

Original scientific paper

UDC 623.643:004.922
<https://doi.org/10.2298/GSGD1802059M>

Received: October 15, 2018.

Corrected: November 12, 2018.

Accepted: December, 18, 2018.

Boban Milojković*, Jasmina Jovanović**

* *University of Criminal Investigation and Police Studies, Belgrade, Serbia*

** *University of Belgrade, Faculty of Geography, Serbia*

METHOD OF TOPOGRAPHIC INVENTARIZATION AND GPS TECHNOLOGY IN GEOSPATIAL MODELING

Abstract: By the use of digital cartographic visualization, a wide range of relevant data can be systematically integrated, presented and analyzed. In particular, this refers to the connection between thematic and topographic maps and their application in the study of the environment. The specific purpose of the map implies that in certain situations there is no clear difference between the thematic and topographic maps, that is, there is no clear boundary between the thematic and the topographic content of the representation. The paper points to the importance of modeling geoenvironmental data (topographic and thematic) for different scientific and practical research needs. Bearing in mind the global size of orienteering, the heterogeneity of the geoenvironment in which competitions and ways of orientation are organized, it is necessary to standardize this topic at the international level. The conducted experiment of cartographic modeling in the orienteering function has examined the possibilities of application of topographic inventory methods of geoenvironment for this purpose, the importance of using GPS devices for collecting geoenvironmental data and CAD software for cartographic visualization of the issues in question.

Key words: geoenvironment, visualization, topographic map, thematic map, GPS

¹ jasmina@gef.bg.ac.rs (corresponding author)

Introduction

Modern information and communication technologies in cartography enable efficient modeling and presentation of geodata. Technical and technological innovations expand the cartographic environment and lead to the expansion of cartographic representations. The potentials of digital, interactive, cartography graphics provide a wide possibility of customizing the presentation of geoenvironmental content to the needs of users. By modeling geoenvironmental data (topographic and thematic), for different scientific and practical research needs, graphical and numerical information have been obtained of importance for complex geoenvironmental research.

The process of researching and discovering geoenvironmental content using the cartographic method includes modeling and interpretation - obtaining information on true reality (Sretenović, 2014). Cartographic models most clearly present data on the location and environmental relationship of the components of the geoenvironmental content.

The thematic diversity and complexity of representations of different data structures condition the application of various techniques of cartographic visualization. Digital technology enables new dimensions of geodata analysis and new ways of visualizing these data. By applying various techniques of cartographic presentation, it is possible to connect topographic and thematic geodata (Jovanović, 2017). Buckley et al. (2004) point out that by linking topographic characteristics with functionally related phenomena and geoenvironmental processes of a certain thematic content, it is possible to obtain a realistic representation of the topographic variation of the landscape.

Visualization of geodata

Map as the primary source of geoinformation is necessary in the study of geoenvironment. Using digital techniques, cartographic visualization forms allow for better effects of expression and interpretation of geoenvironmental components (appearance and content). A more realistic visual representation of geoenvironmental data makes it more effective in different contexts. Obtaining information on topographical and thematical features of the phenomena and processes of geoenvironment is becoming an increasingly standard way of simulating reality. A wide range of relevant data can be systematically integrated, presented and analyzed with digital cartographic visualization. In particular, this refers to the connection of thematic and topographic maps through their application in the study of the environment.

Thematic maps are characterized by the diversity of the content (themes) they present, the application of specific, customized cartographic methods for each theme and the diversity of purposes. The representation subject on the thematic maps can be real and/or abstract content, as opposed to topographic maps, which give representation of a real - concrete content. Topographic map is a detailed and precise two-dimensional representation of natural and anthropogenic phenomena and their characteristics on the surface of the Earth. The presentation of geographic content is precisely defined on topographic maps (Jovanović, 2017).

The specific purpose of the map implies that in certain situations there is no clear difference between the thematic and topographic maps, that is, there is no clear

boundary between the thematic and the topographic content of the representation. The thematic maps, in addition to thematic information, can also provide topographic information to some extent. But this information serves as an environmental framework in which the distribution of a particular geographic component is represented, or a structural link between several characteristics (e.g. tourist, military, traffic and other maps). Topographic maps are predominantly oriented towards defining the position and "description" of the features of the geobjects, and in literal sense topographic objects represents one "theme" (Jovanović, 2017).

The needs of the society for the visualization of geodata have influenced the growing importance of thematic cartography. Mapping of the content, structural and functional characteristics of the environment has a great theoretical and practical importance in all spheres of human activities and activities related to the environment. Visual identification of the environment with topographic and thematic maps is related to the specific needs of man, starting with science, defense systems, security and protection, through economic activity, to culture, sports and recreation.

GPS technology in modeling geoenvironment

Cartographic modeling is today based on modern techniques and methods of digital cartography, remote detection and visualization in the GPS/GIS/CAD environment. In the domain of production and updating of topographic maps, the most up-to-date geoinformation solutions are widely applied (Regodić, 2010; Tadić et al., 2010), while the development of thematic maps has its specificities with respect to the purpose. Topographic maps and plans, thematic maps in their entirety or with reduced content, in analogue or digital form are used as a basis depending on the purpose of the map. The basis should contain certain topographic information to which it is applied, i.e. thematic information that is added up. For the purpose of saving in fieldwork, and in order to supplement and update the contents of the topographic basis, the products of remote detection are used obtained using sensors (photographic cameras, multispectral scanners and radars) and they are placed on terrestrial, aerospace and cosmic platforms, commercial or free use (Ilić et al., 2009, Milojković, 2015; Contreras, 2016; Potić et al., 2017).

Modeling the map content also requires the fieldwork, by which the geoenvironmental data are collected and which cannot be obtained from the existing cartographic sources. Depending on the projected accuracy, for the primary collection of geoenvironmental data in the field, positioning and navigation devices are used in the operating environment of the Global Navigation Satellite System (GNSS devices or GPS devices), of different range of submetric accuracy of the engineering level of application and GPS devices of accuracy from 2 to 5 m - consumer GPS technology.

Top GNSS devices receive and process a full range of GNSS signals from different satellite systems: GPS L1, L1C, L2 + L2C, L5, GLONASS L1C, L1P, L2C, L2P L3, GALILEO Giove A, Giove B, E1, E5a, E5b, COMPASS B1, B2, B3 and others. This enables them to measure the maximum accuracy of the millimeter level with special methods of operation. The regime of precise application of GPS devices in the national framework requires the receipt of differential real-time correction from geostationary satellites (SBAS correction) and from the AGROS GPS network, which can be used for

compensation throughout the territory of Serbia. Data in RTK, RTCM and other formats can be obtained in real time, or in RINEX format for postprocessing of data that is registered as "raw" - for activities in which correction is not needed immediately, at the moment of measurement. A regular mobile phone and a GPRS connection are used as a communication medium.

In geosciences, GPS devices for mobile mapping are especially applicable, that is, for massive gathering of geoenvironmental data in the GIS environment. In doing so, the GPS receiver registers the position data, while the user enters the attribute data according to the predefined structure of the user system. Thanks to the large memory and power of the processor, the most advanced GPS devices show scanned maps and plans, air and satellite photos without any effort, which represent a quality basis for various GIS projects, or already ready vector GIS layers, or directly imported GIS layers from the Internet Map server, such as ArcGIS server or OpenGIS. Also, GPS devices that are coupled with various sensors can be used (altimetric scanners, digital thermometers, gas analyzers, magnetometers, spectrum analyzers, water, air, soil, water-level sensors, such as echosoners, etc.) and/or laser rangefinders are used, including the mapping of details in dangerous and inaccessible parts of the geoenvironment.

