Tehnologija rada i postupci aerodromske kontrole zračnog prometa u CTR Zagreb

Jurjević, Iva

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:119:867045

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Iva Jurjević

TEHNOLOGIJA RADA I POSTUPCI AERODROMSKE KONTROLE ZRAČNOG PROMETA U CTR ZAGREB

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 8. lipnja 2015.

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

ZAVRŠNI ZADATAK br. 2183

Pristupnik: **Iva Jurjević (0135229030)**
Studij: Aeronautika
Smjer: Kontrola leta

Zadatak: **Tehnologija rada i postupci aerodromske kontrole zračnog prometa u CTR Zagreb**

Opis zadatka:

U Uvodu objasniti podjelu usluga kontrole zračnog prometa i jedinice koje ih pružaju te važnost aerodromske kontrole zračnog prometa. Objasniti značaj Međunarodne zračne luke Zagreb (MZL Zagreb) te karakteristike zračnog prostora primjene - CTR Zagreb i manevarske površine. Navesti statističke podatke o prometu te različitosti potreba općeg (GAT) i operativnog (OAT) prometa. Objasniti prilazne i odlazne postupke te postupak neuspjelog prilaza. Analizirati i objasniti tehnologiju rada kontrolora i postupke aerodromske kontrole te razraditi prometne situacije sa IFR, VFR i OAT prometom i odrediti najčešće konliktne situacije te način njihovog rješavanja. Objasniti perspektive daljnjeg razvoja MZL Zagreb te analizirati problematiku i utjecaj izgradnje nove putničke zgrade na kontrolu zračnog prometa. Dati zaključna razmišljanja.

Zadatak uručen pristupniku: 18. ožujka 2015.

Mentor:

doc. dr. sc. Biljana Juričić

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

TEHNOLOGIJA RADA I POSTUPCI AERODROMSKE KONTROLE ZRAČNOG PROMETA U CTR ZAGREB

AERODROME CONTROL OPERATIONS AND PROCEDURES WITHIN ZAGREB CTR

Mentor: doc. dr. sc. Biljana Juričić
Student: Iva Jurjević, 0135229030

Zagreb, rujan 2015.

TEHNOLOGIJA RADA I POSTUPCI AERODORMSKE KONTROLE ZRAČNOG PROMETA U CTR ZAGREB

SAŽETAK

Aerodromski kontrolni toranj Zagreb pruža usluge aerodromske kontrole zračnog prometa unutar kontrolirane zone (*Controle Zone* – CTR) Zagreb te na manevarskim površinama Zračne luke Zagreb. Izdaju odobrenja i informacije pilotima zrakoplova pod svojom nadležnošću s ciljem postizanja sigurnog, redovitog i učinkovitog protoka zračnog prometa. Utvrđuju prometnu situaciju na temelju obrazaca za praćenje napredovanja leta (papirnatih stripova s podacima iz planova leta), radio-telefonske komunikacije i koordinacije s ostalim jedinicama. Istovremeno kontroliraju dolazne i odlazne zrakoplove civilnih i vojnih korisnika imajući na raspolaganju jednu uzletno-sletnu stazu te se zbog toga svakodnevno susreću s problematikom većeg broja operacija uz ograničeni kapacitet uzletno-sletne staze. Jedna uzletno-sletna staza je ograničavajući faktor prilikom povećanja prometne potražnje.

KLJUČNE RIJEČI: aerodromski kontrolni toranj; CTR Zagreb; Međunarodna zračna luka Zagreb

SUMMARY

Aerodrome control tower Zagreb is providing aerodrome control service within CTR Zagreb and at maneuvering areas of Zagreb International Airport. The tower is issuing clearances and information to the pilots under its jurisdiction with the objective of contributing safe, orderly and expeditious flow of air traffic. They are determing the situation based on paper strips (flight plans), radio-telephony communication and coordination with other units. Simultaneously they are controlling departing and arriving civil and military aircraft relying on the one runway. Due to restricted capacity of the runway they are unable to answer expanding traffic demands and they are facing those issues on daily basis.

KEYWORDS: aerodrome control tower; CTR Zagreb; Zagreb International Airport

Sadržaj

1. UVOD 1
2. KARAKTERISTIKE I ZRAČNI PROSTOR MEĐUNARODNE ZRAČNE LUKE ZAGREB 3
2.1. Karakteristike CTR-a Zagreb 3
2.2. Karakteristike manevarske površine MZL Zagreb 5
2.2.1. Uzletno-sletna staza 6
2.2.2. Vozne staze 8
3. ODLAZNE, PRILAZNE I PROCEDURE NEUSPJELOG PRILAZA 9
3.1. Odlazne procedure 9
3.1.1. Odlazne procedure za uzletno-sletnu stazu 05 MZL Zagreb 9
3.1.2. Odlazne procedure za uzletno-sletnu stazu 23 MZL Zagreb 11
3.2. Prilazne procedure 12
3.2.1. Prilazne procedure za uzletno-sletnu stazu 05 MZL Zagreb 13
3.2.2. Prilazne procedure za uzletno-sletnu stazu 23 MZL Zagreb 15
3.3. Procedure neuspjelog prilaza 17
3.4. Procedure za VFR letove 18
4. PROMETNA SITUACIJA NA MZL ZAGREB 19
4.1. Vrste prometa na MZL Zagreb 19
4.2. Statistički podaci o prometu 20
5. ANALIZA RADA AERODROMSKE KONTROLE U CTR ZAGREB 23
5.1. Zadaće aerodromske kontrole 23
5.1.1. Zrakoplovi u odlasku 23
5.1.2. Zrakoplovi u dolasku 25
5.2. Tehnologija rada aerodromske kontrole 27
5.3. Razdvajanje zrakoplova u CTR Zagreb 28
5.4. Podjela i prijenos odgovornosti 30
6. PROBLEMATIKA AERODROMSKE KONTROLE U CTR ZAGREB 31
6.1. Konfliktne situacije u CTR Zagreb 31
6.2. Rješenja konfliktnih situacija u CTR Zagreb 33
7. DALJNJI RAZVOJ MZL ZAGREB 37
8. ZAKLJUČAK 42
LITERATURA 43
POPIS KRATICA 44
POPIS SLIKA 46
POPIS TABLICA 47
POPIS GRAFIKONA 48

1. UVOD

Međunarodna zračna luka Zagreb je glavna međunarodna zračna luka u Hrvatskoj. Na lokaciji na kojoj se danas nalazi otvorena je 20. travnja 1962. godine. Tek kasnije 1966. izgrađen je kontrolni toranj. Prema godišnjem broju putnika i operacija je najveća i najvažnija međunarodna zračna luka u Hrvatskoj. Osim toga, bitna je i njezina uloga zrakoplovne baze Hrvatskog ratnog zrakoplovstva. Kao takvu jednako koriste i civilni i vojni korisnici. Vrlo je bitna za razvitak turizma jer je jedina zračna luka na kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske s preko 2 000 000 putnika godišnje. Na području Međunarodne zračne luke Zagreb se svim korisnicima pružaju usluge aerodromske kontrole zračnog prometa.

Usluge kontrole zračnog prometa (*Air Traffic Control Services* – ATC) pružaju se u svrhu odvijanja sigurnog, redovitog i nesmetanog zračnog prometa. Ove usluge su uspostavljene kako bi se spriječili sudari zrakoplova u zraku i na manevarskim površinama aerodroma i sudari zrakoplova i vozila, te sudari zrakoplova i drugih prepreka na manevarskim površinama aerodroma. Pružaju se sljedeće usluge kontrole zračnog prometa:

- aerodromske kontrole zračnog prometa koje pruža aerodromski kontrolni toranj (*Tower* - TWR)
- prilazne kontrole zračnog prometa koje pruža jedinica prilazne kontrole zračnog prometa (*Approach Control Unit* - APP)
- oblasne kontrole zračnog prometa koje pruža centar oblasne kontrole (*Area Control Center* - ACC).[1]

Usluge aerodromske kontrole zračnog prometa pružaju se u svrhu kontrole svih zrakoplova koji polijeću, slijeću ili se kreću po manevarskim površinama aerodroma te letova u kontroliranoj zoni aerodroma (*Control Zone* – CTR). Kontrolirane zone, unutar kojih aerodromski kontrolor ima dužnost sigurno kontrolirati sve zrakoplove, se prostiru vertikalno od površine tla do određene gornje granice te bočno minimalno 5 NM od aerodroma u smjeru dolazaka/odlazaka zrakoplova.[2]

Cilj završnog rada je predstaviti tehnologiju rada i postupke aerodromske kontrole zračnog prometa unutar kontrolirane zone Zagreb.

[1] ICAO Annex 11 – *Air Traffic Services*, 2001.
[2] Nolan, M. S.: *Fundamentals of Air Traffic Control*, DELMARE CENGAGE Learning, New York, 2011., p.237-238

U drugom poglavlju rada opisane su karakteristike manevarske površine Međunarodne zračne luke Zagreb i kontrolirane zone Zagreb

U trećem poglavlju objašnjene su i opisane odlazne i dolazne procedure te procedure neuspjelog prilaza za uzletno-sletnu stazu 05/23.

U četvrtom poglavlju prikazane su vrste prometa na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb te statistički podaci o prometu u zadnjih nekoliko godina te mjesečni prikaz u 2014. godini. Također su prikazani statistički podaci o GAT i OAT prometu.

U petom poglavlju objašnjene su zadaće aerodromske kontrole za dolazne i odlazne zrakoplove, tehnologija rada kontrolora te principi i minimalne norme razdvajanja zrakoplova u dolasku i odlasku. Obrađeno je područje odgovornosti te način prijenosa odgovornosti za zrakoplov na drugu jedinicu.

U šestom poglavlju objašnjene su najčešće konfliktne situacije te načini na koji ih aerodromski kontrolori rješavaju.

Na kraju rada, u sedmom poglavlju, priloženi su podaci o daljnjem razvoju Međunarodne zračne luke Zagreb (dalje u tekstu MZL Zagreb) te objašnjena problematika i utjecaj izgradnje nove putničke zgrade na kontrolu zračnog prometa.

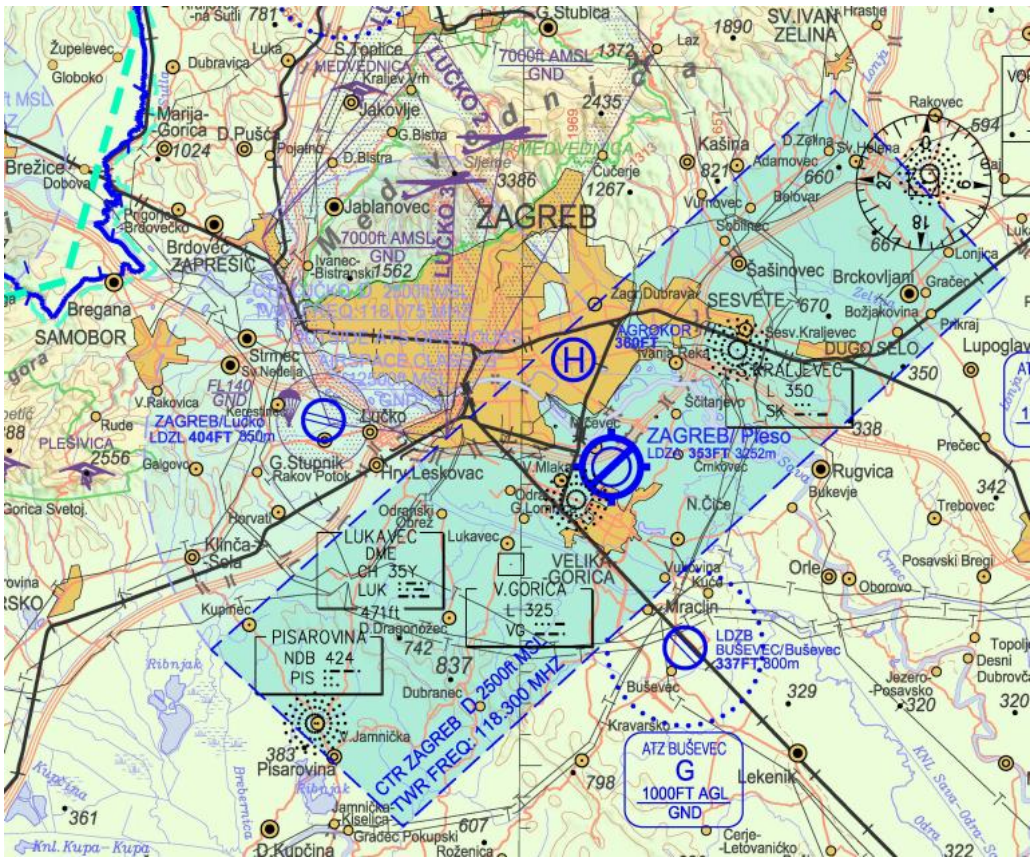
2. KARAKTERISTIKE I ZRAČNI PROSTOR MEĐUNARODNE ZRAČNE LUKE ZAGREB

Međunarodna zračna luka Zagreb nalazi se 10 km od centra glavnog grada Zagreba. Najvažnija je međunarodna zračna luka u Hrvatskoj i važna zrakoplovna baza Hrvatskog ratnog zrakoplovstva.

Iako se Međunarodna zračna luka Zagreb nalazi na povoljnom geoprometnom položaju i kao takva je oduvijek bila potencijalna europska čvorna, transferno-tranzitna luka (*hub*), sa svojom jednom uzletno-sletnom stazom i premalim kapacitetom stajanke i terminala trenutno nije u mogućnosti ostvariti taj cilj.

Na području Međunarodne zračne luke Zagreb nalazi se jedan kontrolni toranj iz kojeg aerodromski kontrolori zračnog prometa pružaju uslugu kontrole zračnog prometa svim zrakoplovima na manevarskoj površini aerodroma i u CTR Zagreb.

2.1. Karakteristike CTR-a Zagreb


ZAGREB
7000ft AMSL
GND
LUČKO 2
LUČKO 3
MEDVEDNICA
SAMOBOR
ZAPREŠIĆ
ZAGREB/Lučko
LDZL 404FT 350m
ZAGREB/ Pleso
LDZO 353FT 3252m
LUKAVEC
DME
CH 35Y
LUK
471ft
PISAROVINA
NDB 424
PIS
VELIKA GORICA
V.GORICA
L 325
VG
LDZB
BUŠEVEC/Buševec
337FT 800m
ATZ BUŠEVEC
G
1000FT AGL
GND
CTR ZAGREB D 2500ft MSL
TWR FREQ: 118.300 MHZ
AGROKOR
360FT
SESVETE
DUGO SELO
KRALJEVEC
L 350
SK
SV.IVAN ZELINA
Kašina
Sašinovec
Brckovljani
Rugvica
Orle
Lekenik
Bregana
PLEŠIVICA
2556
Jablanovec
Brdovec
Marija-Gorica
Brežice
Jakovlje
Lučko
Pisarovina
Dubranec
Buševec
Kravarsko
Mraclin
Vukovina
Posavski Bregi
Oborovo
Trebovec
Prečec
Lupoglav
Rakovec
Lonjica
Božjakovina
Gračec
Sesv.Kraljevec
Ivanja Reka
Zagr.Dubravan
Čučerje
Jezero-Posavsko
Desni Dubrovčan
Cerje-Letovaničko
Gračec Pokupski
D.Kupčina
Jamnička Kiselica
Jamnička
Pisarovina
Klinča-Sela
Kupinec
Lukavec
Odranski Obrez
Hr.Leskovac
G.Stupnik
Rakov Potok
Strmec
Sv.Nedelja
V.Rakovica
Rude
Galgovo
Horvati
Gorica Svetoj.
Ribnjak
Kupčina
Brebernica
Knl.Kupa-Kupa
Knl.Sava-Odra
Odra
Črnkovec
N.Čiče
Bukevje
Šćitarjevo
Ivanec-Bistranski
Jablanovec
Prigorje-Brdovečko
Dobova
Globoko
Županjevec
Dubravica
Luka
S.Toplice
Kraljev Vrh
G.Bistra
D.Bistra
Pojatno
D.Pušća
Slijepe
Vukovec
Sobinec
Adamovec
D.Zelina
Sv.Helena
Bolovar
Laz
Hrastje
G.Stubica
Lukač
Lukač
Lukač

Na slici 1. prikazan je prostor CTR-a Zagreb. CTR Zagreb vertikalno se proteže od površine zemlje (*Ground* - GND) do 2500 stopa (*Feet* – ft) srednje razine mora (*Mean Sea Level* – MSL).

