

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ
Војводе Степе 305, Београд

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

ПРЕДМЕТ: РЕФЕРАТ О УРАЂЕНОЈ ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ КАНДИДАТКИЊЕ ИРЕНЕ КРСТИЋ,
МАГИСТРА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду, Саобраћајног факултета бр. 721/11 од 12.07.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње Ирене Крстић, магистра техничких наука, под називом:

**„ УПРАВЉАЊЕ ПРОЦЕСОМ ПРОВЕРЕ ПЕРФОРМАНСИ ВАЗДУХОПЛОВА СА ЦИЉЕМ ДОСТИЗАЊА
ПРИХВАТЉИВОГ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ ПУТЕМ ФУНКЦИЈЕ КВАЛИТЕТА “**

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала, као и разговора са кандидаткињом, Комисија је сачинила следећи:

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

На основу предатих захтева кандидаткиње Ирене Крстић, магистра техничких наука и донетих одлука Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета, хронологија одобравања и израде дисертације је следећа:

- 10.05.2013. године, кандидаткиња Ирена Крстић је поднела пријаву предлога истраживања у оквиру докторске дисертације Наставно- научном већу Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета бр. 349/1, уз молбу да се спроведе поступак за оцену подобности кандидаткиње и предложене теме и за ментора предложила др Слободана Гвозденовића, редовног професора Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета;

- 23.09.2013. године на седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета донета је одлука (бр. 349/4) о формирању Комисије за оцену подобности кандидаткиње и теме за израду докторске дисертације кандидаткиње Ирене Крстић у саставу:
 1. Ментор, др Слободан Гвозденовић, редовни професор, Универзитет у Београду - Саобраћајни факултет;
 2. др Петар Миросављевић, доцент, Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет;
 3. др Бошко Рашуо, редовни професор, Универзитет у Београду - Машински факултет;
- 13.02.2014. године Комисија за оцену подобности кандидаткиње и теме за израду докторске дисертације поднела је позитиван извештај бр. 349/5 – 2013, и предложила Наставно-научном већу Саобраћајног факултета да прихвати и одобри израду докторске дисертације кандидаткиње Ирене Крстић, магистра техничких наука;
- 21.02.2014. године на седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета донета је одлука (бр. 349/6 – 2013.) којом се позитивно оцењује научна заснованост и подобност кандидаткиње и прихвата предложена тема за израду докторске дисертације кандидаткиње Ирене Крстић, магистра техничких наука;
- 31.03.2014. године на захтев Саобраћајног факултета, на седници Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду, донета је одлука (бр. 61206-1162/2-14 од 31.03.2014. године) којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидаткиње Ирене Крстић, магистра техничких наука;
- На захтев кандидаткиње Ирене Крстић, магистра техничких наука, (бр. 721/1 од 08.06.2022. године) Наставно-научно веће Саобраћајног факултета је на седници одржаној 14.06.2022. године донело одлуку бр. 721/5, којом се кандидаткињи Ирени Крстић, магистру техничких наука, одобрава продужетак рока за израду и одбрану докторске дисертације до краја школске 2021/2022. године;
- На захтев кандидаткиње Ирене Крстић, магистра техничких наука, (бр. 721/2 од 08.06.2022. године) и предлога Одсека за ваздушни саобраћај и транспорт (бр. 748/1 од 14.06.2022. године) Наставно-научно веће Саобраћајног факултета је на седници одржаној 14.06.2022. године донело одлуку бр. 721/8, којом се кандидаткињи Ирени Крстић, магистру техничких наука, за ментора, ради завршетка докторске дисертације именује проф. др Петар Миросављевић;
- 15.06.2021. године, кандидаткиња Ирена Крстић, магистар техничких наука, предала је неукоричене примерке докторске дисертације и поднела захтев Наставно-научном већу Саобраћајног факултета за почетак поступка за оцену и одбрану докторске дисертације (бр. 721/6);

- 12.07.2022. године на седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета донета је одлука бр. 721/11 о формирању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње Ирене Крстић, магистра техничких наука у саставу:
 1. Ментор, др Петар Миросављевић, редовни професор, Универзитет у Београду - Саобраћајни факултет;
 2. др Катарина Вукадиновић, редовни професор, Универзитет у Београду - Саобраћајни факултет;
 3. др Александар Симоновић, редовни професор, Универзитет у Београду - Машински факултет;

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом: „Управљање процесом провере перформанси ваздухоплова са циљем достизања прихватљивог нивоа безбедности путем функције квалитета“ припада научној области „Саобраћајно инжењерство“ и ужој научној области „Ваздухопловна превозна средства“, за коју је матичан Универзитет у Београду - Саобраћајни факултет.

Ментор на изради докторске дисертације је др Петар Миросављевић, редовни професор Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета. Проф. др Петар Миросављевић, дипл. инж. саобраћаја је аутор и коаутор преко 50 научних и стручних радова (од чега 8 радова у часописима са SCI листе) који су објављени у референтним међународним и домаћим часописима са рецензијом, на симпозијумима и конференцијама у оквиру којих су третиране перформансе авиона и безбедност у ваздушном саобраћају.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Ирена Крстић, магистар техничких наука, рођена је 10.02.1968. године у Београду. Основну школу је завршила у Београду, као и Математичку гимназију. Након завршетка средње школе је 1986. године уписала Машински факултет Универзитета у Београду, на одсеку за ваздухопловство, који је завршила одбраном дипломског рада под називом „Аеродинамика носећег ротора хеликоптера“, чиме је стекла академски назив дипломирани машински инжењер. Године 1998. је уписала Магистарске студије на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду, на Одсеку за ваздушни саобраћај и транспорт, које је завршила одбраном магистарске тезе „Праћење поузданости ваздухоплова коришћењем вештачких неуронских мрежа са циљем уштеде горива“, чиме је стекла академско звање магистар техничких наука.