When high toponometry accuracy is not required, and when there are no options for using the abovementioned devices, which are very expensive, GPS devices from a variety of consumer GPS technologies are used for positioning, navigation, performance measurement and automatic tracking. Such devices incorporate technological solutions for navigation support such as ABC sensors (altitude, barometer and compass) for estimating the direction of movement. If the user moves on foot, it is possible to use advanced track log, tracking the fall and rise, determining the direction of movement with three-axis electronic compass adjustable to the slope, and there are also smart intelligence technologies via wireless communications over mobile phones (weather forecast, telephone conversations and SOS messages via satellite, location sharing, emailing, billing, music listening).

If a user drives a vehicle, there are software tools for autonavigation. Visualization of the position is obtained on routable maps, and besides the name of streets and house numbers (only for settlements), a large number of additional information appears on the side, such as speed limit, current speed, estimated time of arrival to points of interest and many other possibilities (route planning according to vehicle performance, photo-representation of crossovers, overpasses, underpasses, crossings, voice guidance and traffic arrows of accented colours pointing to the next turn or exit).

The trends in the development of GPS technology are in the direction of their increasing integration with remote detection technologies and GIS technologies (Contreras et al., 2016), as well as with mobile communication technologies - smart phones (Yun et al., 2018).

Method of topographic inventory of geoenvironment

The method of topographic inventory of geoenvironment involves observing the territory of mapping for specific needs, recognition, experienced generalization and reambulation of the selected topographic basis with the help of a GPS field computer and using a topographic key of specific purpose characters, then creating georeferenced photos and

collecting quantitative and qualitative data on objects of special importance for the treated issues in the GIS environment (Milojković, 2005). In a wider sense, topographic inventory is one of the techniques of a topographic method in the research of geoenvironment for the treated purpose (Milojković, 1996).

If it is a question of new and insufficiently explored issues for which there is no standardized topographic key of specific purpose signs, it is approaching to the research using the techniques for empirical data collection that should give the answer to "what and how much" data on the geoenvironment are needed for the intended purpose. After processing and analyzing the obtained results, it is necessary to investigate "how" to design an appropriate topographic key for the need of specific purpose maps. For the stated purpose, the method of signatures, that is, semiomethod is used, which creates the topographic key. The key design is done with the support of the existing topographic keys of the conditional signs in our country and in the world, while researching which signs would be intended to be supplemented, which would be taken over and which would be constructed with the necessary design and dimensioning (Milojković, 2005).

Orienteering map - concept and significance

Orienteering is a sport discipline spread all over the world, in which competitors with the help of a map and compass compete in the skill of orientation in an unknown environment. The task of the competitors in orienteering is to overcome the track drawn on the map for the shortest time, and at the same time, find the specified number of checkpoints set in the geoenvironment by the given order (Milojković et al., 2012). This means that orienteering is in the first place directed by reading of the map.

From the point of view of the competitors in orienteering, a detailed and legible map is a reliable guide for choosing a variant of movement towards the given checkpoint and allows them to orientate in the chosen direction in accordance with their orientation skill and psycho-physical abilities. On the contrary, skill in choosing, fast and safe movement on the track loses meaning if the orienteering map does not give the actual picture of the terrain or is incorrect, obsolete or poorly legible. The accurate map is therefore necessary for the choice of the variant of the movement. Ideally, no competitor should gain the advantage or feel a loss due to an error on the map. Therefore, the requirements that should be fulfilled by the orienteering map should provide an adequate choice of content, geographical fidelity and toponometric accuracy of selected details and required legibility (Zentai, 2011).

Orienteering map is a type of a thematic map of a large scale made according to the International Standards of Orienteering Sports and according to the intended purpose. The orienteering map should provide such a level of legibility and transparency of the cartographic content that enables detection of important characteristics and details that can influence the selection of the direction of movement, i.e., safe and quick solving of the various orienteering tasks in motion (Rulebook, 2007).

As such, the orienteering map must have a cognitive-communication function that is conditioned by the way of cartographic form of expression. The choice of means of cartographic expression in the orienteering map has defined its functionality and aesthetics, which is inseparably linked with the mathematical and geographic components. In orienteering maps, a special standard of colours and rasters is applied,

which allows a logically coordinated compositional harmony to represent the elements of the map content. This standard allows differentiation of the visual perception of the elements of the map content by their meaning (Jovanović & Živković, 2005). The application of colours in combination with specific purpose topographic signs as information carriers is based on an obvious understanding of the essence, distribution, character, interconnection and interdependence of mapped objects.

Cartographic modeling of orienteering maps has a number of specifics such as: size (1:4,000 to 1:15,000), equidistance (2, 2.5 and 5 m), special micro details in the relief of the land (depression, hole, ditch, pile of earth, rocky ground, uneven- bumpy terrain) (Fig. 1.), obstacles that can influence the choice of the variant of movement to the checkpoint (black thick lines show objects that cannot or should not be crossed - cliffs, high walls and fences), specific hydrographic objects (waterhole, manhole, hydrant, drinking fountain, fountain), detailed representation of phenomenal forms of vegetation (a passable forest represented in white, a slow-motion forest, represented by shades of green, and a non-forest land represented by shades of yellow), a network of roads and tracks and other specific line objects (rail, power line, cut, fence, boundary of phenomenal forms of vegetation), private estates, banned zones, dangerous areas, passages and underground objects, stairs and other.

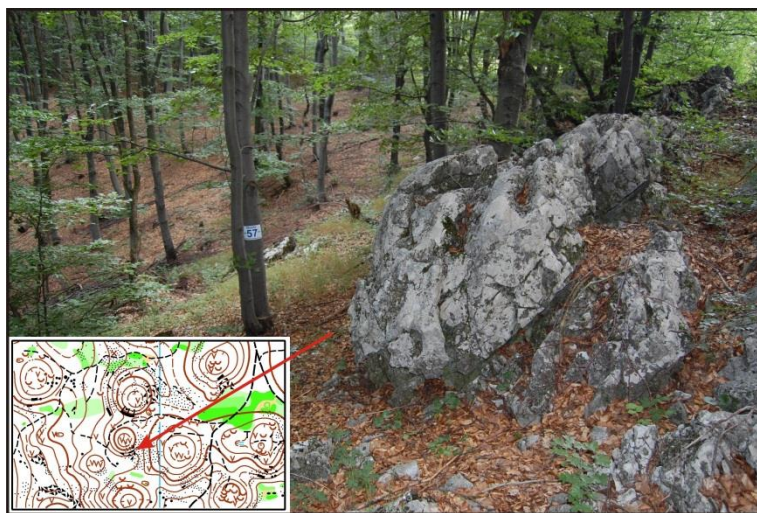


Fig. 1. Visualization of microdetails in the relief of the land on the orienteering map

Cartographic modeling of orienteering maps requires an accurate, unambiguous and uniform - consistent representation of the selected elements of the mapped geoenvironmental content and strict application of the international standards for orienteering maps (minimum dimensions of objects determined for normal legibility in motion and daylight, the smallest distance between mapped objects - 0.15 to 0.40 mm, colour and raster selection, map format - A4 to A3, CMYK or offset-colour printing on waterproof paper). Also, generalization rules must be respected such as: selection of details - selection of important details according to the needs of competitors, simplification of line and contour representation, reduction - omission of objects that are not important for competitors, etc.