Tablica 1. - Karakteristike zračnog prostora klase D

Klasa	Vrsta leta	Vrsta razdvajanja	Vrsta usluge	VMC vidljivost i minimalna udaljenost od oblaka*	Ograničenje brzine*	Radiokomunikacijski zahtjev	ATC odobrenje
D	IFR	IFR od IFR	Usluga kontrole zračnog prometa, uključujući informacije o prometu o VFR letovima i (preporuka o izbjegavanju na zahtjev)	Nije primjenjivo	250 KT IAS ispod FL100	Stalna dvosmjerna	Da
	VFR	Nil	Informacije o prometu između VFR i IFR letova i preporuka o izbjegavanju, na zahtjev	8 km na i iznad FL100 5 km ispod FL100 1500 m horizontalne; 1000 ft 11vertikalne udaljenosti od oblaka	250 KT IAS ispod FL100	Stalna dvosmjerna	Da

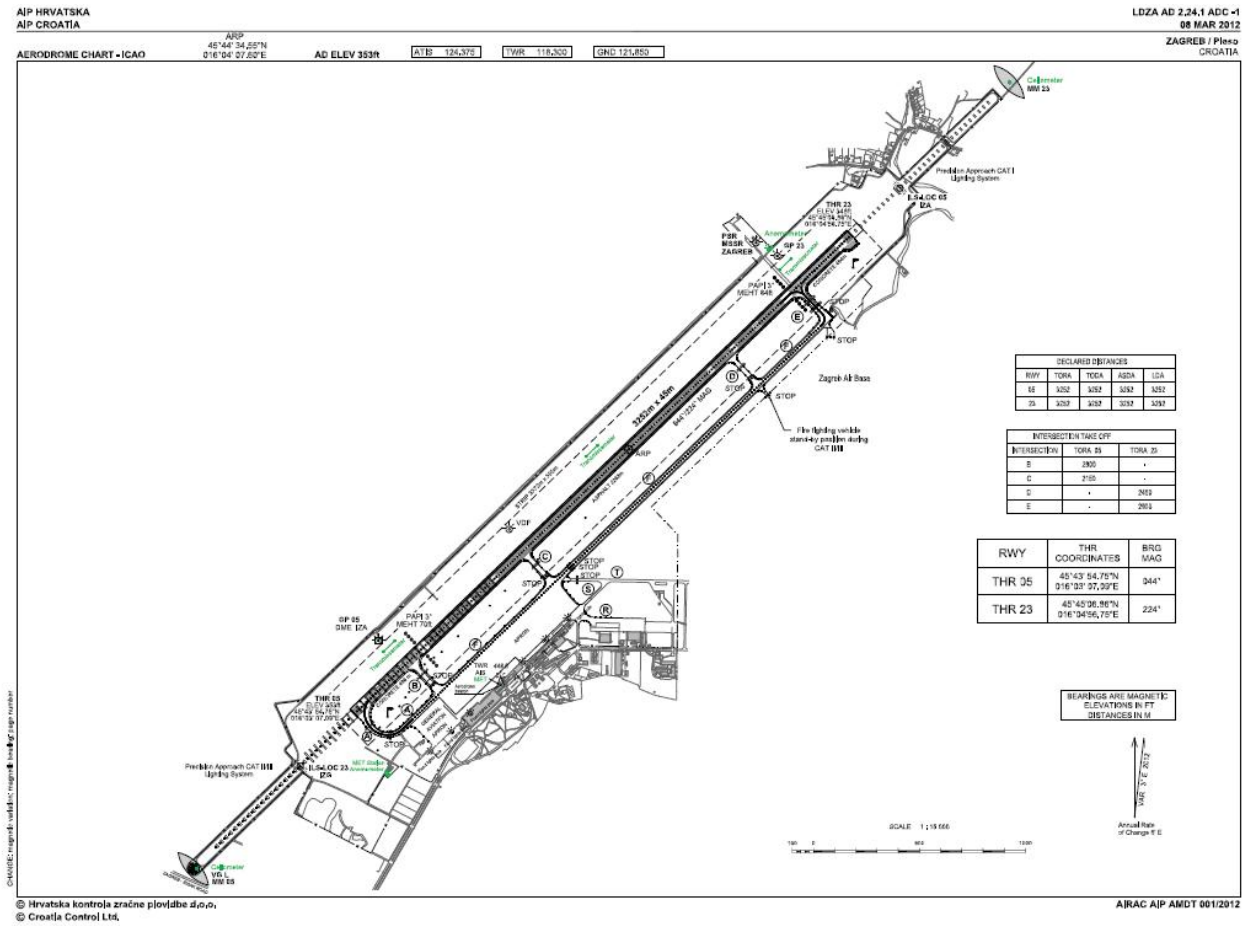
IZVOR: [5]

Zračni prostor CTR-a Zagreb je klase D. Kao što je prikazano u tablici 1. u zračnom prostoru klase D omogućen je let IFR (*Instrument flight rules*) i VFR (*Visual Flight Rules*) letovima. U ovoj klasi se IFR letovima pruža usluga kontrole zračnog prometa u svrhu razdvajanja IFR leta od drugih IFR letova te informacije o prometu o VFR letovima i preporuka o izbjegavanju ukoliko postoji zahtjev za istim. VFR letovima se u ovoj klasi zračnog prometa pružaju informacije o prometu između VFR i IFR letova i preporuka o izbjegavanju, ako postoji zahtjev za istim. Za VFR letove VMC (*Visual Meteorological Conditions*) vidljivost na i iznad FL100 mora biti 8 km, a ispod FL100 5 km. Minimalna horizontalna udaljenost od oblaka mora biti 1500 m, a minimalna vertikalna 1000 ft. Brzina je ograničena na 250 KT IAS ispod FL100 i kod VFR i IFR letova.

2.2. Karakteristike manevarske površine MZL Zagreb

Manevarska površina čini najveći dio površine MZL Zagreb. Manevarska površina je sveukupna konstruktivna površina za promet zrakoplova na aerodromu, koje se koriste za uzlijetanje, slijetanje i vožnju zrakoplova, isključujući stajanke.[3]

Manevarska površina MZL Zagreb sastoji se od osnovne staze uzletno-sletne staze, 5 ulazno-izlaznih voznih staza i jedne vozne staze paralelne sa uzletno-sletnom stazom. Na slici 2. prikazana je karta aerodroma.



Slika 2. - Karta aerodroma

IZVOR: HKZP: AIS; eAIP; 2015–07–23 AIRAC

[3] Pavlin, S.: *Aerodromi I*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str.21

2.2.1. Uzletno-sletna staza

MZL Zagreb opremljena je jednom uzletno-sletnom stazom koja je orijentirana u smjeru 05/23 i koju koriste civilni i vojni korisnici. Duljina uzletno-sletne staze je 3252 m, a širina 45 m. Nadmorska visina praga je 108 m (353 ft).

Prema vrsti zrakoplova koji slijeću na stazu ova zračna luka spada u zračne luke za konvencionalne zrakoplove (*Conventional Take-off and Landing* – CTOL) koji trebaju uzletno-sletnu stazu veću od 2000 m.

Tablica 1. - Minimalne visine odluke i vidljivosti za staze za precizni prilaz

KATEGORIJA	VISINA ODLUKE (m)	VIDLJIVOST UZDUŽ UZLETNO-SLETNE STAZE (m)	HORIZONTALNA VIDLJIVOST (m)
I.	≥ 60	≥ 550	≥ 800
II.	≥ 30	≥ 300	-
IIIA.	< 30 ili 0	≥ 175	-
IIIB.	< 15 ili 0	≥ 50	-
IIIC.	0	0	-

IZVOR: [4]

Prema stupnju opremljenosti za instrumentalni prilaz, uzletno-sletne staze se dijele na instrumentalne uzletno-sletne staze za neprecizni i precizni prilaz. Instrumentalne uzletno-sletne staze za neprecizni prilaz su opremljene vizualnim i nevizualnim sredstvima koja pomažu pri vođenju zrakoplova po pravcu. Prema uvjetima prikazanima u tablici 2., instrumentalne uzletno-sletne staze za precizni prilaz dijele se na:

- instrumentalne uzletno-sletne staze za precizni prilaz kategorije I (*Precision Approach Runway, category I*) su uzletno-sletne staze opremljene vizualnim sustavom, sustavom za slijetanje (*Instrument Landing System* – ILS) i/ili mikrovalnim sustavom za slijetanje (*Microwave Landing System* – MLS) te su namijenjene za operacije s visinom odluke višom od 60 m (200 ft) pri horizontalnoj vidljivosti većoj od 800 m ili pri vidljivosti uzduž uzletno-sletne staze (*Runway Visaul Range* – RVR) minimalno 550 m;

- instrumentalne uzletno-sletne staze za precizni prilaz kategorije II (*Precision Approach Runway, category II*) opremljene su vizualnim sustavom, ILS-om i/ili MLS-om te su namijenjeni za operacije s visinom odluke od 60 m (200 ft) do 30 m te pri RVR dužim od 300 m;
- instrumentalne uzletno sletne staze za precizni prilaz kategorije III (*Precision Approach Runway, category III*) opremljene vizualnim sustavom, ILS-om i/ili MLS-om:
    - IIIA – omogućava slijetanje ako je visina odluke manja od 30 m (100 ft) ili bez visine odluke, ali s RVR minimalno 175 m,
    - IIIB – omogućava slijetanje ako je visina odluke manja od 15 m (50 ft) ili bez visine odluke i RVR od 175 m do 50 m,
    - IIIC – bez visine odluke i bez ograničenja RVR[4]

Uzletno-sletna staza na MZL Zagreb u smjeru 05 je opremljena instrumentalnim prilazom ILS CAT IIIB, a u smjeru 23 sa ILS CAT I. Operacije pri smanjenoj vidljivosti, uključujući ILS CAT II/III operacije prilaženja, slijetanja i uzlijetanje, raspoložive su i odobrene za uzletno-sletnu stazu iz smjera 05.[5]

Postoje četiri objavljene udaljenosti uzletno-sletne staze na MZL Zagreb, što prikazuje tablica 2. S obzirom na to da na oba kraja ove uzletno-sletne staze ne postoji površina za zaustavljanje (*stopway*) kao ni čistina (*clearway*), raspoloživa duljina za polijetanje (*Take-off Distance Available* – TODA), raspoloživa duljina za zalet (*Take-off Run Available* – TORA), raspoloživa duljina za ubrzavanje i zaustavljanje (*Accelerate Stop Distance Available* – ASDA) i raspoloživa duljina za slijetanje (*Landing Distance Available* – LDA) su jednake i iznose 3252 m što je ukupna duljina uzletno-sletne staze.

Tablica 2. - Objavljene udaljenosti uzletno-sletne staze u Zagrebu

RWY	TORA	TODA	ASDA	LDA
05	3252 m	3252 m	3252 m	3252 m
23	3252 m	3252 m	3252 m	3252 m

IZVOR: [5]

[4] ICAO Annex 14 – *Aerodromes* (Vol. 1), 2013.
[5] HKZP: AIS; eAIP; 2015–07–23 AIRAC

Tablica 3 - Objavljene udaljenosti za polijetanja s presjecišta uzletno-sletne staze

PRESJECIŠTE	TORA 05	TORA 23
B	2900 m	-
C	2150 m	-
D	-	2450 m
E	-	2900 m

IZVOR: [5]

Kao što je prikazano u tablici 3., za one zrakoplove za koje je polijetanje na kraćoj udaljenosti moguće u smjeru 05 na izlazu s vozne staze (*taxiway* – TWY) B, TORA iznosi 2900 m, dok na izlaza s TWY C, TORA iznosi 2150 m. U smjeru 23 na izlazu s TWY D TORA iznosi 2450 m, a na izlazu s TWY E 2900 m.

Sigurnosni kraj uzletno-sletne staze (*Runway End Safety Area* – RESA) je površina koja okružuje uzletno-sletnu stazu i služi kako bi smanjila štetu na zrakoplovu pri izlijetanju s uzletno-sletne staze. U oba smjera 05/23 RESA je dužine 240 m, a širine 90 m i travnata je površina.

2.2.2. Vozne staze

Manevarska površina MZL Zagreb opremljena je sa šest voznih staza. Ima pet ulazno-izlaznih voznih staza, redom od praga 05 do praga 23, TWY A, TWY B, TWY C, TWY D i TWY E. Ni jedna od ovih pet voznih staza nije brzo-izlazna vozna staza (*Rapid Exit Taxiway* - RET). Sve ulazno-izlazne vozne staze leže u odnosu na uzletno-sletnu stazu pod pravim kutom (90°). Osim navedenih voznih staza, postoji još jedna TWY F koja je paralelna sa uzletno-sletnom stazom i povezuje ostale sa stajankom. U jednom dijelu ova vozna staza i je stajanka što može predstavljati problem pri parkiranju i vožnji prema stazi. U uvjetima smanjene vidljivosti kretanje zrakoplova na stajanci i TWY F nakon prolaska *stop bar-a* dopušteno je samo uz vođenje *follow me* vozila.

Osim sa samog praga, polijetanje u smjeru 05 je moguće i s presjecišta TWY B i TWY C. U smjeru 23 polijetanje je moguće samo s TWY D i TWY E. TWY E je udaljen od praga staze 23 za 352 m stoga je za potrebe pune raspoložive duljine za polijetanje potrebno učiniti povratno voženje (*backtrack).*

3. ODLAZNE, PRILAZNE I PROCEDURE NEUSPJELOG PRILAZA

Standardni instrumentalni odlazak (*Standard Instrument Departure* Route – SID) je objavljeni postupak leta kojeg zrakoplov koji leti po pravilima IFR leta (dalje u tekstu IFR zrakoplov) koristi neposredno nakon polijetanja sa zračne luke. To je zapravo procedura odlaska koja povezuje zrakoplov sa rutnim dijelom leta.

Standardna dolazna ruta (*Standard Arrival Route* – STAR) je objavljeni postupak leta kojeg IFR zrakoplov koristi prije samog prilaza s rutnog dijela sve do točke početnog prilaza (*Initial Approach Fix* – IAF).

SID i STAR su kreirani s ciljem povećavanja sigurnosti i pospješivanja toka zračnog prometa odlaznih ili dolaznih zrakoplova s iste ili s različitih uzletno-sletnih staza. Unaprijed se istraže konfliktne točke i promet te se korištenjem ovih ruta i visina izbjegnu potencijalne konfliktne situacije. Svaka uzletno-sletna staza ima nekoliko SID-ova i STAR-ova. Svaki SID ili STAR koji pilot planira koristiti naznačen je u planu leta te objavljen u nacionalnom AIP-u.

3.1. Odlazne procedure

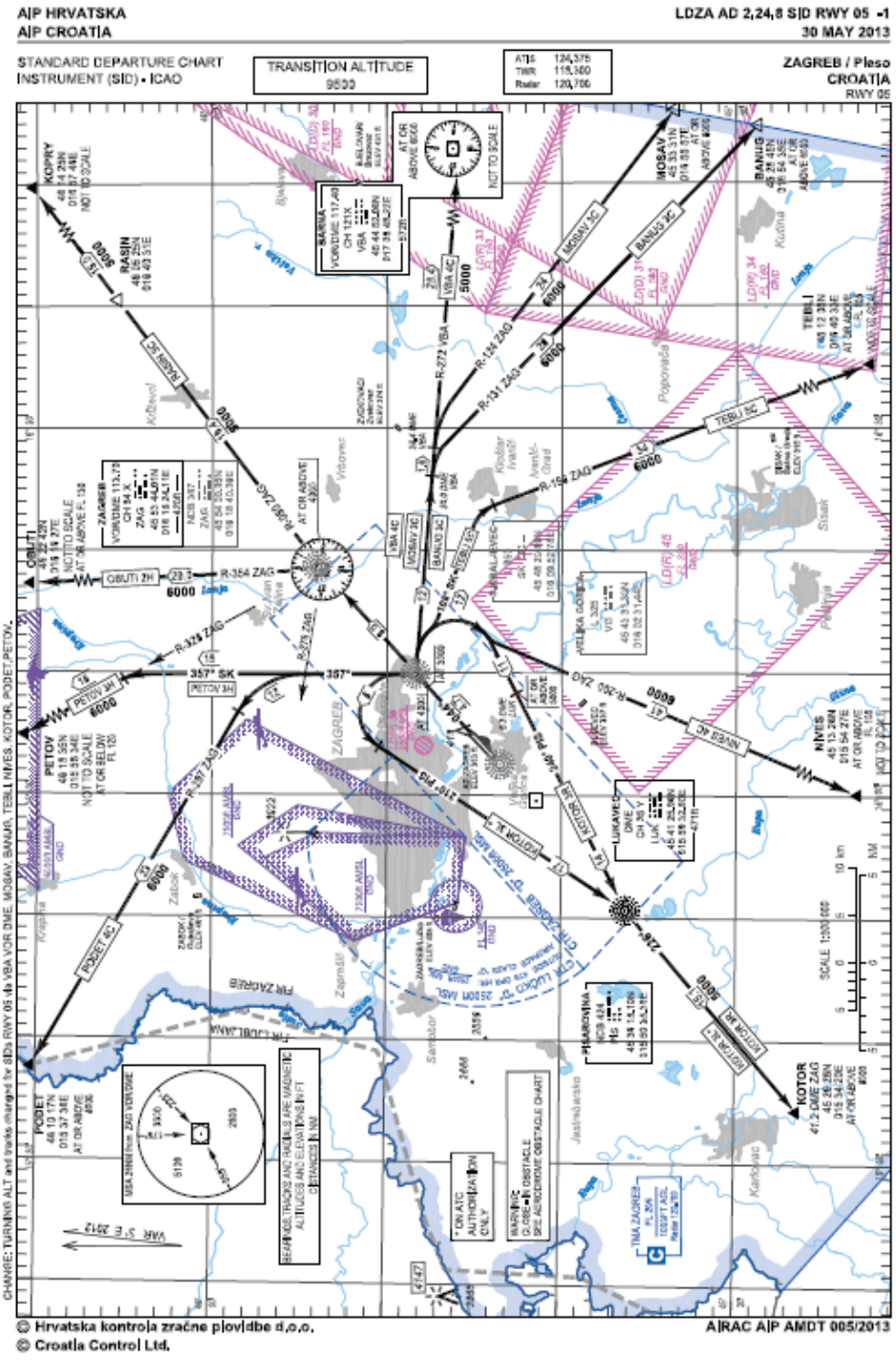
Standardni instrumentalni odlazak je odlazna procedura koja je objavljena u AIP-u za svaku uzletno-sletnu stazu. Za jednu uzletno-sletnu stazu postoji više standardnih instrumentalnih odlazaka.

Pilot IFR zrakoplova prati SID kako bi došao do izlazne točke. Često kontrolor može poništiti SID naveden u planu leta te zbog bolje protočnosti, smanjenja kašnjenja ili izbjegavanja konflikta zrakoplov poslati direktno na neku točku.

