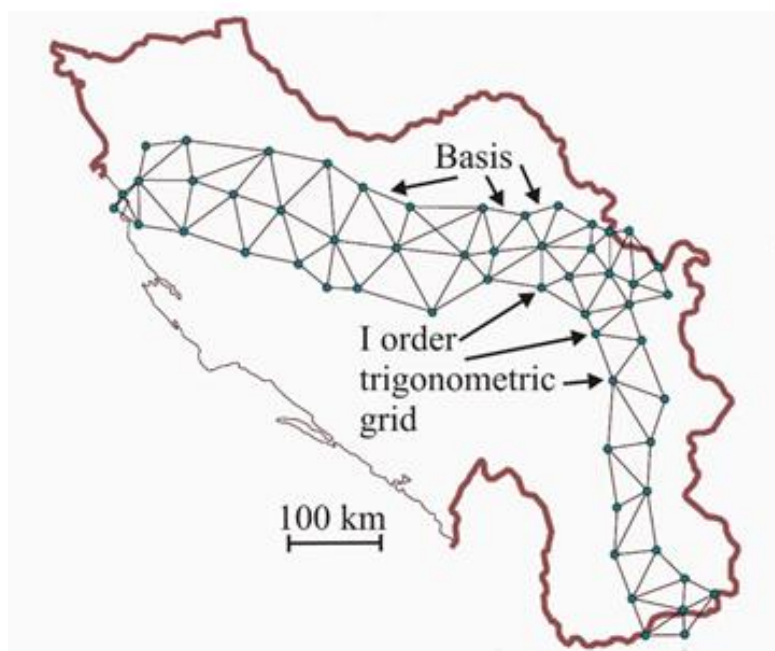
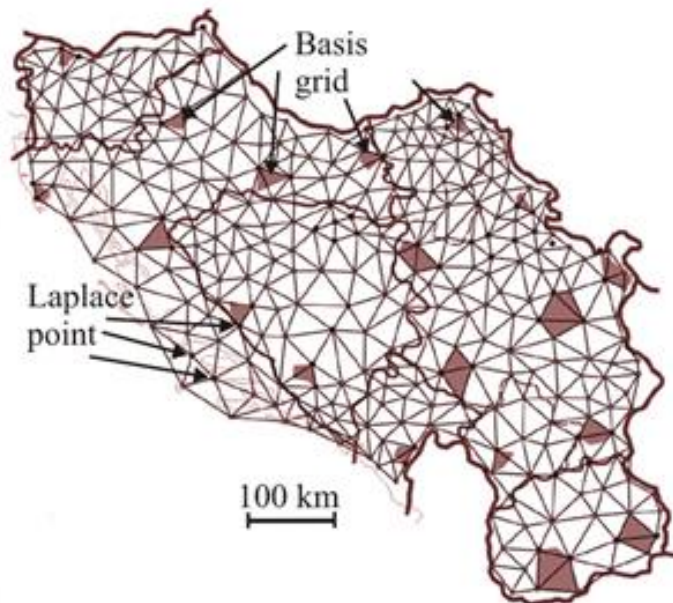


Fig. 4. Yugoslav part of degree measurements along the 22nd meridian and the 45th parallel (state in 1938). Source MGI, modified



### ***Topographical activities after the Second World War***

The Geographical Institute of the Yugoslav People's Army (later MGI) started the first work on the trigonometric grid of the first order on the coast of Montenegro in 1946. By 1948, the institution had completed a complete trigonometric grid of the first order. Subsequent works from 1947 to 1951 aimed to supplement the second and third-order grids. MGI restored from 1952 to 1966, over 8,000 points, and an additional 20,000 new trigonometric points of the III and IV order stabilized. Among the mentioned, plans were made to develop a new astronomical-geodetic grid along with the completion of the trigonometric grid of the first order. The goal was to modernize the first-order grid into an astrogeodetic grid with increased accuracy in geographic positioning, correct orientation, high internal accuracy and consistent scale. Field work for this astronomical geodetic grid began in 1953 and continued until 1973, in close cooperation with the Federal Geodetic Administration. By 1974, MGI had significantly progressed in developing a new astronomical geodetic grid. Eleven new bases and base grids were established, eight old ones were restored, and 38 Laplace and 77 geoid points were established. In addition, control measurements of base networks were carried out using electronic distance meters (Figure 5).



*Fig. 5. Astronomical-geodetic grid of SFRY (state in 1974). Source MGI, modified*

The primary levelling grid in Yugoslavia suffered significant damage during the Second World War; in some directions, it was damaged up to 70%. Reconstruction began in 1946, with some traverses rebuilt and new measurements integrated with the existing ones. In 1948, MGI renamed the primary levelling grid - the high-precision levelling grid, and work continued to supplement and update it. Only from 1954 to 1955 did the levelling grid switch to pre-planned and systematic work, partly under the influence of international recommendations. The primary benchmark was established in Maglaj (Bosnia and

Herzegovina) on geologically and seismically stable terrain. Between 1961 and 1963, this recorder was connected to tide gauges in Split and Dubrovnik. After that, from 1963 to 1966, high-precision levelling was carried out along the Adriatic coast, connecting the tides in Koper, Rovinj, Bakar, Split, Dubrovnik and Bar. During 1968 and 1969, after a survey of the terrain and geodetic-geological assessments, plans were drawn up for a new grid (the second high-precision levelling of the SFRY). New measurements were started in 1970 and were completed in all directions by the end of 1973. The experimental MGI polygon was designed and established from 1989 to 1990 to create a basis for determining the precision and evaluating the accuracy of high-precision geodetic measurement. MGI chose eight points a few kilometres northeast of the building of the Military Geographical Institute, between the Astronomically Observatory on Zvezdara and the Monastery of Saint Stefan in the village of Slanci (Figure 6.). All points are stabilized by pillars with centring devices similar to the army's basic standard pillar in Kovin. Only at point EPVGI 1, located on the high tower of the Astronomical Observatory, was the existing pillar for astronomical measurements and observations, to which a centring device was added.

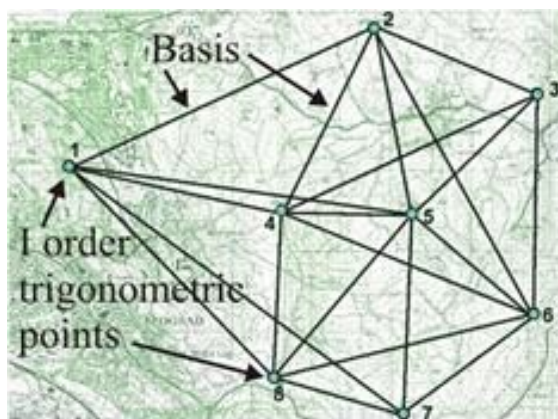


Fig. 6. Experimental polygon of Military Geographical Institute. Source MGI, modified

The longest distance on EPVGI that electro-optical rangefinders can measure is 5.2 km, and the shortest is 1.6 km; the maximum height difference is 123 m. During 1990 and 1991, EPVGI (abbreviation used in geodetic works in Serbia) means "Electronic plans in geodesy and informatics". This abbreviation is used for the electronic management and archiving of geodetic data, including cadastral data, plot plans, geodetic surveys, and the like. This system allows easier access and management of geodetic information, as well as their sharing between different institutions and experts in geodesy and spatial planning) numerous and diverse geodetic measurements were performed. 1990, the first GPS measurements were carried out in Serbia (EPVGI90 campaign). In addition to these measurements, longitudes and horizontal angles, simultaneous observations of zenith distances and determination of height differences were performed at EPVGI. In this period, MGI had ten standards for length and angle in a plane. In addition, MGI is doing measuring with the Micrometre ME5000 type range finder (Šobić, 1953), the primary standard for length and angle in Kovin and the Wild DI3000 range finder with measurement uncertainty  $\sigma = 3 \text{ mm} + 1 \text{ mm/km}$ , theodolite Wild T2, Wild Na 2, the standard for short lengths - invar ruler of Switzerland production, as well as four open benchmarks (poly-

gons) near the MGI building a polygon of horizontal angles in a plane, a polygon of vertical angles in a plane, a polygon of levelling lines and a polygon for height differences.

### ***Topographical activities after the disintegration of the SFRY (1992-2024)***

The carrier of topographical works then was the Geodetic Department of MGI, which performed all types of fieldwork in precise measurements, geodetic surveys and partial geophysical measurements. In 1998 (June 3 to July 2), at the request of the Ordnance Administration, the MGI established a GPS framework called the Artillery GPS Grid (AG-PSM). It was supposed to enable the unhindered use of GPS technology, primarily for military purposes. In 2002, VGI participated in the realization of a project with RGZ (Republican Geodetic Institute) to develop the Serbian Reference Network (SREF). Under the guidance and supervision of MGI experts, operators measured 258 points (30.7% of the total number of SREF points) in 29 working days (from July 23 to August 28, 2002), with eight receivers and two in reserve.

Every year, MGI personnel work on the basic military standards in Kovin, which lasts for three weeks (spring or autumn). The working method applied is identical to the procedures described earlier. The first organizational problems related to the work at Experimental Field MGI arose in 1992 (primarily due to finances). Field measurements were not done in that or subsequent years. Only in 1994 did consolidation occur, marked by a precision levelling campaign that used two types of precision levellers. In addition, cadets of the 47th class of the geodetic service participated in practical exercises during this period. The initial results of signal reception and GPS network processing were achieved at the Military Geographical Institute experimental site, including the calculation of transformation parameters between the National Coordinate System and the World Geodetic System 1984 (WGS 84). After 1999, for objective reasons, less attention was paid to this training ground than was necessary and justified. However, every year, the MGI Work Plan foresees a smaller-scale task that includes a visit to the training ground and repairs due to minor movements of the poles. At the end of the 1990s, as part of implementing international standards, the Federal Air Traffic Control Authority (FATA) had to gradually switch from the classic navigation system to satellite navigation, using GPS receivers. MGI has established a geodetic base and specific positions of navigation benchmarks on Zlatibor and Zlatar, as well as at the military airport in Kovin.

In the following period, geodetic works continued, primarily in precise measurements, geodetic surveys and partial geophysical measurements. The Military Geographical Institute worked on marking, geodetic determination and maintenance of the state border line along the border of the FRY (Serbia and Montenegro) and neighbouring countries until 2007. Then, the jurisdiction for this type of work is based on the new Law on Cadastre. MGI transferred the survey to the Republic Geodetic Institute. During this period, the MGI used the established reference system for large lengths and angles in Kovin and reviewed the aforementioned gauges and the numerous and varied length and angle gauges in use in the military and, to a lesser extent, in the civilian sector. Field base calibration is performed annually, with the primary significant longitude and angle calibration occurring at Kovin airport. Fieldwork is carried out in spring or autumn and lasts about three weeks. On the primary standard "Kovin", the review of rangefinders and GPS receivers, which the Military Geographical Institute uses and the defence system, is performed. Field calibration is also performed annually - a secondary

standard of length and angle at Lađevci airport. All measuring equipment used in MGI is classified into standards (primary, secondary and working), "B" gauges (parameters that affect the measured value of physical quantities) and "P" gauges (used in the production process, i.e. as a reserve) measuring equipment). For military use, there are measures for length and angle in the plane, for which the Military Geographical Institute regularly controls and maintains secondary standards for length and angle, electronic, electro-optical and laser distance meters, theodolites, levels, measuring rods, measuring tapes, scales, rulers, goniometers, artillery compasses, areological theodolites, tachymeters and tachymetric rods. In time intervals of two years, geomagnetic recording of compensation surfaces is carried out at the military airfields Lađevci, Niš and Batajnica and Military Institution "Moma Stanojlović".

The new concept of creating geo-topographic material exists on several basic postulates. It is generally grouped into three segments: equipment, application of new geodetic-cartographic solutions and creation of GTM (geodetic technical measurements) in the central geo-topographical database (CGTBP) environment. New geodetic-cartographic solutions were created as a result of monitoring and applying standards in the field of geo-topographical material production. All necessary analyses were performed, and MGI examined relevant factors from the defence system. Based on those above, MGI started the development of new geodetic-cartographic solutions related to scale series TK (Topographical map) and PTK (Overview Topographical map); essential mathematical elements; sheet format and orientation; division into sheets and nomenclature; the letter; degree of secrecy; content outside the box and colour. On October 20, 2014, the Minister of Defence verified the proposed solutions and signed the Decision to introduce new geodetic-cartographic solutions; based on the Decision above, the main maps in the Ministry of Defence and the Serbian Army are TK25, TK50, TK100, TK250, PTK500 and MKS1000. Mathematical elements of basic maps in MO (Ministry of Defence) and VS (The Army of Serbia) are standards of the STANAG 2211, with the following references: reference coordinate system - World Geodetic System 1984 (WGS84); the cartographic projection for TK is a transverse Mercator projection in the UTM system (zone of 6° - 34. Zone - T, linear module 0.9996), and for PTK and MKS Lambert's conformal conical projection with two standard parallels; the coordinate grid on the basic maps is according to MGRS.

Topographic works and surveys got a new look with new principles for producing topographic maps and other geo-topographical materials. In essence, this work is always in continuity. It includes the following activities: field preparation of the area before the planned aerial photogrammetric survey (if necessary, field + office), field supplement by going out to the field, and preparation of the field supplementary report.

### **Significant results of Serbian military cartographical activities**

The first map created by the Geographical Department is the Map of the South Morava Basin at a scale of 1:300,000, published in 1881, after the Serbian-Turkish wars of 1876-1878 year. After negotiations, the Principality of Serbia issued the Declaration of Independence and increased its territory by 1/3. Immediately after the end and the demobilization of the army, on December 13, 1878, the newly formed Geographical Department began preparations for this important and complex, but at that moment, very urgent task for the army and the state - the creation of a topographical map of

the entire state territory on the largest possible scale. Serbia did not have such a map, and the need for it, which was great even before independence, became urgent and necessary for further development. As part of the preparations for the realization of that task, the Geographical Department, in the post-war circumstances, which in themselves were difficult, also had to face the fact that there was almost no geodetic and cartographic heritage in Serbia of importance for this type of work - the geodetic basis needed for surveying, staff trained for surveying and cartographic design (drawing) and duplicating maps, geodetic instruments and equipment, not even a printing house for duplicating maps. During two and a half years of preparations, the Geographical Department resolved all these and many other questions, and in 1881, as proof of readiness for the realization of this task, made a map - South Morava Basin - middle part, on a scale of 1:300,000.

