Analiza postupka donošenja odluka kontrolora zračnog prometa

Špoljar, Renata

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:158409

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Renata Špoljar

ANALIZA POSTUPKA DONOŠENJA ODLUKA KONTROLORA ZRAČNOG PROMETA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 20. travnja 2016.

Zavod: **Zavod za aeronautiku**
Predmet: **Teorija kontrole zračnog prometa I**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 3586

Pristupnik: **Renata Špoljar (0135233173)**
Studij: Aeronautika
Smjer: Kontrola leta

Zadatak: **Analiza postupka donošenja odluka kontrolora zračnog prometa**

Opis zadatka:

Uvodno navesti cilj i djelokrug istraživanja. Objasniti važnost ljudskog čimbenika u provedbi kontrole zračnog prometa. navesti kategorije i vrste radnih zadaća koje provode kontrolori zračnog prometa. Navesti i objasniti važnost informacija koje utječu na donošenje odluka. Analizirati slučajeve za aerodromsku, prilaznu i oblasnu kontrolu te Izraditi dijagrame toka procesa donošenja odluka tijekom osposobljavanja na BEST simulatoru. Dati zaključna rzmatranja.

Zadatak uručen pristupniku: 4. ožujka 2016.

Mentor:

doc. dr. sc. Biljana Juričić

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ANALIZA POSTUPKA DONOŠENJA ODLUKA KONTROLORA ZRAČNOG PROMETA

ANALYSIS OF AIR TRAFFIC CONTROLLER DECISION MAKING

Mentor: doc. dr. sc. Biljana Juričić
Student: Renata Špoljar, 0135233173

Zagreb, rujan 2016.

SAŽETAK

Kontrola zračnog prometa podrazumijeva kompleksne zadaće, a uspješnost njihovih izvršavanja uvelike ovise o kognitivnim sposobnostima čovjeka. Prilikom provođenja svojih zadataka kontrolori koriste naprednu tehnologiju koja mora biti prilagođena njihovim potrebama. Proces donošenja odluka kontrolora u cilju pravovremenog rješavanja potencijalnih konflikata i koordiniranja prometa uključuje procesuiranje velike količine ulaznih podataka o svim zrakoplovima za koje je odgovoran. Da bi se omogućilo efektivno planiranje trenutnog i budućeg prometa, neophodno je kontinuirano održavanje situacijske svjesnosti. Kontrolori trebaju brzo reagirati, odrediti prioritete i koristiti prikladne metode kako bi osigurali potrebnu separaciju između zrakoplova i ekspeditivan protok prometa. Zaduženi su za izdavanje odobrenja, uputa i informacija pilotima zrakoplova.

KLJUČNE RIJEČI: kontrolori zračnog prometa; zadaće; donošenje odluka; konflikti

SUMMARY

Air traffic control is a complex system where many tasks have to be completed and the success of their fulfillment greatly depends on the cognitive abilities of a person. While performing their tasks controllers use advanced technology that must be adjusted to their needs. The decision making process of a controller is aiming to solve potential conflicts and coordination of traffic which includes processing a great amount of aircraft data in due time. To enable effective planning of current and future traffic it is necessary to constantly maintain situational awareness. Controllers have to react in a fast manner, determine priorities and use appropriate techniques to ensure the needed separation and expeditious flow of air traffic. They are in charge of issuing clearances, information and instructions to aircraft pilots.

KEYWORDS: air traffic controllers; tasks; decision making; conflicts

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. VAŽNOST LJUDSKOG ČIMBENIKA U PROVEDBI KONTROLE ZRAČNOG PROMETA 3

2.1 Uloga čovjeka u kontroli zračnog prometa 3

2.2 ICAO Shell model 5

2.2.1 Interakcija čovjeka i stroja 6

2.2.2 Timski rad 7

3. KATEGORIJE I VRSTE ZADATAKA KOJE TIJEKOM RADA PROVODE KONTROLORI 9

3.1 Kategorije zadaća kontrolora 9

3.2 Opis najvažnijih zadaća kontrolora 11

3.2.1 Temeljne zadaće kontrolora („*Core Tasks*“ – *CT*) 11

3.2.2 Izravne zadaće potpore („*Direct Support Tasks*“ – *DST*) 13

4. INFORMACIJE KOJE UTJEČU NA DONOŠENJE ODLUKA 15

4.1 Informacije dobivene putem radara 15

4.2 Informacije prikazane na stripovima 18

4.3 Meteorološke informacije 21

4.4 Informacije dobivene od pilota 22

5. DIJAGRAM TOKA PROCESA DONOŠENJA ODLUKA KONTROLORA 23

6. CASE STUDY ANALIZA TE IZRADA DIJAGRAMA TOKA DONOŠENJA ODLUKE TIJEKOM OSPOSOBLJAVANJA NA BEST SIMULATORU 27

6.1 Aerodromska kontrola zračnog prometa 27

6.1.1 Zrakoplovi u uzlijetanju 27

6.1.2 Zrakoplovi u slijetanju 32

6.2 Prilazna kontrola zračnog prometa 38

6.2.1 Zrakoplovi u odlasku 38

6.2.2 Zrakoplovi u prilazu 41
6.3 Oblasna kontrola zračnog prometa 45
7. ZAKLJUČAK 50
LITERATURA 52
POPIS KRATICA 53
POPIS SLIKA 55
POPIS TABLICA 56

1. UVOD

Usluge kontrole zračnog prometa predstavljaju najvažniju ulogu u provedbi sigurnog leta zrakoplova, od aerodroma uzlijetanja do odredišta. Za svaki kontrolirani zrakoplov u nekom zračnom prostoru nadležna je određena jedinica kontrole zračnog prometa. Ovisno o djelokrugu, poznajemo tri osnovne službe kontrole zračnog prometa: aerodromska, prilazna i oblasna. Aerodromska kontrola djeluje unutar kontrolirane zone aerodroma (*CTR – Control Zone*) i na području zračne luke, a zadužena je za sigurno uzlijetanje, slijetanje i kretanje zrakoplova po manevarskim površinama aerodroma[1]. Usluge prilazne kontrole se pružaju zrakoplovima u fazi odlaska i prilaza unutar završne kontrolirane oblasti (*TMA – Terminal Control Area*), dok se oblasna kontrola provodi u svrhu sigurnog kretanja zrakoplova tijekom rute unutar kontroliranog područja (*CTA – Control Area*). Sve kontrole zračnog prometa su povezane, odnosno one se nadovezuju tijekom leta zrakoplova, a svima je zajedničko da usluge pružaju licencirane osobe koje posjeduju izvanredno zahtijevano stručno znanje i posebne vještine.

Cilj ovog završnog rada je objasniti proces u kojem kontrolor zračnog prometa donosi važne odluke u kratkom vremenskom razdoblju. Kako bi to bilo moguće, važno je istaknuti ulogu čovjeka u provedbi kontrole zračnog prometa te njegove razvijene kognitivne sposobnosti koje su neophodne za odvijanje raznih vrsta zadaća koje će također biti opisane. Rad je podijeljen u sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Važnost ljudskog čimbenika u provedbi kontrole zračnog prometa
3. Kategorije i vrste zadataka koje tijekom rada provode kontrolori
4. Informacije koje utječu na donošenje odluka
5. Dijagram toka procesa donošenja odluka
6. Case study analiza te izrada dijagrama toka donošenja odluka tijekom osposobljavanja na BEST simulatoru
7. Zaključak

[1]Manevarska površina aerodroma - dio aerodroma određen za uzlijetanje, slijetanje i vožnju zrakoplova, ne uključujući stajanku. Izvor: http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_10_128_2433.html 23.07.2016.

U drugom poglavlju rada objašnjena je važnost ljudskog čimbenika u provedbi kontrole zračnog prometa, tj. na koji način čovjek pridonosi sustavu i što je sve potrebno da bi se osigurala efektivna usluga.

U trećem poglavlju su kategorizirane i ukratko opisane vrste zadaća koje tijekom rada provode kontrolori.

U četvrtom poglavlju navedeni su najbitniji izvori informacija te su opisane vrste informacija koje su potrebne kako bi se kontroloru omogućilo donošenje odluke nužne za uredan i siguran protok zračnog prometa.

U petom poglavlju prikazan je i objašnjen opći dijagram toka procesa donošenja odluka kontrolora, dok su u šestom poglavlju analizirani najčešći slučajevi i izrađeni dijagrami toka za sve kontrole zračnog prometa integriranjem prethodnog iskustva stečenog na BEST simulatoru tijekom osnovnog osposobljavanja (eng. *basic training*) studenata.

2. VAŽNOST LJUDSKOG ČIMBENIKA U PROVEDBI KONTROLE ZRAČNOG PROMETA

Istraživanja ljudskih čimbenika usmjerena su na ljude u njihovim životnim i radnim situacijama. Primarni interes istraživanja je pokazati kako ljudske sposobnosti i njihova ograničenja mogu utjecati na provedbu zadataka u kontroli zračnog prometa, a time i cjelokupne sigurnosti zračnog prometa. [1] Za efikasnije pružanje usluga kontrole zračnog prometa potrebno je optimalno povezati ljude, raznu opremu i tehnologiju dostupnu za korištenje, nužna pravila i procedure te osigurati ugodnu radnu okolinu. [2] Ljudski čimbenici primjenjuju saznanje o ljudskoj percepciji, opažanju, shvaćanju, interpretaciji, procesiranju, pamćenju i korištenju informacija u svrhu mjerenja ljudske učinkovitosti unutar funkcionalnog sustava. [1]

2.1 Uloga čovjeka u kontroli zračnog prometa

Sustav kontrole zračnog prometa se razvio s naglim porastom broja operacija zrakoplova u cijelom svijetu. Pritom je bilo potrebno unaprijediti tehnologiju koja bi podržala sigurnost protoka zračnog prometa i omogućila povećanje kapaciteta unutar nekog sektora zračnog prostora. Međutim, usprkos rapidnom razvoju tehnologije, sustav upravljanja zračnim prometom je još uvijek ovisan o efektivnom učinku stručnog osoblja koje svakodnevno rukovodi velikim brojem letova. Uloga čovjeka u kontroli zračnog prometa je velika, odnosno čovjek, osposobljeni i certificiran kontrolor, je još uvijek nezamjenjiv u provedbi sigurne plovidbe zrakoplova kroz sve faze leta, iako su novi sofisticirani sustavi automatizacije smanjili broj njegovih zadaća. Dakle, čovjek će uvijek biti u središtu, kao donositelj važnih odluka, a učinak čovjeka će ostati bitan čimbenik za osiguravanje napretka i povećanja sigurnosti u zrakoplovstvu. [2]

U kontroli zračnog prometa važno je pravovremeno donošenje točnih odluka u svim rutinskim i neuobičajenim situacijama. Proces donošenja odluka temelji se na prikupljenim relevantnim informacijama, procjenama mogućih rizika i odabiranju sigurnog i ekspeditivnog rješenja.

Ukoliko u nekom trenutku uoči da se prometna situacija odvija značajno drugačije od očekivanoga, kontrolor treba brzo donijeti odluku na temelju dosadašnjeg iskustva, stečenog znanja i individualnih sposobnosti i vještina.

Osim zbog sigurnosti, kontrolori zračnog prometa pružaju usluge u svrhu redovitog i ekspeditivnog protoka zračnog prometa. Usluge su uspostavljene kako bi se spriječili sudari zrakoplova u zraku i na manevarskim površinama aerodroma, sudari zrakoplova i vozila te sudari zrakoplova i prepreka na manevarskim površinama aerodroma. Kontrolori pružaju informacije i izdaju odobrenja pilotima zrakoplova koji su pod njihovom nadležnošću. [3]

Kontrola zračnog prometa je vrlo kompleksno, zahtjevno i odgovorno zanimanje koje u velikoj mjeri ovisi o ljudskim sposobnostima. Opis posla kontrolora se uglavnom zasniva na njegovim odličnim kognitivnim sposobnostima potrebnim za pružanje efektivnih usluga kontrole zračnog prometa:

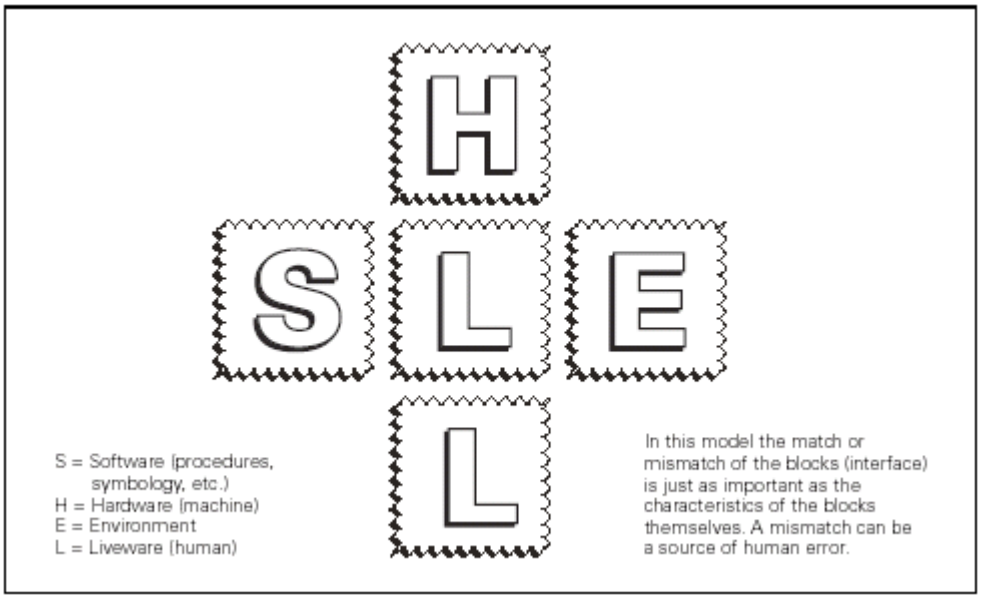
1. sposobnost brzog prebacivanja pažnje, primanja i reagiranja na više informacija koje dolaze iz različitih izvora i raspodjele pažnje na nekoliko stvari,
2. sposobnost prepoznavanja prioriteta, donošenja brzih i točnih odluka te pronalaženja rješenja u izvanrednim situacijama,
3. sposobnost koncentracije na rad u uvjetima koji mogu odvraćati pažnju,
4. sposobnost pamćenja velikog broja podataka (posebno numeričkih),
5. sposobnost snalaženja u prostoru (osjećaj za prostor u tri dimenzije) i vremenu. [4]

2.2 ICAO Shell model

Kao pomoć pri razumijevanju ljudskih čimbenika razvijen je ICAO Shell model. ICAO SHELL model je konceptualni okvir predložen u priručniku *ICAO Circular 216-AN31*. Ime koncepta je izvedeno od početnih slova njegovih komponenti:

I. **S**oftware
II. **H**ardware
III. **E**nvironment
IV. **L**iveware
V. **L**iveware

Model je prvi razvio Elwyn Edwards 1972. godine, a modificiranu praktičnu shemu, prikazanu na slici 1, je izveo Frank Hawkins u 1975. godini dodajući još jednu komponentu „*liveware*“ s čime je model *SHEL* promijenjen u *SHELL*. Shema prikazuje različite komponente ljudskih čimbenika i namijenjena je da istakne važnost čovjeka i njegove interakcije s ostalim komponentama u sustavu. Čovjek se nalazi u središtu SHELL modela i predstavlja najvažniju komponentu u cijelom sustavu. Model ne razmatra međuzavisnosti komponenata koje su irelevantne za tumačenje ljudskog aspekta kao što su stroj – stroj, stroj – okolina, stroj – regulativa. [5]



Slika 1 Shema Shell modela

Softver podrazumijeva cjelokupnu regulativu, procedure i pravila koje kontrolor mora slijediti i koja određuje kako bi sustav trebao funkcionirati i kako bi se informacije unutar njega trebale organizirati.

