

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ**

Ирена Љ. Крстић

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

Докторска дисертација

Београд, 2022.

**UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF TRANSPORT AND TRAFFIC ENGINEERING**

Irena L. Krstic

**MANAGING THE CHECKING PROCESS OF
AIRCRAFT PERFORMANCES IN ORDER TO
ACHIEVE THE ACCEPTABLE LEVEL OF
SAFETY THROUGH QUALITY FUNCTION**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2022

МЕНТОР:

Др Петар МИРОСАВЉЕВИЋ, редовни професор
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

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

ДАТУМ ОДБРАНЕ: _____

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

Сажетак

У докторској дисертацији “Управљање процесом провере перформанси ваздухоплова са циљем достигања прихватљивог нивоа безбедности путем функције квалитета” приказана је методологија израде алата за управљање процесом провере перформанси авиона са турбофенском погонском групом, путем формирања листе усклађености, као и могућности примене методе вишекритеријумског одлучивања, приликом помоћи у одлучивању. За израду алата се користио програм “*Expert Choice*”, док су применом методе вишекритеријумског одлучивања Аналитички Хијерархијски Процес (*AHP - Analytical Hierarchy Process*) рангирани стандарди обухваћени приручником са стандардима који је издала Међународна организација цивилног ваздухопловства (*IATA - International Air Transport Association*) за оперативну проверу безбедности (*IOSA - IATA Operational Safety Audit*), на основу њихове релевантности за перформансе авиона са турбофенском погонском групом и релевантних података авио-превозиоца за одређену годину. На тај начин су изабрани “критични” стандарди за одређену проверу, што представља помоћ руководиоцу за усклађеност у дефинисању области провере и стандарда који ће бити проверавани, уз коришћење оптималних ресурса. Поред рангирања стандарда, предложени модел се може, применом анализе осетљивости, користити за предикцију потреба за додатним проверама, чиме ће се олакшати израда плана провере за наредни период, док ће се новим проверивачима пружити значајна помоћ приликом одлучивања по питању фокусирања на одређене стандарде,

Кључне речи: безбедност, усклађеност, квалитет, одлучивање, *IOSA*, *AHP*, рангирање

Научна област: саобраћајно инжењерство

Ужа научна област: ваздухопловна превозна средства

MANAGING THE CHECKING PROCESS OF AIRCRAFT PERFORMANCES IN ORDER TO ACHIEVE THE ACCEPTABLE LEVEL OF SAFETY THROUGH QUALITY FUNCTION

Abstract

In the PhD thesis “Managing the checking process of aircraft performances in order to achieve the acceptable level of safety through quality function” is presented the methodology of developing model for managing the checking process of turbofan aircraft performance through forming an audit check-list as well as the possibility of applying the method of multiple criteria decision-making as decision support. In developing this model “Expert Choice” software was used and IOSA (IATA (International Air Transport Association) Operational Safety Audit) standards were ranked on the basis of their relevance for aircraft performance and the airline’s relevant data for the particular year by the method of multiple criteria decision-making Analytical Hierarchy Process (AHP) served as the basis for selecting “critical” standards for a certain audit as an aid to the compliance manager in defining the audit areas and standards to be checked, while using optimum resources. Apart from ranking the standards, the recommended model can be used – by applying the sensitivity analysis – for predicting the needs for additional audits, which will facilitate the drawing up of an audit plan for the following period, while new auditors will be given substantial help in decision-making with regard to focusing on certain standards.

Key words: safety, compliance, quality, decision making, IOSA, AHP, ranking

Scientific field: transport and traffic engineering

Scientific subfield: aircraft

САДРЖАЈ

ЛИСТА СЛИКА.....	iv
ЛИСТА ТАБЕЛА.....	v
СКРАЋЕНИЦЕ.....	vi
1. УВОД.....	1
1.1. Образложење мотива за избор теме.....	5
1.2. Предмет и научни циљ истраживања.....	6
1.3. Полазне хипотезе.....	16
1.4. Методе истраживања.....	17
1.5. Очекивани научни допринос.....	17
1.6. Приказ садржаја докторске дисертације.....	18
2. МЕТОДОЛОГИЈА ИЗРАДЕ АЛАТА ЗА УПРАВЉАЊЕ ПРОЦЕСОМ ФОРМИРАЊА ЛИСТЕ УСКЛАЂЕНОСТИ.....	19
2.1. Одабир методе којом ће се пројектовати модел.....	19
2.1.1. Одлучивање и системи за подршку одлучивању.....	19
2.1.2. Вишекритеријумско одлучивање.....	22
2.1.2.1. Аналитички хијерархијски процес.....	23
2.1.2.2. Метода <i>ELECTRE</i>	25
2.1.2.3. Метода <i>PROMETHEE</i>	26
2.1.3. Вештачке неуронске мреже.....	27
2.1.3.1. Архитектуре вештачких неуронских мрежа.....	28
2.1.3.2. Обучавање вештачких неуронских мрежа.....	29
2.1.3.3. Комбинација вештачких неуронских мрежа и метода вишекритеријумске анализе приликом решавања проблема рангирања.....	33
2.1.4. Разматрање и одабир методе за пројектовање модела.....	33
2.2. Одабир авиона са турбофенском погонском групом	35
2.3. Одабир скупа релевантних података и њихова анализа.....	37
2.3.1. Подаци везани за SAFA / Инспекцијски преглед на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе.....	37
2.3.1.1. Основне карактеристике SAFA програма / програма инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе.....	38
2.3.1.2. Интеграција програма Европске уније у ланац безбедности у ваздухопловству.....	39
2.3.1.3. Алат за анализу и синтезу података.....	40
2.3.1.4. SAFA програм / програм инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, и авио-превозилац.....	40
2.3.1.5. Анализа података SAFA / Инспекцијског преглед на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, за израду модела.....	42
2.3.2. Подаци о узроцима кашњења из техничких и оперативних разлога..	46
2.3.2.1. Анализа података о кашњењима из техничких и оперативних разлога за израду модела.....	46

2.3.3.	Подаци о праћењу поузданости авиона са турбофенском погонском групом.....	52
2.3.3.1.	Индикатори поузданости авиона у експлоатацији.....	53
2.3.3.2.	Стандарди и контролне вредности индикатора поузданости авиона	57
2.3.3.3.	Анализа података о поузданости авиона са турбофенском погонском групом за израду модела.....	59
2.3.4.	Подаци о праћењу параметара лета	65
2.3.4.1.	Бенефити програма праћења параметара лета.....	65
2.3.4.2.	Захтеви ICAO.....	66
2.3.4.3.	Коришћење програма праћења параметара лета.....	66
2.3.4.4.	Опрема за праћење параметара лета.....	67
2.3.4.5.	Опрема авиона са турбофенском погонском групом.....	68
2.3.4.6.	Потребна опрема за анализе.....	68
2.3.4.7.	Праћење параметара лета у пракси.....	68
2.3.4.7.1.	Анализе и накнадне акције.....	69
2.3.4.7.2.	Заштита података праћења параметара лета.....	69
2.3.4.7.3.	Примена програма праћења параметара лета.....	70
2.3.4.7.4.	Циљеви и задаци програма праћења параметара лета.....	71
2.3.4.7.5.	Тим за праћење параметара лета.....	71
2.3.4.7.6.	Програми за анализу параметара лета.....	72
2.3.4.8.	Анализа података праћења параметара лета за израду модела.....	73
2.3.5.	Подаци о резултатима са претходних провера.....	76
2.3.5.1.	Анализа података са претходних провера за израду модела.....	76
2.3.6.	Подаци о значају сваког стандарда по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом.....	77
2.3.6.1.	Перформансе авиона.....	78
2.3.6.2.	Значај података о перформансама.....	79
2.3.6.3.	Перформансе авиона са турбофенском погонском групом и безбедност.....	79
2.3.6.4.	Анализа података о значају сваког стандарда по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом за израду модела.....	80
2.3.7.	Подаци о битним променама код авио-превозиоца.....	80
2.3.7.1.	Анализа података о битним променама код авио-превозиоца за израду модела.....	80
2.3.8.	Подаци о догађајима у цивилном ваздухопловству који се обавезно пријављују.....	81
2.3.8.1.	Анализа података о догађајима у цивилном ваздухопловству који се обавезно пријављују за израду модела.....	82
2.4.	Програми који су се користили за обраду података у раду.....	84
2.4.1.	Expert Choice.....	84
3.	МОДЕЛ ЗА РАНГИРАЊЕ СТАНДАРДА ПО ПИТАЊУ ПЕРФОРМАНСИ АВИОНА СА ТУРБОФЕНСКОМ ПОГОНСКОМ ГРУПОМ ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ АНАЛИТИЧКИ ХИЈЕРАРХИЈСКИ ПРОЦЕС.....	85
3.1.	Развој модела.....	85
3.2.	Примена података.....	88
4.	АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА ПРОЈЕКТОВАНОГ МОДЕЛА.....	91
4.1.	Одабрани стандарди за годишњу проверу по питању перформанси	

авиона са турбофенском погонском групом	91
4.2. Резултати модела на основу критеријума <i>SAFA</i> / Инспекцијски преглед на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе (<i>САФА</i>).....	94
4.3. Резултати модела на основу критеријума кашњење из оперативних и техничких разлога (<i>ДЕЛ</i>).....	96
4.4. Резултати модела на основу критеријума поузданост авиона са турбофенском погонском групом и његових компоненти (<i>РЕЛ</i>).....	97
4.5. Резултати модела на основу критеријума праћење параметара лета (<i>ФДР</i>)..	99
4.6. Резултати модела на основу критеријума резултати са претходних провера (<i>ЕХА</i>).....	101
4.7. Резултати модела на основу критеријума мишљење руководиоца за усклађеност о значају сваког стандарда (<i>ВГХ</i>).....	101
4.8. Резултати модела на основу критеријума подаци о значајним променама у компанији (<i>КОР</i>).....	101
4.9. Резултати модела на основу критеријума подаци обавезног система извештавања о догађајима у цивилном ваздухопловству (<i>ОЦЦ</i>).....	102
5. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА.....	104
5.1. Главни научни доприноси.....	109
5.1.1. Дефинисање рангирања стандарда у ваздухопловству за сврху провере.....	109
5.1.2. Развој модела.....	109
5.1.3. Неопходни ресурси.....	111
5.1.4. Дефинисање релевантних <i>IOSA</i> стандарда.....	111
5.1.5. Неопходност израде модела.....	111
5.1.6. Удели свих критеријума на свим нивоима.....	112
5.1.7. Бенефити вишекритеријумске методе <i>АНР</i>	112
5.1.8. Провера као алат за проверу достигнутог нивоа безбедности.....	112
5.1.9. Образовање и квалификације проверивача.....	112
5.1.10. Уштеда ресурса.....	112
5.2. Стабилност модела и анализа осетљивости.....	113
5.3. Смернице за будући рад.....	113
ЛИТЕРАТУРА.....	115
БИОГРАФИЈА АУТОРА.....	129
ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ.....	130
ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ДОКТОРСКОГ РАДА.....	131
ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ.....	132

ЛИСТА СЛИКА

- Слика 1 – Структурирање проблема
- Слика 2 – Природни неурон
- Слика 3 – Вештачка неуронска мрежа
- Слика 4 – Обучавање са учитељем
- Слика 5 – Обучавање без учитеља
- Слика 6 – Карактеристике авиона са турбофенском погонском групом В737-300
- Слика 7 – Правило 3 *сигме*
- Слика 8 – Хијерархијска шема
- Слика 9 – Приказ основног екрана са унетим критеријумима по успостављеним хијерархијама 1
- Слика 10 – Приказ основног екрана са унетим критеријумима по успостављеним хијерархијама 2
- Слика 11 – Примена података

ЛИСТА ТАБЕЛА

- Табела 1 – Скала девет тачака
- Табела 2 – Карактеристике авиона са турбофенском погонском групом B737-300
- Табела 3 – Однос критеријума и *IOSA* стандарда у домену *SAFA* / инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе
- Табела 4 – Подаци о *SAFA* / инспекцијског прегледу на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, по нивоима
- Табела 5 – Однос критеријума и *IOSA* стандарда у домену кашњења из техничких и оперативних разлога
- Табела 6 – Подаци о кашњењима из техничких и оперативних разлога по нивоима
- Табела 7 – Однос критеријума и *IOSA* стандарда у домену поузданости авиона са турбофенском погонском групом
- Табела 8 – Подаци о поузданости авиона са турбофенском погонском групом по нивоима
- Табела 9 – Однос критеријума и *IOSA* стандарда у домену програма праћења параметара лета
- Табела 10 – Подаци програма праћења параметара лета по нивоима
- Табела 11 – Однос критеријума и *IOSA* стандарда у области резултата са претходних провера
- Табела 12 – Подаци о резултатима са претходних провера по нивоима
- Табела 13 – Однос критеријума и *IOSA* стандарда у области значаја стандарда
- Табела 14 – Однос критеријума и *IOSA* стандарда у области битних промена код авио-превозиоца
- Табела 15 – Подаци о битним променама код авио-превозиоца по нивоима
- Табела 16 – Однос критеријума и *IOSA* стандарда у области обавезног пријављивања догађаја
- Табела 17 – Подаци о обавезном пријављивању догађаја по нивоима
- Табела 18 – Одабрани стандарди за годишњу проверу по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом
- Табела 19 – Индекс конзистентности за цео модел
- Табела 20 - Удели и ранг критеријума на првом нивоу
- Табела 21 – Индекси конзистентности на првом нивоу
- Табела 22 - Удели и рангови по САФА критеријуму
- Табела 23 – Удели и рангови по ДЕЛ критеријуму 1
- Табела 24 – Удели и рангови по ДЕЛ критеријуму 2
- Табела 25 – Удели и рангови по РЕЛ критеријуму
- Табела 26 – Удели и рангови по РЕЛ критеријуму – примедбе летачке посаде са лета
- Табела 27 - Удели и рангови по РЕЛ критеријуму – кашњења из техничких разлога већих од 15 мин и откази летова
- Табела 28 - Удели и рангови по РЕЛ критеријуму – превремене замене компоненти
- Табела 29 – Удели и рангови по ФДР критеријуму
- Табела 30 – Удели и рангови по ЕХА критеријуму
- Табела 31 – Удели и рангови по КОР критеријуму
- Табела 32 – Удели и рангови по ОЦЦ критеријуму

СКРАЋЕНИЦЕ

- АНП – Analytical Hierarchy Process
- АТА - Air Transport Association
- DoD – Department of Defence U.S.
- EASA – European Union Aviation Safety Agency
- ECAC – European Civil Aviation Conference
- EU – European Union
- EU OPS – EASA Operations Regulations
- FAA – Federal Aviation Administration
- FDM – Flight Data Monitoring
- GAIA - Geometrical Analysis for Interactive Aid
- IATA - International Air Transport Association
- ICAO – International Civil Aviation Organization
- IOSA - IATA Operational Safety Audit
- JAR OPS – Joint Aviation Requirement
- SAFA – Safety Assessment of Foreign Aircraft
- USOAP - Universal Safety Oversight Audit Program

- ЕУ – Европска унија

1. УВОД

Брзи развој технологије у прошлом веку је значајно утицао на ваздухопловство, што је довело до великог прогреса у овој области. Међутим, поменути прогрес 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, истиче се значај система управљања, чиме се учесталост и озбиљност негативних последица знатно смањује.

Систем управљања безбедношћу, као део система управљања, представља систематичан, јасан и детаљан приступ управљању безбедношћу, укључујући одговорности, организационе структуре, политике и процедуре [104].

Смернице за примену система управљања безбедношћу су глобално описане за све ваздухопловне субјекте [107], док су активности авио-превозиоца, које се предузимају у циљу достизања прихватљивог нивоа безбедности, описане у регулативи за обезбеђивање континуиране пловидбености авиона [67], као и регулативи о условима за обављање ваздушног саобраћаја [66].

Значај безбедности у ваздухопловству, као и система управљања безбедношћу, јасно је видљив у доступној литератури и регулативама [3], [18], [31], [39], [40], [46], [52], [66], [67], [68], [89], [90], [96], [97], [98], [100], [103], [104], [106], [107], [108], [122], [127], [129], [143], [174], [175], [191], [192], [221], [235], где је описана теоријска основа везана за безбедност и систем управљања безбедношћу, као и разни изазови и решења истих, са којима су се аутори наведене литературе суочавали, како у теорији, тако и у пракси.

Један од најбољих извора за детаљно сагледавање система управљања безбедношћу је документ број 9859, Приручник о управљању безбедношћу, Међународне организације цивилног ваздухопловства (ICAO – *International Civil Aviation Organization*), у даљем тексту ICAO, који је до сада имао четири издања [100], [101], [102], [107], која садрже веома значајне информације, као и смернице за добро успостављање система управљања безбедношћу.

Систем управљања безбедношћу може бити посматран као скуп алата који је потребан авио-превозиоцу, у циљу да се омогући контрола безбедносних ризика, насталих као последице опасности. У многим случајевима авио-превозилац генерише опасности за време испоруке услуге. Веома је важно знати да систем управљања безбедношћу сам за себе није алат, нити процес, већ је, како је речено, скуп алата који су удружени да би се спровела два основна процеса управљања безбедношћу - идентификација опасности и управљање безбедносним ризиком.

Једна специфична активност авио-превозиоца, обично најсумњивија, може генерисати опасност. Систем управљања безбедношћу се односи на све оперативне активности авио-превозиоца, а најчешће на активности авио-превозиоца које подржавају испоруку услуге и садрже потенцијал да генеришу опасност. Систем управљања безбедношћу директно укључује операције одржавања авиона, поправке, пратеће услуге, обуку и проверу и остале оперативне активности, док индиректно укључује и остале организационе активности које подржавају друге активности, као што су финансије, људски ресурси и правни послови.

Услед наведеног, систем управљања безбедношћу мора започети на нивоу старијег руководства, услед чињенице да управљање безбедношћу, као кључна функција пословања авио-превозиоца, захтева ресурсе, као и било која друга пословна функција. Алокација ресурса је значајна функција старијег руководства, у којој старије руководство има и одговорност за исту. Ако старије руководство није упознато са својом улогом и циљевима по питању система управљања безбедношћу авио-превозиоца или ако не учествује у истом на пригодном нивоу, доћи ће се до ситуације у којој ће дилема по питању алокације ресурса,

везано са безбедношћу са једне стране и добит са друге стране, остати нерешена, или ће бити решена на погрешан начин.

Циљ система управљања безбедношћу је да се направи континуирано побољшање на свим нивоима авио-превозиоца. У складу са природом управљања безбедношћу, као кључном функцијом пословања, систем управљања безбедношћу обухвата, на дневној бази, препознавање опасности, прикупљање и анализу података, процену безбедносних ризика и примену стратегија за смањење ризика.

Не постоје специфична места при којима се система управљања безбедношћу зауставља или успорава. У оквиру успостављеног система управљања безбедношћу акције су константне, приликом чега се одржава, и ако је могуће побољшава, ниво безбедности, уз разматрање старатешких циљева авио-превозиоца. У том смислу, успостављањем система управљања безбедношћу се примењује прилично различит приступ од традиционалног значења истраге инцидената, где се чекало да се удес догоди. Поред тога, лекције научене из поменутих истрага воде ка спречавању сличних удеса и озбиљних незгода у ваздушном саобраћају. У оквиру система управљања безбедношћу се активно трага за опасностима, након чега се спроводи континуирана процена безбедносних ризика, да би се спречила ситуацију у којој ће доћи до удеса и озбиљних незгода у ваздушном саобраћају.

Три основне карактеристике система управљања безбедношћу су систематичност, проактивност и експлицитност.

Систем управљања безбедношћу је систематичан зато што су активности управљања безбедношћу у складу са већ одређеним планом и примењени су у конзистентном маниру унутар авио-превозиоца. Дугорочни план којим се безбедносни ризик, настао као последица опасности, држи под контролом, се константно развија, одобрава, примењује и оперише на дневној бази. Као последица њихове систематичне и стратегијске природе, активности система управљања безбедношћу доводе до постепеног, али константног побољшања, док се не препоручују драматичне промене. Систематична природа система управљања безбедношћу се фокусира на процесе, пре него на излазе. Док се излази разматрају као екстракт, на основу којих се доносе закључци, ради одржавања контроле безбедносних ризика, главни фокус система управљања безбедношћу је у “хватању” опасности, које су претеча поменутих негативних излаза.

Систем управљања безбедношћу је проактиван, јер се базира на приступу који истиче идентификацију опасности, управљање безбедносним ризиком и смањење истог, пре него што дати догађај доведе до дешавања која могу утицати на безбедност. Да би се ово остварило, потребно је стратешко планирање, уз поштовање потребе да се задржи безбедносни ризик под константном контролом.

У циљу ефективне идентификације опасности, спроводи се константно праћење свих неопходних оперативних активности. На тај начин се омогућава прикупљање података о опасностима по безбедност, омогућавајући доношење одлука, које се базирају на датим подацима по питању безбедносних ризика и њихове контроле, а не да се исте доносе на основу нечијег слободног мишљења или још горе на основу субјективности или предрасуда.

На крају, систем управљања безбедношћу је експлицитан, јер су све активности везане за управљање безбедношћу документоване, видљиве и могу се потврдити, док се све наведене активности описују и чувају у званичној документацији.

Посматрајући систем управљања безбедношћу, дошло се до закључка да је он прилично некомплетан систем управљања, који треба да буде подржан бројним дисциплинама из домена квалитета, које су биле доступне у систему управљања квалитетом и стога је било потпуно природно да се систем управљања квалитетом и систем управљања безбедношћу интегришу у један систем управљања – систем управљања безбедношћу са функцијом праћења усклађености, као што је приказано у регулативи о условима за обављање ваздушног саобраћаја [66].

Некада систем управљања квалитетом, док су систем управљања безбедношћу и систем управљања квалитетом појединачно егзистирали у оквиру система управљања, а

данас систем управљања усклађеношћу, такође као део система управљања, је систем процеса, пројектованих да прате усклађеност са захтеваним процедурама или адекватност истих, да би се обезбедила безбедност у оквиру оперативне праксе, као и пловидбеност авиона [68].

Значај усклађености у ваздухопловству, као и значај система управљања усклађеношћу је јасно видљив у доступној литератури и регулативама [1], [5], [16], [34], [59], [64], [66], [67], [68], [69], [92], [94], [95], [113], [123], [159], [197], [235], [241], [242], где је описана теоријска основа везана за усклађеност и систем управљања усклађеношћу, као и разни изазови и решења истих, са којима су се аутори наведене литературе суочавали, како у теорији, тако и у пракси.

Један од најбољих извора за детаљно сагледавање система управљања усклађеношћу су документи Агенције Европске уније за безбедност ваздушног саобраћаја (*EASA – European Union Aviation Safety Agency*), у даљем тексту *EASA*, који се односи на регулативе за обезбеђивање континуиране пловидбености авиона [67], као и регулативе о условима за обављање ваздушног саобраћаја [66]. Регулатива о условима за обављање ваздушног саобраћаја је до сада имала више облика (*JAR OPS – Joint Aviation Requirement, EU OPS – EASA Operations Regulations, EASA Air Operations*), која садрже веома значајне информације, као и смернице за добро успостављање система управљања усклађеношћу.

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.

Кључна фигура програма праћења усклађености је одговорни руководилац авио-превозиоца, који мора бити прихватљив за ваздухопловне власти и који има такву позицију у хијерархији авио-превозиоца да може да обезбеди да све активности везане за оперативу и одржавање авиона могу бити финансиране и спроведене, у складу са стандардима захтеваним од стране ваздухопловних власти, као и у складу са било којим додатним захтевима који су дефинисани од стране самог авио-превозиоца. Одговорни руководилац има укупну одговорност, укључујући и финансијску, за управљање авио-превозиоцем.

Поред наведеног, одговорни руководилац има укупну одговорност за систем праћења усклађеношћу авио-превозиоца, укључујући фреквентност, формат и структуру интерних активности за управљање проценама.

Руководилац за усклађеност је руководилац прихватљив за ваздухопловне власти, који је одговоран за управљање системом управљања усклађеношћу, праћење функција и захтеваних корективних акција.

Основна улога руководиоца за усклађеност је да прати усклађеност са, и адекватност процедура које се захтевају, да би се обезбедиле безбедне оперативне праксе и пловидбеност авиона. Такође, примарна улога руководиоца за усклађеност је да верификује, путем праћења активности летачке делатности, земаљске делатности, одржавања авиона, обуке посада, као и 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.

Руководилац за усклађеност је одговоран да обезбеди да се програм праћења усклађености прописано успостави, примени и одржава.

Како је напоменуто у ранијем тексту, програм праћења усклађености обухвата све планиране и системске акције које су неопходне да би се уверило да се све активности у области оперативе и одржавања авиона спроводе у складу са свим примењивим регулативама, стандардима и оперативним процедурама, и обухвата дневно праћење, инспекције, провере, као и праћење свих релевантних података.

Дневно праћење је активност која се обавља на свакодневној бази од стране особља током њиховог текућег рада. У случају да се примети нека неусаглашеност, запослени о томе обавештава свог надређеног, који отклања неусаглашеност, ако је иста у његовом домену,

или тражи од другог релевантног руководиоца (у чијем је домену неусаглашеност) да је отклони. У случају неусаглашености, чије отклањање превазилази ниво одређених руководиоца, обавештава се руководиоца за усклађеност, који организује отклањање неусаглашености и надгледа спровођење истог, док се у служби усклађености архивира документација везана за наведено.

Код авио-превозилаца, који имају добро успостављен систем изештавања, подржан озбиљним програмским пакетима, дневно праћење, који је иначе део програма праћења усклађености, се може спроводити путем извештавања о догађајима везаним за безбедност, које иницијално процесуира служба безбедности, док се обавештава и по потреби укључује и служба усклађености.

Примарна сврха инспекција усклађености је да се осматрају поједни догађаји, акције или документација, итд. у циљу да се верификује да ли су успостављене оперативне процедуре и да ли се ради у складу са захтевима дефинисаним у њима, као и да ли су стандарди усклађености достигнути. Области, које су најчешће предмет инспекција усклађености, су актуелне летачке операције, одлеђивање / заштита од залеђивања на земљи, услуге које подржавају лет, контрола утовара, одржавање авиона, технички стандарди и стандарди по питању обуке итд.

Важно је напоменути да је инспекција усклађености ненајављена активност коју спроводе искусни запослени у релевантним областима, који не морају бити посебно обучени, док за њено спровођење нису неопходне листе усклађености.

Провера представља систематско и независно поређење начина на који се спроводе акције у оперативи у односу на начин који је описан у оперативним процедурама. Свака провера треба да укључи процесе и процедуре, као што су изјава која ће објаснити област провере, планирање и припрему, прикупљање и записивање чињеница, као и анализу чињеница.

Технике које се употребљавају да би провера била успешна су интервјуи или дискусије са запосленима, преглед документације, провера адекватних узорака записа, сведочење о активностима у оперативи, чување документације и записивање осматрања.

Авио-превозилац треба да прати усклађеност са оперативним процедурама које су дефинисане, да би се осигурала безбедност операције, пловидбеност авиона и исправност оперативне и безбедносне опреме. Да би се то остварло, неопходно је вршити праћење области као што су организација, планови и циљеви авио-превозиоца, оперативне процедуре, процедуре безбедности лета, сертификат ваздухопловног оператера, оперативна дозвола и остале дозволе, контроле и супервизије операција, перформансе авиона, операције у свим временским условима, комуникационо-навигациона опрема и праксе, маса, положај тежишта, инструменти и безбедносна опрема, земаљска делатност, приручници и записи, ограничења по питању времена лета и времена одмора посада, као и планирање посада, одржавање авиона, употреба листе минималне опреме авиона, програм одржавања и континуирана пловидбеност авиона, управљање директивама по питању пловидбености, достигнућа по питању одржавања, одлагање радова по питању отказа и неисправности система и опреме на авиону, летачке посаде, кабинске посаде, опасне материје, обезбеђивање у ваздухопловству и обука.

Програм праћења усклађености такође укључује и дефинисање плана провере у коме су дефинисане провере свих области оперативе. План провере треба да је флексибилан, како би се омогућиле и непланиране провере, у случају да се појави идентификација тренда. Накнадне провере се планирају у циљу верификације да ли су корективне акције дефинисане након одређене провере спроведене и да ли су ефективне.

Авио-превозилац треба да успостави план провере за одређену календарску годину. Сви аспекти оперативе треба да се провере у периоду од 12 месеци у складу са програмом, док је продужење периода провере прихватљиво под одређеним условима. Када авио-превозилац дефинише и усвоји план провере, потребно је имати на уму да исти треба да буде

ревидиран у случају значајне промене руководства, оперативе или технологије, као и промене захтева регулативе.

На основу наведеног је јасно да интеграција управљања безбедношћу и управљања усклађеношћу, која је прерасла у систем управљања безбедношћу са програмом праћења усклађености, представља помоћ авио-превозиоцу у обезбеђивању неопходних процеса стандардизације, ради остваривања укупних циљева управљања безбедносним ризиком, насталим као последица опасности, са којима се авио-превозилац суочава за време активности потребних за испоруку услуге.

На овај начин су се остварили бенефити, као што су редукција дупликата и њихова цена, редукција укупних ризика и повећање профитабилности, балансирање између потенцијалних конфликтних циљева, елиминација потенцијалних конфликтних одговорности и релација, као и дифузија снаге система.

Систем управљања безбедношћу са програмом праћења усклађености је, у складу са регулативом [66], неопходно успоставити, применити и одржавати и мора да укључује следеће:

- Јасно дефинисане линије одговорности, као и одговорности унутар авио-превозиоца, укључујући директну одговорност одговорног руководиоца за безбедност авио-превозиоца;
- Опис свеобухватне филозофије и принципа авио-превозиоца по питању безбедности, која се назива политика безбедности;
- Идентификовање опасности по безбедност у ваздухопловству, који проузрокују активности авио-превозиоца, њихову процену и управљање повезаним ризицима, укључујући предузимање радњи за смањење ризика, као и провера њихове ефикасности;
- Обезбеђивање да особље буде обучено и компетентно за обављање својих задатака;
- Документација свих кључних процеса система управљања, укључујући процесе путем којих се запослени формирају тако да буду свесни својих одговорности, као и процедуре за измену наведене документације;
- Функцију за праћење усклађености авио-превозиоца, са релевантним захтевима. Праћење усклађености укључује систем повратних информација о налазима до одговорног руководиоца, са циљем обезбеђивања ефикасне примене корективних мера, ако су потребне;
- Све додатне захтеве који су прописани у домаћој и међународној регулативи.

Систем управљања мора да одговара величини авио-превозиоца и природи и сложености његових активности, узимајући у обзир опасности и повезане ризике за дате активности.

Сходно чињеници да је аеродром блиско повезан са комерцијалним летовима у ваздушном саобраћају авио-превозиоца, специјална пажња је посвећена идентификацији опасности, процени ризика, као и смањењу истих, за оператере аеродрома [221].

Све наведено представља теоријску основу на којој се базира израда ове докторске дисертације, приказана даље у тексту.

1.1. Образложење мотива за избор теме

Систем управљања безбедношћу са функцијом праћења усклађености, које авио-превозилац треба да успостави, је детаљно описан у наведеној литератури, али на основу искуства аутора ове докторске дисертације, у пракси се запослени сусрећу са многим изазовима, који нису решени, а од суштинског су значаја за безбедност авио-превозиоца, док када и постоји начин да се одређени изазови реше, то може довести до значајних губитка ресурса.

Управљање безбедношћу је функција у организацији и самим тим је на руководству одлука по питању алокације ресурса. Ресурси доступни авио-превозиоцу су ограничени и не постоји авио-превозилац са бесконачним ресурсима. Ресурси су суштински за спровођење основних функција пословања и они директно или индиректно подржавају испоруку услуге. Алокација ресурса постаје на тај начин један од најважнијих, ако не и најважнији, процес, у коме више руководство мора да учествује.

Из перспективе управљања безбедношћу, као основне пословне функције, јасно је да авио-превозилац поседује потенцијал за отказ система управљања безбедношћу, и да су неопходни ресурси да би се наведени систем држао под контролом.

Неизбежно постоји ривалство при алокацији ресурса, између перспективе управљања безбедношћу и перспективе других кључних функција, које директно или индиректно подржавају испоруку услуге, што може довести руководство у велику дилему, јер је потребно направити равнотежу алокације ресурса између два “конфликтна” циља - производни циљеви (испорука услуге) или циљеви везани за безбедност.

Уравнотежена алокација ресурса за производне циљеве и циљеве по питању безбедности, која резултира из процеса доношења одлука од стране авио-превозиоца, а која се базира на управљању безбедношћу, као основној пословној функцији, на исти начин као и према другим основним пословним функцијама, је једино право решење. На тај начин се обезбеђује да авио-превозилац буде безбедан, док се испоручује услуга.

Наведену дилему 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.

Авио-превозилац има примарни циљ да испоручи одређену услугу, која задовољава временске норме, и зато у одређеном тренутку може доћи у конфликт са разматрањима по питању безбедности. На пример, услед потребе да се испоштује ред летења, авио-превозилац има потребу да слети на одређени аеродром у одређено време, без обзира на временске услове, обим саобраћаја, лимите аеродрома или остала ограничења која директно утичу на испоруку услуге. Ако се у поменутом случају чека да се сва ограничења уклоне да би се спровела потребна операција, дошло би до немогућности рада авио-превозиоца и довео би се у питање опстанак исте. На основу наведеног, следи да операције у ваздушном саобраћају морају да се спроведу под условима који су диктирани, не од стране безбедности, већ разматрајући испоруку услуге.

Последица је јасна – питања безбедности у ваздухопловству су или нераздвојива од, или су природни услови за операције у ваздушном саобраћају, али испорука тражене услуге мора да се оствари.

Узимајући у обзир наведене чињенице, као и чињеницу да је функција праћења усклађености регулаторна обавеза, која изискује доста добре организације и осмишљености свих захтеваних акција, у циљу оптималног коришћења ресурса, као и квалитета спровођења неопходних акција, са циљем достизања прихватљивог нивоа безбедности, аутор ове докторске дисертације је сматрала да је неопходно посветити се овом изазову и дати научни допринос и у литератури и у пракси.

1.2. Предмет и научни циљ истраживања

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.

Liou и сарадници [127] су разматрали чињеницу да је безбедност унутар авио-превозиоца под утицајем многих фактора као што су управљање, операције, одржавање, околина, пројектовање авиона, итд. Они су радили на процени и мерењу безбедности авио-превозиоца, док се у њиховом раду дискутовало о независности критеријума и релацијама између њих, показујући интерне зависности и повратне везе.

Квантитативно мерење индекса безбедности авио-превозиоца је такође разматрано од стране *Liou* и сарадника [127], са фокусом на претходне напоре да се измери безбедност у ваздухопловству, уз претпоставку да су критеријуми независни, и чињеницом да то није случај у реалном свету. *Liou* и сарадници [127] су такође разматрали традиционални став, где је безбедност била процењивана на основу броја удеса у ваздушном саобраћају, наводећи да те статистике нису увек биле од помоћи, услед латентних догађаја који се нису увек одражавали на исте.

Hsu и сарадници [89] су описали развој квантитативно вреднованог модела, где су кључне компоненте система управљања безбедношћу авио-превозиоца идентификоване, при чему су разматране интеракције између њих.

Chen и *Chen* [39] су разматрали вредновање перформанси система управљања безбедношћу авио-превозиоца из перспективе ваздухопловних стручњака или руководиоца авио-превозиоца, где је препознато да се највећи број искључених ставки, са иницијалне скале експлоративне факторске анализе, односио на димензију “надзор безбедности и провере”.

Kraus и *Ondraskova* [122] су дискутовали методе које су коришћене за процену безбедности у ваздухопловству и као резултат дали методу која се базирала на комбинацији резултата провере безбедности, извештајима о догађајима у лету, одржавању авиона, земаљском опслуживању, проценама, анализама, истрагама и праћењу корективних мера, са најбољим вредновањем. Модел вишекритеријумског одлучивања је био развијен коришћењем тринаест критеријума безбедности, подељених у четири димензије, са најгорим вредновањем.

Све наведено је прихваћено за сврху ове докторске дисертације, док се са резултатима рада *Chen* и *Chen* [39] аутор ове докторске дисертације делимично сложила. 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, аутор ове докторске дисертације ће дати другачију визију провере и алокације ресурса који се односе на проверу, са чиме би провера била враћена на позицију коју заслужује, чиме би се покрио тај недостатак у литератури и пракси.

Аутор ове докторске дисертације се делимично сложила са резултатима студије *Kraus* и *Ondraskova* [122], планирајући да резултати ове докторске дисертације иду даље, тако што ће се пројектовати такав модел, који ће обухватити све везано за проверу, али са оптималним ресурсима, чиме би се покрио тај недостатак у литератури и пракси. Као додатак већ поменутом моделу који је разматран од стране *Kraus* и *Ondraskova* [122], планирано је да ће се модел, који ће бити развијен у овом раду, базирати на много већем броју критеријума.

Почетна позиција аутора у изради ове 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.

Приликом спровођења програма праћења усклађености неопходно је направити план провера за одређену годину, као и дефинисати области провере и по којим листама усклађености ће се провера спроводити [66], како би се припремили и чланови тима за проверу и особље у целинама које ће бити предмет провере. Ту се јавља питање како дефинисати листе усклађености, на основу чега и у складу са којим ресурсима. Ту се руководиоца за усклађеност сусреће са проблемом дефинисања листе усклађености, тако да иста буде довољно обимна и детаљна, да се задовољи сврха провере, док са друге стране треба рационално трошити ресурсе. Сваки озбиљни авио-превозилац, као и руководиоца за усклађеност исте, су се сусрели са наведеним проблемом и озбиљан приступ решавању истог је неопходан, ако се жели успоставити „зрела“ функција праћења усклађености, путем које ће се достићи задовољавајући ниво безбедности.

Годишњи план провера дефинише руководиоца за усклађеност и доставља га одговорном руководиоцу на сагласност, уз образложење сваке од предвиђених провера,

поготово оних који се спроводе у месту различитом од централе авио-превозиоца, јер такве провере изискују и додатне финансије.

Треба још напоменути да је план провера заиста само план, где руководилац за усклађеност настоји да ради у складу са истим, али током целе године може доћи до разних промена и тада се ради ревизија плана, док све измене морају бити документоване и образложене.

Како је већ наведено, интерну проверу је неопходно спроводити једанпут годишње, док је прихватљиво да се провере уговорених организација спроводе тако да се све уговорене организације провере барем по једном у периоду од две године. Циљане провере се спроводе по потреби, док ванредне провере нису предвиђене планом провера, већ се уводе у моменту када је то потребно.

На први поглед, најједноставније решење је да се функција провере уговори са другом компанијом, која пружа дату услугу. Али *Hsu* и *Liou* [88] су описали да је уговарање функција један од критичних пословних процеса, из перспективе авио-превозиоца, док су њихови резултати показали да постоје ризици у случају коришћења услуга од стране других компанија.

Rieple и *Helm* [176] су забележили да пракса везана за уговорене функције није увек успешна и не одвија се увек у складу са предностима које су описане у теорији. Аутор ове докторске дисертације, базирајући се на сопственом искуству, је била у потпуности сагласна са оваквим ставом и прихватила је наведено за сврху ове докторске дисертације.

Варијанта да се пројектују сопствене листе усклађености је најбоља, али ту се јавља више проблема. Прво се поставља питање на основу чега ће се одредити критичне области система које је неопходно проверити, као и које имају већи, а које мањи приоритет. Након тога се поставља питање колики обим листе усклађености је неопходан да би се проверили сви релевантни стандарди, док је присутан и веома велики фактор одговорности, јер ако се одређени стандарди уврсте у листу усклађености и провере, а у скоријој будућности дође до проблема у области која није проверена, поставља се питање како „стати“ иза своје одлуке да су баш ти стандарди они који су у тренутку формирања листе усклађености били релевантни за проверу. Суштина је у томе да листа усклађености треба да је формирана тако да чак и ако се догоди нешто у домену који није провераван, да руководилац за усклађеност може да стане иза своје одлуке и да покаже да је према одређеним показатељима донео исправну одлуку.

Ако се посматра авио-превозилац који ради у складу са регулативом о условима за обављање ваздушног саобраћаја [66], ваздухопловне власти спроводе своје провере по својим листама усклађености, које су у складу са истом регулативом, и на основу резултата истих омогућено је добијање сертификата ваздухопловног оператера, који представља потврду о оспособљености за обављање јавног авио-превоза, под условима који су дефинисани у наведеном сертификату.

Поред провере рада у складу са регулативом о условима за обављање ваздушног саобраћаја [66], у зависности од организације авио-превозиоца и других потребних регулатива које се у истој примењују (нпр. регулатива за обезбеђивање континуиране пловидбености авиона [67]), ваздухопловне власти спроводе провере у складу са њима на исти начин као и код провера по питању испуњења услова за обављање ваздушног саобраћаја.

Приликом наведених провера, у случају да се констатују одређене неусаглашености, ваздухопловне власти достављају у решењу тачно наведене неусаглашености, као и рок за њихово отклањање и након тога проверавају испуњеност задатих захтева.

Сходно наведеном, било би непотребно и несврсисходно да се паралелно са тим процесом одвија и интерна провера по тим истим листама усклађености, што би се свело на то да се посао дуплира, „проверавају“ ваздухопловне власти и неплански троше ресурси. Провера ставки које су већ проверене или код којих је утврђена неусаглашеност, која је затим отклоњена, довела би до ситуације да провере представљају формалност и да их и

запослени и проверивачи тако прихвате, чиме би авио-превозилац заувек изгубио могућност да користи бенефите провера и програма за праћење усклађености.

Идеја да се користе листе усклађености које су доступне путем Интернета, на сајтовима разних компанија, је у неким случајевима добра (нпр. циљана провера мањег обима, која је више слична инспекцији), али су ретки случајеви да су такве листе усклађености адекватне и применљиве за све авио-превозиоце. И овде се ситуација своди на стандарде на које се одговара са „Да / Не“ и веома лако се може доћи до ситуације да провера пређе у формално обележавање „Да / Не“ поља, без могућности дубље анализе резултата и бенефита који из истих могу да произађу.

Увидом у литературу је очигледно да је област провера највише обрађена у домену финансија, док, упркос великом броју провера у ваздухопловству, и захтева за њима у складу са регулативама, на основу сазнања аутора ове докторске дисертације, веома мали број радова се бави наведеном темом.

Abbott и *Parker* [1] су забележили да се од проверивача, који су специјализовани у одређеној грани индустрије, очекује да пружи виши ниво квалитета провере, насупрот проверивачима који нису специјализовани.

Поред наведеног, истраживања *Okaro* и *Okafor* [159] су показала како одређени културолошки фактори утичу на квалитет провере и истакли су да је културолошки фактор означен као веома битан фактор, када се говори о квалитету провере.

Frazier и сарадници [74] су описали културу везану за безбедност као највише рангирану латентну променљиву, која узрокује да оно што добро функционише у једној организацији, можда неће функционисати у другој.

Све наведено је прихваћено за сврху ове докторске дисертације, и одлучено је да селекција проверивача буде из интерних извора, тј. од запослених авио-превозиоца.

Увођењем програма Међународне организације цивилног ваздухопловства (*IATA - International Air Transport Association*), у даљем тексту *IATA*, за оперативну проверу безбедности (*IOSA - IATA Operational Safety Audit*), у даљем тексту *IOSA*, [241], је инициран 2001. године наведени програм у циљу остварења два специфична захтева ваздухопловне индустрије у областима цена-ефективност и безбедност:

- Ваздухопловна индустрија је субјекат за стално повећавање броја провера, које се често поклапају по питању циља и садржаја. Поводом тога је *IOSA* увела промене које су дале јединствен стандард по питању провера у ваздухопловству;
- Безбедност ваздухопловних операција остаје највиши приоритет – усклађеност са *IOSA* стандардима и препорученом праксом помаже авио-превозиоцу да оствари оперативну безбедност у свим кључним областима и да операције буду много ефикасније.

IOSA даје стандардизовани програм провере, који се заснива на интернационално препознатим стандардима. *IOSA* стандарди, на којима се *IOSA* базира, су били развијани од стране различитих и врло истакнутих проверивача из различитих авио-превозиоца, под вођством и усмеравањем *IATA*. *IOSA* су вођени од стране одабране групе организација за провере, од којих је свака подвргнута ригорозном и доследном *IATA* процесу акредитације. Сви *IOSA* проверивачи имају велико искуство и обучавани су на *IOSA* пре било које провере.

Авио-превозиоци, чланице *IATA*, су пристале да буду провераване по *IOSA* стандардима. Порастом броја регулаторних захтева широм света, авио-превозиоци су увидели како им *IOSA* може помоћи да прошире и повећају увид у регулативу. Авио-превозиоци, које нису чланице *IATA* су почеле да увиђају бенефите које могу остварити усклађивањем својих операција са *IOSA* захтевима.

Основни циљ *IOSA* је да спроведе стандардизовани програм провере за управљање оперативом и системе контроле авио-превозиоца, који се базира на интернационално препознатим стандардима, у циљу побољшања операција широм света и редуковањем броја провера у оперативи.

У сврху наведеног, постоје основне публикације које подржавају *IOSA* прогам и које су јавно доступне на *IOSA* сајту [241].

По *IOSA* листама усклађености се спроводи провера авио-превозиоца од стране сертифициране организације за проверу.

На основу *IOSA* провера је структурисана и објективана процена у циљу одређивања нивоа усклађености са *IOSA* стандардима и препорученом праксом, који су дефинисани у *IOSA* приручнику са стандардима [92].

Потребно је напоменути да је фокус *IOSA* стандарда на усклађености и безбедности у оперативи, док су исти примењиви само на проверу – *IOSA* стандарди не представљају регулативу. Поред наведеног, *IOSA* стандардима су обухваћени захтеви *ICAO*, Министарства одбране Сједињених Америчких Држава (*DoD – Department of Defence U.S.*), у даљем тексту *DoD*, Савезне управе за цивилно ваздухопловство Сједињених Америчких Држава (*FAA – Federal Aviation Administration*), у даљем тексту *FAA*, регулативе *EASA*, о условима за обављање ваздушног саобраћаја, континуиране пловидбености итд. и остале најбоље праксе из ваздухопловне индустрије.

Сходно наведеном, авио-превозиоцима се указала значајна могућност да листе усклађености по којима *IOSA* организације за проверу спровode екстерне провере, могу да се користе и приликом интерних провера, за све области, или циљаних провера у одређеним доменима [92]. 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.