The Geographical Department created the second topographic map on a scale of 1:75,000 due to the first topographic survey in 1881-1892. The map is officially called the General Staff Map of the Kingdom of Serbia 1:75,000 (Figure 1.). The map had 95 sheets. It was made in Cassini-Zoldner (Cesar Francois Cassini de Thury, 1714-1784) projection, in five colours, with dimensions 37x33cm. On this map, geographical names were organized, for the first time, during a topographical survey directly on the ground. Geographical names are in Cyrillic script based on the map of the South Morava basin, which is in scale 1:300,000. The General Staff Map of the Kingdom of Serbia served as the basis for creating nine sheets of the General Map of the Kingdom of Serbia 1:200,000 (1893) and nine sheets of the General Map of the Kingdom of Serbia 1:250,000 (1894). The geographical names on those maps were created by downloading and generalizing from the General Staff Map of the Kingdom of Serbia at a scale of 1:75,000. These maps were essential cartographic sources for numerous thematic maps that the Geographical Department produced in this period for the needs of the Army and the state.

The Serbian Army used these maps during the Balkan Wars from 1910 to 1912. In this period, all parts of the 1:75,000 map were revised (supplemented and renewed), and the Geographical Department compiled a 1:150,000 scale map for parts of Old Serbia and Macedonia. The originals of these maps covered the entire warpath of the Serbian Army during the First World War and its retreat and victorious return to the country. In Corfu, later in Thessaloniki, maps and numerous plans were printed, and for the first time, some map sheets, such as the map of the Yugoslav countries, were printed at a scale of 1:200,000. The 1:75,000 map, occasionally adjusted, remained in operation for almost half a century until it was replaced by the Topographic Map 1:50,000, which the MGI produced during the Kingdom of Yugoslavia.

The text that follows describes the development of topographical maps at the scales 1:25,000, 1:50,000, 1:100,000, 1:200,000, and 1:500,000, which form a group of prominent products of the MGI from the end of the First World War to the present day.

Note: TK means Topografska karta - Topographical Map and PTK means Pregledno Topografska Karta – Overview Topographical Map.

### ***Topographical map 1:25,000 (TK25)***

There was a need to create a topographical map scale of 1:25,000; in 1934, topographical surveying began on a scale of 1:25,000, mainly towards the western and northern state

borders of the Kingdom of Yugoslavia. Elements, objects, hydrography, forests and isohypses were drawn on the plans obtained by photographing the topographical originals, based on which operators drew maps in the Gauss-Kruger projection with a grid of square kilometres. From 1934 to 1940, 222 sheets with a length and width of 7' 30' were produced. MGI printed map sheets on offset machines in five colours: hydrography - blue, main roads - red, isohypse at 10m - brown, forests - green and objects - black, divided sheets using the Paris meridian as the initial one and did not label them according to the adopted international division. Also, MGI staff conducted the surveying, drawing, and printing in the same scale, i.e., 1:25,000, without any reduction, contrary to basic cartographic principles. Therefore, the quality of the drawings on the printed map should be higher. During the production of this map, for the first time in the Kingdom of Yugoslavia, names were printed instead of the previously expensive and slow calligraphic writing by hand. MGI printed the map only in the Latin alphabet, omitting the drawing of objects and hydrography in the Cyrillic alphabet. Therefore, drawing, assembling, and reproducing the map became faster and cheaper (<https://www.vgi.mod.gov.rs/lat/28/geodetski-premer-28>).

Work on surveying and creating a new edition of the 1:25,000 topographic map began in 1947, relatively soon after the Second World War. MGI completed the survey in 1967. The last map sheet was printed the following year, in 1968. The printed size of the map is in a 5' x 7' 30" format. Work on the II edition of TK25 commenced in 1968, and MGI finished the supplementary survey for 2/3 of the state territory by 1974. MGI started making the map in 1973 and finished it by the end of 1974. (Figure 7.). The rectangular coordinates were calculated using the dimensions of Bezel's 1841 ellipsoid and the frame of each zone (Gauss-Kruger 5, 6 and 7). As a geodetic basis, the mean level of the Adriatic Sea was determined according to the Trieste tide gauge. The International Map Sheet 1:1,000,000 was the basis for the division. In this way, the territory of SFR Yugoslavia was divided into 3,085 sheets of TK25 (trapezoid). The dimensions of the sheets were 42-38 cm along parallel lines and 37 cm along meridian lines, while their area varied from 97 km<sup>2</sup> in the south to 89 km<sup>2</sup> in the north or an average of 93 km<sup>2</sup>. Classical topographical surveying, using a topographic board and a leveller, is characteristic of the initial period of map-making. The works started in 1947 on five originals and the surroundings of the city of Kragujevac and mentioned above were exclusively the method of recording until the end of 1952. The "transitional key" represents variants of topographic signs used from 1959 to 1961. In those variants, topographic signs from 1952 were abandoned, changed or supplemented and adapted to the conditions of engraving that began to be applied at that time. The "Topographical Key for Maps 1:25,000, 1:50,000 and 1:100,000 per Greenwich" came into force in 1962, although cartographers used most of its characters earlier. In 1965, a "Supplement to the 1962 Topographical Key" was issued, and a modified key was still used in 1974 for the II edition of TK25 (Buder, 1974).

### ***Topographical map 1:50,000 (TK50)***

In 1920, preparations began for a new systematically organized survey of Serbia, Macedonia, Sandžak and Montenegro on a scale of 1:50,000 (Геометарски гласник, 1929). Since 1931, the 1:50,000 scale map has been printed primarily for artillery purposes with a rectangular coordinate grid applied in the Gauss-Kruger projection (Nikolić, 1984). By 1941, the Military Geographical Institute of the Kingdom of Yugo-

slavia issued 357 sheets of 1:50,000 topographic maps with the Paris meridian as the starting point. In the period from 1948 (after World War II) to 1958, the Military Geographical Institute printed the first edition of the 1:50,000 topographic map, also with the Paris meridian as the starting point, and a total of 619 sheets, covering the territory of the SFRY and some parts of the neighbouring countries (Nikolić, 1984; Vojna enciklopedija, 1976). In the middle of 1956, MGI personnel made a decision to create a new topographic map on a scale of 1:50,000. The same year, a task was issued to start the preparatory work on producing the first test originals. These works aimed to get a general idea of the content and appearance of the future map. At the end of 1956, work began on creating the originals of the Niš and Banja Luka sheets. The work continued in 1957, and the sheet Niška Banja was included in the trial series. Compositional originals were made according to verbal instructions without official instructions. The topographical key from 1952 was used for the production, with specific changes in the dimensions of individual signs. At the end of 1957, in November, he began work on the creation of publishing originals for the Niš and Banja Luka sheets. Publishers' originals are made separately by coordinate grid, hydrography, relief, and forests with trees. To approach the creation of publishing originals as organized as possible, short instructions, in written form, regulate the way of making these originals; dimensions are given for drawing highways, forest contours, isolated houses and groups of houses. The production of publishing originals was completed by December 20, and at the end of 1957, MGI printed the first proof sheet - Banja Luka. The sheets are printed in 5 colours based on the first edition of the topographic map at a scale of 1:25,000. The topographic map of the scale 1:50,000 was made in sheets, while the territory of SFRY was mapped on 561 sheets. The southernmost parallel of the territory for mapping the SFRY sheets is  $40^{\circ}45'$ ; the northernmost sheets, in the northwestern part of the country, are limited by the parallel of  $47^{\circ}$ . In terms of longitude, the westernmost sheets extend to  $13^{\circ}15'$  east of Greenwich, and the easternmost covers the territory to  $23^{\circ}15'$ . Longitude is calculated from Greenwich, like other topographical maps issued by MGI after Second World War. MGI used the following primary, supplementary and auxiliary cartographic sources for the preparation of TK50 of the territory of the SFRY:

- Topographical originals of maps with a scale of 1:25,000,
- Printed map sheets at a scale of 1:25,000,
- Photogrammetric and field supplementary materials, and
- Lists of rectangular coordinates of the trigonometric points of the sheet frame.

Supplementary and auxiliary cartographic sources were aerial photographs, topographical and geographical descriptions of the terrain, official statistical yearbooks, geographical literature, and other publications related to the mapped territory (registers of geographical names, lists of inhabited places, population censuses, encyclopaedic and other data of interest for the preparation of maps) (Figure 8.).



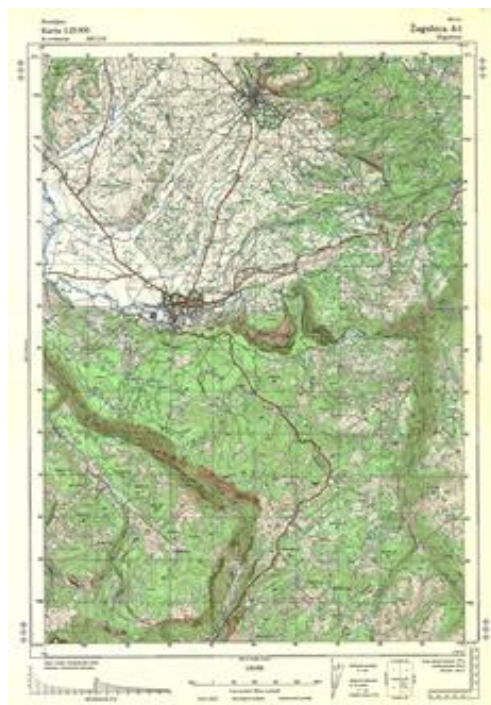


Fig. 7. TK 25, Sheet Žagubica, II edition printed 1971, content is adjusted in 1969.

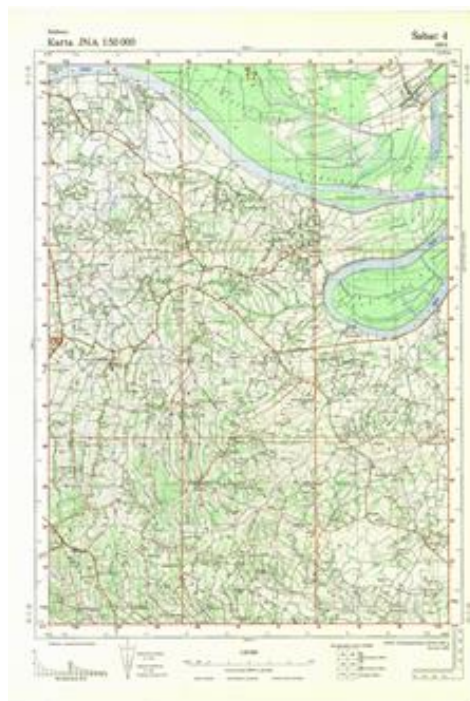


Fig. 8. TK 50 Sheet Šabac 2, I edition, printed in 1967.

In addition to the aforementioned cartographic sources, special instructions and regulations were used to enter certain aspects of content and objects in the map, as well as the latest data from the records service of the Military Geographical Institute. The 1:50,000 scale topographic map was created, like other topographic maps issued by MGI after the Second World War, in the conformal Gauss-Kruger projection of zones 5, 6 and 7 (Vojna enciklopedija, 1976). Using the elements of Bessel's 1841 ellipsoid, rectangular coordinates were calculated within each of the adopted three-degree zones, whose mean meridians are 15°, 18° and 21°, east of Greenwich (Antić, 1979).

### ***Topographical map 1:100,000 (TK100)***

The new topographic maps represent the most significant work of the Military Geographical Institute after the Second World War. Considering the area of the territory that was mapped, TK100 was created in a relatively short period, from 1967 to 1974, and topographic maps 1: 50,000 (TK50) (Nikolić, 1984) served as the primary cartographic source. The new TK100 replaces the map of the same scale with the Paris prime meridian, made between the two world wars. Although this map was repeatedly supplemented with new content, it could no longer meet the needs in terms of fidelity and accuracy of the displayed content. At the end of 1963, the Editorial Board was formed to carry out all the necessary analyses and research to find the most suitable editorial solutions for creating a new map. The Council based its work on the fact that the MGI had already issued several 1:100,000 maps, such as a map of this scale before the Second World War, with a topographical key from 1917 and several map sheets with a key from 1939, then after the Second World War, sheets with the Key from 1952. The map is made in the conformal Gauss Krueger projection of three-level meridian zones. Longitudes are calculated related to the Greenwich meridian as the starting point. The calculations of the rectangular coordinates of the points are performed with the parameters of the Bessel 1841 ellipsoid (Vojnogeografski institut, 1982). The geodetic base consists of state triangulation points and levelling networks. Absolute heights refer to the mean level of the Adriatic Sea, determined according to the tide gauge in Trieste. All trigonometric points of the first and second order are shown on the map. The territory of SFRY is mapped on 160 sheets, and parts of neighbouring states are mapped on the border areas. For the TK100 in 1965, it was decided that the dimensions in arc units were 30' in latitude and 30' in longitude (49 x 69 cm ± 0.5 cm) (Peterca et.al 1974). The basic cartographic source for creating the territory of SFRY was TK50. The content is shown with topographical signs according to the Topographical Key for TK25, TK50 and TK100 from 1962, supplemented in 1965, with specific changes to some signs (Figure 9). Cartographic processing of the last sheets of TK100 was completed in 1974. The last six sheets were printed in 1975 when all the work on the first edition of this map was completed. Due to significant anthropogenic changes in the territory of SFRY, in 1980, preparations began for the next edition of the map. As part of that task, the necessary research and editorial work was carried out, a trial copy of one sheet of the map was made, changes were made to some earlier editorial solutions, and in 1982, the Instruction for the execution of works on the second edition of the map was issued (Čolović, 1984).

