

**APPLICATION OF MULTI-CRITERIA ANALYSIS AND GIS IN ECOTOURISM
DEVELOPMENT (CASE STUDY: SERBIAN DANUBE REGION)**

SANJA STOJKOVIĆ^{1*}, SNEŽANA ĐURĐIĆ¹, GORAN ANĐELKOVIĆ¹

University of Belgrade – Faculty of Geography, Studentski trg 3/3, 11000 Belgrade, Serbia

Abstract: Ecotourism can be defined as responsible travel to natural areas that conserves the environment and cultural heritage and improves the well-being of local people. Sustainable planning and management of ecotourism development are important and necessary for increasing positive and decreasing negative effects on the complex environment. This paper analyses the suitability of selected protected natural areas in the Serbian Danube region for the purposes of ecotourism development. The multi-criteria analysis includes several natural and socio-economic factors and criteria which influence ecotourism development. The integration of Geographic Information System (GIS) and Analytic Hierarchy Process (AHP) greatly facilitates the decision-making process in the ecotourism destination planning. A suitability map of the analysed protected natural areas for ecotourism development as one of the sustainable tourism types is highlighted as a result of this paper. Such analysis assists in the objective promotion of ecotourism destinations and thus contributes to the improvement of Serbian tourism development.

Keywords: ecotourism, environment, cultural heritage, GIS, multi-criteria analysis.

Introduction

The contemporary world, which respects the ideas of sustainable tourism development and ensures the development of this sector in smaller and larger areas, is fostering a growing notion that tourism should only be developed to the level at which it does not jeopardize other sectors or degrade the space and at which it is a source of proper income for domicile population (Станковић С., 2004). Sustainable tourism implies a challenge of developing good quality tourism products without adverse effects on the natural and cultural environment, which it maintains and cherishes (Lugonja A., 2014).

The interrelationship between nature and tourism thus understood is of particular importance to our country, as it possesses numerous and diverse nature tourism motifs, which often carry the original and exclusive temporal and spatial marks, and as such have a singular value in domestic and foreign tourist markets (Станковић С., 2003). Tourism policy is focused on directing tourism development at all levels (international, national, regional, local), namely, it needs to create a long-term development perspective (Јовичић Д. et al., 2012).

Ecotourism is a form of sustainable tourism that occurs in protected natural areas (Чучуловић, Р. et al., 2012). Ecotourism is an ideal component of the sustainable tourism strategy, where natural resources can be used as tourist attractions, without impairing the tourist areas (Јегдић V., 2010). According to Štetić and Šimičević (2008), sustainable

* E-mail: sanja@gef.bg.ac.rs

Part of this work is included in a project No. 176008, financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

tourism development also needs to be sustainable from economic, environmental, cultural and political standpoints. The sustainability indicators are grouped into economic, social and environmental ones, but they are very different in specific locations, so taking them into account in a sustainability evaluation depends on the character of the space as well as on its amenities and the aims of the development strategy (Hađ I., 2008).

Consideration and valorisation of various natural and socio-economic factors that affect ecotourism development is largely facilitated by using a method of multi-criteria decision-making. Multi-criteria decision-making provides both mechanisms for detecting the decision makers' preferences and for identifying and exploring compromise alternatives (Malczewski J., 2006).

One of the widely used models of multi-criteria decision-making is the Analytic Hierarchy Process (AHP), which ranks the alternatives or selects the optimal alternatives on basis of the hierarchical structure of the goals, criteria and subcriteria (Saaty T., 1980). The AHP consists of several pre-existing but unrelated techniques that Saaty combined and harmonised in order to produce a process whose total strength would exceed the strength of the sum of its individual parts (Forman E., Selly M., 2001). This is a compensatory method of decision-making as alternatives that are not in accordance with one or more goals can be compensated for by their positive influence on achieving some other goals.

The contemporary literature abounds with examples of effective uses of the AHP in the environment management (Strager M., Rosenberger R., 2006; Tiwari D. et al., 1999; Nekhaya O. et al., 2009; Sharifi M., Retsios V., 2004; Hamadouche M. et al., 2014; Deng F. et al., 2014; Лакићевић М., Срђевић Б., 2011). The AHP is a proven, effective instrument for making complex decisions and it can assist in identifying and determining the importance of the selection criteria, by analysing the gathered data for those criteria and by expediting the decision-making process (Hamadouche M. et al., 2014).

Nowadays it can be freely said that such decisions are impossible to reach without the use of GIS. According to Manić (2006), Geographic Information System has been an acknowledged technique and a tool for solving spatial problems in many areas of life and work for a long time. The application of GIS in ecotourism development has been an inevitable topic for many authors (Ryngnga P., 2008; Minh N., 2007; Delavar, B. et al., 2010; Ahmadi, M et al., 2015; Bunruamkaew, K., Murayama, Y., 2012; Dashti, S. et al., 2013).

Multi-criteria decision-making analyses can help users understand the results of GIS-based decision-making procedures, including trade-offs among policy objectives and the use of those results in a systematic and justifiable way to develop policy recommendations (Malczewski J., 2006). GIS provides support to the decision-making process by ensuring a flexible environment for the analysis of various alternatives based on their criteria, by integrating systems for management of databases, graphic outputs and tabular reports, as well with expert knowledge of the users (Смиљанић С., Ђурђић С., 2006).

This paper presents the application of the AHP methodology in a GIS environment for selecting the most appropriate protected natural area for ecotourism development in the Danube region. The analysis does not include all the protected natural areas in this territory due to the insufficient quality of the input data used in the paper as the criteria and subcriteria for selecting the most appropriate one. The advantage of the used methodology in a GIS environment is the possibility of adding new alternatives in a simple way, as well as different criteria and subcriteria, when the issue of easily accessible and good quality geodata has been solved.