Након рада у фабрици 21. Мај, Раковица, Београд и Средњој школи за бродоградњу у Београду, од марта 1999. године запослена је у Air SERBIA (Jat Airways), где је рад започела у Сектору за информационе технологије, након чега је са места руководиоца пројекта, прешла у Кабинет генералног директора, на место вишег стручног сарадника, а затим на позиције помоћника директора квалитета, директора квалитета, помоћника генералног директора и вишег менаџера за обезбеђивање у ваздухопловству. Током наведеног периода је од стране Директората цивилног ваздухопловства Републике Србије одобрена као руководилац за квалитет Jat Airways, Jat Airways Организације за обезбеђивање континуиране пловидбености авиона, као и Jat Airways Одобрене организације за обуку посада, као и одговорни руководилац за обезбеђивање у ваздухопловству Air Serbia.

Као главни проверивач за све области авио-превозиоца, аеродрома, пружаоца услуга земаљског опслуживања, организације за обуку посада, организације за континуирану пловидбеност авиона, организације за одржавање авиона, организације за залихе намењене за потрошњу на аеродрому и за потрошњу током лета, као и за организације које спроводе мере обезбеђивања у ваздухопловству, спровела је преко 50 провера и преко 400 инспекција, како у Air SERBIA (Jat Airways), тако и у компанијама из Републике Србије, Европе, Азије и Сједињених Америчких Држава.

Ирена Крстић, магистар техничких наука, учествовала је на домаћим и међународним конференцијама, семинарима и обукама, док је објављивала 17 радова у часопису „Аеромагазин“, као и један рад у часопису са *SCI* листе.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидаткиње Ирене Крстић, магистра техничких наука, написана је у складу са „Упутством о облику и садржају докторске дисертације која се брани на Универзитету у Београду“ из 2019. године. Докторска дисертација је написана на српском језику, ћириличним писмом, на папиру А4 формата, двострано, укупног обима од 133 страна са 11 слика и 32 табеле.

На почетку дисертације дат је резиме на српском и енглеском језику са кључним речима, а затим садржај дисертације, списак слика, табела, и коришћених скраћеница.

Докторска дисертација је структурно конципирана кроз пет поглавља, под следећим насловима:

1. Увод (18 страна);
2. Методологија израде алата за управљање процесом формирања листе усклађености (66 страна);
3. Модел за рангирање стандарда по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом применом методе Аналитички хијерархијски процес (6 страна);
4. Анализа резултата пројектованог модела (14 стране);
5. Закључна разматрања (11 страна).

Након наведених поглавља, дат је списак литературе који садржи 247 библиографских јединица, које су коришћене при изради докторске дисертације. Затим је дата биографија аутора, а на крају докторске дисертације приложене су потписане изјаве о ауторству, истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и о коришћењу докторског рада.

Према структури рада, примењеним научним методама и постигнутим резултатима, дисертација у потпуности задовољава критеријуме и стандарде предвиђене за овакву врсту научног рада, а по облику и садржају, рад задовољава све стандарде прописане за израду докторске дисертације Универзитета у Београду.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље представља уводни део докторске дисертације, где су описани регулаторни захтеви везани за систем управљања безбедношћу и функцију праћења усклађености код авио-превозиоца, као и главни мотив истраживања. Поред наведеног, приказани су предмет и научни циљ истраживања, као и полазне хипотезе за израду докторске дисертације. Такође су приказане методе истраживања које су се користиле приликом израде докторске дисертације, док су дата и очекивања по питању научних доприноса, којима се приликом израде докторске дисертације тежило.

У другом поглављу је приказана методологија израде алата за управљање процесом формирања листе усклађености, која је поред детаљног прегледа и одабира методе истраживања, која ће бити примењена, обухватила и одабир авиона са турбофенском погонском групом, као и одабир скупа релевантних података везаних за исти и њихову анализу у односу на потребе докторске дисертације. Такође је дата и теоријска основа везана за сваку групу података.

У трећем поглављу је приказано пројектовање модела за рангирање стандарда по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом, применом одабране методе, као и примена података, где је приказана суштина докторске дисертације и потпуно нов приступ проверама и дефинисању листе усклађености за извршње функције праћења усклађености авио-превозиоца, везано за перформансе авиона са турбофенском погонском групом.

У четвртном поглављу су приказани резултати добијени моделом, као и анализа истих, где су потврђене претпоставке аутора докторске дисертације, као и валидност пројектованог модела.

Пето поглавље приказује закључна разматрања, где су назначени главни научни доприноси развијеног модела. Такође су приказане и могућности примене истог у пракси, док је указано на смернице за будући рад и истраживања, које су проистекле из резултата докторске дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Полазна основа докторске дисертације се базирала на чињеници да је брзи развој технологије у прошлом веку значајно утицао на ваздухопловство, што је довело до великог прогреса у тој области, који не би било могуће остварити без паралелног развоја контроле и разматрања редукције опасности по безбедност.

Посматрајући различите аспекте ваздухопловства и имајући у виду чињеницу да последице погрешних акција могу допринети значајним повредама и оштећењима, истакао се значај система управљања, чиме се учесталост и озбиљност негативних последица знатно смањују.

