



Uloga saobraćajne infrastrukture u održivom razvoju planinskih područja Srbije – na primeru Parka prirode Golija

Miroljub Milinčić^a, Dragan Petrović^b, Uroš Milinčić^b, Ljiljana Mihajlović^d

^a Univerzitet u Beogradu – Geografski Fakultet, miroljub.milincic@gef.bg.ac.rs

^b JP Putevi Srbije, uros.milincic@gmail.com

PODACI O RADU

DOI: 10.31075/PIS.71.03.04

Стручни рад

Примљен: 19.06.2025.

Прихваћен: 25.07.2025.

Коресподент аутор:

ljiljana.mihajlovic@gef.bg.ac.rs

ORCID ID

Miroljub Milinčić: 0009-0004-0003-

Dragan Petrović: 0000-0003-4097-0047

Uroš Milinčić: 0000-0001-6733-4302

Ljiljana Mihajlović: 0000-0003-4022-8248

Ključne reči:

Saobraćajna infrastruktura,

Ruralna transformacija,

Planinska područja,

Prirodne nepogode,

Održivi razvoj

REZIME

Prostorno-funkcionalne promene u velikoj meri su uslovljene stanjem i dostupnošću saobraćajne infrastrukture, kao faktorom integracije planinskih područja u savremene tokove razvoja i održivosti. Prikazana je analiza uticaja putne mreže na transformaciju ovih pretežno ruralnih prostora, sa osvrtom na povezanost sa urbanim i turističkim centrima, kao i na ulogu u prilagođavanju društvenim i ekološkim izazovima (primer Park prirode Golija). Posebno su razmatrani aspekti održavanja saobraćajnica u uslovima ekstremnih klimatskih prilika (snežne padavine, kiša, niske temperature vazduha, poledica, magla...), pojave odrona, klizišta i dr. Korišćenjem GIS analiza i prostornih podataka, višekriterijumske analize ukazuje se na potencijalne pristupe koji mogu doprineti većoj otpornosti infrastrukture i njenoj funkcionalnosti u okviru ciljeva održivog razvoja kao i direktnu povezanost razvoja saobraćajne mreže sa promenama u mobilnosti stanovništva, pristupu javnim uslugama i ekonomskim. Preporuke uključuju strategije za dugoročno upravljanje infrastrukturom, uz integraciju savremenih tehnologija, digitalizaciju i uvažavanje prirodno-geografskih i demografskih specifičnosti planinskih prostora.

1. Uvod

U uslovima ubrzanih klimatskih promena i prostorne neravnomernosti razvoja, uloga saobraćajne infrastrukture u održivosti planinskih područja postaje sve značajnija. Ona predstavlja determinišući faktor u prostorno-ekonomskom razvoju planinskih područja, omogućavajući njihovu integraciju u regionalne i međunarodne tokove. Njena uloga nije samo u unapređenju mobilnosti i dostupnosti, već i u podsticanju privrednih aktivnosti, poboljšanju kvaliteta života lokalnog stanovništva i očuvanju ekološke stabilnosti.

Planinska područja Srbije (približno 40%) suočavaju se sa nizom infrastrukturnih izazova koji utiču na njihove razvojne kapacitete, uključujući problem nedovoljne putne povezanosti, sezonske nepristupačnosti i ekoloških ograničenja. Saobraćajna izolovanost planinskih regiona često dovodi do demografske i ekonomske stagnacije. Prema podacima uporednih popisa stanovništva na području Parka prirode Golija broj stanovnika smanjen je sa 22.661 u 1948. na 5.571 u 2022. godini, što predstavlja gubitak od preko 75%.

Posebno izraženo opadanje beleži se u slabo povezanim i marginalizovanim naseljima. Nasuprot tome, u naseljima koja se nalaze uz državne puteve višeg reda (npr. Ušće, put Ib-30) demografski pad je ublažen. Područja sa razvijenijom putnom mrežom beleže stabilniju demografsku sliku i veće stope privredne aktivnosti, dok infrastrukturno marginalizovane regije karakterišu negativni migracioni trendovi i smanjena ekonomska konkurentnost.

Pored toga, razvoj, izgradnja novih i modernizacija postojećih saobraćajnica u planinskim oblastima ima i određene ekološke implikacije i posledice po geomorfološke i biogeografske karakteristike terena, uključujući poremećaja drenažnih sistema, odrone, eroziju i drugo. Stoga je neophodno uspostaviti ravnotežu između unapređenja saobraćajne povezanosti i očuvanja prirodnog ambijenta, pri čemu se posebna pažnja mora posvetiti ekološki održivim rešenjima. Cilj istraživanja je analiza prostornog rasporeda i funkcionalne uloge putne infrastrukture u planinskim područjima Srbije, sa fokusom na Park prirode Golija, kao reprezentativan primer teritorije sa izrazitim ograničenjima pristupačnosti.

Istraživanje se zasniva na integraciji geoprostornih analiza, demografskih podataka i ekonomskih indikatora, uz sagledavanje uticaja infrastrukture na održivi razvoj. Pored toga, rad sadrži i komparativnu analizu sa drugim planinskim regionima Srbije i Evrope, radi identifikacije dobrih praksi i razvojnih modela u uslovima teritorijalne marginalnosti.

2. Metodološki okvir istraživanja i pregled relevantne literature

Istraživanje uticaja saobraćajne infrastrukture na održivi razvoj planinskih područja zasniva se na analizi dostupnih prostornih podataka i relevantnih stratejskih dokumenata. Glavni cilj je procena trenutnog stanja putne mreže u planinskim oblastima Srbije, sa posebnim fokusom na Park prirode Golija, kao i identifikacija razvojnih potencijala i ograničenja. Za obradu prostornih podataka korišćene su informacije o stanju infrastrukture dostupne na digitalnim servisima JP „Putevi Srbije“, Ministarstva građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture Republike Srbije, Republičkog zavoda za statistiku i drugo. Pored toga, preuzeti su podaci Evropske agencije za životnu sredinu (European Environment Agency) sa njihove internet stranice (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-reference-grids-2/gis-files/serbia-shapefile>), koji su obrađeni i analizirani u okviru QGIS softvera. GIS alati omogućili su precizno mapiranje putne mreže i identifikaciju ključnih izazova u pogledu pristupačnosti i prohodnosti puteva u planinskim regionima (Jovanović, 2022). Pored prostornih analiza, u istraživanju su korišćeni podaci iz zvaničnih popisa stanovništva (1948–2022), čime je omogućeno sagledavanje dugoročnih demografskih trendova i njihove povezanosti sa infrastrukturnim razvojem. Analiza je uključila 38 naselja koja administrativno pripadaju opštinama Ivanjica, Kraljevo, Raška, Novi Pazar i Sjenica, a prostorno su deo Parka prirode Golija. Pregled literature obuhvata istraživanja koja se bave ovom tematikom, kao i uticajem na privredne aktivnosti i demografske trendove. Studije sprovedene u evropskim zemljama pokazuju da ulaganja u saobraćajnu infrastrukturu doprinose unapređenju mobilnosti, smanjenju sezone izolacije i jačanju turističkog potencijala (Đorđević, 2014; Stanković, 2024). Posebno su bitna istraživanja koja analiziraju povezanost infrastrukture i razvoja turizma u planinskim predelima, što potvrđuju primeri mnogih evropskih zemalja, gde su investicije u ovom sektoru doprinele rastu turističkih kapaciteta i unapređenju lokalne privrede (Tornjanski, 2023). Osim analize postojeće, istraživanje obuhvata i mogućnosti poboljšanja saobraćajne mreže kroz primenu digitalnih tehnologija. Savremeni trendovi u oblasti transportne infrastrukture ukazuju na značaj integracije GIS alata i digitalnih sistema upravljanja za unapređenje saobraćajne povezanosti i efikasnije planiranje infrastrukturnih projekata (Jovanović, 2022).