The study area

The Danube region, in its broadest sense, is the subject of cooperation between various areas – economic and tourism development, infrastructure development, and primarily the protection of natural values and the environment (Тошић Б., Живановић З., 2011).

The tradition of formation and management of protected natural areas along the course of the Danube through Serbia is several decades long. Since the foundation of Fruška Gora National Park in 1960, two national parks, two nature parks, four special nature reserves, a landscape protected area and over twenty natural monuments, mostly botanical, have been protected along this naturally predisposed environmental corridor. The course of the Danube through Serbia as an example of ecological corridor, with spatial and functional connection of its aquatic and riparian habitats and their respective communities, is illustrative in the context of a potential integrated approach to environmental protection. An approach to protected natural areas management along a naturally predisposed corridor, such as the course of the Danube, is complex and it calls for a coordinated application of measures and activities aimed at protection and its improvement, not only on a national scale, but also on the international. The Danube ecological corridor through Serbia is an example of already established international cooperation which strengthens the coherence and resilience of biological and landscape diversity (Ђурђић, S. et al., 2011).

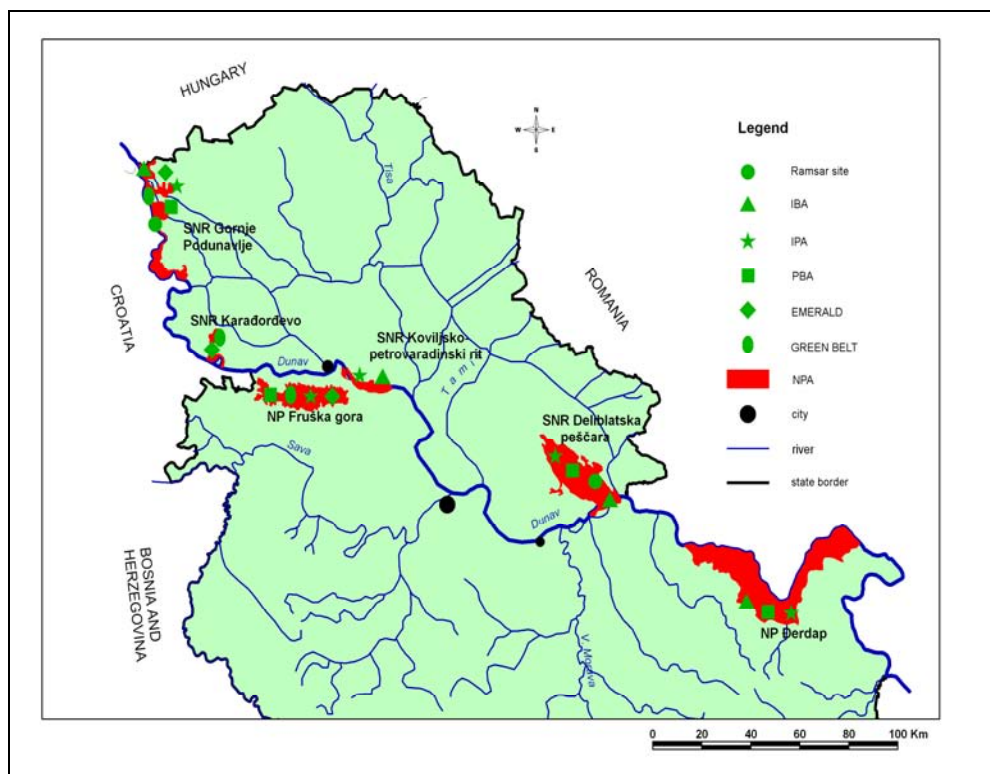


Figure 1. Geographic position and national and international protection status of the study area

Research methodology

As in every research, the first methodological step in this work was defining the aim. The aim of this study was to choose among the selected protected natural areas those with the highest potential for ecotourism development. As the achievement of thus defined objective is influenced by numerous different factors, the next step in this work was to select a large number of physical-geographic, ecological and socio-economic criteria. Considering that all those criteria do not have the same effect on the achievement of the overall objective and that they can even be conflicting, it is necessary to use one of multi-criteria methodologies, in order to take all of them into account objectively to make the right decision.

This paper used the AHP methodology, whose primary advantage is that all the criteria that influence the achievement of the aim, are grouped and stored at different levels of hierarchy, which facilitates the determination of their relative importance observed with respect to the initial goal. After defining a hierarchical diagram with the criteria and subcriteria, a coefficient of importance is calculated for each criterion at all levels hierarchy with the help of comparison matrices. To define a comparison matrix, the Saaty's scale of relative importance is used (Table 1).

Table 1. The fundamental scale of absolute numbers (Saaty T., 2008)

Intensity of Importance	Definition	Explanation
1	Equal importance	Two activities contribute equally to the objective
2	Weak or slight	
3	Moderate importance	Experience and judgement slightly favour one activity over another
4	Moderate plus	
5	Strong importance	Experience and judgement strongly favour one activity over another
6	Strong plus	
7	Very strong or demonstrated importance	An activity is favoured very strongly over another; its dominance demonstrated in practice
8	Very, very strong	
9	Extreme importance	The evidence favouring one activity over another is of the highest possible order of affirmation
Reciprocals of above	If activity i has one of the above non-zero numbers assigned to it when compared with activity j , then j has the reciprocal value when compared with i	

The comparison matrix is defined for each level of hierarchy by comparing various criteria or subcriteria (i, j),

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

where the value of a_{ij} is determined on the basis of Table 1, and the value of a_{ji} represents the reciprocal value of a_{ij} .