Као последица наведеног, а на основу регулаторних захтева, констатовано је да сваки авио-превозилац мора да успостави систем управљања, који се, пред осталог, састоји од система управљања безбедношћу и програма праћења усклађености.

Разматрајући безбедност и усклађеност, препозната је велика важност безбедности и усклађености за авио-превозиоца, као и блиска веза између њих, док је препозната и комплексност система управљања безбедношћу и програма праћена усклађености, који морају добро да се успоставе, а затим одржавају и унапређују, са циљем достизања прихватљивог нивоа безбедности, чему доприноси функција усклађености.

Такође је сагледана и чињеница да систем управљања безбедношћу, поред оперативних функција, индиректно укључује и остале организационе активности, као што су финансије, људски ресурси, итд. из чега је сагледано да је алокација ресурса по питању наведених функција веома важна и ако се правилно не распореде ресурси за безбедност, са једне стране, и добит, са друге стране, може доћи до великих проблема.

Наведено није увек тако једноставно решити, јер ако се води рачуна само о безбедности, долази се до банкрота, а ако се води рачуна само о пружању услуге, долази се до озбиљног угрожавања безбедности.

Када се систем управљања безбедношћу са функцијом праћења усклађености једном успостави, он мора бити праћен и на основу одређених индикатора процењиван по питању његових перформанси, као и његове ефективности.

Програм праћења усклађености омогућава авио-превозиоцу да врши праћење усклађености рада авио-превозиоца са релевантним регулативама, приручницима и свим осталим стандардима које је дефинисао авио-превозилац или ваздухопловне власти, да би се обезбедиле безбедне операције и пловидбеност авиона.

На основу наведеног је сагледана значајна улога руководиоца за усклађеност, који треба да прати усклађеност са, и адекватност процедура које се захтевају, да би се обезбедиле безбедне оперативне праксе и пловидбеност авиона. Такође је препознато да је његова улога да верификује, путем праћења активности летачке делатности, земаљске делатности, континуране пловидбености авиона и обуке посада, да стандарди који су дефинисани од стране ваздухопловних власти и било који други додатни захтеви, који су дефинисани од стране авио-превозиоца, буду спроведени под супервизијом релевантних одговорних лица, за сваку од наведених области.

На основу наведеног је препознато да провера представља систематско и независно поређење начина на који се спроводе акције у оперативи у односу на начин који је описан у оперативним процедурама.

Међутим, препознато је да провера у пракси има много мањкавости и да је зато све више означена у литератури као функција која не може на задовољавајући начин да процени да ли је прихватљиви ниво безбедности авио-превозиоца достигнут, као и да се процени ефективност успостављеног система управљања безбедношћу.

Резултати наведени у литератури су делимично тачни, јер провера која се спроводи на начин где се хиљаде и више стандарда проверавају током веома кратког, или непримерено дугог временског периода, који велики број авио-превозиоца спроводи, не даје реалну процену система управљања безбедношћу. Са друге стране, провера поседује велики потенцијал за адекватну процену да ли је прихватљиви ниво безбедности авио-превозиоца достигнут, као и за

процену ефективности успостављеног система управљања безбедношћу, као и да је потребно наћи начин да се начин провере измени и да се провера врати на позицију коју заслужује, чиме би се покрио тај недостатак у литератури и пракси.

Сходно наведеном је настављено истраживање у правцу успостављања новог приступа провери, чиме би се искористили сви бенефити провере, а редуковале констатоване мањкавости.

Након сагледавања свих наведених чињеница из обимне литературе и праксе, почетна позиција у изради докторске дисертације је била да провера представља кључну активност система управљања, јер се путем провере врши процена колико је авио-превозилац у складу са задатим циљевима по питању безбедности.

Увидом у литературу је констатовано да је област провера највише обрађена у домену финансија, док, упркос великом броју провера у ваздухопловству и захтева за њима у складу са регулативама, веома мали број радова се бавио наведеном темом, што указује на оправданост истраживања ове докторске дисертације.

Разматрајући све елементе провере, констатовано је да је приликом спровођења програма праћења усклађености неопходно направити план провера за одређену годину, као и дефинисати области провере и по којим листама усклађености ће се провера спроводити, како би се припремили и чланови тима за проверу и особље у целинама које ће бити предмет провере.

Из наведеног је проистекло питање како дефинисати листе усклађености, на основу чега и у складу са којим ресурсима. Констатовано је да листа усклађености мора да буде тако дефинисана, да иста буде довољно обимна и детаљна, да се задовољи сврха провере, док са друге стране треба рационално трошити ресурсе.

Разматрано је више могућности и након детаљног разматрања мана и предности сваке наведене одлучено је да се користи могућност да листе усклађености по којима *IOSA* организације за проверу спроводе екстерне провере, могу да се користе и приликом интерних провера, за све области, или циљаних провера у одређеним доменима. Утврђено је да коришћењем ових листа усклађености, руководиоца за усклађеност може бити сигуран да је проверено све што је требало да буде проверено и да по питању одговорности буде задовољан.

Посебно је разматрано питање циљаних провера за одређену област и на основу искуства из праксе и доступне литературе констатовано је да перформансе авиона имају веома значајан утицај на безбедност авиона и авио-превозиоца и зато је та област изабрана да буде предмет провере.

