

UNIVERZITET U BEOGRADU
SAOBRAĆAJNI FAKULTET
Vojvode Stepe 305, Beograd

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

**PREDMET: Ocena naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije kandidatkinje
Milice Milovanović, master inž. saobraćaja**

Odlukom Nastavno-naučnog veća Saobraćajnog fakulteta br. 50/1 od 14.1.2026. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije kandidatkinje Milice Milovanović, master inž. saobraćaja pod nazivom **"METODOLOGIJA OPTIMIZACIJE ULAGANJA U BEZBEDNOST BAZIRANA NA INDIKATORIMA STATISTIČKE VREDNOSTI LJUDSKOG ŽIVOTA U OPERACIJAMA VAZDUHOPLOVA"**.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, u skladu sa Pravilnikom o doktorskim studijama na Univerzitetu u Beogradu, Komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. PODACI O KANDIDATU

1.1. Biografski podaci

Milica Milovanović je rođena 19.12.1998. godine u Aranđelovcu, Srbija. Osnovnu školu „Sestre Radović” završila je sa odličnim uspehom 2013. godine u Belosavcima, Topola. Srednju školu „Kralj Petar I”, gimnaziju – smer opšti tip, u Topoli završila je 2017. godine kao nosilac diplome „Vuk Karadžić”. Tokom celokupnog srednjoškolskog obrazovanja bila je dobitnica stipendije koju dodeljuje Ministarstvo prosvete Republike Srbije kao priznanje za izuzetan uspeh.

Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, osnovne akademske studije, prvog stepena, obima 240 ESPB upisala je školske 2017/2018. godine, a diplomirala dana 08.07.2021. godine na modulu za vazdušni saobraćaj i transport sa temom završnog rada „Analiza udesa vazduhoplova u poletanju primenom Reason modela” i ocenom 10, pod mentorstvom prof. dr Olje Čokorilo. Prosečna ocena u toku osnovnih studija je bila 8,58 (osam i 58/100). Tokom osnovnih akademskih studija bila je dobitnica stipendije Opštine Topola (2017/2018, 2018/2019, 2019/2020, 2020/2021) dodeljene na osnovu ostvarenog izuzetnog uspeha. Master akademske studije, drugog stepena, na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu, obima 60 ESPB, modul za vazdušni saobraćaj i transport, upisala je školske 2021/2022. godine i završila dana 31.05.2022. godine odbranivši master rad na temu „Analiza uticaja atmosferskih električnih pražnjenja na bezbednost letenja” sa ocenom 10, pod mentorstvom prof. dr Olje Čokorilo. Prosečna ocena u toku studija je bila 9,25 (devet i

25/100). Tokom master akademskih studija bila je dobitnica stipendije Opštine Topola (2021/2022) dodeljene na osnovu izuzetnog ostvarenog uspeha. Doktorske akademske studije, trećeg stepena, na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu, obima 180 ESPB, na studijskom programu Saobraćaj upisala je školske 2022/2023. godine.

Od juna 2022. godine do decembra 2025. godine bila je zaposlena u Vazduhoplovnoj akademiji u Beogradu na poziciji nastavnika predmetne nastave saobraćajne grupe predmeta – vazdušni saobraćaj. Pohađala je više stručnih radionica na temu bezbednosti u vazduhoplovstvu: Where Human Factors and Autonomy Collide: Challenges and Opportunities in Advanced Aviation; Global Action Plan for the Prevention of Runway Incursions (GAPRI); Safety Leadership: Turning Principles Into Action; The 2025 aviation year in numbers and what to expect for 2026.

1.2. Stečeno naučno-istraživačko iskustvo

Kandidatkinja je doktorske akademske studije na Univerzitetu u Beogradu - Saobraćajnom fakultetu upisala u oktobru 2022. godine.

Predala je i izložila godišnji rad i položila sve ispite na doktorskim akademskim studijama sa prosečnom ocenom 10,00 (deset) i ostvarila ukupno 100 (sto) ESPB bodova.

Na Univerzitetu u Beogradu - Saobraćajnom fakultetu, kandidatkinja je položila sledeće ispite:

- Karakteristike bezbednosti transportnih sredstava – prof. dr Ivan Ivković;
- Fizičke osnove savremenih tehnologija u saobraćajnom inženjerstvu – prof. dr Olivera Šašić;
- Transportna ekonomika – prof. dr Jelica Petrović-Vujačić;
- Savremene fizičke metode za kontrolu i detekciju zagađenja čovekove okoline za saobraćajne inženjere – prof. dr Olivera Šašić;
- Intermodalni transport i logistički centri – prof. dr Snežana Tadić;
- Vazduhoplovna prevozna sredstva – prof. dr Olja Čokorilo;
- Upravljanje bezbednošću vazduhoplova – prof. dr Olja Čokorilo;
- Optimizacija performansi transportnih vazduhoplova – prof. dr Petar Miroslavljević;
- Efektivnost transportnih vazduhoplova – prof. dr Ljubiša Vasov.

Kandidatkinja je dana 9.12.2026. godine podnela Prijavu teme doktorske disertacije pod radnim nazivom "Metodologija optimizacije ulaganja u bezbednost bazirana na indikatorima statističke vrednosti ljudskog života u operacijama vazduhoplova". Uspešno je odbranila predlog istraživanja u okviru doktorske disertacije dana 9.2.2026. godine i time ostvarila 20 ESPB bodova.

1.3. Spisak objavljenih i saopštenih radova

Kandidatkinja je koautor sledećih radova:

Radovi objavljeni u celini u međunarodnom časopisu:

Tadić, S., Krstić, M., Veljović, M., Čokorilo, O., **Milovanović, M.** 2024. Risk Analysis of the Use of Drones in City Logistics, *Mathematics* 12(8): 1250. <https://doi.org/10.3390/math12081250> (M21a)

Milovanović, M.; Čokorilo, O.; Ivković, I.; Vasov, Lj.; Stojiljković, B. 2024. The value of statistical life in air and road transport, *Aircraft Engineering and Aerospace Technology* 96(10): 1287-1294 <https://doi.org/10.1108/AEAT-01-2024-0019> (M23)

Tadić, S., **Milovanović, M.**, Krstić, M., Čokorilo, O. 2025. Selection of Safety Measures in Aircraft Operations: A Hybrid Grey Delphi–AHP–ADAM MCDM Model, *Eng* 6 (11): 295. <https://doi.org/10.3390/eng6110295> (M21)

Radovi objavljeni u celini u domaćem časopisu:

Milovanović, M., Čokorilo, O., Čokorilo, S. 2020. Analysis of the Impact of Lightning Strikes on Flight Safety, *International Journal for Traffic and Transport Engineering* 12(3): 352-360. doi: 10.7708/ijtte.2022.12(3).05 (M51)

Milovanović, M., Petrović Vujačić, J., Čokorilo, O., Vasov, Lj., Miroslavljević, P., Stojiljković, B., Marina, M. 2025. Analiza statističke vrednosti ljudskog života u saobraćajnim udesima sa aspekta vrednovanja investicija, *TEHNIKA – Menadžment*, 75(2): 223-230 (M51)

Radovi saopšteni i objavljeni u celini u zborniku radova međunarodnog naučnog skupa:

Marina, M., Čokorilo, O., Miroslavljević, P., Vasov, Lj., Stojiljković, B., **Milovanović, M.** 2024. Analysis of the Impact of UAV Collision on a Commercial Aircraft. In *Proceedings of the 6th International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA2024)*, November 13-15, 2024, Lipetsk, Russia. 6 p. (M33)

Milovanović, M., Tadić, S., Krstić, M., Čokorilo, O. 2025. Selection of Safety Measures in Aircraft Operations by applying a hibrid MCDM model. In *Proceedings of the 6th International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA2025)*, November 12-14, 2025, Lipetsk, Russia. 6 p. (M33)

1.4. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu priloženih dokumenata i odbrane pristupnog rada, Komisija je stekla uvid u sposobnosti kandidata za naučno-istraživački rad i njene kapacitete da tokom izrade doktorske disertacije ostvari rezultate koji će biti od značaja za međunarodnu vazduhoplovnu zajednicu. Rezultati dosadašnjih istraživanja su u uskoj vezi sa predloženom temom istraživanja u okviru doktorske disertacije. Položeni ispiti, stručna usavršavanja, diskusije u okviru međunarodnih konferencija i dr. pružaju odličnu osnovu kandidatkinji za dalji rad na istraživanju u okviru predložene teme doktorske disertacije. Objavljeni rezultati tokom doktorskih studija pokazuju da kandidatkinja izuzetno dobro poznaje problematiku evaluacije statističke vrednosti ljudskog života u operacijama bespilotnih vazduhoplova, odnosno u slučajevima nezgoda i udesa vazduhoplova.

