

# Utjecaj rada prilaznog kontrolora na protok zračnog prometa

---

**Forjan, Dario**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2015**

*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:119:475832>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-05**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Dario Forjan

**UTJECAJ RADA PRILAZNOG KONTROLORA NA PROTOK  
ZRAČNOG PROMETA**

**ZAVRŠNI RAD**

Zagreb, 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI  
ZAGREB

**ZAVRŠNI RAD**

**UTJECAJ RADA PRILAZNOG KONTROLORA NA PROTOK  
ZRAČNOG PROMETA**

**IMPACT OF APPROACH CONTROL PROCEDURES ON AIR  
TRAFFIC FLOWS**

Mentor: doc. dr. sc. Biljana Juričić

Student: Dario Forjan

JMBAG: 0135230668

Zagreb, 2015.

## UTJECAJ RADA PRILAZNOG KONTROLORA NA PROTOK ZRAČNOG PROMETA

### SAŽETAK

Stalan trend povećanja potražnje za zračnim prostorom postavlja veliko pitanje održanja normalnog protoka zračnog prometa uz održanje opterećenja kontrolora u prihvatljivim razinama i definiranim kapacitetima. Prilazni kontrolor zračnog prometa kao pojedinac može imati velik utjecaj na protok zračnog prometa. U poslu mu pomažu unaprijed definirane procedure, ali one nisu uvijek najbolji izbor. Stoga, dobra odluka i pravovremeno korištenje svih mogućnosti, vješto rješavanje određenih prometnih situacija omogućuju minimalna čekanja zrakoplova. Dobro uočavanje i reakcija na konfliktne situacije uvelike doprinose povećanju protoka. Pravilna i dobro provedena koordinacija sa susjednim sektorima i jedinicama omogućuje stabilnu razinu sigurnosti uz povećanje zračnog prometa, a smanjenje nepotrebnog korištenja frekvencije otvara prostor i vrijeme za posvetu drugim zrakoplovima i situacijama. Novi sustavi u razvoju trebali bi omogućiti bolje donošenje odluka uz smanjenje radnog opterećenja kontrolora i povećanja protoka i iskoristivosti zračnog prostora.

**KLJUČNE RIJEČI:** protok; kapacitet; zračni prostor; utjecaj; prilazni kontrolor zračnog prometa; konflikti; procedure; sustavi

### SUMMARY

The continuous increase of air traffic brings up the question about remaining normal traffic flows while maintaining the same controller's workload and defined airspace capacity. Approach controller, individually, may have a big impact on air traffic flows. The predetermined procedures might help them in their job although they are not always the best choice. Correct and timely use of procedures, skillful solving of certain traffic scenarios lead to reduce in aircraft's waiting time while airborne. Good reaction time and recognition of conflicting traffic results in increase of traffic flows. Well handled coordination with neighbouring sectors and units helps in maintaining the stable safety levels while air traffic increases and the unnecessary use of phraseology enables controller to focus more on other situations and aircraft. New developing systems are the key in better decision making process while reducing the controller's workload and increasing the air traffic flows and utilization.

**KEYWORDS:** air traffic flows; capacity; airspace; impact; approach controller; conflicts; procedures; systems

## Sadržaj

1	Uvod.....	1
2	Prilazna kontrola zračnog prometa kao dio sustava ATM-a.....	2
2.1	Prostor nadležnosti prilaznog kontrolora na primjeru TMA Zagreb .....	2
2.1.1	Karakteristike i elementi prostora TMA Zagreb s utjecajem na protok zračnog prometa .....	2
2.1.2	Točke i radionavigacijska sredstva TMA Zagreb.....	3
2.1.3	Standardni instrumentalni odlasci uzletno-sletne staze 05-23.....	4
2.1.4	Standardni instrumentalni dolasci uzletno-sletne staze 05-23.....	7
2.1.5	Izmjene prostora TMA Zagreb s utjecajem na protok prometa.....	9
2.2	Zadaci prilazne kontrole zračnog prometa .....	10
2.3	Pravila i norme sigurnosti radarske prilazne kontrole unutar TMA Zagreb... ..	11
2.3.1	Radarska identifikacija zrakoplova.....	11
2.3.2	Minimalna radarska separacijska norma.....	12
2.3.3	Pravila radarskog vektoriranja zrakoplova .....	12
2.3.4	Upravljanje brzinama u prilazu.....	14
3	Koordinacija jedinice prilazne kontrole Zagreb.....	16
3.1	Koordinacija s jedinicama susjednih država .....	17
3.2	Koordinacija unutar Hrvatske.....	19
4	Upotreba frazeologije unutar TMA Zagreb .....	21
4.1	Slučaj dolazaka za stazu 05 .....	22
4.2	Slučaj odlazaka za stazu 05 .....	24
4.3	Slučaj preleta .....	25
5	Procedure i postupci razdvajanja unutar TMA Zagreb.....	26
5.1	Određivanje redoslijeda prilaza .....	26
5.2	Dolazne procedure .....	27

5.3	Odlazne procedure .....	28
6	Analiza prometnih situacija s utjecajem na protok .....	29
7	Novi sustavi i alati za implementaciju u provedbi prilazne kontrole zračnog prometa i njihov utjecaj na protok.....	35
7.1	Prilazna procedura s vertikalnim navođenjem.....	35
7.2	Osnovni upravitelj odlascima .....	36
7.3	Upravitelj dolascima i sustav točke spajanja .....	38
7.4	Precizna prostorna navigacija .....	42
8	Zaključak.....	45
	Literatura .....	46
	Popis slika.....	48

# 1 UVOD

Usluga kontrole zračnog prometa ključan je čimbenik u održavanju sigurnog, redovitog i efikasnog odvijanja zračnog prometa. Činjenica je da zračni promet i potražnja za zračnim prostorom iz godine u godinu postaje sve veća i zračni putevi zagušeniji. Prema prognozama EUROCONTROL-a, zračni promet će se udvostručiti do 2025. godine [1] što postavlja pitanje održanja kapaciteta, broja operacija koje mogu biti pružene od strane subjekta u nekom definiranom vremenskom periodu i uvjetima, i protoka odnosno broja operacija koje mogu proći određenim prostorom(površinom) u određenom vremenskom periodu i uvjetima. Kao četiri glavna elementa zračnog prometa navode se: zrakoplovi, aerodromi, uređaji i tehnički sustavi te upravljanje zračnim prometom.

Upravljanje zračnim prometom (*eng. ATM-Air Traffic Management*) uz usluge zrakoplovnog informiranja (*eng. AIS-Aeronautical Information Service*), meteorološke usluge (*eng. MET- Meteorology*) i usluge komunikacije, navigacije i nadzora (*eng. CNS- Communications, Navigation and Surveillance*) dio je usluga koje se pružaju u zračnoj plovidbi (*eng. ANS- Air Navigation Services*) [2].

Nadalje, ATM se dijeli na usluge zračnog prometa (*eng. ATS- Air Traffic Services*), upravljanje zračnim prostorom (*eng. ASM- Airspace Management*) i upravljanje protokom zračnog prometa (*eng. ATFM – Air Traffic Flow Management*).

ATS se sastoji od kontrole zračnog prometa (*eng. ATC- Air Traffic Control*), usluge pružanja letnih informacija (*eng. FIS- Flight Information Service*) i usluge uzbunjivanja (*eng. ALRS – Alerting Service*)

Konačno, dolazimo do podjele kontrole zračnog prometa koja se dijeli na aerodromsku kontrolu zračnog prometa, prilaznu kontrolu i oblasnu kontrolu. Jedinice koje pružaju usluge su redom: aerodromski kontrolni toranj, jedinica prilazne kontrole i centar oblasne kontrole. U ovom radu bit će opisana usluga prilazne kontrole zračnog prometa, a kao glavni zadatak bit će analiziran i opisan utjecaj rada prilaznog kontrolora na protok zračnog prometa uzevši u obzir prostor nadležnosti, metode razdvajanja zrakoplova i mnoge druge faktore.

## **2 PRILAZNA KONTROLA ZRAČNOG PROMETA KAO DIO SUSTAVA ATM-A**

Jedinica prilazne kontrole zračnog prometa ustanovljena je kako bi pružila uslugu kontrole zračnog prometa letovima u dolasku ili odlasku sa jednog ili više aerodroma unutar završnog kontroliranog područja (*eng. TMA- Terminal Control Area*), uključujući i prelete. Uobičajeno je da uslugu prilazne kontrole vrši zasebna jedinica prilazne kontrole, ali tu uslugu mogu pružati još i aerodromski kontrolni toranj ili centar oblasne kontrole ukoliko je tako određeno ili je potrebno zbog određenih zahtjeva [3][4]. Naravno, ukoliko je ustanovljena kao zasebna jedinica, vrši se koordinacija sa aerodromskom i oblasnom kontrolom. Na primjer, unutar TMA Zagreb, uslugu prilazne kontrole pruža jedinica prilazne kontrole smještena u centru oblasne kontrole (*HKZP- Hrvatska kontrola zračne plovidbe*). Glavna podjela pružanja prilazne kontrole je na radarsku i proceduralnu, a u TMA Zagreb ona je radarska.

### **2.1 Prostor nadležnosti prilaznog kontrolora na primjeru TMA Zagreb**

TMA je kontrolirani prostor definiranih dimenzija koji obuhvaća jednu ili više kontroliranih zona (*eng. CTR- Control Zone*). To je prostor u kojem započinju odlazne rute određenog prostora, odnosno kretanje zrakoplova nakon što poleti, što uključuje brzu promjenu visine, brzine i pravca leta i na taj način čini taj segment leta iznimno zahtjevnim. To je također prostor u kojem završavaju dolazne rute i unutar kojeg zrakoplov nadalje snižava i započinje s prilazom, također praćenim promjenama visine, brzine i smjera kretanja. Opterećenje pilota je veliko čineći prilaz jednim od najzahtjevnijih segmenata leta [3][4].

#### **2.1.1 Karakteristike i elementi prostora TMA Zagreb s utjecajem na protok zračnog prometa**

TMA Zagreb obuhvaća dva CTR-a, a to su CTR Zagreb i CTR Lučko, svaki sa po jednom uzletno sletnom stazom od kojih je primarna uzletno sletna staza unutar CTR-a Zagreb, budući da se radi o međunarodnoj zračnoj luci i ona će u ovom radu biti promatrana. Također sadrži i prometnu zonu Varaždin (*eng. ATZ- Aerodrome Traffic Zone*). Staza u CTR-u Zagreb je u odnosu na magnetni sjever smjera 05-23. Horizontalno, prostor TMA od



najudaljenijih točaka iznosi otprilike 90 nautičkih milja, a vertikalno se proteže od 2500 stopa (*eng. ft- feet*) iznad srednje razine mora (*eng. MSL- Mean Sea Level*) iznad CTR-a Zagreb i Lučko do razine leta(*eng. FL- Flight Level*) 205, a u području izvan CTR-a, prostor vertikalne nadležnosti proteže se od 1000 stopa iznad razine tla(*eng. AGL- Above Ground Level*) pa do FL205. Iznad FL205, nadležnost preuzima centar oblasne kontrole, a ispod 1000 stopa AGL, nalazi se nekontrolirani G sloj zračnog prostora. Zračni prostor TMA Zagreb prema ICAO klasifikaciji prostora pripada klasi C zračnog prostora što znači da su dozvoljene operacije instrumentalnih pravila letenja(*eng. IFR- Instrument Flight Rules*), posebnih vizualnih pravila letenja(*eng. SVFR- Special Visual Flight Rules*) i operacije vizualnih pravila letenja(*eng. VFR- Visual Flight Rules*). Svi zrakoplovi moraju imati predan plan leta i dozvolu kontrolora za obavljanje istog. Posao prilaznog kontrolora u klasi C je da održi separaciju između IFR letova, IFR i SVFR letova, i IFR i SVFR letova od VFR letova. Važno je napomenuti da se ne razdvajaju posebno VFR od VFR letova već im se daju informacije o svim drugim VFR letovima.

### **2.1.2 Točke i radionavigacijska sredstva TMA Zagreb**

Zračni prostor TMA Zagreb graniči s nekoliko susjednih prostora. To su: zračni prostor Slovenije, zračni prostor Austrije, zračni prostor Mađarske, donji zračni prostor Hrvatske i zračni prostor Bosne i Hercegovine.

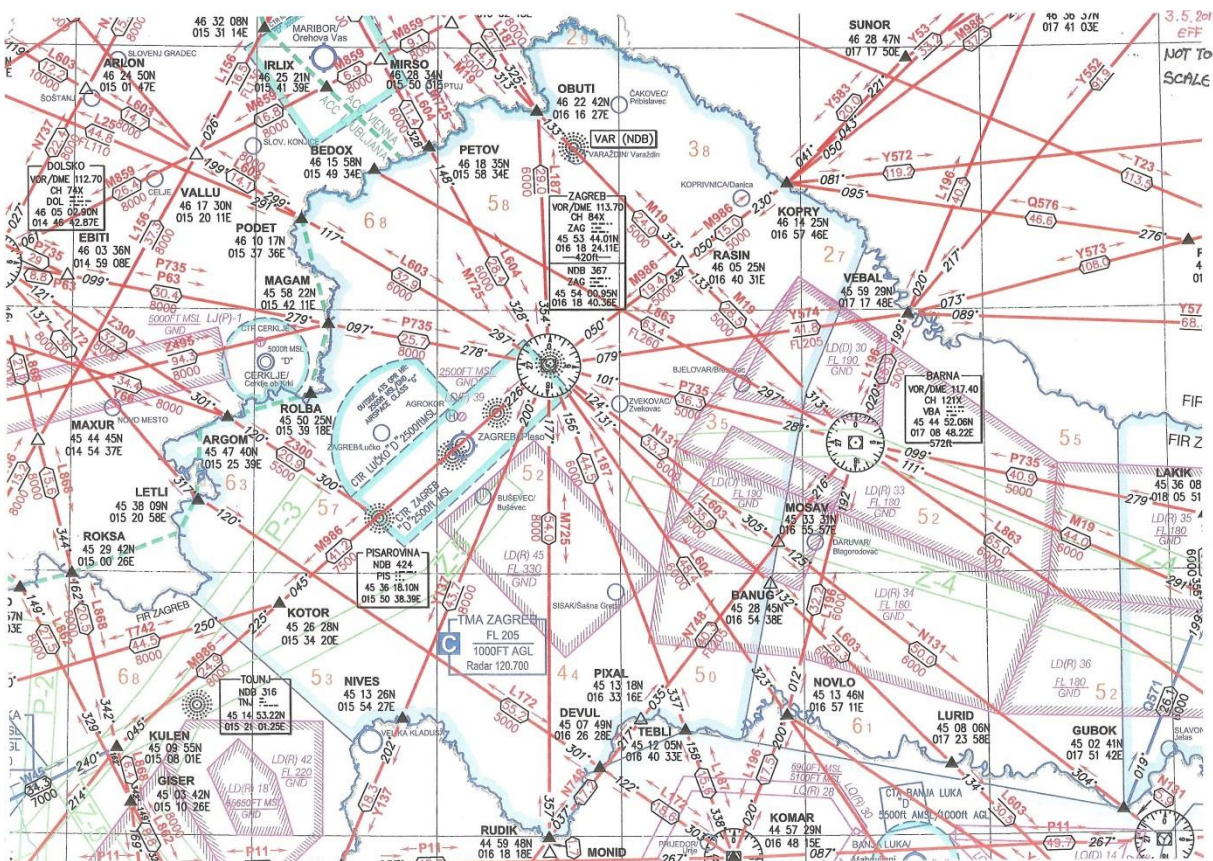
Najvažnija radionavigacijska sredstva su svesmjerni radio farovi(*eng. NDB- Non-directional radio Beacon*) PIS, ZAG i VAR. Također važna su i dva kombinirana sredstva VOR/DME(*eng. Very high frequency Omnidirectional range/Distance Measuring equipment*) ZAG i VBA, te lokatori VG i SK.

Točke unutar prostora TMA Zagreb dijele se na ulazne točke, izlazne točke i točke koje se koriste u preletima. Također, može ih se podijeliti na obavezne točke javljanja i neobavezne točke javljanja. Obavezne točke javljanja u karti su označene zacrnjenim trokutom, a neobavezne bijelim trokutom ocrtanim crnim rubom. Najvažnije točke su:

- i. Na granici sa Slovenijom: LETLI, ARGOM, MAGAM, PODET, GORPA
- ii. Na granici s Austrijom: PETOV, OBUTI
- iii. Na granici s Mađarskom: KOPRY, (VEBAL-2015.g)
- iv. Na granici s Bosnom i Hercegovinom: TEBLI, DEVUL, RUDI, NIVES(OKSIG, EVTON, ETOBI- 2015.g)

v. Unutar Hrvatske: KOTOR, RASIN, VBA(VOR/DME), MOSAV, BANUG

Vrijedi napomenuti kako su točka RASIN, MOSAV i BANUG neobavezne točke javljanja, dok su sve ostale navedene obavezne točke javljanja. Prema statističkoj analizi kontrolora Hrvatske kontrole zračne plovidbe, 40% dolazaka odvija se preko točke ARGOM. Oko 20% dolazaka odvija se preko točke PETOV, a oko 15% preko točke TEBLI. Dalje slijede točke VBA, RUDIK, KOTOR i KOPRY. U smislu odlazaka, najveće opterećenje je uvjerljivo preko točke OBUTI s otprilike 40% odlazaka. Dalje slijede točke TEBLI, PODET, VBA, KOTOR, RUDIK i KOPRY. Slika 1 prikazuje izgled prostora TMA Zagreb prije proširenja prostora.



Slika 1- Izgled prostora TMA Zagreb s točkama i radionavigacijskim sredstvima

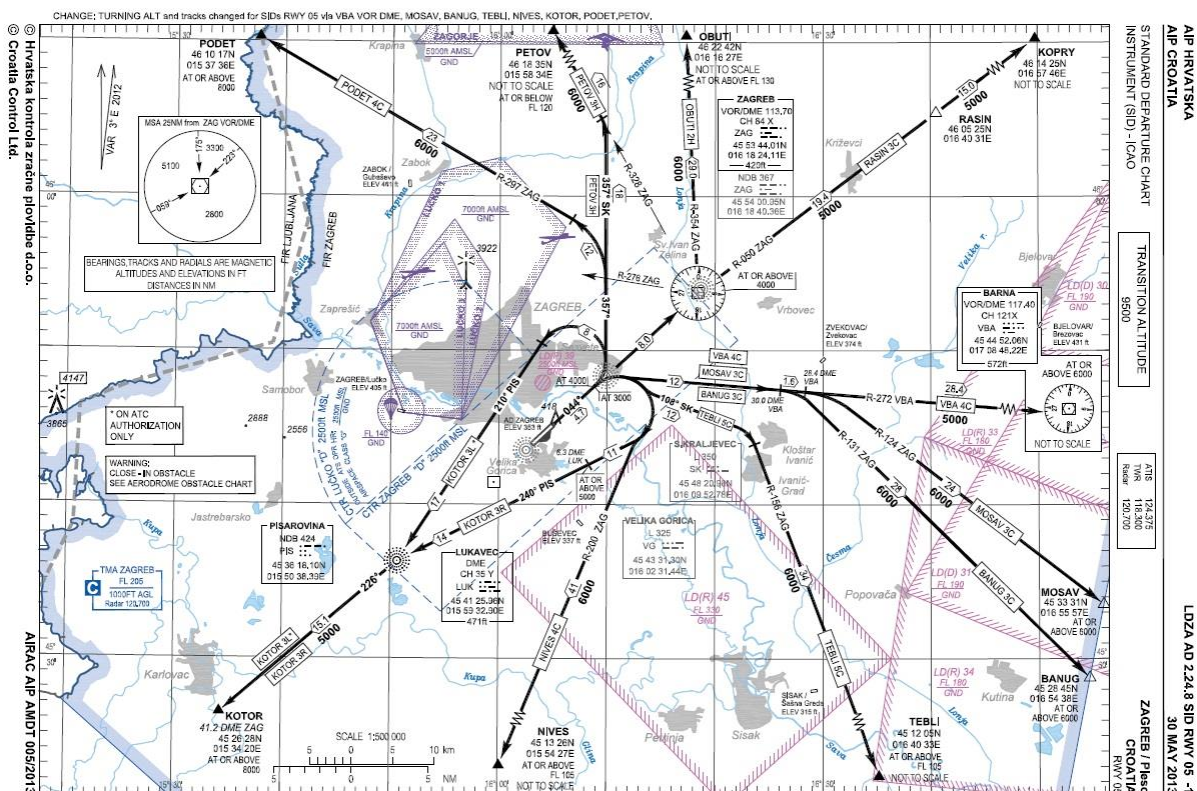
Izvor: Croatia Control Ltd. (3.5.2012.)

