

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Велибора Андрића дипл. инж. саоб. за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Саобраћајног факултета бр. 1132/4 од 12.12.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Велибора Андрића за израду докторске дисертације и научне заснованости теме под називом „**Модел за оптимизацију RNP процедура инструменталног прилажења**“

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Велибор Андрић је рођен 11. јула 1985. године у Шапцу, Република Србија. Након завршеног осмогодишњег школовања, као носилац Вукове дипломе и ђак генерације општине Коцељева, уписује „Ваљевску гимназију“, природно-математички смер.

Као одличан ученик 2004. године школовање наставља на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду, на Смеру за ваздушни саобраћај и транспорт. Основне академске студије је завршио са просечном оценом 9.27. Дипломирао је 23. децембра 2009. године на Катедри за аеродроме и безбедност ваздушне пловидбе са највишом оценом, на тему „Airspace Management Improvements Initiative and Solutions“ под менторством проф. др Обрада Бабића. Дипломски рад је настао као резултат стручне праксе у Европској организацији за безбедност ваздушне пловидбе (European Organisation for the Safety of Air Navigation – Eurocontrol, Брисел, Белгија), у одељењу Airspace, Network Capacity and Air Traffic Management Procedures. У току основних академских студија био је стипендиста Министарства просвете Републике Србије, као и добитник диплома „Свети Сава“ за остварен изузетан успех у трећој и петој години студија на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду.

Као носилац Стипендије Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије за младе истраживаче – докторанте, школске 2009/2010. године уписује докторске академске студије на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду. Током 2010. године бива изабран у звање истраживач сарадник и у том својству у оквиру пројекта „Подршка одрживом развоју система ваздушног саобраћаја Републике Србије“ ради на Катедри за аеродроме и безбедност ваздушне пловидбе све до августа 2012. године. У току овог периода био је ангажован на више истраживачких и консултантских пројеката, као и учесник домаћих и међународних конференција, семинара, радионица и летњих школа.

Другу половину 2012. и почетак 2013. године провео је на стручном усавршавању у Контроли летења Србије и Црне Горе SMATSA доо Београд, у Служби за управљање ваздушним саобраћајем. Након тога своје професионално искуство даље развија на радном месту инжењера за навигацију у авиокомпанији Air Serbia, у Служби летачко оперативног инжењеринга.

Тренутно је запослен у Контроли летења Србије и Црне Горе SMATSA доо Београд, у Одељењу за управљање ваздушним простором (Служба за управљање ваздушним саобраћајем), на пословима израде и имплементације процедура за инструментално летење за аеродроме у Србији и Црној Гори. У оквиру свог рада, између осталог, учествовао је у пројектима имплементације PBN процедура за долазак, прилаз и одлет на аеродромима у Београду и Нишу, као и изради идејних решења PBN процедура за аеродроме Подгорица и Тиват. Поседује Crew Member сертификат SMATSA доо Службе за калибражу и члан је Eurocontrol радне групе за подршку имплементације RNP (Required navigation performance) прилазних процедура (RNP Approach implementation Support Group - RAiSG).

У току своје академске и стручне каријере редовно је присутан на релевантним конференцијама, семинарима и окупљањима из области ваздушног саобраћаја, а такође је у својству аутора и коаутора учествовао у изради низа публикација и стручних радова.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат је докторске академске студије на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду уписао у марту 2010. године. У звање истраживач сарадник изабран је у новембру 2010. године. Предао је годишњи рад и положио све испите на докторским академским студијама са просечном оценом 9.89, и при том остварио укупно 79 ЕСПБ бодова (од потребних 70).

На Саобраћајном факултету Универзитета у Београду кандидат је положио следеће испите:

- Контрола летења 4 - проф. др Обрад Бабић,
- Ваздухопловна пристаништа 4 - проф. др Војин Тошић,
- Планирање превозења и експлоатација ваздухоплова 4 - проф. др Милица Калић,
- Фази системи са применама у саобраћају и транспорту - проф. др Душан Теодоровић и проф. др Катарина Вукадиновић и
- Системи за подршку одлучивању у саобраћају и транспорту - проф. др Катарина Вукадиновић и проф. др Бранка Димитријевић.

На Факултету организационих наука Универзитета у Београду кандидат је положио следеће испите:

- Рачунарска симулација - проф. др Божидар Раденовић,
- Комбинаторна оптимизација - проф. др Мирјана Чангаловић,
- Нелинеарно програмирање - проф. др Вера Ковачевић Вујчић и
- Метакхеуристике - проф. др Мирјана Чангаловић.

Кандидат је успешно одбранио предлог истраживања у оквиру докторске дисертације са предложеном темом под називом „Модел за оптимизацију RNP процедура инструменталног прилажења“ дана 20.12.2019. године и тиме остварио 16 ЕСПБ бодова.

Учешће на истраживачким и консултантским пројектима

Кандидат је учествовао у неколико научноистраживачких и консултантских пројеката као члан радног тима Саобраћајног факултета, 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“ (ТР36033) и пројекат „Израда техничке документације – локацијске документације за хелидром у Екваторијалној Гвинеји“.

Ангажовање у настави

Поред тога, кандидат је у току свог радног ангажмана на Саобраћајном факултету повремено учествовао у настави на мастер студијама у оквиру предмета „Контрола летења 3“, као и у својству асистента на предмету „Ваздухопловни радио уређаји и системи“ на основним академским студијама.

Списак саопштених и објављених радова

Поред пројектних активности, кандидат је као аутор и коаутор учествовао у изради следећих публикација:

а) часописи

1. Мирковић Б., Андрић В., Бабић О.: *Концепти реорганизације система контроле летења (случај Европа)*, Техника (секција Саобраћај), Број 5 (2011), стр. 804-816,.

