

MODELIRANJE EKOTURISTIČKIH ZONA U MEĐIMURSKOJ ŽUPANIJI PRIMJENOM VIŠEKRITERIJSKIH GIS ANALIZA

MODELING OF ECOTOURIST ZONES IN MEĐIMURJE COUNTY USING MULTI-CRITERIA GIS ANALYSIS

Silvija ŠILJEG

Odjel za geografiju, Sveučilište u Zadru
Trg kneza Višeslava 9, 23 000 Zadar
ssiljeg@unizd.hr

Received/Primljeno: 9. 1. 2025.

Accepted/Prihvaćeno: 21. 1. 2025.

Original scientific paper/Izvorni znanstveni rad

UDK / UDC: 338.48-6:502/504(497.524)

[338.48:711.25] (497.524)

Marica MAMUT

Sveučilište obrane i sigurnosti

»Dr. Franjo Tuđman«

Ilica 256b, 10 000 Zagreb

marica.mamut@sois-ft.hr

SAŽETAK

Razvoj ekoturizma postaje sve značajniji segment suvremenog turističkog tržišta, s naglaskom na održivo korištenje prirodnih i kulturnih resursa. Kao oblik turizma koji kombinira očuvanje okoliša, lokalnu zajednicu i autentična iskustva, ekoturizam pruža priliku za poticanje gospodarskog razvoja u ruralnim područjima, uz istodobno očuvanje njihove ekološke i kulturne baštine. Međutim, kako bi se osiguralo dugoročno održivo planiranje ekoturizma, ključno je precizno identificirati i ocijeniti prostorne zone prikladne za njegov razvoj. Ovaj rad istražuje potencijal razvoja ekoturizma u Međimurskoj županiji koristeći integraciju višekriterijskih GIS analiza (MCDA-GIS) i Analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP). Cilj istraživanja bio je izrada modela pogodnosti zemljišta kako bi se identificirale zone s najvećim kapacitetom za održivi razvoj ekoturizma. Model integrira analize kriterija podijeljenih u tri osnovne grupe: 1) topografski kriteriji (nagib, ekspozicija, vidljivost, nadmorska visina), 2) geokolišni kriteriji (reljefni oblici, geološki pokrov, pedološki pokrov, pokrov zemljišta, osjetljiva područja, udaljenost od vodenih područja) i 3) socioekonomski kriteriji (udaljenost od naselja, prometnica, kulturnih sadržaja i negativnih faktora). Težinski koeficijenti za svaki kriterij određeni su primjenom AHP metode, gdje su kriteriji uspoređeni prema njihovoj relativnoj važnosti. Rezultati MCDA-GIS-a, izvedeni metodom ponderirane linearne kombinacije (WLC), integrirani su u jedinstveni model pogodnosti, koji je potom reklasificiran u četiri klase pogodnosti: visoko pogodno (S3), srednje pogodno (S2), nisko pogodno (S1) i nepododno (NS). Prema rezultatima, 21,24% područja klasificirano je kao vrlo pogodno, dok je najveći dio, 37,37 %, označen kao srednje pogodno za razvoj ekoturizma. Rezultati su omogućili identifikaciju prioritetnih zona, pri čemu su područja uz rijeke Dravu i Muru te brežuljkasti dijelovi Gornjeg Međimurja pokazali najveći potencijal. Istraživanje potvrđuje da Međimurska županija, sa svojim bogatim prirodnim i kulturnim resursima, predstavlja pogodno područje za održivi ekoturistički razvoj. Predloženi model pruža znanstvenu osnovu za prostorno planiranje i donošenje odluka, a njegova primjenjivost proteže se i na druga područja sa sličnim geografskim obilježjima.

Ključne riječi: MCDA-GIS, AHP, ekoturizam, Međimurska županija

Keywords: MCDA-GIS, AHP, ecotourism, Međimurje County

UVOD

Sve veća globalna svijest o okolišnim, društvenim i ekonomskim posljedicama konvencionalnog masovnog turizma povećala je potrebu za održivim alternativama u turizmu. Među njima, ekoturizam se ističe kao ključna strategija koja usklađuje gospodarski razvoj s očuvanjem okoliša te potiče kulturnu i ekološku osviještenost. Ekoturizam je najnoviji izraz za održivi oblik turizma usmjeren na očuvana područja kojima je potrebna zaštita od devastiranja, edukacija posjetitelja, kulturno očuvanje uz moguću ekonomsku korist za lokalnu zajednicu¹. Koncept ekoturizma usklađen je s širim ciljevima održivog razvoja, naglašavajući ravnotežu između otpornosti krajolika, zaštite biološke raznolikosti i osnaživanja lokalnog gospodarstva². Otpornost krajolika, definirana kao sposobnost ekosustava da zadrži svoje osnovne strukture i funkcije unatoč antropogenim pritiscima, pruža teorijsku osnovu za redefiniranje strategija korištenja zemljišta. U tom kontekstu, ekoturizam nudi učinkovit način održivog upravljanja prostorom jer stavlja naglasak na očuvanje prirodnih i kulturnih resursa uz podršku razvoju lokalnih zajednica.

Prema Stojanoviću i sur. značaj ekoturizma posebno dolazi do izražaja u zemljama u razvoju, gdje on igra ključnu ulogu u poticanju gospodarskog rasta i inicijativa za očuvanje okoliša. U posljednjih nekoliko desetljeća ekoturizam je globalno postao jedan od najbrže rastućih sektora turističke industrije. Međutim, iako ekoturizam promovira održivost, njegov nagli i neregulirani rast može dovesti do uništenja prirodnih ljepota, narušavanja staništa biljnih i životinjskih vrsta te pogoršanja kvalitete života lokalnog stanovništva. Takvi negativni učinci posebno su izraženi u manje razvijenim područjima, gdje želja za brzim gospodarskim rastom često nadjačava potrebu za očuvanjem prirodnih resursa.

Integracija geografskih informacijskih sustava (GIS) i višekriterijskih analiza (MCDA) pokazala se nezamjenjivom u identificiranju i procjeni potencijalnih zona za ekoturizam³. Ovaj pristup omogućuje prostornu analizu i sintezu geookolišnih, topografskih, socioekonomskih i drugih podataka, postavljanje prioriteta i određivanje težinskih koeficijenata različitih kriterija. Primjena ovih metodologija uspješno je demonstrirana u različitim geografskim kontekstima, gdje su studije uspješno izdvojile pogodna područja za ekoturizam koristeći modele temeljene na ponderiranoj linearnoj kombinaciji i fuzzy logici⁴. Unatoč rastućem broju istraživanja na međunarodnoj razini, relativno je malo pažnje posvećeno integraciji ekoturizma u prostorno-planske okvire u Republici Hrvatskoj. Posebno se Međimurska županija, koja obiluje bogatim prirodnim i kulturnim krajolicima, nameće kao zanimljiv slučaj za primjenu MCDA-GIS metodologije. Ovo istraživanje nastoji popuniti taj nedostatak razradom modela pogodnosti zemljišta prilagođenog specifičnim geografskim i socioekološkim uvjetima Međimurske županije. Integracijom geookolišnih, topografskih i socioekonomskih kriterija, istraživanje identificira prioritetne zone za razvoj ekoturizma te nudi konkretne smjernice lokalnim planerima i donositeljima odluka. Metodologija se temelji na AHP metodi za određivanje relativne važnosti kriterija, pri čemu se validacija provodi izračunom omjera konzistentnosti (CR), čime se osigurava pouzdanost izračuna težinskih koeficijenata. GIS analiza integrira standardizirane podatke u tri glavne skupine kriterija: geookolišni (npr. pokrov zemljišta, geologija), topografski (npr. nagib, ekspozicija) i socioekonomski

¹ ŠILJEG, A. ; CAVRIĆ, B. ; MARIĆ, I. ; ŠILJEG, S. ; BARADA, M. (2019): Land Suitability Zoning for Ecotourism Planning and Development of Dikgatlong Dam, Botswana. *Geographica Panonica* **23** (2); 76-86.

² STOJANOVIĆ, V. ; DEMONJA, D. ; MIJATOV, M. ; DUNJIĆ, J. ; TIŠMA, S. (2022): Konceptija razvoja ekoturizma u UNESCO rezervatima biosfere: Studije slučaja iz Hrvatske i Srbije. *Šumarski list*, VOL 146, NO. 5-6; 243-253.

³ FADAFAN, F. K., SOFFIANIAN, A., POURMANAFI, S., MORGAN, M. (2022): Assessing ecotourism in a mountainous landscape using GIS–MCDA approaches. *Applied Geography* 147.

⁴ GIGOVIĆ, L.; PAMUČAR, D.; LUKIĆ, D.; MARKOVIĆ, S. (2016): GIS-Fuzzy DEMATEL MCDA model for the evaluation of the sites for ecotourism development: A case study of »Dunavski ključ« region, Serbia. *Land Use Policy*, 58, 348–365.