### 2.1.3 Standardni instrumentalni odlasci uzletno-sletne staze 05-23

Standardni instrumentalni odlazak(*eng. SID- Standard Instrument Departure*) je utvrđena instrumentalna odlazna ruta nakon što zrakoplov poleti koja osigurava nadvišavanje prepreka i pruža sigurnost u penjanju zrakoplova s ciljem da se smanji vrijeme izvođenja radnje odlaska i vrijeme zauzimanja zračnog prostora, a sa svrhom da poveže segment

polijetanja i krstarenja. Trebali bi biti kreirani na način da se u obzir uzme konfiguracija terena, da smanjuju negativan utjecaj buke, zadovoljavaju sve kategorije zrakoplova pod pretpostavkom da su svi motori zrakoplova operativni. Postoje izravni SID-ovi i SID-ovi s zaokretima. U slučaju izravnog SID-a nisu dopušteni zaokreti veći od 15 stupnjeva. Standardni gradijent penjanja iznosi 3.3% u slučaju da nema većih prepreka, a započinje 16 stopa iznad kraja dijela staze za uzlijetanje(eng. *DER- Departure End of Runway*) [3].

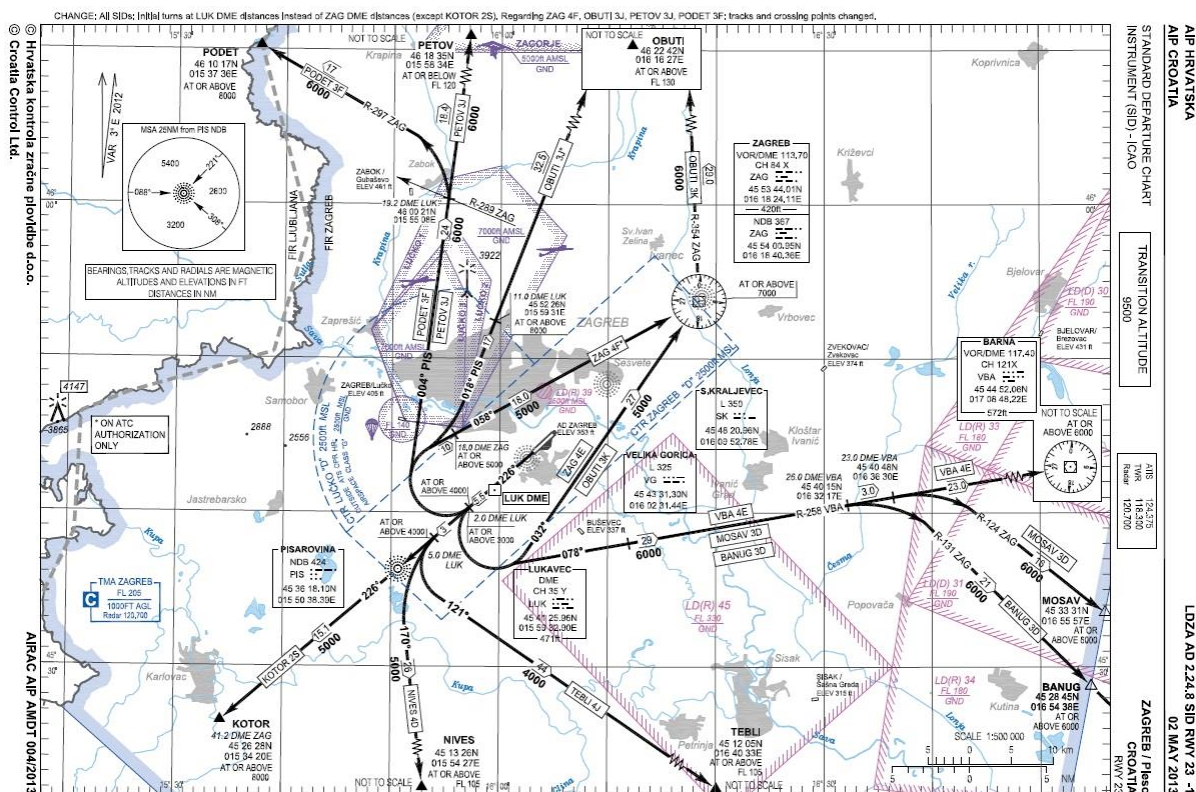
Za smjer staze 05 u hrvatskom zborniku zrakoplovnih informacija(eng. *AIP- Aeronautical Information Publication*) koji je stupio na snagu i važeći je od 20.8.2015. godine objavljeni su sljedeći SID-ovi: PODET 4C, PETOV 3H, OBUTI 2H, RASIN 3C, VBA 4C, MOSAV 3C, BANUG 3C, TEBLI 5C, NIVES 4C, KOTOR 3L i KOTOR 3R. Važno je napomenuti da broj koji stoji uz slovo nije nužno uvijek isti. On počinje od broja 1, a povećava se svaki put kada se procedura promijeni, a slovo uz njega ovisi o stazi polijetanja. Slika 2 prikazuje navedene SID-ove, uz napomenu da je za SID KOTOR 3L potrebno posebno ovlaštenje kontrole zračnog prometa zbog konfiguracije terena(Medvednica-Sljeme).



Slika 2- SID za uzletno-sletnu stazu 05

Izvor: AIP HRVATSKA LDZA AD 2.24.8 SID RWY05 (30 MAY 2013), Croatia Control Ltd.

Za smjer staze 23 u hrvatskom AIP-u važećem od 20.8.2015. godine objavljeni su sljedeći SID-ovi: PODET 3F, PETOV 3J, OBUTI 3J, OBUTI 3K, VBA 4E, MOSAV 3D, BANUG 3D, TEBLI 4J, NIVES 4D, KOTOR 2S i ZAG 4F. Slika 3 prikazuje SID procedure za stazu smjera 23.



Slika 3- SID za uzletno-sletnu stazu 23

Izvor: AIP HRVATSKA LDZA AD 2.24.8 SID RWY23 (02 MAY 2013), Croatia Control Ltd.

Iskustvom prilaznih kontrolora zračnog prometa unutar TMA Zagreb, SID-ovi se u odlascima koriste otprilike u 50% slučajeva. Drugih 50% su obično odobrenja da se zaokreti rade pri dosegu određene visine, odnosno da se ne slijedi određeni SID ili da zrakoplov nastavi penjati u smjeru staze, pa mu se naknadno daje zaokret prema određenoj točki. Statistički zrakoplov koji leti po SID-u u zračnom prostoru provede otprilike 1.5 minuta više nego zrakoplov koji je dobio *reclearance*. Naravno, izbor jedne od navedenih opcija uvelike ovisi o prometnoj situaciji i o koordinaciji s drugim jedinicama kao i o samom kontroloru. Neki kontrolori koriste SID-ove i kad to nije nužno potrebno iz razloga jer su tako obučeni i tako rade već dugi niz godina što ostavlja mogućnost usporavanja protoka zbog dužeg zadržavanja zrakoplova u prostoru.

#### 2.1.4 Standardni instrumentalni dolasci uzletno-sletne staze 05-23

Standardni instrumentalni dolasci(*eng. STAR- Standard Instrument Arrival Route*) su određene instrumentalne dolazne rute koje povezuju specifičnu točku na nekoj prometnoj ruti sa točkom iz koje može započeti siguran instrumentalni prilaz [3][4]. Općenito, instrumentalni prilaz sastoji se od [3]:

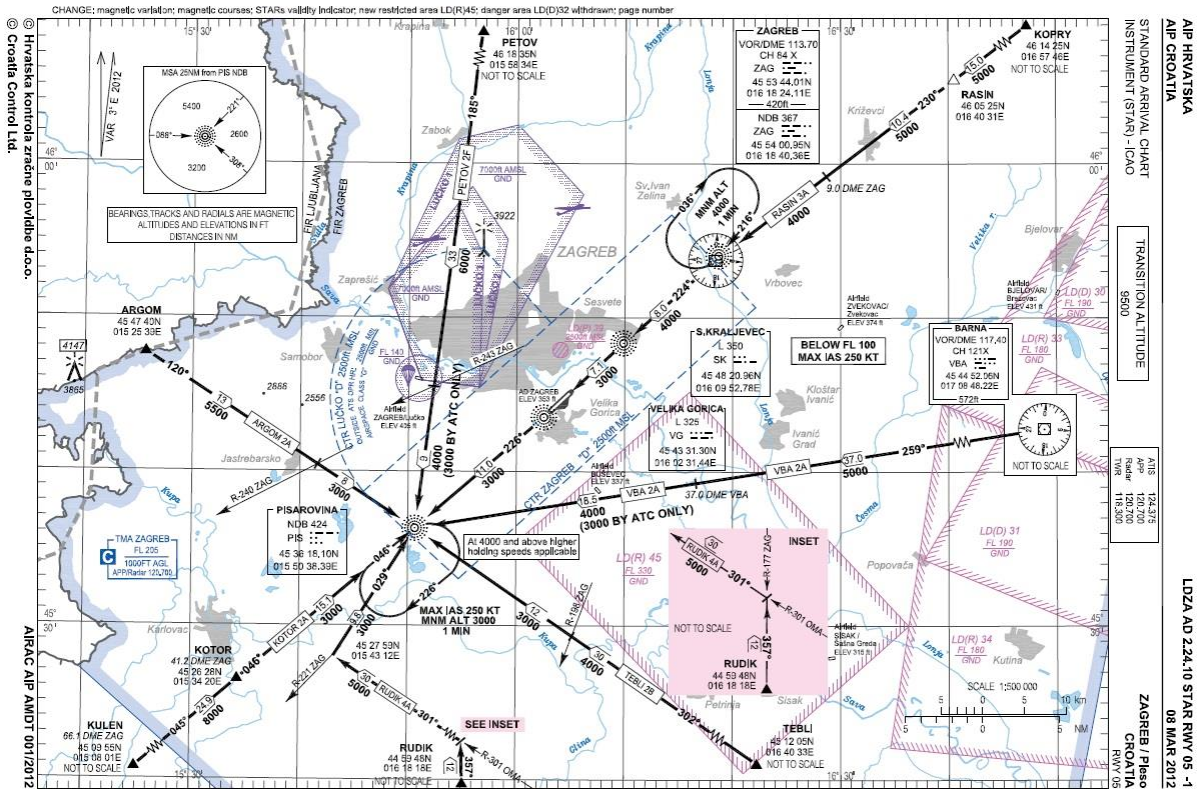
- i. Segmenta dolaska- segment u kojem zrakoplov iz faze krstarenja dolazi do preletišta početnog prilaznja(*eng. IAF- Initial Approach Fix*)
- ii. Početnog segmenta prilaza- segment između IAF-a i preletišta srednjeg prilaznja(*eng. IF- Intermediate Fix*) ili do točke gdje zrakoplov na završnom pravcu prilaznja
- iii. Srednjeg segmenta prilaza- segment između IF-a i preletišta završnog prilaznja(*eng. FAF- Final Approach Fix*)
- iv. Završnog segmenta prilaznja- segment između FAF-a i uzletno-sletne staze ili točke neuspjelog prilaznja(*eng. MAP- Missed Approach Point*)
- v. Segmenta neuspjelog prilaznja- segment između MAP-a ili točke na visini odluke<sup>1</sup> i preletišta neuspjelog prilaza(*eng. MAF-Missled Approach Fix*) na određenoj apsolutnoj visini

Glavni zahtjev STAR-ova je da smanje potrebu za vektoriranjem, a samim time i opterećenje prilaznih kontrolora uz očuvanje sigurnosnog vertikalnog razmaka od svih prepreka koji ne smije biti manji od minimalne visine za nadvišavanje prepreka(*eng. MOCA- Minimum Obstacle Clearance Altitude*) uz koordinaciju s kontrolom zračnog prometa.

Prema hrvatskom AIP-u važećem od 20.8.2015. godine objavljeni su sljedeći STAR-ovi za stazu 05: PETOV 2F, RASIN 3A, VBA 2A, TEBLI 2B, RUDIČ 4A, KOTOR 2A i ARGOM 2A. Navedeni STAR-ovi prikazani su slikom 3. Za stazu 23 to su: PETOV 2G, RASIN 2B, VBA 2B, MOSAV 2B, TEBLI 2A, RUDIČ 2B, KOTOR 2B, ARGOM 2B. Oni su prikazani slikom 4. Vidljivo je kako su i STAR-ovi kreirani po točkama prostora nadležnosti, odnosno imena i početak STAR-a započinje na mjestu točke i po njoj dobiva ime. Za smjer staze 05, svi STAR-ovi vode prema NDB-u PIS(Pisarovina) , a za smjer 23 prema NDB-VOR/DME ZAG. Slika 4 prikazuje STAR-ove za stazu smjera 05, a slika 5 prikazuje STAR-ove za stazu smjera 23.

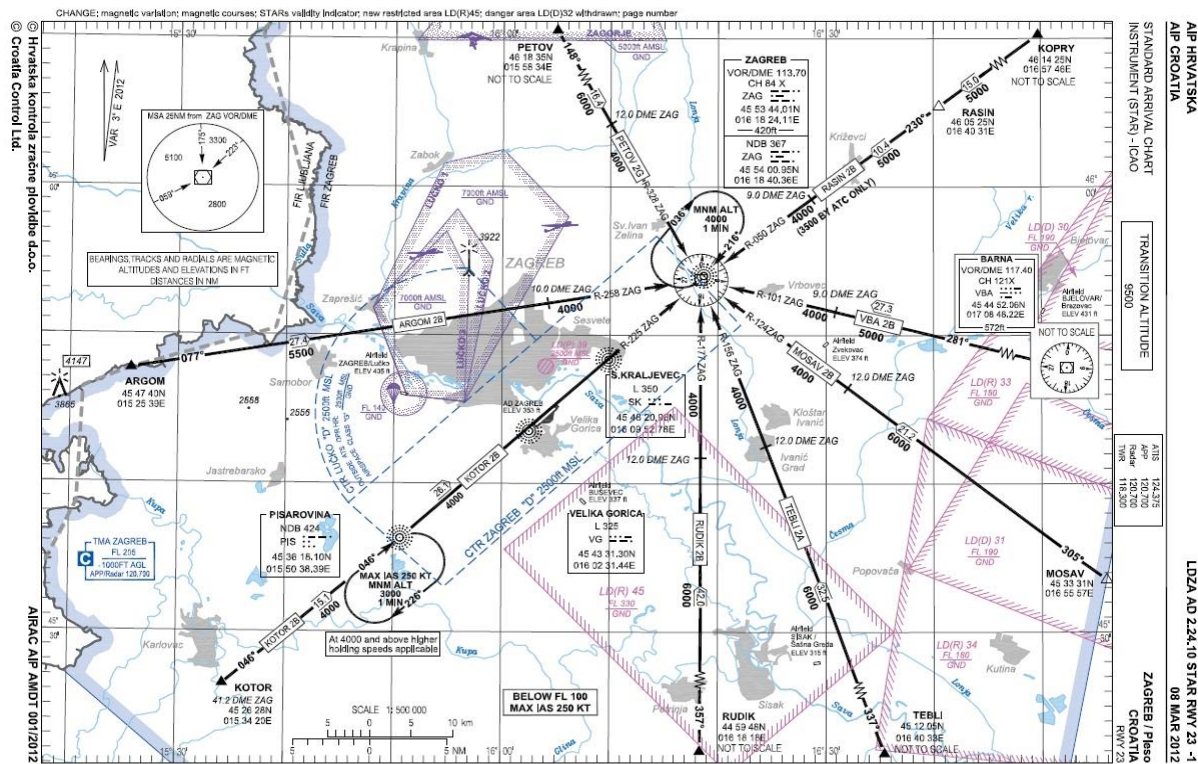
---

<sup>1</sup> Visina odluke- utvrđena visina tijekom preciznog prilaznja ili prilaznja s vertikalnim navođenjem na kojoj se mora započeti postupak neuspjelog prilaznja ako ne postoji potrebna vidljivost vizualnih orijentira.



Slika 4- STAR-ovi za uzletno-sletnu stazu smjera 05

Izvor: AIP HRVATSKA LDZA AD 2.24.10 STAR RWY05 (08 MAR 2012), Croatia Control Ltd.



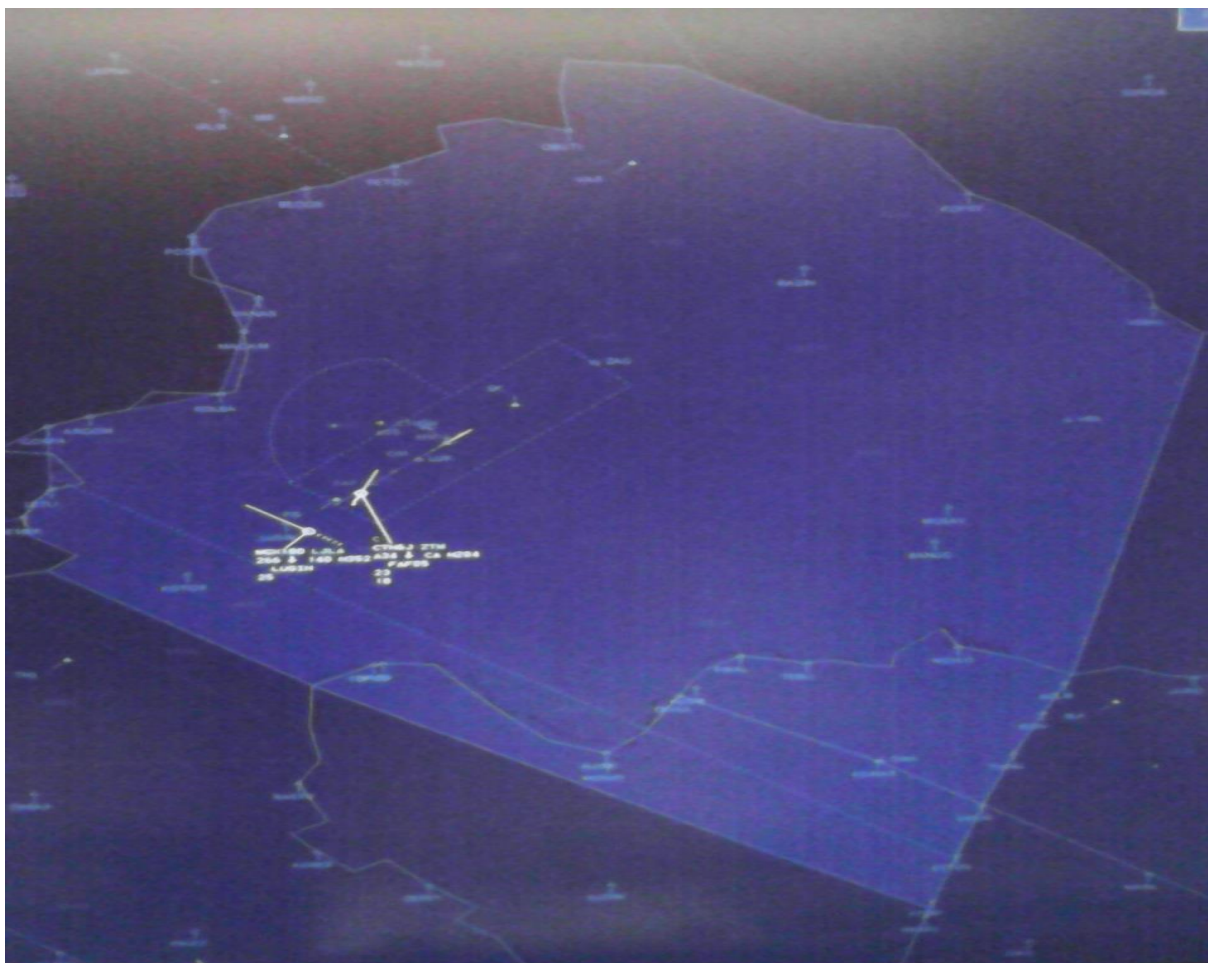
Slika 5- STAR-ovi za uzletno-sletnu stazu smjera 23

Izvor: AIP HRVATSKA LDZA AD 2.24.10 STAR RWY23 (08 MAR 2012), Croatia Control Ltd.