Na osnovu svega napred navedenog, prikaza rezultata dosadašnjeg rada i ostvarenog iskustva, stav Komisije je da je kandidatkinja dobro pripremljena i da je podobna za rad na disertaciji koju predlaže.

2. PREDMET I NAUČNI CILJ RADA

2.1. Predmet i cilj istraživanja

Predmet istraživanja obuhvata metodologiju optimizacije ulaganja u bezbednost baziranu na indikatorima statističke vrednosti ljudskog života u operacijama vazduhoplova, koja povezuje procese identifikacije hazarda, analize rizika, vrednovanja bezbednosnih mera i ekonomske analize. Istraživanje se fokusira na razumevanje načina na koji hazardi nastaju, manifestuju se i utiču na nivo bezbednosti, kao i na procenu verovatnoće njihovog pojavljivanja i potencijalnih posledica po ljude, imovinu i funkcionisanje vazduhoplovnog sistema. Ključni deo predmeta istraživanja predstavlja integracija ekonomskih kriterijuma, pre svega cost–benefit analize i koncepta statističke vrednosti ljudskog života, u proces donošenja odluka o prioritarnim merama bezbednosti.

U okviru predmeta istraživanja razmatraju se i mogućnosti primene višekriterijumskih metoda odlučivanja – posebno Fuzzy FARE, Delphi, AHP (eng. *Analytic Hierarchy Procces*), ADAM (eng. *Assessment and Decision Analysis Method*) i njihove hibridne kombinacije – u procesu rangiranja hazarda i bezbednosnih mera, a sve u svrhu optimizacije ulaganja u bezbednost. Time se omogućava balansiranje potreba regulatornih tela, aviokompanija i korisnika vazdušnog saobraćaja u kontekstu ograničenih resursa i zahtevanog nivoa bezbednosti. Celokupni predmet istraživanja usmeren je na unapređenje transparentnosti, racionalnosti i efikasnosti procesa donošenja odluka u oblasti bezbednosti vazdušnog saobraćaja kroz razvoj metodologije koja omogućava jasno sagledavanje hazarda, objektivnu procenu rizika i dosledno vrednovanje mera bezbednosti. Time se obezbeđuje pouzdana osnova za izbor investicija koje zaista doprinose smanjenju rizika, uz optimalno korišćenje resursa i minimalizovanje subjektivnosti u proceni.

Opšti cilj istraživanja jeste razvoj i potvrda funkcionalnosti razvijene metodologije koja omogućava racionalno, dosledno i transparentno donošenje odluka o ulaganju u bezbednost vazdušnog saobraćaja kroz implementaciju mera bezbednosti. Cilj je da se kroz kombinovanje postupaka identifikacije hazarda, analize rizika, višekriterijumskog odlučivanja i ekonomskog vrednovanja obezbedi sveobuhvatan okvir koji omogućava utvrđivanje prioriteta u unapređenju bezbednosti, uz istovremenu optimizaciju korišćenja raspoloživih resursa. Metodologija je osmišljena tako da integriše statističku vrednost ljudskog života i troškove implementacije mera, čime se omogućava procena isplativosti pojedinačnih i kombinovanih bezbednosnih rešenja. Time se doprinosi donošenju proaktivnih odluka zasnovanih na podacima, a ne samo na subjektivnim procenama stručnjaka, i obezbeđuje bolja kontrola rizika u kompleksnim operativnim uslovima savremenog vazduhoplovstva.

U skladu sa opštim ciljem, planiraju se sledeći specifični ciljevi istraživanja:

- Razviti metodološki okvir za identifikaciju, analizu i dokumentovanje hazarda. Ovaj cilj obuhvata definisanje postupaka za prepoznavanje potencijalnih izvora opasnosti, analizu njihovih uzroka, procenu njihovih posledica i sistematizaciju informacija u obliku biblioteke bezbednosti (eng. *Safety Library*), čime se obezbeđuje kontinuiran proces upravljanja hazardima.

- Odrediti nivo (indeks) bezbednosnog rizika na osnovu verovatnoće pojave i ozbiljnosti posledica bezbednosnog rizika.
- Identifikovati i analizirati mere bezbednosti koje mogu ublažiti ili eliminisati rizike. Ovaj cilj podrazumeva definisanje skupa mogućih intervencija, tehničkih, organizacionih i proceduralnih mera koje različiti vazduhoplovni subjekti mogu primeniti radi smanjenja rizika.
- Razviti hibridne modele višekriterijumskog odlučivanja za rangiranje hazarda i mera bezbednosti. Cilj je da se na primeru vazduhoplovnih operacija kombinuju prednosti fuzzy, grey i klasičnih MCDM metoda (FARE, Delphi, AHP, ADAM), kako bi se obezbedilo pouzdano određivanje prioriteta u uslovima neizvesnosti i različitih interesnih perspektiva. Za razvijenu metodologiju biće razvijen fuzzy FARE – ADAM model, dok će za selekciju mera bezbednosti za opšte hazarde biti razvijen Delphi – AHP – ADAM model.
- Integrisati ekonomske parametre u ocenu bezbednosnih mera. Ovaj cilj obuhvata uključivanje troškova narednog udesa (akcenat na VOSL) i troškova implementacije mera u ukupnu evaluaciju njihove isplativosti, zasnivajući odluke na cost–benefit analizi.
- Razviti sveobuhvatan model za procenu opravdanosti investicija u bezbednost. Cilj je povezati rezultate procene rizika i višekriterijumskog rangiranja sa ekonomskim indikatorima kako bi se obezbedila objektivna osnova za donošenje odluka o investicijama.
- Validirati razvijenu metodologiju kroz studiju slučaja iz realnih vazduhoplovnih operacija (koristeći podatke iz ASN baze). Ovaj cilj obuhvata primenu metodologije na stvarnim podacima, prikaz procesa analize hazarda, rangiranja mera i ekonomske procene, što omogućava testiranje hipoteza i potvrdu praktične upotrebljivosti.
- Unaprediti proces donošenja bezbednosnih odluka u vazdušnom saobraćaju. Usmereno je ka stvaranju rešenja koje omogućava vazduhoplovnim subjektima da objektivnije, efikasnije i transparentnije upravljaju rizicima, koristeći resurse na optimalan način.

2.2. Formulacija naziva teme

Predloženi naziv teme doktorske disertacije je dobro formulisan. Kroz naslov se jasno uočava predmet i sam cilj istraživanja.

2.3. Referentna literatura

Preliminarni spisak literature na osnovu kojeg će se sprovoditi istraživanje sadrži sledeće radove (uključujući i radove na kojima je kandidatkinja koautor) (po abecednom redu):

- [1] Agnusdei, L., Krstić, M., Palmi, P., & Miglietta, P. P. (2023). Digitalization as driver to achieve circularity in the agroindustry: A SWOT-ANP-ADAM approach, *Science of the Total Environment* 882: 163441.
- [2] AIRBUS (2025). *A Statistical Analysis of Commercial Aircraft Accidents 1958-2024*, Airbus, France, 36p.
- [3] Aldy, J.E. and Viscusi, W.K. (2008). Adjusting the Value of a Statistical Life for Age and Cohort Effects, *The Review of Economics and Statistics* 90(3): 573-581.