The coefficient of importance or weight coefficient for each criteria and subcriteria (w_i) is calculated according to the following formula:

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad (2)$$

where a_{ij} is obtained by dividing each value in the matrix by the sum of the corresponding column, i.e. according to the following formula:

$$a_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (3)$$

To test the consistency of thus obtained results, the consistency ratio is calculated (CR) when there are more than two different relations. According to Saaty (Saaty T., 1980), the consistency ratio is satisfactory if the obtained value is lower than 0.1. However, when the obtained value is higher than 0.1, new comparisons should be made in the matrix.

The consistency ratio is calculated according to the following formula:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

where the random index (RI) is taken from Table 2, and CI is calculated according to the formula:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

Table 2. Random indices (Saaty T., 1980)

Row of the matrix	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Random indices	0.0	0.0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

To obtain the value λ_{\max} , it is necessary first to multiply the comparison matrix with the obtained importance coefficients,

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdot & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdot & \cdot & a_{2n} \\ \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdot & \cdot & a_{nn} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ b_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

then to divide the obtained results by these coefficients

$$\begin{bmatrix} b_1 / w_1 \\ b_2 / w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ b_n / w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \lambda_n \end{bmatrix} \quad (7)$$

and finally to apply the formula:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (8)$$

The next step in this analysis involves assigning points to each alternative for each of the criteria and subcriteria, and subsequently creating the final suitability map for ecotourism development. The use of GIS software *GeoMedia Professional 6.1* (*Intergraph Corporation*) has largely facilitated not only the process of creating thematic maps, but also the creation of a synthetic suitability map by using cartographic algebra and spatial overlapping (*Spatial Intersection*).

The data used as criteria and subcriteria in this analysis have been collected through the study of both existing literature and field research, as well as on the basis of the following cartographic sources: Erosion map of the Republic of Serbia (<http://indicator.sepa.gov.rs/>), Map of first and second category state road network (<http://www.putevi-srbije.rs>), Natural heritage protection map (<http://danube-cooperation.com>), Map of conservation and sustainable use of cultural heritage (<http://danube-cooperation.com>).

The study results and discussion

For the purposes of this paper, 19 different criteria and subcriteria have been analysed, including physical-geographic, ecological and social-economic factors that influence ecotourism development. The alternatives considered in this paper are protected natural areas selected for their importance, both national and global, since they are all internationally protected. The chosen criteria, subcriteria and alternatives can be seen in the hierarchical diagram (Figure 2).

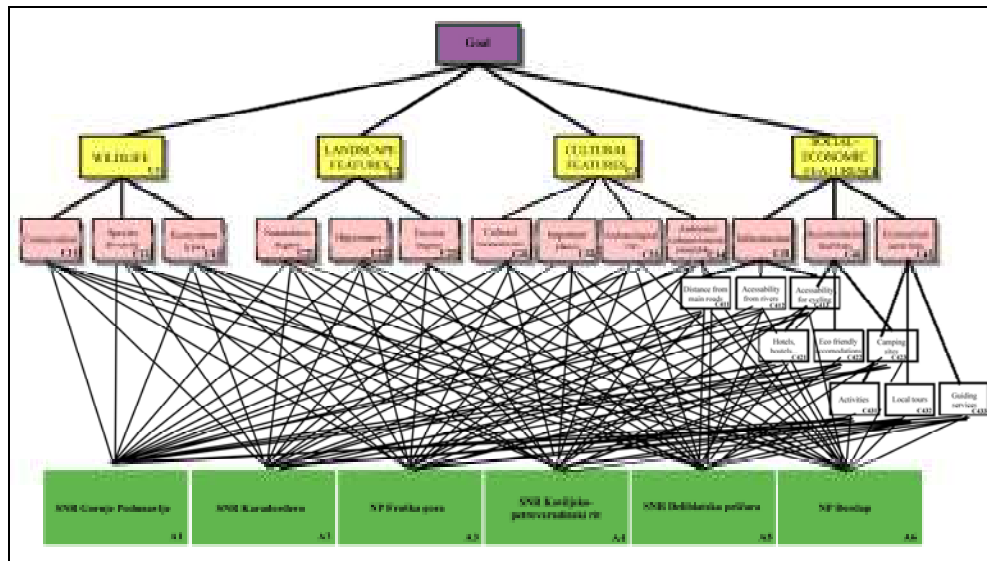


Figure 2. AHP hierarchy

According to the established methodology, the next step in this analysis is pairwise comparison for each hierarchy level and calculation of the consistency ratio (Tables 3-10).

Table 3. Comparing the pairs on the third level of hierarchy – Infrastructure

	C ₄₁₁	C ₄₁₂	C ₄₁₃	Weight coefficients (w)	CR
C ₄₁₁	1	7	5	0.724	0.057
C ₄₁₂	1/7	1	1/3	0.083	
C ₄₁₃	1/5	3	1	0.193	

Table 4. Comparing the pairs on the third level of hierarchy – Accommodation facilities

	C ₄₂₁	C ₄₂₂	C ₄₂₃	Weight coefficients (w)	CR
C ₄₂₁	1	1/5	1/3	0.106	0.032
C ₄₂₂	5	1	3	0.634	
C ₄₂₃	3	1/3	1	0.260	

Table 5. Comparing the pairs on the third level of hierarchy – Ecotourism activities

	C ₄₃₁	C ₄₃₂	C ₄₃₃	Weight coefficients (w)	CR
C ₄₃₁	1	5	3	0.634	0.032
C ₄₃₂	1/5	1	1/3	0.106	
C ₄₃₃	1/3	3	1	0.260	