3.1.1. Odlazne procedure za uzletno-sletnu stazu 05 MZL Zagreb

Za uzletno-sletno stazu 05 postoji jedanaest objavljenih SID-ova u svim smjerovima. Slika 3. prikazuje kartu svih obavljenih odlaznih procedura za smjer uzletno-sletne staze 05. SID KOTOR3L je procedura koja se smije koristit samo uz ovlaštenje i dozvolu kontrolora. Zbog blizine Sljemena koji se nalazi na 3395 ft (1035 m), procedura zahtijeva zaokret u lijevo tek nakon 4000 ft (1219 m) te daljnji nastavak penjanja na zadanih 6000 ft (1829 m). SID

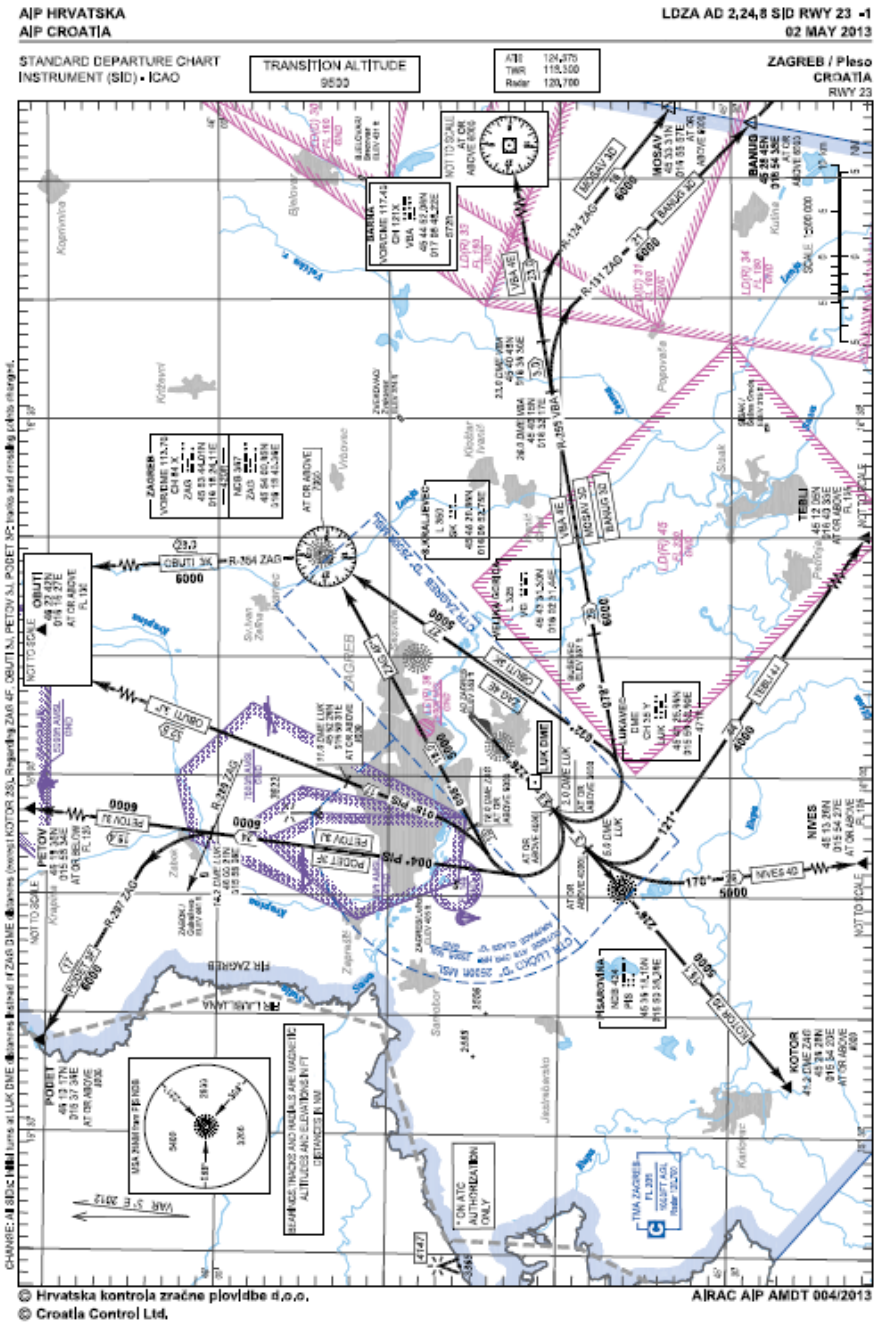
PETOV 3H se koristi samo za destinaciju Maribor u Sloveniji. Za svaku proceduru naznačeno je početno penjanje do 6000 ft.



Slika 3. - Karta odlaznih procedura za uzletno-sletnu stazu 05

IZVOR: HKZP: AIS; eAIP; 2015–07–23 AIRAC

3.1.2. Odlazne procedure za uzletno-sletnu stazu 23 MZL Zagreb



Slika 4. - Karta odlaznih procedura za uzletno-sletnu stazu 23

IZVOR: IZVOR: HKZP: AIS; eAIP; 2015–07–23 AIRAC

Za uzletno-sletnu stazu 23 postoji ukupno dvanaest odlaznih procedura. Slika 4. prikazuje kartu svih objavljenih odlaznih procedura. Osim karte, u AIP-u je objavljen i tablični prikaz u kojem je točno naznačena svaka instrukcija za pilota.

3.2. Prilazne procedure

Instrumentalni prilaz je neizostavni dio svakog IFR leta. Sastoji se od ukupno pet segmenata:

- Dolazna ruta (*Arrival Segment*)
- Početno prilaženje (*Initial Approach*)
- Međuprilaženje (*Intermediate approach*)
- Završno prilaženje (*Final Approach*)
- Neuspjeli prilaz (*Missed Approach*)

Ovi segmenti su detaljno opisani i osiguravaju sigurno nadvišavanje svih prepreka u blizini aerodroma.

Svaki STAR je objavljen u AIP-u za svaku zračnu luku i uzletno-sletnu stazu te je dostupan svima. STAR sadrži zaokrete koji povezuju rutni dio leta sa točkom početnog prilaženja (*Intial Approach Fix* – IAF) gdje započinje početno prilaženje. Početna točka STAR-a trebala bi biti neko navigacijsko sredstvo, točka, sredstvo za mjerenje udaljenosti, križanje ili sl.

Početno prilaženje traje do točke međuprilaženja (*Intermediate Fix* – IF) na kojemu počinje segment međuprilaženja. Završno prilaženje započinje na točki završnog prilaženja (*Final Approach Point* – FAP). Tokom ovog segmenta zrakoplov se priprema za slijetanje. Usporava se spuštanjem zakrilaca, spojleri se aktiviraju. FAP se nalazi otprilike 8 NM od samog slijetanja. Stajni trap se spušta na 5 NM. Ukoliko je sve spremno za slijetanje nakon ovog segmenta započinje faza slijetanja. Slijetanje počinje na određenoj visini (*screen height*) i završava potpunim zaustavljanjem zrakoplova na zemlji.

Osim STAR-ova češće se koriste tzv. vektoriranja. To je proces zadavanja određenih smjerova koje bi zrakoplov trebao letjeti. Zadaje ih prilazni kontrolor i tako ga dovodi do pravca ILS *localisera.* Tokom vektoriranja, kontrolor osim što pilotu zadaje smjerove leta, mora ga pravovremeno snižavati i paziti na brzinu. Također mora paziti na nadvišavanje prepreka ne narušavajući minimalnu visinu radarskog vektoriranja (*Minimum Radar Vectoring Altitude* – MRVA). Nakon što kontrolor pilotu zada zadnji završni vektor, odobrava

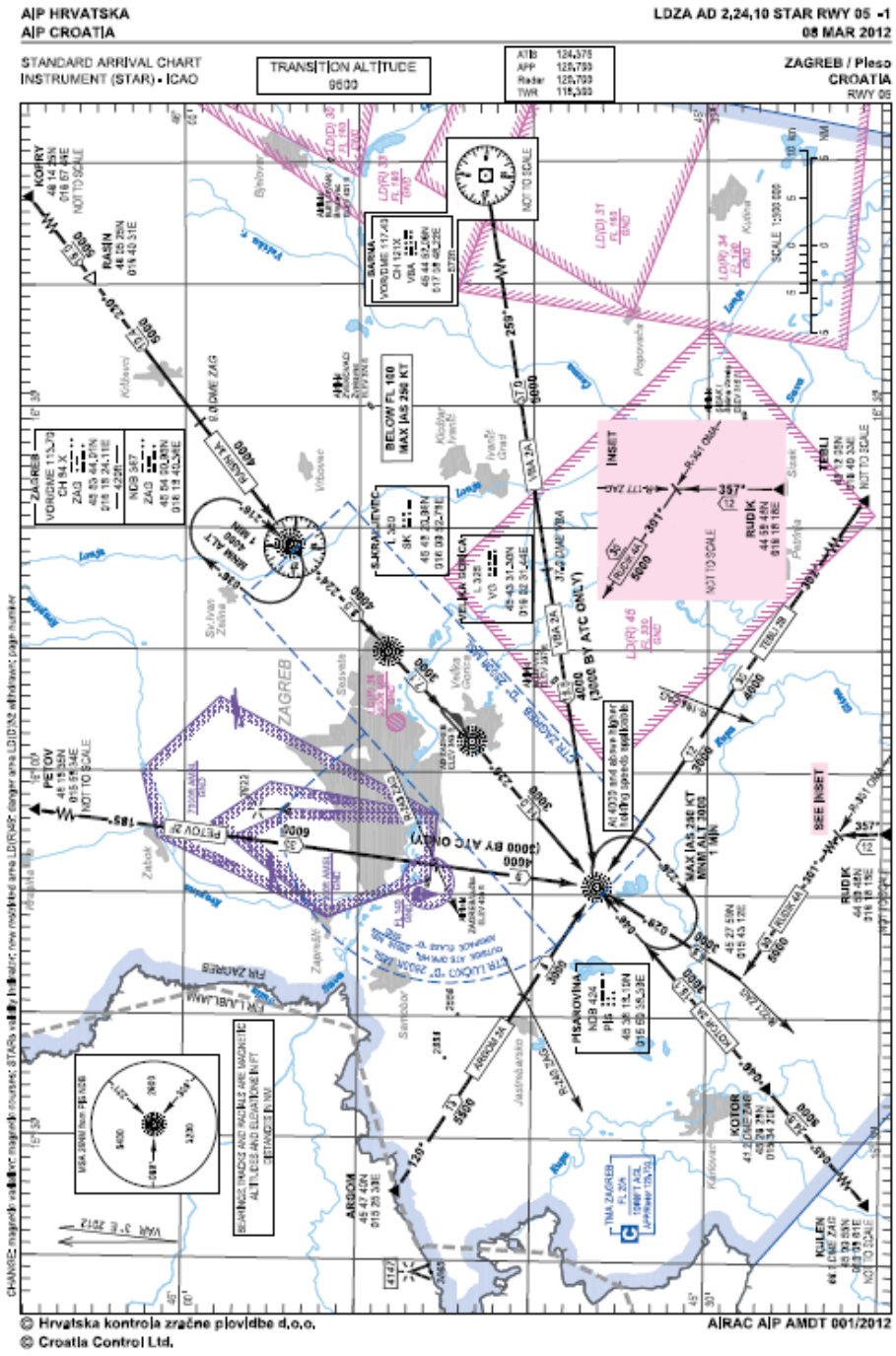
mu ILS prilaz. Nakon što pilot javi da je signal ILS-a uspostavljen, prilazni kontrolor prebacuje pilota na frekvenciju aerodromske kontrole. Vektoriranje se koristi za smanjivanje kašnjenja i bolju protočnost te ponekad za izbjegavanje konfliktnih situacija. Suprotno tome, STAR-ovi se koriste kako bi se smanjila potreba za vektoriranjem ako postoji preveliko radno opterećenje kontrolora.

Prilaz iz pravca (*Straight-in Approach*) je prilaz u kojem nema potrebe za zaokretima i zrakoplov je u smjeru uzletno-sletne staze.

3.2.1. Prilazne procedure za uzletno-sletnu stazu 05 MZL Zagreb

Slika 5. prikazuje kartu dolaznih procedura za uzletno-sletnu stazu 05. Na karti su detaljno prikazani svi zaokreti i udaljenosti kojih se pilot mora pridržavati. Osim toga prikazana je i procedura neuspjelog prilaza. Na slici 5. je također vidljiva procedura prilaza iz pravca (KOTOR 2A) za sve zrakoplove koji lete u smjeru 05.

Pri korištenju uzletno-sletne staze 05 često se STAR-ovi zamjenjuju vektoriranjem kako bi se izbjegle konfliktne situacije ukoliko postoji više zrakoplova koji dolaze na PISAROVINU (PIS).



Slika 5. – Karta prilaznih procedura za uzletno-sletnu stazu 05

IZVOR: HKZP: AIS; eAIP; 2015–07–23 AIRAC

3.2.2. Prilazne procedure za uzletno-sletnu stazu 23 MZL Zagreb

Slika 6. prikazuje prilazne procedure za uzletno-sletnu stazu 23. Postoji nekoliko STAR-ova od kojih samo jedan predstavlja prilaz iz pravca, a to je RASIN 2B (za sve zrakoplove koji su u smjeru uzletno-sletne staze 23).

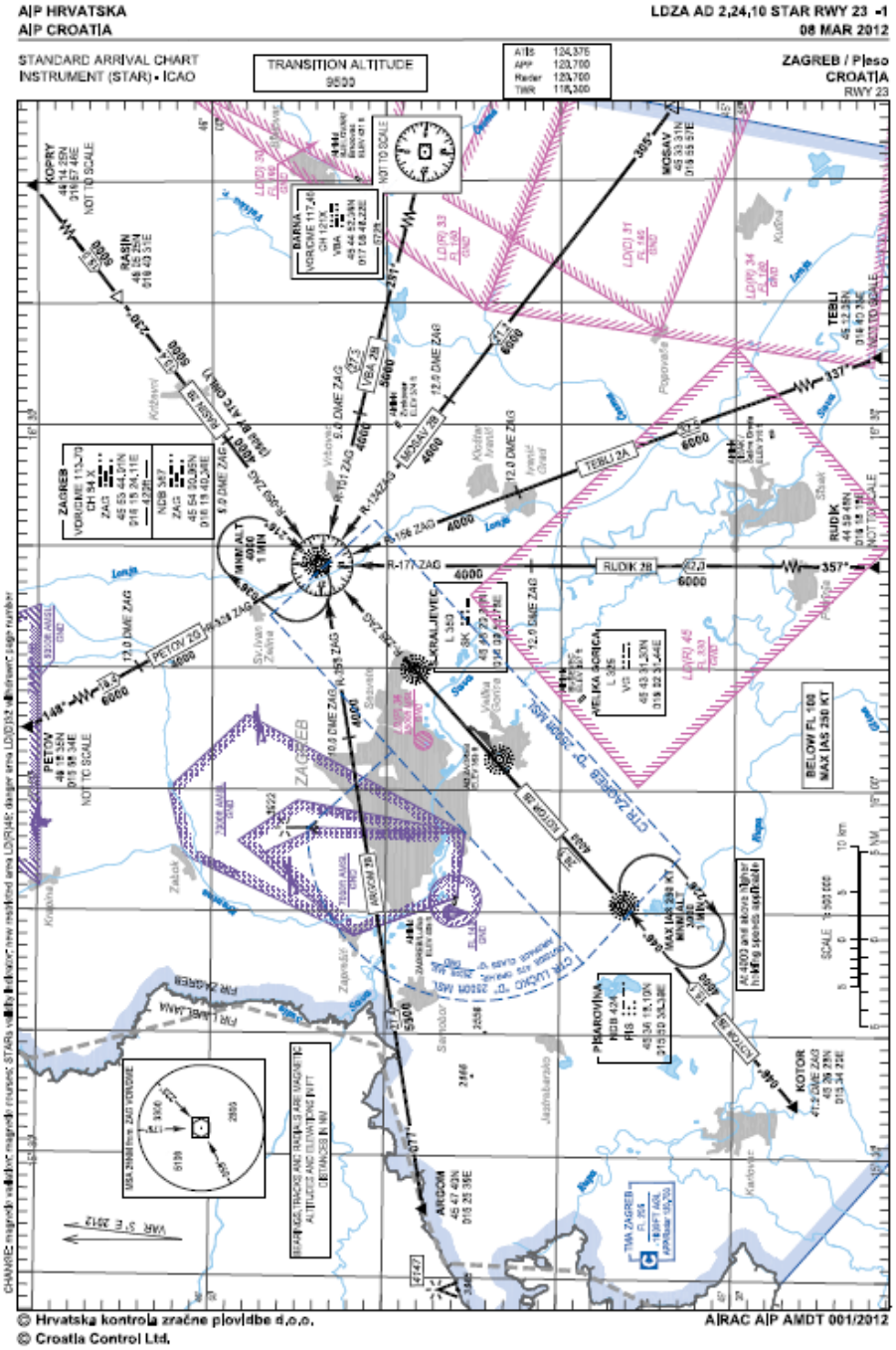
Za svaku uzletno-sletnu stazu osim što u AIP-u postoji objavljena karta svih procedura postoji i tablično objašnjenje sa instrukcijama.

Tablica 4. prikazuje jedan primjer STAR-a za uzletno-sletnu stazu 23. U prvom polju se nalazi ime STAR-a, a u drugom točno navedena ruta. U polju za rutu stoji naznačeno koji smjer zrakoplov treba pratiti, na koju točku ići, koji radijal pratiti ili koju visinu minimalno održavati. Sljedeće polje označava spuštanje u kojem je u većini slučajeva naznačeno da je uz odobrenje kontrolora. U predzadnjem polju se nalazi frekvencija na kojem je pilotu omogućena komunikacija sa kontrolorom. U zadnjem polju se nalaze posebne zabilješke kao što su krugovi za čekanje (*holding)* i sl.

Tablica 4. - Primjer STAR-a objavljenog u AIP-u

DESIGNATOR	ROUTE	DESCEND	CONTACT	REMARKS
KOTOR 2B	**KOTOR TWO BRAVO ARRIVAL** From KOTOR proceed on QDM 046° PIS to PIS NDB (MNM ALT 4000FT). After crossing PIS NDB proceed on R-225 ZAG to ZAG VOR DME (MNM ALT 4000FT) and hold.	As cleared by ATC	Zagreb Radar 120.700 MHZ	HLDG at PIS NDB on ATC authorization only

IZVOR: [5]



Slika 6. – Karta prilaznih procedura za uzletno-sletnu stazu 23

IZVOR: HKZP: AIS; eAIP; 2015–07–23 AIRAC

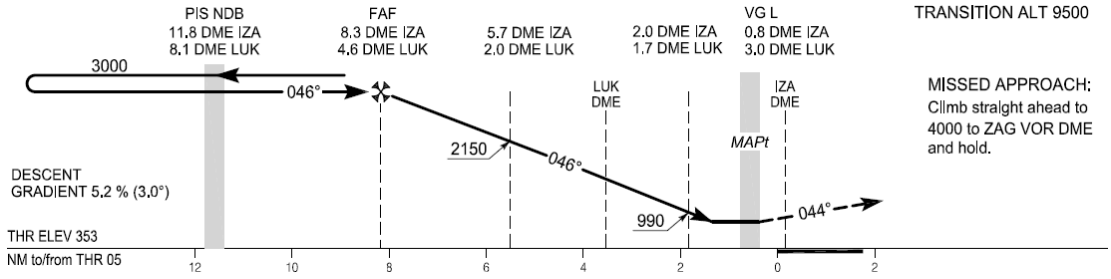
3.3. Procedure neuspjelog prilaza

Procedura neuspjelog prilaza (*Missed Approach Procedure* – MAP) je procedura koja se prati ako nije moguće nastaviti prilaz na slijetanje. MAP se nalaze naznačene na kartama instrumentalnog prilaza objavljene u AIP-u. Ova procedura je kreirana tako da u svakom trenutku osigurava sigurno nadvišavanje svih prepreka u blizini aerodroma. Ukoliko kontrolor izda instrukcije za neku MAP koja nije objavljena tada je kontrolor zadužen da pilotu zrakoplova osigura sigurno nadvišavanje svih prepreka u blizini aerodroma.

