

Original scientific paper

UDC 711.2:[007:912]:004]
<https://doi.org/10.2298/GSGD2501019L>

Received: November 13, 2024

Corrected: January 29, 2025

Accepted: January 30, 2025

**Darko Lukić^{1*}, Srđan Blagojević*, Ivan Stojadinović*,
Dragoljub Sekulović****

* *University of Defence, Military Academy, Belgrade*

***University Union - Nikola Tesla, Faculty of Business Studies and Law, Belgrade*

A REGIONALIZATION METHOD FOR THEATER MODELING

Abstract: The paper researches the principles and methods of geographic regionalization that, with the application of spatial analysis and GIS techniques, can support the modeling of geographic space for military operations. The concept of solving the problem of logically defined and interconnected steps of regionalization of the geographic space of the Republic of Serbia was applied. The research problem was performed based on the principle of region zoning based on the homogeneity of the geographic space using the GIS Spatial Overlay Method. Regionalization was implemented on the principle of fundamental region zoning and using the GIS Spatial Overlay Method. The goal of applying the model is to create a new military-territorial organization of the geographic space of the Republic of Serbia through overlapping thematic layers, formed according to the principle of homogeneity of the geographical space. Theater or specific military fundamental regions were obtained. In the paper, the authors implemented a statistical procedure for assessing the homogeneity and dispersion of geographical factors based on the coefficient of variation (CV). In this way, the degree of homogeneity of the obtained region was determined, which contributed to the evaluation of the objectivity of the applied model. The model conceived in this way showed the possibility of successful application in the regionalization of geographical space for military purposes. The model is suitable for the regionalization of a similar or different geographical space where the key principle is the homogeneity of geographical factors.

Keywords: military regions, GIS, homogeneity, variation, unique values

Introduction

Peacetime preparation for waging a potential defensive war is imperative for every country. The problem of optimal command of the military resources of a certain state or military alliance is directly related to the organization of the geographical space. In this sense, the hierarchical levels of the organization of the geographical space for military needs differ.

¹ darko.lukic@va.mod.gov.rs (corresponding author)

Darko Lukić (<https://orcid.org/0000-0002-2104-0461>)

Srđan Blagojević (<https://orcid.org/0000-0002-3229-4125>)

Ivan Stojadinović (<https://orcid.org/0009-0000-6071-9744>)

Dragoljub Sekulović (<https://orcid.org/0000-0003-1617-1296>)

According to Sekulović (2011), in military geographical assessments, the Theater of War is the highest strategic category of geographical space from a military point of view. It includes the land, sea, air, and space spaces from which the human and material-technical potential of the warring parties can manifest their effects during the war conflict (Sekulović, 2011). Whether the theater is limited to a national or global framework depends on the doctrine of warfare and strategic directives. In contrast to states with a smaller territory, whose doctrines limit the theater to the range of the territorial boundaries of the conflicting parties, the strongest military countries include the entire geosphere under the global theater (Collins, 1998). Theater of War is characterized by the geographical heterogeneity of the space, which requires further delamination into sub-categories or theater of operations.

The Theater of operations or strategic area of responsibility represents a unique geographic area under one command capable of independently planning and executing operations (Joint Chiefs of Staff, 2018). Such a modern point of view does not fundamentally differ from the previously valid definition, which considers that a theater of operations is a mobile, non-restricted geographic space that favors the performance of independent operations by a large part of the army (Mišić, 2021). The modern concept of organization of geographical space through theaters and joint commands was applied in the US Army (Sharma & Yadav, 2022). As a solution to the delimitation of the Global Theater of War, six regional sub-theaters were formed: the Northern Theater (NORTHCOM), Central Theater (CENTCOM), European Theater (EUCOM), Pacific Theater (PACCOM), Southern Theater (SOUTHCOM), and African Theater (AFRICOM) (Galagano, 2011a). This successful concept has been applied by other countries. In just a few years, the People's Republic of China (PRC) successfully formed the Northern Theater, the Southern Theater, the Eastern Theater, the Western Theater, and the Central Theater (Allen et al., 2016). Unlike the USA, the mentioned theaters are regionalized within the boundaries of the geographical space of the PRC. India, in response to the initiatives of the neighboring PRC, began similar military reforms. Despite the financial difficulties due to the COVID-19 pandemic, the goal is to form the Western Theater, the Northern Theater, the South-Western Theater, and the South-Eastern Theater (Menon & Kotasthane, 2020). This regionalization of geographical space for military purposes is not only characteristic of countries with a large area of territory but also of small states. Israel has structured its territory based on the characteristic shape of the geographical space into the Northern Theater, the Central Theater, and the Southern Theater (Israel Defense Forces, n.d.).

When it comes to the organization of the Theater of War of the Republic of Serbia, there is a discrepancy between the current doctrinal-strategic documents and the theoretical-scientific consideration of the regionalization of the geographical space for military purposes. According to Sekulović (2011), the territory of the Republic of Serbia was determined by the Northern and Southern Theaters of Operations. Their approximate border includes the orograph belt south of the West Morava River and east of the Velika Morava River. The geographical compactness of the Serbian Theater of War is reduced by the loss of control over the territory of the Autonomous Province of Kosovo and Metohija, which was created as a result of the illegal secession in 1999 (Lukić, 2024). The mentioned part of the territory is under the control of international forces based on United Nations Security Council Resolution 1244 (United Nations Security Council, 1999). Although the Serbian state authorities do not formally recognize the independence of the southern province, in terms of security, the geographical space of Kosovo and Metohija represents the basis for further military

threats to the territory of the Republic of Serbia. Solving this problem requires a new regionalization of the geographical area of the Serbian Theater of War, which represents the first step in the formation of independent strategic-operational commands organized in a modern way.

Materials and methods

The theoretical concept of regionalization principle and methods for Theater modeling

The theater represents a specific military region with unique geographical conditions for conducting operations. Here we can see a similarity with the geographical concept of a region, where it is said that it is a unique landscape on Earth created as a result of the grouping of objects in geographical space (Rušumović, 1964). Therefore, regionalization represents a set of principles and methods for modeling and distinguishing complete theoretical systems—regions based on various criteria and requirements, among which are economic, political, and military strategic needs (Radovanović, M., 1993–94). In geography, there are numerous variants of typology and classification of regions that contradict each other, and for this reason, we say that they are conditional. They can be simple or designed based on combining several principles, methods, models, and indicators. According to Tošić (2012), with a high degree of generalization, regions are classified into three major categories: formal, functional, and planning. American military geographer Galagano (2011b) pointed out that the same principles apply when it comes to the regionalization of geographic space for military purposes. Fundamental or homogeneous regions are distinguished based on spatial units with the same or similar geographical features. According to this principle, it is possible to integrate and generalize several homogeneous entities in theaters. According to Tošić (2012), also formed regions are called generic or complex homogeneous regions (multiple-feature regions). The functional principle of regionalization is suitable for modeling theater where it is necessary to integrate the space of several states of the same military alliance. The modeling of planning or problem regions is applied when it is necessary to stabilize an area threatened by terrorism or for the needs of peacekeeping operations. Planning regions are often spatially and temporally limited, unlike fundamental ones, which have a more permanent character determined by absolute geographical factors. Some authors claim that military regions often have a non-geographical character (Tošić, 2012). The reason for this is that in the modeling of theater, in addition to geographical requirements, there are also political requirements defined by the defense policies of individual countries. Although the United States belongs regionally and geographically to the Middle East, it excluded Israel from the Central Theater (CENTCOM) due to the pragmatic requirement to maintain good political and allied relations with most Arab states (Collins, 1998). On the other hand, in the new organization of its theater of war, India is regionalizing the number of theaters of operations according to potential opponents of Pakistan and the PRC.