Table 6. Comparing the pairs on the second level of hierarchy – Wildlife

	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	Weight coefficients (w)	CR
C ₁₁	1	3	5	0.634	0.033
C ₁₂	1/3	1	3	0.260	
C ₁₃	1/5	1/3	1	0.106	

Table 7. Comparing the pairs on the second level of hierarchy – Landscape features

	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	Weight coefficients (w)	CR
C ₂₁	1	5	7	0.724	0.056
C ₂₂	1/5	1	3	0.193	
C ₂₃	1/7	1/3	1	0.083	

Table 8. Comparing the pairs on the second level of hierarchy – Cultural features

	C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃	C ₃₄	Weight coefficients (w)	CR
C ₃₁	1	5	5	1/3	0.280	0.088
C ₃₂	1/5	1	1/3	1/7	0.055	
C ₃₃	1/5	3	1	1/7	0.099	
C ₃₄	3	7	7	1	0.566	

Table 9. Comparing the pairs on the second level of hierarchy – Social-economic features

	C ₄₁	C ₄₂	C ₄₃	Weight coefficients (w)	CR
C ₄₁	1	7	3	0.650	0.057
C ₄₂	1/7	1	1/5	0.070	
C ₄₃	1/3	5	1	0.280	

Table 10. Comparing the pairs on the first level of hierarchy – Goal

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	Weight coefficients (w)	CR
C ₁	1	1/5	5	3	0.230	0.094
C ₂	5	1	7	5	0.590	
C ₃	1/5	1/7	1	1/3	0.060	
C ₄	1/3	1/5	3	1	0.120	

After determining the importance for each criteria and subcriteria to the achievement of the overall goal, it is necessary to assign the value (points) to each of them by alternatives (Table 11).

Table 11. Assigned points to alternatives for criteria and subcriteria

	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃	C ₃₄	C ₄₁₁	C ₄₁₂	C ₄₁₃	C ₄₂₁	C ₄₂₂	C ₄₂₃	C ₄₃₁	C ₄₃₂	C ₄₃₃
A1	6	5	3	7	3	7	3	1	3	1	5	7	3	1	3	3	5	3	5
A2	5	3	3	5	3	7	3	1	3	3	5	5	3	1	3	1	5	3	5
A3	7	7	6	5	7	3	7	3	7	1	7	5	7	5	5	5	5	3	5
A4	6	5	3	7	3	7	5	3	3	1	7	3	7	1	1	1	3	3	5
A5	6	5	5	7	5	5	3	1	3	1	7	5	7	3	3	3	3	3	5
A6	7	7	7	5	7	3	3	3	7	5	7	7	7	5	5	7	5	3	5

Spatial overlapping of thematic maps, i.e. logical overlapping with the intersection of objects and phenomena with particular characteristics, as well as the map algebra is greatly facilitated by the use of GIS software. For each level of hierarchy, there is an intersection of thematic maps, which have been assigned value points for each criteria and subcriteria, subsequently multiplied with coefficients of relative importance for the achievement of the goal. A result of thus conducted analysis is a suitability map (Figure 3), where the obtained summary values are grouped into three suitability classes.

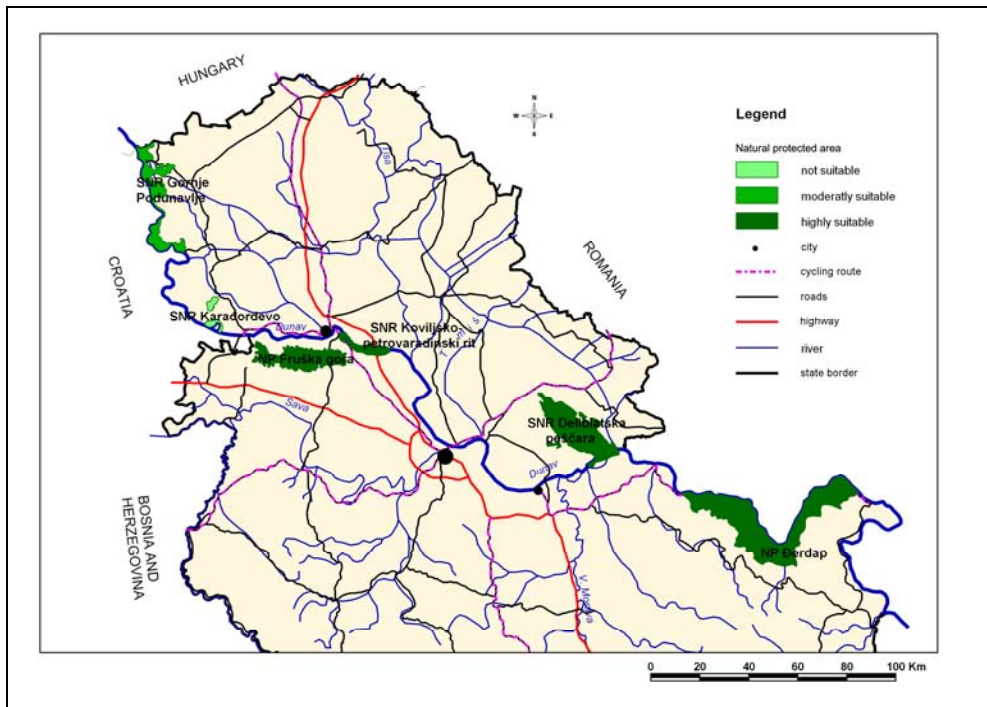


Figure 3. Map of suitability for ecotourism development

On the basis of the conducted multi-criteria analysis, the obtained results are observed for the purpose of selecting the most suitable protected natural area for ecotourism development in the Danube region. The class of the most suitable protected natural areas for ecotourism development includes Fruška Gora National Park (A3) and Đerdap National

Park (A6), as well as the Koviljsko-Petrovaradinski Rit Special Nature Reserve (A4) and Deliblatska Peščara Special Nature Reserve, moderately suitable is Gornje Podunavlje Special Nature Reserve (A1), and the only unsuitable is Karadorđevo Special Nature Reserve (A2).

