

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ
НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Оцена научне заснованости теме докторске дисертације кандидаткиње Доротеје Тимотић, мастер инж. саобраћаја

Одлуком Наставно-научног већа Саобраћајног факултета бр. 762/4 од 23.09.2021. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидаткиње Доротеје Тимотић, мастер инж. саобраћаја под називом **„МОДЕЛОВАЊЕ УТИЦАЈА ПОВЕЋАЊА НИВОА АУТОМАТИЗАЦИЈЕ НА БЕЗБЕДНОСТ И РЕЗИЛИЈЕНТНОСТ СИСТЕМА КОНТРОЛЕ ЛЕТЕЊА“**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, у складу са Правилником о докторским студијама на Универзитету у Београду, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Доротеја Тимотић је рођена 04.07.1994. године у Ваљеву. Основну школу „Милован Глишић“ завршила је 2008. године са одличним успехом, као носилац Вукове дипломе и најбољи ђак генерације. Средњу школу, Ваљевску Гимназију, завршила је 2013. године, такође са одличним успехом.

Саобраћајни факултет Универзитета у Београду уписала је школске 2013/2014. године, а дана 22. 09. 2017. године завршила је основне академске студије, првог степена, обима 240 (двеста четрдесет) ЕСПБ бодова, на модулу за Ваздушни саобраћај и транспорт, са просечном оценом 8,98 (осам и 98/100). Завршни рад на тему „Систем таласа у хаб аеродрому: Утицај на ред летења и повезаност мреже линија“ под менторством проф. др Данице Бабић, је одбранила са оценом 10 (десет) и тиме стекла звање Дипломирани инжењер саобраћаја.

Мастер академске студије, другог степена, на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду, обима 60 (шездесет) ЕСПБ бодова, на модулу Ваздушни саобраћај и транспорт уписала је школске 2017/2018. године. Мастер академске студије завршила је 25. 09. 2018. године са просечном оценом 9,63 (девет и 63/100). Мастер рад на тему „Моделирање узрока излетања са полетно-слетних стаза применом Бајесових мрежа“ под менторством проф. др Феђе Нетјасов, одбранила је са оценом 10 (десет) и тиме стекла звање Мастер инжењер саобраћаја.

Докторске академске студије, трећег степена, на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду, обима 180 (сто осамдесет) ЕСПБ бодова, на студијском програму Саобраћај уписала је школске 2018/2019. године.

На основу успеха на претходним нивоима студија, била је две године (2016/17, 2017/18) прималац „Стипендије за подстицање образовања и усавршавања надарених ученика и студената“, коју додељује град Ваљево.

Од јуна до децембра 2018. године, кандидаткиња је обавила стручну праксу, у трајању од шест месеци, у EUROCONTROL-у са седиштем у Бриселу, Белгија, у одељењу под називом Network Manager Directorate/Office of the Director. Током периода студирања, обавила и друге стучне праксе: Директорат Цивилног Ваздухопловства Републике Србије, одсек за управљање ваздушним саобраћајем, лиценцирање контролора летења, ваздухопловну метеорологију и ваздухопловно информисање (фебруар 2018. године), Контрола летења Србије и Црне Горе SMATSA ДОО Београд, одсек за ваздухопловно информисање (јул 2017. године) и AirSERBIA, одсек за робни транспорт (април-мај 2017. године).

Од јануара 2019. године запослена је на Универзитету у Београду - Саобраћајном факултету као истраживач-приправник. Ангажована је на пројекту Министарства науке и технолошког развоја за „Подршку одрживог развоја ваздушног саобраћаја у Републици Србији“ (број пројекта 36033), као и на међународном пројекту у оквиру програма Horizon 2020 под називом „saFety And Resilience guidelines for aviatiOn - FARO”.

Била је учесник више домаћих и међународних конференција, семинара, радионица и летњих школа.

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

Кандидаткиња је докторске академске студије на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду уписала у октобру 2018. године. У звање истраживач-приправник изабрана је у јануару 2019. године.

Предала је годишњи рад и положила све испите на докторским академским студијама са просечном оценом 10.00, и при том остварила укупно 60 ЕСПБ бодова.

На Саобраћајном факултету Универзитета у Београду Кандидаткиња је положила следеће испите:

- Безбедност ваздушне пловидбе – проф. др Феђа Нетјасов
- Контрола летења 4 – проф. др Обрад Бабић
- Ваздухопловна пристаништа 4 – проф. др Бојана Мирковић
- Планирање превозења и експлоатација ваздухоплова 4 – проф. др Милица Калић
- Управљање процесима у ваздушном саобраћају – проф. др Феђа Нетјасов
- Симулационо моделирање- проф. др Марко Ђогатовић
- Улога људских фактора у саобраћају – проф. др Светлана Чичевић
- Изабране методе мултиваријационе статистике – проф. др Мира Паскота

Кандидаткиња је дана 31.08.2021 поднела Пријаву теме докторске дисертације под радним називом „Моделовање утицаја повећања нивоа аутоматизације на безбедност и резилијентност система контроле летења“. Успешно је одбранила предлог истраживања у оквиру докторске дисертације дана 24.09.2021. године и тиме остварила 16 ЕСПБ бодова.