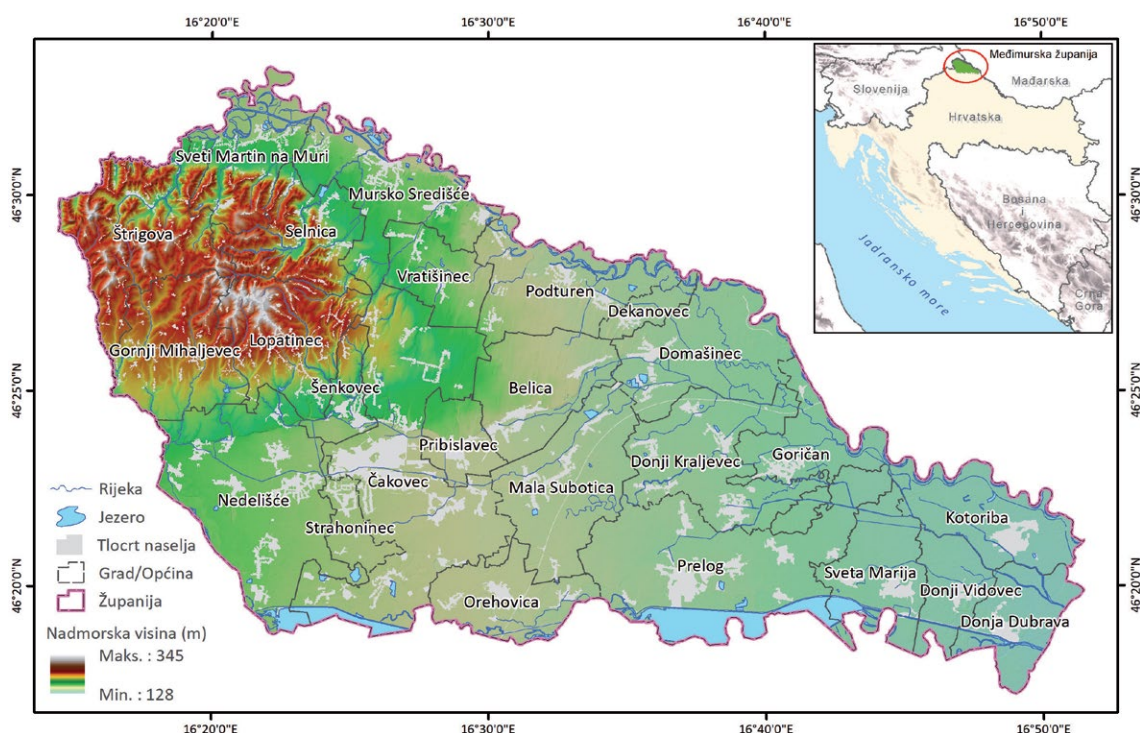
GUERRERO, J. V. R., GOMES, A. De LOLLO, J. A., MOSCHINI, L. E. (2020): Mapping Potential Zones for Ecotourism Ecosystem Services as a Tool to Promote Landscape Resilience and Development in a Brazilian Municipality, *Sustainability* 12(24), 1 -21.

PATHMANANDAKUMAR, V., GOH, H.C., CHENOLI, S.N. (2023): Identifying potential zones for ecotourism development in Batticaloa district of Sri Lanka using the GIS-based AHP spatial analysis, *GeoJ. Tou. Geosi.* 46:252-261.

(npr. blizina kulturnih lokaliteta i infrastrukture). Dobiveni rezultati, klasificirani u četiri kategorije pogodnosti, pružaju prostorni okvir za donošenje odluka, balansirajući ekološku održivost s gospodarskim i društvenim ciljevima.

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Međimurska županija, smještena na sjeveru Hrvatske, predstavlja jedno od najmanjih, ali gospodarski i prirodno izuzetno bogatih područja države. Smještena između rijeka Drave i Mure, graniči sa Slovenijom na zapadu i Mađarskom na sjeveroistoku (Slika 1). S ukupnom površinom od 729,23 km² i ukupnim brojem stanovnika 105 250 (DZS, 2021.), Međimurska županija predstavlja značajno regionalno središte s bogatom kulturnom baštinom, očuvanim prirodnim krajolikom i razvijenom infrastrukturom. Područje se može podijeliti na dvije osnovne geografske cjeline: a) Gornje Međimurje, koje je blago brežuljkasto područje na zapadu županije, poznato po vinogradima, voćnjacima i malim tradicionalnim selima; b) Donje Međimurje, nizinski dio istočno od Čakovca, obilježen plodnim poljoprivrednim zemljištima i rijekama. Prosječna nadmorska visina županije iznosi oko 150 metara, što ju čini pristupačnom i pogodnom za različite vrste poljoprivredne, rekreativne i turističke aktivnosti. Rijeke Drava i Mura, koje oblikuju granice županije, imaju ključnu ulogu u stvaranju specifičnih hidroloških i ekoloških uvjeta, posebno u očuvanju rijetkih močvarnih staništa. Međimurska županija obiluje prirodnim ljepotama koje su važne za očuvanje bioraznolikosti. Jedan od najvažnijih prirodnih resursa je Regionalni park Mura-Drava, dio UNESCO-ovog prekograničnog rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav. Osim prirodnih vrijednosti Međimurje je poznato po svojoj bogatoj kulturnoj baštini, koja uključuje tradicionalnu arhitekturu, narodne običaje i lokalne gastronomske specijalitete. Povijesna središta, poput Čakovca i Preloga, nude brojne znamenitosti, uključujući Stari grad Zrinskih u Čakovcu, koji je simbol povijesti i kulture županije. Tradicionalna ruralna naselja zadržala su svoju autentičnost i pružaju jedinstvenu priliku za razvoj kulturnog turizma. Međimurska županija ima razvijeno gospodarstvo koje se temelji na poljoprivredi, industriji i uslužnim djelatnostima. Poljoprivreda igra važnu ulogu u gospodarstvu, s posebnim naglaskom na vinogradarstvo, voćarstvo i povrtlarstvo. Industrija, iako smještena u urbanim centrima poput Čakovca, Preloga i Murskog Središća prilagođena je održivom razvoju i



Slika 1. Geografski položaj i smještaj Međimurske županije

komplementarna je ruralnom karakteru regije. Razvijena cestovna i željeznička infrastruktura omogućuje dobru povezanost Međimurske županije s ostatkom Hrvatske i susjednim državama, što pridonosi razvoju turizma i privlačenju posjetitelja. Blizina većih urbanih centara poput Varaždina i Zagreba čini Međimurje lako dostupnim domaćim i međunarodnim turistima.

Razvoj turističke ponude Međimurske županije zasniva se na četiri specifična ekosustava: rijeke i jezera, gorice, Čakovec kao kulturno središte Međimurja i središnji ruralni prostor. Kao važne mikro destinacije koje su do sada razvijale određeni vid ekoturizma mogu se izdvojiti Štrigova, Sv. Urban i Železna Gora. Poseban značaj imaju tematske ceste, odnosno Međimurska vinska cesta i gastroceste diljem prostora. Vodeće cikloturističke rute su Pušipelova, Eko-Mura i Međimurska ruta. Iako je u Republici Hrvatskoj dominantan obalni tip turizma, Međimurska županija bilježi porast broja turista od 55 442 (2015.) do 81 924 (2019.)⁵ i takav trend rasta nastavljen je u idućim godinama, pri čemu gotovo podjednako sudjeluju domaći i strani turisti. Time je jasna značajka ove destinacije u poticanju domaćeg turizma kao jednog od strateških ciljeva Republike Hrvatske.

DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Primjena MCDA-GIS analiza u planiranju ekoturizma relativno je nov pristup koji je postao značajno zastupljen u znanstvenim radovima, posebno od 2015. godine. Primjenom GIS tehnologija, autori poput Četinkaya⁶ te Aliani⁷ izdvojili su prostore prikladne za ekoturizam, dok su Paramati⁸ istraživali učinke emisije CO₂ u kontekstu turističkog razvoja. Paudyal⁹ fokusirao se na ekosustave slivnih područja i njihovu povezanost s GIS analizama. Za procjenu i planiranje ekoturističkih aktivnosti, GIS se pokazao iznimno učinkovitim u kombinaciji s MCDA. Primjerice, Gigović i sur.¹⁰ koristili su MCDA-GIS modele za identifikaciju odgovarajućih područja za razvoj ekoturizma u Srbiji, s naglaskom na smanjenje negativnih utjecaja masovnog turizma. Jeong i sur.¹¹ razvili su operativni GIS model za pomoć u planiranju ekoturizma u Španjolskoj, dok su Bunruamkaew i Murayama¹² primijenili GIS i Analitički hijerarhijski proces (AHP) za procjenu povoljnih područja za održivi turizam Tajlanda, a Šiljeg i sur.¹³ Bocvane. Dodatno, Sturiale i sur.¹⁴ i Sahani¹⁵ implementirali su podatke daljinskih istraži-

⁵ MAVREK, J. (2021): Turistička ponuda Međimurske županije, Diplomski rad, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Fakultet ekonomije i turizma »Dr. Mijo Mirković«

⁶ ČETINKAYA, C.; KABAK, M.; ERBAS, M.; ÖZCEYLAN, E. (2018): Evaluation of ecotourism sites: A GIS-based multi-criteria decision analysis. *Kybernetes*.

⁷ ALIANI, H.; BABAIEKAFKY, S.; SAFFARI, A.; MONAVARI, S.M. (2017): Land evaluation for ecotourism development—An integrated approach based on FUZZY, WLC, and ANP methods. *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, 14.

⁸ PARAMATI, S.R.; ALAM, S.; CHEN, C. (2016): The Effects of Tourism on Economic Growth and CO₂ Emissions: A Comparison between Developed and Developing Economies. *J. Travel Res.*

⁹ PAUDYAL, K.; BARAL, H.; BHANDARI, S.P.; BHANDARI, A.; KEENAN, R.J. (2019): Spatial assessment of the impact of land use and land cover change on supply of ecosystem services in Phewa watershed, Nepal. *Ecosyst. Serv.*, 36, 100895.

¹⁰ GIGOVIC, L.; PAMUCAR, D.; LUKIC, D.; MARKOVIC, S. (2016): GIS-Fuzzy DEMATEL MCDA model for the evaluation of the sites for ecotourism development: A case study of »Dunavski ključ« region, Serbia. *Land Use Policy*, 58, 348–365.