Regionalization as a methodological framework for the division of space into less unique entities starts from the point of view that there is no optimal theoretical and methodological procedure, but rather their combination is necessary (Tošić, 2012). With the introduction of geographic information systems (GIS), traditional spatial regionalization models become exact and mathematically defined. In this sense, GIS technology provides us with a better, faster, and more objective analysis (Gigović and Sekulović, 2008). GIS and the functionality of its tools have provided opportunities for numerous innovative methods

of spatial regionalization. GIS software has become widely used software in the domain of solving spatial problems and cartographic visualization of the combat environment of geographical space (Lukić, Gigović, Galjak & Stojadinović, 2021). In this sense, traditional methods of spatial regionalization are combined with GIS, which achieves a new quality when it comes to objectivity and evaluation of the obtained regions. Homogeneous geomorphologies of the coastal region were derived based on open data sources as well as Landsat-8 and SRTM images using Jenks classification with data natural breaks using GIS (Mishra, 2016). GIS and Jensen-Shannon divergence as a dissimilarity function between patterns was used for a landscape pattern single factor of regionalization (Niesterowicz et al., 2015). Li et al. (2019) used a natural population language processing regionalization method to cluster mobile phone trajectory nodes into similar area units. The spatial overlay multi-feature method is used for the delimitation of grain production regions (Dang et al., 2000). The spatial overlay method based on superimposition additive vector position showed effectiveness in the regionalization of agricultural land sites (Yang et al., 2010). The previously described methods, in addition to traditional regionalization, are also suitable for military needs while harmonizing geographical criteria with the specifics of the defense organization of the territory of the Republic of Serbia.

Study area

The territory of the Republic of Serbia is located between 46° 11' 25" and 41° 51' 05" N latitude, 18° 49' 13" and 23° 00' 43" E longitude. The size of 88,361 km² ranks this area among small states, of which AP Vojvodina is 21,506 km², Central Serbia 55,968 km², AP Kosovo, and Metohija 10,887 km². A special political, economic, and military security problem is the protectorate over Kosovo and Metohija established by UN resolution 1244 in 1999 (UN SC, 1999). Serbia does not control part of its state border with the Republic of North Macedonia and the Republic of Montenegro (238 km). An administrative dividing line with AP Kosovo and Metohija (382 km) was established, which changed the length of the border of the Republic of Serbia to 2347 km about the neighboring territories. In practice, this affected the change in the compactness of the shape of Serbia's space with a high border shape coefficient of 1.98 (Lukić, 2024). In this way, the area of AP Kosovo and Metohija became an area from which the security of the Republic of Serbia is directly threatened. Serbia is predominantly a mountainous country (62.3%) with an average altitude of 473 m. The highest point is the peak of Deravica on Mount Prokletije (2656 m), and the lowest point is the confluence of the Timok River with the Danube (29 m). The climate of Serbia is moderate-continental, with average temperatures of 10.9 °C for lower areas and 6.0 °C for areas over 1000 m (Republic Hydro-meteorological Service of Serbia, n.d.). The average annual amount of precipitation is about 846 mm. The estimated number of inhabitants in Serbia (without AP Kosovo and Metohija) is 6.647.003 inhabitants with an average population density of 85.8 inhabitants/km² (Statistical Office of the Republic of Serbia, 2023).

Method application and criteria modeling

When it comes to the methodological approach to solving the problems of our research, logical and interconnected steps are defined (Figure 1). In the first phase to solve the problems of our research, we opted for the principle of separating regions based on the homogeneity of the geographical space. The principle of distinguishing the region was based on the homogeneity indicator, which was created from the combination of several characteristics of the natural or sociogeographical sphere. In this sense, the GIS spatial overlay method (GIS Spatial Overlay Method) was used. The main idea of applying the GIS Spatial

Overlay Method is that overlapping thematic layers formed on the principle of homogeneity of the geographical space to obtain new theaters within the geographical space of the Republic of Serbia.

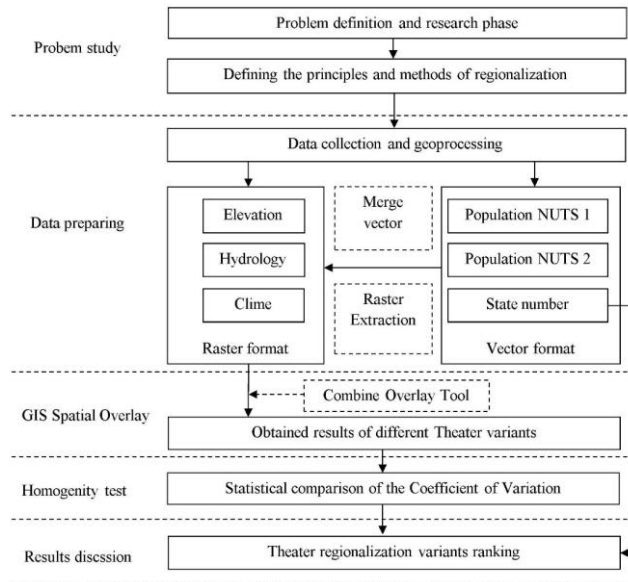


Fig. 1. Methodological workflow of the GIS model for Theater regionalization

In the next phase, the criteria of geographical factors that have a general impact on the preparation and conduct of warfare on land are defined.

Table 1. Physical-geographic criteria group

Criteria	Sub criteria	Reclassify
Relief	<500 m	1
	500-1000 m	2
	1000 m <	3
Climate	A1	4
	A2	5
	B	6
Hydrography	Navigable river basin	7
	Non-navigable river basin	8

The criteria are grouped into physical-geographic (Table 1) and social-geographic factors (Table 2). The relief and its horizontal zonation impact the organization and use of the ground forces (Gigović, 2011). Lowland and hilly terrain below 500 m has maneuvering importance for the unhindered use of all branches of the ground army with a focus on armored and mechanized forces. Mountainous terrain requires the use of light infantry and specialized mountain units. The climate influences the length of the period suitable for conducting warfare. Periods with intense precipitation, poor visibility, and snow cover negatively affect the maneuver and action of the ground army units. For this criterion, the generalized typology of climatic areas of Serbia was used as a basis (Dučić and Radovanović, 2005). The first area consists of two sub-areas under the influence of continental climate on lower (A1) and mountainous (A2) terrains. The second area includes sub-areas under the influence of a moderate-continental climate on mountainous land and large basins (B).

The hydrographic criterion is classified into two areas. The first area includes the river basins of the Danube, Sava, Tisa, and Tamiš important for the use of individual river units. The second area includes parts of the river basin that are not navigable.

Table 2. Social-geographic criteria group

Criteria	Sub criteria	
	(NUTS1)	(NUTS2)
Population	3.000.000-7.000.000	800.000-3.000.000
State number	3-8	1-3

The population is an important factor in the war conflict. According to Blagojević (2011), population represents the number of human population in a certain territory and thus the main source of recruitment of the armed forces. One of the set requirements is the determination of the borders of theater with a relatively uniform human potential. For this purpose, a possible solution to the problem is the application of the Nomenclature of Territorial Units for Statistics (NUTS). According to Obradović (2007), when it comes to the Republic of Serbia (NUTS1), a larger number of macroregions (NUTS2) is favorable in terms of character and size. Theoretically, Serbia could be divided into a north-south NUTS1 macro-region according to the number of inhabitants (Vuković et al., 2011). The administrative unit suitable for considering the possibility of mobilizing the armed forces with manpower is the district (Blagojević & Marjanović, 2012). In our work, the district was used as the basic unit for modeling the vectorized borders of theater, aligned with the NUTS classification (Table 2). The last criterion is the political-geographic requirement that the modeled theater can respond to defense needs from the direction of a larger number of neighboring countries (Table 2). Using various tools in the ArcGIS 10.8 software, thematic layers were created based on the geoprocessing of data collected from different sources (Table 3).

Table 3. Data Preparation

Criteria	Data	Geoprocessing method	Reference
Relief	Digital Terrain Model 25m x 25m	Surface modeling, reclassify	Military Geographical Institute, 2006
Clime	Scanned Clime Map	Georeferencing, polygon drawing, raster conversion, reclassify	Ducić & Radovanović, 2005
Hydrography State boundaries	Digital Topographic Map DPTK300	Polygon drawing, raster conversion, reclassify,	Military Geographical Institute, 2003
Population	Scanned District Map	Georeferencing, polygon drawing, dissolving vector	Statistical Office of RS, 2019

As a result of this step, reclassified thematic layers were obtained (Figure 2).

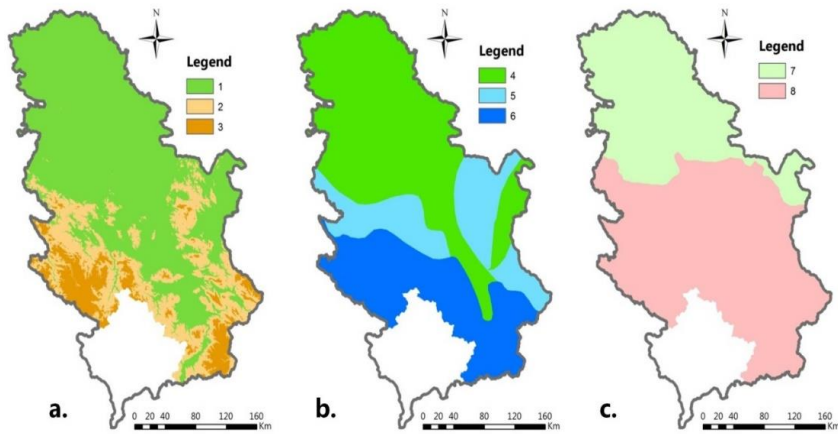


Fig.2. Reclassify thematic layers relief (a), climate (b), and hydrograph (c).