Учешће на истраживачким и консултантским пројектима

Кандидаткиња је учествовала у неколико научноистраживачких пројеката, од којих су најважнији пројекат који је остварен уз подршку Министарства просвете, науке и технолошког развоја под називом „Подршка одрживом развоју система ваздушног саобраћаја

Републике Србије“ и међународни пројекат под називом „saFety And Resilience guidelines for aviatiOn-FARO” у оквиру програма Horizon 2020.

Ангажовање у настави

Кандидаткиња је у току свог радног ангажмана на Саобраћајном факултету повремено учествовала у настави на мастер студијама у оквиру предмета „Методe оцeне безбедности ваздушне пловидбе“, као и у извођењу рачунских вежби у оквиру предмета „Ваздухопловна навигација“ на основним академским студијама.

Списак саопштених и објављених радова

Поред пројектних активности, кандидаткиња је и коатор следећих радова:

а) радови у часописима (M51)

1. **D. Timotic**, F. Netjasov, “Modelling of Runway Excursions with Bayesian Belief Networks”, *Tehnika*, Vol. 74 (1), 2019, pp. 105-112.

б) радови презентовани на међународним конференцијама објављени у целини (M33)

2. **D. Timotic**, B. Mirkovic, G. Savic, “The Operational Efficiency Analysis of Airports With Two-Runway System”, 47th Symposium of Operational Research, SYM-OP-IS 2020, session Traffic, Transportation and Communication, held in virtual format, September 20-23, 2020.
3. **D. Timotic**, F. Netjasov, S. Cicevic, “Investigation of Relationship Between Trust in Automation and Human Personality Traits Among Air Traffic Controllers”, Proceedings of 9th International Conference for Research in Air Transport, ICRAT 2020, session “Human Performance” held in virtual format, September 15, 2020.
4. **D. Timotic**, F. Netjasov, M. Djogatovic, "Monte Carlo Simulation of Runway Excursion Bayesian Belief Network Model", Proceedings of 46th Symposium of Operational Research, SYM-OP-IS 2019, session "Simulation and Stochastic Models", Kladovo, Serbia, September 15-18, 2019. pp. 693-698.
5. P. Vranjkovic, B. Mirkovic, **D. Timotic**, "SESAR 1 Solutions Implementation: Key Feature-High Performing Airport Operations", Proceedings of 8th SESAR Innovation Days, SID2018, Salzburg, Austria, December 3-7, 2018, session “Airports” <https://www.sesarju.eu/sesarinnovationdays>
6. **D. Timotic**, F. Netjasov, "Modelling of Runway Excursions with Bayesian Belief Networks", Proceedings of 45rd Symposium of Operational Research, SYM-OP-IS 2018, session "Traffic and Transport", Zlatibor, Serbia, September 16-19, 2018, pp. 412-418 (in English).

Стручна усавршавања

Кандидаткиња је похађала неколико стручних и научних курсева и радионица:

- „Engage summer school 2021“, у организацији Engage конзорцијума, одржане 30. августа до 2. септембра, у виртуелном формату
- „Airport capacity Imbalance” у организацији Европске организације за безбедност ваздушне пловидбе- EUROCONTROL, одржаног 25. марта 2021, у виртуелном формату
- „Safety and Human factors Webinar“ случај Коста Конкордија, у организацији Европске организације за безбедност ваздушне пловидбе - EUROCONTROL (одсек за безбедност), одржаног у пет семинара у периоду септембар 2020 - фебруар 2021, у виртуелном формату

- „*Just culture across industries: Continuing to learn from each other*” у организацији Европске организације за безбедност ваздушне пловидбе – EUROCONTROL, одржаног у четири семинара у периоду октобар-новембар 2020, у виртуелном формату
- „*Engage summer school 2020*“, у организацији Катедре за аеродроме и безбедност ваздушне пловидбе (Саобраћајни факултет Универзитета у Београду), члана Engage конзорцијума уз подршку осталих чланова конзорцијума, одржане 21-25. септембра 2020, у виртуелном формату.

1.3 Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу приложених докумената и одбране приступног рада, Комисија је стекла увид у способности кандидата за научноистраживачки рад и њене могућности да током израде докторске дисертације оствари резултате који ће бити приказани и оцењени од стране међународне научне заједнице. Став комисије је да кандидаткиња испуњава све потребне суштинске и формалне услове да приступи изради докторске дисертације на предложену тему.

Резултати досадашњих истраживања су у уској вези са предложеном темом истраживања у оквиру докторске дисертације. Положени испити, додатна стручна усавршавања и учешће на пројектима пружају одличну основу кандидаткињи за даљи рад на истраживању у оквиру предложене теме докторске дисертације. Објављени резултати током докторских студија показују да кандидаткиња изузетно добро познаје правце будућег развоја АТМ система (реф.5), улогу поверења у аутоматизацију код унапређења тих система (реф.3), као и да има вештине да изабере адекватне методе и примени их на решавање конкретних проблема (реф. 1, 2, 4 и 6). Кроз ангажовање на текућем пројекту „saFety And Resilience guidelines for aviatiOn-FARO” који је у уској вези са предложеном темом, кандидаткиња има увид у примењене методе, остварени напредак у области безбедности и резилијентности, као и податке које може директно или индиректно користити за истраживање.