Procedura neuspjelog prilaza se započinje na visini odluke (*Decision Altitude/Height* – DA/H). Na toj visini pilot zrakoplova mora odlučiti hoće li ići u slijetanje ili će ići u proceduru neuspjelog prilaza. Na točki neuspjelog prilaza (*Missed Aprroach Point* – MAPt) pilot zrakoplova započinje proceduru neuspjelog prilaza. Ujedno na toj točki završava segment završnog prilaženja.

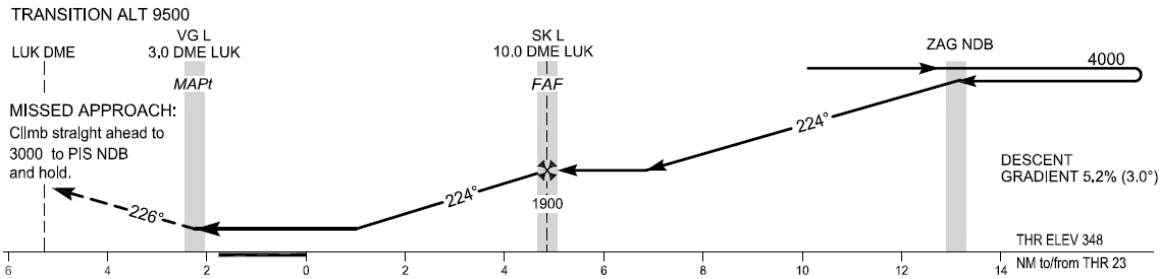
Za uzletno-sletnu stazu 05 u slučaju neuspjelog prilaza (slika 7.) pilot zrakoplova treba penjati u pravcu staze do 4000 ft i na ZAG VOR DME započeti krug za čekanje (*holding*).

Za uzletno-sletnu stazu 23 u slučaju neuspjelog prilaza (slika 8.) pilot zrakoplova treba penjati u pravcu staze do 3000 ft prema PIS NDB i tamo započeti krug za čekanje.



Slika 7. – Procedura neuspjelog prilaza za uzletno-sletnu stazu 05

IZVOR: HKZP: AIS; eAIP; 2015–07–23 AIRAC



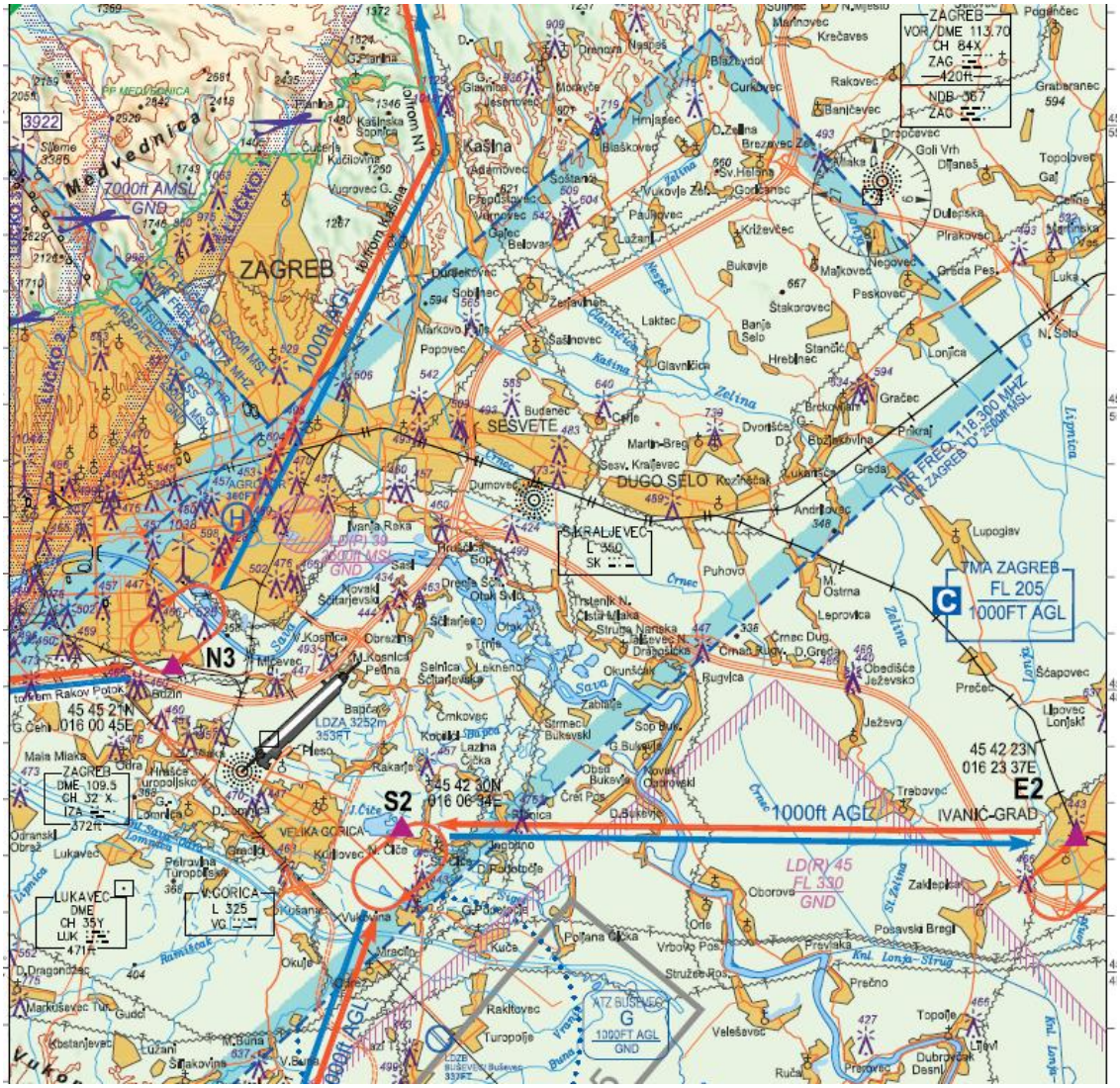
Slika 8. - Procedura neuspjelog prilaza za uzletno-sletnu stazu 23

IZVOR: HKZP: AIS; eAIP; 2015–07–23 AIRAC

3.4. Procedure za VFR letove

Na slici 9. je prikazana karta za vizualne operacije u CTR-u Zagreb. Za ulaz ili izlaz iz CTR-a se koriste neke od slijedećih točaka: E2 Ivanić Grad, N1 Zlatar Bistrica, N2 Zaprešić, S1 Pokupsko, S2 jezero Čiče i W1 Jastrebarsko. To su točke na kojima je obavezno javljanje kontroli. Ulaskom u aerodromski prometni krug i praćenjem procedure aerodromskom prometnog kruga se kruži oko aerodroma. Ulaskom u završni krak započinje slijetanje.

Za polijetanje se također koristi aerodromski prometni krug nakon kojeg se ide prema točkama naznačenima u planu leta.



Slika 9. - Karta za vizualne operacije

IZVOR: HKZP: AIS; eAIP; 2015–07–23 AIRAC

4. PROMETNA SITUACIJA NA MZL ZAGREB

MZL Zagreb je najvažnija međunarodna zračna luka u Hrvatskoj. Iz godine u godine bilježi sve veći porast prometne potražnje. Ograničeni kapacitet onemogućuje konstantni rast. Svoju jednu osnovnu uzletno-sletnu stazu dijeli između vojnih i civilnih korisnika. Osim komercijalnih zrakoplova, MZL Zagreb ima razvijeni promet generalnog zrakoplovstva.

4.1. Vrste prometa na MZL Zagreb

Opći zračni promet (*General Air Traffic* – GAT) su svi letovi civilnih, državnih i vojnih zrakoplova koji se obavljaju sukladno prema ICAO procedurama.

Operativni zračni promet (*Operational Air Traffic* – OAT) su svi letovi civilnih, državnih i vojnih zrakoplova koji se obavljaju sukladno utvrđenim postupcima koji odstupaju od pravila za GAT.

Na zračnoj luci Zagreb GAT se dijeli na IFR i VFR promet. Pod OAT spadaju svi letovi Hrvatskog ratnog zrakoplovstva.

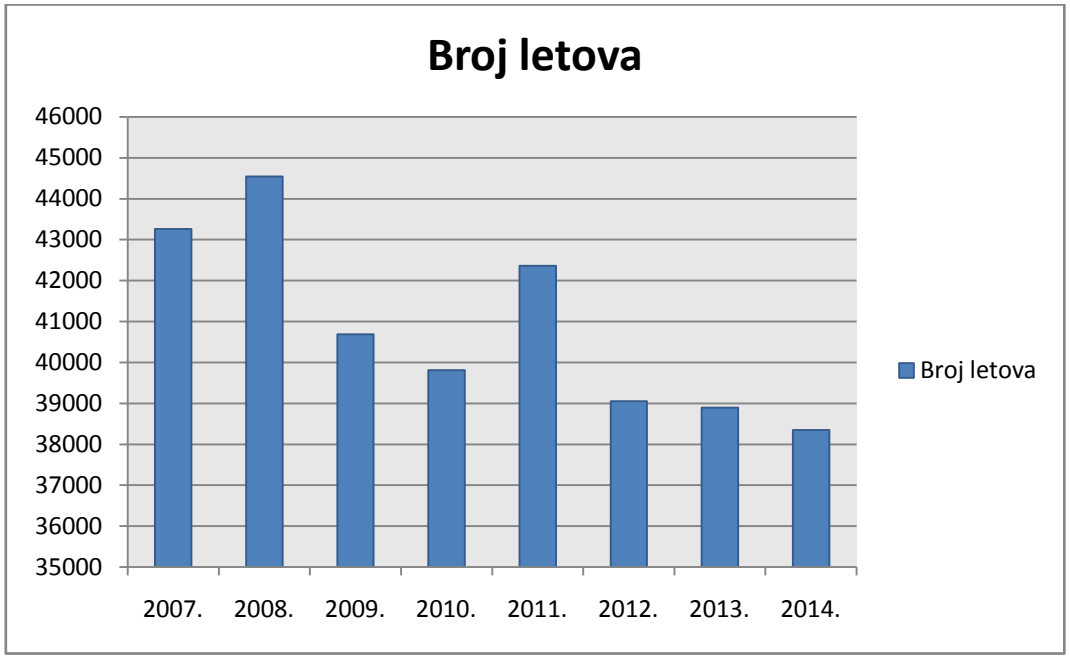
IFR GAT je promet koji je najučestaliji u MZL Zagreb. To su u najvećem broju komercijalni zrakoplovi koji lete po već ustaljenom rasporedu. U vrijeme ljetne sezone kada dolazi do veće prometne potražnje, povećava se i broj komercijalnih zrakoplova.

VFR GAT, za razliku od IFR GAT, zahtjeva više komunikacije i rada aerodromskog kontrolora. Piloti VFR GAT letova lete vizualno, u većini slučajeva su manji i sporiji. Broj VFR GAT prometa se također povećava za vrijeme ljetne sezone kada su omogućeni uvjeti za vizualno letenje.

OAT je vojni zračni promet Hrvatskog ratnog zrakoplovstva. To je promet koji uvijek ima prednost pred ostalim zrakoplovima. S pilotima zrakoplova HRZ-a aerodromski kontrolori unutar CTR-a Zagreb komuniciraju na hrvatskom jeziku.

4.2. Statistički podaci o prometu

Unatoč sve većoj prometnoj potražnji u zračnom prometu, MZL Zagreb u posljednjih nekoliko godina bilježi pad godišnjeg broja letova. Iz grafikona 1. je vidljivo da je najveći godišnji broj letova ostvaren 2008. godine i iznosio je 44 542. Pod brojem letova smatraju se polijetanja i slijetanja. Nakon uspješne 2008. zbog loše ekonomske situacije u cijeloj zemlji broj letova je naglo padao dvije godine da bi 2011. godine broj letova porastao na 42 360. Nakon uspjeha došlo je do ponovnog naglog pada na 39 054 letova u 2012. godini. U posljednjih 8 godina najmanji godišnji broj letova je zabilježen prošle, 2014. godine, kada je ostvareno ukupno 38 348 letova u svih 12 mjeseci.[6]

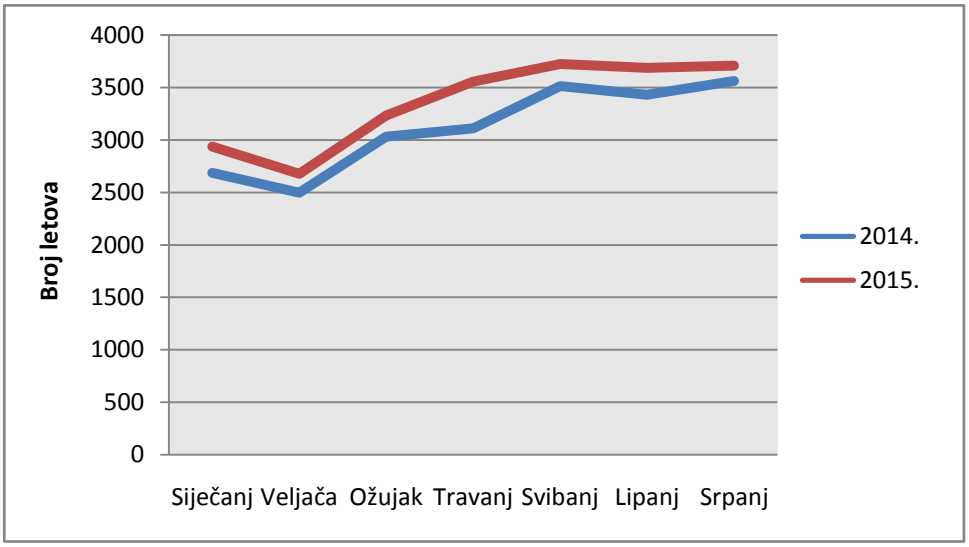


Grafikon 1. - Godišnji broj letova na MZL Zagreb od 2008. do 2014. godine

IZVOR: [6]

Unatoč lošim statističkim podacima iz prošlih godina, početak 2015. godine najavljuje malo bolje ishode. U grafikonu 2. je prikazana usporedba mjesečnog broja letova u prvih 7 mjeseci prošle i ove godine. U prvih 7 mjeseci u 2014. godini je ostvareno ukupno 21 822 leta dok je u istom vremenskom razdoblju u 2015. godini ostvareno 23 518 letova. Pod letom se smatraju slijetanja i polijetanja.

[6] *ZLZ – Statistika*, http://www.zlz-zagreb-airport.hr/hr/statistika (kolovoz, 2015.)