Када се говори о циљаној провери, истраживања су даље ишла у смеру констатације да се издвајањем *IOSA* стандарда, који се децидно односе на перформансе авиона са турбофенском погонском групом, може отићи у две крајности. Прва, да се издвоје само они стандарди који се стриктно односе на одређену област (за случај докторске дисертације област оперативни инжињеринг и спецификације), што доводи до рутинске провере датих стандарда, што не мора да буде меродавно. Са друге стране, може да се изврши дубље разматрање и да се повежу и остали стандарди, узимајући у обзир и оне за које се сматра, да ако авио-превозилац није усклађен са њима, могу индиректно довести до редукције жељених перформанси авиона са турбофенском погонском групом и самим тим до угрожавања безбедности, као и оне стандарде код којих се може очекивати неусаглашеност услед индиректног утицаја. Ако се приступи оваквом начину

одабира стандарда за листу усклађености, врло брзо ће се доћи у ситуацију да се констатује да је неопходно проверити свих 922 стандарда, јер сви они на неки начин, директан или посредан, имају везе са перформансама авиона са турбофенском погонском групом, као и са било којом другом области која би била изабрана за циљану проверу.

На основу наведене дилеме је постало јасно да је потребно донети одлуку и у складу са тиме је разматрана и област одлучивања и као последица, примена метода вишекритеријумског одлучивања и вештачких неуронских мрежа.

Након евидентирања и пројектовања проблема, као и констатовања неопходности примене метода вишекритеријумског одлучивања и/или вештачких неуронским мрежа, приступило се изради методологије за решавање датог изазова.

Пошто је проблем био евидентиран и дефинисан, на основу детаљних разматрања три методе вишекритеријумског одлучивања и вештачких неуронских мрежа, као и њихових предности и мањкавости за решавање предметног проблема, на основу доступне литературе, одабрана је метода вишекритеријумског одлучивања Аналитички хијерархијски процес, као и програм „Expert Choice“.

У следећем кораку се приступило одабиру авиона и на основу доступних података и искуства са датим типом авиона изабран је авион са турбофенском погонском групом В737-300.

Након одабира методе и авиона, истраживање је настављено у детаљном сагледавању потенцијалног скупа података, који су релевантни за дати проблем, њихових карактеристика и значаја за безбедност и перформансе авиона са турбофенском погонском групом. Изабрано је осам скупова релевантних података, који су, за сваку групу, подељени по нивоима.

У складу са свим прикупљеним подацима, приступило се изради модела за рангирање стандарда по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом, применом методе Аналитички хијерархијски процес и након пројектовања истог примењени су наведени подаци. Модел је након примене података дао резултате, који су дискутовани и верификовани.

Имајући претходно у виду, у докторској дисертацији развијена је оригинална методологија, иницијално заснована на претходним истраживањима из области безбедности и усклађености и допуњена пројектованим моделом, којим се на основу *IOSA* приручника са стандардима, анализе података релевантних за безбедност, перформансе турбофенског авиона и искуства руководиоца за усклађеност, применом методе вишекритеријумског одлучивања, омогућило сагледавање “критичних” области по питању безбедности и провера усклађености одабраних стандарда са регулативом, коришћењем оптималних ресурса, што ће допринети уштеди времена и новца и подржати принцип “у мањем обиму, али детаљније”.

Модел је дао решење на основу кога је могуће формирати листу усклађености за проверу перформанси турбофенског авиона, која обухвата стандарде који представљају “критичне” стандарде за одређену проверу, чиме ће се помоћи руководиоцу за усклађеност у дефинисању области провере и одабиру стандарда који ће бити проверавани. Такође, на основу проистеклих резултата пројектованог модела ће се омогућити увођење нових проверивача у посао, пружајући им значајну помоћ приликом одлучивања по питању фокусирања на одређене стандарде, док ће се омогућити и предикција услова “критичних” по питању безбедности и самим тим предикције

потребе за новим проверама. На основу резултата пројектованог модела ће перформансе и ефективност система управљања безбедношћу бити процењени, док ће на основу истих бити дефинисани будући циљеви и жељена побољшања.

Савременост и оригиналност теме дисертације је потврђена објављивањем резултата истраживања у часопису међународног карактера са *SCI* листе.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У изради докторске дисертације кандидаткиња је опсежно и систематично приказала преглед најважнијих достигнућа из области безбедности и усклађености у ваздушном саобраћају, као и из области перформанси авиона са турбофенском погонском групом, инспекцијског преглед на платформи који се обавља на авионима оператера који је под регулаторним надзором друге државе, кашњењима из техничких и оперативних разлога, праћења поузданости авиона, праћења параметара лета, догађајима који се обавезно пријављују, као и из области вишекритеријумског одлучивања и вештачких неуронских мрежа, користећи 247 библиографских јединица. Наведена и коришћена литература је савремена и актуелна, релевантна за предмет и циљеве истраживања.

Кандидаткиња је у докторској дисертацији правилно реферисала бројне литературне изворе и тиме показала висок ниво познавања резултата савремених истраживања присутних у литератури из релевантне научне области.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

При изради докторског рада, поред општих метода научних истраживања (индукције и дедукције, анализе и синтезе, компаративне анализе), коришћена је и математичка статистика, као и методе провере применом листе усклађености, док су разматране и методе вештачке интелигенције и вишекритеријумског одлучивања, од којих је изабрана најповољнија.

У дисертацији је управљање процесом провере перформанси ваздухоплова са циљем достизања прихватљивог нивоа безбедности путем функције квалитета решено применом предложеног модела који се заснива на рангирању *IOSA* стандарда применом методе вишекритеријумског одлучивања Аналитички Хијерархијски Процес (*AHP – Analytical Hierarchy Proces*).