2. Предмет и циљ истраживања

2.1 Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања у овој докторској дисертацији је анализа безбедности и резилијентности система ваздушног саобраћаја у случају увођења промена у АТМ систем, пре свега у области аутоматизације система. Промена унутар система подразумева употребу нових аутоматизованих алата, нових принципа и правила рада система, нове технологије за коју би требало обучити људе, и која, као таква може представљати нове изазове за људске оператере. Сходно томе, важно је пронаћи одговарајући модел односа човека и аутоматизације како би се остварио безбедан рад свих делова система.

Тренутни европски систем и мрежа ваздушног саобраћаја неће бити у могућности да опслуже очекивани раст саобраћаја, разноврсност и нове изазове без увођења промена у технологији и пружању нових услуга. Идеја је да се обезбеди дигитална трансформација основног инфраструктурног система са повећаним нивоом аутоматизације и повезивање елемената унутар система. Извођење задатака и решавање различитих ситуација биће побољшано увођењем нових аутоматизованих алата, машинског учења и вештачке интелигенције у окружење контролора летења. Ова нова решења имају за циљ побољшање укупних перформанси АТМ система, уз обезбеђивање већег капацитета ваздушног простора и контролора летења за решавање свих потребних ситуација. На исти начин, безбедност система остаће главни захтев, док резилијентност система постаје важна карактеристика коју

треба анализирати у свакој фази његовог побољшања. Последица свега наведеног је промена положаја и улоге контролора летења у систему човек-машина, односно унутар будућег АТМ система. Неке задатке које је извршавао контролор летења, убудуће ће извршавати различити аутоматизовани алати и помоћни алгоритми.

Увођењем аутоматизације умногоме мења положај људског оператера у систему човек-машина. Постоји потреба да се разматра баланс између ефикасности остварене аутоматизацијом и ефикасности људских способности, посебно у ситуацијама опоравка током не-номиналних или деградираних начина рада. Идентификација најчешћих кварова и деградација алата аутоматизације мора бити позната и правилно схваћена од стране људских оператера сходно њиховој улози у датим ситуацијама. Људске одлуке увек морају имати примат над системом, независно од нивоа аутоматизације. Такође, анализа безбедности би требало да помогне пре имплементације аутоматизације у избегавању губитка свести о датој ситуацији код људи. У тим ситуацијама поверење игра важну улогу у односу човек-машина. Због тога се намеће, као додатни мотив избора теме истраживања, чињеница да је у новом аутоматизованом систему веома важно развити поверење контролора летења у функционисање система ради успостављања правог односа између људског оператера и система. Окружење од поверења је кључно како би употреба аутоматизације била безбедна и успешна.

Однос између безбедности и резилијентности система важан је за функционисање АТМ система у случају нових системских промена, попут увођења аутоматизације. У текућој литератури примећен је недостатак квантитативних показатеља (индикатора) који могу мерити резилијентност система када се у систему догоди промена. Ови индикатори могу помоћи у мерењу резилијентности у номиналним и не-номиналним ситуацијама, омогућавајући учење на основу догађаја ради унапређивања безбедност система.

Основна питања на која предложено истраживање тежи да одговори су:

- Који су то индикатори резилијентности система и на који начин их је могуће квантификовати, са циљем мерења резилијентности система у случају увођења нове промене (нпр. аутоматизације система) у номиналним и не-номиналним ситуацијама?
- Какав је утицај аутоматизације на позицију/улогу човека у новонасталом АТМ систему, шта се променило, који су то нови изазови којима ће човек бити изложен, као и на који начин се може унапредити однос између људског оператера и аутоматизованих алата (или система)?
- Да ли поверење људског оператера у аутоматизацију има утицаја на безбедност и резилијентност система, и на који начин га је могуће проценити са циљем унапређења безбедности и резилијентности система?

Први циљ истраживања огледа се у анализи безбедности и резилијентности система након увођена промене у систем, конкретно, након увођена аутоматизације у окружење контролора летења. Идеја је дефинисати индикаторе безбедности пре и након увођења дате промене. Дефинисање индикатора безбедности биће засновано на већ постојећим индикаторима систематизованим након десктоп анализе резултата истраживачких пројеката блиских датој теми. Такође, како би се прецизније сагледао утицај аутоматизације на систем контроле летења, индикатори резилијентности система ће бити дефинисани за случај пре и после увођења промене. Циљ истраживања јесте дефинисање модела за квантификовање индикатора резилијентности система. Таквим моделом би било могуће поредити стања система пре и након увођења промене, а све са циљем унапређења безбедности унутар њега. Као полазна основа за дефинисање индикатора резилијентности, као и у случају дефинисања индикатора безбедности, биће коришћена релевантна литература. Поред тога, кроз реализацију овог циља требало би узети у обзир и одређена ограничења која се пре свега односе на могућност дефинисања математичког модела за квантификовање индикатора резилијентности, као и евентуално упоређивање са индикаторима безбедности (да ли се

индикатори анализирају посебно или их је могуће комбиновати, увек, или само у неким ситуацијама). Такође, реализација овог циља би требало да објасни да ли је резилијентан систем и безбедан систем, односно каква веза постоји између ове две битне карактеристике система.

