

Original scientific paper

UDC 528.9:001.895

<https://doi.org/10.2298/GSGD2501385P>

Received: March 20, 2025

Corrected: April 2, 2025

Accepted: April 12, 2025

Đorđe Petrović*, Mirko Borisov **, Vojkan Stanojević*, Zlatan Milonjić*, Saša Mil. Stanković*

* *Military Geographical Institute – „General Stevan Boskovic“, Mije Kovacevica 5, Belgrade, Serbia.*

** *Faculty of Technical Sciences - University of Novi Sad, Dositeja Obradovica Square 6, Novi Sad, Serbia.*

TECHNOLOGICAL CHANGES AND ITS IMPACT ON DYNAMICS AND CONTENT OF CARTOGRAPHIC REPRESENTATIONS

Abstract: In this paper is discussed the impact of new technologies on cartography, respectively on dynamics and content of cartographic representations. With the advent of new technologies, the way of creating and presenting spatial data is changed, which has caused cartography as a science being changed as well. Namely, it is necessary to accept new technological challenges and representation possibilities in cartography, and above all, the Internet as a medium for communication, distribution and representation of geospatial reality. Geospatial data in digital (raster or vector) form is becoming more and more up-to-date and available to interested beneficiaries for their daily use. Cartographic representations in digital form are not ordinary graphic-artistic expressions or visualizations of geospatial reality, but possess certain potential possibilities of interaction, dynamics, animation and multimedia in representation and communication.

Keywords: new technologies, cartographic representation, interactivity, dynamics, animation, virtual reality.

Preamble

The way maps were made has been constantly changing, from the creation of the first maps using brushes and parchment, the mass production of maps using mechanical devices and printing presses, the advent of optical technology, advances in photo-chemical and elec-

¹ zlatan.milonjic@gmail.com (corresponding author)

Mirko Borisov (<https://orcid.org/0000-0002-7234-6372>)

Zlatan Milonjić (<https://orcid.org/0009-0002-8680-7683>)

tronic technology, all the way to the advent of the Internet and databases. Modern cartography is being improved together with the development of informatics, cybernetics, computing and measuring devices.

With the advent of new information and communication technologies, the amount of geospatial data is constantly increasing. In addition to the numerous possibilities of spatio-temporal data representation, visualization contributes to easier memorization and understanding of geospatial data. Geospatial data visualization, apart from classical and digital maps, is increasingly applicable via the Internet and geoportals. In this way, the user is given the opportunity to choose the type and format of data of interest. All this caused a change in the way a map was created and represented, as well as the increasing number of functions that a map contains. The cartographic representation now carries more information, because the maps represent reality. The job of a cartographer is changing with the advancement of technology which has made maps more accessible and being better updated.

Technology development and transitions in Serbian cartography

The development of cartography in Serbia was influenced by violently historical events, as well as economic and political conditions. At the end of the 18th century, cartographic and geographical information about Serbian lands could only be found in the writings of church dignitaries. Zaharije Stefanović Orfelin (1726-1785) is considered as the founder of Serbian cartography and the most important cartographer. He compiled maps based on Russian and German sources (Živković, 2012).

During the 19th century Serbian cartography was developed alongside the gradual development of society. In the first half of the 19th century Serbia was represented on geographical maps primarily thanks to Austrian cartographers. In the last quarter of the 19th century, in accordance with the military needs where geographical surveys of Serbia were carried out, by the decision of the Serbian Main General Staff on February 5th, in 1876, the Second (Geographical) Department of the Main General Staff of the Serbian Army was established. After that, thanks to his own original works, a new period was born for Serbian cartography and joining European cartography (Stefanović, 2003).

Although the cartography of Serbia in the 20th century had significantly advanced thanks to successes in scientific, professional, production and other aspects, it did not come close to the cartography of developed European countries. The reason is, first of all, conditioned by the historical circumstances of that era. (Vemić, 2007). In this period, with the appearance of reproduction techniques and printing, the epoch of classical (analog) cartography appeared. It has the longest history, but also the least effective in maps production.

The characteristic of analog maps is that there are different representations of information levels, which differ from each other, both in scale and in the content of represented data. In our official cartography, the so-called information pyramid is domesticated, or standard levels of cartographic representations of spatial data, which are published and appear which is shown in Figure 1.

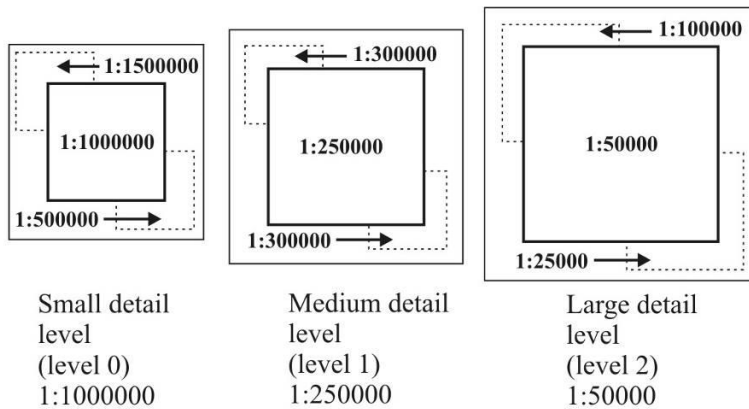


Fig. 1. Standard scale system of classic maps

At the transition to the 21st century, cartography in Serbia, thanks to the introduction of modern computer equipment, has greatly advanced. Private publishers also appeared as well as more needs and interests in the production of different types of maps (Vemić, 2007).

Innovations are primarily reflected in the methods of collecting, representing and analyzing spatial data (Govedarica & Borisov, 2011). Namely, a new task has been set to the cartographic activity: to create a fund of data in digital form about the objects and conditions on the Earth's surface and the shape of its relief, and to maintain and make this data available to interested users – this is database. The era of digital cartography is emerging.

The difference between analog and digital cartography can also be seen in the example of the level of detail information. In digital cartography, unlike the analog form, the scale can be changed relatively easily by increasing or decreasing the resolution of data, respectively representation.

Based on technological and chronological changes in cartography in our country, three basic eras and two transitional periods can be noted. The first basic transition in our official cartography refers to the transition from analog to digital cartography. The mentioned event took place in 1995 with the creation of the first digital geographic map at a scale of 1:1.000.000 (DGK1000) at the Military Geographical Institute (Borisov et al., 2010).

With the advent of digital cartography and technology, there was a great desire and a constant challenge to find and apply new methods and techniques of cartographic processing, respectively to create maps faster and with the most up-to-date content. This challenge is still current, but with a different approach and technologies which change the basic concept and philosophy of cartography (Frangješ et al., 2002). Namely, professionalism decreases, respectively the participation of experts in the final cartographic product and on the other hand computer technology and new user solutions are increasingly influencing it.

Development and application of computers in the field of Earth sciences led to the emergence and creation of new definitions and disciplines, among which computer-supported cartography (digital cartography) and GIS stands out. Both categories of data processing are emerging as new disciplines.

However, before the advent of digital cartography and GIS there was a certain development of computer graphics, as a need to facilitate drawing and automation. In the beginning, all three mentioned directions developed independently of each other, and later they began to gradually converge (Figure 2) (Borisov, 2017).