Iskustvom prilaznih kontrolora zračnog prometa jedinice Zagreb, STAR-ovi se unutar TMA Zagreb koriste iznimno rijetko. Navode kako bi to iznosilo i nešto manje od 5% svih dolazaka. Upućuju kako je korištenje STAR-ova vrlo nepraktično u slučaju prostora TMA Zagreb i iznimno bi utjecalo na protok prometa u smislu da bi ga usporilo. Ukoliko bi više zrakoplova dobilo odobrenje za prilaz po određenom STAR-u, zrakoplov koji je drugi po redu morao bi čekati dok prvi ne dobije odobrenje za ILS i bude predan na frekvenciju kontrolnog tornja. To bi izazvalo vrlo česta čekanja i dosta velika kašnjenja. Korištenje STAR-ova može biti korisno u svrhu smanjivanja opterećenja kontrolora i smanjenje potrebe za vektoriranjem, ali bi bilo praktično samo u slučaju da u prilaz dolazi isključivo jedan zrakoplov.

### **2.1.5 Izmjene prostora TMA Zagreb s utjecajem na protok prometa**

Izmjena prostora TMA Zagreb odvila se 30.4.2015. godine. Trenutni deklarirani kapacitet TMA Zagreb je 20 zrakoplova unutar jednog sata s tim da broj dolazaka unutar jednog sata ne bi smio premašiti 10 do 12 dolazaka [6]. Prostor TMA proširio se u horizontalnom pogledu na način da sada udaljenost između najudaljenijih pozicija prostora iznosi 130 nautičkih milja umjesto prijašnjih 90. Također, po širini prostor se proširio za 10 nautičkih milja. Najznačajnije promjene su uvođenje točke VEBAL u prostor TMA koja se najčešće koristi za prelete zrakoplova, uvođenje VBA u prostor (prethodno je bila izvan TMA ali se koristila kao referentna točka) i obuhvaćanje dijela prostora Bosne i Hercegovine uvođenjem točaka OKSIG, EVTON i ETOBI koje zajedno čine „KOMAR *line*“ i koriste se kao dolazne točke u prostor umjesto starih točaka TEBLI, DEVUL, RUDI, NIVES koje se dalje nastavljaju koristiti kao odlazne točke. Jedinica prilazne kontrole Zagreb vertikalno je preuzela kontrolu prometa iznad prilazne kontrole Banja Luke od FL 125 do FL 205 i dodatno se uvela koordinacija s centrom oblasne kontrole Sarajevo. Kontrolori prilazne jedinice Zagreb napominju kako je ovo proširenje prostora povećalo kapacitet, povećalo i protok prometa, ali isto tako donijelo i mnogo više komplikacija, posebice u dijelu prostora iznad prilazne kontrole Banja Luke i dijelu prostora koji je južnije. U tom dijelu vrše se preleti i isto tako zrakoplovi ulaze u prostor TMA i snižavaju, a s druge strane velik dio odlazaka vrši se također prema tom prostoru. Slika 6 prikazuje trenutni izgled prostora TMA Zagreb na način na koji ga vide prilazni kontrolori na radarskoj slici.



Slika 6- Prošireni prostor nadležnosti-TMA Zagreb

Izvor: Croatia Control Ltd.(18.8.2015.)

## 2.2 Zadaci prilazne kontrole zračnog prometa

Glavni ciljevi i zadaci jedinice prilazne kontrole u pružanju svojih usluga su sljedeći [3]:

- i. Osigurati horizontalnu i vertikalnu separaciju između zrakoplova u odlasku sa aerodroma, dolasku i prilazu, i preletima.
- ii. Osigurati i zadržati ekspeditivan protok zračnog prometa
- iii. Pomoći pilotima u izbjegavanju dijelova prostora zahvaćenog lošim vremenom
- iv. Pomoći pilotima sa navigacijskim problemima
- v. Pružiti informacije o prometu



- vi. Pomoći pilotima posebnim situacijama kao što su izvanredne situacije, letovi u svrhu potrage i spašavanja, testni letovi, kalibracijski letovi i slično

Dodatno, u radarske zadatke ubrajaju se još i:

- i. Identificirati zrakoplov
- ii. Pratiti i vektorirati zrakoplov

## 2.3 Pravila i norme sigurnosti radarske prilazne kontrole unutar TMA Zagreb

Sigurnost je najvažniji faktor koji kontrolori zračnog prometa i piloti moraju uzeti u obzir obavljajući svoje funkcije. Kako bi se ona održala i zaštitili ljudski životi bilo je potrebno uvesti niz pravila koja moraju biti poštivana od obje strane.

### 2.3.1 Radarska identifikacija zrakoplova

Radarska prilazna kontrola znači da kontrolor zračnog prometa informacije o prometu dobiva putem radara, primarnog ili sekundarnog, ili kombinacijom oba. Da bi bilo koje radarske norme razdvajanja bile izvedive, zrakoplov je potrebno identificirati. Identifikacija zrakoplova je situacija u kojoj kontrolor leta na radarskoj slici pozitivno uoči zrakoplov koji mu se javio inicijalnim pozivom<sup>2</sup> i to mu potvrdio. Prilazna kontrola u Zagrebu koristi sliku i podatke dobivene od sekundarnog radara. Načini identifikacije zrakoplova putem sekundarnog radara su [3]:

- i. Prepoznati pozivni znak(identifikaciju) zrakoplova na radarskoj slici
- ii. Prepoznati dodijeljeni *squawk*<sup>3</sup> zrakoplova na radarskoj slici
- iii. Direktno prepoznavanje zrakoplova opremnjenim transponderom moda S
- iv. Ukoliko kontrolor nije siguran, može promijeniti *squawk* zrakoplova
- v. Zatražiti pilota da na transponderu aktivira opciju *squawk ident* i uočiti je na radarskoj slici

---

<sup>2</sup> Prvi poziv koji se izmjenjuje između pilota i kontrolora leta u svrhu identifikacije i davanja odobrenja

<sup>3</sup> Četverbrojčana identifikacijska oznaka koja je dodijeljena drugačijom svakom zrakoplovu zapisana u oktalnom sustavu

### 2.3.2 Minimalna radarska separacijska norma

Osnovni i standardni uvjeti koji u svako vrijeme kontroliranja zrakoplova moraju biti zadovoljeni su horizontalna i vertikalna radarska separacija koja se mjeri od sredine zrakoplova. Zrakoplovi horizontalno moraju biti razdvojeni na međusobnoj udaljenosti od minimalno 5 nautičkih milja ili vertikalno za 1000 stopa. Indikacija visine na radarskom ekranu može se koristiti ukoliko nije različita za više od 300 stopa od stvarne, a visina se smatra održanom ako se zrakoplov nalazi na toj visini za najmanje 3 konstantna okreta radara, odnosno obnavljanje radarske slike. Važan čimbenik pri vertikalnom razdvajanju zrakoplova je postavka tlaka, odnosno referenca prema kojoj visinomjer indicira visinu u zrakoplovu. Budući da je određeno da unutar TMA Zagreb apsolutna prijelazna visina (*eng. Transition Altitude*)<sup>4</sup> iznosi 9500 stopa tako u slučaju da je QNH manji od 1013.25hpa koliko iznosi QNE, zrakoplov koji se nalazi na apsolutnoj visini 9000 stopa i zrakoplov koji se nalazi na FL 100 ne bi bili razdvojeni za 1000 stopa. Prema tome, ovdje bi bilo potrebno primijeniti vertikalna separacija od 2000 stopa. Dužnost je prilaznog kontrolora da svakom pilotu zrakoplova koji spušta da vrijednost tlaka QNH za to područje budući da o njemu zavisi sigurnost daljnjeg spuštanja i pravilna indikacija apsolutne visine. Ukoliko pilotu nije dan QNH, dužan je isti zatražiti frazom:

Pilot: CTN123<sup>5</sup>, request QNH (Zagreb).

Ukoliko osiguravanje vertikalne separacije nije moguće, primjenjuje se horizontalna separacija, koja standardno kao što je već spomenuto iznosi 5 NM. Iznimno, ona može biti smanjena od strane nadležne kontrole leta na 3 NM u slučaju da mogućnosti radara to zadovoljavaju (postojanje bržeg obnavljanja slike) ili na 2.5 NM u slučaju da su dva zrakoplova u prilazu, jedan iza drugog, na istoj putanji završnog prilaza unutar 10 NM od kraja uzletno-sletne staze. Budući da je potrebno da staza bude isključivo za slijetanje te radarski sustav to ne omogućuje, staza u Zagrebu 05-23 taj uvjet ne zadovoljava.

### 2.3.3 Pravila radarskog vektoriranja zrakoplova

Radarski prilaz je tip prilaza u kojem se segment završnog prilaza odvija pomoću vektora, smjerova (*eng. heading*) u odnosu na magnetni sjever koje izdaje prilazni kontrolor koristeći radarsku sliku i poštujući minimalnu radarsku apsolutnu visinu za vektoriranje

---

<sup>4</sup> TA- apsolutna visina leta pri kojoj pilot mijenja postavku tlaka sa QNH na QNE

<sup>5</sup> Pozivni znak zrakoplova

(eng. *MRVA- Minimum Radar Vectoring Altitude*)<sup>6</sup>. Pravila kojih se prilazni kontrolor mora pridržavati pri vektoriranju su sljedeća [3]:

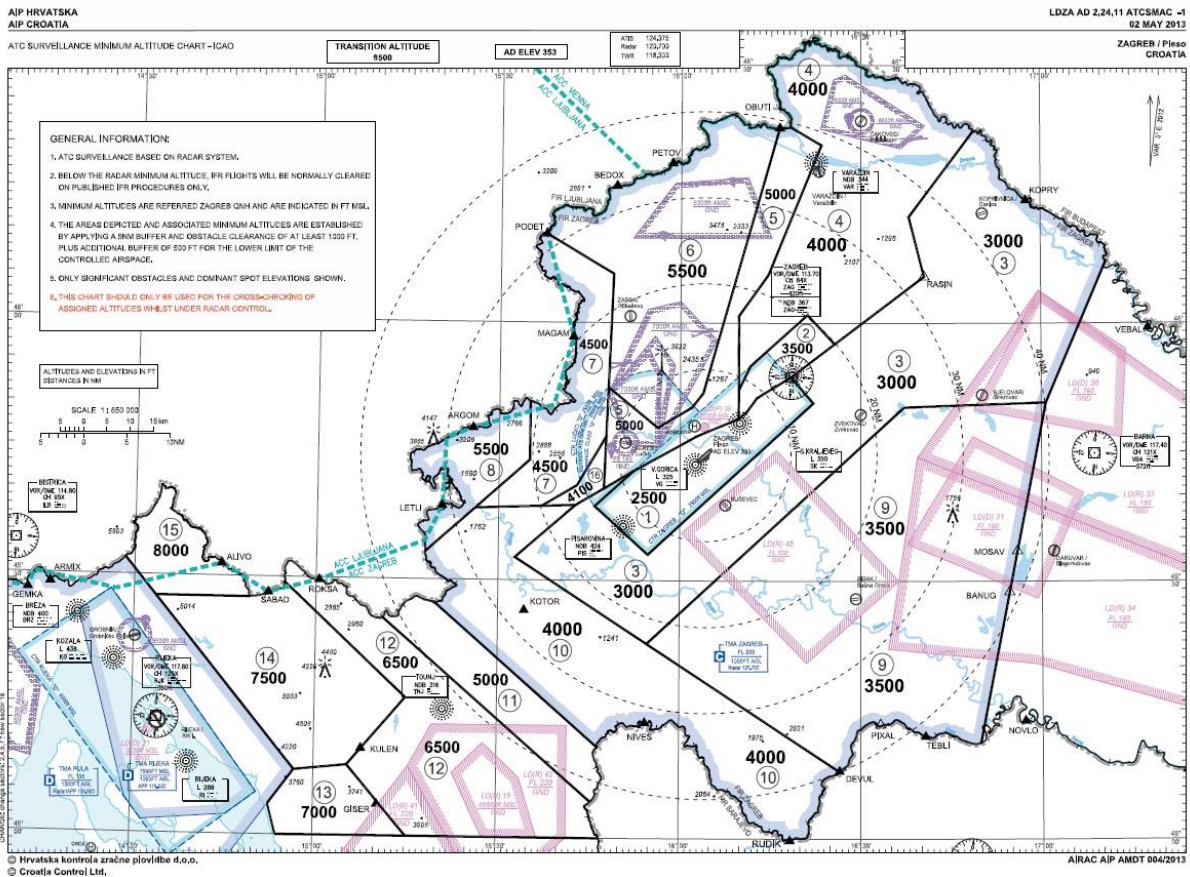
- i. Treba informirati pilota o razlogu vektoriranja (za prilaz, zbog drugog konfliktnog prometa, zbog lošeg vremena, zbog dolaska do određene pozicije, dobivanja na vremenu i slično)
- ii. Nije dopušteno vektorirati kontrolirani zrakoplov u nekontrolirano područje osim u slučajevima izvanrednih situacija i za izbjegavanje lošeg vremena o čemu pilot mora biti obaviješten
- iii. Zadani *heading* uvijek mora biti s obzirom na magnetni sjever i ukoliko može izazvati zabunu, potrebno je reći smjer zaokreta prema određenom *headingu* (lijevo ili desno)
- iv. Vektoriranjem pomoći zrakoplovima s navigacijskim problemima
- v. Pri završnom prilazu i dovođenju zrakoplova na presijecanje ILS *localisera*<sup>7</sup>, zrakoplov mora biti doveden unutar 30 stupnjeva s obje strane kako bi antena bila u mogućnosti uhvatiti signal ILS-a
- vi. Minimalne apsolutne visine vektoriranja (MRVA) moraju biti dovoljno velike
- vii. Nakon završetka radarskog vektoriranja, kontrolor mora biti siguran da pilot može nastaviti let prema vlastitoj navigaciji i obavijestiti ga o završetku vektoriranja

Slika 7 prikazuje minimalnu apsolutnu visinu za vektoriranje unutar TMA Zagreb koje se prilazni kontrolori zračnog prometa moraju pridržavati u svakom trenutku zbog održavanja sigurnosnog vertikalnog razmaka između zrakoplova i terena.

---

<sup>6</sup> MRVA je najniža apsolutna visina unutar kontroliranog zračnog prostora koja može biti korištena pri vektoriranju IFR letova, uzevši u obzir minimalnu sigurnu visinu i strukturu zračnog prostora nekog područja

<sup>7</sup> ILS- instrumentalni sustav za slijetanje (eng. *Instrument Landing System*) je sustav za precizni prilaz zrakoplova, a *localiser* je signal koji zrakoplov vodi u horizontalnoj ravnini. *Glide Slope* je drugi segment ILS-a koji zrakoplov vodi po vertikalnoj ravnini.



Slika 7- Minimalna apsolutna visina za vektoriranje unutar TMA Zagreb

Izvor: AIP HRVATSKA LDZA AD 2.24.11 (02 MAY 2013), Croatia Control Ltd.

### 2.3.4 Upravljanje brzinama u prilazu

Upravljanje brzinama jedan je od načina održavanja protoka prometa unutar TMA, ali koristeći ih treba biti vrlo oprezan budući da zbog određenih pravila povećavaju radno opterećenje kontrolora. Naime, nakon što prilazni kontrolor prvi put promijeni brzinu određenom zrakoplovu, dužan je nastaviti davati instrukcije o brzini pilotu zrakoplova sve do prijenosa na frekvenciju aerodromskog kontrolnog tornja. Ograničenja i mijenjanja brzine ne bi trebali biti primijenjeni na zrakoplove nakon što prođu točku na udaljenosti 4 NM od praga uzletno-sletne staze. Ispod FL 150 brzina ne bi trebala biti smanjivana ispod 220 čvorova IAS (*eng. Indicated Airspeed*)<sup>8</sup> za turbomlazne odnosno manje od 200 čvorova za turboprop zrakoplove do 12 NM od praga piste. Brzina leta za zrakoplove na srednjem ili završnom segmentu prilaza ne bi smjela biti smanjena ili uvećana za više od 20 čvorova, a sveukupno ne bi trebala biti reducirana ispod 150 čvorova [3][4].

<sup>8</sup> Brzina indicirana na instrumentu u zrakoplovu

Pri promjeni brzine više zrakoplova, kontrolor je dužan provjeriti brzine svih zrakoplova i zatim im dodijeliti brzine na način da prvi zrakoplov koji započinje prilaz ima najveću brzinu, a ostali manju i tako redom.

### 3 KOORDINACIJA JEDINICE PRILAZNE KONTROLE ZAGREB

Prema ICAO dokumentu 4444 koordinacija je proces davanja odobrenja, transfer kontrole ili informacija danih zrakoplovu između različitih centara kontrole zračnog prometa ili sektora unutar istog centra. Koordinacija sa susjednim sektorima i jedinicama jedan je od ključnih faktora za povećanje protoka zračnog prometa uz zadržavanje jednake ili povećane razine sigurnosti. Budući da kontrolori rade u paru, jedan izvršni i jedan kontrolor planer, koordinaciju obavlja planer koji sve potrebne informacije predaje susjednim jedinicama ili sektorima što je ključno za rješavanje potencijalnih konflikata. Ključni elementi koordinacije su: odobrenja kontrole zračnog prometa (*eng. ATC clearance*), podaci o planu leta, podaci o tijeku leta, revizije, očekivana vremena na određenim pozicijama i zahtjev za odobrenjem (*eng. approval request*) koji se koristi u slučaju nestandardnih okolnosti [4].