Други циљ истраживања се односи на одређивање нових улога човека услед увођења промена у систем (аутоматизације у конкретном случају). Фокус би требало да буде на испитивању карактеристика човека које утичу на прихватање аутоматизације система. Тиме би се утицало на унапређење поверења човека у аутоматизован систем уз дефинисање одређених метода и стратегија за побољшање односа човек-машина. Приликом реализације датог циља, требало би дефинисати одређене ситуације (номиналне и не-номиналне), као и задатке човека и машине у датим ситуацијама са идејом разумевања њихове појединачне улоге у целокупном систему, њихове међусобне везе и сарадње. На тај начин би се могла добити евентуална слика о могућим стратегијама и решењима за унапређење поменуте везе, нарочито у ситуацијама потпуне аутоматизације система у којој би човек имао само задатак мониторинга система.

Трећи циљ истраживања односи се на анализу поверења човека у аутоматизован систем и утицаја тог поверења на резилијентност система. У склопу реализације овог циља потребно је дефинисати основне факторе који утичу на поверење човека у аутоматизацију и евентуалне стратегије за унапређење човековог поверења у аутоматизацију. Уколико је то могуће, дефинисати узрочно-последичну везу између поверења човека у аутоматизацију и његовог утицаја на безбедност и резилијентност система.

2.2 Формулација назива теме

Предложени назив теме докторске дисертације је добро формулисан. Кроз наслов се јасно уочава предмет, као и сам циљ истраживања. У контексту предложеног истраживања и области примене оправдано је коришћење термина „резилијентност“, као ширег појма од термина „отпорност“.

2.3 Референтна литература

Прелиминарни списак литературе на основу којег ће се спроводити истраживање садржи следеће радове (организовани су хронолошки):

1. J. M. Koonce: A brief history of aviation psychology. Human Factors, 26(5), 1984, pp. 499-508
2. J. Lee, N. Moray: Trust, control strategies and allocation of function in human-machine systems. Ergonomics, 35(10), 1992, pp. 1243-1270
3. R. Parasuraman, R. Molloy, I. L. Singh: Performance consequences of automation-induced 'complacency'. The International Journal of Aviation Psychology, 3(1), 1993, pp. 1-23.
4. B. M. Muir: Trust in automation: Part I. Theoretical issues in the study of trust and human intervention in automated systems. Ergonomics, 37(11), 1994, pp. 1905-1922.
5. D. B. Kaber, M. R. Endsley: Out of the loop performance problems and the use of intermediate levels of automation for improved control system functioning and safety. Process Safety Progress, 16(3), 1997, pp. 126-131.

6. R. Parasuraman, V. Riley: Humans and automation: Use, misuse, disuse, abuse. *Human factors*, 39(2), 1997, pp. 230-253
7. R. Parasuraman, J. Duley, A. Smoker: Automation tools for Controllers in Future Air Traffic Control. *The Controller*, 1998.
8. N. Moray, T. Inagaki, M. Itoh: Adaptive automation, trust, and self-confidence in fault management of time-critical tasks. *Journal of experimental psychology: Applied*, 6(1), 44, 2000.
9. J. Jian, A. Bisantz, C. Drury, J. Llonas: Foundations for an empirically determined scale of trust in Automated Systems”, *International Journal of Cognitive Ergonomics*, vol. 4, 2000, pp. 53-57
10. M. Madsen, S. Gregor: Measuring Human-Computer Trust, In 11th Australasian conference on information systems, vol. 53, 2000, pp. 6-8
11. D. Bonini: ATC do I trust thee? Referents of Trust in Air Traffic Control. In CHI'01 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, March 2001, pp. 449-450).
12. B. M. Muir: Operators' trust in and use of automatic controllers in a supervisory process control task. Ph.D. Thesis, 2002, University of Toronto, Canada.
13. B. D. Adams, L. E. Bruyn, S. Houde, P. Angelopoulos, K. Iwasa-Madge, C. McCann: Trust in automated systems. Toronto: Ministry of National Defence, 2003.
14. Eurocontrol: Guidelines for Trust in Future ATM Systems: Principles, under SHAPE Project. Eurocontrol Headquarters, 2003, Brussels.
15. S. D. Gosling, P. J. Rentfrow, W. B. Swann Jr: A very brief measure of the Big-Five personality domains. *Journal of Research in personality*, 37(6), 2003, pp. 504-528.
16. J. D. Lee, K. A. See: Trust in automation: Designing for appropriate reliance. *Human factors*, 46(1), 2004, pp. 50-80
17. D. Bonini: A model of trust in the work of an air traffic controller. Doctoral dissertation, Trinity College Dublin, 2005.
18. J. Gao, J. D. Lee: Extending the decision field theory to model operators' reliance on automation in supervisory control situations. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 36(5), 2006, pp. 943-959
19. D. B. Kaber, C. M. Perry, N. Segall, C. K. McClernon, L. J. Prinzel III: Situation awareness implications of adaptive automation for information processing in an air traffic control-related task. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36(5), 2006, pp. 447-462.
20. R. Parasuraman, T. B. Sheridan, C. D. Wickens: Situation awareness, mental workload, and trust in automation: Viable, empirically supported cognitive engineering constructs. *Journal of cognitive engineering and decision making*, 2(2), 2008, pp. 140-160
21. D. M. Dehn: Assessing the impact of automation on the air traffic controller: the SHAPE questionnaires. *Air traffic control quarterly*, 16(2), 2008, pp. 127-146.