Кандидаткиња је извршила критичку анализу спровођења провере код авио-превозиоца, као и пројектовање листе усклађености за исту, у складу са потребним ресурсима и указала на потребу да се сходно доступности податка:

- добијених на основу процене безбедности страних авиона са турбофенском погонском групом од стране Европске Уније / подаци добијени на основу инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима са турбофенском погонском групом оператера који је под регулаторним надзором друге државе
- праћења поузданости авиона са турбофенском погонском групом
- анализе узрока кашњења из техничких и оперативних разлога
- праћења параметара лета
- анализе података обухваћених извештајима о догађајима који се обавезно пријављују
- резултата претходних провера

- искуства руководиоца за усклађеност по питању утицаја и значаја сваког од релевантних стандарда и његове неусаглашености
- утицаја других фактора, који значајно доприносе условима који могу нарушити безбедност, као што је промена организације и систематизације и промена кључног особља на руководећим позицијама

креира нови модел који ће резултирани решењем на основу кога је могуће формирати листу усклађености за проверу перформанси турбофенског авиона, која обухвата стандарде који представљају “критичне” стандарде за одређену проверу, чиме ће се помоћи руководиоцу за усклађеност у дефинисању области провере и одабиру стандарда који ће бити проверавани. Такође, на основу проистеклих резултата пројектованог модела ће се омогућити увођење нових проверивача у посао, пружајући им значајну помоћ приликом одлучивања по питању фокусирања на одређене стандарде, док ће се омогућити и предикција услова “критичних” по питању безбедности и самим тим предикције потребе за новим проверама. На основу резултата пројектованог модела ће перформансе и ефективност система управљања безбедношћу бити процењени, док ће на основу истих бити дефинисани будући циљеви и жељена побољшања.

Поред наведеног, коришћена је анализа осетљивости на више различитих начина, тако да је могуће видети како ће утицај и значај одређеног критеријума утицати на тренутни и укупни ранг алтернативе, како ће промена (градиент) утицаја и значаја одређеног критеријума утицати на одређену алтернативу, како се приоритети алтернатива мењају динамички услед промене у утицају и значају одређеног критеријума, са циљем провере укупног утицаја значаја одређеног критеријума у укупним приоритетима алтернатива, као и узајамне квалитативне релације две алтернативе, ради добијања различитих предикција по питању потенцијалних ситуација у будућности.

Сходно наведеном, Комисија сматра да су изабране и коришћене методе адекватне и у потпуности одговарају дефинисаном предмету и циљевима истраживања.

3.4. Применљивост остварених резултата

Поред истакнутог научног доприноса, модел представљен у докторској дисертацији има и изузетну практичну примену која се односи на могућност имплементације развијеног модела и за друге провере. Највећи део рада на пројектованом моделу, који је и временски најзахтевнији, је упаривање свих 922 стандарда са 377 критеријума и одређивање који стандард је повезан са којим критеријумом. Наведено је валидно све док *IOSA* приручник са стандардима не претрпи озбиљне измене – потпуна измена великог броја стандарда. Али, на основу искуства, чак и када се ради о новом издању *IOSA* приручника са стандардима, велики број стандарда је промењен у домену бољег разумевања стандарда са новоуведеним детаљима, које не утичу на суштину стандарда по питању посматраних критеријума.

Такође је могућа ситуација да се одређени стандарди преместе из једне области у другу, што суштински не мења ништа у моделу, док одређени стандард може бити замењен другим, који има само другачију ознаку. У случају увођења потпуно новог стандарда, исти није потребно рангирати, зато што нови стандард мора бити проверен, без обзира на ресурсе.

Стабилност добијеног решења, у случају промена, одређена је путем анализе осетљивости. Програм *Expert Choice* може да изврши анализу осетљивости на више различитих начина, тако да је могуће видети како ће утицај и значај одређеног критеријума утицати на тренутни и укупни ранг

алтернативе, како ће промена утицаја и значаја одређеног критеријума утицати на одређену алтернативу, како се приоритети алтернатива мењају динамички услед промене у утицају и значају одређеног критеријума, са циљем провере укупног утицаја значаја одређеног критеријума у укупним приоритетима алтернатива, као и узајамне квалитативне релације две алтернативе. После пројектовања модела и примењених података, када се добија ранг свих стандарда и жељени одабир, анализа осетљивости олакшава анализу различитих могућности, применом различитих дијаграма, који су доступни. На основу поменутог, могу се добити различите предикције по питању потенцијалних ситуација у будућности. Нпр. може се предвидети како ће се променити ранг алтернатива у случају повећања удела било ког од критеријума на сваком нивоу, изузев последњег, који садржи алтернативе, док су овакви увиди веома значајни за будући рад.

Веома је значајно имати у виду да група података који су садржани у докторској дисертацији (пored података о тежини стандарда везаних за перформансе авиона са турбофенском погонском групом) мора бити праћена, како за интерну проверу, тако и за провере уговорених организација, тако да велики део ове докторске дисертације и пројектованог модела може бити искоришћен, додавањем неколико критеријума или уклањањем истих и на тај начин се веома лако може добити модел за рангирање стандарда за остале врсте провера.