Области које се проверавају током *IOSA*, а које би биле предмет интерне провере, ако би авио-превозилац користио *IOSA* листе усклађености, као и оперативни услови на које би требало обратити посебну пажњу су:

- Организација и систем управљања (у даљем тексту *ORG*)

Област *ORG* је у надлежности одговорног руководиоца, руководиоца за усклађеност и руководиоца за безбедност. Проверу ове области обично спровode проверивачи запослени у служби за усклађеност или у служби за безбедност и то проверивачи са највише искуства, јер је за проверу ове области потребно сагледавање целокупног система управљања и одлично разумевање узрочно-последичних односа, између службе усклађености и службе безбедности, као и осталих целина авио-превозиоца. Стандарди који се односе на усклађеност, не могу бити предмет провере од стране запослених из службе усклађености, услед неопходности услова независности проверивача, тако да се увек поставља питање ко треба да спроводи проверу ових стандарда. Могуће је да проверивачи из других целина провере стандарде везане за усклађеност, при чему би било најбоље да проверивач буде особа која ради у преостале две корпоративне службе – служба безбедности или служба обезбеђивања у ваздухопловству, јер проверивачи из истих, имају много већу „ширину“ и могу боље да све сагледају у односу на провериваче из целина на нижим хијерархијским нивоима авио-превозиоца. Предност се даје служби обезбеђивања у ваздухопловству у односу на службу безбедности, у случају да служба безбедности и служба усклађености имају заједничког директора. Али у оваквој ситуацији не треба заборавити ни чињеницу да руководиоца за усклађеност одређује ко ће, а ко не, бити проверивач, док ако наведена функција поред стручних и искуствених бенефита, код неких авио-превозиоца доноси и материјални бенефит, може довести до ситуације да ће ретко који проверивач, из које год службе, указати руководиоцу за усклађеност на пропусте у систему управљања усклађеношћу, за који је исти одговоран.

Пример добре праксе је и самопроцена система управљања усклађеношћу, где руководиоца за усклађеност једном годишње припреми листу усклађености у складу са *IOSA* стандардима и сам или запослени службе провере стање свог

система. Овде се поставља питање колико ће руководилац за усклађеност или његови заопслени моћи да се буду реалани и објективни у поменутој ситуацији, јер треба имати на уму да проверу организује руководилац за усклађеност сам и да је он особа која има финалну одлуку по питању неусаглашености (осим ситуације када је неопходна интервенција одговорног руководиоца), док проверивач из службе усклађености треба да да примедбу на рад унутар система управљања који је у надлежности његовог непосредног руководиоца.

Ова питања су предмет дискусије у ситуацијама када постоји „незрели“ систем управљања усклађеношћу, у коме се неусаглашености и сугестије доживљавају лично, као коментар да нешто није у реду, јер неко то није довољно добро урадио итд., што је потребно превазићи. Такође је потребно запамтити да се никада не проверава особа већ систем и његово функционисање.

Ако се успостави квалитетан систем управљања усклађеношћу, где је свима циљ да се посао што боље обавља, онда било која од наведених опција по питању провере на основу *IOSA* стандарда, који се односе на усклађеност је суштински прихватљива.

- Летачка делатност (у даљем тексту *FLT*)

За област *FLT* се слободно може рећи да представља једну од најобимнијих и најзахтевнијих области од 8 области које су обухваћене *IOSA*. Подобласт *FLT 2* се односи на обуку и квалификације летачког особља и у надлежности је одговорног лица за обуку посада, док су остале три области у надлежности одговорног лица за летачку делатност. Проверу спроводе проверивачи надлежни за дате области, док је подобласт *FLT 3*, која се односи на операције током лета, најспецифичнија, јер је неопходно учешће проверивача који је летачко особље.

Овде постоје два проблема. Први је тај да по правилу независности проверивача, ни један проверивач не може да проверава целину у којој свакодневно обавља послове. С обзиром да је сво летачко особље по радном месту распоређено у целини летачка делатност, центру за обуку, или у служби за безбедност или усклађеност, док уз наведене послове обављају и летачке дужности, поставља се питање како спровести наведено, док ни један инжењер не може самостално проверавати специфичне области летачког особља.

Други проблем се односи на чињеницу да сама провера захтева доста припреме, папиролошког рада и комплетирања документације, што летачко особље не воли да ради, а ако су проверивачи то представља неопходан део сваке провере.

На основу дугогодишњег искуства аутора ове докторске дисертације најоптималније решење је да се поред проверивача и осматрача (будући проверивачи који су завршили неопходно школовање, али присуствују провери као осматрачи, док не стекну довољно рутине да самостално могу да спроводе проверу) дефинишу експерти за поједине области. У овом случају би то било летачко особље које би било прикључено тиму за проверу, давали би своје стручно мишљење у специфичним областима, док би постојање проверивача из других целина задовољило принцип независности проверивача. Поред тога, експерти би били ослобођени обавеза сређивања документације, осим потписивања специфичних констатација из њиховог домена.

- Оперативна контрола и припрема лета (у даљем тексту *DSP*)

Као и свака од наведених осам *IOSA* области и ова има своје специфичности. Наиме, *DSP* област обухвата оперативну контролу и припрему лета и компликованост провере ове области зависи од организационе структуре авио-превозиоца, тј. да ли наведена област подпада под једног или више одговорних лица. Оперативна контрола је код неких авио-превозиоца у надлежности одговорног лица за земаљску делатност, док је припрема лета у

домену одговорног лица за летачку делатност. За разлику од области *FLT*, која је била у надлежности два одговорна лица, која су били надлежна свако за своју подобласт, у области *DSP*, за наведени случај, за велики број стандарда су одговорна оба одговорна лица и усклађеност одређеног стандарда потврђују обе целине, свака у свом домену.

На основу наведеног следи да се може доћи у ситуацију да је неки стандард задовољен из перспективе летачке делатности, а није из перспективе земаљске делатности и обрнуто. Овде треба бити веома детаљан и прецизан, како би се утврдила комплетна усклађеност са датим стандардом у свим областима које исти обухвата, док посебну пажњу треба посветити и корективним мерама, ако су исте неопходне. Предложене корективне мере морају да задовоље захтеве обе целине, ако је констатована неусаглашеност у обе, док треба водити рачуна о томе да корективна мера у једној целини не доведе до других неусаглашености које могу проистећи из исте у другој целини, ако је неусаглашеност констатована у једној од њих. Много једноставнији случај је када се обе области налазе у надлежности одговорног лица за летачку делатност.

- Инжињеринг и одржавање авиона (у даљем тексту *MNT*)

Област *MNT*, по броју стандарда, на први поглед не изгледа много обимна, али ако се ради у складу са пратећим материјалом, који је придружен сваком стандарду, види се да је број стандарда за проверу много већи, што изискује много више времена, и то треба имати у виду када се прави план провере. Стандарди у области *MNT* су у надлежности одговорног лица за континуирану пловидбеност.

Никако не треба заборавити чињеницу да је за рад свих уговорених организација одговоран авио-превозилац, тако да уговореним организацијама за одржавање авиона треба посветити посебну пажњу, јер неусаглашености у наведеној области и последични губици могу да буде огромни, од финансијских до губитака живота.

- Кабинска делатност (у даљем тексту *CAB*)

Стандарди везани за кабинске делатности су груписани по областима, и као и код области *FLT*, подобласт *CAB 2* се односи на обуку и квалификације кабинског особља и у надлежности је одговорног лица за обуку посада, док су остале области у надлежности одговорног лица за летачку делатност. У овој области нема неких специфичности, али је потребно напоменути да је кабинско особље директно суочено са многим учесницима у процесу извршења саобраћаја, као и са проблематичним ситуацијама, па самим тим представљају одличан извор информација, тако да је приликом провере могуће, иако можда нема констатованих неусаглашености, током разговора о стандардима, констатовати критичне области или индиректне неусаглашености.

- Операције земаљског опслуживања (у даљем тексту *GRH*)

Стандарди везани за област *GRH* су у надлежности одговорног лица за земаљску делатност. Код провере у домену *GRH* је потребно посебно обратити пажњу на уговорене организације, док је посебно потребно обратити пажњу на школовање њихових запослених, у складу за регулаторним захтевима, као и захтевима авио-превозиоца.

- Операције везане за робу (у даљем тексту *CGO*)

Стандарди везани за област *CGO* су у надлежности одговорног лица за земаљску делатност. Код провера у домену *CGO* потребно је посебно обратити пажњу на уговорене организације, док је посебно потребно обратити пажњу на школовање њихових запослених, у складу за регулаторним захтевима, као и захтевима авио-превозиоца.

- Управљање обезбеђивањем у ваздухопловству (у даљем тексту *SEC*)

Област *SEC* је у надлежности руководиоца за обезбеђивање у ваздухопловству. Приликом провере ове области потребно је обратити пажњу и на усклађеност са захтевима сваке земље где авио-превозилац обавља саобраћај, по питању обезбеђивања у ваздухопловству.

Иако су стандарди подељени у 8 група, у свакој групи постоје стандарди из домена безбедности и усклађености, који су повезани, како са релевантним стандардима из области *ORG*, тако и једни са другима. У случају да се појави неусаглашеност у некој од области по питању одређеног стандарда, то може бити грешка која се поткрала и коју је лако исправити, али ако се код два релевантна стандарда појави неусаглашеност, правило је да се иста прослеђује “на горе”, до релевантног стандарда у области *ORG*, јер то указује на системску грешку, коју је неопходно одмах исправити. Показало се као добра пракса, да ако се констатује неусаглашеност у било ком од упоредних стандарда, да је пожељно, у складу са расположивим временом, проверити и све остале повезане стандарде.

Све наведене области су подељене на подобласти у неколико нивоа и чини их око 900 стандарда, у зависности од издања *IOSA* приручника са стандардима, у коме периодично долази до промена.

На основу свега наведеног, намеће се закључак да самостално дефинисиње стандарда за листу усклађености није неопходно. Са једне стране, како је већ напоменуто, *IOSA* покрива све стандарде који представљају минимум који свака компанија треба да испуни да би безбедно летела, док обухвата скоро све регулативе, а не само једну од њих, као највећи број листа усаглашености које су доступне.

Поред наведеног, значајна је и чињеница да авио-превозилац, који се одлучио да поседују *IOSA* сертификат, редовно прати све измене *IOSA* стандарда, припрема се сваке друге године за *IOSA*, а сваке за интерну *IOSA*, тако да су и запослени у оперативи, руководство оперативе и сами проверивачи одлично упознати са стандардима, шта се њима захтева, као и пратећим материјалом, чиме се знатно штеди време по питању разумевања захтева стандарда, што понекад може бити веома исцрпљујуће и изискивати доста времена.

Са друге стране, спровођење провере по листама усклађености које су јако добро познате има и својих мана, као што су настанак рутине приликом провере, где проверивачи почињу да раде механички, а запослени показују документацију за коју сигурно знају да је коректна, док се постојеће референце за одређене стандарде стално преписују.

Суштина је да се из *IOSA* листи усклађености искористи најбоље, док треба избећи све замке које исте нуде, што ће бити обухваћено и овом докторском дисертацијом.

За разлику од *IOSA* проверивача, који спроводе *IOSA* ради добијања или обнове сертификата, и проверавају око 900 стандарда са 5-6 искусних проверивача, у периоду од 5 дана, интерну или циљану проверу је немогуће спровести у тако кратком року и у толиком обиму, ако се жели да се искористе бенефити провере, а не да иста постане формалност означавања ставки „Да/Не“. На основу дугогодишњег искуства аутора ове докторске дисертације, детаљна провера око 900 стандарда из *IOSA* приручника са стандардима [92] захтева око 6 недеља (30 радних дана) са 5 искусних проверивача.

Поред тога, треба имати на уму да су целине, чији рад утиче на безбедност, оперативне, и да је јако тешко одвојити наведени временски период у континуитету, услед потребе извршења редовних дужности, од стране особља целине која је предмет провере. Не треба занемарити ни чињеницу да је провера веома исцрпљујућа активност, како за провериваче, тако и за провераване, па се у периоду од шест недеља може лако 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.

Kruger и *Hattingh* [123] су презентовали да је само 75 сати потребно да се покрију области провере на задовољавајући начин, али они су разматрали проверу у области другачијој од авио-превозиоца, са другачијим стандардима.

Mohamed [144] је представио преглед модела операционих истраживања, који је развијен са сврхом планирања интерних провера, као помоћ руководиоцу провере при одређивању оптималног плана провере, са освртом на дужину трајања интерне провере, алокацију ресурса за проверу, као и планирање особља за проверу, што указује на препознавање датог проблема, али у области такође другачијој од ваздухопловства. У складу са наведеним, објављене чињенице нису могле бити разматране као релевантне и прихваћене за сврху ове докторске дисертације, док ће овај рад резултирати са неопходним ресурсима за интерну проверу код авио-превозиоца и покрити тај недостатак у литератури и пракси.

Такође се поставља питање и циљаних провера за одређену област. Аутор ове докторске дисертације је сматрала да перформансе авиона имају веома значајан утицај на безбедност авиона и авио-превозиоца и зато је та област изабрана да буде предмет провере. Поред наведеног, аутор ове докторске дисертације није пронашла, према сопственом сазнању, ни један рад који је проучавао проверу перформанси авиона са турбофенском погонском групом са циљем достизања прихватљивог нивоа безбедности, што ће бити допринос ове докторске дисертације литератури и пракси.

Утицај параметара као што су брзина, притисак, температура, апсолутна висина, као и важност њихових прецизних вредности, у циљу достизања безбедног лета, су описали *Novak* и сарадници [156]. Утицај температуре на брзину авиона и прецизност и поузданост мерења исте, као једног од основних елемената који се захтева за безбедност лета, су разматрани од *Novak* и сарадника [157]. Путања лета и угао пењања су разматрани од *Iskrenovic-Momcilovic* [110], где је значај наведених параметара посебно истакнут. Упркос чињеници да су цитирани аутори [156], [157] and [110] разматрали различите аспекте перформанси авиона и решења, у односу на предмет ове докторске дисертације, сва њихова разматрања и решења воде ка побољшању перформанси авиона, што резултује бољом безбедношћу авиона, чиме је јасно показано колика је важност перформанси авиона у безбедности авиона и авио-превозиоца, чиме је потврђен добар избор области за проверу у овој докторској дисертацији, са циљем достизања прихватљивог нивоа безбедности.

Када се говори о циљаној провери, издвајањем *IOSA* стандарда који се односе на одређену област (приликом израде ове докторске дисертације на перформансе авиона са турбофенском погонском групом) може се отићи у две крајности. Прва, да се издвоје само они стандарди који се стриктно односе на одређену област (за случај ове докторске дисертације област оперативни инжињеринг и спецификације [92]), 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 900 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.

У својој студији *Bamber* [16] је препознао да су искуство проверивача, као и иницијални напори за планирање провере, удружени са различитим перцепцијама и виђењима руководиоца, по питању истих.

Циљ студије *Sueyoshi* и сарадника [197] је био да се идентификује најкритичнија пословна јединица у организацији, са циљем да се ресурси за интерну проверу ефикасно и ефективно користе. На основи свега поменутог и искуства аутора ове докторске дисертације оба становишта су прихваћена за сврху овог рада.

С обзиром да је одабир стандарда за проверу, у основи доношење одлуке, и то са више критеријума, разматрана је и област одлучивања, као и примена метода вишекритеријумског одлучивања.

Примена доношења одлука је описана за многе области ваздухопловства, као што је имплементација функције квалитета, од стране *Ho* и сарадника [86], одабир између алтернативних транспортних пројеката, од стране *Ferrari* [72], процена мреже ваздушног саобраћаја, од стране *Ceha* и *Ohta* [36], подршка групним одлукама, од стране *Dyer* и *Forman* [57], предвиђање способности индустрије цивилних авиона, од стране *Kim* и *Whang* [117], избор пилот пројеката, од стране *Ahire* и *Rana* [5] итд.

Упркос наведеним радовима, аутор ове докторске дисертације није пронашла ни један рад који разматра проверу авио-превозиоца или значај избора неопходних стандарда, у циљу оптималног коришћења ресурса, што ће представљати допринос ове докторске дисертације актуелној литератури. Оптимална алокација времена за интерну проверу као вишекритеријумски проблем, који укључује и квалитативне и квантитативне факторе, описана је од стране *Kruger* и *Hattingh* [123], али за област различиту од ваздухопловства.

Примена метода вишекритеријумског одлучивања, у домену рангирања, је описана у литератури за многе области, као што су одабир модела аутомобила који ће се купити, од стране *Byun* [32], избор локације за терминал, од стране *Hegde* и *Tadikamalla* [85], процена добављача, од стране *Akarte* и сарадника [6], одабир између алтернативних транспортних пројеката, од стране *Ferrari* [72], рангирање предузећа, од стране *Babic* и *Plazibat* [15], рангирање оперативних трошкова авио-превозиоца, од стране *Berrittella* и сарадника. [21], процена и избор стратешког партнера у авио индустрији, од стране *Garg* [76], праћење перформанси безбедности, од стране *Chen* и *Li* [40], идентификовање релативног значаја специфичних фактора, од стране *Yoo* и *Choi* [245], итд.

Примена вештачких неуронских мрежа, у домену рангирања и доношења одлука је такође описана у литератури, за многе области, као што су учење о рангирању путем неуронских мрежа, од стране *Chris* и сарадника [44], коришћење вештачких неуронских мрежа за класификацију задатака, од стране *Holst* [87], коришћење вештачких неуронских мрежа за класификацију добављача, од стране *Kar* [115], разматрање вештачких неуронских мрежа за доношење стратешких одлука, од стране *Kohl* и сарадника [119], коришћење вештачких неуронских мрежа за селекцију продаваца, од стране *Kumar* и сарадника [124], примена вештачких неуронских мрежа на рангирање фудбалских клубова колеца, од стране *Pardee* [163], примена вештачких неуронских мрежа за доношење одлука на основу понашања, од стране *Robson* [178], коришћење вештачких неуронских мрежа за моделирање пословних ситуација и анализе доношења одлука, од стране *Shunin* и сарадника [185], управљање процесима у водном саобраћају коришћењем неуронских мрежа, од стране Вукадиновић [231], али за области другачије од ваздухопловства.

На основу сазнања аутора ове докторске дисертације, не постоји рад који разматра рангирање бројних стандарда, са којима сваки авио-превозилац мора да буде усклађен, упркос чињеници да се, на основу искуства аутора ове докторске дисертације, руководиоци за усклађеност и безбедност суочавају са тим проблемом сваки дан. Наведено ће такође допринети актуелној литератури из ове области.

Докторском дисертацијом “Управљање процесом провере перформанси ваздухоплова са циљем достизања прихватљивог нивоа безбедности путем функције квалитета” ће бити постигнут циљ – на основу *IOSA* приручника са стандардима, анализа података релевантних за безбедност, перформансе авиона са турбофенском погонском групом и искуства руководиоца за усклађеност, омогућиће се 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 мајњем обиму, али детаљније”.

Анализом резултата примене једне од метода вишекритеријумског одлучивања или вештачких неуронских мрежа ће се добити решење, на основу кога ће се формирати листа усклађености, која ће обухватити стандарде који ће представљати “критичне” стандарде за одређену проверу, чиме ће се помоћи руководиоцу за усклађеност у дефинисању области провере и одабиру стандарда који ће бити проверавани. Поред тога, биће задовољен и циљ -

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 тај начин ће перформансе и ефективност система управљања безбедношћу бити процењени и на основу резултата биће дефинисани будући циљеви и жељена побољшања.

1.3. Полазне хипотезе

- У складу са захтевима регулативе, неопходно је да авио-превозилац успостави систем управљања, који се састоји од система управљања безбедношћу са програмом праћења усклађености;
- 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;
- Провера представља кључну активност система управљања, јер се путем провере врши процена колико је авио-превозилац у складу са задатим циљевима по питању безбедности;
- Приликом спровођења програма праћења усклађености неопходно је направити план провера за одређену годину, као и дефинисати области провере и по којим листама усклађености ће се провера спроводити;
- Потребно је дефинисати листе усклађености, на основу чега ће се базирати и у складу са којим ресурсима. Листа усклађености мора да буде довољно обимна и детаљна да се задовољи сврха провере, док са друге стране треба рационално трошити ресурсе;
- Увођењем *IOSA* програма [241], 2001. године остварена су два специфична захтева ваздухопловне индустрије, у областима цена-ефективност и безбедност:
 - Ваздухопловна индустрија је субјекат за стално повећавање броја провера, који се често поклапају по питању циља и садржаја. Поводом тога је *IOSA* увела промене које су дале јединствен стандард по питању провера у ваздухопловству;
 - Безбедност ваздухопловних операција остаје највиши приоритет – усаглашеност са *IOSA* стандардима и препорученом праксом помаже авио-превозиоцу да оствари оперативну безбедност у свим кључним областима и да операције буду много ефикасније.
- Авио-превозиоци имају могућност да листе усклађености по којима *IOSA* организације за проверу спроводе екстерне провере, могу да користе и приликом интерних провера, за све области, или циљаних провера у одређеним доменима;
- Коришћењем *IOSA* 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;
- За разлику од *IOSA* проверивача, који спроводе *IOSA* ради добијања или обнове сертификата, и проверавају око 900 стандарда са 5-6 искусних проверивача, у периоду од 5 дана, интерну или циљану проверу је немогуће спровести у тако кратком року и у толиком обиму, ако се жели да се искористе бенефити провере, а не да иста постане формалност означавања ставки „Да/Не“. На основу дугогодишњег искуства аутора ове докторске дисертације, детаљна провера око 900 стандарда из *IOSA* приручника са стандардима захтева око 6 недеља са 5 искусних проверивача,
- За израду алата за управљање процесом провере перформанси авиона са турбофенском погонском групом, путем формирања листе усаглашености, ће се корисити предности метода вишекритеријумског одлучивања или вештачке интелигенције;
- Након одабира најповољније методе, рангираће се стандарди, релевантни за перформансе авиона са турбофенском погонском групом, након чега ће се добити ранг сваког *IOSA* стандарда, на основу кога ће бити изабрани “критични” стандарди за проверу, чиме ће се помоћи руководиоцу за усклађеност у дефинисању области провере и стандарда који ће бити проверавани;

- Да би се одредио ранг сваког од поменутих стандарда, користиће се подаци добијени 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, као и анализе података обухваћених извештајима о догађајима који се обавезно пријављују. Поред наведеног ће се дефинисати и утицај резултата претходних провера, док ће бити уграђено и искуство руководиоца за усклађеност по питању значаја сваког од релевантних стандарда и његове неусаглашености, и 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.

1.4. Методе истраживања

При изради докторског рада, поред општих метода научних истраживања (индукције и дедукције, анализе и синтезе, компаративне анализе), користиће се и математичка статистика, као и методе провере применом листе усклађености, док ће се разматрати и методе вештачке интелигенције и вишекритеријумског одлучивања, од којих ће се, након одабира најповољније, користити одабрана.

1.5. Очекивани научни допринос

По завршетку рада очекују се следећи резултати:

- Рад ће резултовати моделом који ће представљати алат за управљање процесом провере перформанси авиона са турбофенском погонском групом, путем формирања листе усклађености. Наведени алат ће моћи да одреди ранг сваког стандарда обухваћеног *IOSA* приручником са стандардим, релевантног за перформансе авиона са турбофенском погонском групом, на основу кога ће бити изабрани “критични” стандарди за циљану проверу, са одређеним степеном тачности;
- Одабиром “критичних” стандарда за циљану проверу, користиће се оптимални ресурси, што ће допринети уштеди времена и новца и подржати принцип “у мањем обиму, али детаљније”;
- На основу истраживања биће могуће дефинисати потребне ресурсе за интерну проверу по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом;
- На основу истраживања ће бити могуће дефинисати временски период у коме ће модел бити валидан;
- Модел који проистекне ће бити могуће користити, уз мале допуне, за формирање листа усклађености по другим критеријумима;
- На основу истраживања биће могуће дефинисати потребне квалификације проверивача;
- Истраживања ће указати на додатне могућности коришћења пројектованог модела, коришћењем анализе осетљивости;
- Смернице за будући рад и доприносе ће бити видљиви.

1.6. Приказ садржаја докторске дисертације

У складу са темом и дефинисаним циљевима, докторска дисертација се састоји од пет 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, приказан је 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 извршне 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.

2. МЕТОДОЛОГИЈА ИЗРАДЕ АЛАТА ЗА УПРАВЉАЊЕ ПРОЦЕСОМ ФОРМИРАЊА ЛИСТЕ УСКЛАЂЕНОСТИ

Приликом израде алата за управљање процесом формирања листе уклађености за проверу применом метода вишекритеријумског одлучивања или применом вештачких неуронских мрежа, потребно је, након евидентирања и дефинисања проблема, што је описано у поглављу 1, проћи следеће фазе:

- Одабир методе којом ће се пројектовати модел;
- Одабир авиона са турбофенском погонском групом;
- Одабир скупа релевантних података наведених даље у тексту и њихова анализа:
 - Подаци везани за праћење безбедности страних авиона од стране Европске уније (SAFA – *Safety Assessment of Foreign Aircraft*), у даљем тексту SAFA / Инспекцијски преглед на платформи који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе (*Ramp Inspection*);
 - Подаци о узроцима кашњења из техничких и оперативних разлога;
 - Подаци о праћењу поузданости авиона са турбофенском погонском групом;
 - Подаци о праћењу параметара лета (*FDM – Flight Data Monitoring*);
 - Подаци о резултатима са претходних провера;
 - Подаци о значају сваког од стандарда по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом на основу искуства руководиоца за усклађеност;
 - Подаци о битним променама код авио-превозиоца;
 - Подаци о догађајима који се обавезно пријављују;
- Трансформација скупа података у облик погодан за моделирање;
- Развој модела за рангирање стандарда;
- Анализа и дискусија резултата добијених моделом.

2.1. Одабир методе којом ће се пројектовати модел

Ради одабира методе којом ће се пројектовати модел, детаљно је размотрена теоријска основа везана за одлучивање и системе за подршку одлучивању, базирајући се на доступном у литератури [50], [142], где је иста најдетаљније описана и најпримеренија за сврху овог рада. Поред наведеног, бројни аутори су се бавили овом темом у теорији и у пракси, чиме је јасно истакнут значај одлучивања и система за подршку одлучивању, док су разматрања и резултати истих истакли значај ове области [5], [11], [15], [36], [45], [50], [56], [57], [72], [76], [81], [86], [88], [117], [123], [136], [160], [165], [170], [204], [229].

2.1.1. Одлучивање и системи за подршку одлучивању

Одлука и одлучивање се користе свакодневно, али се приликом тога не зна увек њихово право значење. Оно што је евидентно је да се речи одлука и одлучивање односе на људску делатност, док постоји и научна дисциплина названа теорија одлучивања.

Одлука се може дефинисати као чврста намера, коначно решење, резултат договора, одлучност или решеност, док одлучити се, значи донети одлуку, решити се на нешто, решити коначан исход и сл. Поред наведеног, разматра се и појам одлучити се, који значи одлучити, или од више могућности изабрати једну, тј. одредити се.

Свакодневно појединци или групе доносе одлуке, а да при томе тога нису ни свесни. Како је већ напоменуто, свакодневница је постајала све компликованија, па је самим тим и доношење одлука постајало све теже и тражило је све већу припрему.

Када се говори о руководству авио-превозиоца, везе истих са одлучивањем су од великог значаја, док се одлучивање сматра једном од функција руководства. На основу наведеног, одлука представља фактор између функција и резултата рада, тј. одговарајућу акцију. Што је одлука промишљенија, акција је квалитетнија, што води ка бољој организационој ефективности одређене целине. С обзиром на чињеницу да квалитетно донесене одлуке директно утичу на перформансе целокупне организације, јасан је значај доношења одлука.

Доношење одлука је конгитивни процес избора између више алтернативних путева деловања, ради постизања циља. Он представља сложен процес, који се састоји од препознавања и одабира између могућих решења, акција или ставова, који воде до неког жељеног стања.

Највећи напредак у теорији одлучивања је постигнут развојем низа метода, које су касније постале познате као методе операционих истраживања, где су прикупљена знања из математике, статистике, економије, природних наука и сл. До 1960. године је постојао интерес да се развију нове методе и технике, са циљем добијања оптималних решења, различитих, али најчешће оперативних проблема. Након 1960. године се ситуација драматично променила коришћењем аналитичке снаге рачунарске технологије, путем такозваних управљачких информационих система, док је затим уведен и утицај образованих специјалиста у пословима управљања.

Развој је настављен све до данашњих дана, када се са правом може рећи да се квалитетна одлука, која подразумева комплексан избор између различитих алтернатива, под утицајем бројних фактора, не може донети без интегрисаног деловања људског фактора, математичких метода и рачунарских алата.

Анализа проблема одлучивања је област у оквиру теорије одлучивања и представља начин системског и формалног приступа проблемима одлучивања, док даје и могућност да се проблем и практично реши коришћењем потребних концепата.

Приликом разматрања проблематике одлучивања, посматрају се три основна појма - процес одлучивања, доносиоц одлуке и сама одлука. Међутим, иако се приликом доношења одлуке користе научне методе и системска истраживања, која помажу доносиоцу одлуке у одређивању избора оптималне акције, мора се водити рачуна и о чињеници да теорија одлучивања не може у потпуности да замени приступ интуитивног одлучивања. Поента је да је сврха теорије одлучивања да помогне доносиоцу одлуке да његово просуђивање буде што успешније.

Наука о одлучивању се бави решавањем проблема који су од суштинског значаја за компанију, док су ти проблеми по правилу веома сложени. Сходно наведеном, неопходно је прво извршити свестрану анализу утицаја истих на организацију и окружење, а потом применити науку о одлучивању у системском контексту.

Током спровођења анализе, најчешће се откривају и нови проблеми који нису били на први поглед видљиви, а који ће знатно утицати на квалитетно решавање проблема, тако да свака системска анализа захтева примену одговарајућих метода и техника науке о одлучивању.

Највећи број наведених метода, посебно оних које су се развиле у скорој прошлости, се користе за проналажење оптималне одлуке, тј. најбоље одлуке у условима деловања различитих ограничења. Основу процеса одлучивања чине:

- Дефинисање система или проблема и његових параметара;
- Утврђивање критеријума одлучивања, тј. циљева који се жели постићи;
- Формулисање веза између параметара и критеријума;
- Генерисање алтернатива или акција;
- Избор акције која највише задовољава задате критеријуме.

У даљој историји је основни циљ организације био остварење што већег профита, док данас постоји више њих, као што су ефикасност, продуктивност, стабилност, безбедност, усклађеност, итд.

Доношење одлука је суштински елеменат посла сваког руководиоца и представља тежак задатак, јер, како је већ у ранијем тексту напоменуто, приликом доношења одлуке треба обухватити важне факторе, на основу којих треба донети квалитетну одлуку, у потребном временском интервалу.

Одлука представља резултат одлучивања, којим се означава процес одабира једне акције у некој ситуацији, са могућношћу избора више опција. Циљ одлуке је да се одабраном акцијом реализује неки циљ у садашњости, ближој или даљој будућности.

Такође је неопходно размотрити и контекст у коме се одлучивање остварује. Контексти могу бити индивидуални и групни, док је крајња одлука најбоља у вишекритеријумском смислу. Али, такође треба имати на уму да крајња одлука не мора да буде и оптимална, услед различитих критеријума који могу бити конфликтни.

Када се бира методологија којом ће се спровести процес одлучивања, као и технике којима ће се анализирати скупови елемената одлучивања (критеријуми и алтернативе) треба обратити пажњу на структуру проблема, капацитете по питању стручног знања, образовања, намера, расположивост и друго, како индивидуалаца, тако и групе која доноси одлуку. Такође треба размотрити и импликације које донета одлука изазива.

Када се говори о методологији, постоје две основне класе и то су вишекритеријумска анализа и оптимизација.

Доношење одлука само на основу личног разматрања одређене ситуације или интуиције од стране човека је готово немогуће, док је у неким случајевима чак и неодговорно и може имати значајне негативне последице. Услед те чињенице се све више користи рачунарска подршка приликом одлучивања, у виду специјалних програма који се заједничким именом називају „системи за подршку одлучивању“. Наведени програми се базирају на упрошћеним, али исправним математичким моделима за решавање датог проблема и омогућавају доносиоцу одлуке да испробава варијанте и на основу добијених резултата мења мишљење у прихватљивом временском интервалу, како би на време донео одговарајућу одлуку.

Системи за подршку одлучивању су настали средином шездесетих година прошлог века и временом су се показали као веома значајан алат приликом процеса доношења одлука. Систем за подршку одлучивању представља интерактивну компјутерски базирану апликацију при којој се комбинују подаци и математички модели, у циљу да се помогне доносиоцима одлука приликом решавања комплексних проблема, као и приликом управљања. Они представљају специфичне информационе системе који подржавају пословне и организационе активности доношења одлука и помажу да се нађу најбоља решења. Систем за подршку одлучивању треба да подржи све фазе процеса одлучивања, тако да буду укључени сви различити процеси и стилови доношења одлука, као и да буде адаптиван током времена и једноставан за коришћење. Ови системи такође увек садрже већи број модела, а базирани су на основу потреба клијената који треба да донесу одређену одлуку у пракси.

Важно је нагласити да системи за подршку одлучивању подржавају, а не замењују доносиоца одлуке. Заснивају се на различитим математичким, симулационим и аналитичким моделима, који су пројектовани да помажу у процесу одлучивања и могу да предвиде понашање реалног система у будућим околностима. Ови системи омогућавају тестирање понашања третираног система у условима промене окружења, као и реакције окружења на промене у том систему, а примарни им је циљ да омогуће сагледавање последица стратешких одлука.

Приликом анализирања бројне литературе која разматра теорију одлучивања, долази се до закључка да већина аутора на различите начине дефинише број и обим фаза које чине процес одлучивања. Са друге стране, сви они имају заједничке (кључне) фазе, и то су:

- Евидентирање проблема – постоји већи број проблема у систему и за њих се мора донети нека одлука;

- Рангирање проблема – врши се у ситуацијама када се утврди да се сви постојећи проблеми не могу решити у истом временском интервалу. Рангирање проблема се у тој ситуацији врши на различите начине, од интуитивног, до коришћења веома компликованих метода вишекритеријумске анализе;
- Дефиниција проблема – представља једну од најзначајних фаза процеса одлучивања у којој треба да се обезбеде сви елементи који су неопходни за каснију фазу формирања модела;
- Сакупљање чињеница – представља формирање базе релевантних података за дати проблем;
- Предвиђање будућности – ова фаза је значајна услед чињенице да ће одлука која се у датом тренутку донесе бити реализована са свим својим последицама у неком будућем окружењу;
- Формирање модела – у овој фази се за конкретни проблем дефинишу интеракције између променљивих, као и одговарајући критеријуми ефективности решења;
- Решавање проблема (модела) – ова фаза обухвата одређивање нумеричког или аналитичког начина решавања датог проблема, тако да при томе треба обезбедити добијање одговарајућег броја алтернативних решења, како би једна од претпоставки из дефиниције одлучивања била задовољена;
- Вредновање резултата – ова фаза се односи на проверу слагања добијених резултата са очекиваним резултатима реалних система, применом одговарајућих техника и метода;
- Доношење одлуке / нема одлуке – одлука се доноси када добијени резултати из једне од алтернатива могу бити прихваћени, док у супротном случају, или се проблем не може решити датом методологијом, или се треба вратити на неку од претходних фаза;
- Контрола извршења – када се одлука донесе, посебну пажњу треба обратити на контролу њеног извршења;
- Анализа последица извршења – у овој фази је реч о конкретним последицама на реалан проблем, док последице могу бити лоше и чак и неисправљиве. У том случају треба извршити одређене анализе како се сличне грешке не би понављале у будућности;

2.1.2. Вишекритеријумско одлучивање

Вишекритеријумско одлучивање се примењује да би се лакше дефинисао проблем који је неопходно решити, уз постојање већег броја реалних критеријума у самом проблему, уз помоћ неке од метода одлучивања.

Вишекритеријумско одлучивање се односи на ситуације у којима постоји већи број критеријума, који су најчешће конфликтни. Присуство већег броја критеријума у моделима одлучивања има и негативну страну, јер модели постају сложенији.

Вишекритеријумско одлучивање представља област која је достигла веома брзи развој у протеклим деценијама. Међутим, потребно је нагласити да се у наведеном периоду нису дешавале промене само у теорији, већ се променио и начин доношења одлука у пракси. Од једне особе (директора) и једног критеријума (профита), одлучивање је пренесено на више особа и вишекритеријумске ситуације. Како је већ назначено, вишекритеријумско одлучивање се односи на ситуације одлучивања у којима постоји већи број, најчешће, конфликтних критеријума, на основу којих треба донети оптималну одлуку.

За потребе ове докторске дисертације, да би се одлучило применом које методе ће се извршити рангирање потребних стандарда, разматраће се три методе вишекритеријумског одлучивања, за које се у свету сматра да спадају у најбоље методе вишег ранга и њихов основни циљ је одређивање приоритета између појединих алтернатива или критеријума, у ситуацијама одлучивања, где учествује већи број доносиоца одлуке, и/или где је присутан

већи број критеријума одлучивања, и/или у вишеструком временским периодима, док ће бити разматране и основне поставке вештачких неуронских мрежа и њихова примена код решавања проблема рангирања.

Разматране методе вишекритеријумске анализе су:

- Аналитички хијерархијски процес (АНП);
- Метода *ELECTRE*;
- Метода *PROMETHEE*.

2.1.2.1. Аналитички хијерархијски процес

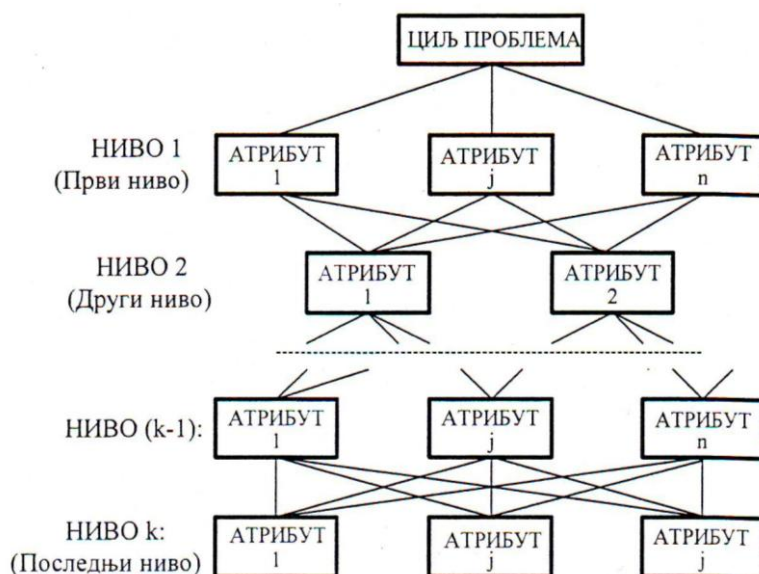
Методу аналитички хијерархијски процес (АНП) је развио *Thomas Saaty* почетком 1970.-тих година. Аналитички хијерархијски процес представља алат у анализи одлучивања и креиран је да помогне доносиоцу одлуке приликом решавања комплексних проблема одлучивања (већи број доносиоца одлуке, већи број критеријума, вишеструки временски периоди), што се може видети у доступној литератури [6], [10], [13], [15], [20], [21], [32], [37], [40], [48], [50], [53], [56], [57], [72], [74], [76], [85], [91], [112], [114], [115], [123], [140], [154], [162], [167], [187], [238], [245].

Аналитички хијерархијски процес се базира на концепту баланса који се користи за одређивање свеукупне релативне значајности скупа атрибута, активности или критеријума. Ово се постиже додељивањем тежине у облику серије матрица поређења парова, након чега се користе системи за подршку одлучивању (програм „*Expert Choice*“), да би се одредиле нормализоване тежине. Наведене тежине се користе за процену атрибута на најнижем нивоу хијерархије. Тако дефинисан, процес моделирања се састоји из четири фазе:

- Структурирање проблема;
- Прикупљање података;
- Оцењивање релативних тежина;
- Одређивање решења проблема.

Прва фаза - структурирање проблема

У првој фази се врши декомпоновање комплексног проблема одлучивања у серију хијерархија, тако да сваки ниво представља мањи број управљивих атрибута. Након тога се исти декомпоњују у скуп елемената који одговара следећем нивоу итд. Наведени поступак је приказан на слици 1.



Слика 1 – Структурирање проблема [50]

Наведени начин је веома ефикасан за идентификовање значајних атрибута, у циљу достизања свеобухватног циља проблема. Поред наведеног, метода аналитички хијерархијски процес омогућава да се релације зависности и независности између атрибута декомпонују у различите хијерархијске нивое.

Друга фаза - прикупљање података

Друга фаза методе аналитички хијерархијски процес започиње прикупљањем података и њиховим мерењем, док оцењивач додељује релативне оцене у паровима атрибута једног хијерархијског нивоа, за дате атрибуте следећег, вишег хијерархијског нивоа. Овај поступак се понавља за све нивое укупне хијерархије. Тежине се најчешће додељују на основу најпознатије скале са девет тачака, јер се примена исте показала као веома поуздана. Део скале са девет тачака је приказан у табели 1.

Табела 1 – Скала девет тачака [50]

Скала	Објашњење рангирања
9	Апсолутно најзначајније / најпожељније
8	Веома снажно ка апсолутно најзначајнијем
7	Веома снажно ка веома значајном / пожељном
6	Снажно ка веома снажном
5	Снажније више значајно / пожељно
4	Слабије ка више снажнијем
3	Слабије више значајно / пожељније
2	Подједнако ка слабијем вишем
1	Подједнако значајно / пожељно

Проценитељ ће у овом случају доделити тежине за сваки пар посебно, као меру колико је један пар атрибута значајнији од другог. Приликом процене се могу користити сопствена веровања, процене или информације, ако се не располаже са објективним информацијама. На крају друге фазе добија се матрица упоређивања по паровима која одговара сваком нивоу хијерархије.

Трећа фаза - Оцењивање релативних тежина

У трећој фази методе аналитички хијерархијски процес, матрице поређења по паровима се превode у проблеме одређивања сопствених вредности, да би се добили нормализовани и јединствени сопствени вектори тежина за све атрибуте на сваком нивоу хијерархије.

Претпоставља се да дати ниво хијерархије има n атрибута $A_1, A_2, \dots, A_n$ са вектором тежине $t = (T_1, T_2, \dots, T_n)$. Потребно је наћи t да би се одредио релативни значај за $A_1, A_2, \dots, A_n$. Ако онај ко оцењује тежине упоређује сваки пар A_i и A_j свих атрибута, као степен којим A_i доминира над A_j , тада се може формирати матрица упоређивања парова у следећем облику:

$$A = (a_{ij}) = \begin{bmatrix} A_1 & A_2 & \dots & A_j & \dots & A_n \\ t_1/t_1 & t_1/t_2 & \dots & t_1/t_j & \dots & t_1/t_n \\ t_2/t_1 & t_2/t_2 & \dots & t_2/t_j & \dots & t_2/t_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_i/t_1 & t_i/t_2 & \dots & t_i/t_j & \dots & t_i/t_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_n/t_1 & t_n/t_2 & \dots & t_n/t_j & \dots & t_n/t_n \end{bmatrix} \quad (2.1.2.1.1)$$

Након тога се нормализовани вектор тежина може наћи решавањем одговарајућег проблема највеће сопствене вредности:

$$At = nT \quad (2.1.2.1.2)$$

где је A реципрочна матрица са особином:

$$A_{ij} = 1 / a_{ji}, a_{ij} = 1 \text{ за све } i, j = 1, \dots, n \quad (2.1.2.1.3)$$

Пошто је познато да у случају да су елементи на дијагонали матрице A једнаки јединици и ако је A регуларна матрица ($\det A \neq 0$), следи да мале промене у вредностима за a_{ij} задржавају највећу сопствену вредност на $\lambda_{\max}$, док су остале сопствене вредности приближно једнаке нули. На основу наведеног, вектор t се решава на следећи начин:

$$At = \lambda_{\max} t \quad (2.1.2.1.4)$$

Овако добијени вектор t није нормализован вектор. Дефинишући $\alpha = \sum t_i$ и стављајући да је $t = t / \alpha$ добија се нормализовани вектор за одређивање значајности атрибута $A_1, A_2, \dots, A_n$.

Индекс конзистентности ИК, који представља меру конзистентности одступања од $\lambda_{\max}$, израчунава се на следећи начин:

$$ИК = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (2.1.2.1.5)$$

За вредности $ИК$ мање од 0.10 се сматра да представљају задовољавајућу меру која индицира да су процене за a_{ij} конзистентне и да је одређена вредност за $\lambda_{\max}$ блиска идеалној вредности коју желимо да проценимо.

Четврта фаза - Одређивање решења проблема

У четвртој фази методе аналитички хијерархијски процес се налази композитни нормализовани вектор. Пошто су сукцесивни нивои хијерархије међусобно повезани, јединствени композитни вектор јединствених и нормализованих вектора тежина за целокупну хијерархију ће се одредити множењем вектора тежина свих сукцесивних нивоа. Добијени композитни вектор ће се користити за налажење релативних приоритета свих ентитета на најнижем хијерархијском нивоу, чиме се омогућава достизање постављених циљева.

Проблеми који се решавају методом аналитички хијерархијски процес могу бити решавани на два начина – коришћење апроксимативне (рачунске) процедуре и других програма. Коришћење апроксимативне процедуре се користи код мање сложених проблема, док се за озбиљније проблеме користи програм “Expert Choice”.

Иако се програм “Expert Choice” најчешће користи, могу се користити и други програми, као што су “Super Decision”, “Decision Lens” и “Make It Rational”, и сл. који су доступни на тржишту.

2.1.2.2. Метода ELECTRE

Метода ELECTRE представља једну од првих метода вишекритеријумског рангирања алтернатива и има широку примену у пракси, у случајевима када је потребно решавати проблеме код којих је немогуће одредити строгу доминацију једне акције над другом, што се може видети и у литератури [50], [56], [73], [160]. За наведене случајеве постоји потреба да

се уведу везе вишег реда, односно, да се дефинишу критеријуми за “механичко” додељивање ранга. У практичној примени се најчешће среће метода *ELECTRE I*, али је развијено и неколико варијација ове методе, као што су: *ELECTRE II*, *ELECTRE III* и *ELECTRE IV*. Сличност свих модалитета ове методе се огледа у идентичним почетним корацима, док одређене разлике настају од тренутка издвајања најприхватљивије алтернативе.