б) конференције

2. Крстић Симић Т., Бабић О., Андрић В.: *Influence of Airport Operations Management on Traffic Complexity and Efficiency*, 6th ICRAAT Conference (<http://www.icrat.org/icrat/seminarContent/Author/TatjanaKrstic%20Simic857/FINAL-618-cfp-Krstic%20Simic.pdf>), Istanbul, May 26-30, 2014, стр. 1-8.
3. Мирковић Б., Андрић В., Тошић В.: *Prince Mohammad Bin Abdulaziz International Airport at Medina - Airfield Operations Simulation Study*, 41st European SIMMOD User Group Meeting, Belgrade, 2013.
4. Еленков М., Андрић В., Бабић О.: *Флексибилно коришћење ваздушног простора*, Зборник радова са 38. Симпозијума операционих истраживања (SYM-OP-IS), Златибор, 2011, стр. 677-680.
5. Андрић В., Калић М.: *Модел дискретног избора авиопревозиоца на аеродрому „Никола Тесла“*, Зборник радова са 38. Симпозијума операционих истраживања (SYM-OP-IS), Златибор, 2011, стр. 669-672.

Стручна усавршавања

Кандидат је остварио неколико значајних студијских посета сродним академским институцијама у Европи: Немачком ваздухопловном центру у Брауншвајгу, Техничком Универзитету у Берлину, Берлинској школи економије и права, Техничком Универзитету у Дрездену и Централно-европском центру за истраживање, развој и симулацију, Европске организације за безбедност ваздушне пловидбе, у Будимпешти.

Похађао је и неколико стручних и научних курсева и радионица:

- *Airspace Design for Terminal Area Optimization Course*, у организацији ENAC - Ecole Nationale de l'Aviation Civile, Тулуз 2017.
- *Summer School on Air Transport Economics*, у организацији Катедре за аеродроме и безбедност ваздушне пловидбе (Саобраћајни факултет Универзитета у Београду) и German Aviation Research Society (GARS) уз подршку German Academic Exchange Service (DAAD), Београд 2013.
- *Thematic Workshop - Automation of air traffic processes and air transportation systems*, у организацији Катедре за аеродроме и безбедност ваздушне пловидбе (Саобраћајни факултет Универзитета у Београду), Београд 2013.

- *Summer University - Research in Decision Support Systems for future Air Traffic Management*, у организацији HALA SESAR Research Network уз подршку Universidad Politécnica de Madrid, Мадрид 2012.
- *Training Workshop - FP7 Training Workshop and Brokerage Event on FP7 Transport*, у организацији Western Balkan INCO NET, Солун 2011.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу претходног приказа резултата досадашњег рада и оствареног искуства Комисија сматра да је кандидат веома добро припремљен и да је подобан за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

2.1 Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања у овој докторској дисертацији је пројектовање и имплементација инструменталних процедура (поступака) прилаза и слетања на аеродром. Основна намена процедура је да омогуће прелаз ваздухоплова из фазе крстарења до фазе прилаза и слетања на аеродром, водећи рачуна да су све релевантне препреке на земљи безбедно надвишене. У генералном процесу пројектовања и примене инструменталних процедура и поред разних унапређења (као што је примена просторне навигације засноване на навигационим могућностима ваздухоплова (Performance Based Navigation - PBN)) и даље постоје значајна нерешена питања:

- 1) Процедуре морају да садрже одговарајуће заштитне просторе око дефинисаних номиналних путања који се формирају на основу прописаних граничних параметара (нпр. максимална брзина, висина, угао нагиба у заокрету ваздухоплова и сл.). Са аспекта обављања операција то може да буде проблематичан фактор, јер летачке посаде ваздухоплова неће моћи у свакој ситуацији да остваре лет по путањама дефинисаним на такав начин. Разлог томе су променљиви оперативни услови (ветар, температура, категорија и перформансе ваздухоплова, маса ваздухоплова, висина и брзина, и сл.), који у великом броју случајева неће бити слични граничним, тј. критичним вредностима параметара за које је процедура пројектована.
- 2) У оквиру процеса пројектовања и имплементације постоји проблем различитог тумачења и примене адекватних критеријума од стране експерата за пројектовање процедура, који се манифестује добијањем различитих идејних решења за исте захтеве и улазне податке. Та чињеница може имати негативну конотацију са аспекта сложености обављања операција, поготово у критичним фазама лета као што су сегменти завршног и неуспелог прилажења (део процедура прилажења).
- 3) Постоји проблем дефинисања нових критеријума за пројектовање процедура базираних на савременим технологијама, што је посебно битно за примену концепта просторне навигације засноване на навигационим могућностима ваздухоплова. Примена постојећих критеријума није адекватна јер доводи до ограничења могућности примене и остваривања погодности које нове технологије нуде, чак и оних који се односе на повећање нивоа безбедности.
- 4) Посебан проблем, представљају нестандардне процедуре инструменталног прилажења, које у сврху обезбеђивања адекватног надвишавања препрека и безбедног слетања подразумевају одступање од једног или више прописаних критеријума (зависи од специфичности локацијских услова на посматраном аеродрому).

Кандидат закључује да је основни узрок наведеним проблемима одсутност повратне везе између планиране оперативне употребе и избора решења за конструкцију процедуре, тј. њеног пројектовања. Како би се уклонио постојећи дисбаланс између ова два дела животног циклуса процедуре неопходно је применити одговарајуће проактивне мере, које ће имати задатак умањења утицаја на комплексност и безбедност ваздушног саобраћаја још у фази пројектовања. Оптимизацијом овог поступка цео процес имплементације би био додатно скраћен, што би значајно смањило ниво активности, па и трошкова, и омогућило ранију оперативну употребу процедура.

Имајући све наведено у виду, основни мотив за избор теме за истраживање лежи у чињеници да тренутно не постоји дефинисана методологија, нити посебно развијени модели који би квантификовали и оптимизовали утицај решења изабраних у фази пројектовања процедура инструменталног летења на комплексност и безбедност одвијања саобраћаја, на начин како је овде описано.