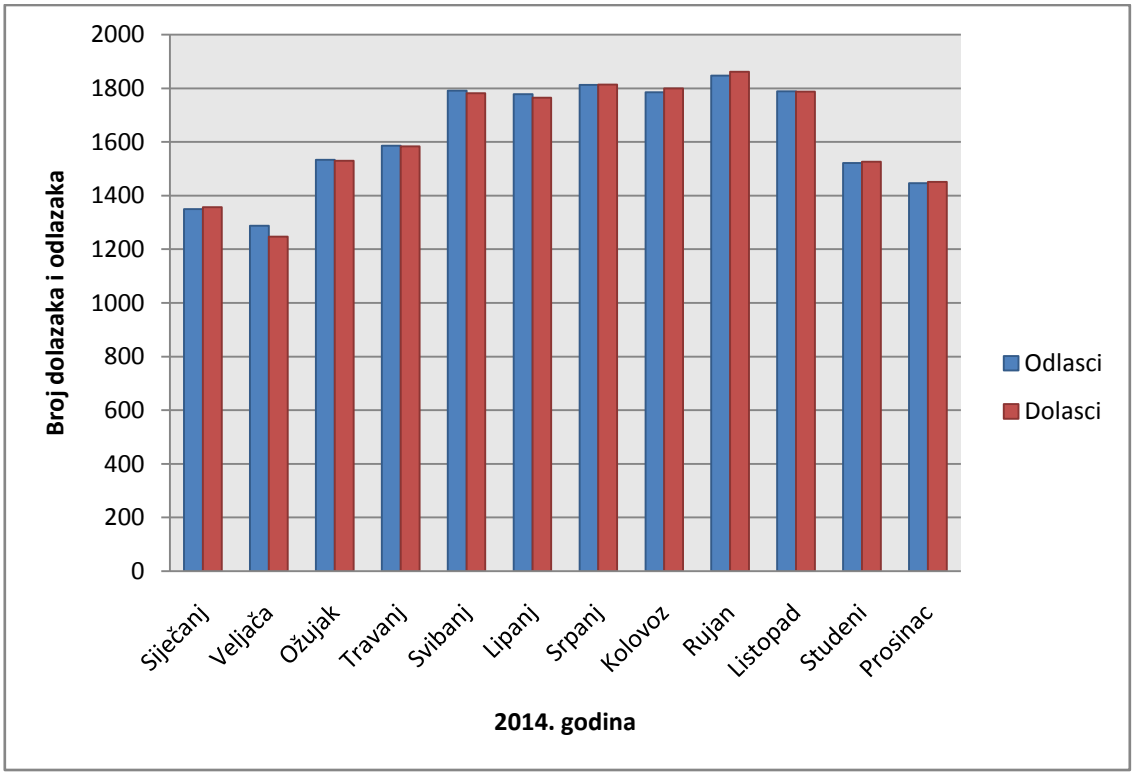


Grafikon 2. - Usporedba mjesečnog broja letova u prvih 7 mjeseci 2014. i 2015. godine

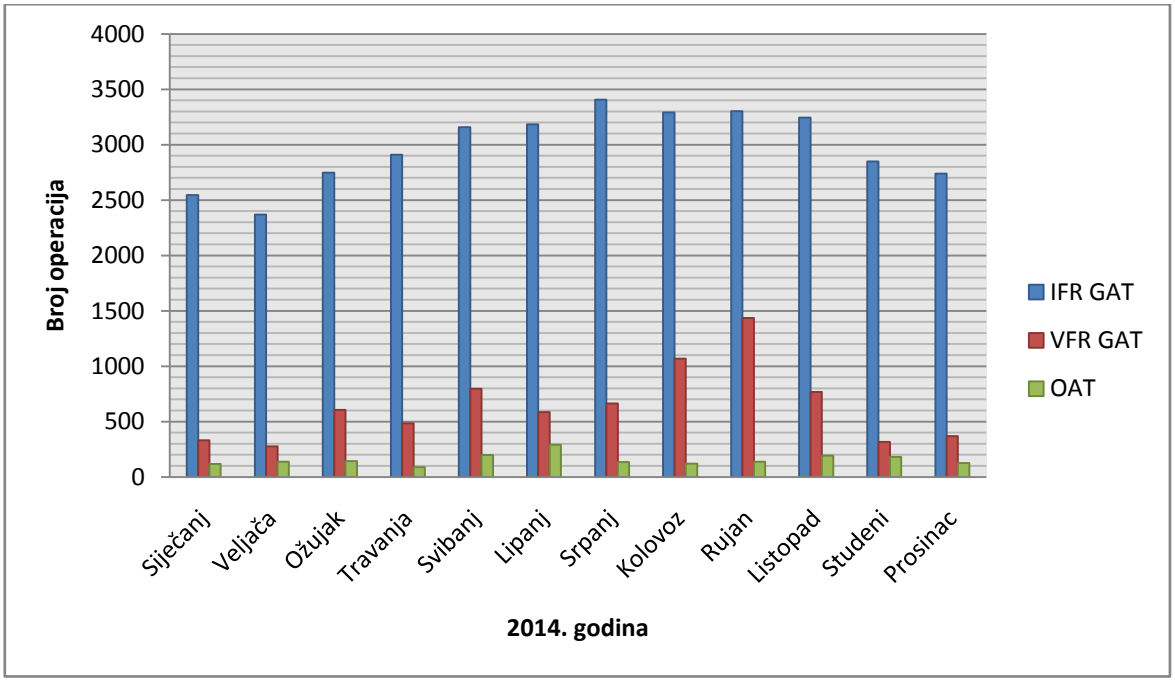
IZVOR: [6]

Grafikon 3. prikazuje kretanje ukupnog broja dolazaka i odlazaka kroz 2014. godinu. Prema podacima prikupljenima u aerodromskom kontrolnom tornju Zagreb vidljivo je da MZL Zagreb najveći promet ostvari u ljetnim mjesecima za vrijeme sezone. Najmanji broj dolazaka i odlazak zabilježen je u veljači, dok najveći u rujnu. Unatoč razlici u broju dolazaka i odlazaka kroz mjesec, MZL Zagreb je jedina zračna luka u Hrvatskoj koja ima najmanju razliku u ukupnom broju dolazaka i odlazak za vrijeme ljetne sezone i u ostatku godine. U veljači 2014. godine u aerodromskom kontrolnom tornju Zagreb je zabilježeno 1 287 odlazaka i 1 274 dolazaka, dok je u rujnu zabilježeno 1 847 odlazaka i 1 862 dolaska. Razlika u broju odlazaka i dolazaka je zbog promjene mjeseca. Prijelazom iz mjeseca u mjesec, dolazi do mogućnosti da zrakoplov sleti u zadnjem danu jednog mjeseca i odleti u prvom danu sljedećeg mjeseca.

Također prema podacima prikupljenim u aerodromskom kontrolnom tornju Zagreb, iz grafikona 4. je vidljivo da najveći broj operacija u tornju Zagreb u 2014. godini pripada operacijama IFR GAT. Nešto veći broj operacija imaju za vrijeme ljetne sezone kada postižu svoj vrhunac u srpnju sa 3 408 operacija. U ljetnim mjesecima dolazi i do povećanog broja VFR GAT operacija zbog mogućnosti vizualnog letenja. Uzimajući u obzir meteorološke uvjete prošle godine, zbog kišnog srpnja, kolovoz i rujan prikazuju maksimum vizualnih operacija na zračnoj luci u Zagrebu. OAT tokom cijele godine ima približno jednak broj operacija. U odnosu na IFR GAT i VFR GAT, OAT ima najmanji mjesečni broj operacija koji se kreće od minimalnih 89 operacija u veljači do maksimuma u lipnju od 292 operacija. Operacijama se smatraju slijetanja ili polijetanja.



Grafikon 3. - Usporedba broja dolazaka i odlazaka na MZL Zagreb kroz 2014. godinu



Grafikon 4. - Usporedba broja IFR GAT, VFR GAT i OAT operacija kroz 2014. godinu

5. ANALIZA RADA AERODROMSKE KONTROLE U CTR ZAGREB

Aerodromski kontrolni toranj Zagreb je jedinica koja pruža usluge kontrole zračnog prometa svim zrakoplovima u CTR Zagreb i na manevarskim površinama MZL Zagreb. Za razliku od aerodromskih kontrolnih tornjeva na ostalim europskim zračnim lukama, u Zagrebu tim od dva kontrolora istovremeno ima pod svojom nadležnošću sve zrakoplove u dolasku, odlasku te zrakoplove i ostala vozila koja se kreću na manevarskim površinama.

5.1. Zadaće aerodromske kontrole

Aerodromski kontrolni toranj Zagreb (Zagreb TWR) je zadužen za izdavanje odobrenja, informacija i uputa svim pilotima zrakoplova pod svojom nadležnošću u svrhu održavanja sigurnog, redovitog i učinkovitog zračnog prometa u okolici aerodroma i na aerodromu. Osim zrakoplovima, TWR Zagreb zadužen je izdavati upute, informacije i odobrenja svim vozilima i osobama koje se kreću po manevarskim površinama aerodroma.

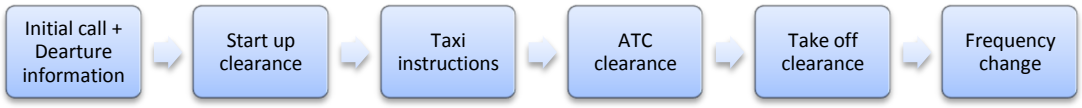
Jedan kontrolni toranj nadzire promet u prometnom krugu aerodroma, na manevarskoj površini i u okolici aerodroma. Ni jedan zrakoplov, vozilo i osoba ne smije se kretati po manevarskim površinama zračne luke bez odobrenja aerodromskog kontrolora. Instrukcije koje aerodromski kontrolori izdaju ovise o vrsti leta (IFR ili VFR). Na zagrebačkoj zračnoj luci isti aerodromski kontrolori su zaduženi za dolazne i odlazne zrakoplove, kao i za izdavanje instrukcija i odobrenja na zemlji.

Osim nadziranja prometne situacije aerodromski kontrolor je zadužen i za nadziranje bilo kakvih drugih promjena u okolici uzletno-sletne staze koje mogu utjecati na sigurnost zračnog prometa. Aerodromski kontrolori su zaduženi za određivanje uzletno-sletne staze u upotrebi. S obzirom na vjetar određuje se smjer staze 05/23. Uzletno-sletna staza čiji je smjer najbliži smjeru vjetra smatra se stazom u upotrebi. Također aerodromska kontrola zračnog prometa može zabraniti slijetanja i polijetanja ukoliko smatra da je stanje na manevarskim površinama takvo da može ugroziti sigurnost svih sudionika u zračnom prometu.

5.1.1. Zrakoplovi u odlasku

Za zrakoplove u odlasku instrukcije i odobrenja koje aerodromski kontrolor izdaje su jednaka i za VFR i IFR letove. Slika 10. prikazuje redoslijed instrukcija koje aerodromski kontrolori u Zagrebu odrađuju prije polijetanja zrakoplova. Na svakom aerodromu na kojemu

ne postoji automatsko emitiranje informacija za slijetanje i uzlijetanje (*Automatic Terminal Information Service* - ATIS) aerodromski kontrolor je dužan pilotu prije polijetanja pružiti neophodne informacije za zrakoplove u odlasku (*Departure information*). U neophodne informacije prije polijetanja spada: staza u upotrebi, vjetar, QNH, temperatura zraka i rosišta, RVR, SLOT i trenutno vrijeme. U Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb, aerodromski kontrolori su dužni pružiti *Departure information* samo u slučaju da je došlo do promjene nekih informacija objavljenih u ATIS-u.

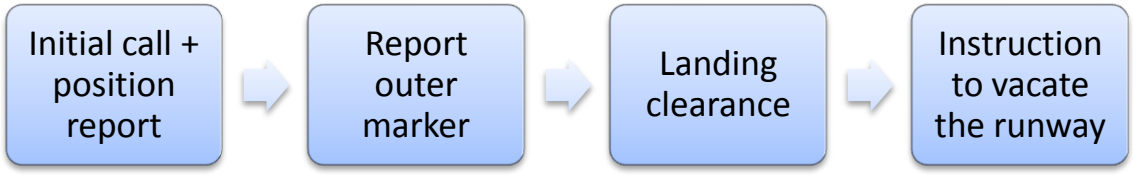


Slika 10. - Redoslijed instrukcija za zrakoplove u odlasku

Nakon pilotove potvrde o informiranju o trenutnim uvjetima na aerodromu, aerodromski kontrolor daje odobrenje pilotu zrakoplova da uključi motore (*Start up clearance*). Kontrolor odobrava uključivanje motora kada utvrdi da neće biti kašnjenja zbog kojeg bi motor radio uzalud te tako smanjuje nepotrebnu potrošnju goriva. *Start up clearance* se uvijek izdaje za IFR letove, dok za VFR letove nije potrebno. Odobrenje za pokretanje motora se ne smije izdavati ukoliko pilot nije siguran da može pokrenuti motor unutar 5 minuta od izdavanja odobrenja. Nakon uključivanja motora aerodromski kontrolor izdaje instrukcije i odobrenje za vožnju po voznim staza do uzletno-sletne staze (*Taxi instructions*). Ukoliko postoji prilika prije izdavanja *taxi instructions*, kontrolor može izdati rutno odobrenje (*ATC clearance*) koje je zapravo potvrda predanog plana leta i kojem se daje ograničenje do kojeg vrijedi odobrenje (*clearance limit*). Ono može biti izdano i za vrijeme vožnje po voznim stazama, ali pilot nikako ne smije ući na uzletno-sletnu stazu ukoliko nije primio i potvrdio rutno odobrenje. Ono sadrži destinaciju, rutu, odlaznu proceduru, razinu leta i SSR kod. Nakon što kontrolor odobri ulazak na stazu i kada utvrdi da je separacija zrakoplova osigurana, pilot zrakoplova dobiva odobrenje za polijetanje. Odobrenje za polijetanje može biti izdano i na poziciji za čekanje ako je kontrolor utvrdio da ne postoji drugi promet. Svi odlazni letovi dobiju početno odobrenje penjanja na 6000 ft, ako ta visina ne prelazi visinu iz plana leta. Nakon što pilot zrakoplova javi da su poletjeli, kontrolor daje frekvenciju jedinice prilazne kontrole TMA Zagreb na koju se pilot prebacuje.

5.1.2. Zrakoplovi u dolasku

Instrukcije i odobrenja za zrakoplove u dolasku razlikuju se za IFR i VFR letove. Redoslijed instrukcija koje aerodromski kontrolor daje pilotima dolaznih zrakoplova IFR letova prikazan je na slici 11. Piloti IFR zrakoplova se javljaju aerodromskoj kontroli nakon uspostave ILS signala kada preciziraju svoju trenutnu poziciju, tj. udaljenost od praga staze.



Slika 11. - Redoslijed instrukcija za IFR dolaske

Nakon što se pilot zrakoplova javi iznad vanjskog markera (*outer markera)*, koji je u smjeru staze 05 udaljen 3.8 NM od praga piste, a u smjeru staze 23 4.7 NM od praga piste, ukoliko je uzletno-sletna staza slobodna aerodromski kontrolor izdaje odobrenje za slijetanje. Nakon slijetanja, pilot zrakoplova dobiva instrukcije za izlazak sa staze i daljnju vožnju voznim stazama do stajanke.

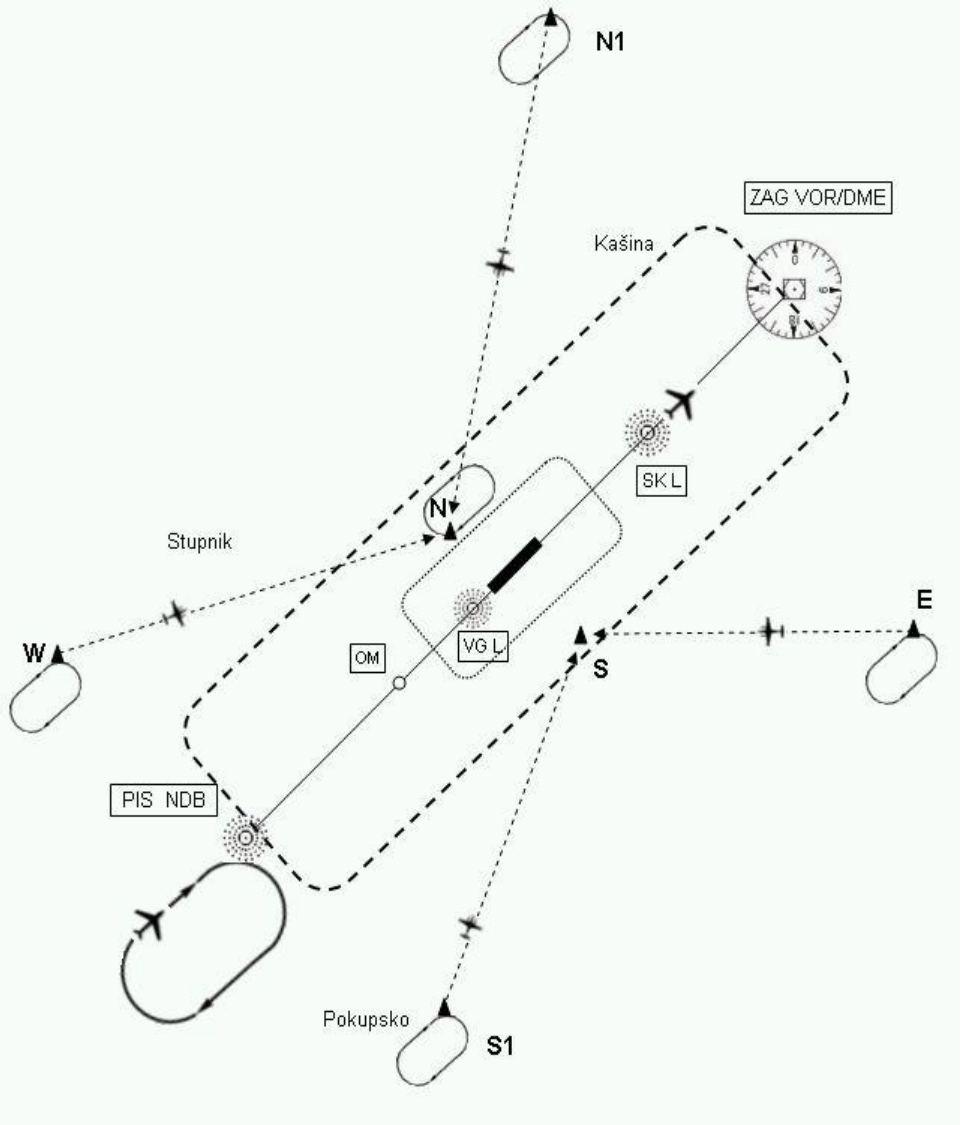
Za VFR letove instrukcije za dolazak se razlikuju od instrukcija za IFR dolaske.



Slika 12. - Redoslijed instrukcija za VFR dolaske

Slika 12. prikazuje redoslijed instrukcija za VFR dolaske. Pilot zrakoplova se javlja na jednoj od ulaznih točaka. Ulazne točke i aerodromski prometni krug su prikazani na slici 13. Ulazne točke su N i S. Nakon javljanja svoje pozicije, visine i namjera aerodromski kontrolor izdaje instrukcije i odobrenja za ulazak u aerodromski prometni krug. Aerodromski prometni krug je utvrđena ruta kojom zrakoplovi moraju letjeti u okolici aerodroma. Sastoji se od 5 dijelova: krak u vjetar (*upwind*), krak okomit na vjetar (*crosswind*), krak niz vjetar (*downwind*), osnovni krak (*base*) i završni krak (*final*). Pilot zrakoplova u aerodromski prometni krug ulazi na kraku niz vjetar gdje ponovno javlja svoju poziciju. Na osnovnom

kraku se javlja na zahtjev kontrolora. Na osnovnom kraku prima odobrenje za slijetanje. Nakon slijetanja na stazu pilot zrakoplova dobiva instrukcije za izlazak sa staze i vožnje do stajanke.



Slika 13. - Prikaz CTR Zagreb sa krugovima za čekanje, ulaznim točkama i aerodromskim prometnim krugom

5.2. Tehnologija rada aerodromske kontrole

Aerodromski kontrolori zračnog prometa u TWR Zagreb svoje zadaće i zadatke obavljaju utvrđivanjem prometne situacije na temelju radio-telefonske komunikacije sa svim sudionicima pod njihovom nadležnošću, izvještaja pilota, papirnatih stripova (planova leta), vizualnih informacija koje sami vide iz tornja promatrajući okolinu te koordinacijom s drugim nadležnim kontrolama zračnog prometa.