- [4] Andersson, H., & Treich, N. (2005). The Value of a Statistical Life, Toulouse School of Economics, France, 36p.
- [5] ASN (2026). Aviation Safety Network <https://asn.flightsafety.org/database/databases.php>
- [6] Ayyub, B.M. (2003). *Risk Analysis in Engineering and Economics*, Chapman and Hall/CRC, New York, 600p.
- [7] BOEING (2025). Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accident, Worldwide Operations 1959 – 2024, 34p.
- [8] Conley, B.C. (1976). The Value of Human Life in the Demand for Safety, *The American Economic Review* 66(1): 45-55.
- [9] Čavka, I., Čokorilo, O. (2012). Cost - Benefit Assessment of Aircraft Safety, *International Journal for Traffic and Transport Engineering* 2(4): 359-371.
- [10] Čokorilo, O. 2012. *Upravljanje bezbednošću vazduhoplova*, Zadužbina Andrejević, Beograd, Srbija, 88 str.
- [11] Čokorilo, O. (2020). *Bezbednost vazduhoplova* (drugo izdanje), Beograd, Republika Srbija, Saobraćajni fakultet - Univerzitet u Beogradu, 172 str.
- [12] Čokorilo, O., Gvozdenović, S., Vasov, Lj., Miroslavljević, P. (2010). Costs of unsafety in aviation, *Technological and economic development of economy* 16(2): 188-201.
- [13] Dalkey, N., Helmer, O. (1963). An Experimental Application of the DELPHI Method to the Use of Experts, *Manag. Sci.* 9: 458–467.
- [14] EASA (2024). *Annual Safety Review*, Foreword and Executive Summary, 142p.
- [15] EC (2014). *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects*, Economic appraisal tool for Cohesion Policy, 2014-2020. European Commission, Brussels. 364p.
- [16] Esterhuyzen, E., Louw, L. B. (2019). Fundamentals of safety hazards: A scientific perspective, *Journal of Disaster Risk Studies* 11(1): a675.
- [17] EUROCONTROL (2025). ATM Cost-Effectiveness (ACE) 2025 Benchmarking Report, 102p.
- [18] FAA (1989). Economic Values for Evaluation of Federal Aviation Administration Investment and Regulatory Programs, US DoT, Office of Aviation Policy and Plans, 184p.
- [19] Forman, E. H., & Gass, S. I. (2001). The Analytic Hierarchy Process — An Exposition, *Operations Research* 49(4): 469–486.
- [20] Fromm, G. (1968). Aviation Safety, Law and Contemporary Problems, *Safety* 33(3): 590-618.
- [21] Ghasemi, F., Doosti-Irani, A., Aghaei, H. (2023). Applications, shortcomings, and new advances of job safety analysis (JSA): Findings from a systematic review, *Safety and Health at Work* 14(2): 153–162.
- [22] Hoffer, S., Spitz, W., Loboda, E., Gee, D. (1998). *Economic Analysis of Investment and Regulatory Decisions - Revised Guide*, US Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Office of Aviation Policy and Plans, Washington, DC. 146p.
- [23] IATA (2024). *Annual Safety Report, Executive Summary and Safety Overview*, ICAO, Montreal, 45p.
- [24] ICAO (2016a). *ICAO Annex 13 - Aircraft Accident and Incident Investigation*, International Civil Aviation Organization, Eleventh Edition, Montreal. 65p.
- [25] ICAO (2016b) *ICAO Annex 19 - Safety Management*, International Civil Aviation Organization, Second Edition, Montreal.
- [26] ICAO (2018). *ICAO Doc 9859 Safety Management Manual*, International Civil Aviation Organization, Fourth Edition, Montreal. 170p.
- [27] Krstić, M., Tadić, S., Kovač, M., Roso, V., Zečević, S. (2021). A novel hybrid MCDM model for the evaluation of sustainable last-mile solutions, *Mathematical Problems in Engineering* 1(2021): 5969788.

- [28] Krstić, M., Agnusdei, G. P., Tadić, S., Kovač, M., Miglietta, P. P. (2023b). A Novel Axial-Distance-Based Aggregated Measurement (ADAM) Method for the Evaluation of Agri-Food Circular-Economy-Based Business Models, *Mathematics* 11(6): 1334.
- [29] Krstić, M., Tadić, S., Miglietta, P. P., Porrini, D. (2025). Biodiversity Protection Practices in Supply Chain Management: A Novel Hybrid Grey Best–Worst Method/Axial Distance-Based Aggregated Measurement Multi-Criteria Decision-Making Model, *Applied Sciences* 15(3): 1354.
- [30] Lee, W.K. (2006). Risk Assessment Modelling in Aviation Safety Management, *Journal of Air Transport Management* 12(5): 267-273.
- [31] Milovanović, M., Čokorilo, O., Čokorilo, S. (2022). Analysis of the Impact of Lightning Strikes on Flight Safety, *International Journal for Traffic and Transport Engineering* 12(3): 352-360. doi: 10.7708/ijtte.2022.12(3).05
- [32] Milovanović, M., Čokorilo, O., Ivković, I., Vasov, Lj., Stojiljković, B. (2024). The value of statistical life in air and road transport, *Aircraft Engineering and Aerospace Technology* 96(10): 1287-1294.
- [33] Milovanović, M., Petrović Vujačić, J., Čokorilo, O., Vasov, Lj., Mirosavljević, P., Stojiljković, B., Marina, M. (2025a). Analiza statističke vrednosti ljudskog života u saobraćajnim udesima sa aspekta vrednovanja investicija, *TEHNIKA – Menadžment* 75(2): 223-230.
- [34] Milovanović, M., Tadić, S., Krstić, M., Čokorilo, O. (2025b). Selection of Safety Measures in Aircraft Operations by applying a Hibrid MCDM Model. In *Proceedings of the 7th International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency – SUMMA2025*, Lipetsk, Russia.
- [35] MGSI. (2019). Pravilnik o istraživanju udesa i ozbiljnih nezgoda u vazdušnom saobraćaju (“Sl. glasnik RS”, br. 113/2015 i 50/2019).
- [36] MGSI (2024). Pravilnik o prijavljivanju događaja u civilnom vazduhoplovstvu, (“Sl. glasnik RS”, br. 142/2020, 130/2022 i 52/2024).
- [37] Petrović-Vujačić, J. (2021). *Osnovi ekonomije*. Treće izdanje, Beograd, Saobraćajni fakultet, 297str.
- [38] Reason, J. (1997). *Managing the Risks of Organizational Accidents*. London, 272p.
- [39] Roelen, A.L.C., Piers, R., Molemaker, R.J., & Hayes, P. (2001). Handbook for Conducting Cost Benefit Analysis of Safety Measures in Air Transport, National Aerospace Laboratory NLR.
- [40] Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process, *International Journal of Services Sciences* 1(1): 83–98.
- [41] Schelling, T.C. (1968). Problems in Public Expenditure Analysis (Chase, S.B., ed.), Chapt, *The life you save may be your own*, Washington, D.C., US: The Brookings Institution, 127-162.
- [42] Spanish Association for Standardization and Certification. (2017). UNE-EN 61882:2017: Hazard and operability studies (HAZOP studies) — Application guide. AENOR.
- [43] Tadić, S., Zečević, S., Krstić, M. (2014). Ranking of Logistics System Scenarios for Central Business District, *Promet Traffic Transp.* 26: 159–167.
- [44] Tadić, S., Krstić, M., Roso, V., Brnjac, N. (2020). Dry port terminal location selection by applying the hybrid grey MCDM model, *Sustainability* 12(17): 6983.
- [45] Tadić, S., Krstić, M., Veljović, M., Kovač, M. (2023b). Selection of the starting point of e-order delivery using ADAM method, In *Proceedings of the 50th International Symposium on Operational Research, SYM-OP-IS 2023*, Ministry of Defence and the Serbian Armed Forces, Tara, Serbia, 18-21.09.2023, pp. 429-434. ISBN: 978-86-335-0836-0.