22. E. Hollnagel, C.P. Nemeth, S. Dekker: Resilience Engineering Perspectives, Volume 1: Remaining sensitive to the possibility of failure, 2008, Aldershot, England: Ashgate.
23. R. Woltjer, E. Hollnagel: Functional modeling for risk assessment of automation in a changing air traffic management environment. Paper presented at the Proceedings Fourth International Conference Working on Safety, 2008, Crete, Greece
24. R. Woltjer: Functional modeling of constraint management in aviation safety and command and control. PhD thesis, No. 1249, 2009, Linköping University
25. J. S. Hughes, S. Rice, D. Trafimow, K. Clayton: The automated cockpit: A comparison of attitudes towards human and automated pilots. Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 12(5), 2009, pp. 428-439.
26. R. D. Spain: The effects of automation expertise, system confidence, and image quality on trust, compliance, and performance (Doctoral dissertation), 2009, Old Dominion University, Norfolk, VA.
27. E. Hollnagel: The four cornerstones of resilience engineering. [book auth.] C.P. Nemeth, E. Hollnagel and S. Dekker. Resilience Engineering Perspectives. s.l.: Ashgate Studies in Resilience Engineering, Vol. II, 6, 2009, pp. 117-134.
28. C.P. Nemeth, E. Hollnagel, S. Dekker: Resilience Engineering Perspectives, Volume 2: Preparation and restoration, 2009, Aldershot, England: Ashgate.
29. EUROCONTROL, “A White Paper on Resilience Engineering for ATM”. 2009.
30. European Commission: Regulation 691/2010 Performance Scheme for Air Navigation Services and Network Functions, 2010.
31. E. Hollnagel: How resilient is your organisation. An Introduction to the Resilience Analysis Grid (RAG). Sustainable Transformation: Building a Resilient Organisation, 2010.
32. Resilience Engineering Guidance: Final deliverable under the project “Application of resilience and robustness guidance to Remote tower and ASAS”, 2011, Sesar Joint Undertaken.
33. L. Macchi, E. Hollnagel, J. Leonhard: Resilience engineering approach to safety assessment: An application of FRAM for the MSAW system. hal-00572933, version 1. Mines ParisTech, 2011.
34. E. Hollnagel: FRAM: The Functional Resonance Analysis Method; Modelling complex socio-technical systems, 2012, Farnham, England: Ashgate
35. Resilience 2050 Consortia, The Human Contribution-Analysis of the Human Role in Resilience in ATM, Deliverable D1.2, AAT.2012.6.2-4. Building agility and resilience of the ATM system beyond SESAR, April 2013.
36. D. D. Woods, Y. J. Chan, J. Wreathall: The stress–strain model of resilience operationalizes the four cornerstones of resilience engineering. In 5th Resilience Engineering Symposium, February, 2014, pp. 17-22).

37. R. Woltjer, E. Pinska-Chauvin, T. Laursen, B. Josefsson: Towards understanding work-as-done in air traffic management safety assessment and design. *Reliability Engineering & System Safety*, 141, 2015, pp. 115-130.
38. K. A.Hoff, M. Bashir: Trust in automation: Integrating empirical evidence on factors that influence trust. *Human factors*, 57(3), 2015, pp. 407-434.
39. T. Mirchi, K. P. Vu, J. Miles, L. Sturre, S. Curtis, T. Z. Strybel: Air traffic controller trust in automation in NextGen. *Procedia Manufacturing*, 3, 2015, pp. 2482-2488.
40. I. Abdullah, R. Omar, S.A. Panatik: A literature review on personality, creativity and innovative behavior. *International Review of Management and Marketing*, 6(1S), 2016, pp. 177-182.
41. Civil Aviation Authority, ATM Automation: guidance on human-technology integration-CAP 1377, Aviation House, Gatwick Sussex, edition 2016.
42. M. Credé, P. D. Harms, N. Blacksmith, D. Wood: Assessing the utility of compound trait estimates of narrow personality traits. *Journal of personality assessment*, 98(5), 2016, pp. 503-513.
43. C. Westin, C. Borst, B. Hilburn: Automation transparency and personalized decision support: Air traffic controller interaction with a resolution advisory system. *IFAC-PapersOnLine*, 49(19), 2016, pp. 201-206.
44. J. G. Boubin, C. F. Rusnock, J. M. Bindewald: Quantifying compliance and reliance trust behaviors to influence trust in human-automation teams. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, Vol. 61, No. 1, September 2017, pp. 750-754, Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
45. AUTOPACE Consortia, Preliminary Safety Hazard and Performance Assesment, Deliverable D4.1, H2020-SESAR-2015-1, Sesar-01-2015 Automation in ATM, November 2017.
46. R. De Boer, S. Dekker: Models of automation surprise: results of a field survey in aviation. *Safety*, 3(3), 20, 2017.
47. M. R. Endsley: From here to autonomy: lessons learned from human-automation research. *Human factors*, 59(1), 2017, pp. 5-27
48. APACHE Consortia, Review of current KPIs and proposal for new ones, Deliverable D3.1, H2020-SESAR-2015-1, Sesar-11-2015 ATM Performance, July 2018
49. APACHE Consortia, Functional requirements and specifications for the ATM performance assessment framework, Deliverable D3.2, H2020-SESAR-2015-1, Sesar-11-2015 ATM Performance, July 2018
50. J. Ferraro, L. Clark, N. Christy, M. Mouloua: Effects of automation reliability and trust on system monitoring performance in simulated flight tasks. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, Vol. 62, No. 1, September, 2018, pp. 1232-1236). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE

51. B. French, A. Duenser, A. Heathcote: Trust in Automation – A Literature Review. CSIRO Report EP184082, 2018, CSIRO, Australia.
52. S. Y. Chien, M. Lewis, K. Sycara, A. Kumru, J. S. Liu: Influence of culture, transparency, trust, and degree of automation on automation use. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 50(3), 2019, pp. 205-214.
53. Z. Fenn: Lassoing the loop: An examination of factors influencing trust in automation. Ph.D. Thesis, 2020, University of Basel.
54. J. Kraus, D. Scholz, E.-M. Messner, M. Messner, M. Baumann: Scared to Trust? Predicting Trust in Highly Automated Driving by Depressiveness, Negative Self-Evaluations and State Anxiety, *Frontiers in Psychology*, 10, 2917, 2019.
55. J. Pariès, L. Macchi, C. Valot, S. Deharvengt: Comparing HROs and RE in the light of safety management systems. *Safety science*, 117, 2019, 501-511.
56. R. Patriarca, G. Di Gravio, R. Cioponea, A. Licu: Safety intelligence: Incremental proactive risk management for holistic aviation safety performance. *Safety science*, 118, 2019, pp. 551-567.
57. F. Netjasov, D. Crnogorac, G. Pavlovic: Potential safety occurrences as indicators of air traffic management. *Transportation research part C: emerging technologies*, Vol. 102, 2019, pp. 409-508
58. SESAR Joint Undertaken: A proposal for the future architecture of the European airspace, Publications Office of the European Union, 2019.
59. EUROCONTROL: SESAR Concept of Operations (CONOPS), Deliverable D2.5, H2020-SESAR-2015-2, Content Integration – ATM Operations, May 2019.
60. EUROCONTROL, Performance Review Commission: Performance Review Report-An Assessment of Air Traffic Management in Europe during the Calendar Year 2019, June 2020, Brussels, Belgium.
61. SESAR Joint Undertaken: European ATM Master Plan, Digitalising Europe's Aviation Infrastructure, Executive view, 2020 edition.
62. R. J. J. Groenen: Agent-based modelling and simulation for quantification of resilience in air transport: The effects of a sudden and unexpected bad weather disturbance on conventional approach operations. Master Thesis, 2020, TU Delft Aerospace Engineering
63. S. Li, Y. Wang, J. Xue, N. Zhao, T. Zhu: The impact of COVID-19 epidemic declaration on psychological consequences: a study on active Weibo users. *International journal of environmental research and public health*, 17(6), 2032, 2020.
64. A. Svensson: Human-automation teamwork: Current Practices and future directions in air traffic control. Ph.D. Thesis, 2020, Linköping University
65. Z. Jakšić, M. Janić: Modeling resilience of the ATC (Air Traffic Control) sectors. *Journal of Air Transport Management*, 89, 101891, 2020.

66. D. Timotic, F. Netjasov, S. Cicevic: Investigation of Relationship Between Trust in Automation and Human Personality Traits Among Air Traffic Controller, 9th International Conference for Research in Air Transport at session „Human Performance“, September, 2020.
67. T. Pejovic, F. Netjasov, D. Crnogorac: Relationship between Air Traffic Demand, Safety and Complexity in High-Density Airspace in Europe. In Risk Assessment in Air Traffic Management. IntechOpen, 2020.
68. FARO Consortia. D2.2 Case Studies. 2020.

2.4 Осврт на релевантне библиографске изворе и остварене резултате

Кандидаткиња у својој пријави, на основу прегледа литературе, тврди да се предмету истраживања ове докторске дисертације у досадашњим истраживањима није приступало на описан начин и да у постојећим истраживањима није решаван проблем који је дефинисан у овом истраживању. По најбољем сазнању Комисије ова тврдња је тачна.

Кандидаткиња је показала познавање актуелних праваца развоја ATM система у будућности кроз извештаје релевантних организација попут EUROCONTROL-а (реф. 59) и SESAR JU-а (реф. 58, 61). Резилијентност ATM система је покривена кроз фундаменталне референце које овај појам уводе у систем ваздушног саобраћаја (реф. 22-24, 27, 28, 31, 33, 34, 36, 37, 68) и начин на који га усвајају релевантне организације (реф. 29, 32 и 35). Резилијентност ATM система као друштвено-технолошког система представља шири поглед на безбедност система (реф. 45, 56, 57, 67).

Радови из области резилијентности објашњавају ову карактеристику ATM система на општем методолошком нивоу. Веома је мали број радова који покушава да квантификује резилијентност, односно да предложи индикаторе резилијентности (реф. 62, 65). Кроз радове се показује систематичност у приступу дефинисања нових индикатора у контексту индикатора перформанси ATM система који су данас у употреби (реф. 30, 48, 49, 60). Највећи број референтних навода се односи на област људског фактора у контроли летења, пре свега на област поверења у аутоматизацију (реф. 1-21, 25, 26, 38-43, 46, 47, 50-55, 63, 64, 66). Веза поверења у аутоматизацију и резилијентности је до сада слабо заступљена у литератури (реф. 44) и представља област погодну за даље истраживање.