Sve zadaće i aktivnosti se moraju odvijati u ugodnom radnom okruženju (eng. *environment*), što znači da buka u centru kontrolne jedinice mora biti minimalna, treba biti omogućeno optimalno ambijentalno osvjetljenje, ugodna sobna temperatura i prikladna relativna vlažnost zraka i ventilacija. Veličina kontrolne sale mora biti takva da omogućava dovoljno prostora za svakog kontrolora, a raspored nadzornih zaslona i ostalih komponenti treba pružiti laki pristup i preglednost. [1]

Bitno je posebno naglasiti važnost dobre interakcije čovjeka i raspoložive tehnologije (stroja – računala) koja omogućava provođenje svih potrebnih aktivnosti te neophodan timski rad koji se zasniva na povjerenju između pilota i kontrola, kao i između više kontrolora.

Može se zaključiti da kontrolor zračnog prometa ne može adekvatno izvoditi svoje zadaće i aktivnosti na radnom mjestu bez podrške ostalih komponenata. Njihova uloga je isključivo pomoći kontroloru u procesuiranju informacija i donošenja odluka. Stoga, ostale komponente modela moraju biti prilagođene i usklađene s potrebama i ograničenjima kontrolora, radi optimiziranja njegove učinkovitosti.

2.2.1 Interakcija čovjeka i stroja

Kontrola zračnog prometa je primjer velikog „*human-machine*“ sustava. U takvom sustavu ljudi koriste strojeve (računala) kako bi zadovoljili sve funkcije sustava. „*Machine*“ se odnosi na radnu poziciju kontrolora i uključuje sve uređaje koji se koriste prilikom pružanja usluga poput telefona, radiouređaja, računala (radarskog zaslona) i ostale dostupne opreme i alata. Sustav kontrole zračnog prometa mora uključivati prikladnu, funkcionalnu i pristupačnu tehnologiju koja dozvoljava ljudskim operatorima (kontrolorima zračnog prometa) dobro razumijevanje i korištenje u cilju pružanja zadovoljavajućih usluga s minimiziranjem rizika za njihovo ili tuđe zdravlje i sigurnost. [1] [6]

Kontrolori donose stotine odluka tijekom svake smjene, u rješavanju konflikata, upravljanju zahtjevima, usmjeravanju prometa, koordiniranju prometa, slaganju redoslijeda, instrukcijama za uzlijetanje i slijetanje, itd. Ključne odrednice u težini donošenja odluka su broj, tipovi i kompleksnost izvora informacija. Potrebno je osigurati da buduća tehnologija podupire donošenje odluka. Dobro dizajnirana automatizacija može podržati donošenje odluka, u prikupljanju, analiziranju i integriranju informacija, dok primjena principa ljudskih čimbenika može osigurati da su kontrolorske vještine i znanje optimalni. [2]

2.2.2 Timski rad

Kontrolori moraju biti otvoreni i pristupačni timski radnici dobrih komunikacijskih vještina što uključuje brzo, jasno i razgovjetno izdavanje instrukcija pilotima i učestalu razmjenu važnih informacija između članova tima iste jedinice i između pojedinaca različitih jedinica. Unutar nekog tima, u svim jedinicama kontrole zračnog prometa, treba postojati dobar kolegijalan odnos i prigodan način raspodjele i provedbe zadaća i aktivnosti između izvršnog kontrolora i kontrolora planera, kako bi se povećala efikasnost i sigurnost sustava te održala dobrobit pojedinaca i grupe. [1] Rutinska koordinacija se može pretvoriti u ozbiljan incident ako tim ne funkcionira dobro. [2]

Vrlo su rijetke zrakoplovne nesreće uzrokovane zbog pogreške kontrolora. Ipak, više od 90% pogrešaka u sustavu proizlaze od ljudske pogreške u pozornosti, prosudbi i komunikaciji kontrolora i njihovih nadređenih (supervizora). [7] Značajan porast broja zrakoplova u zračnom prostoru i kontrolorsko radno opterećenje (eng. *workload*), unatoč razvoju automatizacije, može otežati proces donošenja odluka i povećati učestalost pogrešaka. Radno opterećenje kontrolora ovisi o raznim čimbenicima poput broja zrakoplova na frekvenciji, kompleksnosti sektora, faktoru umora (vrijeme provedeno na dužnosti, vrijeme proteklo od posljednje pauze, noćni rad) i slično. Kada je radno opterećenje previsoko ili prenisko mogu nastati problemi poput ne predviđanja konflikata, zaboravljanja na prelet ili pogrešna procjena manevra. [2]

U svrhu smanjenja broja pogrešaka i incidenata unutar ATM (*Air Traffic Management*) sustava razvijen je važan koncept ljudskih čimbenika pod nazivom „*Team Resource Management*“ (TRM). TRM se može definirati kao strategija za najbolje korištenje svih raspoloživih resursa, informacija, opreme i ljudi kako bi se optimizirala sigurnost i učinkovitost usluga kontrole zračnog prometa. Temelji se na timskom radu, komunikaciji, prijenosu informacija i razmjeni iskustava. Primjerice, dobrim TRM se smatra ukoliko postoji tolerancija za slučajeve kada nije svaki kontrolor sposoban kontrolirati jednaki broj zrakoplova. Isto tako, u slučaju da neki kontrolor nije sposoban za rad na sektoru iz bilo kojeg razloga, trebalo bi se uskočiti u pomoć kolegi. [8] TRM se pokazao kao velika pomoć u kontroliranju radnog opterećenja i ukupnom zadovoljstvu kontrolora na radnom mjestu.

3. KATEGORIJE I VRSTE ZADATAKA KOJE TIJEKOM RADA PROVODE KONTROLORI

Kontrolori zračnog prometa moraju poznavati svoje obveze i zadaće na radnom mjestu kako bi ih mogli pravilno primjenjivati. Zadaće se razlikuju ovisno o vrsti kontrole zračnog prometa, vezano uz vrste instrukcija, odobrenja i informacija, no cilj je isti pri donošenju odluka – omogućiti siguran, redovan i ekspeditivan protok zračnog prometa. Stoga, zadaće navedene u ovom poglavlju su općenite i obuhvaćaju poslove kontrolora u aerodromskom tornju, prilaznoj kontrolnoj jedinici i centru oblasne kontrole.

3.1 Kategorije zadaća kontrolora

EUROCONTROL[2] je u dokumentu *„Model for Task and Job Descriptions of Air Traffic Controllers“* objavio kategorizaciju i vrste zadataka koje provode kontrolori zračnog prometa. Na slici 2 nalazi se tablica u kojoj se može vidjeti da se tijekom rada provode temeljne zadaće (eng. *Core Tasks*), izravne zadaće potpore (eng. *Direct Support Tasks*) i neizravne zadaće potpore (eng. *Indirect Support Tasks*) te se u svakoj kategoriji može pronaći razne vrste zadataka.

U navedenom dokumentu EUROCONTROL-a izraženo je da se posao kontrolora usredotočuje prvenstveno na provedbu temeljnih zadaća i izravnih zadaća potpore, stoga će one u ovom poglavlju biti dodatno opisane. Neizravne zadaće potpore predstavljaju dodatne aktivnosti koje provode iskusniji i posebno obučeni kontrolori. [9]

Sve zadaće zahtijevaju određenu razinu sposobnosti, znanja i vještina koji se koriste u kontrolorskoj radnoj okolini. Rezultati raznih istraživanja ističu važnost kognitivnih aspekata koji predstavljaju veliku ulogu pri selekciji, osposobljavanju i samom provođenju zadaća kontrolora. [9]

[2] Europska organizacija za sigurnost zračne plovidbe

CORE TASKS
Cognitive Tasks CT1 Maintain situational awareness CT2 Make decisions for control actions Behavioural Tasks CT3 Conduct R/T communication CT4 Provide separation CT5 Provide pilots with all relevant information CT6 Provide assistance to a/c in abnormal situations CT7 Provide tactical air traffic management
DIRECT SUPPORT TASKS
DST1 Check technical equipment at working position DST2 Build up 'mental picture' of traffic situation DST3 Handle and process flight plan information DST4 Ensure correct co-ordination DST5 Manage air traffic within area of responsibility DST6 Update working knowledge DST7 Conform with medical requirements
INDIRECT SUPPORT TASKS
IST1 Prepare operational documentation IST2 Co-ordinate with customers/users IST3 Supervise control room IST4 Report on activities IST5 Provide unit training IST6 Determine operational competence of controllers IST7 Co-operate in incident/accident investigation IST8 Participate in ATC development & implementation IST9 Participate in ATC evaluations

Slika 2 Zadaće kontrolora zračnog prometa

Izvor: [8]

U Hrvatskoj kontroli zračne plovidbe (HKZP) poslove obavljaju izvršni kontrolor i kontrolor planer. Oni u paru kroz timski rad omogućavaju najbolju efikasnost provođenja usluga. Izvršni kontrolor obavlja zadaće koje uključuju stalnu komunikaciju s pilotima zrakoplova za koje je nadležan, a kontrolor planer pomaže izvršnom kontroloru u koordinaciji prometa, planiranju i ranom otkrivanju potencijalnih konflikata. [4]

3.2 Opis najvažnijih zadaća kontrolora

3.2.1 Temeljne zadaće kontrolora („*Core Tasks" – CT*)

CT1 Održavanje situacijske svjesnosti (eng. *Situational Awareness*) – Kontrolor zračnog prometa treba stvoriti i održavati mentalnu trodimenzionalnu sliku zračnog prometa na temelju ulaznih podataka (planova leta, radarskih podataka i izvještaja pilota), dok aerodromski kontrolor također mora održavati i vizualni kontakt s aerodromskim prometom[3]. Održavanje situacijske svjesnosti podrazumijeva utvrđivanje prometne situacije, odnosno kontinuirano praćenje trenutnog i očekivanog prometa kako bi kontrolor bio upoznat s pozicijama zrakoplova za koje je odgovoran. Pritom kontrolor uzima u obzir trenutnu meteorološku situaciju, pregledava usklađenost zrakoplova s odobrenjem za let (eng. *ATC clearance*) i mora biti svjestan o mogućoj neuobičajenoj situaciji i otkazu opreme. [9] Situacijska svjesnost je nužan preduvjet za planiranje i donošenje važnih odluka za daljnje aktivnosti.

CT2 Donošenje odluka – Podrazumijeva predviđanje budućih situacija i donošenja važnih odluka poput utvrđivanja potencijalnog konflikta, odabira odgovarajuće vrste separacije, dodjeljivanja prioriteta između više zrakoplova i načina održavanja ekspeditivnog protoka prometa. Nadalje, potrebno je donositi važne odluke pri odgovaranju na zahtjeve pilota za penjanje i spuštanje i, ukoliko nisu u mogućnosti odobriti zatraženi zahtjev, kontrolori trebaju ponuditi alternativna rješenja pilotima zrakoplova. Prilikom donošenja odluka kontrolor se mora pridržavati operativnih propisa. [9]

CT3 Provođenje radiotelefonske komunikacije – Kontrolori komuniciraju putem neprekidne dvosmjerne radioveze s pilotima zrakoplova i ostalim sudionicima (vozačima vozila i osobama koje se kreću po manevarskim površinama aerodroma). Jednoobrazna, brza i nedvosmislena komunikacija je omogućena korištenjem radiotelefonske frazeologije koja se sastoji od

[3] Aerodromski promet - zrakoplovi na manevarskim površinama aerodroma i zrakoplovi koji lete u neposrednoj blizini aerodroma.

propisanih normiranih međunarodnih izraza i kratica na engleskom ili njihovih propisanih inačica na hrvatskom jeziku.

CT4 Pružanje separacija – Sigurnost zračnog prometa je omogućena održavanjem separacija između više zrakoplova u letu, između zrakoplova u letu i prepreka na zemlji i sprječavanjem sudara između zrakoplova koji se kreću po manevarskim površinama i vozila, ljudi i ostalih prepreka koje se nalaze na aerodromu.

CT5 Pružanje pilotima relevantne informacije – Relevantne informacije koje kontrolori prosljeđuju pilotima uključuju: informacije o aerodromu, meteorološke informacije, navigacijske informacije, informacije o prometu (eng. *Traffic Information*), informacije o kašnjenju, informacije o neuobičajenim situacijama, informacije odlaznim zrakoplovima (eng. *Departure Information*) ukoliko ne postoji ATIS (*Automatic Terminal Information Service*).

CT6 Pružanje pomoći zrakoplovima u neuobičajenim situacijama – Neuobičajene situacije podrazumijevaju navigacijske probleme, nezakonito ometanje, otkaz motora ili nekog drugog važnog sustava zrakoplova, prekid radiokomunikacije, dekompresija, itd. U tim slučajevima nadležni kontrolor je dužan pilotu zrakoplova u nevolji pružiti pomoć i ako je potrebno primijeniti posebne procedure. Kontrolor treba prepoznati izvanrednu situaciju, dodijeliti prioritet takvom zrakoplovu, a zatim obavijestiti pilote zrakoplova u blizini o postojećoj neuobičajenoj situaciji i ostale kontrolore u svrhu asistiranja.

CT7 Pružanje taktičkog upravljanja zračnim prometom – Podrazumijeva maksimalno taktičko korištenje zračnog prostora i osiguravanje dobrog redoslijeda (eng. *sequencing*) zračnog prometa. [9]

3.2.2 Izravne zadaće potpore („*Direct Support Tasks" – DST*)

DST1 Provjera tehničke opreme na radnoj poziciji – Održavanje integriteta radne pozicije, odabir i podešavanje tehničke opreme, obavješćivanje osoblja za održavanje (eng. *maintenance*) o bilo kakvom otkazu radne opreme. [9]

DST2 Stvaranje mentalne slike o zračnom prometu – Prije preuzimanje radne pozicije izvršnog kontrolora potrebno je obaviti sveobuhvatnu primopredaju koja uključuje dobru provjeru i analizu prometne situacije, upoznavanje s meteorološkim uvjetima, uvjetima na aerodromu i u zračnom prostoru. [9]

DST3 Procesuiranje informacija o planu leta – Pod procesiranjem plana leta smatra se: provjera, sređivanje (razvrstavanje) i procjenjivanje važnih informacija, povezivanje radarskih podataka s ostalim informacijama na vizualnim prikazima, ažuriranje (dodavanje novih informacija) plana leta i pregledavanje novih podataka tijekom napretka leta zrakoplova.