¹¹ JEONG, J.S., RAMÍREZ-GÓMEZ, Á., (2018): Development of a webgraphic model with fuzzy-decision-making Trial and Evaluation Laboratory/Multi-criteria-Spatial Decision Support System (F-DEMATEL/MC-SD-SS) for sustainable planning and construction of rural housings, *J. Cle. Pro.*, 199:584-592.

¹² BUNRUAMKAEW, K.; MURAYAMA, Y. (2011): Site Suitability Evaluation for Ecotourism Using GIS & AHP: A Case Study of Surat Thani Province, Thailand. *Procedia Soc. Behav. Sci.*, 21, 269–278.

¹³ ŠILJEG, A.; CAVRIĆ, B.; MARIĆ, I.; ŠILJEG, S.; BARADA, M. (2019): Land Suitability Zoning for Ecotourism Planning and Development of Dikgatlhong Dam, Botswana. *Geographica Panonica* 23 (2); 76-86.

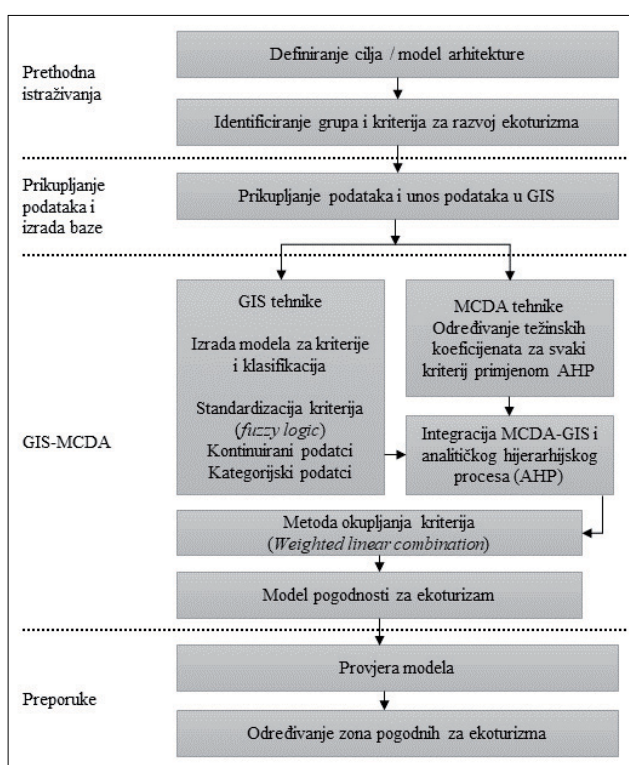
¹⁴ STURIALE, L.; SCUDERI, A.; TIMPANARO, G.; MATARAZZO, B. (2020): Sustainable use and conservation of the environmental resources of the etna park (unesco heritage): Evaluation model supporting sustainable local development strategies. *Sustainability*, 12, 14-53.

¹⁵ SAHANI, N. (2019): Assessment of ecotourism potentiality in GHNP, Himachal Pradesh, India, using remote sensing, GIS. *Asia-Pac. J. Reg. Sci.*, 3.

vanja u AHP modele, uključujući topografske i geokološke kriterije. Studije Nahuelhala i sur.¹⁶ i Thompson i Friess¹⁷ istaknule su važnost ekosustavskih usluga u ekoturizmu, dok su Bocco i sur.¹⁸ naglasili neposredan rizik nedostatka ekološkog planiranja za zemlje u razvoju, koje su suočene s intenzivnim demografskim i okolišnim pritiscima. Kosmus i sur.¹⁹ predložili su uključivanje perspektive usluga ekosustava u procese planiranja kao ključni alat za očuvanje prirodnih resursa i poticanje lokalnog gospodarskog razvoja, što je temelj održivog turizma. Međutim, vrlo malo istraživanja integriralo je turizam i usluge ekosustava u proces planiranja zaštite okoliša u Hrvatskoj. Nedostatak istraživača i donositelja odluka aktivno uključenih u tu temu predstavlja značajan izazov. Posebno je primjetan manjak radova koji primjenjuju GIS analize za identifikaciju potencijalno vrijednih ekoturističkih zona. Razvoj turizma u Međimurskoj županiji može se promatrati kroz teorijske okvire radova Hercega²⁰ te Vukonića i Keče²¹, koji pružaju temelj za razumijevanje turizma u kontekstu održivog razvoja. Ovi autori detaljno razmatraju povezanost turizma i okoliša, što je ključno za oblikovanje strategija razvoja turizma na lokalnoj razini. Problema ekoturizma dotiče se i Strnat²² u svom radu o mogućnosti transformacije Međimurja u destinaciju održivog turizma.

METODOLOŠKI PRISTUP

U ovom istraživanju koristi se integracija GIS-a, višekriterijskih analiza (MCDA) i analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP) za procjenu pogodnosti zemljišta za ekoturizam. Metodologija se temelji na znanstveno utemeljenom procesnom modelu koji uključuje šest ključnih koraka: 1) definiranje cilja, 2) određivanje kriterija, 3) prikupljanje i standardizaciju podataka, 4) određivanje težinskih koeficijenata, 5) agregaciju kriterija i 6) validaciju rezultata (Slika 2). Ova integracija omogućava sustavnu i objektivnu analizu složenih prostornih podataka, čime se osigurava pouzdanost rezultata i njihova primjenjivost u prostornom planiranju i upravljanju.



Slika 2. Shematski prikaz faza modeliranja.

¹⁶ NAHUELHUAL, L.; CARMONA, A.; LOZADA, P.; JARAMILLO, A.; AGUAYO, M. (2013): Mapping recreation and ecotourism as a cultural ecosystem service: An application at the local level in Southern Chile. *Appl. Geogr.*, 40, 71–82.

¹⁷ THOMPSON, B.S.; FRIESS, D.A. (2019): Stakeholder preferences for payments for ecosystem services (PES) versus other environmental management approaches for mangrove forests. *J. Environ. Manag.*, 233, 636–648.

¹⁸ BOCCO, G.; MENDOZA, M.; VELAZQUEZ, A. (2001): Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping—A tool for land use planning in developing countries. *Geomorphology* 2001, 39, 211–219.

¹⁹ KOSMUS, M.; RENNER, I.; ULLRICH, S. (2012): Integração de Serviços Ecossistêmicos ao Planejamento do Desenvolvimento.

²⁰ HERCEG M., (2013): Okoliš i održivi razvoj, Nakladni zavod Globus, Zagreb.

²¹ VUKONIĆ B., KEČA K., (2001): Turizam i razvoj: Pojam, načela, postupci, Mikrorad, Zagreb.

²² STRNAT, M. (2024): Mogućnosti transformacije Međimurja u destinaciju održivog turizma, Diplomski rad, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Fakultet ekonomije i turizma »Dr. Mijo Mirković«, Pula.

DEFINIRANJE CILJA I MODELA ARHITEKTURE

Prvi korak uključuje jasno definiranje osnovnog cilja analize prema SMART načelima, što predstavlja temelj za cijeli postupak. Cilj ovog istraživanja bio je identificirati i procijeniti područja pogodna za razvoj ekoturizma u istraživanom području. Osim cilja, u ovom koraku definira se arhitektura modela, koja uključuje identifikaciju grupa kriterija relevantnih za analizu. Ti kriteriji moraju biti znanstveno utemeljeni, praktično primjenjivi i relevantni za lokalni kontekst, što omogućuje prilagodbu analize specifičnostima istraživanog područja.

PRIKUPLJANJE PODATAKA I IZRADA GIS BAZE

Nakon definiranja kriterija²³, prikupljeni su svi potrebni podaci iz različitih izvora, uključujući podatke o korištenju zemljišta i digitalni model terena. Na primjer, digitalni model terena (DTM) korišten je za generiranje slojeva poput nagiba i ekspozicije padina, dok su podaci o pokrovu zemljišta dobiveni fuziranjem karte staništa RH i nadziranom klasifikacijom Sentinel-2 snimaka. Podaci o prometnicama, naseljima i kulturnim sadržajima preuzeti su iz *Open Street Map* (OSM) baze. U cilju osiguravanja točnosti i konzistentnosti analize, svi prikupljeni podaci transformirani su i usklađeni prema jedinstvenim metričkim zahtjevima i mjerilima podataka. Ključni aspekt ovog procesa bio je osiguranje da svi prostorni slojevi budu u istoj prostornoj projekciji, čime je omogućena točna geometrijska usklađenost između različitih skupova podataka. U ovom slučaju, korištena je prostorna projekcija HTRS96/TM (Hrvatski Terestrički Referentni Sustav). Raspon mjerila prikupljenih podataka u procesu modeliranja iznosio je od 1:25000 do 1:300000. S obzirom na različite prostorne rezolucije koje proizlaze iz takvog raspona mjerila, bilo je nužno harmonizirati podatke kako bi se osigurala konzistentnost i kvaliteta izlaznih rezultata modeliranja. Prostorna rezolucija, koja ima značajan utjecaj na preciznost i točnost modela, prilagođena je i usklađena prema Toblerovom²⁴ pravilu (1987, 1988). Prema ovom pravilu, bliži prostorni entiteti imaju veću povezanost od udaljenih, što je u ovome slučaju omogućilo odabir prostorne rezolucije od 15 m kao standarde za sve prikupljene podatke. Ova harmonizacija omogućila je detaljnu analizu prostornih podataka i minimalizirala razlike uzrokovane različitim mjerilima izvornih podataka.