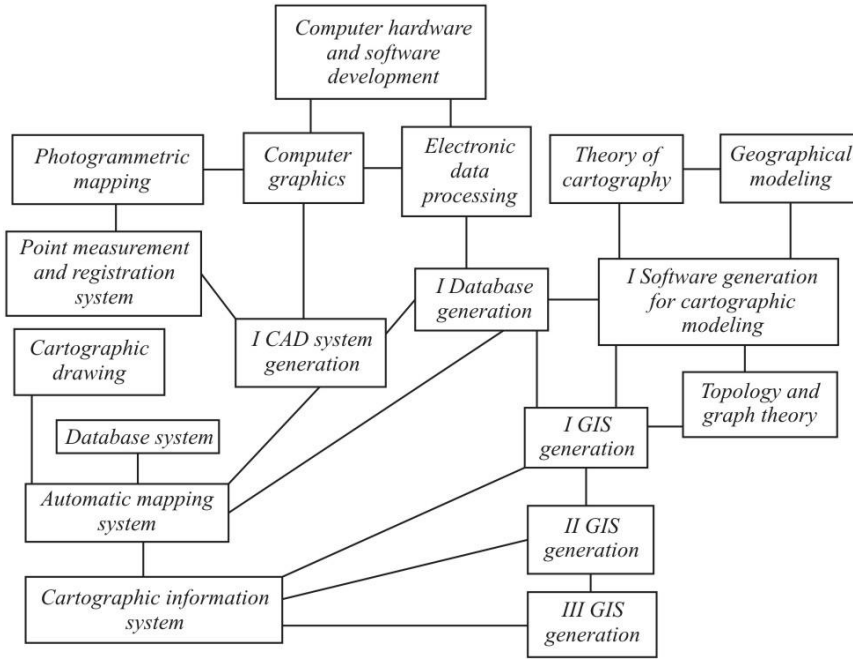


Fig. 2. Development of digital cartography and GIS (Borisov, 2017, modified)

The second transition in cartography in world and our country occurs with the transition from digital to web cartography. The concept of presentation is changing and more and more geospatial information is available to users in real time. In addition to the production of maps, web cartography also deals with the technologies of designing, implementing and disseminating maps on the Web. Web cartography from traditional cartography is separated by its "limitation" to the Web as a medium.

Unlike a classic map which represents an abstraction and selection of geographic reality, where spatial forms and relationships are clearly expressed, a Web map can also have new functions. Web maps become an interface for accessing other geographic or non-geographical data and their content becomes multimedia.

A typical Web cartographic portal is described in Figure 3. On the server side is the Web server, Web cartographic server, database or files. Most often, all these components are on one computer, and they can be on several different computers (Kilibarda & Protić, 2018).

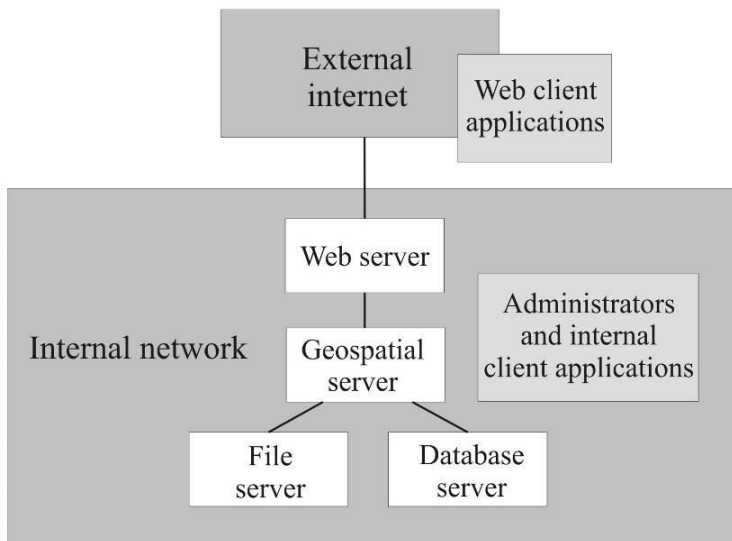


Fig. 3. Architecture of the Web cartographic portal (<https://www.e-education.psu.edu>)

According to the characteristics of Web cartographic portals that enable the transfer of a large amount of data and that they have the ability to connect national institutions, they are imposed as a solution for accessing and managing geospatial data at the national level. The Republic Geodetic Authority (RGA) is responsible for the distribution, as well as the collection, maintenance and storage of geospatial data of national importance in the Republic of Serbia.

The integrated system of geospatial data NSDI (National Spatial Data Infrastructure - NSDI) enables the distribution of geospatial data through the GeoSrbija geoportal (www.geosrbija.rs - Figure 4). Using the geoportal, users can identify and access geospatial information in a comprehensive way. Geoportal provides access to services and sets of metadata, as well as an overview for specific metadata. In this way, data from different sources and from different owners are easily available for professional users and the public. (Jovanovic, 2012). In digital cartography, metadata is additional contextual data that describes the underlying geospatial data on a map. It enriches the underlying data and enables better understanding and use of the map. Metadata can include information about the source of the data, time of recording, accuracy, authorship, and other attributes. For example, if we have a map that shows geographic data about rivers, the metadata can contain information about who collected the data, when it was recorded, what the accuracy of the data is, etc. This additional data helps users to better understand the context and correctly interpret the data on the map.

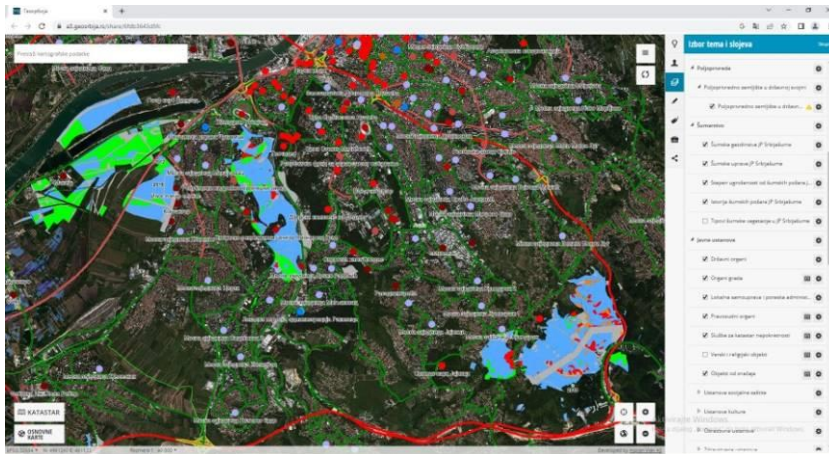


Fig. 4. RGA's Geoportal (<https://geosrbija.rs/>)

Namely, the main advantages of Web maps in comparison with previous cartographic products are, first of all, their availability, variety and content actuality. Also, new cartographic representations become multimedia and hypermedia (hypermedia cartographic display is a way of presenting geographic information using a combination of different media, such as text, images, video, sound and interactive elements. This approach allows users to explore and understand spatial data in a dynamic and intuitive way), where in addition to graphics, photography, animation, audio or video, data is structured and described in some of the meta languages (in cartography, a metalanguage is used to describe, analyze, and standardize the terms, symbols, and methods used on maps. A metalanguage helps cartographers convey information clearly and accurately to map users. This includes rules about symbols, color, proportions, and map legend creation) (Cartwright et al., 2007).

While in the past there was a clear distinction between the attributes and users of maps, today an increasing number of people actively participate in the process of creating maps. This process is possible primarily thanks to the progress of the web and a large number of applications. As an indicator of how far cartography has progressed is real-time mapping using Cloud technology. This technology allows the user to access the GIS platform using any device connected to the Internet through any web browser and enable him to view the content and interact with the data provided. Real-time mapping provides a number of benefits, such as tracking transport.

Computer programs such as Google Maps, Google Earth and eventually SAS Planet have significantly changed the approach to Internet mapping. Satellite, aerial, helicopter and drone images of various spatial resolutions are used as a basis for displaying space, which in combination with GIS data allow users to view images from different angles. Users can also enter their own data and create their own maps with a range of additional tools.

The constant development of geographic information system analytics makes it possible to create a large number of different map types using different types of data. The possible applications of modern cartography are limitless from urban planning, public safety, disaster management, public education, to mapping far beyond our planet. Considering the increasing number of possibilities for creating maps, which are the result of accelerated technological progress, it is necessary that users have a certain level of education and that

it is directed in the direction of new technologies in accordance with the education standards of the European Union.

One of the initiatives related to spatial data management, launched by the European Union in 2007, is the INSPIRE (INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe initiative) initiative. This initiative, which arose as a need for environmental policy, defined the basic rules aimed at establishing the Spatial Data Infrastructure. The purpose of the initiative is to unite the quality collected geographic data that will form the basis for the creation of a harmonized spatial data structure, as well as the exchange of experiences through cooperation and partnership (<https://geosrbija.rs>).