DST4 Osiguravanje ispravne koordinacije – Koordinacija je postupak predaje odobrenja, transfera kontrole i svih relevantnih informacija danih zrakoplovu koji se provodi između susjednih jedinica kontrole zračnog prometa i sektora unutar jednog centra nadležne kontrole. [3] Koordinacija mora biti obavljena u skladu s dogovorenim i propisanim procedurama uzimajući u obzir radno opterećenje ostalih kontrolora u drugim sektorima i jedinicama. Uvijek ju provodi kontrolor planer. Koordinacije je vrlo bitna za rješavanje mogućih konflikata između zrakoplova i poboljšanje protoka zračnog prometa.

DST5 Upravljanje zračnim prometom unutar područja odgovornosti – Procjena kapaciteta zračnog prostora, balansiranje kapaciteta i potražnje, reguliranje protoka prometa. [9]

DST6 Kontinuirano usvajanje znanja – Kontrolori moraju napraviti adekvatni brifing prije preuzimanja radne pozicije. Kako bi mogli optimalno obavljati poslove trebaju znati često korištene postupke (uključujući i procedure u hitnim slučajevima), moraju dobro poznavati kategorije zračnog prostora i biti svjesni o ograničenjima sustava. [9]

DST7 Odgovarati medicinskim zahtjevima – Da bi kontrolori mogli obavljati svoje glavne zadaće na radnoj poziciji dužni su paziti na svoje zdravlje, odnosno održavati neophodnu tjelesnu kondiciju i pridržavati se propisa protiv zlouporabe opojnih supstanci. [9]

4. INFORMACIJE KOJE UTJEČU NA DONOŠENJE ODLUKA

Kako bi kontrolori zračnog prometa na radnom mjestu održali svoju situacijsku svjesnost i propisanu separaciju između zrakoplova, potrebno im je osigurati važne informacije na temelju kojih mogu stvoriti mentalnu sliku i donijeti odluke.

Kontrolori zračnog prometa moraju imati na raspolaganju relevantne podatke o granicama i podjelama zračnog prostora unutar kojega obavljaju svoje zadaće, stanju površina aerodroma, brzini okretanja, penjanja i spuštanja zrakoplova, itd. [10] No, neke informacije predstavljaju bitniju ulogu u donošenju odluka od ovih navedenih. Izvor takvih informacija je radarski zaslon, obrasci o praćenju napredovanja leta (stripovi), meteorološke informacije te informacije dobivene od pilota.

4.1 Informacije dobivene putem radara

Radar, odnosno sustav za nadzor zračnog prometa, je jedan od najvažnijih i neizostavnih alata koje koriste radarski kontrolori prilikom pružanja operativnih usluga zračnog prometa. [10] Radar omogućuje pouzdanu i točnu detekciju zrakoplova u prostoru čija se pozicija pokazuje na radnom zaslonu kontrolora zračnog prometa u svrhu praćenja kretnje zrakoplova po planiranim rutama. [11]

Za pružanje usluga kontrole zrakoplova pomoću radara mora postojati zadovoljavajuća vjerojatnost detekcije i točnosti sustava. [3]

Radari moraju biti disperzirani na različitim geografskim lokacijama, a pokrivenost određenih prostora je limitirana i ovisi o prikladnoj ATS (*Air Traffic Services*) vlasti. [3]

Tijekom obavljanja poslova kontrole zračnoga prometa radar se može upotrebljavati najmanje za:

1. razdvajanje letova u kontroliranom zračnom prostoru,
2. motrenje (nadzor) i vektoriranje zrakoplova,
3. ubrzanje protoka zračnoga prometa i

4. pružanje pomoći pilotima zrakoplova u svrhu izbjegavanja područja u kojima prevladavaju nepovoljni meteorološki uvjeti, navigacijske pomoći pilotima, u posebnim okolnostima te za pružanje selektivnih informacija o prometu. [11]

Svaki zrakoplov na radarskom zaslonu ima pridruženu oznaku (eng. *label*), prikazanu na slici 3, na kojoj pišu osnovne informacije zrakoplova:

1. pozivni znak,
2. trenutna i odobrena visina (razina leta),
3. brzina leta,
4. izlazna točka.

Nabrojene informacije predstavljaju 90% svih zahtjeva informacija. Visina i relativna pozicija su najbolje memorirane i najčešće korištene u rješavanju problema. [10]



Slika 3 Oznake zrakoplova na radarskom zaslonu

Izvor: [4]

Zbog konstantnog osvježavanja informacija o poziciji zrakoplova, na radarskom zaslonu se može vidjeti smjer i proces kretnje zrakoplova u horizontalnoj ravnini [9] te na taj način kontrolor može stvoriti sliku o ruti zrakoplova. Precizno poznavanje pozicija i toka kretanja zrakoplova olakšava održavanje slike prometa i donošenje bitnih odluka. To rezultira

održavanjem separacijskih normi između zrakoplova i pravovremenim rješavanjem mogućih konflikata te poboljšavanjem ekspeditivnosti letova, tj. efikasnosti sustava zračnih puteva.

Radarski sustav nadzora zrakoplova smanjuje radno opterećenje kontrolora i potrebu za verbalnom koordinacijom između susjednih kontrolnih pozicija i jedinica kontrole zračnog prometa. On pruža upozorenja o konfliktima, minimalnim sigurnosnim visinama, duplim SSR (*Secondary Surveillance Radar*) kodovima zrakoplova i postojanju neidentificiranih zrakoplova u zračnom prostoru. [3]

Upotreba radara omogućava kontroloru praćenje većeg broja zrakoplova u bilo kojem trenutku u određenom zračnom prostoru. Međutim, broj zrakoplova koji se nadzire ne smije prelaziti onaj broj s kojim se može sigurno rukovati u prevladavajućim okolnostima, uzimajući u obzir strukturnu složenost kontroliranog prostora ili sektora, funkcije koje će se izvoditi u kontroliranom prostoru ili sektoru i procjene opterećenja kontrolora. Pritom se također razmatraju različite sposobnosti zrakoplova i kapaciteti sektora. [3]

4.2 Informacije prikazane na stripovima

Za pružanje usluga praćenja i koordiniranja leta u kontroliranom zračnom prostoru nužno je da operator, zapovjednik zrakoplova ili druga ovlaštena osoba ispuni i preda plan leta. Prema definiciji, plan leta predstavlja skup informacija koje se dostavljaju jedinicama za pružanje usluga zračnog prometa o planiranom letu ili dijelu leta zrakoplova. [12]

Sastoji se od sljedećih podataka: pozivnog znaka zrakoplova, pravila leta, vrste leta, broja leta, tipa zrakoplova, kategorije turbulencije, opreme i mogućnostima, aerodroma uzlijetanja, vrijeme EOBT (*Estimated Off Block Time*), brzine krstarenja, visine (razina leta), rute kojom će let odvijati, odredišnog aerodroma, ukupnog vremena leta, prvog i drugog odredišnog alternativnog aerodroma i ostalih informacija.

Plan leta se predaje u Prijavni ured operativnih usluga u zračnom prometu (ARO) najmanje 60 minuta i najviše 120 sati (5 dana) prije EOBT-a. Moguće je plan leta podnijeti i tijekom leta, u vrijeme koje će osigurati da ga odgovarajuća jedinica za usluge kontrole zračnog prometa primi najmanje deset minuta prije nego što je predviđeno da zrakoplov stigne do predviđene točke ulaska u kontrolirano područje ili do točke prijelaza zračnog puta. [12]

Ukoliko je plan leta za određeni zrakoplov odobren, sve informacije koje su navedene u planu leta šalju se nadležnim kontrolama letenja u obliku stripova (obrazaca za praćenje napredovanja leta zrakoplova). Na taj način se kontrolor upoznaje o predstojećem letu.

Proceduralni kontrolor zračnog prometa pruža usluge kontrole bez upotrebe radara. Proceduralna kontrola koristi se u nekim područjima, primjerice iznad oceana i pustinja, gdje je pokrivenost radarima neisplativa ili neizvediva, na aerodromima s vrlo malo prometa i tijekom noći kada količina prometa ne opravdava osoblje na pozicijama radarske kontrole te kao rezervni sustav u slučaju otkaza radara. Kontrolor može održavati mentalnu sliku pozicija zrakoplova pomoću stripova (eng. *flight progress strip*). Strip je mala traka papira koji je namijenjen praćenju napredovanja leta zrakoplova u prostoru, odnosno olakšava nadzor prometne situacije u zraku i na manevarskim površinama aerodroma, održavanje separacije i stvaranje redoslijeda zrakoplova (slika 4).

Radarski kontrolori također koriste stripove jer se pomoću njih ubrzava i pojednostavljuje stvaranje i održavanje situacijske svjesnosti o trenutnom prometu. Korišten kao pomoć u memoriranju, strip olakšava strateško planiranje i pamćenje na radnoj poziciji. Strip djeluje kao podrška u donošenju odluka kontrolora tako da pruža relevantne informacije o planu leta i omogućava rano otkrivanje potencijalnih konflikata. [1]



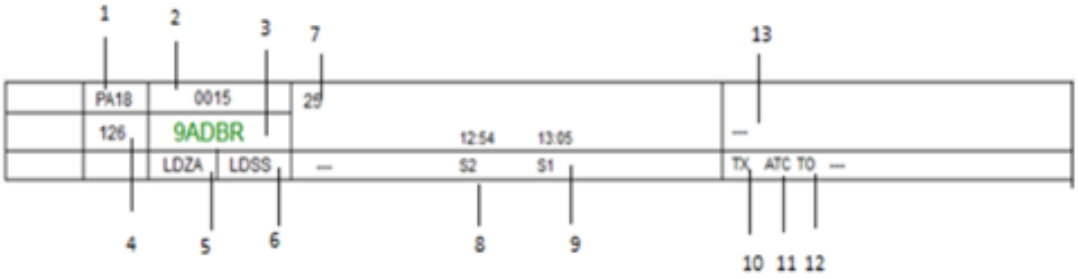
Slika 4 Papirnati stripovi

Izvor: https://media2.wnyc.org/i/0/350/c/99/photologue/photos/slide-jfk-150786.jpg
10.08.2016.

Međutim, papirnati stripovi imaju nekoliko nedostataka: kompliciran su za uporabu i slaganje u držačima traka, oduzimaju vrijeme zbog konstantnog printanja novih obrazaca i kontrolor ima spuštenu glavu jer većinu vremena zapisuje nove podatke u obrasce čime se smanjuje vrijeme promatranja situacije na radaru. Alternativna i tehnološki naprednija metoda kontroliranja letova je pomoću elektroničkih stripova (eng. *Electronic flight progress strip - EFPS*). EFPS su pregledniji i jednostavniji za korištenje jer se mogu slobodno pomicati po zaslonu, kao i na držaču stripova, ali lakše i brže. Također, raspored stripova je vrlo prilagodljiv: koriste se različite boje, veličine slova i pozadine, vrijeme prikaza stripa je automatizirano, veličina stripa je promjenjiva, mogu se koristiti različita polja za stripove te se ona mogu smještati na razne pozicije po volji. EFPS, za razliku od papirnog stripa, omogućuje prikaz prave situacije koja je kompatibilna s onom prikazanom na radaru. Na primjer, prilikom promjene rute zrakoplova, točke i procijenjeno vrijeme dolaska na sljedeću točku će se automatski promijeniti na EFPS-u. [13]

Također, većina pružatelja usluga u zračnoj plovidbi (*Air Navigation Service Provider* – ANSP) danas ima uveden automatizirani ATM sustav znan kao *Stripless environment* koji ne zahtijeva korištenje fizičkih obrazaca za upisivanje podataka o letu zrakoplova nego se svi podaci o zrakoplovu direktno unose u *label* i listu. [4]

Opći podaci su jednaki za sve vrste jedinica kontrola zračnog prometa. Primjer pojednostavljenog stripa koji se koristi na simulatoru aerodromske kontrole je prikazan na slici 5.



Slika 5 Primjer stripa u aerodromskoj kontroli

Opći podaci su sljedeći:

1. Tip zrakoplova,
2. Squawk,
3. Pozivni znak zrakoplova,
4. Brzina,
5. Zračna luka polaska,
6. Zračna luka odredišta,
7. Zatražena razina leta (eng. *Requested flight level*),
8. Prva točka na ruti s pridruženom ETA (*Estimated Time of Arrival*),
9. Druga točka na ruti s pridruženom ETA.

Osim kao izvor bitnih informacija, stripovi se upotrebljavaju kao brzi način bilježenja podataka, odnosno mogu se označiti instrukcije koje su izdane u svrhu omogućavanja ostalim kontrolorima da odmah vide što se događa i da se te informacije proslijede drugim kontrolorima koji preuzimaju let. Međutim, s obzirom da su potrebne informacije i dane instrukcije različite za svaku jedinicu kontrole, postoji razlika u izgledu polja stripova. Dakle,

brojevi od 10 do 13 na slici 5 predstavljaju dodatna polja koja su potrebna isključivo aerodromskoj kontroli za zrakoplove u odlasku te su ona redom: oznaka za odobrenje taksiranja, odobrenje za let, oznaka za uzlijetanje te polje za upisivanje bilo koje dodatne informacije.

4.3 Meteorološke informacije

Meteorološka situacija utječe na stvaranje mentalne slike i općenito na pružanje usluga separacija zrakoplova. Meteorološka služba (MET) mora kontinuirano dostavljati jedinicama kontrole zračnog prometa trenutne meteorološke izvještaje i prognoze za zračni prostor njihove nadležnosti. Vrlo je važno uzimati u obzir meteorološku situaciju s obzirom da značajne negativne promjene u vremenu mogu utjecati na opterećenje kontrolora i protok zračnog prometa.

U slučaju mogućeg pogoršanja vremena, kontrolori moraju biti odmah informirani kako bi mogli pravovremeno reagirati. Izuzetno opasna meteorološka pojava za zrakoplovstvo je grmljavinska oluja uz koju su povezane pojave turbulencije, smicanja vjetra, zaleđivanja, intenzivnih oborina (kiša, snijeg, tuča), pijavica i slično. Grmljavinske oluje mogu biti povezane s kumulonimbusom kod kojeg je najveći problem njegova veličina budući da se proteže kroz cijelu troposferu. [4] Tada kontrolori trebaju biti opskrbljeni s raspoloživim detaljnim informacijama o lokaciji, vertikalnom protezanju, smjeru i brzini kretnje meteoroloških pojava kako bi mogli zrakoplovima promijeniti planiranu rutu u svrhu izbjegavanja tog područja. To se provodi kako se ne bi ugrozila sigurnost operacija zrakoplova.