### ***Topographical map 1:200,000 (TK200)***

The Geographical Department of the Main General Staff of Serbia produced the first Serbian military topographic map with a scale of 1:200,000 in 1891-93 years. The map appeared in 1893 and was made using the cartographic method of generalization based on the General Staff map at a scale of 1:75,000. It consisted of 9 sheets measuring 55 x 50 cm

and was printed in 4 colours: hydrography blue, relief grey, forests green and other items in black. The relief is represented by the shading method, under the assumption of vertical illumination and with marked heights of characteristic points derived from average benchmarks at the confluence of the Sava and the Danube at a height of 73.3 m above the level of the Black Sea. Its mathematical basis was the Cassini projection. Bessel constants of the Earth's ellipsoid from 1841 were used for the calculations; the meridian of Paris was used as the starting point, and the equator as the main parallel. The map was made on the basis of the "Topographic Key" from 1882, with some changes, if necessary, due to the smaller scope and generalization. Immediately after the release of this map, a school edition of the same scale was released. This edition differs from the military version in that it has less detail and is more transparent. For the countries that were then part of the Austro-Hungarian Monarchy and for Bosnia and Herzegovina at the end of the 19th and the beginning of the 20th century, a topographical map with a scale of 1:200,000 was made by the Viennese MGI (Čolović, 1984). The second Serbian military map on a scale of 1:200,000 was produced by the Geographical Department of the Supreme Command of Serbia, which got that name during the wars of 1912/18. Work on the map began immediately after the Serbian National Parliament, on December 7, 1914, unanimously approved the statement of the Royal Government on the purpose of the war that Serbia was waging. Work on the 1:200,000 map of Yugoslav countries continued even after the withdrawal, on Corfu and the Thessaloniki front, and it was issued in 1915/17. as a "temporary autograph edition"; it was prepared and printed in the "Topographic Department and Cartographic Workshop of the Supreme Command and based on the latest Serbian and foreign data". It was printed in 4 colours: relief - dark red (drachenblut), hydrography - blue, forests - green and everything else - black. It was formed according to the "Topographic Key published" in 1917 in Thessaloniki. The map was also made using the Muffling (Karl Freiherr von Müffling 1775-1851) polyhedral projection with sheet dimensions  $1^\circ \times 1^\circ$ , and meridians marked relative to Paris as initial. The calculations were made with the Bessel constants of the Earth's ellipsoid from 1841. The isohypses represent relief with an equidistance of 100 m and the heights calculated around the level of the Adriatic Sea in Trieste, i.e. from the local average benchmark of 3,344 m above the level of the Adriatic Sea established in 1875. This map includes all Yugoslav countries (1918-1974); it is the first sheet on which they are presented as a single entity. Before the Second World War, MGI decided to work on a new General Map with a scale of 1:200,000 based on the previously mentioned map immediately after issuing a certain number of 1:100,000 scale map sheets in 1926. It was made in polyhedral projection with sheets measuring  $1^\circ \times 1^\circ$ . Calculations were made with Bessel's 1841 constants of the Earth's ellipsoid, and the Paris meridian was taken as initial. The relief is represented by isohypses with an equidistance of 40 m. Three sheets of this map were made and printed: Skopje, Niš and Priština, and two sheets were prepared: Novi Pazar and Pljevlja. However, due to the need to complete the 1:100,000 map within 15 years, further work on the 1:200,000 map was suspended in 1928. The 1:200,000 map was utterly identical to the 1:100,000 scale map and differed from it in that it was made on a smaller scale and by the cartographic method of generalization - it had fewer details, four colours were used: relief - brown (sienna), hydrography - blue, vegetation cover - green and everything else - black. It is unclear which sheets were printed this way. Only the number printed in particular years and how many were in preparation were reported, so it is impossible to give exact data. In 1938, new foundations for creating a 1:200,000 scale map were laid for the Niš and Skopje sheets, and work on it began in MGI in 1939.

The new map was made according to the "Topographic Key" published in 1939, and the originals were made for the following sheets: Trieste, Rovinj, Pula, Belgrade, Zadar, Užice, Zaječar, Mostar and Kriva Palanka. The work was interrupted by the war in 1941. On the same basis, the Geographical Institute of NDH produced eight original maps at a scale of 1:200,000 during the Second World War. These originals are Zagreb, Bjelovar, Senj, Kostajnica, Banja Luka, Brod, Mitrovica and Split. On the foundations laid just before the Second World War, the renewed MGI (at that time, the Geographical Institute of the Yugoslav People's Army – GI YPA - GI JNA) continued to produce maps at a scale of 1:200,000 after the Second World War. Instructions for cartographers (which later mainly included instructions for surveying and measurements 1:25,000) were drawn up for execution and adjustment. Copies of maps at a scale of 1:50,000 were used for adjustment. Changes were made in pencil on the spot, and then, as the set of sheets covering one sheet of the 1:200,000 map was completed, the names were traced and written in colour on the four corresponding sheets of the 1:100,000 map, which were immediately sent to the Editor-in-Chief in Belgrade. For this map, after a lengthy discussion, even before the Second World War, a new Key was adopted, the definitive text of which was published in 1939. With that Key, a system of cartographic symbols was introduced that was significantly different from the system introduced in 1882, which was modified by the Thessaloniki edition Key from 1917 (temporary edition), i.e. the edition from 1928. Now, new markings for communications were introduced, whereby the red colour was again adopted for highways and marking the meridian geographic network. The map was created with the Greenwich Meridian as the starting point after Second World War. The MGI TK 200 map is made in 22 sheets (Figure. 10). Each sheet covers a territory of 8900 km<sup>2</sup> and is given in analogue and digital form for the territory of the Republic of Serbia (Radošević, 1984).



*Fig. 9. TK 100 Prijedor, I edition, printed in 1971 1971.*

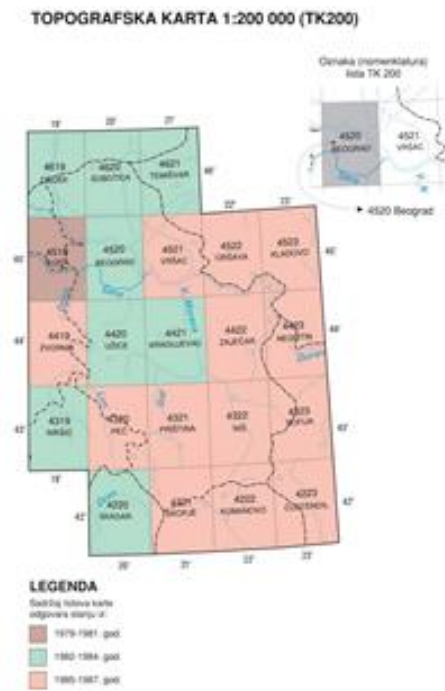


Fig. 10. Position of sheets TK 200, 1979-1987

### **Overview Topographical map 1:500,000 (PTK500)**

The first topographical map with a scale of 1:500,000 was made in the period from 1938 to 1940. It is composed of 6 sheets of 90x61 cm format, it was made in Tissot's (Nicolas Auguste Tissot 1824-1907) conical projection and printed in 14 colours. The map was created on the basis of a topographical map of the scale 1:100,000 from the period before the Second World War. It covered the territory of the Kingdom of Yugoslavia and parts of neighbouring countries and was primarily intended for strategic command. On the map, the relief of the land is expressed by a hypsometric colour scale, settlements are classified according to the number of inhabitants and the importance of the place, highways are classified into three categories and printed in different colours, and the sea is toned according to depth. After the Second World War, an edition of this map appeared under the name "General Geographical Map of the scale 1:500,000", it was made in two stages. In the first, from 1947 to 1954, 47 sheets were built, and in the second stage, from 1969 to 1975, 8 new sheets were made, so a total of 55 sheets were made. The area from 6° to 30° longitude from Greenwich and from 36° to 50° north latitude was mapped. This area includes the Balkan Peninsula (excluding Crete), the Apennine Peninsula, Sicily, Sardinia and Corsica, as well as the southern part of Central Europe and the western part of Asia Minor. The map is constructed in the polyconic Šcotkin projection. The division of the International World Map on a scale of 1:1,000,000 was taken as the basis for dividing the map into sheets - one sheet of this map contains four 1:500,000 sheets. The map sheet has 3° longitude and 2° latitude. The average width of the usable leaf surface is 52 x 48 cm. The map was made based on, at that time, the most modern cartographic sources. For the territory of Serbia and SFRY, these were topographic maps on a scale of 1:100,000



and 1:200,000 with the Paris initial meridian, and for foreign territories on a scale of 1:100,000 to 1:500,000, issued from different publishers and years. The cartographic sources for foreign territories were not complete in scope and content, which created great difficulties in preparing individual sheets. This is mainly due to different ways of mapping the relief because in some cartographic sources, it is mapped using the hatching method, and in others isohypses, where the equidistance differs from the equidistance adopted for the map made by MGI. The map is printed in 9 colours. The map's content is made according to the following: Roads are divided into main roads, roads of the first, second and third order and roads occasionally usable for motor vehicle traffic. All railway lines in regular traffic are shown, along with some important industrial lines and ski lifts. The most critical tunnels and railway stations are presented on the tracks. Railways are divided into railways with one or more normal and narrow gauges. Settlements are classified into three categories: rural settlements and seven categories of urban settlements, depending on the number of inhabitants. In addition, more relevant objects are shown, such as mines, caves, spas, monasteries, oil wells and oil pipelines. The relief of the land is shown with isohypses at equal distances from 100 m to a height of 500 m and further up to 250 m, while the shadow enhances the plasticity of the display. Geographical names are written in Latin script, and foreign territories are written in Serbian-Croatian phonetics and in their original form. In the ethnic areas outside the SFRY, which are inhabited by a population that belonged to one of the peoples of Yugoslavia, in parentheses, below the phonetized name, the names are written in the autochthonous form used in the native language of that area. Considering the circumstances under which it was created, the state of cartographic sources, and technical and technological possibilities, this map played a significant role in its use (Rašidbegović, 1981).



*Fig. 11. Part of relief map, 1:500 000, South sheet*

The disintegration of the SFRY and the formation of new states imposed on the MGI the need for new geodetic-topographic, relief and special maps with cartographic territory from 1996, which is dominantly related to the territory of Serbia and Montenegro - the Federal Republic of Yugoslavia. The 1:500,000 scale map of the FRY was made, composing two sheets in 4 versions under the following names: Overview topographic map of the FRY; FRY school map; Faded print of the FRY; and relief maps of the FRY. The northern sheet is called "Bel-

grade" and the southern "Podgorica". The mathematical elements of the map are identical to the mathematical aspects of the PTK 500 map from the first updated edition printed in 1989. The territory is limited by meridians 180 - 23030' east longitude with Greenwich meridian as primary and 41030' - 46030' north latitude. Geographical elements of the map are represented by the Key (conditional signs) applicable to the relief map of SFRY 1:500,000, published by MGI in 1989 (Dunić, 1996), (Figure 11.) (<https://www.vgi.mod.gov.rs/cir/226/reljefna-pregledno-topografska-karta-1-500-000-226>).

## **Modern methodology for map production in Serbian military cartography**

During 2013 and 2014, MGI completely changed the mathematical basis of its maps, division into sheets, nomenclature, cartographic and editorial solutions related to the design of map content to create new topographic maps. Several decades ago, the Army adopted geodetic-cartographic solutions for military topographic maps based on its current needs, the scientific, technical, and technological possibilities of the time, and sometimes historical circumstances. For example, the Army has used the Bessel ellipsoid 1841 since 1881, the reference coordinate system since 1900 (with geodetic survey parameters since 1892), and the Gauss-Kruger projection since 1924. In the meantime, the Army has considerably changed its needs, geodesy and cartography have radically improved their technical-technological capabilities, and other circumstances that influenced the definition of currently valid solutions (such as the shape and size of the state territory, legal framework, wording, and several international standards) have also changed. With the Law on State Survey and Cadastre, adopted in 2009, the Republic of Serbia defined new reference coordinate systems and surfaces. Instead of the trigonometric grid, it adopted another set of points to materialise the SREF system. Since 2009, the trigonometric grid on which the geodetic solutions used on the MGI edition maps are based has yet to be maintained. Considering the stated reasons, MGI defined and implemented the following geodetic-cartographic solutions for producing new topographic and geodetic-topographic maps. A new scale series has been introduced that includes the following maps: TK25, TK50, TK100, TK250, PTK500 and the International World Map 1:1,000,000 (MKS1000). With the introduction of TK250 maps, the previous editions of TK200 and PTK300 are being phased out, significantly reducing the cost of maintaining a wide range of sheets. Many countries (armies) apply the introduced scale in our immediate and broader environment, and it is also used in civilian cartography. MGI's new reference coordinate system and ellipsoid WGS84 are in use for all scale series. The projection in the UTM coordinate system is also new - Mercator transverse cylindrical projection (Universal Transverse Mercator - UTM). Topographers consider that by switching to these solutions, MGI obtained advantages in the form of better sustainability and greater interoperability (possibility of directly using maps, software, devices for positioning, navigation, and fire control of weapons and other assets acquired on the world market); they published the format and orientation of the cartographic sheet in landscape format, which has a slightly smaller area of geographical content and more extensive content outside the frame. The above information enables a more consistent and even division of sheets from MKS100 to TK25. The format of the paper of printed maps remained unchanged. The division into sheets and nomenclature is fully harmonized with MKS1000: each of the total two MKS sheets for the territory of the Republic of Serbia has 12 TK250 sheets, each TK250 sheet has 9 TK100 sheets, each TK100 sheet has four TK50 sheets, and each TK50 sheet has four



sheets TK25. The nomenclature is defined so that each sheet, in addition to its label, also contains the label of all sheets, on a smaller scale, to which it belongs. As before, the sheets have names determined according to the same principles as the maps.

A unique novelty on all new maps of the MGI edition is that the letters in the printing of geographical names and inscriptions are in Serbian Cyrillic; this applies in part concerning geographical names and inscriptions, as well as in the content outside the box, except for certain abbreviations. Some abbreviations are in English: symbols for units of measurement in the SI system, etc., (when using Latin letters for spelling). The proposal aligns with the legal solutions related to the official use of languages and letters in the Republic of Serbia. In the Geospatial database from which the cartographic production of the entire series of TK and PTK are derived, the Instructions for collecting and writing geographical names and inscriptions on the MGI edition cartographic publications are applied with accompanying manuals. The standards of the United Nations (UN-UNGEGN) for geographical names have been implemented, as well as the corresponding standards of the European geospatial data infrastructure - INSPIRE (Eurogeonames), which imply that the database contains the Latin form of the geographical name, as well as variants of the name (if any), on languages and scripts of national minorities. Map frame content - the legend has been moved from the bottom to the side margin, with a more detailed display of conditional characters and abbreviations. The lower margin has been redesigned, and in a separate section, the relief in the covered area is shown in general; essential explanations for the application of mathematical elements, the reading of coordinates on the map and information about the publisher are given. With GIS technologies, MGI generates and processes maps (<https://www.vgi.mod.gov.rs/lat/229/nove-karte-vgi-229>) (Figure 12).