- [46] Tadić, S., Krstić, M., Radovanović, L. (2024a). Assessing strategies to overcome barriers for drone usage in last-mile logistics: A novel hybrid fuzzy MCDM model, *Mathematics* 12: 367.
- [47] Tadić, S., Krstić, M., Veljović, M., Čokorilo, O., Milovanović, M. (2024b). Risk Analysis of the Use of Drones in City Logistics, *Mathematics* 12(8): 1250.
- [48] Tadić, S., Milovanović, M., Krstić, M., Čokorilo, O. (2025). Selection of Safety Measures in Aircraft Operations: A Hybrid Grey Delphi–AHP–ADAM MCDM Model, *Eng* 6 (11): 295.
- [49] Thepaksorn, P., Thongjerm, S., Incharoen, S., Siri Wong, W., Harada, K., & Koizumi, A. (2017). Job safety analysis and hazard identification for work accident prevention in para rubber wood sawmills in southern Thailand, *Journal of Occupational Health* 59(6): 542–551.
- [50] Vaidya, O. S., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications, *European Journal of Operational Research* 169(1): 1–29.
- [51] Viscusi, W.K. (1993). The Value of Risks to Life and Health, *Journal of Economic Literature* 31(4): 1912-1946.
- [52] Wiegmann, D.A., Shappell, S.A. (2017). *A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis: The Human Factors Analysis and Classification System*. Routledge. 184p.
- [53] Xiong, M., Wang, H., Wong, Y. D., & Hou, Z. (2024). Enhancing aviation safety and mitigating accidents: A study on aviation safety hazard identification, *Advanced Engineering Informatics* 62: 102732.
- [54] Zhang, X., Li, S., Liu, X., Jian, S., Li, S., Yue, J. (2024). Research on the establishment and application of a transportation safety supervision evaluation system based on grey analytic hierarchy process, *Sustainability* 16(23): a10600.
- [55] ZVS (2025). Zakon o vazdušnom saobraćaju ("Sl. glasnik RS", br. 73/2010, 57/2011, 93/2012, 45/2015, 66/2015 - dr. zakon, 83/2018, 9/2020, 62/2023 i 19/2025).

2.4. Osvrt na relevantne bibliografske izvore i ostvarene rezultate

Kandidatkinja u svojoj prijavi, na osnovu pregleda literature, tvrdi da se predmetu istraživanja ove doktorske disertacije u dosadašnjim istraživanjima nije pristupalo na opisan način i da u postojećim istraživanjima nije rešavan problem koji je definisan u ovom istraživanju. Po najboljem saznanju Komisije ova tvrdnja je tačna.

Bezbedno odvijanje operacija vazduhoplova je preduslov uspešnog i profitabilnog poslovanja svih vazduhoplovnih subjekata. U vazdušnom saobraćaju, koji se statistički smatra najbezbednijim vidom prevoza, postoje kontinuirani procesi koji se sprovedu u cilju kontinuiranog održavanja ili povećanja postojećeg nivoa bezbednosti, koji prate trendove stalnog porasta saobraćajne tražnje. Ključnu ulogu u postizanju i održavanju prihvatljivog nivoa bezbednosti ima sistem upravljanja bezbednošću (eng. *Safety Management System – SMS*), čije se dve vitalne komponente zasnivaju na identifikaciji opasnosti (hazarda) i upravljanju bezbednosnim rizicima (ICAO, 2016a; ICAO, 2016b).

Sistem upravljanja bezbednošću i istraživanje udesa predstavljaju dva različita, ali komplementarna pristupa u održavanju definisanog nivoa bezbednosti u vazdušnom saobraćaju. Dok istraživanje udesa pruža važne uvide u istorijske podatke (reaktivni pristup), SMS deluje proaktivno i/ili prediktivno u smislu sprečavanja potencijalnih nezgoda/udes, čime se poboljšava opšti nivo bezbednosti u vazdušnom saobraćaju. Istraživanje udesa se oslanja na analizu događaja koji su se već desili, u cilju identifikacije uzroka i posledica tih događaja. Ovaj proces uključuje prikupljanje podataka, svedočenja i drugih relevantnih

informacija kako bi istražitelji sprovedi sveobuhvatnu analizu o događajima koji su doveli do udesa. Istraživanje udesa pruža važne lekcije koje se mogu primeniti kako bi se sprečili slični neželjeni događaji u budućnosti. Sa druge strane, SMS predstavlja proaktivan pristup koji se fokusira na identifikaciju i upravljanje bezbednosnim rizicima pre nego što dođe do nezgode/udesu. Kroz SMS, vazduhoplovne organizacije sistematski analiziraju potencijalne hazarde (prirodne, tehničke i ekonomske). Ovaj proces uključuje procenu bezbednosnih rizika kako bi se sagledale moguće posledice i uticalo na operativne procedure i politike. SMS sistem je sistematičan, proaktivan i eksplicitan (Čokorilo, 2020; ICAO, 2018).

Unapređenje mera bezbednosti može podrazumevati velika finansijska ulaganja što predstavlja izazov u efikasnom upravljanju raspoloživim resursima. Primera radi, primena koncepta 2P (eng. *Protection vs. Profitability*) u sistemu vazdušnog saobraćaja ukazuje na potrebu balansiranja između optimizacije finansijskih ulaganja u bezbednost i finansijske opravdanosti posmatranih ulaganja. U praksi, povećanje ulaganja u aktivnosti za povećanje bezbednosti najčešće uzrokuje dodatne troškove. Takve investicije su ključne za smanjenje bezbednosnih rizika od nezgoda/udesu, što dugoročno doprinosi očuvanju stabilnosti i reputacije svih vazduhoplovnih subjekata u samom sistemu vazdušnog saobraćaja.

Analiza troškova udesa vazduhoplova zahteva definisanje svih pojedinačnih troškova koji se javljaju kao posledica ugrožavanja bezbednosti u vazdušnom saobraćaju. Svi oni se u praksi prema modelu troškova leta vazduhoplova mogu svrstati u dva osnovna tipa troškova, a to su direktni i indirektni troškovi (Čokorilo *et al.*, 2010; Čokorilo, 2020; Čavka i Čokorilo, 2012; Roelen *et al.*, 2001).

Direktni troškovi udesa vazduhoplova (direktni troškovi bezbednosti) su troškovi koje je moguće relativno jednostavno ustanoviti i čije su vrednosti uglavnom nadoknadle iz osiguranja. Ovi troškovi su u direktnoj vezi sa nastalom štetom (šteta nastala na samom vazduhoplovu, dekontaminacija i raščišćavanje nakon udesu, gubitak prtljaga, zatvaranje aerodroma, šteta trećim licima); gubicima usled povlačenja vazduhoplova iz saobraćaja (mogući gubitak prilikom dalje pre(prodaje) vazduhoplova, gubitak usled neoperativnosti vazduhoplova, troškovi avioprevozioca usled kašnjenja); kao i naknadama za potencijalno stradala i povređena lica.

Nasuprot ovoj grupi troškova, ispoljavanje indirektnih troškova je veoma teško predvideti. Naime, indirektni troškovi udesa vazduhoplova (indirektni troškovi bezbednosti) obuhvataju sve one troškove koje nije moguće naznačiti i definisati u polisama osiguranja i na taj način nadomestiti njihov nastanak.

Troškovi stradalih i povređenih lica, pored troškova štete nastale na samom vazduhoplovu, imaju najveći uticaj na ukupnu vrednost troškova bezbednosti. Iznos ovih troškova zavisi od vrste nezgode/udesu, kao i od popunjenosti putničke kabine. Troškovi koji su nastali kao posledica udesu vazduhoplova i potencijalnih žrtava zahtevaju definisanje tzv. statističke vrednosti ljudskog života (eng. *Value of Statistical Life – VOSL*).