3. Saobraćajna infrastruktura kao pokretač održivog razvoja planinskih područja

Održivi razvoj obuhvata balans između ekonomske efikasnosti, socijalne kohezije i očuvanja prirodnih resursa. U kontekstu planinskih područja saobraćajna infrastruktura, kao bitan element prostorne organizacije, može doprineti ostvarivanju tog balansa, ukoliko se planira i razvija u skladu sa principima održivosti. Savremeni koncepti teritorijalnog razvoja, prepoznaju saobraćajnu infrastrukturu kao jedan od osnovnih instrumenata za smanjenje regionalnih dispariteta i podsticanje održivog korišćenja prostora. Razvijena, dostupna i funkcionalna putna mreža predstavlja jedan od faktora održivog ekonomskog i demografskog razvoja planinskih područja, jer omogućava njihovu bolju teritorijalnu povezanost i integraciju u regionalne i nacionalne ekonomske tokove. Kvalitet i pristupačnost transportne mreže direktno utiču na životne uslove stanovništva, podstičući mobilnost radne snage, unapređenje lokalnih tržišta, razvoj turizma i poljoprivrede, kao i pristup osnovnim javnim uslugama poput zdravstva, obrazovanja i socijalne zaštite.

Tabela 1. Promene broja stanovnika u naseljima Parka prirode Golija u periodu 1948–2022. godine (ukupno prema opštinama kojima pripadaju)

godina	1948	1953	1961	1971	1981	1991	2002	2011	2022
opština									
Ivanjica (15)	11130	12074	12665	10532	7482	5191	4063	3100	1943
Kraljevo (12)	5896	6247	6648	5903	5199	4741	4294	3537	2650
Raška (5)	2983	3056	3070	2769	2014	1491	1096	685	378
Novi Pazar (5)	2165	2435	2449	2115	1629	1440	961	1003	542
Sjenica (1)	487	530	515	272	263	434	250	154	58

Izvor: Republički zavod za statistiku, 2012; 2023.

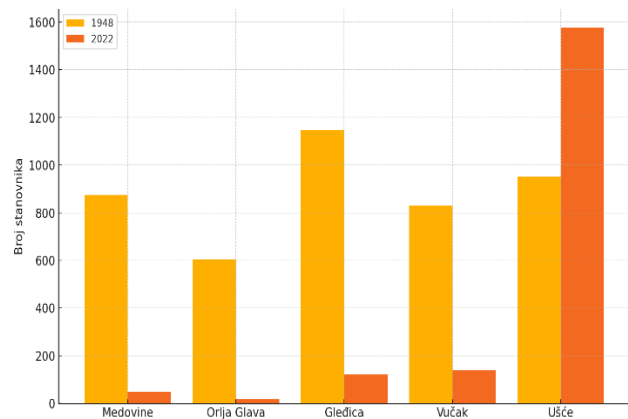
U Republici Srbiji, planinska područja karakteriše izražena infrastrukturna neravnomernost, pri čemu su mnoge zone fizički i funkcionalno izolovane, što za posledicu ima smanjeni investicioni potencijal, ograničene privredne aktivnosti i kontinuirano demografsko prажnjenje (Đorđević, 2014; Đukićin Vučković et al., 2017). Iako unapređenje saobraćajne mreže može podstaći investicije i ekonomsku diversifikaciju, ovaj proces istovremeno nosi izazove uslovljene visokim troškovima izgradnje i održavanja, nepovoljnim orografskim karakteristikama, ekološkim ograničenjima i rizicima poput klizišta i erozije (Ponomarev, Zerkal & Samarin, 2017; Stanković, 2024). Pored funkcionalnih i ekonomskih aspekata, održivost saobraćajne infrastrukture u planinskim predelima zahteva i usklađivanje sa ciljevima očuvanja prirodnih resursa, kulturnog pejzaža i biološke raznolikosti. Imajući u vidu ove višeslojne zahteve, u nastavku rada razmatraju se relevantni teorijski modeli, kao i važne prostorne i funkcionalne determinante koje oblikuju razvoj saobraćajne infrastrukture u planinskim oblastima Srbije.

Tabela 2. Promena broja stanovnika u naseljima Parka prirode Golija (1948–2022)

godina naselje	1948.	2022.	Apsolutna promena	% promena
Medovine	875	49	-826	-94.4
Orlja Glava	604	20	-584	-96.7
Gledica	1146	120	-1026	-89.5
Vučak	830	138	-692	-83.4
Ušće	952	1577	625	65.7

Izvor: Republički zavod za statistiku, 2012; 2023.

Od 38 naselja u okviru Parka prirode Golija (tabela 1), prema popisu iz 2022. godine, ukupno živi 5.571 stanovnik, što je mnogo manje u odnosu na 1948. godinu, kada je ovaj prostor brojao 22.661 stanovnika. Prosečan pad broja stanovnika iznosi preko 75% (tabela 2). Posebno izražena depopulacija primećena je u naseljima kao što su Orlja Glava (-96,7%), Gledica (-89,5%) i Medovine (-94,4%), što ukazuje na potpunu transformaciju čak i u nekada demografski vitalnijim ruralnim sredinama. Sa druge strane, Ušće je jedino naselje u kojem je zabeležen porast – sa 952 stanovnika 1948. godine na 1.577 u 2022. godini, što predstavlja rast od 65,7% (slika 1).