In the next step, the thematic layers were spatial overlay using the ArcGIS Combine tool. The Combine tool as input uses integer values and their associated attribute tables, tested for uniqueness with the other input parameter and as a result, a table of output attributes with unique values is obtained (Figure 3).

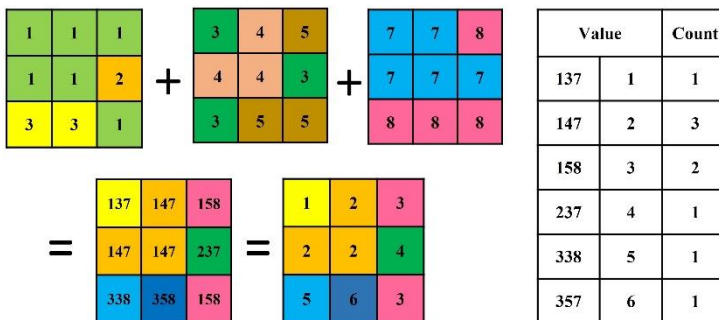


Fig.3. Combin tool work principle example

In our case, each raster cell on the reclassified thematic layers is assigned a value from 1-8. The cells of the resulting raster layer after merging will be assigned new values for each unique combination of cell values of previously reclassified thematic layers. As a results on the map below, for overlapped cells with values 1-4-7, the new value is 1, for the combination of cells 2-4-7, the new value is 2, etc. At the end of the step, the resulting map was obtained with new unique values of raster cells from 1-15 (Figure 4).

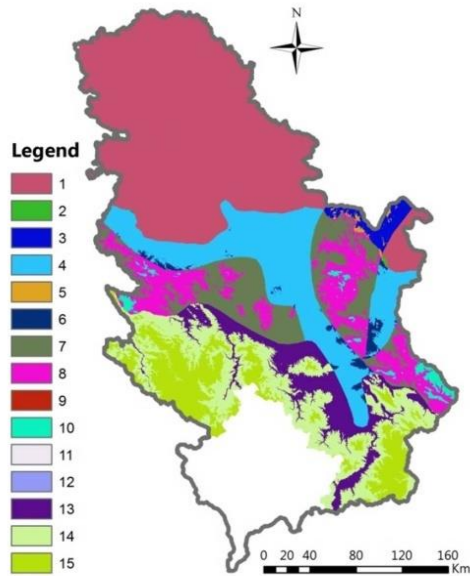


Fig.4. Result map theater of war of Serbia with unique raster cell values

In the next step, the obtained resulting map was extracted using a vector layer of Theaters grouped based on the uniform number of inhabitants by district. To see the results more objectively based on the applied principles and methods in this research, we opted for three test variants (Figure 5). The assessment of compliance of the number of neighboring states with the obtained theater is done by inference based on the vectored border lines on the final thematic map.

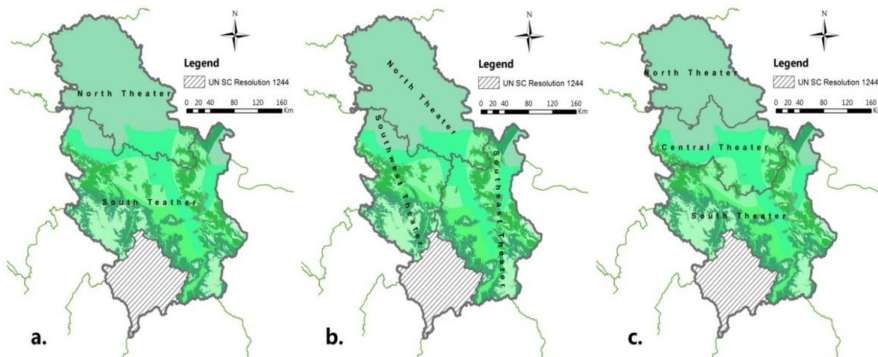


Fig.5. Final Theaters map of the Republic of Serbia with different variants (a, b, c).

The last step represents the assessment of the percentage of homogeneity of the obtained military regions or theaters. For this purpose, a statistical procedure was applied to assess homogeneity and dispersion using the coefficient of variation (CV). The coefficient of variation represents the ratio of the standard deviation (SD) and the arithmetic mean (M) expressed as a percentage, which can be expressed by statement (1).

$$CV = \frac{SD \times 100}{M} \quad (1)$$

The measure of dispersion is greater, the greater the number of different values that are equally represented within an arithmetic set. We can say that the CV shows a higher percentage of homogeneity if, within the raster model of the region, there is a larger number of pixels with a smaller number of unique values. On the contrary, a lower percentage of CV indicates that the unique raster values of the cells are equally represented within theater. In our case, a smaller dispersion of unique raster values is desirable, which tells us about greater homogeneity of the geographical area of theater. This method enables a mutual comparison of the homogeneity of the obtained variants of the theater in percentages, regardless of the total possible number of variations of unique raster cells.

Results and Discussion

Different variants of the theaters within the territory of the Republic of Serbia were obtained, with different estimates of the homogeneity of the regionalized space. Also, there are differences when it comes to the total number of variations of unique pixel values within each of the Encampments. In the first test variant, the North and South Theater were obtained (Figure 5a). The statistical indicators are presented in Table 4.

Table 4. Statistical indicators of the homogeneity of Theaters 1st variant

Theater	Area (km ²)	Variety	SD	M	CV
North	29914.45	9	1.70	1.69	100.00
South	47538.51	15	4.72	9.30	50.80

In the first variant, the Northern Theater has a high homogeneity of geographical space where the unique value of cell 1 (1-4-7) makes up 83% of the space. It includes lowland-mountain land in the navigable river basin in the continental climate zone (A1). This tells us that the main bearers of action on land are armored-mechanized and river units. The Southern Theater has a medium homogeneity of the area that is not navigable for the river units. Most of it is mid-mountain and high-mountain areas 14 (2-6-8) 20.6%, 15 (3-6-8) 13.9% with river basins 13 (1-6-8) 10.3%. Most of these areas are covered by the mountainous sub-region of moderate-continental climate (B). A slightly lower percentage includes low mountain areas 8 (2-5-8) 12.8% and valleys of large rivers 7 (1-5-8) 12.6%, 4 (1-4-8) 16.6% in the same continental climate area. This indicates to us that the defense of the Southern Theater requires a balanced presence of armored-mechanized and light infantry units. Both military theaters have the same number of inhabitants according to the NUTS1 classification. The directions from the territory of three neighboring states can be defended from the Northern Theater and five from the Southern Theater. In the second test variant, the North, South-West, and South-East Theaters were obtained (Figure 5b). The statistical indicators are presented in Table 5.

Table 5. Statistical indicators of the homogeneity of Theaters 2nd variant

Theater	Area (km ²)	Variety	SD	M	CV
North	29914.45	9	1.70	1.69	100.00
Southwest	21199.98	10	4.98	9.28	53.64
Southeast	26338.53	15	4.51	9.31	48.41

The Northern Theater has the same properties and high homogeneity as the identical test first variant. In contrast to the previous variant, the South-West and South-East Theater have the number of inhabitants according to the NUTS2 classification. The Southwestern Theater has a medium homogeneity where mountainous soil dominates 14 (2-6-8) 19.8%, 15 (3-6-8) 19.8%, 8 (2-5-8) 12.1%, 10 (3-5-8) 1.0% in the temperate-continental area and the continental sub-area of higher terrains. A smaller part includes narrow and canalized river valleys of the Dinarides mountain range 13 (1-6-8) 5.1%. The rest of the unique values of the cells cover larger hilly-lowland land in the temperate-continental area 7 (1-5-8) 15.6%, 4 (1-4-8) 13.8%, 1 (1-4-7) 12.0%. The defense of the Southwestern Theater requires a greater engagement of light infantry units and a smaller part of armored-mechanized units. Southeastern Theater has a lower degree of homogeneity with mountain soil in the continental climate area 14 (2-6-8) 21.3%, 15 (3-6-8) 9.1%, and the temperate-continental sub-area of higher terrain 8 (2-5-8) 13.0%, 10 (3-5-8) 2.5% and 6 (2-4-8) 2.2%. The lower degree of homogeneity was influenced by the similar representation of the lowland-mountain relief in different climatic areas 4 (1-4-8) 18.9%, 13 (1-6-8) 14.4%, 7 (1-5-8) 10.6%, 1 (1-4-7) 4.3% and 3 (1-5-7) 3.2%. This tells us about a very complex environment for carrying out armed combat, which requires equal engagement of armored-mechanized and infantry units. On a slightly smaller scale, river units. When it comes to the possibilities of defense against neighboring countries in the second test variant, the possible directions are evenly distributed among all three military bases. In the third test variant, the Northern, Central, and Southern Theaters were obtained (Table 5c). The statistical indicators are presented in Table 6.

