

UDK: 502/504:[004:912]:004]

DOI: 10.5937/LSPUPN24465N

Pregledni naučni rad

PRIMENA GIS-A U ANALIZI LETOVA KOMPANIJE AIR SERBIA IZNAD TERITORIJE SRBIJE U FUNKCIJI ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Ivan Novković¹, Nevena Mandić²

Apstrakt: Iako je nebo iznad teritorije Srbije veoma prometno, kada je vazdušni saobraćaj u pitanju i da zbog toga može postojati značajan uticaj na životnu sredinu i zdravlje stanovništva od strane ovog vida saobraćaja, odnosno saobraćajnih sredstava, ovoj problematici se poklanja relativno malo pažnje, kako na nivou Republike Srbije, tako i na nivou lokalnih samouprava. U ovom radu su, primenom Geografskih informacionih sistema, analizirani letovi nacionalne avio-kompanije Air Serbia iznad teritorije Srbije, realizovani tokom septembra 2023. godine, na osnovu podataka preuzetih sa portala Flightradar24.com. Analiza je izvršena na nivou jedinica lokalne samouprave u Srbiji, kao i za polja dimenzija 10 x 10 kilometara na teritoriji Republike Srbije. Za svaku jedinicu lokalne samouprave i polje dobijeni su podaci o broju letova aviona kompanije Air Serbia iznad njihovih teritorija, kao i podaci o prosečnoj visini, brzini letova, zatim ukupnoj i prosečnoj dužini letova iznad teritorija jedinica lokalne samouprave i prosečnoj dužini letova po jedinici površine jedinica lokalne samouprave. Dobijeni podaci, zajedno sa podacima o letovima ostalih avio-kompanija tokom dužeg vremenskog perioda iznad teritorije Srbije, trebali bi da predstavljaju osnovu za sprovođenje odgovarajućih mera zaštite životne sredine, pre svega u cilju smanjena zagađenja vazduha i nivoa buke, kao i negativnih posledica po zdravlje ljudi.

Ključne reči: Jedinice lokalne samouprave, broj letova, visina leta, brzina leta

THE APPLICATION OF GIS IN THE ANALYSIS OF AIR SERBIA FLIGHTS OVER THE TERRITORY OF SERBIA IN THE FUNCTION OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

Abstract: Although the skies over Serbian territory are heavily used by air traffic, and this type of traffic, i.e. airplanes, can have a significant impact on the environment and the health of the population, relatively little attention is paid to this issue both at the level of the Republic of Serbia and at the level of local self-government units. In this work, using Geographic Information Systems, the flights of the national airline Air Serbia over the territory of Serbia in September 2023 were analyzed based on data downloaded from the Flightradar24.com portal. The analysis was carried out at the level of local self-government units in Serbia and for fields of 10 x 10 kilometers size in the territory of the Republic of Serbia. For each local self-government unit and each field, data on the total number of Air Serbia flights over its territory, as well as data on the average flight altitude, flight speed

¹ Univerzitet u Beogradu – Geografski fakultet, Studentski trg 3/III, Beograd, ivan.novkovic@gef.bg.ac.rs, ORCID: 0000-0002-1706-0451

² Robert Bosch d.o.o., Omladinskih brigada 90E, Beograd, nevenadj89@hotmail.com, ORCID: 0009-0007-9919-3664

over their territories, total and average flight length over the territory of the local self-government units and the average flight length per unit area of the local self-government units were obtained. The data obtained, together with the data on the flights of other airlines over the territory of Serbia over a long period of time, should represent the basis for the implementation of appropriate environmental protection measures, primarily with the aim of reducing air and noise pollution and the negative impact on human health.