Slika 1. Promena broja stanovnika u naseljima Parka prirode Golija u periodu 1948–2022. godine (prema: Republički zavod za statistiku, 2012; 2023)

Jedan od faktora koji objašnjava ovu prostornu disproporciju jeste nivo saobraćajne povezanosti. Kroz Ušće prolazi državni put Ib reda (oznaka 30), što ovom naselju obezbeđuje direktnu vezu sa Kraljevom, Ivanjicom i drugim regionalnim centrima. Za razliku od slabo povezanih planinskih naselja, Ušće ima bolji pristup javnim službama, obrazovnim i zdravstvenim ustanovama, kao i tržištu rada i turističkim sadržajima, što doprinosi demografskoj stabilnosti i većoj ekonomskoj aktivnosti. Ovaj primer jasno ilustruje da je razvijenost putne infrastrukture važan za očuvanje demografskog potencijala u planinskim područjima.

4. Teorijski okviri korelacije saobraćajne infrastrukture i održivog razvoja

U okviru savremene geografske i ekonomske misli, razvoj saobraćajne infrastrukture sve češće se posmatra kao višedimenzionalni proces koji obuhvata prostornu povezanost, društvenu inkluziju i ekološku održivost. Razvoj saobraćajne infrastrukture u planinskim oblastima direktno utiče na prostornu integraciju i ekonomski rast, ali istovremeno zahteva pažljivo planiranje kako bi se izbegle negativne posledice po životnu sredinu i demografske tokove (Rodrigue, 2020). Teorijska razmatranja ovog pitanja mogu se svesti na tri modela: teoriju dostupnosti, model „trickle-down“ efekta i koncept ekološke održivosti. Teorija dostupnosti zasniva se na konceptu da poboljšanje saobraćajne infrastrukture skraćuje vreme putovanja, povećava mobilnost i omogućava bolju integraciju udaljenih oblasti u šire ekonomske tokove (Rodrigue, 2020). Ovaj model posebno je bitan za planinske regije, jer omogućava smanjenje transportnih troškova, poboljšanje pristupa osnovnim uslugama i povećanje konkurentnosti lokalne privrede (Banister & Berechman, 2001). Empirijski podaci pokazuju da povećana dostupnost može smanjiti izolovanost lokalnih zajednica i podstaći razvoj turizma i poljoprivrede. Na primer, studije sprovedene u švajcarskim Alpima ukazuju na to da ulaganja u saobraćajnu infrastrukturu mogu povećati priliv turista i stvoriti nove ekonomske mogućnosti za lokalno stanovništvo (Tsaurai & Ndou, 2019; Bertram et al., 2023). Sličan efekat beleži se i u delu naselja Parka prirode Golija u blizini magistralnih saobraćajnica, gde je dostupnost povezana sa većom privrednom aktivnošću i sporijim demografskim padom (videti Tabelu 2). Takođe, kroz Generalni master plan saobraćaja Republike Srbije (GMPS) predviđa se modernizacija regionalnih puteva radi unapređenja dostupnosti planinskih oblasti (JP „Putevi Srbije“, 2012; Republika Srbija, 2020).

Model „trickle-down“ efekta polazi od pretpostavke da unapređenje transportne infrastrukture stvara pozitivne eksternalije koje se prenose na širu zajednicu kroz rast investicija, razvoj turizma i povećanje trgovinske aktivnosti (Lakshmanan, 2011; Furlong, 2019). Međutim, istraživanja pokazuju da se ovaj efekat ne ostvaruje ravnomerno i da su koristi od infrastrukturnih investicija često koncentrisane u već razvijenim centrima, dok udaljene planinske oblasti i dalje ostaju marginalizovane (Furlong, 2019; Stanković, 2024). U Srbiji, primeri planinskih oblasti kao što su Zlatibor i Kopaonik potvrđuju ovaj model – znatna ulaganja u modernizaciju puteva doprinela su povećanju broja turista i podsticanju lokalne ekonomije (Tornjanski, 2023). Nasuprot tome, područja poput Stare planine i Golije i dalje se suočavaju sa niskom saobraćajnom propusnošću i infrastrukturnom fragmentacijom, što ograničava njihov razvojni potencijal (Đukićin Vučković et al., 2017; Plan upravljanja PP Golija, 2020).

Ekološka održivost i fragmentacija pejzaža – Infrastrukturni projekti u planinskim oblastima mogu imati ekološke posledice, uključujući fragmentaciju staništa, eroziju tla i povećanje rizika od klizišta (Ponomarev, Zerkal & Samarin, 2017). Razvoj saobraćajnih mreža često dovodi do degradacije prirodnog pejzaža, posebno kada se ne sprovode adekvatne mere zaštite životne sredine (Miljanović, 2005). U cilju očuvanja ekološke stabilnosti, moderne strategije razvoja saobraćajne infrastrukture podrazumevaju primenu održivih materijala, zaštitnih mera protiv erozije i implementaciju ekoloških koridora za divlje životinje (Rodrigue, 2020). U Srbiji, Prostorni plan Republike Srbije do 2035. godine predviđa da se prilikom izgradnje i rekonstrukcije saobraćajnica u planinskim oblastima primene principi ekološke održivosti, ali njihova implementacija u praksi još uvek nailazi na brojne izazove (Republika Srbija, 2021). Pojedini sektori Parka prirode Golija, zbog geomorfoloških i hidroloških specifičnosti, posebno su ranjivi na nepovoljna dejstva saobraćajne gradnje, što dodatno naglašava potrebu za sveobuhvatnim planiranjem (JP „Srbijašume“, 2020). Teorijski okviri razvoja saobraćajne infrastrukture u planinskim oblastima naglašavaju potrebu za balansiranjem između ekonomske koristi, povećanja dostupnosti i očuvanja životne sredine. Dok teorija dostupnosti ukazuje na prednosti bolje povezanosti, model „trickle-down“ efekta upozorava na neravnomernu raspodelu benefita, a ekološka teorija ističe potrebu za održivim pristupom. Upravo zbog toga, integracija prostornih analiza, strateških planova i demografskih podataka predstavlja osnovu za identifikaciju optimalnih pravaca intervencije.

5. Stanje saobraćajne infrastrukture u planinskim oblastima Srbije

Planinska područja, koja obuhvataju oko 40% teritorije Srbije (Republika Srbija, 2020), predstavljaju prostorno-funkcionalni potencijal čiji razvoj je uslovljen dostupnošću i kvalitetom saobraćajne mreže. Međutim, ova područja su infrastrukturno marginalizovana u odnosu na nizijske predele i urbane centre. Neki problemi odnose se na nisku gustinu drumskih komunikacija, ograničenu povezanost sa glavnim transportnim koridorima i neadekvatno održavanje postojeće mreže. U poređenju sa nacionalnim prosekom od 1,8 km/km², gustina saobraćajnica u planinskim oblastima Srbije znatno je niža i u pojedinim regionima ne prelazi 1 km/km² (Đorđević, 2014). Njihova nedovoljna razgranatost i neujednačen kvalitet ograničavaju dostupnost i usporavaju ekonomski razvoj, naročito u oblastima gde dominiraju lokalni i nekategorisani putevi, često neasfaltirani i neusaglašeni sa savremenim infrastrukturnim standardima. Prema podacima iz Prostornog plana Republike Srbije (2020), veliki broj saobraćajnica u planinskim predelima je van sistema redovnog održavanja, što dodatno utiče na saobraćajnu nepouzdanost.

