

UNIVERZITET U BEOGRADU
SAOBRAĆAJNI FAKULTET
Vojvode Stepe 305, Beograd

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

**PREDMET: Ocena naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije kandidatkinje
Lidije Tomić, master inž. saobraćaja**

Odlukom Nastavno-naučnog veća Saobraćajnog fakulteta br. 747/4 od 28.7.2022. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije kandidatkinje Lidije Tomić, master inž. saobraćaja pod nazivom **"RAZVOJ METODOLOGIJE ZA PROCENU RIZIKA U OPERACIJAMA BESPILOTNIH VAZDUHOPLOVA U SISTEMU VAZDUŠNOG SAOBRAĆAJA"**.

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

I Z V E Š T A J

1. PODACI O KANDIDATU

1.1. Biografski podaci

Lidija Tomić je rođena 17.9.1995. godine u Užicu, Srbija. Osnovnu školu „Emilija Ostojić” završila je 2010. godine u Požegi. Srednju stručnu školu „Vazduhoplovnu akademiju”, smer Tehničar vazdušnog saobraćaja, u Beogradu završila je 2014. godine.

Saobraćajni fakultet u Beogradu, Odsek za vazdušni saobraćaj i transport, upisala je školske 2014/2015. godine. Na osnovnim akademskim studijama obima 240 (dvesta četrdeset) ESPB diplomirala je 2018. godine sa temom završnog rada „Upravljanje bezbednosnim podacima u vazdušnom saobraćaju” i ocenom 10, pod mentorstvom prof. dr Olje Čokorilo. Prosečna ocena u toku osnovnih studija je bila 9,58 (devet i 58/100). Nosilac je priznanja najboljeg studenta III godine osnovnih akademskih studija generacije 2014/2015. Za postignute rezultate, tokom IV godine osnovnih studija bila je stipendista Fonda za mlade talente Republike Srbije.

Master akademske studije na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu, Odsek za vazdušni saobraćaj i transport, upisala je školske 2018/2019. godine i završila 2019. godine odbranivši master rad na temu „Bezbednosni nadzor, revizije i pregledi i provere u vazdušnom saobraćaju” sa ocenom 10, pod mentorstvom prof. dr Olje Čokorilo. Prosečna ocena u toku studija je bila 10,00 (deset).

Doktorske akademske studije, trećeg stepena, na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu, obima 180 (sto osamdeset) ESPB bodova, na studijskom programu Saobraćaj upisala je školske 2019/2020. godine.

Tokom osnovnih i master studija obavila je dve stručne prakse: na Aerodromu Ponikve (2017. godine) i u Sektoru za vazdušni saobraćaj i transport opasne robe pri Ministarstvu građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture Republike Srbije (2018. godine).

Od 2019. godine je zaposlena u aviokompaniji Air Serbia na poziciji Kontrolora operacija u Operativnom centru. Tokom situacije izazvane Korona virusom, bila je angažovana na organizaciji repatriacionih i humanitarnih kargo letova, odnosno pribavljanju dozvola preleta i sletanja aviona. Od avgusta 2021. godine poseduje licencu Vazduhoplovnog dispečera, a od marta 2022. godine je angažovana na poziciji Dispečera leta.

Bila je učesnik više međunarodnih konferencija, seminara i stručnih radionica. Pohađala je više kurseva i obuka na temu bezbednosti u vazduhoplovstvu: Osnovi analitike i bezbednosna obrada podataka; Talačke krize u civilnom vazduhoplovstvu; Introduction to Safety Nets; itd.

1.2. Stečeno naučno-istraživačko iskustvo

Kandidatkinja je doktorske akademske studije na Univerzitetu u Beogradu - Saobraćajnom fakultetu upisala u oktobru 2019. godine.

Predala je i izložila godišnji rad i položila sve ispite na doktorskim akademskim studijama sa prosečnom ocenom 10,00 (deset) i ostvarila ukupno 60 (šezdeset) ESPB bodova.

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

- Projektni menadžment u saobraćajnom inženjerstvu – prof. dr Nebojša Bojović;
- Transportna ekonomika – prof. dr Jelica Petrović-Vujačić;
- Savremene fizičke metode za kontrolu i detekciju zagađenja čovekove okoline za saobraćajne inženjere – prof. dr Olivera Šašić;
- Upravljanje bezbednošću vazduhoplova – prof. dr Olja Čokorilo;
- Bezbednost vazdušne plovidbe – prof. dr Fedja Netjasov;
- Optimizacija performansi transportnih vazduhoplova – prof. dr Petar Miroslavljević;
- Vazduhoplovna prevozna sredstva – prof. dr Olja Čokorilo;
- Efektivnost transportnih vazduhoplova – prof. dr Ljubiša Vasov.

Kandidatkinja je dana 14.6.2022. godine podnela Prijavu teme doktorske disertacije pod radnim nazivom "Razvoj metodologije za procenu rizika u operacijama bespilotnih vazduhoplova u sistemu vazdušnog saobraćaja". Uspešno je odbranila predlog istraživanja u okviru doktorske disertacije dana 1.9.2022. godine i time ostvarila 16 ESPB bodova.

1.3. Spisak objavljenih i saopštenih radova

Kandidatkinja je koautor sledećih radova:

Radovi objavljeni u celini u međunarodnom časopisu (M23):

1. **Tomić, L., Čokorilo, O., Vasov, Lj., Stojiljkovic, B. (2022)** „ACAS installation on unmanned aerial vehicles: effectiveness and safety issues”, *Aircraft Engineering and Aerospace Technology - AEAT*. 94(8): 1252-1262. ISSN: 0002-2667, DOI 10.1108/AEAT-10-2021-0313. (M23)

Radovi objavljeni u celini u domaćem časopisu (M24):

1. **Tomić, L.,** Čokorilo, O., Macura, D. (2020) „Runway Pavement Inspections Using Drone – Safety Issues and Associated Risks”, International Journal for Traffic and Transport Engineering, 10(3): 278 - 285. DOI: 10.7708/ijtte.2020.10(3).02. (M24)

Radovi saopšteni i objavljeni u celini u zborniku radova međunarodnog naučnog skupa (M33) i poster radovi (M34):