Смерница за даљи рад је такође дефинисање базе података, која би садржавала податке релевантне за компанијски ниво, по питању безбедности и усклађености, као и за остале области, која би се повезала са базом података за програм *Expert Choice*, након чега би се све то заједно повезало са неким програмским пакетом (у зависности од величине базе података и потреба авио-превозиоца) са графичким интерфејсом, са циљем да се све приказано у овом раду у потпуности аутоматизује и да за дате различите уносе са почетног екрана добија излаз у виду ранга стандарда за било који жељену проверу из плана провере.

Смерница за даљи рад је такође и рад на успостављању нових стандарда у домену интерне провере авио-превозиоца, као и нових стандарда за квалификације интерних проверивача, путем израде рада који би се базирао на разликама између резултата провере која је спроведена само до стране оперативног особља, у односу на резултате провере спроведене од стране проверивача са веома високим степеном образовања и знања у домену ваздухопловства, као и осталих знања и вештина, у комбинацији са оперативним особљем, које не би имало улогу главног проверивача / проверивача, већ би на провери били присутни као експерти.

Упркос чињеници да су се за израду докторске дисертације користили прецизни нумерички подаци једног авио-превозиоца, за један тип авиона са турбофенском погонском групом, који су били подржани резултатима проистеклим из сарадњи са многим компанијама из Европе, Азије и Африке, који су преведени у нумеричке вредности, омогућавајући коришћење пројектованог модела и резултата истог и од стране других авио-превозиоца, било би веома корисно поређење примене модела и резултата истог од стране других авио-превозиоца, са сличном културом по питању безбедности, типом авиона, бројем авиона итд. са комплетно другачијим, у циљу да се дефинише заједнички скуп података за примену.

Финално, на основу последње наведене смернице за будући рад би се пројектовала обимна база података, која би била довољна да се даља истраживања наставе тако што би се наведени проблем пробао решити применом вештачких неуронских мрежа, када би се стекао увид у могућности у том домену.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидаткиње за самостални научни рад

На основу вишегодишњег искуства у раду са кандидаткињом, анализе докторске дисертације, верификације остварених резултата истраживања објављивањем у међународном часопису, радовима и саопштењима на међународним и домаћим научно-стручним скуповима, Комисија сматра да је кандидаткиња несумњиво показала способност за самостални научни рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

На основу прегледа докторске дисертације кандидаткиње Ирене Крстић, магистра техничких наука, Комисија сматра да су остварени следећи оригинални научни доприноси:

- Дефинисање рангирања стандарда у ваздухопловству за сврху провере

На основу прегледа домаће и стране релевантне литературе, не постоји рад који разматра рангирање бројних стандарда, који морају бити примењени у свакој авио-компанији, у складу са регулативом. Наведено указује на значај ове докторске дисертације и њену вредност по питању научног доприноса неописаног у литератури и непримењеног у пракси.

Као додатак, аутор ове докторске дисертације, на основу сопственог сазнања, није нашао ни један рад који се односи на проверу у авио-компанији, као ни на проверу у домену перформанси авиона са турбофенском погонском групом, што такође указује на значај овог рада и његову вредност по питању научног доприноса неописаног у литератури и непримењеног у пракси.

- Развој модела

На основу *IOSA* приручника са стандардима, анализе података релевантних за безбедност, перформансе авиона са турбофенском погонском групом и искуства руководиоца за усклађеност, применом методе вишекритеријумског одлучивања, пројектован је модел који је омогућио сагледавање “критичних” области по питању безбедности и проверу усклађености одабраних стандарда са регулативом, коришћењем оптималних ресурса, што ће допринети уштеди времена и новца и подржати принцип “у мањем обиму, али детаљније”.

Као потврда наведеног, развојем датог модела су на више начина уштеђени новац и време и то на следећи начин:

- Избегнуто је ангажовање екстерних проверивача или организација за спровођење провере;
- Избегнута је куповина листа усклађености за проверу;
- Избегнути су трошкови који могу настати услед неадекватно обављеног посла уговореног проверивача или организације за спровођење провере, које би авио-превозилац морао да плати, ако до истих дође;

- Избегнути су трошкови додатног времена које је неопходно да се уговорени проверивач или организација за спровођење провере упозна са специфичностима авио-превозиоца, као и за прилагођавање културолошким разликама и последицама истих, као и губитак времена као ресурса;
- Провера се спроводи од стране проверивача који су запослени код авио-превозиоца, који проверу спроводе уз своје свакодневне радне обавезе без додатних финансијских издатака за авио-превозиоца;
- Користе се *IOSA* листе усклађености за проверу које су бесплатне и проверивачима у потпуности познате, тако да су избегнути трошкови за обуку проверивача везано за листе усклађености за проверу, док је знатна уштеда и у времену за припрему провере, како за провериваче, тако и за запослене из целина које ће бити предмет провере;
- Провера 922 стандарда је сведена на проверу 147 стандарда, док је време провере са 30 радних дана са 5 проверивача, сведено на 5 радних дана са 2 (максимум 3) проверивача, уз повремено ангажовање експерата из области летачке делатности, земаљске делатности, делатности континуиране пловидбености и обуке посада;
- На наведени начин је омогућено да се мањи број одабраних критичних стандарда детаљније провери и да се подржи принцип “у мањем обиму, али детаљније”.

Модел је дао решење на основу кога је могуће формирати листу усклађености за проверу перформанси авиона са турбофенском погонском групом, која обухвата стандарде који представљају “критичне” стандарде за одређену проверу, чиме ће се помоћи руководиоцу за усклађеност у дефинисању области провере и одабиру стандарда који ће бити проверавани. Дефинисањем листе усклађености за проверу, која ће садржавати одабраних 147 стандарда, руководиоца за усклађеност може бити сигуран да је проверено све што је требало да буде проверено и да по питању одговорности буде задовољан, јер и ако се догоди нешто у домену који није провераван, руководиоца за усклађеност може да стане иза своје одлуке и да покаже да је према одређеним показатељима, у датом тренутку, донео исправну одлуку.