Проблем који је предлог истраживања у овој докторској дисертацији је релевантан у академским круговима, као и за инжењерску праксу, а предложено истраживање доноси неколико нових аспеката који претходно нису разматрани на начин на који ће се разматрати у оквиру овог истраживања.

3. Полазне хипотезе

На основу постављеног предмета и циљева истраживања дефинисане су основне хипотезе од којих се полази у истраживању:

- Увођење аутоматизације система ће променити улогу контролора летења у систему човек-машина.
- Повећање нивоа аутоматизације система ће позитивно утицати на безбедност и резилијентност система ваздушног саобраћаја.
- Поверење контролора летења у аутоматизован ATM систем ће имати утицаја на безбедност и резилијентност система ваздушног саобраћаја.

- Могуће је развити индикаторе резилијентности и одговарајућу математичку формулацију за њихову квантификацију са циљем њихове употребе у мерењу резилијентности АТМ система у номиналним и не-номиналним ситуацијама.
- Индикатори резилијентности система се могу комбиновати са индикаторима безбедности пре и после увођења промене у систем.

Комисија предлаже да се из претпоследње хипотезе брише „и одговарајућу математичку формулацију за њихову квантификацију“ и да се последња хипотеза integriше са претпоследњом, из више разлога. Досадашња истраживања дефинишу резилијентност АТМ система пре свега квалитативно, а мали број предложених квантитативних показатеља нису општег карактера, већ се односе на одређен сегмент рада система. Постоји могућност да претпоследња хипотеза не буде у целости потврђена, или да се предложени индикатори не могу директно повезати са конкретним променама у систему које буду даље разматране. Промене у систему (пре и после увођења нових алата) су нешто што се не дешава често и углавном траје дуго. Иако кандидаткиња и ментор већ имају предлог промена које би се анализирале, анализа утицаја ових промена може бити отежана, због специфичности ситуације у којој се тренутно налазимо, имајући у виду да се ослања на анкетирање контролора летења.

4. Научне методе истраживања

У процесу спровођења истраживања биће коришћени различити научни методи истраживања, укључујући квантитативна и квалитативна истраживања, као и низ експерименталних и неексперименталних истраживачких метода (узрочно-последична, компаративна, дескриптивна, и сл.), а поред њих се предвиђа и употреба метода каузалног моделирања (нпр. динамике система, функционалног резоновања, Бајесовских мрежа, итд.) и статистичких метода.

5. Очекивани резултати и научни допринос

Имајући у виду предмет, дефинисане циљеве истраживања и полазне хипотезе, основни резултати који се очекују су у вези са интегрисаним узрочно-последичним моделом, који би требало да дефинише и обезбеди хармонизовани приступ у процесу увођења промена у АТМ систем, пре свега у пољу повећања нивоа аутоматизације, и допринесе повећању нивоа безбедности и резилијентности АТМ система.

У том смислу, научни допринос истраживања се огледа у систематизацији, преиспитивању и надоградњи досадашњих резултата и развоју нових теоријских и практичних доприноса у области безбедности, резилијентности, аутоматизације, људског фактора, и односа човек-машина.

Осим научног доприноса, очекује се да ће резултати истраживања имати и одређену практичну вредност, путем давања подршке процесу имплементације промена у АТМ систему кроз процену утицаја на безбедност и резилијентност система, и кроз обуку контролора летења за рад у високо аутоматизованим АТМ системима.

6. План истраживања и структура рада

У складу са дефинисаним предметом и циљевима истраживања и постављеним хипотезама, предвиђено је да истраживање буде спроведено у неколико фаза:

- Увод и опис мотива за спровођење истраживања;

- Преглед стања у научној и стручној литератури из предметних области: безбедности, резилијентности, аутоматизације, људског фактора, односа човек-машина, и препознавање главних достигнућа и резултата који могу имати утицаја на спровођење даљег истраживања у оквиру дисертације;
- Дефинисање индикатора безбедности и резилијентности АТМ система и дефинисање модела за њихову квантификацију. Таквим моделом би било могуће поредити стања система пре и након увођења промене, али и показати постоји ли веза између ове две битне карактеристике система;
- Истраживање фактора који утичу на прихватање технолошких промена у АТМ систему, пре свега вишег нивоа аутоматизације система. У оквиру овог истраживања, требало би дефинисати одређене ситуације (номиналне и не-номиналне), као и задатке човека и машине у датим ситуацијама са идејом разумевања њихове појединачне улоге у целокупном систему, њихове међусобне везе и сарадње. У ту сврху би било организовано интервјуисање контролора летења.
- Истраживање поверења човека у аутоматизован систем и његов утицај на унапређење безбедности и резилијентности система, са циљем одређивања основних фактора који утичу на поверење човека у аутоматизацију, и стратегија за унапређење човековог поверења у аутоматизацију. Истраживање би укључивало и прикупљање емпиријских података и интервјуе са контролорима летења. Поред тога биће дефинисана узрочно-последична веза између поверења човека у аутоматизацију и његовог утицаја на безбедност и резилијентност система.
- Интеграција резултата претходних истраживања (индикатора безбедности и резилијентности, задатака човека у систему и фактора који утичу на поверење човека у аутоматизацију) путем одговарајућег узрочно-последичног модела (примена неке од метода: FRAM, STAM, BBN, DEA, системска динамика, итд.)
- Илустрација дефинисаног узрочно-последичног модела на одабраним примерима (у зависности од расположивости података примери ће се односити или на увођење специфичних аутоматизованих алата за помоћ контролору летења или ће се применити приступ заснован на сценаријима), приказ и дискусија добијених резултата;
- Закључна разматрања и правци будућих истраживања.