Zrakoplovi, vozila i osobe koji se kreću po manevarskim površinama ili zrakoplovi koji lete unutar CTR-a Zagreb moraju imati neprekidnu dvosmjernu radio komunikaciju s aerodromskim kontrolnim tornjem Zagreb. Svojim izvještajima o poziciji, trenutnim meteorološkim uvjetima na nekom području te potvrđivanjem određenih odobrenja (*read back*) piloti pomažu aerodromskim kontrolorima da održe situacijsku svjesnost o prometu. Osim pilota zrakoplova, osoblje u vozilima koji se kreću po manevarskim površinama moraju obavještavati aerodromske kontrolore o svojim namjerama te čekati njihovo odobrenje za daljnje kretanje.

Aerodromski kontrolori u MZL Zagreb ne koriste radarsku, nego proceduralnu kontrolu zračnog prometa. Proceduralna kontrolora zračnog prometa nema radarski prikaz situacije. Umjesto radarske slike koriste papirnate stripove koji zapravo predstavljaju obrazac za praćenje napredovanja leta koji sadrži podatke iz predanog plana leta. Podatke s planova leta služba za planove leta teleprinterom dostavlja aerodromskoj kontroli i ti podaci se ispisuju na uske papirnate vrpce poznatije kao stripovi. Slika 14. prikazuje primjer stripa za odlazni zrakoplov s kakvima aerodromski kontrolori u Zagrebu svakodnevno rade. Svako polje je obilježeno brojem. Tablica 5. prikazuje značenje svakog polja označenog na slici 14. U polju 9 kontrolor sam zapisuje instrukcije koje zadaje pilotu zrakoplova kao što su početna odobrena visina, odlazne procedure i sl. U ovo polje kontrolor zapisuje sve informacije i odobrenja koja su bitna za kontrolore u sljedećoj smjeni.

IFR 1	A319/M 2	6506 3		FL140 9	
	350 4	DLH450 5		NEDEL2C	
	460 6	7	EHAM 8		

Slika 14. - Primjer stripa odlaznog zrakoplova koji koriste aerodromski kontrolori u TWR Zagreb

Tablica 5. - Značenje pojedinog polja stripa iz slike 14.

POLJE	OPIS
1	Vrsta leta (IFR/VFR)
2	Tip zrakoplova i kategorija zrakoplova
3	SSR kod
4	Tražena razina leta
5	Pozivni znak zrakoplova
6	Tražena brzina leta
7	Polazni aerodrom
8	Odredišni aerodrom
9	Početna odobrena visina, odlazne procedure i sl.

Aerodromski kontrolori u Zagrebu zamjenjuju radarski prikaz vizualnim promatranjem okoline. S obzirom na veličinu aerodroma ponekad koriste dalekozor jer svaki zrakoplov u svakoj fazi mora biti prepoznat. U slučaju slabe vidljivosti moraju se pouzdati u pilotske izvještaje o poziciji.

Kako bi sigurnost svih sudionika u prometu bila osigurana, bitna je koordinacija MZL Zagreb s HRZ-om. S obzirom na to da aerodromski kontrolori u Zagrebu svakodnevno rade s vojnim korisnicima, bitno je neprekidno biti u koordinaciji s HRZ-om i unaprijed isplanirati prometne situacije. HRZ dan prije najavljuje svoje operacije i planove za slijedeći dan. Prema prenesenim podacima planira se prometna situacija.

5.3. Razdvajanje zrakoplova u CTR Zagreb

Aerodromski kontrolor je dužan izdati odobrenja za slijetanje i polijetanje u skladu s minimalnim zahtjevima za razdvajanje između svih zrakoplova. U TWR Zagreb aerodromski kontrolori razdvajaju zrakoplove prema kategorijama vrtložne turbulencije (*Wake Turbulence Category* – WTC). Razlikujemo tri kategorije zrakoplova: teški (*heavy* – H), srednji (*medium* – M) i laki (*light* – L). Zrakoplovi su podijeljeni u kategorije prema maksimalnoj težini pri polijetanju (*Maximum Take Off Weight* – MTOW). U teške zrakoplove spadaju svi s MTOW od 136 t ili više. U srednje spadaju svi koji imaju MTOW manji od 136 t i veći od 7 t. U lake spadaju svi s MTOW manjim ili jednakim 7 t.

Tablica 6. - Norma za razdvajanje zrakoplova prema WTC

WTC	DOLAZAK	ODLAZAK	ODLAZAK S INTERSEKCIJE
L iza M ili H	3 minute	2 minute	3 minute
M iza H	2 minute	2 minute	3 minute

IZVOR: [7]

S obzirom da aerodromski kontrolori u TWR Zagreb nemaju radarski prikaz koriste proceduralna razdvajanja, odnosno razdavanja za neradarsko okruženje. U tablici 6. prikazana je minimalna norma za razdvajanje zrakoplova prema WTC. Za zrakoplove koji spadaju u kategoriju lakih i polijeću poslije zrakoplova srednje ili teške kategorije separacija mora biti 2 min. Za zrakoplove koji spadaju u srednju kategoriju i polijeću poslije teških treba se čekati također 2 minute. U odlasku kada drugi zrakoplov polijeće s intersekcije tada se minimalna norma povećava na 3 minute. Za zrakoplove u dolasku vrijedi da laki zrakoplov mora sletjeti 3 minute nakon slijetanja teškog ili srednjeg. Zrakoplov srednje kategorije mora sletjeti 2 minute nakon zrakoplova teške kategorije.[7]

Standardno razdvajanje zrakoplova zahtjeva da zrakoplov koji je u odlasku ne uzlijeće dok prethodni zrakoplov u odlasku nije prešao kraj staze ili je započeo zaokret ili zrakoplov koji je prethodno sletio nije napustio uzletno-sletnu stazu. Također zahtijeva da se zrakoplovu koji slijeće na uzletno-sletnu stazu ne dozvoli prelazak praga dok zrakoplov koji je prethodno poletio nije prešao kraj staze ili je započeo zaokret ili zrakoplov koji je prethodno sletio nije napustio stazu.

Aerodromski kontrolori razdvajaju zrakoplove u odlasku jednom minutom ako se njihove putanje neposredno nakon polijetanja razlikuju za barem 45°. Razdvajanje od 2 minute se primjenjuje se na zrakoplove u slučaju kada je brzina prvog zrakoplova u odlasku 40 čvorova ili više veća u odnosu na brzinu drugog zrakoplova, a njihove putanje nakon polijetanja su jednake.

Na uzletno-sletnoj stazi se ni u jednom trenutku ne smiju nalaziti dva ili više zrakoplova istovremeno. Razdvajanje dva IFR zrakoplova u prilazu rade prilazni kontrolori i šalju ih razdvojene aerodromskim kontrolorima.

[7] ICAO doc 4444 – *Air Traffic Management*, 2007.

5.4. Podjela i prijenos odgovornosti

S obzirom da u TMA Zagreb uslugu prilazne kontrole pruža zasebna jedinica prilazne kontrole zračnog prometa, koordinacija sa aerodromskom kontrolom u CTR Zagreb je neophodna. Koordinacija se odrađuje putem posebne telefonske linije, osim toga u svakom trenu je moguće pratiti situaciju na frekvenciji prilazne kontrole iz tornja te obrnuto.

U svakom trenu za kontrolu određenog zrakoplova je zadužena samo jedna nadležna kontrola zračnog prometa. Prijenos odgovornosti za kontrolu zrakoplova se prenosi s jedne jedinice na drugu na temelju sporazuma o postupcima koordinacije. Prijenos odgovornosti se čini kada aerodromski kontrolor pilotu prenese frekvenciju prilazne jedinice, ili obrnuto.

Minutu prije polijetanja zrakoplova aerodromski kontrolor je dužan nazvati prilaznog kontrolora i javiti pozivni znak zrakoplova koji planira poletjeti sa uzletno-sletne staze 05-23.

Prema dogovoru između APP Zagreb i TWR Zagreb zrakoplovi koji lete prema IFR i slijeću na MZL Zagreb prebacuju se na frekvenciju TWR Zagreb kada uhvate signal ILS. Ukoliko lete prema VFR, kada se nađu u okolici aerodroma i u području CTR-a Zagreba. Zrakoplovi u odlasku se prebacuju na frekvenciju APP Zagreb kada polete.

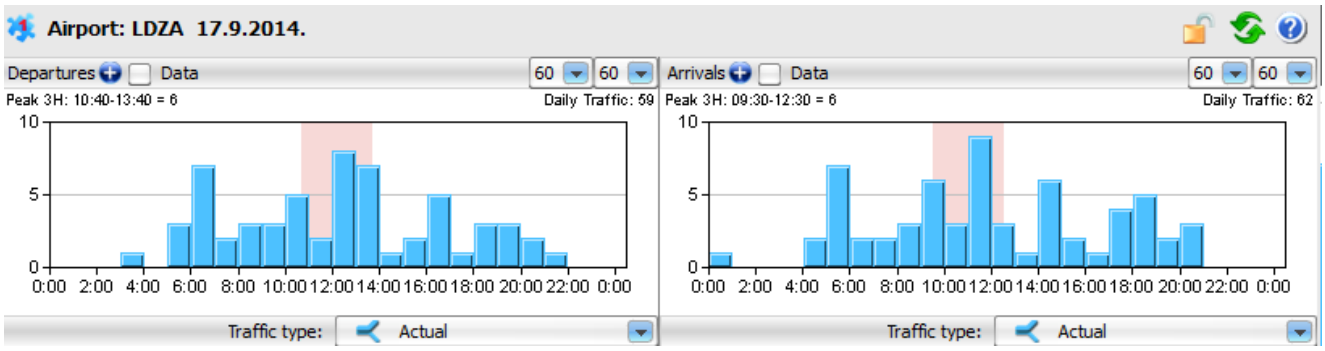
6. PROBLEMATIKA AERODROMSKE KONTROLE U CTR ZAGREB

Sve veća prometna potražnja ističe nedostatke MZL Zagreb koji su svakodnevica aerodromske kontrole zračnog prometa. Ograničena kapacitetom sve teže odgovara zahtjevima koji se pred nju postavljaju. Jedna uzletno-sletna staza, premala stajanka, nepregledna manevarska površina te sami položaj MZL Zagreb stvara dodatni pritisak na kontrolu zračnog prometa. Zauzetost uzletno-sletne staze (*runway occupancy*) je element kapaciteta uzletno-sletne staze. To je vrijeme koje zrakoplov provede na uzletno-sletnoj stazi od trenutka preleta aktivnog praga do izlaska sa staze u slijetanju ili u polijetanju od trenutka ulaska na stazu i preleta suprotnog praga uzletno-sletne staze ili početka zaokreta. Zauzetost uzletno-sletne staze se računa prema kategorijama zrakoplova. Noviji službeni podaci o zauzetosti uzletno-sletne staze ne postoje, no prema mjerenjima iz 2006. zauzetost ne prelazi 2 minute u slijetanjima i polijetanjima po zrakoplovu. Također prema podacima iz 2006. objavljeni kapacitete uzletno- sletne staze je 30 zrakoplova u satu.

6.1. Konfliktne situacije u CTR Zagreb

Aerodromski kontrolori u TWR Zagreb svakodnevno se susreću s tim problemom. Samo jedna uzletno-sletna staza koju međusobno dijele sve vrste korisnika predstavlja veliki izazov kontrolorima.

Aerodromski kontrolori u TWR Zagreb u najprometnijem mjesecu prošle godine, rujnu, su odradili u prosjeku 162 operacije dnevno. Maksimalan broj dnevnih operacija koji je zabilježen u 2014. godini je bio 214 operacija u danu na dan 17.9.2014. Ovaj broj operacija u danu ako se podijeli jednako unutar svakog sata tog dana, za aerodromske kontrolore ne predstavlja preveliko radno opterećenje. Na slici 15. prema podacima preuzetima iz programa NEST, prikazan je broj operacija po satima. Podaci prikazuju samo IFR GAT. Vršni sati za zrakoplove u odlasku je između 10:40 i 13:40 dok za zrakoplove u dolasku između 9:30 i 12:30. Maksimalan broj zrakoplova u odlasku je bilo 8 u sati, a u dolasku 9 u satu.



Slika 15. - Prikaz vršnih sati 17.9.2014. za IFR GAT

IZVOR: NEST

Rad samo sa VFR ili samo IFR prometom za aerodromske kontrolore u Zagrebu ne predstavlja problem. Problem nastaje kada treba uskladiti veliki broj njihovih dolazaka i odlazaka. Uz sve dolaske i odlaske treba uzeti u obzir i OAT promet HRZ-a koji prometuje svakog radnog dana u prijepodnevnim satima kada je najprometniji dio dana u CTR-u Zagreb.

Za primjer VFR prometa može se uzeti zrakoplov Cessna 172 koji spada u kategoriju lakih zrakoplova. Za primjer IFR prometa može se uzeti zrakoplov Airbus 320 koji spada u kategoriju srednjih zrakoplova. Za primjer se uzima da je Cessna 172 sporija i u planu je na slijetanje nakon Airbusa 320. Prema tome potrebno je čekati 3 minute nakon slijetanja Airbusa 320 da Cessna 172 sleti. Ako se za primjer uzme najprometniji dan u najprometnijem mjesecu u 2014. godini, prema podacima o prometu iz TWR Zagreb, sa ukupno 73 dolaska 3 minute znače puno jer uz sve dolaske ista uzletno-sletna staza služi i za odlaske kojih je u tom danu zabilježeno 71.

Osim zadovoljavanja minimalnih normi razdvajanja aerodromski kontrolor mora imati na umu i vrijeme koje zrakoplovu treba da uđe na uzletno-sletnu stazu, pripremi se za polijetanje i poleti, tj. vrijeme od izdavanja odobrenja za polijetanje i sami početak polijetanja. Prag uzletno-sletne staze 23 je udaljen od vozne staze za 352 m stoga je često povratno voženje (*backtrack*) još jedna komponenta koju aerodromski kontrolori u Zagrebu trebaju uzimati u obzir.

S obzirom da na MZL Zagreb svakodnevno HRZ obavlja vojne operacije, aerodromski kontrolori se susreću s problemom dijeljenja jedne-uzletno sletne staze između sporih i lakih zrakoplova i vojnih zrakoplova.

U aerodromskom kontrolnom tornju Zagreb u jednoj smjeni rade dva kontrolora. Jedan kontrolor je zadužen za komunikaciju i rad sa svim zrakoplovima tri sata, nakon čega ima odmor od jednog sata. Slijedeći problem je što isti kontrolor bez radarskog prikaza i

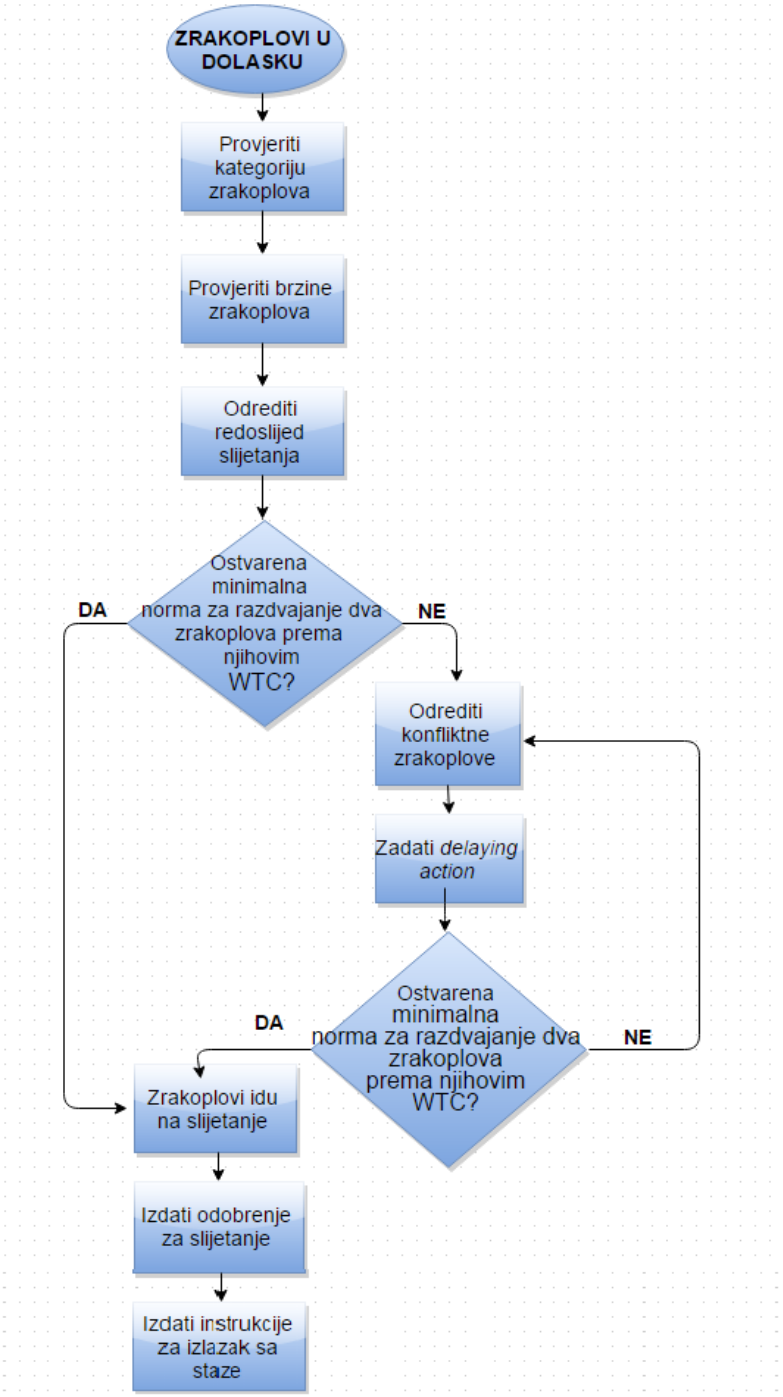
zemaljskog rada mora u svakom trenutku znati gdje je koji zrakoplov na zemlji i održavati komunikaciju sa ostalim osobljem na manevarskim površinama. U usporedbi s ostalim europskim aerodromima MZL Zagreb je znatno manja, međutim u uvjetima smanjene vidljivosti ili po noći teško je pratiti promet na manevarskim površinama iz pozicije u tornju.