Representation methods and usage of digital geographic maps

Digital geographic maps can be displayed in two basic ways, respectively, in raster and vector format. Unlike vector maps, where the graphic representation consists of a series of points, lines, polygons and mathematical curves that can easily change size without losing quality, raster (scanned) maps have a structure of pixels that make the cartographic representation lose clarity and amount of content. They are limited in their capacities, with the fact that they can have a more flexible display, respectively they can be increased and decreased relatively little. In other words, scanned maps look best when displayed or printed at their original size (raster maps have limitations, but they can be improved in some of the editing programs where you can increase the resolution, contrast, sharpness and thus get a brighter and better raster map).

By enlarging or reducing raster representations, we have the impression of increasing (or decreasing) pixels that make the cartographic content representation lose clarity and data quality. The amount and content of data on the scanned maps is previously defined and depends on the selected scale.

However, scanned maps represent one of the most dominant cartographic representations on the web. Especially interesting are the old and unavailable geographical maps, which become available to many in this way. Also, when using scanned geographic maps, two display methods can be applied (Frangeš, 2002). First, with static continuous zoom, the cartographic view increases linearly, but the content remains the same (Figure 5).



Fig. 5. Static map view and linear enlargement (cutting-out of TM300, I edition, sheet Kragujevac, printed in 1988 source MGI)

Secondly, with static discretized (gradual) rendering, a series of maps of the same area are available, but each created for a different scale (Figure 6). When changing the display, the software automatically selects the most suitable map for the requested scale. This possibility is of great use when you want to display a multi-layered or multi-topic data structure, respectively, when content is displayed depending on the scale and topic. Therefore, with this type of static display, exists the possibility of pyramidal display of previously generalized and proportionally defined cartographic content is defined (Frangeš et al., 2002).

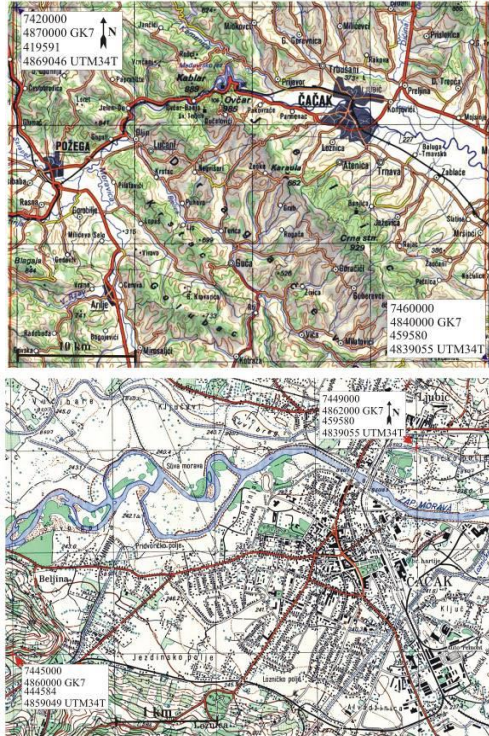


Fig. 6. Static map views and scale changes (example is town Čačak, left is cutting-out of TM300, I edition, sheet Kragujevac, printed in 1988, right is cutting-out TM25, II edition sheet Čačak 2-1, printed 1971, source MGI)

Unlike to digital interpretation, vector graphics, in order to be suitable for complex cartographic processing, must also be structured. The structuring of vector data itself is based on simple (geometric) and complex (topological) models. In cartography, a geometric model is the basis for converting geographic data into cartographic representations, while a topological model represents the relationships between geographic objects on a map. In addition, there is an interactive relationship between representation scale and data with available symbols in the map symbol libraries. This automatically transforms the vector graphics into a corresponding cartographic representation, respectively in accordance with the selected scale (Figure 7).

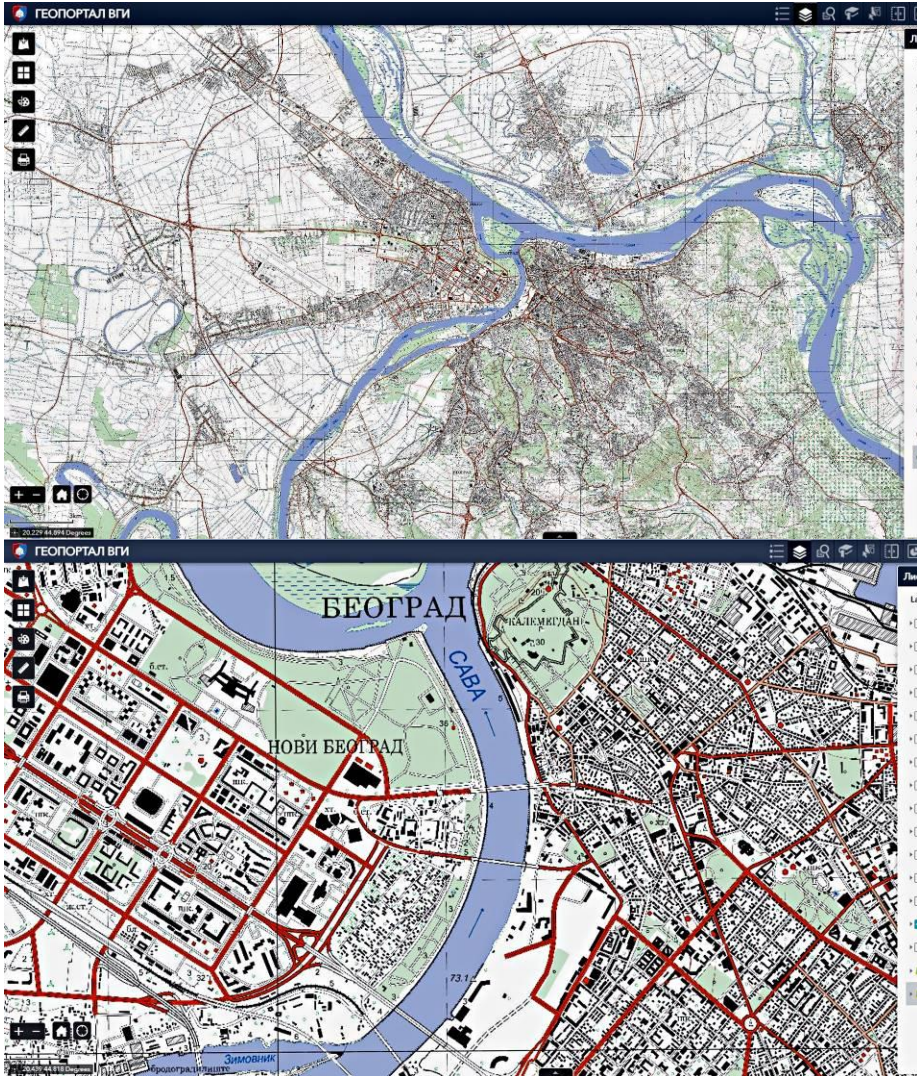


Fig. 7. Dynamic cartographic displays and changes according to scale, Figure 7 above – small scale, Figure 7 below – large scale, geoportal MGI

Therefore, in dynamic display there is a functional (direct) connection between data selection and display scale, respectively, the larger the scale, the more details are displayed automatically and vice versa. Also, vector data can easily change shape and size without much loss in quality (Govedarica et al., 2011). They can be selected, moved, modeled or further cartographically shaped. Namely, dynamic cartographic representations are the result of a more flexible selection of data at certain scales, in contrast to static cartographic representations.

The design and visualization of the map depends, first of all, on the way of representing the geospace. We can present characteristic objects on the land that have a certain geographical extent on the map in various ways. The basis for their representation on the map should be sought in their purpose, mapping territory, as well as the scale of the map.

On geographical map, unlike to aerial images, the principle is respected: the more important - the more noticeable. This obliges cartographer to adapt the artistic elements of a map to the reader of a map (Borisov, 2017).