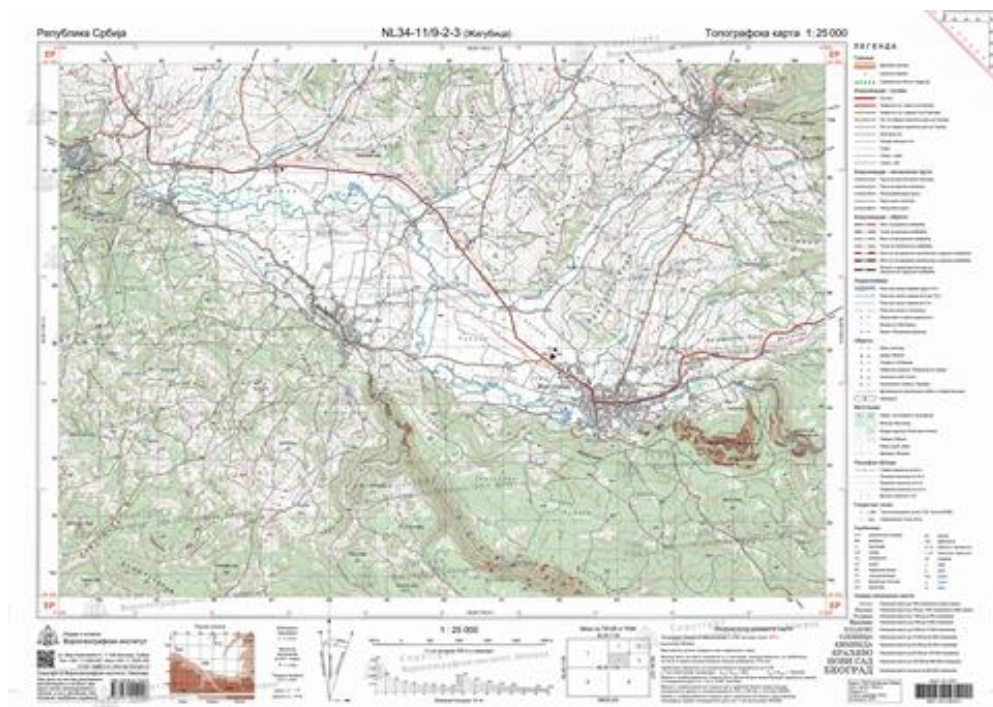


Fig. 12. TK 25, Sheet Žagubica IV edition, in landscape format, printed in 2017.

## Concluding considerations

The Military Geographical Institute is one of the oldest institutions in Serbia that carried out topographical and cartographic activities since its foundation. At the beginning of the paper, it mentions that on February 5, 1876, the Second Department was established. In 1920, it first grew into the Geographical Institute, and later, in 1923, into the Military Geographical Institute as the first military institution to bear the name "Institute". Today, this institute is called the Military Geographical Institute - "General Stevan Bošković" and is an accredited scientific institution in the Republic of Serbia.

The first map in the Kingdom of Serbia created by the work of the Geographical Department is the Southern Morava Basin, published in 1881. The "Second Department" cartographers made the second map on the scientific basis of that time and for the first time by a topographical survey of the country from 1881-1892. They created a 1:75,000 scale map called General Staff Map 1:75,000, which contains 95 sheets. This map remained in military and state use for several decades and represented the essential cartographic source for all smaller-scale maps of the Kingdom of Serbia. Also, in this period, geodesists developed basic geodetic grids (trigonometric triangulation) of the I, II, and III order and made precise levelling and astronomical measurements to determine the geoid's shape.

During the Balkans and the First World War, the Topographic Department of the Supreme Command significantly contributed to the army of the Kingdom of Serbia and its allies. Numerous cartographic and topographic works were carried out throughout the war along all routes and at Corfu, with a special contribution to the preparation and breakthrough of the Thessaloniki front.

In the period between the two world wars, MGI created a unique geodetic base for the entire state territory of the Kingdom of Yugoslavia (triangulation and levelling). Based on that, a topographic survey was made on a scale of 1:50,000, a topographic map on a scale of 1:100,000 and a series of topographic maps on a smaller scale were created. In this period, MGI became a personnel and materially vital institution that successfully met numerous military and state needs and was constantly present in the work and projects of the International Geodetic and Geophysical Union, the International Geographical Union and other international professional and scientific organizations. In that period, the Institute launched large international geodetic scientific projects - measuring degrees along the 22nd meridian and the 45th parallel and participated in other international geodetic and cartographic works and projects.

After the Second World War, MGI continued and completed work on basic geodetic networks. He carried out a topographic and photogrammetric survey of Yugoslavia on a scale of 1:25,000 and, based on it, created topographic, survey topographic and geographic maps on a scale of 1:25,000, 1:50,000, 1:100,000, 1:00, 1:300,000, 1:500,000, 1:750,000 and 1:1,000,000, as well as a large number of thematic maps, for military, economic, school, scientific and other purposes. Along with the work on those above and long-term projects, MGI continuously performs other numerous and diverse tasks - geomagnetic surveying of military airports, marking of state border lines, metrological assurance of large lengths and angles, etc., as well as work related to numerous requirements of commands, units and institutions in connection with geo-topographical support. The collapse of socialist Yugoslavia in the early 1990s, the wars that followed and the econom-

ic situation in the country caused severe problems in the functioning of the MGI. Mentioned required it to adapt to the new circumstances.

Nevertheless, in this period as well, in addition to successfully servicing the ongoing needs of the army and the state for existing products and services, further development of the institution continued. Today, MGI is a successful institute contributing to military topography and cartography by following contemporary trends and developing its achievements.

**Acknowledgments:** This paper was supported by the research project 1.24/2023 and 1.13/2024 "Genesis of geodetic-cartographic activity in the Military Geographical Institute - "General Stevan Bošković" of the Ministry of Defense of the Republic of Serbia

**Note:** all figures in the paper are from archival material of the Military Geographical Institute "General Stevan Bošković"

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

**Publisher's Note:** Serbian Geographical Society stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

© 2024 Serbian Geographical Society, Belgrade, Serbia.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Serbia.

## References

- Antić D. (1979). Topografska karta razmera 1:50 000, Istorijat radova, metode izrade i sadržajne karakteristike. *Zbornik radova Vojnogeografskog instituta*, 8-9.
- Buder I. (1974). Karakteristike izrade i sadržaja topografske karte 1:25000. *Zbornik radova Vojnogeografskog instituta*, 13-43.
- Čolović, G. (1984). Geodetsko-kartografska delatnost u srpskoj vojsci do ujedinjenja jugoslovenskih zemalja 1918. Godine. *Zbornik radova Vojnogeografskog instituta*, 119-125.
- Dunić, M. (1996). Karta SR Jugoslavije razmera 1:500 000. *Zbornik radova Vojnogeografskog instituta*, 17-19.
- Геометарски гласник (1929). *Педесетгодишњица постојања нашег Војногеографског института (1878-1928)*. Орган удружења геометара Краљевина С.Х.С.
- Marić, Č. (2001). Stodvadesetpet godina Vojnogeografskog instituta. *Zbornik radova Vojnogeografskog instituta*, 10, 9-15. <https://www.vgi.mod.gov.rs/lat/209/istorijat-209>
- Nikolić, D. (1984). Izrada topografske karte razmera 1:100 000. *Zbornik radova Vojnogeografskog instituta*, 43-52.
- Nikolić, D. (1984). Nastanak i razvoj topografske karte 1:50 000 do Drugog svetskog rata i obnova njenog sadržaja posle njega, *Geodetski List*, 4-6, 117-122.
- Peterca, M., Radosević N., Milisavljević S., & Racetin F. (1974). *Kartografija*. Vojnogeografski institut.

- Radojčić, S., Bakrač, S., Đorđević, D. (2022). Russian emigrants serving at the Military Geographic Institute in Belgrade from 1920 to 1957. *Glasnik srpskog geografskog društva*, 102(1), 55-86. <http://dx.doi.org/10.2298/GSGD2201055R>
- Radošević, N. (1974). Karta 1:200 000 - Prvo posleratno izdanje Vojnogeografskog instituta. *Zbornik radova Vojnogeografskog instituta*, 95.
- Rešidbegović, R. (1981). Istraživačko-redakcijski radovi na Preglednotopografskoj karti razmera 1:500 000. *Zbornik radova Vojnogeografskog instituta*, 70-71.
- Šiljegović, B., & Todorović, V. (1976). *Vojna enciklopedija*. Geografski institut JNA.
- Šobić, D. (1953). *Istorijski razvoj naše kartografije 1878 – 1953*. Geografski institut Jugoslovenske Narodne Armije.
- Vojnogeografski institut (n.d.). *Geodetski premer*. <https://www.vgi.mod.gov.rs/lat/28/geodetski-premer-28>
- Vojnogeografski institut (1982). *Uputstvo za izvođenje radova na drugom izdanju topografske karte razmera 1:100 000*. Vojnogeografski institut.
- Vojnogeografski institut (n.d.). *Reljefna pregledno-topografska karta 1:500 000*. Vojnogeografski institut. <https://www.vgi.mod.gov.rs/cir/226/reljefna-pregledno-topografska-karta-1-500-000-226>
- Vojnogeografski institut (n.d.). *Nove karte*. Vojnogeografski institut. <https://www.vgi.mod.gov.rs/lat/229/nove-karte-vgi-229>

Оригинални научни рад

UDC 528.9(497.11)  
<https://doi.org/10.2298/GSGD2401451B>

Примљено: 18. априла 2024.

Исправљено: 01. јуна 2024.

Прихваћено: 13. јуна 2024.

**Саша Бакрач<sup>1\*</sup>, Борис Вакањац<sup>\*</sup>, Стеван Радојчић<sup>\*</sup>, Дејан Ђорђевић<sup>\*</sup>, Владан Тадић<sup>\*</sup>**

*\* Војногеографски институт „Генерал Стеван Бошковић“, Београд, Србија*

## **ИСТАКНУТИ РЕЗУЛТАТИ СРПСКЕ ВОЈНЕ ТОПОГРАФСKE И КАРТОГРАФСKE ДЕЛАТНОСТИ**

**Апстракт:** Српска војна топографска и картографска делатност постоји скоро 150 година. За то време једна релативно мала држава попут Србије пролазила је кроз тешка искушења, али је остварила изузетне успехе у изради топографских карата. У овом периоду Србију су погађали бројни ратови и друга искушења. Прво се ратовало се за ослобођење са Турском царевином, затим су долазили Балкански ратови, Први и Други светски рат и трансформација Југославије из краљевине у социјалистичку државу, као и коначни распад Југославије. За сво то време српска војска је успела да створи карте које су биле неопходно оруђе, а које су користиле многе цивилне институције. Српски војна топографија развила је решења везана за геодетско снимање, а картографија је дала и развила пуно карата различитих размера са одговарајућим картографским кључевима. Иако се често суочавао са тешким ситуацијама, Војногеографски институт – ВГИ, успео је да се опорави, обучи нове кадрове, настави са топографским премером, израдом карата, аерофотограметријом, применом сателитских снимака и имплементацијом дигиталне технологије. У овом раду дајемо примарне податке о развоју војне картографске и топографске делатности кроз приказ резултата и активности у периоду од оснивања Војногеографског института до данас. У топографску делатност, поред топографског, укључени су тригонометријски и нивелмански премер.

**Кључне речи:** картографија, топографија, Војногеографски институт, Србија

---

<sup>1</sup> tamara.kovacevic@dgt.uns.ac.rs (аутор за кореспонденцију)

Саша Бакрач (<https://orcid.org/0000-0003-0211-3765>)

Борис Вакањац (<https://orcid.org/0000-0002-9429-6943>)

Стеван Радојчић (<https://orcid.org/0000-0001-7203-0637>)

Дејан Ђорђевић (<https://orcid.org/0009-0001-5070-196X>)

Владан Тадић (<https://orcid.org/0009-0009-5030-5551>)

## Увод

Од оснивања Другог одељења Врховне команде 5. фебруара 1876. године, касније Географског одељења до данас (2024), топографска карта је примарни производ српске војне картографије. Прва карта настала радом ове установе, је Карта слива Јужне Мораве размере 1:300.000, објављена 1881. године. Од тада до данас, Војно-географски институт - ВГИ (наследник Географског одељења) је израдио обиман картографски материјал, пролазећи кроз различите епохе и промене у свом развоју. Институција је дала значајан допринос картографији Србије и њеном окружењу. У периоду између два светска рата, под непосредним руководством генерала и академика Стевана П. Бошковића, ВГИ је прерастао у институцију европског ранга. Његова активност тежишно је била усмерена на стварање јединствене геодетске основе на простору тадашње Југославије, материјализоване кроз тригонометријску и нивелманску мрежу. То је дало потребне услове за топографски премер у размери 1:50.000 и стварање серија топографских и прегледних топографских карата размера 1:50.000, 1:100.000, 1:200.000, 1:300.000 и 1:500.000. Настале су и различите географске и тематске карте, како за потребе војске тако и за друге економске, образовне, културне и научне институције.

У области премеравања и израде картографских публикација, 1947. године, премером територије Југославије почиње израда топографске карте размере 1:25.000, једног од највећих резултата у досадашњој историји установе. Најпре су се прикупљали подаци класичном топографском методом, а од 1952. године коришћењем фотограметријске методе. ВГИ је тај задатак завршио 1967. године. Ова карта - размера представљала је основу за израду свих осталих издања топографских, прегледних топографских и прегледних карата. Прво издање Топографске карте размере 1:25.000 садржало је 3029 листова а друго 2051 лист. Остале размере карата рађене су према следећем низу: 697 листова Топографских карата 1:50.000, 200 листова Топографских карата 1:100.000, 107 листова Топографске карте 1:200.000, 65 листова Прегледне топографске карте 1:300.000, 20 листова Прегледне топографске карте 1:500.000, Прегледне топографске карте 1:750.000, 45 листова Међународне карте света 1:1.000.000, рељефне карте (тродимензионални приказ) и други производи (Marić, 2001).

Од оснивања, Институт није мењао своју примарну делатност, односно, непрекидно је спроводио топографски премер и стварао карте за војне и цивилне потребе. У досадашњој историји, Војногеографски институт је одиграо виталну улогу у развоју укупне српске геодезије, картографије и фотограметрије. Реализовано је и одржава се више пројеката од националног значаја, као што су топографски премер у размери 1: 25.000, референтне тригонометријске, нивелманске, гравиметријске и ГПС мреже (<https://www.vgi.mod.gov.rs/lat/209/istorijat-209>).

Почетком 21. века Војногеографски институт је успео, пре свега, захваљујући свом кадру да организује и примени најсавременија технолошка достигнућа у свом раду. Спроводи се успешна имплементација ГИС и других технологија, израда дигиталних карата и геопроизвода у окружењу сопствене геопросторне базе података.

## Српска војна топографска и картографска делатност

Под топографском делатношћу у овом раду подразумевају се следеће активности: топографски, тригонометријски и нивелмански премер.