6.2. Rješenja konfliktnih situacija u CTR Zagreb

Izvor najčešćih konfliktnih situacija je samo jedna uzletno-sletna staza. Sve veće i važnije međunarodne zračne luke u Europi imaju više uzletno-sletnih staza jer u slučaju zatvaranja staze iz nekog razloga, MZL Zagreb se mora zatvoriti za sav odlazni i dolazni promet. Također jedna uzletno-sletna staza za dolaske i odlaske, te korištena i za vojne i civilne korisnike i sve vrste zrakoplova različitih performansi je glavni razlog kašnjenja. Kako bi se smanjila kašnjenja, povećala razina sigurnosti i omogućio dugoročni razvoj MZL Zagreb potrebno je izgraditi još jednu uzletno-sletnu stazu. Iako je još osamdesetih godina prošlog stoljeća definiran razvoj MZL Zagreb na proširenoj postojećoj lokaciji na kojoj je planirana izgradnja još jedne uzletno-sletne staze, 2005. godine je onemogućen daljnji razvoj MZL Zagreb kada je prenamijenjen prostor predviđen za izgradnju još jedne uzletno-sletne staze. Nova uzletno-sletna staza bi prema razvojnim planovima bila paralelna i između dvije paralelne uzletno-sletne staze nalazila bi se nova putnička zgrada.[8] Izgradnjom paralelne uzletno-sletne staze aerodromska kontrola bi se podijelila na više jedinica od kojih bi jedna bila zadužena za zrakoplove na manevarskoj površini.

Aerodromski kontrolori si pomažu u organizaciji prometa koristeći stripove i obilježavajući sve bitne stavke. U slučaju prevelikog broja dolazaka i odlazaka postoji mogućnost isteka SLOT-a zbog održavanja separacije. SLOT je razdoblje od 15 minuta unutar kojeg zrakoplova mora poletjeti. Ukoliko ne poleti 5 minuta prije ili 10 minuta poslije izračunatog vremena polijetanja (*Calculated Take Off Time* – CTOT) tada zrakoplov dobiva novo vrijeme polijetanja. Kako se to ne bi dogodilo aerodromski kontrolori prema SLOT-u planiraju redoslijed polijetanja.

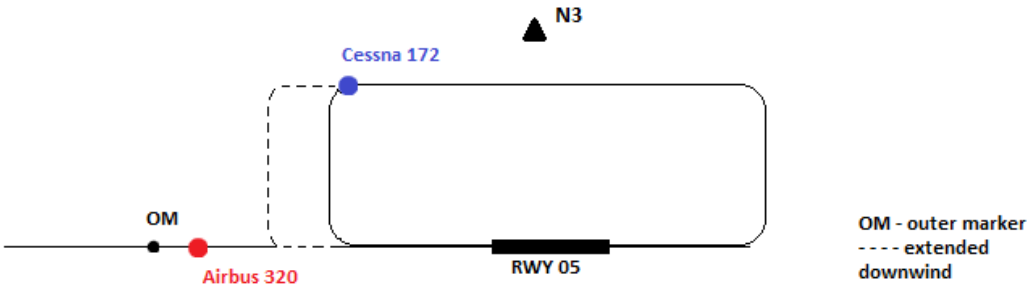
[8] Pavlin S., Škurla Babić R., Bračić M.: *Problematika Zračne luke Zagreb u novoj strategiji prometnog razvitka Republike Hrvatske*, HAZU, 2012.



Slika 16. - Proces otkrivanja i rješavanja konfliktnih situacija za zrakoplove u dolasku

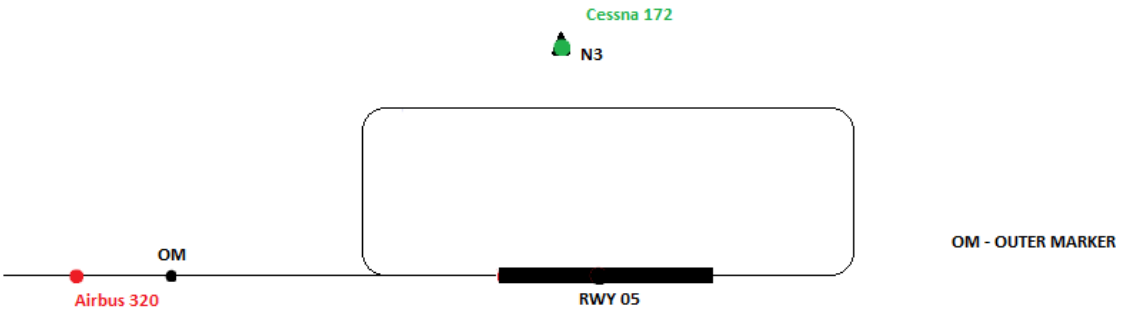
Slika 16. prikazuje proces otkrivanja i rješavanja konfliktnih situacija za zrakoplove u dolasku. U slučaju da postoji konfliktna situacija, u svrhu održavanja sigurnog i redovitog toka zračnog prometa unutar aerodromskog prometnog kruga aerodromski kontrolori u CTR-u Zagreb često primjenjuju *delaying actions*. To su instrukcije koje kontrolori zadaju pilotima kada uoče da postoji mogućnost narušavanja sigurnosti i redoslijeda slijetanja. Slika 17. prikazuje skicu rješavanja potencijalne konfliktne situacije produživanjem kraka niz vjetar (*extending downwind*). Za primjer se može uzeti Cessna 172 u aerodromskom prometnom

krugu u trenutnoj poziciji na kraku niz vjetar. Za primjer IFR leta može se uzeti Airbus 320 koji je srednja kategorija zrakoplova i brži je i veći od Cessna 172. Airbus 320 je prošao vanjski marker uzletno-sletne staze 05, što je manje od 3.8 NM od praga staze. U ovom primjeru je prikazan način zadržavanja zrakoplova u aerodromskom prometnom krugu produživanjem kraka niz vjetar. U tom slučaju pilot zrakoplova ne ulazi u standardni osnovni krak nego kada mu to aerodromski kontrolor odobri, tj. kada kontrolor ustanovi da je razdvajanje osigurano. Okretanje na trenutnoj poziciji ili okret od 360° je još jedna od mogućnosti s kojom aerodromski kontrolori upravljaju redoslijedom zrakoplova.

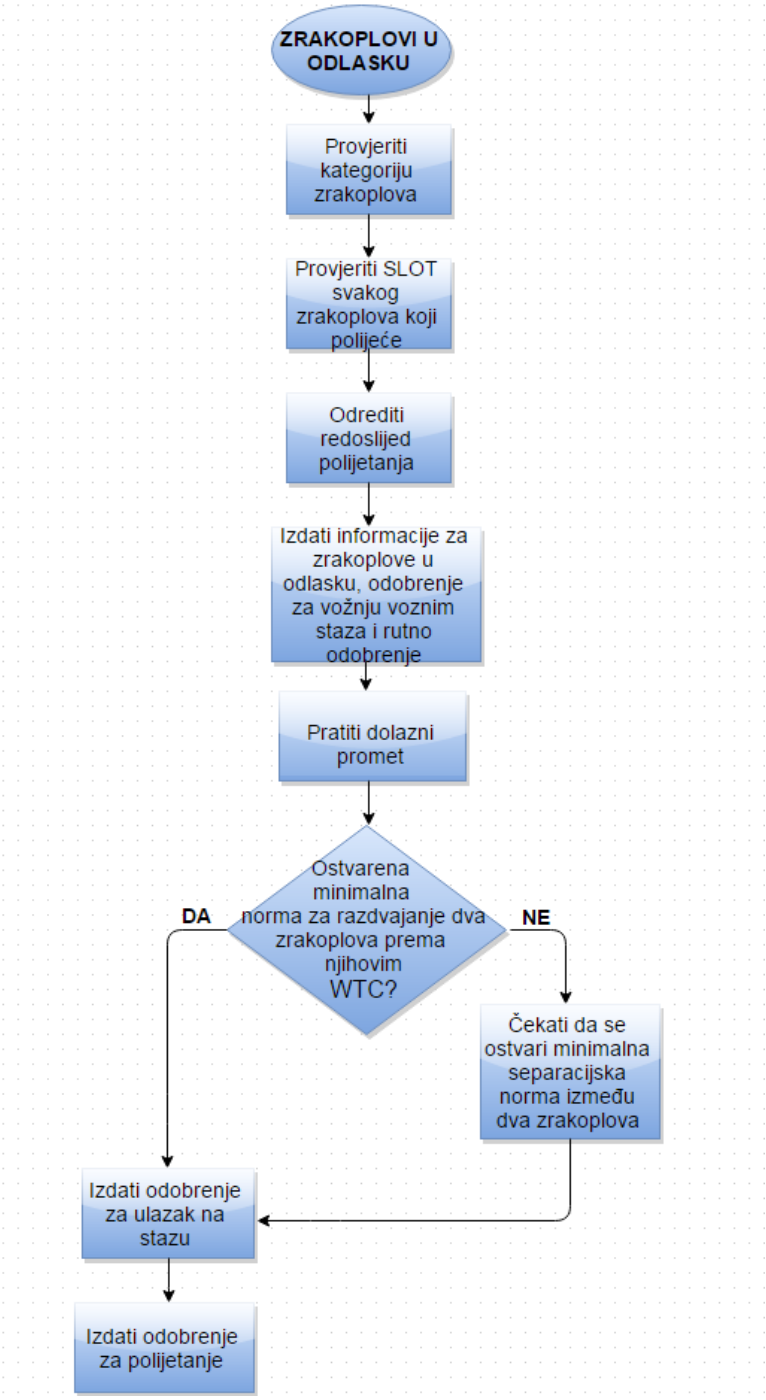


Slika 17. - Skica rješavanja konfliktne situacije produživanjem kraka niz vjetar

Slika 18. prikazuje situaciju kada zrakoplov koji leti prema pravili VFR leta nije ušao u aerodromski prometni krug nego se nalazi u blizini točke N3 i IFR zrakoplova koji još nije došao do vanjskog markera. Za primjer se uzima Airbus 320 kao IFR zrakoplov i Cessna 172 kao zrakoplov koji leti prema pravilima VFR leta. Za primjer se uzima da je Airbus 320 brži i da 3 minute nakon njegovog slijetanja Cessna 172 smije sletjeti. Za primjer se uzima da prema njihov brzinama nije moguće održati razdvajanje od 3 minute. Prema tome aerodromski kontrolor može zadati pilotu VFR zrakoplova da napravi krug od 360 ° iznad točke N3. U tom slučaju se postižu još dvije dodatne minute između dva zrakoplova.



Slika 18. - Skica primjera rješavanja konfliktne situacije okretom od 360° iznad točke N3



Slika 19. - Proces otkrivanja i rješavanja konflikta za zrakoplove u odlasku

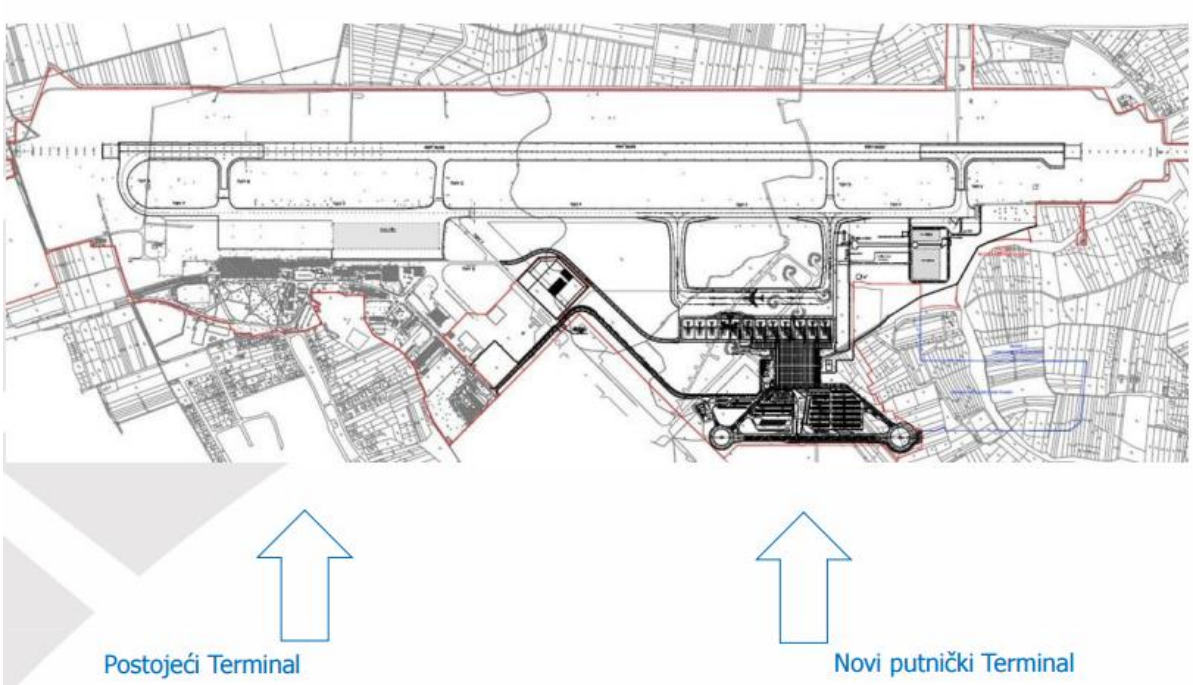
Slika 19. prikazuje proces otkrivanja i rješavanja konflikta za zrakoplove u odlasku. Prije izdavanja odobrenja za polijetanje, kontrolor utvrđuje konfliktne situacije i ne izdaje odobrenje za polijetanje dok minimalna norma razdvajanja nije osigurana.

7. DALJNJI RAZVOJ MZL ZAGREB

MZL Zagreb ograničena svojim kapacitetom sve teže odgovara sve većoj prometnoj potražnji. Jedna uzletno-sletna staza, premala stajanka i premali terminal smatraju se ograničavajućom komponentom razvoja MZL Zagreb od osamostaljena Hrvatske. Iako se o razvoju, rekonstrukciji i radovima pričalo u nekoliko navrata glavni koraci su učinjeni 5.12.2013. godine kada je preuzeto gradilište i 13 dana kasnije kada su započeli radovi na izgradnji novog terminala. Kraj radova se planira krajem 2016., a novi terminal se planira pustiti u promet početkom 2017. godine.[9]

Slika 20. prikazuje Master Plan razvoja MZL Zagreb. U izgradnji je novi terminal koji bi u potpunosti kapacitetom i tehnologijom odgovarao terminalima 21. stoljeća. Novi će terminal imati 8 avio-mostova i biti će na četiri etaže od kojih će se dvije koristit za dolaske i dvije za odlaske. U izgradnji je i nova stajanka i dvije nove vozne staze.

Predviđa se porast broja putnika na 5 milijuna godišnje, povećanje novih zrakoplovnih kompanija i novih destinacija te uvođenje izravnih prekooceanskih linija. Kako bi se zadovoljila ova prometna potražnja bilo je neophodno krenuti sa radovima na novom terminalu.



Slika 20. - Master plan razvoja MZL Zagreb

IZVOR: http://www.mppi.hr/UserDocsImages/ZAG-NPT%20MZLZ%2023-2_15.pdf

[9] *Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture*, http://www.mppi.hr/UserDocsImages/ZAG-NPT%20MZLZ%2023-2_15.pdf (kolovoz, 2015.)

Nova stajanka će imati 11 pozicija za parkiranje, koliko je utvrđeno da će biti potrebno za vrijeme vršnog sada. Postojeća stajanka bi se nastavila koristi za potrebe parkiranja zrakoplova (za 30% prometa). Na slici 21. prikazane su nove vozne staze i stajanka kao i novi terminal. Dvije nove vozne staze će povezivati novu stajanku sa voznom stazom F što bi u potpunosti povećalo fleksibilnost zrakoplovnih operacija. Osim osnovnih voznih staza u planu je i jedna brza izlazna vozna staza koja bi imala takav položaj da ne narušava druge operacije na voznoj stazi F. Nalazila bi se ispred vozne staze D.

Osim radova na zračnoj strani, potrebno je učiniti neke izmjene i na zemaljskoj strani. Osim kapaciteta, povezanost MZL Zagreb sa okolnim gradovima oduvijek je predstavljalo problem u razvoju luke. U planu je izgradnja cestovne mreže koja bi povezala novi terminal. Osim cestovne mreže nakon izgradnje novog terminala radit će se na povezivanju MZL Zagreb sa Zagrebom lakom željeznicom u suradnji sa Hrvatskim željeznicama.

Drugi veliki projekt nakon povezivanja zračne luke lakim željeznicama je izgradnja velikog hotela u blizini aerodroma u svrhu postizanja statusa čvorne zračne luke.

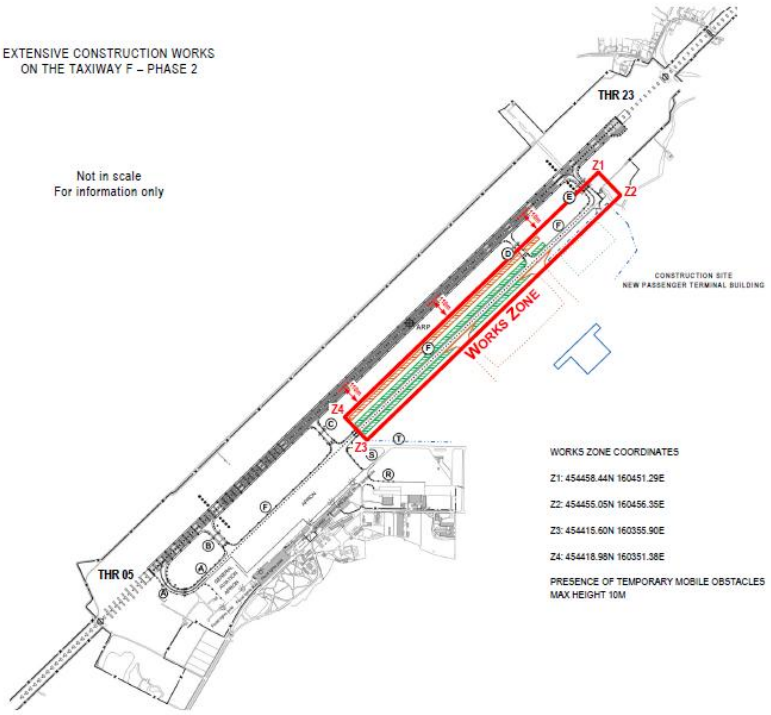
Treći veliki projekt sadrži izgradnju *cargo* centra. Centar bi bio lociran na poziciji između željezničke pruge, zagrebačke obilaznice i aerodroma i tako bi se uspio iskoristiti njegov maksimum.