Dokument 4444 propisuje da, ukoliko je to moguće, budu napravljene i primjenjivane standardne procedure i postupci pri koordinaciji i predavanju kontrole nad zrakoplovima kako bi se smanjila potreba za verbalnom koordinacijom. Naravno, obje strane koje sudjeluju u tom postupku, trebaju taj sporazum i prihvatiti. Standardni postupci koordinacije prilazne kontrole zračnog prometa u Zagrebu i ostalih susjednih jedinica propisani su u zajedničkom sporazumu (*eng. Letter of Agreement*), a koordinacija sa susjednim sektorima u operativnom priručniku usluga kontrole zračnog prometa (*eng. ATS Operation Manual*). U praksi, koordinacija se najčešće obavlja putem telefona, ali moguća je i razmjena podataka sustavom za automatsku izmjenu podataka. Principi na kojima se temelji su [3][4]:

- i. Zajednička granica prostora
- ii. Specifično vrijeme
- iii. Specifična apsolutna visina ili razina leta
- iv. Specifična točka

Svaki LoA dogovoren između susjednih jedinica trebao bi sadržavati sljedeće podatke [3][4]:

- i. Definiran prostor nadležnosti i zajedničkog interesa obje države, strukturu zračnog prostora i klasu zračnog prostora
- ii. Svaku dodjelu odgovornosti za pružanje usluga kontrole zračnog prometa
- iii. Procedure za razmjenu podataka o planu leta i podataka o kontroliranju, uključujući upotrebu automatiziranih i/ili verbalnih koordinacijskih poruka
- iv. Način komunikacije

- v. Zahtjevi i procedure pri traženju odobrenja za određenim postupcima (*approval requestom*)
- vi. Značajne točke, apsolutne visine ili razine leta, ili vremena za prijenos kontrole nad zrakoplovom
- vii. Značajne točke, apsolutne visine ili razine leta, ili vremena za prijenos komunikacije s određenim zrakoplovom
- viii. Uvjeti koji se primjenjuju na transfer i prihvaćanje kontrole, kao što su definirane apsolutne visine ili razine leta, separacijski minimumi i razmak između zrakoplova u vrijeme prijenosa kontrole ( primjerice, dva zrakoplova ne smiju biti predana drugoj jedinici kontrole ukoliko se nalaze u konfliktnoj situaciji ili će daljnji tijek dovesti do toga)
- ix. Koordinacijske procedure nadzornih sustava službi kontrole zračnog prometa
- x. Procedure dodjele SSR kodova<sup>9</sup>
- xi. Procedure za odlazni promet
- xii. Procedure za dolazni promet i procedure čekanja na odgovarajućim točkama
- xiii. Procedure u slučaju nepredviđenih situacija
- xiv. Bilo koje druge informacije povezane s koordinacijom i prijenosom kontrole nad zrakoplovima

### 3.1 Koordinacija s jedinicama susjednih država

Jedinica prilazne kontrole Zagreb vrši ovakav tip koordinacije s jedinicama susjednih država nadležnim za zračni prostor:

- i. Slovenije – ACC<sup>10</sup> Ljubljana, APP<sup>11</sup> Maribor, FIC<sup>12</sup> Ljubljana
- ii. Austrije – ACC Vienna
- iii. Mađarske – ACC Budapest, FIC Budapest
- iv. Bosne i Hercegovine – APP Banja Luka, FIC Banja Luka, ACC Sarajevo

Dogovorima je utvrđeno da se prijenos komunikacije sa zrakoplovom između jedinica vrši otprilike dvije do tri minute prije nego što zrakoplov dosegne granicu zračnog prostora kako bi kontrolor druge jedinice mogao što bolje organizirati prilaz. U tu svrhu, sporazumom

<sup>9</sup> Odnosi se na identifikacijske kodove koji se unose u transponder

<sup>10</sup> eng. *Area Control Centre* – centar oblasne kontrole

<sup>11</sup> eng. *Approach* – u ovom slučaju odnosi se na proceduralno pružanje kontrole zračnog prometa

<sup>12</sup> eng. *Flight Information Centre* – Centar za pružanje letnih informacija

su također određene i apsolutne visine i razine leta na kojima bi zrakoplov trebao biti predan, takozvani *FLAS-ovi*.

Jedinica prilazne kontrole sa Slovenijom ima sporazum da smije vektorirati zrakoplov odmah nakon predaje komunikacije što im uvelike olakšava kontrolu nad zrakoplovom budući da se radi o vrlo uskom pojasu zračnog prostora do CTR-a Zagreb. Što se tiče promjena visine zrakoplova, kontrolori snižavaju zrakoplov tek kada uđe u njihov prostor. Dogovorom, ulazak u hrvatski zračni prostor na točki ARGOM trebao bi biti ispod FL 130, a obično bude proveden na 9000 stopa. Točke MAGAM i GORPA uobičajeno se koriste za prelete zrakoplova i dogovoren je FL 180 ili niže, a u praksi je to obično FL 140, ovisno o destinaciji. Za odlaznu točku PODET, dogovoren je FL 180. Zrakoplovi se u svim slučajevima uobičajeno predaju u spuštanju ili u penjanju.

Koordinacija s oblasnom kontrolom Austrije vrši se preko dvaju točaka, PETOV i OBUTI. PETOV je uobičajeno dolazna točka prema hrvatskom zračnom prostoru, a dogovoreni ulazni FL je FL 150, s time da zrakoplov obično ulazi u prostor i već održava tu razinu leta. OBUTI je odlazna točka i uobičajeno da se zrakoplovi predaju u penjanju iznad FL 130 pa sve do FL 200, jasno, zbog vertikalne granice prostora TMA Zagreb, FL 205. Zrakoplov koji dolazi iz zračnog prostora Austrije ne smije se vektorirati i ne smije mu se mijenjati visina sve dok ne uđe u TMA Zagreb.

Na granici s zračnim prostorom Mađarske nalaze se točke KOPRY i VEBAL koje se koriste i kao ulazne i kao izlazne točke. Ukoliko se radi o dolaznom zrakoplovu, prema dogovoru zrakoplov bi trebao doći u spuštanju i to ispod FL 150, a praksi je to obično između FL 150 i FL 120 za točku KOPRY, a za točku VEBAL to je FL 200. Odlazni zrakoplov bi trebao biti predan u penjanju iznad FL 170, a najčešće dobiva odobrenje za penjanje na FL 200. Naravno, ovisno o destinaciji zrakoplov koji dolazi iz zračnog prostora Mađarske, također se ne smije vektorirati i ne smije mu se mijenjati visina prije nego što uđe u TMA Zagreb.

Bosna i Hercegovina, točnije proceduralna prilazna kontrola i centar za pružanje letnih informacija Banja Luka i centar oblasne kontrole Sarajevo, s hrvatskim zračnim prostorom dijele točke TEBLI, DEVUL, RUDIK, NIVES, a nadodane su još i OKSIG, EVTON i ETOBI koje zajedno čine KOMAR pravac (*line*). Kao odlazna točka navodi se NIVES gdje je uobičajeno da zrakoplov izlazi na FL 150 ili više, a uobičajeno je da dobije odobrenje da penje do FL 200. Točka TEBLI obično se koristi u oba smjera. Ukoliko se radi o odlasku,



zrakoplov bi trebao biti predan iznad FL 150, a uobičajeno je da mu je odobreno penjanje do FL 200. Iznimno, ako zrakoplov polijeće iz zračne luke u Banja Luci, na ulaznim točkama TEBLI i DEVUL uobičajeno ulazi na FL 110. OSKIG, EVTON i ETOBI koriste se kao nove točke za dolazak i sporazumom je utvrđeno da bi zrakoplovi u prilazu KOMAR *line* trebali proći na FL 200 ili niže kako bi zrakoplov imao vremena i mogao sigurno nastaviti spuštati prema stazi. Sporazumom, zrakoplovi koji dolaze iz tog dijela smiju se vektorirati odmah pri javljanju na frekvenciju jedinice prilazne kontrole Zagreb, ali mijenjanje visine obavlja se tek pri ulasku u TMA.

### 3.2 Koordinacija unutar Hrvatske

Jedinica prilazne kontrole Zagreb unutar hrvatskog prostora vrši koordinaciju s TWR Zagreb, TWR Lučko, ACC Zagreb i FIC Zagreb. Najveći utjecaj ovdje na protok zračnog prometa imaju TWR Zagreb i ACC Zagreb. Točke koje se ovdje koriste su: KOTOR, BANUG, MOSAV i radionavigacijsko sredstvo VBA. Točka KOTOR koristi se i kao ulazna i kao izlazna točka. Kao ulazna točka ne ovisi o smjeru staze, a ukoliko je smjer staze u to vrijeme 05, koristi se kao točka iz koje se vrši prilaz iz pravca (*eng. straight-in approach*). Dogovorom je utvrđeno da zrakoplov ulazi ispod FL 140, a uobičajeno je da je to u rasponu od FL 140 do FL 110. U slučaju da se koristi kao odlazna točka, zrakoplov se predaje sektoru oblasne kontrole u penjanju između FL 150 i FL 200. Točke BANUG i MOSAV isključivo su izlazne točke iz prostora i na karti su označene kao neobavezne točke javljanja. Zrakoplov se predaje sektoru oblasne kontrole u penjanju između FL 150 i FL 200. Točka VBA koristi se kao ulazna točka u hrvatski prostor i ovisno o namjerama pilota zrakoplova, slijetanje ili prelet ima propisane ulazne razine leta. U slučaju da pilot ide na slijetanje, trebao bi ući održavajući FL 140, a u slučaju preleta, zrakoplovi obično dolaze u spuštanju i to između FL 240 i FL 210. Zrakoplovi koji dolaze iz hrvatskog prostora smiju se vektorirati odmah pri javljanju na frekvenciju, a kontrolori mijenjaju visinu zrakoplova pri ulasku u TMA.

Aerodromski kontrolni toranj Zagreb povezan je s jedinicom prilazne kontrole u smislu dolazaka zrakoplova (zrakoplova u prilazu) i odlaznih zrakoplova. U praksi je uobičajeno da uz stripove koje toranjski kontrolor ima, prilazni kontrolor dodatno obavijesti o dolasku određenog zrakoplova i to otprilike 1-2 minute prije predaje zrakoplova na vezu kontrolnog tornja. Također, kontrolor u tornju dodatno sluša frekvenciju prilazne kontrole, a svaka dodatna potreba za koordinacijom vrši se telefonski. Standardno je da se zrakoplov u

dolasku predaje na frekvenciju tornja pri punom uhvaćenom ILS-u, a ukoliko je to potrebno, dodatno se telefonski obavještava da pilot dobio instrukciju za promjenu frekvencije. Pri polijetanju i odlasku zrakoplova iz CTR-a Zagreb u TMA Zagreb, uobičajeno je da toranjski kontrolor izdaje takozvani *dummy clearance* što znači odobrenje bez prethodne koordinacije s prilaznom kontrolom. To je vrsta odobrenja koju toranj daje u kojem pilotu zrakoplova zadaje određeni SID i apsolutnu visinu do koje mu je dozvoljeno da penje, a ona u normalnim okolnostima iznosi 6000 stopa. U inicijalnom pozivu zrakoplova s jedinicom prilazne kontrole pilot zrakoplova obavještava kontrolora o zadanom SID-u i razini leta. U praksi je uobičajeno da pilot zrakoplova dobije SID i odobrenje da penje do apsolutne visine 6000 stopa, a predaja kontrole i komunikacije obavlja se otprilike kad zrakoplov dostigne visinu od 1000 do 2000 stopa ili u slučaju lošije vidljivosti i ranije.

U slučaju predaje zrakoplova oblasne kontrole prilaznoj, bez prethodne koordinacije, oblasna kontrola, obično sektor koji kontrolira donji dio zračnog prostora zrakoplov spušta do FL 210 zbog vertikalne granice TMA Zagreb. Transfer zrakoplova obično se obavlja u spuštanju, otprilike oko FL 230. Nakon toga, prilazna kontrola zrakoplov dalje spušta, uvodi u svoj prostor i može ga kontrolirati. Moguće je da zrakoplov dobije odobrenje za spuštanje i ispod FL 210, ali samo uz prethodnu sistemsku koordinaciju s prilaznim kontrolorom. Vrijedi i obrnuto. Jedinica prilazne kontrole, kao što je moguće primjetiti i iz 3.1.1. niti jedan zrakoplov ne penje iznad FL 200. U praksi se zrakoplov koji penje i traženi FL je iznad FL 200 prebacuje na frekvenciju oblasne kontrole u penjanju i obično kad dostigne FL 170, a ukoliko ne postoji nikakva opasnost ili konflikt može i nešto ranije kako bi se kontrolor rasteretio i time omogućio protočniji prostor i mogućnost usmjeravanja pažnje na nove zadatke i zrakoplove.

Kontrolni toranj Lučko u većini slučajeva obavlja koordinaciju s jedinicom prilazne kontrole u svrhu školskih i padobranskih letova. Padobranski letovi se moraju ranije najaviti prilaznom kontroloru, a zrakoplov s padobrancima obično kruži unutar CTR-a Lučko na otprilike 2000 stopa i zatim se javlja prilaznom kontroloru na frekvenciju ukoliko odluči penjati na apsolutnu visinu veću do 4000 stopa. Nakon odobrenja za penjanje, obično penje do 9000 stopa, ondje izvrši izbačaj padobranaca i zatim uz odobrenje ponovno kreće u spuštanje.

## 4 UPOTREBA FRAZELOGIJE UNUTAR TMA ZAGREB

Kao jedan od važnih čimbenika koji utječu na protok zračnog prometa, kontrolori jedinice prilazne kontrole Zagreb ističu pravilnu upotrebu frazeologije. Budući da se radi o relativno malom prostoru, a operacije koje se odvijaju i naredbe koje je potrebno dati su zahtjevne i u vrlo kratkom vremenu, upotreba frazeologije kako je i propisana je ponekad podosta usporavajući čimbenik. Frazeologija i komunikacija standardizirani su prema ICAO *Annexu 10 (vol.II)* i ICAO dokumentu 4444 (*Air Traffic Management*). Komunikacija se odvija dvosmjerno i uobičajeno je započinje pilot, inicijalnim pozivom. Iznimka je slučaj kada zrakoplov uđe u TMA i nije se javio na frekvenciji. Tada kontrolor prvi započinje komunikaciju:

KONTROLOR: „CTN123<sup>13</sup>, Zagreb Radar<sup>14</sup>, do you read?“

U normalnim okolnostima, prijenos komunikacije i kontrole odvijat će se ovisno o sporazumu sa susjednim jedinicama. Obično je to dvije do tri minute prije ulaska u zračni prostor. Inicijalni poziv pilota kada se javlja prilaznom kontroloru se sastoji od:

- i. Pozivnog znaka jedinice kojoj je predan praćen sa svojim pozivnim znakom
- ii. Točka kojoj se približava ili heading u kojem leti ako mu je zadan od strane susjedne jedinice
- iii. Apsolutna visina ili razina leta na kojoj se trenutno nalazi ili prema kojoj spušta ili penje
- iv. Slovo *ATIS*-a kojeg je poslušao i bilo kakve dodatne informacije (primjerice ako mu je promijenjena brzina)

*ATIS (eng. Automatic Terminal Information Service)* je usluga koja može biti dana glasovno ili *Dana-Linkom*. Pilot sluša *ATIS* neposredno prije javljanja na frekvenciju kontrole kojoj je predan i označivač *ATIS*-a zatim prijavljuje kontroloru koji ukoliko je to onda potrebno, obavijesti pilota o promjenama. *ATIS* sadržava podatke o smjeru staze u upotrebi, oznake staze, tipovima prilaza, prijelaznu razinu leta (TL), vidljivost, vidljivost uzduž staze, bilo kakva ograničenja ili kašnjenja ako postoje, temperaturu i točku rosišta, postavku tlaka i druge informacije koje mogu pomoći pilotu [4]. Vidljivo je kako *ATIS* pruža

---

<sup>13</sup> Pozivni znak (*eng. callsign*) postaje koju se doziva (u ovom slučaju je za primjer uzet pozivni znak Croatia Airlinesa)

<sup>14</sup> Pozivni znak postaje koja zove (Zagreb Radar je pozivni znak radarske jedinice prilazne kontrole isto kao i oblasne kontrole)

informaciju o postavci tlaka, ali budući da se radi o vrlo važnoj informaciji, u praksi se ona uvijek govori još jednom. ATIS uvelike smanjuje radno opterećenje kontrolora zbog smanjene potrebe za davanjem dodatnih informacija i smanjivanjem vremena zauzetosti frekvencije.

#### 4.1 Slučaj dolazaka za stazu 05

Primjer jednog inicijalnog poziva u dolasku na točku ARGOM bi glasio:

PILOT: „Zagreb Radar, CTN123, inbound ARGOM, passing FL 120, descending to (altitude) 9000ft, information A received.“

Naredbe i informacije koje prilazni kontrolor daje pri inicijalnom pozivu trebaju sadržavati ovim redoslijedom:

- i. Pozivni znak zrakoplova kojem se obraća, pozivni znak svoje jedinice
- ii. Potvrda da je zrakoplov identificiran ili radnja koju je potrebno napraviti da bi se omogućila identifikacija
- iii. Točka do koje je zrakoplovu odobren let, a češće je to određeni heading
- iv. Apsolutna visina ili razina leta do koje pilot smije spuštati
- v. Trenutnu važeću postavku tlaka
- vi. Razlog vektoriranja ili očekivani tip prilaza
- vii. Potvrda identifikacije ATIS-a i neke dodatne informacije

U praksi, kao odgovor na gore naveden inicijalni poziv pilota mogao bi biti primjer:

KONTROLOR: „CTN123, Zagreb Radar, identified, fly heading 125, descend to 9000ft, QNH 1014, vectoring for ILS approach runway 05, information A correct.“

Dijelovi transmisije podliježu ponavljanju poruke (*eng. readback*) koju je pilot dužan izvršiti kako bi se osiguralo da radnja koju napravi bude u skladu s danim naredbama. Prema ICAO *Annexu 10 (vol.II) readback* je procedura u kojoj stanica koja je primila poruku ponavlja primljenu poruku ili dio poruke stanici koja je poruku poslala kako bi se potvrdilo točno primanje transmisije. Dijelovi transmisije koju podliježu ponavljanju definirani su u ICAO dokumentu 4444. U navedenom primjeru to izgleda ovako [1][5]:

PILOT: „Turning heading 125, descending to 9000ft, QNH 1014, vectoring for ILS approach runway 05, CTN123“

Vidljivo je kako pozivni znak pilota u readbacku dolazi na kraju transmisije. Ova izmjena transmisija između kontrolora i pilota obično završava potvrdom kontrolora da je pilot napravio dobar readback:

KONTROLOR: „CTN123, correct“

Način na koji se izgovaraju određeni brojevi vezani uz dijelove poruke definiran je u ICAO *Annexu 10 (vol.II)*. Daljnja komunikacija odvija se po potrebi i pravovremeno, kada pilot dostigne određenu poziciju ili visinu. Normalni daljnji tijek razvoja situacije bi bio da kontrolor pilota dovede do pozicije u kojoj može pravilno uhvatiti puni ILS i nakon toga se obavlja transfer kontrole aerodromskom kontrolnom tornju.