In order to visually present the geospace on a map in the best way, periodically, with the development of society and the construction of new objects, there is a need to present them on a map and to change the content of the cartographic representation. Therefore, it is necessary to create new cartographic symbols that will emphasize the importance of these objects. An example of newly created cartographic symbols is the symbol for the windpark consisted of windmills (created in MGI for a map scale of 1:250.000) (Figure 8).

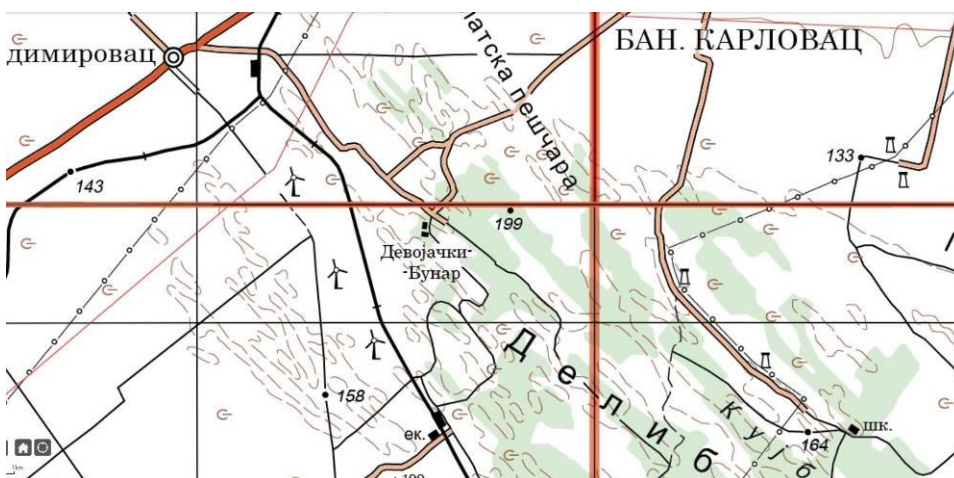


Fig. 8. Graphical symbol for a windpark, TM 250, printed 2019, source MGI

As an example of symbols that should be created, there is a sign for a solar power plant, which represents a new way of producing electricity that is increasingly expanding. At the time of writing this paper, the largest solar power plant „Delasol” in Serbia was opened, which covers 12.5 hectares, and which should definitely be shown on a map.

Modern possibilities of representations in cartography - animations, geovisualization and multimedia

Technical development and new ways of representing geospace were accompanied by the improvement of theoretical concepts and understanding of cartographic visualization by introducing the term geovisualization (Kraak M. J. & Ormeling F. J., 2009). „Geovisualization can be defined as a method and approach to the visualization of geographic data, in order to explore patterns, generate hypotheses, recognize connections and identify trends” (MacEachren A.M, 1995).

According to Cartwright 2007, more and more new possibilities have appeared in the cartographic representation of geospace. The particular advantages of the geospatial data representation system are in the user interface. Such systems are intuitive and recognizable to the user who has a certain idea of geospatial reality. One of the ways is the animated cartographic representation of several raster or vector images as one, where time period of the appearance of the

image, respectively the representation sequence is defined. The application of this type of animation can be seen on many sites, for example, on those dealing with registration and monitoring of weather conditions. Bearing in mind certain types of changes, certain types of cartographic animations that represent are also possible (Cartwright et al., 2007):

- State and changes that take place over time, namely, chronologically;
- State and changes in one location (object), but by changing the attributes of objects and
- Changes in position (location), respectively movement in geospace.

In the case of cartographic representations animations of the same area, but with a change in attributes, depending on the given parameters (for example, a change in population density, or population growth in a certain period), a new cartographic representation of the same location is obtained (Figure 9). Thus, with this type of animation, the spatial component is fixed, while the attributes change (Cartwright et al., 2007). The animation of the cartographic data representation takes place through the processes of selection, filtering, generalization, design and visualization of data in a specific geographic environment, or a system of selected objects.

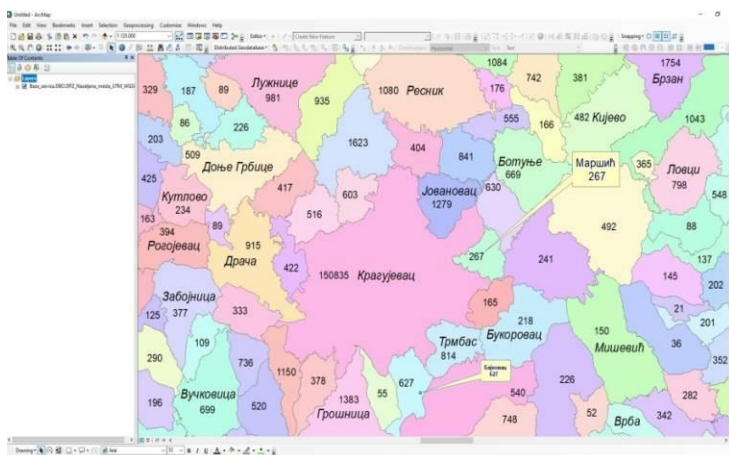


Fig 9. Cartographic animation - attribute changes in content, settlement boundaries, Republic Geodetic Authority

Likewise, it should be taken into account an animation which shows virtual displacement and movement in geospace. Changing the position in this type of cartographic animations is achieved using video, while the attribute and time are fixed. Interactivity is achieved by stopping at a specific video sequence, rewinding, or fast-forwarding relative to the current sequence. Many created animations give the possibility of freely choosing movement through the open virtual world, respectively approaching or moving away from an object, as shown in Figure 10.



Fig. 10. Cartographic animation - changes in position in geospace, example – vicinity of Topli Do at Stara Planina Mountain, source Google Earth, Image © 2025 Airbus, Image © 2025 Maxar Technologies

Animations have become trends in cartography and they allow the user to view content, geographic information, or what is particularly important is to view changes in the content of geospatial reality over time or virtual movement in geospace. In addition, cartographic animations are more meaningful and dynamic than interactive cartographic displays (Cartwright et al., 2007). For example, weather maps change every few hours. Also, the map user is no longer limited to only one „view” offered by the classic example, but various representation alternatives can be tried which are able to create a more complete representation of the environment, state and process. In this way, cartographic data is presented in a more diverse and efficient way, respectively it can be forwarded to a larger number of interested people.

Modern map-making processes enable us to do the act of cognition, respectively to create a mental image of the geospace which is explored.

Geographic visualization, which focuses on the visualization of geospatial data, can be used in all phases of solving problems in geographic analysis - from the development of the initial hypothesis, to the acquisition of new knowledge, analysis, presentation and evaluation. Geovisualization, therefore, does not only involve the development of theoretical approaches, tools and methods for visualizing geospatial data, but also includes understanding how certain tools and methods are used in formulating hypotheses, noticing patterns, acquiring knowledge and facilitating the decision-making process (Buckley et al., 2000). Understood in this way, geovisualization with the help of remote sensing, geographic information systems, GPS, computer graphics, animation, simulation, multimedia access and virtual reality enables new ways of presenting geospatial data, identifying certain processes and trends in space, and their better understanding (Tošić & Blagojević, 2010).

Dynamic development of technologies and applications has led to constant changes in the representation of geovisualization. Likewise, the amount of information and geospatial data, which are used for making maps, are increased. Nowadays, the map can be seen as an access interface to a large amount of geospatial data, with the traditional role of a presentation medium.

Driven by advances in digital data storage and the Internet, cartography entered the multimedia era in the mid-1980s and early 1990s. Nowadays, despite slow progress in cartography, multimedia represents one of the most powerful features of information technology. An attractive representation with a combination of images, statistics, text, sound, graphics and maps are possible nowadays by implementing new solutions in this scope (Figure 11).

Multimedia, in fact, represents the interaction of several types of media supported by a computer, so it can be said that information technology is a tool of multimedia, but also its medium (Borisov, 2017).