1. **Tomić, L.,** Čokorilo, O. (2022) „Unmanned Aerial Vehicle in the Aviation System: An Overview of the Safety Risk Management Approaches”, u zborniku radova konferencije International Conference on Advances in Traffic and Communication Technologies (ATCT), Sarajevo, Bosna i Hercegovina, str. 51-57. (M33)
2. **Tomić, L.,** Čokorilo, O. (2021) „Drones usage in urban areas as an environmentally friendly solution”, u zborniku radova konferencije EPTS – 19th European Transport Conference, Maribor, Slovenija, str. 115-125, ISBN 978-961-95633-0-4. (M33)
3. **Tomić, L.,** Čokorilo, O. (2021) „Drones as a Threat to Civil Aviation - Accidents and Incidents database analysis”, u zborniku radova konferencije International Conference The Science and Development of Transport- ZIRP 2021, Šibenik, Hrvatska, str. 203-212. ISSN 2718-5605. (M33)
4. **Tomić, L.,** Čokorilo, O. (2021) „Aircraft Inspection Using Drones: Benefits and Related Safety Concerns”, u zborniku radova simpozijuma 24. International Symposium on Aircraft Technology, MRO & Operations - ISATECH2021, Budimpešta, Mađarska. (M33)
5. **Tomić, L.,** Drašković, B., Čokorilo, O. (2021) „Zaštita i kvalitet bezbednosnih podataka i informacija u civilnom vazduhoplovstvu”, u zborniku radova konferencije Međunarodna konferencija "Upravljanje kvalitetom i pouzdanošću" - ICDQM 2021; Prijedor, Srbija. (M33)
6. Čokorilo, O., **Tomic, L.** (2019) „CORISIA- Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation: Challenge and Practice”, poster rad, objavljen u zborniku radova konferencije International Conference on Science and Traffic Development - ZIRP 2019, Opatija, Hrvatska, str. 105-112. ISSN 2623-5781. (M34)

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 bezbednosnih rizika u operacijama bespilotnih vazduhoplova, uslove za uspostavljanje sistema upravljanja bezbednošću kao i

pravce daljeg razvoja upotrebe bespilotnih vazduhoplova u sistemu vazdušnog saobraćaja i bezbednosne izazove koji očekuju vazduhoplovnu zajednicu po tom pitanju.

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

Planirano je da se istraživanje sprovede u skladu sa principima sistema upravljanja bezbednošću (SMS) razvojem nove metodologije zasnovane na unapređenju postojećih, reaktivnih i proaktivnih metoda. Predmet istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji je analiza pretnji po narušavanje bezbednosti vazduhoplova od strane bespilotnih vazduhoplova.

U sferi vazduhoplovstva bilo koja aktivnost ili pojava koja može da naruši bezbednost ostalih korisnika vazdušnog prostora zahteva ispitivanje u kojoj meri je bezbednost sistema ugrožena, a zatim i na koji način upravljati rizikom, odnosno održavati ga na prihvatljivom nivou, što je u osnovi sistema za upravljanje bezbednošću - SMS (eng. *Safety Management System*).

Tehnike i modeli za procenu rizika od udesa i nezgoda vazduhoplova sa bespilotnim vazduhoplovima su u fazi razvoja, što opravdava činjenica da je reč o relativno novoj tehnologiji koja ima svoje specifičnosti (Tomić i Čokorilo, 2022). Predloženi glavni cilj istraživanja je stvaranje metodologije za procenu rizika od udesa i nezgoda vazduhoplova sa bespilotnim vazduhoplovima i postavljanje ciljanog nivoa bezbednosti kojem vazduhoplovna industrija treba da teži za navedenu problematiku, uz predlog mere za ublažavanje rizika (regulativa, trening i tehnologija) zahvaljujući kojima se očekuje da će se proces bezbedne integracije bespilotnih vazduhoplova u sistem vazdušnog saobraćaja ubrzati.

Planirano je da se istraživanje sprovede u skladu sa principima sistema upravljanja bezbednošću. Cilj sistema za upravljanje bezbednošću je neprestano poboljšanje opšteg nivoa bezbednosti vazduhoplovnih organizacija, što podrazumeva konstantnu identifikaciju hazarda, prikupljanje i analizu podataka, procenu bezbednosnih rizika, kao i primenu strategija za ublažavanje rizika. U tom smislu, sistem upravljanja bezbednošću se znatno razlikuje od tradicionalnog tumačenja pojma bezbednosti kroz istraživanje udesa, koji je podrazumevao reaktivni pristup, odnosno čekanje do trenutka udesa, zatim prikupljanje i izdvajanje što je više mogućih lekcija bezbednosti dobijenih u postupku istrage, a u cilju sprečavanja budućih sličnih situacija.

Međunarodna organizacija civilnog vazduhoplovstva definiše okvir funkcionisanja sistema za upravljanje bezbednošću kroz četiri komponente (ICAO, 2018):

- bezbednosna politika i ciljevi (definisanje politike, procedura i organizacione strukture za postizanje ciljeva koji obezbeđuju kontinualnu bezbednost, definisanje uloga i odgovornosti);
- upravljanje bezbednosnim rizikom (identifikacija hazarda, procena bezbednosnog rizika i definisanje mera za njegovo ublažavanje);

- uverenje o bezbednosti (praćenje i merenje bezbednosnih indikatora i postavljenih ciljeva bezbednosti, upravljanje promenama, konstantno unapređenje sistema za upravljanje bezbednošću);
- promocija bezbednosti (obuka, edukacija i komunikacija).

Upravljanje bezbednosnim rizikom predstavlja ključni deo SMS-a i predstavlja opšti pojam koji obuhvata procenu i strategiju smanjivanja bezbednosnog rizika kao posledice hazarda na najniži praktično izvodljivi nivo (eng. *As Low As Reasonably Practicable* - ALARP).

U kontekstu operacija bespilotnih vazduhoplova u sistemu vazdušnog saobraćaja, i njihove pretnje po bezbedno odvijanje operacija vazduhoplova, kandidatkinja postavlja pitanje koji je to prihvatljiv ili ciljani nivo bezbednosti? Predloženo istraživanje ima za cilj da odgovori na navedeno pitanje.

Planirano je da se procena rizika od udesa i nezgoda vazduhoplova sa bespilotnim vazduhoplovima u istraživanju bazira na kombinaciji dostupnih statističkih podataka i ekspertske procene (u situacijama kada podaci nisu dostupni). Rezultati procene rizika treba da posluže kao osnov za definisanje ciljanog nivoa bezbednosti (eng. *Target Level of Safety-TLOS*) u pogledu bezbednosne pretnje koju bespilotni vazduhoplovi stvaraju po druge vazduhoplove.

Kako bi procena rizika bila moguća, kandidatkinja planira da identifikuje područja u kojima postoji i/ili se očekuje povećan rizik od definisanog nebezbednog događaja. Navedeni korak će u istraživanju biti sproveden analizom dostupnih baza podataka o događajima u kojima je došlo do narušavanja bezbednosti, a zatim analizom koncepta operacija bespilotnih vazduhoplova (oblasti primene tj. trenutni i planirani spektar primene, analiza tržišta bespilotnih vazduhoplova, itd.). Kvantitativna procena rizika za osnovu ima obrazac:

$$\text{Rizik} = \text{Verovatnoća događaja} \times \text{Težina posledica}$$

Da bi se odredila kvantitativna vrednost rizika neophodno je da oba elementa budu alfa-numeričke vrednosti. Istorijski podaci o udesima i nezgodama vazduhoplova sa bespilotnim vazduhoplovima trebalo bi da omoguće određivanje prve komponente rizika – verovatnoća događaja. U situacijama kada statistički podaci nisu dostupni, ekspertska procena će biti uključena u istraživanje.