ODREĐIVANJE KRITERIJA

Na temelju analize literature, odabrano je 14 kriterija podijeljenih u tri glavne skupine: topografski (G1), geokolišni (G2) i socioekonomski (G3). Svaki kriterij odabran je prema njegovoj relevantnosti za razvoj ekoturizma, s fokusom na prirodne i društveno-ekonomske uvjete. Primjerice, kriteriji u grupi G1, poput nagiba i ekspozicije, odabrani su zbog njihovog utjecaja na pristupačnost i mikroklimatske uvjete, dok su kriteriji u grupi G3, poput udaljenosti od prometnica i naselja, uključeni kako bi se procijenila pristupačnost i privatnost. Primjerice, digitalni model terena (DTM) korišten je za generiranje topografskih slojeva, dok su podaci o pokrovu zemljišta i ekološkoj mreži NATURA 2000 preuzeti iz nacionalnih baza podataka.

STANDARDIZACIJA KRITERIJA

Kako bi se osigurala usporedivost između kriterija, svi podaci standardizirani su na skali od 0 do 1. Standardizacija je izvedena pomoću *fuzzy* logike, pri čemu su korištene različite funkcije pripadnosti (npr. linearne, sigmoidne i diskretne) (Tablica 1). Za kontinuirane kriterije, poput nagiba i udaljenosti

²³ GUERRERO, J. V. R., GOMES, A. DE LOLLO, J. A., MOSCHINI, L. E., (2020): Mapping Potential Zones for Ecotourism Ecosystem Services as a Tool to Promote Landscape Resilience and Development in a Brazilian Municipality, *Sustainability* 12(24), 1 -21.

²⁴ TOBLER, W. (1987): Measuring Spatial Resolution, *Proceedings, Land Resources Information System Conference*, Beijing, pp. 12-16.

TOBLER, W. (1987): Resolution, Resampling, and A II That, pp. 129-137 of H. Mounsey and R. Tomlinson, eds., *Building Data Bases for Global Science*, London, Taylor and Francis.

Tablica 1. Korišteni podatci i izvori; Fuzzy standardizacija kriterija

Grupa kriterija	Kriterij	Izvedeno iz podatka	Mjerilo podataka	Tip geoproceniranja podataka	Izvor podatka	Fuzzy i funkcija pripadnosti oblika	Kontrolne točke	Konačna korisnička vrijednost
Topografski (G1)	Nagib (K1)	Digitalni model terena (DTM)	1:25000	Analiza površine (<i>Surface analysis</i>)	Državna geodetska uprava Republike Hrvatske	Linearno monoton opadajući	c = 2% d = 50%	0–2% jednako 1, 2–50% između 1 i 0, više od 50% jednako 0
	Sigmoidalno simetrično					a = 22,5° c = 202,5° b = 157,5 d = 337,5°	337,5–22,5 jednako 0, 22,5–157,5 između 0 i 1, 157,5–202,5 jednako 1, 202,5–337,5 između 1 i 0	
	Linearno monoton rastući					a = 0 b = 10	0–10 između 0 i 1, više od 10 jednako 1	
	Linearno monoton rastući					a = 150 m b = 250 m	0–150 m jednako 0, 150–250 m između 0 i 1, više od 250 m jednako 1	
Geokolišni (G2)	Reljefni oblici (K5)						Greben, vrh jednako 1, udolina jednako 0,8, padina (podnožje, stražnja strana) jednako 0,6, sedlo jednako 0,4, kanal jednako 0,2, ravnica jednako 0	
	Geološki pokrov (K6)	Osnovna geološka karta RH	1:300000	Reklasifikacija (<i>Reclassify</i>)	Hrvatski geološki institut	Diskretni kategorijski podaci	Kvartarni sedimenti jednako 0,5, klastični ili slabo vezani klastični predkvartarni sedimenti jednako 0,75, klastične ili klastične i karbonatne stijene jednako 1	
	Pedološki pokrov (K7)	Osnovna pedološka karta RH			http://pedologija.com.hr/Zem_resursi.html		Eutrično smeđa, izlužena, aluvijalna livadska (semiglej), močvarna glejna jednako 0,9, izlužena na zastavi, pseudoglej, močvarna glejna, koluvij, izlužena tipično na laporu i mekom vapnencu jednako 0,75, močvarna glina, djelomično hidromeliorirana, aluvijalna livadska jednako 0,5, aluvijalna (fluvisol), močvarna glina jednako 0,25	
	Namjena / korištenje zemljišta (K8)	Karta staništa RH, Sentinel-2	1:25000		Ministarstvo zaštite okoliša i energetike EU projekt integracije Natura 2000; Sentinel-2		Vodena područja, industrija, urbana područja jednako 0, poljoprivreda jednako 0,2, vinogradi i voćnjaci jednako 0,4, oranice jednako 0,6, livade i nisko raslinje jednako 0,8, šume jednako 1	
	Osjetljiva područja (K9)	Ekološka mreža NATURA 2000	1:50000				Stanište prvog stupnja jednako 1, drugog stupnja jednako 0,6, trećeg stupnja jednako 0,4, bez zaštite jednako 0,1	
	Udaljenost od vodenih površina (K10)	Otvoreni skup prostornih podataka	1:25000		Radijalna udaljenost (<i>Radial Distance</i>)	Geofabrik	Linearno monoton opadajući	c = 100m d = 3000m
Udaljenost od naselja (K11)	Otvoreni skup prostornih podataka	Linearno monoton rastući					a = 100 m b = 3000 m	0–100 m jednako 0, 100–3000 m između 0 i 1, više od 3000 m jednako 1
Udaljenost od prometnica (K12)	Otvoreni skup prostornih podataka	Geofabrik i različiti Internet izvori				c = 100 m d = 3000 m	0–100 m jednako 1, 300–3000 m između 1 i 0, više od 3000 m jednako 0	
Udaljenost od kulturnih sadržaja (K13)	Geokodiranje i ručna vektorizacija			Linearno monoton opadajući		c = 300 m d = 4000 m	0–300 m jednako 1, 300–8000 m između 1 i 0, više od 8000 m jednako 0	
Udaljenost od negativnih faktora (K14)	Geokodiranje i ručna vektorizacija			Linearno monoton rastući		a = 300 m b = 4000 m	0–300 m jednako 0, 300–8000 m između 0 i 1, više od 8000 m jednako 1	

a = pripadnost (*membership*) raste iznad 0; b = pripadnost postaje 1; c = pripadnost pada ispod 1; d = pripadnost postaje 0.

od naselja, primijenjene su monotono opadajuće ili rastuće funkcije pripadnosti. Na primjer, manji nagibi (do 2°) smatrani su najpogodnijima i standardizirani s vrijednošću bliskom 1, dok su veći nagibi (>55°) imali vrijednost blisku 0. Diskretne kategorijske vrijednosti korištene su za kriterije poput pokrova zemljišta (LULC), gdje su šume standardizirane kao vrlo pogodne (vrijednost 1), dok su urbana područja standardizirana kao vrlo nepogodna (vrijednost 0). Negativni kriteriji uključili su odlagališta otpada, industrijske zone i tvornice te SEVESO objekte, dok je primjerice kulturni kriterij obuhvatio muzeje, galerije, kulturne centre i turističke zajednice.

DODJELA TEŽINSKIH KOEFICIJENATA

Za određivanje važnosti svakog kriterija u izradi finalnog modela pogodnosti korišten je Analitički hijerarhijski proces (AHP), koji se temelji na usporedbi kriterija u parovima prema njihovoj relativnoj važnosti u kontekstu razvoja ekoturizma. Ova metoda omogućuje preciznu kvantifikaciju subjektivnih procjena kroz strukturirani proces, čime se osigurava pouzdanost i objektivnost težinskih koeficijenata. Težinski koeficijenti definiraju koliko je svaki kriterij važan u ukupnom modelu procjene pogodnosti zemljišta za ekoturizam. Prvi korak u AHP metodi uključuje izradu matrice parnih usporedbi, gdje su kriteriji međusobno uspoređeni prema važnosti koristeći skalu od 1 do 9, prema metodologiji koju je razvio Saaty²⁵. Vrijednosti u matrici određuju se prema sljedećim pravilima: 1: jednak značaj između dva kriterija; 3: umjereno veći značaj jednog kriterija; 5: značajno veći značaj jednog kriterija; 7: vrlo značajno veći značaj jednog kriterija; 9: izuzetno značajno veći značaj jednog kriterija; Recipročne vrijednosti koriste se za obrnutu usporedbu (1/x). Matrica parnih usporedbi ima dimenziju n×n, gdje je n broj kriterija. Za izračun težinskih koeficijenata koristi se normalizacija vlastitog vektora matrice. Proces uključuje sljedeće korake:

- a) Izračunavanje geometrijske sredine svakog retka matrice:

$$GM_i = \left(\prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{1/n}$$

- b) Normalizacija geometrijskih sredina kako bi se dobili težinski koeficijenti:

$$w_i = \frac{GM_i}{\sum_{k=1}^n GM_k}$$

Kako bi se osigurala pouzdanost rezultata, provodi se provjera konzistentnosti pomoću omjera konzistentnosti (CR). CR se izračunava prema formuli:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

gdje je: CI: indeks konzistentnosti,

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Ovdje je $\lambda_{\max}$ najveća vrijednost matrice, a n broj kriterija. Ako je $CR < 0,10$ matrica se smatra konzistentnom.

²⁵ SAATY, T.L. (1990) How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. European Journal of operational Research, 48, 9-26.

Predlažem dodavanje težinskih kriterija koji su izračunati za svaki definirani kriterij. Može se dodati u formi tablice ili u formi teksta. Težinski koeficijenti značajno utječu na finalni rezultat zbog čega bi bilo dobro da su navedeni. Također, ovdje dodati određene težinske koeficijente grupa kriterija.