Key words: Local self-government units, number of flights, flight altitude, flight speed

UVOD

Saobraćaj ima ogroman značaj u današnjem društvu, omogućava ekonomski razvoj, društvenu povezanost i kulturnu razmenu. Međutim, njegov uticaj na životnu sredinu predstavlja značajan izazov, zahtevajući održivo delovanje radi harmoničnog balansa između društvenog napretka i zaštite životne sredine (Kongbuamai et al., 2023). Saobraćajni sistemi emituju gasove sa efektom staklene bašte, doprinose zagađenju vazduha i remete staništa, naglašavajući hitnost usvajanja održivih alternativa za ublažavanje ovih uticaja na životnu sredinu (Dai et al., 2023). Brzi razvoj vazdušnog saobraćaja u poslednjih 50 godina, posebno u pogledu prevoza putnika, nije prošao nezapaženo u prirodnom okruženju. Studije pokazuju njegove negativne efekte kako lokalno, oko aerodroma, tako i globalno, uzimajući u obzir probleme klimatskih promena i zagađenja vazduha (Wąsowska et al., 2020). Vazdušni saobraćaj utiče na kvalitet, odnosno na zagađenje lokalnog vazduha. Zagađenja ne potiču samo od vazduhoplova već i od indukovano saobraćaja u okolini aerodroma, opreme na zemlji za prihvatanje i otpremu vazduhoplova i ostalih izvora vezanih za funkcionisanje aerodroma. Štetan uticaj emisija na lokalni kvalitet vazduha ima uticaj na zdravlje ljudi, što se odnosi na probleme koji mogu nastati u respiratornom traktu, kao i na kardiovaskularne bolesti (Čokorilo et al., 2010).

Iako je nebo iznad teritorije Srbije veoma prometno, kada je vazdušni saobraćaj u pitanju i da zbog toga može postojati značajan uticaj na životnu sredinu i zdravlje stanovništva od strane ovog vida saobraćaja, odnosno saobraćajnih sredstava, ovoj problematici nije poklonjeno dovoljno pažnje, kako na nivou Republike Srbije, tako i na nivou lokalnih samouprava. Cilj ovog istraživanja je da prikaže mogućnost primene Geografskih informacionih sistema (GIS) u analizi podataka o letovima aviona nacionalne avio-kompanije Air Serbia, kako bi ona predstavljala polaznu osnovu za sprovođenje odgovarajućih mera zaštite životne sredine od negativnih uticaja vazdušnog saobraćaja.

Gotovo da nema sfere života i rada ljudi u kojima se GIS ne primenjuje (Novković, 2022). GIS tehnologija je uvedena kako bi pomogla korisnicima vazdušnog prostora da imaju sveobuhvatnije i intuitivnije razumevanje dostupnosti i distribucije resursa civilnog vazdušnog prostora, olakšava racionalno planiranje i korišćenje resursa civilnog vazdušnog prostora i obezbeđuje nove ideje i metode za naučno i efikasno upravljanje vazdušnim prostorom (Gao et al., 2022). Danas je, potpuno ili delimično, dostupan veliki broj podataka o realizovanim letovima civilnog vazdušnog saobraćaja. Jedan od najpoznatijih i najčešće korišćenih web portala na kojima se mogu dobiti podaci o realizovanim letovima je Flightradar24.com. Osim podataka u realnom vremenu o letovima koji se realizuju, na ovom portalu su, uz odgovarajuću naknadu, za preuzimanje dostupni i podaci o prethodnim letovima gotovo svih kompanija koje obavljaju civilni vazdušni saobraćaj u periodu od godinu dana.

MATERIJAL I METODOLOGIJA

Za potrebe izrade rada preuzeti su, obrađeni i analizirani podaci sa portala Flightradar24.com i to, podaci za letove mlaznih aviona koji su u septembru 2023. godine leteli u okviru nacionalne avio-kompanije Air Serbia, kao i kompanija Marathon Airlines i Getjet Airlines, koje su izvodile letove za nacionalnu avio-kompaniju. Letovi dvomotornih turbopropelernih aviona tipa ATR 72, koji saobraćaju u okviru kompanije Air Serbia, za pomenuti vremenski period zbog poteškoća u preuzimanju podataka nisu uzeti u obzir. Septembar je izabran jer je to mesec kada jenjava letnja turistička sezona, ali je broj letova i dalje izuzetno velik. Podaci su bili dostupni za preuzimanje u dva oblika, kao linije koje predstavljaju putanje letova aviona u Keyhole Markup Language (KML) formatu i kao tabelarni podaci u Comma-separated values (CSV) formatu. Tabelarni podaci su sadržali vremensku odrednicu, pozivni znak aviona, koordinate u WGS84 projekciji, visinu u stopama, brzinu u čvorovima i azimut leta u stepenima za određene tačke na putanji leta svakog aviona.