U cilju određivanja druge komponente odnosno težine posledica sudara, kandidatkinja će razmotriti veliki broj faktora: u kojoj meri je oštećen vazduhoplov, zatim kakve su potencijalne posledice na let, ali i na okruženje (aerodrom i treća lica na zemlji).

Može se pretpostaviti da će područja sa povećanim rizikom biti aerodromi, uključujući njihove prilazne i odletne ravni. Pretpostavka je opravdana dosadašnjim izveštajima vazduhoplovnih organizacija (Eurocontrol, NASA, FAA) koji ukazuju da se najveći broj događaja u kojima je došlo do narušavanja bezbednosti vazduhoplova usled prisustva bespilotnih vazduhoplova, beleži u blizini aerodroma u fazama poletanja i sletanja (Tomić i Čokorilo, 2021b). Takođe, zbog za sada ograničenih performansi, ali i namena upotrebe bespilotnih vazduhoplova u civilne svrhe i koje obično podrazumevaju male visine, za udese i nezgode u fazi krstarenja

može se reći da su ekstremno retki. Izuzetak bi bio primer udesa i nezgoda sa vojnim bespilotnim vazduhoplovima, ali oni neće biti predmet istraživanja.

Navedene činjenice ukazuju da je najveći pritisak na aerodromima od kojih se očekuje da osiguraju bezbedno odvijanje saobraćaja, odnosno operacije poletanja i sletanja vazduhoplova, kao i da prostor oko aerodroma bude bez neovlašćenog upada bespilotnih vazduhoplova. Od nadležnih službi na aerodromu se očekuje da vrše sistematsko prikupljanje podataka i sprovede njihovu analizu kako bi vršili konstantnu procenu bezbednosnog rizika.

Pri proceni rizika, i posledičnom određivanju ciljanog nivoa bezbednosti, veoma je važno uključiti i prognoze tržišta bespilotnih vazduhoplova, jer rast upotrebe bespilotnih vazduhoplova na globalnom nivou direktno znači i rast verovatnoće pojave udesa i nezgoda između vazduhoplova i bespilotnih vazduhoplova. Takođe, opravdano je uzeti u obzir i prognozu obima operacija vazduhoplova, jer se sa porastom operacija navedena verovatnoća, odnosno rizik, dodatno povećava.

U kontekstu predmeta istraživanja, kandidatkinja će deo istraživanja posvetiti jednom veoma bitnom preduslovu za bezbedno odvijanje operacija vazduhoplova i bespilotnih vazduhoplova u zajedničkom vazдушnom prostoru, a to je sistem za izbegavanje sudara u letu. Navedeni sistem može se smatrati najbitnijom i poslednjom linijom odbrane da do sudara u letu ne dođe, kada sve ostale odbrane otkazu. Vazduhoplovi koriste razne mogućnosti izbegavanja sudara, kako od strane pilota tako i pomoću avionskih sistema (Tomić et al., 2022). Većina od tih vazduhoplova, prvenstveno putnički i teretni, koriste Sistem za uzbunjivanje i izbegavanje sudara- ACAS/TCAS II (eng. *Airborne Collision Avoidance System/ Traffic Collision Avoidance System*). Postojanje ACAS sistema za bespilotne vazduhoplove koji bi bio kompatibilan sa ACAS sistemom na vazduhoplovima pružio bi zaštitu od sudara pružajući svesnost situacije, odnosno omogućio bezbedan pristup bespilotnih vazduhoplova vazдушnom prostoru (Tomić et al., 2022). Međutim, paragraf 1.5.3 priručnika *Airborne Collision Avoidance System* (ACAS) definiše da “postojeći ACAS II sistem koji je u upotrebi na vazduhoplovima nije projektovan sa namerom da bude instaliran na bespilotnim vazduhoplovima. Usled navedenog, postoje brojna tehnička i operativna pitanja koja moraju biti analizirana i rešena pre instaliranja ACAS II na bespilotnim vazduhoplovima” (ICAO, 2006), čime se ističe neophodnost razvoja i primene adekvatnog ACAS rešenja za bespilotne vazduhoplove.

Prilikom definisanja ACAS rešenja mora se imati na umu da propisi i postupci za bespilotne vazduhoplove treba da odražavaju, što je moguće bliže, one primenljive na vazduhoplove sa posadom, kako njihova bezbednost ne bi bila ni u jednom trenutku narušena. Sa druge strane, potrebno je uvažiti i razlike u operativnom konceptu operacija bespilotnih vazduhoplova (Tomić et al., 2022).

Na osnovu dobijene kvantitativne vrednosti rizika, u istraživanju će biti moguće definisati ciljani nivo bezbednosti. U vazduhoplovstvu postoji nekoliko definisanih nivoa bezbednosti koji se koriste od strane vazduhoplovnih subjekata. Kao što je navedeno, efektivno upravljanje bezbednošću podrazumeva da se posmatrani rizik svodi na najniži mogući nivo koji je realno ostvarljiv – ALARP. Dodatno, kod nekih vazduhoplovnih organizacija se sreće i pojam

ekvivalentnog nivoa bezbednosti (eng. *Equivalent Level of Safety*- ELOS), koji će takođe biti analiziran u kontekstu predmeta istraživanja.

Da bi se moglo upravljati bezbednošću, potrebno je uvesti parametre/faktore pomoću kojih je moguće meriti performanse sistema – Indikatore bezbednosnih performansi (eng. *Safety Performance Indicator*- SPI). Indikatori bezbednosnih performansi predstavljaju najvažniji parametar kada se analizira bezbednost neke organizacije, sistema ili procesa (ICAO, 2018).

ICAO Aneks 19 definiše da “pružaoci usluga moraju razviti i održavati sredstva za proveru bezbednosnih performansi organizacije i potvrdu efikasnosti kontrole bezbednosnih rizika.”, kao i da “bezbednosne performanse pružaoca usluga moraju biti verifikovane u odnosu na indikatore (SPI) i ciljeve (eng. *Safety Performance Target*- SPT) bezbednosnih performansi SMS-a” (ICAO, 2016).

Indikatori bezbednosnih performansi predstavljaju parametre obično zasnovane na podacima koji mere određene karakteristike o pojavama, događajima, nezgodama, udesima, itd. SPI mogu biti:

- identifikovani od strane SMS organizacije (očigledni, povezani sa bezbednosnim pitanjima, identifikovani na osnovu praćenja značajnih pojava);
- usklađeni sa bezbednosnim ciljevima (kratkoročnim i dugoročnim);
- oni koji direktno procenjuju bezbednosne performanse (merljivi, numerički kada god je to moguće).