Tab.6. Statistical indicators of homogeneity of Theaters 3rd variant

Theater	Area (km ²)	Variety	SD	M	CV
North	21599.94	2	0.99	1.00	98.87
Central	19019.71	9	2.48	4.03	61.60
South	36833.31	15	4.27	10.70	39.91

The Northern Theater has absolute homogeneity dominated by the unique value of cell 1 (1-4-7) 100%. The characteristics of Northern Theater are similar to the previous two cases, with the population adjusted to the NUTS2 classification. The Central Theater has a high homogeneity of the geographical space with a characteristic representation of a moderate-continental climate and plain land 4 (1-4-8) 39.1%, 1 (1-4-7) 30.8 % and a slightly smaller percentage of the temperate-continental sub-region of higher terrain 7 (1-5 -8) 16.8%, 8 (2-5-8) 10.3% and 3 (1-5-7) 1.2%. The characteristics of the relief within this military base require greater use of armored-mechanized formations and a smaller part of infantry units. The Southern Theater has an extremely low degree of homogeneity, where almost all unique cell values are evenly represented 14 (2-6-8) 26.6%, 15 (3-6-8) 17.9%, 13 (1-6-8) 13.3%, 8 (2-5-8) 12.7%, 7 (1-5-8) 10.6%, 4 (1-4-8) 9.5%, 1 (1-4-7) 3.0%, 3 (1-5-7) 2.3% and 6 (2-4-8) 1.5%. The organization and conduct of the warfare requires the complex use of all units of the Army, as in the previous test variant at the South-Eastern Theater. In this variant, the biggest burden in defense against possible aggression from neighboring countries would cover the area of the Southern Army. The central garrison would have the task of protecting the most important strategic core of the Republic of Serbia (the wider area of Belgrade) from the direction of aggression from the territories of neighboring states. It would also be important to replenish the reserve human potential of the Northern and Southern Theaters, which is considered the main shortcoming of this variant. It is necessary

to emphasize that the uneven spatial distribution of the population reduces the autonomy of the modeled Theaters.

Conclusion

The model conceived on the principle of homogeneity and the GIS method showed the possibility of successful application in regionalizing geographical space for military purposes. For the first time, the research concretizes the application of general principles and methods of regionalization in a new context for military needs. This is also important for military professionals who are not sufficiently familiar with this geographical topic. A new organization of the territory of the Republic of Serbia was obtained for military needs in the form of theaters or specific homogeneous - fundamental regions. The obtained results have practical significance when it comes to planning the defense of the territory of the Republic of Serbia, given that the territory of Kosovo and Metohija was considered in a real context as a basis for potential aggression. The results of this work provide the basis for new doctrinal solutions and the formation of new strategic and operational commands of units of the Serbian Armed Forces.

In this paper, for the first time, a statistical test of the homogeneity of the unique values of pixel cells was implemented using the coefficient of variation. In this way, greater objectivity was achieved in testing the results of the obtained theater models. The presented model can be implemented not only for military purposes but also to improve the traditional methods used in the regionalization of geographical space. This model can be successfully applied in the same or similar geographical area. Also, the proposed model can be used to support decision-makers in the allocation of funds for the development of infrastructure for the peace stabilization of active war regions with increased risks. Such models are applicable in understanding the complex interactions between infrastructure development projects and the side effects of war. This approach will better support defense policymakers in planning the territorial arrangement of the Republic of Serbia and decisions in the development of military infrastructure in terms of their locations and importance.

In addition to the mentioned good solutions, certain weaknesses are reflected in the methodological aspect. We believe that a greater degree of homogeneity of the regionalized geographical space can be achieved by better harmonizing physical-geographical and social-geographical criteria. By modeling the spatial distribution of residents based on municipalities and not districts as implemented in our work, better compliance with the natural boundaries of the relief and different climatic areas would be achieved. Another weakness that has been observed is that the spatial distribution of the population does not indicate the quality of the armed forces. This requires, in future research, the implementation of more complex spatial criteria that contain the total number of inhabitants in the administrative unit, masculinity coefficient, femininity coefficient, employment rate, age structure, national structure, and the degree of military training of the population (Blagojević & Marjanović, 2012). Also, the proposed region homogeneity test using CV should be compared with similar applied statistical models such as the region homogeneity test based on Shannon entropy (Nowosad & Stepinski, 2018). This opens up new questions for further research and improvement of the presented model of regionalization of military theaters.

Note: The contents of the paper do not represent the official views of the Ministry of Defense and the Serbian Army but rather represent the results of the author's research work.

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

- Allen, K. W., Blasko, D. J., & Corbett, J. F. (2016). The PLA's New Organizational Structure: What is Known, Unknown and Speculation (Part 1). *China Brief a Journal of analysis and information*, 16(3), 6-15.
- Blagojević, S. (2011). The influence of demographic factors on the concept of total defense development. In J. Vuleta, D. Backović & Z. Popovic (Eds.), *Proceedings of XXXVIII International Symposium on Operational Research SYM-OP-IS 2011* (pp. 553–555). University of Belgrade, Faculty of Economics.
- Blagojević, S., & Marjanović, D. (2012). The calculating model of potential human capacities for a country's defense according to the total defense concept. In G. Čirović (Ed.), *Proceedings of XXXIX International Symposium on Operational Research SYM-OP-IS 2012* (pp. 453–556) College of Applied Studies of Civil Engineering and Geodesy.
- Collins, J. M. (1998). *Military geography for professionals and the public*. Washington DC: National Defense University Press.
- Dang, A., Yan, S., & Liu, Y. (2000). GIS based study on the Regionalization of China's Grain Production System. *Proceedings of International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing* (pp 71-75).
- Ducić, V., & Radovanović, M. (2005). *Klima Srbije*. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
- Galagano, F. A. (2011a). Military science for the non-professional. In Galagano, F. A & Palka, E. J. (Eds.), *Modern Military Geography* (pp. 21-38). Routledge.
- Galagano, F. A. (2011b). An introduction to geography for non-geographers. In F. A. Galagano & E. J. Palka (Eds.), *Modern Military Geography* (pp. 38-54). Routledge.
- Gigović, Lj. (2011). *Opšta vojna geografija*. Media Center.
- Gigović, Lj. & Sekulović, D. (2008). GIS analiza geoprostora Srbije na osnovu DPTK 300. *Globus*, 33, 189-200.
- Hargrove, W., Hoffman, F., & Hessburg, P. (2006). Mapcurves: A quantitative method for comparing categorical maps. *Journal of Geographical Systems*, 8, 187-208. <https://doi.org/10.1007/s10109-006-0025-x>
- Israel Defence Forces (n.d.) *Regional Commandos*. <https://www.idf.il/en/minisites/regional-commands/>
- Joint Chiefs of Staff (2018). *Joint Operations (Joint Publication JP-03)*. Joint Chiefs of Staff.