Kako bi sa pomenutim tabelarnim podacima bilo moguće izvršiti geoprostornu analizu, putem programskog jezika R, odnosno softvera R Studio, obrađeni su tako da je koordinatama dodeljena odgovarajuća kartografska projekcija. Takođe, visina u stopama je prekalkulisana u metre, a brzina u kilometre na čas. Obrađeni podaci su potom izvezeni u geoprostorni format Shapefile (SHP). Programski jezik R pruža adekvatno okruženje za analizu i manipulaciju prostornim podacima (Brundson & Comber, 2015).

Obrada i analiza geoprostornih podataka o letovima izvršena je putem softvera QGIS. Analiza je izvršena na nivou jedinica lokalne samouprave Srbije, kao i za polja dimenzija 10 x 10 kilometara na teritoriji Republike Srbije. Za geoprostorne podatke u vidu linija, koji predstavljaju putanje letova aviona, izvršen je prostorni presek sa poligonima koji predstavljaju teritorije jedinica lokalne samouprave, kao i kvadratnim poljima dimenzija 10 x 10 kilometara. Na taj način, dobijen je podatak o broju letova koje je kompanija Air Serbia u septembru 2023. godine izvršila iznad svake pomenute prostorne jedinice. Daljom analizom na nivou jedinica lokalne samouprave Srbije, dobijeni su podaci o ukupnoj dužini u kilometrima letova nacionalne avio-kompanije za istraživani period, kao i o dužini letova po površini jedinice lokalne samouprave u kilometrima po kilometru kvadratnom. Analizom geoprostornih podataka, dobijenih ranije pomenutom obradom preuzetih tabelarnih podataka, za svaku jedinicu lokalne samouprave i polje dimenzija 10 x 10 kilometara, dobijeni su podaci o prosečnoj visini letova u metrima i brzini letova u kilometrima na čas.

REZULTATI I DISKUSIJA

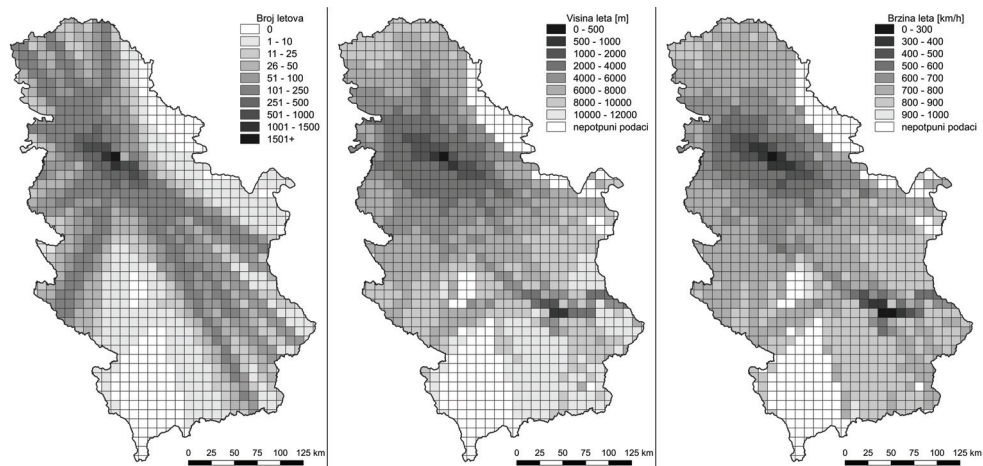
Tokom septembra 2023. godine mlazni avioni nacionalne avio-kompanije Air Serbia i kompanija čiji su avioni leteli u okviru Air Serbia, izvršili su ukupno 2.312 letova iznad teritorije Srbije, odnosno nešto više od 77 letova prosečno po danu. Letelo je ukupno 18 mlaznih aviona i to, deset aviona tipa Airbus A319, četiri aviona tipa Airbus A320, od čega je jedan avio-kompanije Getjet Airlines, zatim dva aviona tipa Airbus A330, jedan avion tipa Embraer E190 i jedan avion tipa Embraer E195. Avioni proizvođača Embraer pripadali su avio-kompaniji Marathon Airlines. Avioni tipa Airbus A319 su ostvarili ukupno 1.437 letova iznad teritorije Srbije tokom septembra 2023. godine, avioni tipa Airbus A320 ukupno 488 letova, avioni tipa Airbus A330 ukupno 81 let, avion tipa Embraer E190 ukupno 162 leta i avion tipa Embraer E195 ukupno 144 leta (Tabela 1). Letovi iz Srbije su u najvećem broju slučajeva za odredište imali aerodrome evropskih država, kao i mediteranskih država Azije i Afrike. Izuzetak su avioni tipa Airbus 330, koji su saobraćali do i od Sjedinjenih Američkih Država i Narodne Republike Kine, uključujući i povratni let do Filipina, kojim se košarkaška reprezentacija Srbije vratila sa Svetskog prvenstva.