Основна питања у оквиру истраживања су:

- какав утицај процедура инструменталног прилажења, као статичка структура, у кохезији са метеоролошким и другим оперативним условима, може имати на комплексност и безбедност обављања операција прилажења и слетања и
- да ли се тај утицај (и колико) може умањити, односно оптимизовати у фази пројектовања процедура, водећи рачуна и о њиховој примарној намени?

Главни предмет истраживања представљају процедуре инструменталног прилажења засноване на навигационим могућностима ваздухоплова (RNP APCH - Required Navigation Performance APProaCH), које чине део PBN концепта и чија је примена прописана као обавезна на свим аеродромима у Европској унији до краја 2030. године. Овај тип процедура инструменталног летења је изабран као предмет истраживања и из разлога што обухвата финалну и најкритичнију фазу лета, пре самог слетања ваздухоплова, када су летачке посаде под теретом већег обима активности него иначе и када са повећањем комплексности расту и могући ризици на безбедност одвијања операције прилаза и слетања, уз веома мало време за реакцију.

RNP APCH процедуре се, као и друге процедуре прилажења, састоје од четири сегмента: почетног прилажења, међуприлажења, завршног прилажења и неуспелог прилажења (изводи се само у случају одустајања од слетања), укључујући три пројектована минимума (минималне висине надвишавања препрека) за слетање у оквиру сегмента завршног прилажења: LNAV (Lateral Navigation), LNAV/VNAV (Lateral/Vertical Navigation) и LPV (Localizer Performance with Vertical Guidance). Сваки од наведених сегмената и минимума, поред заједничких, има себи својствене карактеристике, које подразумевају посебну пажњу приликом разматрања.

У складу са наведеним, циљ истраживања представља дефинисање општег модела за оптимизацију процедура инструменталног прилажења са аспекта повећања употребљивости аеродрома и смањења утицаја на комплексност и безбедност операција прилаза и слетања, пре свега са становишта летачких посада, јер особље контроле летења након издавања одобрења за прилаз нема утицај на обављање лета, који се спроводи према објављеној процедури.

Да би модел могао да задовољи наведене захтеве требало би да буде дефинисан на неколико међусобно повезаних нивоа (модула), који би били итеративно спровођени у складу са задатим ограничењима. Ови нивои би били предмет кровног процеса, који би обављао вишекритеријумску оптимизацију у односу на следеће критеријуме: минимизација минимума за слетање, максимизација коефицијента употребљивости, минимизација комплексности и минимизација безбедносних ризика.

Први ниво представља основу модела и био би задужен за спровођење оптималног избора елемената конструкције процедуре, тј. конструкцију полазног решења, које би било предмет оцене на осталим нивоима модела. Основни задатак јесте пронаћи најнижи могући минимум за слетање, уз поштовање свих прописаних критеријума. Уколико на тај начин не би било могуће наћи адекватно решење, приступило би се избору нестандартних елемената процедуре у складу са стратегијом која ће бити дефинисана. Како време трајања процеса оптимизације није ограничавајући фактор, имајући на уму да се употреба модела предвиђа на стратешком нивоу, процес оптимизације полазног решења би био заснован на одговарајућим егзактним методама, које подразумевају употребу алгоритама за еnumerацију решења из скупа доступних, према унапред утврђеним правилима и стратегијама (нпр. branch and bound и сродни алгоритми). Уколико се утврди да димензија постављеног проблема превазилази могућности примене егзактних метода, размотрила би се употреба алгоритама из домена метахеуристика, за добијање решења приближних оптималним.

Други ниво модела би на основу добијених резултата био задужен за прорачун коефицијента употребљивости (у односу на историјске податке о облачности и видљивости) и оцене комплексности изабраног решења (нпр. у односу на меру одступања од препоручених вредности за сваки сегмент процедуре, посебно дефинисаних индикатора и сл.).

Трећи ниво модела би био задужен за симулацију употребе конструисане процедуре у односу на променљиве оперативне услове, специфичне за посматрану локацију аеродрома (нпр. карактеристике планираног саобраћаја - обим, интензитет, улазне тачке, категорије ваздухоплова и сл., метеоролошке појаве, отказе система и др.). На основу добијених резултата извршила би се процена безбедносних ризика за идентификоване хазарде индуковане конструкцијом процедуре и њиховом комплексношћу. Процена би могла бити базирана на модификованом постојећем или CRM (Collision Risk Model) моделу посебно развијеном за ову потребу или на примени Матрице ризика засноване на идентификованим хазардима. Уколико добијене вредности не би задовољиле захтевани (минимални) ниво безбедности иницирало би се поновно покретање процеса оптимизације у циљу проналажења бољег решења. Део оцене комплексности би могао бити добијен и на основу симулације оперативних услова пре процене безбедносних ризика, уколико утврђена метрика то буде захтевала.

У оквиру кривог процеса би се, у складу са добијеним карактеристикама, извршио избор најбољег од свих решења добијених на описани начин.

2.2 Осврт на релевантне библиографске изворе и остварене резултате

Кандидат у својој пријави, на основу прегледа литературе, тврди да се проблему који је предмет истраживања у овој докторској дисертацији у досадашњим истраживањима није поклањала адекватна пажња и да у постојећим истраживањима није решаван проблем који је дефинисан у овом истраживању. По најбољем сазнању Комисије ова тврдња је тачна.

Кандидат је показао да се мали број стручних и научно-истраживачких радова баве темом оптимизације процедура инструменталног летења (Hasegawa 2015), посебно у фази прилажења и слетања, и њиховим утицајем на комплексност (Tosic and Netjasov 2003, Netjasov 2004, Netjasov et al. 2009, 2011, Vogel et al. 2013) и безбедност ваздушног саобраћаја (Teuwen et al. 2014, Fricke and Thiel 2015). Међутим, убрзаним развојем и имплементацијом PBN концепта у последњих десет година, расте и интересовање научне заједнице према овој области, и може се издвојити низ студија (Godley 2006, Chandra и Markunas 2016) и дисертација (Vormer 2005, Lee 2010, Heiligers 2011, Liang 2018), које могу представљати добру полазну основу за даљи развој научне мисли на предложеној тему.