Метода *ELECTRE* се базира на упоређивању акција (алтернатива) у паровима. Потребно је испунити два услова:

- Услов сагласности – овај услов је дефинисан преко жељеног нивоа сагласности и стварног индекса сагласности;
- Услов несагласности – овај услов је дефинисан преко жељеног нивоа несагласности и стварног индекса несагласности.

Индекси сагласности и несагласности представљају квантитативне показатеље сагласности или несагласности да се алтернатива “*a*” може рангирати испред алтернативе “*b*”, по свим критеријумима истовремено. Прво се испитује степен сагласности између тежина преференција и упарених веза доминације, а затим степен несагласности по коме се оцена тежина појединих акција међусобно разликује. Због тога се у литератури понекад ова метода назива и анализом сагласности.

Поступак примене методе *ELECTRE* је итеративан и састоји се од процедуре коју чине девет корака и то:

- Израчунавање нормализоване матрице одлучивања;
- Рачунање тежинске нормализоване матрице одлучивања;
- Одређивање скупова сагласности и несагласности;
- Одређивање матрице сагласности;
- Одређивање матрице несагласности;
- Одређивање матрице сагласне доминације;
- Одређивање матрице несагласне доминације;
- Одређивање матрице агрегатне доминације;
- Елиминисање мање пожељних акција.

Пошто су ситуације немогућности дефинисања стања доминације применом ове методе честе, метода *ELECTRE* припада групи метода за одређивање редоследа парцијалних преференција.

2.1.2.3. Метода *PROMETHEE*

Метод *PROMETHEE* је једна од најмлађих метода у области вишекритеријумске анализе и описана је у литератури [7], [14], [19], [50], [56], [79], [131], [145], [160], [164], [194], [244]. Проблеми који се могу решавати овом методом се односе на рангирање алтернатива и избор најприхватљивије алтернативе, на основу дефинисаног броја критеријума.

Метода *PROMETHEE* је развијена од стране *Jean-Pierre Brans* 1982. године и првобитно је укључивала само основна *PROMETHEE I* и *II* рангирања. Нешто касније, *Bertrand Mareschal* се придружио *Jean-Pierre Brans*-у на развоју методе *PROMETHEE*, тако да су *PROMETHEE III* и *IV* предложене 1983. године, док је тада креирана и прва верзија компјутерског програма. У периоду од 1984. до 1989. године развијен је и *GAIA (Geometrical Analysis for Interactive Aid)* метод као додатак *PROMETHEE* методи и *(MS-DOS) PROMCALC* програм. Деветесетих година развијене су нове верзије *PROMETHEE* методе - *PROMETHEE V*, која је омогућила решење за ограничену вишекритеријумску селекцију подгрупа акција, и *PROMETHEE VI*, где је уведен нови појам - „мозак доносиоца одлуке“ у *GAIA*. Крајем прошлог века, развијен је програм *Decision Lab 2000* као заједнички пројекат између *ULB (Universite Libre de Bruxelles)* тима и канадске компаније *Visual Decision*, који и данас има широку примену.

Предности *PROMETHEE* методе у односу на остале вишекритеријумске методе су изузетна једноставност, параметри који се користе имају своје економско објашњење и значај, док су пратећи елементи рангирања потпуно елиминисани.

Успешност примене *PROMETHEE* методе за вишекритеријумско одлучивање зависи од могућности и искуства доносиоца одлука да своје преференце алтернатива по критеријумима изрази на интервалној скали, способности доносиоца одлука да препозна важност критеријума и изрази их на јединственој интервалној скали, и спремности доносиоца одлука да при одлучивању узме у обзир све релевантне критеријуме, при чему је све време свестан да ће добијено решење представљати компромис између анализираних критеријума.

За решавање проблема *PROMETHEE* могу се користити две верзије *PROMETHEE* методе, *PROMETHEE I* и *PROMETHEE II*, са следећим основним корацима:

- Проширење структуре преференција и увођење општег критеријума;
- Обогаћење графа доминације и конструкција графа вишег реда;
- Експлоатација добијеног графа.

Применом методе *PROMETHEE I* се помаже доносиоцу одлуке при делимичном рангирању акција, док се методом *PROMETHEE II* помаже доносиоцу одлуке при потпуном рангирању акција.

2.1.3. Вештачке неуронске мреже

Коришћење вештачких неуронских мрежа је веома распрострањено у областима покривеним овим радом [4], [17], [20], [22], [26], [33], [54], [78], [109], [112], [118], [119], [125], [128], [132], [138], [139], [146], [148], [155], [158], [161], [168], [171], [179], [180], [181], [182], [186], [193], [215], а посебно за решавање проблема рангирања [44], [87], [115], [119], [124], [163], [178], [185], [231]. У даљем тексту ће бити дефинисани основни појмови везани за неуронске мреже [55], [134], [142], [189], [199], [201] као и њихову примену.

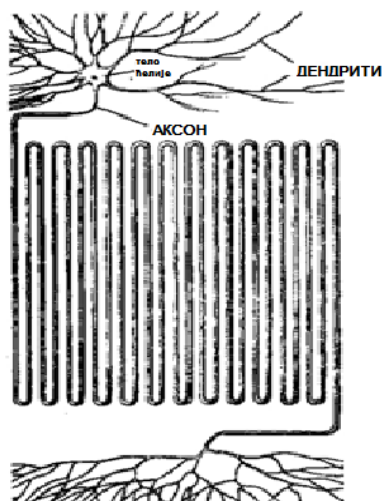
Основа за развој вештачких неуронских мрежа лежи у чињеници да је основна тежња научника одувек била да створе интелигентну машину, која би што више личила на човека, тј. која би имала функције сличне функцијама људског мозга. Колико год најсавременији компјутери били способни да обраде веома брзо велику количину информација и одраде најкомплексније рачунарске операције, једино је људски мозак имао способност да препознаје ликове, говор, светло итд. Самим тим, утврђено је да људски мозак не поседује брзину компјутера, али да поседује друге способности које компјутер нема.

Основни елемент нервног система човека је неурон или нервна ћелија и она се састоји од тела неурона, дендрита и аксона. Дендрит је продужетак тела ћелије и служи за прихватање сигнала из других неурона, док се аксон грана на свом крају, тако да његов излаз води на дендрите или директно на тела других неурона, што се може видети на слици 2. Синапса представља спој између неурона и има кључну улогу у функционисању целог система.

Систем функционише тако да један неурон прима сигнале од другог неурона, интегрише улазни сигнал и потом генерише излазни сигнал, који иде на улазе других неурона. У непобуђеном стању тело неурона има стандардну вредност потенцијала и не постоји никаква излазна активност. Када се сигнал доведе на неку од синапси долази до физичко-хемијског процеса који мења потенцијал тела неурона. Ако је синапса екситаторна потенцијал се повећава, а ако је инхибиторна, потенцијал се смањује.

До излазне активности неурона долази када се прекорачи активациони потенцијал и то резултује поларизацијом почетног дела аксона, а поларизација се даље простира до других неурона.

У зависности од прекорачења прага, на излазу се генерише сигнал различите фреквенције. Постоји праг испод којег не постоји никакав излаз, док ако се праг прекорачи, фреквенција расте до неке вредности где наступа засићење.



Слика 2 – Природни неурон [142]

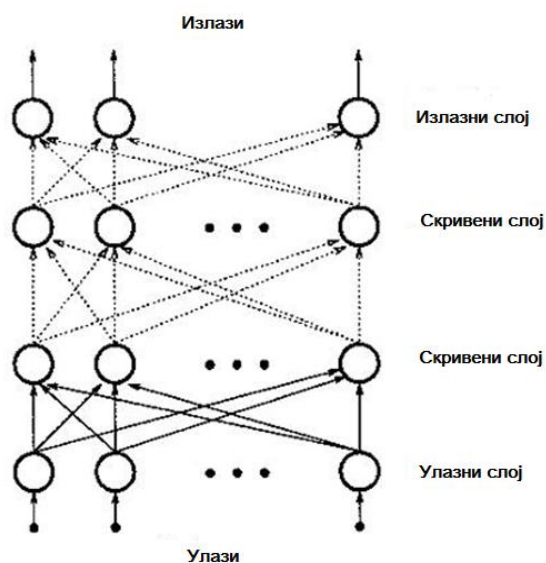
Активирање једне синапсе није довољно да побуди неурон, већ је потребно да се узастопно активира једна синапса у кратком интервалу или да се активира више синапси симултано.

Из свега наведеног следи да тело неурона интегрише улазни сигнал и сабира сигнале са више улаза.

Централни нервни систем човека је састављен од више неурона и свака група неурона је задужена за одређену групу послова. Не постоји уређеност у повезивању, одакле следи закључак да постоје повратне везе, док се обрада информација обавља процесуирањем сигнала. Може се закључити да нервни систем човека представља комплексан нелинеаран динамички систем.

2.1.3.1. Архитектуре вештачких неуронских мрежа

Вештачки неурон представља елемент са више улаза и једним излазом, док је вештачка неуронска мрежа формирана од већег броја неурона и повезује излазе једних са улазима других, што се може видети на слици 3. Неки неурони представљају везу мреже са радном околином.



Слика 3 – Вештачка неуронска мрежа [142]

Улазни неурони прихватају информацију из околине, док излазни неурони генеришу сигнале за одређене акције. Постоји и трећа врста неурона и то су “скривени” неурони. Они нису директно везани за окружење и служе за интерну репрезентацију информација о радном окружењу.

Основне карактеристике неуронске мреже су следеће:

- Чини их скуп процесних елемената;
- Постоји повезаност ових елемената;
- Постоје правила за ширење сигнала кроз мрежу;
- Активациона функција;
- Алгоритми обучавања;
- Окружење у коме мрежа функционише.

Неуронске мреже можемо поделити према:

1. Структури неуронске мреже (у зависности од броја скупова улазних и излазних чворова) и могу бити:
 - Аутоасоцијативне – улазни чворови су симултани излазним чворовима;
 - Хетеросоцијативне – различити скупови улазних и излазних чворова.
2. Присутности повратне спреге и могу бити:
 - Без повратне везе – нерекурентне - вишеслојна неуронска мрежа са простирањем сигнала унапред представља најпознатију архитектуру нерекурентних неуронских мрежа. У овом случају неурони су организовани тако да формирају слојеве. На улаз једног неурона доводе се излази свих неурона из преходног слоја, а његов излаз се води на улазе свих неурона у наредном слоју, док између неурона у истом слоју не постоји повезаност.

Неурони у првом улазном слоју имају само по један улазни прикључак и улази ових неурона чине улаз целе мреже. Излазе мреже представљају излазни неурони у излазном слоју. Неурони који немају везе са улазно-излазним приступима представљају скривене неуроне, а слојеви којима они припадају називају се скривени слојеви.

Сигнали кроз овакву мрежу се преносе само у једном смеру – од улаза ка излазу.

- Са повратном везом – рекурентне и могу се поделити на две групе:
 - Потпуно повезане мреже
Код потпуно повезане мреже излаз једног неурона води на улазе свих, па и на улаз самог тог неурона, а сваки неурон може да прима улазне сигнале
 - Ћелијске неуронске мреже
Ћелијска неуронска мрежа представља једно, дво или вишедимензионално поље неурона који се називају ћелије. Интеракције између ћелија су локалног карактера, тј. само су суседне ћелије међусобно повезане, док сигнал из једне ћелије утиче на ћелије ван суседства. Мрежа има онолико екстерних улаза колико има ћелија, док излаз мреже представља излаз свих ћелија.

Рекурентне мреже су много ближе природним, јер имају богатију динамику и веће процесне могућности, али се примењују само када слојевите мреже не задовољавају. Слојевите мреже су једноставније за обучавање, стабилније и брже. Код рекурентних мрежа је стабилност проблематична услед повратне везе.

2.1.3.2. Обучавање вештачких неуронских мрежа

„Деф: Учење је модификација понашања на основу искуства, а у интеракцији са

околином која доводи до другачијих реаговања на спољашње утицаје“ [142].

Вештачка неуронска мрежа мења своје понашање као одговор на деловање средине. Понашање неуронске мреже зависи од архитектуре мреже, тежине веза између неурона, као и активационе функције и функције интеракције неурона.

Када се мрежа једном конструише и реализује веома је тешко направити промене у архитектури или изменити моделе неурона. Најједноставнији начин промене понашања је да се промене тежине веза, тако да на деловање средине неуронска мрежа реагује променом својих синапси. Правила за те промене се називају процедуре за учење и веома су важна приликом пројектовања неуронске мреже.

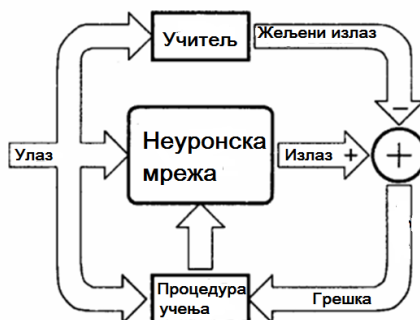
Обучавање неуронских мрежа се може поделити у три основне групе:

1. Обучавање са учитељем;
2. Обучавање без учитеља;
3. Принудно обучавање.

Обучавање са учитељем

Неуронска мрежа ради као процесор сигнала. На улаз мреже се доводе сигнали из радне околине, а мрежа на ту побуду на излазима генерише сигнале који се враћају у средину. Научена мрежа треба да на одређену побуду реагује коректно.

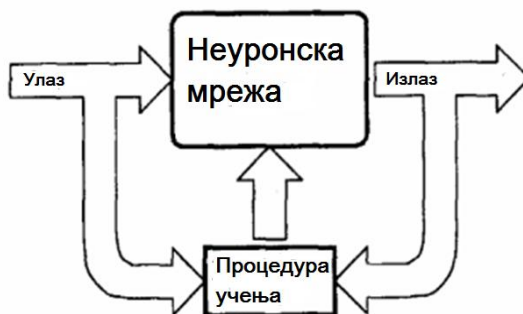
Код обучавања са учитељем, као што је приказано на слици 4, мрежи се презентује побуда и коректан, тј. жељени одговор (одзив) који се од ње очекује. За одређивање жељеног (тачног) излаза задужен је „учитељ“. Стварни одзив мреже се упоређује са жељеним, а мера одступања једног од другог враћа се процедури за учење. На основу ове грешке процедура учења врши промену параметара мреже, тежећи да минимизира разлику ова два одзива.



Слика 4 – Обучавање са учитељем [142]

Обучавање без учитеља

Код обучавања без учитеља, како и сам назив каже, не постоји „учитељ“, а ни жељени одзив мреже. Од мреже и процедуре обучавања се очекује да саме уоче правилности у улазним подацима и да дефинишу коректан одзив. Процедура обучавања врши промену тежина само на основу познавања тренутног улаза и излаза мреже, што се види на слици 5.



Слика 5– Обучавање без учитеља [142]

Појачано обучавање

Појачано обучавање се у неким текстовима не сматра посебном групом обучавања већ се сматра да оно спада под групу обучавања са учитељем, с тиме што је податак о разлици жељеног и старног одзива веома штур, тако да имамо само информацију да ли је до грешке дошло или не. Однос обучавања мреже и њене експлоатације се регулише на два основна начина:

1. Лабораторијско учење

У овом случају мрежа се обучава ван средине у којој ће радити. Средина се симулира скупом података за учење где је сваки узорак тог скупа представљен паром „улаз – жељени излаз“. Жељени излаз постоји само ако се ради о учењу са учитељем. Овај скуп се назива скуп за обучавање и треба да буде такав да што верније представља средину у којој ће мрежа радити. Подаци за обучавање се секвенцијално презентују мрежи и током тог процеса процедура учења прилагођава тежине. Када одзив на податке за обучавање постане задовољавајући мрежа постаје оперативна, тежине веза се фиксирају и мрежа се ставља у експлоатацију.

Код лабораторијског учења, немогуће је у потпуности симулирати понашање средине у којој ће мрежа функционисати скупом за обучавање услед великог могућег броја стања на улазу и због непознавања тачног одзива за комплетан скуп улазних података. Због ове ситуације се обично скуп за обучавање узима тако да је он подскуп скупа могућих стања.

2. Учење у реалном времену

У овом случају се мрежа, без обзира да ли је иницијално обучена или не, ставља у експлоатацију и у току експлоатације учи директно на подацима које добија од радног окружења. У току експлоатације мреже жељени одзив није познат, тако да се примењује обучавање без учитеља. Обучавање без учитеља се може применити у случају неких контролних процеса, где се веома брзо након одзива мреже од средине добије информација да ли је одзив био коректан или не.

У случају да се обучена мрежа побуди улазом или скупом улаза који нису били у тренинг скуп, од обучене мреже се очекује да да тачан одговор, тј. да генерализује проблем.

Такође је веома важно да се дефинише тачка у којој се обучавање прекида, зато што је понекад могуће “преучити” неуронску мрежу, што резултује даљим проблемима.

Процедуре обучавања могу да се поделе на још један начин и то на:

1. Статичке – учење се обавља изменама тежина у мрежи већ одређене архитектуре;
2. Динамичке – осим тежина, у процесу учења мења се и архитектура мреже, док се величина неуронске мреже аутоматски прилагођава проблему који се решава.

Приликом конструсања неуронске мреже неопходно је размотрити која је оптимална величина неуронске мреже, коју архитектуру треба користити, које типове неурона треба употребити, којом процедуром треба обучавати мрежу, како изабрати скуп за обучавање и која је његова оптимална величина, као и како да се обезбеди добра генерализација. На свако од ових питања постоји више одговора, у зависности од проблема који треба решити, и зато то треба урадити веома пажљиво.

На основу свега наведеног типични кораци за примену неуронских мрежа су:

1. Анализа проблема и скупљање свих доступних података;
2. Анализа прикупљених података;
3. Избор типа неуронске мреже која је способна да реши проблем;
4. Подела података на скуп за обучавање и скуп за тестирање;
5. Развијање погодне топологије неуронске мреже ;
6. Избор активационе функције и доношење одлуке по питању броја неурона који ће

- се користити у сваком слоју;
7. Обучавање неуронске мреже и праћење њених перформанси на скупу за тестирање;
 8. Побољшавање неуронске мреже променом топологије, бројем неурона и функцијом неурона.

Постоји више алгоритама за обучавање неуронских мрежа, али један од најпознатијих је алгоритам простирања грешке уназад.

Двослојне мреже имају своје недостатке и зато следи да се увећање процесне снаге може очекивати тек код неуронских мрежа са најмање једним скривеним слојем.

Првобитне алгоритме, који су модификовали тежине на основу поређења стварног и жељеног одзива, немогуће је применити на неуронске мреже са скривеним слојем, јер жељени одзив неурона у том слоју није познат. Зато су *Rumelhart*, *Hinton* и *Williams* развили процедуру за обучавање вишеслојних неуронских мрежа, познату као алгоритам простирања грешке уназад.

Алгоритам простирања грешке уназад користи нелинеарни сигнал неурона, тј. неуроне са нелинеарном активационом функцијом, док се модификација тежина веза скривених неурона обавља на основу сигнала грешке излазних неурона.

Услед наведеног је простирање грешке уназад организовано у две фазе:

1. Фаза 1 – фаза простирања унапред

У овој фази на улаз мреже се доводи сигнал неког од узорака за обучавање, који се простира до излаза, тј. секвенцијално се рачунају одзиви неурона, почев од оних у нултом слоју. Након ове фазе познати су одзиви свих неурона у мрежи.

2. Фаза 2 – фаза простирања уназад

У овој фази се врши модификација тежина. Прво се израчунају парцијални изводи грешке по тежинама неурона, а исте тежине се модификују по правилу градијентног спуста.

Ова фаза се одвија по слојевима и почиње од излазног слоја. Сигнал грешке се простира од излаза ка улазу.

Обе фазе се обављају секвенцијално за све узорке из скупа за обучавање.

Овако дефинисаним алгоритмом простирања грешке уназад модификација тежина се обавља након презентације сваког тренинг узорака. Али код овог алгоритма постоји проблем, који се јасно види приликом реалне примене [139]. То је споро учење и оно се може превазићи оптимизационим алгоритмима.

Kohonen-ова неуронска мрежа или *Kohonen*-ове самоорганизујуће мапе се такође примењују код решавања проблема рангирања и осталих проблема одлучивања, што је описано у литератури [134], [142], [185].

Kohonen-ова неуронска мрежа се разликује од алгоритма простирања грешке уназад по питању тренирања и по питању усвајања обрасца (шаблона). *Kohonen*-ова неуронска мрежа има само два слоја, улаз и излаз, док се излази из ове мреже не састоје од неколико неурона. Када је образац презентован *Kohonen*-овој неуронској мрежи, један од излазних неурона је селектован као „победник“ и он представља излаз из *Kohonen*-ове неуронске мреже. Често ови неурони „победници“ представљају групе у подацима који су презентовани *Kohonen*-овој мрежи.

Најзначајнија разлика између *Kohonen*-ове неуронске мреже и алгоритма простирања грешке уназад је у томе што се *Kohonen*-ова неуронска мрежа обучава ненадгледано, што, како је објашњено у претходном тексту, значи да су *Kohonen*-овој мрежи презентовани подаци, али да није специфициран коректан (жељени) излаз. Коришћењем *Kohonen*-ове мреже ови подаци могу бити класификовани по групама.

Такође је веома важно разумети лимите *Kohonen*-ове неуронске мреже од којих је најважнија да се оне користе у веома једноставној конструкцији мреже, где је потребно исту обучити рапидно, јер ова мрежа садржи само улазне и излазне неуроне.

2.1.3.3. Комбинација вештачких неуронских мрежа и метода вишекритеријумске анализе приликом решавања проблема рангирања

У литературе се могу наћи радови у којима се проблематика рангирања, поред примене вештачких неуронских мрежа са неким од наведених алгоритама обучавања, или примене неке од наведене методе вишекритеријумског одлучивања, решава комбинацијом наведена два начина. У овим радовима се обично тежине добијају једном од метода вишекритеријумске анализе које се затим уводе у вештачку неуронску мрежу, која је пројектована у складу са решавањем датог проблема [11], [112], [115], [162].

2.1.4. Разматрање и одабир методе за пројектовање модела

Приликом израде докторске дисертације размотрене су све три методе вишекритеријумског одлучивања, као и примена вештачких неуронских мрежа, како би се одлучило која метода ће бити примењена, с обзиром да се у решавању датог проблема ради са 922 алтернативе и 377 критеријума, што представља веома велики број.

С обзиром на чињеницу да је основна делатност авио-превозиоца вршење комерцијалног ваздушног саобраћаја, није реално очекивати да руководицац за усклађеност добије велика средства за куповину програма којим ће моћи да пројектује одређени модел и испитује ефикасност истог, којим би могао да рангира стандарде који ће бити увршћени у листу усклађености приликом спровођења провере.

Руководећи се овом чињеницом, а базирајући се на томе да је у литератури приказано доста успешних решења добијених свим наведеним методама, аутор ове докторске дисертације је започела одабир адекватне методе прво на основу доступног програма на тржишту, који је могуће набавити бесплатно у сврхе научно-истраживачког рада.

Прво је у разматрање узето решавање датог проблема применом вештачких неуронских мрежа. Имајући у виду да је приликом решавања наведеног проблема велики утицај имало искуство аутора ове докторске дисертације, примена вештачке неуронске мреже се учинила на први поглед веома добра као метод за решавање, услед коришћења бенефита вештачке интелигенције.

Разматрано је обучавање са надгледањем и без надгледања, пошто се у литератури могу наћи примене оба случаја која су дала веома добре резултате [44], [87], [115], [119], [124], [162], [163], [178], [185], [231].

Обучавање са надгледањем би захтевало дефинисање жељеног излаза, што би у датом случају значило дефинисање жељеног излаза по питању свих 377 критеријума (број неусаглашености по питању SAFA / инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, број догађаја који се пријављују, број промена у компанији итд.). С обзиром да је циљ авио-превозиоца, ако би се гледало са идеалне тачке гледишта, да не постоји ни једна примедба током SAFA / инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, да не постоји ни један пријављен догађај, да не постоје кашњења итд. нереалан, задати то приликом обуке мреже би било неадекватно. Неки оптималан циљ би био да број наведених ставки буде што мањи, како би се постигао што већи степен безбедности, тј. да на основу максималних вредности буду одређивани стандарди који ће се издвајати за проверу и успоставити ранг. Наведено би се могло применити код процене безбедности система на основу индикатора могућности по питању безбедности, што није приступ коме се тежило у овом раду.

Са друге стране, сви наведени критеријуми су регулаторно захтевани, па би поставка да је жењени излаз што мањи број неусаглашености, указивала да се свесно иде на кршење регулаторних захтева, што није прихватљиво.

Такође је разматран и скуп података за обуку мреже, који, како је у ранијем тексту наведено, треба да буде довољно велики, како би обука имала ефекта.

На основу регулативе о условима за обављање ваздушног саобраћаја, авио-превозилац има обавезу да чува документацију система управљања усклађеношћу у периоду од пет година, тако да физичко поседовање података није проблем. Али, с обзиром на чињеницу да се интерна провера спроводи једанпут годишње, циљане провере по истом питању максимум два пута годишње (када би било више, то би значило да корективне мере нису добро дефинисане или примењене), провере подуговарача једанпут у две године, резултати са претходних провера не представљају довољан узорак за обуку.

Поред тога, суштина провере је да се дефинишу неусаглашености и да се исте отклоне, тако да, ако се мрежа обучава на основу података од нпр. три године, то није меродавно, или би значило да се ништа у условима није побољшало, што би представљало велики проблем.

Остали подаци који се прате у овој докторској дисертацији се прате на дневној бази, али ако бисмо желели мрежу која би била валидна за одабир стандарда за наредну проверу, максимално би се могло добити 12 група података (нпр. да се групишу месечно за текућу годину у циљу одабира стандарда за наредну годину), али и то је мали број да би обука била адекватна. У литератури је најмањи примењен скуп за обуку, за овакве случајеве, био са око 80 улаз-излаз парова [231], што у овом случају није применљиво.

Након тога је разматрана *Kohonen*-ова неуронска мрежа, која је код задатака рангирања дала добре резултате. Међутим, код ове мреже, која је објашњена раније у докторској дисертацији, ако бисмо желели да решимо проблем, било би неопходно да велики број проверивача достави своје мишљење по питању ранга *IOSA* стандарда, што је временски доста захтевно. Поред наведеног, да би обука била валидна потребан је доста велики број проверивача који би уградили своје мишљење, што је за мање компаније, као што је и компанија чији су се подаци користили у овом раду, неприхватљиво. Најмањи број различитих унесених мишљења у литератури је 30 [185], док мањи авио-превозиоци немају толико проверивача, а и постојећи број не обухвата провериваче који су експерти за све области, већ за поједине.

На основу наведеног, опција примене вештачких неуронских мрежа, као самосталне методе за решавање проблема у овој докторској дисертацији, је одбачена, након чега су разматране методе вишекритеријумске анализе.

Код проблема рангирања које је потребно решити, где је број критеријума и алтернатива релативно мали, могу да се пројектују модели применом све три методе вишекритеријумског одлучивања (*ANP*, *PROMETHEE*, *ELECTRE*) и могу се добију веома слична решења [11], [165]. С обзиром да је припрема података за све три методе веома слична, потпуно је логично пројектовање сва три модела и коментарисање резултата.

Код примене вештачких неуронских мрежа за решавање проблема рангирања ситуација је мало другачија, услед другачијег приступа, па је у литератури доступна и примена само вештачких неуронских мрежа без комбинација са другим методама, што је такође дало задовољавајуће резултате [231].

Од суштинског је значаја индекс конзистентности, на основу кога се може видети колико је модел добро пројектован, тако да примена и само једне од датих метода даје добре резултате, поготово када се ради о раду са великим бројем критеријума и алтернатива.

Прво је разматран метод *ELECTRE*, за који је, у моменту започињања израде ове докторске дисертације, било доступно више различитих програма али сви програми који су били доступни на тржишту бесплатно, су били доста лимитирани по питању броја критеријума и броја алтернатива, (максимум 100 алтернатива и 100 критеријума), што је за сврху датог рада било потпуно неприхватљиво. *ELECTRE* програм је такође био доступан преко Интернета на сајтовима неких факултета и задовољавао је потребан број критеријума и алтернатива који се разматрају, али није било реално да било који авио-превозилац одобри да на серверу неке институције процесуира своје поверљиве податке.

Након тога је разматран *PROMETHEE* метод, за који је такође, у моменту започињања израде ове докторске дисертације, било доступно више различитих бесплатних програма

непознатих аутора, али који су били доста лимитирани по питању броја критеријума и броја алтернатива, (максимум 100 алтернатива и 100 критеријума), што је за сврху датог рада такође било потпуно неприхватљиво. Посебно место је заузимао *PROMETHEE GAIA* програм, који је у тренутку започињања израде ове докторске дисертације био бесплатно доступан у „бета“ верзији, али који је у том моменту још био у фази израде, са различитим ограничењима, од којих је једно било немогућност снимања постојећег рада и података, док анализа осетљивости још није била доступна. Као и *ELECTRE* програм, *PROMETHEE* програм је такође био доступан путем Интернета на сајтовима неких факултета и задовољавао је потребан број критеријума и алтернатива који се разматрају, али, како је већ наведено, није било реално да било који авио-превозилац одобри да на серверу неке институције процесуира своје поверљиве податке.

На крају је разматран *АНР* метод, за који се у литератури може наћи да није погодан за проблеме са великим бројем критеријума и алтернатива, али по мишљењу аутора овог рада то се односи само на случајеве када се исти примењује рачунским путем, по корацима дефинисаним у поглављу 2.1.2.1, без примене програма.

Програм *Expert Choice* [238] је у демо верзији са лимитираним временом трајања доступан бесплатно и у потпуности је задовољио све потребе овог рада. Поред наведеног, јасан приказ хијерархије свих критеријума и подкритеријума, па све до алтернатива је веома погодан за приказ датог проблема и за његово решавање, тако да је *АНР* усвојен као метод којим ће се пројектовати модел за рангирање *IOSA* стандарда.

Када је *АНР*, као најпогоднија метода одабрана за решавање изазова у овом раду, разматран је и *АНР* са „фази“ логиком, код кога се користе тродимензиони „фази“ чланови и лингвистичке променљиве, да би се превазишле непрецизности и субјективно расуђивање аутора [13].

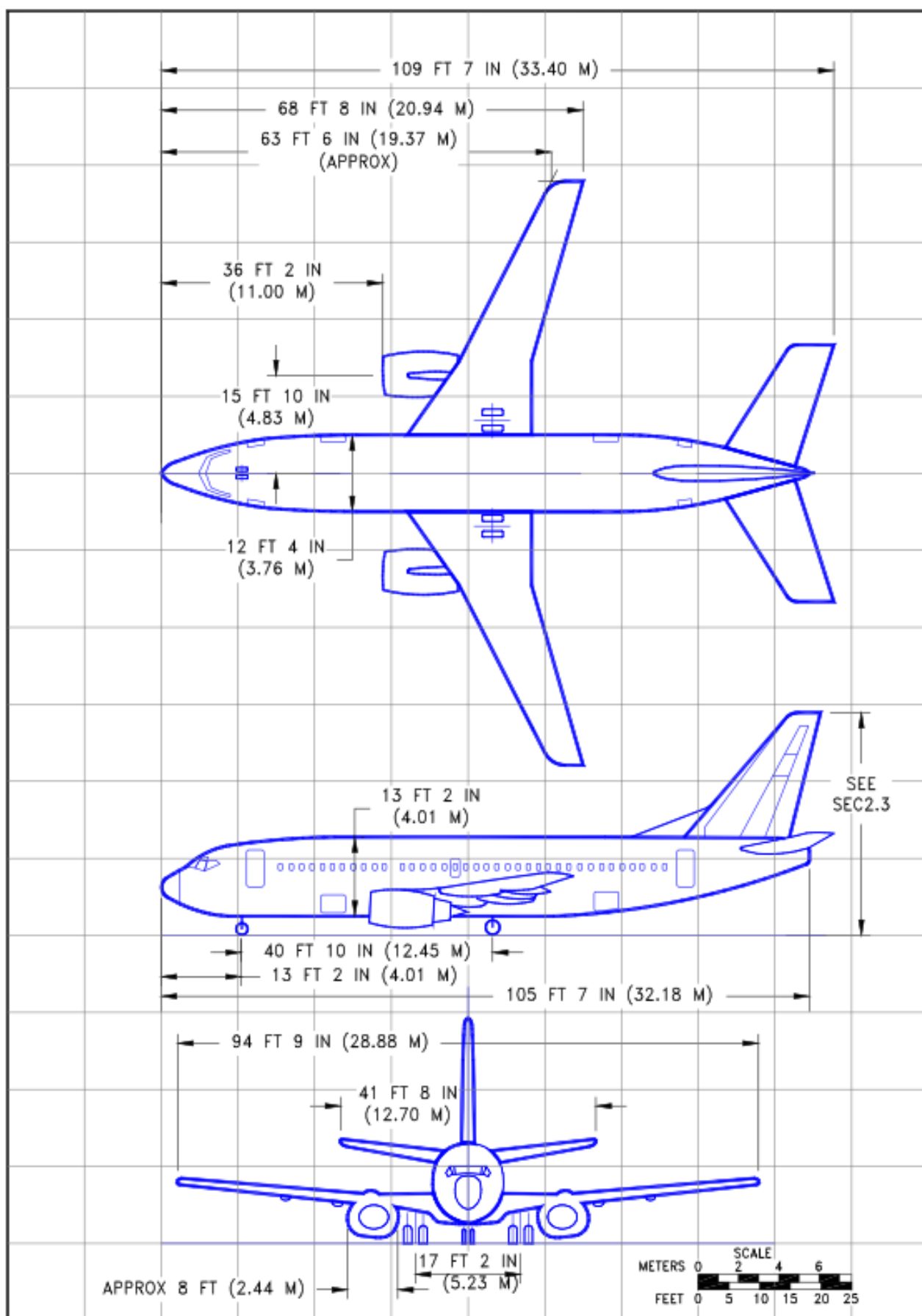
У складу са чињеницом да је у докторској дисертацији, поред субјективне процене аутора, поређење вршено и на основу реалних и прецизних података авио-превозиоца, одлучено је да ће регуларни *АНР* метод бити сасвим задовољавајући. Поред наведеног, регуларни *АНР* ће бити много лакше прихваћен од стране авио-превозиоца, као и од стране запослених, који ће га користити убудуће.

2.2. Одабир авиона са турбофенском погонском групом

За креирање поменутог алата изабран је авион са турбофенском погонском групом В737-300 [23], [24].

Овај авион са турбофенском погонском групом је изабран услед доступности података, као и чињенице да је исти био авион са турбофенском погонском групом у флоти авио-превозиоца у којој аутор докторске дисертације има велико искуство, како у раду са истим, тако и на функцијама вишег руководства, руководиоца за усклађеност и главног проверивача.

Основне карактеристике авиона са турбофенском погонском групом В737-300 су дате од стране произвођача и приказане су на слици 6 и у табели 2.



Слика 6 – Карактеристике авиона са турбофенском погонском групом B737-300 [234]

Табела 2 – Карактеристике авиона са турбофенском погонском групом В737-300 [234]

Карактеристике	<i>B737 - 300</i>
Посада пилотске кабине	2
Број седишта	128
Укупна дужина	33,4 m
Распон крила	28,88 m
Ширина трупа	3,76 m
Висина трупа	4,01 m
Максимална маса при таксирању	56.699 кг
Максимална маса на полетању	56.472 кг
Максимална маса на слетању	51.710 кг
Оперативна маса празног авиона	31.479 кг
Максимална маса са празним резервоарима горива	47.627 кг
Максимална запремина одељка за робу	30.2 m ³
Гориво које се може искористити за летење (резервно и путно гориво и гориво за таксирање)	16.141 кг
Произвођач мотора	<i>CFM International</i>
Модел мотора (2×)	<i>CFM56-3B-1</i>

2.3. Одабир скупа релевантних података и њихова анализа

Да би се израдио алат за управљање процесом формирања листе усклађености за проверу, потребно је дефинисати податке који ће бити коришћени.

2.3.1. Подаци везани за SAFA / инспекцијски преглед на платформи који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе

Чикашка конвенција, која је потписана 1944. године, успоставила је ICAO, и дала оквир за развој међународног цивилног ваздухопловства. Примарна обавеза потписница конвенције је била да надгледају безбедност обављања ваздушног сабраћаја по ентитетима који су под њиховом надлежности, као и да обезбеде да буду задовољени стандарди и препоручене праксе, који су били успостављени од стране ICAO [236].

У току последњих неколико декада, глобализација је имала утицај на ваздушни саобраћај, исто онолико колико и на друге области, док су уочљиве значајне експанзије у области економије, политике, утицаја окружења, посебно на националном и регионалном нивоу. Систем ваздушног сабраћаја је постао значајно комплексан и одржавање високог нивоа безбедности је захтевало све више и више људских, технолошких и финансијских ресурса. Информације доступне ICAO су указале да се значајан број земаља, обухваћених уговором, сусрећу са значајним тешкоћама у спровођењу надгледања функција безбедности. На основу наведеног, указала се потреба да свака држава буде способна да одржава задовољавајући ниво безбедности, али и да се провере спроводе од стране других држава, потписница уговора, чиме се обезбеђивало испуњавање одговорности по питању безбедности, дефинисаних Чикашком конвенцијом.

Године 1996. ICAO је лансирао волонтерски програм процене безбедности националних ваздухопловних власти држава које су чланице. Овај волонтерски програм је замењен 1998. године другим програмом, USOAP (*Universal Safety Oversight Audit Program*), у даљем тексту USOAP, који је усвојен од стране ICAO (резолуција A32-11). Под окриљем USOAP, ICAO је почео спровођење регуларних, обавезних, систематских и усклађених провера безбедности, за све државе које су њене чланице. Спровођење поменутих провера је започело у 1999. години, док су провером биле обухваћене области пловидбености авиона, операције авиона, као и лиценце особља. Процена је била тако пројектована да се на основу резултата могло јасно одредити колики је ниво примене, од стране државе, по питању критичних елемената надгледања система безбедности и релевантних стандарда и препоручене праксе ICAO, као и пратећих процедура, додатног материјала и праксе, који се односе на безбедност.

Европска конференција цивилног ваздухопловства (ECAC – *European Civil Aviation Conference*), у даљем тексту ECAC, је 1996. године лансирала сопствени програм процене безбедности страних авиона од стране Европске уније, SAFA, као комплемент за проверу ICAO. Ова два програма су била повезана преко меморандума о разумевању између ECAC и ICAO.

SAFA програм [235], [236] није имао за циљ да замени или преузме одговорност по питању надгледања безбедности од стране држава или авио-превозиоца. Приликом надгледања безбедности од стране државе или авио-превозиоца, безбедност се разматрала са много више детаља и много темељније, док је SAFA давала опште индикације по питању безбедности страног авио-превозиоца. SAFA је резултовала подацима о безбедности операција одређеног авиона, над којим је извршена процена, док је авио-превозилац предузимао одређене корективне мере, ради кориговања неусаглашености, које су идентификоване од стране SAFA инспектора.

Додатни бенефит овог програма је био да је он пружао могућност ваздухопловним властима државе која је предмет инспекције и држави авио-превозиоца или држави у чијем се регистру налазио предметни авион, за сарадњу са SAFA координаторима, приликом решавања специфичних проблема по питању безбедности. Програм је такође био врло користан за државе чланице ECAC, дајући им алат који је индиковио упозоравајуће вредности приликом сваког случаја када би се догодио значајан проблем везан за безбедност, а у који су били укључени страни авиони или авио-превозиоци. Ови подаци су били јако корисни ради размене и анализе информација, идентификовања критичних тачака у домену безбедности, као и за развој и примену адекватних корективних мера.

Дана 28.10.2012. године је ступила на снагу регулатива о условима за обављање ваздушног саобраћаја (*Air Operations*), која је представљала нову правну основу за инспекцијске прегледе на платформи, који се обављају на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе. Програм инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, је заменио оригинални систем који је био успостављен од стране SAFA директива, док су правила његове примене била представљена новим програмом инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе [65].

Дана 28.10.2014. године Европске стандардне процедуре за SAFA су интегрисане у EASA ДЕО – ARO (захтеви које морају да испуне надлежне власти у области ваздушног саобраћаја) и од наведеног датума се у потпуности примењују [66].

2.3.1.1. Основне карактеристике SAFA програма / програма инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе

Основне карактеристике *SAFA* програм-а [235], [236] / програма инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе [65] су:

- Примена програма од стране свих држава учесница (државе чланице Европске уније (у даљем тексту ЕУ), *ECAC* државе које нису чланице ЕУ и државе које нису чланице ЕУ, али које су потписале уговор са *EASA*;
- Размена резултата инспекција путем централизоване базе података;
- Приступ **са дна ка врху** - програм се базира на инспекцији авиона по слетању / пре полетања, на комерцијалном лету;
- Недискриминаторна природа програма - програма инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, се спроводи и над авионима из треће државе и на авионима из ЕУ држава, на основу захтјева ЕУ.

EASA је одговорна за координацију програма инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, и њене специфичне улоге и одговорности су следеће:

- Прикупљање извештаја путем централизоване базе података са инспекција држава које су укључене у програм инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе;
- Развијање, одржавање и континуирано ажурирање централизоване базе података;
- Обезбеђивање неопходних измена и побољшања примене базе података;
- Анализирање релевантних информација које се тичу безбедности авиона и авио-превозиоца којој исти припада;
- Извештавање о потенцијалним проблемима по питању безбедности у ваздухопловству ка Европској Комисији и свим државама учесницима;
- Саветовање Европске Комисије и свих држава учесница о накнадним акцијама;
- Предлагање координиране акције Европској Комисији и надлежним органима, када је то неопходно из ралога везаних за безбедност и обезбеђивање координације на техничком нивоу тих акција;
- Повезивање са другим Европским институцијама и телима, међународним организацијама и надлежним органима трећих држава о размени информација.

2.3.1.2. Интеграција програма Европске уније у ланац безбедности у ваздухопловству

Базирајући се на *SAFA* / програму инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, извршеним у последњих неколико година, искуство је показало да резултати инспекција дају опште индикације по питању безбедности страних авио-превозиоца. Међутим, мора се имати на уму да су информације добијене као резултат *SAFA* / програма инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, лимитиране, у смислу да није остварена укупна слика по питању безбедности сваког појединог авиона или авио-превозиоца, услед чињенице да стварни аспекти, нпр. обука за унапређење рада посаде и усклађеност са свим задацима програма одржавања авиона, су тешки за процену током инспекције, јер је лимитирано време, као и детаљност и опсежност саме инспекције.

Стварна процена појединог авиона или авио-превозиоца може бити остварена само путем континуираног надгледања од стране одговорних ваздухопловних власти (државе авио-превозиоца или државе регистра).

Централна база података је посебно корисна јер садржи велики број информација које се размењују и на основу којих се може добити много комплекснија слика појединог авиона, типа авиона или авио-превозиоца. Базирајући се на информацијама из централне базе

података, омогућава се координација и усклађивање одлука по питању накнадних акција које ће бити предузете.

SAFA / програм инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, има значајно место у ланцу безбедности и значајно учествује у безбедности ваздухопловства у целости.

2.3.1.3. Алат за анализу и синтезу података

Основа ЕУ програма инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, је централизована база података, којом се управља и коју одржава *EASA* у Келну, у Немачкој. Постојање извештаја у бази података је одговорност ваздухопловних власти земаља чланица. Подаци који се налазе у бази података су поверљиви и могу се размењивати само са осталим земљама чланицама и нису доступни јавности. Бази података могу приступити ваздухопловне власти свих земаља чланица преко безбедног Интернета, док су тренутно све ваздухопловне власти чланица преко Интернета повезане на базу података. Као додаток, приступ у домену гледања је омогућен Европској Комисији и *ICAO*.

EASA спроводи регуларне анализе централизоване базе података. Регуларне анализе се спровode свака 3-4 месеца, са циљем да се идентификују питања у домену безбедности и забрињавајући трендови, који могу бити препорзнати пре него што постану претња за безбедност међународног ваздушног саобраћаја.

Од септембра 2011. године, авио-превозиоци и њихове ваздухопловне власти се могу регистровати за приступ бази података преко Интернета, док је приступ лимитиран на извештаје са инспекцијских прегледа на платформи, који се обављају на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, њихових авиона. Потребно је да прво ваздухопловне власти приступе бази података и тек након тога авио-превозилац може да се региструје. Када једном авио-превозилац или ваздухопловне власти приступе бази података, све даље информације везане за одређени инспекцијски преглед на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, се могу додавати.

Сви авио-превозиоци, које су регистровани у *EASA* бази података за програм инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, могу да виде свој *SAFA* коефицијент, који индикује индекс могућности по питању безбедности авио-превозиоца. Коефицијент се израчунава за сваког авио-превозиоца и представља пондерисани просек, који се добија на основу посебне *EASA* методологије, где се просек рачуна на основу налаза констатованих током инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, где свака категорија налаза има одређени значај. Коефицијент се рачуна за период од 12 месеци, док је однос значаја неусаглашености такав да неусаглашеност категорије 3, наспрам неусаглашености категорије 2 и наспрам неусаглашености категорије 1, износи 8 наспрам 4 наспрам 1.

2.3.1.4. *SAFA* програм / програм инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, и авио-превозилац

Чињенице наведене у предходном тексту се углавном односе на акције које спроводи *EASA* као и ваздухопловне власти. Међутим, авио-превозилац такође има значајну улогу у праћењу резултата *SAFA* / програма инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, и спровођењу корективних мера.

Резултати *SAFA* / програма инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, долазе до авио-превозиоца тако што приликом саме инспекције *SAFA* инспектор упозна посаду са констатованим налазима и може да им да прелиминарни *SAFA* / извештај инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе. Након неког времена, финални *SAFA* / извештај инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, долази до авио-превозиоца и ваздухопловних власти са детаљно описаним неусаглашеностима и њиховом категоријом.

Категорија неусаглашености може бити категорија 1 (информише се летачка посада / представник компаније), категорија 2 (информише се авио-превозилац и ваздухопловне власти), категорија 3 (категорија 3а – рестрикције операција авиона, категорија 3б – корективне акције пре лета, категорија 3ц – приземљење авиона од стране ваздухопловних власти земље у којој се спровела инспекција [65].