Legibility and lightness in the interpretation of the orienteering map are achieved by cartographic generalization. The generalization determines which details and with what features will be represented on the map (from the aspect of relevance to the competitor and from the aspect of the relationship with other details). After that, it is necessary to introduce the minimum dimensions of mapped objects and their details. The generalization essentially affects the legibility of the map, and for this purpose, techniques of simplification, displacement, and exaggeration are used.

The accuracy of the orienteering map depends on the accuracy of the measurement (obtained by manual busol, GPS device, laser rangefinder, stepping or other type of distance measurement), the quality of the topographic basis and the accuracy of the drawing (manual or computer drawing). Angles accuracy of the orienteering maps is a predominant requirement. Length accuracy is satisfied if the distance between adjacent objects does not deviate by more than 5%. Regarding the altitude, the orienteering map should show the height difference between the adjacent details as accurately as possible, and at most up to 25% of the height difference. Also, when making the map with the help of modern geoinformation technology solutions, the accuracy of georeferencing of the topographic basis is also required (International Specification for Orienteering Maps, 2017).

The aim of this paper is to review the possibilities of applying topographic inventory of the geoenvironmental methods for a specific purpose through the tertiary review and the conducted cartographic modeling experiment in the orienteering function, the use of GPS devices for the collection of geoenvironmental data of less accuracy and CAD software for cartographic visualization of the treated issues.

Material and methods

The research territory covers the area of the tourist centre of Divčibare, where the 5th Mediterranean Orienteering Championship (Fig. 2) was held in June 2016. For the purposes of this international competition it was necessary to create an orienteering map.

For the realization of the planned experiment of the orienteering map development, the GARMIN GPS device, the Oregon 650 model (donation of the Russian Humanitarian Centre in Niš) with a triaxial compass and a barometric altimeter², was used. It captured all communications and objects of interest within the given mapping territory, and a certain number of objects were mapped by cutting method and polar method using the dedicated SILVA compass, type 54, which automatically measured azimuth and reverse

² The possibility of using GPS devices of the GARMIN brand - the Oregon, Dakota and Montana models that can use georeferenced raster maps in kmz format (Google Earth) was presented in the organization of the International Orienteering Federation Commission at the 2010 conference in Norway. The loaded and georeferenced maps in the GARMIN environment are called the custom maps (Garmin Customs Maps) and can serve as a topographic basis for the reambulation of orienteering maps, as well as city plans, tourist, geological, pedological and other maps. For subsequent processing of the data thus collected, OCAD software may be used to optimize the loading of GARMIN custom maps with fieldwork. In addition, OCAD software, version 2018, can load lidar and aerial-photogrammetric photos, or digital orthophoto plans, and, in updating already existing out-of-date maps, can place it as one of the topographic bases in the form of a layer for the final digitization of the new map.

azimuth and the Laser Technology Inc. manual laser rangefinder of the range of 1,000 m (Fig. 3).



Fig. 2. Geoenvironment of the research and cartographic modeling

As a topographic basis, a georeferenced topographic map of 1:25,000, sheet no. 478-4-4 and 479-3-3, edition of the Military Geographical Institute 1971-1972, was used. For the purposes of mapping the phenomenal forms of vegetation and built objects, a georeferenced satellite image of Google Maps was used.

































Fig. 3. User interface for GPS device GARMIN, hand-held bushing SILVA and TruPulse handheld laser rangefinder

For the digitization of the field original of the orienteering map, OCAD software (version 9 Professional, license NO1372 Orienteering federation Serbia) was used. OCAD is a powerful Swiss software application for Cartography and Orienteering (<https://www.ocad.com/en/shop/>).

A unique approach to reading and cartographic modeling of the orienteering maps is a prerequisite for fair competition and the future development of this sporting branch. Bearing in mind the global scale of orienteering, the heterogeneity of the geoenvironment where the competitions and ways of orienteering are organized, it was necessary to standardize the treated issues at the international level. Therefore, in the cartographic modeling of the orienteering map in this experiment, the International Standard ISSOM 2,000 was used (adapted: Serbian Orienteering Federation, 2007). An extract from the topographic key of the specified standard is shown in the field of the orienteering map in the form of a legend and in principle serves competitors with less experience (Tab. 1).

Tab. 1. Legend of the orienteering map and the rule of colours and rasters

	Contour lines (main, basic, auxiliary)		Orchard, vineyard, cultivated land
	Knoll, small knoll, broken ground		Vegetation boundary
	Depression, small depression, pit		Bush, tree, log
	Small erosion gully, erosion gully		Wide roads, tracks, paved area
	Earth bank, earth wall		Macadam, bumpy road
	Uncrossable, crossable wal, rock		Better, worse lining footpaths
	Boulder, large boulder, stony ground		Wide, narrow forestry track
	Boulder cluster, boulder field, rocky pit		Power line of less-higher power
	Well - fountain, waterhole, manhole		Crossable, uncrossable fence
	Water surface, watercourse		Building, passage, ruin
	Crossable, uncrossable marsh		Private property, stairs
	Open, roughly open land		Underground passage, bridge
	Open, roughly open land with scattered trees		Bust, monument, tower
	Passable, m. difficultly, hardly passable forest		Start, finish, control point
	Undergrowth, low vegetation		Marked route, aut-of-bounds area or route

Results and discussion

After reambulation of the selected topographic basis, the download of the stored tracks (Track) and track points (Point) was performed with the help of Map Source software (which was obtained with the purchased device). With the help of Receive from Device option, the measured data were taken and recorded in a file with the .gpx extension. Then the export of the data thus obtained to the operating environment of the OCAD orienteering map software and the overlapping of the topographic basis with the satellite image was carried out. After that, a computer drawing of the orienteering map was done with tools and symbology from the mentioned software.

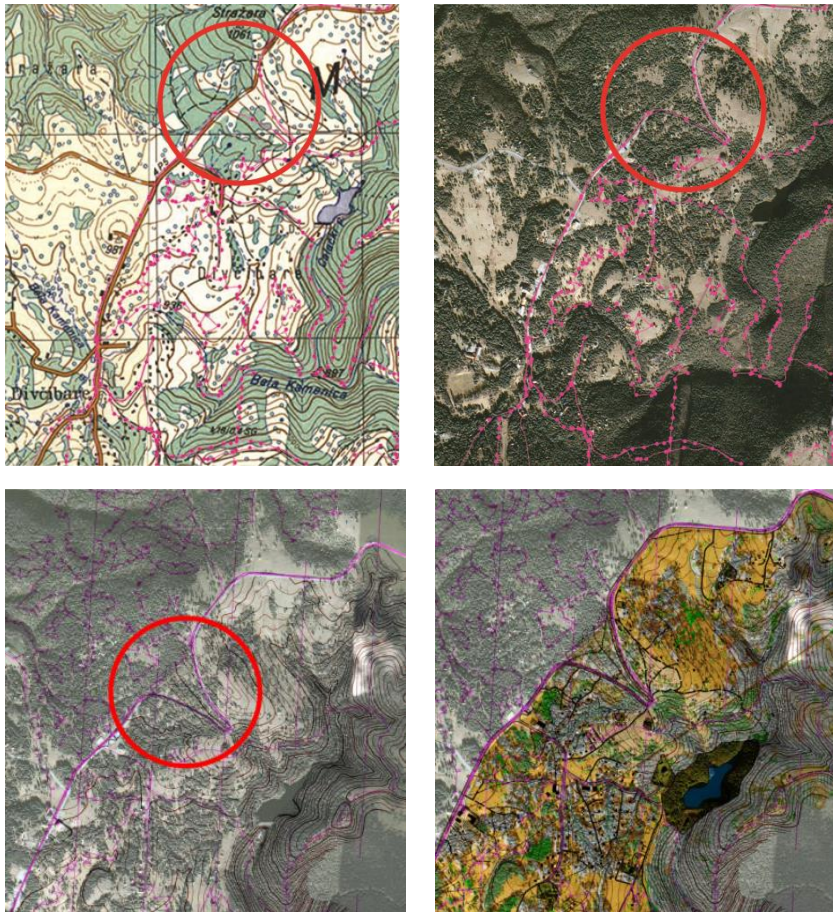


Fig. 4. Genesis of the orienteering map modeling in GPS and CAD environment

The quality control of the orienteering map for the purpose of the competition was performed by the international and national licensed controllers on two occasions and approved for the tracing and setting of orienteering competition tracks. When checking the map, the accuracy, generalization and legibility of the map were specially taken into consideration. After minimal corrections in the field, the preparation of the map for printing was approved in the colour laser technology (Fig. 5).