KONTROLOR: „CTN123, descend to 6000ft.“

PILOT: „Descending to 6000ft, CTN123.“

KONTROLOR: „CTN123, correct.“

KONTROLOR: „CTN123, descend to 3000ft“ (nakon što je to u skladu s MRVA-om)

PILOT: „Descending to 3000ft, CTN123.“

KONTROLOR: „CTN123, correct.“

KONTROLOR: „CTN123, turn left heading 080, cleared for ILS approach runway 05, report ILS established.“

PILOT: „Turning left heading 080, cleared for ILS approach runway 05, wilco, CTN 123.“

KONTROLOR: „CTN123, correct.“

PILOT: „CTN123, ILS fully established.“

KONTROLOR: „CTN123, roger, contact Zagreb Tower 118.3.“

PILOT: „118.3, CTN123.“

KONTROLOR: „CTN123, correct.“

Iz navedene izmjene transmisija, vidljivo je kako kontrolor prema propisanim pravilima, koja se nalaze i u AIP-u Hrvatske, mora potvrditi svako ispravno ponavljanje poruke pilota, odnosno ispravan *readback*. Upravo su taj dio komunikacije prilazni kontrolori TMA Zagreb naveli kao jedan od ograničavajućih čimbenika i utjecaj na nešto sporiji protok. Kao moguće rješenje navodi se korištenje potvrđivanja samo na inicijalnom pozivu i pri transferu zrakoplova, iz sigurnosnih razloga. Prosječno, ne uključujući potvrđivanje inicijalnog poziva i transfer na frekvenciju tornja, prilazni kontrolor trebao bi izreći „*correct*“ 5-6 puta, što opet naravno ovisi o broju potrebnih vektora i količini potrebnih naredbi spuštanja zrakoplova što bi obično trajalo do 3 sekunde. Uzmimo za primjer da kroz TMA Zagreb unutar jednog sata prođe 15 zrakoplova što bi značilo da je frekvencija prosječno zauzeta 4.5 minute unutar jednog sata na potvrđivanje *readbacka* pilota. Uzevši u obzir relativno brz tijek odvijanja radnji unutar TMA, na račun spomenutog mogao bi se otvoriti prostor za komunikaciju i posvetu vremena drugom zrakoplovu ili situaciji.

## 4.2 Slučaj odlazaka za stazu 05

Pri polijetanju, odnosno odlasku zrakoplova prilazni kontrolor na radarskom ekranu identificira zrakoplov. Zatim pilotu potvrđuje već zadani ili izdaje određeni SID koji pilot mora pratiti, određeni *heading* ili određenu točku, ovisno o situaciji. Također, kontrolor pilotu izdaje i visinu ili razinu leta do koje je pilotu dozvoljeno penjanje. Primjer transmisije bio bi:

PILOT: „Zagreb Radar, CTN123, (airborne at 0930), following PODET 3C departure, passing 2000ft, climbing to 6000ft.“

KONTROLOR: „CTN123, Zagreb Radar, identified, follow PODET 3C departure, climb to FL 180.“

PILOT: „Following PODET 3C departure, climbing to FL 180, CTN123.“

KONTROLOR: „CTN123, correct.“

Postoje slučajevi kada kontroloru zbog prometne situacije ne odgovara da pilot ide po određenom SID-u pa takvu situaciju rješava poništenjem starog odobrenja i davanjem novog (*eng. reclearance*):

PILOT: „Zagreb Radar, CTN123, (airborne at 1430), following TEBLI 4C departure, passing 2000ft, climbing to 6000ft.“

KONTROLOR: „CTN123, Zagreb Radar, identified. Recleared, after passing 3000ft turn right direct to TEBLI, climb to FL 200.“

PILOT: „After passing 3000ft to turn right direct to TEBLI, climbing to FL 200,CTN123.“

KONTROLOR: „CTN123, correct.“

Postoje slučajevi kada se koriste točke s lijeve strane staze 05, u tom slučaju kontrolor zbog drugačije konfiguracije terena koristi frazu:

KONTROLOR: „CTN123, Zagreb Radar, identified. Recleared, after passing 4000ft turn left direct to PODET, climb to FL 180.“

KONTROLOR: „CTN123, Zagreb Radar, identified. Recleared, on runway heading climb to FL 180(FL 200).“

### **4.3 Slučaj preleta**

Kod slučaja preleta, kontrolor često mora spustiti zrakoplov sa više razine leta od vertikalne granice TMA u svoj prostor, a pritom se još uvijek drži pravila da prvo identificira zrakoplov, zatim da odobrenje prema određenoj točki ili zada određeni smjer i zatim naredbu za promjenu visine. U praksi bi to izgledalo ovako:

PILOT: „Zagreb Radar, CTN123, inbound VBA, passing FL 240, descending to FL 210.“

KONTROLOR: „CTN123, Zagreb Radar, identified. Cleared direct to MAGAM, descend to FL 200.“

PILOT: „Cleared direct to MAGAM , descending to FL 200, CTN123.“

KONTROLOR: „CTN123, correct.“

## 5 PRODECURE I POSTUPCI RAZDVAJANJA UNUTAR TMA ZAGREB

### 5.1 Određivanje redoslijeda prilaza

Određivanje redoslijeda prilaza (*eng. approach sequence*) jedan je od najvažnijih i prvih zadataka koje prilazni kontrolor zračnog prometa mora napraviti. Pravilan redoslijed kojim će zrakoplovi ići u prilaz treba biti napravljen na način da se osigura maksimalan protok prometa uz minimalna kašnjenja. U obzir treba uzeti longitudinalnu separaciju s obzirom na kategorije turbulencije zrakoplova i da pri određivanju redoslijeda prilaza određeni zrakoplovi imaju prednost, a prema ICAO dokumentu 4444 to su [3][4]:

- i. Zrakoplovi u nevolji kojima zbog određenih čimbenika prijete neposredna opasnost (otkaz motora, nedostatak goriva...)
- ii. Zrakoplovi hitne pomoći i zrakoplovi koji prevoze bolesnog ili ozbiljno ozlijeđenog putnika što zahtjeva brzu pomoć (primjerice putnik koji je doživio moždani udar...)
- iii. Zrakoplovi koji su uključeni u operacije potrage i spašavanja
- iv. Ostali zrakoplovi kojima je prioritet dodijeljen od strane nadležne vlasti

Također, drugom zrakoplovu bi prilaz trebao biti odobren tek kada:

- i. Prvi zrakoplov prijavi da će bez ikakvih problema moći obaviti prilaz i to bez ulaska u instrumentalne meteorološke uvjete
- ii. Kada je zrakoplov prebačen i na frekvenciji je aerodromskog kontrolnog tornja, kontrolor u tornju ga vidi i postoji indikacija da će se slijetanje obaviti normalno
- iii. Ako se koristi prilaz po vremenima, prvi zrakoplov je prošao definiranu točku i postoji indikacija da će se moći obaviti normalno slijetanje
- iv. Postoji zahtijevana longitudinalna separacija između zrakoplova, što je i vidljivo na radarskoj slici

Kontrolori jedinice prilazne kontrole Zagreb navode određivanje slijeda prilaza jednim od najvećih utjecaja kojim kontrolor subjektivno može utjecati na protok zračnog prometa. Protok uvelike ovisi o dobro napravljenom rasporedu i manjku potrebe za nepotrebnim



kašnjenjem ili usporavanjem prometa. Kao pomoć u određivanju slijeda prilaza koriste alate sustava, a najviše alat za određivanje QDM-a koji im daje podatak o *headingu* koji je potrebno zadati pilotu zrakoplova kako bi došao do određene pozicije kako je kontrolor isplanirao, daje im informaciju o udaljenosti zrakoplova od određene pozicije koju oni odaberu što je jedan od glavnih kriterija po kojem se određuje slijed prilaza (uz brzinu kojom zrakoplov leti, broju potrebnih zaokreta) i daje im proračunato vrijeme za koje će zrakoplov stići do pozicije koju kontrolor odabere kao referentnu. Sve to omogućuje kontroloru lakše planiranje slijeda prilaza, brže planiranje, što naravno omogućuje i veći broj operacija u određenom vremenu.

## 5.2 Dolazne procedure

Kao što je spomenuto, prilazni kontrolori kod dolazaka zrakoplova iz prostora s kojim postoji sporazum o vektoriranju zrakoplova koji dopušta skretanje zrakoplova od  $\pm 45^\circ$  (Slovenija, Hrvatska, Bosna i Hercegovina) koriste pomoćne alate sustava za određivanje slijeda prilaza i određivanje pravog *headinga* koji treba zadati zrakoplovu. Budući da Hrvatska s Austrijom i Mađarskom nema takav sporazum, određeni su standardni smjerovi koji se zadaju. Za slučaj dolaska iz prostora Austrije na točku PETOV, uobičajen je standardni *heading*  $190^\circ$  ili  $195^\circ$ . Za slučaj dolaska iz zračnog prostora Mađarske postoji standardni *heading*  $215^\circ$  ili  $220^\circ$ . Nadalje, ovisno o smjeru iz kojeg zrakoplov dolazi, prije vektora za završni prilaz, u nekim situacijama kontrolor će zrakoplov poravnati s granicom CTR-a Zagreb. Radi li se o prilazu s lijeve strane prema stazi 05, to će biti *heading*  $130^\circ$ , a ukoliko se radi o prilazu s desne strane to će biti *heading*  $310^\circ$ . Standardni završni smjerovi koji se daju zrakoplovu kako bi uhvatio ILS su ukoliko se radi o prilazu s lijeve strane staze 05, *heading*  $080^\circ$ , a s desne strane *heading*  $020^\circ$ . Prilaz za stazu 23 također za poravnanje s granicom CTR-a koristi *headinge*  $130^\circ$  i  $310^\circ$ , ali za završni prilaz to su *heading*  $200^\circ$  za prilaz iz pravca Slovenije i *heading*  $260^\circ$  za prilaz iz suprotnog smjera. Spuštanje zrakoplova odvija se na način da zrakoplov koji prvi ide na prilaz snižava na najnižu visinu, a ostali u slijedu redom kojim idu s tim da se prakticira da svaki zrakoplov ima svoju apsolutnu visinu razdvojenu za 1000 stopa od drugih. Za prilaz stazi 05 pilot zrakoplova dobiva odobrenje da spušta na 3000 stopa, a za prilaz stazi 23, 3500 stopa. Vrijedi napomenuti kako spuštanje zrakoplova u svakom trenutku mora biti u skladu s MRVA-om. U svrhu povećanja protoka prometa i lakšeg rješavanja prometne situacije, prilazni kontrolor može koordinirati s ostalim jedinicama i sektorima kako bi mu se određeni pilot ranije predao na frekvenciju. Također, za

održavanje što boljeg protoka i rješavanje prometnih situacija, prilazni kontrolori ističu i upravljanje brzinama zrakoplova uz napomenu da kada se pilotu jednom zada određena brzina, on će je zadržati sve dok ne dobije drugačije odobrenje pa se treba upravljati brzinama sve do predaje na frekvenciju kontrolnog tornja.

Prilazni kontrolori TMA Zagreb navode vizualni prilaz kao proceduru koja drastično ubrzava protok prometa zračnog prostora. Prema ICAO dokumentu 4444 vizualni prilaz je prilaz IFR leta kada dio ili potpuni instrumentalni prilaz nije izvršen nego je prilaz izveden sa stalnim vizualnim kontaktom tla. Pri korištenju procedure vizualnog prilaza, ukoliko nije tražena od strane pilota nego ponuđena od strane kontrolora, pilot je može ili ne mora prihvatiti. Procedura vizualnog prilaza kao veliku prednost ima to što ne zahtjeva šire vektore kako bi zrakoplov uhvatio ILS signal nego je zrakoplov potrebno vektorirati do točke gdje pilot zrakoplova može održavati stalan vizualni kontakt sa stazom pod uvjetom da se nalazi ispod baze oblaka i da neće ući u istu i da neće ući u instrumentalne meteorološke uvjete.

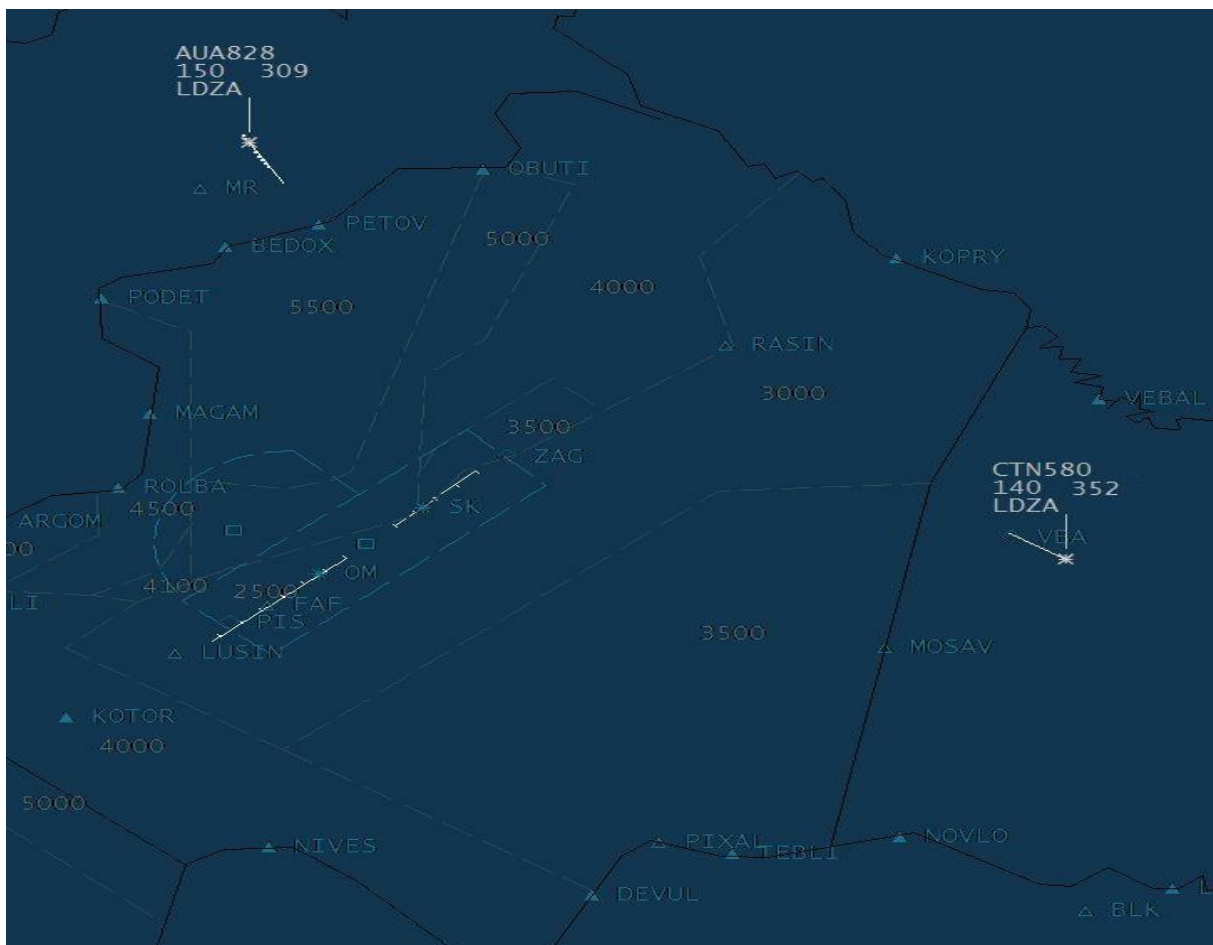
### 5.3 Odlazne procedure

Kod odlaznih procedura prilazni kontrolori koriste SID-ove i *reclearance* kako bi razdvojili zrakoplove u odlasku. Opcija s *reclearance* povećava protok prometa jer zrakoplovi otprilike provedu i do 1.5 minute kraće u zračnom prostoru nego ako idu prema SID-u. Odabir jedne od procedura ovisi o prometnoj situaciji i koordinaciji s drugim jedinicama. Ukoliko se kontrolor odluči za proceduru u kojoj ne želi da pilot leti po SID-u, za smjer staze 05 dat će odobrenje pilotu da nakon prolaska 3000ft, za odlaske prema desnoj strani, i 4000ft za odlaske lijevo od pravca staze, leti direktno prema izlaznoj točki ili da leti u određenom *headingu*. Važno je poštivati navedene visine jer one predstavljaju sigurnosno vertikalni nadvišavanje terena. Ukoliko se dogodi da dva zrakoplova u odlasku dođu vrlo blizu jedan drugome i postoji mogućnost narušavanja sigurnosne separacije, prilazni kontrolor razdvaja ih vektorima i ukoliko nije moguće da koji od tih zrakoplova napusti prostor kroz izlaznu točku nego mora izaći u *headingu*, koordinira telefonski sa susjednim jedinicama i traži dopuštenje za navedenu radnju. Iskustvo je pokazalo da susjedne jedinice prihvaćaju takve zahtjeve budući da na taj način u prostor dobivaju već razdvojene zrakoplove i smanjuje se potreba za komplikacijama u njihovom prostoru što također utječe i na njihov protok prometa i opterećenost kontrolora.

## 6 ANALIZA PROMETNIH SITUACIJA S UTJECAJEM NA PROTOK

Rješavanje određenih prometnih situacija ima velik učinak na protok prometa. Ispravna reakcija i vrlo dobra organiziranost mogu smanjiti opterećenje prilaznog kontrolora i istovremeno omogućiti kontroloru usmjeravanje pažnje na rješavanje nekih drugih prometnih situacija i naravno, samim time ubrzati protok prometa kroz prostor, manje komplikacija i manje kašnjenja. Instruktori prilazne kontrole zračnog prometa Hrvatske kontrole zračne plovidbe napominju kako je subjektivna reakcija kontrolora jedan od ključnih čimbenika za održavanje i povećanje protočnosti prometa. Navedene situacije napravljene su u suradnji s instruktorima kao realne situacije s utjecajem na protok i dana su moguća rješenja na iste.

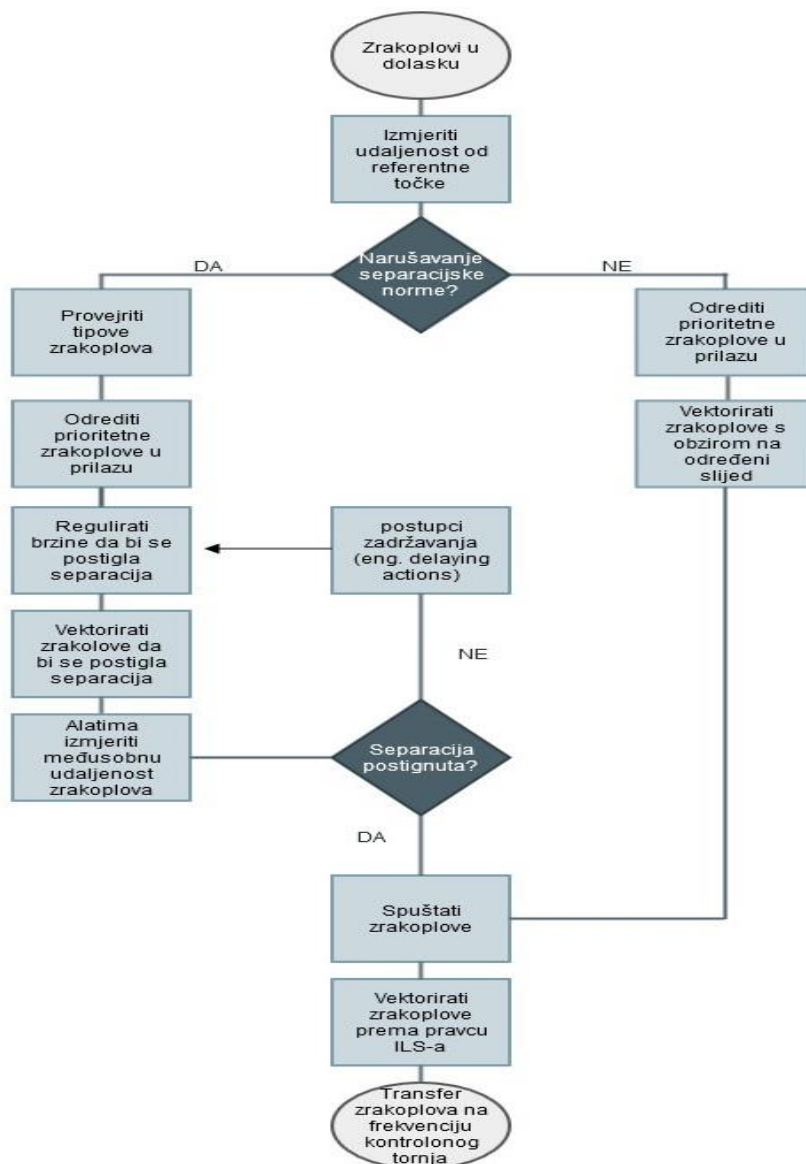
Slika 8 prikazuje čestu prometnu situaciju s dva dolaska koji bi do referentne točke, u ovom slučaju PIS, stigli u otprilike slično vrijeme, dovoljno da se naruši sigurnosna separacija.