За неусаглашености категорије 2 и категорије 3 од авио-превозиоца се захтева да се *SAFA* инспектору, који је спровео инспекцију и констатовао неусаглашеност, достави предлог превентивних и корективних мера које ће авио-превозилац спровести, као и документацију којом потврђује да су исте спроведене.

У случају да је посада добила прелиминарни *SAFA* / извештај инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, током инспекције, посада исти доставља авио-превозиоцу са документима са лета, док путем система извештавања авио-превозиоца обавештава релевантне службе авио-превозиоца (служба за усклађеност и / или служба за безбедност) да је авион на одређеном аеродрому био предмет инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, као и о потенцијалним неусаглашеностима које су констатоване.

Након инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, *SAFA* инспектор поставља *SAFA* / извештај инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, у *EASA* базу података, када релевантној инстанци авио-превозиоца, која има одобрен приступ *EASA* бази података, стиже путем електронске поште информација да је нови извештај постављен.

У случају да је током инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, констатована нека неусаглашеност, авио-превозилац (најчешће служба усклађености авио-превозиоца) анализира неусаглашеност, узроке неусаглашености и упућује захтеве релевантним целинама за превентивним и корективним мерама. Релевантне целине дефинишу превентивне и корективне мере и достављају их служби усклађеност на сагласност, и ако су исте прихваћене, спроводе дате превентивне и корективне мере и достављају служби усклађености потврду / доказ да је превентивна / корективна мера спроведена (нпр. доказ о отклоњеној неисправности наведен у релевантној документацији, доказ о додатном школовању везано за опасни терет, итд.).

Релевантна инстанца авио-превозиоца, која има одобрен приступ *EASA* бази података, поставља у *EASA* базу података наведене извештаје и документе. У случају да су извештај, примењене превентивне и корективне мере, и докази о истима, прихватљиви за *SAFA* инспектора, за наведени инспекцијски преглед на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, припадајуће неусаглашености се сматрају отклоњеним, и то се евидентира у бази података, док, ако *SAFA* инспектор не прихвати предложене и примењене превентивне и корективне мере, авио-превозилац мора да достави нови предлог, све док исти не буде прихватљив за *SAFA* инспектора.

Поред праћења да ли су предложене превентивне и корективне мере заиста спроведене, на основу приложене документације којом се то потврђује, подаци о неусаглашеностима и примењеним превентивним и корективним мерама се користе и у друге сврхе.

Наиме, на основу података о *SAFA* / програму инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, које континуирано прати, руководилац за усклађеност стиче увид у слабости система и на основу тога прави план инспекција и провера, и дефинише критичне области које ће бити предмет истих.

У оквиру службе усклађеност се поред централне *EASA* базе, обично прави база података налаза *SAFA* / програма инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе. Посебно је важно напоменути да без обзира што је *SAFA* / програм инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, најчешће процесуиран од стране службе усклађеност авио-превозиоца, веза са службом безбедност авио-превозиоца не сме бити прекинута. Све податке служба усклађености авио-превозиоца обично доставља служби безбедности авио-превозиоца, која исте разматра са стране њихових утицаја на безбедност и предузима даље акције у свом домену, о чему детаљне информације доставља служби усклађеност авио-превозиоца, да би се цео процес заокружио. Код неких авио-превозилаца и служба безбедност и служба усклађеност имају приступ *EASA* бази података, чиме се наведени процес поједностављује.

Елементи који се проверавају за време *SAFA* / инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, као и методологија, упутства и најбоље праксе су дефинисане у приручнику програма инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе [65] са референцама на регулативу о условима за обављање комерцијалног ваздушног саобраћаја [66].

2.3.1.5. Анализа података *SAFA* / инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, за израду модела

Подаци *SAFA* / инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, су груписани у 4 основне групе (А, Б, Ц, Д) које су подељене у подгрупе, од којих свака поседује своје елементе, како је приказано у даљем тексту.

- **А – Пилотска кабина**

- ❖ Опште

- 1 – Опште стање пилотске кабине
 - 2 – Излази и излази у случају опасности
 - 3 – Комплетна исправност опреме пилотске кабине

- ❖ Документација

- 4 – Летачки приручници (оперативни приручник, приручник о летењу авиона)
 - 5 – Листе провере
 - 6 – Навигационе карте за таксирање пре полетања, полетање, иницијално пењање, пењање на рути, крстарење, понирање, прилаз, слетање и таксирање по слетању
 - 7 – Листа минималне опреме авиона
 - 8 – Важеће уверење о регистрацији авиона

- 9 – Уверење о нивоу емисије буке коју авион емитује у појединим фазама лета
- 10 – Сертификат ваздухопловног оператера
- 11 – Дозвола за употребу радио станице за комуникацију у ваздуху и на земљи
- 12 – Уверење о пловидбености авиона
- ❖ Подаци о лету
 - 13 – Сви елементи припреме лета са свим елементима за стандардне и ванредне операције
 - 14 – Маса и положај тежишта
- ❖ Безбедносна опрема
 - 15 – Ручни апарат за елиминацију пожара
 - 16 – Прслуци за спасавање
 - 17 – Рамени појасеви за пилотска седишта
 - 18 – Опрема за кисеоник и количина кисеоника
 - 19 – Независне батеријске лампе
- ❖ Летачка посада
 - 20 – Професионалне пилотске дозволе са уписаним типом авиона који посада може да користи за летење у комерцијалном саобраћају и састав летачке посаде
- ❖ Налог за лет / Техничка књига авиона или еквивалент
 - 21 – Књига која садржи евиденцију о сатима налета и циклусима летења авиона
 - 22 – Потврда о извршеним радовима
 - 23 – Уочене неисправности и њихово евидентирање
 - 24 – Претполетни преглед авиона
- **Б – Безбедност путничке кабине**
 - ❖ 1 – Опште стање путничке кабине
 - ❖ 2 – Места за седење чланова кабинске посаде
 - ❖ 3 – Комплет за прву помоћ / медицинску помоћ
 - ❖ 4 – Ручни апарати за елиминацију пожара у путничкој кабини
 - ❖ 5 – Прслуци за спасавање у путничкој кабини
 - ❖ 6 – Стање путничких седишта и појасева за везивање
 - ❖ 7 – Излази и излази у опасности, осветљење и независне батеријске лампе
 - ❖ 8 – Тобогани и предајник за одређивање места несреће
 - ❖ 9 – Опрема за снабдевање кисеоником кабинске посаде и путника
 - ❖ 10 – Сликвито упутство за поступање у случају опасности
 - ❖ 11 – Састав и дозволе чланова кабинске посаде
 - ❖ 12 – Доступност излаза који се користе у опасности
 - ❖ 13 – Смештање ручног пртљага у путничкој кабини
 - ❖ 14 – Број путника у путничкој кабини
- **Ц – Стање авиона**
 - ❖ 1 – Опште стање аеродинамичких површина авиона и система који се налазе на спољашњем делу авиона
 - ❖ 2 – Поклопци и врата за приступ инспекцијском прегледу авиона и приступ за редовну експлоатацију авиона
 - ❖ 3 – Команде лета
 - ❖ 4 – Метални наплатци точкова стајног трапа, пнеуматици и кочнице
 - ❖ 5 – Доњи део трупа авиона
 - ❖ 6 – Гондола стајног трапа
 - ❖ 7 – Мотор и носач мотора
 - ❖ 8 – Лопатице, пропелери или ротори

Табела 4 – Подаци о SAFA / инспекцијском прегледу на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, по нивоима

Ниво 1	Ниво 2	Ниво 3	Ниво 4
САФА	Пилотска кабина	Опште	Опште стање пилотске кабине Излази и излази у случају опасности Комплетна исправност опреме пилотске кабине
		Документација	Летачки приручници (оперативни приручник, приручник о летењу авиона) Листе провере Навигационе карте за таксирање пре полетања, полетање, иницијално пењање, пењање на рути, крстарење, понирање, прилаз, слетање и таксирање по слетању Листа минималне опреме авиона Важеће уверење о регистрацији авиона Уверење о нивоу емисије буке коју авион емитује у појединим фазама лета Сертификат ваздухопловног оператора Дозвола за употребу радио станице за комуникацију у ваздуху и на земљи Уверење о пловидбености авиона
			Сви елементи припреме лета са свим елементима за стандардне и ванредне операције Маса и положај тежишта
			Ручни апарат за елиминацију пожара Прслуци за спасавање Рамени појасеви за пилотска седишта Опрема за кисеоник и количина кисеоника Независне батеријске лампе
			Професионалне пилотске дозволе са уписаним типом авиона који посада може да користи за летење у комерцијалном саобраћају и састав летачке посаде
			Књига која садржи евиденцију о сатима налета и циклусима летења авиона Потврда о извршеним радовима Уочене неисправности и њихово евидентирање Претполетни преглед авиона
		Подаци о лету	
		Безбедносна опрема	
		Летачка посада	
		Налог за лет / Техничка књига авиона или еквивалент	
	Безбедност путничке кабине	Опште стање путничке кабине	
		Места за седење чланова кабинске посаде	
		Комплет за прву помоћ / медицинску помоћ	
		Ручни апарати за елиминацију пожара у путничкој кабини	
		Прслуци за спасавање у путничкој кабини	
		Стање путничких седишта и појасева за везивање	
		Излази и излази у опасности, осветљење и независне батеријске лампе	
		Тобогани и предајник за одређивање места несреће	
		Опрема за снабдевање кисеоником кабинске посаде и путника	
		Сликвито упутство за поступање у случају опасности	
		Састав и дозволе чланова кабинске посаде	
		Доступност излаза који се користе у опасности	
		Смештање ручног пртљага у путничкој кабини	
		Број путника у путничкој кабини	
	Стање авиона	Опште стање аеродинамичких површина авиона и система који се налазе на спољашњем делу авиона	
		Поклопци и врата за приступ инспекцијском прегледу авиона и приступ за редовну експлоатацију авиона	
		Команде лета	
		Метални наплатци точкова стајног трапа, пнеуматици и кочнице	
		Доњи део трупа авиона	
		Гондола стајног трапа	
		Мотор и носач мотора	
		Лопатице, пропелери и ротори	
		Јасно видљиве оправке	
		Јасно видљиво неоправљено оштећење	
		Цурење	
	Роба	Опште стање одељка за смештање робе	
		Опасан терет	
		Смештање робе у авиону	
	Опште	Опште	

2.3.2. Подаци о узроцима кашњења из техничких и оперативних разлога

IATA кодови кашњења су креирани да би потпомогли авио-превозиоцима да стандардизују разлоге кашњења комерцијалних летова са полазног аеродрома. Раније су сви авио-превозиоци имали сопствени систем, али услед чињенице да се показала потреба за стандардизованим форматом података о кашњењима, IATA је дала исти. Ови кодови се користе у порукама о кретању, који се шаљу са аеродрома поласка ка одредишном аеродрому [93], [240].

Како сви који раде у ваздухопловству знају да је најскупљи авион онај који стоји на земљи, многи авио-превозиоци годинама улажу огромне напоре да минимизују време које авион проведе на земљи. Веома често, авио-превозилац и пружалац услуга земаљског опслуживања имају уговор који се базира на *бонус-малус* систему, где пружалац услуга земаљског опслуживања плаћа за кашњења која су узрокована пропустима његовог особља.

2.3.2.1. Анализа података о кашњењима из техничких и оперативних разлога за израду модела

Неколико група кодова кашњења су класификована као кашњења на аеродрому. Највећи број авио-превозиоца користи код са две цифре, док неке преферирају алфанумерички формат.

Кодови кашњења који почињу са 0 – Интерне сврхе авио-превозиоца / Остало

Кодови кашњења који почињу нулом се користе за интерне сврхе авио-превозиоца. Сваки авио-превозилац је слободан да користи ове кодове и да за њих одреди специфична поља примене. Ови кодови представљају стандард, чак и ако их авио-превозилац не користи и то су:

- 01 - 05 – интерни кодови авио-превозиоца;
- 06 – место укрцавања путника / место регистрације путника на лет није приступачно, услед активности самог авио-превозиоца, укључујући превремено слетање;
- 09 – планирано време након лета и припреме за наредни лет на платформи аеродорма слетања је мање од декларисаног минималног времена авиона на земљи;

Кодови кашњења који почињу са бројем 1 – Путници и пртљаг

Кодови кашњења који почињу са бројем 1 описују кашњења која су узрокована од стране путника и руковања пртљагом и то су:

- 11 – касна регистрација на лет, прихватање путника после истека времена за регистрацију на лет;
- 12 – касна регистрација на лет, преклапање токова путника у одласку, које ствара велике редове чекања и застој у раду, у простору за регистрацију на лет;
- 13 – грешка приликом регистрације на лет путника и пртљага;
- 14 – прекомеран број продатих карата, грешка у резервацији;
- 15 – укрцавање, одступања и позиви, недостајући путници који су се регистровали на лет;
- 16 - комерцијални публицитет / погодности за путнике, веома важне особе, штампа, оброци на аеродрому због кашњења лета и изгубљене личне ствари;
- 17 – наручивање залиха за потрошњу на лету или на земљи, касне или некоректне наручбине које су дате добављачу;
- 18 – процесуирање пртљага, кашњења услед касног укрцавања пртљага, итд.;
- 19 - смањена покретљивост путника, укрцавање / искрцавање путника са смањеном покретљивошћу;

Кодови кашњења који почињу са бројем 2 – роба и пошта

Кодови кашњења који почињу са бројем 2 се користе да би се описала кашњења која су узрокована од стране руковања робом (21-26) и поштом (27-29) и то су:

- 21 – документација, грешке по питању исте итд.;
- 22 – касно позиционирање;
- 23 – касни прихват;
- 24 – неадекватно паковање;
- 25 – прекомерна продаја, грешке приликом резервације;
- 26 – касна припрема у магацину;
- 27 – документација, паковање итд. (само за пошту);
- 28 – касно позиционирање поште;
- 29 – касно прихватање поште;

Кодови кашњења који почињу са бројем 3 – прихват и отпрема авиона

Кодови кашњења који почињу са бројем 3 описују кашњења која су узрокована услед самог авиона и прихвата и отпреме истог и то су:

- 31 – документација авиона је касно достављена / нетачна – маса авиона и усклађеност масе авиона са лимитима масе услед лимита структуре авиона и лимита услед перформанси летења авиона и положај тежишта, генерална декларација, путнички манифест, итд.;
- 32 – утовар, истовар, утовар вангабаритних ствари, специјалних ставки, утовар у кабину, недостатак особља за утовар;
- 33 – опрема за утовар, недостатак или отказ, нпр. утоваривача палета контејнера, недостатак особља;
- 34 – опрема за опслуживање, недостатак или отказ, недостатак особља (нпр. недостатак степеница);
- 35 – чишћење путничке и пилотске кабине;
- 36 – пуњење/истакање горива, добављачи горива;
- 37 – залихе намењене потрошњи на лету, касна испорука или утовар;
- 38 – јединица за утовар робе, недостатак или отказ;
- 39 – техничка опрема, недостатак, отказ, недостатак особља (нпр. приликом изгуравања авиона са паркинг позиције).

Кодови кашњења који почињу са бројем 4 – Техника и опрема авиона

Кодови кашњења који почињу са бројем 4 се односе на кашњења из технички разлога и то су:

- 41 – откази и неисправности система и опреме на авиону;
- 42 – планирана одржавања, кашњење при спремности за употребу;
- 43 – непланирана одржавања, специјалне провере и/или додатни радови поред уобичајеног планираног одржавања;
- 44 – резервна опрема и опрема за одржавање, недостатак или отказ;
- 45 – авион на земљи, резервни делови које је неопходно донети на други аеродром, где је авион на земљи приземљен због отказа или неисправности;
- 46 – замена авиона из техничких разлога;
- 47 – авион на дежурству, недостатак планираних авиона на дежурству из техничких разлога;
- 48 – планирана измена конфигурације / верзије путничке кабине;

Кодови кашњења који почињу са бројем 5 - Оштећење структуре мотора или опреме и система авиона и отказ аутоматске опреме

Кодови кашњења који почињу са бројем 5 се користе да опишу кашњења која су узрокована оштећењем авиона и отказом аутоматске опреме и то су:

- 51 – оштећење за време летења авиона на комерцијалном лету, удар птице, удар грома, турбуленција, тешко или слетање са превеликом масом изнад структуралних ограничења авиона, колизија за време таксирања авиона;
- 52 – оштећење за време кретања авиона на маневарским површинама аеродрома, колизије (осим за време таксирања, оштећење приликом истовара/утовара, контаминација, вуча авиона, екстермни временски услови);
- 55 – Аутоматизован систем регистрације на лет и контроле утовара (маса и положај тежишта);
- 56 – роба, припрема / документација;
- 57 – План лета;
- 58 – Остали формати компјутерских система;

Кодови кашњења који почињу са бројем 6 – Летачке операције и посада

Кодови кашњења који почињу са бројем 6 се односе на кашњења која су узрокована услед кашњења оперативе или посаде и то су:

- 61 – план лета, касно комплетирање или измена, документације лета;
- 62 – оперативни захтеви, гориво, алтерација утовара;
- 63 – кашњење приликом укрцавања летачке посаде или приликом полетања, другачијег од конекција или дежурства (за летачку или за целу посаду);
- 64 – недостатак летачке посаде, болест, чекање на посаду са дежурства, ограничења рада посаде, оброци за посаде, валидна виза, здравствени сертификат итд.;
- 65 – специјани захтеви летачке посаде који нису у оквиру оперативних захтева;
- 66 – кашњење приликом укрцавања кабинске посаде или приликом полетања, другачијег од конекција или дежурства;
- 67 – недостатак кабинске посаде, болест, чекање на посаду са дежурства, ограничења рада посаде, оброци за посаде, валидна виза, здравствени сертификат итд.;
- 68 - грешке кабинске посаде или специјални захтеви, који нису у оквиру оперативних захтева;
- 69 - захтев летачке посаде авиона за ванредним прегледом обезбеђивања авиона;

Кодови кашњења који почињу са бројем 7 – метеоролошки услови

Кодови кашњења који почињу са бројем 7 се односе на кашњења која су узрокована метеоролошким условима и то:

- 71 – на аеродрому полетања;
- 72 - на одредишном аеродрому;
- 73 - на рути или алтернативном аеродрому;
- 75 – одлеђивање ваздухоплова, уклањање леда и/или снега, превенција од залеђивања, искључујући неупотребљивост опреме;
- 76 - уклањање снега, леда, воде и песка са маневарских површина аеродрома полетања;
- 77 – нарушен прихват и отпрема авиона услед неповољних временских услова;

Кодови кашњења који почињу са бројем 8 – Управљање протоком ваздушног саобраћаја / аеродромски и државни органи

Кодови кашњења који почињу са бројем 8 се односе на кашњења која су узрокована рестрикцијама од стране услуге контроле летења (81-84) и рестрикцијама државних органа или самог аеродрома и то су:

- 81 – проблеми са управљањем протоком ваздушног саобраћаја услед захтева ваздушног саобраћаја и могућностима ваздушног простора на рути, стандардни проблеми са захтевима ваздушног саобраћаја и могућностима ваздушног простора;
- 82 – Управљање протоком ваздушног саобраћаја услед услуге контроле летења - особља/опреме на рути, редукована способност пружања услуге узрокована штрајковима или недостатком особља или кваром опреме, ванредни захтеви услед редукције способности да се пружи услуга у областима које су пословно повезане;
- 83 – Управљање протоком ваздушног саобраћаја услед рестрикција на аеродрому одређења, аеродром и/или полетно-слетна стаза су затворени услед опструкције, штрајкова, недостатка особља, политичких немира, смањења лимита емисије буке, коју авиони могу да емитују у појединим фазама лета, ноћног полицијског часа, специјалних летова;
- 84 – Управљање протоком ваздушног саобраћаја, услед временских услова на аеродрому одређења;
- 85 – обавезно обезбеђивање;
- 86 – имиграционо, царина, фитопатолошка контрола пртљага путника и контрола здравственог стања путника;
- 87 – опрема аеродрома, паркинг за друмска превозна средства, загушење на платформи, систем светлосног обележавања маневарских површина аеродрома и рефлекторско осветљење платформи за паркирање авиона, путничког / робног терминала, лимити места за укрцавање, итд.;
- 88 – Рестрикције на аеродрому дестинације, затворен аеродром / полетно-слетна стаза услед опструкција, штрајк, недостатци особља, политички немири, смањење лимита емисије буке коју авиони могу да емитују у појединим фазама лета, ноћни „полицијски час“, специјални летови;
- 89 – Рестрикције на аеродрому поласка са, или без, рестрикција управљања протоком ваздушног саобраћаја, укључујући услуге аеродромске контроле, вучу и изгуравање авиона, затворен аеродром / полетно-слетна стаза услед опструкција или временских услова (рестрикције услед временских услова у случају регулатива које се односе на само управљања протоком ваздушног саобраћаја, што се односи на код 71), штрајкови, недостатци посада, политички немири, смањење лимита емисије буке коју авиони могу да емитују у појединим фазама лета, ноћни „полицијски час“, специјални летови;

Кодови кашњења који почињу са бројем 9 – реакције

Кодови кашњења који почињу са бројем 9 се односе на кашњења која су узрокована разлозима који представљају реакцију на неке претходне догађаје или неким другим неспецифицираним разлозима и то су:

- 91 – конекције утовара, чекање утовара робе, поште и пртљага трансферних / транзитних путника са другог лета;
- 92 – грешка приликом регистрација путника и пртљага у одласку;
- 93 – ротација авиона, касни долазак авиона са другог лета или са претходног лета;
- 94 – ротација кабинске посаде, чекање кабинске посаде са другог лета;
- 95 – ротације посаде, чекање посаде са другог лета (летачке посаде или летачке и кабинске посаде);

- За сваку од наведених ставки на најнижем нивоу 01 до 05, 06, 09, 11 до 19, 21 до 29, 31 до 39, 41 до 48, 51 до 52, 55 до 58, 61 до 69, 71 до 73, 75 до 77, 81 до 89, 91 - 99 (укупно 77 критеријума) посматран је сваки стандард из *IOSA* приручника са стандардим и дефинисано је да ли је одређени стандард релевантан за одређени критеријум и обрнуто. Након ове акције добијена је табела са 77 колоне (критеријуми) и 922 врсте (*IOSA* стандарди) где је дефинисано који је критеријум релевантан за дати стандард и обрнуто. У табели 5 је приказана методологија наведеног.

[illegible]

За сврху овог рада, подаци о кашњењима су подељени у три нивоа, како је приказано у табели 6.

Табела 6 – Подаци о кашњењима из техничких и оперативних разлога по нивоима

Ниво 1	Ниво 2	Ниво 3
ДЕЛ	Д0 - Кодови кашњења који почињу са 0 – Интерне сврхе авио-превозиоца / Остало	Д01-Д05 - интерни кодови авио-превозиоца
		Д06 - место укрцавања путника / место регистрације путника на лет није приступачно, услед активности самог авио-превозиоца, укључујући превремено слетање
		Д09 - планирано време након лета и припреме за наредни лет на платформи аеродорма слетања је мање од декларисаног минималног времена авиона на земљи
	Д1 - Кодови кашњења који почињу са 1 – Путници и пртљак	Д11 - касна регистрација на лет, прихватање путника после истека времена за регистрацију на лет
		Поглавље 2.3.2.1 [93]
		Д19 - смањена покретљивост путника, укрцавање / искрцавање путника са смањеном покретљивошћу
	Д2 - Кодови кашњења који почињу са 2 – роба и пошта	Д21 - документација, грешке по питању исте итд.
		Поглавље 2.3.2.1 [93]
		Д29 - касно прихватање поште
	Д3 - Кодови кашњења који почињу са 3 – прихват и отпрема авиона	Д31 - документација авиона је касно достављена / нетачна – маса авиона и усклађеност масе авиона са лимитима масе услед лимита структуре авиона и лимита услед перформанси летења авиона и положај тежишта, генерална декларација, путнички манифест, итд.
		Поглавље 2.3.2.1 [93]
		Д39 - техничка опрема, недостатак, отказ, недостатак особља (нпр. приликом изгуравања авиона са паркинг позиције)
	Д4 - Кодови кашњења који почињу са 4 – Техника и опрема авиона	Д41 - откази и неисправности система и опреме на авиону
		Поглавље 2.3.2.1 [93]
		Д48 - планирана измена конфигурације / верзије путничке кабине
	Д5 - Кодови кашњења који почињу са 5 - Оштећење структуре мотора или опреме и система авиона и отказ аутоматске опреме	Д51 - оштећење за време летења авиона на комерцијалном лету, удар птице, удар грома, турбуленција, тешко или слетање са превеликом масом изнад структуралних ограничења авиона, колизија за време таксирања авиона
		Поглавље 2.3.2.1 [93]
		Д58 - Остали формати компјутерских система
	Д6 - Кодови кашњења који почињу са 6 – Летачке операције и посада	Д61 - план лета, касно комплетирање или измена, документације лета
		Поглавље 2.3.2.1 [93]
		Д69 - захтев летачке посаде авиона за ванредним прегледом обезбеђивања авиона
	Д7 - Кодови кашњења који почињу са 7 – метеоролошки услови	Д71 - на аеродрому полетања
		Поглавље 2.3.2.1 [93]
		Д77 - нарушен прихват и отпрема авиона услед неповољних временских услова
	Д8 - Кодови кашњења који почињу са 8 – Управљање протоком ваздушног саобраћаја / аеродромски и државни органи	Д81 - проблеми са управљањем протоком ваздушног саобраћаја услед захтева ваздушног саобраћаја и могућностима ваздушног простора на рути, стандардни проблеми са захтевима ваздушног саобраћаја и могућностима ваздушног простора
		Поглавље 2.3.2.1 [93]
		Д89 - Рестрикције на аеродрому поласка са, или без, рестрикција управљања протоком ваздушног саобраћаја, укључујући услуге аеродромске контроле, вучу и изгуравање авиона, затворен аеродром/полетно-слетна стаза услед опструкција или временских услова (рестрикције услед временских услова у случају регулатива које се односе на само управљања протоком ваздушног саобраћаја, што се односи на код 71), штрајкови, недостаци посада, политички немири, смањење лимита емисије буке коју авиони могу да емитују у појединим фазама лета, ноћни „полицијски час“, специјални летови
	Д9 - Кодови кашњења који почињу са 9 – Реакције	Д91 - конекције утовара, чекање утовара робе, поште и пртљага трансферних / транзитних путника са другог лета
		Поглавље 2.3.2.1 [93]
		Д99 - користи се само ако је јасно да се разлог не поклапа ни са једним од наведених разлога

2.3.3. Подаци о праћењу поузданости авиона са турбофенском погонском групом

Одржавање авиона обухвата ремонт, поправку, инспекцију, замену, модификацију или отклањање отказа и неисправности система и опреме авиона или компоненте [67]. Одржавање авиона се спроводи у складу са програмом одржавања авиона, одобреним од стране надлежне власти и садржи детаље по питању одржавања које треба да се спроведе, укључујући учесталост и све специфичне задатке које се односе на врсту специфичних операција, обједињених процедура и препоручених пракси одржавања [67].

Програм поузданости је развијен за програм одржавања авиона, са сврхом да се обезбеди да ће задаци дефинисани у програму одржавања авиона бити ефективни и да ће њихова периодичност бити адекватна. Наведено може резултирати у ескалацији или укидању задатка одржавања, док је праћење ефективности програма одржавања авиона константно [67].

У зависности од комплексности авиона и природе одређене операције, процедуре програма одржавања авиона могу садржавати приступ одржавања базираног на поузданости [67]. Одржавање базирано на поузданости се састоји од превентивног одржавања, предиктивног тестирања и инспекције, отклањања недостатака или отклањања неисправности, која се назива и реактивно одржавање, као и проактивног одржавања. Поменути приступ повећава вероватноћу да ће авион или компонента функционисати на захтевани безбедно прихватљив начин, преко пројектованог животног циклуса са минималном количином одржавања и искључивања из комерцијалног ваздушног саобраћаја [150].

Да би се поузданост авиона у експлоатацији могла измерити, потребно је да се региструју одређени подаци, који с једне стране морају бити релевантни за приказивање поузданости, а са друге стране морају бити расположиви. Поменути подаци обично приказују ситуације у којима се испољава непоузданост током експлоатације и дефинисани су од стране авио-превозиоца, у складу са наведеним у регулативи везано за континуирану пловидбеност авиона [67] и бенефите стратегија одржавања базираног на поузданости [150]. Системи авиона су представљени од стране *ATA* (*Air Transport Association*) [23], у даљем тексту *ATA*.

Већина авио-превозиоца у свету региструје следеће податке за праћење поузданости [30], [111]:

- *Остварени налет флоте* – мера изложености авиона, његових система и делова радним напрезањима током експлоатације, што представља генератор потенцијалних отказа и неисправности система и опреме на авиону.
- *Примедбе летачке посаде и лиценцираног особља за одржавање авиона и погонске групе авиона на функционисање система авиона* – два различита извора података, међу којима има доста сличности по питању врсте података. Примедбе летачке посаде настају током експлоатације авиона у комерцијалном ваздушном саобраћају. Летачка посада уочава недостатке или неисправности током рада система, па има ту предност да може прикупити и додатне податке о начину манифестовања недостатка или неисправности и околностима под којима је недостатак или неисправност настао/ла.

Лиценцирано особље за одржавање авиона и погонске групе авиона може уочити неисправност система током рада на отклањању недостатака или неисправности, али најчешће приликом извршавања рутинских поступака превентивног одржавања. Многе од превентивних акција одржавања су и уведене ради могућности уочавања неисправности које се још нису манифестовале као откази радне функције система авиона или компоненте авиона.

- *Замена и радионичко одржавање компонената авиона* – Под компонентом авиона се обично подразумевају они склопови који се могу као целина заменити у току линијског одржавања авиона (између два лета). Најчешће се такви делови, због

своје цене, значаја за безбедност, дефинисаног система одржавања и других својстава, третирају као кружећи делови, за разлику од поправљаних и потрошних компоненти авиона или компоненти погонске групе авиона. Компоненте могу бити замењене из више разлога: редовне замене, превремене замене, замене ради модификације, замене ради враћања позајмице и сл.

Посебан значај за поузданост има праћење превремених замена и потврђених недостатака или неисправности система и опреме на авиону. Изворни подаци везани за поузданост компонената сачињени су од података који описују рад компоненте на авиону и података о њеном радионичком одржавању.

- *Техничка кашњења флоте и откази летова* – Код савремених авио-превозилаца један од најважнијих показатеља поузданости је техничка спремност флоте за извршење реда летења. Под техничким кашњењем се подразумева оно које достигне и прекорачи 15 минута али се код неких компанија узима и строжији критеријум од 5 минута. Откази летова из техничких разлога настају када је лет отказан.
- *Технички инциденти и догађаји* – Поред праћења најширег дијапазона могућих неисправности и отказа система и компонената авиона, који најчешће нису од утицаја на безбедност, потребно је пратити посебно оне отказе и неисправности система и опреме на авиону и случајеве који могу потенцијално да угрозе безбедност и/или да изазову примену принудних процедура од стране посаде. Дефиниција и класификација техничких инцидента и догађаја дата је у документу Федералне уредбе о набавци, која представља скуп правила у вези са државним набавкама у Сједињеним Америчким Државама, FAR 121.703 (*Federal Acquisition Regulation*) [239], према којој већина авио-превозилаца прати ову врсту манифестовања непоузданости авиона.
- *Функционисање и одржавање погонске групе* – Као најважнији систем авиона, који може посебно да утиче на безбедност, је погонска група, нарочито мотор у ужем смислу, који захтева специјалну пажњу у праћењу поузданости. Зато се код мотора прате сви догађаји везани за његове неисправности и евентуалне отказе, а могу се испољити у три облика:
 - Потпуни или делимични прекид рада мотора у току лета од стране летачке посаде, као последица уочавања разних абнормалности у раду мотора или/и система, непосредно везаних за рад мотора.
 - Потпуни или делимични прекид рада мотора у току лета, које настаје неконтролисано од стране летачке посаде, у ситуацији када довод горива у мотор није искључен ручицом за прекид довода авио горива у мотор.
 - Превремене замене мотора које настају по уочавању разних абнормалности у раду мотора од стране посаде или службе одржавања, која константно региструје и прати перформансе мотора, као и након налаза о истрошености или оштећења мотора, добијених бороскопским прегледима.

2.3.3.1. Индикатори поузданости авиона у експлоатацији

Теорија поузданости представља научну дисциплину помоћу које се квантитативно изражава поузданост као способност техничког система да врши своју функцију, током одређеног времена, под одређеним условима рада. Ова дисциплина омогућава разне детаљне анализе поузданости појединих делова и система авиона.

Праћење података о поузданости опреме је, поред тога што се захтева регулативом (EASA Део М), од суштинског значаја за планере, пројектанте, руководиоце одржавања, лиценцирано особље за одржавање авиона и погонске групе авиона и у крајњој линији за произвођаче. На основу тих података, опрема се константно побољшава, што резултује сталним побољшањем поузданости - мање отказа опреме и већи степен безбедности.

Да би праћење поузданости у експлоатацији било ефикасно, уведени су индикатори поузданости, који се базирају на подацима поменутим у већ наведеном тексту и који се називају и перформансе поузданости. Преко ових индикатора могуће је брзо уочити трендове кретања експлоатационе поузданости у функцији времена, као и лоцирати настале промене код система и компоненти.

Сходно чињеници да програм поузданости дефинише сваки авио-превозилац за себе, у складу са својом величином и комплексношћу операција које спроводи, наведени индикатори, или перформансе поузданости се прате код већине авио-превозиоца, па су њихове дефиниције углавном универзалне, мада могу постојати и специфичности у појединим применама. Сви индикатори могу се сврстати у четири основне групе:

1. Општи индикатори поузданости авиона и његових система;
2. Индикатори поузданости структуре авиона;
3. Индикатори поузданости компонената авиона;
4. Индикатори поузданости погонске групе авиона.

Општи индикатори поузданости авиона и његових система

За ове индикаторе потребни су следећи улазни подаци:

ТИ – Број регистрованих техничких инцидената у датом периоду;

ПП – Број регистрованих примедби летачке посаде у датом периоду;

ПМ – Број регистрованих примедби лиценцираног особља за одржавање авиона и погонске групе авиона, у датом периоду;

ТК – Број регистрованих техничких кашњења и отказа летова;

Т – Укупно време лета флоте у посматраном периоду (у сатима);

Ц – Укупан број полетања комерцијалних летова у посматраном периоду;

У ову групу спадају следећи коефицијенти:

- Коефицијент техничких инцидената на 1000 часова лета

$$K_{\text{ТИ}} = \frac{1000 \cdot \text{ТИ}}{T} \quad (2.3.3.1.1)$$

Коефицијент $K_{\text{ТИ}}$ се прати само за авион у целини, јер су инциденти ретки догађаји, али је он и показатељ потенцијалног угрожавања безбедности флоте.

- Коефицијент примедби пилота на 1000 часова лета

$$K_{\text{ПП}} = \frac{1000 \cdot \text{ПП}}{T} \quad (2.3.3.1.2)$$

Коефицијент $K_{\text{ПП}}$ се рачуна за сваки систем на авиону (по АТА спецификацији [23]) као и за тип авиона као целину.

- Коефицијент примедби лиценцираног особља за одржавање авиона и погонске групе авиона на 1000 часова лета

$$K_{\text{ПМ}} = \frac{1000 \cdot \text{ПМ}}{T} \quad (2.3.3.1.3)$$

Коефицијент $K_{\text{ПМ}}$ се рачуна за сваки авио систем (по АТА спецификацији [23]) као и за авион у целини.

- Коефицијент техничких кашњења и отказа летова на 100 комерцијалних полетања:

$$K_{TK} = \frac{100 \cdot TK}{\Sigma} \quad (2.3.3.1.4)$$

За многе компаније у свету ово је практично најважнији индикатор поузданости флоте, јер се директно одражава на комерцијални углед авио-превозиоца. Коефицијент се прати по системима (по *ATA* спецификацији [23]) и за авион као целину. Уместо овог индикатора често се користи њему комплементаран – коефицијент техничке спремности флоте за извршење реда летења, K_{TC} :

$$K_{TC} = 100 - K_{TK} \quad (2.3.3.1.5)$$

Коефицијент K_{TC} показује проценат комерцијалних летова који би могли да започну комерцијалне летове према реду летења, с обзиром на техничку исправност авиона.

Индикатори поузданости структуре авиона

У ову групу спада један коефицијент који обухвата само оштећења примарне структуре која су откривена на редовним и ванредним прегледима авиона, док се секундарна структура не прати. Оштећења се односе на елементе структуре који у знатној мери трпе оптерећења у лету, на земљи или услед притиска у кабини авиона, а чије оштећење може значајно да редукује интегритет структуре авиона. Најчешћи узроци оштећења примарне структуре су корозија, компресија, савијање, торзија, удубљења, огреботине, пукотине и сл, што може настати из различитих разлога као што су неадекватно одржавање авиона, неправилно управљање авионом од стране летачке посаде (нпр. тврдо слетање), удараца опреме за опслугу авиона, удара птице током лета, метеоролошких услова током лета (нпр. град) итд.

Коефицијент оштећења примарне структуре на 1000 сати лета је:

$$K_{OC} = \frac{1000 \cdot OC}{T} \quad (2.3.3.1.6)$$

где је:

OC – Број регистрованих оштећења примарне структуре
 T - Укупно време лета флоте у посматраном периоду

Коефицијент K_{OC} се прати по *ATA* спецификацији [23] у *ATA* поглављима структуре 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57 и за авион као целину.

Индикатори поузданости компонената авиона

Индикатори поузданости компонената авиона имају највећи значај за уочавање компонената код којих је дошло до значајних промена експлоатационе поузданости, што омогућава да се правилно усмери даља детаљна анализа. За сваки кружећи део прате се следећи подаци:

$U3$ – Укупан број регистрованих замена компоненте у датом периоду;
 $ПЗ$ – Укупан број превремених замена компоненте у датом периоду;
 $ПК$ – Укупан број потврђених отказа и неисправности компоненте у датом периоду;
 U - Укупно време сати летења компоненте у посматраном периоду (у сатима летења структуре авиона којој је та компонента инсталирана), где је:

$$Y = K_{TY} \cdot T_Y \quad (2.3.3.1.7)$$

K_{TY} – Укупан број позиција компоненте на авиону

T – Укупно време сати налета или сати летења свих авиона у флоти авио-превозиоца одређеног типа авиона за који се дефинише поузданост у посматраном периоду (у сатима)

У ову групу спадају коефицијенти који су међу најзначајнијим за праћење поузданости:

- Коефицијент укупних замена компоненте на 1000 сати лета;

$$K_{y3} = \frac{1000 \cdot y_3}{y} \quad (2.3.3.1.8)$$

На основу коефицијента K_{y3} може се израчунати средње време између замена:

$$MTBP = \frac{1000}{K_{y3}} = \frac{y}{y_3} \quad (2.3.3.1.9)$$

- Коефицијент превремених замена компоненте на 1000 сати лета

$$K_{пз} = \frac{1000 \cdot пз}{y} \quad (2.3.3.1.10)$$

На основу коефицијента $K_{пз}$ може се израчунати средње време између превремених замена компоненти:

$$MTBUR = \frac{1000}{K_{пз}} = \frac{y}{пз} \quad (2.3.3.1.11)$$

- Коефицијент потврђених отказа и/или неисправности компоненте на 1000 сати лета

$$K_{пк} = \frac{1000 \cdot пк}{y} \quad (2.3.3.1.12)$$

На основу коефицијента $K_{пк}$ може се израчунати средње време између отказа и / или неисправности:

$$MTBF = \frac{1000}{K_{пк}} = \frac{y}{пк} \quad (2.3.3.1.13)$$

Индикатори поузданости погонске групе авиона

Потребни улазни подаци су:

$ГМ$ – Укупан број регистрованих потпуних или делимичних прекида рада мотора у току лета од стране летачке посаде, као последица уочавања разних абнормалности у раду мотора или/и система, непосредно везаних за рад мотора

$СМ$ – Укупан број регистрованих потпуних или делимичних прекида рада мотора у току лета, које настају неконтролисано од стране летачке посаде, у ситуацији када довод горива у мотор није искључен ручицом за прекид довода авио горива у мотор

$ПЗМ$ – Укупан број превремених замена мотора

$В$ – Укупно време лета мотора у посматраном периоду (у сатима)

У ову групу спадају следећи коефицијенти:

- Коефицијент потпуног или делимичног прекида рада мотора у току лета од стране летачке посаде, као последица уочавања разних абнормалности у раду мотора или/и система, непосредно везаних за рад мотора, на 1000 сати лета мотора

$$K_{GM} = \frac{1000 \cdot GM}{B} \quad (2.3.3.1.14)$$

- Коефицијент потпуног или делимичног прекида рада мотора у току лета, које настаје неконтролисано од стране летачке посаде, у ситуацији када довод горива у мотор није искључен ручицом за прекид довода авио горива у мотор, на 1000 сати лета мотора

$$K_{CM} = \frac{1000 \cdot CM}{B} \quad (2.3.3.1.15)$$

- Коефицијент превремених замена мотора на 1000 сати налета мотора на структури авиона на који је инсталиран посматрани мотор за који се одређује поузданост или кумулативно време рада на свим структурама авиона на којима је био инсталиран

$$K_{P3M} = \frac{1000 \cdot P3M}{B} \quad (2.3.3.1.16)$$

2.3.3.2. Стандарди и контролне вредности индикатора поузданости авиона

Сваки авио-превозилац према својим стандардима одређује спектар вредности индикатора поузданости у оквиру дозвољених радних толеранција и спектар вредности индикатора поузданости ван дозвољених радних толеранција, које је прописао произвођач авиона / мотора / компоненте. Када перформансе поузданости нису у оквиру дозвољених радних толеранција, које је прописао произвођач авиона / мотора / компоненте, предузимају се одговарајуће анализе и на основу њих доносе одлуке о евентуалним корекцијама система одржавања или о конструктивним побољшањима авиона.

Стандарди перформанси поузданости морају да се формирају на основу искуства авио-превозиоца у којој се примењују. Стандарди не смеју да буду статични, већ прилагодљиви условима експлоатације током времена. Стандарде обично чине два елемента:

- Очекиване вредности индикатора – представљају средње вредности у неком довољно дугом претходном периоду;
- Упозоравајуће вредности индикатора – представљају контролну границу између скупа вредности индикатора поузданости у оквиру дозвољених радних толеранција и скупа вредности индикатора поузданости ван дозвољених радних толеранција, које је прописао произвођач авиона / мотора / компоненте.

На бази средње вредности и стандардног одступања горња упозоравајућа вредност A добија се на основу правила 3 сигме као:

$$A = \bar{X} + 3\sigma \quad (2.3.3.2.1)$$

где су:

$\bar{X}$ - аритметичка средина месечних (или тромесечних) вредности коефицијента X у посматраном претходном периоду [237]

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (2.3.3.2.2)$$

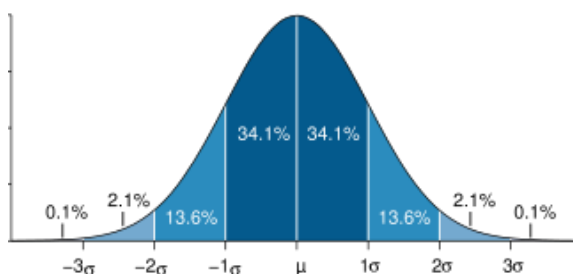
σ - стандардно одступање месечних (или тромесечних) вредности коефицијента X од своје средње вредности у посматраном периоду [339]

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2\right)} \quad (2.3.3.2.3)$$

Правило 3 сигме

Пошто стандардна девијација представља одступање чланова посматраног скупа вредности од средње вредности, њихову дисперзију можемо приказати следећим правилом.

Правило 3 сигме [237] показује да се вредности посматраног скупа налазе унутар 3 сигме на лево и десно од средње вредности. За нормалну расподелу, 68,27% скупа се налази у границама од $(-1 \sigma$ до $1 \sigma)$, 95,45% скупа се налази у границама од $(-2 \sigma$ до $2 \sigma)$, док се 99,73% скупа налази у границама од $(-3 \sigma$ до $3 \sigma)$, што се може видети на слици 7.



Слика 7 – Правило 3 сигме [237]

Када вредност коефицијента X у неком месецу прекорачи упозоравајућу вредност A , значи да се десио мало вероватан догађај. Међутим, много значајније је праћење коефицијента X за последња три тромесечна периода и за последњих годину дана, тако да:

- ако се покаже да је прекорачена упозоравајућа вредност A у последњем тромесечју, следи „упозоравајућа вредност - *“;
- ако је прекорачена упозоравајућа вредност A у последња два тромесечја, следи „упозоравајућа вредност – жуто“;
- ако је прекорачена упозоравајућа вредност A у последња три тромесечја и у последњем месецу, следи „упозоравајућа вредност – црвено“ и тада постоји разлог да се верује да то није само случајно одступање, већ да је можда изазвано систематским разлозима које треба утврдити.

Вредности временских интервала праћења се могу мењати.

Упозоравајуће вредности се примењују само за оне коефицијенте поузданости за које авио-превозилац и/или ваздухопловне власти договором одлуче. Програм праћења поузданости не мора да користи упозоравајуће вредности. У том случају се стандарди поузданости формирају, не на претходно изложени формалан начин, већ комплексним анализама самих изворних података, који се стално прате, или/и прављењем посебних нестандартних анализа примерених конкретном случају. У неким случајевима су упозоравајуће вредности ствар договора, као што је случај код коефицијената погонске групе ($K_{ГМ} = 0.1 - 0.2$ и $K_{ПЗМ} = 0.3$), где је $K_{ГМ}$ коефицијент потпуног или делимичног прекида рада мотора у току лета од стране летачке посаде, као последица уочавања разних абнормалности у раду мотора или/и система, непосредно везаних за рад мотора, на 1000 сати лета мотора, а $K_{ПЗМ}$ коефицијент превремених замена мотора на 1000 сати налета мотора на структури

авиона на који је инсталиран посматрани мотор за који се одређује поузданост или кумулативно време рада на свим структурама авиона на којима је био инсталиран.

Код увођења новог типа авиона у флоту, упозоравајуће вредности се не могу израчунати, јер не постоји довољно искуства у компанији о том типу авиона, али се оне за почетак узимају на следеће начине:

- По препоруци произвођача авиона;
- Од других сличних типова авиона и компонената у својој флоти;
- Од других авио-превозилаца које имају исти тип авиона и раде у сличним условима експлоатације.