Magistralni i regionalni putevi čine manji deo ukupne mreže u ovim oblastima, dok dominiraju lokalni i nekategorisani saobraćajni pravci, često u lošem stanju. Ovakva saobraćajna struktura otežava transport robe i usluga, ali i pristup osnovnim životnim potrebama, uključujući obrazovanje, zdravstvenu zaštitu i tržište rada. Jedan od izazova u planinskim oblastima jeste sezonska nepristupačnost, naročito tokom zimskih meseci, kada su putevi često zatvoreni usled snežnih nanosa, poledice i odrona (Đukićin Vučković et al., 2017; Ponomarev, Zerkal & Samarin, 2017). Posebno su ugroženi nekategorisani koji nisu deo redovnog programa održavanja, što dodatno otežava mobilnost stanovništva u udaljenim oblastima. U PP Golija je, prema Planu upravljanja (JP „Srbijašume“, 2020), procenjeno da 70% nekategorisanih puteva ne zadovoljava osnovne tehničke uslove bezbednosti, što direktno ograničava turističke i razvojne funkcije ovog prostora.

Prema istraživanjima sprovedenim u švajcarskim i austrijskim Alpima, primena adaptivnih strategija u održavanju saobraćajnica, poput termoaktivnih materijala, naprednih sistema za monitoring uslova na putevima i upotrebe ekološki prihvatljivih sredstava za odleđivanje, poboljšava dostupnost i bezbednost saobraćajne infrastrukture u ekstremnim klimatskim uslovima (Kuščer, Mihalič & Pechlaner, 2017; Junaid, Ferretti & Marinelli, 2025; Bertram, Bertram et al., 2023). Međutim, u Srbiji su ovakve tehnologije još uvek nedovoljno zastupljene, a budžetska izdvajanja za zimsko održavanje putne mreže ostaju ograničena. Stanje drumskog sistema može se konkretizovati kroz studije slučaja Pešterske visoravni, Stare planine i Golije. Na Pešteru je asfaltirano svega 54% magistralnih pravaca i manje od 3% lokalnih puteva, pri čemu su mnogi u izuzetno lošem stanju (Đukićin Vučković et al., 2017). Ovakva situacija direktno utiče na demografske trendove, podstičući migracije stanovništva ka urbanim centrima u potrazi za boljim uslovima života. Na primeru Golije, analiza plana upravljanja ukazuje na to da infrastrukturna nedostupnost predstavlja jednu od prepreka održivom razvoju i integraciji lokalnog stanovništva (JP „Srbijašume“, 2020; Vojković & Stojanović, 2006). Trnavčević i Bakić (2024) dodatno ukazuju da se demografski resursi Golije iscrpljuju upravo usled saobraćajne izolovanosti, što dodatno komplikuje planiranje prostora i funkcionalnu revitalizaciju ovih oblasti. Slično tome, iako Stara planina poseduje turistički potencijal, nedostatak adekvatnih saobraćajnih rešenja ograničava priliv investicija i usporava razvoj kapaciteta, što rezultira niskom posećenošću i činjenicom da tek 20% smeštajnih objekata posluje tokom cele godine (Đukićin Vučković et al., 2017). Nasuprot tome, na Zlatiboru su ulaganja u modernizaciju magistralnih pravaca dovela do rasta turističkih poseta za 42% u periodu 2010–2020. (Tomjanski, 2023), što jasno pokazuje ulogu infrastrukture u razvoju planinskih područja.

Analiza drumskog sistema u brdsko-planinskim predelima Srbije ukazuje na slabu povezanost, neodržavane deonice i sezonsku nepristupačnost kao glavne prepreke napretku. Modernizacija saobraćajnica, unapređenje održavanja i primena savremenih tehnologija neophodni su za poboljšanje dostupnosti i podsticanje ekonomskog razvoja.

6. Saobraćajna infrastruktura i razvoj turizma u planinskim regijama

Veza između saobraćajne infrastrukture i turizma ima integrativni strukturno-funkcionalni karakter, jer transportna mreža ne samo da omogućava fizičku pristupačnost destinacijama, već i usmerava obrasce prostorne organizacije, ekonomske specijalizacije i društvene interakcije unutar planinskih regija. Kvalitet i dostupnost saobraćajnica utiču na konkurentnost turističkih destinacija, gde funkcionalna i održiva infrastruktura omogućava povećanje broja posetilaca, diverzifikaciju turističkih proizvoda i unapređenje lokalne socioekonomske otpornosti (CEP, 2004; Republika Srbija; 2020). Empirijska poređenja pokazuju da su destinacije kao što su Zlatibor i Kopaonik, zahvaljujući kontinuiranim infrastrukturnim i promotivnim ulaganjima, razvile jasan kompetitivni identitet i postale visokorangirani turistički centri. Suprotno tome, prostori poput Golije i Stare planine i dalje se suočavaju sa ograničenom saobraćajnom dostupnošću, što umanjuje njihovu valorizaciju, turističku cirkulaciju i integraciju u nacionalni turistički sistem (Đorđević, 2014; Tornjanski, 2023).

