

Metode razdvajanja zrakoplova u oblasnoj kontroli zračnog prometa Zagreb

Jurkovac, Viktor

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

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:119:816328>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-18**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Viktor Jurkovic

METODE RAZDVAJANJA ZRAKOPLOVA U OBLASNOJ KONTROLI
ZRAČNOG PROMETA ZAGREB

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2019.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD**

Zagreb, 10. travnja 2019.

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

ZAVRŠNI ZADATAK br. 5401

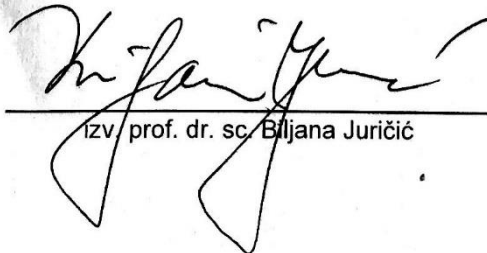
Pristupnik: **Viktor Jurkovic (0135247667)**
Studij: **Aeronautika**
Smjer: **Kontrola leta**

Zadatak: **Metode razdvajanja zrakoplova u oblasnoj kontroli zračnog prometa Zagreb**

Opis zadatka:

Uvodno objasniti cilj i djelokrug istraživanja. Objasniti pružanje usluge oblasne kontrole zračnog prometa. Objasniti horizontalno i vertikalno razdvajanje. Navesti koordinacijske postupke razdvajanja zrakoplova i primjena u ACC Zagreb. Objasniti rad alata ATM sustava za razdvajanje zrakoplova. Razraditi tipične prometne situacija i odabir adekvatne metode razdvajanja u ACC Zagreb. Dati zaključna razmatranja.

Mentor:



izv. prof. dr. sc. Biljana Juričić

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

**METODE RAZDVAJANJA ZRAKOPLOVA U OBLASNOJ KONTROLI
ZRAČNOG PROMETA ZAGREB**

**AIRCRAFT SEPARATION METHODS WITHIN ZAGREB AREA CONTROL
CENTRE**

Mentor: izv. prof. dr. Biljana Juričić

Student: Viktor Jurkovic

JMBAG: 0135247667

Zagreb, srpanj 2019.

SAŽETAK

U zračnom prijevozu niti jedan dan nije jednak prethodnom stoga oblasni kontrolori zračnog prometa moraju imati karakteristike dobre prilagodljivosti situaciji te provođenja odlučnih i brzih odluka. Zračni je prijevoz najsigurnija grana prijevoza koja visok nivo sigurnosti postiže brojnim propisima i normama implementiranim u cijeli sustav ATM-a (*engl. ATM – Air Traffic Management*). Pri odrađivanju svog posla kontroloru pomažu brojni alati, a na njemu je da ih pravilno primjeni u raznim metodama razdvajanja zrakoplova. Upravo su te metode koje će biti analizirane i prodiskutirane cilj ovog završnog rada. Metode razdvajanja zrakoplova obrazložene su kreiranjem pet simuliranih prometnih situacija na simulatoru Hrvatske kontrole zračne plovidbe.

KLJUČNE RIJEČI: Hrvatska kontrola zračne plovidbe; kontrolirani zračni prostor; minimalna norma separacije; mreža sigurnosti; konflikt

SUMMARY

In the air transport, not one day is equal to the previous one so area air traffic controllers must have characteristics of good adaptability to the situation and making decisive and speedy decisions. Air transport is the safest transportation branch that achieves a high level of security by numerous regulations and standards implemented in the entire ATM (Air Traffic Management) system. When working on a job, a controller is assisted by a number of tools and it is on him to use them properly in various separation methods. These methods that will be analyzed and discussed are the main goal of this work. Aircraft separation methods are explained by creating five simulated traffic situations within the simulator space of Croatia Control.

KEY WORDS: Croatia Control; controlled airspace; minimum separation; safety net; conflict

SADRŽAJ

1	UVOD	1
2	OBLASNA KONTROLA ZRAČNOG PROMETA ZAGREB	3
2.1	PODRUČJE NADLEŽNOSTI	4
2.1.1	HORIZONTALNO PODRUČJE NADLEŽNOSTI	4
2.1.2	VERTIKALNO PODRUČJE NADLEŽNOSTI	5
2.2	STATISTIČKI PODACI	7
2.3	ZRAČNI PROSTOR SLOBODNIH RUTA (FRA – Free Route Airspace)	9
2.4	SUSTAVI ZA NADZOR ZRAČNOG PROMETA	10
3	HORIZONTALNO I VERTIKALNO RAZDVAJANJE ZRAKOPLOVA	12
3.1	VERTIKALNO RAZDVAJANJE ZRAKOPLOVA	12
3.1.1	DODJELA RAZINA LETA ZA KONTROLIRANE ZRAKOPLOVE U KRSTARENJU	13
3.1.2	VERTIKALNA SEPARACIJA PRILIKOM PENJANJA ILI SPUŠTANJA ZRAKOPLOVA	14
3.2	HORIZONTALNO RAZDVAJANJE ZRAKOPLOVA	14
4	KOORDINACIJSKI POSTUPCI RAZDVAJANJA ZRAKOPLOVA	18
4.1	KOORDINACIJA IZMEĐU SUSJEDNIH PRUŽATELJA OBLASNE KONTROLE ZRAČNOG PROMETA	19
4.1.1	PRIJENOS KONTROLE NAD ZRAKOPLOVOM	20
4.1.2	ZAHTJEV ZA ODOBRENJEM I REVIZIJA (APPROVAL REQUEST, REVISION)	20
4.1.3	PRIJENOS KOMUNIKACIJE SA ZRAKOPLOVOM	20
4.2	KOORDINACIJA IZMEĐU JEDINICA OBLASNE I PRILAZNE KONTROLE ZRAČNOG PROMETA	21
5	ALATI ATM SUSTAVA ZA RAZDVAJANJE ZRAKOPLOVA	23
5.1	SHORT TERM CONFLICT ALERT (STCA)	23
5.2	AREA PROXIMITY WARNING (APW)	25
5.3	CPDLC (CONTROLLER PILOT DATA LINK COMMUNICATION)	27
5.4	QDM	29

5.5	ALAT SEP.....	30
5.6	FLIGHT LEG	31
5.7	OSTALI ALATI	33
6	RAZRADA PROMETNIH SITUACIJA I ODABIR ADEKVATNE METODE.....	36
6.1	PROMETNA SITUACIJA 1.....	36
6.2	PROMETNA SITUACIJA 2.....	38
6.3	PROMETNA SITUACIJA 3.....	40
6.4	PROMETNA SITUACIJA 4.....	41
6.5	PROMETNA SITUACIJA 5.....	43
7	ZAKLJUČAK.....	47
	LITERATURA.....	48
	POPIS SLIKA	50
	POPIS TABLICA.....	52

1 UVOD

Kontrola zračnog prometa složena je usluga koja se primarno bavi razdvajanjem zrakoplova radi održavanja sigurnog, ekspeditivnog i efikasnog protoka zračnog prometa. Zrakoplovna se industrija svakim danom razvija i raste, stoga je od velike važnosti da pružatelji usluga kontrole zračnog prometa budu u toku s najnovijim tehnologijama, alatima i metodama razdvajanja zrakoplova kako bi zadovoljili prometnu potražnju. Oblasna kontrola zračnog prometa Zagreb je jedan od pružatelja usluga koji zadovoljava sve europske standarde za kvalitetno odvijanje zračnog prometa. Oblasna kontrola je jedna od tri vrste kontrole zračnog prometa (uz aerodromsku i prilaznu kontrolu zračnog prometa), a bavi se zrakoplovima u preletu preko zračnog prostora Republike Hrvatske. Prometnu potražnju zadovoljava adekvatnim kapacitetom prostora koji se temelji na broju kontrolora zračnog prometa pa stoga kontinuirano zapošljava nove kontrolore i razvija alate koji olakšavaju njihov posao. Pružanje usluge se odvija prema propisanim standardima vertikalnog i horizontalnog razdvajanja zrakoplova, a uz pomoć suradnje i koordinacije sa susjednim pružateljima usluga nastoji se postići najveći mogući kapacitet s primarnim ciljem očuvanja visoke razine sigurnosti. Dobro su poznate izjave kontrolora zračnog prometa da niti jedan radni dan nije jednak, stoga je potrebno vrlo dobro poznavati metode razdvajanja zrakoplova kako bi ih se moglo iskoristiti u raznim prometnim situacijama, od kojih je neke moguće riješiti na više načina.

Svrha ovog završnog rada je prikazati djelokrug rada oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb kao kvalitetnog pružatelja usluga koji potiče suradnju i prati sveobuhvatan razvitak zračnog prometa. Cilj završnog rada jest prikazati određene simulirane prometne situacije te razraditi, objasniti i odabrati adekvatne metode razdvajanja zrakoplova.. Rad je podijeljen u sedam cjelina:

1. Uvod
2. Oblasna kontrola zračnog prometa Zagreb
3. Horizontalno i vertikalno razdvajanje zrakoplova
4. Koordinacijski postupci razdvajanja zrakoplova
5. Alati ATM sustava za razdvajanje zrakoplova
6. Razrada prometnih situacija i odabir adekvatne metode
7. Zaključak

U drugom je poglavlju opisano područje nadležnosti oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb te sustavi za nadzor koji omogućuju pružanje usluge na nacionalnoj i regionalnoj razini uz pripadajuće statističke podatke.

Treće poglavlje obuhvaća temeljita pravila vertikalnog i horizontalnog razdvajanja zrakoplova tijekom pojedinih faza leta.

Četvrto poglavlje sadrži skup pravila vezanih za koordinacijske postupke unutar pružatelja usluga kontrole zračnog prometa, ali i sa susjednim državama tj. drugim pružateljima. Objasnjeno je kako se prenosi kontrola i komunikacija sa zrakoplovom te kojim se pravilima osigurava pravovremeno spuštanje i penjanje zrakoplova ka ili od aerodroma.

Petim je poglavljem nastojano predočiti neke od bitnih alata koji omogućavaju povećanje kapaciteta i efikasnosti unutar oblasne kontrole zračnog prometa u Zagrebu. Također, objašnjene su sigurnosne mreže koje nastoje minimalizirati dovodenje zrakoplova u neželjeno stanje.

U šestom je poglavlju napravljeno pet simuliranih prometnih situacija. Svaka od njih je popraćena slikama sa simulatora Hrvatske kontrole zračne plovidbe koji je jednak stvarnom operativnom sustavu u upotrebi. Prometne situacije su zatim analizirane i obrazložene metodama koje se koriste u praksi.

2 OBLASNA KONTROLA ZRAČNOG PROMETA ZAGREB

Hrvatska kontrola zračne plovidbe je jedini pružatelj usluge oblasne kontrole zračnog prometa u Republici Hrvatskoj. Osnovna zadaća je pružanje usluga u zračnoj plovidbi uz visok stupanj sigurnosti zračnog prometa, a posluje sukladno propisima EU i RH, te standardima i praksom ICAO-a i EUROCONTROL-a. U skladu s Uredbom Komisije (EU) 2015/340, Hrvatska kontrola zračne plovidbe ima dozvolu za školovanje kontrolora zračnog prometa te sukladno međunarodnom standardu ISO 9001:2015, kao i prema Uredbi 1035/2011, certificirana je za pružanje usluga:

- operativnih usluga u zračnom prometu (ATS),
- komunikacije, navigacije i nadzora (CNS),
- zrakoplovnog informiranja (AIS),
- zrakoplovne meteorologije (MET) [1].

Središnji dio uprave nalazi se u Velikog Gorici u blizini aerodromskog kontrolnog tornja na zračnoj luci Franjo Tuđman, dok su podružnice (prikazane na Slici 1.) raspoređene u gradove Osijek, Pula, Rijeka, Lošinj, Zadar, Split/Brač i Dubrovnik. Središnji dio uprave podijeljen je u pet sektora:

- Sektor upravljanja zračnim prometom,
- Sektor zrakoplovno-tehničkog sustava,
- Sektor zrakoplovne meteorologije,
- Sektor vojnih zadaća,
- Sektor ljudskih potencijala, pravnih i financijskih poslova.

Podružnice pružaju poslove kontrole zračnog prometa, zrakoplovno-tehničkih, zrakoplovno-meteoroloških i financijsko-pravnih poslova koji su potrebni za nesmetano odvijanje zračnog prometa u njihovoj ovlasti [2].



Slika 1 Podružnice Hrvatske kontrole zračne plovidbe u Hrvatskoj

Izvor: [2]

2.1 PODRUČJE NADLEŽNOSTI

Svaka kontrola zračnog prometa ima svoje područje nadležnosti nad kojim vrši usluge i primjenjuje svoja specifična pravila. Hrvatska kontrola zračne plovidbe pruža usluge u zračnoj plovidbi unutar prostora Zagreb FIR (*Flight Information Region*) koji obuhvaća zračni prostor Republike Hrvatske, iznad Jadranskog mora izvan teritorijalnih voda države do granica utvrđenih međunarodnim ugovorima koji obvezuju Republiku Hrvatsku i u zračnom prostoru druge države koja je Društvu povjerila provedbu kontrole zračne plovidbe, u našem slučaju zračni prostor iznad Bosne i Hercegovine.