Такође, на основу проистеклих резултата пројектованог модела омогућиће се увођење нових проверивача у посао, пружајући им значајну помоћ приликом одлучивања по питању фокусирања на одређене стандарде.

Сваки проверивач, који тек започиње своју каријеру у наведеном домену, тешко може да сагледа огроман број стандарда које треба да провери, као и да процени колико детаљно треба да се посвети сваком стандарду, а да остане у задатим временским оквирима. Обуке за провериваче су доступне на тржишту али се на истима нови проверивачи обучавају о општим ставкама провере и регулативама, а не детаљно о сваком стандарду, поготово не везано за циљане провере у одређеном домену.

Провера је веома исцрпљујућа активност и за искусне провериваче, а посебно за нове и неискусне, па се лако може доћи у ситуацију да се почетни стандарди превише детаљно разматрају, док како време пролази, ентузијазам се исцрпљује, што може довести до превида у процени значајних области система.

Пројектованим моделом су одабрана 147 стандарда, ранграна по приоритетним групама, на основу којих нови проверивачи имају јасну слику критичних стандарда по нивоима, везано за перформансе авиона, као и како да распореде време провере на сваки стандард. Поред наведених 147 стандарда, нови проверивачи могу видети и уделе и рангове свих критеријума на свим нивоима, као и стандарде на које би требало да се обрати пажња што представља обиман извор корисних информација за учење и рад.

Пројектованим моделом је новим проверивачима, на основу анализе осељивости, омогућено да виде како ће значај одређеног критеријума утицати на тренутни и укупни ранг алтернативе, како ће промена (градиент) значаја одређеног критеријума утицати на одређену алтернативу, како се приоритети алтернатива мењају динамички услед промене у значају одређеног критеријума, са циљем провере укупног утицаја значаја одређеног критеријума у укупним приоритетима алтернатива, као и узајамне квалитативне релације две алтернативе. На основу поменутог, нови проверивачи могу сагледати различите предикције по питању потенцијалних ситуација у будућности, што им омогућава да се на веома ефикасан начин континуирано едукују и обуче по питању одабира стандарда за разлиите ситуације везано за перформансе авиона, као и за ефикасно спровођење обуке у датом домену.

На основу развијеног модела ће се такође омогућити и предикција услова “критичних” по питању безбедности и самим тим предикције потребе за новим проверама.

На основу резултата пројектованог модела ће перформансе и ефективност система управљања безбедношћу бити процењени, док ће на основу истих бити дефинисани будући циљеви и жељена побољшања

- Дефинисање неопходних ресурса

Велики недостатак у литератури везаној за ваздухопловство је тај што неопходни ресурси за интерну проверу авио-превозиоца нису разматрани, нити дефинисани, упркос чињеници да је интерна провера потпуно различита од провере спроведене од стране екстерних проверивача, док докторска дисертација даје разумне мере по питању ресурса за интерну проверу и поркива и тај недостатак у литератури, док даје и сугестије за праксу. Ресурси познати из праксе аутора докторске дисертације, који су обухватили 30 радних дана са 5 проверивача су драстично смањени и дефинисани су потребни ресурси за интерну проверу авио-превозиоца у домену перформанси авиона са 5 радних дана и 2 проверивача (максимум 3), са повременим коришћењем експерата из области летачке делатности, земаљске делатности, делатности континуиране пловидбености и обуке посада.

- Дефинисање релевантних *IOSA* стандарда

На основу приказаних резултата докторске дисертације, је произишао значајан научни допринос литератури и пракси у виду чињенице, да документовани и примењени *IOSA* стандарди, који се директно односе на перформансе авиона са турбофенском погонском групом, не гарантују да је ниво безбедности у домену перформанси авиона са турбофенском погонском групом у потпуности достигнут, док је неопходно детаљно размотрити друге стандарде, који су добијени предметним моделом у исту сврху.

- Неопходност израде модела

На основу приказаних резултата докторске дисертације, произишао је значајан научни допринос литератури и пракси у виду доказане чињенице да је дефинисање листа усклађености само на основу мишљења руководиоца за усклађеност немогуће, док је и неодговорно, без обзира на знање и искуство. Поред тога, је доказано да би дефинисање листе усклађености само на основу мишљења руководиоца за усклађеност захтевало много више ресурса од неопходног.

- Удели свих критеријума на свим нивоима

Као излаз из пројектованог модела, удели и рангови сваког критеријума, по сваком нивоу, су добијени, као и стандарди које је неопходно проверити, дајући веома богат и вредан извор података за даљи рад и истраживања по сваком нивоу и критеријуму. Базирајући се на истима, различите анализе, као и различите листе усклађености се могу припремити, што такође представља значајан научни допринос литератури и пракси.

- Провера као алат за проверу достигнутог нивоа безбедности

У прегледаној литератури је назначено да резултати провере нису добри индикатори достигнутог нивоа безбедности авио-превозиоца. Насупрот наведеном, докторском дисертацијом је указано на мањкавости стандардног приступа провери, која је давала незадовољавајуће резултате, док је пројектован нови, потпуно другачији приступ провери, и на основу резултата је доказано супротно, да је провера и резултати исте одличан начин за проверу достигнутог нивоа безбедности авио-превозиоца, ако се спроводи на ново пројектовани начин. Наведено представља велики научни допринос литератури и пракси.