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

2.3 Референтна литература

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

1. G. K. Schwind, J. A. Morrison, W. E. Nylen, E. B. Anderson: Operational flight evaluation of the two-segment approach for use in airline service, National Aeronautics and Space Administration, April 1975
2. P. J. O'Brien, F. M. Wilet Jr, L. Tobias: Dynamic air traffic control simulation of profile descent and high-speed approach fuel conservation procedures, Final Report, Federal Aviation Administration Technical Center, May 1980
3. S. Baron, G. Zacharias, R. Muralidharan, R. Lancraft: PROCURU: A crew model for analyzing flight procedures in approach to landing, 8th Triennial World Congress, Kyoto, Japan, 1981
4. S. G. Hart, L. E. Staveland: Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research, Advances in Psychology, vol. 52, 139-183, 1988
5. R. D. Blomberg, E. W. Bishop, J. W. Hamilton: Evaluation of Prototype Air Carrier Instrument Approach Procedure Charts, Final Report, U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, July 1995
6. Eurocontrol: Model for Task and Job Descriptions of Air Traffic Controllers, HUM.ET1.ST01.1000-REP-01, March 1996
7. W. S. Pawlak, C. R. Brinton, K. Crouch, K. M. Lancaster: A Framework for the Evaluation of Air Traffic Control Complexity, AIAA Guidance, Navigation and Control Conference, USA, 1996
8. W. S. Pawlak, C. R. Brinton, K. Crouch, K. M. Lancaster: An Evaluation of Air Traffic Control Complexity (NAS2-14284), Windermere Inc., Boulder, USA, 1996
9. W. S. Pawlak, C. R. Brinton: Issues In Free Flight: Results From Controller-In-the-Loop Simulations, Air Traffic Control Association Conference, USA, 1996
10. W. R. Ricks, J. E. Jonsson, J. S. Barry: Managing Approach Plate Information Study (MAPLIST): An Information Requirements Analysis of Approach Chart Use, NASA Technical Paper 3561, February 1996
11. W. S. Pawlak: The Complexity of Air Traffic Control, Windermere Inc., Boulder, USA, 1996
12. D. Cvetković, M. Čangalović, Đ. Dugošija, V. Kovačević-Vujčić, S. Simić, J. Vuleta, Kombinatorna optimizacija, Matematička teorija i algoritmi, DOPIS, Beograd, 1996
13. B. Sridhar, K. S. Sneth, S. Grabbe: Airspace Complexity and its Application in Air Traffic Management, 2nd USA/Europe Air Traffic Management R&D Seminar, Orlando, USA, 1998
14. I. V. Laudeman, S. G. Shelden, R. Branstrom, C. L. Brasil: Dynamic Density: An Air Traffic Management Metric (NASA/TM-1998-112226), NASA, Ames Research Center, Moffett Field, USA, 1998

15. C. M. Oman, A. J. Kendra, M. Hayashi, M. J. Stearns, J. Burki-Cohen: Vertical Navigation Displays: Pilot performance and workload during simulated constant-angle-of-descent GPS approaches, *The International Journal of Aviation Psychology*, 11(1), 15-31, 2000
16. D. Delahaye, S. Puechmorel: Air traffic complexity: Towards intrinsic metrics, 3rd USA/Europe Air Traffic Management R&D Seminar, Napoli, 13-16 June 2000
17. Eurocontrol: Integrated Task and Job Analysis of Air Traffic Controllers - Phase 3: Baseline Reference of Air Traffic Controller Tasks and Cognitive Processes in the ECAC Area, HUM.ET1.ST01.1000-REP-05, September 2000
18. H. A. P. Blom, M. B. Klompstra and B. Bakker: Accident Risk Assessment of Simultaneous Converging Instrument Approaches, 4th USA/Europe Air Traffic Management R&D Seminar (ATM), Santa Fe, NM, USA, December 3-7, 2001
19. R. Dorries, M. Fricke, H. Schulz: Development of approach procedure design criteria for systems based on global navigation satellite system (GNSS) with ground based augmentation system (GBAS), 23rd International Congress of Aeronautical Sciences, Toronto, Canada, September 8-13, 2002
20. A. Koros, P.S Della Rocco, G. Panjwani, V. Ingurgio, J. F. D'Arcy: Complexity in Air Traffic Control towers: A field study. Part 1: Complexity Factors. DOT/FAA/CT-TN03/14, U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, May 2003
21. G. M. Flynn, C. Leleu, L. Zerrouki: Traffic complexity indicators and sector typology analysis of US and European centres, Eurocontrol, EEC Note No. 20/03 Project COCA - COMplexity and Capacity, November 2003
22. O. Goteman, S. Dekker: Flight crew and aircraft performance during RNAV approaches: studying the effects of throwing new technology at an old problem, *Human Factors and Aerospace Safety*, 3(2), 147-164, 2003
23. P. Kopardekar , S. Magyarits: Measurement and Prediction of Dynamic density, 5th USA/Europe Air Traffic Management R&D Seminar, Budapest, Hungary, 2003
24. A. Schrijver, *Combinatorial Optimization*, Vol. A,B,C, Springer, 2003
25. V. Tosic, F. Netjasov: Terminal Airspace Traffic Complexity Metric, 5th EURO/INFORMS Joint International Meeting, Istanbul, Turkey, July 6 - 13, 2003, paper ID 3270
26. B. Hilburn: Cognitive complexity in air traffic control: a literature review, Eurocontrol, EEC Note No. 04/04 Project COCA - COMplexity and Capacity, March 2004
27. F. Netjasov: Terminal Airspace Traffic Complexity, *Proceedings of the 1st International Conference on Research in Air Transportation (ICRAT)*, 261-267, Zilina, Slovakia, November 22-23, 2004
28. F. Vormer: Theoretical and Operational Aspects of Optimal Airport Arrival Trajectories, Doctoral Thesis, Delft University of Technology, Delft, Netherlands, 2005
29. R. Konig, J. Heider, M. Maierhofer: Aircraft Flight Procedure Design with Respect to Noise Abatement as well as Economical and Pilot Workload Aspects, *The 2005 International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-Noise - Rio 2005)*, Rio de Janeiro, Brazil, August 7-10, 2005
30. C. Boag, A. Neal, S. Loft, G. Halford: An analysis of relational complexity in an air traffic control conflict detection task, *Ergonomics*, vol. 49, no. 14, 1508-26, November 2006
31. Eurocontrol: Study Report on Selected Safety Issues for Staffing ATC Operations, December 2006