U ekonomskoj teoriji, statistička vrednost ljudskog života se definiše kao vrednost za koju društvo smatra da je ekonomski efikasno da „potroši“/uloži da bi se izbegla smrt pojedinca. Takođe, VOSL se može definisati kao monetarna vrednost povećanja bezbednosti, odnosno

vrednost smanjenja rizika od smrtnosti (Conley, 1976). Izraz „vrednost života“ je zapravo skraćeni oblik pojma „statistička vrednost ljudskog života“, pod kojim se podrazumeva monetarna vrednost smanjenja rizika od smrtnosti kojom bi se sprečio gubitak jednog statističkog života uzrokovan saobraćajnim udesom. Budući da se radi o očekivanim okolnostima, odnosno o statističkoj verovatnoći da će postojati određeni broj žrtava ukoliko se ne preduzme odgovarajuća akcija koja podrazumeva regulativu, tehnologiju i obuku osoblja (preventivne mere), cilj bezbednosnih mera je očuvanje „statističkih života“.

Ključne zainteresovane strane (vazduhoplovne organizacije, agencije, itd.) koje se bave pitanjem određivanja statističke vrednosti ljudskog života su: EUROCONTROL (eng. *European Organization for the Safety of Air Navigation*), EASA (eng. *European Union Aviation Safety Agency*), ICAO (eng. *International Civil Aviation Organization*), USDOT (eng. *United States Department of Transportation*) ili DOT (eng. *Department of Transportation*) i ASTER (eng. *Aviation Safety Targets for Effective Regulation*) (Milovanović *et al.*, 2024).

Određivanje statističke vrednosti ljudskog života je jedno od najkompleksnijih pitanja prilikom primene cost-benefit analize. U kontekstu ove analize, statistička vrednost ljudskog života predstavlja benefit. Ona predstavlja sumu “izbegnutih” troškova od strane pojedinca i društva u slučaju sprečavanja gubitka života (FAA, 1989; Hoffer *et al.*, 1998).

Komercijalni vazdušni saobraćaj predstavlja bezbedan sistem zahvaljujući implementaciji SMS sistema koji ga održava bezbednim (ICAO, 2018). Ipak, trošak po sačuvanom životu je „koristan alat“ za procenu varijantnih rešenja, koja mogu da budu polazna osnova za dalja razmatranja i detaljnije i složenije analize kako upravljati često sukobljenim društvenim normama u vezi sa procenom rizika, troškova i benefita u vazdušnom saobraćaju.

Bezbednost i finansije su dva pojma koja su usko povezana, posebno u kontekstu vazdušnog saobraćaja. Ova veza postaje posebno očigledna kada se razmatraju situacije poput udesa. Kada dođe do udesa vazduhoplova, reakcije putnika mogu značajno uticati na finansijsku stabilnost aviokompanije. U slučaju nezgode, ozbiljne nezgode ili čak udesa vazduhoplova, putnici su “preplavljeni” panikom i strahom. Takve reakcije putnika mogu imati dalekosežne posledice po aviokompaniju. Aviokompanije se suočavaju sa dodatnim troškovima koji uključuju odštete, pravne postupke, kao i troškove smanjenja ili gubitka reputacije, što može dovesti do smanjenja broja putnika u budućnosti. Ovo je posebno značajno u situacijama kada postoji konkurentnost više aviokompanija na ruti na kojoj se dogodio neželjeni događaj (kada većina potencijalnih putnika bira drugu aviokompaniju). Stoga je jasno da bezbednost putnika ne samo da je moralna i etička obaveza, već i ključni faktor u očuvanju finansijske održivosti aviokompanija u vazdušnom saobraćaju. Investiranje u bezbednosne protokole i obuku osoblja može značajno smanjiti bezbednosne rizike i doprineti poverenju putnika, što je od suštinskog značaja za uspeh u avio – industriji. U današnje vreme, gde su informacije lako dostupne, iskustva putnika brzo se šire putem društvenih mreža, što dodatno naglašava potrebu za proaktivnim i/ili prediktivnim pristupom bezbednosti u vazdušnom saobraćaju.

U vazduhoplovnoj industriji bezbednost je apsolutni prioritet, ali ona dolazi uz značajne troškove — kako u vidu kapitalnih ulaganja, tako i kroz operativne troškove.

Sveobuhvatna analiza bezbednosti u vazдушnom saobraćaju podrazumeva određivanje finansijskih parametara koji služe za procenu troškova udesa vazduhoplova, ali i za procenu nivoa potrebnih ulaganja u povećanje aktuelnog nivoa bezbednosti.

Postoji potreba da se unapredi proces donošenja odluka o ulaganjima u bezbednost u vazдушnom saobraćaju, jer tradicionalni pristupi često ne uzimaju u obzir stvarnu ekonomsku vrednost sprečavanja nezgoda/udesu i spašavanja ljudskih života. Savremeni sistemi upravljanja bezbednošću zahtevaju kvantitativne i transparentne metode, koje omogućavaju objektivno određivanje prioriteta i opravdanosti ulaganja, posebno u okruženju gde su resursi ograničeni, a bezbednosni zahtevi sve strožiji. Upravo zato javlja se potreba za metodologijom optimizacije ulaganja u bezbednost bazirane na indikatorima statističke vrednosti ljudskog života u operacijama vazduhoplova, koja integriše procese identifikacije i analize hazarda, ocene bezbednosnog rizika i implementaciju mera bezbednosti koje bi smanjile rizike od nastanka katastrofalnih posledica (pre svega smrtnih ishoda).

Kako bi se održao određeni nivo bezbednosti u operacijama vazduhoplova, neophodno je razumevanje načina identifikacije, analize i praćenja hazarda (Čokorilo, 2020). Hazard ili opasnost (eng. *Hazard*) u vazдушnom saobraćaju je situacija, stanje ili aktivnost u kome se javlja mogućnost pojave potencijalnog neželjenog događaja koji bi mogao prouzrokovati povredu ili smrt putnika, posade, osoblja ili trećih lica, oštećenje opreme, gubitke ili smanjenje mogućnosti za obavljanje prvobitne funkcije (Čokorilo, 2020). Uopšteno, hazard je bilo koji izvor potencijalne opasnosti koji može prouzrokovati povredu ljudi, oštećenje imovine, degradaciju životne sredine ili narušavanje redovnog funkcionisanja sistema. Hazardi se mogu uočiti i pre nego što dođe do neželjenog događaja (nezgode/udesu) ili se mogu identifikovati kroz proaktivne i prediktivne procese koji imaju za cilj identifikaciju hazarda pre nego što oni izazovu događaj koji ugrožava bezbednost.

Mnogi istraživači su se bavili pojmom hazarda i njegovim definisanjem u kontekstu bezbednosti i upravljanja rizicima. (Esterhuyzen i Louw, 2019) ukazuju da su postojeće teorije o bezbednosnim hazardima često nedovoljno struktuirane, te predlažu jasniji naučni okvir za razumevanje šta zapravo predstavlja hazard. U praksi se za njihovu identifikaciju primenjuju različite metode, među kojima je i HAZOP (eng. *Hazard and Operability Study*) metoda koja se zasniva na sistematskom pregledu kritičnih tačaka u sistemu i upotrebi „ključnih reči“ za otkrivanje odstupanja u radu (Spanish Association for Standardization and Certification, 2017). Takođe, pristupi poput Job Safety Analysis klasifikuju hazarde prema njihovoj prirodi (fizički, hemijski, ergonometrijski, biološki, organizacioni) i opisuju načine na koje oni mogu dovesti do povreda ili drugih neželjenih posledica (Thepaksorn *et al.*, 2017; Ghasemi *et al.*, 2023). U industrijskoj praksi, kontrola hazarda često se sprovodi prema hijerarhiji mera (eng. *Hierarchy of Hazard Controls*), koja daje prednost eliminaciji i zameni izvora opasnosti, zatim inženjerskoj kontroli, administrativnim postupcima i, kao poslednjoj liniji odbrane, upotrebi lične zaštitne opreme (Tadić *et al.*, 2025).

Mere bezbednosti direktno proističu iz identifikovanih hazarda i njihovog rizika. One predstavljaju skup aktivnosti, procedura, tehnoloških rešenja i organizacionih intervencija čiji je cilj da smanje verovatnoću ostvarivanja hazarda ili da umanje posledice ukoliko se on ostvari. Nakon sprovedene identifikacije hazarda, analize hazarda i određivanja indeksa

rizika, sprovodi se identifikacija konkretnih mera bezbednosti koje imaju za cilj smanjenje ukupnog nivoa rizika. Ove mere se odnose na tehničke, operativne, organizacione i regulatorne intervencije, koje treba da deluju preventivno i korektivno u odnosu na prepoznate potencijalne hazarde i ublaže bezbednosni rizik.