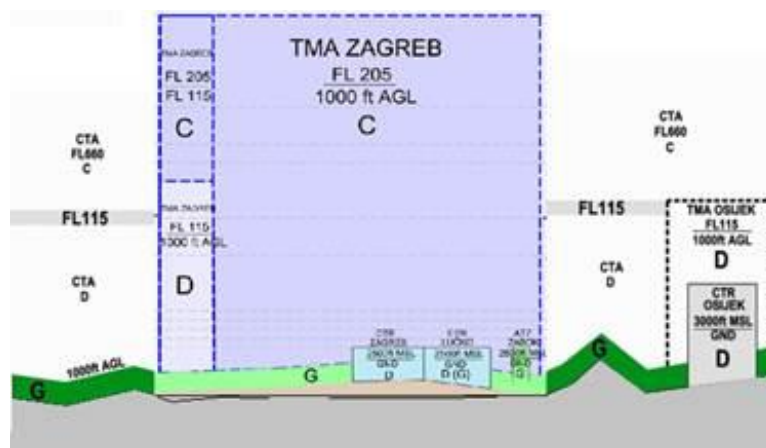
2.1.1 HORIZONTALNO PODRUČJE NADLEŽNOSTI

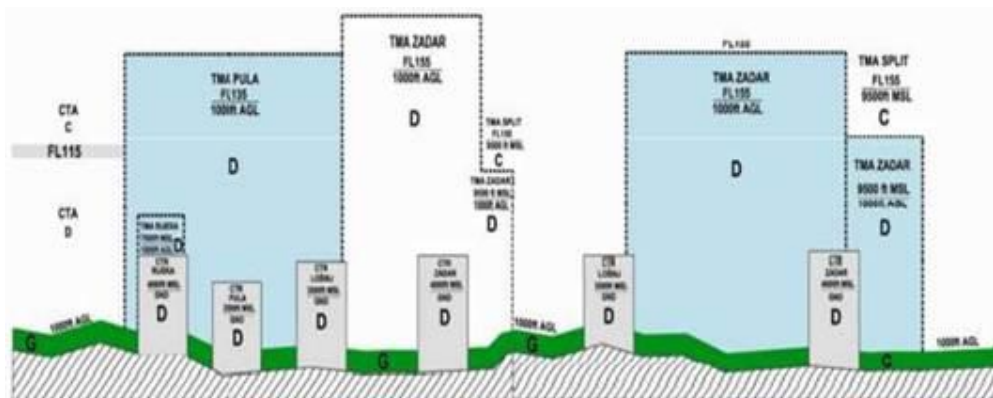
Područje u kojem oblasna kontrola zračnog prometa pruža usluge odvija se u cijelom Zagreb FIR-u (*Flight Information Region*) i Zagreb UIR-u (*Upper Flight Information Region*), a to su zračni prostori određenih dimenzija gdje se pružaju usluge zrakoplovnih informiranja i usluge uzbunjivanja. Granice FIR-a jednake su kao i državne granice ili mogu biti dogovorene linije između susjednih država. Većina država prakticira dogovorene granice radi lakšeg upravljanja zračnim prometom i koordinacije, a specifičnost našeg zračnog prostora je u tome što Hrvatska kontrola zračne plovidbe dogovorom pruža svoje usluge u dijelu zračnog prostora

Bosne i Hercegovine. Unutar Zagreb FIR-a nalazi se kontrolirani zračni prostor (CTA – Control Area) određenih dimenzija unutar kojega se provodi kontrola zračnog prometa u skladu s klasifikacijom samog zračnog prostora [3].

2.1.2 VERTIKALNO PODRUČJE NADLEŽNOSTI

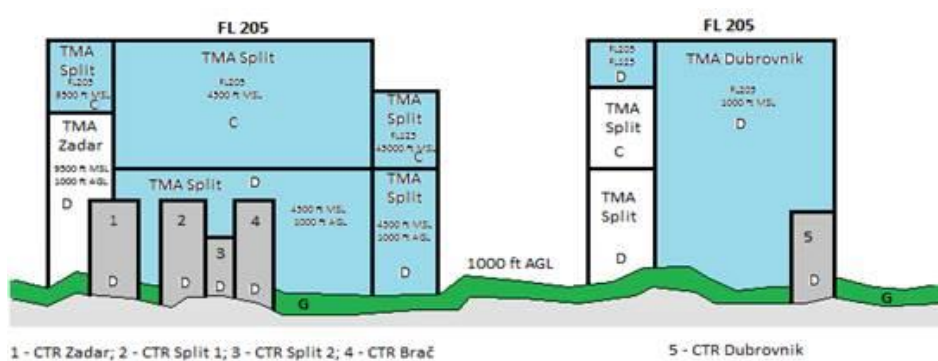
Vertikalno je oblasna kontrola zračnog prometa Zagreb nadležna za sve letove ispod razine leta FL660 i iznad nekontroliranog zračnog prostora koji se proteže od razine tla do 1000 stopa. Ako unutar tog područja postoji završno kontrolirano područje (TMA – terminal control area), nadležnost oblasne kontrole zračnog prometa počinje od zadnje visine do koje je završno kontrolirano područje odgovorno pa do FL660 što je vidljivo na Slikama 2, 3 i 4. Iznimka postoji iznad zračnog prostora Bosne i Hercegovine gdje Hrvatska kontrola zračne plovidbe na tome području prema dogovoru pruža svoje usluge iznad FL325.





Slika 3 Visinska raspodjela nadležnosti oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb iznad završnih kontroliranih područja Pula i Zadar

Izvor: HKZP



Slika 4 Visinska raspodjela nadležnosti oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb iznad završnih kontroliranih područja Zadar, Split i Dubrovnik

Izvor: HKZP

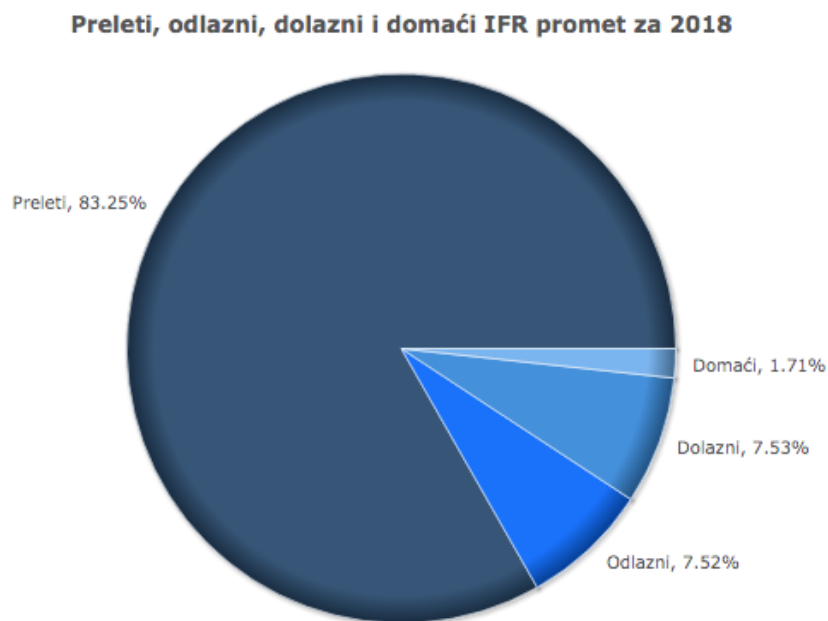
S obzirom na to da je potrebno za definiranje visinskih granica oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb, važno je napomenuti da u Zagreb FIR postoje šest završnih kontroliranih oblasti koje se protežu od 1000 stopa iznad površine tla ili od gornje granice kontrolirane zone aerodroma pa do različitih visina:

- Osijek TMA – do FL115
- Zagreb TMA – do FL205
- Pula TMA – do FL135
- Zadar TMA – do FL155

- Split TMA – do FL205
- Dubrovnik TMA – do FL205

2.2 STATISTIČKI PODACI

Da je važnost oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb u zračnom prostoru Republike Hrvatske veoma bitna, najbolje pokazuju brojni statistički podaci. Zadnji potpuni podaci iz 2018. godine prikazuju da je 83,25% od svih letova koji lete prema instrumentalnim pravilima (*IFR – Instrument Flight Rules*) bilo ostvareno preletima, dolaznih je bilo 7,53%, odlaznih 7,52% i domaćih 1,71% (podaci vidljivi na Slici 5.) [4].

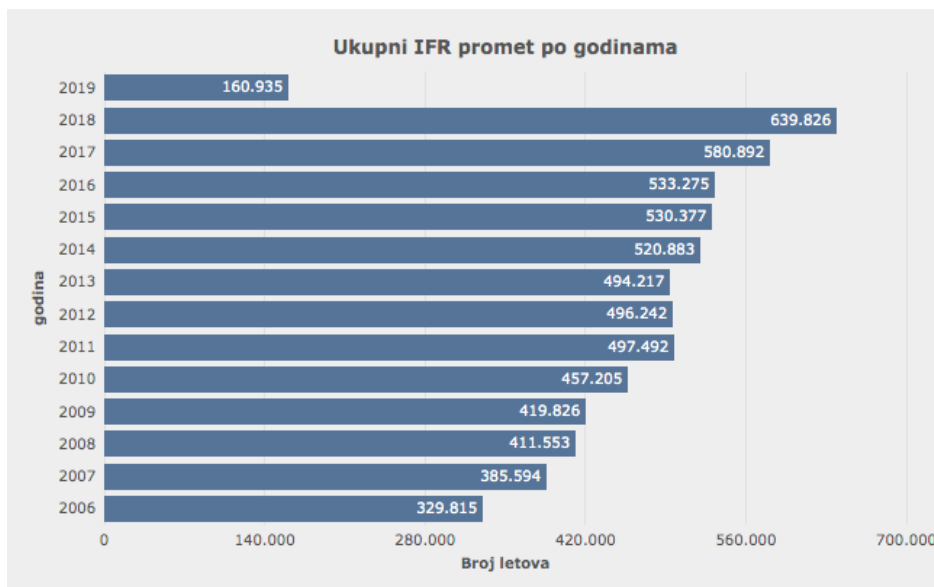


Slika 5 Prikaz udjela IFR letova unutar zračnog prostora Republike Hrvatske

Izvor: [4]

Važno je napomenuti da veoma mali udio preleta prolazi ispod donje granice nadležnosti oblasne kontrole zračnog prometa, ali suprotno tomu veliki udio dolaznih, odlaznih i domaćih letova prolaze iznad nje stoga je razlika još i veća.

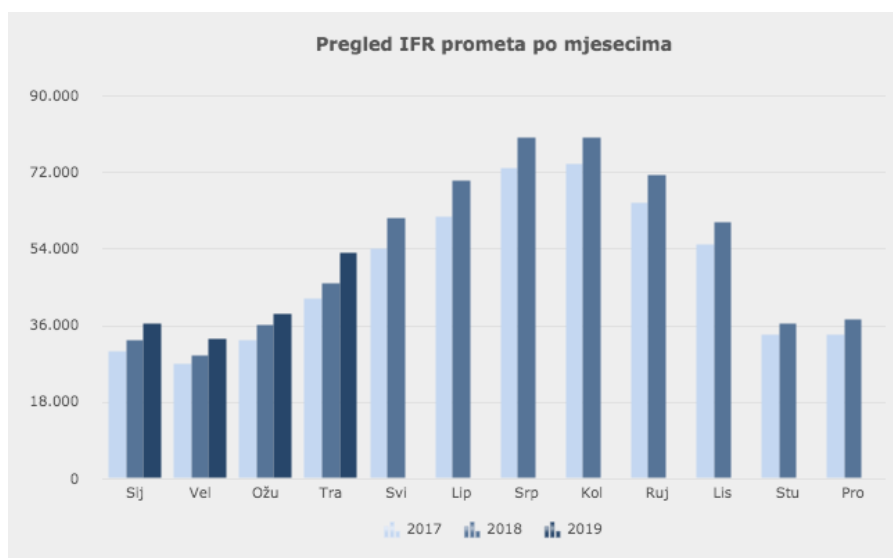
Nadalje, na slici 6. prikazan je kontinuirani porast IFR prometa tijekom godina koji je u 2018. godini dosegao brojku od 639826 letova. Kako bi se stvorila bolja predodžba, uspoređujući 2018. i 2006. godinu, vidljivo je 94% porasta letova naprama 329815 iz 2006. godine, a daljnji porast očekuje se i za 2019. godinu [5].



Slika 6 Prikaz IFR prometa po godinama

Izvor: [5]

Problem kod ovakvog značajnog porasta prometa iz godine u godinu je u tome što Hrvatska kontrola zračne plovidbe ima zbog svojeg geografskog položaja i klime veoma izraženu sezonalnost (prikazana slikom 7.) unutar godine i to dovodi do neuravnoteženog opterećenja na kontrolore zračnog prometa. Uspoređivanjem veljače s najmanjim brojem letova i kolovoza s najviše unutar 2018. godine, vidljiv je skok od 176% u broju letova [6]. Takav nagli skok predstavlja Hrvatskoj kontroli zračne plovidbe problem zbog manjka kontrolora u ljetnim mjesecima i viška u zimskim mjesecima.

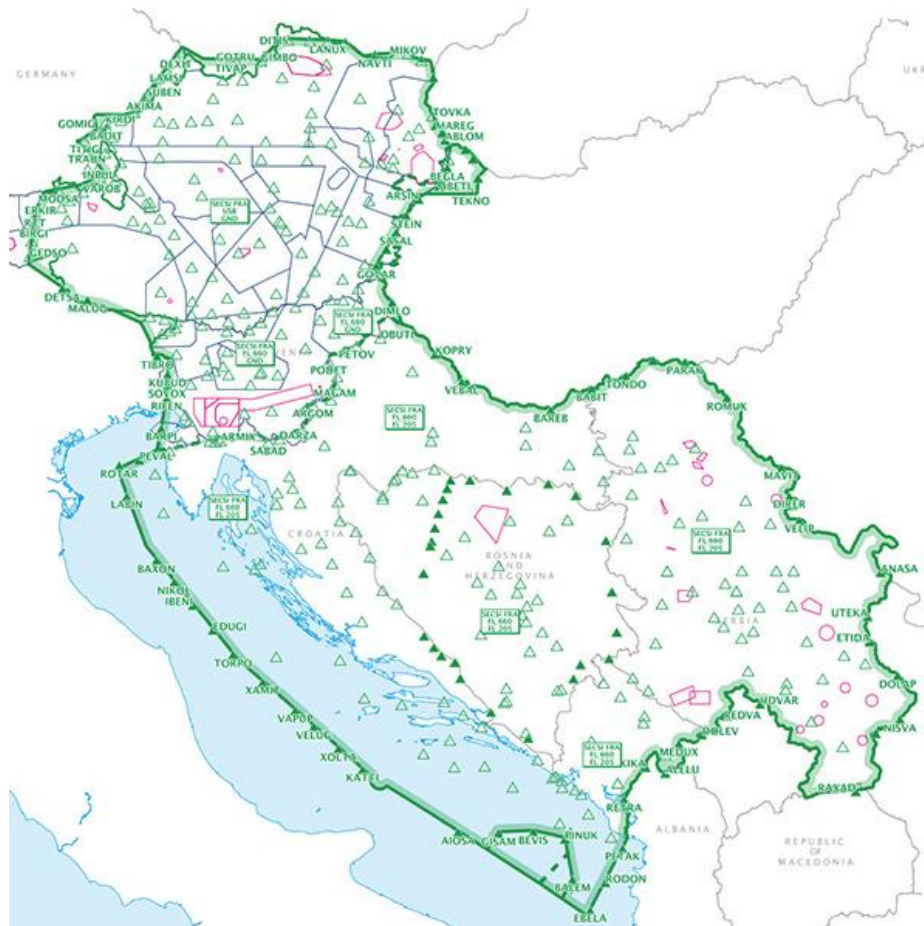


Slika 7 Prikaz IFR prometa po mjesecima

Izvor: [6]

2.3 ZRAČNI PROSTOR SLOBODNIH RUTA (FRA – Free Route Airspace)

Hrvatska kontrola zračne plovidbe je 1. veljače 2018. godine uz pomoć Upravitelja mreže i pet pružatelja usluga u zračnoj plovidbi, pustila u operativnu uporabu prostor SECSI FRA (*South East Common Sky Initiative Free Route Airspace*) [7]. To je jedinstveni zračni prostor slobodnih ruta koji se sastoji od Austrije, Slovenije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine te Srbije i Crne Gore (prikazan je na Slici 8.).