Tabela 1: Letovi mlaznih aviona avio-kompanije Air Serbia iznad teritorije Srbije u septembru 2023. godine

Tip aviona	Oznaka aviona	Broj letova	Tip aviona	Oznaka aviona	Broj letova
Airbus A319	YU-APA	153	Airbus A320	LY-WIL	23
	YU-APB	116		YU-APH	139
	YU-APC	146		YU-APO	170
	YU-APD	157		YU-APS	156
	YU-APE	168	Airbus A330	YU-ARB	46
	YU-APF	146		YU-ARC	35
	YU-APK	162	Embraer E190	SX-PTM	162
	YU-APL	89	Embraer E195	SX-RMA	144
	YU-APM	160			
	YU-APN	140			

Kada se posmatra broj letova iznad polja dimenzija 10 x 10 kilometara, najveći broj letova u septembru 2023. godine, ukupno 2.244, očekivano je imalo polje na kome se nalazi aerodrom „Nikola Tesla“, dok su njemu susedna polja koja se nalaze u produžetku piste aerodroma imala 1.151 i 1.101 let. Veći broj letova, od 500 do 1.000, takođe imala su polja koja se nalaze u produžetku piste (Slika 1). S obzirom da je u septembru 2023. godine znatno manje letova nego aerodrom „Nikola Tesla“ kao početnu ili završnu destinaciju imao aerodrom „Konstantin Veliki“, polja na kojima se nalazi taj aerodrom imala su 166, odnosno 132 leta. Treba napomenuti da je jedan deo letova iznad polja na kojima se nalaze dva pomenuta aerodroma realizovan, a da avioni nisu sletali ili poletali sa njih, već su proletali iznad, na svom letu prema ili od drugog aerodroma. Iznad 150 od 1.004 polja nije bilo letova. Većina takvih polja pripada teritoriji AP Kosovo i Metohija, čije nebo avioni nacionalne avio-kompanije retko koriste. Takođe, iznad određenog broja polja u dolini Ibra, između Bogutovca i Baljevca, nije bilo letova, kao ni iznad većeg broja polja koji se nalaze na teritoriji Banata, uz granicu sa Rumunijom, što je mahom posledica zatvaranja neba iznad Ukrajine za civilni vazdušni saobraćaj.

Minimalna prosečna visina leta, 143 metra, takođe je zabeležena iznad polja na kome se nalazi aerodrom „Nikola Tesla“, dok je iznad polja na kojima se nalazi aerodrom „Konstantin Veliki“ prosečna visina leta bila 519 i 587 m. Kod četiri polja srednja visina letova bila je iznad 11.000 m. Prostorni raspored srednje brzine letova sličan je rasporedu visine (Slika 1). Tri polja kojima pripadaju dva međunarodna aerodroma imala su najmanju prosečnu brzinu kretanja aviona (računa se i brzina kretanja aviona na pisti) i ona je kod njih iznosila između 100 i 200 km/h. Srednju brzinu letova od preko 900 km/h imalo je 7 polja. Za određeni broj polja, tačnije 39, nije izračunata prosečna visina i brzina letova, jer nije bilo tačaka sa tim podacima koje su podudarne sa njihovim teritorijama.Takva polja, kao i iznad kojih nije bilo letova, klasifikovana su kao polja sa nepotpunim podacima.