Identifikacija se zasniva na analizi svakog hazarda pojedinačno, pri čemu se koristi kombinacija sledećih izvora:

- Rezultati prethodnih istraga udesa (ASN, 2026);
- Regulatorni zahtevi i preporuke koje dolaze od međunarodnih i nacionalnih organizacija i regulatornih tela (npr. ICAO, EASA, FAA (eng. *Federal Aviation Administration*)), kao i važeći bezbednosni standardi;
- Postojeće procedure operatora, prethodno sprovedene bezbednosne analize, kao i prikupljena ekspertiska znanja adekvatnih stručnjaka.

Mere mogu uključivati dodatnu obuku osoblja, promene u procedurama, ugradnju tehničkih sistema zaštite, jačanje sistema nadzora, izmenu regulatornog okvira.

Postoji značajan broj naučnih radova koji se bave identifikacijom i implementacijom mera bezbednosti u vazdušnom saobraćaju, posebno kroz sistem upravljanja bezbednošću i analizu rizika. Među ključnim izvorima ističe se ICAO priručnik za upravljanje bezbednošću (eng. *Safety Management Manual – SMM*) (ICAO, 2018), koji pruža detaljne smernice za identifikaciju opasnosti, smanjenje rizika i upravljanje bezbednosnim rizicima. (Reason, 1997) u svom klasičnom radu razmatra ljudske i organizacione faktore, naglašavajući sistemski pristup u sprečavanju udesa, dok (Milovanović et al., 2022) kroz analizu uticaja atmosferskih električnih pražnjenja na bezbednost letenja identifikuju hazarde i mere za smanje hazarda. (Wiegmann i Shappell, 2017) se u svom radu fokusiraju na ljudske faktore u analizi udesa vazduhoplova i predlažu konkretne mere za smanjenje ljudskih grešaka. (Lee, 2006) dodatno obrađuje kvantitativne metode procene rizika i izbor mera za njihovo efikasno smanjenje u vazduhoplovnim operacijama. Zajedno, ovi radovi pružaju osnov za sistemsko i sveobuhvatno upravljanje merama bezbednosti u vazdušnom saobraćaju. Međutim, ovi radovi ne omogućavaju rangiranje i prioritizaciju mera na osnovu njihovog doprinosa smanjenju ukupnog rizika (Tadić et al., 2025, Milovanović et al., 2025b).

Ključno je povezivanje hazarda i mera bezbednosti jer omogućava da se resursi usmere na one mere koje najefikasnije utiču na smanjenje rizika. U okviru metodologije, mere bezbednosti je potrebno rangirati prema njihovoj efikasnosti, troškovima i uticaju na redukciju rizika, što omogućava izbor optimalnih mera i donošenje ekonomično opravdanih odluka. Za rešenje ovog problema, u disertaciji će se koristiti višekriterijumsko odlučivanje (eng. *Multi Criteria Decision Making – MCDM*) koje omogućava sistematsko i objektivno poređenje mera bezbednosti kroz definisane kriterijume kao što su bezbednosna korist, finansijski zahtevi, tehnička izvodljivost i operativni uticaj. Na ovaj način obezbeđuje se da se najefikasnije i najisplativije mere primene prioriteto, što direktno doprinosi smanjenju rizika, sprečavanju neželjenih događaja i racionalnom korišćenju resursa u operacijama vazduhoplova.

U međunarodnoj praksi koncept VOSL sve češće koristi kao osnova za donošenje bezbednosnih politika, dok u vazдушnom saobraćaju još uvek ne postoje integrisana metodološka rešenja koja povezuju VOSL sa identifikacijom, implementacijom i prioritizacijom mera bezbednosti. Ovaj nedostatak otežava racionalno donošenje odluka i pravovremenu primenu mera koje najefikasnije smanjuju rizik, a istovremeno optimizuju troškove. Upravo zbog toga postoji potreba za razvojem metodologije koja integriše procenu rizika, ekonomske analize i višekriterijumsko odlučivanje, omogućavajući da se ulaganja u bezbednost planiraju na osnovu kvantitativnih indikatora, maksimizujući zaštitu ljudskih života i istovremeno osiguravajući ekonomski opravdane odluke. Pojavom novih tehnologija i kompleksnijih vazduhoplovnih sistema, postoji potreba za razvojem metodologije koja omogućava preciznu procenu koristi i troškova bezbednosnih mera, smanjuje subjektivnost u odlučivanju i unapređuje performanse sistema bezbednosti.

Problem koji je predlog istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji je relevantan u akademskim krugovima, kao i za inženjersku praksu, a predloženo istraživanje donosi nekoliko novih aspekata koji prethodno nisu razmatrani na način na koji će se razmatrati u okviru ovog istraživanja.

3. POLAZNE HIPOTEZE

Na osnovu postavljenog predmeta i ciljeva istraživanja kandidatkinja predlaže osnovne hipoteze od kojih se polazi u istraživanju:

- H1: Primena metodologije optimizacije ulaganja u bezbednost bazirane na indikatorima statističke vrednosti ljudskog života u operacijama vazduhoplova omogućava sistematsku identifikaciju i analizu hazarda u operacijama vazduhoplova, što vodi do preciznije ocene bezbednosnog rizika u realnim operativnim uslovima.
- H2: Primena hibridnih modela višekriterijumskog odlučivanja (fuzzy FARE – ADAM i Grey Delphi – AHP – ADAM) poboljšava proces rangiranja i selekcije mera bezbednosti u situacijama neizvesnosti, u poređenju sa korišćenjem pojedinačnih metoda.
- H3: Integracija ekonomskih kriterijuma, uključujući statističku vrednost ljudskog života i cost–benefit analizu, omogućava racionalno planiranje ulaganja u bezbednost i podržava donošenje odluka koje balansiraju bezbednosne koristi i troškove predloženih mera.

Komisija je saglasna na predložene hipoteze.

4. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA

U procesu sprovođenja istraživanja, pored klasičnih metoda koji se primenjuju u naučnim istraživanjima, pri izradi teze biće primenjene naučne metode istraživanja koje obuhvataju kombinaciju analitičkih, ekonomskih, statističkih i pristupa višekriterijumskog odlučivanja.

5. OČEKIVANI REZULTATI I NAUČNI DOPRINOS

U skladu sa definisanim predmetom istraživanja i postavljenim ciljevima, očekivani naučni i praktični doprinosi predloženog istraživanja su:

- Razvoj metodologije optimizacije ulaganja u bezbednost bazirane na indikatorima statističke vrednosti ljudskog života u operacijama vazduhoplova;
- Sistematizacija i nadgradnja postojećih znanja o hazardima, merama bezbednosti i procesima upravljanja bezbednosnim rizikom kroz objedinjavanje različitih pristupa u jedinstven, dosledan i jasno strukturisan okvir;
- Razvijanje integrisanog koncepta procene ulaganja u bezbednost koji po prvi put povezuje identifikaciju hazarda, kvantitativnu procenu rizika, indikator statističke vrednosti ljudskog života, troškove implementacije mera bezbednosti i višekriterijumsko odlučivanje, čime se uvodi novi model ekonomskog vrednovanja bezbednosnih mera u vazдушnom saobraćaju;
- Primena i dalji razvoj hibridnih MCDM modela, uključujući fuzzy FARE–ADAM model za evaluaciju i prioritizaciju mera bezbednosti, kao i hibridni Grey Delphi–AHP–ADAM pristup za selekciju optimalnih rešenja (mera bezbednosti) za smanjenje rizika od nastanka definisanih opštih hazarda. Ovi modeli doprinose smanjenju subjektivnosti u procesu odlučivanja i omogućavaju pouzdaniju integraciju kvalitativnih i kvantitativnih podataka;
- Doprinos razvoju proaktivnog pristupa upravljanju bezbednošću – uvođenje jasno definisanih koraka od identifikacije bezbednosnog problema do ekonomskog vrednovanja opcija i donošenja optimalne odluke, čime se unapređuju dosadašnji okviri SMS u pogledu transparentnosti i racionalnosti investicionih odluka;
- Značajan doprinos ogleda se u razvoju sistema pokazatelja bezbednosnih performansi, čime se omogućava preciznije definisanje ciljanog nivoa bezbednosti i njegovog postizanja kroz optimalne investicije;
- Pružanje novog metodološkog okvira za *cost–benefit* analizu u vazдушnom saobraćaju, posebno u segmentima u kojima nedostaju standardizovani pristupi kvantifikovanju koristi ulaganja u bezbednost;
- Validacijom metodologije u konkretnom operativnom okruženju potrebno je dokazati njen potencijal kao sistema podrške odlučivanju koji omogućava transparentnu, reproduktivnu i ekonomsku opravdanu selekciju bezbednosnih mera, čime se doprinosi unapređenju praktičnih procesa upravljanja resursima u vazduhoplovnim organizacijama;
- Doprinos i teorijskom i aplikativnom razvoju bezbednosnog menadžmenta, omogućavajući stvaranje fundamentalne osnove za buduća istraživanja koja se bave ekonomskim aspektima bezbednosnih odluka, integracijom novih tehnologija i razvojem naprednih metoda kvantifikacije bezbednosnog rizika u kompleksnim okruženjima u sistemu vazdušnog saobraćaja.

U tom smislu, naučni doprinos istraživanja se ogleda u sistematizaciji, preispitivanju i nadogradnji dosadašnjih rezultata i razvoju novih teorijskih i praktičnih doprinosa u oblasti bezbednosti u operacijama vazduhoplova.

Kandidatkinja planira da ostvarene naučne rezultate saopšti na domaćim i međunarodnim naučnim skupovima i publikuje u domaćim i međunarodnim naučnim časopisima. Pored naučnog doprinosa, očekuje se da će rad imati i praktičnu vrednost kroz razvoj i implementaciju predložene metodologije u operativnom okruženju.

6. PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

U skladu sa motivom za izbor teme, predmetom istraživanja i postavljenim naučnim ciljevima, predviđen je sledeći plan istraživanja u okviru doktorske disertacije koji je u saglasnosti sa predloženim okvirnim sadržajem disertacije.

Istraživanje će biti započeto uvodom u kojem će biti obrazložena motivacija za istraživanje, značaj bezbednosti u vazdušnom saobraćaju i potreba za razvojem metodologije optimizacije ulaganja u bezbednost bazirane na indikatorima statističke vrednosti ljudskog života u operacijama vazduhoplova. Poseban akcenat biće na kompleksnosti upravljanja bezbednosnim rizicima, ekonomskim posledicama narušavanja bezbednosti i potrebi za donošenjem racionalnih odluka zasnovanih na analizi troškova i koristi. U uvodu će biti formulisani ciljevi, predmet i hipoteze istraživanja, kao i tok istraživanja.

U drugom poglavlju biće dat pregled literature usmeren na teorijske i metodološke osnove relevantne za razvoj metodologije. Kako su ciljevi istraživanja zasnovani na identifikaciji hazarda, implementaciji mera bezbednosti i primeni višekriterijumskih modela odlučivanja za rangiranje mera bezbednosti, literatura je usmerena na radove koji obuhvataju: koncept hazarda, mere bezbednosti i metode višekriterijumskog odlučivanja (Fuzzy FARE, ADAM, Delphi, AHP).

Dalje sledi opis sistema upravljanja bezbednošću u vazdušnom saobraćaju sa posebnim naglaskom na sistematičan i proaktivan pristup u procesu upravljanja bezbednošću koji podrazumeva neprekidnu identifikaciju hazarda i kontrolu bezbednosnih rizika. Razmatraće se sistemi i standardi organizacija ICAO, IATA (eng. *International Air Transport Association*), EASA, Boeing i Airbus. Biće obrađena pravila razumevanja, identifikacije, analize i dokumentovanja hazarda, kao i pristupi upravljanju bezbednosnim rizicima.

U daljem toku istraživanja biće predstavljeni ključni indikatori bezbednosti koji se koriste u vazdušnom saobraćaju i analiza aktuelnog stanja bezbednosti. Posebna pažnja biće posvećena mogućnostima unapređenja nivoa bezbednosti kroz primenu *cost-benefit* analize i identifikovanje mera koje donose najveći doprinos smanjenju rizika.

U narednom poglavlju biće obrađeni direktni, indirektni, „skriveni“ i regulatorni troškovi koji nastaju kao posledica udesa. Ovi troškovi nisu ograničeni samo na neposredne materijalne gubitke, već obuhvataju širok spektar ekonomskih, operativnih, društvenih i regulatornih posledica.

Dalje sledi razmatranje teorijske osnove i razvoj koncepta statističke vrednosti ljudskog života kao ključne ekonomske kategorije koja omogućava sprovođenje *cost-benefit* analize u bezbednosnim istraživanjima. Detaljno će biti obrađeni različiti pristupi proceni VOSL-a, uključujući pristup ljudskog kapitala, sudskih presuda i spremnosti društva da plati. Biće obrađeni multiplikativni modeli vremenskih serija, empirijski podaci i specifičnosti primene u vazduhoplovstvu sa osvrtom na etičke i metodološke izazove.

Sedmo poglavlje predstavlja centralni deo predloga istraživanja i obuhvatiće razvoj originalne metodologije SABEL (eng. *Safety Assessment Benefit Evaluation Life-based*). Metodologija integriše bezbednosne i ekonomske principe kroz šest međusobno povezanih

koraka: definisanje bezbednosnog problema, opis događaja i identifikaciju njegovih uzročnih faktora, analizu bezbednosti kroz sistematsku identifikaciju hazarda i sveobuhvatnu ocenu nivoa rizika, identifikaciju potencijalnih mera za smanjenje rizika, rangiranje predloženih mera upotrebom hibridnog modela višekriterijumskog odlučivanja (koji kombinuje Fuzzy FARE, Delphi, AHP i ADAM metode), te konačno donošenje odluke na osnovu procene troškova implementacije i statističke vrednosti ljudskog života. Ovakav pristup omogućava transparentnu integraciju bezbednosnih pokazatelja, ekonomskih analiza i ekspertskih procena, što rezultira objektivnim i opravdanim izborom mera koje najefikasnije doprinose smanjenju rizika.

U narednom poglavlju sprovede se praktična primena razvijene SABEL metodologije na odabranom realnom primeru iz vazdušnog saobraćaja, čime se omogućava njena validacija i dokazivanje hipoteza H1, H2 i H3. Studija slučaja će obuhvatiti sve faze metodologije: precizno definisanje bezbednosnog problema, detaljnu analizu događaja, identifikaciju i analizu hazarda, ocenu bezbednosnog rizika, identifikaciju odgovarajućih mera bezbednosti, njihovo rangiranje putem hibridnog višekriterijumskog modela, kao i ekonomsko vrednovanje zasnovano na troškovima implementacije, statističkoj vrednosti ljudskog života i konačnoj analizi isplativosti.

Kroz deveto poglavlje biće detaljno prikazan hibridni Grey Delphi–AHP–ADAM model, specijalizovan za određivanje prioriteta mera bezbednosti kroz integraciju ekspertskih procena. Grey Delphi metoda se koristi za konsolidaciju i stabilizaciju ekspertskih mišljenja u uslovima neizvesnosti, AHP metod omogućava strukturalnu analizu problema i određivanje težina kriterijuma, dok ADAM model vrši optimizaciju i generiše krajnji rang mera bezbednosti. Poglavlje će obuhvatiti opis svih faza primene modela, algoritamske korake, način izračunavanja težina, agregaciju rezultata i interpretaciju prioriteta, čime se ističe originalni metodološki doprinos istraživanja i njegova primenljivost na kompleksne bezbednosne probleme u vazdušnom saobraćaju.