- Joint Chiefs of Staff (2008). *Battlespace Management (Joint Publication JPD-3-070)*. Joint Chiefs of Staff.
- Li, Y., Fei, T., & Zhang, F. (2019) A regionalization method for clustering and partitioning based on trajectories from NLP perspective from 05 August 2019. *International Journal of Geographical Information Science*, 1362-3087, 1-21. <https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1643025>
- Lukić, D. (2024). The size, shape and borders of Serbia as essential factors in the security challenges of the Republic of Serbia. *Contemporary security challenges, risks and threats in the Republic of Serbia*, 26(1), 69-82. <https://doi.org/10.5937/pnb26-48595>
- Lukić, D., Gigović, Lj., Galjak, N., & Stojadinović, I. (2021). Application of the Serbian Army GIS in the composing of a Combined map of the Cover and Concealment Potential of the Operation Zone. *Proceedings of International Symposium on Operational Research (SYM-OP-IS 2021)* (pp 167-171)
- Menon, P. & Kotasthane, P. (2020). COVID-19 Warrants Long Overdue Doctrinal Shifts in Military Planning. *Indian Public Policy Review 2020*, 1(1), 28-40. <https://ippr.in/index.php/ippr/article/view/7>
- Military Geographical Institute (2003). *Digital Topographic Map 300 [DPTK300]*. Military Geographical Institute.
- Military Geographical Institute (2006). *Digital Terrain Model [DTM 25x25m]*. Military Geographical Institute.
- Sekulović, D. (2011). *Bojna geografska 2*. Media Center.
- Mišić, P. (2021). *Strategija i geografija*. Matična biblioteka Zaječar.
- Mishra, M. (2016). Geomorphic Regionalization of Coastal Zone Using Geospatial Technology. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 3(2), 11-23.
- Niesterowicz, J., Stepinski, T. F., & Jasiewicz, J. (2015). Unsupervised regionalization of the United States into landscape pattern types from 17 January 2016. *International Journal of Geographical Information Science*, 1362-3087, 1-19. <http://dx.doi.org/10.1080/13658816.2015.1134796>
- Nowosad, J., & Stepinski, T. F. (2018). Spatial association between regionalizations using the information-theoretical V-measure from 30 August 2018. *International Journal of Geographical Information Science*, 1362-3087, 1-16. <https://doi.org/10.1080/13658816.2018.1511794>
- Obradović, D. (2007). Model regionalizacije Centralne Srbije [Model of regionalization of Central Serbia]. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA*, 57, 309-317. <http://dx.doi.org/10.2298/IJGI0757309O>
- Republic Hydrometeorological Service of Serbia (n.d). Osnovne klimatske karakteristike na teritoriji Srbije (standardni normalni period 1961 – 1990. Republic Hydrometeorological Service of Serbia. https://www.hidmet.gov.rs/data/klimatologija_static/latin/Klima_Srbije.pdf
- Rušumović, R. (1964). Predmet proučavanja regionalne geografije. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA*, 19, 1-30. http://www.gi.sanu.ac.rs/media/gi/pdf/en/journal/019/gijc_zr_19_002_rsumovic.pdf
- Radovanović, R (1993/94). Regionalizam kao pristup i principi regionalizacija kao postupak u funkcionalnoj organizaciji geografskog prostora sa nekim aspektima na Srbiju. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA*, 44/45, 67-101.

- <http://www.gi.sanu.ac.rs/index.php/en/publishing/journal/92-collection-of-papers-volume-44-45>
- Sharma, B. K. & Yadav, R. S. (2022). Theaterisation: A way ahead. *United Service Institution of India (USI) Occasional Paper*, 4, 1-12. <https://www.usiofindia.org/pdf/20240112145154.pdf>
- Statistical Office of the Republic of Serbia (2023). *Census of Population, Households and Dwellings. Ethnicity 2022*. Statistical Office of the Republic of Serbia. <https://publikacije.stat.gov.rs/G2023/Pdf/G20234001.pdf>
- Tošić, D. (2012). *Principi regionalizacije*. Faculty of Geography, University of Belgrade.
- United Nations Security Council (1999). *United Nations Security Council Resolution 1244 at its 4011th meeting on 10 June 1999*. https://unmik.unmissions.org/sites/default/files/old_dnn/Res1244ENG.pdf
- Vuković, D., Jovanović, A., Zakić, N., & Vukotić, S. (2011). Nomenclature of statistical territorial units: Possibilities of application in Serbia. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA*, 61(2), 11-24. <https://doi.org/10.2298/IJGI1102011V>
- Yang, X., Zhu, J., Wang, Q., Lin, W., Chen, M. Jia, L., & Zhu, M. (2010) The Application of the Spatial Overlay Method in Regional Planning of Agricultural Function of Hubei Province. *Proceedings of 18th International Conference on Geoinformatics* (pp 1-4). <https://doi.org/10.1109/GEOINFORMATICS.2010.5568116>

Оригинални научни рад

UDC 711.2:[[007:912]:004]
<https://doi.org/10.2298/GSGD2501019L>

Примљено: 13. новембра 2024.

Исправљено: 29. јануара 2025.

Прихваћено: 30. јануара 2025.

Дарко Лукић^{1*}, Срђан Благојевић*, Иван Стојадиновић*, Драгољуб Секуловић**

* *Универзитет одбране, Војна академија, Београд*

** *Универзитет Унион – Никола Тесла, Пословни и правни факултет, Београд*

МЕТОД РЕГИОНАЛИЗАЦИЈЕ ЗА МОДЕЛОВАЊЕ ВОЈИШТА

Апстракт: У раду се истражују принципи и методе географске регионализације. Примена техника просторне анализе и ГИС могу се успешно регионализовати географски простор за војне операције. Усвојени концепт при решавању проблема регионализације географског простора Републике Србије у сврху нове војно-територијалне организације је имплементиран кроз модел који се састоји од низа логички дефинисаних и међусобно повезаних корака. Регионализација је спроведена по принципу издвајања регија на основу хомогености географског простора и коришћењем ГИС метода просторног преклапања. Циљ примењеног модела је да се кроз преклапање тематских слојева, изабраних пна основу принципа хомогености географског простора добије нова војно-територијална организација географског простора Републике Србије. Добијена су војишта или војне хомогене регије. Аутори су у раду имплементирали статистички поступак оцене хомогености и дисперзије географских чинилаца конципиран на основу коефицијента варијације (CV). На тај начин утврђен је степен хомогености добијених регија што је допринело оцени објективности примењеног модела. Овако конципиран модел показао је могућност успешне примене у регионализацији географског простора за војне потребе. Предложени модел је погодан за регионализацију сличног или другачијег географског простора где је кључни принцип хомогеност географског простора.

Кључне речи: Војне регије, ГИС, хомогеност, варијација, уникатне вредности

Увод

Мирнодопска припрема за вођење потенцијалног одбрамбеног рата представља императив за сваку државу. Проблем оптималног командовања војним ресурсима одређене државе или војног савеза у непосредној је вези са организацијом

¹ darko.lukic@va.mod.gov.rs (аутор за кореспонденцију)
Дарко Лукић (<https://orcid.org/0000-0002-2104-0461>)
Срђан Благојевић (<https://orcid.org/0000-0002-3229-4125>)
Иван Стојадиновић (<https://orcid.org/0009-0000-6071-9744>)
Драгољуб Секуловић (<https://orcid.org/0000-0003-1617-1296>)

географског простора. У том смислу разликују се хијерархијски степени организације географског простора за војне потребе. Према Секуловићу (2011) у војногеографским проценама ратиште је највиша стратегијска категорија геопростора у војном погледу. Обухвата копнена, поморска, ваздушна и космичка пространства из којих људски и материјално-технички потенцијали зараћених страна могу испољити своје дејство током ратног сукоба (Секуловић, 2011). Да ли је ратиште ограничено на национални или глобални оквир зависи од доктрине вођења рата и стратегијских директива. За разлику од држава са мањом територијом чије доктрине ограничавају ратиште у опсег граница простора сукобљених страна, велике силе под ратиштем подразумевају целокупну геосферу (Collins, 1998). Ратише одликује географска хетерогеност простора што захтева даљу деламинацију на ниже категорије односно војишта.

Војиште или стратегијска зона одговорности представља представља јединствени географски простор под једном командом способном да самостално планира и изводи операције (Joint Chiefs of Staff, 2018). Овакво савремено гледиште суштински се не разликује од претходно важеће дефиниције које сматра да је војиште географски проходан простор који погодује извођењу самосталних операција већег дела војске (Мишић, 2021). Савремени концепт организације географског простора кроз војишта и здружене команде примењен је у Војсци САД (Sharma & Yadav, 2022). Као решење за разграничење глобалног ратишта образовано је шест регионалних војишта са здруженим командама: Северно војиште (NORTHCOM), Централно војиште (CENTCOM), Европско војиште (EUCOM), Пацифичко војиште (PACCOM), Јужно војиште (SOUTHCOM) и Афричко војиште (AFRICOM) (Galagano, 2011a). Овај успешан концепт примениле су и друге земље. Народна Република Кина (НРК) је за свега неколико година успешном војном реформом формирала Северно војиште, Јужно војиште, Источно војиште, Западно војиште и Централно војиште (Allen et al., 2016). За разлику од САД наведена војишта регионализована су у склопу граница географског простора НРК. Индија као одговор на иницијативе суседне НРК започела је сличне војне реформе. Упркос финансијским потешкоћама услед пандемије COVID-19 циљ је да се образују Западно војиште, Северно војиште, Југозападно војиште и Југоисточно војиште (Menon & Kotasthane, 2020). Регионализација географског простора за војне потребе из претходних примера није карактеристична само за земље са великом површином територије већ и за мале државе. Израел је своје ратиште структурирао на основу карактеристичног облика географског простора на Северно војиште, Централно војиште и Јужно војиште (Israel Defence Forces, n.d.).