AGREGIRANJE KRITERIJA

Nakon dodjele težinskih koeficijenata, svi kriteriji objedinjeni su u jedinstveni model pogodnosti pomoću metode ponderirane linearne kombinacije (*Weighted Linear Combination*, WLC). Vrijednost indeksa pogodnosti za svaku ćeliju rasterske mreže izračunata je prema formuli:

$$S = \sum_{i=1}^n (W_i \cdot X_i)$$

gdje je W_i težinski koeficijent kriterija i , a X_i standardizirana vrijednost kriterija i za promatranu ćeliju. Dobivena karta klasificirana je u četiri razreda pogodnosti: vrlo pogodno, umjereno pogodno, slabo pogodno i nepodno. Svaki sloj pomnožen je pripadajućim težinskim koeficijentom, a rezultati su zbrojeni kako bi se dobio završni model pogodnosti. Proces je izveden u alatu *Raster Calculator* unutar GIS-a, uz primjenu ograničavajućih faktora (npr. vodene površine i urbana područja), koji su u analizu uključeni s binarnim vrijednostima (0 ili 1). Dobiveni model pogodnosti klasificiran je u četiri razreda pomoću Jenksove metode prirodnih prekida (*Natural Breaks*): visoko pogodno, srednje pogodno, nisko pogodno i nepodno. Korištenje četiri klase pogodnosti (S1, S2, S3 i N) umjesto uobičajenih pet pokazuje se boljim rješenjem jer omogućuje jednostavniju i jasniju interpretaciju rezultata, čime se olakšava donošenje odluka. Ovaj pristup smanjuje kompleksnost analize jer manje klase omogućuje izravniju podjelu područja prema njihovoj prikladnosti za određenu svrhu, pri čemu se jasno razlikuju visoko pogodna, umjereno pogodna i marginalno pogodna područja, dok se nepodna područja potpuno isključuju. Na taj način izbjegava se pretjerano fragmentiranje koje bi moglo izazvati konfuziju među korisnicima, osobito u situacijama gdje razlike između dodatnih klasa nisu dovoljno značajne da bi opravdale njihovo postojanje. Osim toga, četiri klase pogodnosti praktičnije su za planiranje jer pružaju dovoljan okvir za hijerarhijsku analizu i prioritizaciju resursa, bez unosa dodatne složenosti koju bi uvođenje pete klase moglo izazvati. Jednostavnost ovog pristupa doprinosi i boljoj vizualizaciji rezultata, budući da su karte s četiri klase preglednije, a razlike među kategorijama lakše razumljive. Ovo je osobito važno u znanstvenim istraživanjima i praktičnoj primjeni, gdje rezultati često moraju biti prezentirani široj publici ili različitim dionicima (prema Gigović, 2016).

VALIDACIJA REZULTATA

Završni korak uključivao je validaciju modela pogodnosti kako bi se procijenila njegova točnost. Validacija je provedena usporedbom modela s postojećim ekoturističkim lokalitetima (postojeći ekoturistički lokaliteti kartirani su na terenu) te konzultacijama sa stručnjacima. Model pogodnosti za razvoj ekoturizma vrednovan je korištenjem podataka o lokacijama koje su u Međimurskoj županiji prepoznate kao primjeri dobre prakse u ekoturizmu (njih 9), čime je osigurano da rezultati modela budu utemeljeni na stvarnim i relevantnim primjerima. Za potrebe vrednovanja primijenjena je jednostavna statistička analiza korelacije kojom su uspoređeni rezultati modela s prostornim položajem i karakteristikama odabranih lokacija. Ovaj postupak omogućio je procjenu razine podudarnosti između predviđenih zona pogodnosti i stvarnih primjera, što je ključan korak za potvrdu vjerodostojnosti i praktične primjenjivosti modela. Analiza korelacije na temelju preklapljenih lokacija s modelom pogodnosti utvrdila je da lokacije preklapaju s najpogodnijom zonom 71%.

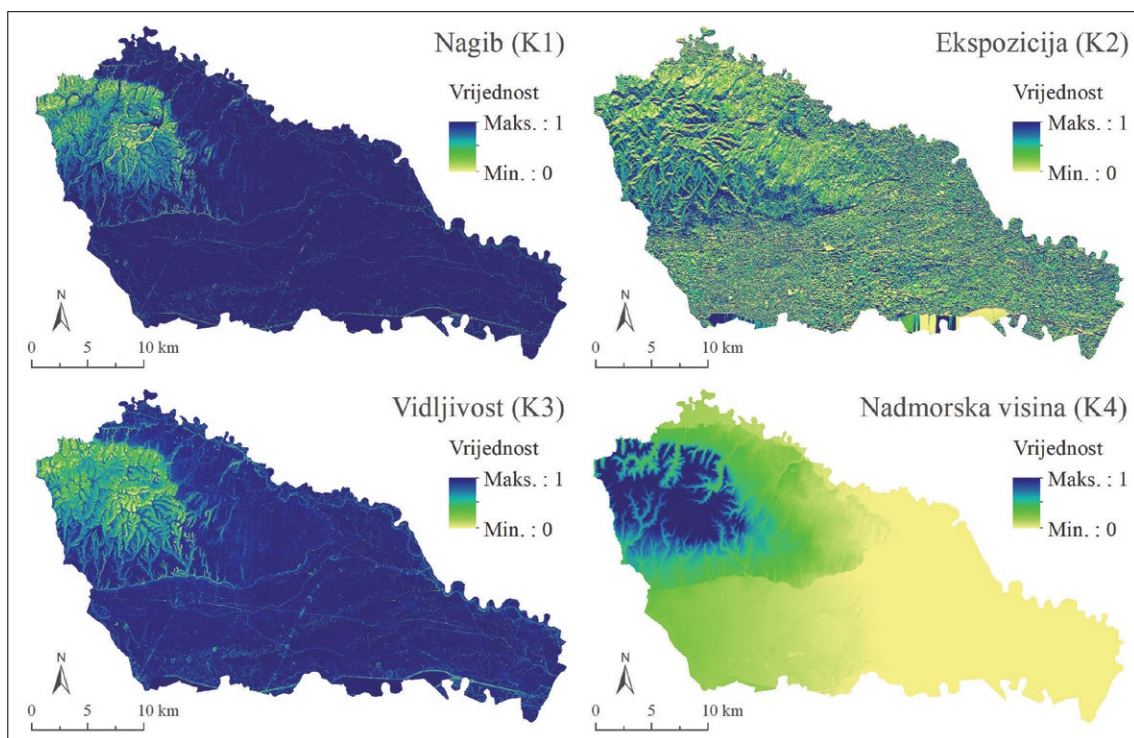
REZULTATI I RASPRAVA

Topografski kriteriji (G1)

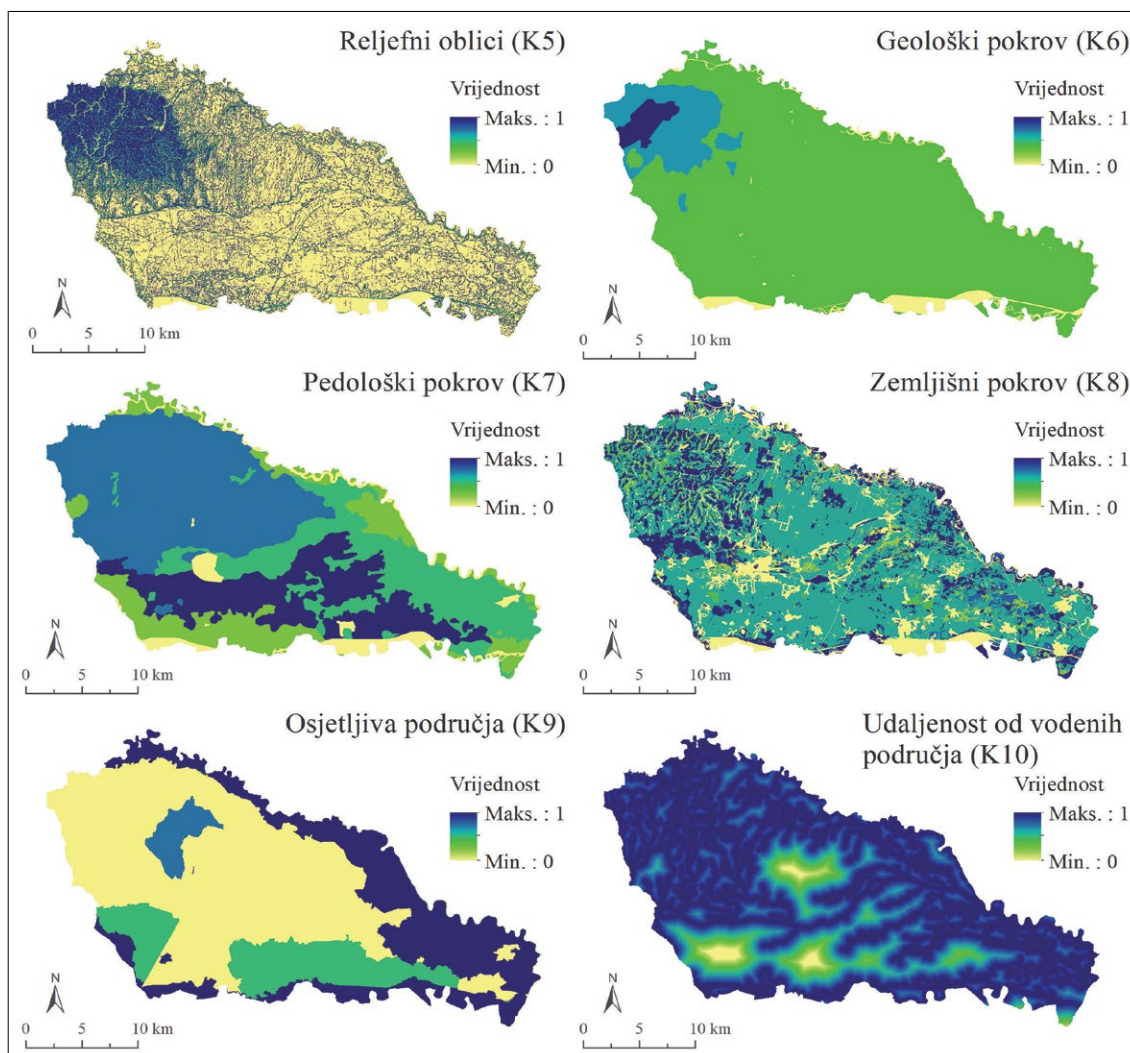
Topografski kriteriji odražavaju fizičke značajke terena koje su ključne za pristupačnost, estetsku vrijednost i sigurnost područja (slika 3). Nagib (K1) ima izravni utjecaj na praktičnu izvedivost turističkih aktivnosti. Ravna ili blago nagnuta područja pogoduju infrastrukturnim razvojnim projektima, dok vrlo strmi tereni predstavljaju izazov u pogledu sigurnosti i dostupnosti. Ekspozicija (K2) se odnosi na orijentaciju terena u odnosu na sunčevu svjetlost, što ima ključnu ulogu u stvaranju mikroklimatskih uvjeta. Na primjer, južne ekspozicije često imaju veću insolaciju, što ih čini pogodnijima za određene turističke aktivnosti, dok sjeverne ekspozicije mogu biti atraktivne za specifične vrste vegetacije i faune. Vidljivost (K3) kao kriterij procjenjuje vizualnu privlačnost krajolika, pri čemu su vidikovci i panoramski pogledi ključni za ekoturističke aktivnosti. Nadmorska visina (K4) također igra važnu ulogu, s obzirom na to da određeni visinski rasponi nude jedinstvene klimatske i ekološke karakteristike.