Izvori podataka za SPI mogu biti:

- reaktivni – analiza događaja iz prošlosti i njihovih ishoda (identifikacija hazarda, izveštaji nezgoda i udesa, bezbednosne istrage);
- proaktivni – analiza trenutnih i događaja u realnom vremenu (ankete, revizije i provere, praćenje usklađenosti, planovi za poboljšanje);
- prediktivni – prognoza budućih događaja i njihovih ishoda/posledica (analize pouzdanosti, praćenje procesa, praćenje trendova, statističke analize).

Za predmetnu problematiku biće definisani indikatori bezbednosnih performansi od kojih se očekuje da će služiti vazduhoplovnim organizacijama pri definisanju sopstvenih indikatora, odnosno pomoći pri upravljanju bezbednošću.

Cilj završnog koraka predloženog istraživanja jeste pregled postojećih i definisanje novih mera za ublažavanje rizika u okviru regulative, treninga i tehnoloških rešenja.

U pogledu trenutne regulative, prakse civilnih vazduhoplovnih vlasti u svetu su različite i biće analizirane sa ciljem da se sagleda njihov značaj, odnosno prednosti i nedostaci postavljenih mera. Uz podršku rezultata procene bezbednosnog rizika, biće moguće dati predlog izmena i/ili definisati nove mere koje je potrebno usvojiti kako bi bezbednost vazdušnog saobraćaja bila na prihvatljivom nivou.

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 sprovesti istraživanje sadrži sledeće radove (uključujući i radove na kojima je kandidatkinja koautor) (po abecednom redu):

- [1] ASN. Aviation Safety Network. (2019). ASN Drone Database. Available from: <https://aviationsafety.net/database/issue/dronedb.php>.
- [2] Barrado, C., Boyero, M., Brucculeri, L., Ferrara, G., Hately, A., Hullah, P., Martin-Marrero, D., Pastor, E., Rushton, A.P., & Volkert, A. (2020). "U-Space Concept of Operations: A Key Enabler for Opening Airspace to Emerging Low-Altitude Operations", *Aerospace*, 7(3): 24.
- [3] Bouarfafa, S., Doğru, A., Arizar, R., Aydoğan, R., Serafico, J. (2020). Towards automated aircraft maintenance inspection. A use case of detecting aircraft dents using mask r-cnn. AIAA Scitech 2020 Forum, January 6-10 2020. Orlando, Florida.
- [4] Clothier, Reece A., Rodney A. Walker. (2014). "Safety Risk Management of Unmanned Aircraft Systems." Handbook of Unmanned Aerial Vehicles, pp. 2229–75.
- [5] Čokorilo O. Aircraft Safety. (2020). 2nd ed. Belgrade, Serbia: Faculty of Transport and Traffic Engineering, Belgrade, Serbia,
- [6] Čokorilo O., Dell'Acqua G. (2013). Aviation hazards identification using safety management system (SMS) techniques, Proceedings of the 16th International conference on transport science ICTS, May 27, 2013. Portoroz, Slovenia, str. 66-73.
- [7] Čokorilo O., Mišćević, M. (2018). „Upotreba dronova u civilnom vazдушnom saobraćaju: bezbednosna pitanja”. Međunarodni simpozijum: „Strateški razvoj saobraćaja Jugoistočne Evrope” (2018), Montenegro.
- [8] Elkhweldi, M.A.; Elmabrouk, S.K. (2015). Aviation risk management strategies: Case study. In Proceedings of the 2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM). IEEE Dubai, UAE, pp. 636-642.
- [9] Elkhweldi, M.A.; Elmabrouk, S.K. (2015). Aviation risk management strategies: Case study. In Proceedings of the 2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM). IEEE Dubai, UAE, pp. 636-642.
- [10] Elmeseiry, N.; Alshaer, N.; Ismail, T. (2021). A Detailed Survey and Future Directions of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) with Potential Applications. *Aerospace*, 2021(8): 363.
- [11] Eurocontrol (2019). "EUROCONTROL voluntary ATM incident reporting (EVAIR) safety bulletin 20".
- [12] Eurocontrol Webinar. (2020). "Introduction to Specific Operations Risk Assessment (SORA)", 19th November 2020.

- [13] Eurocontrol Webinar. (2020). “UAS ATM Airspace Assessment Methodology: An Overview”, 14th October 2020.
- [14] Eurocontrol. (2018). "UAS ATM Airspace Assessment", Discussion Document, available at: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/publication/files/uas-atm-airspace-assessment-v1.2-release20181127.pdf>.
- [15] European Cockpit Association. (2019). “Specific Operations Risk Assessment (SORA) – ECA Position Paper”, available at: <https://www.master.eurocockpit.be/sites/default/files/201902/Specific%20Operations%20Risk%20Assessment%20%28SORA%29%2C%20Position%20Paper%20ECA%202019.pdf>.
- [16] European Union Aviation Safety Agency- EASA. (2015). “Intorduction of a regulatory framework for the operation of unmanned aircraft”.
- [17] Guglieri, G., Quagliotti, F., Ristorto, G. (2014). “Operational issues and assessment of risk for light UAVs”, *Journal of Unmanned Vehicle Systems*, 2(4): 119-129.
- [18] Hak-Tae, L., Larry, M., Soyoung, K. (2013). “Probabilistic safety assessment of unmanned aerial system operations”, *Journal of Guidance Control and Dynamics*, 36(2): 610-617, doi: 10.2514/1.57572.
- [19] ICAO (2006). Airborne Collision Avoidance System (ACAS) Manual, 1st ed., Montreal, Canada.
- [20] ICAO (2016). Annex 19 Safety Management, 2nd ed., Montreal, Canada.
- [21] ICAO (2018). Safety Management Manual. 4th ed., Montreal, Canada.
- [22] Ion, A. (2017). “Impact of ‘lost C2 link’ on key ATM performance indicators in a mixed RPAS – manned aircraft operational environment”, Master thesis, Delft University of Technology, Delft.
- [23] Joint Authorities of Rulemaking for Unmanned Systems. (2018). “JARUS guidelines on Specific Operations Risk Assessment (SORA) Draft V2.0”.
- [24] Kim, S.; Paes, D.; Lee, K.; Irizarry, J.; Johnson, E.N. (2019). UAS-based airport maintenance inspections: Lessons learned from pilot study implementation. In *Computing in Civil Engineering 2019: Smart Cities, Sustainability, and Resilience*. Reston, VA, American Society of Civil Engineers, pp. 382-389.
- [25] Likar, P.; Hulek, D.; Lalis, A. (2016). Use of remotely piloted aircraft systems in airport operations, *Acta Avionica*, 18(2): 1-6.
- [26] Lin, Xun & Fulton, Neale & Horn, Mark. (2014). Quantification of High Level Safety Criteria for Civil Unmanned Aircraft Systems. IEEE Aerospace Conference Proceedings. 10.1109/AERO.2014.6836463.
- [27] Manfredi, G. and Jestin, Y. (2016). “An introduction to ACAS Xu and the challenges ahead”, IEEE/AIAA 35th Digital Avionics Systems Conference (DASC), Sacramento, CA, pp. 1-9, doi: 10.1109/DASC.2016.7778055.