Када је реч о организацији ратишта Републике Србије постоји неусаглашеност између акутелних доктринарно-стратешких докумената и теоријско-научног разматрања регионализације географског простора за војне потребе. Према Секуловићу (2011) ратиште Србије детерминисано је на Северно и Јужно војиште. Њихову приближну границу обухвата оргорафски појас јужно од реке Западне Мораве и источно од реке Велике Мораве. Географску компактност простора ратишта Србије умањује губитак контроле над простором АП Косова и Метохија који је настао као последица противправне сецесије 1999. године (Лукић, 2024). Поменути део територије налази се под контролом међународних снага на основу Резолуције Уједињених Нација Савета безбедности 1244 (United Nations Security Council, 1999). Иако српски државни органи формално не признају независност јужне покрајине, у безбедносном смислу географски простор Косова и Метохија представља основицу за

даље војно угрожавање теиторије Републике Србије. Решавање овог проблема захтева нову регионализацију географског простору ратишта Србије што представља први корак у формирању самосталних стратешко-оперативних команди организованих на савремен начин.

Материјали и методе

Теоријски концепт принципа и метода регионализације при моделовању војишта

Војиште представља специфичну војну регију са јединственим географским условима за извођење операција. Овде можемо уочити сличност са географским схватањем регије где се каже да је то јединствени предео на Земљи настао као последица груписања објеката у простору (Рушумовић, 1964). Према томе регионализација представља скуп принципа и метода за моделовање и издвајање целовитих теориторијалних система - регија на основу различитих критеријума и захтева међу којима су и привредене, економске, политичке и војно-стратегичке потребе (Радвановић, М., 1993-94). У географији постоје бројне варијанте типологије и класификације регија које противрече једној другој па из тог разлога кажемо да су условне. Оне могу бити једноставне или конципиране на бази комбиновања више принципа, метода, модела и индикатора. Према Тошићу (2012) уз велики степен генерализације регије се сврставају у три велике категорије: формалне, функционалне и планске. Амерички војни географ Galagano (2011b) указао је да се исти принципи примењују и када је реч о регионализацији географског простора за војне потребе. Формалне или хомогене регије издвајају се на основу просторних целина са истим или сличним географским облицима. По том принципу више хомогених целина могуће је интегрисати и регионализовати у војишта. Према Тошићу (2012) тако формиране регије називају се генеричке или комплексне хомогене регије (регије са више обележја). Функционални принцип регионализације погодан је за издвајање војишта где је потребно интегрисати простор више држава истог војног савеза. Издвајање планских или проблемских регија примењује се када је потребно стабилизovati простор угрожен тероризмом или за потребе мировних операција. Планске регије често су просторно и временски ограничене за разлику од фундаменталних које имају трајнији карактер условљен апсолутним географским чиниоцима. Код појединих аутора можемо срести тврдњу да војне регије често имају негеографски карактер (Тошић, 2012). Разлог томе може бити што у издвајању војишта поред географских постоје и политички захтеви дефинисани политиком одбране појединих држава. Сједињене Америчке Државе иако регионално-географски припадају Блиском Истоку су искључиле Израел из Централног Војишта (CENTCOM) због прагматичног захтева за одржавањем добрих политичких и савезничких односа са већином арапских држава (Collins, 1998). С друге стране Индија у новој организацији сопственог ратишта регионализује број војишта према потенцијалним противницима Пакистану и НРК.

Регионализација као методолошки оквир поделе простора на мање уникалне целине полази од становишта да не постоји оптималан теоријски и методолошки поступак већ је неопходна њихова комбинација (Тошић, 2012). Увођењем географских информационих система (ГИС) традиционални модели регионализације простора постају егзактни и математички дефинисани. У том

смислу ГИС технологија нам пружа квалитетнију, бржу и објективнију анализу (Гиговић и Секуловић, 2008). ГИС и функционалности његових алата пружили су могућности за бројне иновативне методе регионализације простора. ГИС софтвер постао је широко коришћен софтвер у домену решавања просторних проблема и картографске визуелизације борбеног окружења географског простора (Lukić, Gigović, Galjak & Stojadinović, 2021). У том смислу традиционалне методе регионализације простора кобинују се са ГИС чиме се постиже нов квалитет када је реч о објективности и евалуацији добијених регија. Хомогене геоморфолошке обалске регије издвојене су на основу отворених извора података као и Ландсат-8 и СРТМ снимака применом ценковске класификације са природним преломима податка помоћу ГИС (Mishra, 2016). ГИС и Ценсен–Шенонова дивергенција као функција различитости између просторних образаца коришћена је за просторне обрасце са једним фактором регионализације (Niesterowicz et al., 2015). Ли и сарадници (2019) су користили метод регионализације конципиран на локалном језику становништва и коришћењем мобилног телефона при груписању у сличне просторне јединице. Метода вишеструких карактеристика просторног преслијавања се користи за разграничење региона производње житарица (Dang et al., 2000). Метода просторног прекривања заснована на позиционирању адитивних вектора суперпонирања, показала се ефикасном у регионализацији пољопривредног земљишта (Yang et al., 2010). Претходно описане методе осим традиционалних метода регионализације погодне су и за војне потребе уз усаглашавање географских критеријума са специфичностима организације одбране територије Републике Србије.

Простор истраживања

Простор Републике Србије налази се између $46^{\circ} 11' 25''$ и $41^{\circ} 51' 05''$ N географске ширине $18^{\circ} 49' 13''$ и $23^{\circ} 00' 43''$ E географске дужине. Величина од 88.361 km^2 сврстава овај простор у ред малих држава од чега је АП Војводина 21.506 km^2 , Централна Србија 55.968 km^2 , АП Косово и Метохија 10.887 km^2 . Посебан политички, економски и војнобезбедносни проблем представља протекторат над Косовом и Метохијом успостављен резолуцијом УН 1244 1999 године (UN SC, 1999). Србија не контролише део своје државне границе према Републици Северној Македонији и Републици Црној Гори (238 km). Успостављена је административна линија раздвајања са АП Косово и Метохијом (382 km) што је у односу на суседне територије променило дужину границе Републике Србије на 2.347 km. У пракси то је утицало на промену компактности облика простора Србије са високим коефицијентом облика границе од 1,98 (Лукић, 2024). На тај начин простор АП Косова и Метохије је постао простор са којег се непосредно угрожава безбедност Републике Србије. Србија је претежно брдско-планинска земља (62,3%) са просечном надморском висином од 473 m. Највиша тачка је врх Ђеравица на планини Проклетије (2656 m) најнижа је ушћу реке Тимок у Дунав (29 m). Клима Србије је умерено-континентална са просечним температурама од 10.9°C за ниже пределе и 6.0°C за просторе преко 1000 m (Republic Hydrometeorological Service of Serbia, n.d.). Просечна годишња количина падавина износи око 846 mm. Процењени број становника у Србији (без АП Косова и Метохије) износи 6.647.003 становника са просечном густином насељености од $85,8 \text{ ст/km}^2$ (Statistical Office of the Republic of Serbia, 2023).

Примена методе и моделовање критеријума

Када је реч о концепту решавања проблема у нашег истраживања дефинисани су логички и међусобно повезани кораци (слика 1). У првој фази за решавање проблема нашег истраживања одредили смо се за принцип издвајања регија на основу хомогености географског простора. Принцип издвајања регија извршен је на основу индикатора хомогености која је произишла из комбинације неколико обележја природне или социо-географске сфере. У том смислу коришћен је ГИС метод просторног преслијавања. Главна идеја примене ГИС методе просторног преслијавања је да кроз преклапање тематских слојева изабраних на принципу хомогености географског простора регионализују нова војишта у склопу територије Републике Србије.