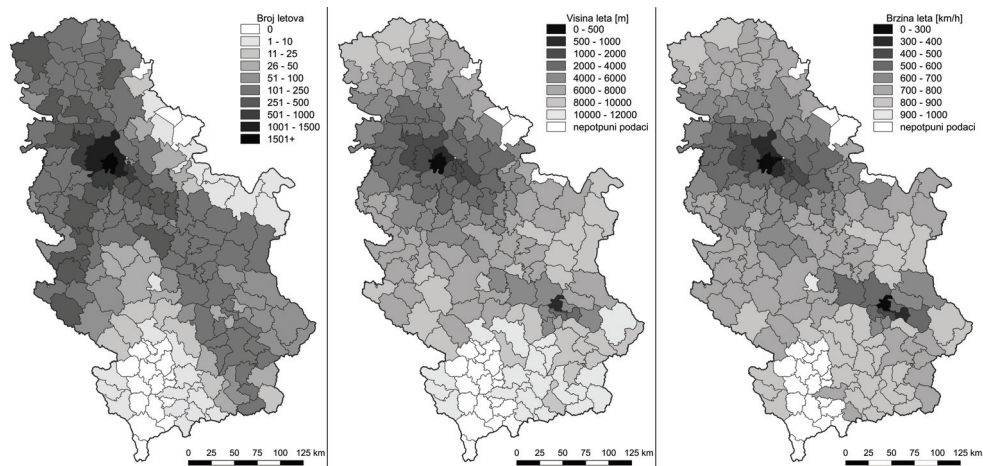


Slika 1: Broj, prosečna visina i prosečna brzina letova mlaznih aviona avio-kompanije Air Serbia u septembru 2023. godine iznad polja dimenzija 10 x 10 km

Kada su upitanju jedinice lokalne samouprave Srbije, najveći broj letova bio je iznad opštine Surčin i to 2.215 letova, zbog aerodroma „Nikola Tesla“ koji se nalazi na njenoj teritoriji. Iznad Niške opštine Crveni Krst, na čijoj se teritoriji nalazi aerodrom „Konstantin Veliki“ u septembru 2023. godine realizovano je 184 letova nacionalne avio-kompanije. Jedinice lokalne samouprave koje su susedne ili bliske opštini Surčin, a koje se nalaze na pravcima glavnih koridora za sletanje na i poletanje sa aerodroma „Nikola Tesla“, Novi Beograd, Zemun, Stara Pazova, Pećinci i Čukarica, imali su između 1.000 i 1.200 letova iznad svojih teritorija. Zanimljivo je da i pored blizine aerodromu, iznad GO Stari Grad nije bilo letova nacionalne avio-kompanije u septembru 2023. godine, najviše zbog male površine opštine i nepodudarnosti položaja sa pravcima sletanja i poletanja. Osim pomenute opštine, još 19 jedinica lokalne samouprave, od kojih su 16 sa teritorije AP Kosovo i Metohija i 3 iz Banata, nisu imale letove iznad svojih teritorija (Slika 2). Manji broj letova, do 10, imale su i ostale jedinice lokalne samouprave sa Kosova i Metohije, kao i većina pograničnih sa Rumunijom. Preko 250 letova iznad svojih teritorija imale su jedinice lokalnih samouprave koje se nalaze na pravcu leta ka aerodromima Crne Gore, ka kojima postoji veliki broj letova kompanije Air Serbia, naročito u letnjoj sezoni, a i prema destinacijama ka jugoistoku, odnosno aerodromima Grčke, Turske i drugih destinacija na tom delu Mediterana. Veći broj letova je bio i iznad jedinica lokalne samouprave na severozapadu Srbije, jer tokom cele godine postoji veliki broj letova ka severu i zapadu Evrope.