Conclusion

Ecotourism development planning is a very complex activity and as such it requires funds that would assist in the efficient decision-making process and enable the achievement of, occasionally conflicting, economic, social and environmental goals. This paper provides an example, in the Danube region, that with the use of multi-criteria decision-making methods in a GIS environment, the decision-making process in planning ecotourism destinations can be facilitated. Such analysis can be relevant for the promotion of ecotourism destinations, which may be a great opportunity for ecotourism development in Serbia.

Finally, the limitations of this analysis are to be considered. Firstly, the choice of criteria and subcriteria that were used in this analysis largely depended on the available input data and secondly, the preferences of different stakeholders were not taken into account. Therefore, this paper can serve as a guideline for further research which will provide more details for this methodological approach to decision-making in ecotourism development.

References

- Ahmadi, M., Asgari, S., Ghanavati, E. (2015). Land capability evaluation for ecotourism development in Ilam province, a GIS approach. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 21(1), 107–125.
- Bunruamkaew, K., Murayama, Y. (2012). Land Use and Natural Resources Planning for Sustainable Ecotourism Using GIS in Surat Thani, Thailand. *Sustainability*, 4(3), 412–429.
- Dashti, S., Monavari, S.M., Hosseini, S.M. (2013). Application of GIS, AHP, Fuzzy and WLC in Island Ecotourism Development (Case study of Qeshm Island, Iran). *Life Science Journal-Acta Zhengzhou University Overseas Edition*, 10(1), 1274–1282.
- Delavar, B., Oladi, J., Manoochehri, M. (2010). Evaluating the Ecotourism Potentials of Naharkhoran Area in Gorgan. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*, 38(8), 591–596.
- Deng, F., Li, X., Wang, H., Zhang, M., Li, R., Li, X. (2014). GIS-based assessment of land suitability for alfalfa cultivation: a case study in the dry continental steppes of northern China. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12(2), 364–375.
- Đurđić, S., Stojković, S., Miljić, M. (2011). Dunavski ekološki koridor zaštićenih predela. U *Zbornik radova "Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine"*. Beograd: Geografski fakultet, Beograd: APPS.
- Forman, E., Selly, M.A. (2001). *Decision By Objectives*. New Jersey: World Scientific Publishing.
- Hamadouche, M.A., Mederbal, K., Kouri, L., Regagba, Z., Fekir, Y., Anteur, D. (2014). GIS-based multicriteria analysis: an approach to select priority areas for preservation in the Ahaggar National Park, Algeria. *Arabian Journal of Geosciences*, 7, 419–434.
- Jegdić, V. (2010). Model razvoja ekoturizma u Vojvodini. *Ekonomski horizonti*, 12(1). 63–78.
- Lugonja, A. (2014). Sustainable tourism chance for development Bosnia and Herzegovina. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 94(2), 31–44.
- Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 20(7), 703–726.
- Minh, N.D. (2007). Building a GIS database for ecotourism development in Ba Vi District, Ha Tay Province, Vietnam. *VNU Journal of Science, Earth Sciences*, 23, 146–151.
- Nekhaya, O., Arriaza, M., Guzmán-Álvarez, J.R. (2009). Spatial analysis of the suitability of olive plantations for wildlife habitat restoration. *Computers and Electronics in Agriculture*, 65, 49–64.
- Ryngnga, P.K. (2008). Ecotourism Prioritization: A Geographic Information System Approach. *South Asian Journal of Tourism and Heritage*, 1(1), 49–56.
- Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw Hill.
- Saaty, T.L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98.
- Sharifi, M.A., Retsios, V. (2004). Site selection for waste disposal through spatial multiple criteria decision analysis. *Journal of Telecommunications and Information Technology*, 3, 1–11.

- Štetić, S., Šimičević, D. (2008). How to develop sustainable tourism in rural destinations in Serbia. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 88(4), 20–28.
- Strager, M.P., Rosenberger, R.S. (2006). Incorporating stakeholder preferences for land conservation: Weights and measures in spatial MCA. *Ecological Economics*, 57, 627–639.
- Tiwari, D.N., Loof, R., Paudyal, G.N. (1999). Environmental economic decision-making in lowland irrigated agriculture using multi-criteria analysis techniques. *Agricultural Systems*, 60, 99–112.
- Јовичић, Д., Мирковић, А., Сибиновић, М. (2012). Значај и изазови туристичке политике у савременом свету. *Гласник Српског географског друштва*, 92(3), 69–94. (Јовичић, Д., Мирковић, А., Сибиновић, М. (2012).
- Лакићевић, М., Срђевић, Б. (2011). Примена аналитичког хијерархијског процеса у управљању пределима (Студија случаја парк-шуме Кошутњак). *Гласник Српског географског друштва*, 91(1), 51–64. (Lakićević, M., Srđević, B. (2011).
- Манић, Е. (2006). ГИС-базиране технологије и њихова примена у пољопривреди. *Гласник Српског географског друштва*, 86(2), 151–160.
- Нађ, И. (2008). Оцена могућности развоја одрживог туризма и рекреације у подручју Чурушке Мртве Тисе. *Гласник Српског географског друштва*, 88(4), 81–90.
- Смиљанић, С., Ђурђић С. (2006). Примена ГИС-а у вредновању природних потенцијала општине Ражањ за потребе пољопривреде, *Гласник Српског географског друштва*, 86(2), 161–170.
- Станковић, С.М. (2003). Животна средина, туризам и просторно планирање. *Гласник Српског географског друштва*, 83(2), 19–30.
- Станковић, С.М. (2004). Туристичка валоризација геоморфолошких објеката гео-наслеђа Србије. *Гласник Српског географског друштва*, 84(1), 79–88.
- Тошић, Б., Живановић, З. (2011). Простор Подунавља у Србији у процесу транснационалне сарадње и интеррегионалних функционалних веза. *Гласник Српског географског друштва*, 91(4), 89–110.
- Чучуловић, Р. Мркша, М.М., Ђекић, Т., Чучуловић, А. (2012). Могућности развоја екотуризма у средњем Банату. *Гласник Српског географског друштва*, 92(3), 110–130.
- <http://danube-cooperation.com>
<http://indicator.sepa.gov.rs>
<http://www.putevi-srbije.rs>