Slika 8- Primjer prometne situacije s dva dolaska sa sličnom udaljenošću od referentne točke

Izvor: Simulator Zavoda za aeronautiku Fakulteta prometnih znanosti (preuzeto: 28.8.2015.)

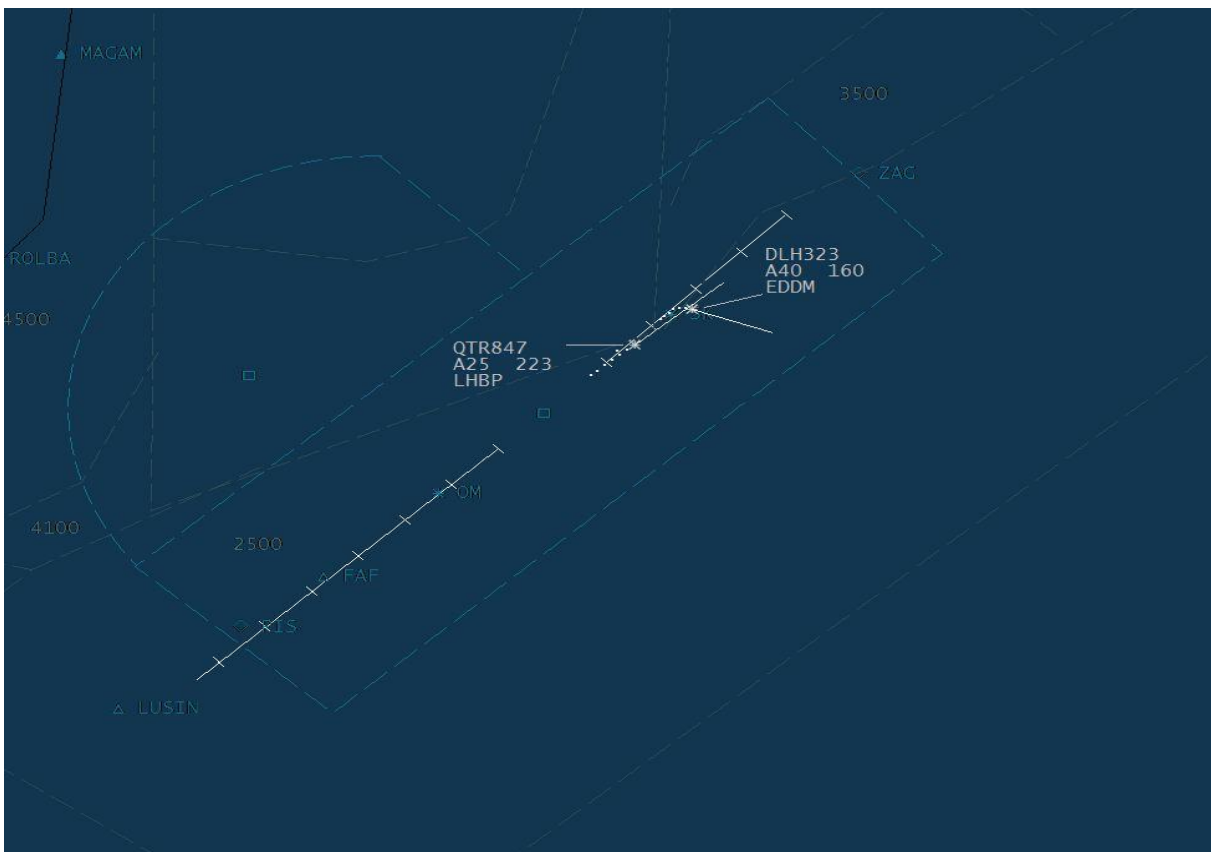
U takvom slučaju, prvo je potrebno odrediti koji od njih će prvi ići u prilaz budući da oba zrakoplova trenutno mogu biti broj 1. Prva stvar koju prilazni kontrolor treba uzeti u obzir je tip zrakoplova. Tip zrakoplova pokazat će mu koje su približno performanse zrakoplova i daje mu vrlo važan podatak pri regulaciji njihovih brzina. Kod ovakve situacije, rješenje za očuvanje dobre protočnosti i održavanje minimalne separacije je upravljanje brzinama što će također omogućiti da ni jedan zrakoplov ne trpi nikakva kašnjenja. Nakon što kontrolor odluči koji zrakoplov prvi ide u prilaz, pita ga za maksimalnu brzinu koju može održati i tu brzinu mu zada. Drugom zrakoplovu se zatim brzina reducira za minimalno 30 čvorova u odnosu na prvi zrakoplov, kako bi se u razmaku od 10 minuta koliko im je trenutno potrebno da stignu do iste referentne točke napravila sigurnosna horizontalna separacija od više od 5 nautičkih milja. Ovakve situacije često mogu biti zbunjujuće i zahtijevaju češću upotrebu frekvencije i ukoliko kontrolor odredi pogrešno i ne obrati pažnju na navedene faktore, ostali promet i dalje teče i vremenski ga pritišće i postoji mogućnost da dođe do još kojeg konflikta ili vjerojatno korištenje kruga čekanja. Slika 9 prikazuje dijagram toka za navedenu situaciju te radne aktivnosti kontrolora pri razrješavanju ovakvih konfliktnih situacija.



Slika 9- Dijagram toka za situaciju s istovremenim dolascima na istu referentnu točku

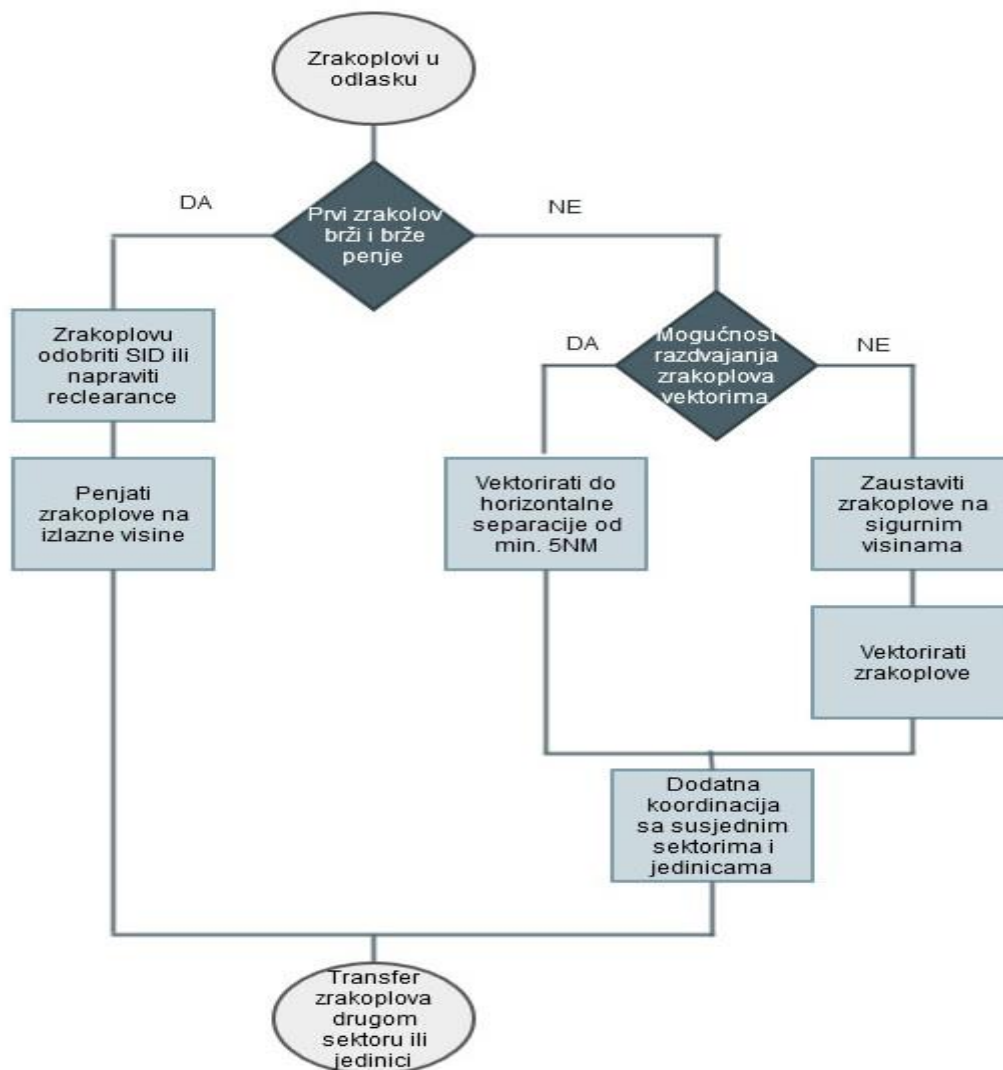
Slika 10 prikazuje prometnu situaciju u slučaju odlazaka ili u slučaju zrakoplova u odlasku i zrakoplova koji slijedi proceduru neuspjelog prilaznja (*eng. Missed Approach Procedure*). Ovakve situacije uzrokuju iznimno smanjenje protoka prometa budući da se prilazni kontrolor mora hitno fokusirati na rješavanje već postojećeg konflikta, a sav drugi rad s ostatkom prometa je otežan i usporen. Ukoliko su dva zrakoplova u polijetanju i primjerice, idu prema istoj izlaznoj točki, u slučaju da je drugi zrakoplov brži i ima bolje performanse od prvog zrakoplova, drugi zrakoplov će početi stizati prvog i dovesti u pitanje narušavanje sigurnosne separacijske norme, kako horizontalne tako i vertikalne. Rješenje ovakvih situacija najčešće se izvodi vektoriranjem oba zrakoplova, obično jednog prema izlaznoj točki, a

drugog u određenom *headingu*. Naravno, u koordinaciji sa susjednom jedinicom, moguće je da zrakoplov napusti TMA u zadanom *headingu* iz sigurnosnih razloga. Bilo bi iznimno loše zrakoplove zaustavljati po visinama budući da se konflikt tada neće riješiti već će se odgovornost samo prebaciti na susjedni sektor ili jedinicu, a istovremeno, zaustavljanje po visinama zahtjeva i dodatnu pozornost kontrolora jer jedna mala pogreška može dovesti do narušavanja separacijske norme. Samim time što kontrolor tada više pažnje mora usmjeriti tim zrakoplovima, sporije će reagirati na ostali promet. Za slučaj da se dogodi situacija da je jedan zrakoplov upravo poletio i primjerice, nalazi se na 4000 stopa, a drugi zrakoplov iza njega slijedi proceduru neuspjelog prilaženja i penje sa visine 2500 stopa prema više, iznimno je važno da prvi zrakoplov što je moguće brže popne na apsolutnu visinu od 5000 stopa zbog toga što zrakoplov iza njega mora što prije doći na apsolutnu visinu od 4000 stopa koliko iznosi procedura neuspjelog prilaženja za stazu 05 zbog konfiguracije terena. Slika 11 prikazuje dijagram toka za mogući slijed razmišljanja kontrolora pri situaciji s odlaznim zrakoplovima.



Slika 10- Primjer prometne situacije zrakoplova koji slijedi proceduru neuspjelog prilaženja i zrakoplova u odlasku

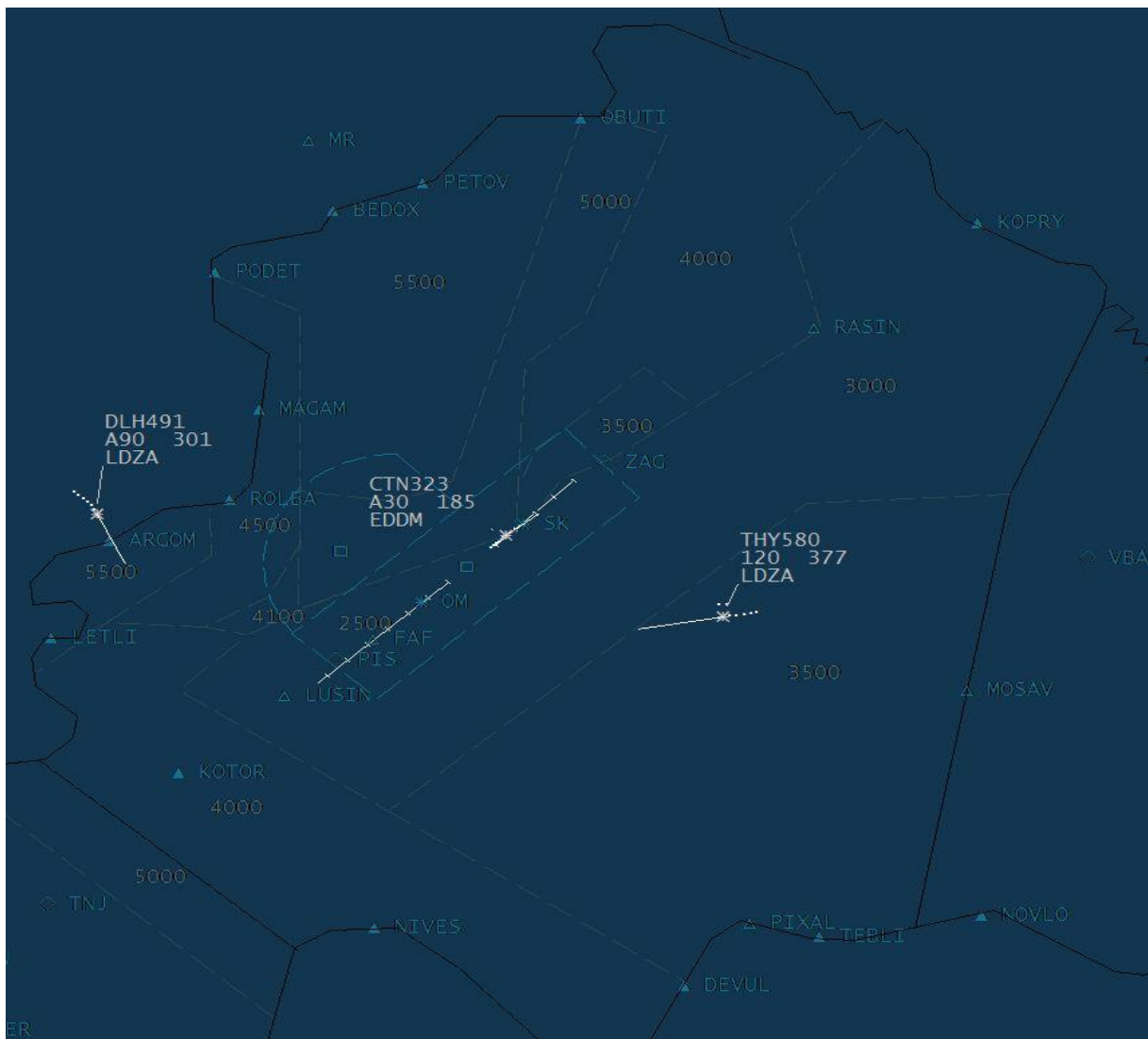
Izvor: Simulator Zavoda za aeronautiku Fakulteta prometnih znanosti (preuzeto: 28.8.2015.)



Slika 11- Dijagram toka za moguće rješavanje konfliktnih situacija pri odlascima

Slika 12 prikazuje jednu od najčešćih prometnih situacija u TMA Zagreb. Sastoji se od 2 zrakoplova koja su u dolasku i jedan zrakoplov u penjanju, u odlasku. U ovoj situaciji vrlo je važno dobro izabrati prioritete i pravovremeno im se posvetiti kako ostali promet ne bi trpio zbog toga. U ovom slučaju važno je izmjeriti i primijetiti da će DLH491 svakako biti broj jedan u prilazu. Sljedeći korak koji kontrolor treba napraviti je razdvojiti zrakoplov u odlasku, CTN323 i drugi zrakoplov u dolasku, THY580 i THY580 dodatno vektorirati i upravljati brzinama, odnosno dodatno ga usporiti. Zrakoplov u penjanju, CTN323 važno je što prije dovesti na visinu koja je iznad THY kako bi se pažnja ponovno mogla posvetiti razdvajanju dva zrakoplova u dolasku, a bez ikakvog mogućeg kašnjenja za THY. To bi bilo dobro učiniti na način da se CTN323 u odlasku da odobrenje da leti prema SID-u ili da zadrži

heading staze i nastavi penjati. Vrlo je važno oba zrakoplova u prilazu pravovremeno spuštati iz razloga kako bi CTN došao iznad THY u što kraćem vremenu i kako se za niti jedan zrakoplov ne bi stvorila kašnjenja, nepotrebna potrošnja goriva i duže zadržavanje u zračnom prostoru od predviđenog. Na taj način protočnost prostora bi ostala sačuvana i kontroloru bi omogućilo da se može posvetiti drugim zrakoplovima koji ulaze i/ili izlaze iz prostora. Loše rješenje ove situacije bilo bi pustiti THY da slijedi STAR, a CTN SID budući da bi tada zrakoplovi bili izuzetno konfliktni. Također, pustiti oba zrakoplova u prilazu da prate STAR-ove nikako ne bi bilo dobro iz razloga što bi se u završnom segmentu prilaza narušila potrebna separacijska norma. Dakle, kontrolor bi za uspješno rješavanje ove situacije morao više koristiti frekvenciju i više vektorirati zrakoplove, ali to bi imalo iznimno pozitivan utjecaj na protok prometa i olakšanje jednom kad situacija bude riješena.



**Slika 12- Primjer prometne situacije s dva istovremena dolaska i jednim odlaznim zrakoplovom**

Izvor: Simulator Zavoda za aeronautiku Fakulteta prometnih znanosti (preuzeto: 28.8.2015.)