2.3.3.3. Анализа података о поузданости авиона са турбофенском погонском групом за израду модела

Подаци на основу којих се прати поузданост су груписани у 7 група са следећим елементима:

- **Примедбе летачке посаде са лета**
 - АТА 21 – Климатизација и притисак у кабини;
 - АТА 22 – Систем за одржавање путање и висине лета авиона уместо директне команде летачке посаде;
 - АТА 23 – Систем за комуникацију;
 - АТА 24 – Електрична енергија;
 - АТА 25 – Опрема / Унутрашње опремање;
 - АТА 26 – Систем заштите од пожара;
 - АТА 27 – Команде лета;
 - АТА 28 – Горивни систем;
 - АТА 29 – Хидраулични систем;
 - АТА 30 – Заштита од леда и кише;
 - АТА 31 – Системи инструмената;
 - АТА 32 – Стајни трап;
 - АТА 33 – Светла;
 - АТА 34 – Навигациони системи;
 - АТА 35 – Кисеонички систем;
 - АТА 36 – Пнеуматски систем;
 - АТА 38 – Систем дистрибуције и складиштења пијаће воде и отпадних вода и фекалија;
 - АТА 49 – Помоћна погонска јединица;
 - АТА 51 – Структура, опште;
 - АТА 52 – Врата;
 - АТА 53 – Труп авиона;
 - АТА 54 – Гондола / Носачи;
 - АТА 55 – Стабилизатори;
 - АТА 56 – Прозори;
 - АТА 57 – Крила;
 - АТА 71 – Погонска група;
 - АТА 72 – Мотор;
 - АТА 73 – Гориво мотора и контроле;
 - АТА 74 – Систем електричног извора за пуштање у рад погонске група авиона;
 - АТА 75 – Ваздух;
 - АТА 76 – Контроле мотора;
 - АТА 77 – Индикатори мотора;

- ATA 78 – Издувни системи;
- ATA 79 – Систем који подржава проток филтрираног уља за мотор са циљем хлађења, подмазивања и чишћења различитих компоненти;
- ATA 80 - Систем за пуштање у рад погонске групе авиона;
- **Кашњење из техничких разлога већих од 15 мин и откази летова**
 - ATA 21 – Климатизација и притисак у кабини;
 - ATA 22 – Систем за одржавање путање и висине лета авиона уместо директне команде летачке посаде;
 - ATA 23 – Систем за комуникацију;
 - ATA 24 – Електрична енергија;
 - ATA 25 – Опрема / Унутрашње опремање;
 - ATA 26 – Систем заштите од пожара;
 - ATA 27 – Команде лета;
 - ATA 28 – Горивни систем;
 - ATA 29 – Хидраулични систем;
 - ATA 30 – Заштита од леда и кише;
 - ATA 31 – Системи инструмената;
 - ATA 32 – Стајни трап;
 - ATA 33 – Светла;
 - ATA 34 – Навигациони системи;
 - ATA 35 – Кисеонички систем;
 - ATA 36 – Пнеуматски систем;
 - ATA 38 – Систем дистрибуције и складиштења пијаће воде и отпадних вода и фекалија;
 - ATA 49 – Помоћна погонска јединица;
 - ATA 51 – Структура, опште;
 - ATA 52 – Врата;
 - ATA 53 – Труп авиона;
 - ATA 54 – Гондола / Носачи;
 - ATA 55 – Стабилизатори;
 - ATA 56 – Прозори;
 - ATA 57 – Крила;
 - ATA 71 – Погонска група;
 - ATA 72 – Мотор;
 - ATA 73 – Гориво мотора и контроле;
 - ATA 74 – Систем електричног извора за пуштање у рад погонске група авиона;
 - ATA 75 – Ваздух;
 - ATA 76 – Контроле мотора;
 - ATA 77 – Индикатори мотора;
 - ATA 78 – Издувни системи;
 - ATA 79 – Систем који подржава проток филтрираног уља за мотор са циљем хлађења, подмазивања и чишћења различитих компоненти;
 - ATA 80 - Систем за пуштање у рад погонске групе авиона;
 - Узроци потекли из спољашње средине;
 - Остале непланиране акције;
 - Планиране и специфичне провере;
 - Индиректни технички разлози.

- **Превремене замене компоненти**

- АТА 21 – Климатизација и притисак у кабини;
- АТА 22 – Систем за одржавање путање и висине лета авиона уместо директне команде летачке посаде;
- АТА 23 – Систем за комуникацију;
- АТА 24 – Електрична енергија;
- АТА 25 – Опрема / Унутрашње опремање;
- АТА 26 – Систем заштите од пожара;
- АТА 27 – Команде лета;
- АТА 28 – Горивни систем;
- АТА 29 – Хидраулични систем;
- АТА 30 – Заштита од леда и кише;
- АТА 31 – Системи инструмената;
- АТА 32 – Стајни трап;
- АТА 33 – Светла;
- АТА 34 – Навигациони системи;
- АТА 35 – Кисеонички систем;
- АТА 36 – Пнеуматски систем;
- АТА 38 – Систем дистрибуције и складиштења пијаће воде и отпадних вода и фекалија;
- АТА 49 – Помоћна погонска јединица;
- АТА 51 – Структура, опште;
- АТА 52 – Врата;
- АТА 53 – Труп авиона;
- АТА 54 – Гондола / Носачи;
- АТА 55 – Стабилизатори;
- АТА 56 – Прозори;
- АТА 57 – Крила;
- АТА 71 – Погонска група;
- АТА 72 – Мотор;
- АТА 73 – Гориво мотора и контроле;
- АТА 74 – Систем електричног извора за пуштање у рад погонске група авиона;
- АТА 75 – Ваздух;
- АТА 76 – Контроле мотора;
- АТА 77 – Индикатори мотора;
- АТА 78 – Издувни системи;
- АТА 79 – Систем који подржава проток филтрираног уља за мотор са циљем хлађења, подмазивања и чишћења различитих компоненти;
- АТА 80 - Систем за пуштање у рад погонске групе авиона;

- **Технички инциденти и озбиљни кварови**

- 01 – Упозорење о ватри / диму – реално;
- 02 – Упозорење о ватри / диму – лажно;
- 03 - Ватра на авиону;
- 04 – Дим на авиону;
- 05 – Пад притиска у путничкој и пилотској кабини;
- 06 – Потпуни или делимични прекид рада мотора у току лета, које настаје неконтролисано од стране летачке посаде, у ситуацији када довод горива у мотор није искључен ручицом за прекид довода авио горива у мотор;

- 07 – Потпуни или делимични прекид рада мотора у току лета од стране летачке посаде, као последица уочавања разних абнормалности у раду мотора или/и система, непосредно везаних за рад мотора;
 - 08 – Отказ горивног система;
 - 09 – Отказ система стајног трапа, укључујући озбиљна оштећења на пнеуматику;
 - 10 – Отказ система кочења;
 - 11 – Отказ команди лета;
 - 12 – Отказ структуре који захтева озбиљне поправке;
 - 13 – Оштећења узрокована издувним системом мотора;
 - 14 – Остали откази настали као резултат процедура за случај опасности;
 - 15 – Озбиљни кварови утрђени или који су се догодили током одржавања авиона.
- **Технички догађаји**
 - 01 – Турбуленција;
 - 02 – Удар грома;
 - 03 – Удар птице;
 - 04 – Остатак страног објекта;
 - 05 – Слетање са прекораченим вредностима лимита масе и брзине, датих од стране произвођача авиона;
 - 06 – Оштећење авиона од стране опреме на земљи;
 - 07 – Откази који нису укључени у догађаје пре V_r брзине;
 - 08 – Откази који нису укључени у догађаје после V_r брзине;
 - 09 – Откази забележени пре него што је мотор почео да узрокује кашњења из техничких разлога.
- **Последице техничких инцидената и техничких догађаја**
 - 01 – Прекинуто полетање;
 - 02 – Испуштање горива са циљем смањења масе авиона;
 - 03 – Прекид лета у ваздуху из техничких разлога, авион се вратио на аеродром полетања;
 - 04 – Прекид лета у ваздуху из техничких разлога, диверзија;
 - 05 – Прекид започињања лета на аеродрому из техничких разлога;
 - 06 – Некомерцијални лет авиона ради повратка авиона на полазни аеродром или на други аеродром, ради отклањања отказа или неисправности опреме или система на авиону;
 - 07 – Замена мотора;
 - 08 – Замена авиона;
 - 09 – Отказивање лета из техничких разлога.
- **Погонска група**
 - Непланирано деинсталирање мотора са авиона;
 - Потпуни или деимични отказ рада мотора у лету.

За сваку од наведених ставки на најнижем нивоу (укупно 144 критеријума) посматран је сваки стандард из *IOSA* приручника са стандардима и дефинисано је да ли је одређени стандард релевантан за одређени критеријум и обрнуто. Након ове акције добијена је табела са 144 колоне (критеријуми) и 922 врсте (*IOSA* стандарди) где је за свако поље дефинисано који је критеријум релевантан за дати стандард и обрнуто. У Табели 7 је приказана методологија наведеног.

Табела 7 – Однос критеријума и *IOSA* стандарда у домену поузданости авиона са турбофенском погонском групом

[illegible]

За сврху овог рада, подаци о поузданости авиона подељени су у три нивоа, како је приказано у табели 8.

Табела 8 – Подаци о поузданости авиона са турбофенском погонском групом по нивоима

Ниво 1	Ниво 2	Ниво 3
РЕЛ	Примедбе летачке посаде са лета	АТА 21 – Климатизација и притисак у кабиниПоглавље 2.3.3.3 [23] АТА 80 - Систем за пуштање у рад погонске групе авиона
	Кашњење из техничких разлога већих од 15 мин и откази летова	АТА 21 – Климатизација и притисак у кабиниПоглавље 2.3.3.3 [23] АТА 80 - Систем за пуштање у рад погонске групе авиона Узроци потекли из спољашње средине (ЕЦ) Остале непланиране акције (ОУА) Планиране и специфичне провере (ССЦ) Индиректни технички разлози (ИТР)
		АТА 21 – Климатизација и притисак у кабиниПоглавље 2.3.3.3 [23] АТА 80 - Систем за пуштање у рад погонске групе авиона
		Упозорење о ватри / диму – реално Упозорење о ватри / диму – лажно Ватра на авиону Дим на авиону Пад притиска у путничкој и пилотској кабини
		Потпуни или делимични прекид рада мотора у току лета, које настаје неконтролисано од стране летачке посаде, у ситуацији када довод горива у мотор није искључен ручицом за прекид довода авио горива у мотор
		Потпуни или делимични прекид рада мотора у току лета од стране летачке посаде, као последица уочавања разних абнормалности у раду мотора или/и система, непосредно везаних за рад мотора
		Отказ горивног система Отказ система стајног трапа, укључујући озбиљна оштећења на пнеуматику Отказ система кочења Отказ команди лета Отказ структуре који захтева озбиљне поправке Оштећења узрокована издувним системом мотора Остали откази настали као резултат процедура за случај опасности Озбиљни кварови утврђени или који су се догодили током одржавања
	Технички догађаји	Турбуленција Удар грома Удар птице Остатак страног објекта Слетање са прекораченим вредностима лимита масе и брзине, датих од стране произвођача авиона Оштећење авиона од стране опреме на земљи Откази који нису укључени у догађаје пре V_r брзине Откази који нису укључени у догађаје после V_r брзине Откази забележени пре него што је мотор почео да узрокује кашњења из техничких разлога
		Прекинуто полетање Испуштање горива са циљем смањења масе авиона Прекид лета у ваздуху из техничких разлога, авион се вратио на аеродром полетања Прекид лета у ваздуху из техничких разлога, диверзија Прекид започињања лета на аеродрому из техничких разлога Некомерцијални лет авиона ради повратка авиона на полазни аеродром или на други аеродром, ради отклањања отказа или неисправности опреме или система на авиону Замена мотора Замена авиона Отказивање лета из техничких разлога
		Непланирано деинсталирање мотора са авиона Потпуни или деимични отказ рада мотора у лету
	Погонска група	Непланирано деинсталирање мотора са авиона Потпуни или деимични отказ рада мотора у лету

2.3.4. Подаци о праћењу параметара лета

Програм праћења параметара лета, представља алат за проактивну идентификацију неправилног рада или рада ван толеранција, које су дозвољене спецификацијом произвођача [223] и представља логички комплемент за извештавање о опасностима и догађајима [25], [27], [29], [34], [41], [51], [116], [120], [121], [126], [147], [213], [219], [220], [222], [223], [226].

Иницијално се уређај за снимање података о лету користио за спровођење истраге удеса и озбиљних незгода у ваздушном саобраћају, посебно оних где чланови посаде нису преживели [103]. На самом почетку рада је препознато да су анализе снимљених података веома корисне за боље разумевање озбиљних догађаја у ваздушном саобраћају. Рутинском проценом параметара уређаја за снимање података о лету може се много научити о безбедности летења и перформансама структуре и мотора. Захваљујући уређају за снимање података о лету и регулаторним захтевима који се односе на исти [106], значајни подаци о свакодневним комерцијалним летовима у ваздушном саобраћају су постали доступни, док су анализе деидентификованих података омогућавале идентификацију угрожавања безбедности, пре него што дође до удеса или озбиљних догађаја у ваздушном саобраћају.

Да би се искористиле поменуте погодности, многи авио-превозиоци успостављају системе за рутинске анализе снимљених параметара лета. Упркос неким иницијалним проблемима, анализирање снимљених параметара редовних летова у комерцијалном ваздушном саобраћају, по реду летења, је постала пракса, која даје подршку програму безбедности авио-превозиоца, јер програм праћења параметара лета са осталим алатима даје проактивно идентификовање угрожавања и деградирања безбедности и могућност смањења ризика који их прате.

Програм праћења параметара лета се може дефинисати као проактивни и некажњив програм за прикупљање и анализирање снимљених података за време редовних летова у комерцијалном ваздушном саобраћају, по реду летења, са циљем побољшања перформанси летачке посаде, оперативних процедура, тренинга, одржавања и пројектовања авиона.

2.3.4.1. Бенефити програма праћења параметара лета

Програм праћења параметара лета се употребљава у сврху праћења и анализе летачке делатности и перформанси рада инжењера на припреми летова и одржавању авиона, мотора и компоненти. Програм праћења параметара лета је логичка компонента система управљања безбедношћу, посебно код авио-превозилаца који изводе комерцијалне летове великог обима ваздушног саобраћаја са разгранатом мрежом линија које опслужују. Успешан програм представља значајну подршку стандардним оперативним процедурама, одвраћа од нестандартних понашања и самим тим се повећава безбедност током лета. Путем пограма праћења параметара перформанси структуре и перформанси мотора током комерцијалног лета, може се детектовати негативан тренд у било којој фази лета на комерцијалном лету и тако олакшати истраге свих догађаја, а не само оних који имају озбиљне консеквенце.

Анализе параметара лета се могу користити у циљу детектовања прекорачења параметара лета и ради идентификовања нестандартних или дефицитарних процедура, недостатака или неправилности у услугама контроле летења, као и код детектовања аномалија у перформансама структуре авиона, погонске групе или компоненти авиона.

Програм праћења параметара лета омогућава праћење различитих аспеката профила лета, као што је одступање од прописаног полетања, пењања, крстарења, понирања, прилажења и слетања, дефинисаног у стандардним оперативним процедурама. Наведени аспекти се могу се разматрати у више корака. Први корак је да се наведена одступања посматрају након лета и да се на основу њих идентификују области са проблемима, које је неопходно решити. Након тога, на основу наведених одступања се дефинишу и примењују оперативне промене, како би се спречило понављање наведених одступања у будућности.

Након примењених оперативних промена, даља испитивања се врше и ради потврде ефективности примењених оперативних промена.

За време анализа догађаја, подаци са уређаја за снимање података о лету, за догађаје у лету, могу бити одређени помоћу унапред дефинисаних података за одређени тип авиона, помоћу чега се олакшавају анализе системских аспеката догађаја. Може се десити да параметри при догађају у лету варирају само незнатно у односу на забележене параметре на осталим летовима, што представља индикацију да је потребна промена у оперативним техникама или тренингу.

Сумарно, програм праћења параметара лета нуди широки спектар примена у управљању безбедношћу, тако да су бенефити за систем управљања безбедношћу, који су добијени применом програма праћења параметара лета следећи:

- Знање о актуелним комерцијалним летовима у ваздушном саобраћају, а не претпоставке о истима;
- Детаљна анализа свих удеса и озбиљних незгода;
- Програмом праћења параметара лета се стиче увид у све елементе експлоатације авиона;
- Помоћ у дефинисању нормалних и неприхватљивих елемената експлоатације авиона;
- Истицање потенцијалних и актуелних опасности;
- Доступне информације о ризицима;
- Истицање тренда и нивоа ризика;
- Евиденција о побољшањима безбедности;
- Повратни подаци везани за цена-бенефит студије;
- Континуиране и независне провере стандарда из домена безбедности;
- Помоћ при идентификовању области за побољшање обуке летачких посада.

2.3.4.2. Захтеви ICAO

На основу Анекса 6, део I, [106], дефинисано је да програм праћења параметара лета треба да буде део система управљања безбедношћу авио-превозиоца. За авио-превозиоце који спроводе међународни комерцијални ваздушни саобраћај, неопходно је да имају културу правичности везано за програм праћења параметара лета, која обухвата адекватну заштиту извора података, док се за функционисање самог програма могу користити услуге специјалних уговорача.

Од 1. јануара 2005. године, оператер авиона са максималном сертификованом структуралном масом на полетању која прелази 27000 кг мора успоставити и одржавати програм праћења параметара лета као део његовог система управљања безбедношћу.

2.3.4.3. Коришћење програма праћења параметара лета

Програм праћења параметара лета се користи за детекцију прекорачења, рутинска мерења, истрагу догађаја, континуирану пловидбеност и повезивање релевантних база података, ради интегрисаних анализа безбедности, процена и накнадних акција, акција кориговања и континуираног праћења.

Програм праћења параметара лета може бити коришћен за детекцију прекорачења или увид у догађаје у домену безбедности, као што су девијације у односу на лимите који су дати у приручнику за експлоатацију авиона, коју публикује произвођач авиона, стандардним оперативним процедурама, или су познати из праксе. Скуп кључних догађаја (који је обично дефинисан у пограму праћења параметара лета на захтев авио-превозиоца/произвођача) дефинише главне области интересовања авио-превозиоца.

Програм праћења параметара лета пружа корисне информације, које могу допунити извештаје летачке посаде. Авио-превозилац такође може модификовати скуп стандарда за

неке догађаје (који морају бити у складу са уговором потписаним од стране летачког особља) који представљају јединствене ситуација које су дефинисане на основу искуства, или у складу са стандардним оперативним процедурама које се примењује. Такође је могуће дефинисати нове врсте извештаја, у договору са летачким особљем, за проблеме у специфичним областима.

Подаци се прате са свих летова, а не само са једног који је генерисао догађај. Одабир параметара, од свих прикупљених, треба да је такав да може да окарактерише сваки лет и омогући компаративну анализу широког ранга оперативне променљивости. Трендови могу бити идентификовани пре него што се појави статистички значајан број догађаја и прате се пре достизања нивоа на коме је уочљиво прекорачење.

Снимљени подаци дају вредне информације за накнадне акције обавезног извештавања о догађајима, као и за остале технике извештавања, док могу бити корисни за презентовање и ревидирање информација добијених од стране летачке посаде. Наведени подаци такође дају прецизне информације о стању и перформансама авиона и могу помоћи у одређивању узрока догађаја.

Подаци о догађајима се могу користити и као помоћ функцији континуиране пловидбености, путем програма праћења мотора, где се снимају перформансе мотора, на основу којих се одређује оперативна ефикасност и предвиђају се будући откази.

Сви подаци прикупљени путем програма праћења параметара лета треба да су смештени у централној бази података. Повезивањем базе података програма праћења параметара лета са осталим базама података у домену безбедности (као што је систем извештавања о догађајима и систем извештавања о техничким недостацима), омогућава се боље разумевање догађаја, чему доприноси и систем унакрсних референци из различитих извора информација. У оваквим условима је неопходно водити рачуна о поверљивости података из програм праћења параметара лета.

Када се опасност или потенцијална опасност једном идентификује, први корак је да се донесе одлука да ли је ниво ризика прихватљив или не. У случају да ниво ризика није прихватљив, адекватне акције за смањење ризика морају бити истражене, док је неопходно проценити утицај предложене измене на друге делове система, како би се спречило померање ризика на друго место у систему. Одговорност за наведене акције мора бити јасно дефинисана и особе које су одговорне морају у потпуности бити подржане од стране авио-превозиоца.

Када се било која корективна акција спроведе, обавезно је активно надгледање, да би се потврдило да ли је корективна мера дала задовољавајуће резултате.

2.3.4.4. Опрема за праћење параметара лета

Програм праћења параметара лета обухвата системе путем којих се прикупљају подаци са лета, трансформишу се у адекватне формате за анализу, генеришу извештаје и визуализују исти, да би се лакше проценили подаци. Ниво софистицираности опреме може варирати, али да би програм праћења параметара лета био ефикасан пожељно је следеће:

- Уређаји на авиону за прикупљање и снимање података, тј. параметара лета широког спектра;
- Трансфер снимљених података са авиона до станица за процесирање на земљи. У прошлости се ово обављало преко меморијских јединица уређаја за снимање путем трака, оптичких дискова и др. Данас се трансфер обавља методама које се базирају на бежичним технологијама.
- Компјутерски системи на земљи који користе специјализоване програме за анализу података (са једног лета и /или у агрегатној форми) и идентификовање девијација од очекиваних перформанси, који потом генеришу извештаје путем којих се интерпретира материјал који се налази у меморији рачунара.

- Опциони програм за анимацију лета на основу интегрисаних података, којим се визуелизује актуелни догађај и презентује симулација услова при датом лету.

2.3.4.5. Опрема авиона са турбофенском погонском групом

Бројни параметри који су снимљени уређајем за снимање података о лету могу одредити област програма праћења параметара лета. На жалост, у неким случајевима је број параметара и могућност снимања дефинисан захтевима да се подаци снимају само као подршка истрази удеса и озбиљних незгода у ваздушном саобраћају, а то је најчешће недовољно за ефективан програм праћења параметара лета. На срећу, многи авио-превозиоци подржавају додатне могућности снимања података, који су доступни за анализе.

Уређај за снимање података о лету је инсталиран у авиону и снима податке са лета на покретни медиј мале цене, као што је трака, оптички диск или чврсти медиј за снимање, који се деинсталирају са авиона после серије летова. Нове технологије уређаја за снимање података о лету су способне да подрже више од 2000 параметара лета. Резолуција и прецизност излазних података који се користе за анализе се проверавају путем програма за анализирање на земљи.

2.3.4.6. Потребна опрема за анализе

Подаци снимљени уређајем за снимање података о лету се складиште на земљи, у одељењу за анализе авио-превозиоца, где се чувају и где је обезбеђена заштита ових осетљивих информација. Варијетети компјутерских платформи, укључујући мрежне рачунаре, имају могућност да раде са програмима потребним за рад са снимљеним подацима. Ови програми су комерцијално доступни, док компјутерска платформа захтева адекватне фронталне и позадинске интерфејсе (обично задате од стране произвођача уређаја) који имају способност да процесуирају различите улазе, који се снимају и који касније могу бити доступни.

Програм праћења параметара лета генерише велику количину података који захтевају специјализоване аналитичке алате. Ови алати, који су комерцијално доступни, олакшавају рутинске анализе података са лета, у циљу откривања ситуација које захтевају корективне акције.

Програми анализирају и процесуирају снимљене податке о лету, тако што програм за детекцију прекорачења обично укључује велики број активатора прекорачења упозоравајућих вредности, изведених из различитих извора, као што су криве перформанси лета, стандардне оперативне процедуре, подаци произвођача о перформансама мотора, изглед полетно-слетне стазе и критеријуми прилаза. Активатори прекорачења упозоравајућих вредности се активирају на назначене упозоравајуће вредности, док програм за анализе може садржавати различите скупове правила, у зависности од аеродрома или географских показатеља.

2.3.4.7. Праћење параметара лета у пракси

Да би програм праћења параметара лета спровео у пракси, авио-превозилац обично прати следећи процес:

- *Успостављање основне линије*
Иницијално оператер успоставља основну линију оперативних параметара у односу на промене које могу бити детектоване и мерене.
- *Неуобучајни или небезбедни услови који су истакнути*
Одређују се нестандартна, неуобичајена дешавања или основни небезбедни услови, тако да њиховим поређењем са задатим границама по питању безбедности промене могу бити квантификоване.

- *Идентификовани небезбедни трендови*
Базирајући се на фреквенцији дешавања, трендови се идентификују, у комбинацији са проценом нивоа озбиљности, док се ризици процењују да би се одредило који од њих може постати неприхватљив, ако се тренд настави.
- *Умањење ризика*
Када се једном неприхватљиви ризик идентификује, пригодна акција за умањење ризика се дефинише и примењује.
- *Ефективност праћења*
Када се спроведу додатне акције, прати се ефективност, потврђујући да су ризици идентификовани и умањени и да се ти ризици неће трансферисати негде другде у систему.

2.3.4.7.1. Анализе и накнадне акције

Подаци програма праћења параметара лета се обично сређују на регуларној бази, а потом се ревидирају од стране радне групе за идентификацију специфичних прекорачења и спречавања нежељених трендова, и на крају, прослеђују се информације летачким посадама.

Ако су евидентни недостаци, приликом технике управљања, од стране летачког особља, информације ће бити деидентификоване, у циљу заштите идентитета летачке посаде. Информације о специфичним прекорачењима су доступне уз сагласност представника летачких посада, ради поверљиве дискусије са поменутим чланом летачког особља. Преставници летачке посаде су неопходан контакт са пилотом, у циљу да се појасне услови, оствари повратна веза и дају савети и препоруке за адекватне акције, као што су поновни тренинг за пилота (спроведен на позитиван и некажњив начин), ревизије оперативних и летачких приручника, итд.

Ради могућности ревизије специфичних прекорачења, сви догађаји се архивирају у бази података. База података се користи за сортирање, валидацију и приказивање података путем извештаја, који су лако разумљиви за руководство. Током времена, ови архивирани подаци могу дати слику тренда и опасности који су можда прошли неопажено. Тамо где развој нежељених трендова постаје евидентан (унутар флоте, или на појединим фазама лета или аеродромској локацији) сектор тренинга може применити корективне мере, да би успоставио стари тренд, путем модификације вежбања на тренингу и/или оперативних процедура. Поред наведених, и остале области оперативне захтевају акције, док накнадно архивирани подаци могу бити коришћени у сврху потврде ефективности било које предузете акције.

Као и у сваком процесу са затвореном петљом, накнадно праћење је неопходно за процену ефективности било које предузете корективне акције. Повратна веза са летачком посадом је суштинска за идентификацију и резолуцију проблема по питању безбедности и може укључити одговоре на следећа питања:

- Да ли ће жељени резултати бити остварени довољно брзо?
- Да ли ће проблем заиста бити коригован или само релоциран у други део система?
- Да ли ће се решавањем предметног проблема увести нови проблеми?

Сва побољшња и откази ће бити снимљени и извршиће се поређење планираних циљева програма са добијеним резултатима, чиме се формира основа за ревизију програма праћења параметара лета и фондацију за будући развој програма.

2.3.4.7.2. Заштита података праћења параметара лета

Руководство авио-превозиоца, а на првом месту летачко особље, имају легитимитет да буду забринути по питању заштите података програма праћења параметара лета, из следећих разлога:

- Коришћење података за дисциплинске сврхе;

- Коришћење података за примену акција против појединаца или против компаније, осим у случајевима незаконитих намера или намерних нарушавања безбедности;
- Обелодањивање поверљивих података у медијима и у јавности;
- Обелодањивање поверљивих података током грађанских парница.

Интегритет програма праћења параметара лета, као и заштита података који су њиме обухваћени, треба да представља приоритет. Било које обелодањивање података за сврху другачију од управљања безбедношћу може компромитовати добровољно давање података програма праћења параметара лета, а самим тим може доћи до нарушавања безбедности лета. Превентива злоупотребе података програма праћења параметара лета треба да буде под окриљем државе, авио-превозиоца и летачког особља.

Да би постојао успешан систем за извештавања догађаја, потребно је да се успостави поверење између руководства и летачког особља и тај однос представља основу за успешан програм праћења параметара лета. Успостављање поверења може бити олакшано са:

- Учешће удружења летачког особља приликом пројектовања, примене и операција програма праћења параметара лета;
- Формални уговор између руководства и летачког особља, ради идентификовања процедура за коришћење и заштиту података.
- Безбедност података, која је оптимизирана следећим условима:
 - Придржавање услова уговора, који је склопљен са удружењем летачког особља;
 - Стриктно лимитиран приступ подацима одређеним појединцима унутар авио-превозиоца;
 - Контрола ради сигурности да је деидентификација података са програма праћења параметара лета урађена што је пре могуће;
 - Обезбеђивање услова у којима се оперативни проблеми брзо прослеђују ка руководству;
 - Уништавање свих идентификованих података што је пре могуће.

Приступ информацијама са идентификационим подацима за време накнадних анализа треба да је доступан само специјално ауторизованим особама из групе летачког особља и примењује се само за сврху истраге.

2.3.4.7.3. Примена програма праћења параметара лета

Приликом имплементације програма праћења параметара лета неопходни су следећи кораци:

- Одобрење генералног директора и потврда да ће подржати примену програма праћења параметара лета;
- Идентификовање кључних чланова тима;
- Договор око циљева и задатака;
- Договор око уговора са летачким посадама и њиховог учешћа;
- Спровођење студије изводљивости и развоја пословног плана – људи, процеси, програми и опрема;
- Обезбедити ресурсе и добити одобрење авио-превозиоца за исте;
- Процена кључних области у оперативи ради дефинисања циљева и циљева могућности;
- Израда детаљне спецификације и уговора;
- Успостављање оперативних процедура;
- Инсталација опреме;
- Обезбеђивање станице за анализе на земљи;
- Обука особља;

- Прикупљање и анализа пробних података и комплетирање приручника;
- Израда завршног извештаја.

Интеграција програма праћења параметара лета са осталим системима праћења безбедности у заједнички систем управљања безбедношћу ће повећати потенцијалне бенефите. Информације о безбедности добијене из осталих програма система управљања безбедношћу дају контекст подацима из програма праћења параметара лета. Заузврат, програм праћења параметара лета може дати квантитативне информације као подршку истрагама које се базирају на мање поузданим субјективним извештајима.

2.3.4.7.4. Циљеви и задаци програма праћења параметара лета

Дефинисање циљева програма праћења параметара лета је неопходно, као и код било ког другог пројекта, ради дефинисања смерница и циљева даљег рада. Препоручује се фазни приступ, који ће омогућити, поред осталог, и развој на основу искуства. На основу наведеног дефинишу се:

- Краткорочни циљеви
 - Успостављање процедура за прикупљање података, тестирање програма и идентификовање отказа или неисправности система или опреме авиона;
 - Валидација и истрага података о прекорачењима;
 - Успостављање кориснички прихватљивих рутина извештавања, за истицање индивидуалних прекорачења и олакшавање прикупљања релевантних статистика.
- Средњерочни планови
 - Издавање годишњих извештаја, укључујући кључне индикаторе перформанси;
 - Додавање осталих модула за анализе (континирана пловидбеност, итд.);
 - План за додавање новог типа авиона у програм;
 - Информације са мреже у оквиру информационог система авио-превозиоца.
- Дугорочни планови
 - Дефинисање напредних програма обуке, на основу резултата програма праћења параметара лета;
 - Коришћење резултата праћења за бољу искористљивост резервних делова, путем редукције складиштења.

2.3.4.7.5. Тим за праћење параметара лета

На основу искуства из праксе, може се закључити да тим за покретање програма праћења параметара лета може варирати у величини - од једне особе до више њих, организованих у сектор, у зависности од величине флоте. Без обзира на број људи укључених у тим по питању програма праћења параметара лета, функције наведене даље у тексту треба да су задовољене или да сваку функцију покрива једна особа или да је више функција покривено од стране једне особе. У случају веома малих авио-компанија, могуће је уговорити наведену функцију, али одговорност за програм праћења параметара лета се не може делегирати.

Сви запослени, који су укључени у програм праћења параметара лета, морају имати завршену најмање основну обуку у специфичним областима анализа везано за програм праћења параметара лета. Такође је неопходно ангажовати довољан број људи. Недостатак наведених ресурса обично резултира у смањеним перформансама или чак у отказу целог програма праћења параметара лета.

Тим за програм праћења параметара лета чине:

- Вођа тима – особа у коју летачко особље имају поверење и која има потпуну подршку, како код руководства, тако и код летачке посаде. Наведена особа мора

имати директан контакт са летачком посадом, у ситуацијама када се захтевају дипломатске вештине. Ова особа дејствује независно од осталих у линији руководства по питању препорука и мора бити виђена од стране свих као особа са високим нивоом интегритета и непристрасности. Вођа тима мора имати добре аналитичке, презентационе и управљачке способности.

- Тумач летачке делатности – Ова особа је обично члан летачког особља (или можда скоро пензионисани старији капетан или инструктор), који добро познаје руте и авионе авио-превозиоца. Овај члан тима поседује добро познавање стандардних оперативних процедура, карактеристике управљања авионом, аеродроме и руте, који ће бити коришћени за програм праћења параметара лета.
- Тумач за област пловидбености авиона – Ова особа тумачи податке програма праћења параметара лета, у складу са техничким аспектима операција авиона и фамилијарна је са погонском групом, структуром и системима авиона. Наведена особа је у потпуности упозната са захтевима свих целина по питању информација и инжењерских програма праћења, који се користе код авио-превозиоца.
- Представник контакта са посадом – особа која представља везу између одговорног лица за обуку посада / руководиоца на флоти са посадом, која је обухваћена битним условима на које је указао програм праћења параметара лета. Ова позиција захтева добре људске карактеристике и позитиван став према едукацији у домену безбедности. Ова особа је обично представник удружења летачких посада и она ће бити једина особа којој ће бити дозвољено да има увид у повезаност идентификационих података са одређеним догађајем.
- Инжењерско - техничка подршка – овај члан тима мора имати знање везано за програм праћења параметара лета, као и знање о удруженим системима потребним за покретање програма праћења параметара лета. Особа је обично специјалиста за авионику, и врши супервизију исправности која се захтева за системе програма праћења параметара лета.
- Координатор за безбедност у лету – ова особа повезује информације програма праћења параметара лета са осталим програмима праћења безбедности у лету (као што је нпр. обавезни и/или поверљиви програм система извештавања о догађајима) и креира веродостојан интегрисани контекст за све информације. Ова функција може редуковати дуплиране накнадне истраге;
- Администратор – особа одговорна за свакодневно покретање система, издавање извештаја и анализа. Методично, са знањем о општем оперативном окружењу, ова особа обезбеђује рад програма праћења параметара лета.

2.3.4.7.6. Програми за анализу параметара лета

Уређај за снимање података о лету је доступан на авионима и може бити анализиран по питању адекватне конфигурације и система анализирања. Чак и када авио-превозилац може конфигурисати различите обрасце догађаја и нивое прекорачења, често се у продаји могу наћи програмски пакети, који већ садрже предлоге програма праћења параметара лета за различите типове авиона. Овакав приступ није баш најпогоднији по питању цене и ефективности за авио-превозиоца, који по први пут конфигурише систем праћења параметара лета.

Неки произвођачи авиона активно учествују у изради програма праћења параметара лета за њихов авион, нудећи авио-превозиоцу свеобухватне пакете, укључујући алате и програме, скрипта за подршку њиховим методама и процедурама за програм праћења параметара лета, као и додатну асистенцију приликом примене њихових програма. Остали фактори трошкова се разматрају на основу:

- Трошкова инсталације;
- Трошкова обуке;

- Трошкова ажурирања програма.
- Остале софтверске лиценце које могу бити потребне.

Програм праћења параметара лета је често виђен као један од најскупљих система за поршку безбедности, по питању иницијалног трошка, уговора о куповини или коришћењу програма, као и персоналних захтева. У реалности, програм праћења има потенцијал да авио-превозиоцу уштеди приличну количину новца, редуковањем ризика од удеса и озбиљних незгода у ваздухшном саобраћају, побољшањем оперативних стандарда, идентификацијом екстерних фактора који утичу на операције и побољшањем инжењерских програма праћења.

2.3.4.8. Анализа података програма праћења параметара лета за израду модела

С обзиром да се, како је већ наведено, код модерних авиона прати огроман број параметара, за сврху ове докторске дисертације ће се посматрати следећи параметри:

- **Захтеви по питању положаја авиона у простору**
 - Ротација авиона око бочне осе
 - Кретање авиона око уздужне осе
 - Курс авиона
- **Захтеви у погледу потиска мотора**
 - Проценат од максималне вредности броја обртаја у минути компресора ниског притиска у турбофенском мотору (мотор 1)
 - Проценат од максималне вредности броја обртаја у минути компресора ниског притиска у турбофенском мотору (мотор 2)
 - Проценат од максималне вредности броја обртаја у минути компресора високог притиска у турбофенском мотору (мотор 1)
 - Проценат од максималне вредности броја обртаја у минути компресора високог притиска у турбофенском мотору (мотор 2)
 - Температура издувних гасова који напуштају турбину (мотор 1)
 - Температура издувних гасова који напуштају турбину (мотор 2)
 - Угао ручице потиска (лево)
 - Угао ручице потиска (десно)
 - Укупна температура
- **Захтеви у погледу путање лета, брзине и конфигурације**
 - Апсолутна висина
 - Калибрисана брзина
 - Гравитациона сила
 - Максимална гравитациона сила
 - Уздужно убрзање
 - Бочно убрзање
 - Закрилца (лево)
 - Закрилца (десно)
 - Систем за комуникацију
 - Статус повратног потиска (мотор 1, полуга лево)
 - Статус повратног потиска (мотор 1, полуга десно)
 - Статус повратног потиска (мотор 2, полуга лево)
 - Статус повратног потиска (мотор 2, полуга десно)
 - Разјашњење апсолутне висине / Референтна тачка аеродрома
 - Брзина у односу на површину земље
 - Географска дужина
 - Географска ширина

[illegible]

За сврху овог рада, подаци о програму праћења параметара лета подељени су у три нивоа, како је приказано у табели 10.

Табела 10– Подаци програма праћења параметара лета по нивоима

Ниво1	Ниво 2	Ниво 3
ФДР	Захтеви у погледу положаја авиона у простору	Ротација авиона око бочне осе
		Кретање авиона око уздужне осе
		Курс авиона
	Захтеви у погледу потиска мотора	Проценат од максималне вредности броја обртаја у минути компресора ниског притиска у турбофенском мотору (мотор 1)
		Проценат од максималне вредности броја обртаја у минути компресора ниског притиска у турбофенском мотору (мотор 2)
		Проценат од максималне вредности броја обртаја у минути компресора високог притиска у турбофенском мотору (мотор 1)
		Проценат од максималне вредности броја обртаја у минути компресора високог притиска у турбофенском мотору (мотор 2)
		Температура издувних гасова који напуштају турбину (мотор 1)
		Температура издувних гасова који напуштају турбину (мотор 2)
		Угао ручице потиска (лево)
		Угао ручице потиска (десно)
		Укупна температура
	Захтеви у погледу путање лета, брзине и конфигурације	Апсолутна висина
		Калибрисана брзина
		Гравитациона сила
		Максимална гравитациона сила
		Уздужно убрзање
		Бочно убрзање
		Закрилца (лево)
		Закрилца (десно)
		Систем за комуникацију
		Статус повратног потиска (мотор 1, полуга лево)
		Статус повратног потиска (мотор 1, полуга десно)
		Статус повратног потиска (мотор 2, полуга лево)
		Статус повратног потиска (мотор 2, полуга десно)
		Разјашњење апсолутне висине/Референтна тачка аеродрома
		Брзина у односу на површину земље
		Географска дужина
		Географска ширина

2.3.5. Подаци о резултатима са претходних провера

Сходно чињеници да се документација са провере, у складу са регулативом, чува обавезно у периоду од пет година, иста се користи и у друге сврхе. Подаци са претходних провера су врло корисни, како за увођење у посао нових проверивача и запослених у служби усклађеност, тако и за увид у критичне области система, или у најмању руку, у области система на које је неопходно обратити пажњу.

Без обзира на чињеницу да се неусаглашености отклањају у одређеном року, само постојање дате неусаглашености у неком моменту, може указати на проблеме у некој целини или области рада, које можда имају далекосежније последице од оних које се на први поглед виде. Са друге стране, када је неусаглашеност прописно отклоњена у дефинисаном року, одабир стандарда за листу усклађености, по којој ће се спроводити наредна провера, на основу истих, није баш много меродаван.

Услед тога, податке са претходних провера треба посматрати у ширем смислу и у ширем контексту, разматрајући следећа питања: да ли нека неусаглашеност утиче, или би могла да утиче на неки други стандард, да ли више различитих неусаглашености имају исти узрок, да ли више различитих неусаглашености даје исте негативне консеквенце, итд. Тек на основу чињеница које се добију оваквим разматрањем могу се квалитетно искористити подаци са претходних провера.

Такође је веома битно размотрити и стандарде код којих се поново појављују неусаглашености, иако је неусаглашеност отклоњена у дефинисаном року. Ово се најчешће дешава код неусаглашености које су констатоване по питању примене и које су проверене током додатне провере, при чему је утврђено да су отклоњене. У случају да се током нове провере неусаглашеност понови, следи да суштински узрок неусаглашености није довољно добро дефинисан или да се ради о људском фактору, што опет повлачи друге неусаглашености у домену обуке, одабира кадра итд..

Посебно треба назначити да су стандарди наведени у *IOSA* приручнику са стандардима тако конципирани да постоји узајамна зависност између стандарда, посебно у домену безбедности и усклађености, док се друге зависности такође могу успоставити. На основу наведене чињенице, неусаглашеност констатована у једном од наведених укрупњених стандарда може бити само појединачан случај, док ако се иста појави код два или више стандарда, који су међусобно повезани, неопходно је размотрити одговарајући стандард на корпоративном нивоу, као и све остале релевантне стандарде.

2.3.5.1. Анализа података са претходних провера за израду модела

Подаци на основу којих се прате резултати претходних провера су следећи:

- Осматрање – препорука, коју није обавезно отклањати;
- Налаз категорије 1 – озбиљна системска неусаглашеност коју треба отклонити у што краћем року, обично у року од 2 - 7 дана, а најкасније у року од 30 дана, у зависности од неусаглашености;
- Налаз категорије 2 – неусаглашеност коју треба отклонити у року од 60 дана;
- Налаз категорије 3 – неусаглашеност коју треба отклонити у року од 90 дана.

За сваку од наведених ставки (укупно 4 критеријума) посматран је сваки стандард из *IOSA* приручника са стандардима и дефинисано је да ли је одређени стандард релевантан за одређени критеријум и обрнуто. Након ове акције добијена је табела са 4 колоне (критеријума) и 922 врсте (*IOSA* стандарди) где је за свако поље дефинисано који је критеријум релевантан за дати стандард и обрнуто. У табели 11 је приказана методологија наведеног.

Табела 11 – Однос критеријума и *IOSA* стандарда у области резултата са претходних провера

<i>IOSA</i> / Критеријум	1	...	4
<i>IOSA 1</i>			
...			
...			
...			
...			
...			
...			
...			
...			
...			
...			
...			
...			
...			
...			
...			
...			
...			
...			
<i>IOSA 922</i>			

За сврху овог рада, подаци о резултатима са претходних провера су подељени у два нивоа, како је приказано у табели 12.

Табела 12 – Подаци о резултатима са претходних провера по нивоима

Ниво 1	Ниво 2
EXA	Осматрање
	Налаз категорије 1
	Налаз категорије 2
	Налаз категорије 3

2.3.6. Подаци о значају сваког стандарда по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом

Посматрајући *IOSA* приручник са стандардима, који садрже око 900 стандарда (у зависности од издања и измене), не може се рећи да је неки стандард битан, а неки не. Да би се добио *IOSA* сертификат потребно је задовољити све наведене стандарде, који представљају минимум стандарда које авио-превозилац треба да задовољи, да би радио у складу са регулативом и да би се сматрао безбедним авио-превозиоцем.

Међутим, на основу искуства аутора ове докторске дисертације, јасно је да неки стандарди имају мањи значај у односу на друге и то на основу последица које могу резултовати из неусклађености са датим стандардом, као и колико других неусаглашености се може појавити као последица истих.

У одређивању значаја сваког стандарда искуство игра веома важну и одлучујућу улогу. Такође је веома важно комуницирати са представницима оперативних целина, посебно када се ради о циљаној провери, јер се од истих могу добити веома важне информације везане за сврху провере.

Без обзира на чињеницу да је у надлежности руководиоца за усклађеност дефинисање плана провере, сврхе и обима провере, као и листе усклађености, руководиоца за усклађеност

не треба да буде превише изолован приликом дефинисања истих (када говоримо о проверама унутар самог авио-превозиоца), већ треба да комуницира са свим релевантним руководиоцима.

Када се постигне таква култура да запослени и руководиоци одређених оперативних целина престану да посматрају целину усклађеност и руководиоца за усклађеност као целину / особу која долази да сагледа шта није добро урађено у домену дате оперативне целине и од стране одрђене особе, већ када почну да на проверу гледају као на акцију путем које могу да исправе неусаглашености или једноставно да побољшају одређене праксе на документован и уређен начин, тада прави бенефити провере долазе до изражаја.

Ситуација у којој се руководиоци оперативних целина договарају са руководиоцем за усклађеност и захтевају проверу њихове целине да би проверили да ли су у сагласности са свим захтеваним регулативама по одређеном питању, сматра се да је култура по питању безбедности постигнута.

На наведени начин, пре сваке провере и пре дефинисања листа усклађености од стране руководиоца за усклађеност, руководилац за усклађеност може да поразговара са релевантним руководиоцем за одређену целину и добије веома корисне информације по питању критичних области које руководилац одређене целине може боље да сагледа. Наравно, с обзиром да је улога целине усклађеност да надгледа усклађеност свих целина са регулативом, не сме се много ослањати на наведене добијене информације, нити му то сме бити главни ослонац, већ само као додатна помоћ путем информација које руководилац за усклађеност мора објективно да размотри. Наведени разговор и добијене информације немају званичан карактер, већ више представљају знак добре сарадње, у циљу стварања позитивне атмосфере предстојеће провере, које је на основу искуства аутора ове докторске дисертације давало веома добре резултате и велики напредак ка позитивној култури провере.