The subsequent valorization of the orienteering map was done by the competitors themselves, without having any significant remarks. At the end of the experiment, the export of the new map was performed by layer overlapping of the symbology of the OCAD cartographic software (Fig. 6). In this way, a new, updated topographic basis for the modeling of new thematic maps (e.g., touristic maps, mountaineering maps, etc.) has been obtained. The basis for future updating and development of a new map for the same or different purposes has been obtained.

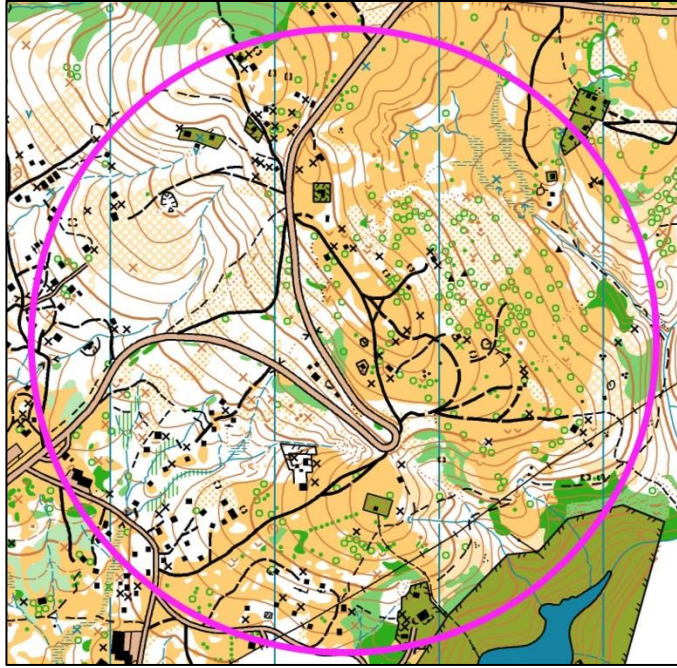


Fig. 5. Segment of the orienteering map with the indicated changes in the geoenvironment

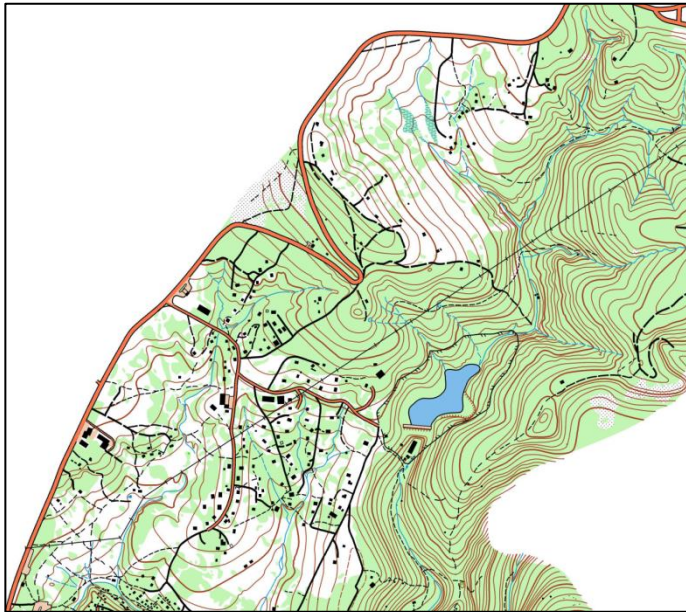


Fig. 6. Segment of the obtained map - a new topographic basis from the orienteering map

Conclusion

The method of topographic inventory of geoenvironment has been applied since its formation in the organization "Young Researchers of Serbia", in the early eighties of the last century, through scientific and research work in the field of military and police topography, to cartographic projects in the field of tourism, sports and mass recreation. Its development is also visible with the application of modern GPS/GIS/CAD technologies, but also with the development of thematic cartography methods.

The obtained results of the research have confirmed the justification and usability of the methods of topographic inventory of geoenvironment and GPS devices in cartographic modeling of thematic maps. The presented method of using geoinformation technology has proven that GPS devices of low medium quality (accuracy 2 to 5m), which has the ability to record points with the name and graphic symbol and automatic TrackLog with several thousand points, together with optimized cartographic software OCAD can contribute to cartographic modeling of a multipurpose theme map.

The latest technologies for remote detection and mobile mapping, web mapping, global positioning of submetric accuracy, GIS technology and smart telecommunication technologies are increasingly improving and take the primacy in cartographic modeling of geoenvironment for the most diverse needs of man in the 21st century. However, if the most expensive technical solutions are not available, a certain scientific research of geoenvironment can be also realized with the solutions offered in this paper.

Acknowledgements

The paper is a part of the project "Effects of the Applied Physical Activity on Locomor, Metabolic, Psycho-social and Educational Status of the Population of the Republic of Serbia", number III47015, as a part of the sub-project "Effects of the Applied Physical Activity on Locomor, Metabolic, Psycho-Social and Educational Status of the Working Age Population of the Republic of Serbia", funded by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia – Scientific Projects 2011 – 2018 Cycle.

© 2018 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

- Buckley, A., Hurni, L., Kriz, K., Patterson, T. & Olsenholler, J. (2004). Cartography and visualization in mountain geomorphology. *Geographic Information Science and Mountain Geomorphology*. Chapter 8, 1-27.
- Contreras, D., Blaschke, T. Tiede, D. & Jilge, M. (2016). Monitoring recovery after earthquakes through the integration of remote sensing, GIS, and ground observations: the case of L'Aquila (Italy). *Cartography and Geographic Information Science*, 43(2), 115-133.
- Илић, А., Милојковић, Б. & Секуловић, С. (2009). Савремене технологије за прикупљање и обраду просторних података. *Зборник радова*, Научно-стручни скуп са међународним учешћем из одбрамбених технологија - "ОТЕХ 2009", 589-594. [Ilić, A., Milojković, B. & Sekulović, S. (2009). Savremene tehnologije za prikupljanje i obradu prostornih podataka.