Slika 8 Zračni prostor SECSI FRA

Izvor: [7]

Unutar tog prostora je pružena mogućnost korištenja najkraćih direktnih ruta iz središnje k jugoistočnoj Europi, tj. po jugoistočnoj prometnoj osi. Takvo letenje gdje zrakoplov uđe u Austriji i leti direktnom rutom sve do Srbije donosi korisnicima brojne prednosti. Direktne rute donose u jednom danu potencijalne uštede do 1940 NM, 285 minuta leta, smanjenje potrošnje goriva od 8000kg te smanjenje CO₂ emisije od 25500 kg [7]. Nadalje, korisnici imaju mogućnost bolje iskoristiti negativne učinke vjetrova ili potencijalne prekide i smetnje u mreži. Istraživanje je dovelo do zaključka kako je kompleksnost zračnog prometa, situacijska

svjesnost i utvrđivanje konflikata poraslo kao i potreban radni napor za svaku od njih. Iako je došlo do porasta utvrđenih konflikata, oblasni su se kontrolori izjasnili kako nemaju problema pri rješavanju istih. Oblasni kontrolori zračnog prometa Zagreb su rekli da se implementacijom FRA povećala kompleksnost zračnog prometa, ali da su u mogućnosti odraditi jednak ili veći broj zrakoplova stoga se može reći kako je nova prometna situacija upravljiva [8].

2.4 SUSTAVI ZA NADZOR ZRAČNOG PROMETA

Ovisno o načinu identifikacije, praćenja i postupaka razdvajanja zrakoplova, oblasna kontrola zračnog prometa može biti proceduralna ili radarska. Proceduralna kontrola je kontrola korištena obično u područjima s vrlo malo zrakoplova i karakteristika joj je u tome što kontrolor leta prati i razdvaja zrakoplove isključivo prema pilotovom izvještaju o poziciji i vremena preleta neke točke, dok radarska koristi radar kao način upravljanja zračnim prometom.

Oblasna kontrola zračnog prometa u Hrvatskoj je radarska. Sustavi za nadzor bitna su karika u pružanju sigurne, ekspeditivne i efikasne usluge upravljanja zračnim prometom. Nekooperativnu i neovisnu detekciju omogućuju primarni radarski sustavi koji prikazuju poziciju zrakoplova u slučajevima kada nehotično zbog kvara ili namjerno ne odgovore na upit naprednijeg zemaljskog sustava kao što je na primjer sekundarni radar. Kako bi zemaljski sustavi jednoznačno identificirali zrakoplov, potrebna je suradnja zrakoplovnih sustava sa zemaljskim. Taj cilj postignut je korištenjem sekundarnih radara i transpondera unutar zrakoplova. Današnji sekundarni *mode S* radarski sustavi, uz prikaz identifikacije i visine, omogućuju prikaz brojnih drugih podataka vezanih za pojedini zrakoplov te selektivnu komunikaciju.

Hrvatska kontrola zračne plovidbe u svom sustavu nadzora posjeduje tri suvremena *mode S* radarska sustava na Plesu, Kozjaku i Psunju koji zajedno s podacima danim od vojnih radara na Sljemenu, Učki i Roti osiguravaju cjelokupno i pouzdano pokrivanje područja odgovornosti oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb. Cjelokupno pokriće zračnog prostora omogućeno je dobrom raspodjelom dostupnih radara po geografskim pozicijama [9].

ADS-B (*Automatic dependent surveillance – broadcast*) je najnovija tehnologija upravljanja zračnim prometom gdje zrakoplov sam šalje podatke i identifikaciju pomoću svojeg transpondera prema zemaljskim sekundarnim radarima. Ovaj sustav sadrži preciznije i redovitije podatke zrakoplova.

3 HORIZONTALNO I VERTIKALNO RAZDVAJANJE ZRAKOPLOVA

Hrvatski zračni prostor oblasne kontrole zračnog prometa sadrži tri klase zračnog prostora; G¹, D² i C³. Prema ICAO-u (*International Civil Aviation Organisation*), u C prostoru, kontrola leta zadužena je za održavanje separacije između:

- IFR letova.
- IFR i VFR letova (klasa D je jednaka kao i C jedino bez ove stavke).
- IFR i specijalnih VFR letova.
- Specijalnih VFR letova ako je tako propisao pružatelj usluga u zračnom prometu [10].

Zračni prostor klase G je nekontrolirani zračni prostor. Kontrolor leta je dužan za održavanje separacijske norme određene od strane pružatelja usluga te ne smije izdati odobrenje za bilo kakav manevar koji može narušiti separaciju između kontroliranih zrakoplova ovisno o klasi prostora. Kada zrakoplov zbog otkaza ili umanjivanja sposobnosti prikladne navigacije, komunikacije ili smetnji sustava zrakoplova nema zadovoljavajuću razinu preciznosti potrebnu za zračni prostor u kojem se nalazi, pilot je dužan obavijestiti nadležnu kontrolu zračnog prometa. Kontrolor leta bi tada trebao zbog mjera predostrožnosti povećati separacijsku normu između zrakoplova u pitanju, imajući na umu stanje i nesmetano odvijanje ostalog zračnog prometa. (Prilikom odvijanja vojnih vježbi separacijske se norme obično povećavaju na duple vrijednosti od standardnih. Postoje dvije vrste separacija; vertikalna i horizontalna separacija koje će biti obrađene u nastavku rada, a jedna od njih uvijek mora biti održana radi sigurnog odvijanja operacija zrakoplova.

3.1 VERTIKALNO RAZDVAJANJE ZRAKOPLOVA

Vertikalna je separacija postignuta kada zrakoplovi lete prema zadanim postavkama visinomjera i kreću se na različitim visinama ili razinama leta propisanim u SERA – EU regulativi 923/2012. Putne razine leta dostupne za zrakoplove koji se kreću u smjerovima između 000 stupnjeva i 179 stupnjeva su sve neparne razine leta i pripadajuće visine u stopama, a parne

¹ Zračni prostor koji se unutar CTA Zagreb proteže od razine tla do 1000 stopa iznad razine tla.

² Zračni prostor koji se unutar CTA Zagreb proteže od 1000 stopa iznad razine tla do razine leta FL115

³ Zračni prostor koji se unutar CTA Zagreb proteže od razine leta FL115 do FL660

za zrakoplove koji se kreću u smjerovima između 180 stupnjeva i 359 stupnjeva. Ako nije uspostavljena horizontalna separacija, zrakoplovi moraju biti razdvojeni minimalnom vertikalnom separacijom, a ona mora biti 300m (1000ft) ispod razine leta FL290 i 600m (2000ft) na ili iznad te razine leta ukoliko se ne radi o RVSM (*Reduced Vertical Separation Minima*) zračnom prostoru. To je zračni prostor u kojem je dozvoljen let samo onih zrakoplova koji imaju adekvatnu, napredniju i precizniju tehnologiju za izvršavanje leta. Unutar RVSM zračnog prostora minimalna vertikalna separacija iznosi 300m (1000ft) ispod razine leta FL410 ili drugačije propisane razine leta, te 600m (2000ft) na ili iznad te razine [10]. Kapacitet u ovome zračnom prostoru je veći s obzirom na to da postoji više dostupnih razina leta.

Nekontrolirano probijanje razine leta (*level bust*) je pojava kada zrakoplov bez prethodnog odobrenja kontrolora zračnog prometa odstupi od svoje zadane razine leta, smanji vertikalnu separaciju ispod zadanog minimuma i time ugrozi sigurnost odvijanja zračnog prometa. Ova se pojava može dogoditi u slučaju neopreznog upravljanja zrakoplovom te u područjima neravnomjernog kretanja zračnih masa (turbulencija) prirodnog podrijetla ili nastalih djelovanjem zrakoplova na okolni zrak.

3.1.1 DODJELA RAZINA LETA ZA KONTROLIRANE ZRAKOPLOVE U KRSTARENJU

Svaki zrakoplov mora mijenjati visinu tijekom svog leta što može izvesti jedino s odobrenjem od strane kontrolora zračnog prometa ako se nalazi unutar kontroliranog zračnog prostora te ako mu to dozvoljava prometna situacija ili primjerena koordinacija.

Kontrolor leta bi trebao dati odobrenje samo za jednu razinu leta unutar svojeg zračnog prostora na kojoj će predati zrakoplov susjednoj kontroli zračne plovidbe, a zatim je na njoj odgovornost da dalje provede postupak penjanja. Prilikom mijenjanja razine leta, zrakoplov će dobiti odobrenje da leti između dvije ili iznad neke zadane razine leta, a odobrenje može vrijediti za neko definirano vrijeme, mjesto ili brzinu penjanja. Ukoliko se kontrolirani zračni prostor nadovezuje na nekontrolirani, promjena razine leta mora biti izvršena unutar kontroliranog zračnog prostora. Zrakoplov koji leti na nekoj razini leta, trebao bi imati prednost nad zrakoplovom koji zahtijeva tu istu razinu, te u slučaju dvaju ili više zrakoplova na istoj razini leta, prvi u redu bi trebao imati prednost [11].

3.1.2 VERTIKALNA SEPARACIJA PRILIKOM PENJANJA ILI SPUŠTANJA ZRAKOPLOVA

Zrakoplov može dobiti odobrenje za penjanje do razine na kojoj se nalazio drugi zrakoplov, jedino kada je taj zrakoplov javio kontroloru da je napustio tu razinu leta. U tim situacijama, odobrenje mora biti dano tek kada zrakoplov javi prolazak ili održavanje neke druge razine leta koja odgovara minimalnoj vertikalnoj separaciji. Iznimke su prihvatljive samo kada je poznato da je prisutna snažna turbulencija, viši zrakoplov penje u krstarenju ili je razlika u performansama zrakoplova takva da ne postoji mogućnost narušavanja separacijske norme [11].

Kada se zrakoplovi nalaze u istom krugu čekanja, treba uzeti u obzir odobrenje za snižavanje prema različitim vertikalnim brzinama kao npr. zadavanje maksimalne vertikalne brzine za viši i minimalne vertikalne brzine za niži zrakoplov što će osigurati održivost vertikalne separacije. Piloti u direktnoj međusobnoj komunikaciji mogu uz njihovo odobrenje biti zaduženi za održavanje određene vertikalne separacije između zrakoplova.

3.2 HORIZONTALNO RAZDVAJANJE ZRAKOPLOVA

Postoje dva tipa horizontalnog razdvajanja zrakoplova; lateralno i longitudinalno. Za Hrvatski zračni prostor pod nadležnošću oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb, standardna minimalna separacija iznosi pet nautičkih milja. ICAO (*International Civil Aviation Organisation*) je propisao tri WTC (*Wake Turbulence Category*) kategorije zrakoplova, a u koju pojedini zrakoplov pripada određeno je prema njegovoj maksimalnoj certificiranoj masi pri uzlijetanju. Tri propisane kategorije su:

- LIGHT – svi tipovi zrakoplova sa 7000 kg ili manje
- MEDIUM – svi tipovi zrakoplova s više od 7000 kg i manje od 136000 kg
- HEAVY – svi tipovi zrakoplova sa 136000 kg ili više

Prema definiranim trima kategorijama zrakoplovi se radarski razdvajaju kao što je prikazano u tablici 1. Razvitkom zrakoplovne industrije došlo je do pojave novog teškog tipa zrakoplova Airbus A380 zbog kojega je uvedena nova kategorija Super Heavy koja obuhvaća zrakoplove s više od 560.000 kg maksimalne certificirane mase pri uzlijetanju (A380 je jedini zrakoplov u toj kategoriji).

Tablica 1 Prikaz ICAO minimalnih radarskih horizontalnih separacija prema tri WTC kategorije zrakoplova

PRVI ZRAKOPLOV	DRUGI ZRAKOPLOV	MINIMALNA HORIZONTALNA SEPARACIJA
HEAVY	HEAVY	4 NM
HEAVY	MEDIUM	5 NM
HEAVY	LIGHT	6 NM
MEDIUM	LIGHT	5 NM

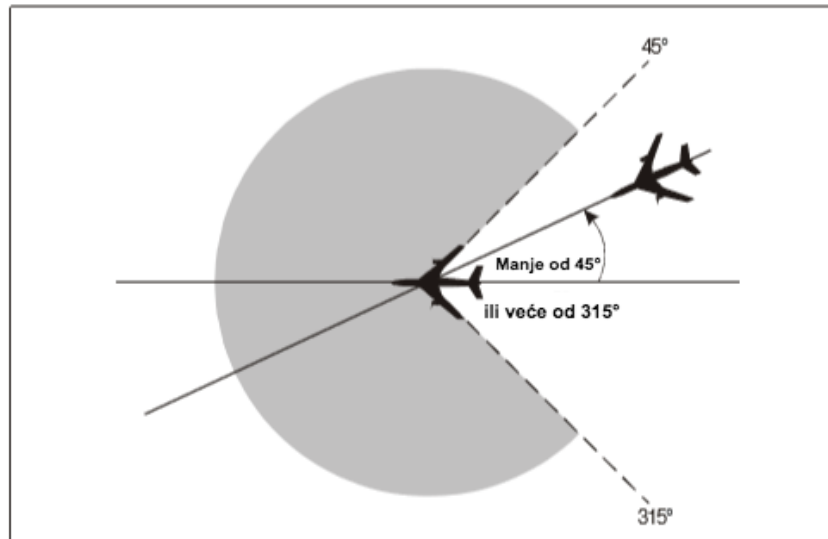
Izvor: [12]

Navedene WTC minimalne horizontalne separacije moraju biti primijenjene u slučajevima:

- Kada zrakoplov leti iza drugog zrakoplova na istoj visini ili na manje od 1000 stopa ispod njega.
- Kada oba zrakoplova koriste istu uzletno-sletnu stazu ili paralelne uzletno-sletne staze razdvojene manje od 2500 stopa.
- Kada drugi zrakoplov krosira putanju prvoga na istoj visini ili na manje od 1000 stopa ispod prvoga.