Поред наведеног, постоје подаци које руководилац за усклађеност прати путем својих свакодневних активности и који могу или не морају бити презентовани у званичној форми, али дају доста веома значајних информација руководиоцу за усклађеност. То су извештаји руководиоца кабинског особља са лета, извештаји руководиоца станице у иницијалном, увид у жалбе путника итд., разне преписке по одређеним питањима, као и размена информација на састанцима. Све ове информације руководилац за усклађеност прати и на основу њих узима у разматрање одређене стандарде са већим приоритетом у односу на друге. И овде је фактор искуства и способност ширег увида веома важан и од непроцењивог значаја за одабир стандарда који ће бити обухваћени листом усаглашености.

Ако се ради о циљаној провери за одређену област, онда је неопходно сагледати све аспекте наведене области, као и захтеве регулативе и наведено уврстити у доношење одлуке. Пошто је за израду ове докторске дисертације, област перформанси авиона изабрана, као област са великим значајем за безбедност, аутор ове докторске дисертације размотрио је и релевантне информације за исту.

2.3.6.1. Перформансе авиона

Перформансе авиона се односе на способности авиона и његова ограничења, да оствари задатке који га чине корисним за одређене сврхе, и то је тема која је доста обрађена у литератури [38], [42], [83], [84], [106], [110], [137], [149], [156], [157], [172], [173], [211], [215], [217], [218], [227].

Фактори који утичу на перформансе авиона су маса авиона, атмосферски услови, окружење, полетно-слетна стаза, као и основни физички закони који утичу на силе које делују на авион. На основу увида у литературу аутора ове докторске дисертације, једно од најбољих објашњења наведеног су документи Савезне управе за цивилно ваздухопловство Сједињених Америчких Држава (*FAA – Federal Aviation Administration*), у даљем тексту *FAA*, [211], [217], [218] од којих су [217], [218] два издања истог документа, али сходно чињеници да се у ранијем издању наведеног документа [217] налазе пригоднија објашњења за сврху

овог рада, која су последњим издањем [218] пребачена у други документ [211], у другачијој форми, пријемчивијој за летачко особље, за сврху ове докторске дисертације су коришћена оба издања поменутог документа, у деловима који суштински нису измењени насталим променама.

2.3.6.2. Значај података о перформансама

Перформансе или секција везана за оперативне информације, се могу видети у приручнику за летење авиона, где се налазе оперативни подаци везани за авион, тј, подаци који се односе на полетање, пењање, долет, издржљивост, понирање, прилажење и слетање. Употреба наведених податка приликом лета је неопходна да би се остварио безбедан и ефикасан лет.

Потребно је нагласити да информације добијене од произвођача авиона, као и приказане у приручнику за летење авиона нису стандардизоване. Неки подаци су дати у облику табела, док су други приказани путем графикана / дијаграма / карата. Поред наведеног, подаци о перформансама могу бити представљени на основу стандардних атмосферских услова, притиску по висини или густини по висини. Такође је важно нагласити да информације о перформансама наведене у приручнику за летење авиона имају веома малу или скоро никакву вредност, ако корисник истих не препозна варијације и направи неопходна подешавања.

Да би се практично користиле могућности авиона, при његовим ограничењима, неопходно је разумевање значаја оперативних података. Такође је потребно знање везано за основе перформанси, као и значење различитих термина који се користе у описивању могућности и ограничења.

2.3.6.3. Перформансе авиона са турбофенском погонском групом и безбедност

Као што је у претходном тексту наведено, перформансе авиона је термин који се користи да опише способност авиона да оствари задатке који га чине корисним за одређене сврхе. На пример, способност авиона да слети и полети при врло малој дужини расположиве полетне - слетне стазе је важан фактор када се ради о аеродромима са кратким и необрађеним полетним - слетним стазама. Способност да се носе велики терети, да се лети на великим висинама и при великим брзинама, или долет на велике раздаљине, је од суштинског значаја за авио-превозиоца.

Главни елементи перформанси авиона су потребне дистанце за полетање и слетање, стопа пењања, максималана висина коју авион може да достигне и одржава, носивост, долет, брзина, покретљивост, стабилност и економичност у потрошњи горива.

Неки од наведених фактора су често супротни - велика брзина у односу на малу дужину полетно-слетне стазе при слетању, велики долет у односу на велику носивост, висока стопа пењања у односу на потрошњу горива итд. Сваки од наведених фактора или комбинације неких од њих, диктирају разлике које постоје од авиона до авиона. Различити елементи перформанси авиона резултују из комбинације авиона и погонских карактеристика. Аеродинамичке карактеристике авиона генерално дефинишу снагу и потисак који се захтевају у различитим условима лета, док погонске карактеристике генерално дефинишу снага и потисак који су доступни при разлиту условима лета. На произвођачу је да усклади аеродинамичку конфигурацију са погоном, да би се обезбедиле жељене перформансе при специфичним условима пројектовања, као што су долет, издржљивост, пењање, итд. док је на авио-превозиоцу да обезбеди да се све акције одвијају при прихватљивом нивоу безбедности и у складу са свим захтевима регулативе, што се остварује путем функције усклађености.

2.3.6.4. Анализа података о значају сваког стандарда по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом за израду модела

За наведену ставку (укупно 1 критеријум) посматран је сваки стандард из *IOSA* приручника са стандардима и дефинисано је да ли је одређени стандард релевантан за одређени критеријум и обрнуто. Након ове акције добијена је табела са 1 колоном (критеријумом) и 922 врсте (*IOSA* стандарди) где је за свако поље дефинисано који је критеријум релевантан за дати стандард и обрнуто. У табели 13 је приказана методологија наведеног.

Табела 13 – Однос критеријума и *IOSA* стандарда у области значаја стандарда

<i>IOSA</i> / Критеријум	1
<i>IOSA</i> 1	
...	
...	
...	
...	
...	
...	
...	
...	
...	
<i>IOSA</i> 922	

2.3.7. Подаци о битним променама код авио-превозиоца

Како је поменуто и у ранијем тексту, битне промене у компанији, као што је промена организације, кључног руководства, увођење нове опреме, увођење нових технологија, стварају плодно тло за услове у којима безбедност може бити угрожена, док може доћи и до кршења регулатива или примене неадекватних пракси.

Увек када се оваква ситуација деси, неопходно је ову компоненту уврстити приликом одлуке о ванредним проверама и инспекцијама, као и о значају одређених стандарда, док исте треба уврстити и приликом осталих врста провера.

2.3.7.1. Анализа података о битним променама код авио-превозиоца за израду модела

За сврху овог рада, у домену битних промена код авио-превозиоца, ће се посматрати следећи параметри:

- **Значајне промене у организацији и систематизацији**
- **Значајне промене руководства**
 - Одговорни руководиоца
 - Руководилац за усклађеност
 - Руководилац за безбедност
 - Руководилац за обезбеђивање у ваздухопловству
 - Одговорно лице за летачку делатност
 - Одговорно лице за земаљску делатност
 - Одговорно лице за обуку посада
 - Одговорно лице за континуирану пловидбеност
 - Представник за безбедност летачке делатности
 - Представник за безбедност земаљске делатности
 - Представник за безбедност за обуку посада
 - Представник за безбедност континуиране пловидбености

За наведене ставке (укупно 13 критеријума) посматран је сваки стандард из *IOSA* приручника са стандардима и дефинисано је да ли је одређени стандард релевантан за одређени критеријум и обрнуто. Након ове акције добијена је табела са 13 колона (критеријума) и 922 врсте (*IOSA* стандарди) где је за свако поље дефинисано који је критеријум релевантан за дати стандард и обрнуто. У табели 14 је приказана методологија наведеног.

Табела 14 – Однос критеријума и *IOSA* стандарда у области битних промена код авио-превозиоца

<i>IOSA</i> / Критеријум	1	1	...	12
<i>IOSA 1</i>				
...				
...				
...				
...				
...				
...				
...				
...				
...				
...				
...				
...				
<i>IOSA 922</i>				

За сврху ове докторске дисертације, подаци о битним променама код авио-превозиоца су подељени у три нивоа, како је приказано у табели 15.

Табела 15 – Подаци о битним променама код авио-превозиоца по нивоима

Ниво 1	Ниво 2	Ниво 3
КОР	Значајне промене у организацији и систематизацији	
	Значајне промене руководства	Одговорни руководиоца
		Руководилац за усклађеност
		Руководилац за безбедност
		Руководилац за обезбеђивање у ваздухопловству
		Одговорно лице за летачку делатност
		Одговорно лице за земаљску делатност
		Одговорно лице за обуку посада
		Одговорно лице за континуирану пловидбеност
		Представник за безбедност летачке делатности
		Представник за безбедност земаљске делатности
		Представник за безбедност за обуку посада
		Представник за безбедност континуиране пловидбености

2.3.8. Подаци о догађајима у цивилном ваздухопловству који се обавезно пријављују

Сваки авио-превозилац је обавезан да дефинише свој систем управљања безбедношћу и у оквиру њега обавезни систем извештавања [66]. У регулативи Европске Уније [70] су наведени сви догађаји у цивилном ваздухопловству, који утичу на авион, који морају

обавезно бити пријављени ваздухопловним властима, док се истраге догађаја, удеса и озбиљних незгода у ваздухном саобраћају захтевају такође и од стране ICAO [103].

Обавезни систем извештавања је веома значајан зато што се путем истог побољшава безбедност у ваздухопловству, обезбеђујући релевантне информације по питању безбедности, које се пријављују, прикупљају, смештају, штите, размењују, дискутују унутар релевантних група и анализирају [70]

Авио-превозилац је обавезан да систем обавезног пријављивања догађаја примењује кад је догађај везан за сам авион или кад има утицај на авион. Авио-превозилац је такође обавезан да региструје догађај, сачини извештај о догађају, анализира догађај ради утврђивања његових узрока и да примени одговарајуће корективне мере за отклањање узрока и спречавање нових догађаја.

2.3.8.1. Анализа података о догађајима у цивилном ваздухопловству који се обавезно пријављују за израду модела

Догађаји приказани у даљем тексту су они који не спадају у удесе и озбиљне незгоде, а који се обавезно пријављују. Поред наведених догађаја обавезно се пријављују и други догађаји који испуњавају прописана мерила, под условом да непосредно угрожавају безбедност цивилног ваздухопловства или би, уколико се не отклоне, могли да угрозе безбедност цивилног ваздухопловства.

За сврху овог рада, у домену догађаја који се обавезно пријављују, ће се посматрати следећи параметри:

- **Догађаји у вези са коришћењем авиона**
 - Ваздушни саобраћај
 - Технички догађаји
 - Интеракција са пружањем услуга у ваздушној пловидби и управљањем ваздушним саобраћајем
 - Ситуације у случају опасности и критичне ситуације
 - Спољно окружење и метеорологија
 - Обезбеђивање
- **Догађаји који се односе на техничке услове, одржавање и поправку авиона**
 - Производња
 - Пројектовање
 - Одржавање и обезбеђивање континуиране пловидбености
- **Догађаји који се односе на услуге у ваздушној пловидби и опрему и уређаје за ваздушну пловидбу**
 - Догађаји који се односе на авион
 - Деградација или потпуни губитак услуга или функција
 - Остали догађаји
- **Догађаји који се односе на аеродроме и услуге на земљи**
 - Управљање безбедношћу на аеродрому
 - Прихват и отпрема авиона

За наведене ставке (укупно 14 критеријума) посматран је сваки стандард из IOSA приручника са стандардима и дефинисано је да ли је одређени стандард релевантан за одређени критеријум и обрнуто. Након ове акције добијена је табела са 14 колона (критеријума) и 922 врсте (IOSA стандарди) где је за свако поље дефинисано који је

критеријум релевантан за дати стандард и обрнуто. У табели 16 је приказана методологија наведеног.

Табела 16 – Однос критеријума и IOSA стандарда у области обавезног пријављивања догађаја

IOSA / Критеријум	1	...	6	1	...	3	1	...	3	1	2
IOSA 1											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
IOSA 922											

За сврху овог рада, подаци о обавезном пријављивању догађаја су подељени у три нивоа, како је приказано у табели 17.

Табела 17 – Подаци о обавезном пријављивању догађаја по нивоима

Ниво 1	Ниво 2	Ниво 3
ОЦЦ	Догађаји у вези са коришћењем авиона	Ваздушни саобраћај
		Технички догађаји
		Интеракција са пружањем услуга у ваздушној пловидби и управљањем ваздушним саобраћајем
		Ситуације у случају опасности и критичне ситуације
		Спољно окружење и метеорологија
		Обезбеђивање
	Догађаји који се односе на техничке услове, одржавање и поправку авиона	Производња
		Пројектовање
		Одржавање и обезбеђивање континуиране пловидбености
	Догађаји који се односе на услуге у ваздушној пловидби и опрему и уређаје за ваздушну пловидбу	Догађаји који се односе на авион
		Деградација или потпуни губитак услуга или функција
		Остали догађаји
	Догађаји који се односе на аеродроме и услуге на земљи	Управљање безбедношћу на аеродрому
		Прихват и отпрама авиона

2.4. Програми који су се користили за обраду података у раду

Поред главног програма који је коришћен током израде овог рада, *Expert Choice*, коришћени су и *Microsoft Access* и *Microsoft Excel*, у циљу разних манипулација подацима, које су биле неопходне током припреме података за рад.

2.4.1. *Expert Choice*

Expert Choice [238] представља један од програмских пакета који се заснива на Аналитичком Хијерархијском Процесу и омогућава значајну помоћ приликом решавања проблема у домену одлучивања. Примена овог програма је распрострањена широм света, тако да се сматра да је *Expert Choice* један од најпопуларнијих програма за подршку приликом одлучивања.

Expert Choice може интегрисати податке из *Microsoft Excel*, *Microsoft Project*, као и из *Oracle* базе података, што је веома значајно код рада са великим бројем података (критеријума и алтернатива), што је случај и са подацима који су коришћени у овој докторској дисертацији. Програм такође омогућава одлично структурирање проблема, док парови алтернатива и критеријума могу да се упоређују на више начина.

Овај програмски пакет подржава неограничен број алтернатива и критеријума, што је јако значајно за предметну докторску дисертацију, као и могућност великог броја хијерархијских нивоа. Омогућена је одлична манипулација критеријума и алтернативама, док су уграђени алати за анализу осетљивости, као и разни прикази и извештаји, који се могу штампати и чувати у стандардним форматима.

Посебно је значајна могућност рада са алтернативама на више начина – при мањем броју алтернатива врши се поређење у паровима, што би за случај овог рада било прекомпликовано на основном нивоу (922 алтернативе), док код великог броја алтернатива програм омогућава оцену у односу на фиксну скалу, а не у паровима.

На основу наведеног се може рећи да је програм *Expert Choice* од стране аутора ове докторске дисертације оцењен као програм који у потпуности задовољава потребе за извршење циља предметне докторске дисертације.

3. МОДЕЛ ЗА РАНГИРАЊЕ СТАНДАРДА ПО ПИТАЊУ ПЕРФОРМАСИ АВИОНА СА ТУРБОФЕНСКОМ ПОГОНСКОМ ГРУПОМ ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ АНАЛИТИЧКИ ХИЈЕРАРХИЈСКИ ПРОЦЕС

Модел за рангирање *IOSA* стандарда по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом је израђен применом методе Анаитичког Хијерархијског Процеса и програма *Expert Choice*. Међутим, не треба изгубити из вида да је током израде самог модела, поред помоћи у виду наведене методе и програма, у великој мери коришћено искуство и мишљење аутора ове докторске дисертације.

Подаци који ће се користити у сврху ове докторске дисертације су подаци једног авио-превозиоца за одређену годину (праћени подаци у периоду од 12 месеци). За сваку обрађену квантитативну меру је додата и квалитативна мера, на основу искуства аутора ове докторске дисертације, како на основу авио-превозиоца чији се нумерички подаци користе у докторској дисертацији, тако и на основу многих других компанија са територије Европе, Азије и Африке, које је аутор ове докторске дисертације прикупио на основу провера, инспекција, увида у стање и разлиличитих извештаја и сарадњи. Сви ставови аутора ове докторске дисертације, изнесени у докторској дисертацији, а везано за наведене поменуте квалитативне мере, значај одређених стандарда, односа одређених категорија неусаглашености итд. се базирају на двадесетогодишњем искуству аутора ове докторске дисертације, на позицији руководиоца за усклађеност авио-превозиоца, руководиоца за усклађеност организације за континуирану пловисбеност авиона, руководиоца за усклађеност одобрене организације за обуку посада, као и на позицији водећег проверивача за све области *IOSA*. Сва наведена стечена искуства се базирају на документацији са преко 50 провера, преко 400 инспекција, преко 20 увида у стање појединачног ваздухопловног субјекта, као и различитих извештаја и сарадњи.

3.1. Развој модела

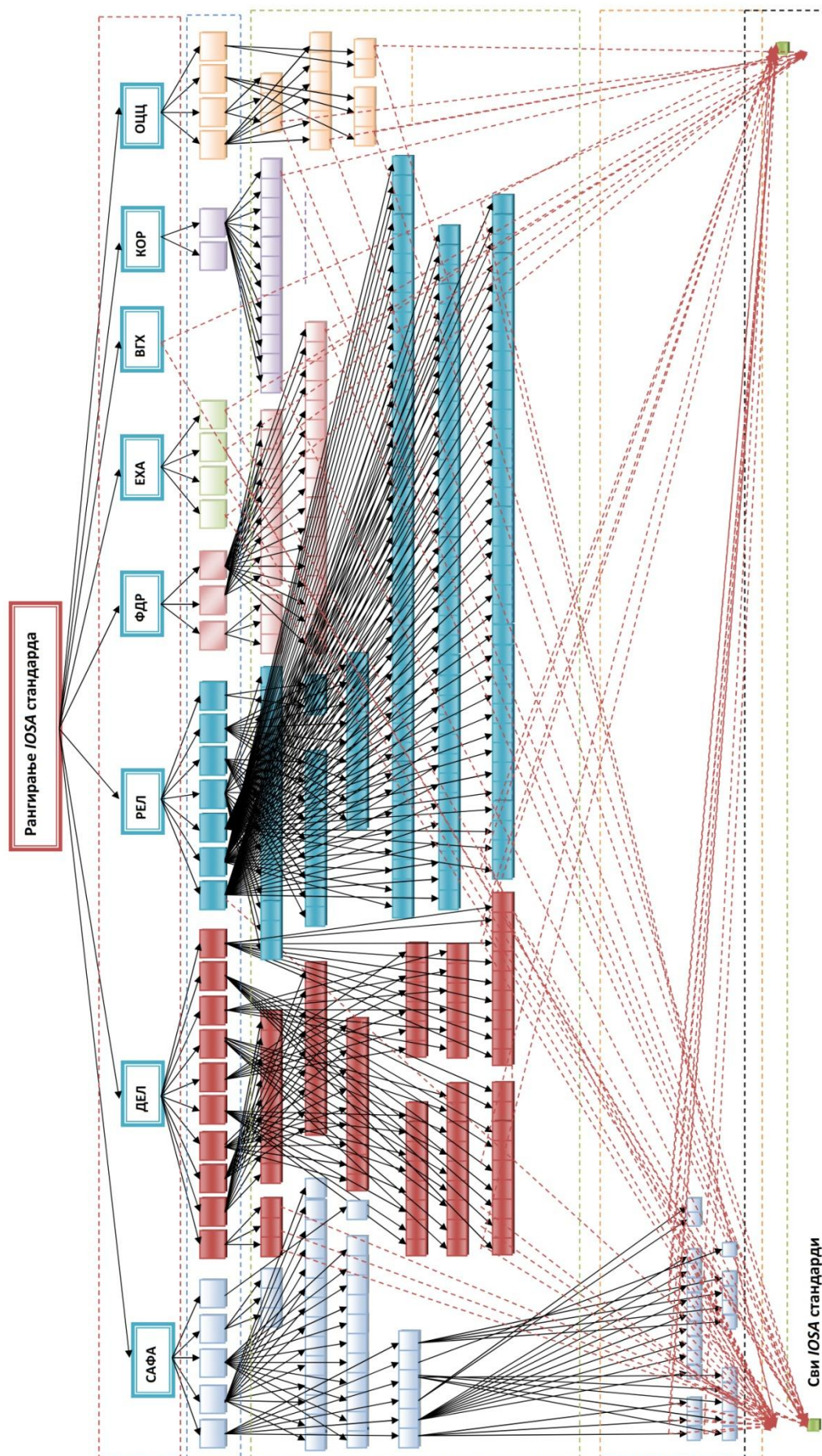
Узимајући у обзир све до сада наведено, евидентно је, да је на првом нивоу циљ - да се свих 922 *IOSA* стандарда рангира на основу наведених података, како би се у складу са расположивим ресурсима одабрао пригодан број стандарда за проверу.

У другом нивоу се налазе 8 критеријума који директно утичу на рангирање *IOSA* стандарда и то су подаци са *SAFA* / Инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе (САФА), подаци о кашњењима из техничких и оперативних разлога (ДЕЛ), подаци о праћењу поузданости авиона са турбофенском погонском групом (РЕЛ), подаци из програма праћења параметара лета (ФДР), подаци о резултатима претходних провера (ЕХА), подаци о значају сваког стандарда из *IOSA* приручника са стандардима (ВГХ), подаци о значајним променама у компанији (КОР) и подаци добијени из извештаја о догађајима који се обавезно пријављују (ОЦЦ).

Свака од наведених 8 ставки се грана на своје подгрупе (како је приказано у претходном поглављу), тако да постоје дефинисана 6 хијерархијска нивоа, док се на последњем хијерархијском нивоу налазе свих 922 *IOSA* стандарда и сви критеријуми из последњег нивоа су повезани са сваком од њих.

Хијерархијска шема је приказана на слици 8, где се јасно види степен компликованости и обимности повезних података које је неопходно размотрити како би се донела одговарајућа одлука, тако да доношење овакве одлуке без помоћи неке од метода вишекритеријумске анализе би било у најмању руку неодговорно.

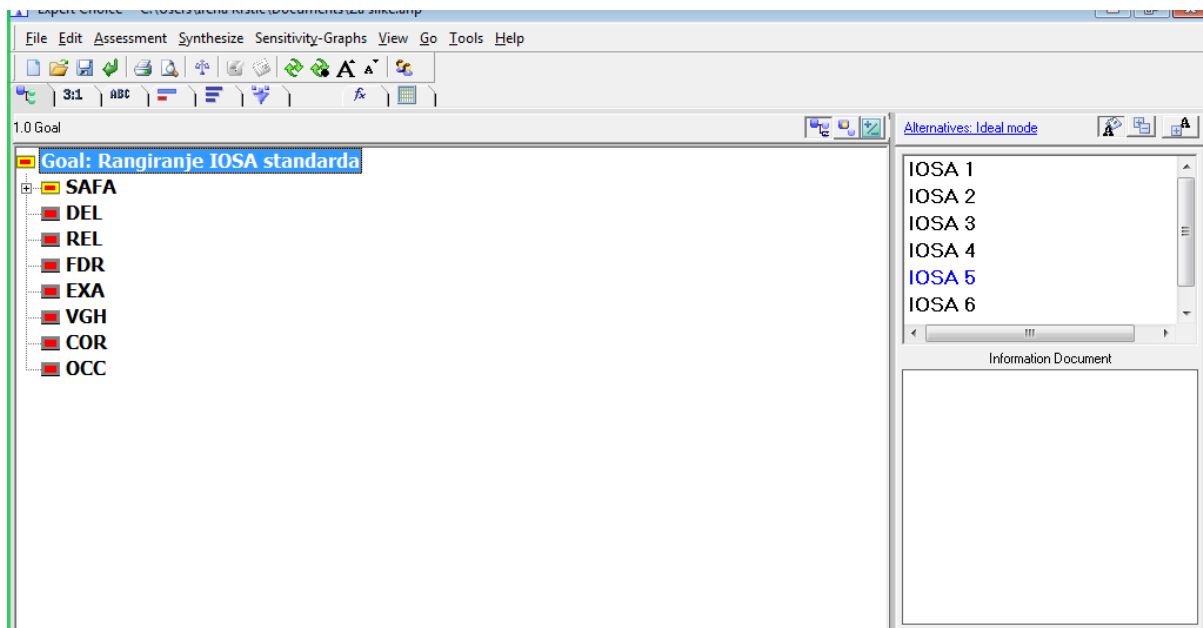
У овом моделу ће се радити са 922 алтернативе које је потребно рангирати на основу 377 критеријума, груписаних у хијерархији, како је приказано.



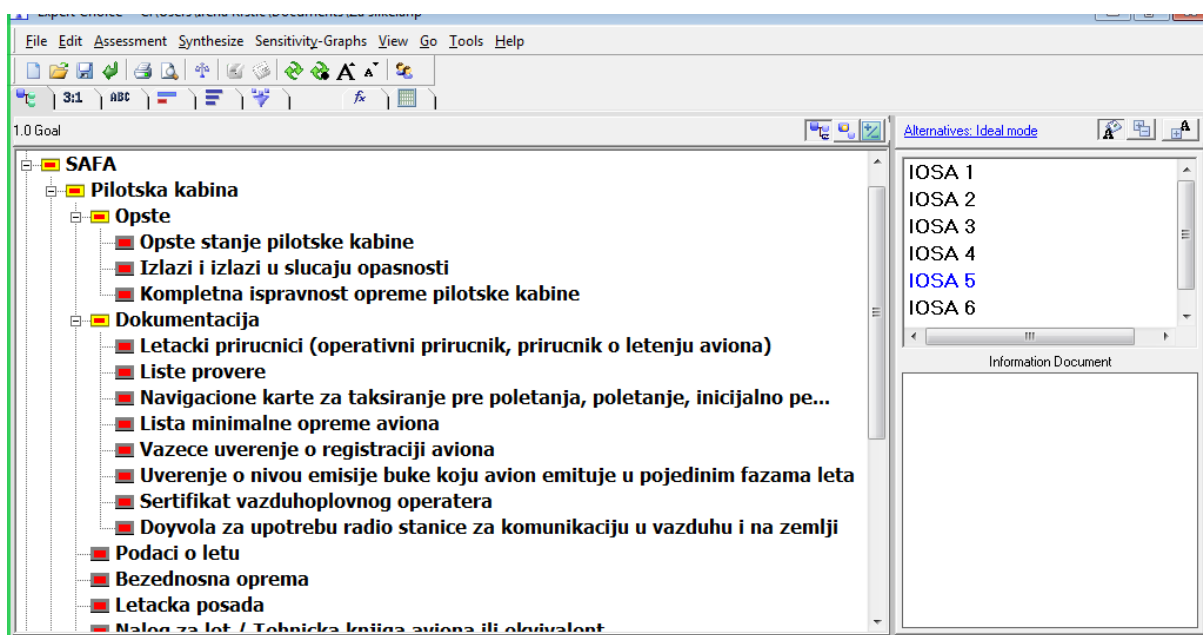
Слика 8 – Хијерархијска шема

Отварањем основног екрана програма *Expert Choice* добија се екран који је подељен на три дела – са леве стране је део у коме ће се унети сви критеријуми по дефинисаној хијерархији са слике 8, у горњем десном делу екрана ће се унети све алтернативе од 1-922, тј. стандарди из *IOSA* приручника са стандардима, док се испод простора предвиђеног за унос алтернативе налази простор у коме се може дати опис сваког од критеријума са леве стране екрана.

Када се унесу сви критеријуми у датој хијерархији и дефинишу све алтернативе, дефинисан је модел на који је потребно применити податке. Приказ основног екрана са унесеним критеријумима по хијерархији се може видети на слици 9 и слици 10.



Слика 9 – Приказ основног екрана са унетим критеријумима по успостављеним хијерархијама 1



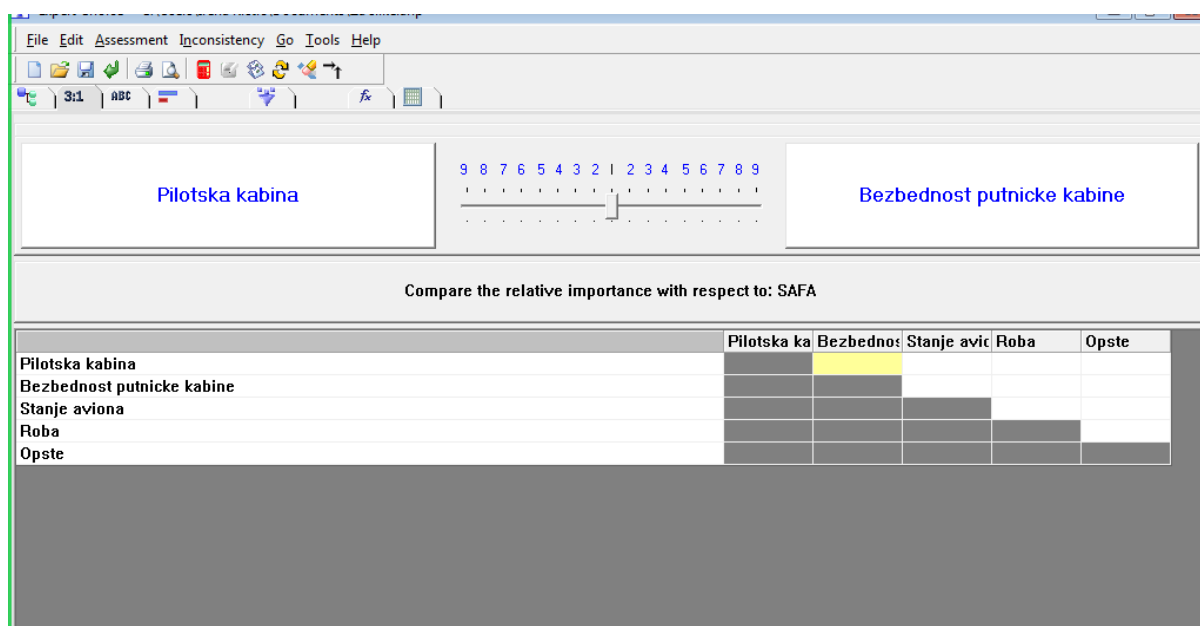
Слика 9 – Приказ основног екрана са унетим критеријумима по успостављеним хијерархијама 2

3.2. Примена података

Како је већ напоменуто у ранијем тексту, посебно је значајна могућност рада програма *Expert Choice* при раду са алтернативама на више начина – при мањем броју алтернатива врши се поређење у паровима, док код великог броја алтернатива програм омогућава оцену у односу на фиксну скалу, а не у паровима.

На најнижем нивоу постоји 922 алтернативе, па је њихово поређење у паровима прилично непрактично и изискује доста времена. Услед тога, на датом нивоу је примењено оцењивање у односу на фиксну скалу, где се дефинише скала и сваком нивоу се додели један број од нуле до јединице, па се нивои скале који су дефинисани додељују свакој алтернативи, након чега програм врши поређење свих алтернатива.

За остале нивое је рађено поређење у паровима, тако што се одабиром жељеног нивоа отвара екран на коме се релевантни парови појављују са леве стране екрана, док се повлачењем уређаја за хардверски унос података на лево или десно, сваком пару додељује одређена вредност на скали од 1 до 9 (слика 11).



Слика 11 – Примена података

Додељивање одређене вредности фиксне скале сваком од стандарда, као и при поређењу у паровима, је извршено у складу са искуством аутора докторске дисертације и подацима авио-превозиоца за посматрану годину, за свих 377 критеријума, који су се пратили у наведеној години.

Како је већ приказано у претходном тексту, поља из табела (Табела 3, Табела 5, Табела 7, Табела 9, Табела 11, Табела 13, Табела 14, Табела 16) која су осенчена, тј. која су означена као релевантна за дати стандард и дати критеријум, се попуњавају бројевима који су добијени на следећи начин:

- Код података везаних за SAFA / Инспекцијски преглед на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, посматрао се број констатованих неусаглашености за посматрану годину. С обзиром да постоје три категорије неусаглашености (категорија 1, категорија 2, категорија 3), свака од наведених категорија неусаглашености има различити значај. За сврху квантификације значаја наведених категорија неусаглашености, користили су се односи између наведених категорија неусаглашености, које EASA користи приликом одређивања SAFA коефицијента авио-превозиоца, описани у поглављу 2.3.1.3, где је однос неусаглашености категорије 1 наспрам

неусаглашености категорије 2 и наспрам неусаглашености категорије 3, 1 наспрам 4 наспрам 8. Поред наведеног, односи су се разматрали и од стране аутора докторске дисертације на основу искуства аутора ове докторске дисертације, наведеног у поглављу 3, по питању значаја сваке од наведених неусаглашености. На основу свега наведеног се применило да се број неусаглашености прве категорије множио са бројем 1, број неусаглашености друге категорије се множио са бројем 4, док се број неусаглашености треће категорије множио са бројем 8.

- Код података везаних за кашњења из оперативних и техничких разлога посматрао се број истих по одређеним категоријама, који је био приказан у минутима кашњења по датој категорији за посматрану годину.
- Код података везаних за поузданост авиона са турбофенском погонском групом посматрао се број примедби летачке посаде, број кашњења из техничких разлога, број отказивања летова, број превремених замени компоненти, број техничких догађаја, број техничких инцидената и озбиљних отказа и неисправности система и опреме на авиону, број последица техничких инцидената и техничких догађаја, као и број прекида рада мотора у лету и непланираних замени мотора, по посматраним критеријумима за посматрану годину.
- Код података везаних за програм праћења параметара лета посматран је број прекорачења по датим критеријумима за посматрану годину. Подаци су били ранжирани у 4 нивоа активатора прекорачења упозоравајућих вредности (бела, жута, наранџаста и црвена). Разматрајући примењену методологију код података везаних за неусаглашености код SAFA / инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, и односа између наведених категорија неусаглашености, док се разматрало и искуство аутора ове докторске дисертације, наведено у поглављу 3, и искуство руководица за безбедност авио-превозиоца, чији су подаци коришћени за сврху ове докторске дисертације, који је и члан летачке посаде, као и значај последица наведених прекорачења, код белог нивоа број прекорачења се множио са 1, код жутог нивоа број прекорачења се множио са 2, код наранџастог нивоа број прекорачења се множио са 3 и код црвеног нивоа број прекорачења се множио са 4;
- Код података везаних за претходне провере посматран је број неусаглашености. С обзиром да постоје три врсте неусаглашености које се констатују током провере (налаз категорије 1, налаз категорије 2, налаз категорије 3) и осматрање, применом исте методологије као код података везаних за неусаглашености код SAFA / инспекцијског прегледа на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, број налаза категорије један је множен са бројем 8, број налаза категорије два је множен са бројем 4, број налаза категорије три је множен са бројем 1, док је број осматрања множен са бројем 0.5, сходно искуству аутора докторске дисертације, наведеном у оглављу 3, на основу чега је дефинисан значај осматрања у односу на неусаглашености наведених категорија. У односу на SAFA / инспекцијски преглед на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, код којих је најслабија категорија неусаглашености категорија 1, а најтежа категорија 3, код провера је усвојено обрнуто.
- Код података везаних за важност сваког стандарда по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом, подаци су додељивани на основу искуства аутора докторске дисертације, као и свих општих података који су праћени током посматране године (записници са састанака, извештаји руководиоца кабинског особља са лета, примедбе пуника, примедбе других целина итд.)

- Код података везаних за промене код авио-превозиоца је посматран број промена по датим критеријумима за посматрану годину.
- Код података везаних за догађаје који се обавезно пријављују, посматран је број догађаја по наведеним категоријама за посматрану годину.

За сваку поменућу квантитативну меру, додата је и квалитативна мера, на основу искуства аутора ове докторске дисертације, наведеног у поглављу 3, како у оквиру авио-превозиоца на коју се нумерички подаци односе, тако и на основу искуства у бројним другим компанијама на територији Европе, Азије и Африке, које је аутор докторске дисертације стекао на основу провера, инспекција, увида у стање и различитих извештаја и сарадњи.

Приликом поређења различитих врста података, претходно је извршена нормализација истих, како би поређење могло бити изведено.

Приликом сваког поређења (за сваки ниво) програм је аутоматски дао и индекс конзистентности, тако да се одмах може видети колико је поређење добро изведено.

4. АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА ПРОЈЕКТОВАНОГ МОДЕЛА

Након примене података, активирањем опције за покретање програма добија се ранг свих алтернатива (922 *IOSA* стандарда) у односу на укупни циљ, као и у односу на посматрани хијерархијски ниво (посматрани чвор). У приказу се добија ранг у дистрибутивном моду и у идеалном моду, који се донекле разликују, јер поређење од стране аутора ове докторске дисертације не може бити идеално, али је прихватљиво у границама индекса конзистентности до 10% (тј. $ИК \leq 0,1$). На основу наведеног може се сматрати да је модел пројектован прописно и да су резултати модела задовољавајући.

4.1. Одабрани стандарди за годишњу проверу по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом

Након рангирања свих алтернатива (922 *IOSA* стандарда) добијени су приоритети сваког *IOSA* стандарда по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом. Све рангиране алтернативе (*IOSA* стандарди) и њихови приоритети су детаљно размотрени, где је констатовано да је одређен број стандарда приоритетно на много вишем нивоу од осталих и да су груписани у четири нивоа приоритета, док остали стандарди имају значајно мању приоритетну вредност, указујући на значајно мањи значај. Поред наведеног, стандарди са значајно мањим значајем су имали, у највећем броју случајева, скоро идентичне приоритетне вредности и све су биле мање или једнаке 0.001. На основу наведеног се издвојила група стандарда, са значајним приоритетним вредностима, у коју нису улазили стандарди чија је приоритетна вредност мања или једнака 0.001, осим стандарда који се директно односе на перформансе авиона. На тај начин, 147 стандарда од 922 је селековано и подељено по приоритетима, што је приказано у табели 18.

Индекс конзистентности за цео модел се може видети у табели 19.

Посматрајући стандарде и њихов број, који су добијени укупним рангирањем модела (147 стандарда) и стандарде и њихов број, који су добијени у складу са ВГХ критеријумом (453 стандарда), очигледно је да стандарди који су изабрани само на основу мишљења проверивача, без разматрања осталих индикатора, је различито и захтевније по питању ресурса – број од 453 одабраних стандарда уместо 147 стандарда је 308% од оптималног броја стандарда који требају бити проверени. Од 147 стандарда, добијених укупним рангирањем модела, 10 стандарда није било селековано од стране проверивача, што износи 6.8% од броја стандарда који је добијен као оптимални. На основу наведеног, аутор ове докторске дисертације је потврдио своју претпоставку (поглавље 1.2) да пројектована листа усклађености за проверу, базирана само на сопственим ставовима, што се на основу искуства аутора ове докторске дисертације, наведеног у поглављу 3, у пракси дешава, није адекватна, чак и у ситуацији када проверивач има велико знање и искуство и ако је подржан са системом за подршку одлучивању.

Веома је интересантна чињеница да 11 стандарда, који су директно релевантни за перформансе авиона, покривене у области „Оперативни инжињеринг и спецификације“, су рангиране тако да се налазе на последњем нивоу приоритета одабраних стандарда. То потврђује претпоставку аутора ове докторске дисертације да провера само ових стандарда води до рутинске провере датих стандарда, што не мора нужно бити релевантно за проверу перформанси авиона. Поменути стандарди се односе на перформансе авиона, навигацију и опрему, и авионске системе и спецификације опреме, и сви детаљи по питању истих морају бити описани у Оперативном приручнику, који представља један од приручника који је неопходно да буде одобрен од стране ваздухопловних власти пре издавања Сертификата ваздухопловног оператера и започињања операција комерцијалног ваздушног саобраћаја.

Поред наведеног, ови стандарди се регуларно проверавају од стране ваздухопловних власти, у складу са њиховим планом провера, што води до ситуације у којој све захтевано мора бити задовољено много пре него што се провера спроведе.

На основу искуства аутора ове докторске дисертације, врло ретко постоје неусаглашености по питању ових стандарда, што не значи да су сви захтеви по питању безбедности у домену перформанси авиона са турбофенском погонском групом задовољени. Као што се може видети у табели 18, најприоритетнији стандарди су у домену одржавања, организације и летачке делатности, индикујући области које захтевају посебну пажњу.

Табела 18 – Одабрани стандарди за годишњу проверу по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом

Одабрани IOSA стандарди по приоритетима	Приоритетни ниво 1	ORG 1.1.1 / ORG 1.1.10 / ORG 3.1.1 / ORG 3.4.1 / ORG 3.4.3
	Приоритетни ниво 2	ORG 3.3.1 / ORG 3.5.2 / FLT 2.1.1 A
	Приоритетни ниво 3	ORG 3.1.2 / ORG 3.2.2 / MNT 1.3.1 / MNT 2.1.1 / MNT 4.3.1
	Приоритетни ниво 4	ORG 1.1.4 / ORG 1.1.12 / ORG 1.2.1 / ORG 1.2.2 / ORG 1.2.3 / ORG 1.3.1 / ORG 1.3.5 / ORG 1.5.1 / ORG 1.5.2 / ORG 1.6.1 / ORG 1.6.2 / ORG 1.6.3 / ORG 1.6.4 / ORG 1.8.1 / ORG 3.1.3 / ORG 3.2.1 / ORG 3.3.3 / ORG 3.3.11 / ORG 3.4.4 / ORG 3.5.1 / ORG 3.5.3 / ORG 3.6.1 / FLT 1.1.1 / FLT 1.3.1 / FLT 1.3.6 / FLT 1.4.1 / FLT 1.4.2 / FLT 1.4.3 / FLT 1.5.2 / FLT 1.10.1 / FLT 1.10.2 / FLT 1.10.3 / FLT 1.10.4 / FLT 1.11.1 / FLT 1.11.2 / FLT 1.11.3 / FLT 1.11.4 A / FLT 1.11.4 B / FLT 1.11.5 / FLT 1.12.1 / FLT 1.12.2 / FLT 1.12.3 / FLT 1.12.4 / FLT 1.12.5 / FLT 2.2.10 / FLT 2.2.16 A / FLT 2.2.16 B / FLT 3.8.3 / FLT 3.8.6A / FLT 3.8.6B / FLT 3.8.7 A / FLT 3.15.2 / FLT 3.15.3 / FLT 3.15.4 / DSP 1.1.1 / DSP 1.5.1 / DSP 1.5.2 / DSP 1.10.1 / DSP 1.10.2 / DSP 1.10.3 / DSP 1.10.4 / DSP 1.12.1 / DSP 1.12.2 / DSP 2.1.1 / MNT 1.1.1 / MNT 1.1.2 / MNT 1.1.3 / MNT 1.2.1 / MNT 1.3.2 / MNT 1.3.3 / MNT 1.4.1 / MNT 1.4.2 / MNT 1.4.3 / MNT 1.5.1 / MNT 1.8.1 / MNT 1.10.1 / MNT 1.10.2 / MNT 1.10.3 / MNT 1.10.4 / MNT 1.11.1 / MNT 1.11.2 / MNT 1.11.7 / MNT 1.11.9 / MNT 1.12.1 / MNT 1.12.2 / MNT 1.12.3 / MNT 1.12.4 / MNT 1.12.5 / MNT 2.2.1 / MNT 2.4.1 / MNT 2.4.2 / MNT 2.4.3 / MNT 2.5.1 / MNT 2.5.2 / MNT 2.6.1 / MNT 2.7.1 / MNT 2.10.1 / MNT 2.12.2 / MNT 2.12.7 / MNT 3.2.2 / MNT 3.4.1 / MNT 4.2.3 / MNT 4.3.5 / CAB 2.1.1A / GRH 1.1.1 / GRH 1.2.1 / GRH 1.4.1 / GRH 1.4.2 / GRH 1.9.1 / GRH 1.9.2 / GRH 1.10.2 / GRH 1.11.1 / GRH 2.1.1 / CGO 1.1.1 / SEC 1.1.1 / SEC 1.2.1 / SEC 1.3.1 / SEC 1.5.2 / SEC 1.9.1 / SEC 1.10.1 / SEC 1.10.2 / SEC 1.10.3A / SEC 2.1.1 /
	Приоритетни ниво 5	FLT 4.1.1 / FLT 4.1.2 / FLT 4.1.3 / FLT 4.1.4 / FLT 4.2.1 / FLT 4.2.2 / FLT 4.2.3 / FLT 4.2.4 / FLT 4.2.5 / FLT 4.3.1 / FLT 4.3.5

У табели 19 се може видети индекс конзистентности за цео модел.

Табела 19 – Индекс конзистентности за цео модел

КРИТЕРИЈУМИ	ИК
Рангирање свих IOSA стандарда	0,0158

Сви удели на свим нивоима могу бити разматрани и на основу тога руководиоца за усклађеност, поред рангирања стандарда, може препознати области за побољшања, као и области за уштеду по питању ресурса.

Потпуно је видљиво да је основни циљ – рангирање *IOSA* стандарда по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом, остварен - број *IOSA* стандарда је редукован са 922 на 147 стандарда, рангираних по приоритету, што је прихватљив број стандарда који требају бити проверени, у складу са расположивим ресурсима – приближно 5 радних дана са два (максимум 3) проверивача, којима би се периодично прикључивали експерти из одређених области (летачко и кабинско особље, као и особље земаљског опслуживања и одржавања авиона са турбофенском погонском групом).

Ранг стандарда по сваком критеријуму и подгрупи је дефинисан унутар датог модела, у потпуно истом маниру, што представља одличан извор за дефинисање листи усклађености по свим наведеним критеријумима или по одређеној групи / подгрупи која је од њих састављена, У складу са добијеним резултатима, руководиоца за усклађеност може лако дефинисати листу усаглашености, како за годишњу проверу по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом, тако и по питању циљаних / ванредних провера по питању сваког од наведених критеријума или групе која је сачињена од истих.

Дати модел показује уделе и рангове за сваки критеријум, на сваком нивоу, што ће даље у тексту бити разматрано, с освртом на критеријуме са највећим и најмањим уделом.

На нивоу 1, удели 8 критеријума, као и њихов ранг, се може видети у табели 20.

Табела 20 - Удели и ранг критеријума на првом нивоу

Критеријум	САФА	ДЕЛ	РЕЛ	ФДР	ЕХА	ВГХ	КОР	ОЦЦ
Удео / Ранг	0.221 / 1	0.165 / 2	0.106 / 4	0.041 / 6	0.029 / 7	0.221 / 1	0.118 / 3	0.099 / 5

Модел показује да два критеријума од осам, САФА и ВГХ, на првом нивоу, имају највећи удео, што индикује да области рада обухваћене са овим критеријумима могу представљати слабост система и представљати области погодне за дубљу анализу и даља побољшања.