Geokolišni kriteriji (G2)

Geokolišni kriteriji usmjereni su na prirodne i okolišne značajke koje osiguravaju održivost ekoturizma (slika 4). Reljefni oblici (K5) doprinose ocjeni terena s obzirom na njegovu geomorfološku složenost, što se odražava u kategorizaciji diskretnih vrijednosti. Geološki pokrov (K6) i pedološki pokrov (K7) procjenjuju se prema vrsti stijena i tla. Na primjer, tla s visokom plodnošću i stabilnošću, poput eutrično smeđih, pogoduju vegetacijskom rastu i ekološkoj ravnoteži, čime se olakšava održivi razvoj turističkih aktivnosti. Namjena ili korištenje zemljišta (K8) ključan je faktor u analizi ekoturizma, jer različiti tipovi zemljišta (npr. šume, poljoprivredne površine, urbana područja) imaju različite razine pogodnosti. Prirodna područja i šume preferiraju se zbog njihove estetske i ekološke vrijednosti, dok urbani i industrijski prostori imaju nižu atraktivnost. Osjetljiva područja (K9), poput zaštićenih zona i Natura 2000 mreže, identificiraju ključna područja bioraznolikosti koja su od strateške važnosti za očuvanje prirodnih resursa. Blizina vodenih površina (K10) igra ključnu ulogu u ekoturizmu jer vodeni elementi, poput rijeka i jezera, značajno doprinose estetskoj vrijednosti i bioraznolikosti.



Slika 3. Standardizirani topografski kriteriji

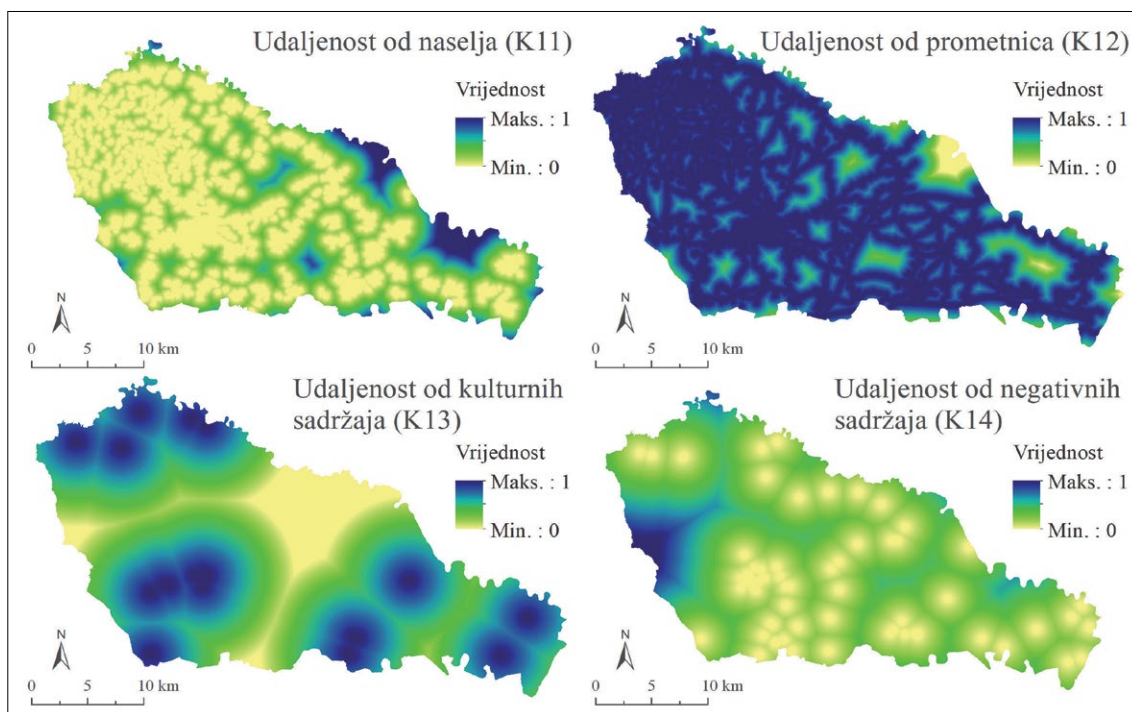


Slika 4. Standardizirani geokolišni kriteriji

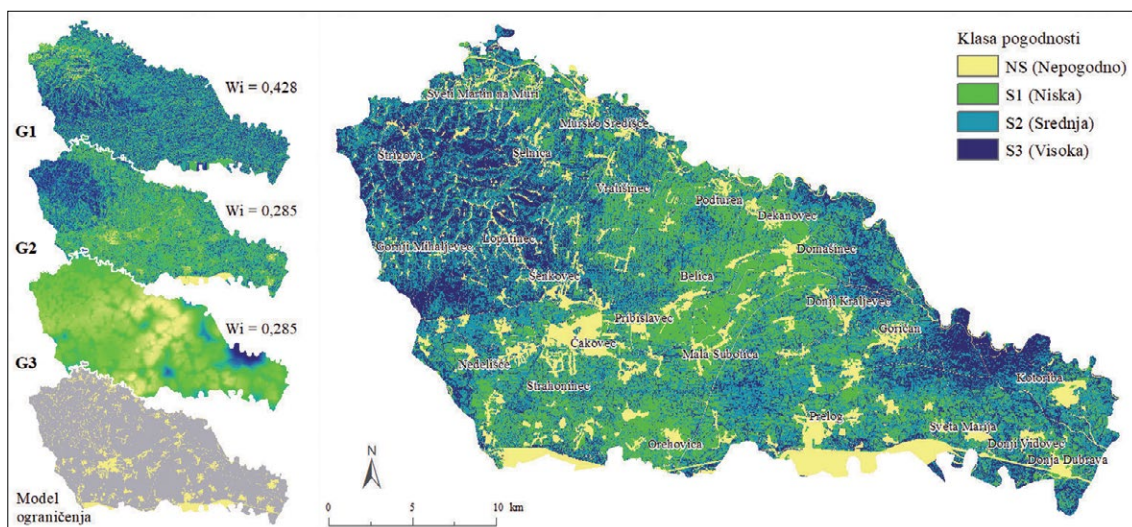
Socio-ekonomski kriteriji (G3)

Socio-ekonomski kriteriji odražavaju ljudske i infrastrukturne čimbenike koji omogućuju dostupnost i atraktivnost područja (Slika 5). Udaljenost od naselja (K11) procjenjuje se kako bi se osigurala ravnoteža između dostupnosti i očuvanja prirodnog okoliša. Udaljenost od prometnica (K12) također je ključna za pristupačnost, jer kvalitetna prometna infrastruktura omogućava jednostavan dolazak i smanjuje troškove razvoja turističkih objekata. Udaljenost od kulturnih sadržaja (K13) prepoznaje važnost povijesnih i kulturnih lokaliteta kao ključnih atrakcija za turiste. Konačno, udaljenost od negativnih faktora (K14) osigurava da se turističke aktivnosti odvijaju daleko od industrijskih i zagađenih zona.

Kao konačni rezultat MCDA-GIS analize generiran je model pogodnosti ekoturizma u Međimurskoj županiji, koji je podijeljen u 4 zone (Slika 6). Najveći težinski koeficijent imala je grupa kriterija topografski kriteriji (0,428) jer su ovi kriteriji najbrojniji, zatim G2 i G3 s vrijednosti 0,285. Zone pogodnosti prikazane na razini općina (Tablica 2). Pripadnost zoni pogodnosti za ekoturizam predstavlja osnovu za definiranje vrste ekoturističkih aktivnosti. Analizom dobivenih rezultata mogu se detaljnije sagledati ekoturistički potencijali regije te pružiti smjernice za lokalne akcije kako bi se omogućila njihova potpuna valorizacija. Međimurska županija ima najveći dio površine klasificiran u kategorije »Srednje pogodno« (37,38%) i »Nisko pogodno« (27,92%) (Slika 7). To ukazuje na umjeren potencijal za razvoj turizma uz odgovarajuća ulaganja. Kategorija »Visoko pogodno« (21,24%) predstavlja strateške loka-



Slika 5. Standardizirani socioekonomski kriteriji



Slika 6. Agregirani završni model pogodnosti zemljišta Medimurske županije

cije za trenutnu implementaciju ekoturističkih projekata. Istovremeno, područja u kategoriji »Nepogodno« (13,46%) zahtijevaju promišljeno upravljanje i mogu služiti kao tampon zone ili se koristiti za druge namjene.