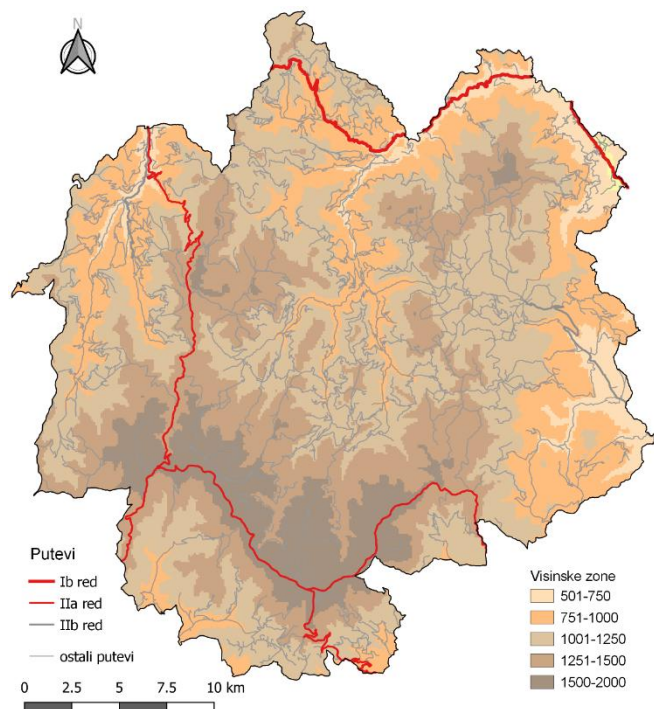
Sezonalnost, kao izazov planinskog turizma, uslovljena je vremenskom i infrastrukturnom nepouzdanosti. Golija beleži oko 100 dana sa snežnim pokrivačem, pri čemu sneg na višim kotama često prelazi 1 m (JP „Srbijašume“, 2020). U naseljima na višim nadmorskim visinama to otežava pristup turističkim lokalitetima i osnovnim uslugama. Za razliku od Golije, Kopaonik ima razvijeniju putnu mrežu i više snežnih dana godišnje, što se ne odražava negativno na turistička kretanja. Nedovoljno održavanje infrastrukture na Goliji često dovodi do sezonske izolacije i smanjenog turističkog prometa. U tom kontekstu, Austrijski model multimodalne pristupačnosti predstavlja primer dobre prakse, gde su strateška ulaganja u železničku infrastrukturu i intermodalna saobraćajna rešenja smanjila zavisnost od drumskog prevoza, omogućivši ravnomerniju posećenost tokom cele godine (Kuščer, Mihalić & Pechlaner, 2017). Ovakav pristup je u skladu sa ciljevima održivog razvoja (Cilj 9 i Cilj 11 UN Agenda 2030), koji podstiču inkluzivnu infrastrukturu i dostupne urbane/turističke prostore. U Srbiji, implementacija intermodalnih saobraćajnih čvorišta, uz unapređenje javnog prevoza i alternativnih, ekološki prihvatljivih rešenja, može doprineti ublažavanju sezonskih pritisaka, smanjenju emisija i povećanju atraktivnosti udaljenih destinacija.

Neophodna je i digitalna transformacija saobraćajnog sektora, uključujući GIS alate, meteorološke senzore, pametne saobraćajne sisteme i interaktivne platforme za informisanje turista, čime bi se unapredio kvalitet usluge i sigurnost putovanja (Junaid, Ferretti & Marinelli, 2025). Inovacije u materijalima za zimsko održavanje (grafitno obogaćeni asfalt, termoaktivni beton, PCM tehnologije) pružaju potencijal za smanjenje troškova i ekoloških negativnosti tradicionalnih metoda, dok istovremeno omogućavaju dugoročnu otpornost putne mreže u planinskim uslovima (Junaid, Ferretti & Marinelli, 2025). Ove tehnologije predstavljaju važnu komponentu klimatski adaptivnih infrastrukturnih strategija, naročito u uslovima rastućih klimatskih ekstrema. Razvoj saobraćajne infrastrukture u funkciji turizma trebalo bi da bude usmeren ka balansiranju dostupnosti i očuvanja, uz poseban fokus na: dugoročno planiranje saobraćajnih sistema, smanjenje sezonske zavisnosti, ekološku otpornost, digitalnu transformaciju i prostornu decentralizaciju turističkih tokova. Ovaj pristup omogućava ne samo povećanje atraktivnosti i dostupnosti planinskih regija, već i strukturnu održivost turizma kao razvojne grane u tim područjima.

7. Putna mreža u Parku prirode Golija

Park prirode Golija, kao jedno od zaštićenih područja u Srbiji, odlikuje se specifičnim geomorfološkim, ekološkim i saobraćajnim karakteristikama. Kao prirodno dobro I kategorije, pod režimom zaštite I, II i III stepena, svaka intervencija u prostoru mora biti usklađena sa ograničenjima koje propisuje Plan upravljanja i relevantni zakoni o zaštiti prirode, što predstavlja dodatni izazov za infrastrukturno planiranje i realizaciju projekata. Funkcionalna saobraćajna povezanost važna je za očuvanje demografske stabilnosti, razvoj turizma i privrednih aktivnosti i obrnuto kvalitet i dostupnost putne mreže direktno određuju funkcionalnost prostora, omogućavajući identifikaciju infrastrukturnih izazova i potencijalnih unapređenja kroz analizu postojećeg stanja.

Saobraćajna infrastruktura Parka prirode Golija karakteriše se razvijenom, ali prostorno neujednačeno raspoređenom mrežom komunikacija (Slika 2). Analiza strukture drumskog sistema (Tabela 3) pokazuje da lokalni i nekategorisani pravci čine dominantan deo ukupne mreže, što može predstavljati ograničavajući faktor za regionalnu povezanost i integraciju sa širim transportnim koridorima (Republika Srbija, 2020). Ukupna dužina drumskih saobraćajnica u okviru Parka iznosi 1.616,47 km (Slika 2, Tabela 3), pri čemu lokalni i nekategorisani pravci učestvuju sa više od 90%. Gustina mreže od 2,13 km/km² omogućava relativno dobru prostornu pokrivenost, ali istovremeno ukazuje na problem kvaliteta i prohodnosti kolovoza, naročito u zimskim uslovima (Đukićin Vučković et al., 2017).



Slika 2. Hipsometrijski razmeštaj putne mreže po kategorijama na području PP Golija

Izvor: European Environment Agency, 2023 - prilagođeno

Uprkos postojanju magistralnih i regionalnih puteva, njihov ukupni udeo u infrastrukturi planinskog područja ostaje nizak, što otežava transportnu integraciju i ekonomski razvoj regiona (Đorđević, 2014). Nedovoljno razvijeni saobraćajni koridori smanjuju dostupnost i povezanost Golije sa urbanim centrima poput Kraljeva, Ivanjice, Raške, Novog Pazara i Sjenice, čime se dodatno usporava turistička valorizacija i otežava distribucija poljoprivrednih proizvoda iz ruralnih delova. Iako postoje magistralni i regionalni pravci koji omogućavaju osnovnu saobraćajnu dostupnost, stanje sekundarne i tercijarne mreže ostaje nepovoljno, što predstavlja ograničavajući faktor za dalji razvoj. Posebno se ističe nizak udeo magistralnih puteva (Ib reda), koji čine samo 26,53 km ili 1,64% ukupne dužine. To znači da Golija zavisi pretežno od lokalnih saobraćajnica, koje su često u lošem stanju i neodgovarajućeg kvaliteta za kontinuirani transport. Saobraćajna mreža ove oblasti se oslanja na regionalne puteve (IIa i IIb reda), čija ukupna dužina iznosi 98,12 km, ali i oni su neravnomerno raspoređeni. Iako postoji neravnomernost distribucije saobraćajnica, gušće naseljeni delovi Golije relativno su dobro povezani, problem postoji sa udaljenijim ruralnim naseljima sa lošijom infrastrukturom, što utiče na demografske i privredne tokove u celom području (Republika Srbija, 2020). Planinske oblasti poput Golije suočavaju se sa specifičnim problemima kada je reč o održavanju saobraćajnica (Mitrović, Petrović i Lazić, 2004). S obzirom na nadmorsku visinu i klimatske uslove, putni pravci ka ovom području često su neprohodni tokom zimskih meseci zbog snežnih nanosa, poledice i odrona.