7. Подаци о предложеном ментору

За ментора је предложен Др Феђа Нетјасов, редовни професор Саобраћајног факултета.

На основу приложених референци Комисија сматра да је проф. др Феђа Нетјасов подобан за ментора за предложену тему. У претходном периоду од 10 година има 9 објављених радова у часописима са SCI/SSCI листе. Референце су блиске области истраживања - 7 референци је из области оцене безбедности и/или комплексности АТМ система.

1. **F. Netjasov**, M. Janic, V. Totic (2011). Developing a generic metric of terminal airspace traffic complexity, *Transportmetrica*, Vol. 7, Issue 5, pp. 369-394 (DOI: <https://doi.org/10.1080/18128602.2010.505590>, ISSN: 1812-8602, IF2011 – 1.062, M22)
2. **F. Netjasov** (2012), Framework for airspace planning and design based on conflict risk assessment, Part 1: Conflict risk assessment model for airspace strategic planning, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 24, pp. 190–212 (DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2012.03.002>, ISSN: 0968-090X, IF2012 – 2,006, M21)
3. **F. Netjasov** (2012). Framework for airspace planning and design based on conflict risk assessment, Part 2: Conflict risk assessment model for airspace tactical planning, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 24, pp. 213–226 (DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2012.03.003>, ISSN: 0968-090X, IF2012 – 2,006, M21)
4. **F. Netjasov** (2012). Contemporary measures for noise reduction in airport surroundings, *Applied Acoustics*, Volume 73, Issue 10, pp. 1068-1077 (DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2012.03.010>, ISSN: 0003-682X, IF2012– 1.097; M22)
5. **F. Netjasov**, O. Babic (2013). Framework for airspace planning and design based on conflict risk assessment, Part 3: Conflict risk assessment model for airspace strategic planning, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 32, pp. 31-47 (DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2013.04.002>, ISSN: 0968-090X, IF2013 – 2,82; M21a)
6. **F. Netjasov**, A. Vidosavljevic, V. Totic, H. Blom (2013). Development, Validation and Application of Stochastically and Dynamically Coloured Petri Net Model of ACAS Operations for Safety Assessment Purposes, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 33, pp. 167-195 (DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2012.04.018>, ISSN: 0968-090X, IF2013 – 2,82; M21a)
7. E. Ganic, **F. Netjasov**, O. Babic (2015). Analysis of noise abatement measures on European airports, *Applied Acoustics*, Volume 92, pp. 115-123 (DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.01.010>, ISSN: 0003-682X, IF2015 – 1,462; M22)
8. N. Ivanov, **F. Netjasov**, R. Jovanovic, S. Starita, A. Strauss (2017). Air Traffic Flow Management slot allocation to minimize propagated delay and improve airport slot adherence, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 95, pp. 183–197 (DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.11.010>, ISSN: 0965-8564, IF2017 – 3,026; M21)
9. **F. Netjasov**, D. Crnogorac, G. Pavlovic (2019). Potential Safety Occurrences as Indicators of Air Traffic Management Safety Performances: A Network Based Simulation Model, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 102, pp. 490–508 (DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.03.026>, ISSN: 0968-090X, IF2018 – 5,775; M21a)

8. Закључак и предлог

На основу увида у Пријаву теме докторске дисертације, као и на основу успешно одбрањеног предлога истраживања у оквиру докторске дисертације пред Комисијом, Комисија сматра да је предложена тема у научном и стручном смислу релевантна и актуелна, да није у потпуности истражена, као и да је у складу са савременим потребама за истраживањима у овој области.

Комисија такође сматра да је тема таква да даје могућност да се дође до резултата и доприноса у оквиру истраживања која одговарају обиму рада на докторској дисертацији.

Поред тога, Комисија сматра да кандидаткиња, на основу досадашњег образовања, истраживачког рада и показаних резултата, испуњава све потребне суштинске и формалне услове да приступи изради докторске дисертације на предложеној тему.

Комисија предлаже Наставно - научном већу Саобраћајног факултета Универзитета у Београду, да се назив теме који је кандидаткиња предложила: **"МОДЕЛОВАЊЕ УТИЦАЈА ПОВЕЋАЊА НИВОА АУТОМАТИЗАЦИЈЕ НА БЕЗБЕДНОСТ И РЕЗИЛИЈЕНТНОСТ СИСТЕМА КОНТРОЛЕ ЛЕТЕЊА"** прихвати као назив теме докторске дисертације кандидаткиње Доротеје Тимотић маг. инж. саоб., да се проследи Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду на даљи поступак, као и да за ментора одреди Др Феђу Нетјасова, редовног професора Саобраћајног факултета.

Предложена тема спада у ужу научну област "Аеродроми и безбедност ваздушне пловидбе" за коју је матичан Саобраћајни факултет у Београду.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Др Бојана Мирковић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Саобраћајни факултет

.....
Др Светлана Чичевић, редовни професор
Универзитет у Београду - Саобраћајни факултет

.....
Др Гордана Савић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Факултет организационих наука