Vjetar je vrlo važan meteorološki element u zrakoplovstvu i ima presudan utjecaj na sigurnost prilikom uzlijetanja i naročito slijetanja. [4] Uzlijetanje i slijetanje se u pravilu obavlja protiv vjetra, stoga kontrolori moraju imati relevantnu informaciju o smjeru i jačini vjetra kako bi mogli odrediti optimalnu uzletno-sletnu stazu (USS) za uporabu.

4.4 Informacije dobivene od pilota

Kontrolori moraju koordinirati svoje aktivnosti i planove s raznim sudionicima - kontrolorima s kojima rade, ali i pilotima. [1]

U proceduralnoj kontroli, kontrolori zračnog prometa stvaraju mentalnu sliku zračnog prostora tijekom izvještavanja o trenutnoj poziciji zrakoplova i trebaju održavati promjenu te mentalne slike s ciljem daljnje percepcije i predviđanjem budućih situacija.

Piloti zrakoplova preko govorne radioveze javljaju kontrolorima zračnog prometa svoju poziciju slanjem izvještaja o poziciji zrakoplova u zraku (eng. *Position Report*) u trenutku preleta točke javljanja, koja može biti određena radionavigacijskim sredstvom ili geografskom točkom.

Izvješće o poziciji sadrži sljedeće podatke:

1. Identifikaciju zrakoplova,
2. Poziciju zrakoplova,
3. Vrijeme preleta točke javljanja,
4. Razinu leta,
5. Predviđeno vrijeme preleta te točke. [3]

Također, pilot zrakoplova mora nadležnoj kontroli zračnog prometa javiti svako opažanje opasnosti koja bi mogla ugroziti sigurnost zrakoplova ili sigurnost zračnog prometa.

5. DIJAGRAM TOKA PROCESA DONOŠENJA ODLUKA KONTROLORA

Kao što je već spomenuto u prethodnim poglavljima ovog rada, sve odluke kontrolora trebaju biti pravovremene i točne kako bi se poboljšala ukupna učinkovitost usluga kontrole zračnog prometa i održala potrebna razina sigurnosti operacija zrakoplova. Svrha optimalnog korištenja dostupne tehnologije i informacija dobivenih pomoću nje je utvrđivanje prometne situacije, stvaranje planova i donošenje odluka (prioriteta, redoslijeda…) važnih za sigurnost i ekspeditivnost ukupnog zračnog prometa. Informacije potrebne za stvaranje mentalne slike, tj. situacijske svjesnosti razlikuju se ovisno o vrsti kontrole. Proces donošenja odluka se može otežati u neuobičajenim i kritičnim situacijama jer tada raste pritisak i radno opterećenje kontrolora. Vjerojatnost za kasnom i krivom odlukom je veća, a time i mogućnost za ljudskom pogreškom koja može imati negativne posljedice poput ugrožavanja sigurnosti. Dobar timski rad između kontrolora i ugodno radno okruženje olakšava proces donošenja odluka kontrolora i povećava njihovu produktivnost na radnom mjestu. Također je potrebno poznavati procedure i propise kako bi kontrolor znao može li provesti odabranu opciju.

Proces rješavanja zadanog problema i donošenja odluka može se objasniti dijagramom toka. Dijagram toka (eng. *flowchart*) je grafički prikaz algoritma pomoću kojeg se vrlo jednostavno i pregledno analiziraju razni problemi. Sastoji se od niza koraka i odluka potrebnih za obavljanje nekog procesa.

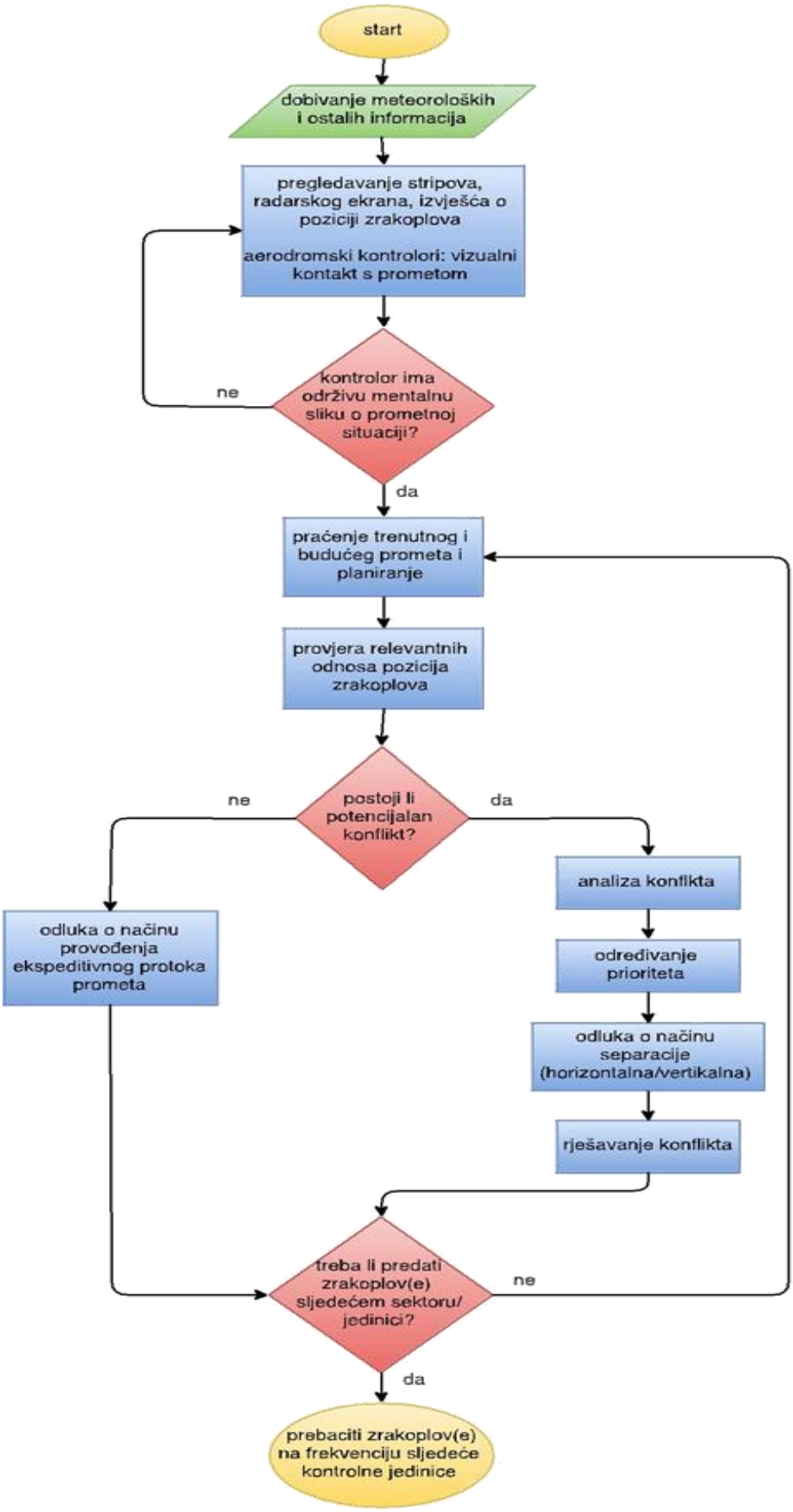
Svaki korak u slijedu se označava u geometrijskom simbolu i sadrži kratki opis. Koraci su povezani sa spojnim linijama i strelicama koji pokazuju slijed toka procesa od početka do kraja dijagrama. Postoje različiti simboli, ali oni najosnovniji se nalaze na slici 6.

Symbol	Name	Function
	Start/end	An oval represents a start or end point
	Arrows	A line is a connector that shows relationships between the representative shapes
	Input/Output	A parallelogram represents input or output
	Process	A rectangle represents a process
	Decision	A diamond indicates a decision

Slika 6 Značenje simbola u dijagramu toka

Izvor: https://www.smartdraw.com/flowchart/flowchart-symbols.htm 19.08.2016.

Na slici 7 predočen je opći i pojednostavljeni dijagram toka procesa donošenja odluka svih kontrolora zračnog prometa. Odnosi se na temeljne zadaće kontrolora opisane u trećem poglavlju rada.



Slika 7 Opći dijagram toka procesa donošenja odluka kontrolora

Dijagram toka na slici 7 je izrađen kako bi se posebno naglasila važnost kognitivnih procesa u provedbi zadataka kontrolora zračnog prometa, a to su održavanje situacijske svjesnosti i donošenje odluka.

Kao što već znamo, kontrolori moraju na temelju raznih informacija, a osobito podataka o pozicijama pojedinih zrakoplova, stvoriti sliku o prometnoj situaciji koja se odvija u zračnom prostoru njihove nadležnosti. Održiva situacijska svjesnost je uvjet za daljnje aktivnosti poput donošenja važnih odluka pri traženju i rješavanju potencijalnih konflikata između zrakoplova te omogućavanja ekspeditivnog protoka prometa. Dakle, glavni prioritet kontrolora zračnog prometa je osigurati minimalne separacijske norme između pojedinih zrakoplova, a tek onda kada je sigurnost održiva kontrolor donosi odluke o načinu ubrzavanja prometa.

6. CASE STUDY ANALIZA TE IZRADA DIJAGRAMA TOKA DONOŠENJA ODLUKE TIJEKOM OSPOSOBLJAVANJA NA BEST SIMULATORU

BEST je skraćenica za puni naziv simulatora *„Beginning to End for Simulation and Training“* koji se nalazi u Laboratoriju za kontrolu zračne plovidbe na Zavodu za aeronautiku. Namijenjen je za pružanje osnovnog osposobljavanja (eng. *basic training*) koje uključuje praktične vježbe aerodromske, prilazne i oblasne kontrole. [13] Studentima aeronautike, modula kontrole leta, je omogućeno korištenje simulatora u četvrtom, petom i šestom semestru kako bi savladali nove vještine i nadogradili stečeno teorijsko znanje na konkretnim situacijama.

Case study u ovom završnom radu uključuje analizu najčešćih prometnih situacija i opis potencijalnih konflikata te način donošenja odluka i rješavanja istih za sve vrste kontrole zračnog prometa.

6.1 Aerodromska kontrola zračnog prometa

6.1.1 Zrakoplovi u uzlijetanju

Aerodromski kontrolor mora odrediti redoslijed odlazaka. Prilikom slaganja redoslijeda kontrolor provjerava SLOT-ove IFR (*Instrument Flight Rules*) zrakoplova. SLOT je odsječak vremena od petnaest minuta koji je definiran s CTOT (*Calculated Take Off Time*) i tolerancijom od - 5 do + 10 minuta. Unutar tog vremenskog perioda očekuje se da će zrakoplov uzletjeti. Ukoliko iz bilo kakvog razloga uzlijetanje nije moguće, zrakoplov gubi SLOT, odnosno dobiva novo vrijeme uzlijetanja, no to se pokušava izbjegavati.

Redoslijed odlazaka također se određuje na temelju podataka o tipovima zrakoplova i njihovih performansi, rute koje slijede nakon uzlijetanja te potreba da se primjeni razdvajanje zbog vrtložnih turbulencija. Vrlo je bitno razmatrati propisane minimalne separacijske norme koje osiguravaju je razmak između određenih zrakoplova dovoljan kako sigurnost zrakoplova ne bi bila narušena.

Minimalna separacija prema vrtložnim turbulencijama temelji se na podjeli tipova zrakoplova u tri kategorije („*Wake Turbulence Category*" – WTC) prema MTOM (*Maximum Take Off Mass*) zrakoplova (tablica 1).

KATEGORIJA ZRAKOPLOVA PREMA WTC	MASA ZRAKOPLOVA (MAXIMUM TAKE OFF MASS)
Heavy (H)	MTOM ≥ 136 000 kg
Medium (M)	7000 kg < MTOM < 136 000 kg
Light (L)	MTOM ≤ 7000 kg

Tablica 1 Kategorije zrakoplova prema vrtložnoj turbulenciji (WTC)

Na BEST simulatoru i HKZP-u aerodromski kontrolori primjenjuju longitudinalnu separaciju baziranu na vremenu koja je prikazana u tablici 2. Takav način separacije osigurava da su ostvareni minimalni intervali između više zrakoplova različitih kategorija.

ZRAKOPLOVI U ODLASKU	
KATEGORIJE ZRAKOPLOVA PREMA WTC	**VREMENSKA SEPARACIJSKA NORMA**
L iza M i H	2 minute
M iza H	2 minute

Tablica 2 Proceduralna separacija prema WTC za zrakoplove u odlasku

Kako bi se izbjeglo nepotrebno čekanje pokušava se složiti tako da u određenom vremenskom periodu uzleti najveći mogući broj zrakoplova. Na taj način se sprječavaju kašnjenja i omogućava ekspeditivnost.

U pravilu, odobrenja i informacije se daju redom kojim su zrakoplovi spremni za uzlijetanje, osim ako postoje načini da se maksimalno smanje kašnjenja. Prilikom uspostave prve komunikacije aerodromski kontrolori prosljeđuju informacije zrakoplovima u odlasku (eng. *Departure Information*). Informacije za odlazak dane prije taksiranja uključuju: USS-u koja se koristi (*departure RWY*), smjer i brzinu vjetra na površini (uključujući značajne promjene), QNH postavku visinomjera (moguće i QFE na zahtjev), temperaturu zraka i točku rosišta na stazi u slučaju zrakoplova s turbinom, vidljivost u smjeru uzlijetanja i prvotnog

penjanja (ako je manja od 10 km) ili, ako je promjenjivo, RVR (*Runway Visual Range*) za korištenu USS-u, SLOT i točno vrijeme (eng. *correct time*).

Zrakoplovu se daje odobrenje za *start up*, odnosno pokretanje motora. Zatim se prosljeđuje instrukcija za taksiranje do pozicije za čekanje (*holding point*-a) korištene USS-e, uključujući i informacija o smjeru i brzini vjetra i QNH. U svrhu smanjenja radnog opterećenja pilota zrakoplova, poželjno je dati odobrenje za let (*ATC clearance*) prije početka taksiranja zrakoplova. Odobrenje za let se sastoji od sljedećih elemenata: pozivnog znaka zrakoplova, granice važenja odobrenja, rute leta, razine odnosno razina leta za čitavu rutu ili njezin dio i promjene razina po potrebi te sve ostale potrebne upute ili informacije kao što su postavljanje SSR transpondera, postupke odlaska, vrijeme komunikacije i vrijeme istjecanja odobrenja.