32. R. Barhydt, C. Adams: Human factors considerations for area navigation departure and arrival procedures, 25th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences, Hamburg, Germany, 2006
33. R. Barhydt, C. Adams: Human factors considerations for performance-based navigation, NASA (TM-2006-214531), Langley, VA, USA, 2006
34. S. T. Godley: Perceived Pilot Workload and Safety of RNAV (GNSS) Approaches (Aviation Research Report B2005/0342), 2006, Canberra, Australian Transport Safety Bureau.
35. A. A. Herndon, M. Cramer, K. Sprong, R. H. Mayer: Analysis of advanced flight management systems (FMSs), flight management computer (FMC) field observations trials, vertical path, 2007 IEEE/AIAA 26th Digital Avionics Systems Conference, Dallas, TX, USA, 2007
36. J. Djokic, B. Lorenz, H. Fricke: ATC Complexity as Workload and Safety Driver, 3rd International Conference on Research in Air Transportation (ICRAT), Fairfax, VA, USA June 1-4, 2008
37. M. Heiligers, T. Holten, M. Mulder: Feasibility analysis of achieving a stabilized approach, Proceedings of the 26th International Congress of the Aeronautical Sciences (ICAS 2008), including the 8th AIAA Aviation Technology, Integration and Operations conference, 1-9, 2008
38. R. Mayer, K. Sprong: Improving Terminal Operations - Benefits of RNAV Departure Procedures at Dallas-Fort Worth and Hartsfield-Jackson Atlanta International Airports, 26th Congress of ICAS and 8th AIAA ATIO, Anchorage, AL, USA, 2008
39. D. C. Chandra, A. Kendra: Review of Safety Reports Involving Electronic Flight Bags, International Symposium on Aviation Psychology, 407-412, 2009
40. E. Elmenhorst, M. Vejvoda, H. Maass, J. Wenzel, G. Plath, E. Schubert, M. Basner: Pilot workload during approaches: comparison of simulated standard and noise-abatement profiles, Aviation, space, and environmental medicine. 80. 364-70. 10.3357/ASEM.2382.2009, 2009
41. E. Talbi: Metaheuristics - From Design to Implementation, John Wiley & Sons, Inc., 2019
42. F. Netjasov, M. Janic, V. Tosic: The Future Air Transport System: Looking for Generic Metrics of Complexity for Terminal Airspace, Proceedings of the 88th TRB Annual Meeting, Washington (DC), USA, January 11-15, 2009.
43. ICAO, Quality Assurance Manual for Flight Procedure Design (Doc 9906), Volume 1 - Flight Procedure Design Quality Assurance System, First Edition, 2009
44. L. Li, R. J. Hansman: Experimental studies of cognitively based air traffic control complexity metrics for future operational concepts, MIT International Center for Air Transportation (ICAT), Department of Aeronautics & Astronautics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA, 2009
45. M. Cramer: On-Board Performance Monitoring and Alerting (OPMA), Airborne System Calculations, Statistical Meaning and Relationships to Separation Standards Development, The MITRE Corporation, September 2009
46. M. M. Heiligers, Th. Van Holten, M. Mulder: Predicting pilot task demand load during final approach, The International Journal of Aviation Psychology, 19(4), 391-416, October-December 2009

47. A. Butchibabu, A. Midkiff, A. Kendra, R.J. Hansman, D.C. Chandra: Analysis of Safety Reports Involving Area Navigation and Required Navigation Performance Procedures, Proceedings of the International Conference on Human-Computer Interaction in Aeronautics (HCI-Aero), Cape Canaveral, FL, USA, November 3-5, 2010
48. B. K. Burian, S. Pruchnicki, B. Christopher: Human Factors Evaluation of the Implementation of the Navigation Reference System (NRS) Phase 1, Final Report (09-AJP61FGI-0101), U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, March 11, 2010
49. C. Thiel, H. Fricke: Collision risk on final approach – a radar data based evaluation method to assess safety ANP based Obstacle Assessment Surfaces, Proceedings of the 4th International Conference on Research in Air Transportation (ICRAT), 473-480, Budapest, June 1-4, 2010
50. D. C. Chandra, A. Kendra: Review of Safety Reports Involving Electronic Flight Bags, U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, April 2010
51. K. Lee: Effects of flight factors on pilot performance, workload, and stress at final approach to landing phase of flight, Doctoral Thesis, College of Engineering and Computer Science, University of Central Florida, Orlando, Florida, 2010
52. S. Casner, B. Gore: Measuring and Evaluating Workload: A Primer (NASA/TM—2010-216395), National Aeronautics and Space Administration, July 2010
53. T. Krstic Simic, V. Tosic: Airfield traffic complexity. Proceedings of the 14th ATRS World Conference, no. 144, Porto, Portugal, July 06-09, 2010
54. B. K. Burian, B. Christopher, S. Pruchnicki, S. Cotton: Human Factors Evaluation of the Implementation of the Navigation Reference System (NRS) Phase 2, Final Report (09-AJP61FGI-0101), U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, August 29, 2011
55. F. Netjasov, M. Janic, V. Tosic: Developing a generic metric of terminal airspace traffic complexity, Transportmetrica, Vol. 7, Issue 5, 2011, pp. 369-394.
56. M. M. Heiligers, Th. van Holten, M. Mulder: Factors that influence pilot task demand load during area navigation approaches, Journal of Aircraft, Volume 48, Number 3, May 2011
57. M. M. Heiligers, Th. van Holten, M. Mulder: Flight mechanical evaluation of approaches, Journal of Aircraft, Volume 48, Number 3, May 2011
58. M. M. Heiligers: Pilot task demand load during RNAV approaches, Doctoral Thesis, Delft University of Technology, Delft, Netherlands, 2011
59. T. Krstic Simic, F. Netjasov, V. Tosic: Air traffic complexity: a function of traffic characteristics, European Conference on Complex Systems 2011 – ECCS 2011 (Proceedings of the Satellite Meeting: Complexity and the Future of Transportation Systems, pp 10-13), Vienna, Austria, September 15, 2011
60. Prevot, P. U. Lee: Trajectory-Based Complexity (TBX): A modified aircraft count to predict sector complexity during trajectory-based operations, IEEE/AIAA 30th Digital Avionics Systems Conference: 3A3-1-3A3-15, 2011
61. A. Butchibabu, R.J. Grayhem, R. J. Hansman, D. Chandra: Evaluating a De-cluttering Technique for NextGen RNAV and RNP Charts, 31st Proceedings of Digital Avionics Systems Conference, Williamsburg, VA, USA, October 14-18, 2012
62. A. Butchibabu, R.J. Hansman: Evaluating the depiction of complex RNAV/RNP procedures and analyzing a potential de-cluttering technique, Massachusetts Inst. of Technology, Int. Center for Air Transportation, Technical Report ICAT 2012-3. May 10, 2012