- [28] 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.
- [29] Netjasov F., Janic M. (2008). “A review of research on risk and safety modelling in civil aviation”, *Journal of Air Transport Management*, 14(4): 213-220, ISSN 0969-6997.
- [30] Nikodem F., Bierig A., & Dittrich, J.S. (2018). “The New Specific Operations Risk Assessment Approach for UAS Regulation Compared to Common Civil Aviation Risk Assessment”, Proceedings of the Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2018 - DLRK 2018.
- [31] Novak A., Sedlackova N.A., Bugaj M., Kandra B., Lusiak T. (2020). Use of Unmanned Aerial Vehicles in Aircraft Maintenance. 9th International Conference on Air Transport – INAIR 2020, CHALLENGES OF AVIATION DEVELOPMENT, March 9-11, 2020.
- [32] Qike W., Xusheng G., Dengkai Y., Qianrui S. (2016). Fault Tree Establishment of Flight Conflict Based on the HAZOP Method, 4th International Conference on Machinery, Materials and Computing Technology, January 23-24, 2016. Hangzhou, China.
- [33] Reason J., Carthey J., De Leval M R. (2001). „Diagnosing “vulnerable system syndrome”: an essential prerequisite to effective risk management”, *Quality in Health Care*, 10(Suppl II): 21–25.
- [34] Reason, J. (2016). Managing the risks of organizational accidents. Routledge, USA.
- [35] Reason, J., Carthey, J., De Leval, M. R. (2001). Diagnosing “vulnerable system syndrome”: an essential prerequisite to effective risk management, *BMJ Quality & Safety* 10(Suppl 2): 21–25.
- [36] SESAR JU. (2020). “Supporting safe and secure drone operations in Europe”, available at: www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/uspace/Supporting%20Safe%20Secure%20Drone%20Operations.pdf.
- [37] Stöcker C., Bennett R., Nex F., Gerke M., Zevenbergen J. (2017). Review of the Current State of UAV Regulations, *Remote Sensing*, 9(5): 459.
- [38] Tomić, L., Čokorilo, O., Macura, D. (2020). „Runway Pavement Inspections Using Drone – Safety Issues and Associated Risks”, *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 10(3): 278 - 285. DOI: 10.7708/ijtte.2020.10(3).02.
- [39] Tomić, L., Drašković, B., Čokorilo, O. (2019). „Zaštita i kvalitet bezbednosnih podataka i informacija u civilnom vazduhoplovstvu” U zborniku radova konferencije Međunarodna konferencija "Upravljanje kvalitetom i pouzdanošću" - ICDQM 2021; Prijedor, Srbija.
- [40] Tomić, L., Čokorilo, O. (2021a). „Aircraft Inspection Using Drones: Benefits and Related Safety Concerns”, saopšten rad na 24. International Symposium on Aircraft Technology, MRO & Operations - ISATECH2021, Budapest, Hungary 4 p.
- [41] Tomić, L., Čokorilo, O. (2021b). „Drones as a Threat to Civil Aviation - Accidents and Incidents database analysis”. U zborniku radova konferencije International Conference

The Science and Development of Transport- ZIRP 2021, Šibenik, Hrvatska, str. 203-212. ISSN 2718-5605.

- [42] Tomić, L., Čokorilo, O. (2021c). „Drones usage in urban areas as an environmentally friendly solution”, U zborniku radova konferencije EPTS – 19th European Transport Conference, Maribor, Slovenija, str. 115-125, ISBN 978-961-95633-0-4.
- [43] Tomić, L., Čokorilo, O., Vasov, Lj., Stojiljkovic, B. (2022). „ACAS installation on unmanned aerial vehicles: effectiveness and safety issues”, *Aircraft Engineering and Aerospace Technology – AEAT*, 94(8): 1252-1262. ISSN: 0002-2667, DOI 10.1108/AEAT-10-2021-0313 (u štampi).
- [44] Tomić, L., Čokorilo, O. (2022). „Unmanned Aerial Vehicle in the Aviation System: An Overview of the Safety Risk Management Approaches”, za konferenciju: International Conference on Advances in Traffic and Communication Technologies (ATCT), Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, pp. 51-57.
- [45] Vidović, A., Mihetec, T., Wang, B., Štimac, I. (2019). Operations of Drones in Controlled Airspace in Europe, *International Journal for Traffic and Transport Engineering* 9(1): 38 - 52.
- [46] Wild G., Murray J., Baxter G. (2016). Exploring Civil Drone Accidents and Incidents to Help Prevent Potential Air Disasters. *Aerospace*, 3(3): 22.
- [47] Zeitlin, A.D., McLaughlin, M.P. (2007). “Safety of cooperative collision avoidance for unmanned aircraft”, *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, 22(4): 9-13, doi: 10.1109/MAES.2007.351714.
- [48] Zhang, X., Liu, Y., Zhang, Y., Guan, X., Delahaye, D., Tang, L. (2018). “Safety assessment and risk estimation for unmanned aerial vehicles operating in national airspace system”, *Journal of Advanced Transportation*, 2018: 1-11, Article ID 4731585.

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.

Svaka promena u složenim sistemima kakav je sistem vazdušnog saobraćaja, uključujući uvođenje novih tehnologija, prvobitno zahteva procene bezbednosnih rizika koje ta promena ili inovacija sa sobom nosi.

Jedna od trenutno aktuelnih inovacija u vazdušnom saobraćaju jesu bespilotni vazduhoplovi. Upotreba bespilotnih vazduhoplova je u porastu širom sveta, što sa sobom povlači pitanja koja se odnose na bezbednosne rizike od ometanja kako operacija na aerodromima, tako i ometanja

letova drugih vazduhoplova¹ u sistemu vazdušnog saobraćaja. Neadekvatne i nelegalne operacije bespilotnih vazduhoplova u blizini vazduhoplova nose sa sobom rizik po imovinu i ljudske živote usled mogućeg sudara, ali i rizik po treća lica na zemlji. Glavni izazov za vazduhoplovnu zajednicu je pronalaženje ravnoteže između poslovnih prilika (prednosti) i izazova (nedostaci) koje sa sobom nosi upotreba bespilotnih vazduhoplova (Tomić et al., 2020). Pažljivo utvrđivanje bezbednosnog rizika kroz analizu i kontrolu potencijalnih hazarda omogućava definisanje planskih aktivnosti za prevazilaženje problema usled pojave određenog bezbednosnog rizika (Čokorilo, 2020).