ПРИМЕНА ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКЕ АНАЛИЗЕ И ГИС-А У РАЗВОЈУ ЕКОТУРИЗМА (СТУДИЈА СЛУЧАЈА: ПОДУНАВЉЕ, СРБИЈА)

САЊА СТОЈКОВИЋ^{1*}, СНЕЖАНА ЂУРЂИЋ¹, ГОРАН АНЂЕЛКОВИЋ¹

Универзитет у Београду – Географски факултет, Студентски трг 3/3, 11000 Београд, Србија

Сажетак: Екотуризам се може дефинисати као одговорно путовање у области заштићених природних добара које чува животну средину и културне вредности тих области уз побољшање добробити локалног становништва. Одрживо планирање и управљање развојем екотуризма је неопходно како би се повећали позитивни ефекти, а смањили негативни ефекти на животну средину. У овом раду анализирана је погодност одабраних заштићених природних добара на територији Подунавља за потребе развоја екотуризма. Вишекритеријумска анализа је обухватила већи број природних и социоекономских фактора и критеријума који утичу на развој екотуризма. Интеграцијом географског информационог система (ГИС) и аналитичког хијерархијског процеса (АХП) увелико је олакшан процес доношења одлука у планирању екотуристичких дестинација. Као резултат овог рада издваја се карта погодности изабраних природних добара за развој екотуризма. Овакве анализе имају значаја у промоцији екотуристичких дестинација што може представљати велику шансу за развој екотуризма Србије.

Кључне речи: вишекритеријумска анализа, ГИС, екотуризам, животна средина, културно наслеђе

Увод

У савременом свету, који уважава идеје одрживог развоја туризма и стара се о развоју ове делатности на мањим и већим просторима, све више сазрева схватање да туризам треба развијати само тако и толико да он не угрожава друге делатности, не деградира простор и домицилном становништву доноси одговарајуће приходе (Станковић С., 2004). Одрживи туризам подразумева изазов да развија квалитетне туристичке производе без негативног утицаја на природну и културну средину, коју одржава и негује (Lugonja A., 2014).

Овако схваћена условљеност природе и туризма од посебног је значаја за нашу земљу, јер она располаже бројним и разноврсним природним туристичким мотивима, који често носе изворно и непоновљиво обележје у времену и простору, те као такви имају посебну цену на домаћем и иностраном туристичком тржишту (Станковић С., 2003). Туристичка политика је фокусирана на усмеравање развоја туризма на свим нивоима (међународни, национални, регионални, локални), односно, она мора креирати дугорочну развојну перспективу (Јовичић Д. и др., 2012).

Екотуризам, представља један вид одрживог туризма, који се реализује у заштићеним природним добрима (Чучуловић, Р. и др., 2012). Екотуризам је идеална компонента стратегије одрживог развоја, где природни ресурси могу бити искоришћени као туристичке атракције, без доношења штете туристичким подручјима (Jegdić V., 2010). Према Штетић и Шимичевић (2008) одрживи развој туризма мора бити одржив и економски, еколошки, културолошки и политички. Индикатори одрживости туризма се групишу на економске, социјалне и еколошке, али они су веома различити код појединих дестинација, те њихово уважавање приликом оцене одрживости зависи и од карактера простора као и од садржаја и циљева стратегије развоја (Нађ И., 2008)

Сагледавање и валоризација различитих природних и социоекономских фактора који утичу на развој екотуризма увелико се олакшава употребом неког од

* E-mail: sanja@gef.bg.ac.rs

Part of this work is included in a project No. 176008, financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

метода за вишекритеријумско доношење одлука. Вишекритеријумско доношење одлука пружа како механизме за откривање приоритета доносиоца одлука, тако и за идентификацију и истраживање компромисних алтернатива (Malczewski J., 2006).

Један од нашироко коришћених модела за вишекритеријумско доношење одлука је и аналитички хијерархијски процес (АХП) којим се рангирају алтернативе или бирају оптималне алтернативе на основу хијерархијске структуре циљева, критеријума и подкритеријума (Saaty T., 1980). АХП се састоји од неколико претходних али неповезаних техника које је Saaty објединио и хармонизовао како би креирао процес чија укупна снага увелико превазилази снагу збира његових појединачних делова (Forman E., Selly M., 2001). Ово је компензирајући метод доношења одлука пошто се алтернативе које нису у сагласности са једним или више циљева могу компензовати њиховим позитивним утицајем на остваривање неких других циљева.