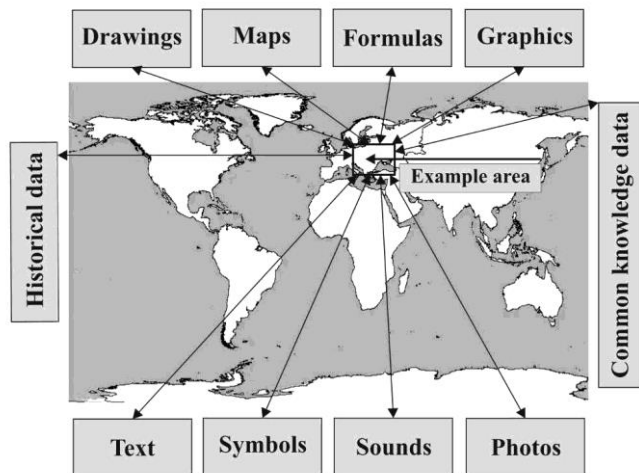


Fig. 11. Multimedia in cartography

Development of data collection systems, GIS, as well as geospatial databases enables a new dimension of geospatial data visualization. From static 2D, dynamic 2D, 2.5D to 3D maps. The latest progress in technology in the scope of visualization is certainly the technology of virtual and expandable reality, through which it is possible to experience geospatial data in a completely different way (Figure 12).

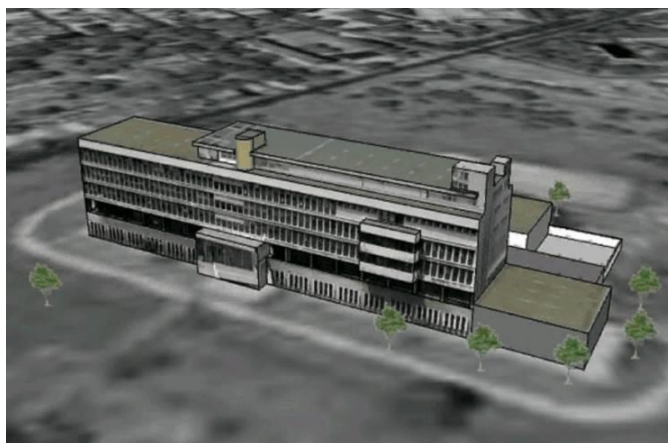


Fig. 12. Virtual reality, example of a 3D image based on drone footage from 2024, source MGI

Virtual reality can most easily be defined as computer-generated imagination. It allows us to manipulate virtual objects in a real environment. With development of technology in this scope, it is increasingly difficult to distinguish the digital environment from reality. It is applicable in various segments of life, such as: art, medicine, architecture, military training, etc. (<https://www.edutelevision.com>).

Looking at the changes in cartography that are conditioned by technological innovations, it can be concluded that it is constantly changing and that it is necessary to change some established definitions. For example, the concept of a map should be re-defined to also refer to an interactive cartographic representation. Today's map contains an interaction process and the user controls the map creation process. Therefore, the map is no longer just an ordinary representation which contains only static elements, but also allows us animation (Borisov, 2017).

Conclusion

Development of information technologies and geospatial sciences in general has led to new ways of creating and using cartographic representations. Firstly, the advent of computers significantly changed the technology of creating, displaying and using geographic maps. And secondly, with the advent of the web environment, users can communicate and get the latest data, and thus participate in the creation of their own cartographic representations. At the same time, the standards and infrastructure of geospatial data represent the basic conditions which facilitate the identification and easier access to data from different sources from local, through national to global level.

As it has been emphasized in this paper, digital technologies have introduced significant changes, both in the way they are created and, in the ways, maps are used. Many geospatial data sets are increasingly available to a wider range of users, and cartographic representations are becoming more dynamic and can be changed at the request by the user. For these reasons, dynamics of creating cartographic works is faster and more precise, and the content of the cartographic representations itself is more diverse.

In the current conditions of development, it is difficult to predict how cartographic and, in general, processes in GIS technologies will continue, but the basic thing is that cartographic data have a digital form and can carry a larger number of attributes (more information), regardless of the current development of technique and technology.

Based on past experiences, it appears that cartographers are significantly changing their approach to the creation and organization of geospatial data. However, based on the plans for development of geospatial data infrastructure and the advancement of technology, it can be concluded that the current concept of cartography will be significantly changed. The organization, distribution and maintenance of the spatial database, development of GIS technologies, hardware, software, user education, etc. will be taken care of, while the users themselves will create the visual content of the map and deal with various analyses.

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.

© 2025 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

- Borisov, M., Radojčić, S., Ikonović, V. (2010). Current cartographic projects of the Military Geographical Institute. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 90(3), 207-224. <https://doi.org/10.2298/GSGD1003207B>
- Borisov, M., & Petrović V. (2013). *Cartography*. Banja Luka: Markos.
- Borisov, M. (2017). *Kartografija*. Evropski univerzitet Brčko.
- Buckley, R., Gahegan, M., & Clarke, K. (2000). *Geographic Visualization*. Santa Barbara.
- Cartwright, W., Peterson, M., & Gartner, G. (2007). *Multimedia Cartography*. Springer.
- ESRI (2002). *Using ArcView GIS*. User Guide, Redlands, USA.
- Frangješ, S., Frančula, N., & Lapaine, M. (2002). The future of cartography. *Cartography and geoinformation*, 1(1), 7-21.
- Govedarica, M., & Borisov, M. (2011). The analysis of data quality on topographic maps. *Geodetski vestnik*, 55(4), 713-725.
- Jovanović, V., Đurđev, B., Srdić, Z., & Stankov, U. (2014). Geografski informacioni sistemi. Univerzitet Singidunum.
- Kraak, M. J., & Ormeling, F. J. (2009). *Visualization of Spatial Data*. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315847184>
- Kilibarda, M. & Protić, D. (2018). *Geovisualization and Web cartography*. Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet.
- Military Geographical Institute (2010). Informant on cartographic publications. Military Geographical Institute.
- Military Geographical Institute (n.d.). *Overview topographic map, 1:300.000 (Sheet Belgrade)*. Military Geographical Institute.
- Military Geographical Institute (n.d.). *Overview topographic map, 1:500.000 (Sheet Belgrade)*. Military Geographical Institute.
- Military Geographical Institute (n.d.). *Overview topographic map, 1:300.000 (Sheet Kragujevac)*. Military Geographical Institute.
- Military Geographical Institute (n.d.). *MGI Overview topographic map, 1:25 000 (Sheet Čačak)*. Military Geographical Institute.
- Tošić, R., & Blagojević B., (2010). The role of geographic visualization in the popularization of geographic science. *Globus*, 35, 133-144.
- Republički geodetski zavod (n.d.). Granice naselja. Republički geodetski zavod.
- Stefanović, O. (2003). Serbian cartography of the 19th century. *Glasnik Narodne biblioteke Srbije*, 1, 99-106.
- Vemić, M. (2007). Cartography in Serbia, in 20th century. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA*, 57, 407-416.
- Živković, D. (2012). Serbian cartography: From engineering to digital. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*. 92(3), 1-17. <http://dx.doi.org/10.2298/GSGD1203001Z>

Оригинални научни рад

UDC 528.9:001.895
<https://doi.org/10.2298/GSGD2501385P>

Примљено: 20. марта 2025.

Исправљено: 2. априла 2025.

Прихваћено: 12. априла 2025.

Ђорђе Петровић*, **Мирко Борисов****, **Војкан Станојевић***,
Златан Миловић¹*, **Саша Мил. Станковић***

**Војногеографски институт „Генерал Стеван Бошковић“, Мије Ковачевића 5, Београд, Србија.*

***Факултет техничких наука – Универзитет у Новом Саду, Трг Доситеја Обрадовића, Нови Сад, Србија.*

ТЕХНОЛОШКЕ ПРОМЕНЕ И ЊИХОВ УТИЦАЈ НА ДИНАМИКУ И САДРЖАЈ КАРТОГРАФСКИХ ПРИКАЗА

Сажетак: У раду се разматра утицај технолошких промена на картографију, односно на динамику и садржај картографских приказа. Са појавом нових технологија мења се начин креирања и презентовања података о простору, што је условило да се и картографија као наука мења. Наиме, потребно је прихватити нове технолошке изазове и могућности приказа у картографији, а пре свега, интернет као медијум за комуникацију, дистрибуцију и приказ геопросторне стварности. Подаци о простору у дигиталном (растерском или векторском) облику постају све више актуелни и доступни заинтересованим корисницима за њихову свакодневну употребу. Картографски прикази у дигиталној форми нису обични графичко-ликовни изрази или визуелизације геопросторне стварности, већ поседују одређене потенцијалне могућности интеракције, динамике, анимације и мултимедијалности у приказу и комуникацији.