Međunarodna organizacija civilnog vazduhoplovstva (eng. *International Civil Aviation Organization* - ICAO) definiše bezbednost u vazdušnom saobraćaju kao stanje u kome su rizik od ugrožavanja života i zdravlja ljudi, i prouzrokovanja štete imovini smanjeni i održavani na prihvatljivom nivou, stalnim uočavanjem opasnosti i kontrolom bezbednosnog rizika od uočenih opasnosti (ICAO, 2018). Bezbednosni rizik se definiše kao kombinacija verovatnoće da dođe do neželjenog događaja i ozbiljnosti njegovih posledica. Sa druge strane, hazard se definiše kao stanje, događaj ili aktivnost, odnosno kombinacija pomenutih elemenata koja može dovesti do ugrožavanja života i zdravlja ljudi, odnosno do nastanka materijalne štete na imovini (ICAO, 2018).

Složen problem kao što je ometanje operacija vazduhoplova od strane bespilotnih vazduhoplova zahteva visok nivo svesti o problemu i uključenost različitih subjekata u sistemu vazdušnog saobraćaja (Tomić and Čokorilo, 2022).

Prve nezgode i udesi vazduhoplova sa bespilotnim vazduhoplovima vezuju se za vojnu vazduhoplovnu industriju i datiraju iz 80-ih godina prošlog veka. Kada je reč o civilnom vazduhoplovstvu, prvi zabeležen slučaj sudara vazduhoplova i bespilotnih vazduhoplova zabeležen je 2017. godine u Kanadi (NTSB, 2017). Sa druge strane, mnogo je veći broj događaja bliskog susreta u letu (eng. *airprox*²) između vazduhoplova i bespilotnih vazduhoplova u kojima je bezbednost leta bila ugrožena, ali je sudar izbegnut. Na osnovu dostupnih baza podataka, može se reći da ovakvi događaji datiraju od 2010. godine (Tomić i Čokorilo, 2021b).

Dodatnu pažnju na globalnom nivou privuklo je nekoliko događaja neovlašćene upotrebe bespilotnih vazduhoplova u blizini aerodroma koji su doveli do zatvaranja nekoliko najprometnijih aerodroma u svetu (London Heathrow, London Gatwick, Dubai DXB) počevši od 2017. godine.

Kategorizacija događaja između vazduhoplova i bespilotnih vazduhoplova u kojima je došlo do narušavanja bezbednosti, od strane relevantnih vazduhoplovnih organizacija još uvek nije definisana, ali se pregledom relevantne literature i dostupnih baza podataka, za potrebe istraživanja, oni mogu posmatrati kao sledeći neželjeni događaji:

¹ Vazduhoplov se odnosi na definiciju iz Zakona o vazdušnom saobraćaju Republike Srbije: „vazduhoplov je svaka naprava koja se održava u atmosferi usled reakcije vazduha, osim reakcije vazduha koji se odbija od površine“, u predloženoj istraživanju će navedeni pojam obuhvatati isključivo pilotski upravljane vazduhoplove (eng. *manned aircraft*).

² AIRPROX (eng. *aircraft proximity*) je situacija u kojoj su, po mišljenju pilota ili osoblja službe kontrole letenja, rastojanje između vazduhoplova, kao i njihova relativna pozicija i brzina, bili takvi da je bezbednost uključenih vazduhoplova verovatno bila ugrožena. (ICAO Doc 4444: PANS-ATM).

- sudar vazduhoplova i bespilotnog vazduhoplova u vazduhu- MAC (eng. *Mid Air Collision*);
- opasno približavanje vazduhoplova i bespilotnog vazduhoplova u vazduhu- NMAC³ (eng. *Near Mid Air Collision*);
- sudar vazduhoplova i bespilotnog vazduhoplova na zemlji – GC (eng. *Ground collision*);
- opasno približavanje vazduhoplova i bespilotnog vazduhoplova na zemlji – GP (eng. *Ground proximity*);
- zatvaranje aerodroma usled neovlašćenog prisustva bespilotnih vazduhoplova na aerodromu ili u neposrednoj okolini koje ima uticaj na funkcionisanje aerodroma i ostale letove – APC (eng. *Airport Closure*).

Trenutno, veliki broj ovih incidenata ostaje neprijavljen, što otežava procenu bezbednosnog rizika. Postojanje baze bezbednosnih podataka i informacija o bezbednosti predstavlja preduslov za efikasno upravljanje bezbednošću, jer je to osnova za donošenje odluka na bazi podataka (u literature poznato kao koncept D3M- *Data Driven Decision Making*) (Tomić et al., 2019). Potrebni su pouzdani bezbednosni podaci i informacije o bezbednosti kako bi se identifikovali trendovi, donosile ispravne odluke i izvršila procena bezbednosti u odnosu na bezbednosne ciljeve i indikatore (Tomić i Čokorilo, 2021b).

U civilnom vazduhoplovstvu postoji veliki broj baza podataka čiji su osnivači državne, evropske i međunarodne vazduhoplovne vlasti i udruženja, ali i proizvođači aviona, aviokompanije, pružaoci usluga kontrole letenja, itd. Obično je praksa da se podaci za pomenute baze podataka prikupljaju putem razvijenih sistema za obavezno i dobrovoljno prijavljivanje događaja unutar gotovo svih subjekata u sistemu vazdušnog saobraćaja. Može se reći da je u slučaju baza podataka koje se odnose na civilne vazduhoplove, održiva veoma dobra praksa i da su one u većini slučajeva transparentne čime poštuju principe “Just Culture”. Sa druge strane, u slučaju bespilotnih vazduhoplova u civilnoj upotrebi, beleži se veoma mali broj takvih baza podataka (Tomić i Čokorilo, 2021b).

Pored toga što je reč o pretnji koja je relativno nova i za koju nisu u potpunosti definisani regulatorni okviri po kojima je obavezno prijaviti svaku vrstu incidenta, dodatni razlog neprijavljivanja velikog broja događaja u kojima je došlo do bliskog susreta u letu, uglavnom leži u činjenici da najveći broj incidenata bliskog susreta vazduhoplova sa bespilotnim vazduhoplovima nema dalji efekat na let.

Dostupne analize pokazuju da je najveći broj događaja u kojima je došlo do bliskog susreta u letu vazduhoplova i bespilotnih vazduhoplova zabeležen u prilaznim i odletnim ravnama aerodroma (EVAIR, 2019). Kada je reč o posledicama sudara, Federalna administracija za vazdušni saobraćaj (eng. *Federal Aviation Administration- FAA*) je 2015. godine izvršila testiranje potencijalne štete koju sudar bespilotnog vazduhoplova sa vazduhoplovom može da izazove, uporedivši dobijene rezultate sa već tradicionalnim vazduhoplovnim hazardom-udarom ptica (eng. *bird strike*). U izveštajima je zaključeno da je šteta koju bespilotni vazduhoplov može da proizvede mnogo veća nego ptica iste mase, za unapred datu brzinu.