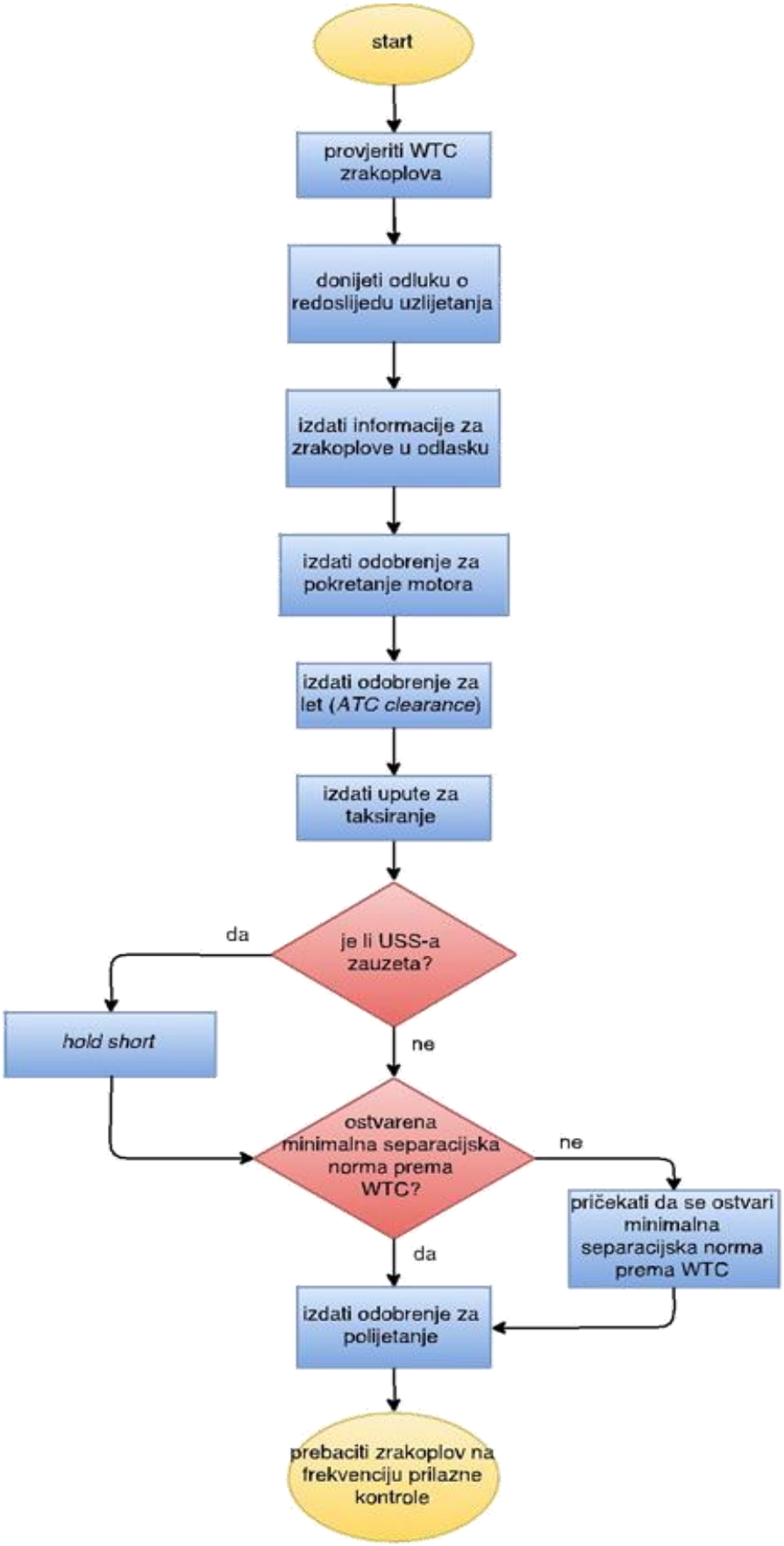
Bitno je naglasiti da se odobrenje za korištenje uzletno-sletne staze može izdati isključivo jednom zrakoplovu, stoga je potrebno provjeriti trenutno stanje na USS-i. Ukoliko je USS-a slobodna za uzlijetanje važno je dodatno provjeriti ima li zrakoplova u fazi završnog prilaza ili u blizini aerodroma koji bi trebali ubrzo sletjeti. Zrakoplovi u zraku koji planiraju slijetanje uglavnom imaju prednost nad zrakoplovima koji čekaju na uzlijetanje.

U slučaju da kontrolor odluči prvo pustiti zrakoplov na slijetanje, zrakoplovu na poziciji za čekanje se treba naglasiti da se drži podalje od aktivne USS-e (eng. *hold short*), odnosno da ne ulazi na USS-u kako ne bi prouzročio nezgodu ili nesreću. Da bi se ubrzao promet i smanjilo čekanje, kontrolor može zrakoplovu koji čeka na uzlijetanje proslijediti *traffic information* o zrakoplovu u prilazu i, pod uvjetom da je odgovor pilota pozitivan, izdati *conditional line up clearance*. To znači da se zrakoplovu u odlasku može izdati odobrenje za ulazak na USS-u (*line up*) na poziciju za uzlijetanje (*take off position*) nakon što zrakoplov u dolasku sleti, a tek nakon što napusti USS-u može se izdati odobrenje za uzlijetanje.

Međutim, prije izdavanja odobrenja za uzlijetanje bitno je još jednom provjeriti je li minimalna separacijska norma prema WTC zadovoljena, odnosno je li prošlo dovoljno vremena od prethodnog zrakoplova koji je uzletio. Ukoliko je prethodni zrakoplov u uzlijetanju iste kategorije nije potrebno čekati jer nema opasnosti od vrtložnih turbulencija koje ostaju iza zrakoplova. No, ako je primjerice zrakoplov na tlu laki (eng. *light*), a prethodno je uzletio srednji (eng. *medium*) zrakoplov, mora se pričekati dvije minute prije izdavanja odobrenja za uzlijetanje. Da bi se olakšalo praćenje poželjno je reći pilotu da javi prijelazak

određene točke ili visine, a zatim se daje frekvencija prilazne kontrole koja preuzima komunikaciju i kontrolu nad zrakoplovom.

Ovaj opis postupka aerodromskog kontrolora za zrakoplove u odlasku može se prikazati dijagramom toka (slika 8). Pri donošenju odluka kontrolori moraju razmatrati potrebne informacije i kontinuirano pratiti sav aerodromski promet kako bi na najefikasniji način omogućili i sigurnost i ekspeditivnost zrakoplova u odlasku.



Slika 8 Dijagram toka procesa donošenja odluka kontrolora za zrakoplove u odlasku

Prije izdavanja informacija i odobrenja (za pokretanje motora, za let i za taksiranje), kontrolor mora provjeriti sve relevantne podatke o pojedinim zrakoplovima koji planiranju skori odlazak i pomoću njih donijeti odluku o redoslijedu uzlijetanja koji će omogućiti maksimalno moguće korištenje USS-e. Kontrolor treba pratiti prometnu situaciju koja se odvija na manevarskim površinama i u blizini aerodroma. Uzletno sletna staza se smatra zauzetom onda kada se neki zrakoplov fizički nalazi na njoj (npr. zrakoplov nakon slijetanja nije napustio USS-u ili zrakoplov u fazi uzlijetanja nije još uzletio) ili ukoliko je zrakoplov u završnom prilazu prethodno dobio odobrenje za slijetanje. Tada se zrakoplovu u odlasku ne smije izdati odobrenje za ulazak na aktivnu USS-u. Kontrolor prije izdavanja odobrenja za uzlijetanje također treba razmatrati minimalne separacijske norme između zrakoplova prema kategorijama vrtložne turbulencije.

6.1.2 Zrakoplovi u slijetanju

Zadatak prilaznih kontrolora je slaganje dobrog redoslijed prilaza IFR zrakoplova. Stoga, aerodromska kontrola preuzima već razdvojene IFR zrakoplove i u pravilu između njih ne bi smjele postojati konfliktne situacije. Postoji iznimka kada je prvi zrakoplov značajno usporio te se na taj način smanjila potrebna separacijska norma, no takve situacije nisu razmatrane u ovoj *case study* analizi.

IFR zrakoplov u dolasku se javlja aerodromskoj kontroli kada je na PIS, odnosno kada je ILS (*Instrument Landing System*) uspostavljen. Zatim kontrolor daje pilotu uputu da nastavi ILS prilaz, a poželjno je da mu također kaže da se javi kada prijeđe OM (*Outer Marker*). Ukoliko je USS-a slobodna, na OM-u kontrolor izdaje pilotu odobrenje za slijetanje na određenu USS-u, zajedno s informacijom o smjeru i jačini vjetra. Međutim, ako određena situacija ne dopušta izdavanje odobrenja u tom trenutku (npr. prethodni zrakoplov u slijetanju nije napustio USS-u), potrebno je pilotu zrakoplova reći razlog toga i da može uskoro očekivati odobrenje. U tom slučaju bitno je da kontrolor odmah reagira i brzo rješava situaciju na način da zrakoplovu kaže da požuri pri izlasku s USS-e (*expedite vacating*) zbog zrakoplova u završnom prilazu, a čim se USS-a oslobodi izdaje zrakoplovu u dolasku odobrenje za slijetanje. Ako kontrolor procjeni da ishod neće biti zadovoljavajući, on mora jasno reći pilotu zrakoplova da pokrene *go-around* proceduru. Kada zrakoplov sleti kontrolor mu daje instrukciju da izađe s

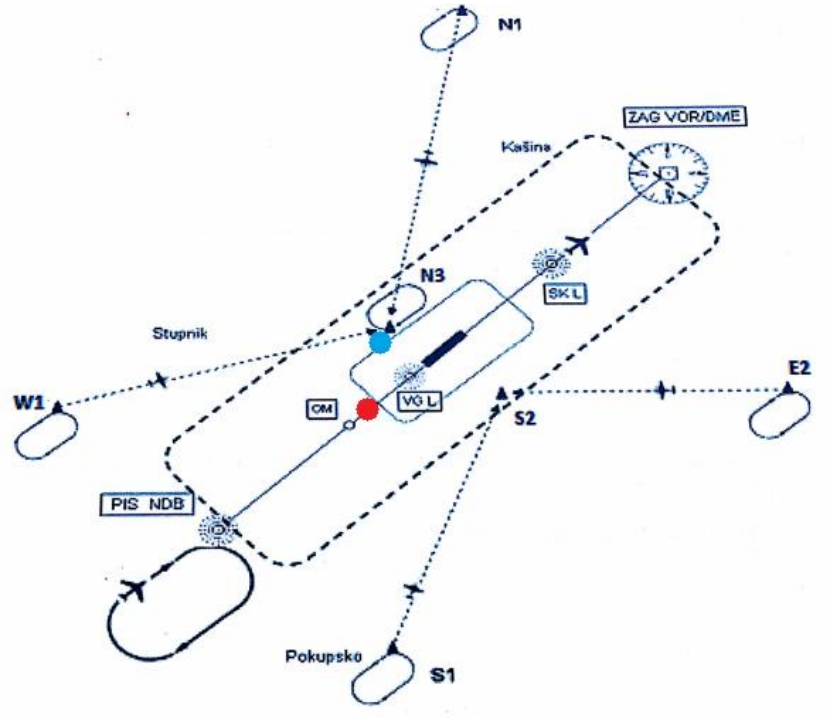
USS-e koristeći određenu rulnu stazu, a nakon što javi da je napustio daje mu upute o taksiranju do stajanke.

Postupak izdavanja odobrenja i informacija se razlikuje za VFR zrakoplove u dolasku. Pilot VFR zrakoplova javlja svoju poziciju (točku i trenutnu visinu) aerodromskoj kontroli na jednoj od ulaznih točaka. Kontrolor tada izdaje *joining instruction*, odnosno upute do sljedeće točke i visinu, korištenu USS-u (*RWY in use*), smjer i brzinu vjetra i QNH. Kada pilot javi da je stigao na određenu točku, kontrolor mu prosljeđuje upute za uključivanje u aerodromski prometni krug[4] (eng. *aerodrome traffic circuit*). Aerodromski prometni krug se sastoji od: kraka niz vjetar (*downwind*), kraka uz vjetar (*upwind*), osnovnog kraka (*base*), završnog kraka (*final*) i kraka okomitog na smjer vjetra (*crosswind*). Pilot je obvezan javiti se na *downwind*-u kako bi dobio i slijedio daljnje upute zadane od kontrole zračnog prometa. Ovisno o ostalom prometu koji se nalazi u blizini aerodroma to mogu biti upute za slijetanje ili upute za *delaying action*. U pravilu, zrakoplovi koji lete u aerodromskom prometnom krugu imaju prednost pred zrakoplovima koji se u njega tek uključuju. Stoga, može se zaključiti da kontrolori pri određivanju redoslijeda slijetanja uglavnom prate princip „*first come, first served*“. Dakle, ako imamo VFR zrakoplov (npr. Cessna 172) na *left-hand-downwind*-u i drugi VFR zrakoplov (npr. Piper 18) na S2 točki, zrakoplov koji će prvi dobiti odobrenje za slijetanje je C172.

Ukoliko je IFR zrakoplov u završnom prilazu, on ima prednost nad ostalim VFR zrakoplovima koji lete u aerodromskom školskom krugu. No, ovisno o njihovim pozicijama i brzinama, kontrolor odlučuje o prioritetima i potrebnoj upotrebi *delaying action*-a.

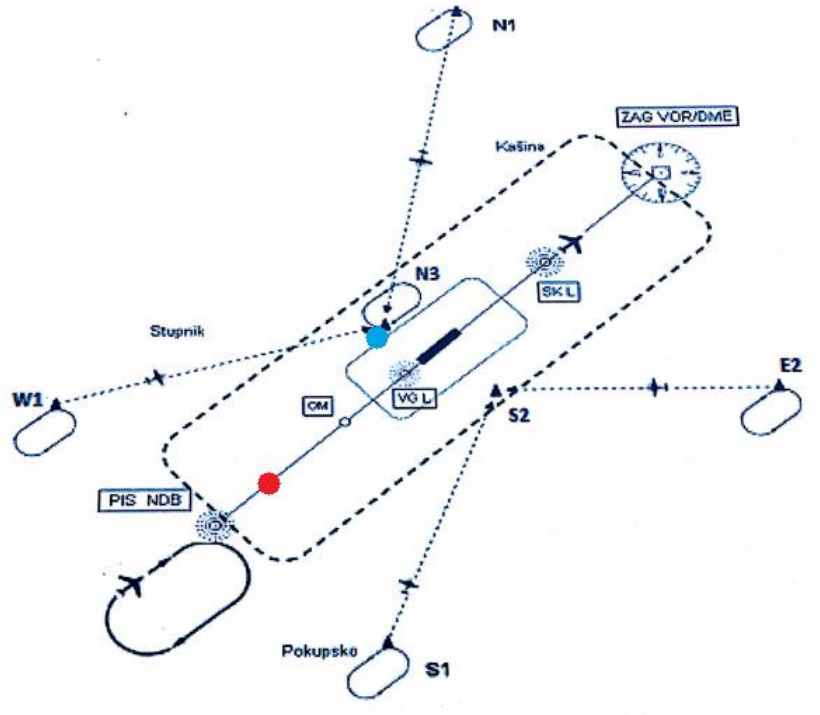
[4] Utvrđena letna putanja kojom moraju letjeti VFR zrakoplovi u okolici aerodroma

Na slici 9 prikazan je primjer IFR zrakoplov koji je u fazi završnog prilaza i prošao je OM (crvena točka) te VFR zrakoplov koji u ušao u lijevi *downwind* (plava točka). U toj situaciji, u svrhu ubrzanja prometa, poželjna je primjena *conditional clearance*-a. VFR zrakoplovu se može dati *traffic information* o IFR zrakoplovu i kada javi „*traffic in sight*“ izdaje se instrukcija da produži krak niz vjetar i da se javi na završnom kraku.