Studije pokazuju da su održavanje i sanacija saobraćajnica u planinskim predelima Srbije nedovoljno finansirani, što dodatno doprinosi lošem stanju (Đorđević, 2014; Đukićin Vučković et al., 2017). Zbog statusa zaštićenog prirodnog dobra, primena standardnih metoda sanacije mora biti pažljivo planirana kako bi se izbegli negativni uticaji na prirodna staništa i pejzažne karakteristike ovog područja (CEP, 2004; JP „Srbijašume“, 2020). Kombinacija niskih temperatura i geomorfoloških karakteristika Golije povećava učestalost klizišta i erozionih procesa, što zahteva poseban pristup u projektovanju i održavanju saobraćajnih tokova. Visoka vrednost čestine lokalnih i nekategorisanih puteva (1,81 puteva/km²) indikator je decentralizovane saobraćajne mreže, ali i problematične održivosti sistema (Tabela 3). Odsustvo magistralnih i regionalnih saobraćajnica dovodi do toga da su mnogi putevi sezonski neprohodni, što utiče na svakodnevni život lokalnog stanovništva i mogućnosti privrednog razvoja. Saobraćajna dostupnost Golije direktno utiče na demografske trendove i ekonomske aktivnosti ovog područja. Prema istraživanjima, područja sa nerazvijenom putnom infrastrukturom beleže negativne migracione tokove, dok bolja saobraćajna povezanost omogućava stabilizaciju stanovništva i podstiče ekonomske prilike (Tsaurai & Ndou, 2019). Slaba saobraćajna povezanost može biti jedan od faktora depopulacije na ovom području, gde se mlado stanovništvo u većem broju seli ka urbanim centrima u potrazi za boljim životnim uslovima. Nedostatak funkcionalnih saobraćajnica ograničava pristup obrazovnim i zdravstvenim institucijama, dok otežana dostupnost tržišta smanjuje konkurentnost lokalne privrede (Đukićin Vučković et al., 2017). Poređenja radi, Zlatibor, koji ima razvijeniju putnu mrežu i bolju povezanost sa važnijim saobraćajnim koridorima, beleži veći privredni rast i rastući broj stanovnika u poslednjih deset godina (Tornjanski, 2023). Ulaganja u magistralne i regionalne saobraćajnice omogućila su dinamičniji razvoj turizma, dok Golija, sa dominantno lokalnim putevima i dalje zaostaje u privrednom razvoju (Republika Srbija, 2020).

Tabela 3. Struktura i karakteristike putne mreže u PP Golija prema kategorijama puteva

Kategorija	Broj	Dužina (km)	Kategorija (km/km ²)	Broj (broj/km ²)
Ib red	1	26,53	0,035	0,001
IIa red	5	77,19	0,102	0,007
IIb red	2	20,93	0,028	0,003
Ost. put.	1364	1491,82	1,967	1,799
Ukupno	1372	1616,47	2,131	1,809

Izvor: Slika 1, prema: European Environment Agency, 2023

Analiza putne mreže Parka prirode Golija ukazuje na potrebu modernizacije kroz ciljane infrastrukturne projekte, unapređenja zimskog održavanja korišćenjem termoaktivnih materijala i sistema ranog upozoravanja, razvoja javnog prevoza radi bolje povezanosti sa urbanim centrima, kao i primene ekološki održivih rešenja koja smanjuju negativne uticaje na životnu sredinu.

Takođe, povećanje investicija u saobraćajnu infrastrukturu može doprineti stabilizaciji demografske slike, podsticanju turizma i poboljšanju ekonomske konkurentnosti Parka prirode Golija u širem regionalnom kontekstu. Unapređenje saobraćajne infrastrukture u Parku prirode Golija zahteva sveobuhvatan pristup koji integriše infrastrukturne, ekonomske i ekološke faktore.

Modernizacija saobraćajnica predstavlja primarni cilj unapređenja infrastrukture, pri čemu je neophodno fokusirati se na rekonstrukciju magistralnih i regionalnih puteva koji povezuju Goliju sa ekonomskim i administrativnim centrima. Pored poboljšanja kolovozne konstrukcije i otpornosti na atmosferske uticaje, potrebno je optimizovati mrežu saobraćajnica u skladu sa turističkim i privrednim potrebama regije (Mitrović, Petrović i Lazić, 2004).

Poboljšanje sistema održavanja puteva jedan je od uslova za obezbeđivanje njihove dugoročne funkcionalnosti. Međutim, svaka planska aktivnost mora biti usklađena sa režimima zaštite koji se primenjuju na ovom području, što može ograničiti obim, tehnologiju i dinamiku izvođenja radova na infrastrukturi. S obzirom na česte snežne padavine i rizik od odrona, neophodno je unaprediti zimske službe, uvesti inovativne metode zaštite kolovoza i poboljšati sistem nadzora i sanacije kritičnih deonica. Pored toga, stabilizacija klizišta i prevencija erozionih procesa mogu smanjiti troškove održavanja u dugoročnom periodu (Republika Srbija, 2020).

S obzirom na ekološke specifičnosti Golije, održivi razvoj saobraćajne infrastrukture mora biti prioritet u planiranju budućih intervencija. Primena ekološki prilagođenih materijala, implementacija sistema za upravljanje kišnicom i očuvanje prirodnih staništa u okviru saobraćajnih projekata predstavljaju osnovne smernice za smanjenje negativnih posledica infrastrukturnih radova na prirodnu sredinu.

Uspostavljanje integrisanog saobraćajnog sistema može doprineti smanjenju zavisnosti od individualnog automobilskeg saobraćaja. Razvoj intermodalnih transportnih rešenja, unapređenje javnog prevoza i uvođenje sezonskih turističkih linija poboljšali bi dostupnost Golije, istovremeno doprinoseći smanjenju saobraćajnih nezgoda i emisije štetnih gasova.