Najmanja prosečna visina leta u septembru 2023. godine bila je iznad opštine Surčin, a iznosila je 288 metara, zatim iznad Novog Beograda (588 m) i Crvenog Krsta (609 m). Manja prosečna visina leta, ispod 2000 m, bila je i iznad jedinica lokalne samouprave koje se nalaze u produžetku pravca piste aerodroma „Nikola Tesla“, kao i kod opštine Medijana, koja je u pravcu najvećeg broja letova koji sleću ili poleću sa aerodroma „Konstantin Veliki“. Najveću prosečnu visinu letova imale su jedinice lokalne samouprave AP Kosovo i Metohija, preko kojih je vršeno preletanje aviona nacionalne avio-kompanije, kao i određenih jedinica lokalne samouprave sa juga Srbije. Iznad teritorije opštine Novo Brdo avioni su leteli na prosečnoj visini od 10.873 m, uz napomenu da su obavljena samo 3 leta. Prostorni raspored prosečne brzine letova za jedinice lokalne samouprave sličan je rasporedu prosečne visine letova (Slika 2). Najmanja je bila kod opština Surčin (148 km/h) i Crveni Krst (160 km/h). Najveća brzina je zabeležena u slučaju opštine Vrnjačka Banja (913 km/h), ali su iznad njene teritorije u septembru realizovana samo dva leta nacionalne avio-kompanije. Kod jedinica lokalne samouprave kod kojih je realizovano preko 100 letova, najveću prosečnu brzinu letova imala je opština Boljevac, sa 845 km/h.

Primena GIS-a u analizi letova kompanije Air Serbia iznad teritorije Srbije u funkciji zaštite životne sredine



Slika 2: Broj, prosečna visina i prosečna brzina letova mlaznih aviona avio-kompanije Air Serbia u septembru 2023. godine iznad jedinica lokalne samouprave Srbije

Kada je u pitanu ukupna dužina letova u septembru 2023. godine iznad jedinica lokalnih samouprava, najveća je bila iznad opštine Surčin, čak 22.409 km. Tako je iznad Surčina, samo tokom jednog meseca, ukupna dužina svih realizovanih letova kompanije Air Serbia bila veća od polovine obima naše planete, što pokazuje učestalost i intenzitet ovog vida saobraćaja. Opštine Pećinci, Ruma i Stara Pazova imale su preko 11.000 km letova iznad svojih teritorija. Ukupna dužina svih letova avio-kompanije Air Serbia u septembru 2023. godine iznad teritorije Srbije iznosila je 441.273 km. Interesantan pokazatelj je i ukupna dužina letova po jedinici površine, jer se jedinice lokalne samouprave značajno razlikuju po površini svojih teritorija. Prema vrednosti tog parametra za septembar 2023. godine, na prvom mestu je bila GO Novi Beograd, sa 107 km/km², zbog velikog broja letova iznad njene teritorije, a male ukupne površine. Opština Surčin je bila na drugom mestu sa 78 km/km², dok su GO Rakovica, Čukarica i Voždovac imale preko 50 km/km².

Radi sagledavanja ukupnog uticaja vazdušnog saobraćaja na životnu sredinu Srbije i zdravlje ljudi, neophodno je da se analiziraju svi letovi iznad njene teritorije i to u dužem vremenskom periodu. U ovom radu analizirani su letovi samo nacionalne avio-kompanije i to samo za jedan mesec jedne godine. Potrebno je da se sagledaju svi letovi svih avio-kompanija koji za odredište ili polaznu tačku imaju međunarodne aerodrome u Srbiji, da se uzmu u obzir svi preleti iznad teritorije Srbije, koji su još veće učestalosti od onih koji sleću na ili poleću sa aerodroma u Srbiji, ali i da se sagledaju svi ostali letovi civilnog i vojnog vazduhoplovstva. Podaci do kojih se došlo u ovom radu, iako su služili samo kao demonstracija primene GIS-a u oblasti vazdušnog saobraćaja, mogu poslužiti kao polazna osnova za dalja istraživanja, koja bi za cilj imala sprovođenje odgovarajućih mera zaštite životne sredine, pre svega u cilju smanjenja zagađenja vazduha i nivoa buke, kao i negativnih posledica po zdravlje ljudi. U jedinicama lokalne samouprave kod kojih je utvrđen veliki broj letova, naročito ako su manje visine i brzine leta, potrebno je unaprediti monitoring kvaliteta vazduha. Na osnovu podataka o broju, visini i brzini letova za svaki tip aviona, moguće je proračunati potrošnju goriva, očekivanu emisiju zagađujućih materija i nivo buke.