Lateralna se separacija postiže usmjeravanjem zrakoplova po različitim zračnim putanjama i geografskim pozicijama pomoću navigacijskih sredstava ili prostorne navigacije (RNAV) bez mogućnosti njihovog doticaja. Nakon procjene trenutne situacije kontrolor zračnog prometa koristi metode zadavanja novih magnetskih smjerova (*heading*) ili odobrenja direktnog letenja prema nekoj točki (*direct*) s ciljem održavanja separacijskih normi. Kvalitetnim planiranjem unaprijed kontrolor je u mogućnosti iskoristiti strukturu zračnog prostora na način da zrakoplove usmjerava direktnim pravcima prema izlaznim točkama što u određenim trenucima može razriješiti konflikt, a u isto vrijeme koristiti zračnim prijevoznicima zbog skraćivanja ruta i troškova. Lateralna separacija mora biti primijenjena tako da zrakoplovi na namjeranim rutama nikada ne budu razdvojeni manje od definirane udaljenosti uzimajući u obzir navigacijske nepreciznosti i *buffer* određen od strane pripadajuće vlasti uključen u lateralni minimum razdvajanja [11]. Ukoliko dođe do smanjivanja preciznosti ispod zadanih razina ili otkaza navigacijske opreme, kontrolor zračnog prometa je dužan primijeniti alternativne separacijske metode i minimume prikladne toj situaciji.

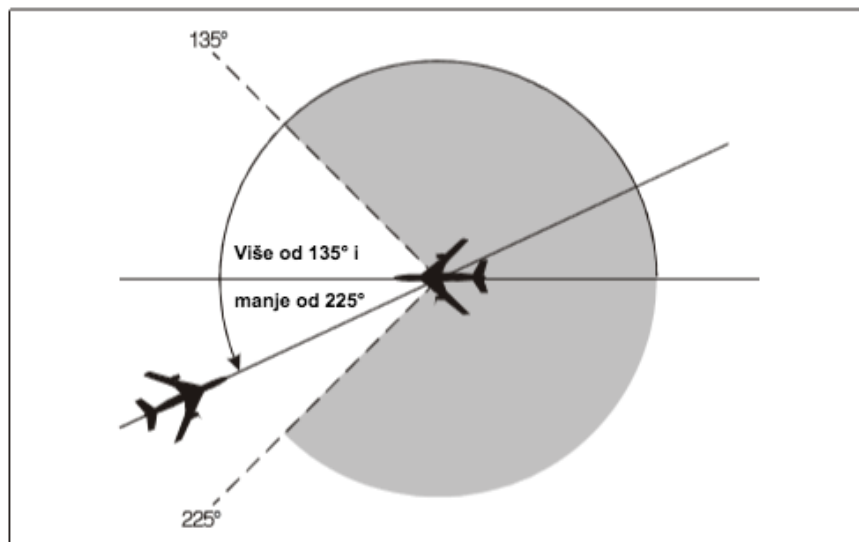
Longitudinalna se separacija primjenjuje u slučajevima kada se zrakoplovi nalaze na istoj, konvergirajućoj ili recipročnoj putanji. Iste putanje su putanje zrakoplova s jednakom ili presijecajućom putanjom s kutnom razlikom manjom od 45 stupnjeva ili većom od 315 stupnjeva (Slika 9.) [11].



Slika 9 Prikaz istih putanja zrakoplova

Izvor: [11]

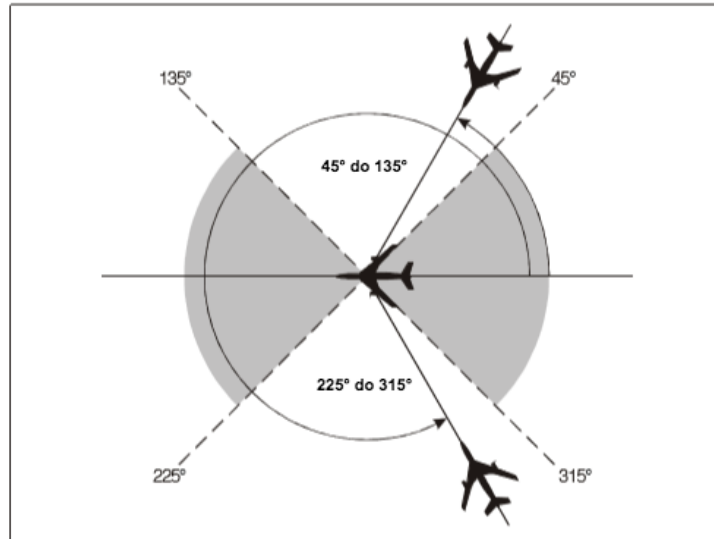
Recipročne putanje su suprotne ili presijecajuće putanje s kutnom razlikom većom od 135 stupnjeva ili manjom od 225 stupnjeva (Slika 10.) [11].



Slika 10 Prikaz recipročnih putanja zrakoplova

Izvor: [11]

Konvergirajuće putanje su sve druge putanje koje nisu iste ili recipročne (Slika 11.).



Slika 11 Prikaz konvergirajućih putanja zrakoplova

Izvor: [11]

Kako bi se minimalna separacija održala, zrakoplovi se usmjeravaju u intervale izražene u vremenu i udaljenosti od točke njihovog sjecišta. Ako zrakoplovi prate istu putanju, a drugi je brži od prvoga, potrebno je proučiti njihove brzine i paziti da njihova separacija ne padne ispod minimalne.

Kontrolor zračnog prometa će u takvom slučaju najčešće koristiti tehniku Machovog broja tj. kontrole brzine kako ne bi došlo do nepoželjne situacije. Prilikom korištenja tehnike Machovog broja, prvi zrakoplov će dobiti Machov broj jednak ili veći od onoga kojeg će dobiti drugi zrakoplov. Pilot je dužan u toj situaciji i u slučaju kada performanse zrakoplova ograničavaju održavanje brzine prilikom penjanja ili spuštanja neodložno javiti kontroloru svaku promjenu brzine ili zatražiti odobrenje za promjenu iste.

Kontrolor je dužan iz podataka dobivenih od strane zemaljskih ili zrakoplovnih navigacijskih uređaja kontinuirano pratiti udaljenost između dvaju ili više uključenih zrakoplova. Bitan preduvjet je stalna i pouzdana radioveza ili uporaba sustava CPDLC (*Controller-pilot Data Link Communication*) između kontrolora zračnog prometa i pilota. CPDLC je neverbalni digitalni sustav za slanje poruka i zahtjeva koji omogućava komunikaciju između kontrolora i pilota radi smanjenja vremena okupacije frekvencije u uporabi, a opširnije će biti opisan u petom poglavlju. Longitudinalna separacija još može biti uspostavljena zahtjevom da zrakoplov poleti ili preleti neku točku u određeno vrijeme ili da uđe u krug čekanja za nekog vremena.

4 KOORDINACIJSKI POSTUPCI RAZDVAJANJA ZRAKOPLOVA

Koordinacija je proces prosljeđivanja odobrenja, prijenosa kontrole nad zrakoplovom ili bilo kakve informacije dane zrakoplovu između pružatelja usluga u zračnoj plovidbi ili jedinica unutar jednog pružatelja [11]. Planerska pozicija je zadužena za sve koordinacije vezane uz vlastiti sektor i bitna je stavka u radu kontrolora zračnog prometa zbog ranog prepoznavanja i rješavanja nadolazećih konflikata iz susjednog sektora.

Svaka koordinacija i prijenos kontrole nad zrakoplovom trebao bi se odvijati u četiri faze:

- Obavijest o nadolazećem letu.
- Koordinacija uvjeta prijenosa kontrole od strane predajne kontrole zračnog prometa.
- Koordinacija i prihvaćanje uvjeta od strane prijemne kontrole zračnog prometa.
- Prijenos kontrole nad zrakoplovom prijemnoj kontroli zračnog prometa ili susjednom sektoru.

Koordinaciju je moguće provesti na dva načina; automatski (*automatic data exchange system data link*) ili verbalno pomoću telefona i intercoma. Svaki centar oblasne kontrole zračnog prometa bi trebao imati definirane koordinacijske procedure u Operativnom priručniku o pružanju usluga zračnog prometa (*ATS Operation Manual*) unutar svojeg zračnog prostora te procedure sa susjednim pružateljima usluga putem međusobnih sporazuma (*Letters of Agreement*) kako bi se smanjila potreba za verbalnom komunikacijom. Takvi dogovori i instrukcije trebaju sadržavati:

- Definirana područja nadležnosti i zajedničkog interesa te njihove karakteristike zračnog prostora.
- Bilo kakva delegacija odgovornosti za pružanje usluge u zračnoj plovidbi.
- Automatske i verbalne procedure za razmjenu plana leta i podataka.
- Načine komunikacije.
- Zahtjevi i procedure zahtjeva za odobrenjem (*approval request*)
- Točke, razine leta ili vremena za prijenos kontrole nad zrakoplovom.
- Točke, razine leta ili vremena za prijenos komunikacije sa zrakoplovom.
- Specifični zahtjevi pri prijenosu kontrole ili komunikacije kao što su visine, minimalne separacijske norme ili intervali u trenutku prijenosa.

- Procedure vezane uz sustav nadzora pružatelja usluga u zračnoj plovidbi.
- Procedure dodjele SSR kodova.
- Procedure za odlazni promet.
- Točke čekanja i procedure za dolazni promet.
- Bilo koji koordinacijski uvjeti i informacije potrebne za lakše odvijanje prijenosa kontrole nad zrakoplovom [11].

Poseban tip koordinacije oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb u stalnoj primjeni je propisana dogovorena visina (*FLAS – Flight Level Allocation Scheme*) sa susjednim oblasnim i prilaznim kontrolama. FLAS je visina ili razina leta između dvaju sektora na kojoj bi zrakoplov trebao biti predan u susjedni sektor, a koristi se u slučajevima snižavanja prema određenom aerodromu ili odlaska s nekog aerodroma kako bi se osiguralo pravovremeno i organizirano penjanje ili spuštanje zrakoplova. To u praksi oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb znači da ona započinje spuštanje zrakoplova za destinacije čak i u Njemačkoj, a osobito veliku ulogu ima za bliže destinacije susjednih država i domaćih aerodroma. Ako radi prometne situacije ili bilo kojeg razloga oblasni kontrolor nije u mogućnosti dovesti zrakoplov na propisanu visinu, tada je moguće predati zrakoplov jedino ako je obavljena koordinacija sa susjednim sektorom koji mora biti obaviješten o promjeni i odobriti novu visinu. Uporaba FLAS-ova primjenjuje se na domaćoj i internacionalnoj razini.

Koordinacija između sektora unutar istog pružatelja usluga trebala bi postojati za sve zrakoplove koji će biti prebačeni s jednog sektora u drugi, za sve zrakoplove čije putanje se nalaze u blizini susjednog sektora i može utjecati na zračni promet susjednog te za sve zrakoplove koji prelaze s proceduralnog načina razdvajanja zrakoplova na radarski [11].

4.1 KOORDINACIJA IZMEĐU SUSJEDNIH PRUŽATELJA OBLASNE KONTROLE ZRAČNOG PROMETA

Dužnost oblasne kontrole zračne plovidbe Zagreb je prosljeđivati potrebne podatke o planu leta i kontroli svakog zrakoplova onim pružateljima kontrole zračne prometa koji će u nekom trenutku prihvatiti taj zrakoplov, a u slučaju dogovora šalje i onim pružateljima usluga čiji se

zračni prostor nalazi u neposrednoj blizini namjeravane kretnje zrakoplova koji na taj način mogu na zahtjev pomoći u razdvajanju zrakoplova. Rute koje se nalaze u blizini susjednih zračnih prostora često se nazivaju područja zajedničkog interesa, a najčešće su definirana iznosom separacijskog minimuma [11]. Plan leta i informacije moraju biti proslijeđene u takvom trenutku da prijemna jedinica ili jedinice imaju dovoljno vremena za prijem i analizu dobivenih podataka te dodatnu koordinaciju ako je potrebna.

4.1.1 PRIJENOS KONTROLE NAD ZRAKOPLOVOM

Prijenos kontrole nad zrakoplovom mora biti predana sljedećem pružatelju najkasnije u vrijeme prelaska prostora zajedničke granice (*common area boundary*) ili na određenoj točki, vremenu i razini leta prema dogovoru oba pružatelja usluga. Ukoliko se prijenos kontrole nad zrakoplovom dogodi prije prelaska granice, prijemna jedinica ne smije mijenjati odobrenja bez prijašnje koordinacije s predajnom jedinicom [11].

4.1.2 ZAHTJEV ZA ODOBRENJEM I REVIZIJA (*APPROVAL REQUEST, REVISION*)

U slučajevima kada se zrakoplov nalazi na manjoj udaljenosti od minimalne propisane do granice sa sljedećim pružateljem usluga i njegov plan leta nije odobren, zrakoplov bi trebao biti zadržan unutar granica predajne jedinice i zajedno s planom leta zatražiti zahtjev za odobrenjem od prijemne jedinice, a u slučaju da zrakoplov traži promjenu u trenutnom planu leta tražena će biti revizija [11].

4.1.3 PRIJENOS KOMUNIKACIJE SA ZRAKOPLOVOM

Prijenos komunikacije nad zrakoplovom trebao bi biti pet minuta prije procijenjenog prolaska zajedničke granice kontrole ili drugačije određenog vremena između dvaju pružatelja usluga. Navedeno pravilo ne vrijedi za slučajeve u kojima su primijenjene minimalne separacijske norme i prijenos komunikacije odvija se u trenutku kada prijemna jedinica prihvati kontrolu nad zrakoplovom u pitanju [11]. Prijemna jedinica mora obavijestiti predajnu u slučaju da nije uspostavila komunikaciju sa zrakoplovom.

Ako je dio kontroliranog zračnog prostora pozicioniran tako da je prolazak zrakoplova kroz njega vrlo kratak, koordinacija bi trebala biti uspostavljena za direktan prijenos komunikacije

između dvaju susjednih kontroliranih zračnih prostora s time da je osigurana informiranost jedinice središnjeg zračnog prostora o svakom zrakoplovu i da je ona odgovorna za razdvajanje istih [11].