63. A. Van der Eijk, C. Borst, A. Veld, M. M. Van Paassen, M. Mulder: Assisting Air Traffic Controllers in Planning and Monitoring Continuous-Descent Approaches, *Journal of Aircraft*, 49, 1376-1390, September 2012
64. D. C. Chandra, R. J. Grayhem: Human Factors Research on Performance-Based Navigation Instrument Procedures for NextGen, 31st Digital Avionics Systems Conference (DASC), Williamsburg, VA, USA, October 14-18, 2012
65. D. C. Chandra, D. Herschler: Human Factors Research Plan for Instrument Procedures, FY12 Version 1.1, Update to the FAA 19 June 2012
66. D. C. Chandra, R.J. Grayhem, A. Butchibabu: Area navigation and required navigation performance procedures and depictions, US DOT Volpe National Transportation Systems Center (USA DOT/FAA/TC-12/8), Cambridge, MA, USA 2012
67. M. Vogel, C. Thiel, H. Fricke: Assessing the air traffic control safety impact of airline pilot induced latencies, *Proceedings of the 2nd International Conference on Application and Theory of Automation in Command and Control Systems*, 38-45, May 2012
68. P. U. Lee, T. Prevot: Prediction of Traffic Complexity and Controller Workload in Mixed Equipage NextGen Environments, 2012
69. R. Lyons: Complexity analysis of the Next Gen Air Traffic Management System: trajectory based operations, *Work* 41 Suppl 1, 4514-22, 2012
70. D. C. Chandra, R. Grayhem: Evaluation of a technique to simplify area navigation and required navigation performance charts, U.S. DOT Volpe National Transportation Systems Center (DOT-VNTSC-FAA-13-02), Cambridge, MA, USA, 2013
71. D. C. Chandra, R. Grayhem: Evaluation of a technique to simplify area navigation and required navigation performance charts, *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 57th Annual Meeting*, 2013
72. ICAO, Performance-based Navigation (PBN) Manual (Doc 9613), Fourth Edition, 2013
73. J. Loura, A. S. Yadav: Air Traffic Control Concept from a Human Factors Perspective-A Review, *International Journal of Trends in Human Resource Management*, Volume 2, issue 7, 2013
74. M. Cramer, L. Rodriguez: Analysis of aircraft lateral path tracking accuracy and its implications for separation standards, 2013 Integrated Communications, Navigation and Surveillance Conference (ICNS), Herndon, VA, USA, 2013
75. M. Vogel, K. Schelbert, H. Fricke, T. Kistan: Analysis of Airspace Complexity Factors' Capability to Predict Workload and Safety Levels in the TMA, 10th USA/Europe Air Traffic Management R&D Seminar (ATM2013), Chicago, IL, USA, June 10-13, 2013
76. J. Thipphavong, J. Jung, H. Swenson, L. Martin, M. Lin, J. Nguyen: Evaluation of the terminal sequencing and spacing system for performance-based navigation arrivals, 32nd Digital Avionics Systems Conference, October 6-10, 2013
77. M. Fujita: Collision risk model for independently operated homogeneous air traffic flows in terminal area, *Electronic navigation research institute papers*, no. 130, 2013
78. PARC/CAST Flight Deck Automation WG: Operational Use of Flight Path Management Systems, Final report of the Performance-based operations Aviation Rulemaking Committee / Commercial Aviation Safety Team, September 5, 2013
79. ICAO, Procedures for Air Navigation Services - Aircraft Operations (Doc 8168 PANS-OPS), Volume II - Construction of Visual and Instrument Flight Procedures, Sixth edition, 2014