Савремена литература обилује примерима ефикасне употребе АХП-а у управљању животном средином (Strager M., Rosenberger R., 2006; Tiwari D. et al., 1999; Nekhaya O. et al., 2009; Sharifi M., Retsios V., 2004; Hamadouche M. et al., 2014; Deng F. et al., 2014; Лакићевић М., Срђевић Б., 2011). АХП је доказано, ефикасно средство за доношење сложених одлука и може помоћи при идентификацији и одређивању значаја изабраних критеријума, анализирајући прикупљене податке за те критеријуме и убрзавајући процес доношења одлука (Hamadouche M. et al., 2014).

У данашње време слободно се може рећи да овакве одлуке није могуће донети без употребе ГИС-а. Према Манић (2006) географски информациони системи дуго година уназад постоје као препознатљива техника и алат за решавање просторних проблема у многим областима живота и рада. Примена ГИС-а у развоју екотуризма је већ неко време незаобилазна тема многих аутора (Ryngnga P., 2008; Minh N., 2007; Delavar, B. et al., 2010; Ahmadi, M et al., 2015; Bunruamkaew, K., Murayama, Y., 2012; Dashti, S. et al., 2013).

Анализе за вишекритеријумско доношење одлука могу помоћи корисницима да разумеју резултате процедура доношења одлука које су засноване на ГИС-у, укључујући размену између политичких циљева и коришћење тих резултата на систематичан и оправдан начин како би се развиле политичке препоруке (Malczewski J., 2006). ГИС пружа подршку процесу доношења одлука, тако што обезбеђују флексибилно окружење за анализу различитих алтернатива на основу њихових критеријума, интегришући системе за управљање базама података, графичким приказима и табеларним извештајима, као и са експертским знањем корисника (Смиљанић С., Ђурђић С., 2006).

У овом раду је дат приказ примене АХП методологије у ГИС окружењу за избор најпогоднијег заштићеног природног добра за развој екотуризма на простору Подунавља. Анализом нису обухваћена сва заштићена природна добра на овој територији услед недовољно квалитетних улазних података који су у раду коришћени као различити критеријуми и подкритеријуми за избор најпогоднијег. Предност примењене методологије у ГИС окружењу је у томе што се на једноставан начин могу додати нове алтернативе, али и различити критеријуми и подкритеријуми, када се питање лако доступних и квалитетних геоподатака у Србији буде решило.

Истраживано подручје

Подунавље, у ширем смислу, је предмет сарадње разноврсних области – привредног и туристичког развоја, развоја инфраструктуре, а пре свега заштите природних вредности и животне средине (Тошић Б., Живановић З., 2011).

Традиција формирања и управљања заштићеним природним добрима дуж тока Дунава кроз Србију је вишедеценијска. Од оснивања НП Фрушка гора 1960. године до данас, на овом природно предиспонираном еколошком коридору, заштићена су два национална парка, два парка природе, четири специјална резервата природе, предео изузетних одлика и преко двадесет споменика природе углавном ботаничког карактера. Пример еколошког коридора тока Дунава кроз Србију, односно просторно и функционално повезивање његових акватичних и рипаријалних станишта и њима припадајућих заједница, илустративан је у контексту могућег интегралног приступа заштити природе. Приступ управљања заштићеним природним добрима дуж природно предиспонираног коридора, као што је ток Дунава, сложен је и захтева усклађену имплементацију мера и активности које воде ка заштити и њеном унапређењу, не само у националним размерама, већ и међународним. Дунавски еколошки коридор кроз Србију, пример је већ и сада успостављене међународне сарадње која јача кохерентност и еластичност биолошке и предеоне разноврсности (Ђурђић С. и др., 2011).

Слика 1. Географски положај и статус заштите истраживаног подручја

Методологија истраживања

Као и у сваком истраживању, први методолошки корак и у овом раду је дефинисање циља. Циљ овог истраживања је да се од одабраних заштићених природних добара изаберу они са највише потенцијала за развој екотуризма. Како на остварење овако дефинисаног циља утиче мноштво различитих фактора, следећи корак у овом раду је избор већег броја физичкогеографских, еколошких и друштвеноекономских критеријума. С обзиром да сви ти критеријуми немају исти утицај на остваривање општег циља и да чак могу бити и конфликтни, неопходно је користити неку од методологија вишекритеријумских анализа, како би се сви они објективно узели у обзир, односно како би се донела права одлука.

У овом раду је коришћена АХП методологија, чија је основна предност то што се сви критеријуми који утичу на остваривање циља, групишу и смештају на различите нивое хијерархије, што олакшава одређивање њиховог релативног значаја посматраног у функцији полазног циља. Након што се дефинише хијерархијски дијаграм са критеријумима и подкритеријумима, уз помоћ матрица поређења израчунава се коефицијент значаја сваког критеријума на свим нивоима хијерархије. За дефинисање матрице поређења користи се Сатијева скала релативног значаја (Табела 1).

Табела 1. Фундаментална скала релативног значаја (Saaty Т., 2008)

Матрица поређења се дефинише за сваки ниво хијерахије, тако што се пореде различити критеријуми или подкритеријуми (i, j),

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdot & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdot & \cdot & a_{2n} \\ \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdot & \cdot & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

при чему је вредност a_{ij} одређена на основу Табеле 1, а вредност a_{ji} представља реципрочну вредност a_{ij} .

Коефицијент значаја или тежински коефицијент сваког критеријума и подкритеријума (w_i) се израчунава према следећој формули:

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad (10)$$

где се a_{ij} добија тако што се свака вредност у матрици подели са збиром припадајуће колоне, односно према следећој формули:

$$a_{ij}' = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (11)$$

Како би се испитала конзистентност тако добијених резултата, где год постоје више од два различита односа, израчунава се степен конзистентности (CR). Према Сатију (Saaty T., 1980) степен конзистенције је задовољавајући ако је добијена вредност мања од 0,1. Ипак, и у случајевима када је добијена вредност већа од 0,1 требало би извршити нова поређења у матрици.