Uspostavljanjem ovih strateških smernica može se postići balans između infrastrukturnog razvoja, ekonomskog rasta i očuvanja prirodnog ambijenta Golije. Efikasna implementacija ovih mera zahteva koordinaciju između lokalnih i državnih institucija, stabilan sistem finansiranja i dugoročnu viziju održivog razvoja planinskih područja (Republika Srbija, 2020). U kontekstu Parka prirode Golija, to podrazumeva i obaveznu saradnju sa institucijama za zaštitu prirode i primenu posebnih procedura procene uticaja na životnu sredinu (JP „Srbijašume“, 2020)

8. Digitalizacija saobraćajne infrastrukture u planinskim oblastima

U kontekstu savremenih izazova održivog razvoja planinskih područja, digitalne tehnologije se izdvajaju kao sredstvo za unapređenje pristupačnosti, optimizaciju održavanja i smanjenje infrastrukturnih rizika. Integracija geoprostornih baza podataka, senzorskih mreža i prediktivnih modela omogućava efikasnije planiranje, praćenje i upravljanje putnom infrastrukturom, čime se ublažavaju efekti sezonskih uslova i smanjuju troškovi intervencija (Jovanović, 2022). GIS alati omogućavaju višeslojnu analizu saobraćajne mreže, precizno mapiranje putnih pravaca, identifikaciju prioriteta deonica za održavanje i vizuelizaciju rizika (npr. klizišta, erozije, loše prohodnosti) (Jovanović, 2022). Daljinska detekcija putem satelitskih i dron snimaka, u kombinaciji sa digitalnim modelima terena, koristi se za rano otkrivanje promena u mreži puteva, kao i za simulaciju scenarija sezonskih nepogoda (Ponomarev, Zerkal & Samarin, 2017; Rodrigue, 2020). Savremeni sistemi nadzora uključuju automatske senzore koji beleže stanje kolovoza, temperature, vlagu i gustinu saobraćaja, omogućavajući blagovremene intervencije tokom snežnih padavina, odrona ili ledene kiše. Ovakva praksa značajno doprinosi povećanju bezbednosti i dostupnosti udaljenih regija (Ponomarev, Zerkal & Samarin, 2017). U Austriji, na primer, implementirani su sistemi ranog upozoravanja i automatske barijere na rizičnim deonicama planinskih puteva, čime se smanjuje broj nesreća i zastoja (Kuščer, Mihalič & Pechlaner, 2017; Junaid, Ferretti & Marinelli, 2025). Tradicionalni pristupi održavanju zasnovani na periodičnim inspekcijama zamenjuju se digitalnim platformama koje koriste veštačku inteligenciju i mašinsko učenje za predviđanje kvarova i upravljanje resursima. Preventivno održavanje, podržano analizom podataka u realnom vremenu, produžava vek trajanja puteva i smanjuje neplanirane troškove. Iskustva iz Švajcarske i Norveške pokazuju da digitalizacija doprinosi ne samo operativnoj efikasnosti već i očuvanju prirodnog ambijenta, kroz primenu ekoloških standarda u planiranju sanacija. Ove zemlje razvijaju i koriste napredne simulacije saobraćajnih tokova u realnim vremenskim uslovima, što omogućava fleksibilno reagovanje na klimatske i terenske izazove. U poređenju sa navedenim primerima, digitalizacija infrastrukture u Srbiji je još u fazi razvoja, sa potencijalom za značajna poboljšanja u planinskim oblastima. Neophodna su dodatna ulaganja u razvoj baza prostornih podataka, obuku kadrova i uspostavljanje interoperabilnih sistema između javnih preduzeća i lokalnih samouprava (Đukićin Vučković et al., 2017). Uvođenjem digitalnih rešenja u upravljanje infrastrukturom moguće je unaprediti dostupnost ključnih zona, smanjiti sezonske prekidne saobraćaja i povećati otpornost mreže na ekstreme, što čini osnovu dugoročne održivosti putne mreže u planinskim područjima.).

9. Zaključak i preporuke

Analiza saobraćajne infrastrukture u planinskim oblastima, sa fokusom na studiju slučaja Parka prirode Golija, pokazuje da kvalitet i dostupnost putne mreže direktno utiču na demografske, privredne i funkcionalne promene u prostoru. Uprkos postojanju osnovne saobraćajne mreže, udeo neasfaltiranih i sezonski nepristupačnih puteva ostaje visok, posebno u najizolovanijim delovima, što ograničava svakodnevni pristup uslugama, smanjuje privlačnost prostora za stalni boravak i doprinosi depopulaciji. Geomorfološka složenost terena, veliki broj dana sa snežnim pokrivačem (preko 100 godišnje) i visok stepen prirodne zaštite (I–III stepen zaštite na više od 75% teritorije) dodatno komplikuju mogućnosti za klasične intervencije, što zahteva pažljivo planiranje i prilagođena rešenja. Identifikovani su izazovi poput nedostatka magistralne povezanosti, problematične prohodnosti u zimskom periodu i nedovoljno razvijenih javnih oblika prevoza, koji usložnjavaju održiv razvoj ovog prostora. Preporučuje se da budući razvoj saobraćajne infrastrukture u planinskim oblastima kao što je Golija uključi sledeće mere:

- Prioritetna modernizacija puteva koji povezuju naselja sa centralnim zonama i magistralnim pravcima, uz uvažavanje režima zaštite i lokalnih ekoloških uslova;
- Unapređenje sistema održavanja, sa posebnim akcentom na zimski period i sanaciju erozionih zona;
- Uvođenje GIS analiza i digitalnih platformi za upravljanje putnom mrežom, kao alat za identifikaciju kritičnih tačaka i planiranje intervencija;
- Razvoj održivih oblika saobraćaja, uključujući bolje povezane minibus linije i transportne servise za lokalno stanovništvo;
- Usklađivanje budućih investicija sa ekološkim standardima, planovima upravljanja zaštićenim područjima i demografskim prioritetima.

Dalja istraživanja trebalo bi usmeriti na evaluaciju primene digitalnih tehnologija u planinskim oblastima Srbije, kao i na komparativne analize sličnih područja u Evropi, radi identifikacije održivih i prilagodljivih modela razvoja saobraćajne mreže u uslovima ograničenih resursa i prirodnih ograničenja..

Zahvale

Studija je realizovana uz podršku Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije (Ugovor broj 451-03-137/2025-03/200091).