Visoko pogodno područje (S3)

Ova klasa predstavlja područja s najvećim potencijalom za razvoj ekoturizma. Karakteriziraju ju očuvani prirodni resursi (šume, zaštićena područja, rijeke), povoljna topografija (brežuljkasti krajobrazi) i dobra dostupnost ključnim turističkim točkama. Ova područja su udaljena od urbanih središta, što omogućuje privatnost i mir za ekoturiste. Ova područja treba prioritarno razvijati kao ključne turističke

Tablica 2. Zone pogodnosti po općinama Međimurske županije

Općina	Nepogodno		Nisko pogodno		Srednje pogodno		Visoko pogodno		Površina općine (km²)
	Površina (km²)	Postotak (%)	Površina (km²)	Postotak (%)	Površina (km²)	Postotak (%)	Površina (km²)	Postotak (%)	
Belica	2,21	7,98	16,32	58,90	7,37	26,60	1,81	6,53	27,71
Čakovec	16,96	22,06	25,76	33,50	26,02	33,84	8,15	10,60	76,89
Dekanovec	0,63	10,45	2,71	44,94	1,84	30,51	0,85	14,10	6,03
Domašinec	2,86	8,13	13,07	37,13	12,70	36,08	6,57	18,66	35,20
Donja Dubrava	2,43	12,84	4,98	26,32	7,52	39,75	3,99	21,09	18,92
Donji Kraljevec	4,35	11,99	13,29	36,64	13,34	36,78	5,29	14,59	36,27
Donji Vidovec	1,22	8,84	3,07	22,25	6,39	46,30	3,12	22,61	13,80
Goričan	2,69	12,48	3,61	16,75	8,99	41,72	6,26	29,05	21,55
Gornji Mihaljevec	2,07	6,53	1,81	5,71	14,35	45,24	13,49	42,53	31,72
Kotoriba	3,19	12,17	2,98	11,37	9,50	36,25	10,54	40,21	26,21
Lopatinec	3,38	11,21	1,54	5,11	13,19	43,76	12,03	39,91	30,14
Mala Subotica	3,34	9,11	17,81	48,56	12,26	33,42	3,27	8,91	36,68
Mursko Središće	4,90	14,71	8,69	26,10	13,31	39,97	6,40	19,22	33,30
Nedelišće	8,39	14,36	14,27	24,42	24,19	41,40	11,58	19,82	58,43
Orehovica	2,62	12,19	12,10	56,31	5,33	24,80	1,44	6,70	21,49
Podturen	3,58	11,85	14,93	49,40	9,06	29,98	2,65	8,77	30,22
Prelog	14,99	23,65	15,25	24,06	23,18	36,57	9,97	15,73	63,39
Pribislavec	1,46	13,14	4,53	40,77	3,86	34,74	1,26	11,34	11,11
Selnica	2,51	10,08	2,31	9,28	10,57	42,45	9,51	38,19	24,90
Strahoninec	1,14	13,67	3,90	46,76	2,72	32,61	0,58	6,95	8,34
Sвета Marija	3,86	16,78	5,43	23,61	8,38	36,43	5,33	23,17	23,00
Sveti Martin na Muri	3,20	12,83	3,90	15,63	9,99	40,04	7,86	31,50	24,95
Šenkovec	1,70	18,85	1,45	16,08	3,68	40,80	2,19	24,28	9,02
Štrigova	2,50	6,54	1,63	4,26	16,57	43,32	17,55	45,88	38,25
Vratišinec	1,29	7,91	6,74	41,32	6,24	38,26	2,04	12,51	16,31

destinacije. Općine s najviše visoko pogodnih površina su: Štrigova (17,55 km²), što ju čini najpogodnijom općinom za ekoturizam zahvaljujući brežuljkastom terenu, vinogradima i očuvanom okolišu; Gornji Mihaljevec (13,49 km²), s naglaskom na prirodni potencijal i tradicionalni ruralni karakter i Kotoriba (10,54 km²), s velikim potencijalom za razvoj uz rijeku Dravu.

Srednje pogodno područje (S2)

Srednje pogodne zone imaju dobar potencijal za razvoj ekoturizma, ali s određenim ograničenjima poput manje atraktivne topografije ili manjih prirodnih resursa. Ova područja često se nalaze uz granice vrlo pogodnih zona i mogu podržati turističke aktivnosti uz odgovarajuću infrastrukturu. Ova područja često imaju prirodne ili kulturne resurse koji nisu u potpunosti iskorišteni. Općine s najviše srednje pogodnih površina su: Čakovec (26,02 km²), što pokazuje značajan potencijal u rubnim dijelovima općine; Nedelišće (24,19 km²), što čini ovu općinu jednom od najvažnijih za budući razvoj turizma u županiji i Prelog (23,18 km²), s kombinacijom prirodnih i kulturnih vrijednosti uz rijeku Dravu.

Nisko pogodno područje (S1)

Nisko pogodne zone uključuju prostore s ograničenim potencijalom za ekoturizam, uglavnom zbog intenzivne poljoprivredne aktivnosti ili veće udaljenosti od prirodnih resursa i kulturnih lokaliteta. Ova područja zahtijevaju značajna ulaganja u infrastrukturu kako bi bila privlačnija za ekoturiste. Općine s

najviše nisko pogodnih površina su: Čakovec: 25,76 km², zbog okolnih poljoprivrednih područja koja su u međuzoni između nepogodnih i potencijalno boljih klasa; Mala Subotica 17,81 km² nisko pogodnih površina, što čini značajan dio ove općine i Nedelišće (14,27 km²), s potencijalom za unapređenje u turističku svrhu.

Nepogodno područje (NS)

Ova klasa uključuje područja s najmanjim potencijalom za razvoj ekoturizma. Razlozi uključuju intenzivnu urbanizaciju, industrijsku aktivnost ili nepovoljne ekološke uvjete. Ova područja nisu pogodna za značajniji razvoj ekoturističkih aktivnosti. Općine s najviše nepogodnih površina su: Čakovec (16,96 km²) zbog nepogodnih površina urbane dominacije i industrijalizacije; Prelog 14,99 km² nepogodnih površina, što se pripisuje poljoprivrednim aktivnostima i manjku prirodnih atrakcija; Nedelišće 8,39 km² nepogodnih površina, s urbanim i gospodarskim zonama koje dominiraju prostorom.

Slika 7. Distribucija klasa pogodnosti modela ekoturizma za Međimursku županiju

Rezultati na razini županije identificirali su potencijalne zone za promicanje ekoturizma na određenim područjima uz izračun relativnih pokazatelja (sl. 7), pokazujući da je više od pola županijskog ekosustava (58,61%) u kategoriji vrlo pogodnog ili srednje pogodnog prostora za razvoj ekoturizma. Ovako pogodan rezultat proizlazi iz očuvanosti šumskih i fluvijalnih ekosustava, zaštićenih prirodnih područja, atraktivnih brežuljkastih krajolika i dobre prometne povezanosti koji potencijalno razvijaju ekoturistički interes.

ZAKLJUČAK

Primjenom integracije višekriterijskih GIS analiza (MCDA-GIS) i Analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP) na području Međimurske županije izdvojene su zone pogodnosti za razvoj ekoturizma, uzimajući u obzir topografske, geokolišne i socioekonomske kriterije.

Dobiveni rezultati ukazali su na potencijalno umjerenu mogućnost razvoja ekoturizma budući da je 21,24% područja županije klasificirano kao visoko pogodno, a čak 37,37% srednje pogodno za razvoj ekoturizma, što znači da pogodnost Međimurske županije za razvoj ekoturizma potencijalno raste do 58,61%. Ovim istraživanjem prikazana je prostorna različitost pogodnosti i potencijala za održivi razvoj ekoturizma na razini općina županije. Takav potencijal odraz je sve pozitivnijeg odnosa ekoturističkih aktivnosti u pojedinim općinama, korištenih kriterija i definiranih težinskih koeficijenata i specifičnosti prostora koji je proučavan. Razvijanje svijesti o važnosti održivog razvoja i predstavljanje važnosti očuvanja ekosustava nužno je predstaviti planerima i lokalnim upravama kako bi strategija održivog planiranja i upravljanja zemljištem jačala ekološku otpornost krajolika.

Imajući na umu da je nemoguće provoditi nagle prijelaze u trenutnom gospodarskom razvoju (usmjerene na upravljanje ekosustavima), potrebno je napomenuti da otpornost koju promiče ekoturizam djeluje i u društvenoj sferi, uz valorizaciju i uključivanje lokalnih zajednica u proces planiranja korištenja prostora. Na područjima s najvećim potencijalom za razvoj ekoturizma preporuka je izraditi studije o vrednovanju elemenata ekosustava pomoću kartografskih prikaza u većem mjerilu, koji omogućavaju detaljniji proces planiranja lokalnog teritorija.