Slika 9 Primjer primjene delaying action - produljivanje kraka niz vjetar

Slika 10 prikazuje primjer kada je IFR zrakoplov u fazi završnog prilaza i nalazi se ispred OM (crvena točka), a VFR zrakoplov je na istoj poziciji kao i u prethodnom primjeru (plava točka). U tom slučaju ne bi bila poželjna primjena *conditional clearance*-a jer će VFR zrakoplov na taj način previše produljiti krak niz vjetar, odnosno otići će predaleko. Stoga, bolje je primijeniti *orbit* (okret za 360° u stranu udaljeniju od USS-e) jer time se dobivaju dvije minute.



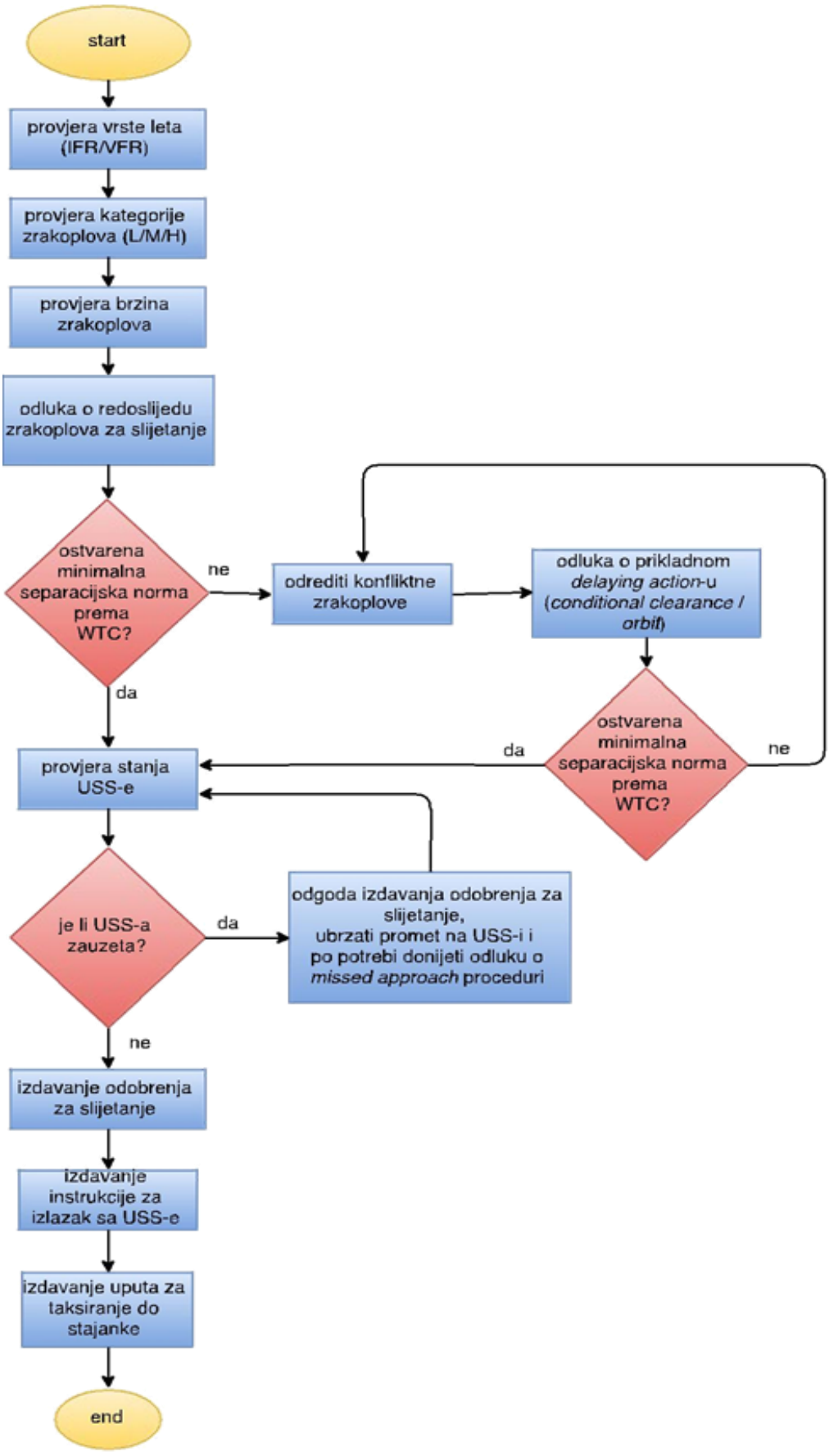
Slika 10 Primjer primjene delaying action - orbit

Važno je naglasiti da se prije izdavanja odobrenja za slijetanje mora provjeriti WTC zrakoplova i primijeniti razdvajanje ukoliko je potrebno. Propisani intervali između zrakoplova različitih WTC su prikazani u tablici 3.

ZRAKOPLOVI U DOLASKU	
KATEGORIJE ZRAKOPLOVA PREMA WTC	**VREMENSKA SEPARACIJSKA NORMA**
L iza M i H	3 minute
M iza H	2 minute

Tablica 3 Proceduralna separacija prema WTC za zrakoplove u dolasku

Na slici 11 prikazan je dijagram toka donošenja odluka aerodromskih kontrolora za zrakoplove u dolasku. On prikazuje niz koraka koje kontrolor mora poduzeti u cilju provođenja sigurnih operacija zrakoplova, ali pružajući najmanje mogućeg kašnjenja. To znači da se nepotrebno zadržavanje u zraku, pogotovo većeg broja zrakoplova, mora izbjegavati. Neophodno je napraviti pažljivu i točnu procjenu. Kako bi to bilo moguće, potrebno je stvoriti dobru sliku pozicija svih zrakoplova, a zatim napraviti redoslijed slijetanja i držati se njega.



Slika 11 Dijagram toka procesa donošenja odluka za zrakoplove u dolasku

Kao što se može vidjeti iz priloženog dijagrama, aerodromski kontrolor za zrakoplove u dolasku prvo donosi odluku o prioritetu i cijelom redoslijedu slijetanja na temelju dostupnih informacija (bilo od radara ili izvještaja pilota) o trenutnim pozicijama pojedinih zrakoplova u blizini aerodroma i svih ostalih relevantnih podataka koji su navedeni u stripovima (vrsti leta, kategoriji zrakoplova, brzini zrakoplova…). Ne smije zrakoplovu izdati odobrenje za slijetanje kada USS-a nije slobodna. Također, prije izdavanja odobrenja za slijetanje, kontrolor treba obavezno provjeriti je li minimalna separacijska norma zadovoljena te ukoliko nije mora odlučiti o načinu na koji će se ona postići (npr. *delaying action*).

6.2 Prilazna kontrola zračnog prometa

Primarna zadaća jedinice prilazne kontrole je održavanje potrebne udaljenosti između svih zrakoplova te slaganje redoslijeda dolaznih zrakoplova i izdavanje rutnih odobrenja odlaznim zrakoplovima. U HKZP-u i na BEST simulatoru prilazni kontrolori koriste radarske separacijske norme razdvajanja zrakoplova (1000 ft vertikalno i/ili 5 NM horizontalno). No, kako bi se one mogle primjenjivati, potrebno je prvo pozitivno identificirati zrakoplov.

6.2.1 Zrakoplovi u odlasku

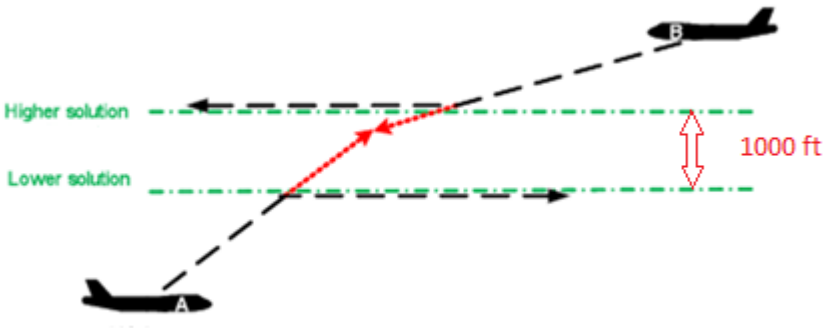
Zrakoplovu u odlasku se u inicijalnom kontaktu može izdati odobrenje da prati SID[5] (*Standard Instrument Departure*) ili mu se može dati *reclearance* ako je cilj ubrzati promet ili izbjeći potencijalan konflikt. Kada zrakoplov slijedi predviđeni SID, onda leti ravno od smjera USS-e do referentne točke, a zatim po potrebi skreće lijevo/desno prema izlaznoj točki navedenoj u planu leta.

U situacijama kada postoje dva IFR zrakoplova u odlasku koji lete istom rutom na istu izlaznu točku, a time penju i na istu visinu, konflikt može nastati ako drugi zrakoplov sustigne prvoga. Stoga je bitno razmatrati i performanse zrakoplova (brzinu, ROC…). Takav potencijalni konflikt se može na najlakši način razriješiti u ranoj fazi leta postizanjem većeg razmaka, tako da kontrolor prvom zrakoplovu izda *reclearance* te će na taj način zrakoplov prije skrenuti prema izlaznoj točki, dok će drugi zrakoplov pustiti da slijedi SID. Naravno, kontrolor mora i dalje kontinuirano pratiti i primijeniti dodatne separacijske mjere po potrebi. *Reclearance* izdan od kontrolora zvuči: „*CTN551, Zagreb Radar, identified, recleared, after passing 4000 ft turn left, direct to OBUTI, climb to FL 200.*“ Pilot zrakoplova je dužan ponoviti zadanu instrukciju, a kontrolor potvrditi ili ispraviti ponovljeno.

Prije izdavanja odobrenja za penjanje do izlazne visine, kontrolor treba pažljivo provjeriti dolazni promet i predvidjeti hoće li doći do konfliktne situacije između zrakoplova u odlasku i onih koji dolaze na prilaz. Nipošto se ne smije izdati *unsafe clearance* već zrakoplove treba zaustaviti na sigurnu visinu i/ili primijeniti drugi način separacije poput vektoriranja.

[5] Standardna procedura odlaska koju slijedi IFR zrakoplov nakon uzlijetanja

U slučaju da kontrolor odluči primijeniti vertikalnu separaciju, zrakoplovu u prilazu izdaje odobrenje da spušta na visinu iznad one koju je odobrio zrakoplovu u penjanju (slika 12).



Slika 12 Način primjene vertikalne separacije za konfliktne zrakoplove

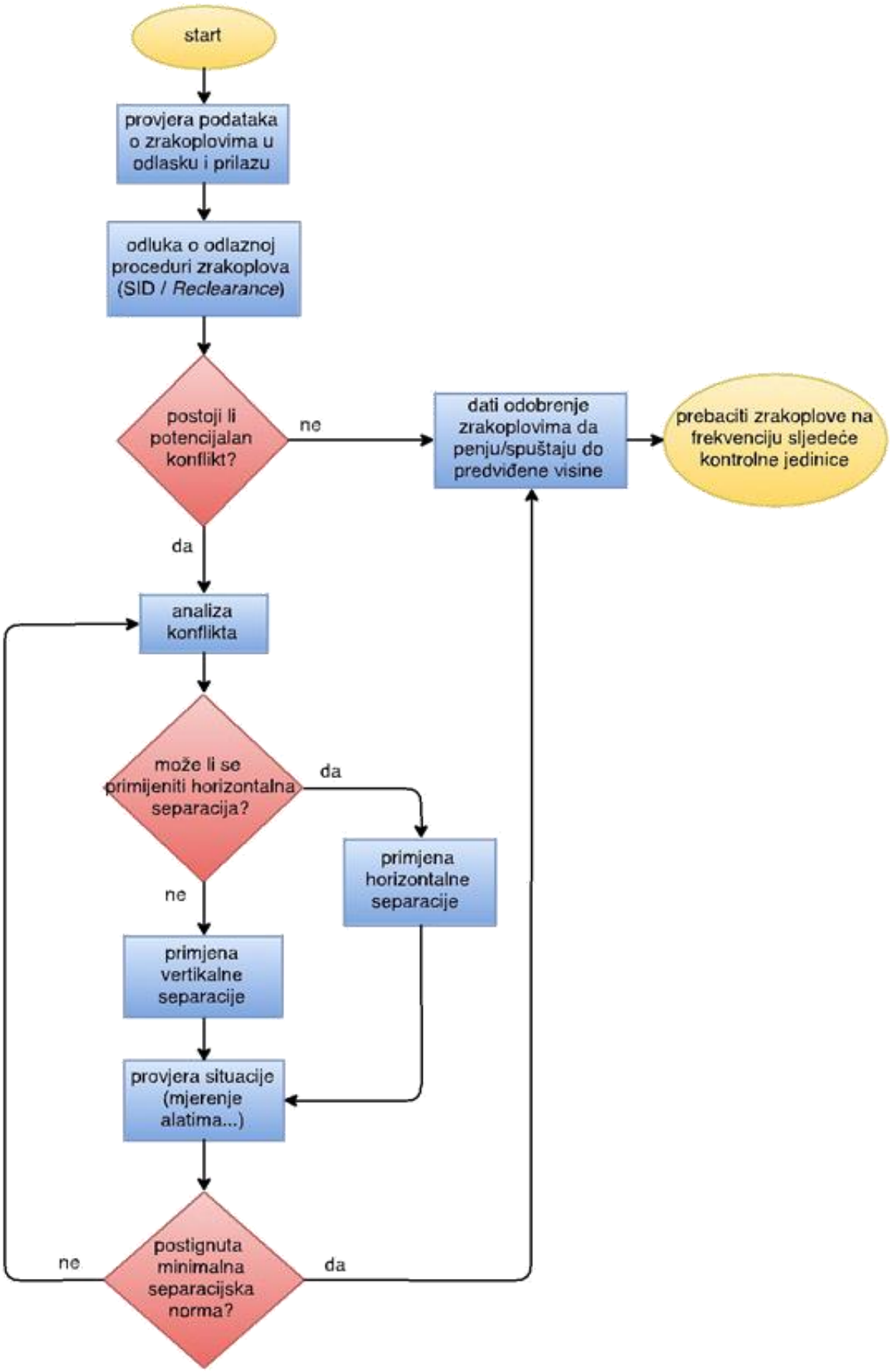
Izvor:

https://www.cogsci.mq.edu.au/news/conferences/2009/ASCS2009/pdfs/Lehmann.pdf

23.08.2016.