- Zbornik radova, Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem iz odbrambenih tehnologija - "ОТЕХ 2009", 589-594.]
- International Specification for Orienteering Maps (2017). International Orienteering Federation – Map Commission. Karlstad – Sweden. Retrieved from: https://orienteering.org/wp-content/uploads/2017/04/ISOM2017_20May2017.pdf
- Јовановић, М. Ј. (2017). *Тематска картографија - практикум*. Београд: Универзитет у Београду - Географски факултет. [Јовановић, М. Ј. (2017). *Тематска картографија – практикум*. Београд: Универзитет у Београду – Географски факултет.]
- Јовановић, Ј. & Живковић, Д. (2005). Функционална боја у картографском моделовању. *Зборник радова Географског факултета*, Универзитет у Београду, 53, 109-122. [Јовановић, Ј. & Живковић, Д. (2005). Функционална боја у картографском моделовању. *Зборник радова Географског факултета Универзитет у Београду*, 53, 109-122.]
- Milevski, I., Dragičević, S. & Georgievska, A. (2013). GIS and RS-based modelling of potential natural hazard areas in Pehchevo municipality, Republic of Macedonia. *Zbornik radova Geografskog instituta "Jovan Cvijić" SANU*, 63(3), 95–107.
- Милојковић, Б. (1996). Топографски метод истраживања изворских вода. *Зборник радова, Научно-стручни скуп "Минералне, термалне и изворске воде - истраживање, примена и заштита"*- Екологија-посебно издање, 45-50. [Милојковић, Б. (1996). *Топографски метод истраживања изворских вода*. *Зборник радова Научно-стручни скуп "Минералне, термалне и изворске воде – истраживање, примена и заштита" – Екологија – посебно издање*, 45-50.]
- Милојковић, Б. (2005). Модел тематског топографског картографисања организованог криминалитета. *Зборник радова, Научно-стручни скуп са међународним учешћем "Организовани криминалитет – стање и мере заштите"*, 501-518. [Милојковић, Б. (2005). *Модел тематског топографског картографисања организованог криминалитета*. *Зборник радова Научно-стручни скуп са међународним уčešћем "Организовани криминалитет – стање и мере заштите"*, 501-518.]
- Милојковић, В., Јуhas, I., Stevanović, M. & Kozoderović, J. (2012). Оријентиринг карте за потребе nastave физичког васпитања. U: Dopsaj, M., Јуhas, I. (Eds.). *Зборник радова, Међународна научна конференција "Ефекти примене физичке активности на антропошки статус деце, оmlадине и одраслих"*, 360-372.
- Милојковић, Б. (2015). Оптимизација модела малих беспилотних летелица за потребе полиције. *Безбедност*, 57(3), 5-27. [Милојковић, Б. (2015). *Оптимизација модела малих беспилотних летелица за потребе полиције*. *Безбедност*, 57(3), 5-27.]
- Potić, I., Ćurčić, N., Potić, M., Radovanović, M. & Tretiakova, T. (2017). Remote sensing role in environmental stress analysis: East Serbia Wildfires Case Study (2007-2017), *Zbornik radova Geografskog instituta "Jovan Cvijić" SANU*, 67(3), 249–264.
- Правилник о раду комисије за карте и издавању карата за оријентациони спорт (2007). Београд: Оријентиринг Савез Србије, Retrieved from: http://www.orientiring.rs/srb/download/Pravilnik_Komisije_za_karte%20OSS-a_2007.pdf [Правилник о раду комисије за карте и издавање карата за оријентациони спорт (2007). Београд: Оријентиринг Савез Србије.]
- Регодић, М. (2010). Примена сателитског снимања за допуну садржаја топографских карата. *Војнотехнички гласник*, 58(4), 63-85. [Регодић, М. (2010). *Примена сателитског снимања за допуну садржаја топографских карата*. *Војнотехнички гласник*, 58(4), 63-85.]
- Сретенковић, Љ. (2014). Семиоразмерно картографисање у истраживању геопростора - теоријско-методолошки и практични значај. *Научни скуп међународног значаја поводом 120 година Географског факултета "Географско образовање, наука и пракса: развој, стање и перспективе"*. Београд. [Сретенковић, Љ. (2014). *Семиоразмерно картографисање у истраживању геопростора – теоријско-методолошки и практични значај*. *Научни скуп међународног значаја поводом 120 година Географског факултета "Географско образовање, наука и пракса: развој, стање и перспективе"*. Београд.]
- Тадић, В., Секуловић, Д. & Тадомировић, С. (2010). Картографска обрада урбаних подручја коришћењем сателитских снимака као основе за прикупљање података. *Гласник Српског географског друштва*, 90(3), 28-43. [Тадић, В., Секуловић, Д. & Татомировић, С. (2010).

Kartografska obrada urbanih područja korišćenjem satelitskih snimaka kao osnove za prikupljanje podataka. Glasnik Srpskog geografskog društva, 90(3), 28-43.]

Yun, J. H, Kang, J. D. & Lee, (MJ) J. M. (2018). Spatiotemporal distribution of urban walking tourists by season using GPS-based smartphone application. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 23(11), 1047-1061.

Zentai, L. (2011). Legibility of Orienteering Maps: Evolution and Influences. *The Cartographic Journal*, 48(2), 108-115.

<https://www.ocad.com/en/shop/>, Accessed: 29.11.2018.

Оригинални научни рад

UDC 623.643:004.922
<https://doi.org/10.2298/GSGD1802059M>

Примљено: 15. октобра 2018.

Исправљено: 12. новембра 2018.

Прихваћено: 18. децембра 2018.

Бобан Милојковић* , Јасмина Јовановић^{1}**

* *Криминалистичко-полицијски универзитет, Департман криминалистике, Београд, Србија*

** *Универзитет у Београду, Географски факултет, Србија*

МЕТОД ТОПОГРАФСKE ИНВЕНТАРИЗАЦИЈЕ И ГПС ТЕХНОЛОГИЈА У МОДЕЛОВАЊУ ГЕОПРОСТОРА

Апстракт: Дигиталном картографском визуелизацијом широк спектар релевантних података може се системски интегрисати, представити и анализирати. Посебно се то односи на везу тематских и топографских карата и њихову примену при изучавању геопростора. Специфична намена карте условљава да у одређеним ситуацијама нема јасне разлике између тематске и топографске карте, односно, нема јасне границе између тематског и топографског садржаја приказа. У раду се указује на значај моделовања геопросторних података (топографских и тематских) за различите научне и практичне потребе истраживања. Имајући у виду глобалне размере оријентиринга, хетерогеност геопростора на коме се организују такмичења и начине оријентисања, неопходно је стандардизовати ову тематику на међународном нивоу. Спроведеним експериментом картографског моделовања у функцији оријентиринга, сагледане су могућности примене метода топографске инвентаризације геопростора за ову намену, значај коришћења ГПС уређаја за прикупљање геопросторних података и CAD софтвера за картографску визуелизацију третиране тематике.

Кључне речи: геопростор, визуелизација, топографска карта, тематска карта, ГПС

¹ jasmina@gef.bg.ac.rs (аутор за кореспонденцију)

Увод

Савремене информационо-комуникационе технологије у картографији омогућавају ефикасно моделовање и презентовање геоподатака. Техничко-технолошке иновације проширују картографски простор и доводе до експанзије картографских приказа. Потенцијали дигиталне, интерактивне, графике картопростора пружају широку могућност прилагођавања презентације садржаја геопростора потребама корисника. Моделовањем геопросторних података (топографских и тематских), за различите научне и практичне потребе истраживања, добијају се графичко-нумеричке информације од значаја за комплексно изучавање геопростора.

Процес истраживања и сазнавања садржине геопростора применом картографског метода обухвата моделовање и интерпретацију - добијање информација о реалној стварности (Сретенковић, 2014). Картографски модели најочигледније презентују податке о положају и просторном односу компонената садржаја геопростора.

Тематска разноликост и комплексност приказа различитих структура података условљава примену различитих техника картографске визуелизације. Дигитална технологија омогућава нове димензије анализе геоподатака и нове начине визуелизације тих података. Применом различитих техника картографске презентације, омогућава се повезивање топографских и тематских геоподатака (Јовановић, 2017). Buckley, et al. (2004) истичу да је повезивањем топографских карактеристика са функционално повезаним појавама и процесима геопростора одређеног тематског садржаја, могуће добити реалан приказ топографске варијације пејзажа.