Zaključna faza istraživanja biće posvećena diskusiji rezultata studije slučaja, mogućnostima primene metodologije, ograničenjima istraživanja i prednostima integrisanog pristupa.

Disertacija se završava zaključkom koji će obuhvatiti sveobuhvatne rezultate istraživanja, potvrdu hipoteza i prikaz naučnog i praktičnog doprinosa razvijene metodologije SABEL. U njemu se ističe da metodologija uspešno integriše bezbednosne i ekonomske aspekte odlučivanja i da ima visok potencijal primene u unapređenju bezbednosti vazdušnog saobraćaja. Takođe, zaključak ukazuje na mogućnosti daljeg razvoja i prilagođavanja metodologije različitim operativnim i regulatornim okruženjima.

6.1. Okvirni sadržaj predloga istraživanja

Predmet razmatranja u disertaciji se može sažeti kroz sledećih nekoliko osnovnih i međusobno povezanih zadataka:

- Uvodne napomene; obrazloženje odabrane teme; definisanje ciljeva i značaja istraživanja; formulacija problema;
- Opis sistema upravljanja bezbednošću uz isticanje važnosti njegovog uvođenja i postojanja u vazdušnom saobraćaju; sveobuhvatna analiza indikatora i trenutnog nivoa bezbednosti u vazdušnom saobraćaju i ukazivanje na mogućnost unapređenja sistema kroz primenu *cost-benefit* analize;
- Klasifikacija i analiza troškova udesa vazduhoplova;

- Definisanje koncepta statističke vrednosti ljudskog života i hronološki osvrt na uvođenje ovog koncepta i promena vrednosti zabeleženih u literaturi i praksi, kroz etički aspekt uvođenja promena; identifikacija različitih pristupa za ocenu statističke vrednosti ljudskog života u operacijama vazduhoplova;
- Razvoj metodologije optimizacije ulaganja u bezbednost bazirane na indikatorima statističke vrednosti ljudskog života u operacijama vazduhoplova;
- Validacija metodologije kroz studiju slučaja (ASN, 2025);
- Selekcija mera bezbednosti u operacijama vazduhoplova: hibridni Grey Delphi-AHP-ADAM model;
- Analiza i diskusija dobijenih rezultata;
- Zaključna razmatranja; ukazivanje na mogućnost primene predložene metodologije; isticanje naučnog doprinosa i pravaca daljeg istraživanja.

7. PODACI O PREDLOŽENOM MENTORU

Za mentora je predložena dr Olja Čokorilo, redovni profesor Univerziteta u Beogradu – Saobraćajnog fakulteta.

Na osnovu priloženih referenci Komisija smatra da je prof. dr Olja Čokorilo podobna za mentora za predloženu temu. U prethodnom periodu od 10 godina, prof. dr Olja Čokorilo ima 11 objavljenih radova u časopisima sa SCI/SSCI liste. Reference su iz oblasti bezbednosti vazduhoplova odnosno bezbednosti vazdušnog saobraćaja.

1. Tadić, S., Milovanović, M., Krstić, M., Čokorilo, O. 2025. Selection of Safety Measures in Aircraft Operations: A Hybrid Grey Delphi-AHP-ADAM MCDM Model. *Eng*, 6(11): 295. doi: 10.3390/eng6110295 (IF 2024: 2.4 - M21)
2. Milovanović, M., Čokorilo, O., Ivković, I., Vasov, Lj., Stojiljković, B. (2024). The value of statistical life in air and road transport. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 96(10): 1287-1294. doi: 10.1108/AEAT-01-2024-0019 (IF 2024: 1.3 - M23)
3. Tadić, S., Krstić, M., Veljović, M., Čokorilo, O., Milovanović, M. (2024). Risk Analysis of the Use of Drones in City Logistics. *Mathematics*, 12(8): 1250. doi: 10.3390/math12081250 (IF 2024: 2.2 - M21a)
4. Tomić, L., Čokorilo, O., Vasov, Lj., Stojiljković, B. (2022). ACAS Installation on Unmanned Aerial Vehicles: Effectiveness and Safety Issues. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 94(8): 1252-1262. doi: 10.1108/AEAT-10-2021-0313 (IF 2021: 1.478 - M23)
5. Stojiljković, B., Vasov, Lj., Čokorilo, O., Vorotović, G. (2021). An analytical model of the replacement costs of aircraft engine life-limited parts. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 93(5): 776-782. doi: 10.1108/AEAT-12-2020-0297 (IF 2020:0.975 - M23)
6. Tadić, S., Kovač, M., Čokorilo, O. (2021). Application of Drones through Flow Consolidation Concepts in City Logistics. *PROMET - Traffic&Transportation*, 33(3): 451-462. (IF 2021: 0.909 - M23)
7. Čokorilo, O., Ivković, I., Kaplanović, S. (2019). Prediction of Exhaust Emission Costs in Air and Road Transportation. *Sustainability*, 11(17): 4688. doi: 10.3390/su11174688 (IF 2019: 2.576 – M22)
8. Moretti, L., Di Mascio, P., Nichele, S., Čokorilo, O. (2018). Runway veer-off accidents: Quantitative Risk Assessment and Risk Reduction Measures. *Safety Science*, 104: 157–163. doi: 10.1016/j.ssci.2018.01.010 (IF 2018: 3.619 – M21)
9. Ivković, I., Čokorilo, O., Kaplanović, S. (2018). The estimation of GHG emission costs in road and air transport sector: case study of Serbia. *Transport*, 33(1): 260-267. doi: 10.3846/16484142.2016.1169557 (IF 2018: 1.524 – M22)

10. Nešić, A., Čokorilo, O., Steiner, S. (2017). Aircraft repair and withdrawal costs generated by bird collision with the windshield. *PROMET - Traffic&Transportation*, 29(6): 623-629. doi: 10.7307/ptt.v29i6.2448 (IF 2017: 0.456)
11. Čavka, I., Čokorilo, O., Vasov, Lj. (2016). Energy Efficiency in Aircraft Cabin Environment: Safety and Design. *Energy and Buildings*, 115(1): 63-68. doi:10.1016/j.enbuild.2015.01.015 (IF 2016: 4.067 – M21a+).

8. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu uvida u prijavu teme doktorske disertacije, kao i na osnovu uspešno odbranjenog predloga istraživanja u okviru doktorske disertacije pred Komisijom, Komisija smatra da je predložena tema u naučnom i stručnom smislu relevantna i aktuelna, da nije u potpunosti istražena, kao i da je u skladu sa savremenim potrebama za istraživanjima u ovoj oblasti.

Komisija takođe smatra da je tema takva da daje mogućnost da se dođe do rezultata i doprinosa u okviru istraživanja koja odgovaraju obimu rada na doktorskoj disertaciji.

Pored toga, Komisija smatra da kandidatkinja, na osnovu dosadašnjeg obrazovanja, istraživačkog rada i ostvarenih rezultata, ispunjava sve potrebne suštinske i formalne uslove da pristupi izradi doktorske disertacije na predloženu temu.

Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Univerziteta u Beogradu - Saobraćajnog fakulteta, da prihvati predloženu temu doktorske disertacije kandidatkinje Milice Milovanović, master inž. saobraćaja, pod nazivom **"METODOLOGIJA OPTIMIZACIJE ULAGANJA U BEZBEDNOST BAZIRANA NA INDIKATORIMA STATISTIČKE VREDNOSTI LJUDSKOG ŽIVOTA U OPERACIJAMA VAZDUHOPLOVA"**, da je prosledi Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu na dalji postupak, kao i da za mentora odredi dr Olju Čokorilo, redovnog profesora Saobraćajnog fakulteta.

Predložena tema pripada užoj naučnoj oblasti "Vazduhoplovna prevozna sredstva" za koju je matičan Univerzitet u Beogradu - Saobraćajni fakultet.

U Beogradu, 10.2.2026. godine

ČLANOVI KOMISIJE

Dr Ljubiša Vasov, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet

Dr Branimir Stojiljković, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet

Dr Aleksandar Knežević, docent
Univerzitet odbrane – Vojna akademija