Nakon toga se pažljivo prati situacija, mjeri pomoćnim alatima i procjenjuje gdje će zrakoplovi biti u trenutku zaustavljanja penjanja/spuštanja. Ukoliko postoji sigurnost da će biti održana minimalna horizontalna separacijska norma od 5 NM, zrakoplovu u odlasku se izdaje izlazna visina, a zrakoplovu u prilazu najniža sigurna i slobodna visina (ovisno o MRVI (*Minimum Radar Vectoring Altitude*), strukturi prostora i prometnoj situaciji). Pritom je potrebna precizna procjena i vrlo brzo donošenje odluka jer dugo čekanje uzrokuje zagušenja i situacije da zrakoplov ne popne na predviđenu izlaznu visinu ili zrakoplov u prilazu ne stigne spustiti do visine s kojom može nastaviti ILS prilaz.

Zrakoplov se mora pratiti sve dok ne stigne blizu granice ili dok ne postigne određenu visinu. Tada ga se prebacuje na sljedeću jedinicu koja preuzima kontrolu i komunikaciju s njime.



Slika 13 Dijagram toka procesa donošenja odluka za zrakoplove u odlasku

Na slici 13 prikazan je dijagram toka koji objašnjava slijed donošenja odluka prilaznih kontrolora za zrakoplove u odlasku. Pri prvom kontaktu s pilotom zrakoplova koji je poletio kontrolor mora, prateći odvijanje prometa unutar njegovog zračnog prostora, brzo odlučiti o prikladnoj odlaznoj proceduri i predvidjeti moguću konfliktnu situaciju između više zrakoplova u odlasku i/ili zrakoplova u odlasku i prilazu te donijeti odluku o načinu razrješavanja iste koji će omogućiti siguran i ekspeditivan ishod.

6.2.2 Zrakoplovi u prilazu

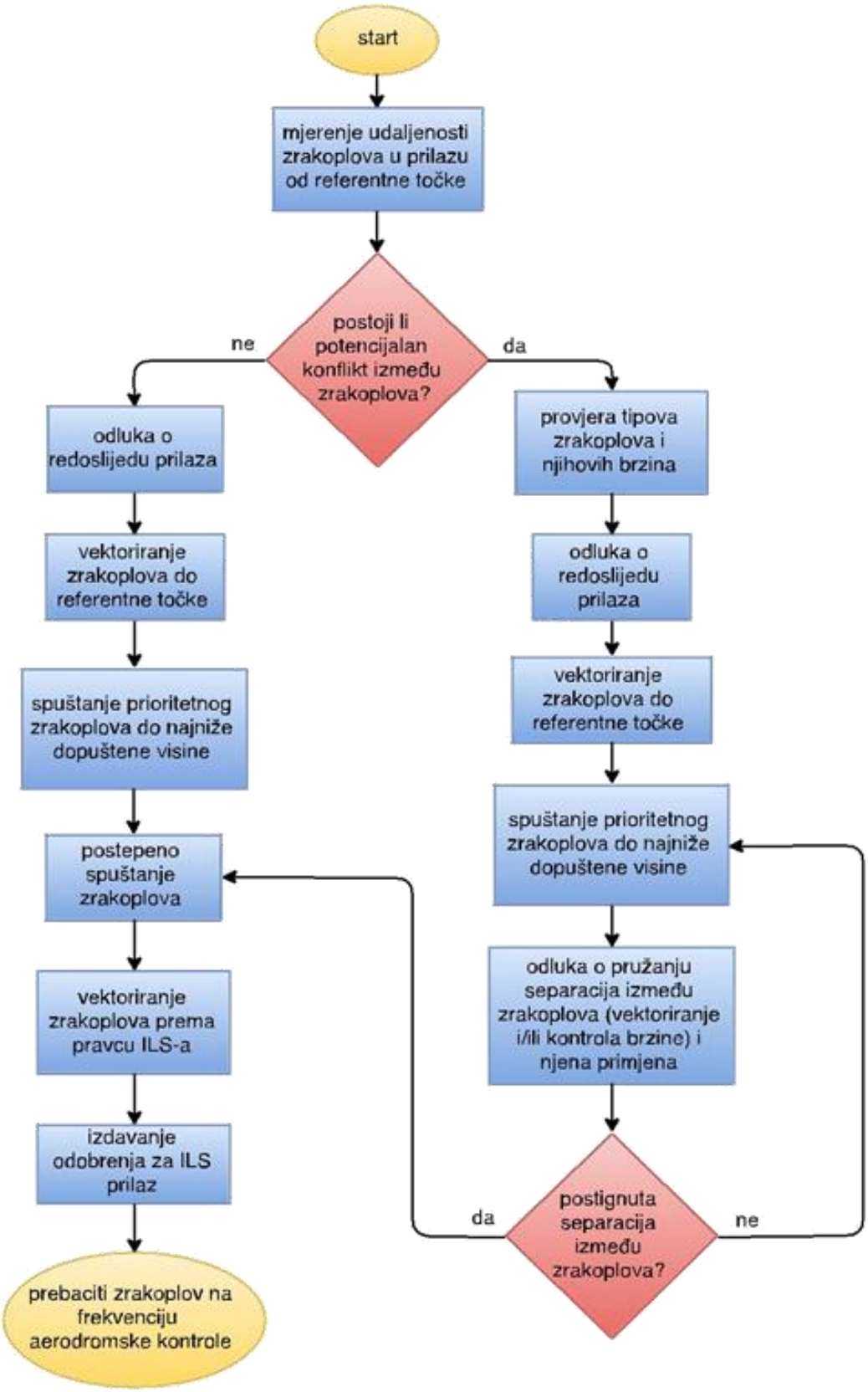
Zrakoplovi spuštaju iz različitih smjerova kako bi došli na prilaz za predviđenu USS-u. Kada se na radaru pojavi više zrakoplova, potrebno je odrediti dobar redoslijed prilaza. Kontroloru pri tome značajno pomažu alati pomoću kojih se mjeri udaljenost/broj minuta potrebnih za dolazak do referentne točke (PIS).

Ako postoji razlika u minutama vrlo je jednostavno odrediti „*number 1*“ zrakoplov (onaj koji ima najmanje minuta potrebnih za dolazak na PIS). Takav zrakoplov predstavlja prioritet pri vektoriranju, spuštanju i svim ostalim instrukcijama. Prilazni kontrolori postepeno snižavaju zrakoplove u prilazu. Dakle, kontrolor spušta prioritetni zrakoplov na najnižu slobodnu visinu koja se može koristiti u tom trenutku (MRVA), a drugi zrakoplov spušta na visinu minimalno 1000 ft iznad visine dane prioritetnom zrakoplovu.

Donošenje odluka je otežano u situacijama kada se mjereći alatom prikaže isti ili približno isti broj minuta do dolaska više zrakoplova na istu referentnu točku. Tada kontrolor treba odlučiti koji zrakoplov ide prvi na prilaz i odrediti način na koji će se postići zadovoljavajući razmak između zrakoplova. To se najčešće postiže kontrolom brzine na način da kontrolor usporava drugi zrakoplov u prilazu (za minimalno 20 kt). Osim kontrole brzine prilazni kontrolori koriste vektoriranje, odnosno „*number 2*“ zrakoplovu se zadaje određeni *heading* koji omogućuje zaokruženiju putanju s čime se povećava vrijeme potrebno za dolazak do referentne točke.

Kako bi pilot zrakoplova uhvatio ILS, mora se nalaziti na visini od 3000 ft i završni vektor (*heading* zrakoplova) mora biti zadan unutar +/- 30° u odnosu na pravac odabrane USS-e. U suprotnome, pilot zrakoplova mora slijediti *missed approach* proceduru, no to se pokušava izbjegavati jer se na taj način povećava radno opterećenje kontrolora i pilota te mogu nastati nove konfliktne situacije.

Važno je naglasiti da se samo jednom zrakoplovu može izdati odobrenje za prilaz. Kada pilot zrakoplova javi da je ILS uspostavljen, kontrolor mu daje frekvenciju aerodromske kontrole koja dalje preuzima zrakoplov na slijetanje. Zatim nastavlja davati instrukcije ostalim zrakoplovima u prilazu. Cijeli navedeni postupak za zrakoplove u prilazu može se u grafičkom obliku vidjeti na slici 14.



Slika 14 Dijagram toka procesa donošenja odluka kontrolora za zrakoplove u prilazu

Čim se pojedini zrakoplovi u dolasku prikažu na radarskom zaslonu, prilazni kontrolor treba odlučiti o prioritetima i redoslijedu prilaza. Pritom je potrebno uzeti u obzir sve bitne informacije, a osobito tip zrakoplova, tj. njegove performanse. Ovisno o prometnoj situaciji i strukturi zračnog prostora, kontrolor treba donijeti odluku o *heading*-u i visini koju može izdati određenom zrakoplovu. Kontrolor se fokusira na prvi zrakoplov kojeg je odredio kao prioritetan, a zatim izdaje potrebne instrukcije ostalim zrakoplovima. Mora predvidjeti sve potencijalne konflikte i odlučiti o prikladnoj mjeri koja će omogućiti i održati potrebnu separaciju između zrakoplova.

6.3 Oblasna kontrola zračnog prometa

Oblasni kontrolori su odgovorni za promet u određenim sektorima unutar kontroliranog zračnog prostora. Zrakoplovi u fazi krstarenja lete na dodijeljenim visinama i rutama između putnih točaka (eng. *waypoints*), a kontrolor im izdaje instrukcije kako bi održali 5 NM horizontalne i/ili 1000 ft (ili 2000 ft) vertikalne separacije.

Kontrolor treba na temelju raspoloživih podataka procijeniti vrijeme ulaska pojedinih zrakoplova u zračni prostor svoje nadležnosti i prema tom vremenu odrediti prioritetni zrakoplov, tj. odrediti redoslijed zrakoplova. Iako na stripu piše ETA (*Estimated Time of Arrival*) svakog zrakoplova, kontrolor prilikom planiranja mora uzeti u obzir i njihove brzine kretanja. Zatim kontrolor na radarskom prikazu traži parove zrakoplova koji mogu biti u stanju potencijalnog konflikta, a najčešće razmatra visine, putanje i smjerove zrakoplova te longitudinalnu i lateralnu separaciju. Pritom koristi alate koji mu pomažu u procjenjivanju prikazujući udaljenost (broj nautičkih milja - NM) do potencijalnog mjesta konflikta. Jednostavnom matematikom pomoću poznatih brzina zrakoplova može se izračunati koliko će NM prijeći zrakoplov u jednoj minuti, tj. za koliko minuta će pojedini zrakoplov biti na određenoj točki.

Odgovarajuća separacijska mjera, vertikalna i/ili horizontalna, primjenjuje se ovisno o raspoloživom prostoru, ostalom prometu i potrebama pilota konfliktnih zrakoplova. Pritom se treba analizirati je li potrebno samo jedan zrakoplov pomaknuti s trenutne putanje/visine ili oba zrakoplova.

Primjerice, ako dva zrakoplova lete na istoj visini istom rutom, oni u nekom trenutku mogu postati konfliktni ukoliko kontrolor ne „zaključa“ brzine oba zrakoplova u pitanju. Čim se separacijska norma postepeno smanjuje može se zaključiti da je pilot jednog od zrakoplova samoinicijativno promijenio brzinu i time je drugi zrakoplov postao brži od prvoga. To je opasna situacija jer u relativno kratkom vremenskom periodu zrakoplovi za koje je kontrolor smatrao da su sigurni mogu postati konfliktni. U tom slučaju najprikladnija i najjednostavnija opcija je horizontalna separacija koja se postiže tako da kontrolor primijeni kontrolu brzine (eng. *speed control*). Tada kontrolor treba prvo pitati pilote kojim brzinama lete (*Mach*

number), a onda im zadati brzine tako da je prvi zrakoplov brži, a drugi sporiji. Na taj način će biti zadovoljena norma od 10 NM longitudinalne separacije.

Ukoliko su zrakoplovi suprotnih putanja, takozvani „*head on*“, poželjna je primjena vektoriranja, tj. pomicanje jednog ili oba zrakoplova s trenutne putanje za samo par stupnjeva ulijevo ili udesno kako bi se postignula minimalna horizontalna norma od 5 NM. To je potrebno što prije učiniti jer se drastični zaokreti zrakoplova u krstarenju pokušavaju izbjegavati. Nakon što se zadovoljavajuća separacija postigne zrakoplovu se može izdati direktna ruta do izlazne točke.

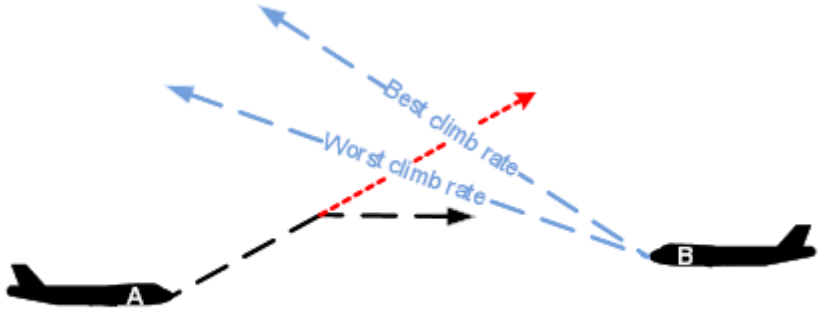
Primjer vrlo čestog i specifičnog konflikta na simulatorskim vježbama je prelet KOPRY-KOTOR. Recimo da zrakoplov A ima rutu KOPRY-ZAG-KOTOR, a zrakoplov B KOTOR-ZAG-KOPRY i otprilike u isto vrijeme ulaze u zračni prostor. Može se zaključiti da je mjesto potencijalnog konflikta ZAG. Problem nastaje jer i jedan i drugi zrakoplov moraju penjati/spuštati do izlazne visine, a udaljenost od KOPRY do KOTOR je relativno mala. Zbog toga, zrakoplovima se trebaju dati instrukcije čim uđu u zračni prostor. U tom slučaju, kontrolor treba pomaknuti zrakoplove s planirane rute za otprilike 5° i dati odobrenje za penjanje/spuštanje do izlazne visine ili do visine koja neće uzrokovati konflikt s nekim trećim zrakoplovom.

Kontrolorima je glavni prioritet omogućavanje sigurnosti svih zrakoplova u zračnom prostoru. Međutim, cilj je održavati i ekspeditivan protok prometa, što znači da je potrebno donositi odluke koje će omogućiti ubrzavanje prometa na najkompetentniji način. Najčešći način poboljšanja efikasnosti leta u zračnom prostoru je ponuda direktne rute. Prije izdavanja odobrenja kontrolor treba provjeriti planiranu rutu leta i u skladu s time odlučiti je li direktna ruta zaista potrebna. Također mora provjeriti hoće li ona uzrokovati dodatan konflikt s nekim drugim zrakoplovom.

S obzirom da zrakoplovi najčešće ulaze u zračni prostor na jednoj, a izlaze na drugoj visini, kontrolor mora u prikladnom trenutku promijeniti visine zrakoplova bez uzrokovanja dodatnih konflikata. To se može postići primjenom postepenog penjanja/spuštanja (*step climb/descent*) u kojem se zrakoplovi zaustavljaju na određenoj visini, a kada je to prikladno (kada to prometna situacija dozvoli) zadaje se penjanje/spuštanje do planirane izlazne visine.