Визуелизација геоподатака

Карта као основни извор геоинформација неопходна је при изучавању геопростора. Применом дигиталне технике, форме картографске визуелизације омогућавају боље ефекте изражавања и тумачења компонената геопростора (изглед и садржај). Реалнији визуелни приказ геопросторних података омогућава ефикаснију применљивост у различитим контекстима. Добијање информација о топографским и тематским обележјима појава и процеса геопростора постаје све више стандардни начин симулације стварности. Дигиталном картографском визуелизацијом широк спектар релевантних података може се системски интегрисати, представити и анализирати. Посебно се то односи на везу тематских и топографских карата кроз њихову примену при изучавању простора.

Тематске карте карактерише разноликост садржаја (тема) које се представљају, примена специфичних, свакој теми прилагођених картографских метода и разноврсност намене. Предмет приказа на тематским картама може бити реалан и/или апстрактан садржај, за разлику од топографских карата, које дају приказ реалног - конкретног садржаја. Топографска карта је детаљан и прецизан дводимензионални приказ природних и антропогених појава и њихових карактеристика на површини Земље. На топографским картама представљање географског садржаја је прецизно дефинисано (Јовановић, 2017).

Специфична намена карте условљава да у одређеним ситуацијама нема јасне разлике између тематске и топографске карте, односно, нема јасне границе између

тематског и топографског садржаја приказа. Тематске карте поред тематске информације, могу у одређеној мери пружити и топографске информације. Али те информације служе као просторни оквир у ком је представљена дистрибуција одређене географске компоненте, или структурна веза између неколико карактеристика (нпр. туристичке, војне, саобраћајне и др. карте). Топографске карте претежно су оријентисане према дефинисању положаја и "описа" обележја геообјекта, те у дословном смислу топографски објекти представљају једну "тему" (Јовановић, 2017).

Потребе друштва за визуелизацијом геоподатака утицале су на све већи значај тематске картографије. Картирање садржајних, структурних и функционалних карактеристика простора, има велики теоријски и практичан значај у свим сферама људских делатности и активности везаних за простор. Визуелно идентификовање простора топографским и тематским картама, везано је за специфичне потребе човека, почев од науке, система одбране, безбедности и заштите, преко привредне делатности, до културе, спорта и рекреације.

ГПС технологија у моделовању геопростора

Картографско моделовање данас се базира на савременим техникама и методама дигиталне картографије, даљинске детекције и визуелизације у GPS/GIS/CAD окружењу. У домену продукције и ажурирања топографских карата увелико се примењују најсавременија геоинформациона решења (Регодић, 2010; Тадић et al., 2010), док израда тематских карата има своје специфичности у односу на намену. У зависности од намене карте, као основа користе се топографске карте и планови, тематске карте у целости или са редукованим садржајем, у аналогном или дигиталном облику. Основа треба да садржи одређене топографске информације на коју се наносе, тј. надовезују тематске информације. Ради уштеде у теренском раду, а ради допуне и ажурирања садржаја топографске основе користе се производи даљинске детекције добијени коришћењем сензора (фотографске камере, мултиспектралнеи скенери и радари) који су постављени на земаљске, ваздушне и космичке платформе, комерцијалног или бесплатног начина коришћења (Илић et al., 2009; Милојковић, 2015; Contreras, 2016; Potić et al., 2017).

Моделовање садржаја карте захтева рад и на терену путем ког се прикупљају подаци о геопростору, који се не могу добити из постојећих картографских извора. У зависности од пројектоване тачности, за примарно прикупљање геопросторних података на терену, користе се уређаји за позиционирање и навигацију у радном окружењу Глобалног навигационог сателитског система (ГНСС уређаји или ГПС уређаји), различитог опсега субметарске тачности инжењеријског нивоа примене и ГПС уређаји тачности 2 до 5 m - потрошачка ГПС технологија.

Врхунски ГНСС уређаји примају и обрађују читаву палету ГНСС сигнала са различитих сателитских система: ГПС L1, L1C, L2+L2C, L5, ГЛОНАСС L1C, L1P, L2C, L2P L3, GALILEO Giove A, Giove B, E1, E5a, E5b, COMPASS B1, B2, B3 и др. То им уз посебне методе рада омогућује мерење максималне тачности милиметарског нивоа. Режим прецизне примене ГПС уређаја у националном оквиру захтева пријем диференцијалних корекција у реалном времену од геостационарних сателита (SBAS корекције) и са АГРОС ГПС мреже, коју је уз накнаду могуће користити на

целој територији Србије. Подаци у RTK, RTCM и другим форматима могу се добити у реалном времену, или у RINEX формату за накнадну обраду (postprocessing) података који су регистровани као "сирови" - за активности код којих корекција није потребна одмах у тренутку мерења. Као средство за комуникацију користи се обичан мобилни телефон и GPRS веза.

У геонаукама посебно су применљиви ГПС уређаји за мобилно мапирање, тј. за масовно прикупљање геопросторних података у ГИС окружењу. При томе, ГПС пријемник региструје позиционе податке, док корисник уноси атрибутивне податке према унапред дефинисаној структури корисничког система. Захваљујући великој меморији и снази процесора, најсавременији ГПС уређаји без напора приказују, скениране карте и планове, авио и сателитске снимке, који представљају квалитетну подлогу за разне ГИС пројекте, или већ готове векторске ГИС слојеве, или директно увезене ГИС слојеве из Internet Map сервера, као што су ArcGIS сервер или OpenGIS. Такође, могу се користити ГПС уређаји који су спрегнути са разним сензорима (алтиметријски скенери, дигитални термометри, гасни анализатори, магнетомери, спектрални анализатори, сензори за мерење загађења воде, ваздуха, земљишта, мерачи за дубину воде, као што су ехосондери и др.) и/или ласерским даљиномерима који се користе, између осталог и за картирање детаља у опасним и неприступачним деловима геопростора.

Када се не захтева висока топонометријска тачност и када не постоје могућности за коришћење горе наведених уређаја који су веома скупи, користе се ГПС уређаји из многобројне потрошачке ГПС технологије који су намењени за позиционирање, навигацију, мерење перформанси и аутоматско праћење. У таквим уређајима уграђена су технолошка решења за подршку навигацији као што су АБЦ сензори (висиномер, барометар и компас) за процену правца кретања. Уколико се корисник креће пешице могуће је да користити напредну навигацију по трагу (track log), праћење пада и успона, одређивање смера кретања уз помоћ електронског компаса у три осе који се прилагођава нагибу, а ту су и технологије за паметна обавештења путем бежичних комуникација преко мобилних телефона (прогноза времена, телефонски разговори и СОС поруке преко сателита, дељење локације, електронска пошта, плаћање рачуна, слушање музике).

Уколико се корисник креће возилом, постоје софтверски алати за аутонавигацију. Визуелизација позиције добија се на рутабилним картама, а поред назива улица и кућних бројева (само за насеља), појављује се велики број додатних информација са стране, као што су ограничење брзине, тренутна брзина, предвиђено време доласка до тачака од интереса и многе друге могућности (планирање руте сходно перформансама возила, фотоприказ раскрсница, надвожњака, подвожњака, укрштања, гласовна упутства и путоказне стрелице наглашених боја за следеће скретање или излаз).

Тенденције развоја ГПС технологије иду у правцу њихове све веће интеграције са технологијама даљинске детекције и ГИС технологија (Contreras et al., 2016), као и са технологијама мобилне комуникације - паметни телефони (Yun et al., 2018).