Топографски премер започет је применом графичке методе која је била примарна од првог премера 1881. и све до 1957. године. Метода се временом развијала-усавршавала инструментално и методски. Генерално, заснивана је на примени графичког инструмента-теодолита, графичког стола, мерне летве, размерника, алата за цртање и стабилне основе за израду оригинала топографских карата. Метод се ослањао на развијене државне тригонометријске мреже и локалну графичку триангулацију. Методом се обухватало одређивње положаја стајне тачке за картирање и снимање детаља директним мерењем растојања и вертикалних углова ради приказа детаља и висинске представе терена на оригиналима топографских карата. Овај метод премера представља такозвани први технолошки талас у топографском премеру Србије. Други и актуелни технолошки талас у топографском премеру десио се применом даљинске детекције, односно прикупљања података снимањем из ваздуха и применом фотограметријских метода за допуну садржаја за картирање.

Упоредо са топографском, примењивана је и развијала се картографска делатност. Од првих топографских карата, процес је спровођен применом класичних картографских начела и аналогне опреме. Картографска начела као и опрема за израду временом су се мењала и усавршавала (Peterca et al., 1974). Овакав процес био је присутан све до појаве и освајања нових технологија (почетком 21. века) и потпуног преласка са аналогног на дигитални начин израде.

### *Топографска делатност Краљевине Србије*

У организацији Географског одељења (Главног генералштаба Српске војске) 1881. године започето је и 1892. године завршено топографско премеравање Србије. Урађено је у размери 1:50.000, полуинструментално на малом геодетском столу. Задатак је реализован графичком триангулацијом ослоњеном на тригонометријску мрежу на југу, коју су развили Руси за потребе ранијег премеравања Бугарске. Премеравање је обухватало и специфичне астрономско-геодетске тачке које су на територији Србије поставили Аустријанци 1874. године приликом израде своје карте од 1:300.000. У реализацији задатка учествовали су официри Географског одељења, официри који су били на двогодишњем стручном усавршавању у Генералштабу, као и неколико добровољаца из трупе. Укупно је учествовало тридесетак официра, међу којима су били: три будуће војводе (Ж. Мишић, С. Степановић, П. Бојовић), неколико будућих генерала (М. Божановић, М. Васић, Б. Јанковић, М. Мариновић) и неколико будућих министара војске, грађевинарства и иностраних послова (Ј. Прапорчеговић, Р. Милетић, В. Антонић, А. Машин).

До 1899. године, Географско одељење тежишно се бавило картографском делатношћу и израдом преко потребних карата. Да би се успоставила основа за тачно, инструментално снимање и израду карата у размерама од 1:25.000 и 1:50.000, као постављеном циљу, Заједно са истраживањем у размери 1:50.000, карте су биле на листовима истог формата као и они који су коришћени за истраживање, али у размери смањеној на 1:75.000. Карта је званично названа Генералштабна карта Краљевине Србије 1:75.000 (Сл. 1, у енглеском тексту Figure 1, стр. 454). Одељење је



након овог периода променило Фокус са картографског на геодетски рад. Тако је 1906. године, након опсежних припрема и школовања кадра започет прецизни топографски премер Краљевине Србије. Географско одељење је планирало да прво сними околину свих већих градова (гарнизона) у размери 1:25.000 (са еквидистанцом од 5 м), а затим да сними и остатак територију у размери 1:50.000 (са еквидистанцом од 10 м). Снимање је урађено савременом графичко-тахиметријском методом на геодетском столу. Пре Првог балканског рата, околина Београда, Ниша, Пирота и део околине Ваљева била је обрађена на површини од око 5.200 км<sup>2</sup>. Непосредно пред балканске ратове и Први светски рат обустављен је топографски премер у размери 1:25.000.

Скоро сви оригинали до тада урађеног топографског премера у размери 1:25.000, 1:50.000 и оригинали реамбулације карте 1:75.000 уништени су током повлачења српке војске на планини Жлеб почетком децембра 1915. године у једном од напада од стране шиптарских банди наоружаних непријатељских група.

Што се тиче тригонометријског и нивелманског премера, редослед активности текао је на следећи начин. Прва тригонометријска мрежа Краљевине Србије била је у виду пуних линија (троуглова). Прва мрежа прецизног нивелмана у Краљевини Србији исцртана је испрекиданим кривим линијама. Обе су установљене по најстрожим научним принципима тог времена. Тригонометријска и нивелманска мрежа Краљевине Србије ослањала се на аустроугарску хоризонталну и вертикалну основу.

Прва тригонометријска мрежа Краљевине Србије била је оријентисана на Базелов (1841) елипсоид методом везе са аустроугарском мрежом преко седам тачака у источној Босни. Састојала се од прецизно измерених троуглова и четири базе које су мерене најпрецизнијим прибором отпорним на топлоту - жицама од инвара (легура Ni и Fe). Основна мерења су вршена 1904. године на четири базе, просечне дужине од око пет километара: Параћинска, Неготинска, Врањска и Лозничка. Пре и после мерења сваке основе, жице су упоређиване у Београду, а њихове дужине су упоређиване и приликом мерења на теренским компараторима (два стуба - постоља на удаљености од 24 м). До 1906. године успостављена је тригонометријска мрежа I, II и III реда (укупно око 1.000 тачака), која је имала чак четири базе мерене инварским жицама, које су биле повезане на мрежу бечког ВГИ. Тачност мерења дужине је била боља од 1:1.000.000, а средња грешка измереног угла, израчуната из грешака затварања троуглова, износила је 0.66". До Првог балканског рата 1912. године вршена су и астрономска мерења на тридесет тригонометријских тачака, осмишљених да задовоље не само потребу редукције и нивелације геодетских мерења већ и да укажу на запис геоида на територији Србије у времену до 1906. а астрономским мерењима до 1912. године (Сл. 2, у енглеском тексту Figure 2, стр. 455). У том времену је била у врху најбољих европских триангулација, а Геофизичка унија (MGGU) је тек 1922. препоручила на конгресу у Риму триангулацију Краљевине Србије, која је урађена по пројекту Стевана П. Бошковића и била је не само прва српска триангулација већ и прва коју је један балкански народ урадио сам, без помоћи споља.

Од 1905. године, када је направљена веза са нивелманском мрежом бечког ВГИ (од када се висине у Србији рачунају у односу на средњи ниво Јадранског, а не више Црног мора), нивелирано је око 1.300 км, са тачношћу бољом од 1 мм/км. Линије за нивелисање су представљале низ висинских разлика прочитаних посматрањем стрик-

тно нивелисаног инструмента - нивелацијом до милиметарске поделе вертикално постављених нивелационих летвица између којих је инструмент био позициониран. Приликом нивелисања полазило се од чврсто стабилизираних висинских тачака - нивелационих маркера, а свака нивелациона шипка се, након завршетка једног мерења, окретала око своје осе на гвозденој подлози – (нивелационој подлози) и поново читала када се инструмент померио испред ње, док се шипка која се налазила иза нивелмана, пребачена испред њега, и тако, до другог репера. На овај начин нивелисано је на хиљаде километара у Србији, али и Југославији, а метода геометријског нивелмана сматра се најтачнијим методом у геодезији. Једини озбиљнији недостатак нивелманске мреже Краљевине Србије био је то што су нивелманска мерења обрађена без убрзања гравитације дуж нивелманских линија, чиме је занемарен стварни утицај физичког поља, планете Земље на израчунате апсолутне висине репера. Цела мрежа се заснивала на аустроугарској висинској мрежи са једном тачно одређеном висинском разликом на старом железничком мосту преко Саве, код данашње железничке станице Београд. Као и тригонометријска мрежа, нивелманска мрежа је погушћавана убацивањем линија на мањем растојању. Дуж линија за нивелисање, оператери су мерили мање прецизном опремом и једноставнијим методом него у мрежи првог реда. Нивелманска мрежа је потпуно размонтирана тек после Другог светског рата. Поред наведених радова, Географско одељење је до 1912. године успоставило упоређивач за инварске жице, извршило основна и полигонална мерења за потребе катастра града Београда, заједно са бечким ВГИ премерило слив Дрине (од Малог Зворника до ушћа). Године 1905., на захтев Катастарског одбора Министарства финансија, Географско одељење је дало значајан допринос стварању београдског катастра. Пројектована је градска тригонометријска мрежа, а мерења су вршена помоћу две базе са жицама од инвара.

Важно је нагласити да су половине XIX. века до 90-их година 20. века, хоризонтална и вертикална премерна основа успостављане и одржаване одвојено. Хоризонтална основа, у виду мреже тригонометријских тачака, успостављена је методом триангулације, док је висинска основа, у виду нивелационих линија између висинских ознака - репера, успостављена методом геометријске нивелације. Тригонометријска нивелација примењена је у деловима земље где је терен стрм и испресецањ, а висинске разлике су добијене на основу измерених вертикалних углова и познатих (прорачунатих) растојања тачака. Овим методом одређиване су висине тригонометријских тачака на планинским врховима или црквеним торњевима.

### ***Топографска делатност Краљевине СХС (Југославије)***

У новонасталој држави, суштински предуслов за реализацију свих топографских и картографских радова било је стварање јединствене геодетске основе за геодетске и друге радове. Да би се то постигло, извршено је проширење предратне српске триангулације првог, другог и трећег реда на југ тако да се обухвате све територије Југославије на којима није било топографских радова. Током наставка рада, наслеђену аустроугарску мрежу требало је допунити, прерадити и модернизовати. Краљевина СХС је од 1918. године имала пет пута већу територију од Србије. Донесене су одлуке да се направи топографска карта размере 1:100.000 (са еквилинеаром од 20 м) за нове потребе и зато, да се продужи предратна српска триангулација и њено прецизно нивелисање на југ и југоисток до подручја Новог Пазара, Санцака, Косова и Метохије, Црне Горе и Македоније (Сл. 3, у енглеском тексту Figure 3, стр. 457). Циљ је

био да се направи математичка основа из које се може извршити савремено топографско снимање у размери 1:50.000, а затим се могу радити листови карте од 1:100.000. Остале покрајине, до тада у саставу Аустроугарске монархије (Словенија, Хрватска, Славонија, Далмација и Босна и Херцеговина), имале су математичку основу коју је установио Бечки ВГИ. На њој су се заснивали и предратни топографски радови у Србији, који су гарантовали картографски континуитет на територији новостворене државе. Радови на стварању геодетске базе на територији Новог Пазара, Санџака, Косова и Метохије, Македоније и Црне Горе су отпочели 1920. године, са предратним кадровима допуњеним руским топографима, који су након октобарске револуције примљени у Војногеографски институт (Radojčić et al. 2022). После делимичне рестаурације триангулације Србије из 1913. године, чије су многе тачке уништене у рату, триангулација I, II и III реда је проширена на југ, према пројекту из 1914. До 1924. године ВГИ је створио јединствену тригонометријску мрежу првог, другог и трећег реда. Генерална дирекција за катастар је ову мрежу опремила тачкама нижег реда и од њих започела детаљни катастарски премер Србије.

Рад на нивелманској мрежи новонастале државе одвијао се упоредо са радом на тригонометријској мрежи. На целој територији успостављена је мрежа прецизног нивелмана, која се састојала од затворених полигона укупне дужине око 5.600 километара, у којима су вршена двострана мерења, са Zeiss нивелама и летвицама са поделом на инвар траци. Постигнута је висока тачност мерења, боља од 1 мм/км. Ова мрежа је на више места повезана са нивелманским радовима суседних земаља. На основу везе са Бугарском први пут је утврђена разлика између средњег нивоа Црног мора (на коме је заснована бугарска нивелација) и средњег нивоа Јадранског мора (на коме су се заснивали нивелмански радови у централном делу Европе). На иницијативу генерала Стевана Бошковића, Грци су проширили југословенски премер, који је доведен до њихових граница, преко своје територије до Солуна - Егејског мора. Упоредо са тригонометријским и нивелманским радовима започет је рад на топографском премеру. Топографским снимањем најпре су обухваћене територије Србије, Црне Горе и Македоније (површине око 110.000 км<sup>2</sup>), у размери 1:50.000, са изохипсама са еквилинеарном од 20м. Снимање је обављено у полиедарској пројекцији графичко-тахиметријском методом. Топографски премер Србије, Црне Горе и Македоније у размери 1:50.000 је реализован од 1920. до 1928. Топографски премер је завршен 1928. године захваљујући ангажовању већег броја топографа. Када је завршен најбитнији посао на топографском премеру српских територија, тежиште посла је пребачено на покрајине које су до 1918. године биле у саставу Аустроугарске монархије. На тим територијама је до 1918. године бечки ВГИ вршио премер земљишта у размери 1:25.000, на основу чега је издавао листове карте од 1:75.000. Након што су постигнута прва снимања од 1:25.000, одлучено је да се не почне са снимањем територија на истоку и југу земље, већ да се ревидира њихов садржај, претходно смањен на 1:50.000. Ревизија садржаја у размери 1:50.000 значајно је убрзала радове на њиховој реализацији од 1929. до 1933. Геодетски радови су обављени графичко-тахиметријском методом, геодетском таблицом и лењиром. Тим радовима који су завршени 1933. године измерена је цела територија Краљевине Југославије, чиме су створени услови да се земља у потпуности представи са картом у размери 1:100.000. Године 1934. Војногеографски институт је започео рад на топографском премеравању земље у размери 1:25.000 у Гаус-Кригеровој пројекцији. Топографско снимање је почело графичком тахиметријском методом, а од 1936. године упоредо

са фотограметријском методом у планинским алпским областима (Сл. 4, у енглеском тексту Figure. 4, стр. 458). На основу тог премера урађена су 222 листа Топографске карте Краљевине Југославије у размери 1:25.000.

### ***Топографска делатност после Другог светског рата***

Географски институт Југословенске народне армије (касније ВГИ) покренуо је прве радове на тригонометријској мрежи првог реда у приморју Црне Горе 1946. године. Установа је до 1948. године завршила комплетну тригонометријску мрежу првог реда. Накнадни радови од 1947. до 1951. су били усмерени на допуњавање мрежа II и III реда. Од 1952. до 1966. године, обновљено је преко 8.000 тачака, а стабилизовано је додатних 20.000, нових тригонометријских тачака III и IV реда. Међу поменути, направљени су планови за развој нове астрономско-геодетске мреже уз комплетирање тригонометријске мреже првог реда. Циљ је био да се мрежа I реда модернизује у астрогеодетску мрежу са повећаном прецизношћу у географском позиционирању, правилном оријентацијом, високом унутрашњом прецизношћу и конзистентном скалом. Теренски рад за ову астрономско геодетску мрежу започет је 1953. године и настављен до 1973. године, у блиској сарадњи са Савезном геодетском управом. До 1974. ВГИ је остварио значајни напредак у развоју нове астрономско-геодетске мреже. Успостављено је 11 нових база и базних мрежа, обновљено осам старих и успостављено 38 Лапласових и 77 геоидних тачака. Поред тога, извршена су контролна мерења базних мрежа помоћу електронских даљиномера. (Сл. 5, у енглеском тексту Figure 5, стр. 459).