Ukoliko je moguće, zrakoplovu je poželjno dati *continuous climb* jer se tako osigurava optimalni let (smanjenu potrošnju goriva i ostale ekološke prednosti) kao i smanjenje radnog opterećenja pilota.

U cilju uspostavljanja ili održavanja minimalne vertikalne separacije kontrolor može pilotima zadati *Rate Of Climb* (ROC) i *Rate Of Descent* (ROD) (slika 15). Prilagodbe vertikalne brzine bi se trebale ograničiti isključivo na konfliktne situacije te se upute koje uključuju čestu promjenu ROC i ROD trebaju izbjegavati. Kontrolor pritom treba poznavati osnovne performanse određenih tipova zrakoplova kako bi mogao odrediti realan ROC ili ROD.

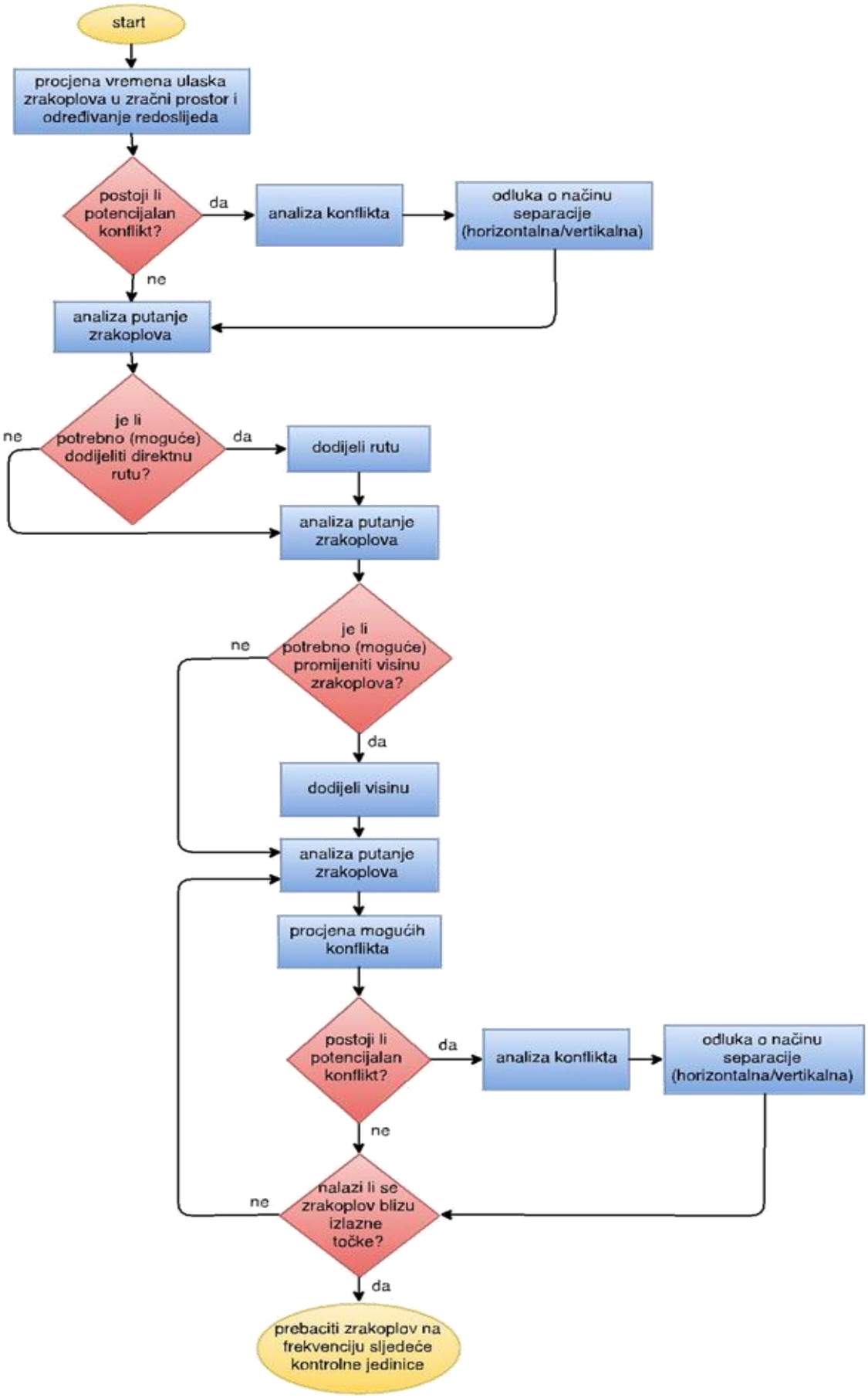


Slika 15 Važnost poznavanja performansi zrakoplova

Izvor:

https://www.cogsci.mq.edu.au/news/conferences/2009/ASCS2009/pdfs/Lehmann.pdf

27.08.2016.



Slika 16 Dijagram toka procesa donošenja odluka oblasnih kontrolora

Dijagram toka procesa donošenja odluka oblasnih kontrolora prikazan je na slici 16. Oblasni kontrolor, kao i aerodromski i prilazni, donosi važne odluke koje omogućavaju siguran i ekspeditivan protok prometa unutar zračnog prostora njegove nadležnosti. Na temelju dostupnih informacija s radara i stripova analizira relevantne podatke poput visine i rute te pomoću njih predviđa potencijalne konflikte. Po potrebi odlučuje o separacijskoj mjeri koja se održati sigurnost, tj. odgovarajući razmak između svih zrakoplova. Također donosi odluke o primjeni direktne rute ukoliko je ona zaista potrebna i promjeni visine prema planu leta u prikladnom trenutku.

7. ZAKLJUČAK

Donošenje odluka, kao što se može vidjeti iz priloženih dijagrama toka u ovom završnom radu, je konstantan dio posla kontrolora zračnog prometa te predstavlja ključan i kompleksan kognitivni proces koji je neophodan za provođenje svih vrsti zadaća. Mogućnost pamćenja i procesuiranja velike količine ulaznih podataka se pokazuje kao primarna odrednica sposobnosti kontrolora za donošenje važnih odluka koje utječu na cjelokupan zračni promet. Za efektivno pružanje usluga kontrole zračnog prometa potrebno je osigurati prikladnu i funkcionalnu tehnologiju koja će podržati donošenje odluka. Provođenje zadataka kontrolora zračnog prometa mora biti u skladu s objavljenim pravilima i procedurama. Dobar timski rad između izvršnog kontrolora i kontrolora planera i ugodna radna atmosfera također su vrlo bitni čimbenici za povećanje ljudske učinkovitosti unutar dinamičkog sustava kontrole zračnog prometa.

Kontrolor zračnog prometa treba na temelju podataka dobivenih pomoću nadzornog radarskog sustava, progresivnih stripova i informacija dobivenih od pilota i ostalih kontrolora stvoriti i održavati trodimenzionalnu sliku prometne situacije koja se odvija u zračnom prostoru njegove nadležnosti. Dostupne informacije koriste se u svrhu omogućavanja vrlo ranog otkrivanja potencijalnih konflikata, pravilne reakcije i donošenja točnih odluka potrebnih za održavanje sigurnog, redovnog i ekspeditivnog prometa. Pritom je važno uzimati u obzir meteorološke uvjete s obzirom da oni mogu značajno utjecati na protok zračnog prometa.

Kontrolori vode jasnu i sažetu radiokomunikaciju s pilotima koristeći standardnu frazeologiju i izdaju im razna odobrenja, instrukcije i relevantne informacije. Ovisno o situaciji, ostalom prometu i raspoloživom prostoru odlučuju o prioritetima i odabiru prikladnu separacijsku normu koja može biti vertikalna i/ili horizontalna. U tu svrhu koriste se razne metode poput kontrole brzine, vektoriranja, promjene visine i *delaying action*, a učestalost korištenja pojedine metode ovisi o vrsti kontrole. Uz uvjet da je sigurnost održana kontrolori također donose odluke koje će omogućiti ubrzavanje prometa na najkompetentniji način i time minimalizirati kašnjenja. Jedan od načina poboljšanja efikasnosti leta u zračnom prostoru je ponuda direktne rute. U prilaznoj kontroli ekspeditivni protok se osigurava dobrim planom

redoslijeda prilaza, dok se u aerodromskoj kontroli slaže odgovarajući redoslijed odlazaka i slijetanja tako da se maksimalno koristi uzletno-sletna staza i spriječi što više zadržavanja.

Pravovremeno donošenje točnih odluka u kontroli zračnog prometa posebno je bitno u uvjetima nepredviđenih situacija i opasnosti kada ne postoje propisani postupci kako djelovati. Tada kontrolor treba brzo i točno donijeti odluku pri čemu mu u velikoj mjeri pomaže dosadašnje iskustvo i stečeno znanje.

LITERATURA

[1] Human factors Digest No. 8, Human factors in air traffic control, Circular 241-AN/145, International Civil Aviation Organisation, 1993.

[2] Human Performance in Air Traffic Management Safety, EUROCONTROL/FAA Action Plan 15 Safety, 2010.

[3] ICAO Doc 4444 – Air Traffic Management, Procedures for Air Navigation Services, 2007.

[4] http://www.crocontrol.hr/ 02. kolovoz 2016.

[5] https://www.eurocontrol.int/ehp/?q=node/1565 05. kolovoz 2016.

[6] https://www.eurocontrol.int/ehp/?q=taxonomy/term/96 05. kolovoz 2016.

[7] http://hfs.sagepub.com/content/22/5/535.abstract 07. kolovoz 2016.

[8] Radni materijali: kolegij: Upravljanje rizičnim situacijama, 5. semestar, Nino Karamatić

[9] Model for Task and Job Descriptions of Air Traffic Controllers, EUROCONTROL

https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/nm/safety/safety-model-for-task-and-job-descriptions-of-air-traffic-controllers.pdf (preuzeto: 10. srpanj 2016.)

[10] Air Traffic Control Specialist Decision Making and Strategic Planning – A Field Survey

http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a389823.pdf (preuzeto: 17. kolovoz 2016.)

[11] Air traffic services planning manual, FIRST (Provisional) EDITION, ICAO, 1984.

[12] http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_10_128_2433.html 20. kolovoz 2016.

[13] Basic Radar Simulation Training Manual

POPIS KRATICA

CTR	(Control Zone) kontrolirana zona
TMA	(Terminal Control Area) završna kontrolirana oblast
CTA	(Control Area) kontrolirano područje
BEST	(Beginning to End for Simulation and Training)
ICAO	(International Civil Aviation Organisation) Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva
ATM	(Air Traffic Management) upravljanje zračnim prometom
TRM	(Team Resource Management)
HKZP	Hrvatska kontrola zračne plovidbe
ATC	(Air Traffic Control) kontrola zračnog prometa
ATIS	(Automatic Terminal Information Service) automatska emitiranje informacija za slijetanje i uzlijetanje
ATS	(Air Traffic Services) usluge zračnog prometa
SSR	(Secondary Surveillance Radar) sekundarni nadzorni radar
EOBT	(Estimated Off Block Time) procijenjeno vrijeme odblokiranja kotača zrakoplova
ARO	prijavni ured operativnih usluga u zračnom prometu
EFPS	(Electronic flight progress strip) elektronički obrazac za praćenje napredovanja leta zrakoplova
ANSP	(Air Navigation Service Provider) pružatelj usluga u zračnoj plovidbi
ETA	(Estimated Time Of Arrival) procijenjeno vrijeme dolaska
MET	(Meteorological service) Meteorološka služba
USS	uzletno-sletna staza

IFR	(Instrument Flight Rules) instrumentalna pravila letenja
CTOT	(Calculated Take Off Time) kalkulirano vrijeme uzlijetanja
WTC	(Wake Turbulence Category) kategorije zrakoplova prema vrtložnim turbulencijama
MTOM	(Maximum Take Off Mass) maksimalna masa pri uzlijetanju
RWY	(Runway) uzletno-sletna staza
km	kilometar
RVR	(Runway Visual Range) vidljivost uzduž staze
ILS	(Instrument Landing System) sustav za instrumentalno slijetanje
OM	(Outer Marker) vanjski marker
VFR	(Visual Flight Rules) vizualna pravila letenja
ft	(feet) stopa
NM	(Nautical Mile) nautička milja
SID	(Standard Instrument Departure) standardni instrumentalni odlazak
ROC	(Rate Of Climb) stopa uzdizanja
FL	(Flight Level) razina leta
MRVA	(Minimum Radar Vectoring Altitude) minimalna visina radarskog vektoriranja
kt	(Knot) čvor
ROD	(Rate Of Descent) stopa spuštanja

POPIS SLIKA

Slika 1 Shema Shell modela 5
Slika 2 Zadaće kontrolora zračnog prometa 10
Slika 3 Oznake zrakoplova na radarskom zaslonu 16
Slika 4 Papirnati stripovi.....19
Slika 5 Primjer stripa u aerodromskoj kontroli 20
Slika 6 Značenje simbola u dijagramu toka.....24
Slika 7 Opći dijagram toka procesa donošenja odluka kontrolora 25
Slika 8 Dijagram toka procesa donošenja odluka kontrolora za zrakoplove u odlasku.....31
Slika 9 Primjer primjene delaying action - produljivanje kraka niz vjetar 34
Slika 10 Primjer primjene delaying action - orbit 35
Slika 11 Dijagram toka procesa donošenja odluka za zrakoplove u dolasku.....36
Slika 12 Način primjene vertikalne separacije za konfliktne zrakoplove.....39
Slika 13 Dijagram toka procesa donošenja odluka za zrakoplove u odlasku.....40
Slika 14 Dijagram toka procesa donošenja odluka kontrolora za zrakoplove u prilazu 43
Slika 15 Važnost poznavanja performansi zrakoplova.....47
Slika 16 Dijagram toka procesa donošenja odluka oblasnih kontrolora 48

POPIS TABLICA

Tablica 1 Kategorije zrakoplova prema vrtložnoj turbulenciji (WTC) 28
Tablica 2 Proceduralna separacija prema WTC za zrakoplove u odlasku 28
Tablica 3 Proceduralna separacija prema WTC za zrakoplove u dolasku 35

METAPODACI

Naslov rada: Analiza postupka donošenja odluka kontrolora zračnog prometa

Student: Renata Špoljar

Mentor: doc. dr. sc. Biljana Juričić

Naslov na drugom jeziku (engleski): Analysis of air traffic controller decision making

Povjerenstvo za obranu:

- doc. dr. sc. Anita Domitrović predsjednik
- doc. dr. sc. Biljana Juričić mentor
- v. pred. Ivana Francetić član
- izv. prof. dr. sc. Doris Novak zamjena

Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: Zavod za aeronautiku

Vrsta studija: Preddiplomski

Studij: Aeronautika

Datum obrane završnog rada: 13.09.2016.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada pod naslovom **Analiza postupka donošenja odluka kontrolora zračnog prometa**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 6.9.2016

Student/ica:

Renata Špoljar

(potpis)