4.2 KOORDINACIJA IZMEĐU JEDINICA OBLASNE I PRILAZNE KONTROLE ZRAČNOG PROMETA

Oblasna kontrola zračnog prometa Zagreb mora biti obaviještena od strane prilazne kontrole u slučaju kada zrakoplov koji je u neuspjelom prilazu može utjecati na promet. Oblasna kontrola može u vizualnim meteorološkim uvjetima i koordinaciji s prilaznom proslijediti zrakoplov direktno na aerodromski toranj. Oblasna kontrola ima mogućnost odrediti vrijeme polijetanja u slučajevima kada je potrebno:

- Uskladiti odlazak s aerodroma s dolaskom koji još nije u nadležnosti prilazne kontrole.
- Omogućiti *en-route* separaciju između odlazaka koji prate istu putanju leta.

Jedinica za pružanje prilazne kontrole zračnog prometa dužna je obavještavati oblasnu kontrolu o sljedećim informacijama:

- Staza u upotrebi i očekivani način instrumentalnog prilaza.
- Najniža razina leta za korištenje od strane oblasne kontrole na točki čekanja.
- Prosječno vrijeme ili udaljenost koju zahtjeva prilazna kontrola od oblasne između dvaju uzastopnih zrakoplova.
- Obavještavanje oblasne kontrole ako se očekivano vrijeme prilaza razlikuje za pet minuta ili kada se vrijeme iznad neke točke čekanja razlikuje za tri minute ili nekog drugog dogovorenog vremena.
- Otkazivanje IFR leta ukoliko će to utjecati na očekivano vrijeme prilaza.
- Vrijeme odlazaka zrakoplova s aerodroma, vrijeme dolaska na granicu kontrole ili iznad neke točke.
- Ne uspjelim prilazima ako utječu na promet oblasne kontrole.
- Sve dostupne informacije o nenajavljenim zrakoplovima.

Jedinica za pružanje oblasne kontrole zračnog prometa dužna je obavještavati prilaznu kontrolu o sljedećim informacijama:

- Identifikacija, tip i točka dolaznog zrakoplova.
- Očekivano vrijeme i visina iznad točke čekanja dolaznog zrakoplova, a u slučaju kasnijeg prijenosa kontrole nad zrakoplovom prenosi se stvarno vrijeme i visina iznad točke čekanja.
- Zahtijevani tip instrumentalnog prilaza ako se razlikuje od onog određenog od strane prilazne kontrole.
- Zadano očekivano vrijeme prilaza.
- Očekivano vrijeme kašnjenja prilikom zagušenja zračnog prometa.

Sve informacije vezane uz dolazne zrakoplove ne bi smjele biti proslijeđene manje od 15 minuta prije procijenjenog vremena dolaska [11].

5 ALATI ATM SUSTAVA ZA RAZDVAJANJE ZRAKOPLOVA

Zbog efikasnosti i sigurnog protoka velikog broja zrakoplova razvijeni su brojni alati i sustavi koji pomažu u sprječavanju potencijalnih opasnih incidenata i nesreća, a nazivamo ih mrežama sigurnosti. Mreže sigurnosti bilo za sprječavanje sudara zrakoplova u zraku ili zrakoplova s terenom i preprekama mogu biti zemaljske ili zrakoplovne. S obzirom na tematiku rada obrađen će biti dio zemaljskih mreža sigurnosti. Zemaljske mreže sigurnosti integrirani su dio osiguravanja sigurnosti ATM sustava. Koristeći primarno podatke ATS sustava za nadzor pružaju upozorenja do dvije minute unaprijed nepoželjne situacije i iziskuju neodložnu procjenu i reakciju kontrolora zračnog prometa na prometnu situaciju. Sustav oblasne kontrole zračnog prometa u Zagrebu sastoji se od brojnih alata i mreža sigurnosti koji se vrlo često unaprjeđuju te se dodaju novi, stoga će u ovom poglavlju biti obrađeni neki od najbitnijih.

5.1 *SHORT TERM CONFLICT ALERT (STCA)*

STCA je zemaljski sustav za prevenciju sudara zrakoplova u zraku. Upozorenje na ekranu kontrolora zračnog prometa pojavljuje se dvije minute prije potencijalnog ili stvarnog narušavanja minimalne separacijske norme u vizualnom, a u nekim slučajevima i u audio obliku. Do potencijalno opasnih situacija može doći tijekom kontrolorovog velikog radnog opterećenja ili krivih prioriteta uzrokovanih stresom. Veliku važnost učinkovitosti ovog sustava pridonosi povjerenje kontrolora zračnog prometa u sam sustav koji se očituje u njegovoj pouzdanosti i točnosti, a potreban je trening i radno iskustvo kako bi se ono steklo. STCA je nepouzdan u slučajevima iznenadnih nepredvidljivih manevara zrakoplova.

Upozorenje na ekranu oblasnog kontrolora u Hrvatskoj kontroli zračne plovidbe prikazuje se u obliku crvenih oznaka (*label*), koji su prikazani na slici 12. za zrakoplove uključene u konflikt i veoma su uočljivi, kao što i treba biti zbog svoje velike važnosti. Bitno je napomenuti da je situacija prikazana na slici 12. simulirana prometna situacija na simulatoru u Hrvatskoj kontroli zračne plovidbe tijekom provedbe vježbi oblasne kontrole zračnog prometa..



Slika 12 Prikaz simulacije aktiviranog STCA upozorenja

Izvor: HKZP, simulator

Na slici 12. vidljivo je da je upozorenje dano od sustava STCA vrlo lako uočljivo na radarskom zaslonu kontrolora zračnog prometa u usporedbi s ostalim zrakoplovima. STCA upozorenje se u ovom slučaju oglasilo zbog toga što se zrakoplovi BAW457 i BTI21D nalaze na horizontalnoj udaljenosti od 2,9 nautičkih milja i vertikalno s 800 stopa te se smanjuje što znači da niti jedna minimalna separacijska norma nije zadovoljena.

Učinkovitost uzbunjivanja STCA uvelike ovisi o optimizaciji parametara za otkrivanje sukoba i vremenskim parametrima za lokalni zračni prostor, a najbolje je koristiti posebne parametre za svaki tip zrakoplova radi preciznije implementacije. Ponekad je potrebno isključiti STCA upozorenja za neki predodređeni zračni prostor zbog odvijanja raznih vježbi ili specifičnih letova kako bi se spriječila nepotrebna upozorenja dana od strane sustava [13]. Korisno je provoditi analize upozorenja kako bi se provjerile moguće mane u procedurama ili zračnom prostoru te sveobuhvatna razina sigurnosti.

5.2 AREA PROXIMITY WARNING (APW)

Area Proximity Warning zemaljski je sigurnosni alat koji pomoću podataka danih od strane nadzornih sustava i putanja zrakoplova predviđa i šalje upozorenje kontroloru zračnog prometa ukoliko se zrakoplov nalazi ili je predviđeno da će unutar pet minuta ući ili biti manje od pet nautičkih milja od ograničenog zračnog prostora u kojem se ne bi smio nalaziti. Takvi zračni prostori mogu biti kontrolirani zračni prostor te opasna, zabranjena ili ograničena područja [14].

Upozorenje na ekranu oblasnog kontrolora u Hrvatskoj kontroli zračne plovidbe prikazano je na način da se unutar *labela* iznad pozivnog znaka zrakoplova pojavi žuta oznaka APW (pet minuta prije, slika 13.) ili oznaka M (dvije i manje minuta prije, slika 14.).



Slika 13 Prikaz APW oznake

Izvor: HKZP, simulator

Ovo upozorenje nije toliko izraženo kao upozorenje sustava STCA, ali je i dalje vrlo lako i dobro uočljivo.

5.3 CPDLC (CONTROLLER PILOT DANA LINK COMMUNICATION)

Usluga podatkovne komunikacije CPDLC puštena je u rad Centru oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb u noći s 29. na 30. ožujka 2017 [15]. CPDLC je dvosmjerni način komuniciranja između kontrolora zračnog prometa i pilota putem poruka. Ova nova tehnologija implementirana je u sustav Hrvatske kontrole zračne plovidbe kao alternativa za klasičku glasovnu komunikaciju uz svrhu smanjenja kontrolorovog opterećenja i komunikacije.

Kontrolor ima opciju slanja:

- Raznih unaprijed definiranih odobrenja (razine leta s primjerom na Slici 15., lateralne devijacije, dodjele brzina...).
- Dodjele frekvencija (primjer prikazan na Slici 16.).
- Raznih zahtjeva za informacije o određenom letu [16].



Slika 15 Prikaz kontrolorovog prozora za CPDLC komunikaciju

Izvor: [15]

Na slici 15. vidljiv je postupak komunikacije između oblasnog kontrolora zračnog prometa i pilota zrakoplova QTR099 u slijedu; zahtjev zrakoplova QTR099 za snižavanje na razinu leta FL340 -> odgovor kontrolora da pilot pričeka odobrenje -> kontrolorovo odobrenje za snižavanje na razinu leta FL340.

Pilot ima opciju slanja:

- Odgovora na poruke.
- Zahtjeva ili odgovora na kontrolorove informacije i odobrenja (prikazano na Slici 16.).
- Potrebnih informacija.
- Opcije "free text" u kojoj pilot ima mogućnost pisanja poruka koje se ne poklapaju s unaprijed definiranim frazama.

Sve poruke osim opcije "free text" oblikovane su u formatu definiranih fraza koje se poklapaju sa standardnom frazeologijom.



Slika 16 Prikaz pilotovog CPDLC ekrana

Izvor: [17]

Na slici 16. prikazan je *Flight Management Display* u kokpitu zrakoplova unutar kojeg je vidljiva pilotova instrukcija za promjenu frekvencije i pilotov odgovor "postupit ću" na zadanu instrukciju.

Osnovni principi uporabe CPDLC tehnologije obuhvaćaju pravilo da u svakoj jedinici treba postojati glasovni i CPDLC način komuniciranja kao dopuna, CPDLC treba biti korišten jedino u slučajevima komunikacije kada vrijeme odgovora ne predstavlja problem, odluka o načinu komunikacije trebala bi biti donesena dogovorom između kontrolora i pilota te kontrolirani letovi moraju biti pod kontrolom samo jedne jedinice kontrole zračnog prometa.

Očekivane prednosti uporabe CPDLC su:

- Manje komunikacije na frekvenciji.
- Povećan kapacitet sektora.
- Mogućnost istodobnog upravljanja s više pilotovih zahtjeva.
- Smanjena mogućnost krivog tumačenja u komunikaciji.
- Sigurnije promjene frekvencija što dovodi do manje pojava gubitka komunikacije sa zrakoplovom [16].

5.4 QDM

QDM je jedan poprilično jednostavan ali efikasan alat za razdvajanje zrakoplova. Aktiviranje alata je jednostavno; desni klik mišem na bilo kojoj poziciji unutar radarskog ekrana -> pritisak na gumb QDM. Kontroloru zračnog prometa omogućava mjerenje bilo koje udaljenosti i magnetskog smjera na radarskom zaslonu. Ukoliko se spoji zrakoplov s točkom ili dva zrakoplova, alat će prikazati tri informacije:

- Magnetski smjer od prvog prema drugom zrakoplovu.
- Njihovu udaljenost u nautičkim miljama.
- Broj minuta koliko je potrebno prvom zrakoplovu da dođe do trenutne pozicije drugog zrakoplova.



Slika 17 Alat QDM u sustavu Centra oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb

Izvor: HKZP, simulator

Spajanjem QDM linije zrakoplova SWR253 sa WZZ55 na slici 17. je vidljivo kako se WZZ55 u odnosu na SWR253 nalazi u magnetskom smjeru 290 stupnjeva, na udaljenosti od 26,7

nautičkih milja i da je SWR253 potrebno tri minute vremena da postojećom brzinom dođe do točke na kojoj se u tom trenutku nalazi WZZ55. QDM je kontroloru veoma koristan pri računanju udaljenosti, a time i potrebnih mjera radi održavanja separacijskih normi.

5.5 ALAT SEP

SEP (*Minimum Separation Display Tool*) alat jedan je od najupotrebljavanijih alata za horizontalno razdvajanje zrakoplova koji aktivacijom prikazuje najbližu horizontalnu udaljenost između dvaju zrakoplova u nautičkim miljama te vrijeme u minutama za koliko će doći do te udaljenosti. Zbog svoje vrlo jednostavne primjene omogućava brzo i kontinuirano praćenje prometne situacije ili potencijalnog konflikta. SEP koristi podatke o brzinama i poziciji zrakoplova kako bi proračunavao predikciju putanje svakog zrakoplova. Alat se nalazi odmah ispod opcije QDM u prozoru kojega otvaramo desnim klikom miša na bilo koje mjesto na radarskom zaslonu, a upotrebljava ga se klikom na dva zrakoplova u interesu. Pritiskom na dva zrakoplova dobivaju se podaci prikazani na slici 18., a to su prvi broj koji prikazuje najbližu udaljenost u nautičkim miljama te vrijeme za koliko će ta udaljenost biti postignuta.



Slika 18 Prikaz uporabe SEP alata unutar sustavu Centra oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb

Izvor: HKZP, simulator

Konkretno u slučaju prikazanom na slici 18., kontrolor zračnog prometa može očitati kako će zrakoplovi SWR253 i WZZ55 biti najbliže udaljeni za dvije minute na udaljenosti od 19 nautičkih milja, što je zasigurno dovoljna horizontalna separacija te je upravo zbog toga kontrolor

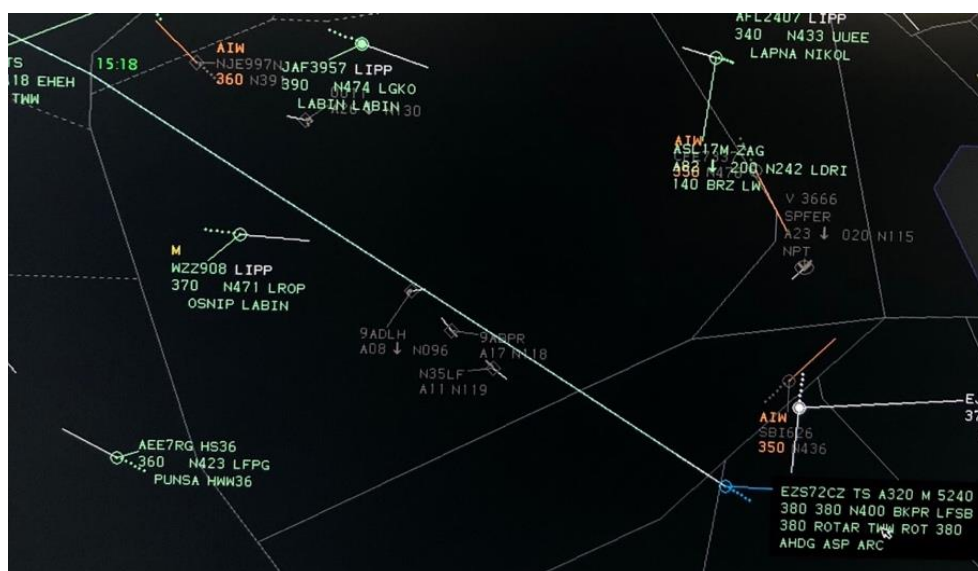
zračnog prometa dao odobrenje zrakoplovu WZZ55 da popone na razinu leta FL360 na kojoj se nalazi SWR253.