Резултати такође показују да један критеријум од осам, на првом нивоу, има најмањи удео – ЕХА (резултати са претходних провера). Наведено индикује да сумња аутора ове докторске дисертације, да резултати претходних провера, који су се спроводили у маниру који се најчешће примењује (означавање Да/Не опција унутар скупа стандарда дефинисаних у регулативи, од неколико хиљада страна, поглавље 1.2) не приказује реалне услове унутар система, нити су релевантни за виши степен поузаности, упкркос чињеници да многи авио-превозиоци (на основу увида аутора ове докторске дисертације у пракси, поглавље 3) их користе као главни водећи параметер за време процеса дефинисања области провере као и листа усклађености.

Резултати приказани моделом потврђују да је аутор ове докторске дисертације имао потпуно исправан став када је започео израду дисертације са хипотезом да подаци са претходних провера морају бити разматрани у ширем контексту (поглавље 2.3.5).

У табели 21 се могу видети индекси конзистентности на првом нивоу.

Табела 21 – Индекси конзистентности на првом нивоу

КРИТЕРИЈУМИ	ИК
САФА	0,0363
ДЕЛ	0,0046
РЕЛ	0,0137
ФДР	0,0511
ЕХА	0,0367
ВГХ	0,0000
КОР	0,0000
ОЦЦ	0,0201

4.2. Резултати модела на основу критеријума SAFA/ инспекцијски преглед на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе

По питању критеријума SAFA / инспекцијски преглед на платформи, који се обавља на авионима авио-превозиоца који је под регулаторним надзором друге државе, сви удели и рангови су видљиви у табели 22, указујући да критеријум „Стање авиона“ има највећи удео и у оквиру њега подкритеријум „Опште стање аеродинамичких површина авиона и система који се налазе на спољашњем делу авиона“.

Ако се искључи критеријум „Опште“ на петој позицији, који се односи на опште коментаре, на последњем месту се налази критеријум „Роба“ и подкритеријум „Опасан терет“, што указује на чињеницу да сваки критеријум, са прецизним регулаторним захтевима, веома ретко узрокује неусаглашеност и има скривене узроке за угрожавање безбедности, док глобално описане области могу бити плодно тле за скривене области за неусаглашености. Веома је интересантна чињеница да унутар критеријума „Документација“ највећи удео има подкритеријум „Листа минималне опреме“ што указује на значај одржавања авиона са турбофенском погонском групом и прописну употребу Листе минималне опреме.

Табела 22 - Удели и рангови по САФА критеријуму

Ниво 1	Ниво 2	Ниво 3	Ниво 4				
САФА (0.221 / 1)	Пилотска кабина (0.330 / 2)	Опште	(0.467 / 1)	Опште стање пилотске кабине	(0.818 / 1)		
				Илази и излази у случају опасности	(0.091 / 2)		
		Документација	(0.141 / 3)	Комплетна исправност опреме пилотске кабине	(0.091 / 2)		
				Летачки приручници (оперативни приручник, приручник о летењу авиона)	(0.061 / 3)		
				Листе провере	(0.290 / 2)		
				Навигационе карте за таксирање пре полетања, полетање, иницијално пењање, пењање на рути, крстарење, понирање, прилаз, слетање и таксирање по слетању	(0.034 / 4)		
				Листа минималне опреме авиона	(0.416 / 1)		
				Важеће уверење о регистрацији авиона	(0.034 / 4)		
				Уверење о нивоу емисије буке коју авион емитује у појединим фазама лета	(0.061 / 3)		
				Сертификат ваздухопловног оператера	(0.034 / 4)		
				Дозвола за употребу радио станице за комуникацију у ваздуху и на земљи	(0.034 / 4)		
				Уверење о пловидбености авиона	(0.034 / 4)		
				Подаци о лету	(0.042 / 5)	Сви елементи припреме лета са свим елементима за стандардне и ванредне операције	(0.100 / 2)
				Безбедносна опрема	(0.032 / 6)	Маса и положај тежишта	(0.900 / 1)
		Ручни апарат за елиминацију пожара	(0.200 / 1)				
		Прслуци за спасавање	(0.200 / 1)				
	Рамени појасеви за пилотска седишта	(0.200 / 1)					
	Летачка посада	(0.065 / 4)	Опрема за кисеоник и количина кисеоника	(0.200 / 1)			
			Независне батеријске лампе	(0.200 / 1)			
	Налог за лет / Техничка књига авиона или еквивалент	(0.253 / 2)	Професионалне пилотске дозволе са уписаним типом авиона који посада може да користи за летење у комерцијалном саобраћају и састав летачке посаде	(1.000 / 1)			
			Књига која садржи евиденцију о сатима налета и циклусима летења авиона	(0.072 / 3)			
			Потврда о извршеним радовима	(0.072 / 3)			
			Уочене неисправности и њихово евидентирање	(0.727 / 1)			
	Безбедност путничке кабине	(0.081 / 3)	Опште стање путничке кабине	(0.178 / 2)			
			Места за седење чланова кабинске посаде	(0.028 / 6)			
			Комплет за прву помоћ / медицинску помоћ	(0.028 / 6)			
			Ручни апарати за елиминацију пожара у путничкој кабини	(0.028 / 6)			
			Прслуци за спасавање у путничкој кабини	(0.028 / 6)			
			Стање путничких седишта и појасева за везивање	(0.130 / 3)			
			Илази и излази у опасности, осветљење и независне батеријске лампе	(0.048 / 5)			
			Тобогани и предајник за одређивање места несреће	(0.028 / 6)			
			Опрема за снабдевање кисеоником кабинске посаде и путника	(0.311 / 1)			
			Сликовито упутство за поступање у случају опасности	(0.028 / 6)			
			Састав и дозволе чланова кабинске посаде	(0.085 / 4)			
			Доступност излаза који се користе у опасности	(0.028 / 6)			
			Смештање ручног пртљага у путничкој кабини	(0.028 / 6)			
			Број путника у путничкој кабини	(0.028 / 6)			
	Стање авиона	(0.485 / 1)	Опште стање аеродинамичких површина авиона и система који се налазе на спољашњем делу авиона	(0.363 / 1)			
			Поклопци и врата за приступ инспекцијском прегледу авиона и приступ за редовну експлоатацију авиона	(0.034 / 8)			
			Команде лета	(0.037 / 7)			
Метални наплатци точкова стајног трапа, пнеуматици и кочнице			(0.034 / 8)				
Доњи део трупа авиона			(0.056 / 6)				
Гондола стајног трапа			(0.069 / 5)				
Мотор и носач мотора			(0.128 / 2)				
Лопатике, пропелери и ротори			(0.033 / 9)				
Јасно видљива оправка			(0.075 / 4)				
Јасно видљиво неоправљено оштећење			(0.103 / 3)				
Цурење			(0.037 / 7)				
Роба			(0.061 / 4)	Опште стање одељка за смештање робе	(0.231 / 2)		
				Опасан терет	(0.060 / 3)		
				Смештање робе у авиону	(0.709 / 1)		
Опште	(0.043 / 5)	Опште	(1.000 / 1)				

4.3. Резултати модела на основу критеријума кашњење из оперативних и техничких разлога (ДЕЛ)

По питању ДЕЛ критеријума, сви удели и рангови се могу видети у табели 23 и табели 24, индикујући да критеријум са кодом кашњења 9 – “Реакције”, има највећи удео, и у оквиру истог подкритеријум “Д93 - ротација авиона, касни долазак авиона са другог лета или са претходног лета”.

Табела 23 – Удели и рангови по ДЕЛ критеријуму 1

Ниво 1	Ниво 2	Ниво 3
ДЕЛ (0.165 / 2)	Д0 - Кодови кашњења који почињу са 0 – Интерне сврхе авио-превозиоца / Остало	Д01-Д05 - интерни кодови авио-превозиоца (0.194 / 2)
		Д06 - место укрцавања путника / место регистрације путника на лет није приступачно, услед активности самог авио-превозиоца, укључујући превремено слетање (0.063 / 3)
		Д09 - планирано време након лета и припреме за наредни лет на платформи аеродрома слетања је мање од декларисаног минималног времена авиона на земљи (0.743 / 1)
	Д1 - Кодови кашњења који почињу са 1 – Путници и пртљак	Д11 - касна регистрација на лет, прихватање путника после истека времена за регистрацију на лет (0.104 / 4)
		Поглавље 2.3.2.1 [93] Табела 24
		Д19 - смањена покретљивост путника, укрцавање / искрцавање путника са смањеном покретљивошћу (0.035 / 6)
	Д2 - Кодови кашњења који почињу са 2 – роба и пошта	Д21 - документација, грешке по питању исте итд. (0.349 / 1)
		Поглавље 2.3.2.1 [93] Табела 24
		Д29 - касно прихватање поште (0.030 / 5)
	Д3 - Кодови кашњења који почињу са 3 – прихват и отпрема авиона	Д31 - документација авиона је касно достављена / нетачна – маса авиона и усклађеност масе авиона са лимитима масе услед лимита структуре авиона и лимита услед перформанси летења авиона и положај тежишта, генерална декларација, путнички манифест, итд.; (0.065 / 4)
		Поглавље 2.3.2.1 [93] Табела 24
		Д39 - техничка опрема, недостатак, отказ, недостатак особља (нпр. приликом изграђивања авиона са паркинг позиције) (0.060 / 5)
	Д4 - Кодови кашњења који почињу са 4 – Техника и опрема авиона	Д41 - откази и неисправности система и опреме на авиону (0.359 / 1)
		Поглавље 2.3.2.1 [93] Табела 24
		Д48 - планирана измена конфигурације / верзије путничке кабине (0.034 / 3)
	Д5 - Кодови кашњења који почињу са 5 - Оштећење структуре мотора или опреме и система авиона и отказ аутоматске опреме	Д51 - оштећење за време летења авиона на комерцијалном лету, удар птице, удар грома, турбуленција, тешко или слетање са превеликом масом изнад структуралних ограничења авиона, колизија за време таксирања авиона (0.112 / 3)
		Поглавље 2.3.2.1 [93] Табела 24
		Д58 - Остали формати компјутерских система (0.061 / 4)
	Д6 - Кодови кашњења који почињу са 6 – Летачке операције и посада	Д61 - план лета, касно комплетирање или измена, документације лета (0.214 / 2)
		Поглавље 2.3.2.1 [93] Табела 24
		Д69 - захтев летачке посаде авиона за ванредним прегледом обезбеђивања авиона (0.038 / 7)
	Д7 - Кодови кашњења који почињу са 7 – метеоролошки услови	Д71 - на аеродрому полетања (0.328 / 1)
		Поглавље 2.3.2.1 [93] Табела 24
		Д77 - нарушен прихват и отпрема авиона услед неповољних временских услова (0.028 / 5)
	Д8 - Кодови кашњења који почињу са 8 – Управљање протоком ваздушног саобраћаја / аеродромски и државни органи	Д81 - проблеми са управљањем протоком ваздушног саобраћаја услед захтева ваздушног саобраћаја и могућностима ваздушног простора на рути, стандардни проблеми са захтевима ваздушног саобраћаја и могућностима ваздушног простора (0.424 / 1)
		Поглавље 2.3.2.1 [93] Табела 24
		Д89 - Рестрикције на аеродрому поласка са, или без, рестрикција управљања протоком ваздушног саобраћаја, укључујући услуге аеродромске контроле, вучу и изграђивање авиона, затворен аеродром/полетно-слетна стаза услед опструкција или временских услова (рестрикције услед временских услова у случају регулатива које се односе на само управљања протоком ваздушног саобраћаја, што се односи на код 71), штрајкови, недостаци посада, политички немири, смањење лимита емисије буке коју авиони могу да емитују у појединим фазама лета, ноћни „полицијски час“, специјални летови (0.081 / 3)
	Д9 - Кодови кашњења који почињу са 9 – Реакције	Д91 - конекције утовара, чекање утовара робе, поште и пртљага трансферних / транзитних путника са другог лета (0.101 / 2)
		Поглавље 2.3.2.1 [93] Табела 24
		Д99 - користи се само ако је јасно да се разлог не поклапа ни са једним од наведених разлога (0.025 / 6)

Наведено указује да веома кратко време између слетања и наредног полетања авиона у комерцијалном ваздушном саобраћају, коме теже скоро сви авио-превозиоци, како би уштеделе време на аеродрому, директно утиче на летачку и кабинску посаду и на њихово понашање. Кратко време између слетања и наредног полетања авиона у комерцијалном ваздушном саобраћају узрокује кашњења и последично се летачка посада труди да надокнади време изгубљено на аеродрому током лета, одступајући од жељених или оптималних карактеристика лета. Са друге стране, на последњој позицији је критеријум са кодом кашњења 2 – “Роба и пошта”, и у оквру истог пет подкритеријума, који указују на акције које се обично спроводе од стране пружаоца услуга земаљског опслуживања, који мора да ради у складу са уговором, ако не жели да изгуби приходе. Као последица наведеног, у овој области ретко постоје услови за дубље разматрање, под условом да авио-превозилац обавља летове на аеродромима са пуно пружалаца услуга земаљског опслуживања. У случају да одабир и/или измена пружаоца услуга земаљског опслуживања нису могући, у случају незадовољавајућег пружања услуга, дубље разматрање ове области је неопходно.

Табела 24 – Удели и рангови по ДЕЛ критеријуму 2

Д0	Д00 - Д05 (0.194 / 2)					Д06 (0.063 / 3)	-	-	Д09 (0.743 / 1)
Д1	Д11 (0.104 / 4)	Д12 (0.038 / 6)	Д13 (0.075 / 5)	Д14 (0.038 / 6)	Д15 (0.363 / 1)	Д16 (0.168 / 2)	Д17 (0.021 / 7)	Д18 (0.158 / 3)	Д19 (0.035 / 6)
Д2	Д21 (0.349 / 1)	Д22 (0.103 / 4)	Д23 (0.030 / 5)	Д24 (0.166 / 3)	Д25 (0.231 / 2)	Д26 (0.030 / 5)	Д27 (0.030 / 5)	Д28 (0.030 / 5)	Д29 (0.030 / 5)
Д3	Д31 (0.065 / 4)	Д32 (0.259 / 2)	Д33 (0.041 / 7)	Д34 (0.065 / 4)	Д35 (0.041 / 7)	Д36 (0.343 / 1)	Д37 (0.078 / 3)	Д38 (0.047 / 6)	Д39 (0.060 / 5)
Д4	Д41 (0.359 / 1)	Д42 (0.060 / 2)	Д43 (0.060 / 2)	Д44 (0.060 / 2)	Д45 (0.034 / 3)	Д46 (0.359 / 1)	Д47 (0.034 / 3)	Д48 (0.034 / 3)	-
Д5	Д51 (0.112 / 3)	Д52 (0.280 / 2)	-	-	Д55 (0.452 / 1)	Д56 (0.061 / 4)	Д57 (0.035 / 5)	Д58 (0.061 / 4)	-
Д6	Д61 (0.214 / 2)	Д62 (0.074 / 5)	Д63 (0.110 / 4)	Д64 (0.276 / 1)	Д65 (0.169 / 3)	Д66 (0.023 / 8)	Д67 (0.038 / 7)	Д68 (0.056 / 6)	Д69 (0.038 / 7)
Д7	Д71 (0.328 / 1)	Д72 (0.328 / 1)	Д73 (0.078 / 3)	-	Д75 (0.193 / 2)	Д76 (0.045 / 4)	Д77 (0.028 / 5)	-	-
Д8	Д81 (0.424 / 1)	Д82 (0.081 / 3)	Д83 (0.051 / 4)	Д84 (0.116 / 2)	Д85 (0.051 / 4)	Д86 (0.051 / 4)	Д87 (0.116 / 2)	Д88 (0.029 / 5)	Д89 (0.081 / 3)
Д9	Д91 (0.101 / 2)	Д92 (0.068 / 4)	Д93 (0.500 / 1)	Д94 (0.035 / 5)	Д95 (0.068 / 4)	Д96 (0.100 / 3)	Д97 (0.035 / 5)	Д98 (0.068 / 4)	Д99 (0.025 / 6)

4.4. Резултати модела на основу критеријума поузданост авиона са турбофенском погонском групом и његових компоненти (РЕЛ)

По питању критеријума РЕЛ, сви удели и рангови се могу видети у табели 25, табели 26, табели 27 и табели 28, где се такође могу видети критеријуми са највећим и најмањим уделом.

Услед обимности података по питању АТА, табела 25, табела 26, табела 27 и табела 28 приказују удео и ранг за све критеријуме дефинисане у поглављу 2.3.3.3, као и у [23]. За сврху овог рада следеће АТА су разматране: 21-36, 38, 49, 51-57, 71-80.

Из наведених табела се може видети да највећи удео има критеријум “Примедбе летачке посаде са лета” и у оквиру истог подкритеријум “Навигациони системи”. Наведено истиче значај повратних информација од стране летачког особља, као и добро успостављеног система извештавања.

Подкритеријум “Навигациони системи” покрива бројне системе, који директно утичу на перформансе авиона са турбофенском погонском групом.

На последњој позицији је критеријум “Погонска група” и подкритеријум “Потпуни или делимични прекид рада мотора у току лета од стране летачке посаде, као последица уочавања разних абнормалности у раду мотора или/и система, непосредно везаних за рад мотора”, што је веома редак догађај и увек је праћен озбиљним истрагама.

Табела 25 – Удели и рангови по РЕЛ критеријуму

Ниво 1	Ниво 2	Ниво 3
РЕЛ (0.106 / 4)	Примедбе летачке посаде са лета	(0.416 / 1)
		АТА 21 – Климатизација и притисак у кабини (0.034 / 5)
		Поглавље 2.3.3.3 [23] Табле 26
		АТА 80 - Систем за пуштање у рад погонске групе авиона (0.019 / 7)
	Кашњење из техничких разлога већих од 15 мин и откази летова	(0.089 / 3)
		АТА 21 – Климатизација и притисак у кабини (0.034 / 4)
		Поглавље 2.3.3.3 [23] Табле 27
		АТА 80 - Систем за пуштање у рад погонске групе авиона (0.015 / 8)
		Узроци потекли из спољашње средине (ЕЦ) (0.046 / 2)
		Остале непланиране акције (ОУА) (0.015 / 8)
		Планиране и специфичне провере (ССЦ) (0.025 / 6)
		Индиректни технички разлози (ИТР) (0.025 / 6)
	Превремене замене компоненти	(0.304 / 2)
		АТА 21 – Климатизација и притисак у кабини (0.038 / 3)
		Поглавље 2.3.3.3 [23] Табле 28
		АТА 80 - Систем за пуштање у рад погонске групе авиона (0.020 / 6)
	Технички инциденти и озбиљни кварови	(0.053 / 4)
		Упозорење о ватри / диму – реално (0.029 / 4)
		Упозорење о ватри / диму – лажно (0.089 / 2)
		Ватра на авиону (0.053 / 3)
		Дим на авиону (0.089 / 2)
		Пад притиска у путничкој и пилотској кабини (0.053 / 3)
		Потпуни или делимични прекид рада мотора у току лета, које настаје неконтролисано од стране летачке посаде, у ситуацији када довод горива у мотор није искључен ручицом за прекид довода авио горива у мотор (0.029 / 4)
		Потпуни или делимични прекид рада мотора у току лета од стране летачке посаде, као последица уочавања разних абнормалности у раду мотора или/и система, непосредно везаних за рад мотора (0.029 / 4)
		Отказ горивног система (0.029 / 4)
		Отказ система стајног трапа, укључујући озбиљна оштећења на пнеуматику (0.053 / 3)
		Отказ система кочења (0.029 / 4)
		Отказ команди лета (0.029 / 4)
		Отказ структуре који захтева озбиљне поправке (0.029 / 4)
		Оштећења узрокована издувним системом мотора (0.029 / 4)
		Остали откази настали као резултат процедура за случај опасности (0.341 / 1)
		Озбиљни кварови утврђени или који су се догодили током одржавања (0.089 / 2)
	Технички догађаји	(0.053 / 4)
		Турбуленција (0.033 / 6)
		Удар грома (0.033 / 6)
		Удар птице (0.169 / 2)
		Остатак страног објекта (0.033 / 6)
		Слетање са прекораченим вредностима лимита масе и брзине, датих од стране произвођача авиона (0.033 / 6)
		Оштећење авиона од стране опреме на земљи (0.090 / 4)
		Откази који нису укључени у догађаје пре Vr брзине (0.424 / 1)
		Откази који нису укључени у догађаје после Vr брзине (0.123 / 3)
		Откази забележени пре него што је мотор почео да узрокује кашњења из техничких разлога (0.060 / 5)
	Последице техничких инцидената и техничких догађаја	(0.053 / 4)
		Прекинуто полетање (0.062 / 4)
		Испуштање горива са циљем смањења масе авиона (0.035 / 6)
		Прекид лета у ваздуху из техничких разлога, авион се вратио на аеродром полетања (0.172 / 2)
		Прекид лета у ваздуху из техничких разлога, диверзија (0.062 / 4)
		Прекид започињања лета на аеродрому из техничких разлога (0.436 / 1)
		Некомерцијални лет авиона ради повратка авиона на полазни аеродром или на други аеродром, ради отклањања отказа или неисправности опреме или система на авиону (0.062 / 4)
		Замена мотора (0.036 / 5)
		Замена авиона (0.100 / 3)
		Отказивање лета из техничких разлога (0.035 / 6)
	Погонска група	(0.032 / 5)
		Непланирано деинсталирање мотора са авиона (0.900 / 1)
		Потпуни или деимични отказ рада мотора у лету (0.100 / 2)

Табела 26 – Удели и рангови по РЕЈ критеријуму – примедбе летачке посаде са лета

АТА 34	АТА 33	АТА 49	АТА 23	АТАс 21/22/ 25/ 27/28/ 30	АТА 32	АТАс 26/29/ 31/35/ 36/38/ 51/52/ 53/54/ 56/57/ 71/72/ 73/74/ 76/77/ 78/79/ 80	АТА 24	АТА 75	АТА 55
(0.150 / 1)	(0.079 / 2)	(0.058 / 3)	(0.041 / 4)	(0.034 / 5)	(0.030 / 6)	(0.019 / 7)	(0.018 / 8)	(0.014 / 9)	(0.010 / 10)

Табела 27 - Удели и рангови по РЕЈ критеријуму – кашњења из техничких разлога већих од 15 мин и откази летова

АТА 32/34	ЕЦ (Табле 7)	АТА 25/27/ 33/49	АТА 21	АТА 30	АТА 22/23/24 /28/35/5 6/78/ ССЦ/ИТ Р (Табле 7)	АТА 76	АТА 26/29/ 31/36/ 38/52/ 53/71/ 72/73/ 74/75/ 77/ 80 анд ОУА (Табл е 7)	АТА 79	АТА 51/54/5 5/57
(0.12 2 / 1)	(0.046 / 2)	(0.035 / 3)	(0.03 4 / 4)	(0.026 / 5)	(0.025 / 6)	(0.016 / 7)	(0.015 / 8)	(0.012 / 9)	(0.008 / 10)

Табела 28 - Удели и рангови по РЕЈ критеријуму – превремене замене компоненти

АТА 32	АТА 34/35	АТА 21	АТА 25/27/ 49	АТА 56	АТА 22/23/24/26/28/29/30/31/33/36/38/54 /71/73/74/75/77/78/79/80	АТА 51/52/5 3/55/57/ 72/76
(0.146 / 1)	(0.101 / 2)	(0.038 / 3)	(0.037 / 4)	(0.021 / 5)	(0.020 / 6)	(0.011 / 7)

4.5. Резултати модела на основу критеријума праћење параметара лета (ФДР)

По питању критеријума ФДР, сви удели и рангови су видљиви у табели 29, где се може видети да је критеријум са највећим уделом “Захтеви у погледу путање лета, брзине и конфигурације”, као и подкритеријум “Статус повратног потиска”.

Са друге стране, на послењој позицији се налази критеријум “Захтеви у погледу потиска мотора” и подкритеријум “Укупна температура”.

Статус повратног потиска је значајан параметар по питању перформанси авиона са турбофенском погонском групом, јер коришћењем повратног потиска у сврху кочења, успорење авиона са турбофенском погонском групом на слетању се повећава, одмах након додиривања полетно-слетне стазе, омогућавајући краћу потребну дужину за слетање. Ефикасност оваквог типа кочења је већа при већим брзинама, али при брзини од око 100 км/сат овај тип кочења мора бити заустављен, због издувних гасова, које систем потиска усмерава ка напред, а код повратног потиска усисава назад у мотор, што може имати негативне последице за мотор. [172].

Табела 29– Удели и рангови по ФДР критеријуму

Ниво1	Ниво 2	Ниво 3
ФДР (0.041 / 6)	Захтеви у погледу положаја авиона у простору	(0.278 / 2)
		Ротација авиона око бочне осе
		Кретање авиона око уздужне осе
	Захтеви у погледу потиска мотора	Курс авиона
		(0.793 / 1)
		(0.076 / 3)
		(0.131 / 2)
		Проценат од максималне вредности броја обртаја у минути компресора ниског притиска у турбофенском мотору (мотор 1)
		(0.059 / 2)
		Проценат од максималне вредности броја обртаја у минути компресора ниског притиска у турбофенском мотору (мотор 2)
		(0.059 / 2)
		Проценат од максималне вредности броја обртаја у минути компресора високог притиска у турбофенском мотору (мотор 1)
		(0.059 / 2)
		Проценат од максималне вредности броја обртаја у минути компресора високог притиска у турбофенском мотору (мотор 2)
		(0.059 / 2)
		Температура издувних гасова који напуштају турбину (мотор 1)
		(0.059 / 2)
		Температура издувних гасова који напуштају турбину (мотор 2)
		(0.059 / 2)
		Угао ручице потиска (лево)
		(0.059 / 2)
		Угао ручице потиска (десно)
		(0.059 / 2)
		Укупна температура
		(0.529 / 1)
	Захтеви у погледу путање лета, брзине и конфигурације	(0.663 / 1)
		Апсолутна висина
		(0.025 / 4)
		Калибрисана брзина
		(0.026 / 3)
		Гравитациона сила
		(0.025 / 4)
		Максимална гравитациона сила
		(0.041 / 2)
		Уздужно убрзање
		(0.015 / 6)
		Бочно убрзање
		(0.015 / 6)
		Закрилца (лево)
		(0.041 / 2)
		Закрилца (десно)
		(0.041 / 2)
		Систем за комуникацију
		(0.015 / 6)
		Статус повратног потиска (мотор 1, полуга лево)
		(0.170 / 1)
		Статус повратног потиска (мотор 1, полуга десно)
		(0.170 / 1)
		Статус повратног потиска (мотор 2, полуга лево)
		(0.170 / 1)
		Статус повратног потиска (мотор 2, полуга десно)
		(0.170 / 1)
		Разјашњење апсолутне висине/Референтна тачка аеродрома
		(0.025 / 4)
		Брзина у односу на површину земље
		(0.024 / 5)
		Географска дужина
		(0.015 / 6)
		Географска ширина
		(0.015 / 6)

4.6. Резултати модела на основу критеријума резултати са претходних провера (ЕХА)

По питању критеријума ЕХА, сви удели и рангови се могу видети у Табели 30, где се види да је критеријум са највећим уделом “Налаз категорије 2”, док се на последњем месту налази критеријум “Налаз категорије 1”. Овакав ранг указује да је “Налаз категорије 2” реални налаз са релативним временским оквирима за отклањање, док је “Налаз категорије 1” веома озбиљан системски налаз, који је веома редак, на основу искуства аутора овог рада. “Налаз категорије 3”, као и “Осматрање” су категорије које је боље избегавати за време интерне провере, јер је временски оквир за отклањање налаза категорије 3 прилично дугачак и запослени га зато не узимају за озбиљно, док отклањања осматрања није обавезно и мора да постоји јако висок ниво свести запослених о сврси провере, да би отклањали наведено.

Табела 30 – Удели и рангови по ЕХА критеријуму

Ниво 1	Ниво 2	
ЕХА (0.029 / 7)	Осматрање	(0.113 / 3)
	Налаз категорије 1	(0.050 / 4)
	Налаз категорије 2	(0.656 / 1)
	Налаз категорије 3	(0.180 / 2)

4.7. Резултати модела на основу критеријума мишљење руководиоца за усклађеност о значају сваког стандарда (ВГХ)

Као што је већ наведено, 453 стандарда је издвојено на основу мишљења провјерача који су сви изабрани као стандарди са истим рангом и истим уделом, што није задовољавајуће решење, ако се посматрају стандарди и њихов број (147), који су добијени укупним рангирањем модела, и који су ранжирани по хијерархији. Такође је очигледно да је провера стандарда, који су изабрани само на основу мишљења проверача, без разматрања осталих индикатора, доста захтевнија по питању ресурса – провера 453 одабраних стандарда, уместо 147 стандарда, што износи 308 % од оптималног броја стандарда који требају бити проверени.

4.8. Резултати модела на основу критеријума подаци о значајним променама у компанији (КОР)

По питању критеријума КОР, сви удели и рангови се могу видети у табели 31. Приказано показује да је критеријум са највећим уделом “Значајне промене руководства” и подкритеријум “Представник за безбедност земаљске делатности”, док је на последњој позицији критеријум “Значајне промене у организацији и систематизацији”.

Очигледно је да је безбедност доста подложна људском фактору и да људи који раде директно у оперативи имају веома велики значај по питању безбедности. Запослени који раде у земаљској делатности по питању безбедности су веома специфични, услед захтева за њихово распоређивање на поменута радна места. Насупрот запосленима из летачке делатности и обезбеђивања континуиране пловидбености авиона, који су летачко особље или инжињери ваздухопловства, запослени из земаљске делатности немају велико знање везано за перформансе авиона са турбофенском погонском групом, док је њихов примарни циљ да обезбеде да операција тече „глатко“ и такав приступ је увек ризичан.

На послењој позицији се налази критеријум „Руководилац за обезбеђивање у ваздухопловству“, „Руководилац за усклађеност“ и „Одговорно лице за континуирану пловидбеност“. За све наведене позиције, регулаторни захтеви су веома стриктни и захтевни и последишно, особе на датим позицијама су увек регрутоване веома пажљиво, што резултира ситуацијом у којој нема много промена на датим позицијама. Поред наведеног, у

датим областима постоје веома јасни и прецизни захтеви по питању документације, коју сваки нови руководиоца наследи, што такође минимизира утицај промене запосленог на датим позицијама.

Табела 31 – Удели и рангови по КОР критеријуму

Ниво 1	Ниво 2	Ниво 3
КОР (0.118 / 3)	Значајне промене у организацији и систематизацији	(0.100 / 2)
	Значајне промене руководства	(0.900 / 1)
		Одговорни руководиоца (0.070 / 3)
		Руководиоца за усклађеност (0.014 / 5)
		Руководиоца за безбедност (0.070 / 3)
		Руководиоца за обезбеђивање у ваздухопловству (0.014 / 5)
		Одговорно лице за летачку делатност (0.069 / 4)
		Одговорно лице за земаљску делатност (0.070 / 3)
		Одговорно лице за обуку посада (0.070 / 3)
		Одговорно лице за континуирану пловидбеност (0.014 / 5)
		Представник за безбедност летачке делатности (0.178 / 2)
		Представник за безбедност земаљске делатности (0.184 / 1)
		Представник за безбедност за обуку посада (0.070 / 3)
		Представник за безбедност континуиране пловидбености (0.178 / 2)

Супротно наведеном, промене везане за позицију руководиоца за безбедност имају много већи утицај, услед чињенице да се на овој позицији, у највећем броју случајева, налази члан летачког особља, који има потпуно другачији приступ овом питању. Летачко особље је много више оријентисано на летење него на рад у канцеларији и папирологију и много чешће напушта ову позицију у корист летења, док документација коју оставе иза себе није увек довољна да нови руководиоца за безбедност преузме одмах посао, без периода прилагођавања.

4.9. Резултати модела на основу критеријума подаци обавезног система извештавања о догађајима у цивилном ваздухопловству (ОЦЦ)

По питању критеријума ОЦЦ, сви удели и рангови се могу видети у Табели 32, тако да је критеријум са највећим уделом “Догађаји који се односе на техничке услове, одржавање и поправку авиона”, као и подкритеријум “Пројектовање”, праћен са подкритеријумом “Производња”. На последњој позицији се налази критеријум “Догађаји који се односе на услуге у ваздушној пловидби и опрему и уређаје за ваздушну пловидбу” и сви подкритеријуми осим “Остали догађаји”. Наведено јасно указује на велику важност одржавања авиона са турбофенском погонском групом као и праћења свих функција.

Табела 32 – Удели и рангови по ОЦЦ критеријуму

Ниво 1	Ниво 2	Ниво 3
ОЦЦ (0.099 / 5)	Догађаји у вези са коришћењем авиона	(0.196 / 2)
		Ваздушни саобраћај (0.439 / 1)
		Технички догађаји (0.104 / 3)
		Интеракција са пружањем услуга у ваздушној пловидби и управљањем ваздушним саобраћајем (0.187 / 2)
		Ситуације у случају опасности и критичне ситуације (0.062 / 4)
		Спољно окружење и метеорологија (0.104 / 3)
		Обезбеђивање (0.104 / 3)
	Догађаји који се односе на техничке услове, одржавање и поправку авиона	(0.647 / 1)
		Производња (0.420 / 2)
		Пројектовање (0.507 / 1)
		Одржавање и обезбеђивање континуиране пловидбености (0.073 / 3)
	Догађаји који се односе на услуге у ваздушној пловидби и опрему и уређаје за ваздушну пловидбу	(0.043 / 4)
		Догађаји који се односе на авион (0.507 / 1)
		Деградација или потпуни губитак услуга или функција (0.420 / 2)
		Остали догађаји (0.073 / 3)
	Догађаји који се односе на аеродроме и услуге на земљи	(0.114 / 3)
		Управљање безбедношћу на аеродрому (0.932 / 1)
		Прихват и отпрема авиона (0.068 / 2)

5. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

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 смањује.

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 праћења 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, континуиране 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, на основу великог искуства аутора ове докторске дисертације, описаном у поглављу 3, је препознато да провера у пракси има много мањкавости, и да је зато све више означена у литератури [39] 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.

Са резултатима наведеним у литератури [39], аутор ове докторске дисертације се делимично сложила, 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, аутор ове докторске дисертације је сматрала да 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 аутора у изради ове 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 провере највише обрађена у домену финансија, док, упркос великом броју провера у ваздухопловству, и захтева за њима у складу са регулативама, се веома мали број радова бавио наведеном темом, што је указало 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. Став аутора ове докторске дисертације је био да листа усклађености мора да буде тако дефиниса, да иста буде довољно обимна и детаљна, да се задовољи сврха провере, док са друге стране треба рационално трошити ресурсе. Сваки озбиљни авио-превозилац, као и руководиоца за усклађеност исте, су се сусрели са наведеним проблемом и озбиљан приступ решавању истог је неопходан, ако се жели успоставити „зрела“ функција праћења усклађености, путем које ће се достићи задовољавајући ниво безбедности.

Прво је разматрана могућност да се функција провере уговори са другом компанијом, која пружа дату услугу, али на основу увида у литературу [176] и искуства аутора ове докторске дисертације из праксе (поглавље 3), констатовано је да пракса везана за уговорене функције није увек успешна и не одвија се увек у складу са предностима које су описане у теорији.

Такође је увидом у литературу [88], и на основу искуства аутора ове докторске дисертације из праксе (поглавље 3) констатовано да је уговарање функција један од критичних пословних процеса, из перспективе авио-превозиоца, док су наведени резултати показали да постоје ризици у случају коришћења услуга од стране других компанија.

Поред чињенице да је авио-превозилац једини одговоран за све своје активности пред ваздухоловним властима, као и за све активности уговорених организација, авио-превозилац сноси све трошкове које негативне последице оваквих аранжмана могу да узрокују, укључујући нематеријалне и материјалне трошкове.

Потребно је напоменути и следеће, да услуге провера коштају доста, и ако се уговарају по дану провере и ако се уговарају по целокупној провери, чак и ако их раде лиценцирани појединци, а поготово ако их спроводе овлашћене и / или реномиране организације за проверу.

Поред наведеног су на основу доступне литературе и искуства аутора ове докторске дисертације из праксе (поглавље 3), посебно разматрани аспекти стручности проверивача, као и значај културолошких фактора.

У литератури [1] је забележено да да се од проверивача, који су специјализовани у одређеној грани индустрије, очекује да пружи виши ниво квалитета провере, насупрот проверивачима који нису специјализовани. Без обзира на специјализованост проверивача у домену авио-превозиоца, сваки авио-превозилац има своје специфичности које су веома важне за проверу, тако да је разматрано и питање колико проверивач који се уговара може адекватно спровести проверу и у ком временском року. Искуство аутора ове докторске дисертације (поглавље 3), која је спроводила провере и као интерни и као екстерни проверивач, је указало на чињеницу да екстерно ангажованом проверивачу је неопходно више времена за квалитетно спровођење провере, што директно узрокује већу цену провере и трошкове за авио-превозиоца.

На основу увида у доступну литературу [159] је констатовано да одређени културолошки фактори утичу на квалитет провере и истакнуто је да је културолошки фактор веома битан фактор, када се говори о квалитету провере, док је у литератури [74] констатовано да је култура везана за безбедност највише рангирана латентна променљива, која узрокује да оно што добро функционише у једној организацији, можда неће функционисати у другој. Искуство аутора ове докторске дисертације (поглавље 3), која је спроводила провере и у културолошки истим окружењима, као и у културолошко различитим окружењима је показало да различита културолошка окружења у потпуности мењају приступ провери, начин како се иста спроводи, као и дефинисање критичних области система за проверу, док се пројектовање листе усклађеност за проверу драматично разликује од случаја до случаја, са потпуно различитим захтеваним временским ресурсима, што директно утиче на квалитет саме провере, као и на финансијска средства која је неопходно издвојити од стране авио-превозиоца.

На основу свега наведеног је одлучено да се опција уговарања организације или појединаца за спровођење провере одбаци и да се провере спроводе од стране проверивача одабраних од запослених авио-превозиоца, јер ће то дати најбоље резултате по питању квалитета провере, док ће се значајно уштедети и време и новац.

Када је одлучено да ће се провера спроводити од стране проверивача одабраних од запослених авио-превозиоца, приступило се разматрању пројектовања листа усклађености за проверу.

Листе усклађености за проверу су доступне да се купе од различитих организација, али такве листе усклађености су универзалне за све компаније, што је на основу чињеница наведених у претходном тексту неадекватно и изискује додатна финансијска средства, тако да је та опција одбачена.

На основу наведених чињеница је констатовано да је варијанта да се пројектују сопствене листе усклађености најбоља и финансијски најисплативија, али ту се јавило више проблема.

Прво се поставило питање на основу чега ће се одредити критичне области система које је неопходно проверити, као и које имају већи, а које мањи приоритет.

Након тога се поставило питање колики обим листе усклађености је неопходан да би се проверили сви релевантни стандарди, док је био присутан и веома велики фактор одговорности, јер ако се одређени стандарди уврсте у листу усклађености и провере, а у скоријој будућности дође до проблема у области која није проверена, поставља се питање како „стати“ иза своје одлуке да су баш ти стандарди они који су у тренутку формирања листе усклађености били релевантни за проверу.

Констатовано је да листа усклађености треба да је формирана тако да чак и ако се догоди нешто у домену који није провераван, да руководиоца за усклађеност може да стане иза своје одлуке и да покаже да је према одређеним показатељима, у датом тренутку, донео исправну одлуку.

У даљим истраживањима је разматрано да се пројектује листа усклађености на основу захтеване регулативе, тако што би се листа усклађености дизајнирала на начин да сваки стандард у листи усклађености буде један захтев из регулативе, али је констатовано да ваздухопловне власти спроводе своје провере по својим листама усклађености, које су у складу са истом регулативом, у домену који је за њих прихватљив, тако да би било непотребно и несврсисходно да се паралелно са тим процесом одвија и интерна проверка по тим истим листама усклађености, што би се свело на то да се посао дуплира, „проверавају“ ваздухопловне власти и неплански троше ресурси.

Провера ставки које су већ проверене или код којих је утврђена неусаглашеност, која је затим отклоњена, довела би до ситуације да провере представљају формалност и да их и запослени и проверивачи тако прихвате, чиме би авио-превозилац заувек изгубио могућност да користи бенефите провера и програма за праћење усклађености.

Поред наведеног, проверка свих стандарда са додатним материјалом, дефинисаних у регулативи о условима за обављање ваздушног саобраћаја [66] и пловидбености авиона [68], на начин да је један стандард у листи усклађености за проверу један захтев из регулативе, на основу искуства аутора ове докторске дисертације из праксе (поглавље 3), захтева рад од 6 месеци са 5 проверивача, што је потпуно нерихватљиво за авио-превозиоца, сходно чињеници да авио-превозиоци, који немају велики број авиона и обим саобраћаја, немају запослене којима је једини посао да буду проверивачи, већ ту функцију обављају уз своје свакодневне радне обавезе. Са друге стране, колико год да авио-превозилац има авиона и обим саобраћаја, исти не може да организује да запослени који раде у целинама које су предмет провере буду доступни проверивачима у периоду од 6 месеци и да занемаре своје примарне обавезе.

На основу наведених чињеница је одбачено и наведено решење, након чега је разматрано да се користе листе усклађености које су доступне бесплатно путем Интернета, на сајтовима разних компанија. И за ове листе усклађености, као и за листе усклађености за проверу које су доступне да се купе од различитих организација, је на основу искуства аутора ове докторске дисертације из праксе (поглавље 3) констатовано да су ретки случајеви да су такве листе усклађености адекватне и применљиве за све авио-превозиоце, док би се ситуација сводила на проверу стандарда, на које би се одговарало са „Да / Не“ и веома лако би се дошло до ситуације да провера пређе у формално обележавање „Да / Не“ поља, без могућности дубље анализе резултата и бенефита који из истих могу да произађу.

Као могућност за даља истраживања је препознат *IOSA* програм, који даје стандардизовани програм провере, који се заснива на интернационално препознатим стандардима. Поред наведеног, *IOSA* стандардима су обухваћени захтеви *ICAO*, *DoD*, *FAA*, *EASA* итд. и остале најбоље праксе из ваздухопловне индустрије.

Истражујући могућности је констатовано да се авио-превозиоцима указала значајна 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, руководилац за усклађеност може бити сигуран да је проверено све што је требало да буде проверено и да по питању одговорности буде задовољан.

На основу свега наведеног, наметнуо се закључак да самостално дефинисиње стандарда за листу усклађености није неопходно. Са једне стране, како је већ напоменуто, *IOSA* покрива све стандарде који представљају минимум који свака компанија треба да испуни да би безбедно летела, док обухвата скоро све регулативе, а не само једну од њих, као највећи број листа усаглашености које су доступне.

Поред наведеног, значајна је и чињеница да авио-превозилац, који се одлучио да поседују *IOSA* сертификат, редовно прати све измене *IOSA* стандарда, припрема се сваке друге године за *IOSA*, а сваке за интерну *IOSA*, тако да су и запослени у оперативи, руководство оперативе и сами проверивачи одлично упознати са стандардима, шта се њима

захтева, као и пратећим материјалом, чиме се знатно штеди време по питању разумевања захтева стандарда, што понекад може бити веома исцрпљујуће и изискивати доста времена.

Са друге стране, спровођење провере по листама усклађености које су јако добро познате има и својих мана, као што су настанак рутине приликом провере, где проверивачи почињу да раде механички, а запослени показују документацију за коју сигурно знају да је коректна, док се постојеће референце за одређене стандарде стално преписују.

Након разматрања предности и мана коришћења *IOSA* листа усаглашености за интерну проверу, разматрано је да се из *IOSA* листи усклађености искористи најбоље, док треба избећи све замке које исте нуде, и одлучено је да ће се исте користити, али су переостала додатна разматрања, у домену оптималног трошења ресурса, и у том правцу су истраживања даље настављена.

За разлику од *IOSA* проверивача, који спроводе *IOSA* ради добијања или обнове сертификата, и проверавају око 900 стандарда са 5-6 искусних проверивача, у периоду од 5 дана, интерну или циљану проверу је немогуће спровести у тако кратком року и у толиком обиму, ако се жели да се искористе бенефити провере, а не да иста постане формалност означавања ставки „Да/Не“. На основу дугогодишњег искуства аутора ове докторске дисертације (поглавље 3), детаљна провера око 900 стандарда из *IOSA* приручника са стандардима захтева 6 недеља (30 радних дана) са 5 искусних проверивача.

Разматрано је да су целине, чији рад утиче на безбедност, оперативне, и да је јако тешко одвојити наведени временски период у континуитету, услед потребе извршења редовних дужности, од стране особља целине која је предмет провере. Такође је констатовано да је провера веома исцрпљујућа активност, како за провериваче, тако и за провераване, па се у периоду од шест недеља може лако 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.

Сва истраживања у литератури везана за потребне ресурсе интерне провере [123], [144], су се углавном односила на области другачије од ваздухопловства и на скуп другачијих стандарда и самим тим нису могла бити искоришћена за сврху ове докторске дисертације.

Посебно је разматрано питање циљаних провера за одређену област и аутор ове докторске дисертације је на основу искуства из праксе (поглавље 3) и доступне литературе [156], [157], [110] сматрала 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 издавањем *IOSA* стандарда, који се децидно односе на перформансе авиона са турбофенском погонском групом, се може отићи у две крајности. Прва, да се издвоје само они стандарди који се стриктно односе на одређену област (за случај ове 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 неуронских 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, приказане у поглављу 2.1, 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 аутора ове докторске дисертације (поглавље 3) са датим типом авиона је изабран 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, као и 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.

5.1. Главни научни доприноси

У складу са дефинисаним предметом и научним циљевима истраживања, као и потврђеним полазним хипотезама, користећи нову методологију приказану у овој докторској дисертацији, издвојени су следећи главни научни доприноси.

5.1.1. 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 његову вредност по питању научног доприноса неописаном у литератури и непримењеном 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 неописаном у литератури и непримењеном у пракси.

5.1.2. 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 је на више начина уштеђен 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 давања 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 ће се омогућити 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, јако 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 осетљивости, 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 [71]. 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, што је описано у поглављу 5.2.

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

5.1.3. Неопходни ресурси

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 ова докторска дисертација даје разумне мере по питању ресурса за интерну проверу и покрива и тај недостатак у литератури, док даје и сугестије за праксу. Ресурси познати из праксе аутора ове 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.