Метод топографске инвентаризације геопростора

Метод топографске инвентаризације геопростора подразумева опсервацију територије картирања за одређене потребе, рекогницију, искуствену генерализацију и реамбулацију изабране топографске основе уз помоћ ГПС теренског рачунара и уз коришћење топографског кључа специфичних сврсисходних знакова, затим израду геореференцираних фотографија и прикупљање квантитативно-квалитативних података о објектима од посебног значаја за третирану тематику у ГИС окружењу (Милојковић, 2005). У ширем смислу, топографска инвентаризација је једна од техника топографског метода у истраживању геопростора за третирану намену (Милојковић, 1996).

Уколико се ради о новој и недовољној истраженој тематици за коју не постоји нормирани топографски кључ специфичних сврсисходних знакова, приступа се истраживању уз примену техника за емпиријско прикупљање података којом би требало доћи до одговора "шта и колико" је потребно од података о геопростору за третирану намену. Након обраде и анализе добијених резултата, потребно је истражити "како" пројектовати адекватан топографски кључ за потребе карата одређене намене. За наведену намену користи се метод сигнатура или семиометод којим се врши оформљење топографског кључа. Израда кључа обавља се уз ослонац на постојеће топографске кључеве условних знакова код нас и у свету, при чему се истражује који би се знаци наменски допунили, који би се преузели, а који би се нови знаци конструисали уз потребан наменски дизајн и димензионисање (Милојковић, 2005).

Оријентиринг карта - појам и значај

Оријентиринг је спортска дисциплина распрострањена широм света, у којој се такмичари уз помоћ карте и компаса такмиче у вештини оријентисања у непознатом простору. Задатак такмичара у оријентирингу је да за најкраће време савлада стазу уцртану на карти и при томе, пронађе задатим редоследом одређен број контролних тачака постављених у геопростору (Milojković et al., 2012). То значи да је оријентиринг на првом месту кретање усмерено читањем карте.

Са аспекта такмичара у оријентирингу, детаљна и читљива карта је поуздан водич за избор варијанте кретања ка задатој контролној тачки и омогућава му да се на одабраном правцу оријентише у складу са његовом вештином оријентације и психо-физичким способностима. Насупрот томе, вештина у избору, брзом и сигурном кретању на стази, губи смисао ако оријентиринг карта не даје стварну слику терена или је нетачна, застарела или лоше читљива. Тачна карта је због тога неопходна за избор варијанте кретања. У идеалном случају ни један такмичар не би требао да стекне предност или да осети губитак због грешке на карти. Зато су захтеви које би требало да испуни оријентиринг карта адекватан избор садржаја, географска верност и топонометријска тачност изабраних детаља и потребна читљивост (Zentai, 2011).

Оријентиринг карта је врста тематске топографске карте крупног размера урађена по Међународним стандардима Оријентиринг спорта и према пројектованој намени. Оријентиринг карта би требало да пружи такав ниво читљивости и

прегледности картографисаног садржаја који омогућава уочавање битних карактеристика и детаља које могу имати утицај на избор правца кретања, тј. на сигурно и брзо решавање различитих оријентиринг задатака у кретању (Правилник, 2007).

Као таква, оријентиринг карта мора да има сазнајно-комуникациону функцију која је условљена начином картографске форме изражавања. Избор средстава картографског изражавања код оријентиринг карте определила су њену функционалност и естетику, која је нераздвајно повезана са математичком и географском компонентом. Код оријентиринг карата примењен је посебан стандард боја и растера који омогућава логично усклађен композициони склад при представљању елемената садржаја карте. Тај стандард омогућава диференцијацију визуелне перцепције елемената садржаја карте по њиховом значењу (Јовановић & Живковић, 2005). Примена боја у комбинацији са специфичним сврсисходним топографским знацима као носиоцима информација, заснива се на очигледном схватању суштине, распрострањености, карактера, међусобне повезаности и међузависности картираних објеката.

Картографско моделовање оријентиринг карата има низ специфичности као што су: размер (1:4000 до 1:15000), еквидистанца (2, 2,5 и 5 m), посебни микро детаљи у рељефу земљишта (улегнуће, рупа, јарак, гомила земље, каменито земљиште, нераван - изрован терен) (Сл. 1), препреке које могу утицати на избор варијанте кретања до контролне тачке (црним дебелим линијама приказани су објекти који се не могу или не би требало прелазити - литице, високи зидови и ограде), специфичне хидрографске објекте (рупа са водом, шахт, хидрант, чесма, фонтана), детаљан приказ појавних облика вегетације (проходна шума представљена белом бојом, шума која успорава трчање представљена нијансама зелене боје, а земљиште које није шумско нијансама жуте боје), мрежу путева и стаза и друге специфичне линијске објекте (пруга, далековод, просек, ограда, граница појавних облика вегетације), приватне поседе, забрањене зоне, опасна подручја, пролазе и подземне објекте, степеништа и др.

Сл. 1. Визуелизација микродетља у рељефу земљишта на оријентиринг карти (стр. 64)

Картографско моделовање оријентиринг карата захтева тачан, недвосмислени и уједначен - доследан приказ изабраних елемената садржаја картираног геопростора и стриктну примену међународних стандарда за оријентиринг карте (минималне димензије објеката одређене за нормалну читљивост при кретању и дневној светлости, најмања растојања између картираних објеката - 0,15 до 0,40 mm, избор боја и растера, формат карте - А4 до А3, СМУК или офсет-колор штампа на водоотпорном папиру). Такође, морају се поштовати правила генерализације као што су: избор детаља - селекција важних детаља сходно потребама такмичара, упрошћавање линијског и контурног приказа, редукција - изостављање објеката који нису од значаја за такмичара и др.

Читљивост и лакоћа у интерпретацији оријентиринг карте постиже се картографском генерализацијом. Генерализацијом се одлучује који детаљи и са каквим карактеристикама ће бити приказани на карти (са аспекта важности за такмичара и са аспекта односа са другим детаљима). После тога, неопходно је увођење минималних димензија картираних објеката и њихових детаља. Генерализација

битно утиче на читљивост карте, а у ту сврху се користе технике поједностављења, измештања и преувеличавања.

Тачност оријентиринг карте зависи од тачности мерења (добијена ручном бусолом, ГПС уређајем, ласерским даљиномером, корачањем или другом врстом мерења растојања), квалитета топографске основе и од тачности цртања (ручно или компјутерско цртање). Угловерност оријентиринг карата је преобладајуће услов. Тачност дужина је задовољена ако растојање између суседних објеката не одступа више од 5%. У висинском смислу, оријентиринг карта би требало да што тачније приказује висинску разлику између суседних детаља, а највише до 25% висинске разлике. Такође, код израде карте уз помоћ савремених геоинформационих технолошких решења потребна је и тачност у погледу геореференцирања топографске основе (International Specification for Orienteering Maps, 2017).

Циљ овог рада јесте да се кроз теоријски осврт и спроведени експеримент картографског моделовања у функцији оријентиринга, сагледају могућности примене метода топографске инвентаризације геопростора за одређену намену, коришћења ГПС уређаја за прикупљање геопросторних података мање тачности и CAD софтвера за картографску визуелизацију третиране тематике.

Материјал и методи

Територија истраживања обухвата подручје туристичког центра Дивчибаре на коме је јуна месеца 2016. године одржано 5. Медитеранско првенство у оријентирингу (Сл. 2). За потребе овог међународног такмичења било је потребно израдити оријентиринг карту.