³ Prema TCAS MOPS (eng. *Traffic Collision Avoidance System Minimum Operational Performance Standards*), do NMAC dolazi kada se dva vazduhoplova nađu na udaljenosti od 100 ft vertikalno i 500 ft horizontalno. Obično je NMAC ujedno i AIRPROX, ali sa druge strane AIRPROX nije nužno NMAC.

Razlog je u činjenici da su bespilotni vazduhoplovi napravljeni od jake plastike i/ili metala i obično sadrže dodatnu opremu kao što su baterije i kamere. Navedena analiza dodatno ističe značaj bavljenja problematikom bespilotnih vazduhoplova kao bezbednosnom pretnjom u sistemu vazdušnog saobraćaja.

Kompleksni problem udesa i nezgoda vazduhoplova sa bespilotnim vazduhoplovima zahteva sistematski i detaljan pristup, uz saradnju velikog broja institucija i vazduhoplovnih subjekata. Procena bezbednosnog rizika je neophodna kako bi se definisali i usvojili adekvatni zakonski okviri i preduzele adekvatne akcije, uz konstantno monitorisanje situacije i preduzimanje preventivnih mera u okviru regulative, tehnologije i treninga.

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:

- Sistematičnim pristupom u analizi koncepta operacija bespilotnih vazduhoplova i dostupnih baza bezbednosnih podataka, moguće je pokazati da operacije bespilotnih vazduhoplova u sistemu vazdušnog saobraćaja nose sa sobom rizik po druge vazduhoplove, ali i po imovinu i treća lica na zemlji;
- Kvantitativna ocena rizika je u direktnoj korelaciji sa definisanjem okvira za bezbedno odvijanje vazdušnog saobraćaja, odnosno predstavlja polaznu osnovu za definisanje ciljanog nivoa bezbednosti (eng. *Target Level of Safety* - TLOS) i mera za ublažavanje rizika;
- Moguće je razviti metodologiju za procenu rizika u operacijama bespilotnih vazduhoplova koja se zasniva na savremenom (proaktivnom) pristupu upravljanja bezbednosnim rizikom.

Komisija predlaže da se prva hipoteza izbriše i da se formalno integriše sa drugom predloženom hipotezom, kao i da se definiše novi poredak hipoteza, tako da glase:

- Moguće je razviti metodologiju za procenu rizika u operacijama bespilotnih vazduhoplova koja se zasniva na savremenom (proaktivnom) pristupu upravljanja bezbednosnim rizikom.
- Moguće je na osnovu kvantitativne ocene bezbednosnog rizika u operacijama bespilotnih vazduhoplova definisati indikatore bezbednosnih performansi sistema i ciljanog nivoa bezbednosti (eng. *Target Level of Safety* - TLOS).

Dosadašnja istraživanja koje je kandidatkinja sproveda potvrđuju navode da je „sistematičnim pristupom u analizi koncepta operacija bespilotnih vazduhoplova i dostupnih baza bezbednosnih podataka, moguće pokazati da operacije bespilotnih vazduhoplova u sistemu

vazdušnog saobraćaja nose sa sobom rizik po druge vazduhoplove, ali i po imovinu i treća lica na zemlji“ i na osnovu mišljenja Komisije ovu tvrdnju nije potrebno dokazivati kroz hipotezu.

4. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA

U procesu sprovođenja istraživanja, pored klasičnih metoda koji se primenjuju u naučnim istraživanjima, pri izradi teze biće korišćeni metodi modeliranja i statističke analize.

5. OČEKIVANI REZULTATI I NAUČNI DOPRINOS

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

- Proširenje seta indikatora bezbednosnih performansi u sistemu vazdušnog saobraćaja;
- Sistematizacija, analiza i nadgradnja dosadašnjih teorijskih i praktičnih doprinosa u pristupima kvantitativne ocene rizika od udesa i nezgoda vazduhoplova sa bespilotnim vazduhoplovima;
- Razvoj metodologije za procenu rizika od udesa i nezgoda vazduhoplova i bespilotnih vazduhoplova pružiće osnov za definisanje ciljanog nivoa bezbednosti, definisanje neophodne regulative i preventivnih mera za kontrolu i ublažavanje bezbednosnog rizika.
- Analiza efektivnosti ACAS rešenja za bespilotne vazduhoplove koja će biti sprovedena u istraživanju pružiće osnov za dalje korake pri projektovanju ACAS rešenja za bespilotne vazduhoplove, odnosno očekuje se da će ubrzati proces usvajanja odgovarajućih tehnoloških i regulatornih rešenja.

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 bespilotnih vazduhoplova u sistemu vazdušnog saobraćaja.

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.

Uzimajući u obzir činjenicu da pojava svake inovacije u vazduhoplovstvu prvenstveno zahteva procenu bezbednosti, početak istraživanja će biti posvećen sistemu za upravljanje bezbednošću u civilnom vazduhoplovstvu. Pored definisanja koncepta i opisa osnovnih principa sistema upravljanja bezbednošću, biće prikazani zahtevi i smernice za njegovo uspostavljanje, uz

isticanje značaja sistematičnog i proaktivnog pristupa u procesu upravljanja bezbednošću. Nakon definisanja i analize opštih pojmova hazarda i rizika, dalji akcenat biće na pristupima upravljanja bezbednosnim rizikom u vazduhoplovstvu.

Sa ciljem utvrđivanja da li je sa pojavom/uvođenjem određene inovacije/promene posmatrani sistem bezbedan, potrebno je utvrditi šta je prihvatljivi nivo bezbednosti za razmatrani sistem. S obzirom na navedenu činjenicu i postavljene naučne ciljeve istraživanja, u radu će biti opisan način/principi određivanja ciljanog nivoa bezbednosti u vazduhoplovstvu.

Sledi uvod u problematiku i specifičnosti rizika od udesa i nezgoda vazduhoplova sa bespilotnim vazduhoplovima. Najpre će biti analiziran koncept operacija bespilotnih vazduhoplova u sistemu vazdušnog saobraćaja uz pregled trenutnih i planiranih oblasti primene, analizu tržišta, ali takođe i pregled trenutne regulative u vezi sa operacijama bespilotnih vazduhoplova u sistemu vazdušnog saobraćaja kako bi se došlo do sveobuhvatne analize ove inovacije, što predstavlja osnov za sprovođenje procesa upravljanja bezbednošću.

Glavni deo predloženog istraživanja biće fokusiran na procenu bezbednosnog rizika i načine na koji se rizik može kvantifikovati, za unapred definisane okvire sistema koji se posmatra, odnosno tri aspekta: prisustva i primene bespilotnih vazduhoplova na aerodromu, udesa i nezgoda bespilotnih vazduhoplova i vazduhoplova u letu, i uticaja na treća lica na zemlji.