Nedostatak SEP alata je u tome što koristi samo trenutne podatke o brzini i poziciji zrakoplova što pri neopreznj upotrebi može dovesti do neželjenih situacija. Tako horizontalna separacija neće biti ista ako zrakoplov preleti neku točku i na njoj promjeni svoju putanju prema planu leta. U slučaju danom na slici 18. horizontalna separacija je poprilično velika, ali vrlo mnogo zrakoplova prolazi na pet do deset nautičkih milja jedan od drugoga i u takvim slučajevima svaka promjena putanje zrakoplova može rezultirati konfliktom.

5.6 FLIGHT LEG

Flight leg je pomagalo implementirano u sustav Centra oblasne kontrole zračnog prometa u Zagrebu kao pomagalo za predviđanje prometnih situacija i konflikata. Alat se sastoji od dvije varijante; osnovne funkcije *flight leg* i naprednije funkcije *flight leg embellishment*.

Flight leg se aktivira klikom srednje tipke miša na točku rute zrakoplova unutar *labela*, a rezultat je iscrtavanje zadnje zadane rute s procijenjenim vremenom preleta svake točke na ruti tog zrakoplova. Opcija je korisna radi brze mogućnosti vizualiziranja ruta svakog zrakoplova što je ključan faktor i preduvjet za siguran i efikasan rad kontrolora zračnog prometa.



Slika 19 Prikaz alata *flight leg*

Izvor: HKZP, simulator

Na slici 19. može se vidjeti aktiviran *flight leg* alat za zrakoplov EZS72CZ koji vizualno prikazuje rutu zrakoplova zajedno s vremenom preleta sljedeće točke ROTAR u 15:18.

Flight leg embellishment (slika 20.) se aktivira kontinuiranim pritiskom srednje tipke miša na točku rute zrakoplova unutar *labela*. Rezultat je napredniji prikaz rute sa svim ostalim rutama drugih zrakoplova koji mogu doći u potencijalni konflikt s tim zrakoplovom. Prilikom aktivacije *flight leg embellishment* dijelovi rute bit će obojeni u tri boje:

- Zelena boja – ruta je bez konflikata.
- Žuta boja – na dijelu rute postoji potencijalni konflikt gdje će se zrakoplovi nalaziti na udaljenostima manjim od 12 nautičkih milja i nije osigurana vertikalna separacijska norma.
- Crvena boja – na dijelu rute postoji konflikt gdje će se zrakoplovi nalaziti na udaljenostima manjim od pet nautičkih milja i nije osigurana vertikalna separacijska norma.

Opcija je veoma korisna pri inicijalnom određivanju potencijalnih i sigurnih konflikata radi lakše vizualizacije.



Slika 20 Prikaz alata *flight leg embellishment*

Izvor: HKZP, simulator

Na slici 20. aktiviran je alat *flight leg embellishment* za zrakoplov RYR9663. Alat je oblasnom kontroloru zračnog prometa vizualno prikazao žutom bojom dio rute gdje će RYR9663 i AEE859 biti na udaljenosti manjoj od 12 nautičkih milja te crveni dio rute gdje će RYR9663 biti u konfliktu s nekim zrakoplovom kojega se ne može vidjeti na ovoj slici, ali još ima više nego dovoljno vremena za korektivne mjere kontrolora.

5.7 OSTALI ALATI

Ljubičasto obojena oznaka zrakoplova (prikazano na slici 21.) predstavljaju one zrakoplove koji prolaze blizu granice sektora, ali nisu namjeravani za prolazak kroz njega. Ovaj sigurnosni alat vrlo je važan oblasnom kontroloru zračnog prometa da ga brzo i uočljivo informira o tom zrakoplovu koji pri malim promjenama u putanji radi bilo kojeg razloga, može biti prebačen u njegov sektor, a time i postati njegova odgovornost.



Slika 21 Prikaz ljubičasto obojenog *labela* zrakoplova u susjednom sektoru Centra oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb

Izvor: HKZP, simulator

Slikom 21. prikazana je situacija gdje zrakoplov pozivnog zraka CFG4TZ ima planiranu putanju leta koja prolazi tik uz granicu susjednog sektora, zato je label zrakoplova obojen u ljubičastu boju i ključno je da kontrolor zračnog prometa u susjednom sektora vodi brigu o svojim zrakoplovima koji prolaze blizu iste te granice.

Area Intrusion Warning (AIW) je sigurnosni alat koji se na radarskom zaslonu kontrolora pojavljuje kada zrakoplov prolazi kroz zračni prostor u kojem se uopće nije trebao naći. Zbog toga kontrolor nema potpune podatke i plan leta za taj zrakoplov. Upozorenje je na radarskom zaslonu prikazano narančastom oznakom AIW i trenutnom visinom unutar *labela*, narančastim vektorom brzine te oskudnim podacima o samom zrakoplovu (prikazano na slici 22.).

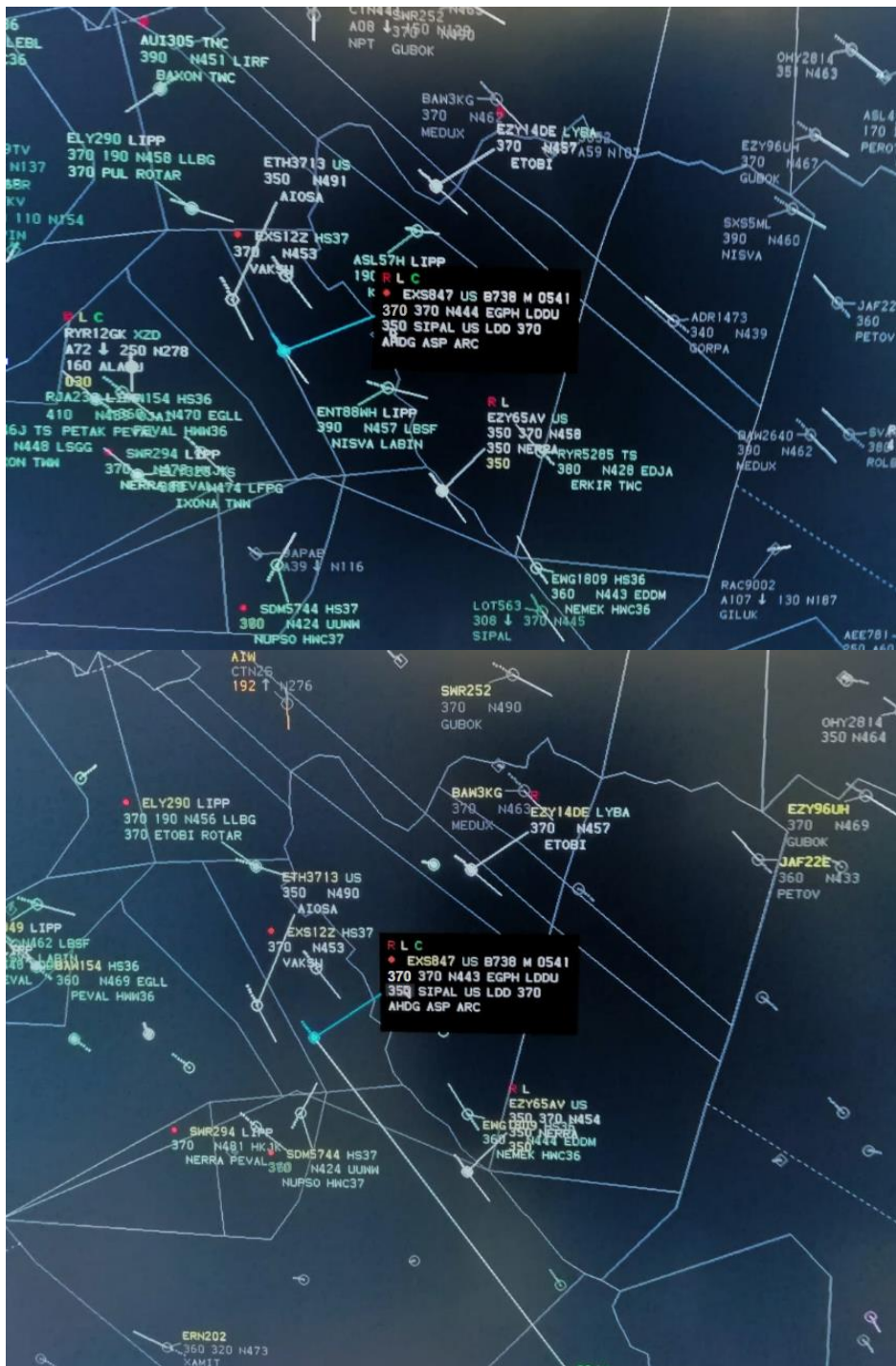


Slika 22 Prikaz zrakoplova s oznakom AIW

Izvor: HKZP, simulator

Na slici 22. vidljivi su nepotpuni podaci o zrakoplovu WZZ482 kao što su pozivna oznaka zrakoplova, trenutna visina i brzina zrakoplova u čvorovima.

Kontinuiranim pritiskom desne tipke miša na izlaznu razinu leta aktivira se alat za filtriranje. Alat funkcionira na način da filtrira sve zrakoplove osim onih koji se nalaze između trenutne razine leta zrakoplova u interesu i njegove izlazne razine leta. Na taj način kontrolor dobiva jasniju sliku zračnog prometa bez nepotrebnih zrakoplova koji ne predstavljaju potencijalne konflikte (prikazano na slici 23.). Ovaj je alat vrlo koristan pri radu s puno zrakoplova tj. pri vršnim opterećenjima kada oblasnom kontroloru zračnog prometa može biti otežano uočavanje potencijalnih konflikata.



Slika 23 Prikaz radarskog zaslona prije i nakon uporabe alata za filtriranje

Izvor: HKZP, simulator

Na slici 23. može se vidjeti utjecaj uporabe filtriranja na izgled radarskog zaslona za zrakoplov EXS847 koji se nalazi na razini leta FL370 i s izlaznom razinom leta FL350.

6 RAZRADA PROMETNIH SITUACIJA I ODABIR ADEKVATNE METODE

U ovome poglavlju bit će analizirane neke tipične prometne situacije unutar područja nadležnosti oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb. Za većinu njih postoji više mogućih rješenja potencijalnih konflikata što može zavisiti o ostatku zračnog prometa unutar sektora. Važno je napomenuti kako su svih pet prometnih situacija napravljeni u simuliranim uvjetima na simulatoru Hrvatske kontrole zračne plovidbe, a ne u stvarnim uvjetima. Također, situacije su analizirane uz savjetovanje i pomoć vježbenika kontrolora zračnog prometa koji je u trenutku pisanja rada u završnoj fazi osposobljavanja na osposobljavanju na radnom mjestu za posebnu ovlast ovlaštenja Centra oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb. Ovih pet prometnih situacija je odabrano zbog toga što predstavljaju tipične prometne situacije koje se događaju vrlo često unutar prostora nadležnosti Oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb te je na njima najbolje pojasniti korištenje alata i metoda pri rješavanju konfliktnih prometnih situacija.

6.1 PROMETNA SITUACIJA 1

Slika 24. prikazuje tipičnu konfliktnu situaciju unutar sektora North gdje je vidljivo kako dva zrakoplova KKK600J i 9ACRO polijeću iz Zagreba i Osijeka u približno isto vrijeme s križajućim putanjama. Oblasni kontrolor leta bi u ovakvoj situaciji trebao predvidjeti konfliktnu situaciju prije prvog javljanja bilo kojeg od zrakoplova, a to se najbolje može učiniti uporabom alata *flight leg*.



Slika 24 Prometna situacija s konfliktnim polijetanjima iz Zagreba i Osijeka

Izvor: HKZP, simulator

Oba zrakoplova penju s približno istim vertikalnim brzinama bez osigurane vertikalne separacije, stoga ih je u ovome slučaju najbolje razdvojiti horizontalno. 9ACRO je zrakoplov

koji će se ranije javiti zbog toga što je visina završne kontrolirane oblasti niža u Osijeku nego li u Zagrebu. Oblasni kontrolor leta će 9ACRO dati odobrenje da nastavi letjeti u trenutnom pravcu leta koji ga vodi prema točki LAKIK te mu može dati odobrenje za penjanje do njegove tražene razine leta FL360. Ova je metoda vektoriranja s promjenom visine odabrana zato što će time osigurati da 9ACRO nakon točke LAKIK ne skrene prema točki VBA i time još više smanji horizontalnu separaciju. Odobrenje za penjanje do razine leta FL360 može biti dano jedino ako je kontrolor siguran da će sa KKK600J napraviti takve radnje koje će osigurati horizontalnu separaciju, a u ovome slučaju to je moguće dvjema metodama. Prva je koordinacijom s prilaznom kontrolom u Zagrebu uz zahtjev da oni zrakoplov KKK600J pošalju direktno na izlaznu točku TUVAR što rješava konflikt. Ako prilazna kontrola Zagreb nije u mogućnosti ispuniti taj zahtjev zbog prometne situacije u njihovom zračnom prostoru, oblasni kontrolor će tražiti što raniji mogući prijenos kontrole nad zrakoplovom kako bi što prije razriješio taj konflikt te će prvim javljanjem tog zrakoplova oni dati odobrenje za direktan let prema izlaznoj točki TUVAR i odobriti penjanje na razinu leta FL350. Takvom metodom moguće je vidjeti na slici 25. kako je uporabom alata SEP najmanja horizontalna udaljenost između zrakoplova za četiri minute, a iznosi 10 nautičkih milja. S obzirom na to da 9ACRO u ovom slučaju ne leti po svojoj traženoj ruti, kontrolor će dati naredbu za povratak na rutu kada se dva zrakoplova prođu horizontalno ili kada 9ACRO dosegne razinu leta FL360, ovisno što je prije. Ovu prometnu situaciju je moguće riješiti na više načina, a jedan od njih je koordinacijom od susjednog sektora zatražiti odobrenje 9ACRO za direktan let prema točki KOTOR i zadavanjem prikladnog pravca leta KKK600J koji će osigurati horizontalnu separaciju. Ta metoda nije upotrebljena zbog pretpostavke da je 9ACRO s nekom namjerom zatražio upravo ovu rutu te ju stoga želimo što manje izmijeniti.