Примарна нивелманска мрежа у Југославији претрпела је значајна оштећења током Другог светског рата, а на неким правцима оштећена је и до 70%. Реконструкција је почела 1946. године, при чему су неке траверзе поново изграђене и нова мерења интегрисана са постојећим. Године 1948. примарна нивелманска мрежа је преименована у мрежу нивелмана високе прецизности и настављен је рад на њеној допуни и ажурирању. Тек од 1954. до 1955. године нивелманска мрежа је прешла на унапред планирани и систематски рад, делимично под утицајем међународних препорука. Примарни репер је успостављен у Маглају на геолошки и сеизмички стабилном терену. Између 1961. и 1963. Овај репер је био повезан са мерачима плиме и осеке у Сплиту и Дубровнику. Након тога, од 1963. до 1966. године, вршено је високо прецизно нивелирање дуж јадранске обале, повезујући плиме и осеке у Копру, Ровињу, Бакру, Сплиту, Дубровнику и Бару. Током 1968. и 1969. године, након рекогносцирања терена и геодетско-геолошких процена, израђени су планови за нову мрежу (други нивелман високе прецизности СФРЈ). Нова мерења започета су 1970. године и завршена су на свим правцима до краја 1973. године. Експериментални полигон ВГИ је пројектован и успостављен у периоду од 1989. до 1990. године како би се створила основа за одређивање прецизности и оцењивање тачности високопрецизне геодетске мерења. Неколико километара североисточно од зграде Војногеографског института, између Астрономске опсерваторије на Звездари и Манастира Светог Стефана у селу Сланци изабрано је осам тачака (Сл. 6, у енглеском тексту Figure 6, стр. 460). Све тачке су стабилизоване стубовима са уређајима за центрирање истог типа као и стубови Основног стандарда војске у Ковину. Само на тачки EPVGI 1, која се налази на високом торњу Астрономске опсерваторије, била је постојећа колона за астрономска мерења и осматрања, којој је додат уређај за центрирање. Највећа удаљеност на EPVGI која се може измерити електрооптичким

даљиномерама је 5,2 км, а најкраћа 1,6 км; максимална висинска разлика је 123 м. Током 1990. и 1991. године на EPVGI (скраћеница која се користи у геодетским радовима у Србији и означава "Електронски планови у геодезији и информатици". Ова скраћеница се користи за систем електронског вођења и архивирања геодетских података, укључујући катастарске податке, планове парцеле, геодетске снимке и слично. Овај систем омогућава лакши приступ и управљање геодетским информацијама, као и њихово дељење између различитих институција и стручњака у области геодезије и просторног планирања) су вршена бројна и разноврсна геодетска мерења. Током 1990. године извршена су прва ГПС мерења у Србији (EPVGI90 кампања). Поред ових мерења, на EPVGI су вршене и дужине и хоризонтални углови, истовремена посматрања зенитних растојања и одређивање висинских разлика. У овом периоду ВГИ је имао десет стандарда у области дужине и угла у равни. Поред даљиномера типа Mikrometar ME5000 (Šobić, 1953), примарног стандарда за дужину и угао у Ковину и даљиномер Wild DI3000 са мерном несигурношћу  $\sigma = 3 \text{ мм} + 1 \text{ мм/км}$ , теодолит Wild T2, Wild Na 2, стандард за кратке дужине - инвар лењир швајцарске производње, као и четири отворена еталона (полигона) у близини зграде ВГИ: полигон хоризонталних углова у равни, полигон вертикалних углова у равни, полигон нивелирне линије и полигон за висинске разлике.

### ***Топографска делатност након распада СФРЈ (1992-2024.)***

Носилац топографских радова у то време је било Геодетско одељење ВГИ које је изводило све врсте теренских радова из области прецизних мерења, геодетских премера и делимично геофизичких мерења. Године 1998. (од 3. јуна до 2. јула), на захтев Управе за артиљерију, ВГИ је успоставио ГПС оквир под називом Артиљеријска ГПС мрежа (АГПСМ). Требало је да се омогући несметано коришћење ГПС технологије, пре свега у војне сврхе. ВГИ је 2002. године учествовао у реализацији пројекта са РГЗ (Републички геодетски завод), у изради Српске референтне мреже (СРЕФ). Под руководством и надзором стручњака ВГИ, мерења су извршена на 258 тачака (30,7% од укупног броја СРЕФ тачака) за 29 радних дана (од 23. јула до 28. августа 2002. године). Мерења су вршена са осам пријемника, а два су била у резерви.

Сваке године у Ковину се обављао рад на основном војном стандарду, који је трајао три недеље (пролеће или јесен). Метода рада која се примењује је идентична поступцима описаним раније. Први организациони проблеми у вези са радом на ЕП ВГИ настали су 1992. године (пре свега због финансија). Теренска мерења нису вршена у тој или наредним годинама. Тек 1994. године дошло је до консолидације, обележених кампањом прецизног нивелисања која је користила две врсте прецизних нивлира. Поред тога, на практичним вежбама у овом периоду учествовали су и кадети 47. класе геодетске службе. Почетни резултати пријема сигнала и обраде ГПС мреже, укључујући прорачун параметара трансформације између Националног координатног система и Светског геодетског система 1984 (WGS 84), постигнути су на експерименталном полигону Војногеографског института. После 1999. године, из објективних разлога, овом полигону је посвећено мање пажње него што је било потребно и оправдано. Међутим, сваке године Планом рада ВГИ предвиђен је задатак мањег обима који подразумева обилазак полигона и поправку због мањих померања стубова. Крајем 1990-их, у оквиру имплементације међународних стандарда, Савезна управа за контролу летења (СУКЛ) морала је постепено да пређе са класич-

ног навигационог система на сателитску навигацију, користећи ГПС пријемнике. ВГИ је успоставио геодетску базу и одређене позиције пловидбених репера на Златибору и Златару, као и на војном аеродрому у Ковину.

У наредном периоду настављени су геодетски радови, пре свега у домену прецизних мерења, геодетских премера и делимично геофизичких мерења. Војногеографски институт је изводио радове на обележавању, геодетском утврђивању и одржавању линије државне границе дуж границе СРЈ (СиЦГ) и суседних држава све до 2007. године. Тада је надлежност за ову врсту радова, на основу новог Закона о катастру. Премер, је пренет Републичком геодетском заводу. Током овог периода, ВГИ је користио утврђени референтни систем за велике дужине и углове у Ковину и прегледао поменута мерила, као и бројне и разноврсне мераче дужине и углова у употреби у војсци и у мањој мери, у цивилном сектору. Калибрација базе на терену се обавља сваке године, а примарна значајна калибрација дужине и угла се одвија на аеродрому Ковин. Теренски рад се изводи у пролеће или јесен и траје око три недеље. На примарном стандарду „Ковин” врши се и преглед даљиномера и ГПС пријемника који се користе у Војногеографском институту и систему одбране. Годишње се врши и теренска баждарење - секундарни еталон дужине и угла на аеродрому Лађевци. Сва мерна опрема која се користи у ВГИ класификована је на еталоне (примарне, секундарне и радне), „Б” мерила (параметре који утичу на мерену вредност физичких величина) и „П” мерила (који се користе у процесу производње, односно као резерва мерне опреме). За војну употребу постоје мере за дужину и угао у равни, за које Војногеографски институт редовно контролише и одржава секундарне еталоне за дужину и угао, електронске, електрооптичке и ласерске даљиномере, теодолите, нивелете, мерне летве, мерне траке, ваге, лењире, гониометри, артиљеријске шестаре, ареолошке теодолите, тахиметре и тахиметријске шипке. У временским интервалима од две године врши се геомагнетно снимање компензационих површина на војним аеродромима Лађевци, Ниш и Батајница и ВЗ „Мома Станојловић“.

Нови концепт израде геотопографског материјала је заснован на неколико основних постулата и генерално се може груписати у три сегмента: опрема, примена нових геодетско-картографских решења и израда ГТМ (геодетско техничка мерења) у окружењу централне гео/топографске базе података (CGTBP). Нова геодетско-картографска решења настала су као резултат праћења и примене стандарда у области производње геотопографског материјала. Урађене су све неопходне анализе и испитани релевантни фактори из система одбране. На основу тога започета је израда нових геодетско-картографских решења која се односе на размерне серије ТК и ПТК; битни математички елементи; формат и оријентација листа; подела на листове и номенклатуру; писмо; степен тајности; садржај ван оквира и бој. Верификована су предложена решења, а министар одбране је 20. октобра 2014. године потписао Одлуку о увођењу нових геодетско-картографских решења. Серија размера ТК и ПТК - На основу наведене Одлуке, основне карте у Министарству одбране и Војсци Србије су ТК25, ТК50, ТК100, ТК250, ПТК500 и МКС1000. Математички елементи основних карата у МО и ВС засновани су на стандарду STANAG 2211, са следећим референцама: референтни координатни систем - Светски геодетски систем 1984 (WGS84); картографска пројекција за ТК је попречна Меркаторова пројекција у УТМ систему (зона од 6° - 34. Зона - Т, линеарни модул 0,9996), а за ПТК и МКС

Ламбертова конформна конусна пројекција са две стандардне паралеле; координатна мрежа на основним картама дефинисана је према MGRS.

У концепту нових принципа израде топографских карата и других геотопографских материјала, топографски радови у домену топографског премера добили су нови изглед. У суштини овај рад спроводи се континуирано и обухвата следеће активности: теренска припрема простора пре планираног аерофотограметријског снимања (по потреби терен+канцеларија), теренска допуна изласком на терен и израда елабората теренске допуне.

## **Истакнути резултати српске војне картографије**

Прва карта настала радом Географског одељења, је Карта слива Јужне Мораве размере 1:300.000. Ова карта објављена је 1881. године и настала је након српско-турских ратова 1876–1878. године, проглашења независности и територијалног увећања за 1/3 Кнежевине Србије. Одмах по окончању, и демобилизацији војске, 13. децембра 1878. године, тек формирано Географско одељење приступило је припремама за овај важан и сложен, али у том тренутку за војску и државу веома хитан задатак – изради топографске карте целе државне територије у што крупнијем размеру. Такву карту Србија није имала, а потребе за њом, које су биле велике и пре стицања независности, тада су постале неодложне и неопходне за даљи развој државе. У оквиру припрема за реализацију тог задатка Географско одељење се, у послератним приликама, које су саме по себи биле тешке, морало суочити и са чињеницом да у Србији није постојало готово никакво геодетско и картографско наслеђе од значаја за ову врсту радова – геодетска основа потребна за премер, кадар оспособљен за премер и картографско обликовање (цртање) и умножавање карата, геодетски инструменти и опрема, чак ни штампарија за умножавање карата. Сва та и многа друга питања решена су за време двоипогодишњих припрема, а 1881. године, као својеврсни доказ готовости за реализацију овог задатка, израђена је карта – Слив Јужне Мораве – средњи део, у размери 1 : 300.000.

Друга топографска карта у размери 1:75.000 настала је као резултат првог топографског премера 1881- 1892. године. Карта је званично названа Генералштабна карта Краљевине Србије 1:75.000 (Сл. 1, у енглеском тексту Figure. 1, стр 454). Карта је имала 95 листова и рађена је у Касини-Золднер (Cesar Francois Cassini de Thury, 1714-1784) пројекцији, у пет боја, димензија 37x33cm. На овој карти су географски називи први пут организовано прикупљени током топографског премеравања директно на терену. Географски називи су дати ћириличним писмом на основу карте слива Јужне Мораве 1:300.000. Генералштабна карта Краљевине Србије послужила је као основа за израду девет листова Генералне карте Краљевине Србије 1:200.000 (1893) и девет листова Генералне карте Краљевине Србије 1:250.000 (1894). Географска називи на тим картама су настали преузимањем и уопштавањем са Генералштабне карте Краљевине Србије у размери 1:75.000. Ове карте су биле суштински картографски извори за бројне тематске карте које је Географско одељење у овом периоду израдило за потребе Војске и државе.

Наведене и друге карте коришћене су током Балканских ратова од 1910. до 1912. године У овом периоду, ревидирани су (допуњени и обновљени) сви делови карте 1:75.000, а Географско одељење је саставило карту размере 1:150.000 за део Старе

Србије и Македоније. Оригинали ових карата су покривали цео ратни пут Српске војске током Првог светског и њеног повлачења и победоносног повратка у земљу. На Крфу, касније у Солуну штампане су карте и бројни планови, а по први пут и неки листови карата, као што је карта југословенских земаља у размери 1:200.000. Карта 1:75.000, повремено прилагођавана, остала је у функцији скоро пола века све док није замењена Топографском картом 1:50.000, коју је ВГИ израдило за време Краљевине Југославије.

Текст који следи описује развој топографских карата размера: 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000, 1:200.000 и 1:500.000, као карата које чине групу истакнутих производа ВГИ од завршетка Првог светског рата до данас.

### ***Топографска карта 1:25.000***

За потребу израде ове карте. 1934. године почело је топографско снимање у размери 1:25.000, углавном према западној и северној државној граници Краљевине Југославије. На нацртима добијеним фотографисањем топографских оригинала учртани су елементи: објекти, хидрографија, шуме и изохипсе, на основу којих је састављена карта у Гаус-Кригеровој пројекцији са мрежом квадратних километара. У периоду од 1934. до 1940. године произведено је 222 листова дужине и ширине 7' 30". Карта је штампана на офсет машинама у пет боја: хидрографија - плаво, магистрални путеви - црвено, изохипсе на 10м - браон, шуме - зелено и објекти - црно. Подела на листове је извршена у односу на париски меридијан као почетни, етикетирање није урађено према усвојеној међународној подели, а премер, цртање и штампа су урађени у истој размери, односно 1:25.000 без икаквог смањења супротно основном картографском принципима. Самим тим, квалитет цртежа на штампаној мапи није толико висок колико би могао и требао да буде. Приликом израде ове карте, по први пут у Краљевини Југославији, почело је штампање имена уместо раније скупог и спорог калиграфског писања руком. Карта је штампана само латиничним писмом, због чега је изостављено цртање објеката и хидрографија ћириличним писмом, а самим тим и цртање, монтажа и репродукција карте постали су бржи и јефтинији (<https://www.vgi.mod.gov.rs/lat/28/geodetski-premer-28>).