Kako bi se razumeli i identifikovali hazardi, i odredili povezani rizici, prvi korak podrazumevaće oslanjanje na statističke podatke, odnosno pregled i analizu dostupnih baza podataka. Naredni korak obuhvatiće primenu različitih tehnika i metoda za identifikaciju hazarda i procenu bezbednosnog rizika od udesa i nezgoda vazduhoplova sa bespilotnim vazduhoplovima.

Kako je izbegavanje sudara u letu prepoznato kao ključno pitanje u pogledu pristupa bespilotnih vazduhoplova civilnom vazdušnom prostoru, kao i da postojanje ACAS rešenja ima najveći uticaj na TLOS, u istraživanju će biti analiziran koncept "Otkrivanja i izbegavanja konflikata" (eng. *Detect and Avoid- DAA*), zatim će biti urađena evaluacija postojećeg ACAS rešenja koje je u primeni na vazduhoplovima i poređenje sa zahtevima DAA rešenja za bespilotne vazduhoplove. Nakon navedenog, za unapred definisane scenarije, biće sprovedena analiza efektivnosti ACAS sistema na bespilotnim vazduhoplovima pomoću metode Analize stabla otkaza (eng. *Fault Tree Analysis- FTA*) koja predstavlja dobar pokazatelj rada čitavog sistema i uticaja pojedinačnih komponenti na njegovo funkcionisanje (Tomić, et al., 2022). Dobijena rešenja ukazaće na kritične tačke ACAS sistema za bespilotne vazduhoplove na čijem razvoju je potrebno raditi kako bi se došlo do prihvatljivog rešenja.

Rezultati dobijeni primenom različitih metoda za procenu rizika biće osnov za definisanje/postavljanje ciljanog nivoa bezbednosti u kontekstu operacija bespilotnih vazduhoplova u sistemu vazdušnog saobraćaja kao pretnje za bezbedno odvijanje operacija vazduhoplova. Naredni korak obuhvata definisanje indikatora bezbednosnih performansi- SPI za posmatranu problematiku.

Zaključna faza istraživanja biće posvećena korelaciji između preventivnih mera i ublažavanja rizika, odnosno biće sprovedena analiza postojećih mera, ali i dat predlog potrebnih mera za

prevenciju i upravljanje rizikom od udesa i nezgoda vazduhoplova sa bespilotnim vazduhoplovima zasnovan na rezultatima iz prethodnih faza.

Predloženo istraživanje bi kao rezultat trebalo da pruži metodologiju koja može da posluži kao podrška u odlučivanju i bude iskorišćena kao osnov za definisanje neophodne regulative, ciljanog nivoa bezbednosti, i neophodnih mera za unapređenje bezbednosti u vazdušnom saobraćaju, u kontekstu uvođenja inovacije, a na primeru bespilotnih vazduhoplova kao sastavnog dela sistema vazdušnog saobraćaja.

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 problematike, ciljeva i značaja istraživanja; formulacija problema;
- Opis sistema upravljanja bezbednošću u vazdušnom saobraćaju; definisanje pojmova hazarda i bezbednosnog rizika sa osvrtom na načine njihove identifikacije, procene i ublažavanja; opis načina/principa određivanja ciljanog nivoa bezbednosti u vazduhoplovstvu;
- Definisanje pojma rizika od udesa/nezgoda vazduhoplova sa bespilotnim vazduhoplovima;
- Analiza koncepta operacija bespilotnih vazduhoplova u sistemu vazdušnog saobraćaja, pregled trenutnih i planiranih oblasti primene; analiza dostupnih prognoza tržišta bespilotnih vazduhoplova; pregled trenutne regulative u vezi sa operacijama bespilotnih vazduhoplova u sistemu vazdušnog saobraćaja;
- Pregled statističkih podataka o udesima i nezgodama između vazduhoplova i bespilotnih vazduhoplova u civilnom vazduhoplovstvu; analiza dostupnih baza podataka, i postojećih procedura za prijavljivanje događaja i skladištenje podataka;
- Primena različitih tehnika i metoda za identifikaciju hazarda i procenu bezbednosnog rizika od udesa/nezgoda vazduhoplova sa bespilotnim vazduhoplovima, za prethodno identifikovana područja sa povećanim rizikom;
- Analiza efektivnosti ACAS rešenja u upotrebi na bespilotnim vazduhoplovima;
- Analiza i diskusija dobijenih rezultata; definisanje/postavljanje ciljanog nivoa bezbednosti u kontekstu operacija bespilotnih vazduhoplova u sistemu vazdušnog saobraćaja kao pretnje za bezbedno odvijanje operacija vazduhoplova;
- Analiza postojećih i definisanje potrebnih mera za prevenciju i upravljanje rizikom od udesa/nezgoda vazduhoplova sa bespilotnim vazduhoplovima;
- Zaključna razmatranja; ukazivanje na mogućnost primene predložene metodologije, kao i na prednosti i ograničenja njenog korišćenja; 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 bliske oblasti istraživanja – 8 referenci je iz oblasti bezbednosti vazduhoplova odnosno bezbednosti vazdušnog saobraćaja.

1. 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 2020:0.975 - M23)
2. 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](https://doi.org/10.1108/AEAT-12-2020-0297) (IF 2020:0.975 - M23)
3. 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 2020: 0.898 - M23)
4. **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 2018: 2.592)
5. 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)
6. 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)
7. 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)
8. 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).
9. **Čokorilo, O.**, De Luca, M., & Dell’Acqua, G. (2014). Aircraft safety analysis using clustering algorithms. *Journal of Risk Research*, 17(10): 1325-1340. doi: 10.1080/13669877.2013.879493 (IF 2014:0.935).
10. **Čokorilo, O.**, Miroslavljević, P., Vasov, L., & Stojiljković, B. (2013). Managing safety risks in helicopter maritime operations. *Journal of Risk Research*, Special Issue: Land, Sea and Air: Transport Risk, 16(5): 613-624. doi: 10.1080/13669877.2012.737828 (IF 2013:1.270)
11. **Čokorilo O.** (2013). Human Factor Modelling for Fast-Time Simulations in Aviation. *Aircraft engineering and aerospace technology*, 85(5): 389-405. doi: 10.1108/AEAT-07-2012-0120 (IF 2013:0.480).

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 Lidije Tomić, master inž. saobraćaja, pod nazivom **"RAZVOJ METODOLOGIJE ZA PROCENU RIZIKA U OPERACIJAMA BESPILOTNIH VAZDUHOPLOVA U SISTEMU VAZDUŠNOG SAOBRAĆAJA"**, 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, 5.9.2022. godine

ČLANOVI KOMISIJE

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

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

Dr Sanja Steiner, redovni profesor
Sveučilište u Zagrebu – Fakultet prometnih znanosti