5.1.4. Дефинисање релевантних IOSA стандарда

На основу приказаних резултата ове 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.

5.1.5. Неопходност израде модела

На основу приказаних резултата ове докторске дисертације је произишао значајан научни допринос литератури и пракси у виду 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.

5.1.6. 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.

5.1.7. Бенефити вишекритеријумске методе *АНР*

Док је у литератури приказано да су доношење одлука и *АНР* погодни за велики број критеријума, аутор ове докторске дисертације није се срео са наведеним ни у једном раду, док је дизаниран модел показао веома успешну примену великог броја критеријума у пракси (377 критеријума и 922 алтернативе), са применом бенефита анализе осетљивости, што представља научни допринос литератури и пракси.

5.1.8. Провера као алат за проверу достигнутог нивоа безбедности

У прегледаној литератури [39] је назначено да резултати провере нису добри индикатори достигнутог нивоа безбедности авио-превозиоца. Насупрот наведеном, аутор ове докторске дисертације је указала на мањкавости стандардног приступа провери, која је давала незадовољавајуће резултате, пројектовала нови, потпуно другачији приступ провери, и на основу резултата доказала 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.

5.1.9. Образовање и квалификације проверивача

Образовање и квалификације проверивача су дефинисани регулативом и захтевима самог авио-превозиоца, али на основу искуства аутора ове докторске дисертације (поглавље 3), као и 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 ове 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.

5.1.10. Уштеда ресурса

Поред наведене уштеде ресурса по питању трајања провере, као и броја проверивача који су за исту неопходни, ова докторска дисертација је резултовала још једним научним доприносом везаним за рационално трошење и других ресурса. У складу са сопственим сазнањем аутора ове докторске дисертације, у литератури није описан модел који може бити примењен специјално за сличну сврху, без коришћења великих и скувих програмских система, који су јако 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 овом докторском дисертацијом и тај недостатак у литератури и пракси покривен.

5.2. Стабилност модела и анализа осетљивости

Поред наведеног у претходном тексту, дати модел може бити коришћен 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 аутора ове докторске дисертације, чак и када се ради о новм издању *IOSA* приручник са стандардима, велики број стандарда је промењен у домену бољег разумевања стандарда са новоуведеним детаљима, што 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, је одређено путем анализе осетљивости. Програм *Expert Choice* може да изврши анализу осетљивости на више различитих начина, тако да је могуће видети 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 [71]. 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 8 критеријума на првом нивоу, као и на осталим нивоима, изузев последњег, који садржи алтернативе, док су овакви увиди веома значајни за будући рад.

5.3. Смернице за будући рад

Веома је значајно имати у виду да група података који су садржани у овој докторској дисертацији (поред података о значају 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 од 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 је аутор ове докторске дисертације користила прецизне нумеричке податке 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.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Abbott, L.J., Parker, S., 2000. Auditor Selection and Audit Committee Characteristics. *AUDITING: A Journal of Practice & Theory* 19, 47-66;
- [2] Abkin, M.H., Gilgur, A., Bobick, J.C., Hansman, R.J.Jr., Reynolds, T.G., Vigeant-Langlois, L., Hansen, M.M., Gosling, G.D., Baumgardner, W.F., 2001. Development of fast-time simulation techniques to model safety issues in the national airspace system. CY01-Final Report, (Phase III), Prepared for: NASA, Contract No. NAS2-99072;
- [3] Adams, D., 2006. A Layman's Introduction to Human Factors in Aircraft Accident and Incident Investigation. Australian Government, Australian Transport Safety Bureau, ATSB Safety Information Paper B2006/0094;
- [4] Agarwal, N., 2002. Neural Network based Modeling and Simulation for the Optimization of Safety Logic. Massachusetts Institute of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering, M.Eng, Thesis;
- [5] Ahire, S.L., Rana, D.S., 1995. Selection of TQM pilot projects using an MCDM approach. *International Journal of Quality & Reliability Management* Vol. 12, No. 61–81;
- [6] Akarte, M.M., Surendra, N.V., Ravi, B., Rangaraj, N., 2001. Web based casting supplier evaluation using analytic hierarchy process. *Journal of the Operational Research Society* 52(5), 511–522;
- [7] Albadvi, A., 2004. Formulating national information technology strategies: A preference ranking model using PROMETHEE method, *European Journal of Operational Research* 153(2), 290-296;
- [8] Alcott, B., Beaufays, J., Blajev, T., Johansen, T., Masson, M., Piers, M., Sorenson, P., Van Der Boom, R. 2007. ECAST Process Guide, V2.0. ECAST Process Manual, EUROCONTROL, EASA, Boeing and IFA, Netherlands Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Directorate General of Transport and Aviation;
- [9] Alekseev, K.P.G., Seixas, J.M., 2002. Forecasting the Air Transport Demand for Passengers with Neural Modelling. Federal University of Rio de Janeiro, Institute of Electrical and Electronics Engineers, VII Brazilian Symposium on Neural Networks, Proceedings, Vol. 1, No. 86;
- [10] Aleksi, I., Hocenski T., 2009. Primjena Expert-choice alata i AHP metode za odabir Virtex-5 FPGA čipa. Elektrotehnički fakultet sveučilišta u Osijeku, elaborat;
- [11] Alipoor, A., Hadinejad, F., 2011. Multi Criteria Decision Making for Optimal Sensor Selection. *International Conference on Computer Communication and Management*, Singapore, Proc .of CSIT vol.5;
- [12] Allen, M.J., Dibley, R.P., 2003. Modeling Aircraft Wing Loads from Flight Data Using Neural Networks. NASA Dryden Flight Research Center Edwards, California, NASA/TM-2003-212032;
- [13] Asuquo, D. E., Onuodu, F. E., 2016. A fuzzy AHP model for selection of University Academic Staff. *International Journal of Computer Applications* 141/1, 19-26;
- [14] Athawale V.M., Chakraborty S., 2010. Facility Location Selection using PROMETHEE II Method. *Proceedings of the 2010 International conference on Industrial Engineering and Operations Management Dhaka, Bangladesh*;

- [15] Babic, Z., Plazibat, N., 1998. Ranking of enterprises based on multi-criteria analysis. *International Journal of Production Economics* Vol. 56–57, Pg. 29–35;
- [16] Bamber, E.M., 1987. The effects of the planning memorandum, time pressure and individual auditor characteristics on audit managers' review time judgments. *Contemporary Accounting Research* 4(1), 127–143;
- [17] Bao, J., 2002. Short-term Load Forecasting based on Neural Network and Moving Average. Artificial Intelligence Lab, Dept of Computer Science, Iowa State University;
- [18] Barnstorff, K., Martin, K., 2002. NASA to review weather projects designed to improve aviation safety. Langley Research Center, Hampton, Glenn Research Center, Cleveland, Ohio, NO. 02-085;
- [19] Barton, H., Beynon, M. 2008. A PROMETHEE based uncertainty analysis of UK police force performance rank improvement. *International Journal of Society Systems Science* 1(2), 176-193;
- [20] Bedessi, S., Lisi S., 2011. AHP, ANP, AND ANN: Technical differences, conceptual connections, hybrid models. ISPRI (Institute for Forecasting Studies and International Research), CSSI (University Centre of International and Strategic Studies), Proceedings of the International Symposium on the Analytic Hierarchy Process;
- [21] Berrittella, M., La Franca, L., Zito, P., 2009. An analytic hierarchy process for ranking operating costs of low cost and full service airlines. *Journal of Air Transport Management* Vol.15, Issue 5, 249-255;
- [22] Bishop, C.M., Hinton, G.E., Strachan, I.G.D., 1997. GTM Through Time. Proceedings IEE Fifth International Conference on Artificial Neural Networks, Cambridge, U.K., 111-116;
- [23] Boeing, 2018. Boeing 737-300/400/500 Aircraft Maintenance Manual;
- [24] Boeing, 2020. Boeing 737-300 Flight Crew Operations Manual;
- [25] Bolduc, C., Jackson, W., 1999. 3D Animation of Recorded Flight Data. International Symposium on Transportation Recorders, Arlington, Virginia;
- [26] Brace, C., 1998. Prediction of Diesel Engine Exhaust Emissions using Artificial Neural Networks. University of Bath, IMechE Seminar S591, Lucas Electrical and Electronic Systems, Solihull;
- [27] Brandt, M.H., 1999. The Next Generation FOQA Programs. National Transportation Safety Board, Proceedings of the International Symposium on Transport Recorders, Arlington, Virginia, 29-34;
- [28] Braukus, M., Mewhinney, M., Bloch, L., 2004. NASA Develops New Tool For Airline Accident Prevention. NASA Headquarters, Washington, Ames Research Center, Moffett Field, California, SAGEM Avionics, Grand Prairie, Texas, RELEASE : 04-297;
- [29] Brooks, J.L., 1999. Smiths Industries Flight Data / Cockpit Voice Recorders. International Symposium on Transportation Recorders, Arlington, Virginia, USA;
- [30] Bukvić, D. Praćenje pouzdanosti kao sredstvo kontrole sistema održavanja saobraćajnih vazduhoplova, , Jat Tehnika d.o.o . skripta;
- [31] Byron, B. 2001. Practical Safety Management. Flight Safety Australia, pg.32 – 33;
- [32] Byun, D.H., 2001. The AHP approach for selecting an automobile purchase model. *Information and Management* Vol. 38, Issue 5, 289–297;
- [33] Calise, A.J., Rysdyk, R.T. 1998. Nonlinear Adaptive Flight Control using Neural Networks. *IEEE Control System Magazine*, Vol. 18, Issue 6, 14-25;

- [34] Callantine, T.J. 2001. Analysis of Flight Operational Quality Assurance Data Using Model-Based Activity Tracking. SAE Technical paper 2001-01-2640, 11;
- [35] Campbell, J.M. 2008. Safety Hazard and Risk Identification and Management in Infrastructure Management. The University of Edinburg, School of Engineering and Electronics, PhD Thesis;
- [36] Ceha, R., Ohta, H., 1994. The evaluation of air transportation network based on multiple criteria. Computers and Industrial Engineering Vol. 27(1), 249–252;
- [37] Chakraborty, T., Ghosh, T., Dan, P., 2011. Application of analytic hierarchy process and heuristic algorithm in solving vendor selection problem. Business Intelligence Journal - Vol.4 No.1, 167-177;
- [38] Chamberlin, R.W., 1991. Reject Take off's - Causes, Problems and Consequences. The Ohio State University, Sixth International Symposium on Aviation Psychology, Battelle's Aviation Safety Reporting System Program Office, Mountain View, California;
- [39] Chen, C.F., Chen, S.C., 2012. Scale development of Safety Management System evaluation for the airline industry. Accident Analysis and Prevention Vol. 47, 177–181;
- [40] Chen, W., Li. J., 2016. Safety performance monitoring and measurement of civil aviation unit. Journal of Air Transport Management Vol. 57, 228-233;
- [41] Cheppell, S.L., Measuring Safety with Flight Data. 1995. NASA Ames Research center, Moffet Field, California, NASA ASRS (Pub.55), pg. 1-5;
- [42] Chidester, T.R., Understanding normal and atypical operations through analysis of flight data. NASA Ames Research Center;
- [43] Cho, J., Lan, J., Thampi, G.K., Principe, J.C., Motter, M.A., 2002. Identification of Aircraft Dynamics Using a SOM and Local Linear Models. IEEE, The 2002 45th Midwest Symposium on Circuits and Systems;
- [44] Chris, B.C., Shaked, T., Renshaw, E., Lazier, A., Deeds, M., Hamilton, N., Hullender, G., 2005. Learning to Rank using Gradient Descent. Proceedings of the 22nd International Conference on Machine learning, 89-96;
- [45] Cokorilo, O., Gvozdenovic, S., Mirosavljevic, P., Vasov L., 2010. Multi Attribute decision making: Assessing the technological and operational parameters of an aircraft. Transport 25 (4), 352-356;
- [46] Cokorilo, O., Gvozdenovic, S., Vasov, L., Mirosavljevic, P., 2010. Costs of unsafety in aviation. Technological and Economic Development of Economy 16 (2), 188-201;
- [47] Cortellessa, V., Cukic, B., Del Gobbo, D., Mili, A., Napolitano, M., Shereshevsky, M., Sandhu, H., 2000. Certifying Adaptive Flight Control Software. Department of Computer Science and Electrical Engineering Department of Mechanical and Aerospace Engineering, West Virginia University, Morgantown;
- [48] Coyle, G., 2004. The analytic hierarchy process (AHP) – Introduction. Practical Strategy, Open Access Material. Pearson Education Limited;
- [49] Croft, J., 2007. Future Proofing: Can risk analysis prevent more catastrophes? Flight International;
- [50] Čupić, M.E. 2010. Odlučivanje. Univerzitet u Beogradu, , Srbija, Fakultet organizacionih nauka, Beograd;
- [51] Davis, G., 1999. Flight Operational Quality Assurance (FOQA). Federal Aviation Administration (FAA), Air Transportation Division Flight Standards Service;

- [52] Deshmukh, A.R., 2006. Product evaluation and process improvement guidelines for the personal protective equipment manufacturers based on human factors, NIOSH guidelines and system safety principles. Blacksburg, Virginia, Doctoral Dissertation;
- [53] Despodov, Z., Mitić, S., Peltečki, D. 2011. Application of the AHP method for selection of a transportation system in mine planning. Faculty of mining and geology, Belgrade, Underground Mining Engineering 19 (2011) 93-99;
- [54] Djajasaputra, S.R., 1998. Applications of Artificial Neural Networks in Industrial Engineering. Proceedings of national Conference Institute of Industrial Engineering;
- [55] Dougherty, M., 1995. A Review of Neural Networks Applied to Transport. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Vol. 3, Issue 4, 247-260;
- [56] Dragašević, Z., 2010. Modeli višekriterijumske analize za rangiranje banaka. Univerzitet Crne Gore, Ekonomski fakultet, Podgorica, doktorska disertacija;
- [57] Dyer, R.F., Forman, E.H., 1992. Group decision support with AHP. Decision Support Systems, Vol. 8, Issue 2, 99–124;
- [58] Espinola, S., Costa, M., Maurino, D., Protection of information from safety data collection systems;
- [59] European Aviation Safety Agency (EASA), 2000. Easy Access Rules for Organization Requirements for Aircrew (Part ORA);
- [60] European Aviation Safety Agency (EASA), 2011-2012. The EU SAFA Programme (Safety Assessment of Foreign Aircraft) Aggregated Information Report;
- [61] European Aviation Safety Agency (EASA), 2019. Ramp Inspection Manual, Issue 1;
- [62] European Aviation Safety Agency (EASA), 2019. Easy Access Rules for Air Operations (Regulation (EU) No 965/2012);
- [63] European Aviation Safety Agency (EASA), 2020. Easy Access Rules for Continuing Airworthiness (Regulation (EU) No 1321/2014);
- [64] European Aviation Safety Agency (EASA), 2020. Easy Access Rules for Flight Crew Licencing (Part FCL);
- [65] European Aviation Safety Agency (EASA), 2020. Ramp Inspection Manual, Issue 2;
- [66] European Aviation Safety Agency (EASA), 2021. Easy Access Rules for Air Operations;
- [67] European Aviation Safety Agency (EASA), 2021. Easy Access Rules for Continuing Airworthiness (Regulation (EU) No 1321/2014);
- [68] European Union (EU), 2006. Regulation (EC) No 1899/2006 of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006;
- [69] European Union (EU), 2008. Commission Regulation (EC) No. 859/2008;
- [70] European Union (EU), 2015. Commission Implementing Regulation 2015/1018.
- [71] Expert Choice Inc. 2000. - 2004. Quick Start Guide and Tutorials, Part II: Tutorials, Arlington, VA, USA;
- [72] Ferrari, P., 2003. A method for choosing from among alternative transportation projects. European Journal of Operational Research 150(1), 194–203;
- [73] Figueira, J., Mousseau, V., Roy, B., 2016. ELECTRE METHODS. Book Series: International series in Operations Research and Management Science, Springer New York, ISBN 978-1-4939-3093-7;

- [74] Frazier, C.B., Ludwig, T.D., Whitaker, B., Roberts, D.S., 2013. A hierarchical factor analysis of a safety culture survey. *Journal of Safety Research* Vol. 45, 15–28;
- [75] Fuller, S., 2005. Life-Cycle Cost Analysis (LCCA). National Institute of Standards and Technology (NIST);
- [76] Garg, C.P., 2016. A robust hybrid decision model for evaluation and selection of the strategic alliance partner in the airline industry. *Journal of Air Transport Management* Vol. 52, 55-66;
- [77] George, D., One Zero Ways to Bust an Altitude ...Or Was That Eleven Ways? NASA ASRS Drectline, (Pub. 50), pg. 7-11;
- [78] Gonzalez, R.L., 2008. Neural Networks for Variational Problems in Engineering. Technical University of Catalonia, Department of Computer Languages and Systems, PhD Theses;
- [79] Goumas, M., Lygerou, V., 2000. An extension of the PROMETHEE method for decision making in fuzzy environment: Ranking of alternative energy exploitation projects. *European Journal of Operational Research*, Vol. 123, Issue 3, 606-613;
- [80] Greenhut, N., Andres, D., Luxhoj, J.T. Graphical enhancements to the Executive Information System (EIS) for the Aviation System Risk Model (ASRM). American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1-10;
- [81] Guitouini, A., Martel, J.M., 1998. Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method. *European Journal of Operational Research* Vol.109, 501-521;
- [82] Gunther, D., 2003. LOSA Data and Emergency and Abnormal Situations. NASA Ames Research Center, Emergency and Abnormal Situations in Aviation Symposium, San Jose, California;
- [83] Gvozdenović, S., 1989. Optimalna trajektorija leta na određenom rastojanju kao funkcija performansi aviona u vazдушnom saobraćaju. Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Magistrarska teza;
- [84] Gvozdenović, S., 1993. Doprinos metodologije ocene vazduhoplova sa aspekta upotrebne vrednosti u vazдушnom saobraćaju. Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Doktorska disertacija;
- [85] Hegde, G.G., Tadikamalla, P.R., 1990. Site selection for a “sure service terminal”. *European Journal of Operational Research* Vol.48 (1), 77–80;
- [86] Ho, E.S.S.A., Lai, Y.J., Chang, S.I., 1999. An integrated group decision-making approach to quality function deployment. *IIE Transactions* 31, 553–567;
- [87] Holst, A., 1997. The Use of a Bayesian Neural Network Model for Classification Tasks. Studies of Artificial Neural Systems, Department of Numerical Analysis and Computing Science, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, Dissertation, ISBN 91-7153-645-0;
- [88] Hsu, C.C., Liou, J.H., 2013. An outsourcing provider decision model for the airline industry. *Journal of Air Transport Management* Vol. 28, 40-46;
- [89] Hsu, Y.L., Li, W.C., Chen, K.W., 2010. Structuring critical success factors of airline safety management system using a hybrid model. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 46, Issue 2, 222–235;
- [90] Hudson, P., 2001. Safety culture: The ultimate goal. *Flight Safety Magazine*, Flight Safety Australia, pg.29-31;

- [91] Hudymáčová, M., Benková, M., Pócsová, J., Škovránek, T., 2010. Supplier selection based on multi-criterial AHP method. *Acta Montanistica Slovaca Ročník 15* (2010), číslo 3, 249-255;
- [92] International Air Transport Association (IATA), 2019. IATA Operational Safety Audit (IOSA) Standards Manual Ed13, ISBN 978-92-9229-916-3;
- [93] International Air Transport Association (IATA), 2020. Airport Handling Manual (AHM), 40th edition, ISBN 978-92-9229-778-7;
- [94] International Air Transport Association (IATA), 2021. IOSA Program Manual (IPM) Operational Safety Audit, Edition 13, ISBN 978-92-9264-455-0;
- [95] International Air Transport Association (IATA), 2021. IOSA Reference Manual for Audit Programs, Edition 11, ISBN 978-92-9264-380-5;
- [96] International Civil Aviation Organization (ICAO), 2002. Doc. 9803, Line Operations Safety Audit (LOSA), First Edition;
- [97] International Civil Aviation Organization (ICAO), 2002. Human Factors Guidelines for Safety Audits Manual, Doc. 9806 AN/763, First Edition;
- [98] International Civil Aviation Organization (ICAO), 2004. Cross-Cultural Factors in Aviation Safety, Circular 302-AN/175, Human Factors Digest No. 16;
- [99] International Civil Aviation Organization (ICAO), 2005. Threat and Error Management (TEM) in Air Traffic Control, Preliminary Edition;
- [100] International Civil Aviation Organization (ICAO), 2006. Doc 9859, Safety Management Manual (SMM), First Edition, ISBN 92-9194 – 675 – 3;
- [101] International Civil Aviation Organization (ICAO), 2009. Doc 9859, Safety Management Manual (SMM), Second Edition, ISBN 978 - 92-9231 – 295 – 4;
- [102] International Civil Aviation Organization (ICAO), 2012. Doc 9859, Safety Management Manual (SMM), Third Edition;
- [103] International Civil Aviation Organization (ICAO), 2016. Annex 13 – Aircraft Accident and Incident Investigation, Eleventh Edition, ISBN 978-92-9249-968-6;
- [104] International Civil Aviation Organization (ICAO), 2016. Annex 19 – Safety Management, Second Edition, ISBN 978-92-9249-965-5;
- [105] International Civil Aviation Organization (ICAO), 2018. Annex 11 – Air Traffic Services, Fifteenth Edition, ISBN 978-92-9258-481-8;
- [106] International Civil Aviation Organization (ICAO), 2018. Annex 6 – Part I - Operation of Aircraft, Eleventh Edition, ISBN 978-92-9258-473-3;
- [107] International Civil Aviation Organization (ICAO), 2018. Doc 9859, Safety Management Manual (SMM), Fourth Edition, ISBN 978 – 92 – 9258 – 552 - 5;
- [108] International Civil Aviation Organization (ICAO), 2020. Annex 13 – Aircraft Accident and Incident Investigation, Twelfth Edition, ISBN 978-92-9258-937-0
- [109] Ishak, S., Kotha, P., Alecsandru, C., 2003. Optimization of Dynamic Neural Networks Performance for Short-Term Traffic Prediction. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board* 1836(1);
- [110] Iskrenovic - Momcilovic, O., 2014. Discrete - Time Variable Structure Controller for Aircraft Flight Angle Tracking. *Transaction of Famena* 38/3, 71-80;
- [111] JatAirways, Program pouzdanosti JatAirways-a;

- [112] Jiang, H., Ruan, J., 2010. Investment Risks Assessment on High-tech Projects Based on Analytic Hierarchy Process and BP Neural Network. *Journal of networks*, Vol. 5, No. 4;
- [113] Joint Aviation Authorities (JAA), 2008. Administrative and Guidance Material, Section Four: Operations, Part Three: Temporary Guidance Leaflet No. 44;
- [114] Kamal, M., Al-Subhi, A.H., 2001. Application of the AHP in project management. *International Journal of Project Management* Vol. 19, Issue 1, 19-27;
- [115] Kar, A.K., 2009. Using Fuzzy Neural Networks and Analytic Hierarchy Process for Supplier Classification in e-Procurement. *Sprouts: Working Papers on Information Systems*, 9-28;
- [116] Kavi, K.M., Aborizka, M., 2000. Glass-Box: An intelligent flight data recorder and real-time monitoring system. Department of Electrical and Computer Engineering, The University of Alabama in Huntsville;
- [117] Kim, S.B., Whang, K.S., 1993. Forecasting the capabilities of Korean civil aircraft industry. *Omega - International Journal of Management science*, Vol. 21, Issue 1, 91-98;
- [118] Kobayashi, T., Simon, D.L., 2005. Hybrid Neural – Network Genetic - Algorithm Technique for Aircraft Engine Performance Diagnostics. *Journal of Propulsion and Power*, Vol.21, No.4;
- [119] Kohl, N., Miikkulainen, R., 2009. Evolving Neural Networks for Strategic Decision-Making Problems. *Neural Networks*, Vol. 22, Issue 3, 326-337;
- [120] Kolczynski, P.J., 2006. FOQA 2006 - Aviation Safety v. Legal Exposure;
- [121] Kolczynski, P.J., 1998. FOQA: Are Legal Issues Interfering with Safety Improvements?;
- [122] Kraus, J., Ondraskova, J., 2014. Analysis of Appropriate Methods for Assessment of Safety in Aviation. *Magazine of aviation development* Vol. 2 (11), 4-8;
- [123] Kruger, H.A., Hattingh, J.M., 2006. A combined AHP-GP model to allocate internal auditing time to projects. *ORiON* Vol. 22 (1), 59-76;
- [124] Kumar, J., Roy N., 2010. A Hybrid Method for Vendor Selection using Neural Network. *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887), Vol. 11– No.12;
- [125] Kumar, V., Suresh, S., Omkar, S.N., Ganguli, R., Sampath, P., 2006. Identification of Helicopter Dynamics using Recurrent Neural Networks and Flight Data. *Journal of the American Helicopter Society*, Vol. 51(2), 164-174;
- [126] Lau, S.K., 2007. General Aviation Flight Data Monitoring. CAPACG White Paper;
- [127] Liou, J.H., Tzeng, G.H., Chang, H.C., 2007. Airline safety measurement using a hybrid model. *Journal of Air Transport Management* Vol.13, Issue 4, 243-249;
- [128] Lu, W., Keyhani, A.; Fardoun, A., 2003. Neural Network-Based Modeling and Parameter Identification of Switched Reluctance Motors”, *IEEE transactions on energy conversion*, Vol. 18, Issue 2;
- [129] Luxhoj, J.T., 2002. Risk Analysis of Human Performance in Aviation Maintenance. 16th Human Factors in Aviation Maintenance Symposium, 1-9;
- [130] Luxhoj, J.T., 2003. Probabilistic Causal Analysis for System Safety Risk Assessments in Commercial Air Transport. Second Workshop on the Investigation and Reporting of Incidents and Accidents, IRIA 2003, 1-22;
- [131] Mareschal, B., 2008. Annexes I - A multicriteria approach to decision aid: PROMETHEE & GAIA“, Université Libre de Bruxelles, Belgium, 1-10;
- [132] Masuoka, R., 2000. Neural Networks Learning Differential Data. *IEICE transactions on Information and Systems*, E83D(6);

- [133] Mather, D., 2004. An Introduction to the Maintenance Scorecard. Industrial Press;
- [134] MATLAB software, V7R14, "Neural Network Toolbox"
- [135] Maurino, D., Ruitenberg, B., 2004. ICAO examining ways to monitor safety during normal ATC operations. ICAO Journal, Vol. 59, No. 3, pg. 14-16;
- [136] Maurino, M.A., Luxhoj, J.T., 2003. Analysis of a group decision support system (GDSS) for aviation safety risk evaluation. Department of Industrial and Systems Engineering, Rutgers University, New Brunswick, New Jersey, Vol. 5;
- [137] McElhatton, J., Drew, C., Buchanan, P., 1997. Crossing-Restriction Altitude Deviations on SIDs and STARs. The Aviation Safety Reporting System at NASA Ames Research Center, NASA ASRS (Pub. 58), pg 1-6;
- [138] McFarland, M.B., Calise, A.J., 1995. Neural networks for stable adaptive control of air-to-air missiles. School of Aerospace Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, IAA-95-3315-CP;
- [139] McFarland, M.B., Calise, A.J., 1997. Multilayer neural networks and adaptive nonlinear control of agile anti-air missiles. School of Aerospace Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, USA Presented at the AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference, August, Paper No. AIAA-97-3540;
- [140] Mead, N.R., 2006. Requirements Prioritization Case Study Using AHP. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University;
- [141] Melcher K.J., Sowers, S.T., Maul, W.A., 2005. Meeting the Challenges of Exploration Systems: Health Management Technologies for Aerospace Systems with Emphasis on Propulsion. NASA/TM-2005-214026;
- [142] Milenković, S. 1998. Veštačke neuronske mreže, Zadužbina Andrejević, ISBN 86-7244-046-3;
- [143] Miroslavljevic, P., Gvozdenovic, S., 2011. An approach to Safety Management System (SMS) implementation in aircraft operations. African Journal of Business Management 5 (5), 1942-1950;
- [144] Mohamed, A.A.M., 2015. Operations Research Applications in Audit Planning and Scheduling. International Journal of Economics and Management Engineering Vol. 9, No. 6;
- [145] Moldík, P., Gurecký J., Paszek, L., 2008. PROMETHEE method and sensitivity analysis in the software application for the support of decision-making. Department of Electrical Power Engineering, VŠB - Technical University of Ostrava, Ostrava-Poruba, Czech Republic, Advances in Electrical and Electronic Engineering 7 (1-2);
- [146] Morgado, D.F.M., Mota A.M., 2001. Comparison between Different Control Strategies using Neural Networks. Conference: 9th Mediterranean Conference on Control and Automation, Dubrovnik, Croatia;
- [147] Mugtussidis, J.B., 2000. Flight data processing techniques to identify unusual events. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, Doctoral Dissertation (15414);
- [148] Napolitano, M.R., Casanova, J.L., Windon, D., Seanor, B., Martinelli, D., 1999. Neural and Fuzzy Reconstructors for the Virtual Flight Data Recorder. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, Vol. 35, Issue 1, 61-71;
- [149] Narkiewicz, J., Tomczyk, A., 2008. Aircraft Avionic, Systems and Equipment, FP7 Second Call, Info Days, European Research in Aeronautics and the New Member States, Poland;

- [150] National Aeronautics and Space Administration (NASA), 2000. Reliability centered maintenance guide for facilities and collateral equipment, <https://www.hq.nasa.gov/office/codej/codejx/Assets/Docs/RCMGuideMar2000.pdf>,
- [151] National Aeronautics and Space Administration (NASA), 2006. NASA's Aviation Safety and Modeling Project - Capabilities for automated analysis of flight data. Ames Research Center, Moffett Field, California;
- [152] National Aeronautics and Space Administration (NASA), 2007. Air Data Report Improves Flight Safety. NASA Technology Transfer Program, Transportation;
- [153] National Aeronautics and Space Administration (NASA), 2011. Probabilistic Risk Assessment Procedures Guide for NASA Managers and Practitioners. NASA/SP-2011-3421;
- [154] National Aeronautics and Space Administration (NASA), U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (FAA), 1997. Proceedings of the FAA-NASA. Symposium on the Continued Airworthiness of Aircraft Structures, FAA Center of Excellence in Computational Modeling of Aircraft Structures, Atlanta, Georgia, DOT/FAA/AR-97/2, I;
- [155] Nicholas, J.S., Clark, B., Ward, D., Jeram, G., Prasad, J. V. R., 2002. Development of Artificial Neural Networks for the HACT Flight Control System. American Helicopter Society 58th Annual Forum, Montreal, Canada;
- [156] Novak, D., Alfirovic, I., Popovic, B., 2015. Influence of Airspeed Measurement Error – Implications for Dead Reckoning Navigation. Transaction of Famena Vol. 39, No.2,13-22;
- [157] Novak, D., Radisic, T., Alfirovic I., 2012. Determining the Influence of Outside Air Temperature on Aircraft Airspeed. Transaction of Famena Vol.36, No.3, 45-54;
- [158] Nygren, K., 2004. Stock Prediction – A Neural Network Approach. Royal Institute of Technology, KTH, Master Thesis;
- [159] Okaro, S.C., Okafor, G.O., 2015. Cultural Factors and Audit Quality. Evidence from Nigeria. International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences Vol. 5, No. 2, 17–22;
- [160] Оприцовић, С., 1998. Вишекритеријумска оптимизација система у грађевинарству. Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Београд;
- [161] Panayiotou, C. G., Cassandras, C.G., Gong, W.B., 2000. Model abstraction for discrete event systems using neural networks and sensitivity information. Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference (Cat. No. 00CH37165), 335-341;
- [162] Papić-Blagojević, N., Gajić, T., Đokić, N., 2012. Using Bayesian network and AHP method as a marketing approach tools in defining tourists' preferences“, TURIZAM, Vol. 16, Issue 1, 8-19;
- [163] Pardee, M., 1999. An Artificial Neural Network Approach to College Football Prediction and Ranking., ECE 539 Final Project;
- [164] Parreiras, R.O., Vasconcelos, J.A., 2007. Decision Support - A multiplicative version of Promethee II applied to multiobjective optimization problems. European Journal of Operational Research 183 (2) 729–740;
- [165] Perčević, D., Primena višekriterijumskog rangiranja u izboru Dect mobilnih stanica. Saobraćajni fakultet u Beogradu, Beograd;
- [166] Pispitsos, S.P., Napolitano, M.R., Seanor, B., 2000. Developing tools for reconstructing control signals for crash investigations. Aircraft Design, Vol. 3, Issue 3, 175-203;

- [167] Pogarcic, I., Francic, M., Davidovic, V., 2008. Application of AHP method in traffic planning. Business Dept, Study of Information Systems, Polytechnic of Rijeka, Rijeka, Croatia, ISEP;
- [168] Pribyl, O., Goulias, K.G., 2003. Application of adaptive Neuro-Fuzzy inference system to analysis of travel behavior. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board 1854(1), 180-188;
- [169] Pride, A., 2010. Reliability-Centered Maintenance (RCM). Smithsonian Institution;
- [170] Radoičić, G., 2009. Implementation of methods for multicriteria decision in the sample of public purchase from practice. Journal of Applied Engineering Science, Vol. 7, no. 23-24, 15-26;
- [171] Rai, M.M., Madavan, N.K., 2000. Aerodynamic Design Using Neural Networks. AIAA Journal, Vol. 38, No.1;
- [172] Razumenić, S., 1984. Performanse transportnih vazduhoplova. Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd;
- [173] Rendulić, Z., 1987. Mehanika leta. Vojnoizdavački i novinski centar, Beograd;
- [174] Reynard, W., 2007. The Acquisition and Use of Incident Data. Investigating Accidents Before They Happen. NASA Ames Research Center, Moffett Field, California, NASA ASRS (Pub. 51);
- [175] Reynard, W.D., Billings, C.E., Cheaney, E.S., Hardy, R., 1986. The development of the NASA Aviation Safety Reporting System. NASA Reference Publication 1114;
- [176] Rieple, A., Helm, C., 2008. Outsourcing for competitive advantage: An examination of seven legacy airlines. Journal of Air Transport Management Vol. 14(5), 280-285;
- [177] Rigutini, L., Papini, T., Maggini, M., Scarselli, F., 2011. SortNet: Learning to Rank by a Neural Preference Function. IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 22(9), 1368-80;
- [178] Robson, D., 2010. Hierarchical Neural Networks for Behavior-Based Decision Making. Department of Computer Sciences, University of Texas at Austin, Undergraduate Honors Thesis;
- [179] Rogers, S.K., 1993. Applications of Artificial Neural Networks IV. Proceedings of SPIE, Vol. 1965;
- [180] Sadek, A.W., Mark, C., 2003. Modular artificial neural networks for solving the inverse transportation planning problem. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board 1836(1);
- [181] Schilling, G.D., 1997. Modeling aircraft fuel consumption with a neural network. The faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia;
- [182] Sexton, R., Sriram, R., Etheridge, H., 2003. Improving Decision Effectiveness of Artificial Neural Networks: A Modified Genetic Algorithm Approach. Decision Sciences, Vol. 34 No.3, 421-442;
- [183] Sharma, V., 2005. Development of a Composite Program Assessment Score (CPAS) for Advanced Technology Portfolio Prioritization. Thesis Proposal Presentation;
- [184] Shin, J., 2000. The NASA Aviation Safety Program: Overview, NASA Glenn Research Center, Cleveland, Ohio NASA/TM—2000-209810;
- [185] Shunin, YU.N., Kniga N., 2005. Neural networks modeling of business situations and decision-making analysis. Computer Modeling and New Technologies, Vol.9, No.2, 17-26;

- [186] Shyur, H.J., Luxhoj, J.T., Williams, T.P., 1996. Using neural networks to predict component inspection requirements for aging aircraft. *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 30, Issue 2, 257-267;
- [187] Simões da Silva, A.C., Belderrain, M.C.N., Pantoja, F.C.M., 2010. Prioritization of R&D projects in the aerospace sector: AHP method with ratings. *Journal of Aerospace Technology and Management*, Vol. 2(3), 339-348;
- [188] Simoneau, M.J., Price, J., 1998. Neural Networks Provide Solutions to Real-World Problems. *MathWorks*;
- [189] Smith, L., 1996. An Introduction to Neural Networks. Centre for Cognitive and Computational Neuroscience, Department of Computing and Mathematics, University of Stirling;
- [190] Smith, R.L., 1998. Intelligent motion control with an artificial cerebellum. Department of Electrical and Electronic Engineering at the University of Auckland, New Zealand, part of Doctoral Disertation;
- [191] South African Civil Aviation Authority, 2004. Aircraft incident report and executive summary. Form Number: CA 12-13b;
- [192] South African Civil Aviation Authority, 2018. Aircraft incident report and executive summary. Form Number: CA 12-12a;
- [193] Sparks, D.W.Jr., Maghami, P.G., 1998. Neural networks for rapid design and analysis. American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc. AIAA-98-1779;
- [194] Srđević, B., Srđević, Z., Zoranović, T. 2002. Promethee, Topsis i CP u višekriterijumskom odlučivanju u poljoprivredi. *Letopis naučnih radova*, godina 26, broj 1, 5-23;
- [195] Statler, I.C., 2002. Performance Data Analysis and Reporting System. *Aerospace Technology Enterprise*, str. 19;
- [196] Statler, I.C., Srivastava, A.N., 2006. Proactively Managing Aviation-System Safety Risk. Recent advances in mining aviation safety data. ARMD Technical Seminar NASA Headquarters;
- [197] Sueyoshi, T., Shang, J., Chiang, W.C., 2009. A decision support framework for internal audit prioritization in a rental car company: A combined use between DEA and AHP. *European Journal of Operational Research*, Vol. 199 (1), 219–231;
- [198] Tarrel, R.J., 1989. Pilot judgment in TCA related flight planning. Fifth Symposium on aviation psychology, NASA ASRS (Pub. 36);
- [199] Teodorović, D., Vukadinović, K., 1998. Application of Artificial Neural Networks in Transportation, Chapter 4, Kluwer;
- [200] Terzić, M., 2010. Primena metoda višekriterijumskog odlučivanja u nabavnoj funkciji sistema odbrane korišćenjem softvera Expert Choice. *Vojno delo*, Vol62, br. 1, 161-183;
- [201] Trani, A.A., Wing-Ho, F., 1997. Enhancements to SIMMOD: A Neural Network Post-processor to Estimate Aircraft Fuel Consumption. NEXTOR Research Report RR-97-8. Virginia Technical Department of Civil Engineering;
- [202] Transport Canada, 2001. Risk Management and Decision-Making in civil aviation. TP 13095.;
- [203] Transport Canada, 2002. Safety Management Systems for flight operations and aircraft maintenance organizations. TP 13881 E, TC-1001871;

- [204] Transport Canada, 2004. Risk Management and Decision-Making in civil aviation, TP 13905B, TC-1001011;
- [205] Transport Canada, 2004. Safety Management System for small aviation operations. TP14135E, TC-1001017;
- [206] Transport Canada, 2005. Inspection and Audit Manual. TP 8606E;
- [207] Transport Canada, 2005. Safety Management System - Assessment Guide. TP 14326E, TC-1001163;
- [208] Transport Canada, 2005. Safety Management System / Implementation Procedures Guide for Air Operators and Approved Maintenance Organizations. TP 14343E;
- [209] Treder, B., Craine, B., 2004. Application of insightful Corporation's data mining algorithms to FOQA data at Jet Blue Airways. A Technology demonstration, in partnership with FAA and GAIN (Global Aviation Information Network);
- [210] U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (FAA), 1998. Acceptable Methods Techniques and Practices—Aircraft Inspection and Repair, AC 43.13-1B;
- [211] U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (FAA), 2021. Airplane Flying Handbook, FAA-H-8083-3C;
- [212] U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (FAA), 2018. Reliability Program Methods – Standards for Determining Time Limitations. Advisory Circular AC120-17B;
- [213] U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (FAA), 2004. Flight Operational Quality Assurance. Advisory Circular AC No: 120-82;
- [214] U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (FAA), 2002. Aviation Safety Action Program. Advisory Circular AC No: 120-66B;
- [215] U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (FAA), 2001. Improved Methodology for the Prediction of the Empennage Maneuver In-Flight Loads of a General Aviation Aircraft Using Neural Networks., Office of Aviation Research Washington, D.C., DOT/FAA/AR-01/80;
- [216] U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (FAA), 2006. Technical Standard Order - Cockpit Voice Recorder Equipment. FAA Certification Service, Washington, D.C., TSO-C123b;
- [217] U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (FAA), 2008. Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge, FAA-H-8083-25A;
- [218] U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (FAA), 2016. Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge, FAA-H-8083-25B;
- [219] United Kingdom Civil Aviation Authority (UK CAA), 1990. Flight Data Recorder for Aeroplane Accidents Investigation. Specification No. 10A, Issue: 1;
- [220] United Kingdom Civil Aviation Authority (UK CAA), 2003. CAP 739 - Flight Data Monitoring, Safety Regulation Group, First Edition, ISBN 0 86039 930 3;
- [221] United Kingdom Civil Aviation Authority (UK CAA), 2010. CAP 760 - Guidance on the Conduct of Hazard Identification, Risk Assessment and the Production of Safety Cases: For Aerodrome Operators and Air Traffic Service Providers. Safety Regulation Group, first edition incorporating amendments, ISBN 978 0 11792 488 8;

- [222] United Kingdom Civil Aviation Authority (UK CAA), 2011. CAP 731 - Approval, Operational Serviceability and Readout of Flight Data Recorder Systems and Cockpit Voice Recorders, Safety Regulation Group, Third Edition, ISBN 978 0 11792 445 1;
- [223] United Kingdom Civil Aviation Authority (UK CAA), 2013. CAP 739 - Flight Data Monitoring, Safety Regulation Group, Second Edition, ISBN 978 0 11792 840 4;
- [224] United Kingdom Civil Aviation Authority (UK CAA), 2018. CAP 642 - Airside Safety Management. Safety and Airspace Regulation Group, Issue 3;
- [225] United Kingdom Civil Aviation Authority (UK CAA), 2019. CAP 670 - Air Traffic Services Safety Requirements. Third Issue;
- [226] Van Es, G.W.H., 2002. Advanced Flight Data Analysis. National Aerospace Laboratory NLR, NLR-TP-2002-091;
- [227] Van Es, G.W.H., Roelen, A.L.C., Kruijsen, E.A.C., Giesberts, M.K.H., 2001. Safety aspects of aircraft performance on wet and contaminated runways. National Airspace Laboratory NLR, NLR-TP-2001-216;
- [228] Verbowski, C., Kıcıman, E., Kumar, A., Daniels, B., Lu, S., Lee, J., Wang, Y.M., Roussev, R., 2006. Flight Data Recorder: Monitoring Persistent - State Interactions to Improve Systems Management. USENIX Association, OSDI '06: 7th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation;
- [229] Vesić, J., Radojičić, M., 2005. Usavršavanje metodologije modeliranja I iskazivanja preferencija donosioca odluke pri višekriterijumskom odlučivanju. Tehnika – Menadžment, Vol.55, br.2, 7-14;
- [230] Vincent, J., Masson, M., Audard, C., 2008. The European Strategic Safety Initiative. EASA Cologne;
- [231] Vukadinović, K., 1997. Upravljanje procesima u vodnom saobraćaju korišćenjem teorije fazi skupova I neuronskih mreža sa primenom na druge vidove saobraćaja. Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Doktorska disertacija;
- [232] Wei, C.C., Chien, C.F., Wang, M.J.J., 2005. An AHP-based approach to ERP system selection. International Journal of Production Economics, Vo. 96, Issue 1, 47–62;
- [233] Wiener, E.L., Chidester, T.R., Kanki, B.G., Palmer, E.A., Curry, R.E., Gregorich, S.E., 1991. The Impact of Cockpit Automation on Crew Coordination and Communication: Overview, LOFT Evaluations, Error Severity and Questionnaire Data. Report / Patent Number NASA-CR-177587 / NAS 1.26:177587;
- [234] www.boeing.com/commercial/airports/plan_manuals.page;
- [235] www.easa.europa.eu;
- [236] www.easa.europa.eu/domains/air-operations/ramp-inspection-programmes-safa-saca;
- [237] www.en.wikipedia.org/wiki/Standard_deviation;
- [238] www.expertchoice.com;
- [239] www.faa.gov;
- [240] www.IATA.org;
- [241] www.iata.org/en/programs/safety/audit/iosa/;
- [242] www.iso.org;
- [243] www.nasa.gov;
- [244] www.promethee-gaia.net;

- [245] Yoo, K. E., Choi, Y.C., 2006. Analytic hierarchy process approach for identifying relative importance of factors to improve passenger security checks at airports. Journal of Air Transport Management, Vol. 12, Issue 3, 135-142;
- [246] Young, S.D., Quon, L., 2006. Integrated Intelligent Flight Deck. NASA Aviation Safety Program, Technical Plan Summary;
- [247] Zhao, W., 2007. Feature-Based Hierarchical Knowledge Engineering for Aircraft Life Cycle Design Decision Support. School of Aerospace Engineering, Georgia Institute of Technology. A Disertation;

БИОГРАФИЈА АУТОРА

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

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Име и презиме аутора: Ирена Крстић

Број индекса:

Изјављујем

Да је докторска дисертација под насловом

“Управљање процесом провере перформанси ваздухоплова са циљем достизања прихватљивог нивоа безбедности путем функције квалитета”

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршила ауторска права и користила интелектуалну својину других лица.

У Београду, _____

Потпис аутора

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ
ДОКТОРСКОГ РАДА**

Име и презиме аутора: Ирена Крстић

Број индекса:

Студијски програм:

Наслов рада: Управљање процесом провере перформанси ваздухоплова са циљем достизања прихватљивог нивоа безбедности путем функције квалитета

Ментор: проф. др Петар Миросављевић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предала ради похрањивања у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везано за добијање академског назива доктор наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

У Београду, _____

Потпис аутора

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Управљање процесом провере перформанси ваздухоплова са циљем достизања прихватљивог нивоа безбедности путем функције квалитета

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предала сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучила.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство - некомерцијално (CC BY - NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде (CC BY – NC – ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY – NC – SA)
5. Ауторство – без прераде (CC BY – ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY – SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.
Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

У Београду, _____

Потпис аутора

1. **Ауторство.** Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. **Ауторство - некомерцијално.** Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промене, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промене, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.