Рад на премеравању и изради новог издања топографске карте 1:25.000 почео је 1947. године, релативно брзо после Другог светског рата. Премер је завршен 1967. године. Последњи лист карте штампан је следеће године, 1968. Карта је штампана у формату 5' x 7' 30". Рад на II издању ТК25 почео је 1968., а 1974. завршено је допунско снимање за 2/3 државне територије. Карта је започета 1973. године и завршена је до краја 1974 (Сл. 7, у енглеском тексту Figure 7, стр. 466). Резултати указују на значајне предности нове методе обраде у готово свим фазама рада: припрема, реституција, топографска обрада, а посебно картографска обрада и правоугаоне координате су израчунате коришћењем димензија Базеловог 1841 елипсоида и оквира сваке зоне (Гаус-Кригер 5, 6 и 7), као геодетска основа, средњи ниво Јадранског мора је одређен према тршћанском мареографу. Подела карте на листове извршена је у систему осталих топографских карата мањег обима, у којима је као основа за поделу узет Међународни лист карте 1:1.000.000. Сваки лист ТК25 имао је своју номенклатуру изведену из те поделе, назив према најпознатијем насељеном месту или географском објекту који се налази на обухваћеној територији и редни број из прегледног листа за ову карту. На тај начин је територија СФР Југославије подељена на 3.085 листова (трапеца) ТК25. Димензије листова су биле 42-38 цм дуж



линија паралеле и 37 цм дуж линија меридијана, док је њихова површина варијала од 97 км<sup>2</sup> на југу до 89 км<sup>2</sup> на северу или у просеку 93 км<sup>2</sup>. Класични топографски премер, коришћењем топографске табле и нивелира, карактеристичан је за почетни период израде карте. Радови су започети 1947. године на пет оригинала и околине града Крагујевца и поменуто је био искључиво метод снимања до краја 1952. Фотограмметријско снимање је почело 1952. године, а од 1958. године, је главни метод премеравања. Њиме је картирано две хиљаде петсто два оригинала, или 82% од укупног броја листова карте 1:25.000. Од почетка премера до 1961. године примењивала су се „Привремено упутство за топографске мере” издато 1947. године и „Упутство за цртање топографских радова” издато 1948. године. Њихов садржај је више пута мењан и допуњаван, што је регулисано наредбама. Године 1961. издато је „Упутство за топографски премер у размери 1:25.000“ (пројекат), којим су потпуно и систематски регулисана сва питања у вези са премером, што је коначно довело до стандардизације радова. Приликом израде карте примењена су следећа издања топографских знакова, односно њихове варијанте: „Топографски знаци“ издања из 1946. године коришћени су од почетка рада до 1952. године; „Топографски знаци за карте од 1:25.000 до укључујући 1:100.000” издања из 1952. примењивани су у пракси до 1958. године, али делимично до 1959. године; „Прелазни кључ” представља варијанте топографских знакова који су коришћени од 1959. до 1961. У тим варијантама топографски знаци из 1952. године су напуштени, промењени или допуњени и прилагођени условима гравирања који су тада почели да се примењују. „Топографски кључ за карте 1:25.000, 1:50.000 и 1:100.000 по Гриничу“ је ступио на снагу 1962. године, иако је већина његових знакова коришћена раније. Године 1965. издат је „Додатак топографском кључу из 1962.“ године, а модификовани кључ је и даље коришћен 1974. за II издање ТК25 (Buder, 1974).

### ***Топографска карта 1:50.000***

Године 1920. почеле су припреме за ново систематски организовано премеравање Србије, Македоније, Санџака и Црне Горе у размери 1:50.000 (Геометарски гласник, 1929). Од 1931. године, карта размере 1:50.000 је штампана првенствено за артиљеријске сврхе са правоугаоном координатном мрежом примењеном у Гаус-Кригеровој пројекцији (Nikolić, 1984). До 1941. године Војногеографски институт Краљевине Југославије издао је 357 листова топографских карата 1:50.000 са париским меридијаном као почетним. У периоду од 1948. (после Другог светског рата) до 1958. године, Војногеографски институт је штампао прво издање топографске карте 1:50.000, такође са париским меридијаном као почетним, и укупно 619 листова, који су покривали територију СФРЈ и неких делова суседних земаља (Nikolić, 1984; Војна енциклопедија, 1976). У ВГИ је средином 1956. донета одлука о изради нове топографске карте размере 1:50.000. Исте године издат је задатак да се отпочне припреми рад на изради првих пробних оригинала. Ови радови су имали за циљ да се добије општа представа о садржају и изгледу будуће карте. Крајем 1956. године започет је рад на стварању оригинала листова Ниш и Бања Лука. Рад је настављен 1957. године, а лист Нишка Бања је уврштен у пробну серију. Композициони оригинали су рађени по вербалним упутствима без званичних упутстава. За израду је коришћен топографски кључ из 1952. године, уз извесне промене у димензијама појединих знакова. Крајем 1957. године, у новембру, почео је рад на изради издавачких оригинала за нишки и бањалучки лист. Издавачки оригинали су израђени посебно по елементима: координатна мрежа, хидрографи-

ја, рељеф и шуме са дрвећем. Како би се што организованије приступило стварању издавачких оригинала, кратким упутствима, у писаној форми, регулише се начин израде ових оригинала; дате су димензије за цртање аутопутева, контура шума, изолованих кућа и група кућа. Израда издавачких оригинала завршена је до 20. децембра, а крајем 1957. године штампан је први пробни лист Бања Лука. Листови су штампани у 5 боја на основу I издања топографске карте у размери 1:25.000. Топографска карта размере 1:50.000 урађена је у табацима, док је територија СФРЈ картирана на 561 листу. Најјужнија паралела територије за картирање листова СФРЈ је  $40^{\circ}45'$ ; најсевернији листови, у северозападном делу земље, ограничени су паралелом од 470. У погледу географске дужине, најзападнији листови се простиру до  $13^{\circ}15'$  источно од Гринича, а најисточнији покривају територију до  $23^{\circ}15'$ . Географска дужина се рачуна из Гринича, као и друге топографске карте издања ВГИ после Другог светског рата. За израду ТК50 територије СФРЈ коришћени су следећи основни, допунски и помоћни картографски извори: топографски оригинали карте размере 1:25.000; штампани листови карте у размери 1:25.000; фотограметријски и теренски додатни материјали; и листе правоугаоних координата тригонометријских тачака оквира листа. Допунски и помоћни картографски извори били су авио-снимци, топографски и географски описи терена, званични статистички годишњаци, географска литература и друге публикације везане за картирану територију (регистри географских имена, спискови насељених места, пописи становништва, енциклопедијски и други подаци од интереса за израду карте) (Сл. 8, у енглеском тексту Figure 8, стр. 466). Поред наведених картографских извора, коришћена су посебна упутства и прописи за уношење појединих аспеката садржаја и објеката у карту, као и најновији подаци службе евиденције Војногеографског института. Топографска карта размере 1:50.000 направљена је, као и остале топографске карте које је издао ВГИ после Другог светског рата, у конформној Гаус-Кригеровој пројекцији зона 5,6 и 7 (Војна енциклопедија, 1976). По елементима Базеловог 1841 елипсоида извршени су прорачуни правоугаоних координата унутар сваке од три усвојене тростепенне зоне, чији су средњи меридијани  $15^{\circ}$ ,  $18^{\circ}$  и  $21^{\circ}$ , источно од Гринича (Antić, 1979).

### ***Топографска карта 1:100.000***

Нове топографске карте представљају најзначајније дело Војногеографског института (ВГИ) после Другог светског рата. С обзиром на површину територије која је картирана, ТК100 је настала у релативно кратком периоду, од 1967. до 1974. године, а као примарни картографски извор послужиле су топографске карте 1:50.000 (ТК50) (Nikolić, 1984). Нова ТК100 замењује постојећу карту исте размере са париским почетним меридијаном, направљеном између два светска рата. Иако је ова карта више пута допуњавана новим садржајем, више није могла да задовољи потребе у погледу верности и тачности приказаног садржаја. Крајем 1963. године формирано је Уредништво са задатком да изврши све потребне анализе и истраживања ради проналажења најпогоднијих уређивачких решења за израду нове карте. Савет је у свом раду полазио од чињенице да је ВГИ већ издао неколико карата размере 1:100.000, као што је карта овог размера пре Другог светског рата, са топографским кључем из 1917. године и неколико листова карте са кључем из 1939. године, затим после Другог светског рата листове са Кључем из 1952. Карта је урађена у конформној Гаус Кригеровој пројекцији тростепених меридијанских зона. Географске дужине се рачунају у односу на гринички меридијан као почет-

ни. Прорачуни правоугаоних координата тачака врше се са параметрима Базеловог 1841 елипсоида (Peterca et.al 1974). Геодетску основу чине државне триангулационе тачке и нивелманске мреже. Апсолутне висине се односе на средњи ниво Јадранског мора, одређен према мареографу у Трсту. На карти су приказане све тригонометријске тачке првог и другог реда. Територија СФРЈ је картирана на 160 листова, а на пограничним подручјима картирани су делови суседних држава. За ТК100 је 1965. одлучено да су димензије у лучним јединицама 30' на географској ширини и 30' на географској дужини (49 к 69 цм ± 0,5 цм) [3]. Основни картографски извор за стварање територије СФРЈ био је ТК50. Садржај је приказан топографским знацима према Топографском кључу за ТК25, ТК50 и ТК100 из 1962. године, допуњеном 1965. године, уз одређене измене неких знакова (Сл. 9, у енглеском тексту Figure 9, стр. 469). Картографска обрада последњих листова ТК100 завршена је 1974. године. Последњих шест листова штампано је 1975. године када су завршени сви радови на првом издању ове карте. Због значајних антропогених промена на територији СФРЈ, 1980. године почеле су припреме за следеће издање карте. У оквиру тог задатка извршени су неопходни истраживачки и уређивачки радови, урађен пробни примерак једног листа карте, донете измене неких ранијих уређивачких решења, а 1982. године издато је Упутство за извођење радова на издато је друго издање карте (Čolović, 1984).

### ***Топографска карта 1:200.000***

Прву српску војну топографску карту размере 1:200.000 израдило је Географско одељење Главног генералштаба Србије 1891/93. године. Карта се појавила 1893. године и била је направљена картографским методом генерализације на основу Генералштабне карта у размери 1:75.000. Састојала се од 9 листова димензија 55 x 50 цм и била је штампана у 4 боје: хидрографија плаво, рељеф сиво, шуме зелено и остало црно. Рељеф је представљен методом сенчења, под претпоставком вертикалног осветљења и са означеним висинама карактеристичних тачака изведених из просечних репера на ушћу Саве у Дунав на висини од 73,3 м од нивоа Црног мора. Његова математичка основа била је Касинијева пројекција. За прорачуне су коришћене Базелове константе земљиног елипсоида из 1841. године; париски меридијан је коришћен као почетни, а екватор као главна паралела. Карта је направљена на основу „Топографског кључа“ из 1882. године, уз извесне измене, по потреби, због мањег обима и генерализације. Одмах по издавању ове карте изашло је и школско издање истог размера. Ово издање разликује се од војне верзије по томе што има мање детаља и транспарентније је. За земље које су тада биле у саставу Аустро-Угарске Монархије и за Босну и Херцеговину крајем 19. и почетком 20. века, топографску карту размере 1:200.000 урадио је бечки ВГИ. (Čolović, 1984). Другу српску војну карту у размери 1:200.000 израдило је Топографско одељење Врховне команде Србије, које се током ратова 1912/18. звало Географско одељење. Рад на карти почео је одмах пошто је Српска народна скупштина, 7. децембра 1914. године, једногласно одобрила изјаву Краљевске владе о циљу рата који је Србија водила. Рад на карти југословенских земаља од 1:200.000 настављен је и после повлачења, на Крфу и на Солунском фронту, а издата је 1915/17. као „привремено аутографско издање“; израђена је и штампана у „Топографском одељењу и картографској радионици Врховне команде и на основу најновијих српских и страних података“. Штампана је у 4 боје: рељеф – тамно црвено (drachenblut), хидрографија - плаво, шуме - зелено и све остало - црно. Формирана

је према „Топографском кључу објављеном” 1917. године у Солуну. Карта је такође направљена коришћењем полиедарске пројекције Муфлинга (Karl Freiherr von Müffling 1775-1851) са димензијама листа  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  и меридијанима означеним у односу на париски као почетни. Прорачуни су рађени са Беселовим константама земљиног елипсоида из 1841. Изохипсе представљају рељеф са еквидистанцом од 100 м, а висине израчунате око нивоа Јадранског мора у Трсту, односно од тамошњег просечног репера од 3.344 м изнад нивоа Јадранског мора утврђеног 1875. године. Ова карта обухвата све југословенске земље (1918-1974); то је прва карта на којој су представљене као јединствена целина. ВГИ је пре Другог светског рата, одмах по издавању одређеног броја листова карте размере 1:100.000, 1926. године, одлучио да ради на новој Генералној карти размера 1:200.000 на основу претходно поменутих карта. Рађена је у полиедарској пројекцији са листовима димензија  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ . Прорачуни су обављени са Базеловим 1841 константама Земљиног елипсоида, а париски меридијан је узет као почетни. Рељеф је представљен изохипсама са еквидистанцом од 40 м. Урађена су и штампана три листа ове карте: Скопље, Ниш и Приштина, а припремљена су два листа: Нови Пазар и Пљевља. Међутим, због потребе да се ката размере 1:100.000 заврши у року од 15 година, даљи рад на карти размера 1:200.000 је обустављен 1928. године и више није настављен. Након израде, карта је била потпуно идентична карти размере 1:100.000 и разликовала се од ње по томе што је рађена у мањем обиму и картографском методом генерализације - имала је мање детаља. Коришћене су 4 боје: рељеф - браон (сиена), хидрографија - плаво, вегетацијски покривач - зелено и све остало - црно. Из литературе није јасно који су листови штампани на овај начин. Пријављен је само број штампаних у одређеним годинама и колико их је било у припреми, тако да је немогуће дати тачане податке. За нишки и скопски лист 1938. године постављени су нови темељи за израду карте размере 1:200.000, а рад на њој је почео у ВГИ 1939. године.