Кључне речи: технолошке промене, картографски приказ, интерактивност, динамика, анимација, виртуелна стварност

¹ zlatan.milonjic@gmail.com (аутор за кореспонденцију)

Мирко Борисов (<https://orcid.org/0000-0002-7234-6372>)

Златан Миловић (<https://orcid.org/0009-0002-8680-7683>)

Увод

Начин израде географских карата се константно мењао, од настанка првих карата помоћу четкица и пергамента, масовне производње карата помоћу механичких уређаја и штампарских преса, појаве оптичке технологије, напретка у фото-хемијској и електронској технологији, па све до појаве интернета и база података. Савремена картографија се унапређује заједно са развојем информатике, кибернетике, рачунарских и мерних уређаја.

Са појавом нових информационих и комуникационих технологија количина прикупљених података о простору се непрекидно повећава. Поред бројних могућности приказа просторно-временских података, визуелизација доприноси лакшем памћењу и разумевању података о простору. Визуелизација просторних података, осим помоћу класичне и дигиталне карте, све више је применљива путем интернета и геопортала. На овај начин је дата могућност кориснику да сам бира врсту и изглед података од интереса. Све ово је условило промену у начину израде и приказа карте, као и све већем броју функција које карта садржи. Картографски приказ сада носи већу количину информација, јер карте представљају стварност. Посао картографа се мења са напретком технологије која је учинила карте приступачнијим и боље ажурираним.

Технолошки развој и транзиције у картографији код нас

На развој картографије у Србији утицала су бурна историјска збивања, као и економски и политички услови. Картографски и географски подаци о српским земљама, крајем 18. века једино су се могли наћи у списима црквених великодостојника. Оснивачем српске картографије и најзначајнијим картографом сматра се Захарије Стефановић Орфелин (1726-1785). Он је састављао карте на основу руских и немачких извора (Живковић, 2012).

Картографија у Србији током 19. века се развијала упоредо са постепеним развојем друштва. Србија у првој половини 19. века се приказује на географским картама првенствено захваљујући аустријским картографима. У последњој четвртини 19. века, сходно војним потребама где су се вршила географска истраживања Србије, одлуком српског Главног ђенералштаба 5. фебруара 1876. године основано је Друго (Географско) одељење Главног ђенералштаба Српске Војске. Након тога, захваљујући сопственим оригиналним радовима, настаје нови период за српску картографију и прикључење европској картографији (Стефановић, 2003).

Иако је картографија Србије у 20. веку значајно напредовала захваљујући успесима у научним, стручним, производним и другим погледима, она се није приближила картографији развијених европских земаља. Разлог је, пре свега, условљен историјским приликама тога доба. (Вемић, 2007). У овом периоду са појавом репродукцијске технике и штампе јавља се епоха класичне (аналогне) картографије. Она има најдужу историју.

Карактеристика аналогних карата је да постоје различити информациони нивои приказа, који се међусобно разликују, како по размери, тако и по садржају приказа података. У нашој службеној картографији је заступљена тзв. информациона

пирамида, или стандардни нивои картографских приказа података о простору, који се публикују и изгледају, као што је то дато на (Сл. 1, у енглеском тексту Figure 1).

На преласку у 21. век технологија картографије је у складу са увођењем савремене компјутерске опреме у Србији увелико промењена. Тада се јављају приватна издаваштва и све више потреба и интересовања за израду различитих типова карата (Вемић, 2007).

Новине се, првенствено, огледају у методама прикупљања, приказа и анализе података о простору (Говедарица и Борисов, 2011). Наиме, пред картографску делатност постављен је нови задатак: да о објектима и стањима на Земљиној површи и облику њеног рељефа створи фонд података у дигиталном облику и да те податке одржава и даје на располагање заинтересованим корисницима – ово називамо базом података. Настаје епоха дигиталне картографије.

Разлика између аналогне и дигиталне картографије може се уочити и на примеру информационог нивоа детаљности. У дигиталној картографији, за разлику од аналогног облика, промена размера се може релативно лако мењати повећавањем или смањењем резолуције података, односно приказа.

На основу технолошких и хронолошких промена у картографији код нас, могу се запазити три основне епохе и два транзициона периода. Прва основна транзиција у нашој службеној картографији односи се на прелаз од аналогне ка дигиталној картографији. Поменути догађај се десио 1995. године изградом прве дигиталне географске карте у размери 1:1.000.000 (ДГК1000) у Војногеографском институту (Борисов и др., 2010).

Са појавом дигиталне картографије и технологије постојала је велика жеља и стални изазов за проналажењем и применом нових метода и техника картографског процесирања, односно брже израде карата и са што ажуријим садржајем. Овакав изазов је и даље актуелан, али са другачијим приступом и технологијама које мењају основни концепт и филозофију картографије (Frangesh et al., 2002). Наиме, смањује се професионализам, односно учешће стручњака на финални картографски производ, а све више утичу рачунарска техника и нова корисничка решења.

Развој и примена рачунара у области наука о Земљи довео је до појаве и настанка нових дефиниција и дисциплина, међу којима се посебно истичу рачунарски подржана картографија (дигитална картографија) и ГИС. Обе категорије процесирања података намећу се као нове дисциплине.

Међутим, пре појаве дигиталне картографије и ГИС-а постојао је одређени развој рачунарске графике, као потребе да се олакша цртање и аутоматизација. У почетку су се сва три поменута правца развијала независно један од другог, да би касније почели да се постепено приближавају (Сл. 2, у енглеском тексту Figure 2.) (Борисов, 2017).

Друга транзиција у картографији у свету и код настаје са преласком дигиталне на веб картографију. Концепт презентације се мења и све више геопросторних информација је доступно корисницима у реалном времену. Осим продукције карата, веб картографија се бави и технологијама дизајнирања, имплементације и дисеминације карата на Web-у. Оно што Web картографију раздваја од традиционалне, јесте њена „ограниченост” на Web, као медијум.

За разлику од класичне карте која представља апстракцију и селекцију географске реалности, при чему су јасно изражени просторни облици и односи, Web карта може имати и нове функције. Web карте постају Интерфејс за приступ другим географским или негеографским подацима и њихов садржај постаје мултимедијалан.

Типичан Web картографски портал је приказан Сликаом 3 (Сл. 3, у енглеском тексту Figure 3.). На серверској страни је Web сервер, Web картографски сервер, база података или фајлови. Најчешће су све ове компоненте на једном рачунару, а могу бити и на више различитих рачунара (Килибарда и Протић, 2018).

Сходно карактеристикама Web картографских портала да омогућују пренос велике количине података и да имају могућност да повезују националне институције, намећу се као решење за приступ и управљање просторним подацима на националном нивоу. За дистрибуцију, као и прикупљање, одржавање и чување просторних података од националног значаја у Републици Србији је задужен Републички геодетски завод (РГЗ).

Интегрисани систем геопросторних података НИГП (Национална инфраструктура геопросторних података) (eng. NSDI) омогућује дистрибуцију геопросторних података путем геопортала GeoSrbija (www.geosrbija.rs) (Сл. 4, у енглеском тексту Figure 4.). Путем геопортала корисници могу да идентификују и приступе просторним информацијама на свеобухватан начин. Геопортал омогућује приступ сервисима и сетовима метаподатака, као и преглед за одређене метаподатке. На овај начин подаци из различитих извора и од различитих власника су лако доступни за професионалне кориснике и за јавност (Јовановић и др., 2012). У дигиталној картографији метаподаци су додатни контекстуални подаци који описују основне геопросторне податке на карти. Они обогаћују основне податке и омогућавају боље разумевање и употребу карте. Метаподаци могу укључивати информације о извору података, времену снимања, тачности, ауторству и другим атрибутима. На пример, ако имамо карту која приказује географске податке о рекама, метаподаци могу садржавати информације о томе ко је сакупио податке, када су снимљени, каква је тачност података итд. Ови додатни подаци помажу корисницима да боље разумеју контекст и да правилно интерпретирају податке на карти.