Сл. 2. Геопростор истраживања и картографског моделовања (стр. 66)

За реализацију планираног експеримента израде оријентиринг карте коришћен је ГПС уређај компаније GARMIN, модел Oregon 650 (донација Руског хуманитарног центра у Нишу) са триосним компасом и барометријским висинетром.² Њиме су снимљене све комуникације и објекти од интереса у оквиру задате територије картирања, а одређени број објеката картиран је методом пресецања и поларном методом уз коришћење наменске бусоле SILVA tip 54, која аутоматски мери азимут и обрнути азимут и ручног ласерског даљиномера Laser Technology Inc. домета 1.000 m (Сл. 3).

² У организацији Комисије за карте Међународне оријентиринг федерације на конференцији 2010. године у Норвешкој, презентована је могућност коришћења ГПС уређаја марке GARMIN – модел Oregon, Dakota и Montana који могу да користе геореференциране растерске карте у kmz формату (Google Earth). Тако учитане и геореференциране карте у GARMIN окружењу зову се прилагођене карте (Garmin Customs Maps) и могу да послуже као топографска подлога за реамбулацију оријентиринг карата, али и планова градова, туристичких, геолошких, педолошких и других карата. За накнадну обраду тако прикупљених података може се користити наменски софтвер OCAD оптимизован за читавање GARMIN прилагођених карата са теренском допуном. Поред тога софтвер OCAD, верзија 2018 може да читава лидар и аерфотোগраметријске снимке, односно дигиталне ортофото планове, а код ажурирања већ постојећих застарелих карата може исте да постави као једну од топографских основа у виду лејера за финалну дигитализацију нове карте.

Као топографска основа коришћен је геореференцирани исечак топографске карте 1:25.000 лист бр. 478-4-4 и 479-3-3, издање Војногеографског института 1971-1972. За потребе картирања појавних облика вегетације и изграђених објеката коришћен је геореференцирани сателитски снимак Google Maps.

Таб. 1. Легенда на оријентиринг карти и правило боја и растера

	Изохипсе, (главне, основне, помоћне)		Воћњак, виноград, обрађено земљиште
	Мали врх, гомила земље, неравно тло		Граница вегетације
	Вртача, улегнуће, рупа		Жбун, дрво, пањ
	Плитак, дубок јарак		Асфалтни путеви, стазе, површине
	Земљани одсек, земљани насип		Макадамски, колски пут
	Непрелазни, прелазни зид, стена		Боља, лошија пешачка стаза
	Камен, већи камен, каменито тло		Широка, уска просека
	Група камења, каменито поље, јама		Далековод, мање - веће снаге
	Чесма, рупа са водом, шахт		Прелазна, непрелазна ограда
	Водена површина, водоток		Зграда, прелаз испод зграде, рушевина
	Проходна, непроходна мочвара		Приватни посед, степениште
	Отворено, грубо отворено земљиште		Подземни пролаз, мост
	Отв.-грубо отв.зем.са појединачним дрвећем		Биста, споменик, торањ
	Прохода, теже, тешко проходна шума		Старт, циљ, контролна тачка
	Густиш, ниско растиње		Маркирана стаза, забрањена зона или пут

За дигитализацију теренског оригинала оријентиринг карте коришћен је софтвер OCAD (verzion 9 Professional, licence NO1372 Orijeunteering federation Serbia). OCAD је софтверска апликација за картографску оријентацију (<https://www.ocad.com/en/shop/>).

Јединствен приступ у читању и картографском моделовању оријентиринг карата је предуслов за фер такмичења и будући развој те спортске гране. Имајући у виду глобалне размере оријентиринга, хетерогеност геопростора на коме се организују такмичења и начине оријентисања, неопходно је било стандардизовати третирану тематику на међународном нивоу. Зато је при картографском моделовању оријентиринг карте у овом експерименту коришћен Међународни стандард ISSOM 2000 (адаптирано: Оријентиринг савез Србије, 2007). Извод из топографског кључа наведеног стандарда приказује су у пољу оријентиринг карте у виду легенде и начелно служи такмичарима са мање искуства (Таб. 1).

Резултати и дискусија

Након извршене реамбулације изабране топографске основе, извршено је преузимање меморисаних стаза (Track) и тачака пута (Point) уз помоћ софтвера Map Source (који је добијен уз купљени уређај). Уз помоћ опције Receive From Device преузети су мерени подаци и снимљени у фајлу са .grx екстензијом. Затим је извршено експортовање тако добијених података у радно окружење OCAD софтвера за оријентиринг карте и лејерско преклапање допуњене топографске основе са сателитским снимком. Након тога извршено је компјутерско цртање оријетиринг карте алатима и симбологијом из наведеног софтвера.

Сл. 4. Генеа моделовања оријентиринг карте у ГПС и САД окружењу (стр. 68)

Контролу квалитета оријентиринг карте за потребе наведеног такмичења извршили су међународни и национални лиценцирани контролори у два наврата и одобрили је за трасирање и постављање оријентиринг такмичарских стаза. Приликом контроле карте посебно су разматрани тачност, генерализација и читљивост карте. Након минималних корекција на терену одобрена је припрема карте за штампу у колор ласер техници (Сл. 5).

Сл. 5. Исечак оријентиринг карте са назначеним променама у геопростору (стр. 69)

Накнадну валоризацију оријентиринг карте извршили су сами такмичари, при чему карта није имала значајније примедбе. На крају експеримента извршено је експортовање нове изведене карте лејерским преклапањем симбологије картографског софтвера ОСАД (Сл. 6). На тај начин добијена је нова, ажурирана топографска основа за моделовање нових тематских карата (нпр. туристичке, планинарске карте и др.). Добијена је основа за будуће ажурирање и израду нове карте исте или другачије намене.

Сл. 6. Исечак изведене карте - нове топографске основе из оријентиринг карте (стр. 69)

Закључак

Метод топографске инвентаризације геопростора примењује се од свог настанка у организацији "Млади истраживачи Србије", почетком осамдесетих година прошлог века, преко научно-истраживачких радова у области војне и полицијске топографије, до картографских пројеката у области туризма, спорта и масовне рекреације. Његов развој евидентан је и са применом савремених GPS/GIS/CAD технологија, али и са развојем метода тематске картографије.

Добијени резултати истраживања потврдили су оправданост и употребну вредност метода топографске инвентаризације геопростора и ГПС уређаја при картографском моделовању тематских карата. Презентовани начин коришћења могућности геоинформационих технологија доказао је да ГПС уређај средњег нижег квалитета (тачности 2 до 5 m), који има могућност бележења тачака са именом и графичким симболом и аутоматским TrackLog са неколико хиљада тачака, заједно са оптимизованим картографским софтвером ОСАД, може да допринесе картографском моделовању вишенаменске тематске карте.

Најсавременије технологије за даљинску детекцију и мобилно картирање, веб картографију, глобално позиционирање субметарске тачности, ГИС технологије и "паметне" телекомуникационе технологије све више се усавршавају и односе примат у картографском моделовању геопростора за најразличитије потребе човека у 21. веку. Међутим, уколико нису опредељена најскуља техничка решења, одређена научна истраживања геопростора могу се реализовати и решењима понуђеним у овом раду.

Захвалница

Истраживање је реализовано у оквиру пројекта "Ефекти примењене физичке активности на локомоторни, метаболички, психо-социјални и васпитни статус популације Р Србије" под бројем III47015, који је финансиран од стране Министарства за науку и технолошки развој Р Србије – Циклус научних пројеката 2011-2018.

© 2018 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)