- Образовање и квалификације проверивача

Образовање и квалификације проверивача су дефинисани регулативом и захтевима самог авио-превозиоца, али на основу пројектованог модела, који јасно указује на потребно знање и вештине, проистиче да ниво образовања интерног проверивача мора бити веома висок, што представља научни допринос.

Резултати докторске дисертације сугеришу да оперативно особље треба да учествују у провери као експерти, док провера мора бити вођена од стране особе која није фокусирана само на једну ствар или област, већ мора имати шири поглед на глобалну слику, ако се жели постићи добро коришћење провере за процену достигнутог нивоа безбедности авио-превозиоца, како уопштено, тако и у одређеној области. Опција да неко припреми листе усклађености, а неко други да их користи, није добро решење, што све представља научни допринос ове докторске дисертације.

- Уштеда ресурса

Поред наведене уштеде ресурса по питању трајања провере, као и броја проверивача који су за исту неопходни, докторска дисертација је резултовала још једним научним доприносом везаним за рационално трошење и других ресурса. На основу прегледа домаће и стране релевантне литературе у литератури није описан модел који може бити примењен специјално за сличну сврху, без коришћења великих и скувих програмских система, који су веома скупи и неприхватљиви за мале авио-превозиоце, са малим бројем авиона са турбофенском погонском групом и малим обимом саобраћаја, док модел пројектован у овој докторској дисертацији то омогућава, без значајних ресурса, тако да је докторском дисертацијом и тај недостатак у литератури и пракси покривен.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

У докторској дисертацији кандидаткиње Ирене Крстић, магистра техничких наука, развијен је нови метод за рангирање *IOSA* стандарда по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом применом методе аналитички хијерархијски процес.

Према полазним претпоставкама у дисертацији, имајући у виду постављене циљеве и предмет истраживања, Комисија сматра да добијени резултати у дисертацији дају одговоре на постављена питања у току истраживања и да представљају потпуно оригинални приступ за решавање проблема. Нови развијени модел за рангирање *IOSA* стандарда по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом, којим се добијају критични стандарди за ројектовање листе усклађености за проверу, представља савремен и иновативан алат са великом практичном и научном применом.

Већ на основу изложеног техничког описа дисертације и кратког приказа садржаја њених појединачних поглавља, закључује се да је излагање у дисертацији изузетно добро планирано, а организација таква да се кроз поједина поглавља, сажето и без претеривања у објашњењима, излажу оригинални резултати истраживања верификованих кроз научни рад аутора. Планирана истраживања у оквиру докторске дисертације изведена су у више фаза које одговарају садржају дисертације.

Развијени модел захтева мање финансијске ресурсе за разлику од постојећих опција, лак је за примену јер не захтева комплексне алогоритме и компликоване софтвере, а осим тога применљив је и на друге авио-превозиоце.

Научни доприноси који проистичу из дисертације представљају значајан научни допринос и унапређење знања у поређењу са досадашњим објављеним резултатима истраживања у овој области.

На основу поређења изложених доприноса остварених у реализацији истраживања циљева дисертације, Комисија констатује да резултати истраживања дају одговоре на научне задатке који су дефинисани на почетку израде дисертације.

4.3. Верификација научних доприноса

Верификација научних доприноса остварених у оквиру докторске дисертације постигнута је објављивањем резултата истраживања у међународном часопису.

Научни доприноси дисертације су верификовани објављивањем следећег рада:

Категорија M23

1. Irena Krstic, Slobodan Gvozdenovic, Petar Mirosavljevic, Aircraft Performance Checking Process to Achieve an Acceptable Level of Safety Through the Compliance Monitoring Function, page 57-80, *Transactions of FAMENA* , Vol. 46 No. 1, 2022. Impact Factor: 0.743,5-Year Impact Factor: 0.793

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Разматрајући структуру рада, научне доприносе, примењене научне методе, обим и квалитет истраживања, развијене моделе и добијене резултате, Комисија закључује да докторска дисертација под називом „Управљање процесом провере перформанси ваздухоплова са циљем достизања прихватљивог нивоа безбедности путем функције квалитета“ кандидаткиње Ирене Крстић, магистра техничких наука задовољава све критеријуме, стандарде и услове предвиђене Статутом Универзитета у Београду и Статутом Саобраћајног факултета.

Докторском дисертацијом кандидаткиње Ирене Крстић остварени су значајни и практично применљиви научни доприноси у области „Саобраћајно инжењерство“, као и у ужој научној области „Ваздухопловна превозна средства“. Предложени модел и резултати ове докторске дисертације јасно су верификовани објављивањем рада у међународном часопису са *SCI* листе.

Имајући у виду квалитет и значај истраживања, Комисија сматра да је кандидаткиња Ирена Крстић кроз израду докторске дисертације и публиковани рад показала научноистраживачку зрелост и способност за самостални рад.

Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду – Саобраћајног факултета да поднету докторску дисертацију „Управљање процесом провере перформанси ваздухоплова са циљем достизања прихватљивог нивоа безбедности путем функције квалитета“ кандидаткиње Ирене Крстић, магистра техничких наука, после излагања на увид јавности, прихвати и упути на усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду,
____.____. 2022. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Петар Миросављевић, редовни професор
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет

др Катарина Вукадиновић, редовни професор
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет

др Александар Симоновић, редовни професор
Универзитет у Београду – Машински факултет