Основне предности Web карата у поређењу са досадашњим производима картографске делатности су, пре свега, њихова доступност, разноврсност и актуелност садржаја. Такође, нови картографски прикази постају мултимедијални и хипермедијални (хипермедијални картографски приказ је начин представљања географских информација користећи комбинацију различитих медија, као што су текст, слике, видео, звук и интерактивни елементи. Овај приступ омогућава корисницима да истражују и разумеју просторне податке на динамичан и интуитиван начин), где се поред графике, фотографије, анимације, аудио или видео записа, подаци структурирају и описују неким од мета језика (у картографији, метајезик се користи за описивање, анализирање и стандардизацију израза, симбола и метода који се примењују на мапама. Метајезик помаже картографима да јасно и прецизно пренесу информације корисницима мапа. Ово укључује правила о симболима, боји, пропорцијама, и изради легенде на карти) (Cartwright et al., 2007).

Данас све већи број људи активно учествује у процесу стварања карата. Тај процес је могућ пре свега захваљујући напретку Web-а и великом броју апликација. Као

показатељ колико је напредовала картографија је мапирање у реалном времену помоћу Cloud технологије. Ова технологија омогућује кориснику да помоћу било ког уређаја који је повезан на интернет путем било ког web претраживача приступи ГИС платформи и омогући му преглед садржаја и интеракцију са понуђеним подацима. Мапирање у реалном времену омогућава велики број погодности, као што је на пример праћење транспорта.

Рачунарски програми, као што су Google Maps, Google Earth евентуално и SAS Planet значајно су променили приступ Интернет картирању. Као основа за приказивање простора користе се сателитски снимци, снимци из авиона, хеликоптера и дрона различитих просторних резолуција који у комбинацији са ГИС подацима омогућавају корисницима приказе из различитих углова. Корисници такође могу да уносе и своје податке и уз низ додатних алата могу да креирају сопствене мапе.

Стални развој аналитике географског информационог система омогућава креирање великог броја типова карата користећи различите типове података. Могуће примене модерне картографије су велике, од урбаног планирања, јавне безбедности, управљања катастрофама, јавног образовања, до мапирања далеко изван наше планете. С обзиром на све више могућности при креирању карата, које су последица убрзаног технолошког напретка, потребно је да корисници поседују одређени ниво образовања и да се оно усмерава у правцу нових технологија у складу са стандардима образовања Европске уније.

Једна од иницијатива, која се односи на управљање просторним подацима, а које је покренула Европска унија 2007. године је INSPIRE (INfrastructure for SPatial Information in Europe initiative) иницијатива. Овом иницијативом, која је настала као потреба еколошке политике, дефинисана су основна правила која су усмерена ка успостављању Инфраструктуре просторних података. Сврха иницијативе је да се обједине квалитетни прикупљени географски подаци који ће чинити основу за стварање хармонизоване просторне структуре података, као и размена искустава кроз сарадњу и партнерство (<https://geosrbija.rs>).

Методe приказа и коришћења дигиталних географских карата

Дигиталне географске карте могу се приказати на два основна начина, односно, у растерском и векторском формату. За разлику од векторских карата, где се графички приказ састоји од низа тачака, линија, полигона и математичких кривих које лако могу мењати величину без губитка на квалитету, растерске (скениране) карте имају структуру пиксела који чине да картографски приказ губи на јасноћи и количини садржаја. Оне су ограничене у својим капацитетима, с тим што могу имати флексибилнији приказ, односно могу се релативно мало повећавати и смањивати. Другим речима, скениране карте изгледају најбоље када се приказују или штампају у оригиналној величини (растерске карте имају ограничења, али могу бити побољшати у неким од програма за цртање где се може повећати резолуција, контрастност, оштрина и тиме добити јаснија и боља растерска карта).

Увећањем или умањењем растерских приказа, имамо утисак увећања (или умањења) пиксела који чине да картографски приказ садржаја губи на јасноћи и

квалитету података. Количина и садржај података на скенираним картама претходно је дефинисана и зависи од изабране размере.

Међутим, скениране карте представљају један од најдоминантнијих картографских приказа на Web-у. Посебно су интересантне старе и недоступне географске карте које на тај начин постају доступне многим. Такође, при коришћењу скенираних географских карата могу се применити две методе приказа (Frangić et al., 2002). Прво, при статичком континуираном увећању картографски приказ линеарно се повећава, али садржај остаје исти (Сл. 5, у енглеском тексту Figure 5).

Као друго, при статичком дискретизованом (постепеном) приказивању на располагању је серија карата истог подручја, али свака креирана за различиту размеру (Сл. 6, у енглеском тексту Figure 6.). При промени приказа ГИС софтвер аутоматски бира најприкладнију карту за тражену размеру. Ова могућност има велику примену када се жели приказати вишеслојна или мултимедиска структура података, односно када се приказује садржај у зависности од размере и тематике. Дакле, код ове врсте статичких приказа постоји могућност пирамидалног приказивања претходно генералисаног и размерно дефинисаног картографског садржаја (Frangić et al., 2002).

За разлику од дигиталне интерпретације, векторска графика да би била погодна за комплексно картографско процесирање мора бити и структурирана. Само структурирање векторских података базира се на једноставним (геометријским) и сложеним (тополошким) моделима. У картографији, геометријски модел представља основу за претварање географских података у картографске репрезентације док тополошки модел представља везе између географских објеката на карти. Поред тога, постоји интерактивна веза између размере приказа и података са расположивим симболима у библиотекама картографских знакова. Тиме се векторска графика трансформише аутоматски у одговарајући картографски приказ, односно у складу са изабраном размером (Сл. 7, у енглеском тексту Figure 7.).

Дакле, у динамичком приказивању постоји функционална (директна) веза између избора података и размере приказивања, односно, што је размера крупнија, приказује се аутоматски више детаља и обрнуто. Такође, векторски подаци могу лако да мењају облик и величину без великог губитка на квалитету (Говедарица и Борисов, 2011). Они се могу селектовати, померати, моделовати или картографски даље уобличавати. Наиме, динамички картографски прикази представљају резултат флексибилнијег избора података по одређеним размерама, за разлику од статичких картографских приказа.

Обликовање и визуелизација карте зависи, пре свега, од начина представљања геопростора. Карактеристичне објекте на тлу који имају одређено географско простирање, можемо представити на карти на разне начине. Основу за њихово представљање на карти треба тражити у њиховој намени, територији картирања, као и размери карте.

На географској карти, за разлику од снимака, поштује се принцип: што важније - то уочљивије. То обавезује картографа да прилагоди ликовне елементе карте читаоцу карте (Борисов, 2017).

Да би се геопростор визуелно представио на карти на адекватан начин, периодично, са развојем друштва и изградњом нових објеката, долази до потребе за њиховим представљањем на карти и до промене садржаја картографског приказа. Самим тим, потребно је и креирати нове картографске знаке који ће истаћи важност тих објеката. Као пример новонасталих картографских знакова је симбол за ветропарк (креиран у ВГИ-у за карту размера 1:250.000) (Сл. 8, у енглеском тексту Figure 8.).

Као пример знакова које треба креирати је знак за соларну електрану која представља нови начин производње електричне енергије који је све више у експанзији. У тренутку писања рада отворена је највећа соларна електрана „Delasol“ у Србији која се простире на 12,5 хектара, а коју свакако треба приказати на карти.