80. N. Suarez, P. Lopez de Frutos, E. Puntero, S. Rodriguez: Quantifying air traffic controller mental workload, Proceedings of the SESAR Innovation Days (SID), 2014
81. R. J. G. Teuwen, H. A. P. Blom, M. H. C. Everdij, G. J. (B.) Bakker: Agent-based safety risk analysis of Trajectory Based Operation in the Terminal Manoeuvring Area, 6th International Conference on Research in Air Transportation (ICRAT), Istanbul, Turkey, May 26-30, 2014
82. S. G. Chase, D. Hiltunen: An Examination of Safety Reports Involving Electronic Flight Bags and Portable Electronic Devices, Final Report, U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, June 2014
83. S.M.B Abdul Rahman: Solution Space-Based Approach to Assess Sector Complexity in Air Traffic Control, Doctoral Thesis, Delft University of Technology, Delft, Netherlands, 2014
84. T. Hasegawa, T. Tsuchiya, R. Mori: Optimization of Approach Trajectory Considering the Constraints Imposed on Flight Procedure Design, Asia-Pacific International Symposium on Aerospace Technology (APISAT), 2014
85. T. Krstić Simić, O. Babić, V. Andrić: Influence of Airport Operations Management on Traffic Complexity and Efficiency, 6th International Conference on Research in Air Transportation (ICRAT 2014), Istanbul, Turkey, May 26-30, 2014
86. T. Radišić: The effect of trajectory-based operations on air traffic complexity, Doctoral thesis, Faculty of Transport and Traffic Sciences, Zagreb, 2014
87. A. Dervic, A. Rank: ATC complexity measures: Formulas measuring workload and complexity at Stockholm TMA, Dissertation, Linköping University, Linköping, Sweden, 2015
88. B. Antulov-Fantulin, M. Rummens, T. Radišić: Using Human-Machine Interaction Frequency as a Proxy Measure of Subjective Air Traffic Complexity, International Conference on Air Transport (INAIR), Amsterdam, Nov 12-13, 2015
89. F. Netjasov: Terminal Airspace Traffic Complexity as a Task-load and Safety Performance Indicator, Proceedings of SYM-OP-IS 2015 (42th Symposium of Operations Research) at session "Traffic, Transport and Communication", Srebrno jezero, Serbia, S, pp. 4 (electronic issue, in English), September 15-18, 2015
90. H. Fricke, C. Thiel: A Methodology to Assess the Safety of Aircraft Operations When Aerodrome Obstacle Standards Cannot Be Met, Open Journal of Applied Sciences, 5, 62-81, 2015
91. J. J. N. T. Toy: Complexity Metric Comparison Study for Controller Workload Prediction in 4D Trajectory Management Environments, Master Thesis, Faculty of Aerospace Engineering, Delft University of Technology, Delft, Netherlands, 2015
92. R. H. Mogford, J. A. Guttman, S. L. Morrow, P. Kopardekar: The Complexity Construct in Air Traffic Control: A Review and Synthesis of the Literature (DOT/FAA/CT-TN95/22), FAA, Atlantic City, USA, 2015
93. T. Krstic Simic, O. Babic: Airport Traffic Complexity and Environment Efficiency Metrics for Evaluation of ATM Measures, Journal of Air Transport Management, Volume 42, pp. 260-271, January 2015
94. Krstic Simic: Influence of airfield traffic complexity on sustainable airport development, Doctoral Thesis, Faculty of Transport and Traffic Engineering, University of Belgrade, Belgrade, Serbia, 2015
95. Tian, L. Wan, C. Chen, Y. Yang: Safety assessment method of performance-based navigation airspace planning, Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), Volume 2, Issue 5, 338-345, 2015

96. F. Netjasov, O. Babić: Kontrola letenja 2 - Postupci instrumentalnih prilaza i odleta, II izdanje, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, 2016
97. Civil Aviation Authorities: Flight-crew human factors handbook (CAP 737), December 2016
98. D. C. Chandra, R. Markunas: Line Pilot Perspectives on Complexity of Terminal Instrument Flight Procedures, 35th Digital Avionics Systems Conference (DASC), Sacramento, CA, USA, September 25-30, 2016
99. E. Zohrevandi, V. Polishchuk, J. Lundberg, A. Svensson, J. Johansson, B. Josefsson: Modeling and Analysis of Controller's Taskload in Different Predictability Conditions, 6th SESAR Innovation Days (SID), Delft, Netherlands, November 8-10, 2016
100. Federal Aviation Administration: Safety Study on Simultaneous Independent Approaches Using Established on Required Navigation Performance Approach Procedures with Track-to-Fix Design, Technical Report v.6, June 2016
101. ICAO, Procedures for Air Navigation Services - Air Traffic Management (Doc 4444 PANS-ATM), Sixteenth Edition, 2016
102. ICAO, Required Navigation Performance Authorization Required (RNP AR) Procedure Design Manual (Doc 9905), Second Edition, 2016
103. S. M. B. Abdul Rahman, S. Mariam, B. Clark, M. M. Van Paassen, M. Mulder: (2016). Cross-sector transferability of metrics for air traffic controller workload, IFAC-PapersOnLine, 49-19, 313-318, 2016
104. D. De Smedt, D. Trenevskaja, G. Moek: Using PBN for Terminal and Extended Terminal operations, 12th USA/Europe Air Traffic Management Research and Development Seminar (ATM), 2017
105. D. C. Chandra, R. Markunas: Line Pilot Perspectives on Complexity of Terminal Instrument Flight Procedures, Technical report, Volpe National Transportation Systems Center, 2017
106. IATA, Unstable Approaches: Risk Mitigation Policies, Procedures and Best Practices, Second Edition, 2017
107. ICAO, Global Navigation Satellite System (GNSS) Manual (Doc 9849), Third Edition, 2017
108. Eurocontrol: European aviation in 2040 - Challenges of growth, 2018
109. C. Feng, X. Wanyan, K. Yang, D. Zhuang, X. Wu: A comprehensive prediction and evaluation method of pilot workload, Technology and Health Care, 26. 1-14. 10.3233/THC-174201, 2018
110. Commission Implementing Regulation (EU) 2018/1048 of 18 July 2018 laying down airspace usage requirements and operating procedures concerning performance-based navigation, 2018
111. ICAO, Manual on the Development of a Regulatory Framework for Instrument Flight Procedure Design Service (Doc 10068), First Edition, 2018
112. ICAO, Procedures for Air Navigation Services Aircraft Operations (Doc 8168 PANS-OPS), Volume I – Flight Procedures, Sixth Edition, 2018
113. M. Liang: Aircraft Route Network Optimization in Terminal Maneuvering Area, Doctoral Thesis, University of Toulouse, Toulouse, France, 2018
114. ICAO, Procedures for Air Navigation Services Aircraft Operations (Doc 8168 PANS-OPS), Volume III – Aircraft Operating Procedures, First Edition, 2018