Сл. 1. Методолошки ток рада ГИС модела за регионализацију војишта (погледати у енглеској верзији текста, стр. 23)

У следећој фази дефинишу се критеријуми географских фактора који имају општи утицај на припрему и вођење борбених дејстава на копну.

Табела 1. Физичко-географска група критеријума

Критеријум	Подкритеријум	Рекласификација
Рељеф	<500 m	1
	500-1000 m	2
	1000 m <	3
Клима	A1	4
	A2	5
	B	6
Хидрографија	Пловни речни слив	7
	Непловни речни слив	8

Критеријуми су груписани у групе физичко-географских (табела 1) и друштвено-географских фактора (табела 2). Рељеф и његова хоризонтална зоналност имају утицај на организацију и употребу снага копнене војске (Gigović, 2011). Низијско и брдско земљиште испод 500 m има маневарски значај за неометану употребу свих родова копнене војске са тежиштем на оклопним и механизованим снагама. Планинско земљиште захтева употребу лаких пешадијски и специјализованих брдско-планинских јединица. Клима испољава утицај на дужину периода погодног за вођење оружане борбе. Периоди са интензивним падавинама, слабом видљивошћу и снежним покривачем негативно утичу на маневар и дејство јединица копнене војске. За овај критеријум као основа искоришћена је генерализовна типологија климатских области Србије (Dučić i Radovanović, 2005). Прва целина састоји се од две подобласти под утицајем континенталног климата на нижим (A1) и планинским (A2) теренима. Друга целина обухвата подобласти под утицајем умерено-континенталног климата на планинском земљишту и великим котлинама (B). Хидрографски критеријум је класификован на две области. Прву област обухватају сливови пловних река Дунава, Саве, Тисе и Тамиша значајне за употребу јединца речне флотиле. Другу област обухватају делови речних сливова који нису пловни.

Табела 2. Друштвено-географска група критеријума

Критеријум	Подкритеријум	
	(NUTS1)	(NUTS2)
Становништво	3.000.000-7.000.000	800.000-3.000.000
Број држава	3-8	1-3

Становништво представља важан чинилац оружане борбе. Према Благојевићу (2011) становништво представља број људске популације у одређеној територији, а тиме и главни извор попуне оружаних снага. Један од постављених захтева јесте одређивање граница војишта са релативно уједначеном дистрибуцијом становништва као његовим мобилизацијским потенцијалом. У ту сврху коришћена је јединствена статистичка номенклатура просторних јединица (NUTS). Према Обрадовићу (2007) када је реч о Републици Србији (NUTS1) по карактеру и величини погодује већи број макрорегиона (NUTS2). У теоријском смислу, Србија би према броју становника могла бити подељена у северни јужни NUTS1 макрорегион (Vuković et al., 2011). Административна јединица погодна за разматрање могућности попуне оружаних снага људством јесте округ (Blagojević & Matjanović, 2012). У нашем случају округ је искоришћен као основна јединица за моделовање векторизованих граница војишта усклађених са NUTS класификацијом (табела 2). Последњи критеријум јесте политичко-географски захтев да моделовано војиште може да одговори потребама одбране из правца са већег броја суседних држава (табела 2). Применом различитих алата у софтверу ArcGIS 10.8 извршена је израда тематских слојева на основу геопроецирања података прикупљених из различитих извора (табела 3).

Табела 3. Припрема података

Критеријум	Подаци	Метод геопроецирања	Извор
Рељеф	Дигитални теренски модел 25m x 25m	Моделовање површине, реклаификација	Military Geographical Institute, 2006
Клима	Скенирана климатска карта	Геореференцирање, цртање полигона, конверзија растера, реклаификација	Ducić & Radovanović, 2005
Хидрографија	Дигитална топографска карта DPTK300	Цртање полигона, конверзија растера, реклаификација,	Military Geographical Institute, 2003
Државне границе			
Становништво	Скенирана карта округа	Геореференцирање, цртање полигона, растварање вектора	Statistical Office of RS, 2023

Као резултат овог корака добијене су рекласификовани тематски слојеви (слика 2).

Сл.2. Рекласификовани тематски слојеви рељеф (а), клима (б) и хидрографија (с) (погледати у енглеској верзији текста, стр. 25)

У следећем кораку слојеви су просторно преклопљени помоћу алата ArcGIS за комбиновање. Алат за комбиновање као улаз користи целобројне вредности и њихове придружене табеле атрибута, тестиране на јединственост са другим улазним параметрима и као резултат добија се табелу излазних атрибута са јединственим вредностима (слика 3).

Сл.3. Пример принципа рада алата за комбиновање (погледати у енглеској верзији текста)

У следећем кораку извршено је спајање тематских слојева коришћењем ArcGIS алата за комбиновање. Свакој растерској ћелији на рекласификованим тематским слојевима додељена је вредност од 1-8. Ћелијама резултујућег растерског слоја након спајања биће додељене нове вредности за сваку јединствену комбинацију вредности ћелија претходно рекласификованих тематских слојева. Тако на пример за преклопљене ћелије са вредностима 1-4-7 добијена је нова вредност 1, за комбинацију ћелија 2-4-7 нова вредност је 2 итд. На крају корака добијена је резултујућа карта са новим јединственим вредностима растерских ћелија од 1-15 (слика 4).

Сл.4. Резултујућа карта ратишта Србије са уникатним вредностима ћелија (погледати у енглеској верзији текста, стр. 26)

У следећем кораку добијена резултујућа карта која је екстракована помоћу векторског слоја војишта груписаног на основу уједначеног броја становника по окрузима. У циљу објективнијег сагледавања резултата на основу примењених принципа и методе у овом истраживању определили смо се за три тест варијанте (слика 5). Оцена усклађености броја суседних држава са добијеним војиштима врши се закључивањем на основу векторизованих граничних линија на завршној тематској карти.

Сл.5. Завршна карта војишта Републике Србије са различитим варијантама (a, b, c) (погледати у енглеској верзији текста, стр. 26)

Последњи корак представља оцену процента хомогености добијених регија односно војишта. У ту сврху примењена је статистички поступак оцене хомогености и дисперзије помоћу коефицијента варијације (CV). Коефицијент варијације представља однос стандардне девијације (SD) и аритметичке средине (M) изражен у процентима што се може приказати исказом (1).

$$CV = \frac{SD \times 100}{M} \quad (1)$$

Мера дисперзије је већа што је већи број различитих вредности које су подједнако заступљене унутар неког аритметичког скупа. Можемо рећи да CV показује већи проценат хомогености ако унутар растерског модела регије постоји већи број пиксела код мањег броја уникатних вредности. Супротно томе мањи проценат CV указује да су уникатне растерске вредности ћелија подједнако заступљене унутар војишта. У нашем случају пожељна је мања дисперзија уникатних растерских вредности што нам говори о већој хомогености географског простора војишта. Овај начин омогућава међусобно поређење хомогености добијених варијанти војишта у процентима без обзира на укупан могући број варијација уникатних растерских ћелија.

Резултати и дискусија

Добијене су различите варијанте војишта у склопу територије Републике Србије које са различитим процетом хомогености регионализованог простора. Такође, постоје разлике и када је реч о укупном броју варијитета уникатних вредности пиксела унутар сваког од војишта. У првој тест варијанти добијено је Северно и Јужно војиште (слика 5а). Статистички показатељи приказани су у табели 4.

Табела 4. Статистички показатељи хомогености војшта прва варијанта

Војиште	Површина (km ²)	Варијитет	SD	М	CV
Северно	29914.45	9	1.70	1.69	100.00
Јужно	47538.51	15	4.72	9.30	50.80

У првој варијанти Северно војиште поседује високу хомогености простора где уникатна вредност ћелије 1 (1-4-7) чини 83% простора. Обухвата низијско-брдско земљиште у сливу пловних река у континенталној климатској зони (А1). То нам говори да су основни носилац дејства на копну оклопно-механизоване и речне јединице. Јужно војиште поседује средњу хомогеност простора који није плован за речне јединице. Већи део чине средњепланински и високопланински простори 14 (2-6-8) 20.6%, 15 (3-6-8) 13.9% са речним котлинама 13 (1-6-8) 10.3%. Већи део ових простора захвата планинска подобласт умерено-континенталне климе (В). Нешто нижи проценат обухвата нископланинске просторе 8 (2-5-8) 12.8% и долине великих река 7 (1-5-8) 12.6%, 4 (1-4-8) 16.6% у истој континенталној климатској области. Ово нам указује да одбрана Јужног војишта захтева избалансирано присуство оклопно-механизованих и лаких пешадијских јединица. Оба војишта поседују уједначен број становника према NUTS1 класификацији. Са простора Северног војишта могу се бранити правци са простора три суседне државе а са Јужног војишта пет.