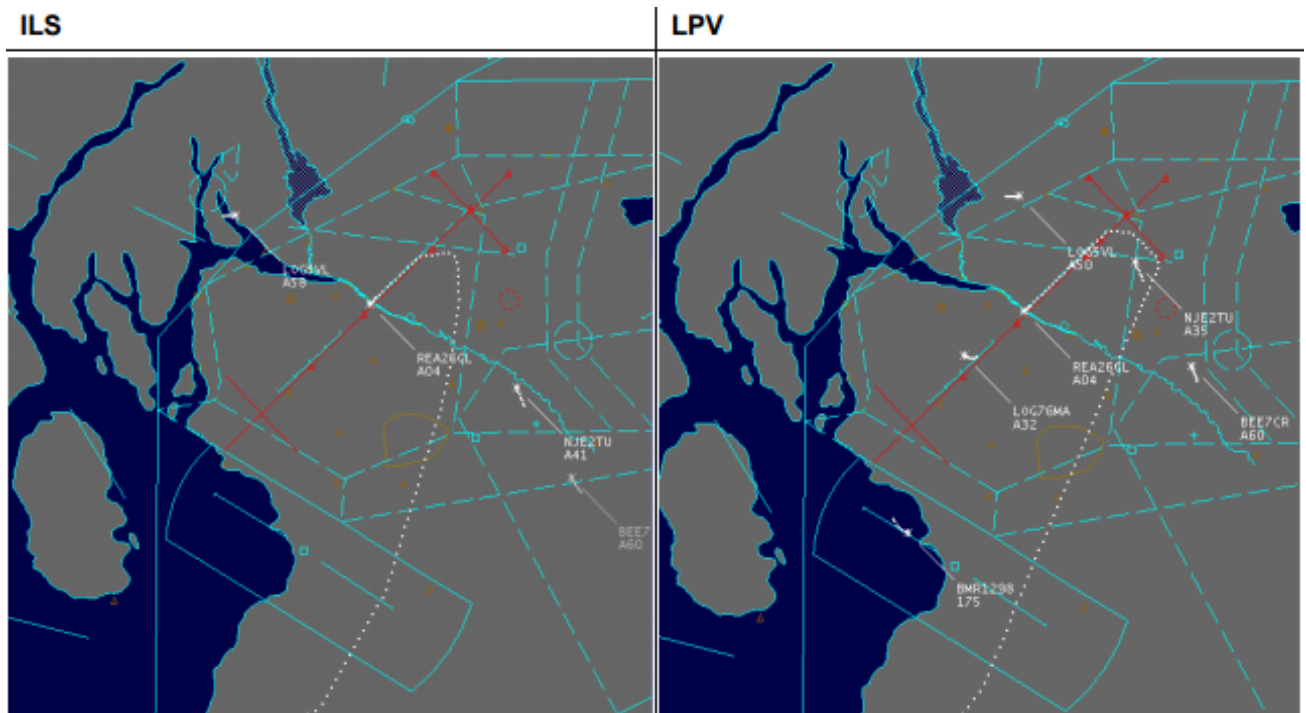
## 7 NOVI SUSTAVI I ALATI ZA IMPLEMENTACIJU U PROVEDBI PRILAZNE KONTROLE ZRAČNOG PROMETA I NJIHOV UTJECAJ NA PROTOK

Jedno od područja kojim se bavi *SESAR* (eng. *Single European Sky ATM Research*) je i istraživanje novih sustava i procedura u svrhu poboljšanja protoka prometa i smanjenja ili očuvanja radnog opterećenja kontrolora uz stalni trend povećanja prometa. U ovom dijelu bit će navedeni neki od rješenja koje *SESAR* nudi u svrhu bolje sinkronizacije prometa.

### 7.1 Prilazna procedura s vertikalnim navođenjem

Prilazna procedura s vertikalnim navođenjem (eng. *LPV- Localizer Performance with vertical Guidance*) projekt je *SESAR*-a čije je istraživanje provedeno na dva primjera. Prvi primjer je bio gdje je *LPV* korišten kao pomoćna procedura instrumentalnom prilazu pomoću *ILS*-a, a drugi primjer bio je u slučaju kada je korišten kao sustav umjesto procedura nepreciznog prilaza. Naime, jedna od glavnih prednosti ovog sustava je to što nije zavisan o uređajima i sredstvima na zemlji budući da se bazira na globalnom navigacijskom satelitskom sustavu (eng. *GNSS- Global Navigation Satellite System*). Istraživanje provedeno u Glasgowu na prilaznim simulatorima pokazalo je da je uporabom ovog sustava opterećenje kontrolora bilo malo povećano, ali svejedno je ostalo u normalnim i dopuštenim granicama. Korištenje frazeologije također se malo povećalo, ali ostalo je u dopuštenim granicama. Tijekom vježbi sa *LPV*, kontrolorova situacijska svijest nije se promijenila i nije prouzročio niti jedan sigurnosni incident. Kontrolor je uspio održati propisanu separacijsku normu, ali pri upotrebi *LPV* to je bilo otežano budući da *LPV* zahtjeva veću separacijsku normu od *ILS*-a, 8 nautičkih milja. Istraživači su očekivali i porast broja operacija slijetanja na aerodrom, ali pokazalo se da je kontrolor imao dosta poteškoća održati normalan slijed prilaza u simulaciji s *LPV*, a posebno kada je u vježbu uključeno ometanje signala zbog loših vremenskih uvjeta i magle. Također, promjena sa *LPV* procedura na slijetanje pomoću *ILS*-a je otežalo posao kontroloru i imao je poteškoća s održavanjem normalne razine operacija slijetanja. Očekivani rezultati gdje bi se uporabom *LPV* procedura smanjila potrošnja goriva i loš utjecaj na okoliš pokazali su se pogrešnim i lošijim u usporedbi s procedurom s *ILS*-om budući da *LPV* procedura zahtjeva povećanu separaciju i veću iskorištenost prostora što nadalje postavlja mogućnost kašnjenja. Primjerice, za slučaj u Glasgowu prilaz po *ILS*-u, segment završnog prilaza počinje na 6-8 nautičkih milja, dok bi korištenje *LPV* procedure zahtijevalo minimalno

8.9 nautičkih milja. Slika 13 prikazuje usporedbu putanji prilaza po ILS-u i prilaza pomoću LPV [7].



Slika 13- Usporedba putanji prilaza ILS-a i LPV-a na primjeru aerodroma u Glasgowu

Izvor: SESAR Joint Undertaking: „Approach Procedure with Vertical Guidance- ATC Procedures and Training Report“  
(preuzeto: 15.8.2015.)

## 7.2 Osnovni upravitelj odlascima

Osnovni upravitelj odlascima (eng. *Basic DMAN- Departure manager*) je sustav planiranja koji za cilj ima poboljšati protok zrakoplova u odlascima sa jednog ili više aerodroma uzimajući u obzir i računajući s njihovim ciljanim vremenom polijetanja(eng. *TTOT- Target Take Off Time*) i ciljanim vremenom odobrenja za paljenje motora(eng. *TSAT- Target Start Up Approval Time*) uzimajući u obzir i ostale dodatne faktore. Glavna funkcija DMAN-a je da stvori slijed prije odlaska zrakoplova, odnosno slijed zrakoplova prema njihovim TSAT. DMAN određuje stazu za polijetanje prema propisanim lokalnim pravilima, kada je to moguće, i razrađuje slijed kojim bi zrakoplovi trebali biti pušteni na polijetanje. Pri tome, u obzir se također uzima i predviđeno vrijeme u kojem zrakoplov otpušta kočnice i počinje s kretanjem povezanim s njegovim odlaskom (eng. *EOBT- Estimated Off-Block*

*Time*), ciljano vrijeme otpuštanja kočnica (*eng. TOBT- Target Off-Block Time*)<sup>15</sup>, planirana vremena odlaska, *slot*<sup>16</sup> ograničenja, ograničenja piste kao što su količina odlazaka u određenom vremenskom razdoblju i slično, kategorija turbulencije zrakoplova. U smislu operativnog napretka DMAN omogućuje [8]:

- i. Dijeljenje informacija o napravljenom slijedu dolazaka
- ii. Preciznije predviđanje varijacije toka prometa (potražnje za odlaskom)
- iii. Praćenje tijeka leta pomoću vremena otpuštanja kočnica svakog zrakoplova
- iv. Preciznije uzimanje kapaciteta aerodroma u obzir
- v. Više definirane prioritete za dodjeljivanje *slotova*
- vi. Smanjivanje vremena čekanja na pisti s upaljenim motorima
- vii. Reguliranje zahtjeva za paljenjem motora
- viii. Poboljšano predviđanje *ATFCM-a*<sup>17</sup> ako je dijeljenje informacija o odlascima<sup>18</sup> omogućeno

Validacijska vježba provedena u ljeto 2011. godine u Parizu na primjeru zračne luke *Charles de Gaulle* uključila je 48 kontrolora zračnog prometa što je uključivalo 12 kontrolora odgovornih za davanje odobrenja, 5 upravitelja stajanka, 20 kontrolora zaduženih za upravljanje prometom na zemlji (*eng. ground controllers*), 8 kontrolora zaduženih za kontrolu uzletno-sletnih staza i 3 nadzornika u tornju, a cilj je bio pokazati uspostavljanje slijeda odlazaka, prikazati moguće povećanje predvidivosti toka prometa, utjecaj na troškove i okoliš i utjecaj na sigurnost te konačno utjecaj na kašnjenja. Vježbi su također pridodani podaci zračnih luka u Frankfurtu i Zürichu [9].

Validacijske vježbe su pokazale kako bi se upotrebom novog alata postiglo poboljšavanje izvedbi u smislu ciljanog vremena kada pilot zrakoplova pali motore, dobro predviđanje i stabilnost slijeda odlazaka i vremena odobrenja paljenja motora te je pokazano kako je 84.4% letova poštivalo petominutni vremenski prostor *TSAT-a*. Značajan utjecaj pokazao se na vrijeme provedeno na stazama za vožnju (*eng. taxiway*) koje je smanjeno za 9% u usporedbi s ljetom 2010. godine. Zapažena su i značajna smanjenja kašnjenja i povećana točnost vremena u kojem zrakoplov otpušta kočnice. 93.8% letova promatrano u

---

<sup>15</sup> Vrijeme u kojem operator zrakoplova ili osoblje jedinice za upravljanje na zemlji procjenjuje da bi zrakoplov bio spreman, sa svim vratima zatvorenim, maknutim mostom za ukrcaj putnika, spremnim vozilom za odguravanje i spreman za paljenje motora

<sup>16</sup> Izračunati vremenski okvir unutar kojeg bi zrakoplov trebao poletjeti ( iznosi -5/+10 minuta)

<sup>17</sup> *ATFCM- Air Traffic Flow and Capacity Management*

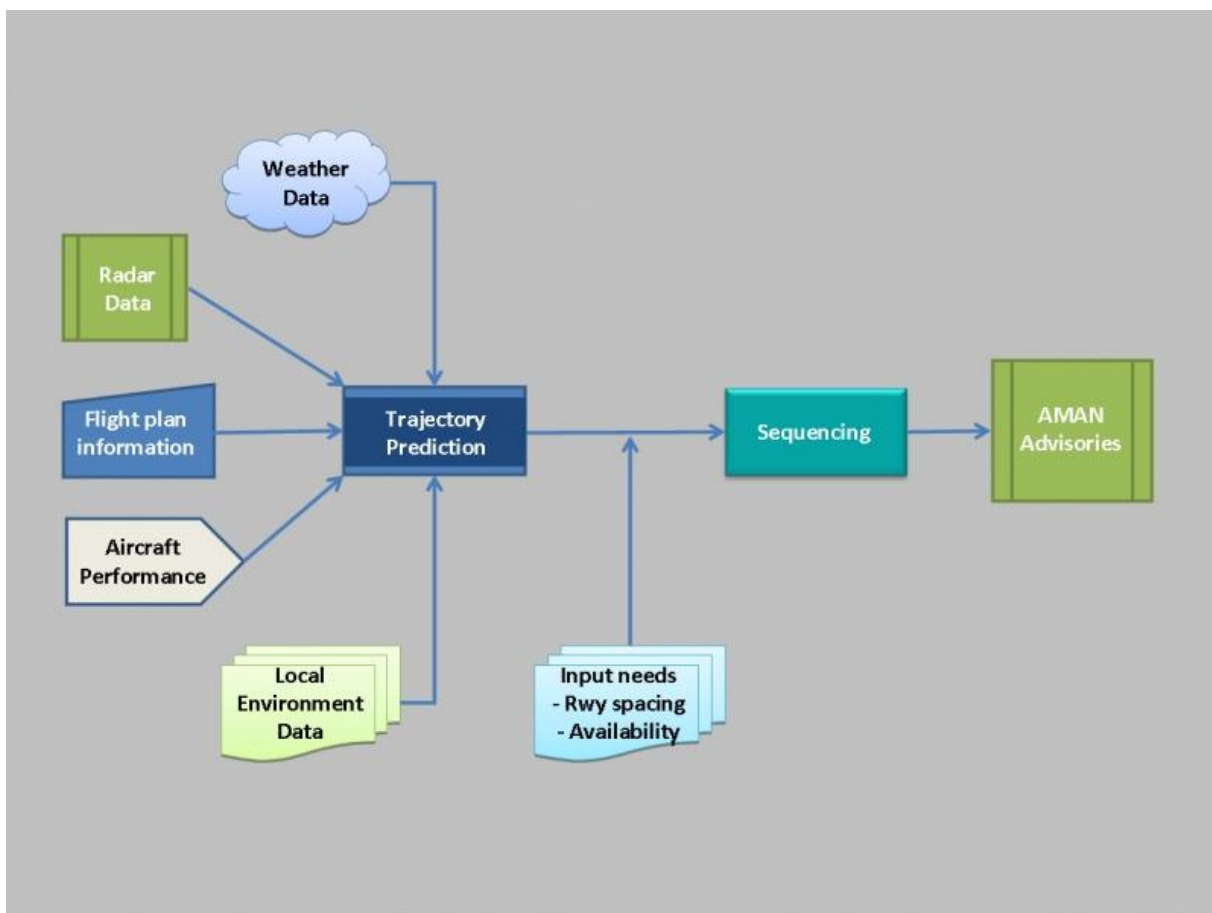
<sup>18</sup> *Eng. DPI- Departure Planning Information*

vježbama dobilo je odobrenje za odlazak unutar 5 minuta nakon TOBT, što je 7.8% više u odnosu na prije. Poboljšano je i slijeđenje *slotova* dodijeljenih od strane centralne jedinice za upravljanje protok prometa (*eng. CFMU- Central Flow Management Unit*) gdje je 81% letova uspjelo pratiti zadani vremenski interval koji im je dodijeljen. Poboljšana su planiranja, korištenje i implementacija promjena na staze. U pogledu utjecaja na okoliš i ušteta, dokazan je značajan pozitivan utjecaj sa smanjenjem potrošnje goriva od otprilike 14.6 kilograma po letu što odgovara smanjenju od 46.6 kilograma emisija CO<sub>2</sub>. Uz mnoge pozitivne strane, otkriveno je i da opterećenje kontrolora zaduženih za izdavanje odobrenja, kontrolora zaduženih za upravljanje prometom na zemlji i upravitelja stajanke nije smanjeno u radu s DMAN sustavom kako je početno bilo očekivano, a toranjski kontrolori prijavili su poteškoće u komunikaciji s pilotima. Važno je napomenuti kako u pogledu kapaciteta, zbog nedostatka prikupljenih podataka nije bilo moguće izmjeriti utjecaj na kapacitet i broj operacija duž staze po satu, ali uzevši u obzir dana razmatranja i daljnju kooperaciju ovog sustava sa sustavom upravljanja dolascima (*eng. AMAN- Arrival Manager*), kapacitet i protok bi se trebali povećati [9].

### 7.3 Upravitelj dolascima i sustav točke spajanja

Zajednička implementacija sustava točke spajanja (*eng. PMS- Point Merge System*) i upravitelja dolascima (*eng. AMAN- Arrival Management*) predstavlja jedno od rješenja za kašnjenja unutar TMA. AMAN je sustav planiranja napravljen kako bi omogućio poboljšanje prilaznih tokova na jedan ili više aerodroma izračunavanjem optimalnog prilaznog slijeda i ciljanog vremena slijetanja (*eng. TLDT- Target Landing Time*) i tamo gdje je to potrebno, vremena iznad određene točke za svaki zrakoplov. AMAN funkcionira na način da surađuje s nekoliko drugih sustava, uključujući sustav za procesuiranje letnih informacija (*eng. FDPS- Flight Data Processing System*) i sustav za procesuiranje radarskih podataka (*eng. RDPS- Radar Data Processing System*) [10]. Koristi kombinaciju informacija dobivenih iz plana leta, radarskih informacija, informacija o vremenu, informacije o lokalnom zračnom prostoru i informacije o rutama, performanse zrakoplova i predviđenu putanju leta i pomoću tih informacija izračunava planirano vrijeme slijetanja za svaki zrakoplov. Također, u AMAN je potrebno unijeti i informacije o zahtijevanoj stopi slijetanja zrakoplova i o potrebnom razmaku na stazi. Kada je za dva zrakoplova predviđeno da će do staze doći u isto vrijeme, AMAN planira slijed, generira novo vrijeme u kojem bi zrakoplov trebao doći na određenu poziciju i koje tada treba biti primijenjeno na taj zrakoplov kako bi se napravio, odnosno

održao pravilan slijed prilaza. AMAN kontroloru pruža informaciju o slijedu prilaza, a uz to dodatno sugerira kontroloru vrijeme koje drugi zrakoplov treba izgubiti ili napraviti toliku vremensku razliku kako bi sugerirani slijed bio održan. Primjerice, sustav može dati poruku „L2“ koja bi značila da zrakoplov treba izgubiti 2 minute kako bi zadovoljio poziciju u slijedu. Kontrolor je tada zadužen za pronalaženje prihvatljivog načina kako će zadovoljiti taj uvjet (vektoriranje, produživanje smjera, promjene brzina...) [10]. Slika 14 prikazuje osnovni način funkcioniranja AMAN-a i podatke koje uzima u obzir pri izračunu i podatke koje je potrebno unijeti.



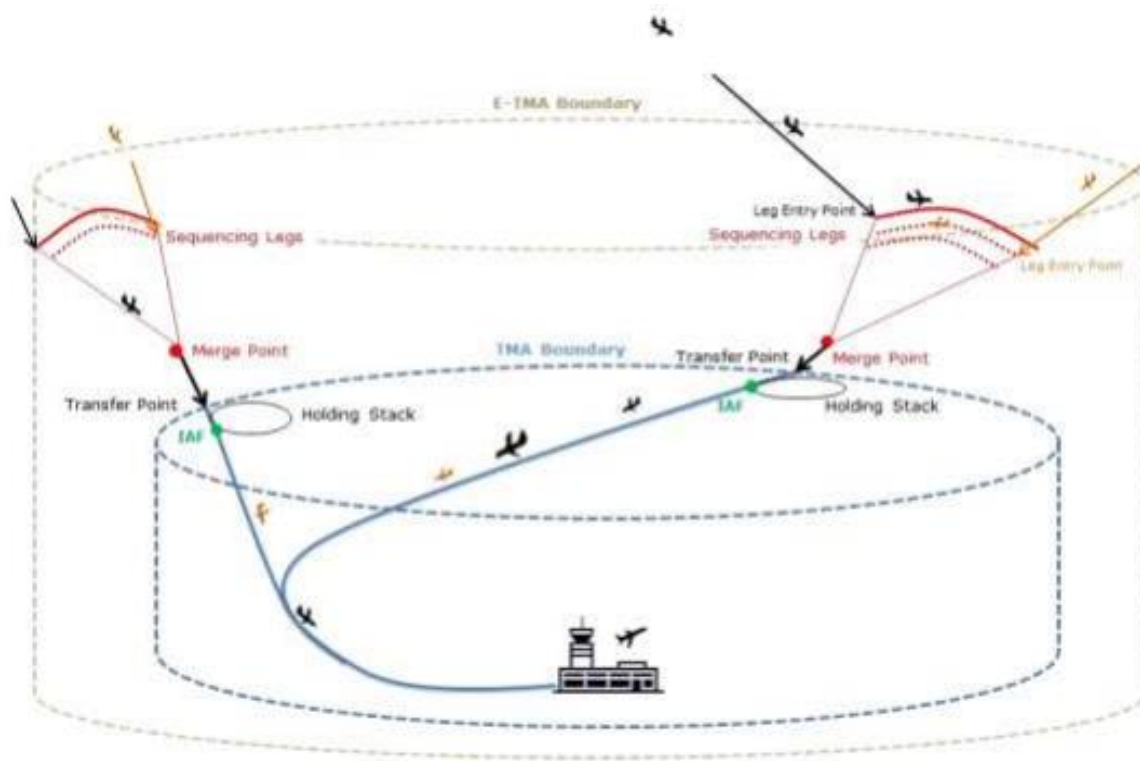
Slika 14- Prikaz ulaznih podataka AMAN sustava korištenih pri izračunu

Izvor: [http://www.skybrary.aero/index.php/File:AMAN\\_functionality\\_02.jpg](http://www.skybrary.aero/index.php/File:AMAN_functionality_02.jpg) (preuzeto: 5.8.2015.)