115. T. Radišić, D. Novak, B. Juricic: Reduction of Air Traffic Complexity Using Trajectory-Based Operations and Validation of Novel Complexity Indicators, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 18, no. 11, pp. 3038-3048, 2017
116. L. Dai, Y. Liu, M. Hansen: Modelling Go-Around Occurrence, 13th USA/Europe Air Traffic Management Research and Development Seminar (ATM), 2019
117. L. Thomas, A. Serrato: The Human Element in Performance Based Navigation: Air Traffic Controller Acceptance of Established on Required Navigation Performance Procedures, *Proceedings of the Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE) 2019 International Conference on Human Factors in Transportation*, Washington D.C., USA, July 24-28, 2019
118. S. Forster, H. Fricke, B. Rabiller, B. Hickling, B. Favenne, K. Zeghal: Analysis of safety performances for parallel approach operations with performance based navigation, 13th USA/Europe Air Traffic Management Research and Development Seminar (ATM), Vienna, Austria, 2019
119. F. G. Comendador, R. M. A. Valdés, A. Vidosavljevic, M. S. Cidoncha, S. Zheng: Impact of trajectories' uncertainty in existing ATC complexity methodologies and metrics for DAC and FCA SESAR concepts, *Energies*. 12(8):1559, 2019
120. G. Comendador, R. A. Valdés, M. V. Diaz, E. P. Parla and D. Zheng: Bayesian Network Modelling of ATC Complexity Metrics for Future SESAR Demand and Capacity Balance Solutions, *Entropy*, vol. 21, issue 4, p. 379, 2019

3. Полазне хипотезе

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

- Постојећа технологија рада не обезбеђује доследност и хармонизовано пројектовање процедура
- Постоји директан утицај између пројектовања процедура и комплексности обављања операција од стране летачке посаде
- Постоји веза између пројектовања процедура инструменталног прилажења и безбедности саобраћаја
- Могуће је дефинисати модел за оптимизацију процеса пројектовања процедура са аспекта повећања капацитета и смањења утицаја на комплексност и безбедност операција прилаза и слетања.

4. Научне методе истраживања

У процесу спровођења истраживања биће коришћени различити научни методи истраживања. Они ће обухватити квантитативна истраживања, у смислу прикупљања података у сврху успостављања узрочно-последичних веза, као и квалитативна истраживања, базирана на описним подацима у вези са предметним појавама. Поред њих, предвиђа се употреба експерименталних и неексперименталних истраживачких метода, које могу обухватити узрочно-последичну, компаративну, дескриптивну методу, односно анализу и синтезу и индуктивну и дедуктивну методу. Такође, планирана је и употреба метода моделирања, статистичких метода и симулације.

5. Очекивани научни допринос

Имајући у виду предмет, полазне хипотезе и дефинисан крајњи циљ истраживања, основни резултати који се очекују су у вези са заокруженим, свеобухватним моделом, који би требало да дефинише и обезбеди нови хармонизовани корак у процесу пројектовања процедура инструменталног летења и допринесе повећању нивоа безбедности одвијања ваздушног саобраћаја.

У том смислу, научни допринос истраживања се огледа у систематизацији, преиспитивању и надоградњи досадашњих веома ограничених резултата и развоју нових теоријских и практичних доприноса у области комплексности, безбедности и оптимизацији процедура инструменталног летења. Посебан допринос представља развој методологије за оптимизацију процедура инструменталног прилаза аеродромима.

Осим научног доприноса, очекује се да ће резултати истраживања имати и одређену практичну вредност, путем давања подршке процесу имплементације процедура инструменталног летења на локалном нивоу, као и подстицају за ревизију постојећих критеријума пројектовања.

6. План истраживања и структура рада

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

- Уводне напомене и опис мотива за спровођење истраживања;
- Опис процеса израде и намене процедура за инструментално летење, узимајући у обзир главне елементе и критеријуме прописане у оквиру међународних стандарда и препоручене праксе, основне проблеме и очекиване правце будућег развоја;
- Преглед стања у научној и стручној литератури из предметне и сродних области, које се првенствено односе на комплексност и безбедност ваздушног саобраћаја у домену пројектовања процедура инструменталног летења, и препознавање главних достигнућа и резултата који могу имати утицаја на спровођење даљег истраживања у оквиру дисертације;
- Анализа фактора препознатих након обраде резултата из прегледа литературе, и дефинисање скупа фактора релевантних за предмет истраживања који ће бити укључени у дефинисање модела;
- Дефинисање модела за вишекритеријумску оптимизацију пројектовања процедура инструменталног прилажења;
- Илустрација дефинисаног модела на практичним примерима, приказ и дискусија добијених резултата;
- Закључна разматрања и правци будућих истраживања.

7. 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 је кандидат, на основу досадашњег образовања, истраживачког рада и показаних резултата, подобан и спреман да настави истраживање које предлаже.

Комисија предлаже Наставно - научном већу Саобраћајног факултета Универзитета у Београду, да се назив теме који је предложио кандидат **"МОДЕЛ ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ RNP ПРОЦЕДУРА ИНСТРУМЕНТАЛНОГ ПРИЛАЖЕЊА"** промени у **"МЕТОДОЛОГИЈА ОПТИМИЗАЦИЈЕ ПРОЦЕДУРА ИНСТРУМЕНТАЛНОГ ПРИЛАЖЕЊА"** и прихвати као назив теме докторске дисертације кандидата Велибора Андрића, дипл. инж. саоб., да је проследи Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду на даљи поступак, као и да за ментора одреди Др Феђу Нетјасова, ванредног 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 Феђа Нетјасов, ванредни професор
Универзитет у Београду - Саобраћајни факултет

.....
Др Татјана Крстић Симић, доцент
Универзитет у Београду - Саобраћајни факултет

.....
Др Милан Станојевић, редовни професор
Универзитет у Београду - Факултет организационих наука