Slika 21. - Nova stajanka, terminal i vozne staze MZL Zagreb od 2016. godine

IZVOR: http://zlz-zagreb-airport.hr/hr/povijest-zra%C4%8Dne-luke-zagreb-doo

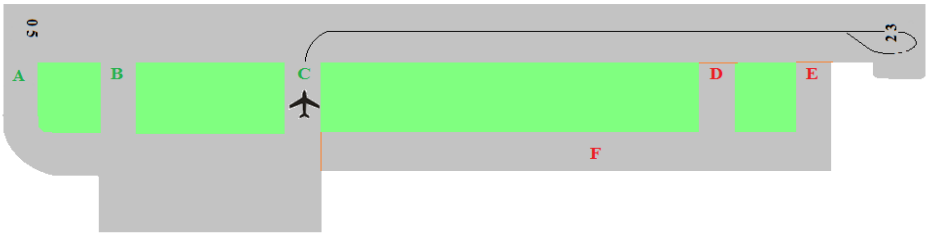
Izgradnja novog terminala uvelike je utjecala na rad aerodromske kontrole u TWR Zagreb. Za izgradnju je bilo potrebno postaviti visoke pomoćne konstrukcije koje su prikladno označene i naznačene u AIP-u Republike Hrvatske. Iako su radovi opširni i planira se trajanje od 3 godine ne utječu na sigurnost i redovit protok zračnog prometa.



Slika 22. - Karta aerodroma u vrijeme radova novog terminala

IZVOR: HKZP: AIS; eAIP; 2015–07–23 AIRAC

Slika 22. prikazuje kartu aerodroma u vrijeme radova na MZL Zagreb. Zbog radova su zatvorene vozne staze D i E i polovica vozne staze F od vozne staze C pa do kraja. Zbog zatvorenosti ovih voznih staza u slučaju upotrebe uzletno-sletne staze 05 za slijetanja izlazak je moguć samo preko voznih staza A, B i C. U slučaju upotrebe uzletno-sletne staze 05 za polijetanja ulazak je moguć preko vozne staze A, B i C i potrebna je daljnja vožnja te na kraju povratno voženje na uzletno-sletnoj stazi 23. Prema vrsti zrakoplova i performansama aerodromski kontrolori u dogovoru s pilotima odluče na koju će voznu stazu zrakoplov izaći sa uzletno-sletne staze 05. Za ulazak na uzletno-sletnu stazu 23 koristi se vozna staza C. U slučaju polijetanja sa uzletno-sletne staze 23 potrebno je voziti duž staze i učiniti postupak povratne vožnje (slika 23.). Vrijeme koje pilotu zrakoplova u ovom slučaju treba za pripremu za polijetanje ovisi o kategoriji i performansama zrakoplova.

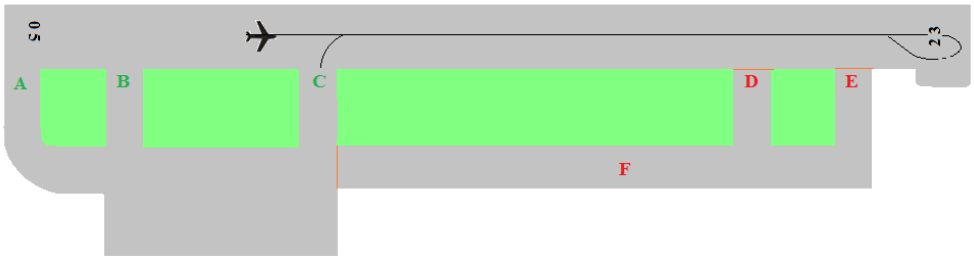


Slika 23. – Skica ulaska na stazu i postupka povratne vožnje u slučaju polijetanja sa uzletno-sletne staze 23 za vrijeme zatvorenosti voznih staza D, E i F

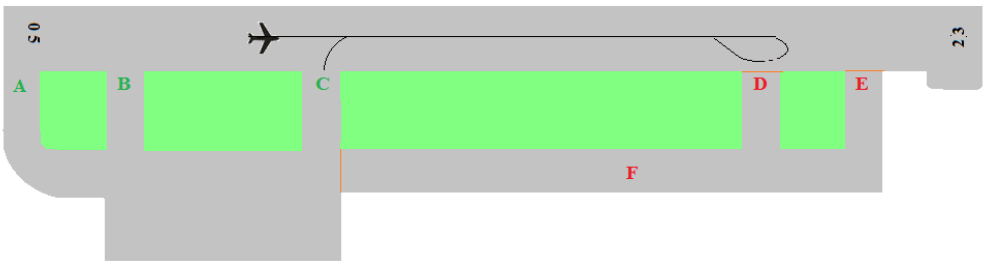
Zbog zatvorenosti vozne staze F, povećava se vrijeme zauzetosti uzletno-sletne staze jer zrakoplovi moraju taksirati uzletno-sletnom stazom umjesto voznom stazom F poslije slijetanja u pravcu 05 i prije uzlijetanja 23. Tablica 7. prikazuje vrijeme potrebno zrakoplovu da napusti uzletno-sletnu stazu kada slijeće u pravcu 05. Vrijeme zauzetosti uzletno-sletne staze ovisi o kategoriji zrakoplova. Vrijeme od 360 sekundi za zrakoplove kategorije H podrazumijeva vrijeme potrebno zrakoplovu da (po slijetanju) taksiranjem produži do okretišta na pragu 23, polukružno se okrene za 180° i zatim taksira uzletno-sletnom stazom i napusti je voznom stazom C (slika 24.) Za zrakoplove kategorije M i L vrijeme od 180 sekundi podrazumijeva da se po slijetanju zrakoplov polukružno okrene za 180° u ravnini vozne staze D za zrakoplove kategorije M i između vozne staze C i D za zrakoplove kategorije L i taksira uzletno-sletnom stazom i napusti je voznom stazom C (slika 25.).

Tablica 7. - Vrijeme potrebno zrakoplovu da napusti uzletno-sletnu stazu kada slijeće u pravcu 05

KATEGORIJA ZRAKOPLOVA	ZAUZETOST UZLETNO-SLETNE STAZE
H	360 sekundi
M	180 sekundi
L	180 sekundi



Slika 24. - Skica slijetanja i izlaska s uzletno-sletne staze 05 za zrakoplove kategorije H u slučaju zatvorenosti voznih staza D, E i F



Slika 25. - Skica slijetanja i izlaska s uzletno-sletne staze 05 za zrakoplove kategorije M i L u slučaju zatvorenosti voznih staza D, E i F

Prema podacima iz aerodromskog kontrolnog tornja Zagreb u tablici 8. je prikazan kapacitet uzletno-sletne staze u uvjetima dobre vidljivosti kada je zatvorena vozna staza F. S obzirom da zatvorenost vozne staze F ne utječe na polijetanja u smjeru 05 i slijetanja u smjeru 23, prikazani su podaci samo za slijetanje u pravcu 05, uzlijetanje u smjeru 23, te u slučaju korištenja uzletno-sletne staze i za slijetanja i za polijetanja.

Tablica 8. - Kapacitet uzletno-sletne staze kada je zatvorena vozna staza F

STAZA U UPOTREBI	BROJ OPERACIJA
Staza 05 za slijetanje	12 operacija u satu
Staza 23 za uzlijetanje	20 operacija u satu
Istovremeno slijetanje i polijetanje	12 do 14 operacija u satu

8. ZAKLJUČAK

Aerodromska kontrola zračnog prometa na aerodromskom kontrolnom tornju Zagreb pruža usluge kontrole zračnog prometa svim zrakoplovima na manevarskim površinama aerodroma i u zračnom prostoru CTR Zagreb. U stalnoj je dvosmjernoj komunikaciji sa svim zrakoplovima i vozilima koja se nalaze u prostoru njezine nadležnosti.

U prostoru CTR Zagreb susreću se sve vrste prometa GAT i OAT te oba koriste jednu uzletno-sletnu stazu zračne luke za slijetanja i polijetanja koristeći standardne procedure instrumentalnog ili vizualnog prilaza i odlazaka. Izdajući odobrenja i instrukcije pilotima zrakoplova aerodromski kontrolori su dužni paziti na minimalne norme razdvajanja zrakoplova. Za razdvajanje zrakoplova koriste proceduralno razdvajanje, tj. razdvajaju zrakoplove vremenski (po minutama). S obzirom da nemaju radarski prikaz koriste stripove (planove leta), radio telefonsku komunikaciju, podatke koje vide s pozicije iz tornja te koje dobiju surađujući sa susjednim jedinica kontrole zračnog prometa da bi održali situacijsku svjesnost.

Pazeći na minimalnu normu razdvajanja, aerodromski kontrolori održavaju siguran i redovit tok zračnog prometa. U koordinaciji sa HRZ unaprijed planiraju prometne situacije te tako sprječavaju pojavu konfliktnih situacija. U vrijeme vršnog sata kada je broj operacija maksimalan, kao i radno opterećenje aerodromskih kontrolora, minimalne norme razdvajanja održavaju koristeći različite tehnike puštanjem bržih zrakoplova u prednost ispred sporijih.

Za vrijeme sezone aerodromski kontrolori imaju preko 3500 operacija mjesečno. U budućnosti se predviđa porast broja letova i putnika na Međunarodnoj zračnoj luci Zagreb. Trenutni uvjeti s ograničenim kapacitetom zračne luke ne mogu odgovoriti na veću prometnu potražnju s toga su u tijeku radovi koji će omogućiti MZL Zagreb da se razvije, a aerodromskoj kontroli zračnog prometa da iskoristi svoje mogućnosti. U izgradnji je nova putnička zgrada koja će moći primiti veći broj putnika, nova stajanka i dvije nove vozne staze koje će povezivati novu stajanku sa uzletno-sletnom stazom. Trenutni radovi na Međunarodnoj zračnoj luci uvelike utječu na rad aerodromskih kontrolora zračnog prometa. Zbog radova su zatvorene tri vozne staze što iziskuje povećanje vremena zauzetosti uzletno-sletne staze.

LITERATURA

[1] Nolan M. S. *Fundamentals of Air Traffic Control*. New York: DELMARE CENGAGE LEARNING; 2011.

[2] Pavlin, S. Aerodromi I. Zagreb: FPZ, 2006.

[3] Pavlin S, Škurla Babić R, Bračić M: Problematika Zračne luke Zagreb u novoj strategiji prometnog razvitka Republike Hrvatske. HAZU; 2012.

[4] ICAO Annex 11 - *Air Traffic Services*, 2001.

[5] ICAO Annex 14 – *Aerodromes* (Vol. 1), 2013.

[6] ICAO doc 4444 – *Air Traffic Management*, 2007.

[7] AIP RH 2015-07-23-AIRAC

[8] NEST USER MANUAL 1.4 EUROCONTROL, 2013-2015

[9] Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture, http://www.mppi.hr/UserDocsImages/ZAG-NPT%20MZLZ%2023-2_15.pdf, 22. kolovoz 2015.

[10] Povijest ZLZ, http://zlz-zagreb-airport.hr/hr/povijest-zra%C4%8Dne-luke-zagreb-doo, 20. kolovoz 2015.

[11] ZLZ –Statistika, http://www.zlz-zagreb-airport.hr/hr/statistika, 20. kolovoz 2015.

POPIS KRATICA

CTR - (Control zone) kontrolirana zona

TMA - (Terminal Control Area) završna kontrolirana oblast

ATC - (Air traffic control) kontrola zračnog prometa

TWR - (Tower) aerodromski kontrolni toranj

APP - (Approach control unit) jedinica prilazne kontrole zračnog prometa

ACC - (Area control center) centar oblasne kontrole

NM - (Nautical mile) nautička milja

MZL - Međunarodna zračna luka

GAT - (General air traffic) opći zračni promet

OAT - (Operational air traffic) operativni zračni promet

IFR - (Instrument flight rules) pravila instrumentalnog letenja

VFR - (Visual flight rules) pravila vizualnog letenja

AIP - (Aeronautical information publication) zbornik zrakoplovnih informacija

ICAO - (International Civil Aviation Organisation) Međunarodna organizacija civilnog zrakoplovstva

FL - (Flight level) razina leta

KT - (Knots) čvorovi

IAS - (Indicated airspeed) inducirana brzina zraka

CTOL - (Conventional Take-off and landing) konvencionalno polijetanje i slijetanje

ILS - (Instrument Landing System) sustav za instrumentalno slijetanje

MLS - (Microwave Landing System) mikrovalni sustav za slijetanje

RVR - (Runway Visual Range) vidljivost uzduž staze

RWY - (Runway) uzletno-sletna staza

TWY - (Taxiway) vozna staza

SID - (Standard instrument departure) standardni instrumentalni odlazak

STAR - (Standard instrument arrival) standardni instrumentalni dolazak

IAF - (Initial approach fix) točka početnog prilaženja

IF - (Intermediat fix) točka međuprilaženja

FAP - (Final approach point) točka završnog prilaženja

MRVA – (Minimum Radar Vectoring Altitude) minimalna visina radarskog vektoriranja

HRZ - hrvatsko ratno zrakoplovstvo

ATIS - (Automatic Terminal Information System) automatska emitiranje informacija za slijetanje i polijetanje

POPIS SLIKA

Slika 1. - CTR Zagreb 3
Slika 2. - Karta aerodroma 5
Slika 3. - Karta odlaznih procedura za uzletno-sletnu stazu 05 10
Slika 4. - Karta odlaznih procedura za uzletno-sletnu stazu 23 11
Slika 5. – Karta prilaznih procedura za uzletno-sletnu stazu 05 14
Slika 6. – Karta prilaznih procedura za uzletno-sletnu stazu 23 16
Slika 7. – Procedura neuspjelog prilaza za uzletno-sletnu stazu 05 17
Slika 8. - Procedura neuspjelog prilaza za uzletno-sletnu stazu 23 17
Slika 9. - Karta za vizualne operacije 18
Slika 10. - Redoslijed instrukcija za zrakoplove u odlasku 24
Slika 11. - Redoslijed instrukcija za IFR dolaske 25
Slika 12. - Redoslijed instrukcija za VFR dolaske 25
Slika 13. - Prikaz CTR Zagreb sa krugovima za čekanje, ulaznim točkama i aerodromskim prometnim krugom 26
Slika 14. - Primjer stripa odlaznog zrakoplova koji koriste aerodromski kontrolori u TWR Zagreb 27
Slika 15. - Prikaz vršnih sati 17.9.2014. za IFR GAT 32
Slika 16. - Proces otkrivanja i rješavanja konfliktnih situacija za zrakoplove u dolasku 34
Slika 17. - Skica rješavanja konfliktne situacije produživanjem kraka niz vjetar 35
Slika 18. - Skica primjera rješavanja konfliktne situacije okretom od 360° iznad točke N3 ... 35
Slika 19. - Proces otkrivanja i rješavanja konflikta za zrakoplove u odlasku 36
Slika 20. - Master plan razvoja MZL Zagreb 37
Slika 21. - Nova stajanka, terminal i vozne staze MZL Zagreb od 2016. godine 38
Slika 22. - Karta aerodroma u vrijeme radova novog terminala 39
Slika 23. – Skica ulaska na stazu i postupka povratne vožnje u slučaju polijetanja sa uzletno-sletne staze 23 za vrijeme zatvorenosti voznih staza D, E i F 39
Slika 24. - Skica slijetanja i izlaska s uzletno-sletne staze 05 za zrakoplove kategorije H u slučaju zatvorenosti voznih staza D, E i F 40
Slika 25. - Skica slijetanja i izlaska s uzletno-sletne staze 05 za zrakoplove kategorije M i L u slučaju zatvorenosti voznih staza D, E i F 40

POPIS TABLICA

Tablica 1. - Minimalne visine odluke i vidljivosti za staze za precizni prilaz 6
Tablica 2. - Objavljene udaljenosti uzletno-sletne staze u Zagrebu 7
Tablica 3 - Objavljene udaljenosti za polijetanja s presjecišta uzletno-sletne staze 8
Tablica 4. - Primjer STAR-a objavljenog u AIP-u 15
Tablica 5. - Značenje pojedinog polja stripa iz slike 14. 28
Tablica 6. - Norma za razdvajanje zrakoplova prema WTC 29
Tablica 7. - Vrijeme potrebno zrakoplovu da napusti uzletno-sletnu stazu kada slijeće u pravcu 05 40
Tablica 8. - Kapacitet uzletno-sletne staze kada je zatvorena vozna staza F 41

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. - Godišnji broj letova na MZL Zagreb od 2008. do 2014. godine 20
Grafikon 2. - Usporedba mjesečnog broja letova u prvih 7 mjeseci 2014. i 2015. godine 21
Grafikon 3. - Usporedba broja dolazaka i odlazaka na MZL Zagreb kroz 2014. godinu 22
Grafikon 4. - Usporedba broja IFR GAT, VFR GAT i OAT operacija kroz 2014. godinu 22

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

METAPODACI

Naslov rada: Tehnologija rada i postupci aerodromske kontrole zračnog prometa u CTR Zagreb

Autor: Iva Jurjević

Mentor: doc. dr. sc. Biljana Juričić

Naslov na drugom jeziku (engleski):
Aerodrome Control Operations and Procedures within Zagreb CTR

Povjerenstvo za obranu:

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

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

Zavod: Zavod za aeronautiku

Vrsta studija: sveučilišni

Naziv studijskog programa: Aeronautika

Stupanj: preddiplomski

Akademski naziv: univ. bacc. ing. aeronaut.

Datum obrane završnog rada: **15.9.2015.**

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

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

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada pod naslovom **Tehnologija rada i postupci aerodromske kontrole zračnog prometa u CTR Zagreb** na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 5.9.2015

(potpis)