Prostor primjene Point Merge Systema zajedno s AMAN-om bio bi unutar proširenog TMA (eng. *E-TMA- Extended TMA*). To je TMA koji je jednak sektoru oblasne kontrole (između početka spuštanja (eng. *ToD- Top of Descent*) i početnog segmenta prilaznja (IAF) koji čine tranziciju između *en-route* dijela leta i TMA koji obuhvaćaju dio koji zrakoplov koristi u prilazu (između IAF i FAF)), a koristi se za aerodrome i TMA sa više od 100 operacija u satu ili prostor nadležnosti oblasne kontrole s 300 i više operacija u satu. Kombinacija PMS-a i AMAN-a koristi se u zračnom prostoru sa vrlo visokim zahtjevom za kapacitetom (eng. *VHCn- Very High Capacity needs*) [11].

Ovaj koncept za cilj ima zamijeniti potrebu za radarskim vektoriranjem koristeći bolje mehanizme usklađivanja prometa. Koncept ima mogućnost smanjiti kašnjenja ili ih ukloniti pomoću proširenog prostora TMA, E-TMA i djelovati već u području prije nego zrakoplov započne snižavati za prilaz bez izravnog utjecaja na susjedne civilne i vojne oblasti i na Europsku mrežu, u smislu kapaciteta, sigurnosti, predviđanja, efikasnosti i okoliša. Integrirani slijed izgradnje i optimizacije dolazaka poboljšali su cjelokupni proces upravljanja dolascima u smislu operacija zrakoplova i operacija TMA. Koncept također za cilj ima podržati operacije kontinuiranog snižavanja (eng. *CDO- Continuous Descent Operation*) u prostorima s velikim prometnim opterećenjem. Upravitelj dolascima omogućuje lakše korištenje ugovorenih ruta (npr. *P-RNAV*) u terminalnom području zajedno s korištenjem prilaza s kontinuiranim snižavanjem [11].

Prilazni kontrolori trenutno koriste „*Open-loop*“ tehnike sekvencioniranja i razdvajanja dolaznog prometa. To uključuje korištenje taktičkih vektora: headinga, brzina i promjene apsolutne visine, kako bi usmjerili promet prema liniji signala ILS-a. Point merge je inovativna metoda razvijena od strane EUROCONTROL-ovog eksperimentalnog centra za usmjeravanje dolaznih tokova uz pomoć već postojeće tehnologije što uključuje i AMAN. Procedure koje se koriste pri Point Merge sustavu nazivaju se „*Closed-loop*“. Struktura Point Merge sustava sastoji se od jedne točke koja se koristi pri integraciji prometa i od već definiranih putanja (eng. *the sequencing legs*) jednako udaljenih od točke stapanja i koje se koriste za skraćivanje ili produžavanje puta za svaki dolazeći tok [11]. Slika 15 prikazuje prošireni prostor TMA, izgled dijelova za sekvencioniranje i kretanje prema točki stapanja.



Slika 15- Primjer funkcioniranja Point Merge sistema s proširenim TMA

Izvor: SESAR Joint Undertaking: „QM-7 Integrated Sequence Building/Optimisation of Queues – STEP 1 AMAN + Point Merge in E-TMA – SPR “ (preuzeto: 19.8.2015.)

Istraživanje provedeno u Parizu 2012. godine u području prilazne i oblasne kontrole s velikim prometnim opterećenjem pokazalo je da su koncept Point Merge u suradnji s AMAN sustavom donijelo [11]:

- i. Povećanu sigurnost proizašlu iz više i bolje strukturiranog zračnog prostora, s pozitivnim utjecajem na situacijsku svjesnost kontrolora i pilota
- ii. Smanjeno radno opterećenje kontrolora uslijed smanjivanja vremena korištenja frekvencije što također dozvoljava povećanje kapaciteta
- iii. Poboljšanje u predviđanju putanja kretanja i smanjivanje broja *open loop* tehnika što sve zajedno ima pozitivan učinak na predviđanje
- iv. Povećan broj operacija s kontinuiranim snižavanjem što je dovelo do jednake ili manje stope potrošnje goriva

## 7.4 Precizna prostorna navigacija

Prostorna navigacija (*eng. RNAV- Area Navigation*) je metoda zrakoplovne navigacije koja zrakoplovima omogućuje letove na bilo kojim izabranim (željenim) rutama, koje se nalaze unutar područja pokrivanja zemaljskih radionavigacijskih sredstava ili unutar ograničenja mogućnosti autonomnih navigacijskih sustava zrakoplova ili u međusobnoj kombinaciji, upotrebom RNAV računala i kreiranjem fantomskih stanica [12].

Precizna prostorna navigacija (*eng. P-RNAV – Precision Area Navigation*) je prostorna navigacija Europskog terminalnog prostora i to je napredno rješenje osnovne prostorne navigacije koja je u Europskom zračnom prostoru postala obavezna u travnju 1998. godine. P-RNAV zahtjeva točnost od +/- 1 nautičku milju od sredine rute duž 95% vremena leta po ruti, za razliku od osnovne prostorne navigacije B-RNAV koja za uvjet zahtjeva točnost od +/- 5 nautičkih milja od sredine rute kroz 95% vremena leta [12]. P-RNAV oprema u zrakoplovu automatski određuje putanju leta zrakoplova pomoću nekoliko točaka iz baze podataka (potrebne su najmanje dvije točke). P-RNAV način dizajniranja ruta trebao bi zamijeniti stare RNAV procedure i na taj način omogućiti korištenje ruta većem spektru tipova zrakoplova bez lošeg utjecaja na sigurnost. P-RNAV dozvoljava korištenje prostorne navigacije u svim segmentima leta osim u završnom prilazu i proceduri neuspjelog prilaznja. Omogućuje definiranje ruta unutar terminalnog zračnog prostora koja zadovoljavaju potrebe zrakoplovnih operatera i pružatelja usluga zračne plovidbe. To uglavnom znači kraće i direktnije rute s jednostavnijom povezanošću s *en-route* segmentom. Na mjestima gdje postoje problemi utjecaja na okoliš, rute mogu biti napravljene kako bi se zračni prostor svejedno najbolje iskoristio, a naseljena i zahvaćena područja izbjegla. Pažljivim dizajnom ruta moguće je postići vrlo dobro razdvojene dolazne i odlazne tokove prometa što nadalje smanjuje potrebu za korištenjem radarskog vektoriranja, a samim time smanjuje i radno opterećenje kontrolora i pilota. Manje korištenje radarskog vektoriranja također znači i manje nesigurnosti unutar pilotske kabine u pogledu očekivane taktičke rute i udaljenosti koje moraju prijeći. Očekuje se kako bi P-RNAV mogao značajno utjecati na sigurnost u smislu [13]:

- i. Podržavanjem implementacije prilaznih procedura dizajniranih prema zajedničkom skupu parametara
- ii. Uvođenjem predviđajućih i ponavljajućih zračnih puteva za sve tipove zrakoplova



- iii. Omogućujući zrakoplovu da normalno leti prema već određenim parametrima
- iv. Osiguravajući da pilot i kontrolor imaju isto znanje i shvaćanje o namjeravanoj putanji leta

Predviđeno vrijeme uvođenja P-RNAV-a u zemlje *ECAC-a* (eng. *European Civil Aviation Conference*) još nije definirano, ali neke zemlje već uvode ovaj koncept u svoj terminalni prostor. Letovi koji koriste P-RNAV u većim terminalnim prostorima ECAC-a podliježu sljedećim zahtjevima [13]:

- i. Za RNAV procedure koje uključuju segmente rute ispod minimalne visine leta (npr. *MSA- Minimum Sector Altitude* i *MRVA*), potrebo je posebno odobrenje za P-RNAV
- ii. Za RNAV procedure koje ne uključuju segmente rute ispod minimalne visine leta i dizajnirane su u skladu s en-route principima dovoljno je odobrenje za B-RNAV. Inače, osim u dijelovima gdje je to striktno napomenuto da oprema P-RNAV-a nije zahtijevana, jedina prihvatljiva zamjena za takvu prostornu navigaciju je upotreba P-RNAV-a.

Operativni zahtjevi i zahtjevi plovidbenosti potrebni za odobrenje P-RNAV-a u određenom Europskom zračnom prostoru nalaze se u *JAA*<sup>19</sup> *TGL-10*<sup>20</sup> [12], privremenom letku za navođenje, prema kojem većina modernih zrakoplova i zadovoljava osnovne uvjete plovidbenosti za P-RNAV. Piloti bi trebali proći nekoliko treninga, promijeniti standardne operativne procedure (eng. *SOP-Standard Operatin Procedures*) te bi trebali unaprijediti listu minimalnih zahtjeva opreme (eng. *MEL- Minimum Equipment List*) [13].

Dvije su vrste navigacijskih specifikacija, prostorna navigacija RNAV i zahtijevana navigacijska izvedba (eng. *RNP- Required Navigational Performance*). Vrlo su slične, a ključna razlika je u tome što se navigacijska specifikacija koja uključuje zahtjev da se na letu prate performanse i sustav uzbune pripada RNP specifikaciji, dok RNAV nema takve specifikacije. Kombinacija RNP-RNAV bila bi završni korak prema ostvarenju prostorne navigacije s funkcionalnošću i integritetom kroz sve faze leta i zadržavanjem preciznosti uzduž rute što bi se odnosilo na propisane RNP vrijednosti, uobičajeno RNP 0.3 nautičke milje i RNP 0.1 nautičkih milja, ali ne predviđa se prije kraja 2015. Godine [13].

---

<sup>19</sup> Eng. *Joint Aviation Authority- Tijelo ECAC-a koje sudjeluje u razvijanju i uvođenju zajedničkih sigurnosnih regulatornih standarda i procedura*

<sup>20</sup> Eng. *Temporary Guidance Leaflet no.10- „Airworthiness and operational approval for precision RNAV operations in designated European Airspace“*

ICAO zamjenjuje RNP koncept iz 1990. godine, konceptom zvanim navigacija bazirana na izvedbi (*eng. PBN- Performance Based Navigation*). Unutar PBN koncepta ne postoji terminologija koja je postojala u RNP konceptu kao što je RNP tip i RNP vrijednost. Iako se sam naziv RNP koncept još uvijek provlači pod PBN, jedina povezanost koju imaju su specifikacije i odnosi za zahtijevano praćenje i uzbunjivanje u zraku (odnosi se na uzbunjivanje u slučaju izlaska iz okvira rute). PBN koncept sastoji se od tri komponente: navigacijske specifikacije (*eng. Navigation Specification*) koja zapravo određuje jedan od dva načina specifikacije, RNP ili RNAV, infrastrukture navigacijskih sredstava (*eng. Navaid Infrastructure*) što se odnosi na navigacijske uređaje na zemlji ili u zraku koja se koriste s jednim od načina specifikacije, i od primjene navigacije što se odnosi na primjenu navigacijskih specifikacija i infrastrukture navigacijskih sredstava u kontekstu određenog zračnog prostora, ruta i instrumentalnih procedura [13].

Validacijska vježba provedena na prostoru TMA Madrid sa scenarijem visokog prometnog opterećenja za cilj je imala prikazati implementaciju P-RNAV-a i utjecaj na prilaze s kontinuiranim snižavanjem (*eng. CDA- Continuous Descent Approach*) i odlaske s kontinuiranim penjanjem (*eng. CCD- Continuous Climb Departures*). Rezultati vježbe pokazali su da je implementacije koncepta donijela [14]:

- i. Reducirana kašnjenja zbog čekanja u zraku što je rezultiralo boljom predvidivošću, uštedi goriva i smanjenim utjecajem na okoliš
- ii. Vrlo velik i bitan utjecaj na kapacitet. Primjerice za LEMDREN sektor iznad Madrida koji je poznat po velikoj gustoći zračnog prometa, ova tehnologija dovela je do udvostručenja broja kretnji zrakoplova. Izračunati kapacitet se povećao sa 48 zrakoplovnih operacija na 50+47 zrakoplovnih operacija budući da je ovaj koncept omogućio nezavisne operacije na dvije paralelne staze
- iii. Povećanje maksimalnog kapaciteta P-RNAV dolazaka, tranzicija, SID-ova, STAR-ova u usporedbi s uobičajenim operacijama u većini TMA sektora
- iv. Pozitivan utjecaj na okoliš kroz smanjenje potrošnje goriva i emisija CO<sub>2</sub>, kroz smanjenje vremena čekanja u zraku isto kao i laganu i kontinuiranu potrošnju goriva koristeći CDA i CCD, zahvaljujući P-RNAV-u
- v. Rekonfiguraciju timova kontrolora zračnog prometa što su im omogućile unaprijeđene P-RNAV procedure što je i uvelike smanjilo radno opterećenje kontrolora između 47% i 57% unatoč velikom povećanju kapaciteta.

## 8 ZAKLJUČAK

Rad prilaznog kontrolora predstavlja jedan od vrlo važnih čimbenika koji utječu na protok zračnog prometa. Rješavanje određenih situacija koje su izvan standardnih uvelike ovisi o subjektivnom pogledu kontrolora na situaciju. Budući da se radi o promjenjivoj okolini i da vremenski uvjeti često nisu idealni te piloti zrakoplova imaju razne poteškoće pri prilazu, vrlo je važno da se kontrolor može prilagoditi i uvidjeti najbolji način rješavanja određene situacije. Vrlo dobra upotreba standardne frazeologije i mogućnost prilagodbe frazeologije na nestandardne situacije omogućuje kontroloru brže rješavanje određenih slučajeva i mogućnost posvete drugim radnjama. Dobra koordinacija i planiranje unaprijed također može uvelike pridonijeti porastu protočnosti prometa i kasnije jednostavnijem davanju naredbi. Postoje procedure i postupci koji su unaprijed definirani, a na kontroloru je da ih pravilno koristi i uvidi koja od procedura ne bi naštetila ostalom prometu u smislu zadržavanja u zraku i kašnjenja. Održavanje protoka ne odnosi se samo na dolazne zrakoplove već i na zrakoplove u odlasku pa je kao bitan čimbenik važna dobra koordinacija s kontrolnim tornjem, pravilni postupci razdvajanja odlaznih zrakoplova međusobno i s dolaznim letovima, kao i koordinacija sa susjednim jedinicama. Kao jedan od čimbenika koji bi uvelike mogli pomoći prilaznom kontroloru su neki od novih sustava kao što su primjerice spomenuti DMAN, AMAN, PMS i P-RNAV koncept koji bi povećali sam kapacitet i omogućili veći protok, smanjili radno opterećenje kontrolora, a uz to donijeli manju potrošnju goriva i manja čekanja u zraku za pilote zrakoplova. Prilazni kontrolori HKZP-a pozitivno komentiraju nove sustave i kao jedan od glavnih prednosti navode upravo povećanje kapaciteta, protoka i smanjenje opterećenja kontrolora, ali budući da prostor TMA Zagreb još uvijek nije toliko opterećen kao neki drugi Europski TMA, smatraju da početak implementacije tih sustava još uvijek nije potreban.

## LITERATURA

- [1] EUROCONTROL: „*Summry of 2012 – 2035 Forecast*“ - <http://www.eurocontrol.int/articles/forecasts> (preuzeto: 5. kolovoza 2015.)
- [2] ICAO doc 9161: „*Manual on Air Navigation Services Economics*“ - [http://www.icao.int/publications/documents/9161\\_en.pdf](http://www.icao.int/publications/documents/9161_en.pdf) (preuzeto: 5. kolovoza 2015.)
- [3] Juričić, B.: Autorizirana predavanja- <http://e-student.fpz.hr/> (preuzeto: 5. kolovoza 2015.)
- [4] ICAO doc4444: „*Air Traffic Management*“ - <http://www.aeronav.spb.ru/library/4444.pdf> (preuzeto: 5. kolovoza 2015.)
- [5] ICAO Annex 10: „*Aeronautical Telecommunications (Volume II)*“ - [http://www.icao.int/Meetings/anconf12/Document%20Archive/AN10\\_V2\\_cons%5B1%5D.pdf](http://www.icao.int/Meetings/anconf12/Document%20Archive/AN10_V2_cons%5B1%5D.pdf) (preuzeto: 5. kolovoza 2015.)
- [6] B. Juričić, R. Škurla Babić, I. Francetić: *Zagreb Terminal Airspace Capacity*; 2011. (preuzeto: 18. kolovoza 2015.)
- [7] SESAR JU- *Approach Procedure with Vertical Guidance: ATC Procedures and Training Report* (preuzeto: 15. kolovoza 2015.)
- [8] SESAR JU- *DMAN Baseline to be used for Interogation of AMAN and DMAN: Contextual Note* (preuzeto 15. kolovoza 2015.)
- [9] SESAR JU- *Coupled AMAN-DMAN: Basic DMAN Validation (EXE-06.08.04-VP-470)- Validation Report* (preuzeto 19. kolovoza 2015.)
- [10] SKYbrary aero - [http://www.skybrary.aero/index.php/Arrival\\_Manager\\_%28AMAN%29](http://www.skybrary.aero/index.php/Arrival_Manager_%28AMAN%29) (preuzeto: 5. kolovoza 2015.)
- [11] SESAR JU- *QM-7 Integrated Sequence Building / Optimisation of Queues: STEP 1 AMAN + Point Merge Validation Report* (preuzeto: 20. kolovoza 2015.)
- [12] Novak, D.: *Zrakoplovna prostorna navigacija*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2015.

[13] SKYbrary aero - [http://www.skybrary.aero/index.php/Precision-Area\\_Navigation\\_%28P-RNAV%29](http://www.skybrary.aero/index.php/Precision-Area_Navigation_%28P-RNAV%29) (preuzeto: 20. kolovoza 2015.)

[14] SESAR JU- P-RNAV in complex TMA: Contextual Note (preuzeto: 20. kolovoza 2015.)

## POPIS SLIKA

Slika 1- Izgled prostora TMA Zagreb s točkama i radionavigacijskim sredstvima .....	4
Slika 2- SID za uzletno-sletnu stazu 05.....	5
Slika 3- SID za uzletno-sletnu stazu 23.....	6
Slika 4- STAR-ovi za uzletno-sletnu stazu smjera 05.....	8
Slika 5- STAR-ovi za uzletno-sletnu stazu smjera 23.....	8
Slika 6- Prošireni prostor nadležnosti-TMA Zagreb .....	10
Slika 7- Minimalna apsolutna visina za vektoriranje unutar TMA Zagreb.....	14
Slika 8- Primjer prometne situacije s dva dolaska sa sličnom udaljenošću od referentne točke .....	29
Slika 9- Dijagram toka za situaciju s istovremenim dolascima na istu referentnu točku .....	31
Slika 10- Primjer prometne situacije zrakoplova koji slijedi proceduru neuspjelog prilaznja i zrakoplova u odlasku.....	32
Slika 11- Dijagram toka za moguće rješavanje konfliktnih situacija pri odlascima ....	33
Slika 12- Primjer prometne situacije s dva istovremena dolaska i jednim odlaznim zrakoplovom.....	34
Slika 13- Usporedba putanja prilaza ILS-a i LPV-a na primjeru aerodroma u Glasgowu .....	36
Slika 14- Prikaz ulaznih podataka AMAN sustava korištenih pri izračunu.....	39
Slika 15- Primjer funkcioniranja Point Merge sistema s proširenim TMA.....	41