Савремене могућности приказа у картографији – анимације, геовизуелизација и мултимедија

Технички развој и нови начини представљања геопростора праћени су унапређивањем теоријских концепата и схватања картографске визуелизације увођењем термина геовизуелизација (Kraak M. J. & Ormeling F. J., 2001). „Геовизуелизација се може дефинисати као метод и приступ визуелизације географских података, у циљу истраживања образаца, генерисања хипотеза, препознавања веза и идентификације трендова” (MacEachren, 1995).

По Cartwright са коауторима (2007), појављују се све више нових могућности у картографском приказивању простора. Нарочите предности система за приказ података о простору су у корисничком интерфејсу. Овакви системи су интуитивни и препознатљиви кориснику који има одређену представу геопросторне стварности. Један од начина јесте анимирани картографски приказ више растерских или векторских слика као једне, при чему се дефинише временски период појављивања слике, односно секвенци приказа. Примена ове врсте анимација може се видети на многим сајтовима, на пример, на онима који се баве регистровањем и праћењем временских прилика. Имајући у виду одређене врсте промена, могуће су и одређене врсте картографских анимација које репрезентују (Cartwright et al., 2007):

- Стање и промене које се одвијају кроз време, тј., хронолошки;
- Стање и промене на једној локацији (објекту), али изменом атрибута објеката и
- Промене положаја (локације), односно кретање у простору.

Код анимација картографских приказа истог подручја, али са променом атрибута, у зависности од задатих параметара (на пример, промена густине становништва, или прираштај у одређеном периоду), добија се нови картографски приказ исте локације (Сл. 9, у енглеском тексту Figure 9.). Дакле, код ове врсте анимација просторна компонента је фиксирана, док се атрибути мењају (Cartwright et al., 2007). Анимација картографског приказа података одвија се кроз процесе избора, филтрирања, генералисања, дизајнирања и визуелизације података у конкретном географском окружењу, или систему изабраних објеката.

Такође, треба имати у виду и анимацију код које се приказује виртуелно померање и кретање у простору. Промена положаја код овог типа картографских анимација постиже се коришћењем видео записа, док су атрибут и време фиксирани. Интерактивност се добија путем заустављања на одређеној секвенци видео записа,

враћања уназад, или пребацивање унапред у односу на текућу секвенцу. Многе креиране анимације дају могућност слободног избора кретања кроз отворени виртуални свет, односно приближавање или удаљавање неком објекту, као што је приказано на Сл. 10, у енглеском тексту Figure 10.

Анимације су постале трендови у картографији и оне омогућују кориснику преглед садржаја, географских информација, или оно што је посебно важно јесте да омогућују преглед промена садржаја геопросторне стварности кроз време или виртуелно кретање у простору. Картографске анимације су, осим тога, садржајније и динамичније од интерактивних картографских приказа (Cartwright et al., 2007). На пример, метеоролошке карте мењају се сваких неколико сати. Такође, корисник карте није више ограничен на само један „поглед“ који нуди класичан пример, већ се могу испробати разне алтернативе приказа који могу да створе комплетнију слику околине, стања и процеса. Тиме се картографски подаци презентују на разноврснији и ефикаснији начин, односно могу се прослеђивати већем броју заинтересованих људи.

Савремени токови израде карата омогућавају чин спознаје, односно стварања менталне слике простора који се истражује.

Географска визуелизација која се фокусира на визуелизацију геопросторних података може се користити у свим фазама решавања проблема у географској анализи – од развитка иницијалне хипотезе, до стицања нових сазнања, анализе, презентације и евалуације. Геовизуелизација, дакле, не подразумева само развој теоријских приступа, алата и метода за визуелизацију просторних података, већ обухвата и разумевање начина на који се одређени алати и методе користе у формулисању хипотеза, уочавању образаца, стицању знања и олакшавању процеса доношења одлука (Buckley et al., 2000). Схваћена на овај начин, геовизуелизација уз помоћ даљинске детекције, географских информационих система, GPS-а, компјутерске графике, анимације, симулације, мултимедијалног приступа и виртуелне стварности омогућава нове начине представљања геопросторних података, идентификовање одређених процеса и трендова у простору, те њиховог бољег разумевања (Тошић и Благојевић, 2010).

Динамичан развој технологија и апликација условио је константно мењање приказа геовизуелизације. Такође, дошло је до повећаног броја информација и података о простору на основу којих су израђене карте. Карта се данас може посматрати као приступни интерфејс великом броју геопросторних података, уз традиционалну улогу медија за презентацију.

Условљен напретком чувања дигиталних података и интернета, улазак картографије у еру мултимедија догодио се средином 1980-их и почетком 1990-их година. Мултимедија данас, упркос спором напретку у картографији, представља један од најмоћнијих одлика информационе технологије. Нова решења на овом пољу условила су атрактиван приказ комбинацијом слике, статистике, текста, звука, графике, карте и томе слично (Сл. 11, у енглеском тексту Figure 11.).

Мултимедији, заправо, представљају интеракцију више врста медија подржане рачунаром, тако да се може рећи да су информационе технологије алат мултимедије, али и њихов медиј (Борисов, 2017).

Развој система за прикупљање података, ГИС-а, као и просторних база омогућује нову димензију визуелизације геопросторних података. Са статичких 2Д, динамичких 2Д, 2,5Д прелази се на 3Д карте. Најновији напредак у технологији из области визуелизације свакако је технологија виртуелне и проширене реалности, кроз које је могуће доживети просторне податке на сасвим другачији начин (Сл. 12, у енглеском тексту Figure 12.).

Виртуелну реалност, VR (eng. virtual reality) можемо најлакше дефинисати као компјутерски генерисано маштање. Она омогућује манипулацију виртуелним предметима у реалном окружењу. Са развојем технологије у овој области све теже је разликовати дигитално окружење од стварности. Она је применљива у разним сегментима живота, као што су: уметност, медицина, архитектура, обука у војсци и др. (<https://www.edutelevision.com>).

Сагледавањем промена у картографији које су условљене технолошким новинама, може се закључити да се она константно мења и да је неопходно променити и неке устаљене дефиниције. На пример, појам карте би требало редефинисати да се односи и на интерактивни картографски приказ. Данашња карта садржи процес интеракције и корисник је тај који контролише процес израде карте. Дакле, карта више није само обичан приказ који садржи само статичке елементе, већ омогућава и анимацију (Борисов, 2017).

Закључак

Развој информационих технологија и уопште наука о простору условило је нове начине израде и коришћења картографских приказа. Прво, појава рачунара изменила је битно технологију израде, приказа и коришћења географских карата. И друго, појавом web окружења корисници могу комуницирати и добијати најновије податке, а тиме и сами учествовати у креирању сопствених картографских приказа. При томе, стандарди и инфраструктура података о простору представљају основне услове који олакшавају идентификацију и лакши приступ подацима из различитих извора од локалног, преко националног до глобалног нивоа.

Као што је истакнуто овим радом, дигиталне технологије унеле су значајне промене, како у начину на које настају, тако и у начинима коришћења карата. Многи скупови података о простору су све више доступни ширем кругу корисника, а картографски прикази постају динамичнији и могу се мењати на захтев корисника. Из тих разлога, динамика израде картографских дела је бржа и прецизнија, а сам садржај картографских приказа разноврснији.

У садашњим условима развоја тешко је предвидети како ће картографски и, уопште, процеси у ГИС технологијама даље тећи, али основно је то да картографски подаци имају дигиталну форму и могу носити већи број атрибута (више информација), без обзира на тренутни развој технике и технологије.

На основу досадашњих искустава произлази да картографи битно мењају приступ о креирању и организацији података о простору. Међутим, на основу планова развоја инфраструктуре података о простору и напретка технологије, долази се до закључка да се концепт картографије континуално мења. Водиће се рачуна о организацији, дистрибуцији и одржавању база података о простору, развоју ГИС

технологија, хардвера, софтвера, едукацији корисника итд., док ће корисници сами креирати визуелни садржај карте и бавити се разним анализама.

Сукоб интереса: Аутори изјављују да нема сукоба интереса.

Напомена издавача: Српско географско друштво остаје неутрално по питању јурисдикције у објављеним мапама и институционалним везама.

© 2025 Српско географско друштво, Београд, Србија.

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)