Нова карта урађена је према „Топографском кључу“ објављеном 1939. године, а оригинали су урађени за листове: Трст, Ровињ, Пула, Београд, Задар, Ужице, Зајечар, Мостар и Крива Паланка. Рад је прекинут ратом 1941. На истој основи, Географски институт НДХ је током Другог светског рата израдио осам оригиналних карата у размери 1:200.000. Ови оригинали су Загреб, Бјеловар, Сењ, Костајница, Бања Лука, Брод, Митровица и Сплит. На темељима постављеним непосредно пре Другог светског рата, обновљени ВГИ (у то време Географски институт Југословенске народне армије – ГИ ЈНА) је после Другог светског рата наставио са израдом карата размере 1:200.000. За извођење и прилагођавање сачињено је Упутство које је дато картографима (које је касније, углавном, укључивало и Упутство за премер и мерења 1:25.000). За прилагођавање су коришћене копије карата у размери 1:50.000. На лицу места су извршене промене оловком, а затим, како је комплет листова који покривају један лист карте 1:200.000 завршен, имена су уцртана и исписана у боји на четири одговарајућа листа карте 1:100.000., које су одмах послате главном и одговорном уреднику у Београд. За ову карту, после дуже расправе, још пре Другог светског рата, усвојен је нови Кључ, чији је дефинитиван текст објављен 1939. Са тим Кључем је уведен систем картографских симбола који се значајно разликовао од претходног система уведеног 1882. године који је модификован солунским издањем Кључа из 1917. (привремено издање), односно издањем из 1928. Сада су уведене нове ознаке за комуникације, при чему је црвена

боја поново усвојена за аутопутеве и за обележавање меридијанске географске мреже. Карта је направљена са Гриничким меридијаном као почетним. Карта ВГИ ТК 200 је направљена у 22 листа. Сваки лист покрива територију од 8900 км<sup>2</sup> и дата је у аналогном и дигиталном облику за територију Републике Србије (Сл. 10, у енглеском тексту Figure 10, стр. 470) (Radošević, 1984).

### ***Прегледно топографска карта 1:500.000***

Прва топографска карта размере 1:500.000 рађена је у периоду од 1938. до 1940. године. Састављена је од 6 листова формата 90x61 цм, рађена је у Тисовој (Nicolas Auguste Tissot 1824-1907) конусној пројекцији и штампана у 14 боја. Карта је направљена на основу топографске карте размере 1:100.000 из периода пре Другог светског рата. Обухватала је територију Краљевине Југославије и делове суседних земаља и била је првенствено намењена стратешком командовању. На карти је рељеф земљишта изражен хипсометријском скалом боја, насеља су класификована према броју становника и значају места, аутопутеви су разврстани у три категорије и штампани различитим бојама, а море је тонирано према дубини. После Другог светског рата појавило се издање ове карте под називом „Општа географска карта размере 1:500.000“, рађена је у две етапе. У првој, од 1947. до 1954. године, израђено је 47 листова, а у другој етапи, од 1969. до 1975. године, направљено је 8 нових листова, па је укупно направљено 55 листова. Картирано је подручје од 6° до 30° географске дужине од Гринича и од 36° до 50° северне географске ширине. Ово подручје обухвата Балканско полуострво (без Крита), Апенинско полуострво, Сицилију, Сардинију и Корзику, као и јужни део средње Европе и западни део Мале Азије. Карта је конструисана у поликоничној Шоткиновој пројекцији. Као основа за поделу карте на листове узета је подела Међународне карте света у размери 1:1.000.000 - један лист ове карте садржи четири листа 1:500.000. Лист карте има 3° географске дужине и 2° географске ширине. Просечна ширина корисне површине листа је 52 x 48 цм. Карта је направљена на основу, у то време, најсавременијих картографских извора. За територију Србије и СФРЈ то су биле топографске карте размера 1:100.000 и 1:200.000 са париским почетним меридијаном, а за иностране територије у размери од 1:100.000 до 1:500.000, различитих издавача и година. издавања. Картографски извори за стране територије нису били потпуни по обиму и садржају, што је стварало велике потешкоће при изради појединих листова. Углавном због различитих начина картирања рељефа јер је у неким картографским изворима картирано методом шрафирања, а у другим изохипсама, где се еквилистанце разликује од еквилистанце усвојене за карту коју је израдио ВГИ. Карта је штампана у 9 боја. Садржај карте рађен је према следећем: Путеви се деле на магистралне путеве, путеве првог, другог и трећег реда и путеве повремено употребљиве за саобраћај моторних возила. Приказане су све железничке пруге у редовном саобраћају, као и неке важније индустријске пруге и ски лифтови. На пругама су представљени најважнији тунели и железничке станице. Железнице се деле на железнице са једним или више нормалних колосека и уске колосеке. Насеља су класификована у три категорије: сеоска насеља и седам категорија градских насеља, у зависности од броја становника. Поред тога, приказани су и важнији објекти, као што су рудници, пећине, бање, манастири, нафтне бушотине и нафтоводи. Релеф земљишта приказан је изохипсама на једнакој удаљености од 100 м до висине од 500 м и даље до 250 м, док сенка појачава пластичност приказа. Географски називи су исписани латиничним писмом, а на странијој територији у српско-хрватској фонетици и у изворном

облику. На етничким подручјима ван СФРЈ, која су насељена становништвом које је припадало неком од народа Југославије, у загради, испод фонетизованог назива, називи су исписани у аутохтоном облику који се користи у матерњем језику те области. С обзиром на околности под којима је настала, стање картографских извора и техничко-технолошке могућности, ова карта је имала значајну улогу током њеног коришћења (Rašidbegović, 1981).

Распад СФРЈ и формирање нових држава наметнули су ВГИ потребу за новим геодетско-топографским, рељефним и посебним картама са картографском територијом из 1996. године која је доминантно везана за територију Србије и Црне Горе – Савезне Републике Југославије. Тако је урађена карта СРЈ размере 1:500.000 састављена из два лиса и у 4 верзије под следећим називима: Прегледна топографска карта СРЈ; Школска карта СРЈ; Избледели отисак СРЈ, и рељефне карте СРЈ. Северни лист се зове „Београд“, а јужни „Подгорица“. Математички елементи карте су идентични математичким аспектима карте ПТК 500 из првог ажурираног издања штампаног 1989. године. Територија је ограничена меридијанима 180 - 23°30' источне географске дужине са Гриничким меридијаном као очетним и 41030' - 46030' северне географске ширине. Географски елементи карте представљени су Кључем (условним знацима) примењивим на рељефну карту СФРЈ 1:500.000, коју је објавио ВГИ 1989. године (Dunić, 1996) (Сл. 11, у енглеском тексту Figure 11, стр. 471) (<https://www.vgi.mod.gov.rs/cir/226/reljefna-pregledno-topografska-karta-1-500-000-226>).

## **Савремена методологија израде карата у српској војној картографији**

Током 2013. и 2014. године, ВГИ је у потпуности променио математичку основу својих карата, поделу на листове, номенклатуру, картографска и уређивачка решења везана за дизајн садржаја карте за креирање нових топографских карата. Геодетско-картографска решења која су примењена на војним топографским картама усвојена су пре неколико деценија актуелним потребама војске и тадашњим научним, техничким и технолошким могућностима, а понекад и историјским околностима. На пример, Беселов елипсоид 1841 се користи од 1881. године, референтни координатни систем од 1900. године (са параметрима геодетских премера од 1892. године), Гаус-Кригера пројекција од 1924. године итд. У међувремену су се потребе војске промениле у знатној мери, техничко-технолошке могућности геодезије и картографије су радикално унапређене, а измењене су и неке друге околности које су утицале на дефинисање тренутно важећих решења (облик и величина државне територије, правни оквир, формулације, неколико међународних стандарда итд.). Законом о државном премеру и катастру, усвојеним 2009. године, Република Србија је дефинисала нове референтне координатне системе и површине, а уместо тригонометријске мреже усвојила је још један скуп тачака као материјализацију система, тзв. SREF. Од 2009. није одржавана тригонометријска мрежа на којој се заснивају геодетска решења која су се користила на картама издања ВГИ. Узимајући у обзир наведене разлоге, ВГИ је дефинисао и имплементирао следећа геодетско-картографска решења за израду нових топографских и геодетско-топографских карата. Уведена је нова серија размера која обухвата следеће карте: ТК25, ТК50, ТК100, ТК250, ПТК500 и Међународна карта света 1:1.000.000 (МКС1000). Са уво-

Ћењем карата ТК250 претходна издања ТК200 и ПТК300 се постепено гасе, чиме се значајно смањују трошкови одржавања широког спектра листова. Уведену скалу примењују многе земље (војске) које су у нашем ближем и ширем окружењу, а користи се и у цивилној картографији. За све ноне серије размера корист и се ВГИ нови референтни координатни систем и елипсоид WGS84. Нова је и пројекција у УТМ координатном систему - Меркаторова попречна цилиндрична пројекција (Universal Transverse Mercator UTM). Сматра се да су, преласком на ова решења, добијене предности у виду: боље одрживости и већа интероперабилности (могућност директног коришћења карата, софтвера, уређаја за позиционирање, навигацију и контролу ватре наоружања и других средстава набављених на светском тржишту); формат и оријентација картографског листа се објављују у пејзажном (landscape) формату, који има нешто мању површину географског садржаја, а обимнији садржај ван оквира. Наведене информације омогућавају доследнију и равномернију поделу листова од МКС100 до ТК25. Формати папира на коме се штампају карте остао је непромењен. Подела на листове и номенклатура је у потпуности усклађена са МКС1000: сваки од укупно два листа МКС за територију Републике Србије има 12 листова ТК250, сваки ТК250 лист има 9 листова ТК100, сваки ТК100 лист има четири листа ТК50, а сваки лист ТК50 има четири листа ТК25. Номенклатура је дефинисана тако да сваки лист поред своје ознаке садржи и ознаку свих мањих листова којима припада. Као и раније, листови имају називе одређене по истим принципима као и актуелне карте.

Посебна новина на свим новим картама издања ВГИ је да су слова у штампању географских имена и натписа на српској ћирици. Ово се односи како у делу који се тиче географска имена и натписа, тако и у садржају ван оквира, осим одређених скраћеница. Неке скраћенице дате су на енглеском језику: симболи за мерне јединице у систему SI и сл., (када се по правопису користи латиница). Предлог је усаглашен са законским решењима која се односе на службену употребу језика и писма у Републици Србији. У Геопросторној бази података из које је изведена картографска продукција целокупне серије ТК и ПТК, примењује се Упутство за прикупљање и писање географских назива и натписа на картографским публикацијама издања ВГИ (са пратећим приручницима). Имплементирани су стандарди Уједињених нација (UN-UNGEGN) за географска имена, као и одговарајући стандарди европске инфраструктуре геопросторних података – INSPIRE (Eurogeonames), који подразумевају да база података садржи латинични облик географског назива, као и варијанте назива (ако их има), на језицима и писмима националних мањина. Садржај оквира карте - легенда је померена са доње на бочну маргину, а постоји детаљнији приказ условних знакова и скраћеница. Доња маргина је редизајнирана и у њој је на посебном делу уопштено приказан рељеф у покривеном простору, дата су основна објашњења за примену математичких елемената, читавање координата на карти и информације о издавачу. Карте се генеришу и раде ГИС технологијама (<https://www.vgi.mod.gov.rs/lat/229/nove-karte-vgi-229>), (Сл. 12, у енглеском тексту Figure 12, стр. 473).

## **Закључна разматрања**

Војногеографски институт је једна од најстаријих институција у Србији која се од свог оснивања бави топографско-картографском делатношћу. Као што је поменуто

на почетку рада, Друго одељење је основано 5. фебруара 1876. године, а 1920. је по први пут прерасло у Географски институт, касније 1923. у Војногеографски институт као прву војну установу која је носила назив „Институт“. Данас је овај институт под називом Војногеографски институт-„Генерал Стеван Бошковић“ и у статусу акредитоване научне установе Републике Србије.

Прва карта у Краљевини Србији настала радом Географског одељења је Слив јужне Мораве објављена 1881. године. Друга карта је направљена на научној основи тога времена и по први пут топографским премером земље од 1881-1892. године. То је била је карта размере 1:75.000 под називом Генералштабна карта 1:75.000 у 95 листова. Ова карта остала је у војној и државној употреби неколико деценија и представљала је основни картографски извор за све карте мањих размера Краљевине Србије. Такође, у овом периоду развијене су основне геодетске мреже (тригонометријска триангулација) I, II и III по редоследу и прецизном нивелирању, вршена су астрономска мерења за одређивање облика геоида као и друга испитивања.

Током Балканског и Првог светског рата тадашње Топографско одељење Врховне команде направило је значајан допринос војсци Краљевине Србије и савезницима. Извођени су бројни картографски и топографски радови на целој траси ратног пута до Крфа, а посебан допринос дат је на припреми и пробоју Солунског фронта.

У периоду између два светска рата ВГИ је израдио јединствену геодетску основу на целој државној територији Краљевине Југославије (триангулација и нивелација). На основу тога, рађен је топографски премер у размери 1:50.000, израђена је топографска карта размера 1:100.000 и низ топографских карата мањег размера. У овом периоду ВГИ постаје кадровска и материјално витална институција која је успешно задовољава бројне војне и државне потребе и константно је била присутна у раду и пројектима Међународне геодетске и геофизичке уније, Међународне географске уније и других међународних стручних и научних организација. У том периоду, Институт је покренуо велике међународне геодетске научне пројекте - степена мерења дуж 22. меридијана и 45. паралеле и учествовао је у другим међународним геодетским и картографским радовима и пројектима.

После Другог светског рата, ВГИ је наставио и завршио радове на основним геодетским мрежама. Извршио је топографско и фотограметријско снимање Југославије у размери 1:25.000 и на основу њега израдио топографске, прегледне топографске и географске карте размера 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000, 1:00, 1:300.000, 1:500.000, 1:750.000 и 1:1.000.000, као и велики број тематских карата, за војне, економске, школске, научне и друге потребе. Упоредо са радом, на помнутим основама и дугорочним пројектима, ВГИ је обављао и обавља и друге бројне и разноврсне послове – геомагнетно снимање војних аеродрома, обележавање линија државне границе, метролошко обезбеђење великих дужина и углова и др., као и рад у вези са бројним захтевима команди, јединица и установа у вези са геотопографском подршком. Распад социјалистичке Југославије почетком деведесетих година 20. века, ратови који су уследили и економска ситуација у земљи изазвали су озбиљне проблеме у функционисању ВГИ. То је захтевало њено прилагођавање новонасталим околностима. Ипак, и у овом периоду, поред успешног сервисирања текућих потреба војске и државе за постојећим производима и услугама, настављен је даљи развој институције. Данас је ВГИ успешан институт који



даје допринос војној топографији и картографији пратећи савремена и развијајући властита достигнућа.

Захвалница: Овај рад подржан је истраживачким пројектом 1.24/2023 и 1.13/2024 „Генеза геодетско-картографске делатности у Војногеографском институту – „Генерал Стеван Бошковић“ Министарства одбране Републике Србије.

Напомена: Све слике у овом раду су из архивског материјала Војногеографског института "генерал Стеван Бошковић"

© 2024 Serbian Geographical Society, Belgrade, Serbia.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Serbia.

**Литература** (погледати у енглеској верзији текста)