Integracija geokološke karte uz primjenu GIS-a i višekriterijske analize (Fuzzy-AHP) dokazano je pogodna metoda za primjereno planiranje razvoja ekoturističkih aktivnosti u određenom ekosustavu. Naime, takva metodološka integracija omogućava objedinjen vjeran prikaz krajobraznih elemenata, uz prostornu demonstraciju potencijala i ograničenja općine. Iz perspektive urbanističkog/ekološkog planiranja u Međimurskoj županiji nakon ove analize preporuka je da tematska karta potencijalnih ekoturističkih zona bude dio dokumentacije prostornog plana pojedinih općina Međimurske županije što bi usmjerilo i osiguralo njihov razvoj po načelima održivosti. Važno je naglasiti da su za područja s najvećim potencijalom potrebne detaljnije analize i studije koje bi omogućile konkretnije aktivnosti u vezi s održivim prostornim planiranjem općina Međimurske županije. Provedenom analizom i modeliranjem identificirane su prioritetne zone Međimurske županije, pri čemu su područja uz rijeke Dravu i Muru te brežuljkasti dijelovi Gornjeg Međimurja pokazali najveći potencijal.

Ovo istraživanje ne samo da unapređuje teorijsko i metodološko razumijevanje potencijala ekoturizma već pruža i repliciran model koji se može primijeniti na regije sa sličnim geografskim i ekološkim obilježjima. Spajajući znanja iz znanosti o okolišu i prostornog planiranja, studija naglašava ulogu ekoturizma kao alata za održivi razvoj i otpornost krajolika. I na kraju, budući da se ova metodologija modeliranja ekosustava za ekoturizam pokazala učinkovita za planiranje okoliša moguće ju je primijeniti i na druga područja čime bi se potaknule i druge lokalne zajednice ili veće regije da procijene svoj potencijal za razvoj ekoturizma i uključe moguće predispozicije u svoje procese planiranja.

SUMMARY

The development of ecotourism is becoming an increasingly important segment of the modern tourist market, with an emphasis on the sustainable use of natural and cultural resources. As a form of tourism that combines environmental protection, local communities and authentic experiences, ecotourism provides an opportunity to stimulate economic development in rural areas, while at the same time preserving their ecological and cultural heritage. However, in order to ensure the long-term sustainable planning of ecotourism, it is crucial to precisely identify and evaluate the spatial zones suitable for its development. This paper investigates the potential of ecotourism development in Međimurje County by integrating multi-criteria GIS analysis (MCDA-GIS) and Analytical Hierarchy Process (AHP). The goal of the research was to create a land suitability model in order to identify the zones with the greatest capacity for sustainable ecotourism development. The model integrates analyses of criteria divided into three basic groups: 1) topographic criteria (slope, exposure, visibility, altitude), 2) geoecological criteria (relief forms, geological cover, pedological cover, land cover, sensitive areas, distance from water areas) and 3) socioeconomic criteria (distance from the settlements, roads, cultural facilities and negative factors). Weighting coefficients for each specific criterion are determined using the AHP method, where the criteria are compared according to their relative importance. The results of multi-criteria GIS analyses, performed using the weighted linear combination (WLC) method, were integrated into a unique suitability model, which was then reclassified into four classes of suitability: highly suitable (S3), medium suitable (S2), low suitable (S1) and unsuitable (NS). According to the results, 21.24% of the area was classified as very suitable, while the largest part, 37.37%, was marked as moderately suitable for the development of ecotourism. The obtained results enabled the identification of priority zones, whereby the areas along the Drava and Mura rivers and the hilly parts of Gornje Međimurje showed the greatest potential. The research confirms that Međimurje County, with its rich natural and cultural resources, represents an ideal area for sustainable ecotourism development. The proposed model provides a scientific basis for spatial planning and decision-making, and its applicability extends to other areas with similar geographic characteristics.

LITERATURA

1. ALIANI, H.; BABAIEKAFAY, S.; SAFFARI, A.; MONAVARI, S.M. (2017): Land evaluation for ecotourism development—An integrated approach based on FUZZY, WLC, and ANP methods. *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, 14.
2. BOCCO, G.; MENDOZA, M.; VELAZQUEZ, A. (2001): Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping—A tool for land use planning in developing countries. *Geomorphology*, 39, 211–219.
3. BUNRUAMKAEW, K.; MURAYAMA, Y. (2011): Site Suitability Evaluation for Ecotourism Using GIS & AHP: A Case Study of Surat Thani Province, Thailand. *Procedia Soc. Behav. Sci.*, 21, 269–278.
4. DOE, B., AMOAKO, C., AND ADAMTEY, R., (2022): Spatial expansion and patterns of land use/land cover changes around Accra, Ghana—Emerging insights from Awutu Senya East Municipal Area. *Land Use Policy*, 112, pp.
5. ÇETINKAYA, C.; KABAK, M.; ERBAS, M.; ÖZCEYLAN, E. (2018): Evaluation of ecotourism sites: A GIS-based multi-criteria decision analysis. *Kybernetes*.
6. FADAFAN, F. K., SOFFIANIAN, A., POURMANAFI, S., MORGAN, M. (2022): Assessing ecotourism in a mountainous landscape using GIS–MCDA approaches. *Applied Geography* 147.

7. GIGOVIC', L.; PAMUC'AR, D.; LUKIC', D.; MARKOVIC', S. (2016): GIS-Fuzzy DEMATEL MCDA model for the evaluation of the sites for ecotourism development: A case study of »Dunavski ključ« region, Serbia. *Land Use Policy*, 58, 348–365.
8. GUERRERO, J. V. R., GOMES, A. DE LOLLO, J. A., MOSCHINI, L. E., (2020): Mapping Potential Zones for Ecotourism Ecosystem Services as a Tool to Promote Landscape Resilience and Development in a Brazilian Municipality, *Sustainability* 12(24), 1 -21.
9. HERCEG M., (2013): *Okoliš i održivi razvoj*, Nakladni zavod Globus, Zagreb.
10. JEONG, J.S.; GARCÍA-MORUNO, L.; HERNÁNDEZ-BLANCO, J.; JARAÍZ-CABANILLAS, F.J.; (2014): An operational method to supporting siting decisions for sustainable rural second home planning in ecotourism sites. *Land Use Policy*, 41, 550–560.
11. KOSMUS, M.; RENNER, I.; ULLRICH, S.; (2012): *Integração de Serviços Ecosistêmicos ao Planejamento do Desenvolvimento*.
12. MAVREK, J. (2021): Turistička ponuda Međimurske županije, Diplomski rad, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli Fakultet ekonomije i turizma »Dr. Mijo Mirković«.
13. NAHUELHUAL, L.; CARMONA, A.; LOZADA, P.; JARAMILLO, A.; AGUAYO, M. (2013): Mapping recreation and ecotourism as a cultural ecosystem service: An application at the local level in Southern Chile. *Appl. Geogr.*, 40, 71–82.
14. PARAMATI, S.R.; ALAM, S.; CHEN, C.; (2016): *The Effects of Tourism on Economic Growth and CO₂ Emissions: A Comparison between Developed and Developing Economies*. J. Travel Res..
15. PATHMANANDAKUMAR, V.; GOH, H.C.; CHENOLI, S.N.; (2023): Identifying potential zones for ecotourism development in Batticaloa district of Sri Lanka using the GIS-based AHP spatial analysis, *GeoJ. Tou. Geosi.*, 46:252-261.
16. PAUDYAL, K.; BARAL, H.; BHANDARI, S.P.; BHANDARI, A.; KEENAN, R.J. (2019): Spatial assessment of the impact of land use and land cover change on supply of ecosystem services in Phewa watershed, Nepal. *Ecosyst. Serv.*, 36.
17. SAATY, T.L. (1990): How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48, 9-26.
18. SAHANI, N. (2019): Assessment of ecotourism potentiality in GHNP, Himachal Pradesh, India, using remote sensing, GIS. *Asia-Pac. J. Reg. Sci.* 3.
19. STOJANOVIĆ, V.; DEMONJA, D.; MIJATOV, M.; DUNJIĆ, J.; IŠMA, S.; (2022): Konceptija razvoja ekoturizma u UNESCO rezervatima biosfere: Studije slučaja iz Hrvatske i Srbije. *Šumarski list*, vol. 146 No. 5-6, 243-253.
20. STRNAT, M. (2024): Mogućnosti transformacije Međimurja u destinaciju održivog turizma, Diplomski rad, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Fakultet ekonomije i turizma »Dr. Mijo Mirković«, Pula.
21. STURIALE, L.; SCUDERI, A.; TIMPANARO, G.; MATARAZZO, B. (2020): Sustainable use and conservation of the environmental resources of the etna park (unesco heritage): Evaluation model supporting sustainable local development strategies. *Sustainability*, 12, 14-53.
22. ŠILJEG, A.; CAVRIĆ, B.; MARIĆ, I.; ŠILJEG, S.; BARADA, M. (2019): Land Suitability Zoning for Ecotourism Planning and Development of Dikgatlong Dam, Botswana. *Geographica Panonica* 23 (2); 76-86.
23. THOMPSON, B.S.; FRIESS, D.A. (2019): Stakeholder preferences for payments for ecosystem services (PES) versus other environmental management approaches for mangrove forests. *J. Environ. Manag.*, 233, 636–648.
24. TOBLER, W. (1987): Measuring Spatial Resolution, *Proceedings, Land Resources Information Systems Conference*, Beijing, pp. 12-16.
25. TOBLER, W. (1988): Resolution, Resampling, AND All That, pp.129-137 of H. Mounsey and R. Tomlinson, eds., *Building Data Bases for Global Science*, London, Taylor and Francis.
26. VUKONIĆ B., KEČA K., (2001): *Turizam i razvoj: Pojam, načela, postupci*, Mikrorad, Zagreb..