U okviru Akcionog plana Republike Srbije za smanjenje emisije ugljen-dioksida iz vazduhoplova koji je izdao Direktor civilnog vazduhoplovstva Republike Srbije 2021. godine, definisan je set mera koje država i Air Serbia implementiraju u cilju efikasnije potrošnje energije i smanjenja uticaja na životnu sredinu. Neke od mera su uštede goriva

kroz operativne aktivnosti pilota, efikasnija težina vazduhoplova implementacijom tanjih sedišta ili redukcijom papira u vazduhoplovima, redovno održavanje i pranje motora čime se povećava njihova efikasnost, kasnije uključivanje jednog motora prilikom poletanja, odnosno, isključivanje jednog motora pri sletanju a tokom kretanja vazduhoplova po pisti i drugo. Implementacijom navedenih mera procenjeno je godišnje smanjenje emisije CO₂ u Srbiji za 13.960 tona (Civil Aviation Directorate of the Republic of Serbia, 2021). Međutim, prilikom definisanja mera za smanjenje uticaja na životnu sredinu neophodno je staviti poseban akcenat na prioritetne jedinice lokalne samouprave iznad kojih se vrši najviše preleta u toku godine, te samim tim kreirati monitoring planove tih opština u cilju smanjenja negativnog uticaja na životnu sredinu i lokalnu zajednicu.

ZAKLJUČAK

Kada se uzme u obzir veliki broj letova civilnog vazduhoplovstva koji se realizuju iznad teritorije Srbije i relativno velikog broja putnika, srazmerno ekonomskoj moći i broju stanovnika, koji poleću sa ili sleću na međunarodne aerodrome na teritoriji Republike Srbije, nameće se zaključak da ovaj vid saobraćaja ima značajan uticaj na stanje životne sredine i zdravlje stanovništva. Međutim, ovoj problematici do sada nije poklonjeno dovoljno pažnje, ni na državnom nivou, kao ni na nivou jedinica lokalne samouprave. U ovoj studiji, uz pomoć Geografskih informacionih sistema, analizirani su samo letovi mlaznih aviona nacionalne avio-kompanije Air Serbia u septembru 2023. godine. Dobijeni su podaci o broju, prosečnim visinama, prosečnim brzinama, ukupnim dužinama letova, kao i o dužinama letova po površinama jedinica lokalne samouprave Srbije. Sveobuhvatne analize ovog tipa, za sve letove iznad teritorije Srbije i njenih jedinica lokalne samouprave u dužem vremenskom periodu i po tipovima aviona, bile bi od velike važnosti za sprovođenje odgovarajućih mera zaštite životne sredine i smanjenja negativnog uticaja vazdušnog saobraćaja na zdravlje ljudi.

LITERATURA

- Kongbuamai, N., Hashemizadeh, A., Cheung, V., Bui, D.H. (2023). Exposing the environmental impacts of air transportation on the ecological system: empirical evidence from APEC countries. *Helyon*, 9 (9), e19835.
- Dai, J., Alvardo, R., Ali, S., Ahmed, Z., Meo M.S. (2023). Transport infrastructure, economic growth, and transport CO₂ emissions nexus: Does green energy consumption in the transport sector matter? *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 40094-40106.
- Wąsowska, K., Wincewicz-Bosy, M., Dymyt, M. (2020). Environmental Impact of Air Transport. *European Research Studies Journal*, 23 (4), 890-901.
- Čokorilo, O., Gvozdenović, S., Miroslavljević, P., Vasov, Lj. (2010). Uticaj emisije štetnih gasova vazduhoplova na životnu sredinu. *Journal of Applied Engineering Science*, 8 (3), 123-138.
- Novković, I. (2022). GIS analiza – praktikum. Beograd: Univerzitet u Beogradu – Geografski Fakultet.
- Gao, Q., Hu, M., Yang, L., Zhao, Z. (2022). GIS-Based Spatial Patterns Analysis of Airspace Resource Availability in China. *Aerospace*, 9, 763.
- Flightradar24. Pristupljeno 12. maja 2024. na: <https://www.flightradar24.com/>
- Brundson, C. & Comber, L. (2015). *An Introduction to R for Spatial Analysis & Mapping*. London: SAGE Publications Ltd.
- Civil Aviation Directorate of the Republic of Serbia (2021). ICAO State Action plan of the Republic of Serbia on reducing CO₂ emissions from aviation. Belgrade: Civil Aviation Directorate of the Republic of Serbia.