Степен конзистентности се израчунава на основу следеће формуле:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (12)$$

при чему се случајни индекс (RI) преузима из Табеле 2, а CI се израчунава на основу формуле:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (13)$$

Табела 2. Случајни индекс (Saaty T., 1980)

Како би се добила вредност λ_{\max} , неопходно је прво помножити матрицу поређења са добијеним коефицијентима значаја,

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{bmatrix} \quad (14)$$

потом добијене резултате поделити са овим коефицијентима

$$\begin{bmatrix} b_1 / w_1 \\ b_2 / w_2 \\ \dots \\ b_n / w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \dots \\ \lambda_n \end{bmatrix} \quad (15)$$

и на крају применити формулу:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (16)$$

Следећи корак у овој анализи подразумева додељивање бодова свакој алтернативи за сваки од критеријума и подкритеријума, а након тога се приступа стварању финалне карте погодности за развој екотуризма. Употребом ГИС софтвера *GeoMedia Professional 6.1 (Intergraph Corporation)* увелико је олакшан не само процес израде тематских карата, већ и стварање синтезне карте погодности коришћењем картографске алгебре и просторног преклапања (*Spatial Intersection*).

Подаци коришћени као критеријуми и подкритеријуми у овој анализи су прикупљени на основу проучавања како постојеће литературе и теренских истраживања, тако и на основу следећих картографских основа: Карта ерозије СР Србије (<http://indicator.sepa.gov.rs/>), Карта мреже државних путева I и II реда (<http://www.putevi-srbije.rs>), Карта заштите природног наслеђа (<http://danube-cooperation.com>), Карта заштите и одрживог коришћења културног наслеђа (<http://danube-cooperation.com>).

Резултати истраживања и дискусија

За потребе овог рада анализирано је 19 различитих критеријума и подкритеријума, који обухватају физичкогеографске, еколошке и друштвеноекономске факторе који утичу на развој екотуризма. Алтернативе разматране у овом раду су заштићена природна добра одабрана због њиховог значаја не само у локалним оквирима већ и у глобалним, јер су сва она међународно заштићена. Изабрани критеријуми, подкритеријуми и алтернативе се могу видети на хијерархијском дијаграму (Слика 2).

Слика 2. АХП хијерархијски дијаграм

Према установљеној методологији следећи корак у овој анализи је поређење парова за сваки ниво хијерахије и израчунавање степена конзистенције (Табеле 3-10)

Табела 3. Поређење парова на трећем нивоу хијерархије – Инфраструктура

Табела 4. Поређење парова на трећем нивоу хијерархије – Смештајни капацитети

Табела 5. Поређење парова на трећем нивоу хијерархије – Екотуристичке активности

Табела 6. Поређење парова на другом нивоу хијерархије – Флора и фауна

Табела 7. Поређење парова на другом нивоу хијерархије – Предеоне одлике

Табела 8. Поређење парова на другом нивоу хијерархије – Културне одлике

Табела 9. Поређење парова на другом нивоу хијерархије – Друштвеноекономске одлике

Табела 10. Поређење парова на првом нивоу хијерархије – Циљ

Након одређивања значаја сваког критеријума и подкритеријума за остваривање општег циља, неопходно је доделити вредности (бодове) за сваки од њих по алтернативама (Табела 11).

Табела 11. Додељени бодови алтернативама за сваки критеријум и подкритеријум

Просторно преклапање тематских карата, односно логичко преклапање при чему се тражи пресек објеката и појава са одређеним карактеристикама (тзв. геонтитета), као и картографска алгебра су увелико олакшане употребом ГИС софтвера. За сваки ниво хијерархије се преклапају тематске карте којима су додељене вредности бодова за сваки од критеријума и подкритеријума, а затим су мултипликоване са коефицијентима релативног значаја за остваривање циља. Као резултат овако спроведене анализе добија се карта погодности (Слика 3), при чему су добијене сумарне вредности подељене у три класе погодности.

Слика 3. Карта погодности за развој екотуризма

На основу извршене вишекритеријумске анализе добијени резултати су посматрани у функцији избора најпогоднијег заштићеног природног добра за развој екотуризма на простору Подунавља. У класу најпогоднијих заштићених природних добара за развој екотуризма спадају Национални паркови Фрушка гора (А3) и Ђердап (А6), као и Специјални резервати природе Ковиљско-петроварадински рит (А4) и Делиблатска пешчара (А5), умерено погодан је Специјални резерват природе Горње Подунавље (А1), док се као једини неповољан издваја специјални резерват природе Карађорђево (А2).

Закључак

Планирање развоја екотуризма је веома сложена активност и као таква захтева средства која ће пружити помоћ у ефикасном доношењу одлука и која ће омогућити остварење понекад конфликтних економских, социјалних и циљева заштите животне средине. У овом раду је дат пример, на територији Подунавља, како се уз употребу метода за вишекритеријумско доношење одлука у ГИС окружењу може олакшати процес доношења одлука у планирању екотуристичких дестинација. Овакве анализе могу имати значаја у промоцији екотуристичких дестинација што може представљати велику шансу за развој екотуризма Србије.

На крају, морају се сагледати и ограничења ове анализе. Прво, избор критеријума и подкритеријума који су коришћени у овој анализи увелико је зависио од доступних улазних података и друго, преференције различитих интересних група нису узете у обзир. Стога, овај рад може да послужи као путоказ за даља истраживања која ће пружити више детаља овом методолошком приступу за доношење одлука у развоју екотуризма.

Видети литературу на страни 59