Literatura

- [1] Banister, D.; Berechman, Y. 2001. Transport Investment and the Promotion on Economic Growth. *Journal of Transport Geography*, 9, pp. 209-218. [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(01\)00013-8](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(01)00013-8).
- [2] Bertram, D.; Chilla, T.; Lambrecht, M. 2023. The Alpine settlement system: Capturing relevance beyond size. *Journal of Maps*, 19(1), Article 2164229. <https://doi.org/10.1080/17445647.2022.2164229>.
- [3] CEP (2004). *Prostorni plan područja posebne namene Parka prirode "Golija"*, Strategija zaštite i razvoja, Beograd: Centar za planiranje urbanog razvoja.
- [4] Đorđević, D. S. 2014. *Uloga i značaj planiranja infrastrukture u razvoju planinskog turizma u Srbiji* (Doktorska disertacija). Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet.
- [5] Đukićin Vučković, S.; Đorđević, J.; Milanković Jovanov, J.; Ivanović Bibić, Lj.; Protić, B.; Đorđević, T.; Ivkov, M. 2017. *The development of transport infrastructure and attitudes of the local population: A case study from the Republic of Serbia*. Geografisk Tidsskrift. <https://doi.org/10.1080/00167223.2017.1419369>.
- [6] European Environment Agency. 2023. *Serbia Shapefile*. Retrieved March 10, 2025, from <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-reference-grids-2/gis-files/serbia-shapefile>
- [7] Furlong, K. 2019. Trickle-down debt: Infrastructure, development and financialization, Medellín 1960-2013. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 45(2), 346–360. <https://doi.org/10.1111/tran.12352>
- [8] JP „Putevi Srbije“. 2012. *Priručnik za projektovanje puteva: Planska, tehnička i investiciona dokumentacija (SRDM1-0)*. JP „Putevi Srbije“, Beograd.
- [9] JP „Srbijašume“. (2020). *Plan upravljanja Parkom prirode Golija za period od 2021. do 2030. godine*. Beograd: JP „Srbijašume“, Uprava za zaštitu prirode.
- [10] Junaid, M.; Ferretti, M.; Marinelli, G. 2025. Innovation and sustainable solutions for mobility in rural areas: A comparative analysis of case studies in Europe. *Sustainability*, 17(3), 871. <https://doi.org/10.3390/su17030871>
- [11] Kušćer, K.; Mihalić, T.; Pechlaner, H. 2017. Innovation, sustainable tourism and environments in mountain destination development: A comparative analysis of Austria, Slovenia and Switzerland. *Journal of Sustainable Tourism*, 25(4), 489–504. <https://doi.org/10.1080/09669582.2016.1223086>
- [12] Lakshmanan, T. R. 2011. The broader economic consequences of transport infrastructure investments. *Journal of Transport Geography*, 19, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.01.001>
- [13] Miljanović, D. (2005). Stanje životne sredine na području Parka prirode „Golija“. *Glasnik Srpskog geografskog društva*, 85(1), 45–60.
- [14] Mitrović, S.; Petrović, N.; Lazić, J. 2004. Uloga saobraćajne infrastrukture u procesu razvoja Jugoistočne Evrope – slučaj SCG. *Industrija*, 44, 1–18.
- [15] Ponomarev, A. A.; Zerkal, O. V.; Samarin, E. N. 2017. Protection of the transport infrastructure from influence of landslides by suspension grouting. *Procedia Engineering*, 189, 880–885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.05.137>

- [16] Republički zavoda za statistiku (2014). Popis stanovništva, domaćinstava i stanova 2011. godine u Republici Srbiji, Knjiga 20: *Upporedni pregled broja stanovnika 1948 – 2011*. Beograd: Republički zavod za statistiku.
- [17] Republički zavoda za statistiku (2023). *Popis stanovništva, domaćinstava i stanova 2022. godine u Republici Srbiji*. Republički zavod za statistiku.
- [18] Republika Srbija. (2020). *Prostorni plan Republike Srbije od 2021. do 2035. godine: osnovni konceptualni pristup prostornom razvoju za rani javni uvid*. Republika Srbija, Beograd.
- [19] Rodrigue, J. P.; Comtois, C.; Slack, B. 2020. *The Geography of Transport Systems* (5th ed.). Routledge, pp. 56-89. <https://doi.org/10.4324/9780429346323-2>
- [20] Tornjanski, A. 2023. *Transport management in tourism: The importance of transport infrastructure for the development of tourist destinations in Serbia on the example of the city of Kraljevo and Zlatibor district*. Turističko poslovanje, 31, 19–31. <https://doi.org/10.5937/turpos0-44048>
- [21] Trnavčević, N., & Bakić, D. (2024, January). Demographic resources as potential or limitation for the development of the Stara planina nature park. *Paper presented at the conference Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine*. <https://doi.org/10.5937/LSPUPN24299T>
- [22] Tsaurai, K.; Ndou, A. 2019. Infrastructure, human capital development and economic growth in transitional countries. *Comparative Economic Research Central and Eastern Europe*, 22(1), 33-52. <https://doi.org/10.1111/cer.2019.001>
- [23] Stanković, S. M. (2024). The spatial and functional tourism planning. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 104(1), 1–22.
- [24] Jovanović, D. (2022). GIS analysis of vulnerability from landslides: A case study of Sokobanja municipality. *Proceedings of the Faculty of Geography*, University of Belgrade, 70, 5–21. DOI: 10.5937/zrgfub2270005J
- [25] Vojković, G. & Stojanović, B. (2006). Golija - Razvitak stanovništva i perspektive. *Stanovništvo*, 2, 35-64.

The Role of Transport Infrastructure in the Sustainable Development of Mountain Areas in Serbia – The Case of the Golija Nature Park

Miroљub Milinčić

University of Belgrade – Faculty of Geography,

Dragan Petrović

University of Belgrade – Faculty of Geography,

Uroš Milinčić

Public Enterprise Roads of Serbia,

Ljiljana Mihajlović

University of Belgrade – Faculty of Geography,

Abstract: Spatial and functional transformations are largely conditioned by the state and accessibility of transport infrastructure, as a key factor in the integration of mountain areas into contemporary development and sustainability processes. This study presents an analysis of the impact of the road network on the transformation of these predominantly rural areas, with a focus on their connectivity with urban and tourist centers, as well as the role of infrastructure in responding to social and ecological challenges (case study: Golija Nature Park). Special attention is given to the aspects of road maintenance under extreme climatic conditions (snowfall, rain, low air temperatures, ice, fog), as well as to the occurrence of landslides, rockfalls, and related hazards. Through the use of GIS analysis and spatial data, multi-criteria assessments highlight potential approaches that can enhance infrastructure resilience and functionality within the framework of sustainable development goals. The analysis also explores the direct link between transport network development and changes in population mobility, access to public services, and economic activities. Recommendations include strategies for long-term infrastructure management, with the integration of modern technologies, digitalization, and consideration of the natural-geographical and demographic specificities of mountain regions.

Keywords: transport infrastructure, rural transformation, mountainous areas, natural hazards, sustainable development.