Slika 25 Prikaz riješene prometne situacije uporabom alata SEP

Izvor: HKZP, simulator

6.2 PROMETNA SITUACIJA 2

Slika 26. prikazuje prometnu situaciju u kojoj zrakoplov THY1873 leti na višoj razini leta od SWR8546 ali mu je izlazna razina leta ispod one na kojoj je SWR8546. Oba zrakoplova imaju istu direktnu rutu prema izlaznoj točki BEDOX.



Slika 26 Prometna situacija sa zrakoplovom koji mora poštivati FLAS

Izvor: HKZP, simulator

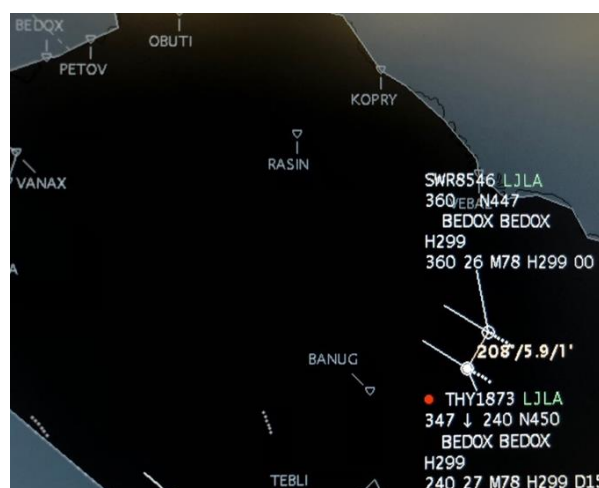
Oblasni kontrolor zračnog prometa će prvo pitati SWR8546 u kojem *headingu* leti i kada mu on to kaže, dati će mu odobrenje da nastavi letjeti u tom istom pravcu leta (u ovom slučaju pilot će javiti heading 299) koji kontroloru daje sigurnost da zrakoplov neće nimalo odstupati od svoje putanje. Kako bi osigurao horizontalnu separaciju za snižavanje, kontrolor će dati odobrenje THY1873 da skrene u lijevo za 15 stupnjeva te da počne sa snižavanjem na razinu leta FL370 (zbog toga što je SWR8546 na FL360) kako bi zrakoplov pravovremeno započeo snižavanje. Dakle, u ovome je slučaju primijenjena metoda vektoriranja s promjenom visine. Kontrolor zračnog prometa će zatim spojiti ta dva zrakoplova s alatom QDM kako bi pratio trenutak kada će zrakoplovi biti razdvojeni više od pet nautičkih milja (prikazano na slici 27.).



Slika 27 Uporaba QDM za očitavanje adekvatne horizontalne separacije

Izvor: HKZP, simulator

Kada se to dogodi, dati će instrukciju THY1873 da skrene desno u isti *heading* 299 kao i SWR8546 (slika 28.) zato što će u tom *headingu* horizontalna separacija ostati konstantna, a njegova putanja neće povećavati odstupanje od početne rute. Zatim će dobiti odobrenje za snižavanje na izlaznu razinu leta FL240 (slika 28.). Prolaskom THY1873 kroz razinu leta FL350 osigurana je vertikalna separacija te će oba zrakoplova dobiti odobrenje za povratak na traženu rutu prema izlaznoj točki BEDOX. Prometnu situaciju je također moguće riješiti drugom metodom vektoriranja prema kojoj jedan zrakoplov zakrećemo u desno, a drugi u lijevo pri čemu je postupak gotovo jednak samo što je potrebno manevrirati s oba navedena zrakoplova umjesto jednim u analiziranoj metodi.



Slika 28 Prikaz prolaska THY1873 kroz razinu leta FL360 održavanjem horizontalne separacije

Izvor: HKZP, simulator

6.3 PROMETNA SITUACIJA 3

Slika 29. prikazuje tipičnu situaciju gdje se zrakoplovi BAW457 iz slovenskog i AEE449 iz talijanskog zračnog prostora križaju blizu granice u sektoru WEST. Čekanje oblasnog kontrolora zračnog prometa da se oba zrakoplova jave na njegovu frekvenciju bilo bi dovoljno za rješavanje konflikta ali zbog internog pravila da svaki konflikt mora biti riješen SEP alatom najkasnije pet minuta prije ili 35 nautičkih milja od točke najmanje udaljenosti mjereno za prvi zrakoplov, ovisno o tome koji se uvjet dogodi prije, takav slučaj je nedopustiv. Stoga, ovaj se slučaj odrađuje metodom koordinacije s nekim od susjednih sektora.



Slika 29 Prikaz dvaju zrakoplova s konfliktom blizu granice

Izvor: HKZP, simulator

Kontrolor leta će procijeniti trenutnu prometnu situaciju u svome sektore te će na temelju toga odlučiti koji zrakoplov želi koordinirati. Recimo da je u ovome slučaju odlučeno da želi koordinirati sa slovenskom oblasnom kontrolom zračnog prometa u vezi zrakoplova BAW457, a razgovor putem radiotelefonske komunikacije dvaju planera trebao bi izgledati ovako:

ZAGREB RADAR: ZAGREB RADAR, REQUEST BAW457, INBOUND GIRDA, FL350

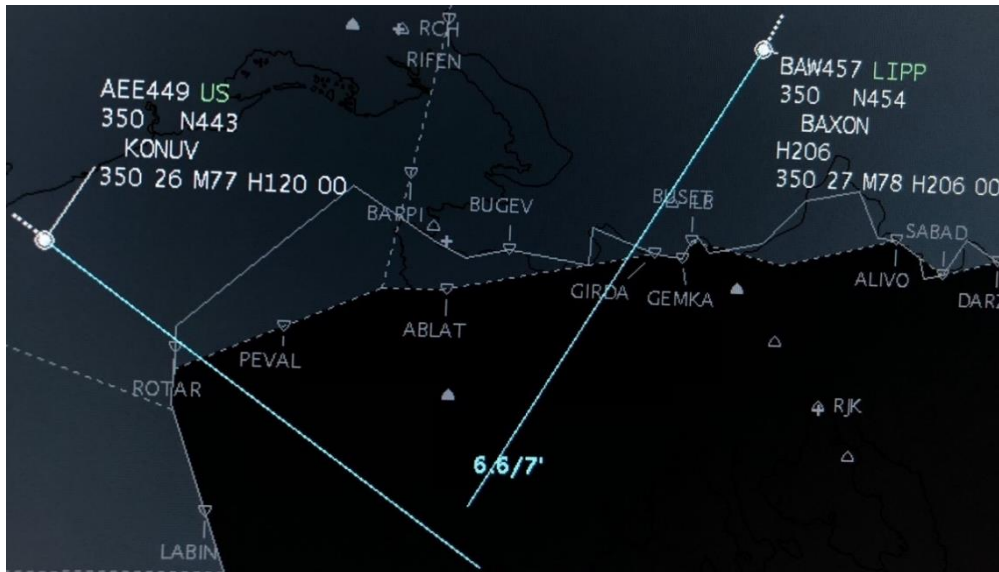
LJUBLJANA RADAR: GO AHEAD (KADA SLOVENSKI KONTROLOR PRONAĐE BAW457)

ZAGREB RADAR: REQUEST BAW457 5 DEGREES TO THE RIGHT DUE TRAFFIC

LJUBLJANA RADAR: CONSIDER

S obzirom na to da je odlučeno koordinirati zrakoplov BAW457, kontrolor leta će SEP alatom prikazanim na slici 29. zaključiti kako bi okretanjem zrakoplova u lijevo došlo do smanjivanja

horizontalne separacije te je zato tražio pet stupnjeva u desno. Nakon što slovenski oblasni kontrolor leta obavi skretanje BAW457, uporabom alata SEP vidljivo je na slici 30. kako je minimalna horizontalna separacija zadovoljena na vrijeme. Ovu prometnu situaciju je moguće riješiti i koordinacijom s talijanskom oblasnom kontrolor zračnog prometa u vezi zrakoplova AEE449 ili ukoliko prometna situacija susjednog sektora to omogućava, ranijim prebacivanjem bilo kojeg od navedenih zrakoplova te vlastitim odobrenjem za promjenu pravca leta osigurati horizontalnu separaciju.



Slika 30 Prikaz riješene prometne situacije pomoću koordinacije

Izvor: HKZP, simulator

6.4 PROMETNA SITUACIJA 4

Lijevi dio slike 31. prikazuje prometnu situaciju gdje dva zrakoplova bez zadovoljene minimalne horizontalne separacije lete na razinama leta koje su različite od njihovih izlaznih, a kreću se istim rutama. Dužnost oblasnog kontrolora zračnog prometa je da poštuje propisane izlazne visine. Interno pravilo kaže da dva zrakoplova s već postignutom vertikalnom separacijom i namjerom da bude održiva, u penjanju ili spuštanju trebaju biti razdvojeni vertikalnim brzinama na takav način da vertikalna separacija iznosi cijelo vrijeme 2000 stopa ili se povećava.



Slika 31 Prikaz prometne situacije gdje su dva zrakoplova razdvojena vertikalnim brzinama

Izvor: HKZP, simulator

Prvu stvar koju bi oblasni kontrolor zračnog prometa trebao napraviti je izračunati koja je potrebna vertikalna brzina za zrakoplove kako bi uspjeli popeti na izlaznu razinu leta do kraja granice sektora, a zatim proučiti tipove zrakoplova da li su u mogućnosti prema performansama zadovoljiti ta odobrenja. Neka je izračunato da je vertikalna brzina od 1500 stopa dovoljna u ovoj situaciji. Kontrolor će prvo dati odobrenje DLH688 (zbog toga što je na višoj razini leta) za penjanje na razinu leta FL390 s vertikalnom brzinom od 1500 stopa ili više kako bi pilotima dao na izbor korištenje i većih vertikalnih brzina, a zatim će odobriti MSR77G za penjanje na razinu leta FL380 s vertikalnom brzinom od 1500 stopa kako ne bi počeo penjati pri većoj vertikalnoj brzini od zrakoplova DLH688 koja bi dovela do smanjivanja vertikalne separacije. U ovome slučaju neće odobriti MSR77G vertikalnu brzinu od 1500 stopa ili manje zbog toga što ukoliko zrakoplov smanji vertikalnu brzinu, neće stići popeti na izlaznu razinu leta. Ovom je metodom kontrole vertikalne brzine osigurana kontinuirana vertikalna separacija između dvaju zrakoplova poštujući interno pravilo te će oba zrakoplova stignuti popeti do njihovih izlaznih razina leta. Desni dio slike 31. prikazuje ta dva zrakoplova u procesu penjanja s osiguranom vertikalnom separacijom od minimalnih 2000 stopa.

6.5 PROMETNA SITUACIJA 5

Slika 32. prikazuje složenu prometnu situaciju koja uključuje pet zrakoplova:

- AHY5280 s brzinom Mach 0.82
- GMI711 s brzinom Mach 0.78
- PVG207 s brzinom Mach 0.80
- ENT666 s brzinom Mach 0.78
- VLG7331 s brzinom Mach 0.78

Svi zrakoplovi lete na jednakim razinama leta FL380 što znači da će morati biti zadovoljena horizontalna separacija te su zato potrebne njihove brzine.



Slika 32 Prikaz složene prometne situacije s pripadajućim rutama konfliktnih zrakoplova

Izvor: HKZP, simulator

Situacija je kompleksna i iziskuje pravovremeno planiranje prije vremena prenošenja odgovornosti na Centar oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb. Upotrebom *flight leg* alata oblasni kontrolor zračnog prometa može očitati nekoliko konflikata. Prvi po redu konflikt je između zrakoplova AHY5280 i GMI711, a njihove rute prikazane su gore lijevo na slici 32. Kako bi alat SEP bio od koristi, oba zrakoplova će kontrolor poslati direktno na njihove izlazne točke, a to su PETOV za AHY5280 i BEDOX za GMI711. Mjerenjem najmanje udaljenosti između dvaju zrakoplova kontrolor je utvrdio tri stvari:

- Horizontalna separacija nije zadovoljena stoga je potrebna kontrola brzine s obzirom na to da zrakoplovi lete na traženim razinama leta.
- GMI711 zbog svoje jednake brzine s ENT666 ne smije usporavati zato što bi to dovelo do narušavanja minimalne separacije između ta dva zrakoplova.
- Uzevši u obzir prethodne dvije konstatacije, GMI711 će biti prvi zrakoplov, a AHY5280 drugi.

Oblasni kontrolor zračnog prometa će dati odobrenje GMI711 da ubrza na Mach 0.80 ili više te AHY5280 da uspori na točno Mach 0.80 zbog zrakoplova PVG207 koji dolazi iza njega pri brzini od Mach 0.80. Tim postupcima, odnosno metodom kontrole brzine osigurana je horizontalna separacija.

Potencijalni konflikt između GMI711 i ENT666 s rutama prikazanim gore desno na slici 32., riješen je prethodnim ubrzavanjem GMI711 do brzine Mach 0.80 u usporedbi sa ENT666 koji leti Mach 0.78.

Upotrebom *flight leg* alata kontrolor leta će zaključiti kako zrakoplovi AHY5280 i ENT660 ne zadovoljavaju interno pravilo koje kaže da dva zrakoplova koja bivaju predana oblasnoj kontroli zračnog prometa u Beču moraju biti horizontalno razdvojeni minimalno 10 nautičkih milja unutar 25 nautičkih milja nakon granice (vidljivo na slici 33.).