У другој тест варијанти добијени су Северно, Југозападно и Југоисточно војиште (слика 5b). Статистички показатељи приказани су у табели 5.

Табела 5. Статистички показатељи хомогености војшта друга варијанта

Војиште	Површина (km ²)	Варијитет	SD	М	CV
Северно	29914.45	9	1.70	1.69	100.00
Југозападно	21199.98	10	4.98	9.28	53.64
Југоисточно	26338.53	15	4.51	9.31	48.41

Северно војиште поседује иста својства и високу хомогеност идентичној тест варијанти 1. За разлику од претходне варијанте Југозападно и Југоисточно војиште поседују број становника према NUTS2 класификацији. Југозападно војиште поседује средњу хомогеност где доминира планинско земљиште 14 (2-6-8) 19.8%, 15 (3-6-8) 19.8%, 8 (2-5-8) 12.1%, 10 (3-5-8) 1.0% у умерено-континенталној области и континенталној подобласти виших терена. Мањи део обухвата уске и каналисане речне долине западне млађе динарске планинске масе 13 (1-6-8) 5.1%. Остатак уникатних вредности ћелија захвата веће брдско-низијско земљиште у умерено-континенталној области 7 (1-5-8) 15.6%, 4 (1-4-8) 13.8%, 1 (1-4-7) 12.0%. Одбрана Југозападног војишта захтева веће ангажовање лаких пешадијских јединица и мањи део оклопно-механизованих јединица. Југоисточно војиште поседује нижи степен хомогености са планинским земљиштем у континенталној климатској области 14 (2-6-8) 21.3%, 15 (3-6-8) 9.1%, и умерено-континенталној подобласти виших терена 8 (2-5-8) 13.0%, 10 (3-5-8) 2.5% и 6 (2-4-8) 2.2%. На мањи степен хомогености утицала је слична заступљеност низијско-брдског рељефа у различитим климатским областима 4 (1-4-8) 18.9%, 13 (1-6-8) 14.4%, 7 (1-5-8) 10.6%, 1 (1-4-7) 4.3% и 3 (1-5-7) 3.2%. Ово нам говори о врло комплексном окружењу за извођење оружане борбе које захтева подједнако ангажовање оклопно-механизованих и пешадијских јединица. У нешто мањем обиму и речних јединица. Када је реч о могућностима одбране од суседних држава у другој тест варијанти евентуални правци равномерно су распоређени на сва три војишта.

У трећој тест варијанти добијена су Северно, Централно и Јужно војиште (слика 5с), док су статистички показатељи приказани у табели 6.

Табела 6. Статистички показатељи хомогености војишта трећа варијанта

Војиште	Површина (km ²)	Варијетет	SD	М	CV
Северно	21599.94	2	0.99	1.00	98.87
Централно	19019.71	9	2.48	4.03	61.60
Јужно	36833.31	15	4.27	10.70	39.91

Северно војиште поседује апсолутну хомогеност простора где је уникатна вредност ћелије 1 (1-4-7) 100%. Карактеристике Северног војишта сличне су као и у претходна два случаја с тим што је број становника прилагођен NUTS2 класификацији. Централно војиште поседује релативно високу хомогеност географског простора са карактеристичном заступљеношћу умерено-континенталне климе и равничарског земљишта 4 (1-4-8) 39.1%, 1 (1-4-7) 30.8 % и нешто мањи проценат умерено-континенталне подбласти виших терена 7 (1-5-8) 16.8 %, 8 (2-5-8) 10.3% и 3 (1-5-7) 1.2%. Карактеристике рељефа унутар овог војишта захтевају већу употребу оклопно-механизованих састава и мањи део пешадијских јединица. Јужно војиште поседује изразито низак степен хомогености где су равномерно заступљене готово све уникатне вредности ћелија 14 (2-6-8) 26.6%, 15 (3-6-8) 17.9%, 13 (1-6-8) 13.3%, 8 (2-5-8) 12.7%, 7 (1-5-8) 10.6%, 4 (1-4-8) 9.5%, 1 (1-4-7) 3.0%, 3 (1-5-7) 2.3% и 6 (2-4-8) 1.5%. Организација и вођење оружане борбе захтева комплексну употребу свих састава копнене војске као и у претходној тест варијанти код Југоисточног војишта. У овој варијанти највеће оптерећење у одбрани од евентуалне агресије из правца суседних држава обухватило би простор Јужног војишта. Централно војиште имало би задатак заштите најзначајнијег стратегијског језгра Републике Србије (шири рејон Београда) од правца агресије са територија суседних држава. Такође имало би значај у попуни резервног људског потенцијала Северног и Јужног војишта, што се сматра главним недостатком ове варијанте. Неопходно је нагласити да неравномерна просторна дистрибуција становништва умањује аутономију моделованих војишта.

Закључак

Модел конципиран на принципу хомогености и ГИС методи преслијавања показао је могућност успешне примене у регионализацији географског простора за војне потребе. Рад први пут конкретизује примену опште познатих принципа и метода регионализације у новом контексту за војне потребе. Ово је од значаја и за ширу академску заједницу која није у довољној мери упозната са овом тематиком. Добијена је нова организација простора Републике Србије за војне потребе у виду војишта или специфичних хомогених – фуднаменталних регија. Добијени резултати имају практичан значај када је реч о планирању одбране простора Републике Србије, обзиром да је територија Косова и Метохије разматрана у реалном контексту као основица за потенцијалну агресију. Резултати овог рада пружају основ за нова доктринарна решења и формирање нових стратешких и оперативних команди јединица Војске Србије.

У раду је први пут имплементиран статистички тест хомогености уникатних вредности пикселских ћелија применом коефицијента варијације. На тај начин

постигнута је већа објективност у тестирању резултата добијених модела војишта. Представљени модел је могуће имплементирати не само за војне потребе већ унапређује и традиционалне методе које се примењују у регионализацији географског простора. Овај модел могуће је успешно применити на истом или сличном географском простору. Такође, предложени модел може се користити за подршку доносиоцима одлука у додели средстава за развој инфраструктуре за мировну стабилизацију активних ратних региона с повећаним ризицима. Овакви модели, применљиви су у разумевању сложених интеракција између пројеката развоја инфраструктуре и нежељених ефеката ратних дејстава. Овај приступ боље ће подржати креаторе политике одбране при планирању уређења територије Републике Србије и одлукама у развоју војне инфраструктуре у погледу њихове локације и значаја.

Поред наведених добрих решења постоје и одређене слабости које се огледају у методолошком аспекту. Сматрамо да је већи степен хомогености регионализованог простора могуће постићи бољим усклађивањем физичкогеографских и друштвеногеографских критеријума. Моделовањем просторног распореда становника на основу општина а не округа како је то имплементирано у нашем раду постигла би се боља усклађеност са природним границама рељефа и различитих климатских области. Друга слабост која је уочена јесте да просторни распоред становништва не указује на квалитет популе оружаних снага. То захтева у будућим истраживањима имплементацију сложенијих просторних критеријума који садрже укупан број становника у административној јединици, коефицијент маскулинитета, коефицијент феиминитета, стопу запослености, старосну структуру, националну структуру, и степен војне оспособљености становништва (Blagojević & Marjanović, 2012). Такође, комбинована растерска мапа са уникатним вредностима ћелија пиксела зависна је од просторне резолуције. Већа просторна резолуција смањила би тачност при регионализацији хетерогеног географског простора, за разлику од метода који могу подједнако да користе растерске и векторске слојеве (Hargrove et al., 2006). Могућност поређења добијеног модела са претходним моделима региона препуштена је искуству и субјективности корисника. У том смислу анализа варијансе (V-measure) у контексту упоредности, асоцијативности и дериватности географског простора резултује квантитативним и квалитативним статистичким бројчаним показатељима (Nowosad & Stepinski, 2018). Свакако, наведене слабости не умањују вредност нашег модела када је реч о оцени хомогености добијене регије, већ отвара питања за даље истраживање и унапређење представљеног модела регионализације војишта у овом раду.

Напомена: Садржаји у раду не представљају званичне ставове Министарства одбране и Војске Србије већ представљају резултате истраживачког рада аутора.

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)