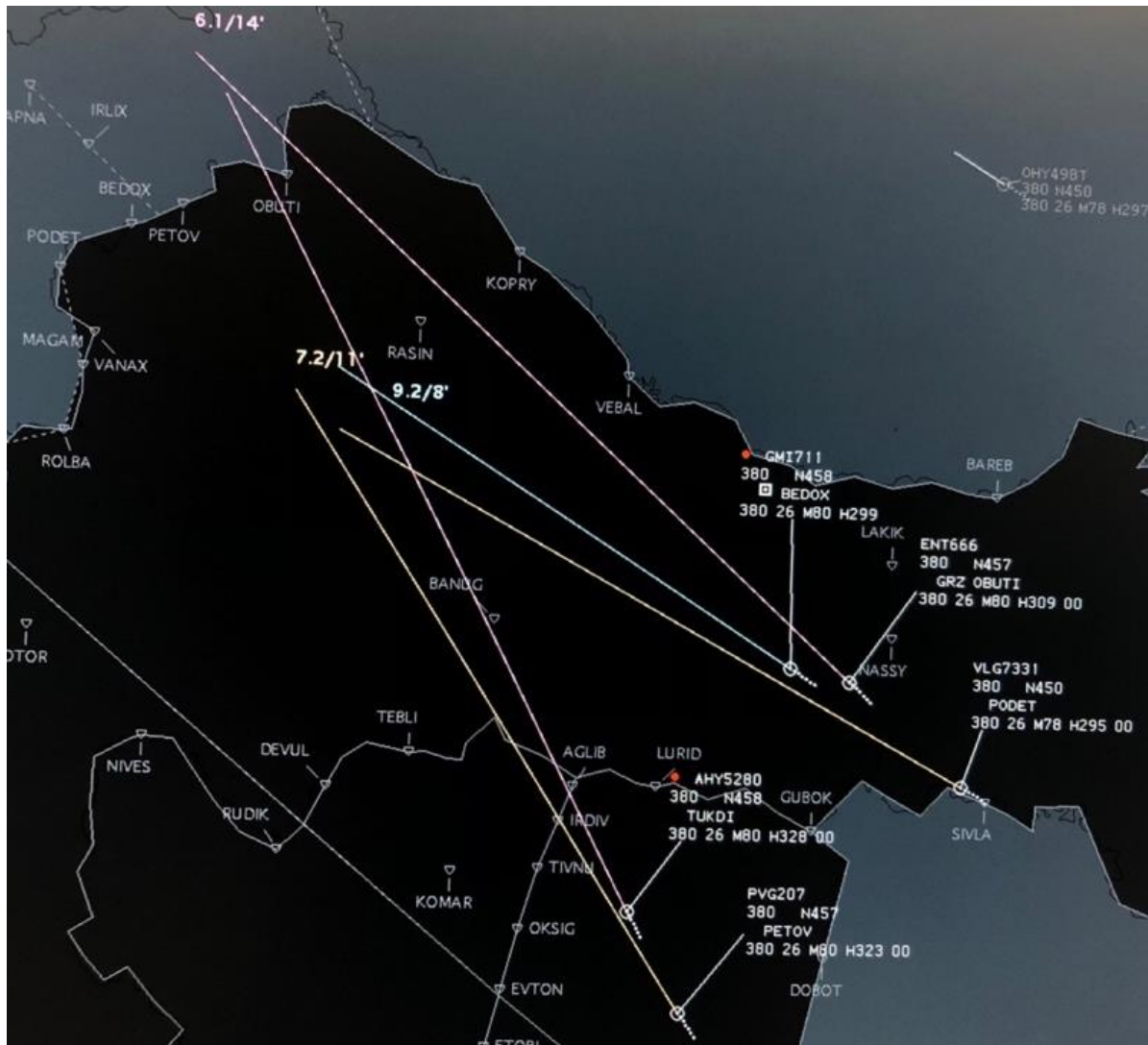
Slika 33 Prikaz upotrebe *flight leg* alata za slučaj AHY5280 i ENT660

Izvor: HKZP, simulator

S obzirom na to da kontrolor leta u ovome slučaju bez značajnijeg mijenjanja ruta zrakoplova nije u mogućnosti ispuniti ovo pravilo, najbolje je metodom koordinacije s Bečom zatražiti *approval request* za direktno letenje AHY5280 prema točki TUKDI označena crvenom bojom te za direktno letenje zrakoplova ENT660 prema točki GRZ označena plavom bojom (slika 33.). Tim je postupkom kontrolor zaključio kako je ENT660 ispred AHY5280 te je njegovim ubrzavanjem na Mach 0.80 ostvario potrebnu minimalnu separaciju zrakoplova (prikazano na slici 34. rozim SEP alatom) unutar susjednog sektora, a s obzirom na to da je Beč prihvatio takvu promjenu, pravilo iznad navedeno više ne vrijedi i zrakoplovi su propisano razdvojeni. Također, direktnim letom AHY5280 na točku TUKDI ostvarena je još veća horizontalna separacija između njega i GMI711 (prikazano na slici 34. plavim SEP alatom).

Nadalje, na slici 32. prikazane su rute zrakoplova VLG7331 i PVG207 koji su u konfliktu. Ponovno, kako bi kontrolor pravilno koristio alat SEP, potrebno je dati odobrenja za direktno letenje oba zrakoplova prema njihovim izlaznim točkama, a to su PODET za VLG7331 i PETOV za PVG207. Iako naknadnim korištenjem alata SEP nije utvrđena adekvatna minimalna horizontalna separacija, oblasni kontrolor leta će utvrditi da je potrebno ubrzati prvi zrakoplov PVG207 na brzinu Mach 0.80 (ne više zbog AHY5280 koji leti tom brzinom) te usporiti VLG7331 na brzinu Mach 0.78 ili manje. Korištenje ovih metoda kontrole brzine postignuta je horizontalna separacija koja iznosi 7,2 nautičke milje (prikazano na slici 34. žutim SEP alatom).

Prometnu situaciju je također moguće riješiti na način zadavanja novih pravaca leta nekim od navedenih zrakoplova. Ovim je primjerom vidljivo kako složene prometne situacije poput ove zahtijevaju korištenje više različitih metoda pri rješavanju konfliktnih zrakoplova.



Slika 34 Prikaz riješene prometne situacije zajedno s upotrijebljenim SEP alatima između konfliktnih zrakoplova

Izvor: HKZP, simulator

7 ZAKLJUČAK

Sustav kontrole zračnog prometa zasniva se i reguliran je putem brojnih pravila vezanih za sve sudionike zračnog prometa. Svaki je rad i pridržavanje pravila od strane pružatelja usluga u kontroli zračnog prometa nadziren, pa tako i sve norme razdvajanja zrakoplova ili koordinacije kako bi se osigurao visok stupanj sigurnosti kao najznačajnija karakteristika ove vrste prometa. Statističkim podacima prikazanim u ovom radu pokazana je tendencija porasta prometne potražnje unutar zračnog prostora oblasne kontrole zračnog prometa u Zagrebu što predstavlja veliko opterećenje na postojeće kontrolore. Opterećenje je moguće umanjiti kontinuiranim razvijanjem već postojećih i novih alata za razdvajanje i nadzor zrakoplova. Naprednijim alatima smanjuje se razina stresa, a time i njegova efikasnost što na kraju rezultira povećanjem kapaciteta prostora unutar Hrvatske kontrole zračne plovidbe. Rad obuhvaća pet prometnih situacija pomoću kojih je korištenjem specifičnih metoda predložen rad oblasnih kontrolora zračnog prometa te postupci razdvajanja konfliktnih zrakoplova. Gotovo je svaku od njih moguće riješiti na više načina što ovisi o trenutnom stanju zračnog prometa unutar nadležnog zračnog prostora, a posljednja prometna situacija najbolje prikazuje kako je u većini slučajeva potrebno upotrijebiti kombinaciju više različitih metoda pri rješavanju konfliktnih zrakoplova. Zračni je promet kompleksan sustav koji ovisi o brojnim faktorima i vrlo ga često nije moguće predvidjeti zbog nepredviđenih situacija kao što je na primjer vrijeme. Zbog toga je vrlo važno pravilno školovati kontrolore zračnog prometa kako bi pravilno reagirali u razrješavanju neuobičajenih prometnih situacija primjenom adekvatnih metoda. Sama primjena adekvatnih metoda rezultira kvalitetnijim i sigurnijim pružanjem usluga oblasne kontrole zračnog prometa.

LITERATURA

- [1] Hrvatska kontrola zračne plovidbe,
Preuzeto sa: <http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=10>
[Pristupljeno 15. 07. 2019]
- [2] Hrvatska kontrola zračne plovidbe,
Preuzeto sa: <http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=21> [Pristupljeno 15. 07. 2019]
- [3] Hrvatska kontrola zračne plovidbe,
Preuzeto sa: <http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=32> [Pristupljeno 15. 07. 2019]
- [4] Hrvatska kontrola zračne plovidbe,
Preuzeto sa: <http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=3782>
[Pristupljeno 15. 07. 2019]
- [5] Hrvatska kontrola zračne plovidbe,
Preuzeto sa: <http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=321> [Pristupljeno 15. 07. 2019]
- [6] Hrvatska kontrola zračne plovidbe,
Preuzeto sa: <http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=320> [Pristupljeno 15. 07. 2019]
- [7] Hrvatska kontrola zračne plovidbe, 01. 02. 2018
Preuzeto sa: <http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=3779>
[Pristupljeno 15. 07. 2019]
- [8] Antulov-Fantulin, B., Rogošić, T., Juričić, B., Andrašić, P.: Air Traffic Controller Assessment of the Free Route Airspace implementation within Zagreb area control centre, ZIRP, Opatija, 2018
- [9] Hrvatska kontrola zračne plovidbe,
Preuzeto sa: <http://www.crocontrol.hr/default.aspx?id=66> [Pristupljeno 15. 07. 2019]
- [10] EASA,
Preuzeto sa: <https://www.easa.europa.eu/document-library/general-publications/easy-access-rules-standardised-european-rules-air-sera> [Pristupljeno 19. 12. 2018]

- [11] OPS GROUP, 01. 02. 2017 Preuzeto sa: <https://ops.group/blog/2016-16th-edition-icao-doc-4444/> [Pristupljeno 15. 07. 2019]
- [12] skybrary, 04. 08. 2017 Preuzeto sa: https://www.skybrary.aero/index.php/RECAT_-_Wake_Turbulence_Re-categorisation [Pristupljeno 08. 21. 2019.]
- [13] Skybrary, 22. 03. 2017
Preuzeto sa: [https://www.skybrary.aero/index.php/Short_Term_Conflict_Alert_\(STCA\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Short_Term_Conflict_Alert_(STCA))
[Pristupljeno 15. 07. 2019]
- [14] Skybrary, 22. 03. 2017
Preuzeto sa: https://www.skybrary.aero/index.php/Area_Proximity_Warning [Pristupljeno 15. 07. 2019]
- [15] Hrvatska kontrola zračne plovidbe, 30. 03. 2017
Preuzeto sa: www.crocontrol.hr/default.aspx?ID=3655 [Pristupljeno 15. 07. 2019]
- [16] Skybrary, 26. 01. 2019
Preuzeto sa: [https://www.skybrary.aero/index.php/Controller_Pilot_Data_Link_Communications_\(CPDLC\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Controller_Pilot_Data_Link_Communications_(CPDLC)) [Pristupljeno 15. 07. 2019]
- [17] Imgur, Preuzeto sa: <https://i.stack.imgur.com/2vGe8.jpg> [Pristupljeno 15. 07. 2019]

POPIS SLIKA

Slika 1 Podružnice Hrvatske kontrole zračne plovidbe u Hrvatskoj	4
Slika 2 Visinska raspodjela nadležnosti oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb iznad završnih kontroliranih područja Zagreb i Osijek	5
Slika 3 Visinska raspodjela nadležnosti oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb iznad završnih kontroliranih područja Pula i Zadar.....	6
Slika 4 Visinska raspodjela nadležnosti oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb iznad završnih kontroliranih područja Zadar, Split i Dubrovnik.....	6
Slika 5 Prikaz udjela IFR letova unutar zračnog prostora Republike Hrvatske.....	7
Slika 6 Prikaz IFR prometa po godinama	8
Slika 7 Prikaz IFR prometa po mjesecima	8
Slika 8 Zračni prostor SECSI FRA	9
Slika 9 Prikaz istih putanja zrakoplova	16
Slika 10 Prikaz recipročnih putanja zrakoplova	16
Slika 11 Prikaz konvergirajućih putanja zrakoplova.....	17
Slika 12 Prikaz simulacije aktiviranog STCA upozorenja.....	24
Slika 13 Prikaz APW oznake.....	25
Slika 14 Prikaz M oznake	26
Slika 15 Prikaz kontrolorovog prozora za CPDLC komunikaciju	27
Slika 16 Prikaz pilotovog CPDLC ekrana	28
Slika 17 Alat QDM u sustavu Centra oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb	29
Slika 18 Prikaz uporabe SEP alata unutar sustavu Centra oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb	30
Slika 19 Prikaz alata flight leg	31
Slika 20 Prikaz alata flight leg embellishment	32
Slika 21 Prikaz ljubičasto obojenog labela zrakoplova u susjednom sektoru Centra oblasne kontrole zračnog prometa Zagreb	33
Slika 22 Prikaz zrakoplova s oznakom AIW	34
Slika 23 Prikaz radarskog zaslona prije i nakon uporabe alata za filtriranje.....	35
Slika 24 Prometna situacija s konfliktnim polijetanjima iz Zagreba i Osijeka	36
Slika 25 Prikaz riješene prometne situacije uporabom alata SEP	37

Slika 26	Prometna situacija sa zrakoplovom koji mora poštivati FLAS	38
Slika 27	Uporaba QDM za očitavanje adekvatne horizontalne separacije.....	39
Slika 28	Prikaz prolaska THY1873 kroz razinu leta FL360 održavanjem horizontalne separacije	39
Slika 29	Prikaz dvaju zrakoplova s konfliktom blizu granice.....	40
Slika 30	Prikaz riješene prometne situacije pomoću koordinacije.....	41
Slika 31	Prikaz prometne situacije gdje su dva zrakoplova razdvojena vertikalnim brzinama	42
Slika 32	Prikaz složene prometne situacije s pripadajućim rutama konfliktnih zrakoplova	43
Slika 33	Prikaz upotrebe flight leg alata za slučaj AHY5280 i ENT660	45
Slika 34	Prikaz riješene prometne situacije zajedno s upotrijebljenim SEP alatima između konfliktnih zrakoplova	46

POPIS TABLICA

Tablica 1 Prikaz ICAO minimalnih radarskih horizontalnih separacija prema tri WTC kategorije zrakoplova	15
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------



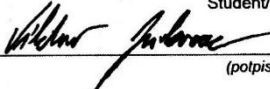
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

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 **METODE RAZDVAJANJA ZRAKOPLOVA U OBLASNOJ KONTROLI ZRAČNOG PROMETA ZAGREB**

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

U Zagrebu, 5.9.2019 _____

Studentica:


(potpis)